



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201728741 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 16 日

(21) 申請案號：105140579

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 08 日

(51) Int. Cl. : C09K11/06 (2006.01)

C09K11/87 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

H05B33/14 (2006.01)

(30) 優先權：2015/12/08 日本

2015-239202

(71) 申請人：保土谷化學工業股份有限公司 (日本) HODOGAYA CHEMICAL CO., LTD. (JP)
日本(72) 發明人：林秀一 HAYASHI, SHUICHI (JP)；樺澤直朗 KABASAWA, NAOAKI (JