



(21) 申請案號：103113259

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 04 月 10 日

(51) Int. Cl. :

C07C211/54 (2006.01)

C07D209/82 (2006.01)

C07D209/88 (2006.01)

C07D219/02 (2006.01)

C07D265/38 (2006.01)

C07D401/10 (2006.01)

C07D401/14 (2006.01)

C07D403/10 (2006.01)

C07D403/14 (2006.01)

C07D413/10 (2006.01)

C07D413/14 (2006.01)

C07D417/10 (2006.01)

C07D417/14 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

(30) 優先權：2013/04/10 日本

2013-082529

2013/10/29 日本

2013-224160

(71) 申請人：國立大學法人九州大學 (日本) KYUSHU UNIVERSITY NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：李世淵 LEE, SAEYOUN (KR)；安田琢磨 YASUDA, TAKUMA (JP)；安達千波矢 ADACHI, CHIHAYA (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：37 共 119 頁

(54) 名稱

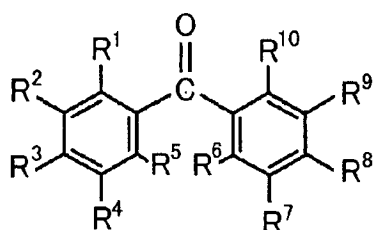
發光材料、有機發光元件及化合物

LIGHT-EMITTING MATERIAL, ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DEVICE AND COMPOUND

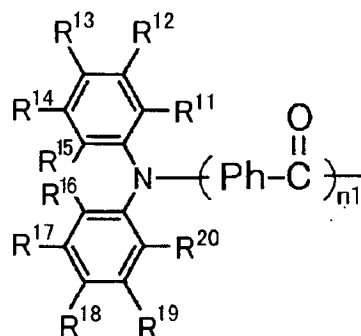
(57) 摘要

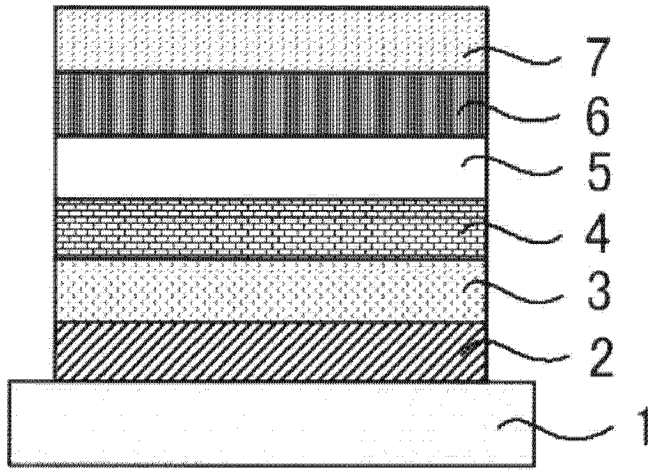
下述通式(1)所表示之化合物作為發光材料有用。R<sup>1</sup>~R<sup>10</sup> 表示氫原子或取代基，R<sup>1</sup>~R<sup>10</sup> 之至少 1 者為下述通式(2)所表示之基。R<sup>21</sup>~R<sup>30</sup> 表示氫原子或取代基，Ph 表示伸苯基，n1 表示 0 或 1。

通式(1)



通式(2)





- 1 . . . 基板
- 2 . . . 陽極
- 3 . . . 電洞注入層
- 4 . . . 電洞傳輸層
- 5 . . . 發光層
- 6 . . . 電子傳輸層
- 7 . . . 陰極

圖1

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】

發光材料、有機發光元件及化合物

LIGHT-EMITTING MATERIAL, ORGANIC

ELECTROLUMINESCENCE DEVICE AND COMPOUND

## 【技術領域】

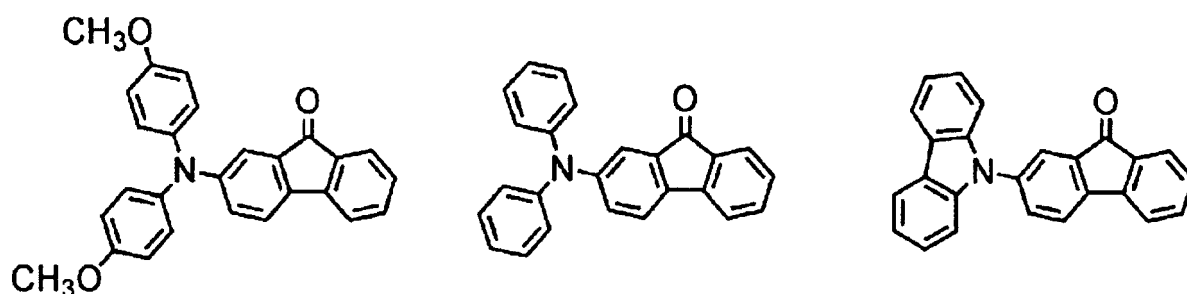
本發明係關於一種作為發光材料有用之化合物及使用其之有機發光元件。

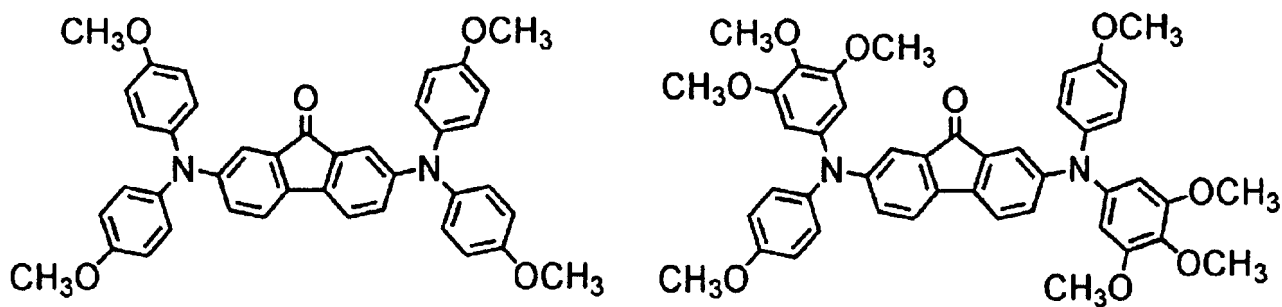
## 【先前技術】

提高有機電致發光元件(有機EL元件)等有機發光元件之發光效率的研究正盛行。特別是業界正想各種方法藉由新開發構成有機電致發光元件之電子傳輸材料、電洞傳輸材料、發光材料等並進行組合而提高發光效率。其中，亦可看到關於利用蒽酮衍生物之有機電致發光元件之研究。

於非專利文獻1中記載有對向蒽酮之2位或7位之至少一者導入有二芳基胺基之化合物的溶液發光特性進行研究之結果。根據該文獻記載，對具有下述結構之蒽酮衍生物之己烷或乙腈溶液照射激發光，結果於可見光區域可觀察到發光。然而，於專利文獻1中，關於蒽酮以外之具有類似骨架之化合物的發光特性並無記載。

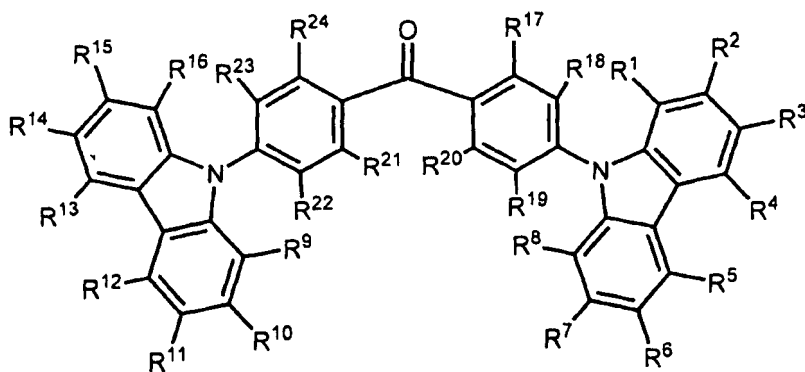
[化1]





另一方面，專利文獻1中記載有將下述通式所表示之化合物於構成有機電致發光元件之存在於一對電極間之發光層中用作主體材料的例、或用於電洞注入層中的例。規定下述通式中之 $R^1 \sim R^{24}$ 表示氫原子、鹵素原子、脂肪族烴基、芳香族烴基、脂肪族雜環基、芳香族雜環基、氨基、烷氧基、芳氧基、烷硫基、芳硫基、取代胺基、醯基、烷羰基、芳羰基、烷基磺醯基或芳基磺醯基。然而，於專利文獻1中，關於該通式所表示之化合物之發光特性並無記載。

[化2]



[先前技術文獻]

[非專利文獻]

[非專利文獻1] Phys. Chem. Chem. Phys., 2012, 14, 11961-11968

[專利文獻]

[專利文獻1] 日本專利特開2010-147115號公報

**【發明內容】**

### [發明所欲解決之問題]

如上所述，非專利文獻1中記載對蒽酮骨架導入有二芳基胺基之化合物可用作發光材料。然而，本發明者等人對向蒽酮骨架導入有二芳基胺基之化合物之發光特性進行實際評價，結果判明，發光特性並非可充分滿足(參照下文揭示之比較例1)，需提供具有更優異之發光特性之發光材料。

因此，本發明者等人開始對具有與蒽酮骨架類似之骨架之化合物群進行各種研究，首次自大量類似骨架中發現具有二苯甲酮骨架之化合物群作為發光材料具有有用性，並進一步推進研究。如上所述，關於具有二苯甲酮骨架之化合物，專利文獻1中記載其作為有機電致發光元件之發光層之主體材料或電洞注入層之電洞傳輸材料有用。然而，關於專利文獻1所記載之化合物是否可作為發光材料而發揮功能並未進行研究。發光材料與主體材料或電洞傳輸材料相比，所要求之性質或功能不同，因此專利文獻1之通式所表示之化合物作為發光材料之有用性尚不明確。又，專利文獻1中，關於在二苯甲酮上鍵結有咪唑-9-基以外之取代胺基的化合物並無記載。因此，關於經咪唑-9-基以外之取代胺基取代之二苯甲酮衍生物，亦存在甚至尚未合成者，無法預測作為發光材料之有用性。

於此種情況下，本發明者等人進一步推進關於二苯甲酮衍生物作為發光材料之有用性的研究，以發現發光特性優異之化合物為目的而反覆研究。並且，以導出作為發光材料有用之化合物之通式、使發光效率較高之有機發光元件之構成一般化為目的而進行銳意研究。

### [解決問題之技術手段]

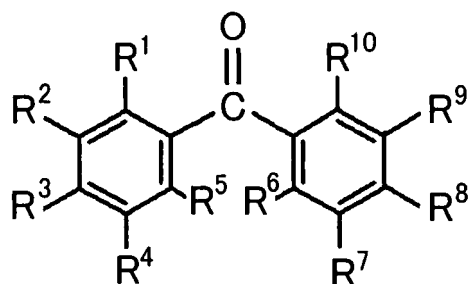
進行銳意研究之結果，本發明者等人發現具有特定結構之二苯甲酮衍生物作為發光材料而具有優異之性質。又，發現該種化合物群中存在作為延遲螢光材料有用者，明確可廉價地提供發光效率較高之

有機發光元件。本發明者等人基於該等見解，以至提供以下之本發明作為解決上述課題之手段。

[1]一種發光材料，其包含下述通式(1)所表示之化合物。

[化3]

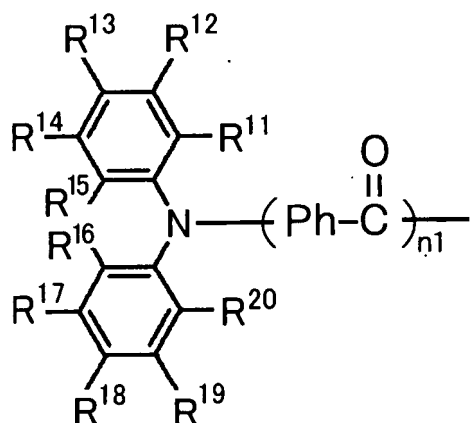
通式(1)



[通式(1)中， $R^1 \sim R^{10}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。其中， $R^1 \sim R^{10}$ 之至少1者各自獨立為下述通式(2)所表示之基。 $R^1$ 與 $R^2$ 、 $R^2$ 與 $R^3$ 、 $R^3$ 與 $R^4$ 、 $R^4$ 與 $R^5$ 、 $R^6$ 與 $R^7$ 、 $R^7$ 與 $R^8$ 、 $R^8$ 與 $R^9$ 、 $R^9$ 與 $R^{10}$ 可互相鍵結而形成環狀結構]

[化4]

通式(2)

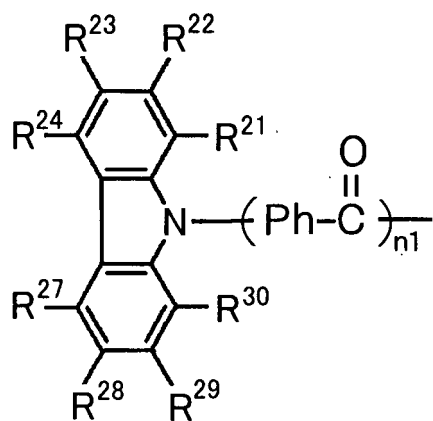


[通式(2)中， $R^{11} \sim R^{20}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。 $R^{11}$ 與 $R^{12}$ 、 $R^{12}$ 與 $R^{13}$ 、 $R^{13}$ 與 $R^{14}$ 、 $R^{14}$ 與 $R^{15}$ 、 $R^{15}$ 與 $R^{16}$ 、 $R^{16}$ 與 $R^{17}$ 、 $R^{17}$ 與 $R^{18}$ 、 $R^{18}$ 與 $R^{19}$ 、 $R^{19}$ 與 $R^{20}$ 可互相鍵結而形成環狀結構。 $\text{Ph}$ 表示經取代或未經取代之伸苯基。 $n_1$ 表示0或1]

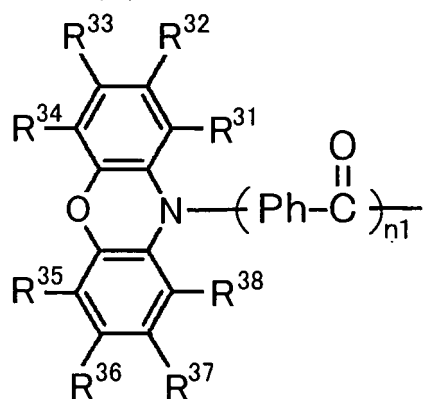
[2]如[1]記載之發光材料，其特徵在於：上述通式(2)所表示之基係下述通式(3)~(8)中任一者所表示之基。

[化5]

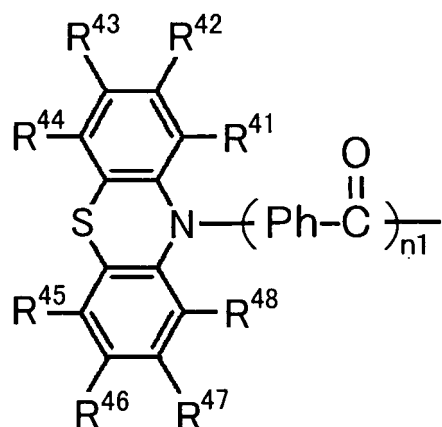
通式(3)



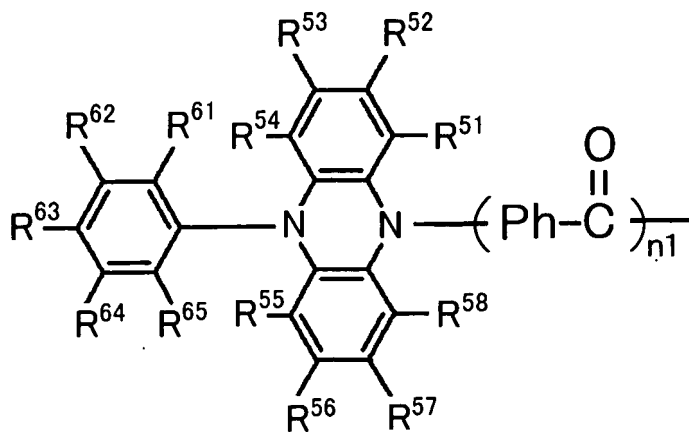
通式(4)



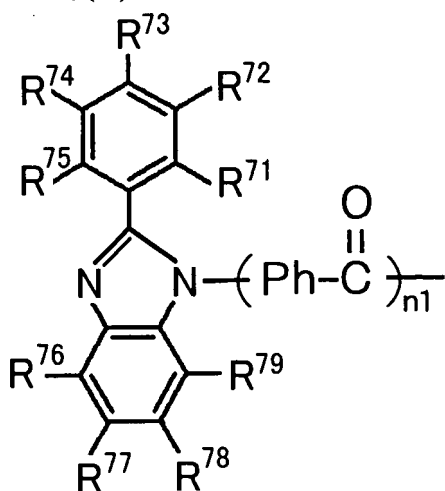
通式(5)



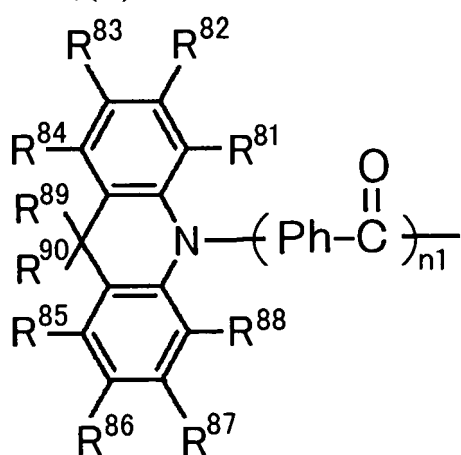
通式(6)



通式(7)



通式(8)



[通式(3)~(8)中， $R^{21} \sim R^{24}$ 、 $R^{27} \sim R^{38}$ 、 $R^{41} \sim R^{48}$ 、 $R^{51} \sim R^{58}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ 、 $R^{71} \sim R^{79}$ 、 $R^{81} \sim R^{90}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。 $R^{21}$ 與 $R^{22}$ 、 $R^{22}$ 與 $R^{23}$ 、 $R^{23}$ 與 $R^{24}$ 、 $R^{27}$ 與 $R^{28}$ 、 $R^{28}$ 與 $R^{29}$ 、 $R^{29}$ 與 $R^{30}$ 、 $R^{31}$ 與 $R^{32}$ 、 $R^{32}$ 與 $R^{33}$ 、 $R^{33}$ 與 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 與 $R^{36}$ 、 $R^{36}$ 與 $R^{37}$ 、 $R^{37}$ 與 $R^{38}$ 、 $R^{41}$ 與 $R^{42}$ 、 $R^{42}$ 與 $R^{43}$ 、 $R^{43}$ 與 $R^{44}$ 、 $R^{45}$ 與 $R^{46}$ 、 $R^{46}$ 與 $R^{47}$ 、 $R^{47}$ 與 $R^{48}$ 、 $R^{51}$ 與

$R^{52}$ 、 $R^{52}$ 與 $R^{53}$ 、 $R^{53}$ 與 $R^{54}$ 、 $R^{55}$ 與 $R^{56}$ 、 $R^{56}$ 與 $R^{57}$ 、 $R^{57}$ 與 $R^{58}$ 、 $R^{61}$ 與 $R^{62}$ 、 $R^{62}$ 與 $R^{63}$ 、 $R^{63}$ 與 $R^{64}$ 、 $R^{64}$ 與 $R^{65}$ 、 $R^{54}$ 與 $R^{61}$ 、 $R^{55}$ 與 $R^{65}$ 、 $R^{71}$ 與 $R^{72}$ 、 $R^{72}$ 與 $R^{73}$ 、 $R^{73}$ 與 $R^{74}$ 、 $R^{74}$ 與 $R^{75}$ 、 $R^{76}$ 與 $R^{77}$ 、 $R^{77}$ 與 $R^{78}$ 、 $R^{78}$ 與 $R^{79}$ 、 $R^{81}$ 與 $R^{82}$ 、 $R^{82}$ 與 $R^{83}$ 、 $R^{83}$ 與 $R^{84}$ 、 $R^{85}$ 與 $R^{86}$ 、 $R^{86}$ 與 $R^{87}$ 、 $R^{87}$ 與 $R^{88}$ 、 $R^{89}$ 與 $R^{90}$ 可互相鍵結而形成環狀結構。Ph表示經取代或未經取代之伸苯基。n1表示0或1]

[3]如[1]或[2]記載之發光材料，其特徵在於：通式(1)之 $R^1$ ~ $R^5$ 中之至少1者與 $R^6$ ~ $R^{10}$ 中之至少1者為上述通式(2)所表示之基。

[4]如[3]記載之發光材料，其特徵在於：通式(1)之 $R^3$ 與 $R^8$ 為上述通式(2)所表示之基。

[5]如[1]至[4]中任一項記載之發光材料，其特徵在於：上述通式(2)所表示之基為上述通式(4)所表示之基。

[6]如[1]至[4]中任一項記載之發光材料，其特徵在於：上述通式(2)所表示之基為上述通式(3)所表示之基。

[7]如[6]記載之發光材料，其特徵在於：上述通式(3)之 $R^{21}$ ~ $R^{24}$ 、 $R^{27}$ ~ $R^{30}$ 之至少1者為取代基。

[8]如[7]記載之發光材料，其特徵在於：上述取代基為上述通式(3)~(8)中任一者所表示之基。

[9]如[8]記載之發光材料，其特徵在於：上述通式(3)之 $R^{23}$ 及 $R^{28}$ 之至少1者為上述取代基。

[10]一種延遲螢光體，其包含上述通式(1)所表示之化合物。

[11]一種有機發光元件，其特徵在於包含如[1]至[9]中任一項記載之發光材料。

[12]

如[11]記載之有機發光元件，其特徵在於包含2種以上發光峰波長不同之通式(1)所表示之發光材料。

[13]

如[11]或[12]記載之有機發光元件，其特徵在於放射延遲螢光。

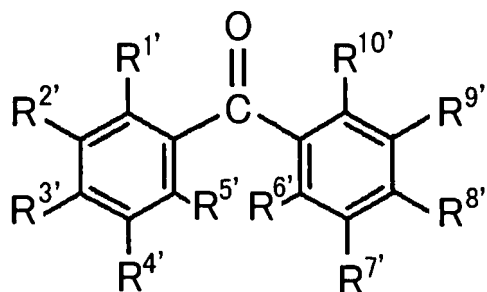
[14]

如技術方案[11]至[13]中任一項記載之有機發光元件，其特徵在於：其係有機電致發光元件。

[15]一種化合物，其係下述通式(1')所表示之化合物。

[化6]

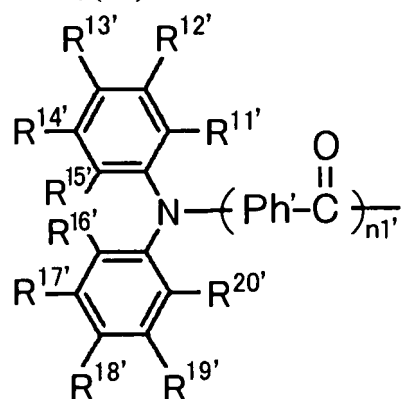
通式(1')



[通式(1')中， $R^{1'} \sim R^{10'}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。其中， $R^{1'} \sim R^{10'}$ 之至少1者各自獨立為下述通式(2')所表示之基。 $R^{1'}$ 與 $R^{2'}$ 、 $R^{2'}$ 與 $R^{3'}$ 、 $R^{3'}$ 與 $R^{4'}$ 、 $R^{4'}$ 與 $R^{5'}$ 、 $R^{6'}$ 與 $R^{7'}$ 、 $R^{7'}$ 與 $R^{8'}$ 、 $R^{8'}$ 與 $R^{9'}$ 、 $R^{9'}$ 與 $R^{10'}$ 可互相鍵結而形成環狀結構]

[化7]

通式(2')



[通式(2')中， $R^{11'} \sim R^{20'}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。 $R^{11'}$ 與

$R^{12'}$ 、 $R^{12'}$ 與 $R^{13'}$ 、 $R^{13'}$ 與 $R^{14'}$ 、 $R^{14'}$ 與 $R^{15'}$ 、 $R^{15'}$ 與 $R^{16'}$ 、 $R^{16'}$ 與 $R^{17'}$ 、 $R^{17'}$ 與 $R^{18'}$ 、 $R^{18'}$ 與 $R^{19'}$ 、 $R^{19'}$ 與 $R^{20'}$ 可互相鍵結而形成環狀結構。其中，於 $R^{15'}$ 與 $R^{16'}$ 一併形成單鍵時， $R^{13'}$ 與 $R^{18'}$ 各自獨立為氫原子或上述通式(4)~(8)中任一者所表示之基，且至少一者為上述通式(4)~(8)中任一者所表示之基。Ph'表示經取代或未經取代之伸苯基。n1'表示0或1]

[發明之效果]

本發明之化合物作為發光材料有用。又，本發明之化合物中包含放射延遲螢光者。將本發明之化合物用作發光材料之有機發光元件可實現較高之發光效率。

### 【圖式簡單說明】

圖1係表示有機電致發光元件之層構成例之概略剖面圖。

圖2係實施例1之化合物1之發射光譜。

圖3係實施例1之化合物1之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖4係實施例1之化合物1之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖5係實施例1之化合物1之發光壽命光譜。

圖6係實施例1之化合物1之循環伏安圖。

圖7係實施例2之化合物2之發射光譜。

圖8係實施例2之化合物2之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖9係實施例2之化合物2之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖10係實施例2之化合物2之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖11係實施例2之化合物2之發光壽命光譜。

圖12係實施例2之化合物2之循環伏安圖。

圖13係實施例3之化合物3之發射光譜。

圖14係實施例3之化合物3之溶液的暫態衰減曲線。

圖15係實施例3之化合物3之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖16係實施例3之化合物3之發光壽命光譜。

圖17係實施例3之化合物3之循環伏安圖。

圖18係實施例4、5之化合物17、18之發射光譜。

圖19係實施例4之化合物17之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖20係實施例4之化合物17之發光壽命光譜。

圖21係實施例4之化合物17之循環伏安圖。

圖22係實施例5之化合物18之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖23係實施例5之化合物18之發光壽命光譜。

圖24係實施例5之化合物18之循環伏安圖。

圖25係比較例1之比較化合物A之薄膜型有機光致發光元件的暫態衰減曲線。

圖26係實施例6之化合物1之有機電致發光元件的發射光譜。

圖27係表示實施例6之化合物1之有機電致發光元件的電壓-電流密度-發光強度特性之曲線圖。

圖28係表示實施例6之化合物1之有機電致發光元件的電流密度-外部量子效率特性之曲線圖。

圖29係實施例7之化合物2之有機電致發光元件的發射光譜。

圖30係表示實施例7之化合物2之有機電致發光元件的電壓-電流密度-發光強度特性之曲線圖。

圖31係表示實施例7之化合物2之有機電致發光元件的電流密度-外部量子效率特性之曲線圖。

圖32係實施例8之化合物3之有機電致發光元件的發射光譜。

圖33係表示實施例8之化合物3之有機電致發光元件的電壓-電流密度-發光強度特性之曲線圖。

圖34係表示實施例8之化合物3之有機電致發光元件的電流密度-外部量子效率特性之曲線圖。

圖35係實施例9、10之化合物17、18之有機電致發光元件的發射光譜。

圖36係表示實施例9、10之化合物17、18之有機電致發光元件的電壓-電流密度-發光強度特性之曲線圖。

圖37係表示實施例9、10之化合物17、18之有機電致發光元件的電流密度-外部量子效率特性之曲線圖。

### 【實施方式】

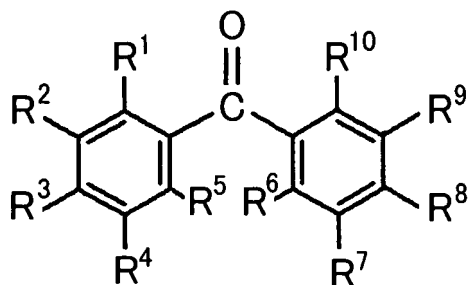
以下對本發明之內容進行詳細說明。以下所記載之構成要件之說明有時會基於本發明之代表性之實施態樣或具體例而進行，但本發明並不限定於此種實施態樣或具體例。再者，本說明書中使用「～」所表示之數值範圍意指包含「～」之前後所記載之數值作為下限值及上限值之範圍。又，存在於本發明所使用之化合物之分子內的氫原子之同位素種類並無特別限定，例如分子內之氫原子可全部為 $^1\text{H}$ ，亦可一部分或全部為 $^2\text{H}$ (重氫D)。

[通式(1)所表示之化合物]

本發明之發光材料之特徵在於包含下述通式(1)所表示之化合物。

[化8]

通式(1)



通式(1)中， $R^1 \sim R^{10}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。其中， $R^1 \sim R^{10}$ 之至少1者各自獨立為下述通式(2)所表示之基。下述通式(2)所表示之基可僅為 $R^1 \sim R^{10}$ 中之1者，亦可為2者以上。

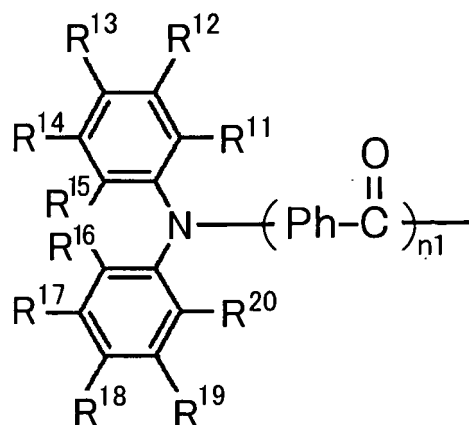
於下述通式(2)所表示之基僅為 $R^1 \sim R^{10}$ 中之1者時，較佳為 $R^2$ 或 $R^3$ 為下述通式(2)所表示之基，更佳為 $R^3$ 為下述通式(2)所表示之基。

另一方面，於 $R^1 \sim R^{10}$ 中之2者以上為下述通式(2)所表示之基時，較佳為下述通式(2)所表示之基為 $R^1 \sim R^5$ 之至少1者與 $R^6 \sim R^{10}$ 之至少1者。此時，較佳為下述通式(2)所表示之基為 $R^1 \sim R^5$ 中之1~4者、 $R^6 \sim R^{10}$ 中之1~4者，更佳為 $R^1 \sim R^5$ 中之1或2者、 $R^6 \sim R^{10}$ 中之1或2者。 $R^1 \sim R^5$ 中通式(2)所表示之基之個數與 $R^6 \sim R^{10}$ 中通式(2)所表示之基之個數可相同亦可不同，較佳為相同。 $R^1 \sim R^5$ 中，較佳為 $R^2 \sim R^4$ 之至少1者為通式(2)所表示之基，更佳為至少 $R^3$ 為通式(2)所表示之基。又， $R^6 \sim R^{10}$ 中，較佳為 $R^7 \sim R^9$ 之至少1者為通式(2)所表示之基，更佳為至少 $R^8$ 為通式(2)所表示之基。較佳之化合物為通式(1)之 $R^3$ 與 $R^8$ 為通式(2)所表示之基之化合物、通式(1)之 $R^2$ 與 $R^9$ 為通式(2)所表示之基之化合物、通式(1)之 $R^2$ 、 $R^4$ 、 $R^7$ 、 $R^9$ 為通式(2)所表示之基之化合物，進而較佳之化合物為 $R^3$ 與 $R^8$ 為通式(2)所表示之基之化合物。存在於通式(1)中之複數個通式(2)所表示之基可相同亦可不同，較佳為相同。又，亦較佳為通式(1)所表示之基採用對稱結構。即，較佳為

$R^1$ 與 $R^{10}$ 、 $R^2$ 與 $R^9$ 、 $R^3$ 與 $R^8$ 、 $R^4$ 與 $R^7$ 、 $R^5$ 與 $R^6$ 分別相同。

[化9]

通式(2)



通式(2)中， $R^{11} \sim R^{20}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。取代基之個數並無特別限制， $R^{11} \sim R^{20}$ 可全部未經取代(即氫原子)。於 $R^{11} \sim R^{20}$ 中之2者以上為取代基之情形時，複數個取代基互相可相同亦可不同。

作為 $R^{11} \sim R^{20}$ 可採用之取代基與 $R^1 \sim R^{10}$ 可採用之取代基，例如可列舉羥基、鹵素原子、氰基、碳數1~20之烷基、碳數1~20之烷氧基、碳數1~20之烷硫基、碳數1~20之烷基取代胺基、碳數2~20之醯基、碳數6~40之芳基、碳數3~40之雜芳基、碳數2~10之烯基、碳數2~10之炔基、碳數2~10之烷氧羰基、碳數1~10之烷基磺醯基、碳數1~10之鹵烷基、醯胺基、碳數2~10之烷基醯胺基、碳數3~20之三烷基矽烷基、碳數4~20之三烷基矽烷基烷基、碳數5~20之三烷基矽烷基烯基、碳數5~20之三烷基矽烷基炔基及硝基等。該等之具體例中，可進一步經取代基取代者亦可經取代。更佳之取代基為鹵素原子、氰基、碳數1~20之經取代或未經取代之烷基、碳數1~20之烷氧基、碳數6~40之經取代或未經取代之芳基、碳數3~40之經取代或未經取代之雜芳基、碳數1~20之二烷基取代胺基。進而較佳之

取代基為氟原子、氯原子、氫基、碳數1~10之經取代或未經取代之烷基、碳數1~10之經取代或未經取代之烷氧基、碳數6~15之經取代或未經取代之芳基、碳數3~12之經取代或未經取代之雜芳基。

$R^1$ 與 $R^2$ 、 $R^2$ 與 $R^3$ 、 $R^3$ 與 $R^4$ 、 $R^4$ 與 $R^5$ 、 $R^6$ 與 $R^7$ 、 $R^7$ 與 $R^8$ 、 $R^8$ 與 $R^9$ 、 $R^9$ 與 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ 與 $R^{12}$ 、 $R^{12}$ 與 $R^{13}$ 、 $R^{13}$ 與 $R^{14}$ 、 $R^{14}$ 與 $R^{15}$ 、 $R^{15}$ 與 $R^{16}$ 、 $R^{16}$ 與 $R^{17}$ 、 $R^{17}$ 與 $R^{18}$ 、 $R^{18}$ 與 $R^{19}$ 、 $R^{19}$ 與 $R^{20}$ 可互相鍵結而形成環狀結構。環狀結構可為芳香環，亦可為脂肪環，又，亦可為含有雜原子者，進而環狀結構亦可為2環以上之縮合環。作為此處所謂之雜原子，較佳為選自由氮原子、氧原子及硫原子所組成之群中者。作為所形成之環狀結構之例，可列舉苯環、萘環、吡啶環、嗒咩環、嘍啶環、吡咩環、吡咯環、咪唑環、吡唑環、三唑環、咪唑啉環、嘍唑環、異嘍唑環、噻唑環、異噻唑環、環己二烯環、環己烯環、環戊烯環、環庚三烯環、環庚二烯環、環庚烯環等。

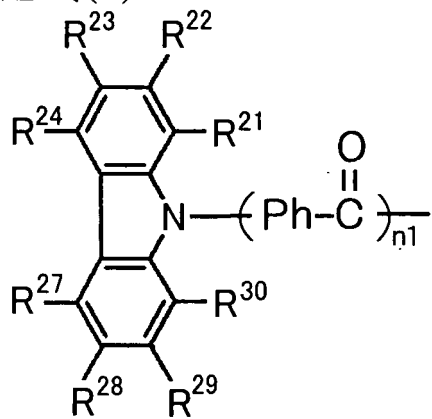
通式(2)中，Ph表示經取代或未經取代之伸苯基。伸苯基可為1,2-伸苯基、1,3-伸苯基、1,4-伸苯基中之任一者。更佳者為1,4-伸苯基。伸苯基之氫原子可經取代基取代，作為該情形時之取代基，可列舉上述之作為 $R^{11}$ ~ $R^{20}$ 可採用之取代基與 $R^1$ ~ $R^{10}$ 可採用之取代基而說明之取代基。又，1,2-伸苯基之3~6位置上相鄰之氫原子彼此、1,3-伸苯基之4~6位上相鄰之氫原子彼此、1,4-伸苯基之2位與3位之氫原子、5位與6位之氫原子可互相鍵結而形成環狀結構。關於環狀結構之說明，可列舉上述之作為 $R^1$ 與 $R^2$ 等互相鍵結所形成之環狀結構而說明之環狀結構。

通式(2)中，n1表示0或1。

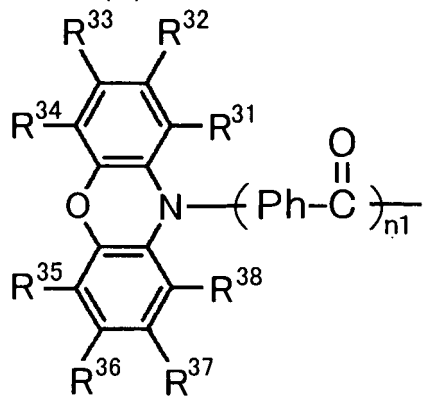
通式(2)所表示之基較佳為下述通式(3)~(8)中任一者所表示之基。

[化10]

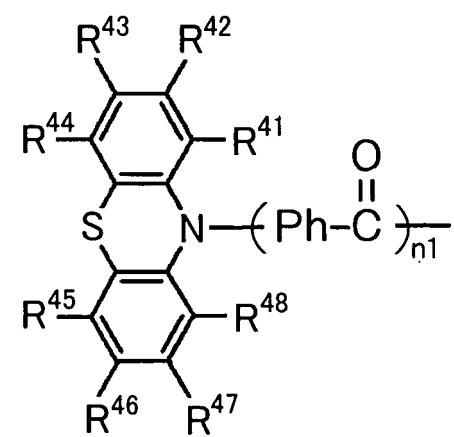
通式(3)



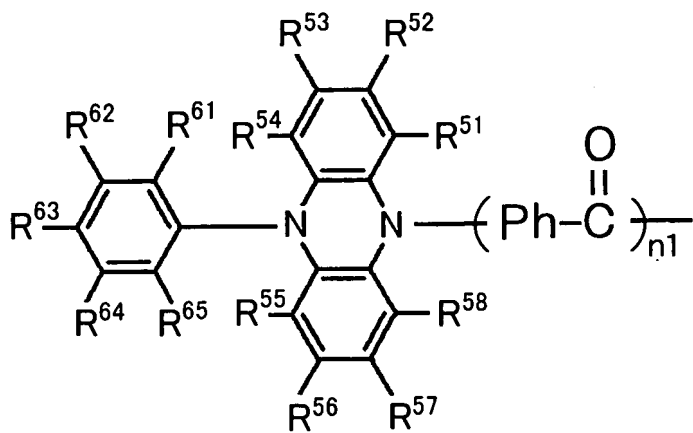
通式(4)



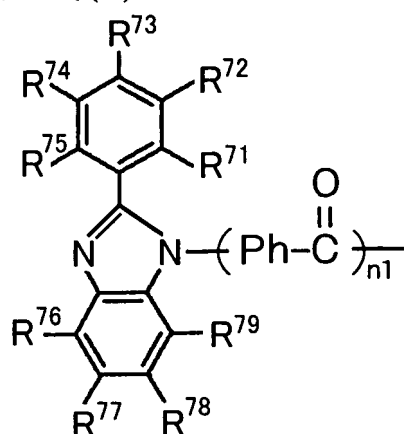
通式(5)



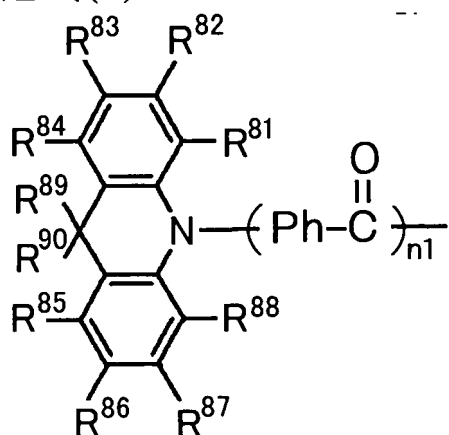
通式(6)



通式(7)



通式(8)



通式(3)~(8)中， $R^{21} \sim R^{24}$ 、 $R^{27} \sim R^{38}$ 、 $R^{41} \sim R^{48}$ 、 $R^{51} \sim R^{58}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ 、 $R^{71} \sim R^{79}$ 、 $R^{81} \sim R^{90}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。關於此處所謂之取代基之說明與較佳之範圍，可參照上述之 $R^1 \sim R^{10}$ 可採用之取代基之說明與較佳之範圍。又， $R^{21} \sim R^{24}$ 、 $R^{27} \sim R^{38}$ 、 $R^{41} \sim R^{48}$ 、 $R^{51} \sim R^{58}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ 、 $R^{71} \sim R^{79}$ 、 $R^{81} \sim R^{90}$ 亦較佳為各自獨立為上述通式(3)~(8)中任一者所表示之基。又， $R^{89}$ 及 $R^{90}$ 較佳為經取代或未經取

代之烷基，更佳為碳數1~6之經取代或未經取代之烷基。通式(3)~(8)中之取代基之個數並無特別限制。較佳為全部為未經取代(即氫原子)之情形。又，通式(3)~(8)中分別存在2個以上取代基之情形時，該等取代基可相同亦可不同。於通式(3)~(8)中存在取代基之情形時，若為通式(3)，則該取代基較佳為 $R^{22} \sim R^{24}$ 、 $R^{27} \sim R^{29}$ 中任一者，更佳為 $R^{23}$ 及 $R^{28}$ 中之至少1者，若為通式(4)，則該取代基較佳為 $R^{32} \sim R^{37}$ 中任一者，若為通式(5)，則該取代基較佳為 $R^{42} \sim R^{47}$ 中任一者，若為通式(6)，則該取代基較佳為 $R^{52}$ 、 $R^{53}$ 、 $R^{56}$ 、 $R^{57}$ 、 $R^{62} \sim R^{64}$ 中任一者，若為通式(7)，則該取代基較佳為 $R^{72} \sim R^{74}$ 、 $R^{77}$ 、 $R^{78}$ 中任一者，若為通式(8)，則該取代基較佳為 $R^{82} \sim R^{87}$ 、 $R^{89}$ 、 $R^{90}$ 中任一者。

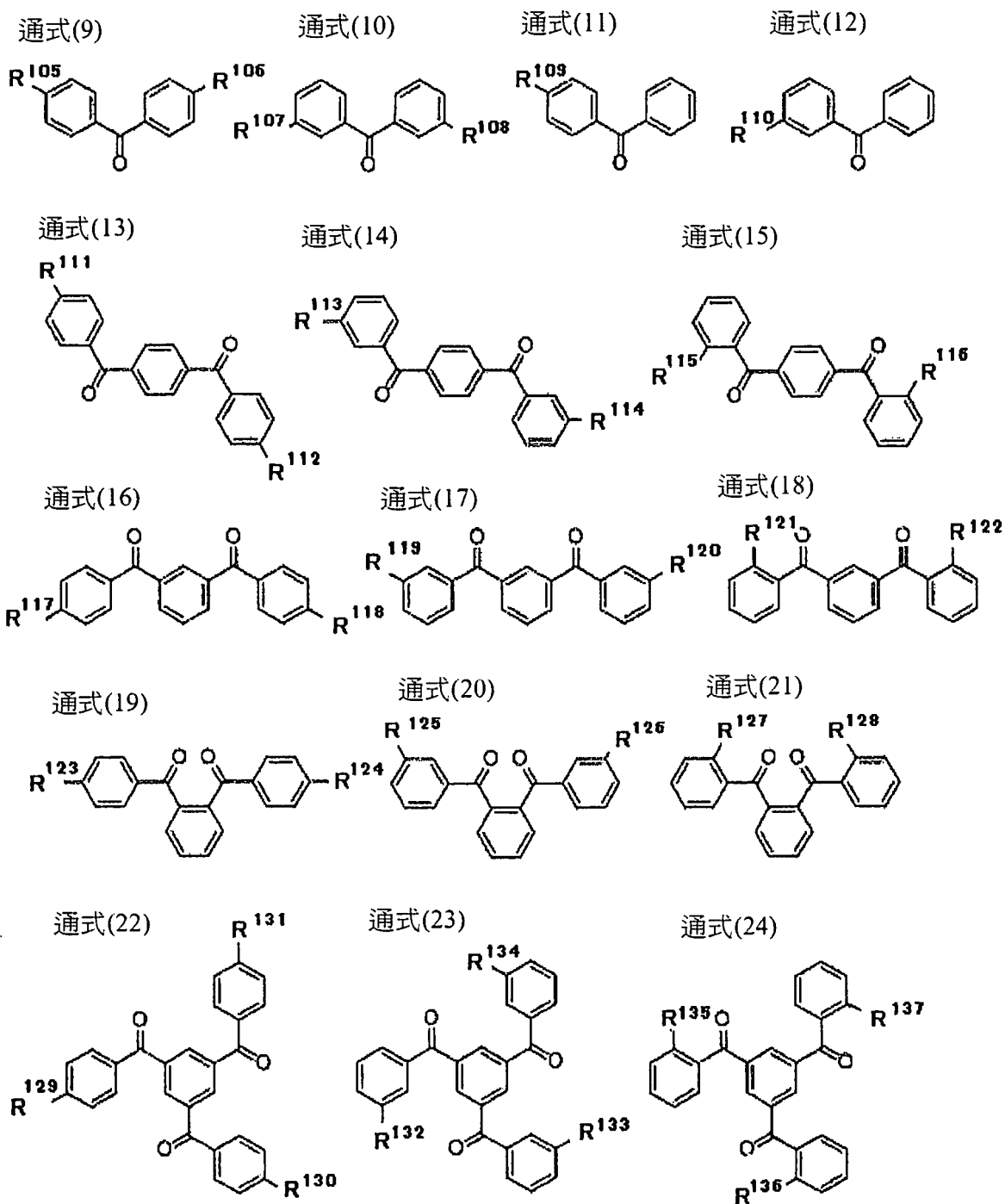
通式(3)~(8)中， $R^{21}$ 與 $R^{22}$ 、 $R^{22}$ 與 $R^{23}$ 、 $R^{23}$ 與 $R^{24}$ 、 $R^{27}$ 與 $R^{28}$ 、 $R^{28}$ 與 $R^{29}$ 、 $R^{29}$ 與 $R^{30}$ 、 $R^{31}$ 與 $R^{32}$ 、 $R^{32}$ 與 $R^{33}$ 、 $R^{33}$ 與 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 與 $R^{36}$ 、 $R^{36}$ 與 $R^{37}$ 、 $R^{37}$ 與 $R^{38}$ 、 $R^{41}$ 與 $R^{42}$ 、 $R^{42}$ 與 $R^{43}$ 、 $R^{43}$ 與 $R^{44}$ 、 $R^{45}$ 與 $R^{46}$ 、 $R^{46}$ 與 $R^{47}$ 、 $R^{47}$ 與 $R^{48}$ 、 $R^{51}$ 與 $R^{52}$ 、 $R^{52}$ 與 $R^{53}$ 、 $R^{53}$ 與 $R^{54}$ 、 $R^{55}$ 與 $R^{56}$ 、 $R^{56}$ 與 $R^{57}$ 、 $R^{57}$ 與 $R^{58}$ 、 $R^{61}$ 與 $R^{62}$ 、 $R^{62}$ 與 $R^{63}$ 、 $R^{63}$ 與 $R^{64}$ 、 $R^{64}$ 與 $R^{65}$ 、 $R^{65}$ 與 $R^{61}$ 、 $R^{55}$ 與 $R^{65}$ 、 $R^{71}$ 與 $R^{72}$ 、 $R^{72}$ 與 $R^{73}$ 、 $R^{73}$ 與 $R^{74}$ 、 $R^{74}$ 與 $R^{75}$ 、 $R^{76}$ 與 $R^{77}$ 、 $R^{77}$ 與 $R^{78}$ 、 $R^{78}$ 與 $R^{79}$ 、 $R^{81}$ 與 $R^{82}$ 、 $R^{82}$ 與 $R^{83}$ 、 $R^{83}$ 與 $R^{84}$ 、 $R^{85}$ 與 $R^{86}$ 、 $R^{86}$ 與 $R^{87}$ 、 $R^{87}$ 與 $R^{88}$ 、 $R^{89}$ 與 $R^{90}$ 可互相鍵結而形成環狀結構。關於環狀結構之說明與較佳之例，可參照上述之通式(1)中， $R^1$ 與 $R^2$ 等互相鍵結所形成之環狀結構之說明與較佳之例。

通式(3)~(8)中，Ph表示經取代或未經取代之伸苯基，n1表示0或1。關於此處所謂之Ph之說明與較佳之位置異構物，可參照上述之Ph之說明與較佳之位置異構物。

存在於通式(1)中之通式(2)所表示之基較佳為全部為通式(3)~(8)中任一通式所表示之基。例如可較佳地例示為通式(3)所表示之基之情形、或全部為通式(4)所表示之情形。

又，通式(1)所表示之化合物較佳為通式(9)~(24)所表示之化合物，更佳為通式(9)、(13)、(16)、(19)所表示之化合物。

[化11]

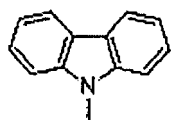


通式(9)~(24)中， $R^{105} \sim R^{137}$ 各自獨立為下述式(25)~(32)所表示之基，較佳為式(27)所表示之基。又，通式(9)、(10)、(13)~(24)中存在之複數個R可相同亦可不同，較佳為相同。例如，通式(9)之 $R^{105}$ 與

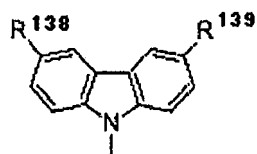
$R^{106}$ 可相同亦可不同，較佳為相同。

[化12]

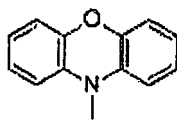
式(25)



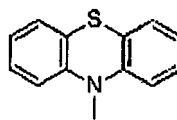
式(26)



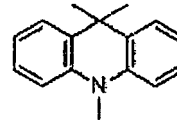
式(27)



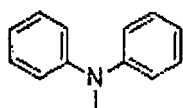
式(28)



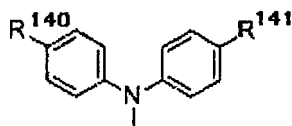
式(29)



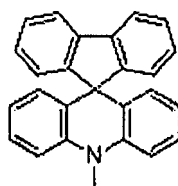
式(30)



式(31)



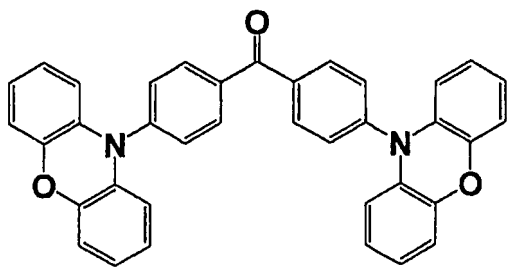
式(32)



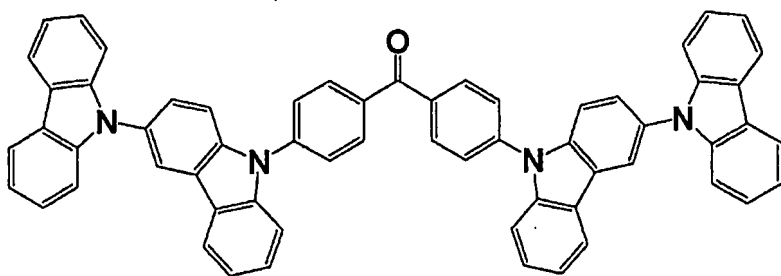
式(26)、(31)中， $R^{138} \sim R^{141}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。關於此處所謂之取代基之說明與較佳之範圍，可參照上述之 $R^1 \sim R^{10}$ 可採用之取代基之說明與較佳之範圍。

以下例示通式(1)所表示之化合物之具體例。其中，本發明中可使用之通式(1)所表示之化合物並不由該等具體例限定性解釋。

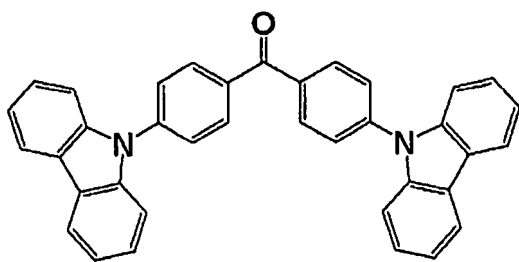
[化13]



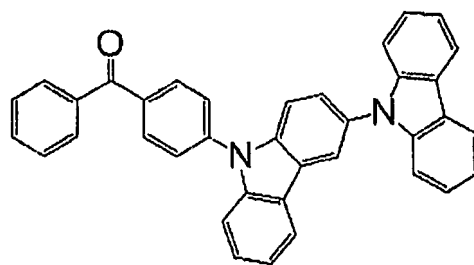
化合物1



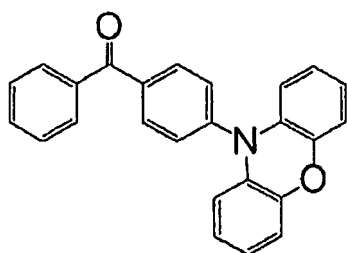
化合物2



化合物3

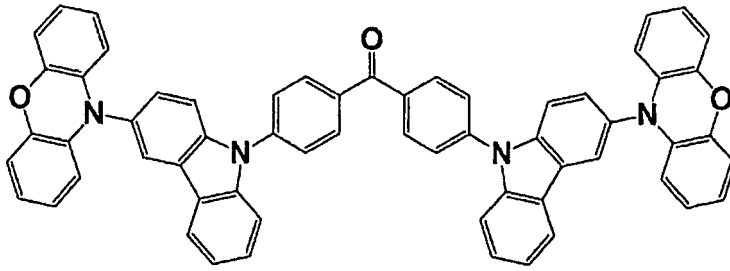


化合物4

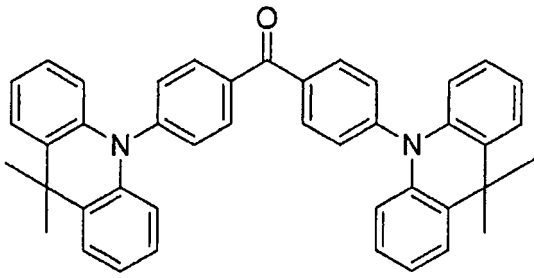


化合物5

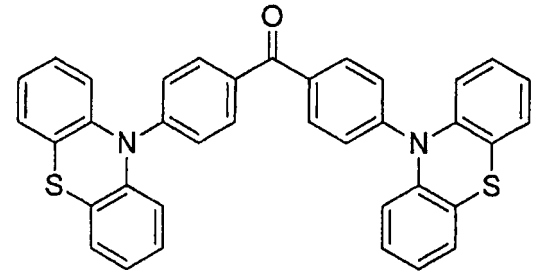
[化14]



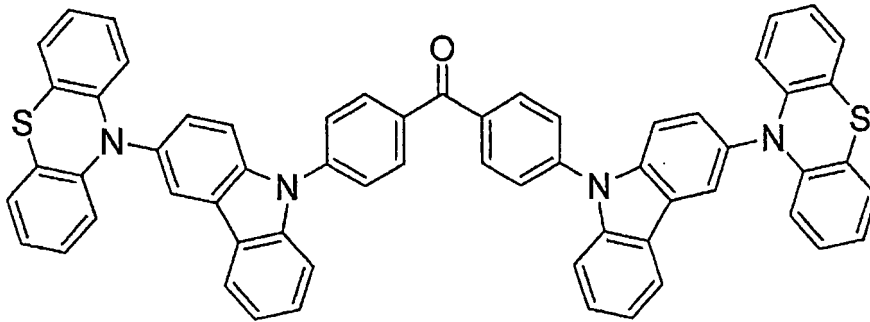
化合物6



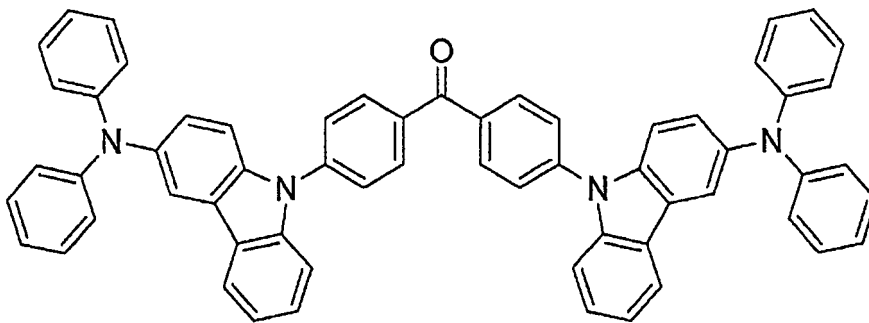
化合物7



化合物8

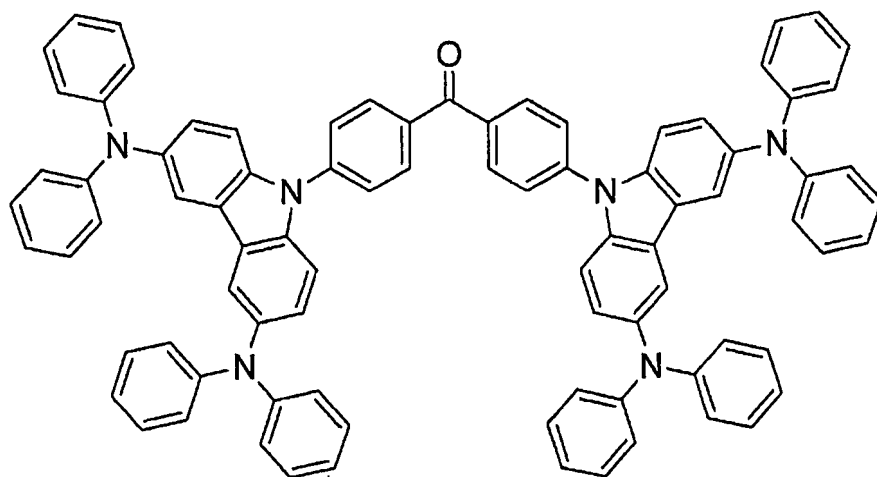


化合物9

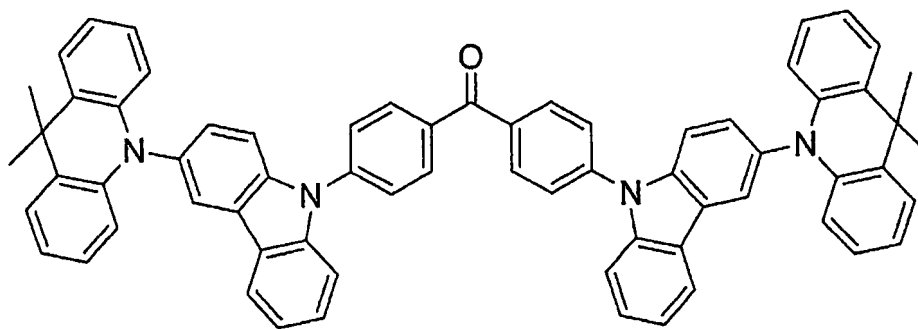


化合物10

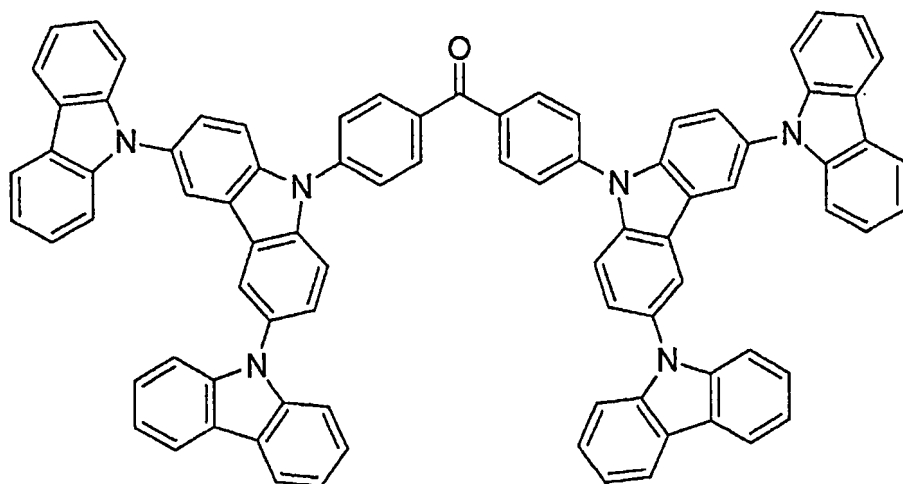
[化15]



化合物11

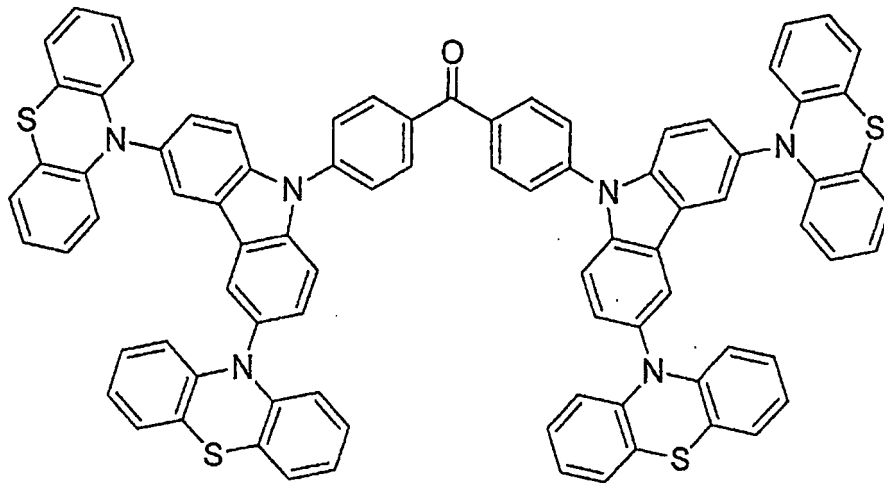


化合物12

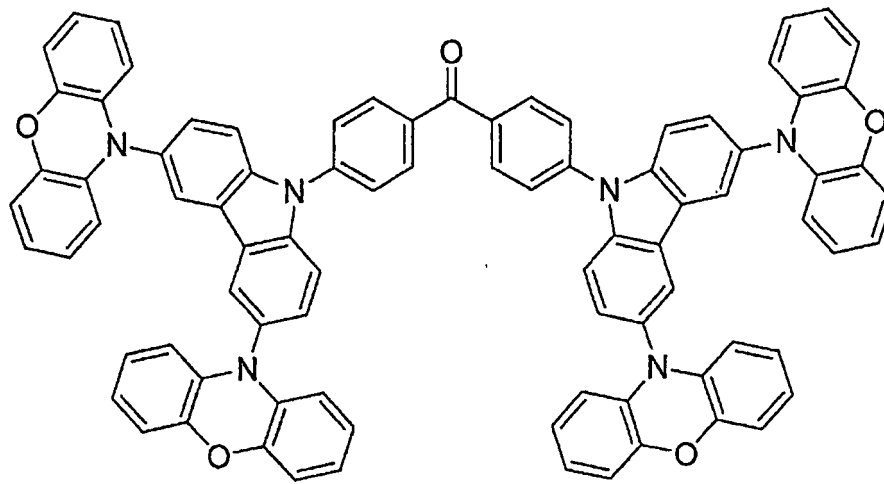


化合物13

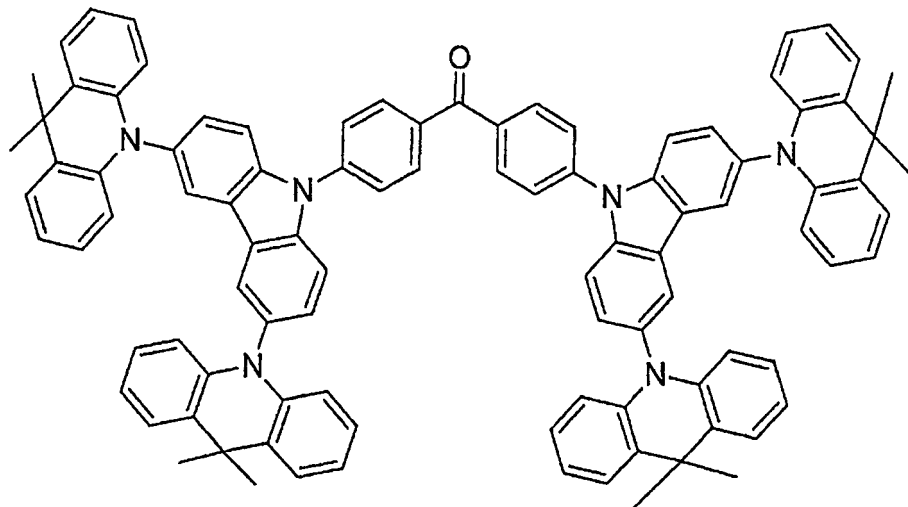
[化16]



化合物14

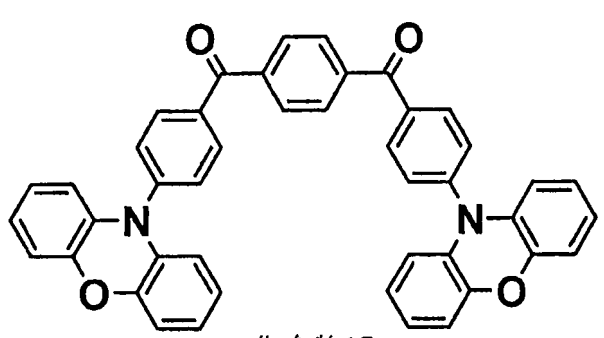


化合物15

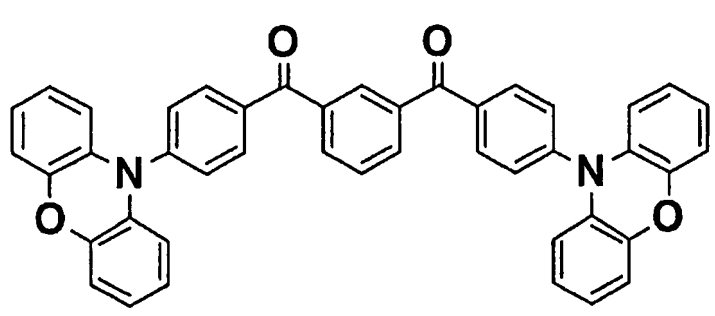


化合物16

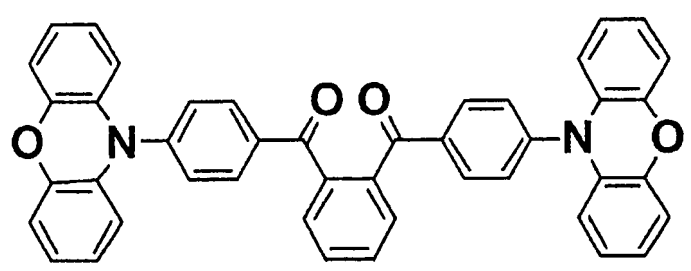
[化17]



化合物17

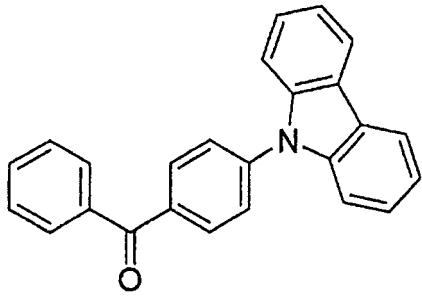


化合物18

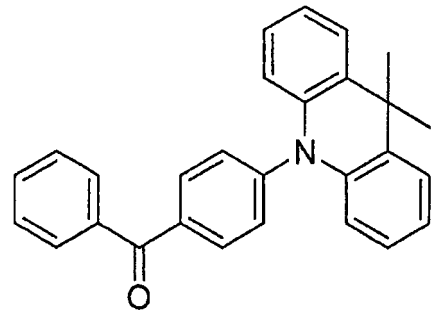


化合物19

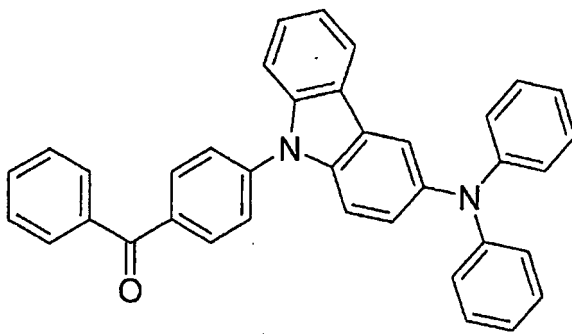
[化18]



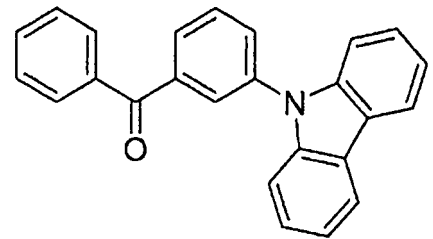
化合物20



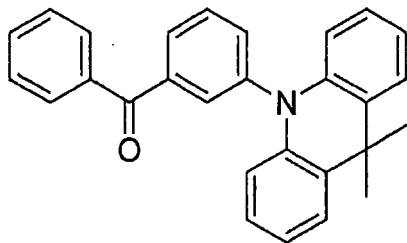
化合物21



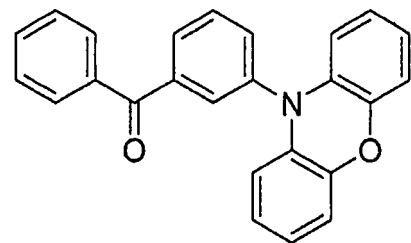
化合物22



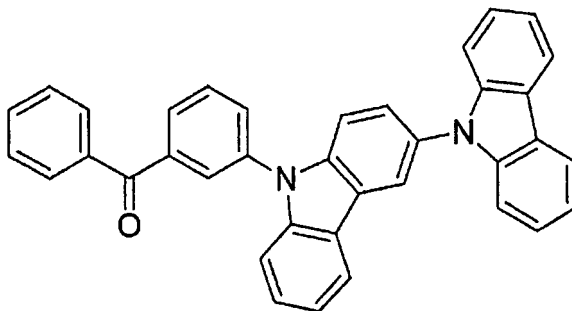
化合物23



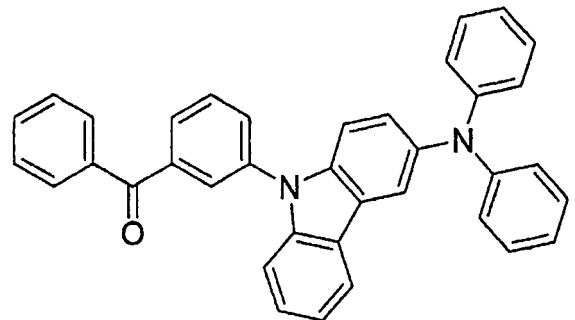
化合物24



化合物25

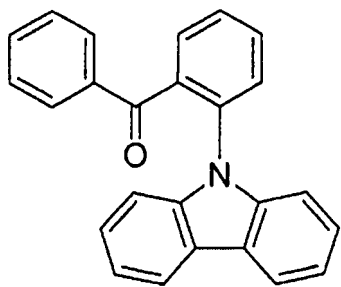


化合物26

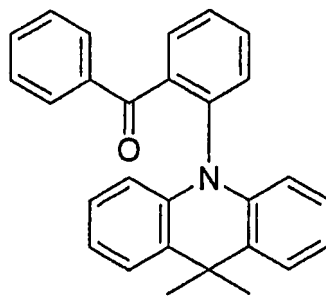


化合物27

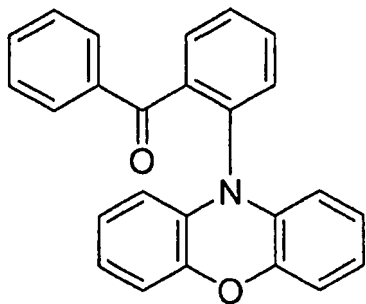
[化19]



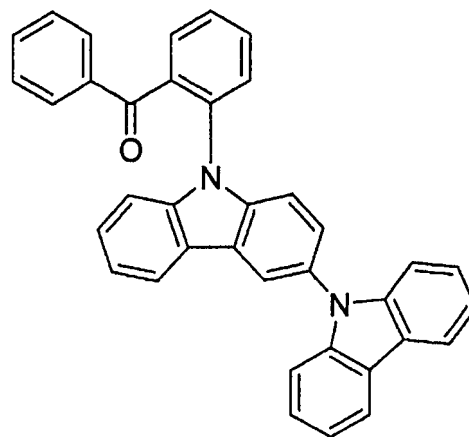
化合物28



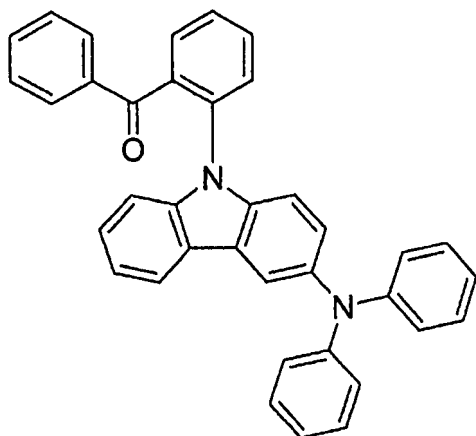
化合物29



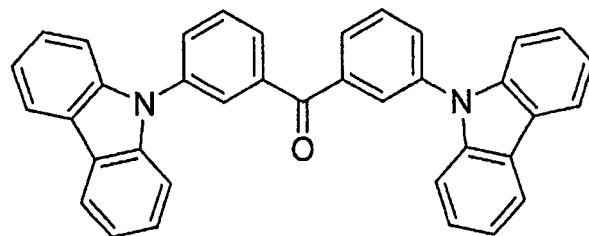
化合物30



化合物31

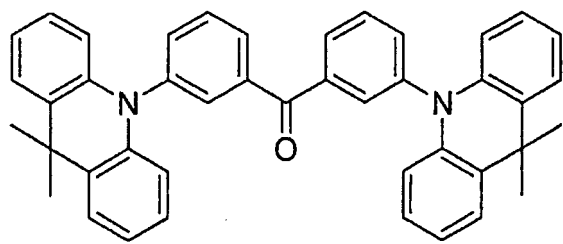


化合物32

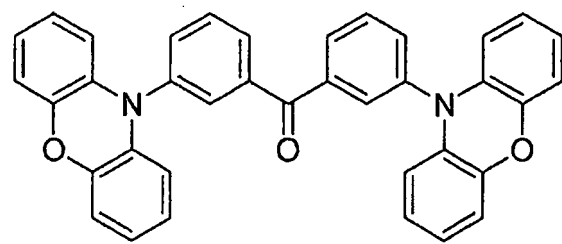


化合物33

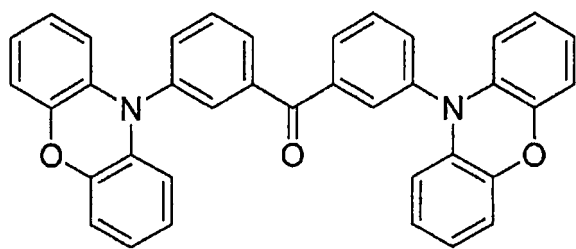
[化20]



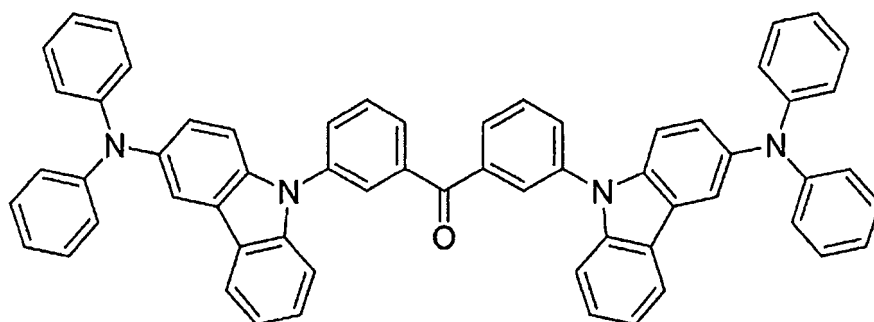
化合物34



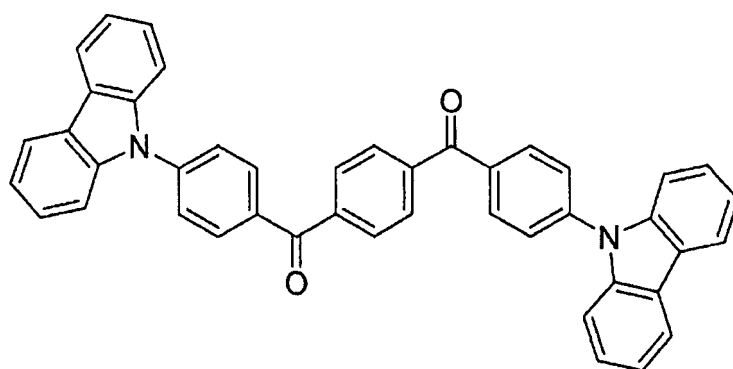
化合物35



化合物36

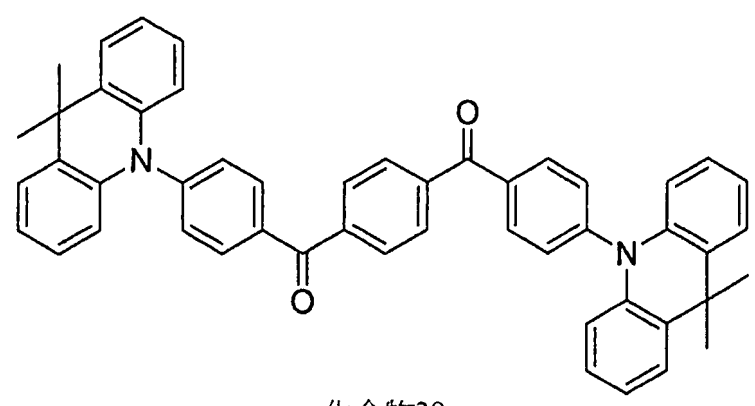


化合物37

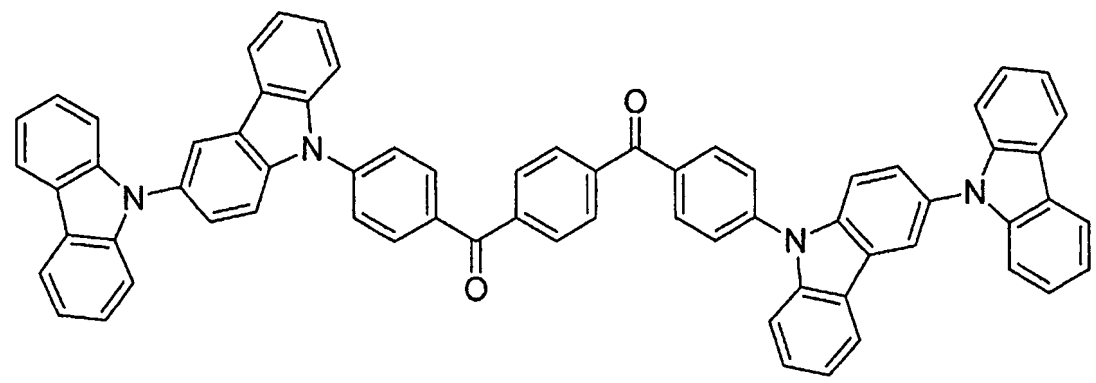


化合物38

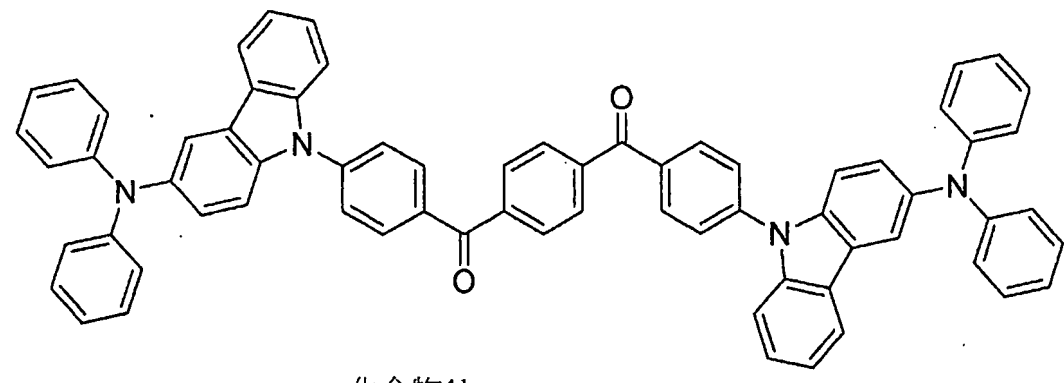
[化21]



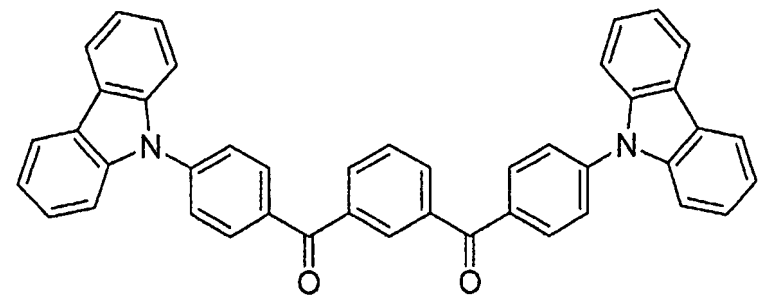
化合物39



化合物40

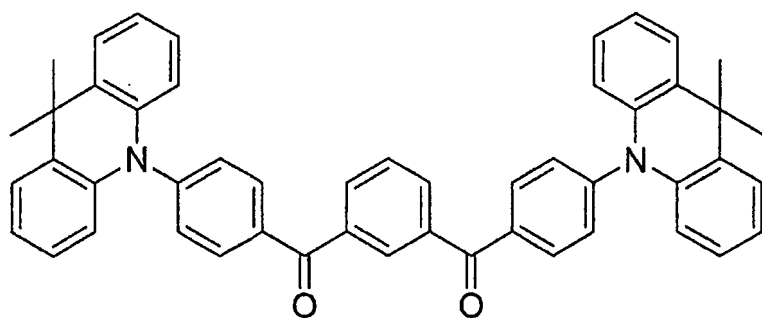


化合物41

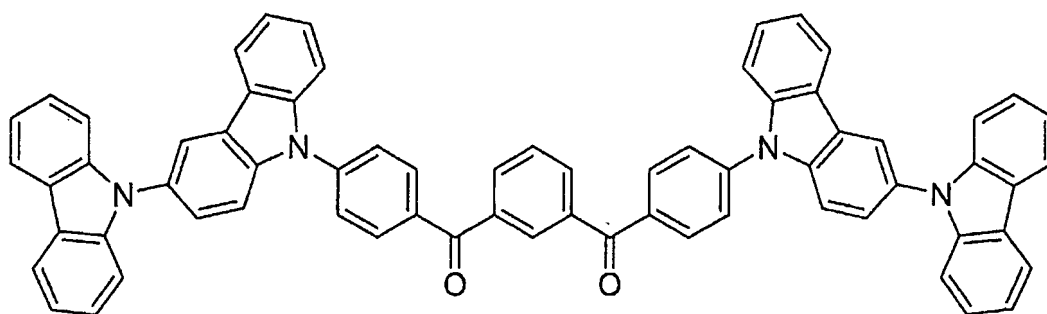


化合物42

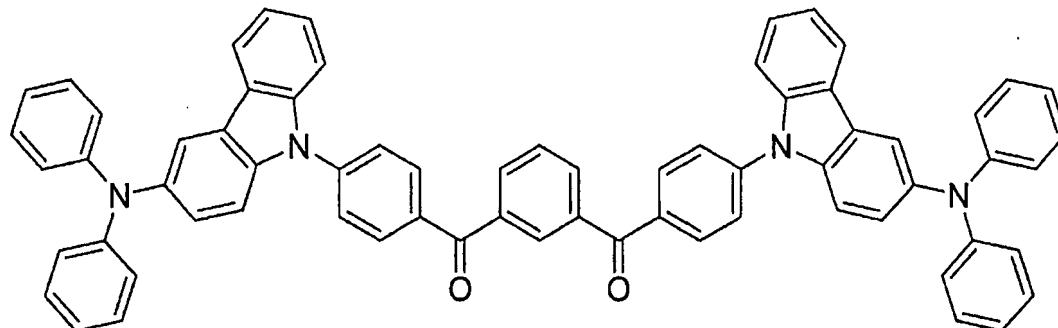
[化22]



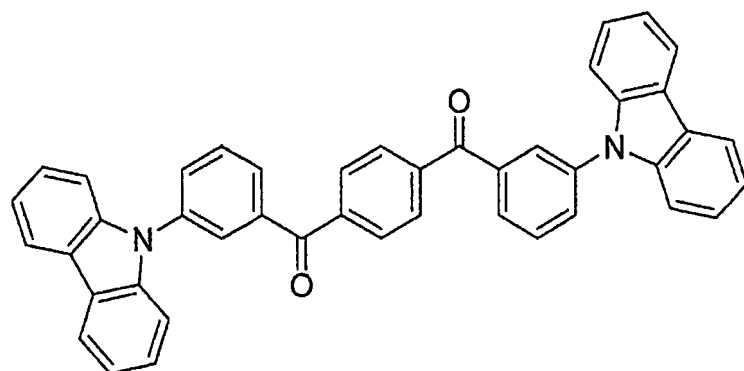
化合物43



化合物44

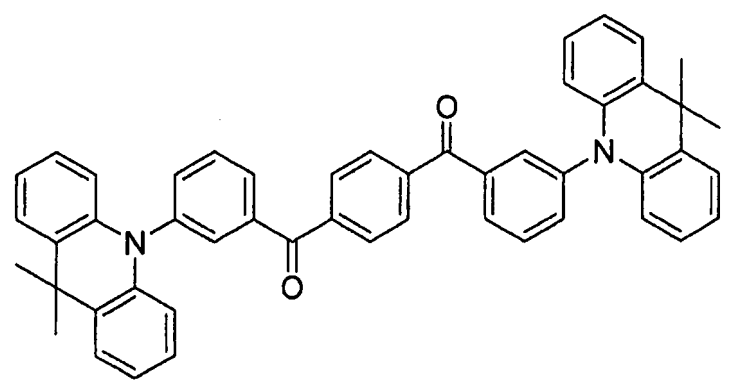


化合物45

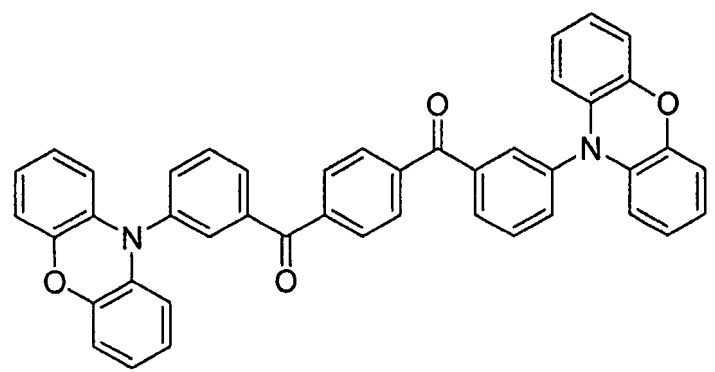


化合物46

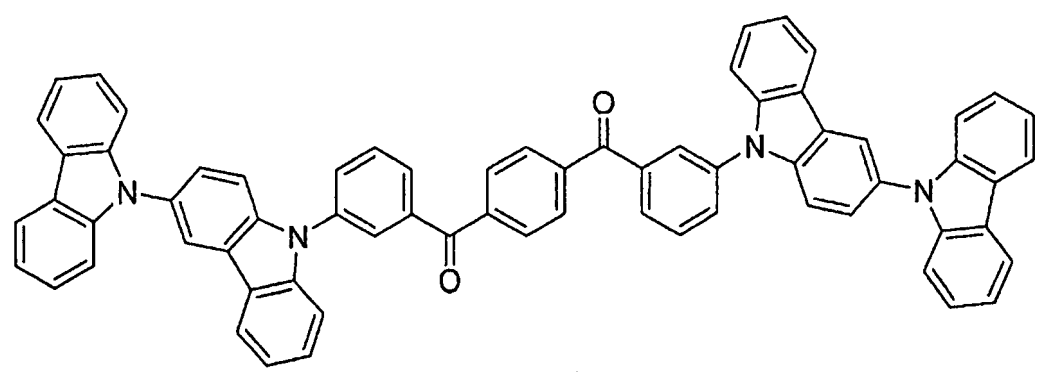
[化23]



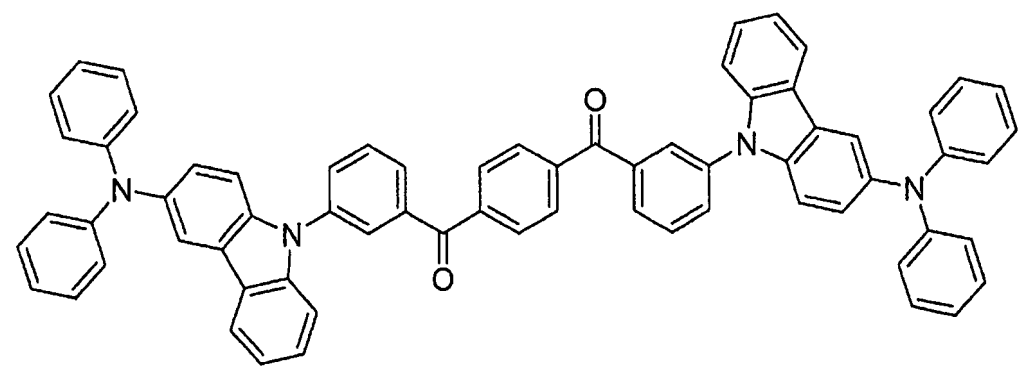
化合物47



化合物48

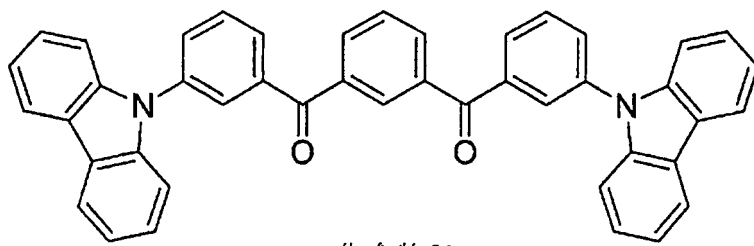


化合物49

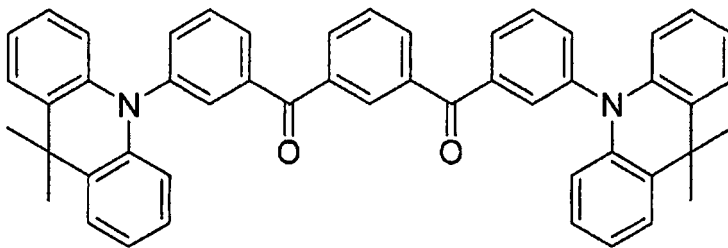


化合物50

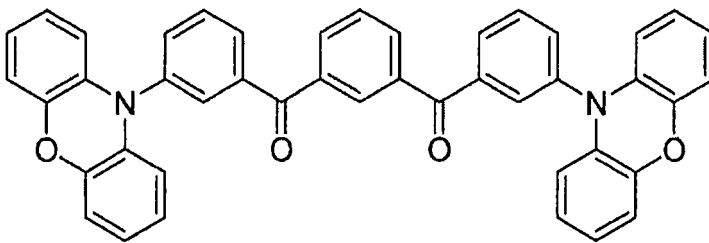
[化24]



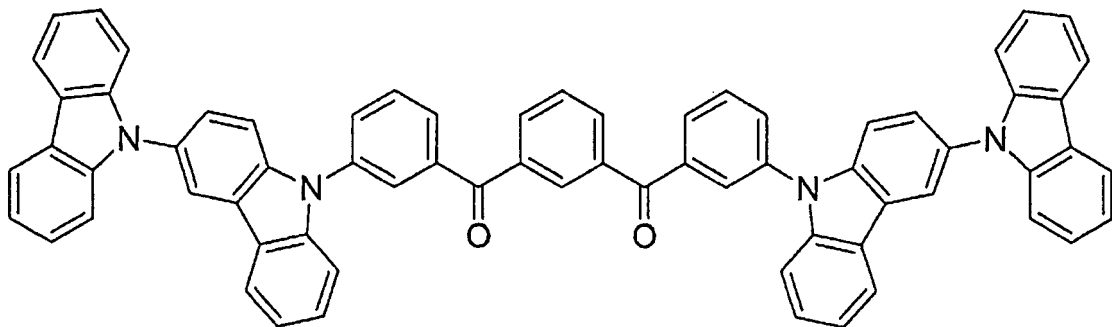
化合物51



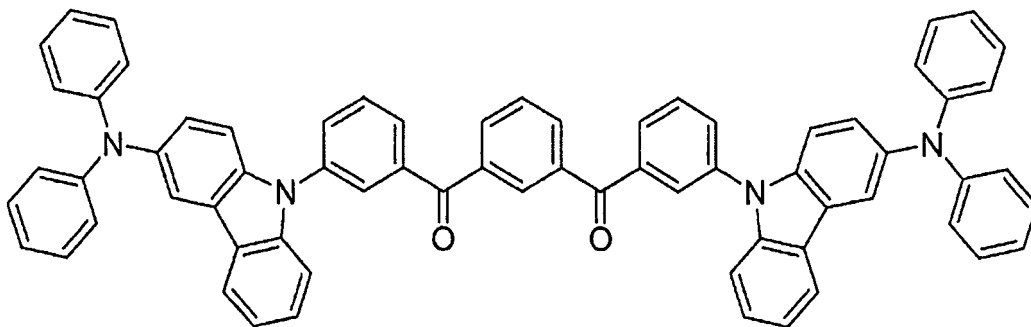
化合物52



化合物53

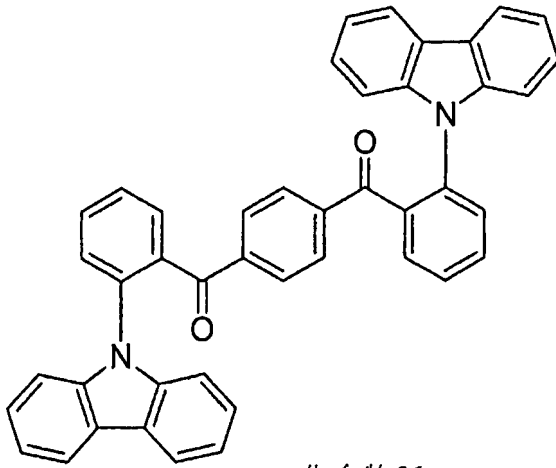


化合物54

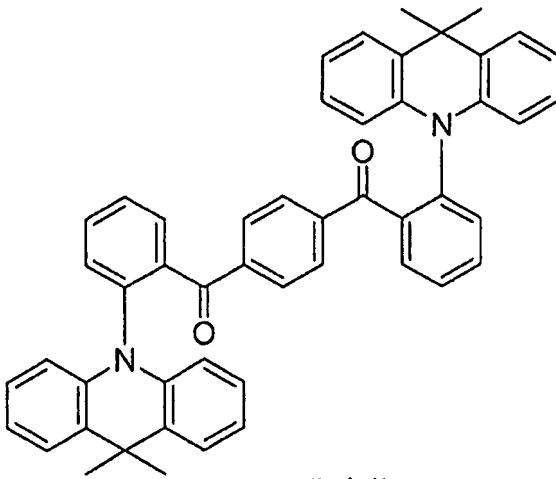


化合物55

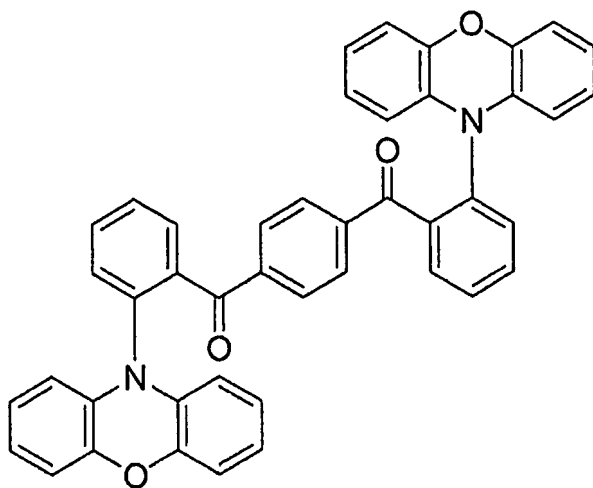
[化25]



化合物56

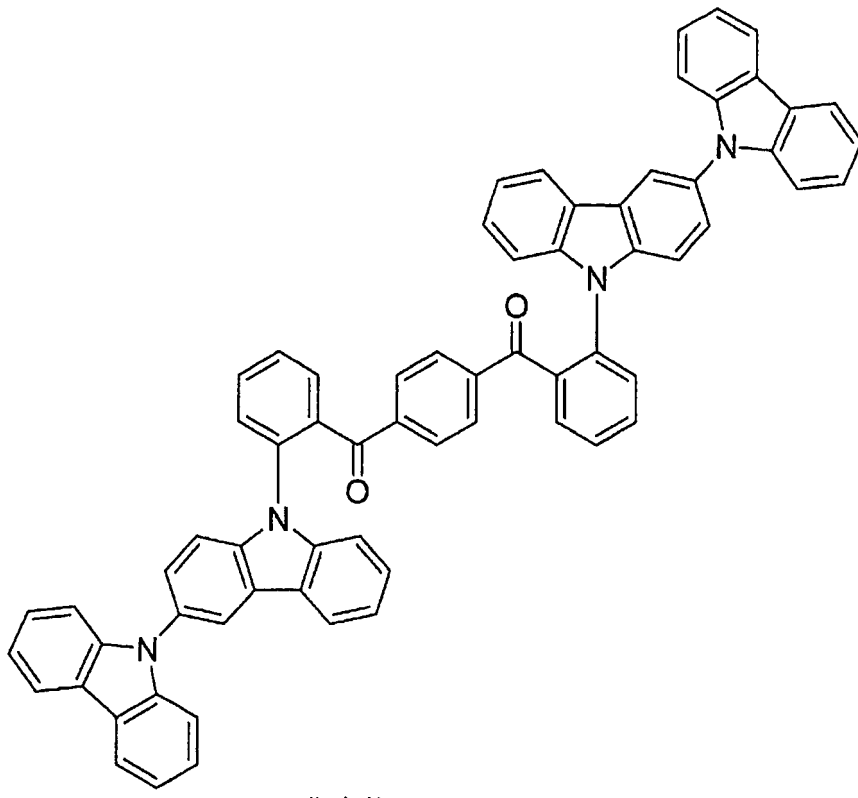


化合物57

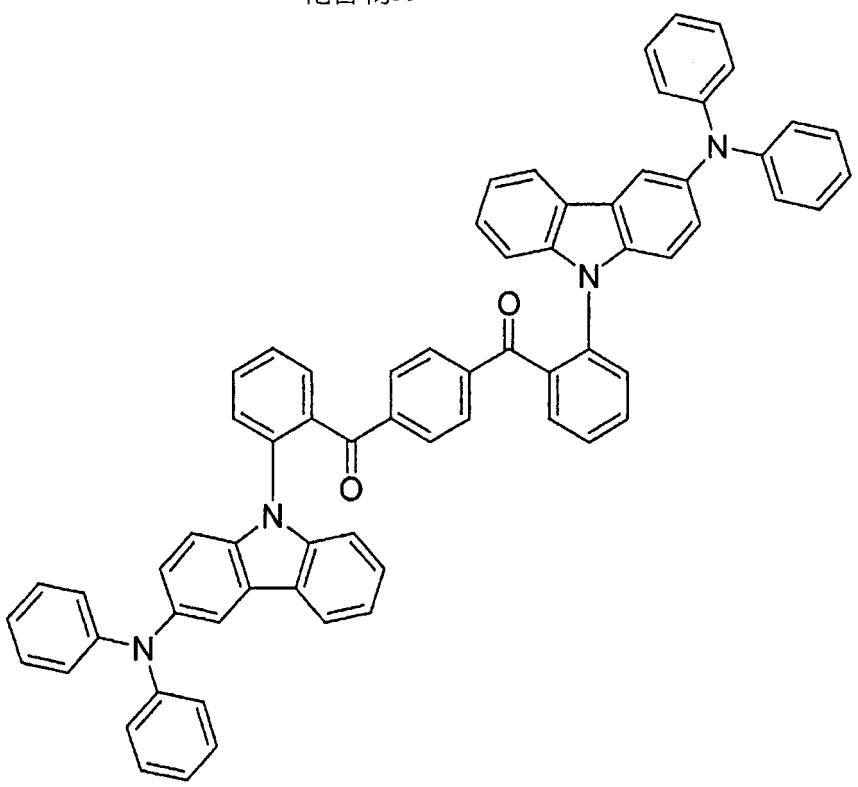


化合物58

[化26]

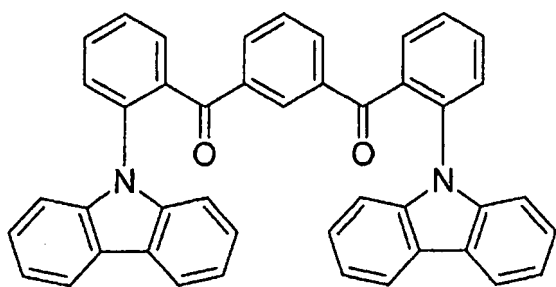


化合物59

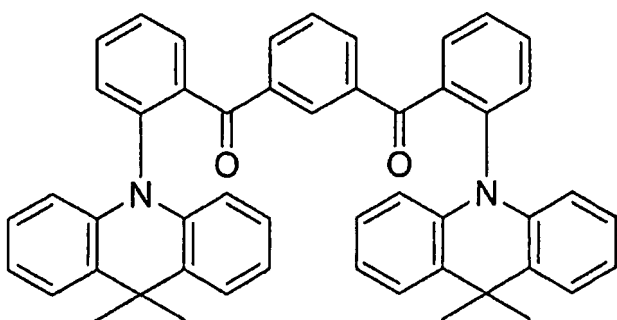


化合物60

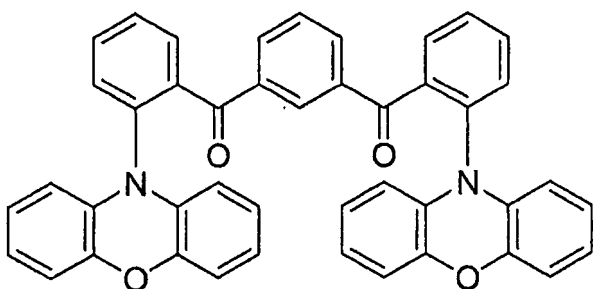
[化27]



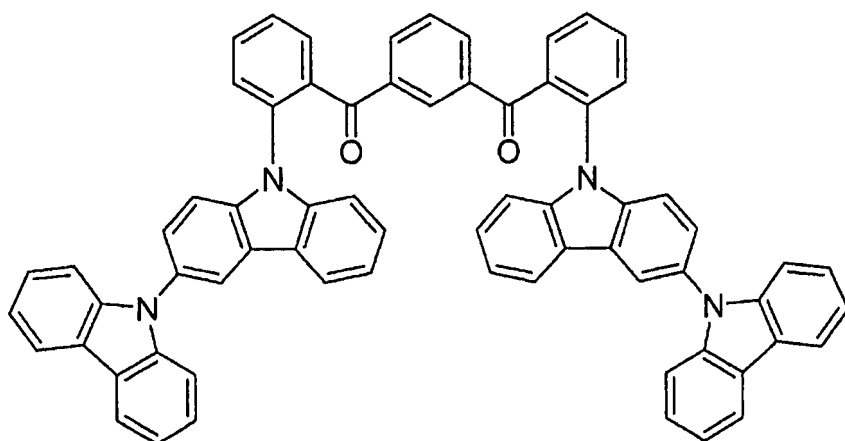
化合物61



化合物62

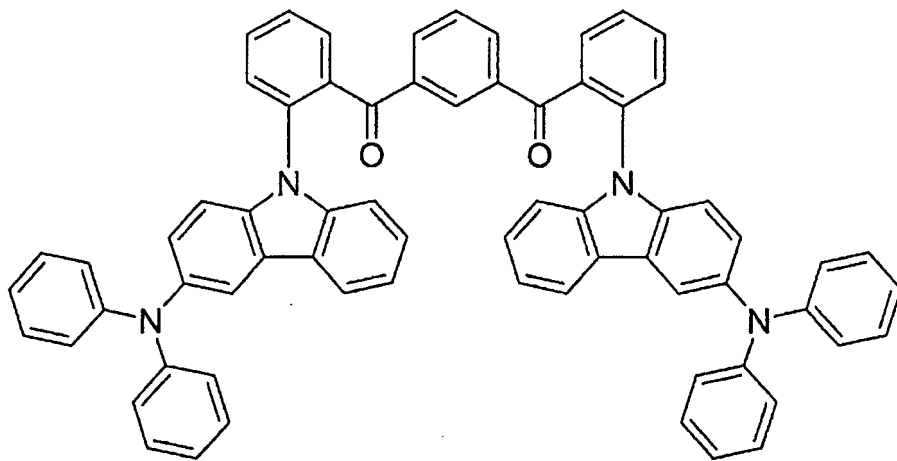


化合物63

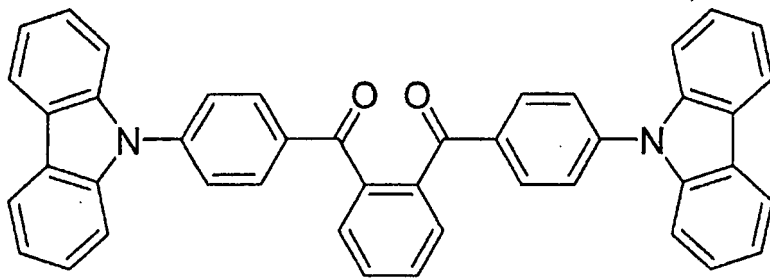


化合物64

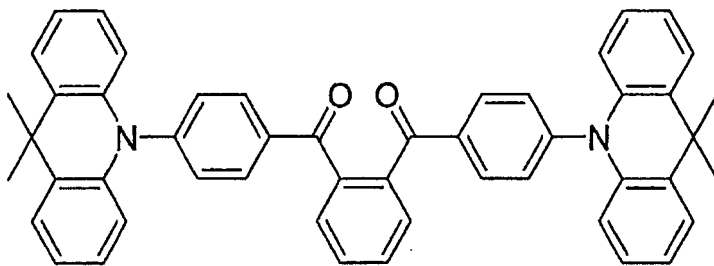
[化28]



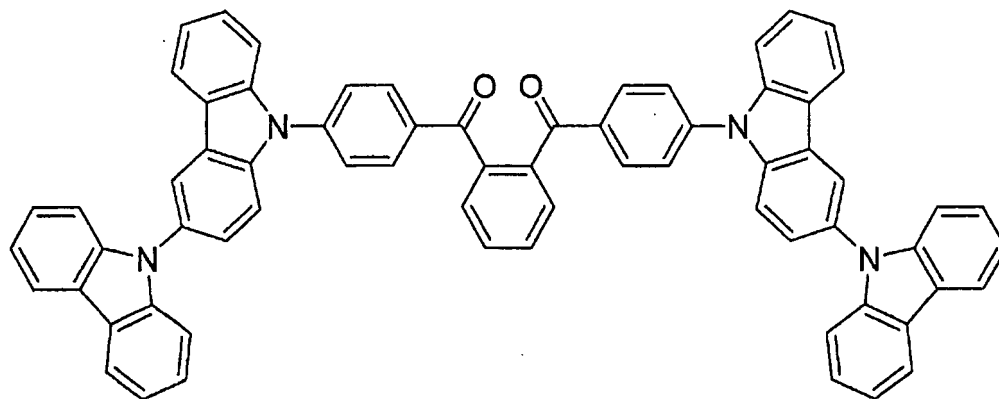
化合物65



化合物66

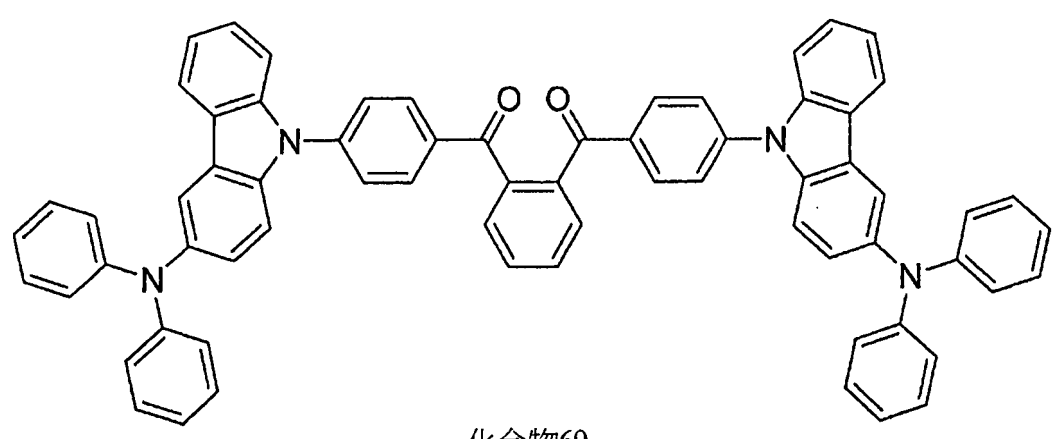


化合物67

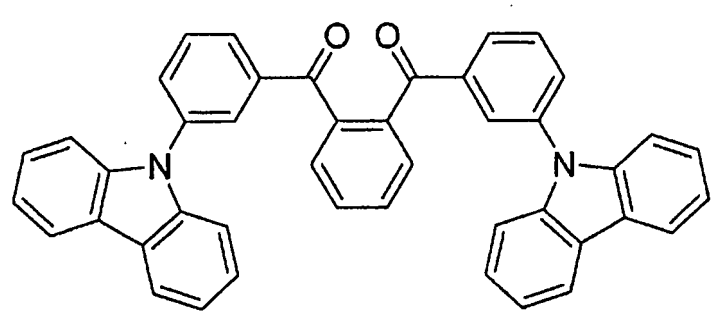


化合物68

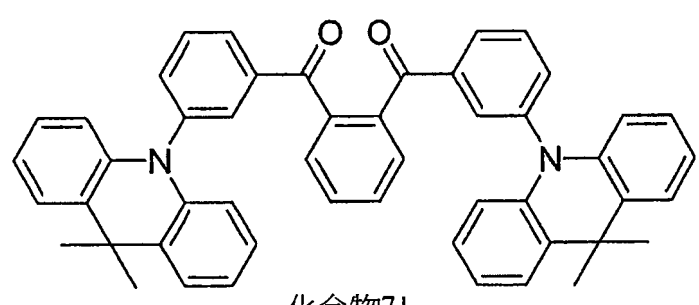
[化29]



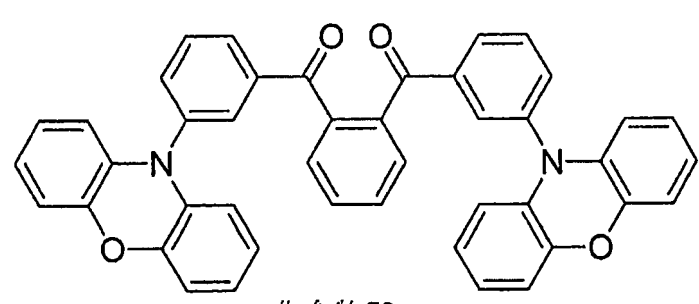
化合物69



化合物70

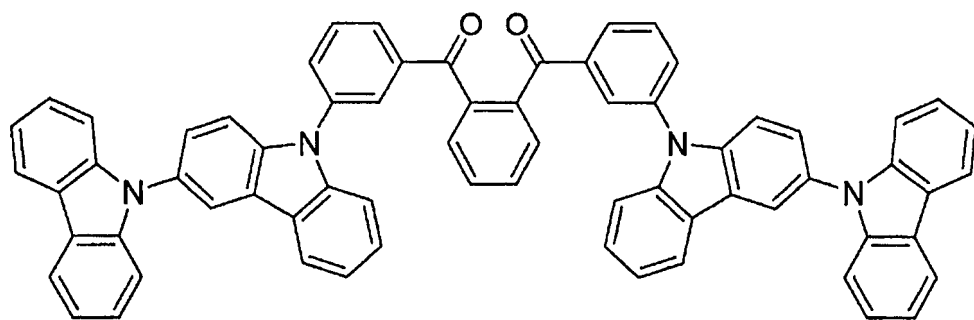


化合物71

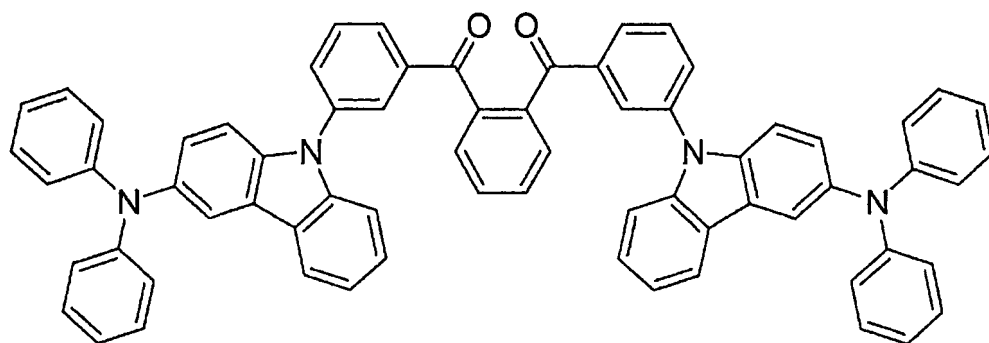


化合物72

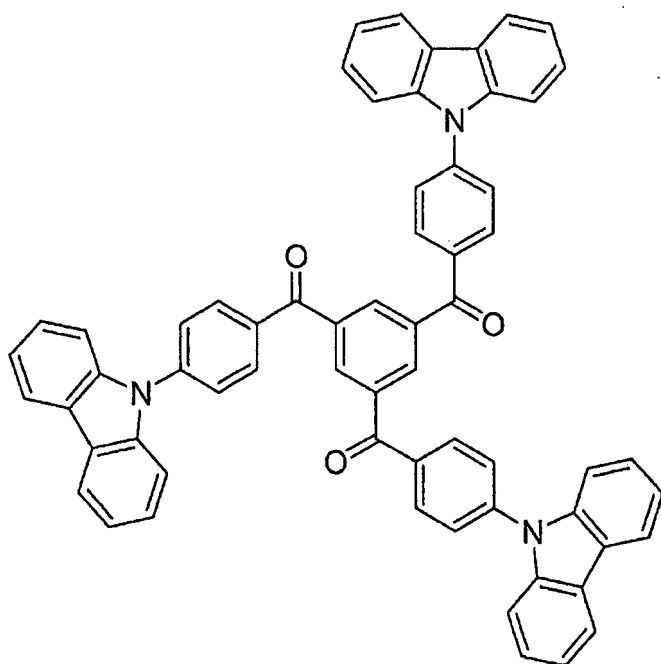
[化30]



化合物73

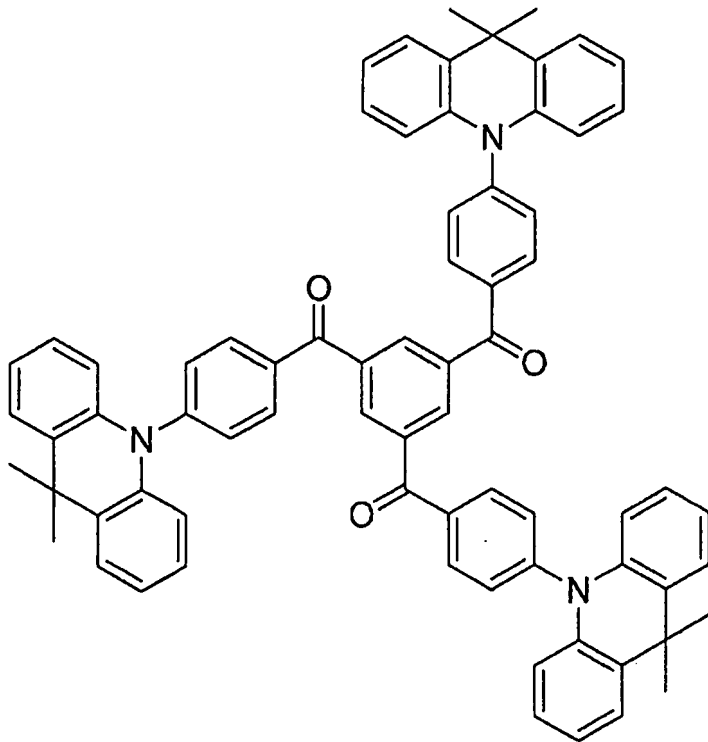


化合物74

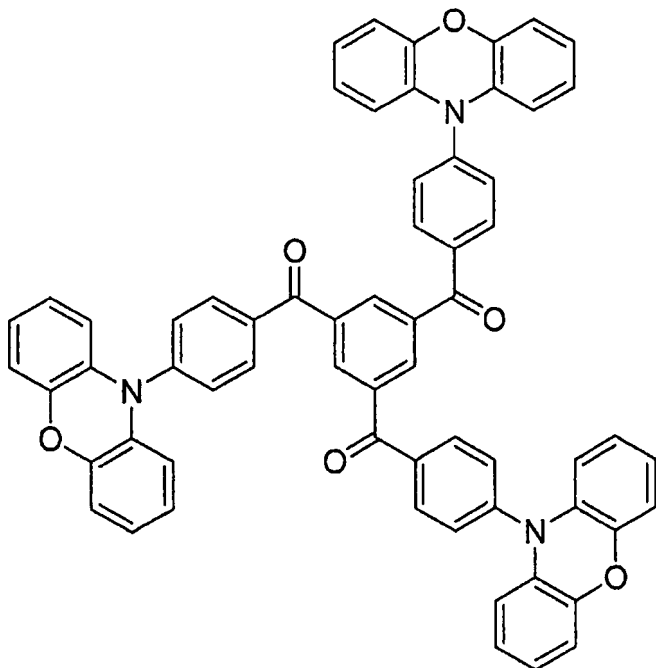


化合物75

[化31]

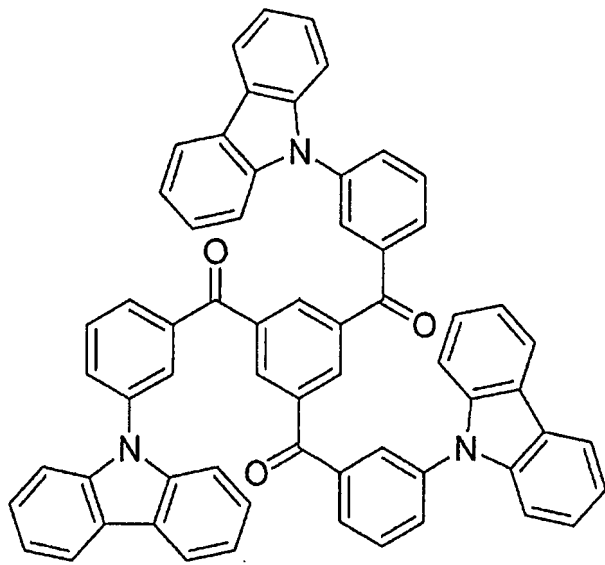


化合物76

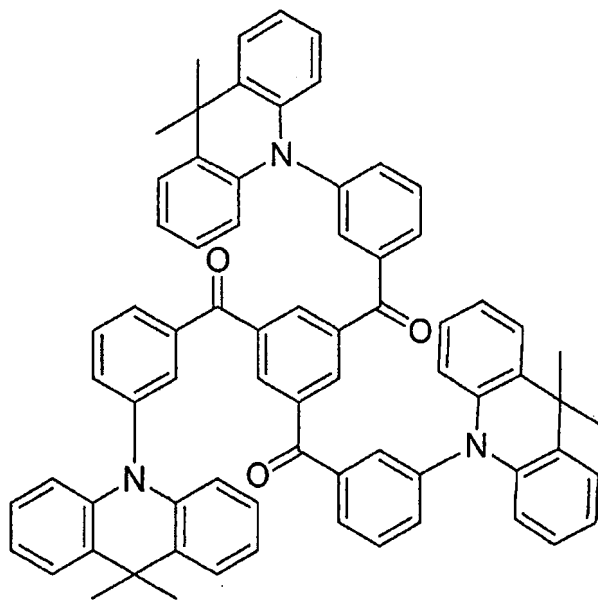


化合物77

[化32]

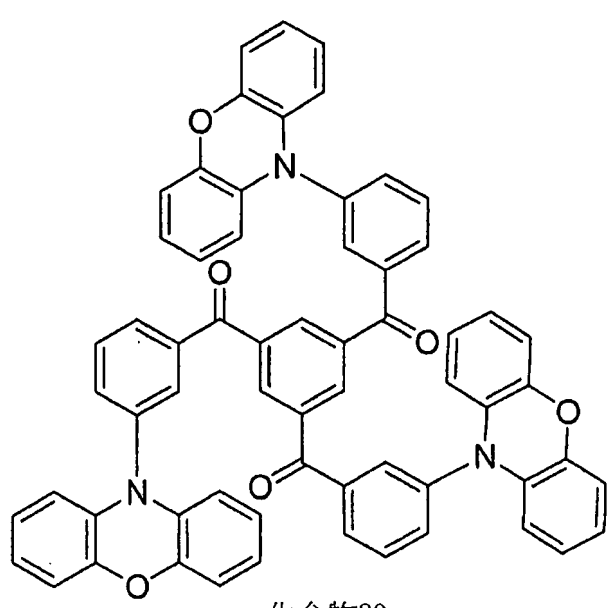


化合物78

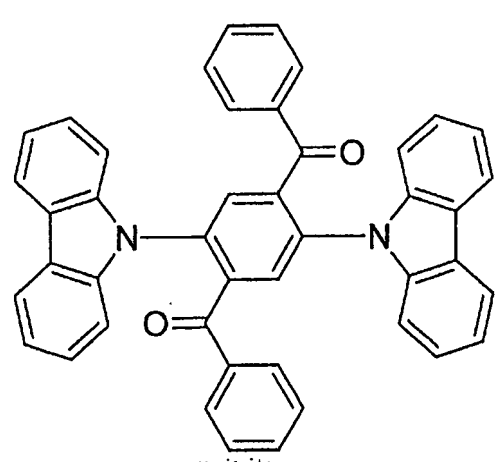


化合物79

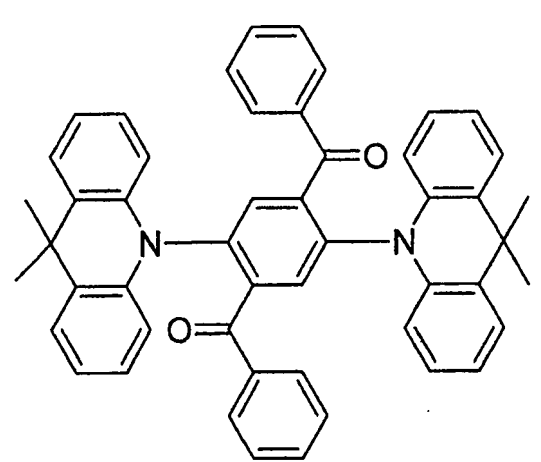
[化33]



化合物80



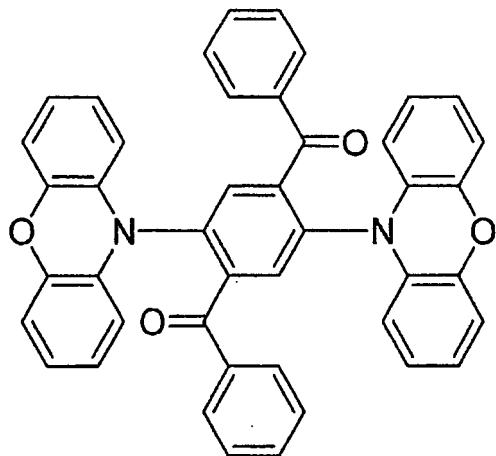
化合物81



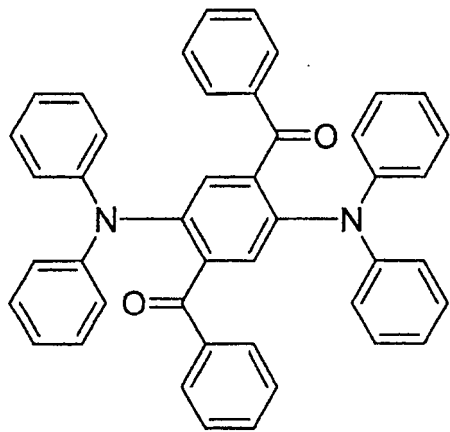
化合物82



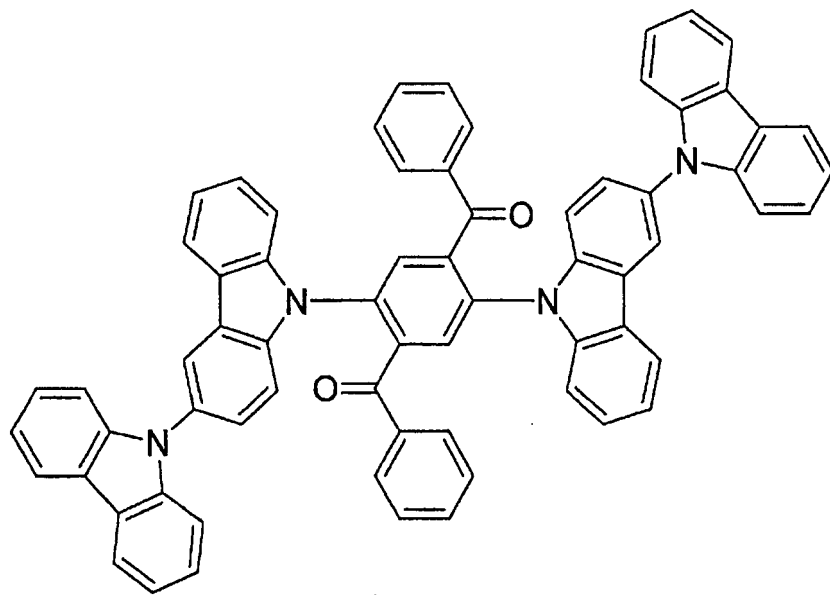
[化34]



化合物83

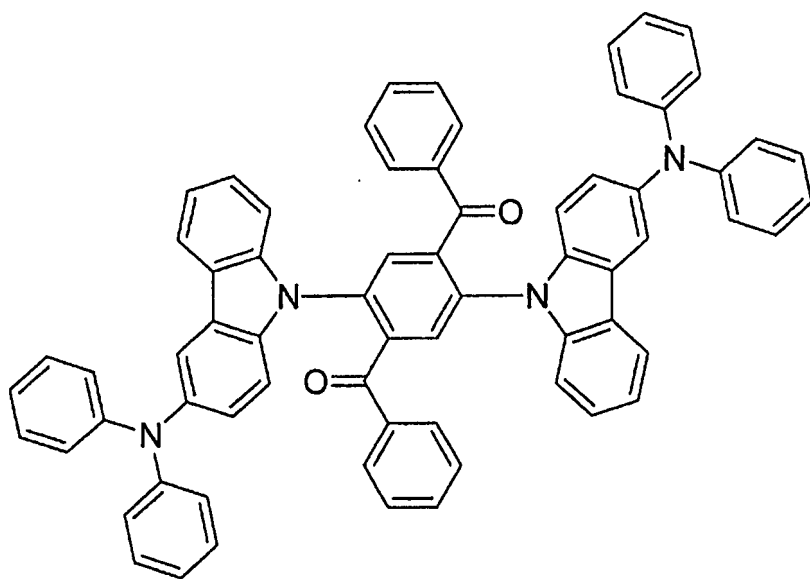


化合物84

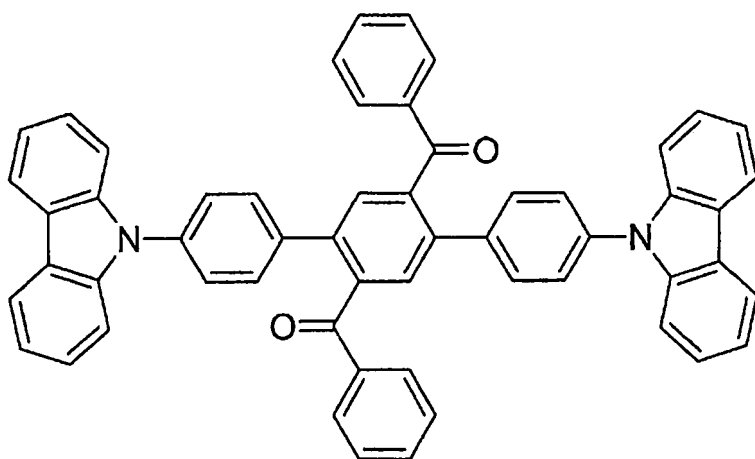


化合物85

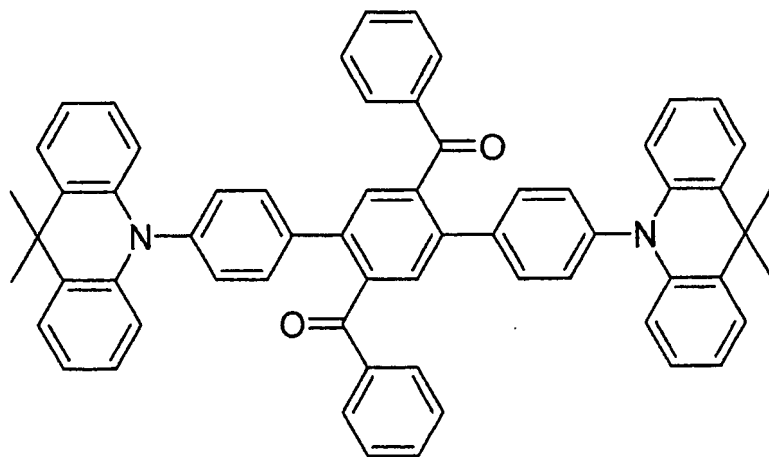
[化35]



化合物86

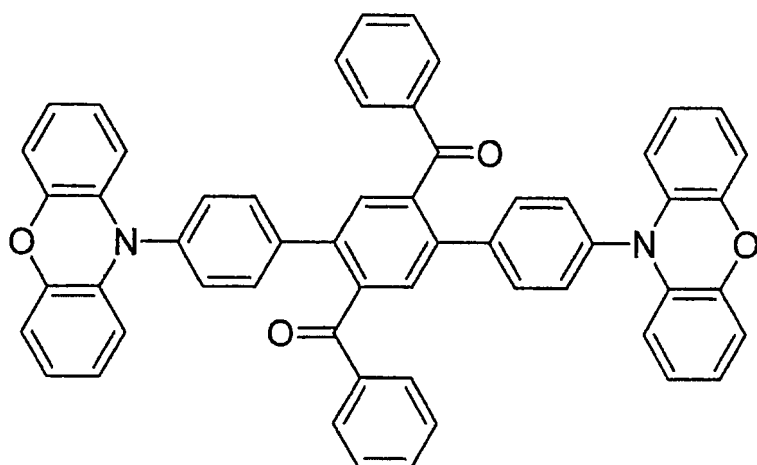


化合物87

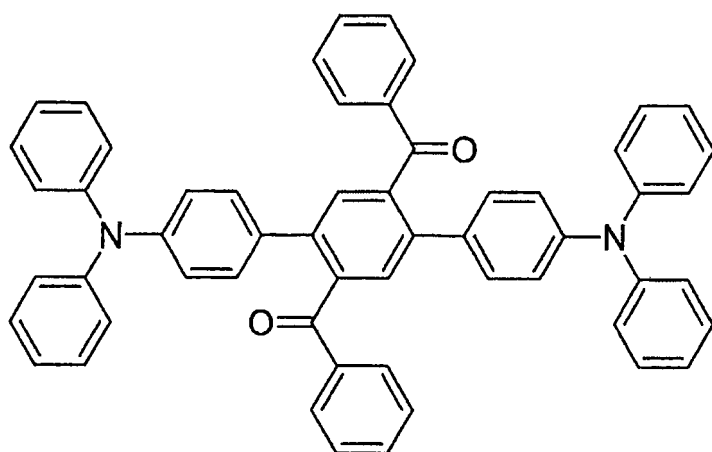


化合物88

[化36]



化合物89



化合物90

於意欲藉由蒸鍍法將例如含有通式(1)所表示之化合物之有機層製膜而利用之情形時，通式(1)所表示之化合物之分子量較佳為1500以下，更佳為1200以下，進而較佳為1000以下，進而更佳為800以下。分子量之下限值係通式(1)所表示之最小化合物之分子量。

通式(1)所表示之化合物不論分子量大小，均可藉由塗佈法成膜。若使用塗佈法，則即便為分子量相對較大之化合物亦可成膜。

亦考慮應用本發明而將分子內含有複數個通式(1)所表示之結構之化合物用作發光材料。

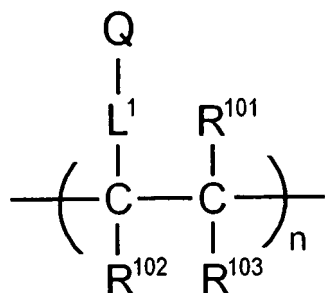
例如，考慮使通式(1)所表示之結構中預先存在聚合性基，將藉

由使該聚合性基聚合而得之聚合物用作發光材料。具體而言，考慮準備通式(1)之 $R^1 \sim R^{10}$ 之任一者中含有聚合性官能基之單體，藉由使其單獨聚合或與其他單體一併共聚合而獲得具有重複單元之聚合物，將該聚合物用作發光材料。或者亦考慮藉由使含有通式(1)所表示之結構之化合物彼此反應而獲得二聚物或三聚物，將該等用作發光材料。

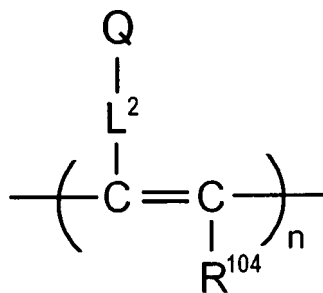
作為具有含有通式(1)所表示之結構之重複單元的聚合物之例，可列舉含有下述通式(33)或(34)所表示之結構之聚合物。

[化37]

通式(33)



通式(34)



通式(33)或(34)中，Q表示含有通式(1)所表示之結構之基， $L^1$ 及 $L^2$ 表示連結基。連結基之碳數較佳為0~20，更佳為1~15，進而較佳為2~10。連結基較佳為含有 $-X^{11}-L^{11}-$ 所表示之結構者。此處， $X^{11}$ 表示氧原子或硫原子，較佳為氧原子。 $L^{11}$ 表示連結基，較佳為經取代或未經取代之伸烷基、或者經取代或未經取代之伸芳基，更佳為碳數1~10之經取代或未經取代之伸烷基、或者經取代或未經取代之伸苯基。

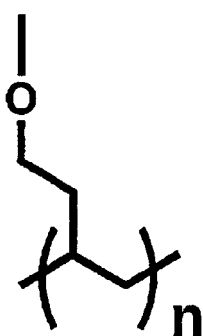
通式(33)或(34)中， $R^{101}$ 、 $R^{102}$ 、 $R^{103}$ 及 $R^{104}$ 各自獨立地表示取代基。較佳為碳數1~6之經取代或未經取代之烷基、碳數1~6之經取代或未經取代之烷氧基、鹵素原子，更佳為碳數1~3之未經取代之烷基、碳數1~3之未經取代之烷氧基、氟原子、氯原子，進而較佳為碳數1~3之未經取代之烷基、碳數1~3之未經取代之烷氧基。

$L^1$ 及 $L^2$ 所表示之連結基可鍵結於構成Q之通式(1)之結構的 $R^1 \sim R^{10}$ 之任一者、通式(2)之 $R^{11} \sim R^{20}$ 之任一者、通式(3)之結構之 $R^{21} \sim R^{24}$ 、 $R^{27} \sim R^{30}$ 之任一者、通式(4)之結構之 $R^{31} \sim R^{38}$ 之任一者、通式(5)之結構之 $R^{41} \sim R^{48}$ 之任一者、通式(6)之結構之 $R^{51} \sim R^{58}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ 之任一者、通式(7)之結構之 $R^{71} \sim R^{78}$ 之任一者、通式(8)之結構之 $R^{81} \sim R^{90}$ 之任一者上。相對於1個Q，可連結2個以上連結基而形成交聯結構或網狀結構。

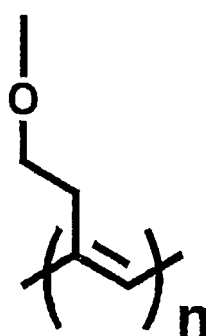
作為重複單元之具體之結構例，可列舉下述式(35)~(38)所表示之結構。

[化38]

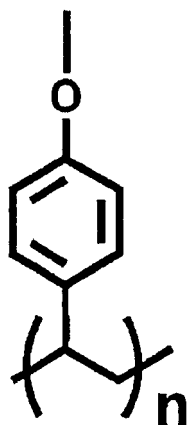
式(35)



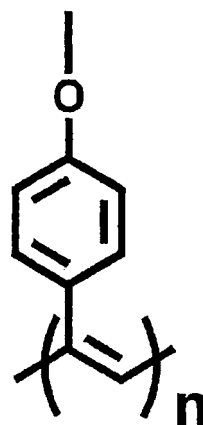
式(36)



式(37)



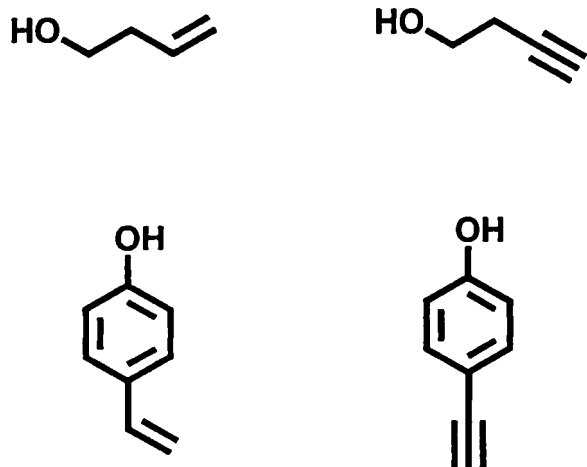
式(38)



具有含有該等式(35)~(38)之重複單元之聚合物可藉由下述方式

合成：於通式(1)之結構之 $R^1 \sim R^{10}$ 之任一者中導入羥基，以其作為連接子使下述化合物反應並導入聚合性基，使該聚合性基聚合。

[化39]



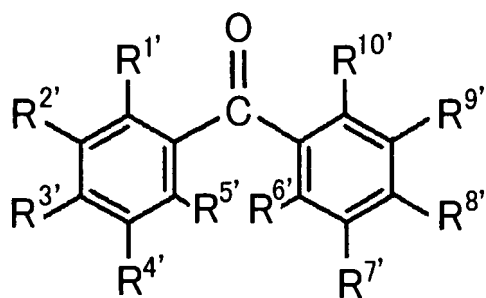
分子內含有通式(1)所表示之結構之聚合物可為僅由含有通式(1)所表示之結構之重複單元所構成之聚合物，亦可為含有具有通式(1)所表示之結構以外之結構之重複單元的聚合物。又，聚合物中所含之含有通式(1)所表示之結構之重複單元可為單一種類，亦可為2種以上。作為不含通式(1)所表示之結構之重複單元，可列舉由通常之共聚合所使用之單體所衍生者。例如，可列舉由乙烯、苯乙烯等含有乙烯性不飽和鍵之單體所衍生之重複單元。

[通式(1')所表示之化合物之合成方法]

通式(1)所表示之化合物中，下述通式(1')所表示之化合物為新穎化合物。

[化40]

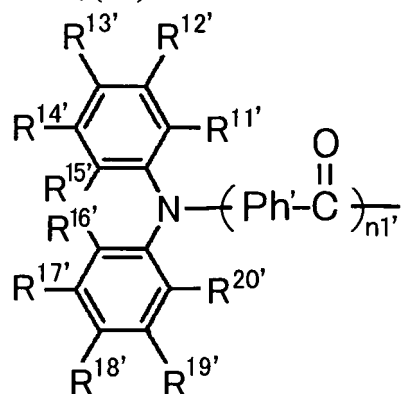
通式(1')



通式(1')中， $R^1 \sim R^{10}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。其中， $R^1 \sim R^{10}$ 之至少1者各自獨立為下述通式(2')所表示之基。

[化41]

通式(2')



通式(2')中， $R^{11'} \sim R^{20'}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。 $R^1$ 與 $R^2$ 、 $R^2$ 與 $R^3$ 、 $R^3$ 與 $R^4$ 、 $R^4$ 與 $R^5$ 、 $R^6$ 與 $R^7$ 、 $R^7$ 與 $R^8$ 、 $R^8$ 與 $R^9$ 、 $R^9$ 與 $R^{10}$ 、 $R^{11'}$ 與 $R^{12'}$ 、 $R^{12'}$ 與 $R^{13'}$ 、 $R^{13'}$ 與 $R^{14'}$ 、 $R^{14'}$ 與 $R^{15'}$ 、 $R^{15'}$ 與 $R^{16'}$ 、 $R^{16'}$ 與 $R^{17'}$ 、 $R^{17'}$ 與 $R^{18'}$ 、 $R^{18'}$ 與 $R^{19'}$ 、 $R^{19'}$ 與 $R^{20'}$ 可互相鍵結而形成環狀結構。其中，於 $R^{15'}$ 與 $R^{16'}$ 一併形成單鍵時， $R^{13'}$ 與 $R^{18'}$ 各自獨立為氫原子或上述通式(4)~(8)中任一者所表示之基。

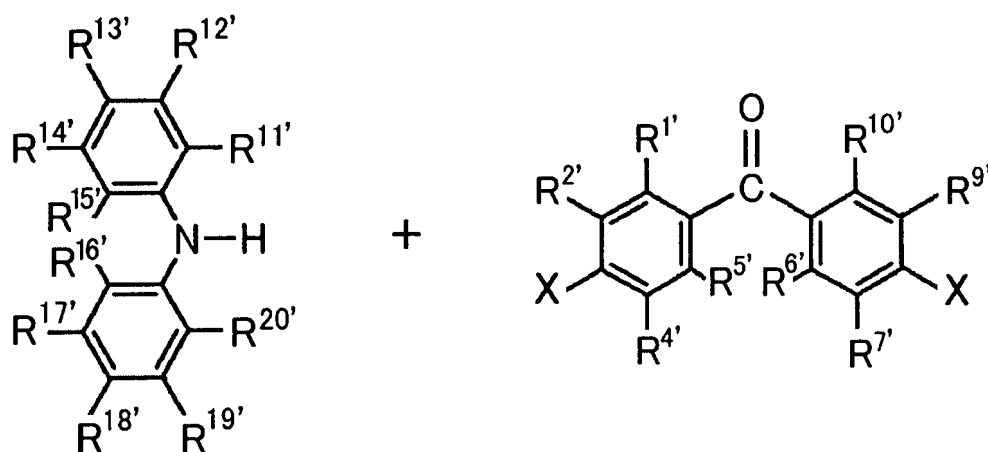
通式(2')中，Ph'表示經取代或未經取代之伸苯基， $n_1$ 表示0或1。其中，於 $R^{15'}$ 與 $R^{16'}$ 一併形成單鍵時， $R^{13'}$ 與 $R^{18'}$ 各自獨立為氫原子或通式(4)~(8)中任一者所表示之基，且至少一者為通式(4)~(8)中任一者所表示之基。

關於通式(1')中之 $R^1 \sim R^{10}$ 與 $R^{11'} \sim R^{20'}$ 、Ph'之說明與較佳之範圍，可參照通式(1)所表示之化合物之說明。

[通式(1')所表示之化合物之合成方法]

通式(1')所表示之化合物可藉由組合已知之反應而合成。例如，通式(1')之 $R^3$ 與 $R^8$ 為通式(2)所表示之基之化合物可藉由使以下2種化合物反應而合成。

[化42]



關於上述之反應式中之 $R^{1'}$ 、 $R^{2'}$ 、 $R^{4'} \sim R^{7'}$ 、 $R^{9'} \sim R^{20'}$ 之說明，可參照通式(1')中相對應之記載。X表示鹵素原子，可列舉氟原子、氯原子、溴原子、碘原子，較佳為氯原子、溴原子、碘原子。

上述之反應係應用公知之反應者，可適當選擇公知之反應條件而使用。關於上述反應之詳細內容，可以下文所述之合成例為參考。又，通式(1')所表示之化合物亦可藉由組合其他公知之合成反應而合成。

#### [有機發光元件]

本發明之通式(1)所表示之化合物作為有機發光元件之發光材料有用。因此，本發明之通式(1)所表示之化合物可作為發光材料而有效地用於有機發光元件之發光層。通式(1)所表示之化合物中含有放射延遲螢光之延遲螢光材料(延遲螢光體)。即，本發明提供含有通式(1)所表示之結構之延遲螢光體的發明、與將通式(1)所表示之化合物用作延遲螢光體之發明，亦提供使用通式(1)所表示之化合物而使延遲螢光發光之方法之發明。將該種化合物用作發光材料之有機發光元件具有放射延遲螢光、發光效率較高之特徵。若以有機電致發光元件為例說明其原理，則如下所述。

於有機電致發光元件中，自正負兩電極向發光材料中注入載

子，生成激發態之發光材料而使其發光。通常，於載子注入型之有機電致發光元件之情形時，所生成之激子中，25%被激發為激發單重態，剩餘75%被激發為激發三重態。因此，利用來自激發三重態之發光即磷光者之能量之利用效率較高。然而，激發三重態由於壽命較長，故而因激發態之飽和或與激發三重態之激子之相互作用而引起能量之失活，通常大多情況下磷光之量子產率不高。另一方面，延遲螢光材料藉由系統間跨越(intersystem crossing)等而向激發三重態躍遷能量後，藉由三重態-三重態湮滅或熱能之吸收而逆系統間跨越至激發單重態並放射螢光。於有機電致發光元件中，可認為其中利用熱能之吸收的熱活化型之延遲螢光材料尤其有用。於將延遲螢光材料用於有機電致發光元件之情形時，激發單重態之激子如通常般放射螢光。另一方面，激發三重態之激子吸收器件放出之熱向激發單重態系統間跨越並放射螢光。此時，為來自激發單重態之發光，故而為與螢光同波長之發光，並且由於自激發三重態向激發單重態之逆系統間跨越，而產生之光之壽命(發光壽命)與通常之螢光或磷光相比變長，故而以較該等為延遲之螢光之形式被觀察到。可將其定義為延遲螢光。若使用此種熱活化型之激子遷移機制，則藉由於注入載子後經過熱能之吸收，可將通常僅生成25%之激發單重態之化合物的比率提高至25%以上。若使用即便於未達100°C之較低之溫度下亦發出較強之螢光及延遲螢光之化合物，則由於器件之熱導致充分產生自激發三重態向激發單重態之系統間跨越而放射延遲螢光，故而可使發光效率飛躍性提高。

藉由將本發明之通式(1)所表示之化合物用作發光層之發光材料，可提供有機光致發光元件(有機PL(Photoluminescence)元件)或有機電致發光元件(有機EL元件)等優異之有機發光元件。此時，本發明之通式(1)所表示之化合物亦可作為所謂之輔助摻雜劑而具有輔助發

光層中所含之其他發光材料之發光的功能。即，發光層所含之本發明之通式(1)所表示之化合物可為具有發光層所含之主體材料之最低激發單重態能階與發光層所含之其他發光材料之最低激發單重態能階之間的最低激發單重態能階者。又，發光層中可使用2種以上本發明之通式(1)所表示之化合物。例如，可使用發光峰波長互不相同之2種以上通式(1)所表示之化合物。此時，較佳為組合使用發光色互不相同之化合物。例如可組合使用發出與色之三原色相對應之光之各化合物。

有機光致發光元件具有於基板上至少形成發光層之結構。又，有機電致發光元件具有至少形成陽極、陰極及於陽極與陰極之間形成有機層之結構。有機層係至少含有發光層者，可為僅由發光層所構成者，亦可為除發光層以外含有1層以上之有機層者。作為該種其他有機層，可列舉電洞傳輸層、電洞注入層、電子阻擋層、電洞阻擋層、電子注入層、電子傳輸層、激子阻擋層等。電洞傳輸層可為具有電洞注入功能之電洞注入傳輸層，電子傳輸層可為具有電子注入功能之電子注入傳輸層。將具體之有機電致發光元件之結構例示於圖1。於圖1中，1表示基板，2表示陽極，3表示電洞注入層，4表示電洞傳輸層，5表示發光層，6表示電子傳輸層，7表示陰極。

以下，對有機電致發光元件之各構件及各層進行說明。再者，基板與發光層之說明亦適用於有機光致發光元件之基板與發光層。

#### (基板)

本發明之有機電致發光元件較佳為由基板支持。關於該基板，並無特別限制，為自先前起慣用於有機電致發光元件中者即可，例如可使用含有玻璃、透明塑膠、石英、矽等者。

#### (陽極)

作為有機電致發光元件中之陽極，可較佳地使用以功函數較大(4

eV以上)之金屬、合金、導電性化合物及該等之混合物作為電極材料者。作為此種電極材料之具體例，可列舉Au等金屬、CuI、氧化銦錫(ITO, indium tin oxide)、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 等導電性透明材料。又，亦可使用IDIXO( $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnO}$ )等非晶質且可製作透明導電膜之材料。陽極可藉由蒸鍍或濺鍍等方法，使該等電極材料形成薄膜，並以光微影法形成所需之形狀之圖案，或於不大需要圖案精度之情形(100  $\mu\text{m}$ 以上程度)時，亦可於上述電極材料之蒸鍍或濺鍍時介隔所需形狀之遮罩而形成圖案。或者於使用如有機導電性化合物般可塗佈之材料之情形時，亦可使用印刷方式、塗佈方式等濕式成膜法。於自該陽極提取發光之情形時，較理想為使透過率大於10%，且作為陽極之薄片電阻較佳為數百 $\Omega/\square$ 以下。進而，膜厚取決於材料，通常於10~1000 nm、較佳為10~200 nm之範圍內選擇。

#### (陰極)

另一方面，作為陰極，可使用以功函數較小(4 eV以下)之金屬(稱為電子注入性金屬)、合金、導電性化合物及該等之混合物作為電極材料者。作為此種電極材料之具體例，可列舉鈉、鈉-鉀合金、鎂、鋰、鎂/銅混合物、鎂/銀混合物、鎂/鋁混合物、鎂/銦混合物、鋁/氧化鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )混合物、銦、鋰/鋁混合物、稀土類金屬等。該等中，就電子注入性及針對氧化等之耐久性之方面而言，較佳為電子注入性金屬與功函數之值大於其且穩定之金屬之第二金屬的混合物，例如鎂/銀混合物、鎂/鋁混合物、鎂/銦混合物、鋁/氧化鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )混合物、鋰/鋁混合物、鋁等。陰極可藉由利用蒸鍍或濺鍍等方法使該等電極材料形成薄膜而製作。又，作為陰極之薄片電阻較佳為數百 $\Omega/\square$ 以下，膜厚通常於10 nm~5  $\mu\text{m}$ 、較佳為50~200 nm之範圍內選擇。再者，為了使發出之光透過，只要有機電致發光元件之陽極或陰極中之任一者為透明或半透明，則發光亮度提高而合適。

又，藉由將陽極之說明中所列舉之導電性透明材料用於陰極，可製作透明或半透明之陰極，藉由對此進行應用，可製作陽極與陰極兩者具有透過性之元件。

#### (發光層)

發光層係藉由分別自陽極及陰極注入之電洞及電子再結合而產生激子後發光之層，可將發光材料單獨用於發光層，較佳為含有發光材料與主體材料。作為發光材料，可使用選自通式(1)所表示之本發明之化合物群中的1種或2種以上。為了本發明之有機電致發光元件及有機光致發光元件表現出較高之發光效率，重要的是將發光材料產生之單重態激子及三重態激子封入發光材料中。因此，較佳為發光層中除了使用發光材料以外，使用主體材料。作為主體材料，可使用激發單重態能量、激發三重態能量之至少任一者具有高於本發明之發光材料之值之有機化合物。其結果為，可將本發明之發光材料產生之單重態激子及三重態激子封入本發明之發光材料之分子中，可充分提昇其發光效率。然而，由於即便無法充分封入單重態激子及三重態激子，亦存在可獲得較高之發光效率之情形，因此只要為可實現較高之發光效率之主體材料，則可無特別限制地用於本發明。於本發明之有機發光元件或有機電致發光元件中，發光係自發光層所含之本發明之發光材料產生。該發光包含螢光發光及延遲螢光發光兩者。然而，發光之一部分或局部存在來自主體材料之發光亦可。

於使用主體材料之情形時，作為發光材料之本發明之化合物於發光層中所含之量較佳為0.1重量%以上，更佳為1重量%以上，又，較佳為50重量%以下，更佳為20重量%以下，進而較佳為10重量%以下。

作為發光層中之主體材料，較佳為具有電洞傳輸能力、電子傳輸能力，且防止發光之長波長化，並且具有較高之玻璃轉移溫度之有

機化合物。

#### (注入層)

所謂注入層，係為了降低驅動電壓或提高發光亮度而設置於電極與有機層間之層，包括電洞注入層與電子注入層，可使之存在於陽極與發光層或電洞傳輸層之間、及陰極與發光層或電子傳輸層之間。注入層可視需要而設置。

#### (阻擋層)

阻擋層係可阻擋發光層中存在之電荷(電子或電洞)及/或激子向發光層外擴散之層。電子阻擋層可配置於發光層及電洞傳輸層之間，阻擋電子朝向電洞傳輸層而通過發光層。同樣地，電洞阻擋層可配置於發光層及電子傳輸層之間，阻擋電洞朝向電子傳輸層而通過發光層。又，阻擋層亦可用以阻擋激子向發光層之外側擴散。即，電子阻擋層、電洞阻擋層可分別亦兼具作為激子阻擋層之功能。本說明書中提及之電子阻擋層或激子阻擋層係以包含為一層且具有電子阻擋層及激子阻擋層之功能之層的含義使用。

#### (電洞阻擋層)

所謂電洞阻擋層，於廣泛之意義下具有電子傳輸層之功能。電洞阻擋層具有一面傳輸電子、一面阻擋電洞到達電子傳輸層之作用，藉此可提高發光層中之電子與電洞之再結合機率。作為電洞阻擋層之材料，可視需要而使用下文所述之電子傳輸層之材料。

#### (電子阻擋層)

所謂電子阻擋層，於廣泛之意義下具有傳輸電洞之功能。電子阻擋層具有一面傳輸電洞、一面阻擋電子到達電洞傳輸層之作用，藉此可提高發光層中之電子與電洞再結合之機率。

#### (激子阻擋層)

所謂激子阻擋層，係用以阻擋藉由於發光層內電洞與電子再結

合而產生之激子向電荷傳輸層擴散之層，藉由插入本層可將激子有效地封入發光層內，從而可提高元件之發光效率。激子阻擋層可與發光層鄰接而插入至陽極側、陰極側中之任一者，亦可同時插入至兩者。即，於陽極側具有激子阻擋層之情形時，可於電洞傳輸層與發光層之間與發光層鄰接地插入該層，於插入至陰極側之情形時，可於發光層與陰極之間與發光層鄰接地插入該層。又，陽極及發光層之與陽極側鄰接之激子阻擋層之間可具有電洞注入層或電子阻擋層等，陰極及發光層之與陰極側鄰接之激子阻擋層之間可具有電子注入層、電子傳輸層、電洞阻擋層等。於配置阻擋層之情形時，較佳為用作阻擋層之材料之激發單重態能量及激發三重態能量之至少任一者高於發光材料之激發單重態能量及激發三重態能量。

#### (電洞傳輸層)

所謂電洞傳輸層，包含具有傳輸電洞之功能之電洞傳輸材料，電洞傳輸層可設置單層或複數層。

作為電洞傳輸材料，係具有電洞之注入或傳輸、電子之障壁性中任一者的材料，可為有機物、無機物中任一者。作為可使用之公知之電洞傳輸材料，例如可列舉三唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、呋唑衍生物、吡啶衍生物、聚芳基烷烴衍生物、吡啶衍生物及吡啶酮衍生物、苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、胺基取代查耳酮衍生物、噁唑衍生物、苯乙烯基噻吩衍生物、萘酮衍生物、脲衍生物、芪衍生物、矽氮烷衍生物、苯胺系共聚物、或導電性高分子低聚物、尤其是噻吩低聚物等，較佳為使用吡啶化合物、芳香族三級胺化合物及苯乙烯基胺化合物，更佳為使用芳香族三級胺化合物。

#### (電子傳輸層)

所謂電子傳輸層，包含具有傳輸電子之功能之材料，電子傳輸層可設置單層或複數層。

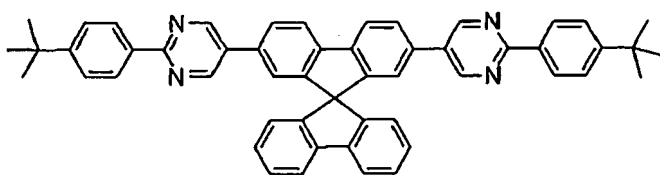
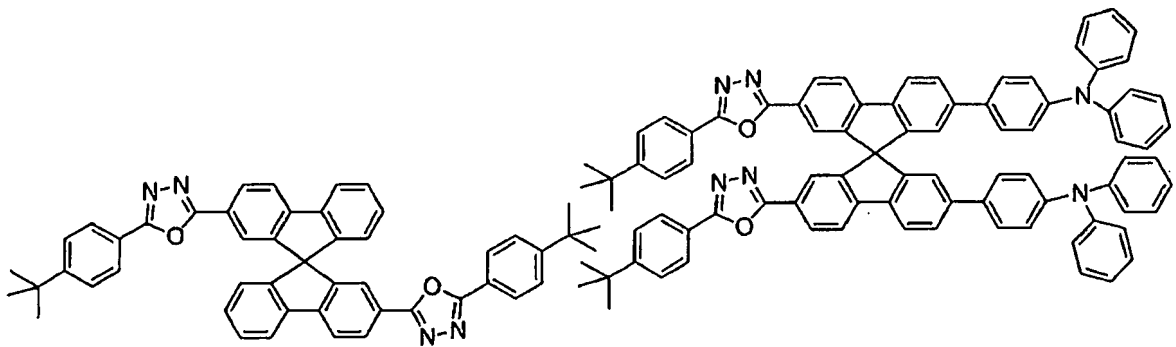
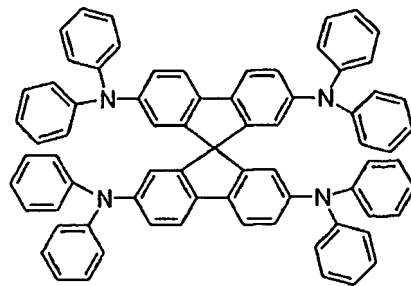
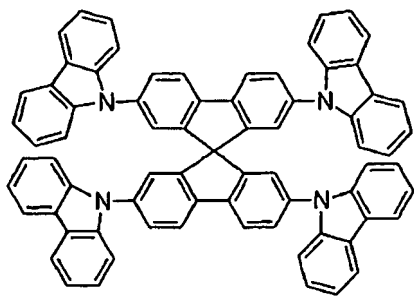
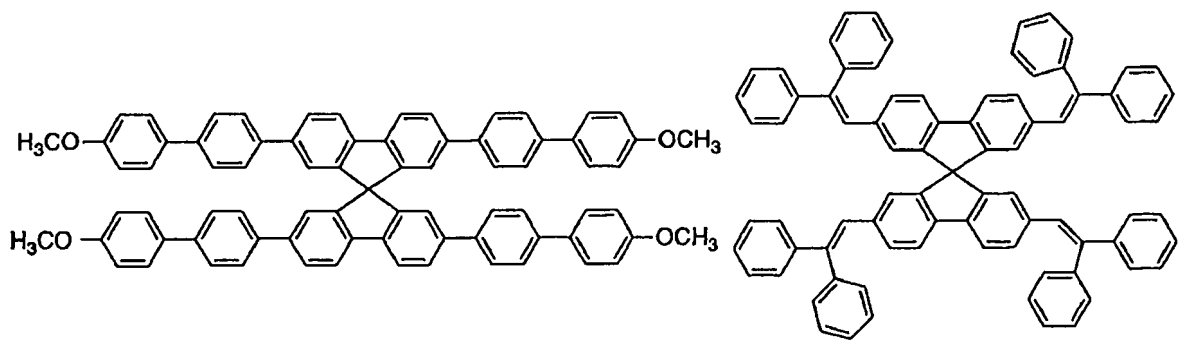
作為電子傳輸材料(亦存在兼作電洞阻擋材料之情形)，只要具有將自陰極注入之電子傳遞至發光層之功能即可。作為可使用之電子傳輸層，例如可列舉硝基取代萸衍生物、聯苯醌衍生物、噻喃二氧化物衍生物、碳二醯亞胺、亞萸基甲烷衍生物、蔥醌二甲烷及蔥酮衍生物、喹二唑衍生物等。進而，於上述喹二唑衍生物中，將喹二唑環之氧原子取代為硫原子而成之噻二唑衍生物、作為拉電子基所知之具有噻喹啉環之噻喹啉衍生物均可用作電子傳輸材料。進而，亦可使用將該等材料導入至高分子鏈、或以該等材料作為高分子之主鏈的高分子材料。

於製作有機電致發光元件時，不僅可將通式(1)所表示之化合物用於發光層，而且亦可用於除發光層以外之層。此時，用於發光層之通式(1)所表示之化合物、及用於除發光層以外之層之通式(1)所表示之化合物可相同亦可不同。例如，上述注入層、阻擋層、電洞阻擋層、電子阻擋層、激子阻擋層、電洞傳輸層、電子傳輸層等亦可使用通式(1)所表示之化合物。該等層之製膜方法並無特別限定，可以乾式製程、濕式製程中任一者製作。

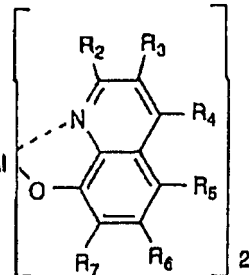
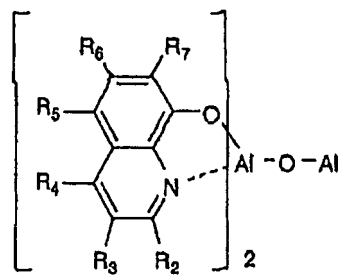
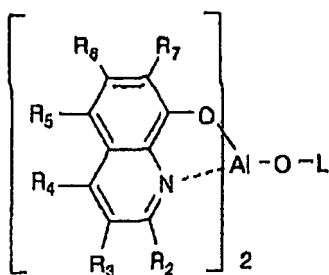
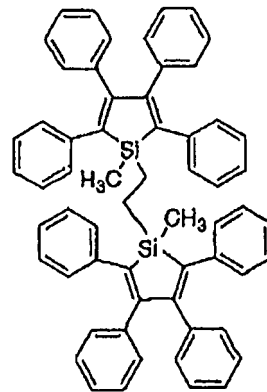
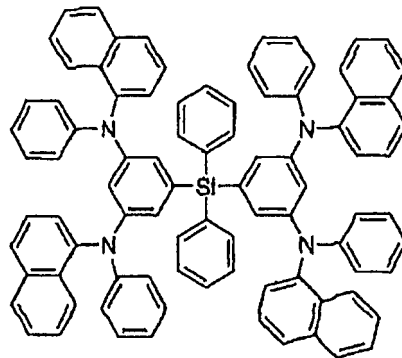
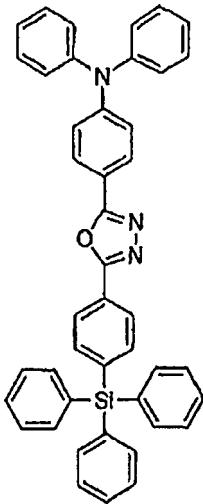
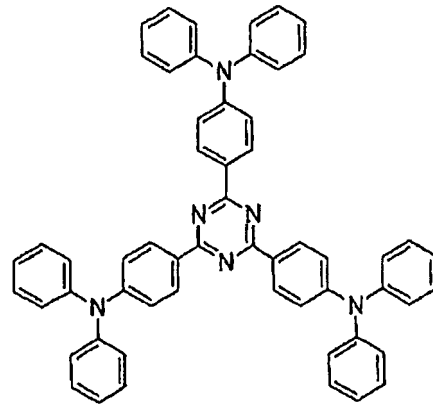
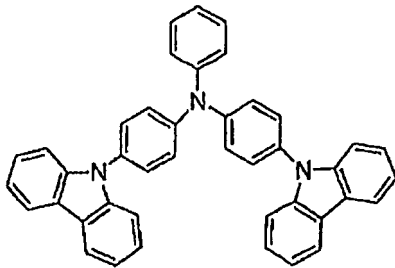
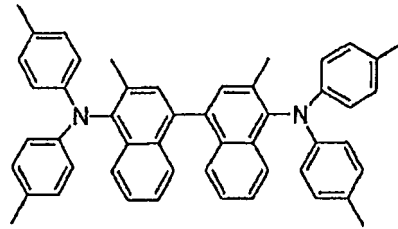
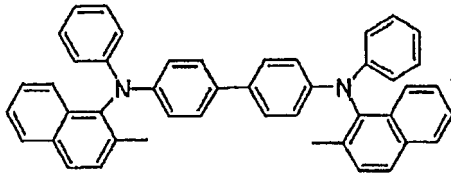
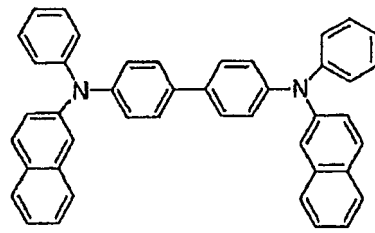
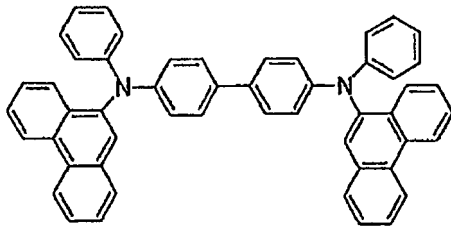
以下，具體例示可用於有機電致發光元件之較佳之材料。但可於本發明中使用之材料並不由以下之例示化合物進行限定性解釋。又，即便為作為具有特定之功能之材料而例示之化合物，亦可轉用作具有其他功能之材料。再者，以下之例示化合物之結構式中的 $R$ 、 $R_2 \sim R_7$ 各自獨立地表示氫原子或取代基。 $n$ 表示3~5之整數。

首先，列舉亦可用作發光層之主體材料之較佳之化合物。

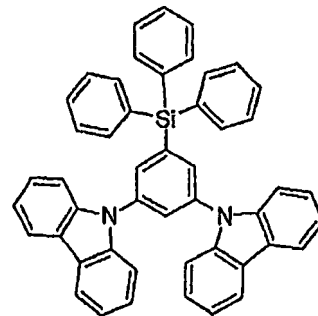
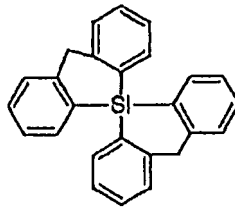
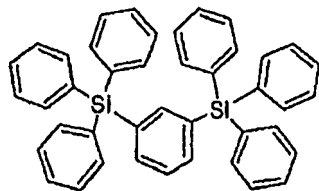
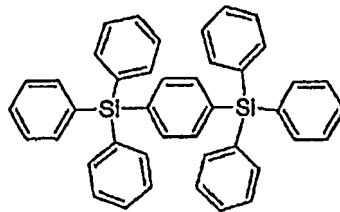
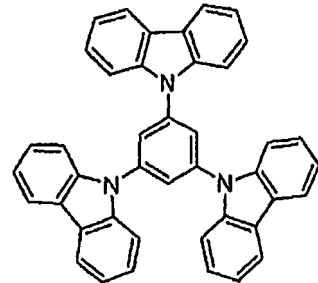
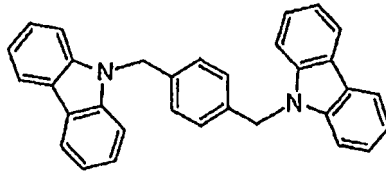
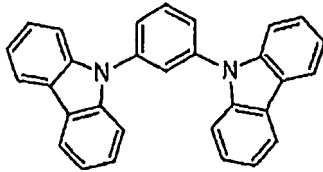
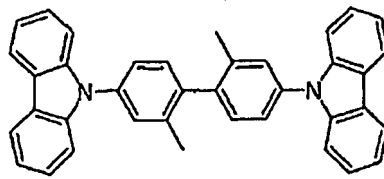
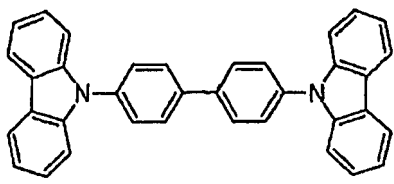
[化43]



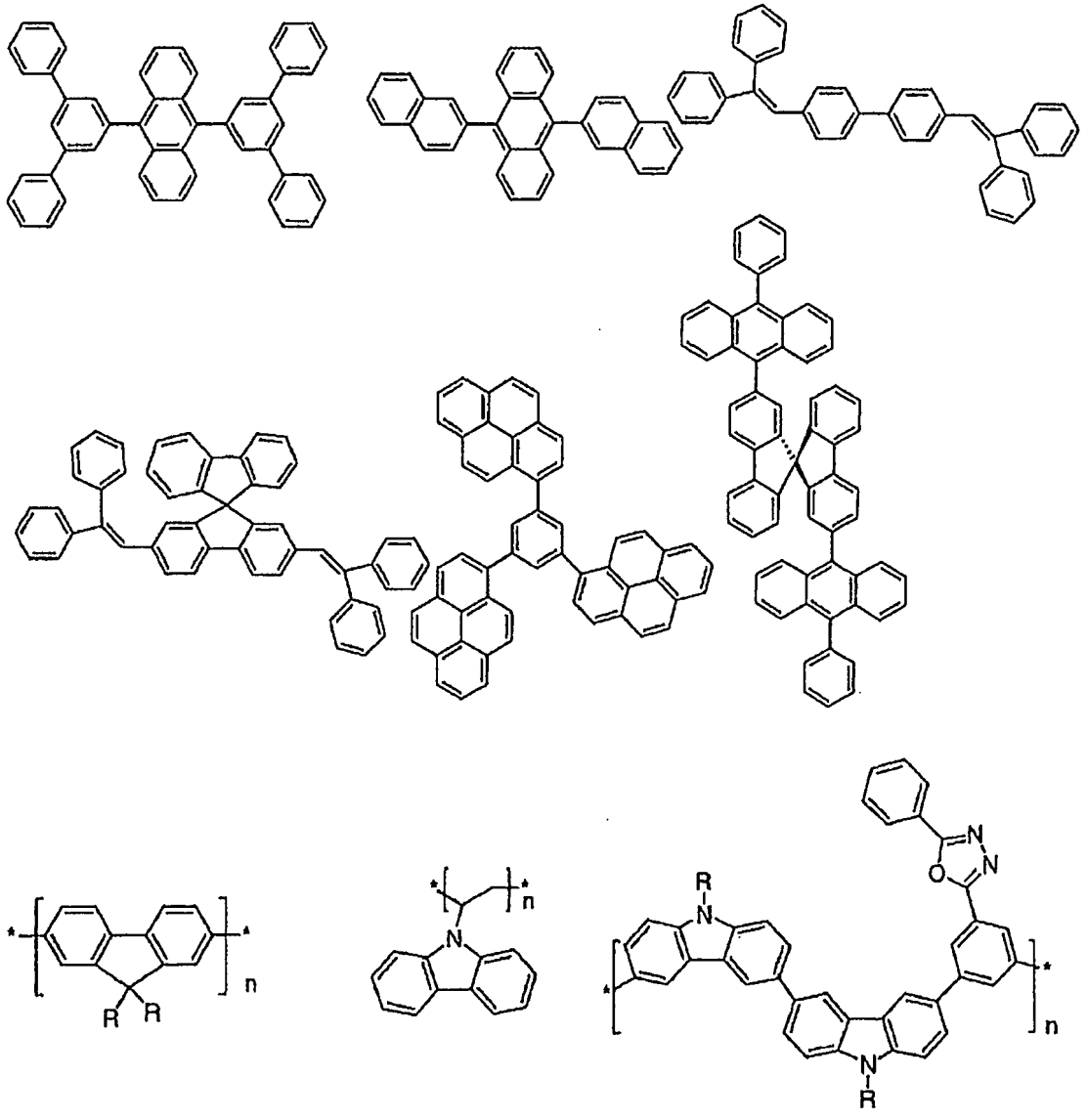
[化44]



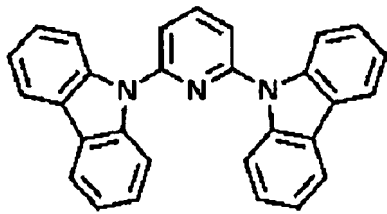
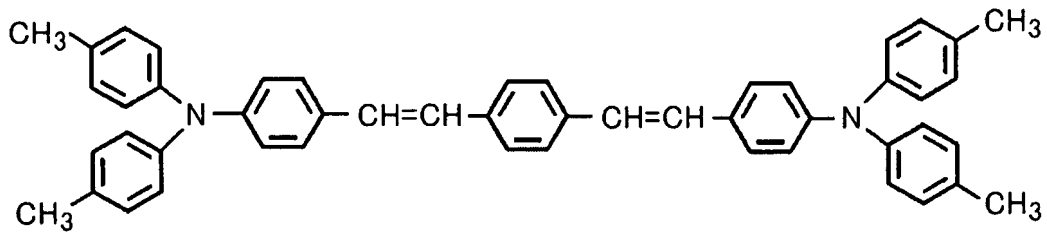
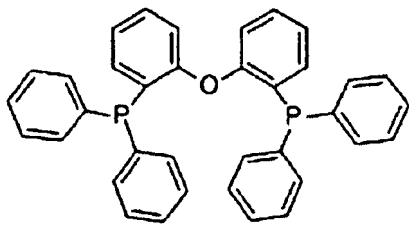
[化45]



[化46]

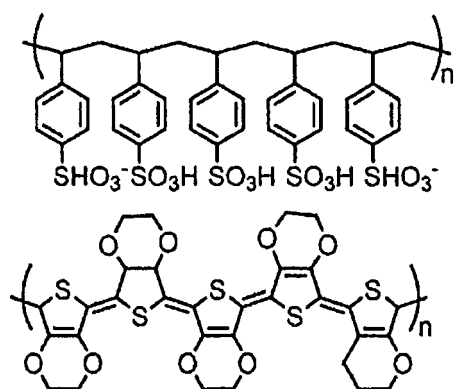
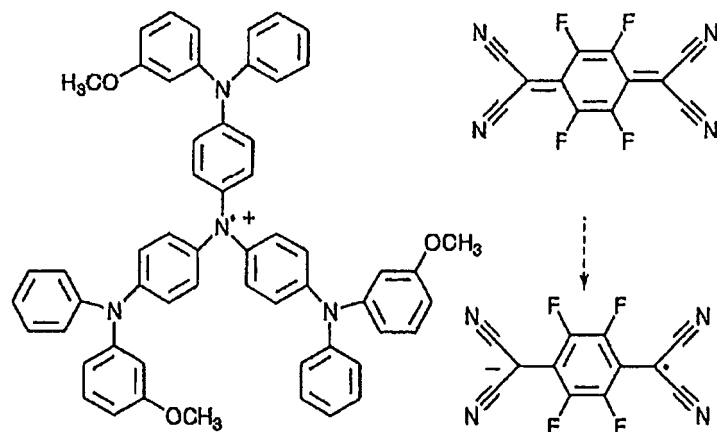
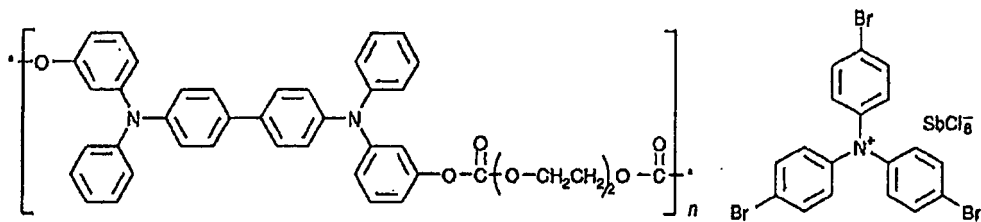
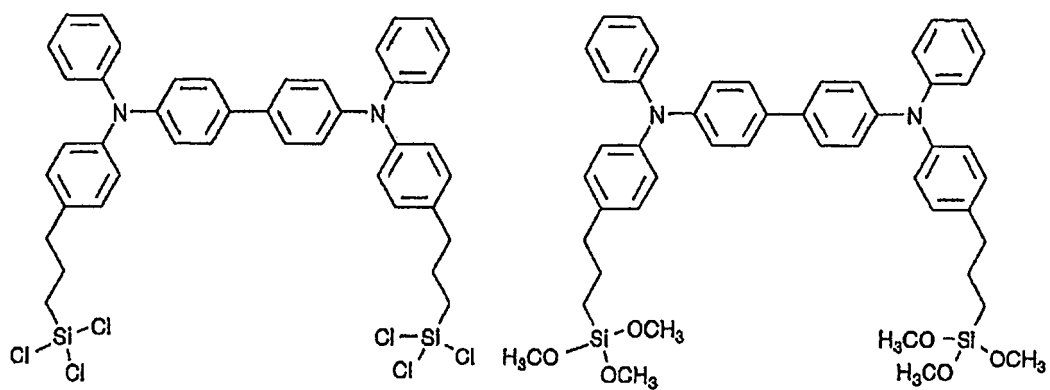


[化47]



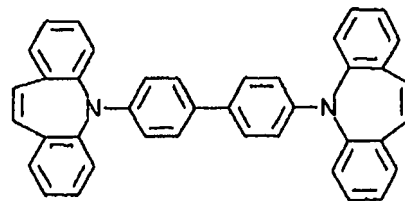
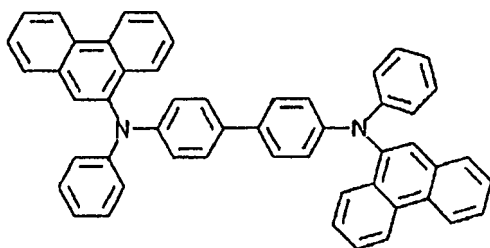
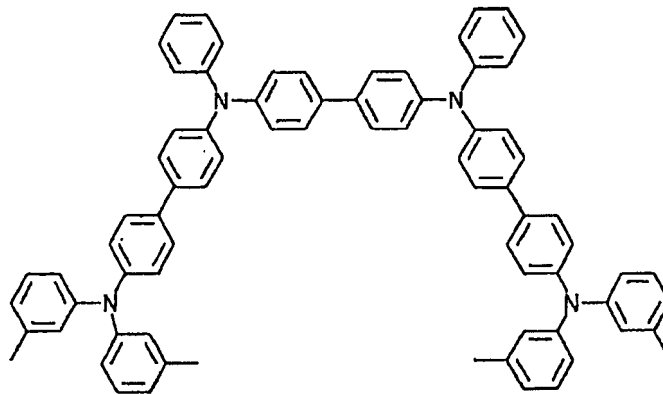
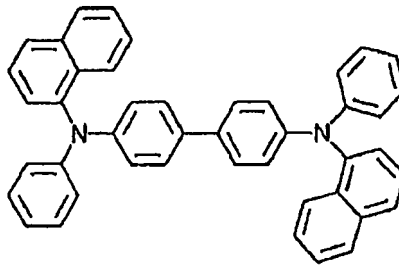
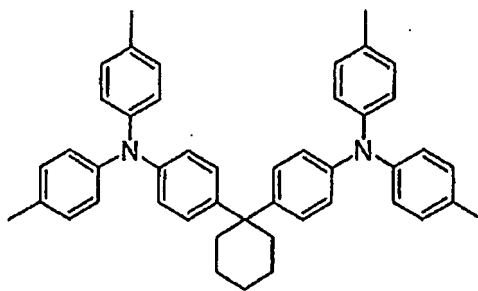
繼而，列舉可用作電洞注入材料之較佳之化合物例。

[化48]

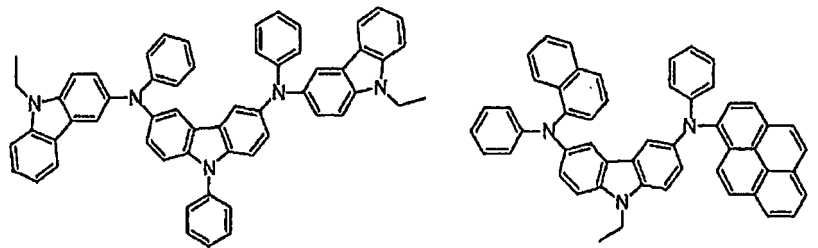
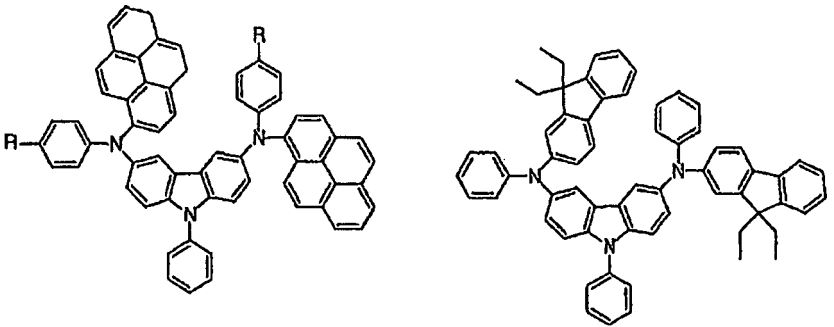
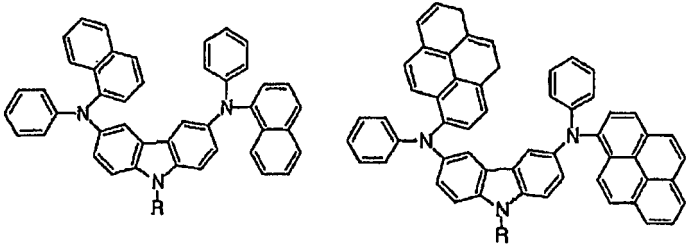
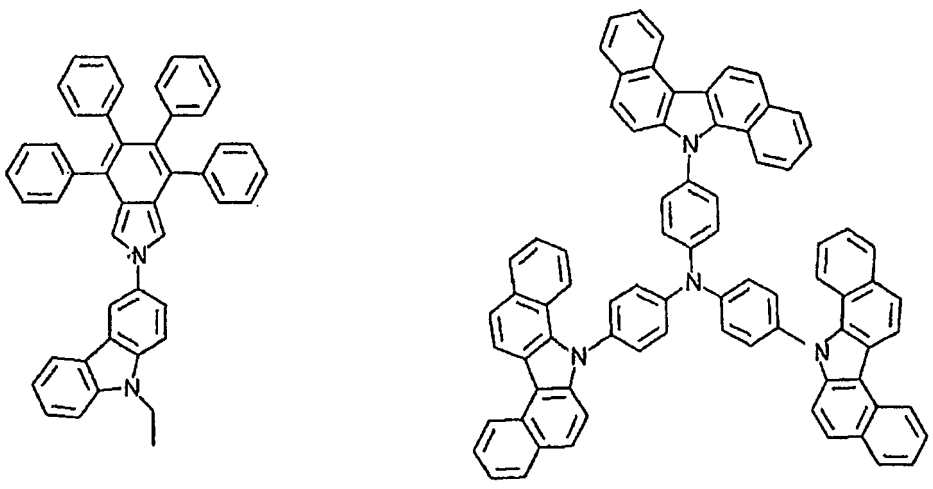


繼而，列舉可用作電洞傳輸材料之較佳之化合物例。

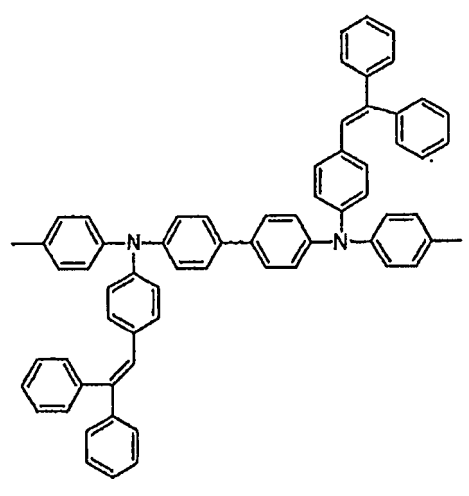
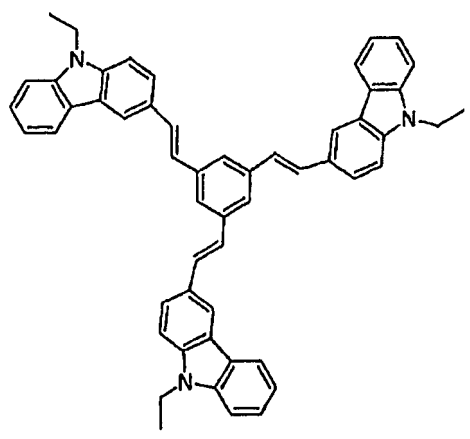
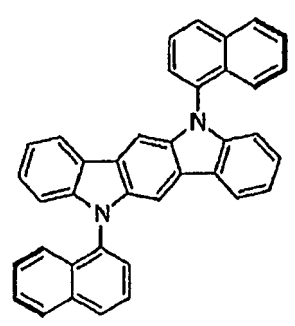
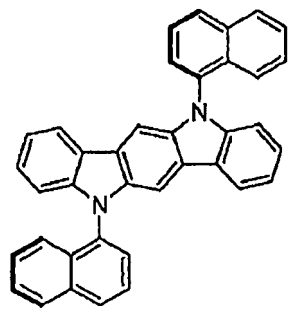
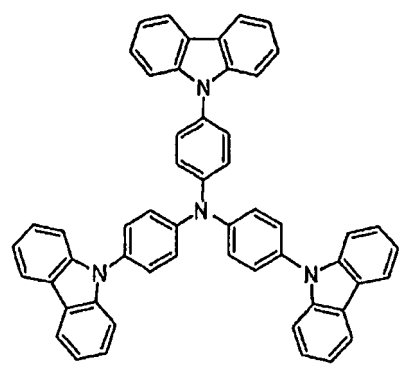
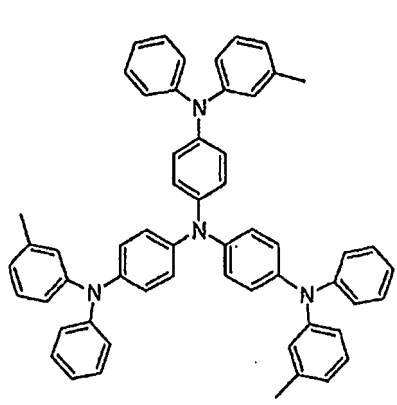
[化49]



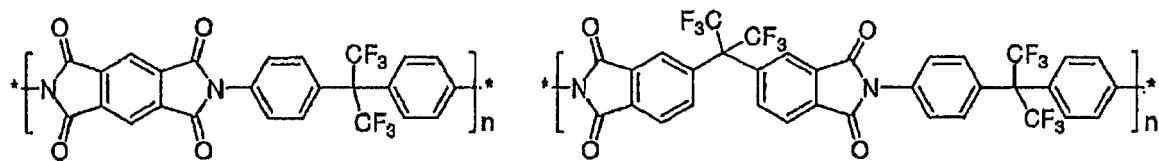
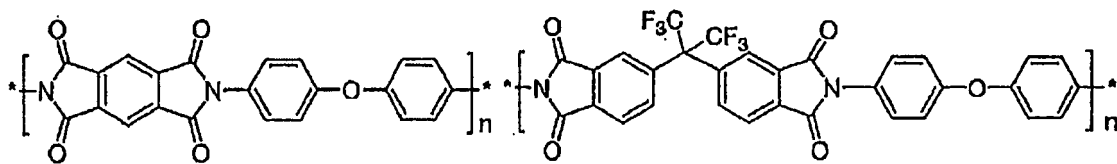
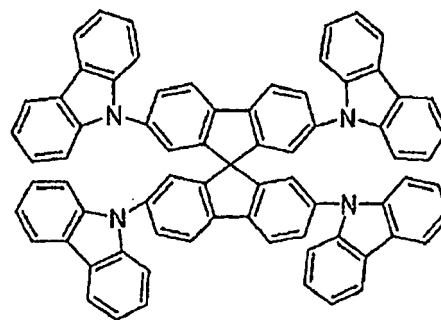
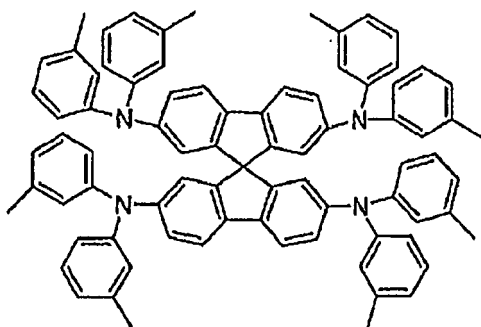
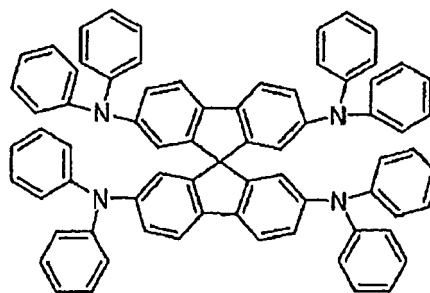
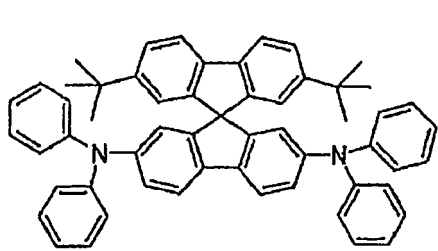
[化50]



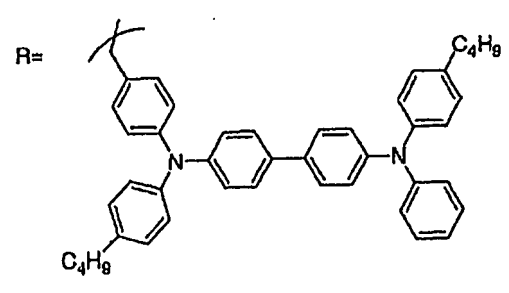
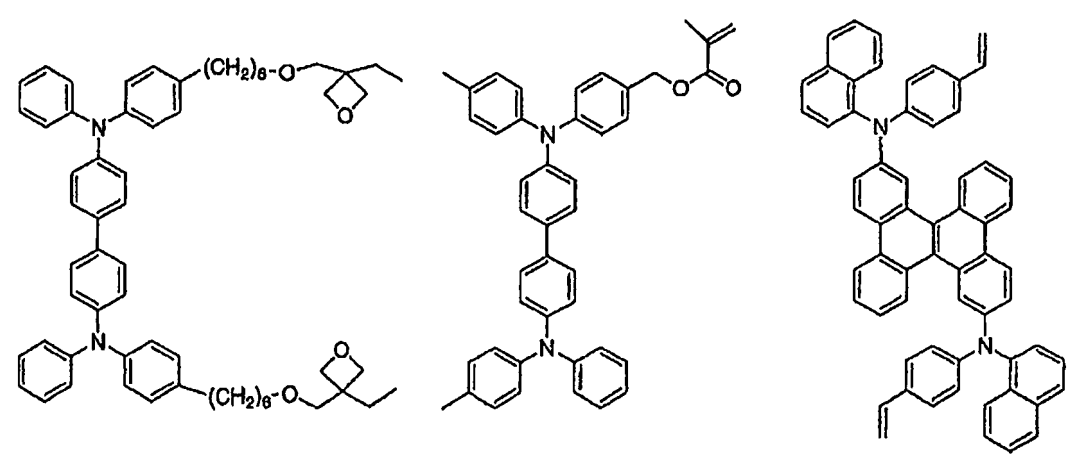
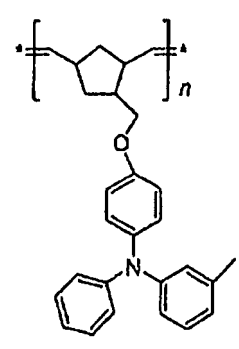
[化51]



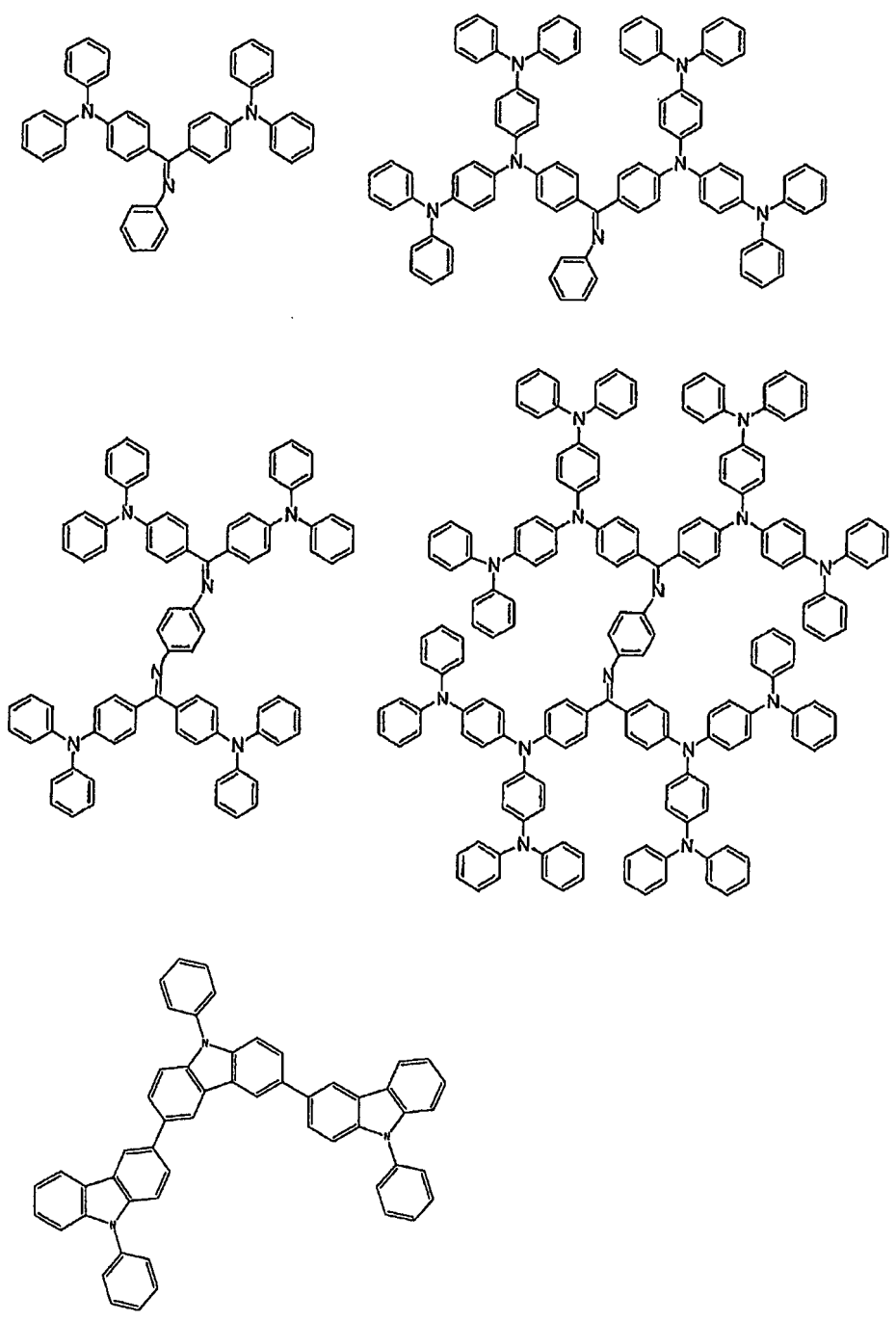
[化52]



[化53]

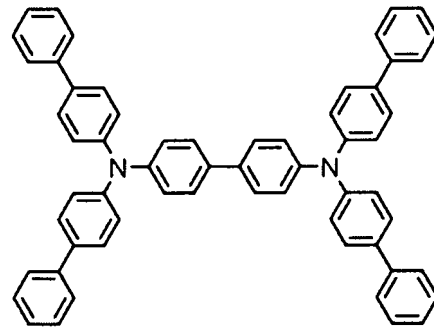
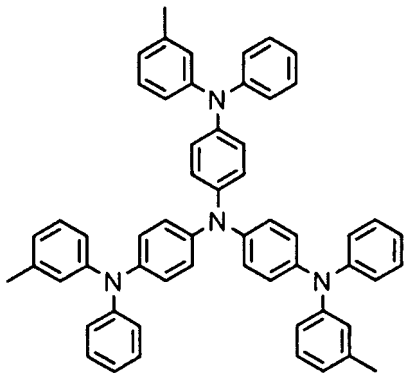
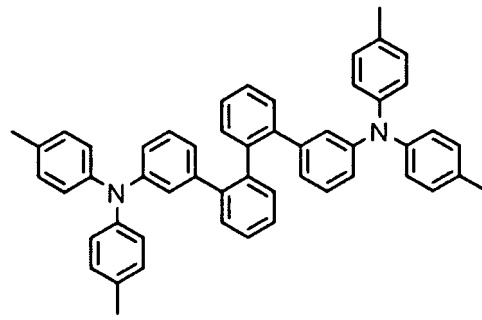
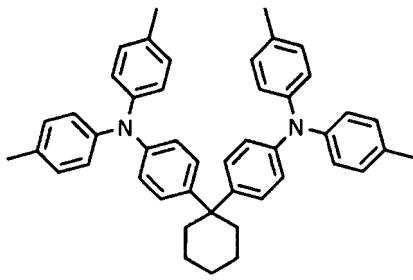


[化54]



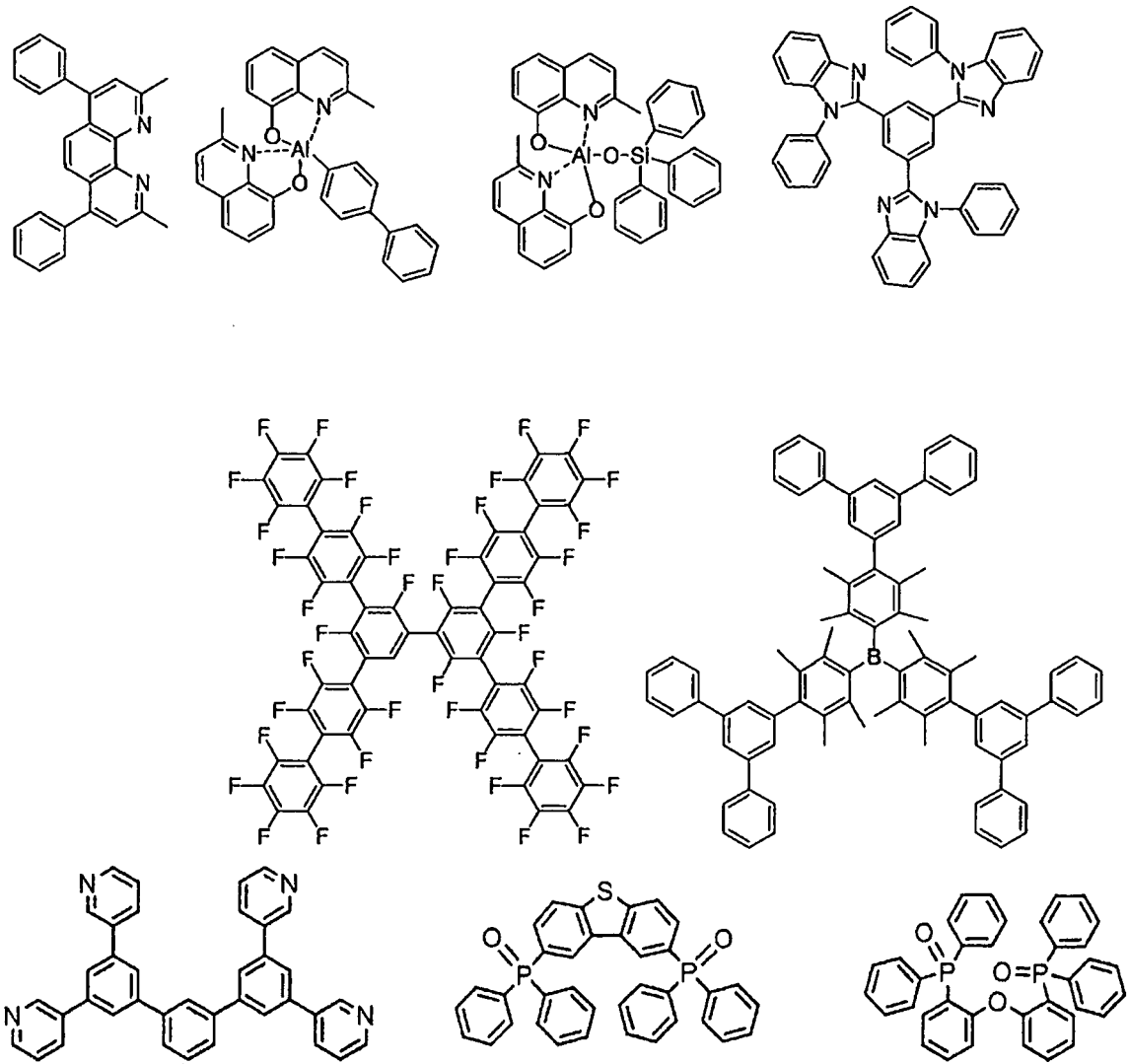
繼而，列舉可用作電子阻擋材料之較佳之化合物例。

[化55]



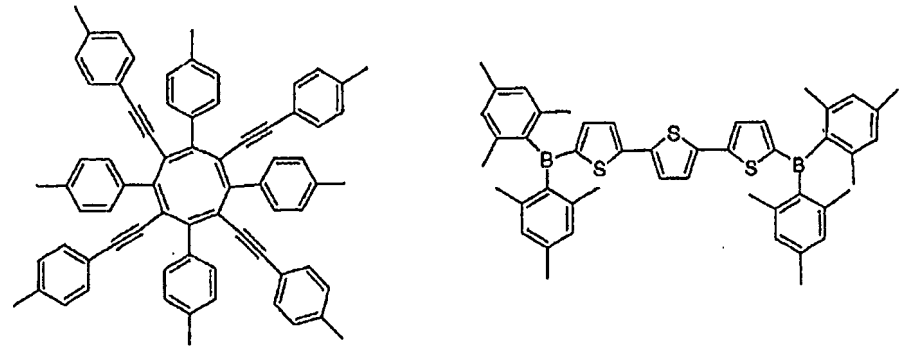
繼而，列舉可用作電洞阻擋材料之較佳之化合物例。

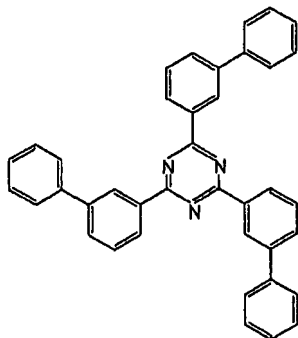
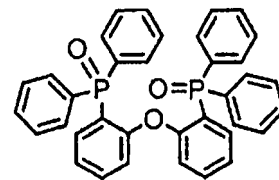
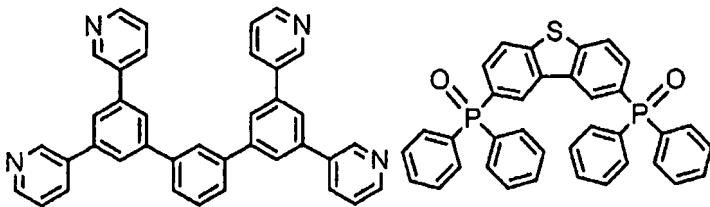
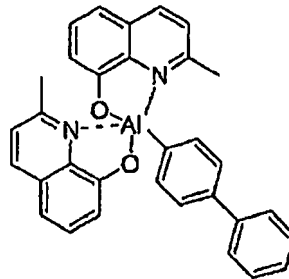
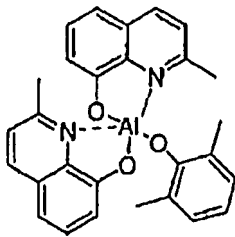
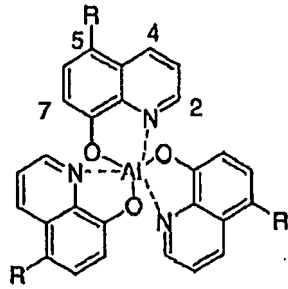
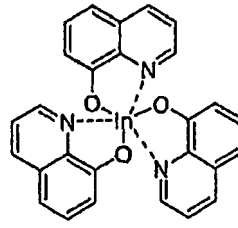
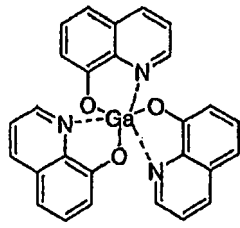
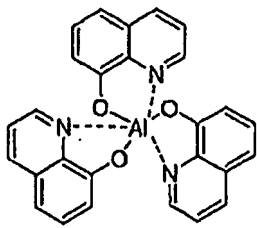
[化56]



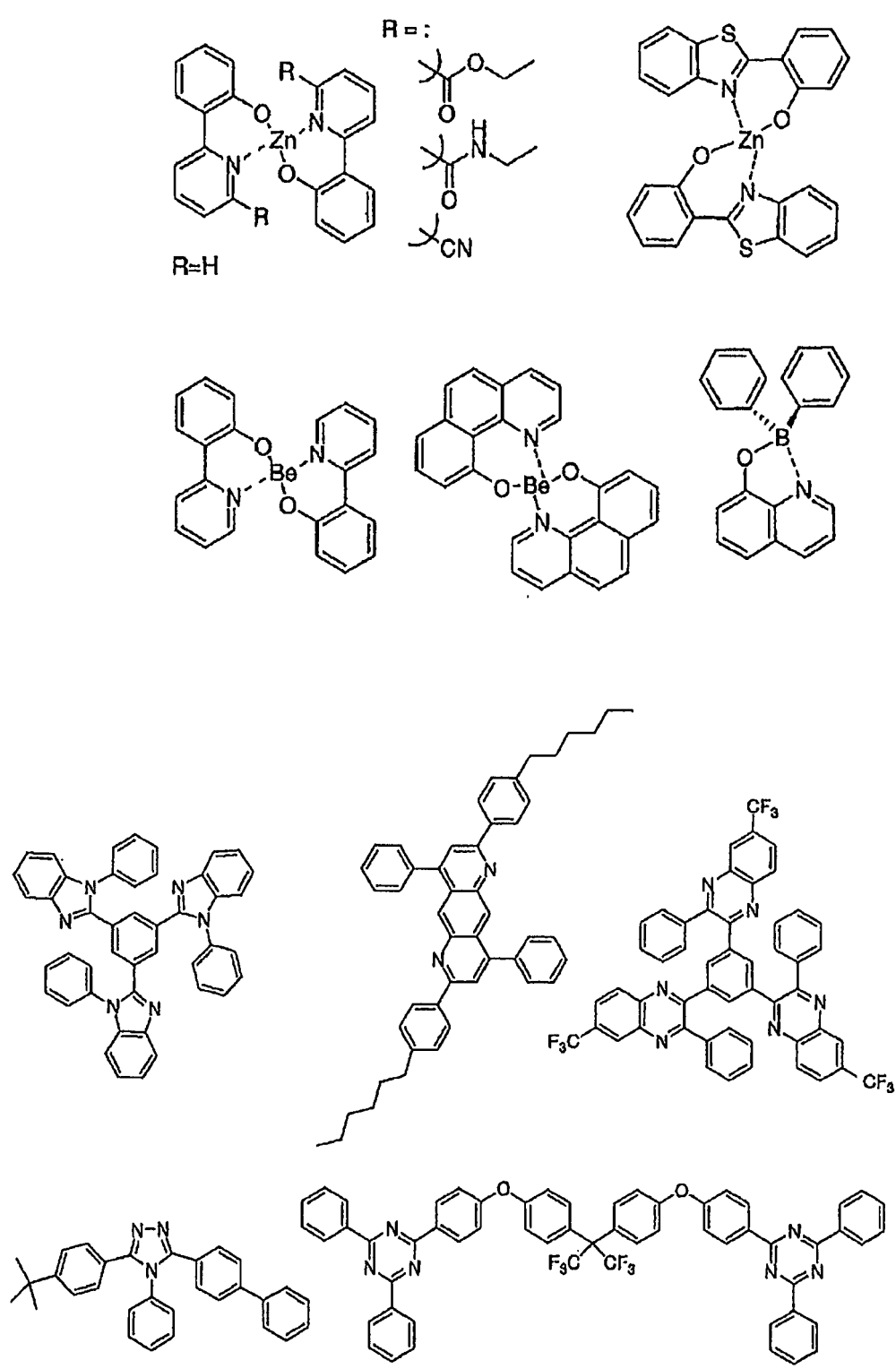
繼而，列舉可用作電子傳輸材料之較佳之化合物例。

[化57]



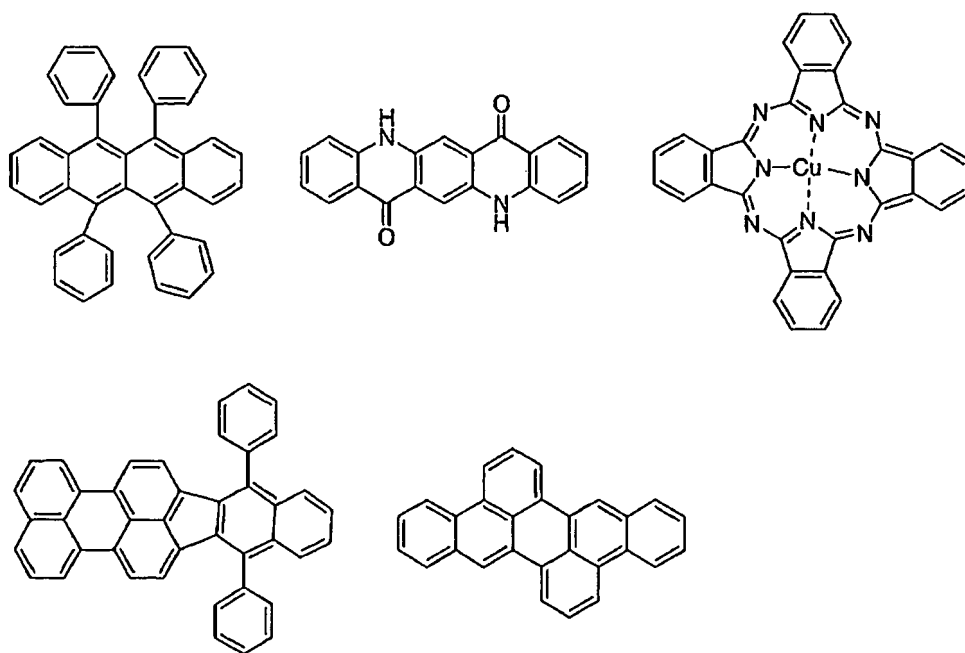


[化58]





[化61]



藉由上述方法而製作之有機電致發光元件係藉由對所獲得之元件之陽極與陰極之間施加電場而發光。此時，若為利用激發單重態能量之發光，則依據其能階之波長之光以螢光發光及延遲螢光發光之形式進行確認。又，若為利用激發三重態能量之發光，則依據其能階之波長以磷光之形式進行確認。由於通常之螢光與延遲螢光發光相比螢光壽命較短，故而發光壽命可以螢光與延遲螢光區別。

另一方面，關於磷光，於如本發明之化合物之通常之有機化合物中，由於激發三重態能量不穩定而轉換為熱等，壽命較短而立即失活，故而於室溫下幾乎無法觀測。為了測定通常之有機化合物之激發三重態能量，藉由觀測極低溫之條件下之發光而可測定。

本發明之有機電致發光元件可應用於單一元件、包含配置為陣列狀之結構之元件、陽極與陰極配置為X-Y矩陣狀之結構之任一者。根據本發明，藉由使發光層含有通式(1)所表示之化合物，可獲得發光效率得以大幅改善之有機發光元件。本發明之有機電致發光元件等有機發光元件進而可應用於各種用途。例如，可使用本發明之有機電

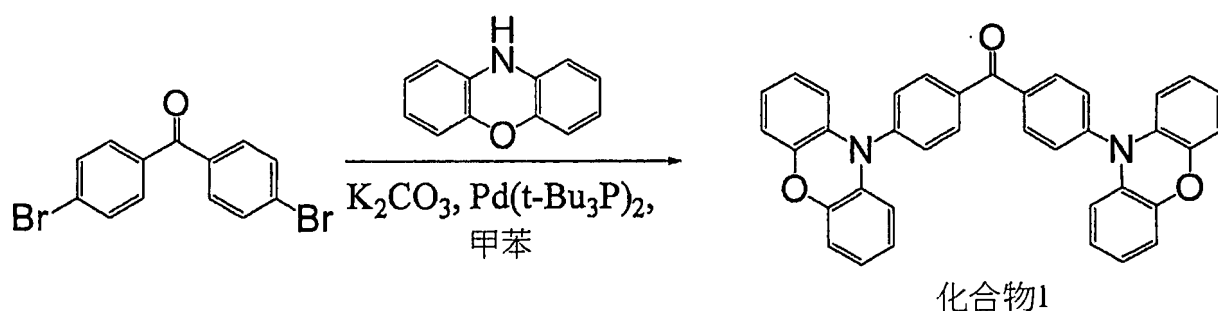
致發光元件製造有機電致發光顯示裝置，關於詳細情況，可參照時任靜士、安達千波矢、村田英幸共著之「有機EL顯示器」(OHM公司)。又，尤其是本發明之有機電致發光元件亦可應用於需求較大之有機電致發光照明或背光裝置。

### [實施例]

以下列舉合成例及實施例進一步具體說明本發明之特徵。以下所示之材料、處理內容、處理順序等只要不脫離本發明之主旨則可進行適當變更。因此，本發明之範圍不應由以下所示之具體例進行限定性解釋。再者，發光特性之評價係使用電源電錶(Keithley公司製造：2400系列)、半導體參數分析器(Agilent Technology公司製造：E5273A)、光功率計測定裝置(Newport公司製造：1930C)、光學分光器(Ocean Optics公司製造：USB2000)、分光放射計(Topcon公司製造：SR-3)及快速照相機(Hamamatsu Photonics(股)製造之C4334型)而進行。

#### (合成例1)化合物1之合成

##### [化62]



將4,4'-二溴二苯甲酮(1.02 g, 3.00 mmol)與10H-啡啶(1.20 g, 6.6 mmol)裝入三口燒瓶中，對燒瓶內進行氬氣置換，加入甲苯50 mL並攪拌10分鐘。攪拌後，加入雙(三-第三丁基膦)鈀(0)(0.15 g, 0.30 mmol)與碳酸鉀(1.04 g, 7.50 mmol)，於120℃下攪拌24小時後，加入水進一步攪拌30分鐘。其後，於該混合物中加入氯仿進行萃取。將有

機層與水層分離，於有機層中加入硫酸鈉進行乾燥，抽氣過濾而獲得濾液。藉由管柱層析法純化所得之濾液，以產量1.42 g、產率88.7%獲得4,4'-雙(10H-啡啶)二苯甲酮。

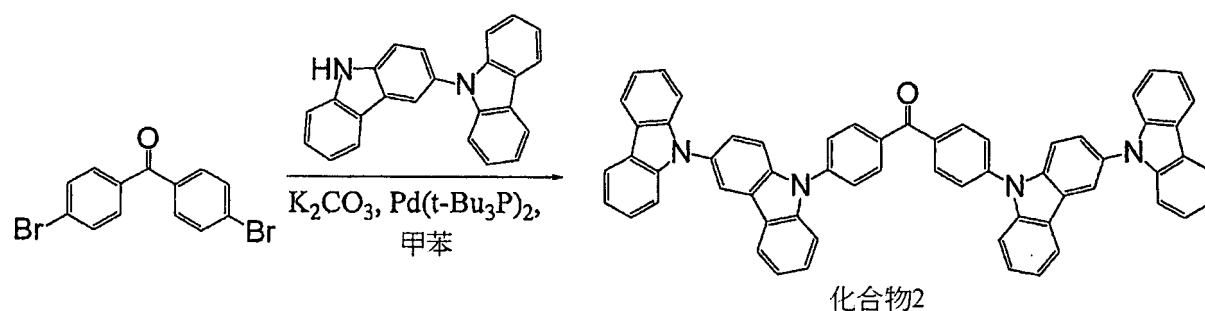
化合物之鑑定係藉由<sup>1</sup>H-NMR(nuclear magnetic resonance, 核磁共振)及元素分析而進行。

<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>, TMS, δ) : 8.10 (d, J = 8.5 Hz, 4H), 7.54 (d, J = 8.5 Hz, 4H), 6.75-6.69 (m, 8H), 6.65 (td, J = 8.0, 2.0 Hz, 4H), 6.02 (dd, J = 8.0, 1.5 Hz, 4H).

元素分析：Anal. Calcd for C<sub>37</sub>H<sub>24</sub>N<sub>2</sub> : C 81.60%, H 4.44%, N 5.14%; found : C 81.69%, H 4.41%, N 5.11%.

(合成例2)化合物2之合成

[化63]



將4,4'-二溴二苯甲酮(1.02 g, 3.00 mmol)與3,9'-聯-9H-吡啶(2.19 g, 6.60 mmol)裝入三口燒瓶中，對燒瓶內進行氮氣置換，加入甲苯50 mL並攪拌10分鐘。攪拌後，加入雙(三-第三丁基膦)鈀(0)(0.15 g, 0.30 mmol)與碳酸鉀(1.04 g, 7.50 mmol)，於120℃下攪拌24小時後，加入水進一步攪拌30分鐘。其後，於該混合物中加入氯仿進行萃取。將有機層與水層分離，於有機層中加入硫酸鈉進行乾燥，抽氣過濾而獲得濾液。藉由管柱層析法純化所得之濾液，以產量2.21 g、產率89.1%獲得4,4'-雙[3-(9-吡啶)-9-吡啶]二苯甲酮。

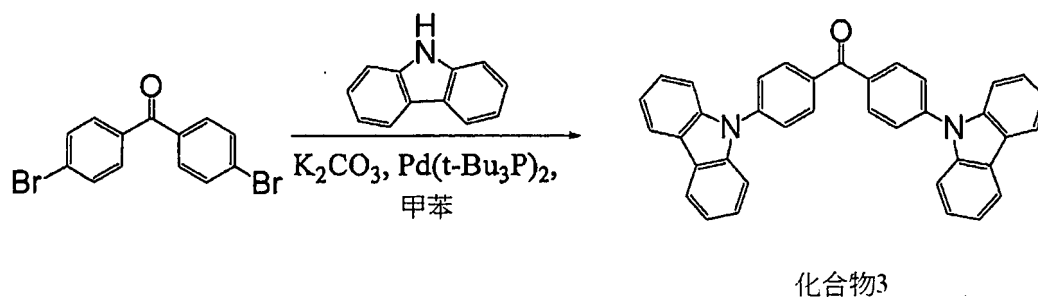
化合物之鑑定係藉由<sup>1</sup>H-NMR及元素分析而進行。

$^1\text{H-NMR}$  (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ , TMS,  $\delta$ ) : 8.35 (d,  $J = 2.0$  Hz, 2H), 8.28 (d,  $J = 8.5$  Hz, 4H), 8.22(d,  $J = 8.0$  Hz, 4H), 8.17 (d,  $J = 7.5$  Hz, 2H), 7.93 (d,  $J = 8.5$  Hz, 4H), 7.78 (d,  $J = 8.5$  Hz, 2H), 7.66-7.63 (m, 4H), 7.56 (t,  $J = 8.5$  Hz, 2H), 7.47-7.43 (m, 8H), 7.41 (t,  $J = 8.0$  Hz, 2H), 7.35-7.32 (m, 4H).

元素分析：Anal. Calcd for  $\text{C}_{61}\text{H}_{38}\text{N}_4$  : C 86.91% , H 4.54% , N 6.65% ; found : C 86.72% , H 4.40% , N 6.53%.

(合成例3)化合物3之合成

[化64]



將4,4'-二溴二苯甲酮(1.02 g , 3.00 mmol)與9H-吡啶(1.10 g , 6.6 mmol)裝入三口燒瓶中，對燒瓶內進行氮氣置換，加入甲苯50 mL並攪拌10分鐘。攪拌後，加入雙(三-第三丁基磷)鈀(0)(0.15 g , 0.30 mmol)與碳酸鉀(1.04 g , 7.50 mmol)，於120°C下攪拌24小時後，加入水進一步攪拌30分鐘。其後，於該混合物中加入氯仿進行萃取。將有機層與水層分離，於有機層中加入硫酸鈉進行乾燥，抽氣過濾而獲得濾液。藉由管柱層析法純化所得之濾液，以產量1.38 g、產率90.0%獲得4,4-雙(9H-吡啶)二苯甲酮。

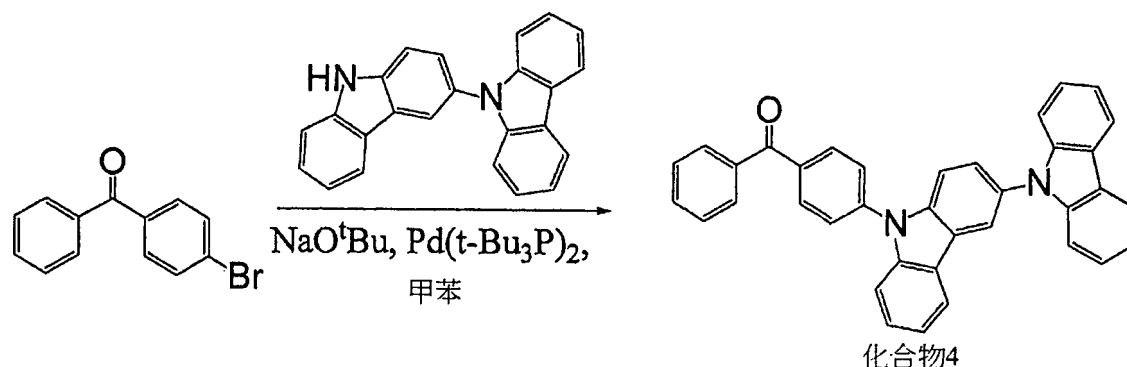
化合物之鑑定係藉由 $^1\text{H-NMR}$ 及元素分析而進行。

$^1\text{H-NMR}$  (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ , TMS,  $\delta$ ) : 8.19-8.17 (m, 8H), 7.81 (d,  $J = 8.5$  Hz, 4H), 7.57 (d,  $J = 8.5$  Hz, 4H), 7.46 (td,  $J = 7.5$  Hz, 1.0 Hz, 4H), 7.34 (td,  $J = 7.5$  Hz, 1.0 Hz, 4H).

元素分析：Anal. Calcd for  $C_{37}H_{24}N_2$  : C 86.69% , H 4.72% , N 5.46% ; found : C 86.61% , H 4.66% , N 5.43%.

(合成例4)化合物4之合成

[化65]



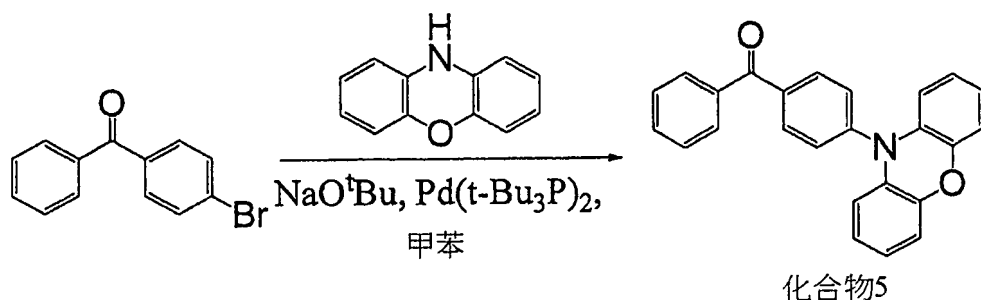
將4-溴二苯甲酮(2.00 g, 7.66 mmol)、9-(9H-吡啶-3-基)-9H-吡啶(2.55 g, 7.66 mmol)、雙(三-第三丁基)膦鈀(0)(0.397 g, 0.766 mmol)、第三丁醇鈉(1.472 g, 15.3 mmol)裝入100 mL三口燒瓶中，對該燒瓶內進行氮氣置換。向該混合物中加入甲苯30 mL。使用隔膜泵將該混合物減壓脫氣後，進行氮氣置換。於氮氣環境下、100°C下將該混合物攪拌5小時。經過特定時間後，向該混合物中加入氯仿並攪拌。攪拌後，將該混合物通過矽藻土、矽酸鎂、氧化鋁並抽氣過濾而獲得濾液。將所得之濾液轉移至分液漏斗中，以水、飽和食鹽水進行清洗。清洗後，於有機層中加入硫酸鎂進行乾燥。乾燥後，將該混合物抽氣過濾而獲得濾液。將所得之濾液濃縮，藉由矽膠管柱層析法進行純化。管柱層析法係藉由首先使用氯仿：己烷=1：4之混合溶劑作為展開溶劑、繼而使用氯仿：己烷=1：1之混合溶劑作為展開溶劑而進行。藉由丙酮與異丙醇之混合溶劑將濃縮所得之組分而得之固體再結晶，從而以產量2.01 g、產率51.1%獲得目的物之淡黃色粉末狀固體。

化合物之鑑定係藉由 $^1\text{H-NMR}$ 及元素分析而進行。

$^1\text{H-NMR}$  (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ , TMS,  $\delta$ ) : 8.30 (d,  $J = 2.0$  Hz, 1H), 8.19 (d,  $J = 7.5$  Hz, 2H), 8.13 (dd,  $J = 8.5, 1.5$  Hz, 3H), 7.93 (dd,  $J = 8.0, 1.0$  Hz, 2H), 7.82 (dd,  $J = 8.5, 1.5$  Hz, 2H), 7.71 (d,  $J = 8.5$ , 1H), 7.66 (t,  $J = 7.5$ , 1H), 7.60-7.55 (m, 4H), 7.51 (td,  $J = 7.0, 1.0$  Hz, 1H), 7.44-7.39 (m, 4H), 7.31 (t,  $J = 8.0$  Hz, 2H)

(合成例5)化合物5之合成

[化66]



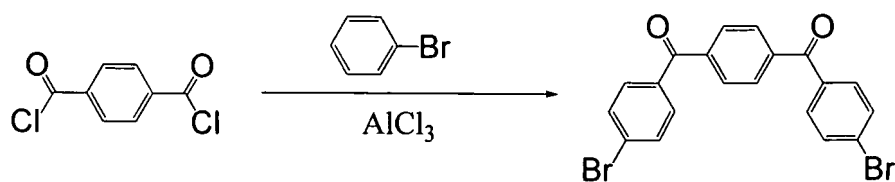
將4-溴二苯甲酮(2.00 g, 7.66 mmol)、10H-咪唑啉(1.40 g, 7.66 mmol)、雙(三-第三丁基)膦鈦(0)0.397 g(0.766 mmol)、第三丁醇鈉1.472 g(15.3 mmol)裝入100 mL三口燒瓶中，對該燒瓶內進行氮氣置換。向該混合物中加入甲苯30 mL。使用隔膜泵將該混合物減壓脫氣後，進行氮氣置換。於氮氣環境下、 $100^\circ\text{C}$ 下將該混合物攪拌5小時。經過特定時間後，向該混合物中加入氯仿並攪拌。攪拌後，將該混合物通過矽藻土、矽酸鎂、氧化鋁並抽氣過濾而獲得濾液。將所得之濾液轉移至分液漏斗中，以水、飽和食鹽水進行清洗。清洗後，於有機層中加入硫酸鎂進行乾燥。乾燥後，將該混合物抽氣過濾而獲得濾液。將所得之濾液濃縮，藉由矽膠管柱層析法進行純化。管柱層析法係藉由首先使用氯仿：己烷=1：4之混合溶劑作為展開溶劑、繼而使用氯仿：己烷=1：1之混合溶劑作為展開溶劑而進行。藉由丙酮與異丙醇之混合溶劑將濃縮所得之組分而得之固體再結晶，從而以產量1.98 g、產率71.2%獲得目的物之淡黃色粉末狀固體。

化合物之鑑定係藉由 $^1\text{H-NMR}$ 及元素分析而進行。

$^1\text{H-NMR}$  (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ , TMS,  $\delta$ ) : 8.04 (dd,  $J = 8.5, 1.5$  Hz, 2H), 7.88 (dd,  $J = 8.5$  Hz, 1.5 Hz, 2H), 7.64 (t,  $J = 7.5$ , 1H), 7.54 (t,  $J = 8.0$  Hz, 2H), 7.49 (dd,  $J = 8.5, 2.0$  Hz, 2H), 6.74-6.67 (m, 4H), 6.63 (td,  $J = 8.0, 2.0$  Hz, 2H), 6.00 (dd,  $J = 7.5, 1.5$  Hz, 2H)

(合成例6)化合物17之合成

[化67]

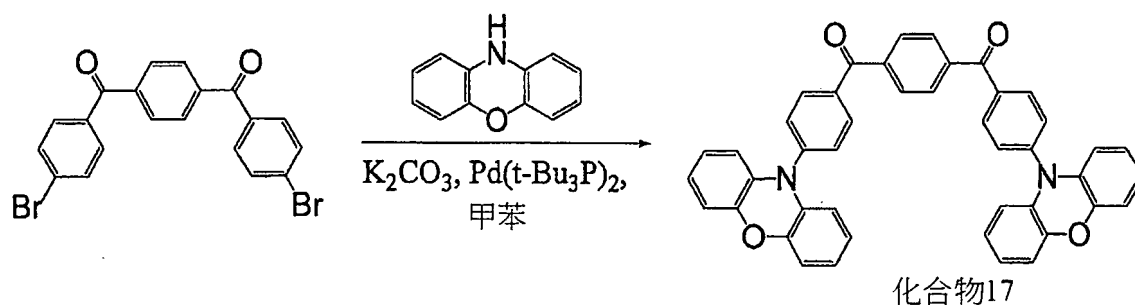


將間苯二甲醯二氯(2.60 g, 2.00 mmol)與溴苯(10 ml)裝入三口燒瓶中後，緩慢加入氯化鋁(2.03 g, 1.0 mmol)並於室溫下攪拌9小時。其後使溫度上升至 $90^\circ\text{C}$ 並攪拌2小時，加入冷甲醇，抽氣過濾而獲得析出之白色有機物。藉由氯仿對所得之有機物進行再結晶而純化，從而以產量3.33 g、產率75.0%獲得1,4-雙(4-溴苯甲醯基)苯。

化合物之鑑定係藉由 $^1\text{H-NMR}$ 而進行。

$^1\text{H-NMR}$  (500 MHz,  $\text{CDCl}_3$ , TMS,  $\delta$ ) : 7.87 (s, 4H), 7.71 (d,  $J = 8.5$  Hz, 4H), 7.67 (d,  $J = 8.5$  Hz, 4H).

[化68]



於1,3-雙{4-(10H-啡啶-10-基)苯甲醯基}苯之合成法中，使用1,4-雙(4-溴苯甲醯基)苯代替1,3-雙(4-溴苯甲醯基)苯進行合成，以產

量1.20 g、產率84.0%獲得1,4-雙{4-(10-啡啶-10-基)苯甲醯基}苯。

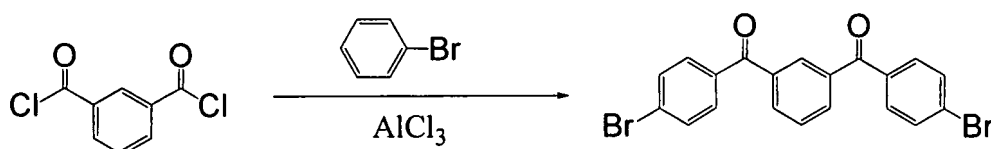
化合物之鑑定係藉由<sup>1</sup>H-NMR及元素分析而進行。

<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>, TMS, δ) : 8.09 (d, J = 7.0 Hz, 1H), 8.01 (s, 1H), 7.54 (d, J = 8.5 Hz, 1H), 6.75-6.69 (m, 2H), 6.64 (td, J = 7.5 Hz, 1.5 Hz, 1H), 6.02 (dd, J = 7.5 Hz, 1.0 Hz, 1H).

元素分析：Anal. Calcd for C<sub>44</sub>H<sub>28</sub>N<sub>2</sub> : C 81.47%, H 4.35%, N 4.32%; found : C 81.45%, H 4.20%, N 12.04%.

(合成例7)化合物18之合成

[化69]

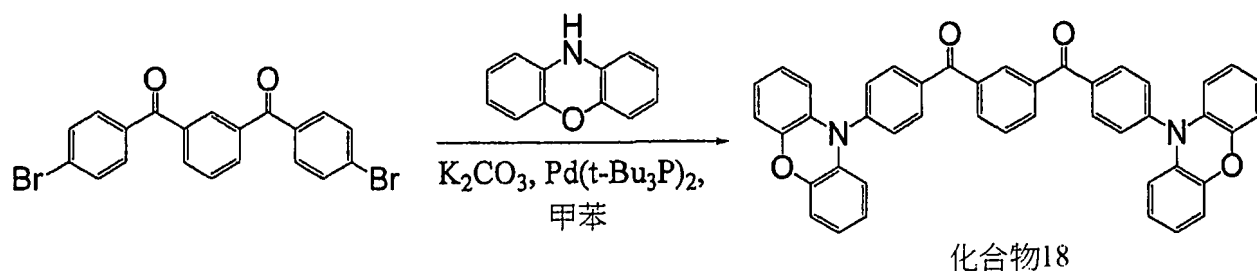


將間苯二甲醯氯(2.60 g, 2.00 mmol)與溴苯(10 ml)裝入三口燒瓶中後，緩慢加入氯化鋁(2.03 g, 1.0 mmol)並於室溫下攪拌9小時。其後使溫度上升至90℃並攪拌2小時，加入冷甲醇，抽氣過濾而獲得析出之白色有機物。藉由氯仿對所得之有機物進行再結晶而純化，以產量3.97 g、產率89.0%獲得1,3-雙(4-溴苯甲醯基)苯。

化合物之鑑定係藉由<sup>1</sup>H-NMR而進行。

<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>, TMS, δ) : 8.13 (s, 1H), 8.00 (dd, J = 7.5 Hz, 1.5 Hz, 2H), 7.70-7.64 (m, 9H).

[化70]



於化合物1之合成法中，使用1,3-雙(4-溴苯甲醯基)苯代替4,4'-二

溴二苯甲酮進行合成，以產量1.40 g、產率96.0%獲得1,3-雙{4-(10-啡啶-10-基)苯甲醯基}苯。

化合物之鑑定係藉由<sup>1</sup>H-NMR及元素分析而進行。

<sup>1</sup>H-NMR (500 MHz, CDCl<sub>3</sub>, TMS, δ) : 8.37 (t, 1H), 8.12-8.08 (m, 6H), 7.72 (t, 1H), 7.53 (d, J = 8.5 Hz, 4H), 6.74-6.68 (m, 8H), 6.64-6.61 (m, 4H), 6.01 (dd, J = 8.5 Hz, 1.5 Hz, 4H).

元素分析：Anal. Calcd for C<sub>44</sub>H<sub>38</sub>N<sub>2</sub> : C 81.47%, H 4.35%, N 4.32%; found : C 81.47%, H 4.27%, N 4.29%.

(實施例1)使用化合物1之有機光致發光元件之製作與評價

於Ar環境之手套箱中製備化合物1之甲苯溶液(濃度10<sup>-4</sup> mol/L)。

又，於石英基板上，藉由真空蒸鍍法於真空度10<sup>-4</sup> Pa以下之條件下，以50 nm之厚度形成化合物1之薄膜而製成有機光致發光元件。

另外，於石英基板上，藉由真空蒸鍍法於真空度10<sup>-4</sup> Pa以下之條件下，由不同之蒸鍍源蒸鍍化合物1與CBP(carbazole biphenyl, 咔唑聯苯)或mCP(1,3-bis(carbazol-9-yl), 1,3-雙(咔唑-9-基))，以100 nm之厚度形成化合物1之濃度為6.0重量%之薄膜而製成有機光致發光元件。

對於該等使用化合物1之樣品，將測定利用290 nm激發光之發射光譜而得之結果示於圖2。

關於光致發光量子效率，未起泡之甲苯溶液為28.0%，通入氬氣之甲苯溶液為43.7%，含有僅化合物1之薄膜之有機光致發光元件為38.0%，含有化合物1與CBP之薄膜之有機光致發光元件為60.2%，含有化合物1與mCP之薄膜之有機光致發光元件為70.2%。

又，將含有甲苯溶液與僅化合物1之薄膜之有機光致發光元件之暫態衰減曲線示於圖3。該暫態衰減曲線係表示測定對化合物照射激發光而發光強度逐漸失去活性之過程而得之發光壽命測定結果者。通

常之單成分發光(螢光或磷光)中發光強度依單指數函數衰減。其係指於曲線圖之縱軸為半log之情形時進行直線性衰減。如圖3所示之化合物1之暫態衰減曲線中，於觀測初期可觀測到此種直線性成分(螢光)，數 $\mu$ 秒以後出現偏離直線性之成分。此係延遲成分之發光，與初期之成分相加之信號沿長時間側成為帶裙擺狀之緩和曲線。藉由以上述方式測定發光壽命，確認化合物1係除螢光成分以外亦含有延遲成分之發光體。

進而，將含有化合物1與mCP之薄膜之有機光致發光元件於300 K、250 K、200 K、150 K、100 K、50 K、5 K之各溫度下之暫態衰減曲線示於圖4，將於300 K下之發光壽命光譜示於圖5。根據圖4，確認為伴隨溫度上升、延遲螢光成分增加之熱活性型之延遲螢光。又，即時螢光成分之發光壽命為0.06  $\mu$ s，延遲螢光成分之發光壽命為3.7  $\mu$ s。

又，將過氯酸四丁基銨(TBAP, Tetrabutylammonium perchlorate)之二氯甲烷溶液(0.1 mol/L濃度)中之化合物1之循環伏安圖示於圖6。根據圖6，確認化合物1為氧化還原特性良好、可實現良好之器件壽命者。

(實施例2)使用化合物2之有機光致發光元件之製作與評價

變更以下方面，即使用化合物2代替化合物1，藉由與實施例1相同之方法獲得如圖7所示之發射光譜。其中，不使用CBP而使用DPEPO(bis(2-(diphenylphosphino)phenyl) ether oxide, 雙[2-((氧代)二苯基磷基)苯基]醚)。

關於光致發光量子效率，未起泡之甲苯溶液為15.2%，通入氬氣之甲苯溶液為38.3%，含有僅化合物2之薄膜之有機光致發光元件為16.1%，含有化合物1與mCP之薄膜之有機光致發光元件為16.5%，含有化合物2與DPEPO之薄膜之有機光致發光元件於大氣下為57.2%，

於氮氣環境下為72.7%。

又，將含有甲苯溶液與僅化合物2之薄膜之有機光致發光元件之暫態衰減曲線示於圖8。進而，將含有化合物2與DPEPO之薄膜之有機光致發光元件於350 K、250 K、150 K、77 K之各溫度下之暫態衰減曲線示於圖9，將於300 K、250 K、200 K、150 K、100 K、50 K、5 K之各溫度下之暫態衰減曲線示於圖10。又，將於300 K下之發光壽命光譜示於圖11。根據圖9、10，確認為伴隨溫度上升、延遲螢光成分增加之熱活性型之延遲螢光。又，即時螢光成分之發光壽命為0.009 ms，延遲螢光成分之發光壽命為0.45 ms。

又，將過氯酸四丁基銨(TBAP)之二氯甲烷溶液(0.1 mol/L濃度)中之化合物1之循環伏安圖示於圖12。根據圖12，確認化合物2為氧化還原特性良好、可實現良好之器件壽命者。

(實施例3)使用化合物3之有機光致發光元件之製作與評價

變更以下方面，即使用化合物3代替化合物1，藉由與實施例1相同之方法獲得如圖13所示之發射光譜。其中，作為溶劑，不使用甲苯而使用氯仿，作為主體材料，不使用CBP或mCP，而使用DPEPO。

關於光致發光量子效率，未起泡之氯仿溶液為15.6%，通入氮氣之氯仿溶液為21.2%，含有僅化合物3之薄膜之有機光致發光元件為24.4%，含有化合物3與DPEPO之薄膜之有機光致發光元件為55.0%。

將化合物3之二氯甲烷溶液之暫態衰減曲線示於圖14。進而，將含有化合物3與DPEPO之薄膜之有機光致發光元件於300 K、250 K、200 K、150 K、100 K、50 K、5 K之各溫度下之暫態衰減曲線示於圖15，將於300 K下之發光壽命光譜示於圖16。根據圖15，確認為伴隨溫度上升、延遲螢光成分增加之熱活性型之延遲螢光。又，即時螢光成分之發光壽命為0.02 ms，延遲螢光成分之發光壽命為0.5 ms。

又，將過氯酸四丁基銨(TBAP)之二氯甲烷溶液(0.1 mol/L濃度)中

之化合物3之循環伏安圖示於圖17。根據圖17，確認化合物3為氧化還原特性良好、可實現良好之器件壽命者。

(實施例4)使用化合物17之有機光致發光元件之製作與評價

於Ar環境之手套箱中製備化合物17之環己烷溶液(濃度 $10^{-4}$  mol/L)。對於該環己烷溶液，將測定利用290 nm激發光之發射光譜而得之結果示於圖18。再者，於圖18中亦一併表示有於相同之條件下測得之化合物1~3、18之各環己烷溶液(濃度 $10^{-4}$  mol/L)之發射光譜的測定結果。圖18中，PL1~PL3、PL17、PL18分別為化合物1~3、17、18之環己烷溶液之發射光譜，UV1~UV3、UV17、UV18分別為化合物1~3、17、18之環己烷溶液之吸收光譜。

又，變更以下方面，即使用化合物17代替化合物1，藉由與實施例1相同之方法製作甲苯溶液及有機光致發光元件。其中，作為主體材料，不使用CBP或mCP而使用mCBP(3,3-Di(9H-carbazol-9-yl)biphenyl, 3,3-二(9H-咔唑-9-基)聯苯基)。並且對於該等樣品，測定發射光譜。

關於光致發光量子效率，通入氮氣之甲苯溶液為9.1%，含有僅化合物17之薄膜之有機光致發光元件為1.8%，含有化合物17與mCBP之薄膜之有機光致發光元件為35.9%。

將含有化合物17與mCBP之薄膜之有機光致發光元件於300 K、250 K、200 K、150 K、100 K、50 K、5 K之各溫度下之暫態衰減曲線示於圖19，將於300 K下之發光壽命光譜示於圖20。根據圖19，確認為伴隨溫度上升、延遲螢光成分增加之熱活性型之延遲螢光。又，即時螢光成分之發光壽命為0.03  $\mu$ s，延遲螢光成分之發光壽命為0.6  $\mu$ s。

又，將過氯酸四丁基銨(TBAP)之二氯甲烷溶液(0.1 mol/L濃度)中之化合物17之循環伏安圖示於圖21。根據圖21，確認化合物17為氧化

還原特性良好、可實現良好之器件壽命者。

(實施例5)使用化合物18之有機光致發光元件之製作與評價

於Ar環境之手套箱中製備化合物18之環己烷溶液(濃度 $10^{-4}$  mol/L)。對於該環己烷溶液，將測定利用290 nm激發光之發射光譜而得之結果示於上述之圖18。

又，變更以下方面，即使用化合物18代替化合物1，藉由與實施例1相同之方法製作甲苯溶液及有機光致發光元件。其中，作為主體材料，不使用CBP或mCP而使用mCBP。並且對於該等樣品，測定發射光譜。

關於光致發光量子效率，通入氬氣之甲苯溶液為36.0%，含有僅化合物18之薄膜之有機光致發光元件為28.5%，含有化合物18與mCBP之薄膜之有機光致發光元件為71.3%。

將含有化合物18與mCBP之薄膜之有機光致發光元件於300 K、250 K、200 K、150 K、100 K、50 K、5 K之各溫度下之暫態衰減曲線示於圖22，將於300 K下之發光壽命光譜示於圖23。根據圖22，確認為伴隨溫度上升、延遲螢光成分增加之熱活性型之延遲螢光。又，即時螢光成分之發光壽命為0.02  $\mu$ s，延遲螢光成分之發光壽命為0.5  $\mu$ s。

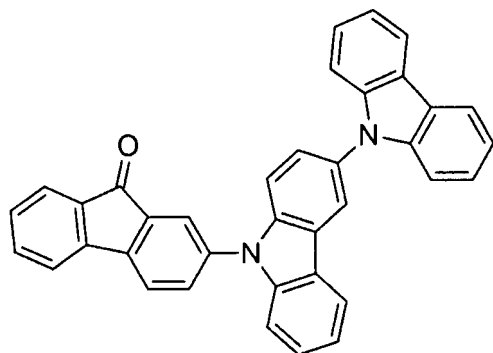
又，將過氯酸四丁基銨(TBAP)之二氯甲烷溶液(0.1 mol/L濃度)中之化合物17之循環伏安圖示於圖24。根據圖24，確認化合物18為氧化還原特性良好、可實現良好之器件壽命者。

(比較例1)使用比較化合物A之有機光致發光元件之製作與評價

使用具有下述結構之比較化合物A代替化合物1，製作含有僅由比較化合物A構成之薄膜之有機光致發光元件並進行發光試驗，但未觀察到延遲螢光。又，關於將DPEPO與化合物3(濃度6重量%)共蒸鍍而得之有機光致發光元件，將於300 K與5 K之各溫度下測得之暫態衰

減曲線示於圖25。確認比較化合物A並非熱活性型之螢光材料。進而測定該有機光致發光元件之光致發光量子效率，結果為9.4%，較低。

[化71]



比較化合物A

(實施例6)使用化合物1之有機電致發光元件之製作與評價

藉由真空蒸鍍法，以真空度 $5.0 \times 10^{-4}$  Pa將各薄膜積層於形成有包含膜厚100 nm之銦-錫氧化物(ITO)之陽極的玻璃基板上。首先，於ITO上形成40 nm之厚度之 $\alpha$ -NPD。繼而，由不同之蒸鍍源共蒸鍍化合物1與mCP，形成20 nm之厚度之層而製成發光層。此時，化合物1之濃度設為6.0重量%。繼而，形成40 nm之厚度之TPBi(1,3,5-Tris(1-phenyl-1H-benzimidazol-2-yl)benzene，1,3,5-三(1-苯基-1H-苯并咪唑-2-基)苯)，進而將氟化鋰(LiF)真空蒸鍍為0.8 nm，繼而將鋁(Al)蒸鍍為80 nm之厚度，藉此形成陰極，製成有機電致發光元件。

將所製造之有機電致發光元件之發射光譜示於圖26，將電壓-電流密度-發光強度特性示於圖27，將電流密度-外部量子效率特性示於圖28。使用化合物1作為發光材料之有機電致發光元件達成10.7%之較高之外部量子效率。假設使用發光量子效率為100%之螢光材料試製成取得平衡之理想之有機電致發光元件，則光提取效率若為20~30%，則螢光發光之外部量子效率成為5~7.5%。一般認為該值係使用螢光材料之有機電致發光元件之外部量子效率的理論極限值。使用

化合物1之本發明之有機電致發光元件實現超過理論極限值之較高之外部量子效率，就該方面而言極為優異。

又，使用mCBP代替mCP，使用PPT代替TPBi，以相同之方式製造有機電致發光元件並評價特性，結果為外部量子效率為10.2%。

(實施例7)使用化合物2之有機電致發光元件之製作與評價

於形成有含有膜厚100 nm之銦-錫氧化物(ITO)之陽極的玻璃基板上，藉由真空蒸鍍法，以真空度 $5.0 \times 10^{-4}$  Pa積層各薄膜。首先，於ITO上形成35 nm之厚度之 $\alpha$ -NPD，形成5 nm之厚度之mCP。繼而，由不同之蒸鍍源共蒸鍍化合物2與DPEPO，形成20 nm之厚度之層而製成發光層。此時，化合物2之濃度設為6.0重量%。繼而，形成10 nm之厚度之DPEPO，形成30 nm之厚度之TPBi，進而將氟化鋰(LiF)真空蒸鍍為0.8 nm，繼而將鋁(Al)蒸鍍為80 nm之厚度，藉此形成陰極，從而製成有機電致發光元件。

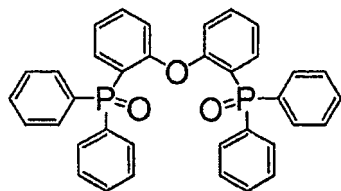
將所製造之有機電致發光元件之發射光譜示於圖29，將電壓-電流密度特性示於圖30，將電流密度-外部量子效率-發光強度特性示於圖31。使用化合物2作為發光材料之有機電致發光元件達成14.3%之較高之外部量子效率。該值大幅大於使用未表現出延遲螢光之通常之螢光材料作為發光材料之情形時之外部量子效率的理論極限值(7.5%)。

(實施例8)使用化合物3之有機電致發光元件之製作與評價

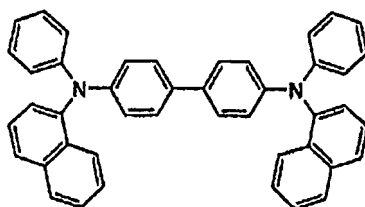
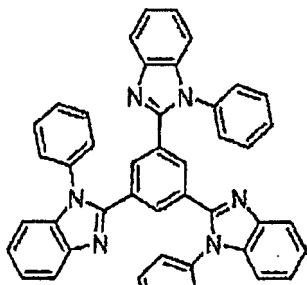
使用化合物3代替化合物2，藉由與實施例5相同之方法製造有機電致發光元件。

將所製造之有機電致發光元件之發射光譜示於圖32，將電壓-電流密度特性示於圖33，將電流密度-外部量子效率-發光強度特性示於圖34。使用化合物3作為發光材料之有機電致發光元件達成8.1%之較高之外部量子效率。該值大於使用未表現出延遲螢光之通常之螢光材料作為發光材料之情形時之外部量子效率的理論極限值(7.5%)。

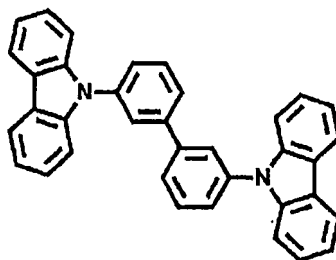




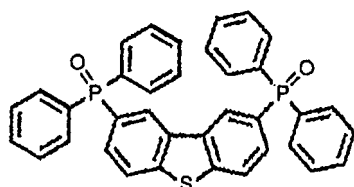
DPEPO

 $\alpha$ -NPD

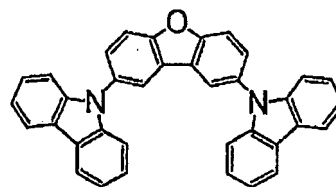
TPBi



mCBP



PPT



Cz2DBF

### [產業上之可利用性]

本發明之化合物作為發光材料有用。因此，本發明之化合物可有效地用作有機電致發光元件等有機發光元件用之發光材料。由於本發明之化合物中亦含有放射延遲螢光者，因此亦可提供發光效率較高之有機發光元件。因此，本發明於產業上之可利用性較高。

### 【符號說明】

- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 基板    |
| 2 | 陽極    |
| 3 | 電洞注入層 |
| 4 | 電洞傳輸層 |
| 5 | 發光層   |
| 6 | 電子傳輸層 |
| 7 | 陰極    |

## 201509882 發明摘要

※ 申請案號：103113259

※ 申請日：107.4.10

※IPC 分類：C09K; H01L; C07D

## 【發明名稱】

發光材料、有機發光元件及化合物

LIGHT-EMITTING MATERIAL, ORGANIC

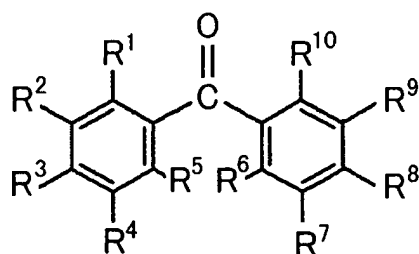
ELECTROLUMINESCENCE DEVICE AND COMPOUND

C07C211/54(2006.01)  
 C07D209/82(2006.01)  
 C07D209/88(2006.01)  
 C07D219/02(2006.01)  
 C07D265/38(2006.01)  
 C07D401/10(2006.01)  
 C07D401/14(2006.01)  
 C07D403/10(2006.01)  
 C07D403/14(2006.01)  
 C07D413/10(2006.01)  
 C07D413/14(2006.01)  
 C07D417/10(2006.01)  
 C07D417/14(2006.01)  
 C09K11/06(2006.01)  
 H01L51/50(2006.01)

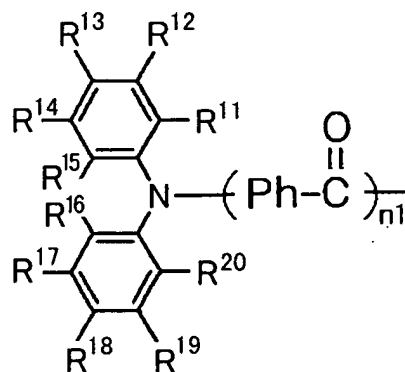
## 【中文】

下述通式(1)所表示之化合物作為發光材料有用。R<sup>1</sup>~R<sup>10</sup>表示氫原子或取代基，R<sup>1</sup>~R<sup>10</sup>之至少1者為下述通式(2)所表示之基。R<sup>21</sup>~R<sup>30</sup>表示氫原子或取代基，Ph表示伸苯基，n1表示0或1。

通式(1)



通式(2)



## 【英文】

無

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第(1)圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 基板    |
| 2 | 陽極    |
| 3 | 電洞注入層 |
| 4 | 電洞傳輸層 |
| 5 | 發光層   |
| 6 | 電子傳輸層 |
| 7 | 陰極    |

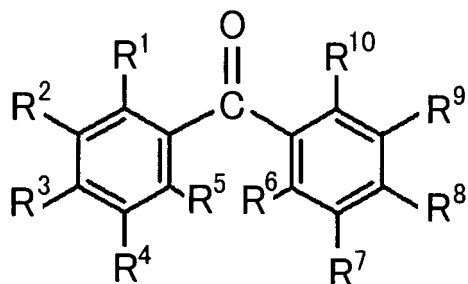
**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無

## 申請專利範圍

1. 一種發光材料，其含有下述通式(1)所表示之化合物，  
[化1]

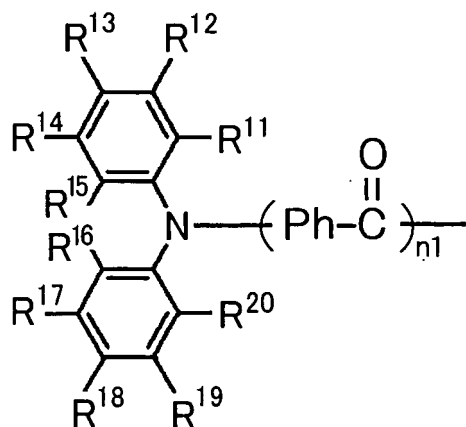
通式(1)



[通式(1)中， $R^1 \sim R^{10}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基；其中， $R^1 \sim R^{10}$ 之至少1者各自獨立為下述通式(2)所表示之基； $R^1$ 與 $R^2$ 、 $R^2$ 與 $R^3$ 、 $R^3$ 與 $R^4$ 、 $R^4$ 與 $R^5$ 、 $R^6$ 與 $R^7$ 、 $R^7$ 與 $R^8$ 、 $R^8$ 與 $R^9$ 、 $R^9$ 與 $R^{10}$ 可互相鍵結而形成環狀結構]

[化2]

通式(2)



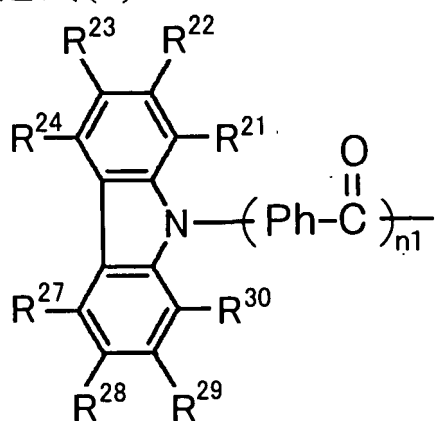
[通式(2)中， $R^{11} \sim R^{20}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基； $R^{11}$ 與 $R^{12}$ 、 $R^{12}$ 與 $R^{13}$ 、 $R^{13}$ 與 $R^{14}$ 、 $R^{14}$ 與 $R^{15}$ 、 $R^{15}$ 與 $R^{16}$ 、 $R^{16}$ 與 $R^{17}$ 、 $R^{17}$ 與 $R^{18}$ 、 $R^{18}$ 與 $R^{19}$ 、 $R^{19}$ 與 $R^{20}$ 可互相鍵結而形成環狀結構；Ph表示

經取代或未經取代之伸苯基；n1表示0或1]。

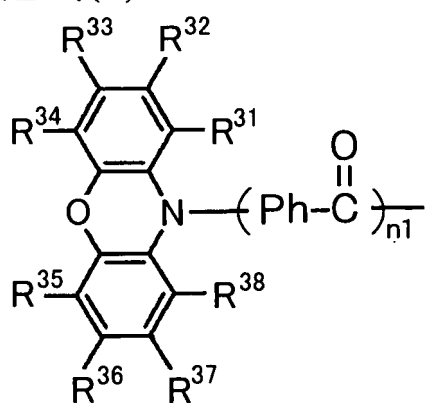
2. 如請求項1之發光材料，其中上述通式(2)所表示之基係下述通式(3)~(8)中任一者所表示之基，

[化3]

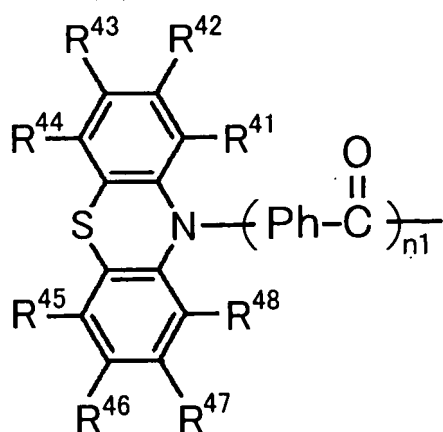
通式(3)



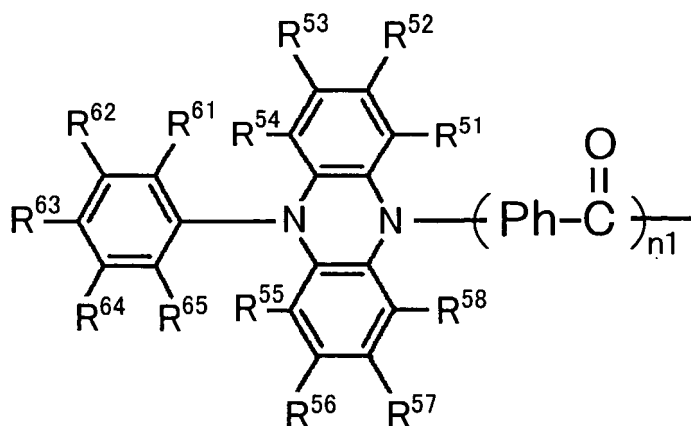
通式(4)



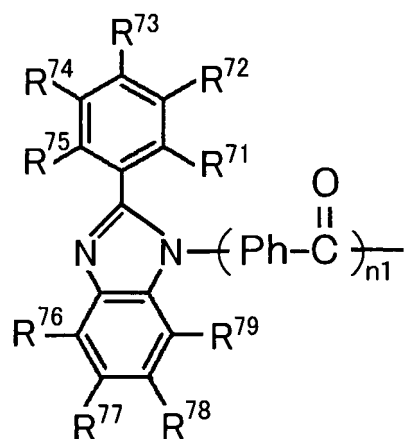
通式(5)



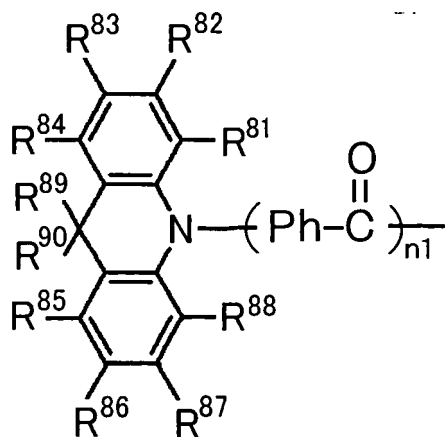
通式(6)



通式(7)



通式(8)



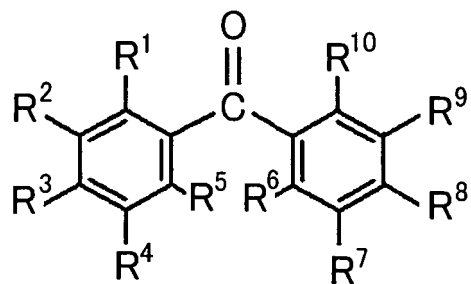
[通式(3)~(8)中， $R^{21} \sim R^{24}$ 、 $R^{27} \sim R^{38}$ 、 $R^{41} \sim R^{48}$ 、 $R^{51} \sim R^{58}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ 、 $R^{71} \sim R^{79}$ 、 $R^{81} \sim R^{90}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基； $R^{21}$ 與 $R^{22}$ 、 $R^{22}$ 與 $R^{23}$ 、 $R^{23}$ 與 $R^{24}$ 、 $R^{27}$ 與 $R^{28}$ 、 $R^{28}$ 與 $R^{29}$ 、 $R^{29}$ 與 $R^{30}$ 、 $R^{31}$ 與 $R^{32}$ 、 $R^{32}$ 與 $R^{33}$ 、 $R^{33}$ 與 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 與 $R^{36}$ 、 $R^{36}$ 與 $R^{37}$ 、 $R^{37}$ 與 $R^{38}$ 、 $R^{41}$ 與 $R^{42}$ 、 $R^{42}$ 與 $R^{43}$ 、 $R^{43}$ 與 $R^{44}$ 、 $R^{45}$ 與 $R^{46}$ 、 $R^{46}$ 與 $R^{47}$ 、

$R^{47}$  與  $R^{48}$ 、 $R^{51}$  與  $R^{52}$ 、 $R^{52}$  與  $R^{53}$ 、 $R^{53}$  與  $R^{54}$ 、 $R^{55}$  與  $R^{56}$ 、 $R^{56}$  與  $R^{57}$ 、 $R^{57}$  與  $R^{58}$ 、 $R^{61}$  與  $R^{62}$ 、 $R^{62}$  與  $R^{63}$ 、 $R^{63}$  與  $R^{64}$ 、 $R^{64}$  與  $R^{65}$ 、 $R^{54}$  與  $R^{61}$ 、 $R^{55}$  與  $R^{65}$ 、 $R^{71}$  與  $R^{72}$ 、 $R^{72}$  與  $R^{73}$ 、 $R^{73}$  與  $R^{74}$ 、 $R^{74}$  與  $R^{75}$ 、 $R^{76}$  與  $R^{77}$ 、 $R^{77}$  與  $R^{78}$ 、 $R^{78}$  與  $R^{79}$ 、 $R^{81}$  與  $R^{82}$ 、 $R^{82}$  與  $R^{83}$ 、 $R^{83}$  與  $R^{84}$ 、 $R^{85}$  與  $R^{86}$ 、 $R^{86}$  與  $R^{87}$ 、 $R^{87}$  與  $R^{88}$ 、 $R^{89}$  與  $R^{90}$  可互相鍵結而形成環狀結構；Ph 表示經取代或未經取代之伸苯基；n1 表示 0 或 1]。

3. 如請求項 1 之發光材料，其中通式(1)之  $R^1 \sim R^5$  中之至少 1 者與  $R^6 \sim R^{10}$  中之至少 1 者為上述通式(2)所表示之基。
4. 如請求項 3 之發光材料，其中通式(1)之  $R^3$  與  $R^8$  為上述通式(2)所表示之基。
5. 如請求項 1 至 4 中任一項之發光材料，其中上述通式(2)所表示之基為上述通式(4)所表示之基。
6. 如請求項 1 至 4 中任一項之發光材料，其中上述通式(2)所表示之基為上述通式(3)所表示之基。
7. 如請求項 6 之發光材料，其中上述通式(3)之  $R^{21} \sim R^{24}$ 、 $R^{27} \sim R^{30}$  之至少 1 者為取代基。
8. 如請求項 7 之發光材料，其中上述取代基為上述通式(3)至(8)中任一者所表示之基。
9. 如請求項 8 之發光材料，其中上述通式(3)之  $R^{23}$  及  $R^{28}$  之至少 1 者為上述取代基。
10. 一種延遲螢光體，其含有下述通式(1)所表示之化合物，

[化 4]

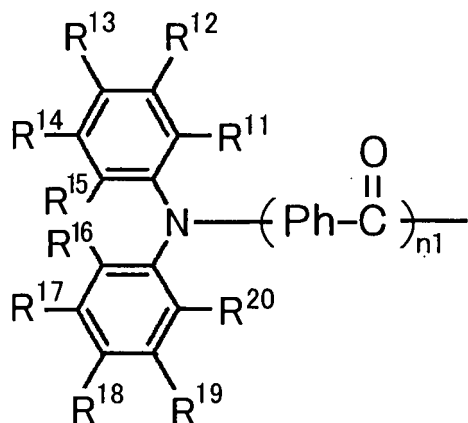
通式(1)



[通式(1)中， $R^1 \sim R^{10}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基；其中， $R^1 \sim R^{10}$ 之至少1者各自獨立為下述通式(2)所表示之基； $R^1$ 與 $R^2$ 、 $R^2$ 與 $R^3$ 、 $R^3$ 與 $R^4$ 、 $R^4$ 與 $R^5$ 、 $R^6$ 與 $R^7$ 、 $R^7$ 與 $R^8$ 、 $R^8$ 與 $R^9$ 、 $R^9$ 與 $R^{10}$ 可互相鍵結而形成環狀結構]

[化5]

通式(2)



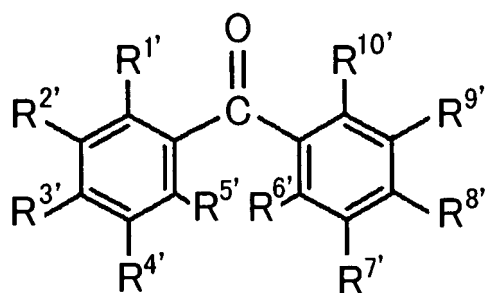
[通式(2)中， $R^{11} \sim R^{20}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基； $R^{11}$ 與 $R^{12}$ 、 $R^{12}$ 與 $R^{13}$ 、 $R^{13}$ 與 $R^{14}$ 、 $R^{14}$ 與 $R^{15}$ 、 $R^{15}$ 與 $R^{16}$ 、 $R^{16}$ 與 $R^{17}$ 、 $R^{17}$ 與 $R^{18}$ 、 $R^{18}$ 與 $R^{19}$ 、 $R^{19}$ 與 $R^{20}$ 可互相鍵結而形成環狀結構；Ph表示經取代或未經取代之伸苯基；n1表示0或1]。

11. 一種有機發光元件，其特徵在於：其含有如請求項1至9中任一項之發光材料。
12. 如請求項11之有機發光元件，其包含2種以上發光峰波長不同之通式(1)所表示之發光材料。

13. 如請求項11之有機發光元件，其放射延遲螢光。
14. 如請求項11至13中任一項之有機發光元件，其係有機電致發光元件。
15. 一種化合物，其係下述通式(1')所表示者，

[化6]

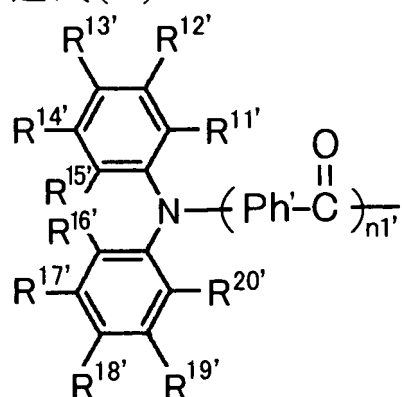
通式(1')



[通式(1')中， $R^{1'} \sim R^{10'}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基；其中， $R^{1'} \sim R^{10'}$ 之至少1者各自獨立為下述通式(2')所表示之基； $R^{1'}$ 與 $R^{2'}$ 、 $R^{2'}$ 與 $R^{3'}$ 、 $R^{3'}$ 與 $R^{4'}$ 、 $R^{4'}$ 與 $R^{5'}$ 、 $R^{6'}$ 與 $R^{7'}$ 、 $R^{7'}$ 與 $R^{8'}$ 、 $R^{8'}$ 與 $R^{9'}$ 、 $R^{9'}$ 與 $R^{10'}$ 可互相鍵結而形成環狀結構]

[化7]

通式(2')

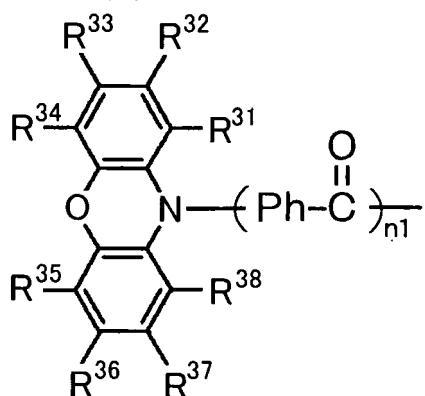


[通式(2')中， $R^{11'} \sim R^{20'}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基； $R^{11'}$ 與 $R^{12'}$ 、 $R^{12'}$ 與 $R^{13'}$ 、 $R^{13'}$ 與 $R^{14'}$ 、 $R^{14'}$ 與 $R^{15'}$ 、 $R^{15'}$ 與 $R^{16'}$ 、 $R^{16'}$ 與

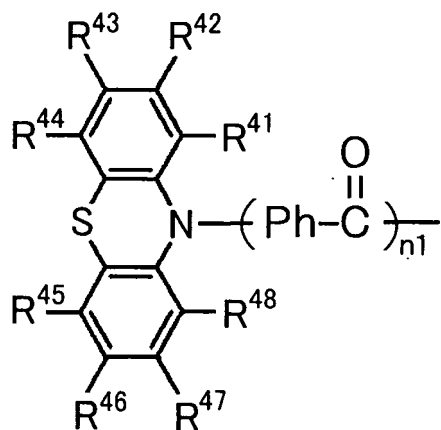
$R^{17'}$ 、 $R^{17'}$ 與 $R^{18'}$ 、 $R^{18'}$ 與 $R^{19'}$ 、 $R^{19'}$ 與 $R^{20'}$ 可互相鍵結而形成環狀結構；其中，於 $R^{15'}$ 與 $R^{16'}$ 一併形成單鍵時， $R^{13'}$ 與 $R^{18'}$ 各自獨立為氫原子或下述通式(4)~(8)中任一者所表示之基，且至少一者為上述通式(4)~(8)中任一者所表示之基；Ph'表示經取代或未經取代之伸苯基； $n1'$ 表示0或1]

[化8]

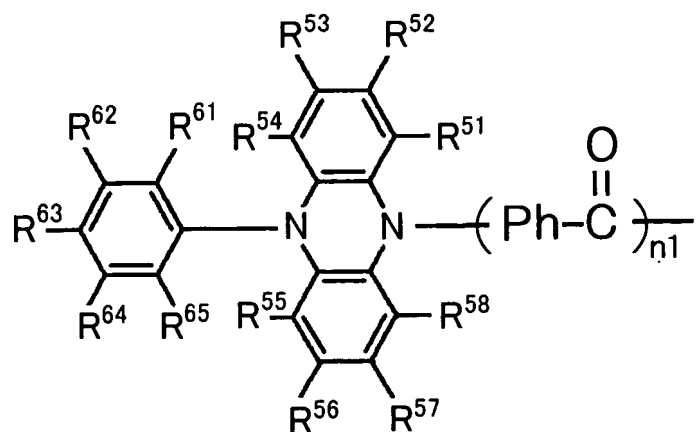
通式(4)



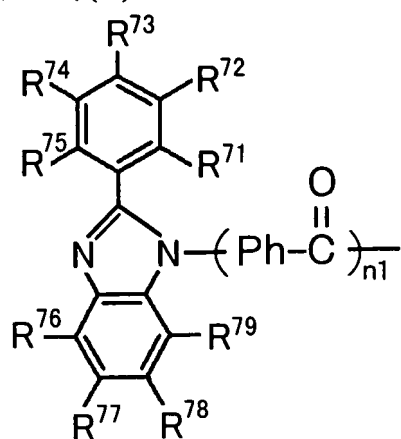
通式(5)



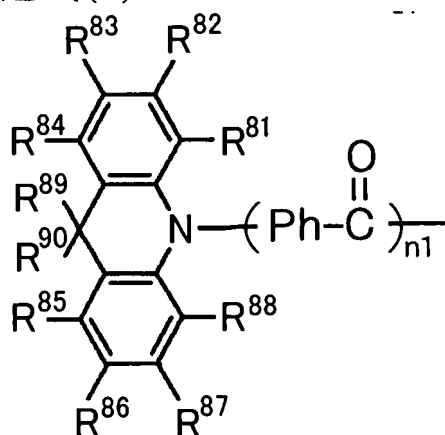
通式(6)



通式(7)



通式(8)



[通式(4)~(8)中， $R^{31} \sim R^{38}$ 、 $R^{41} \sim R^{48}$ 、 $R^{51} \sim R^{58}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ 、 $R^{71} \sim R^{79}$ 、 $R^{81} \sim R^{90}$ 各自獨立地表示氫原子或取代基； $R^{31}$ 與 $R^{32}$ 、 $R^{32}$ 與 $R^{33}$ 、 $R^{33}$ 與 $R^{34}$ 、 $R^{35}$ 與 $R^{36}$ 、 $R^{36}$ 與 $R^{37}$ 、 $R^{37}$ 與 $R^{38}$ 、 $R^{41}$ 與 $R^{42}$ 、 $R^{42}$ 與 $R^{43}$ 、 $R^{43}$ 與 $R^{44}$ 、 $R^{45}$ 與 $R^{46}$ 、 $R^{46}$ 與 $R^{47}$ 、 $R^{47}$ 與 $R^{48}$ 、 $R^{51}$ 與 $R^{52}$ 、 $R^{52}$ 與 $R^{53}$ 、 $R^{53}$ 與 $R^{54}$ 、 $R^{55}$ 與 $R^{56}$ 、 $R^{56}$ 與 $R^{57}$ 、 $R^{57}$ 與

$R^{58}$ 、 $R^{61}$ 與 $R^{62}$ 、 $R^{62}$ 與 $R^{63}$ 、 $R^{63}$ 與 $R^{64}$ 、 $R^{64}$ 與 $R^{65}$ 、 $R^{54}$ 與 $R^{61}$ 、 $R^{55}$ 與 $R^{65}$ 、 $R^{71}$ 與 $R^{72}$ 、 $R^{72}$ 與 $R^{73}$ 、 $R^{73}$ 與 $R^{74}$ 、 $R^{74}$ 與 $R^{75}$ 、 $R^{76}$ 與 $R^{77}$ 、 $R^{77}$ 與 $R^{78}$ 、 $R^{78}$ 與 $R^{79}$ 、 $R^{81}$ 與 $R^{82}$ 、 $R^{82}$ 與 $R^{83}$ 、 $R^{83}$ 與 $R^{84}$ 、 $R^{85}$ 與 $R^{86}$ 、 $R^{86}$ 與 $R^{87}$ 、 $R^{87}$ 與 $R^{88}$ 、 $R^{89}$ 與 $R^{90}$ 可互相鍵結而形成環狀結構；Ph表示經取代或未經取代之伸苯基；n1表示0或1]。





































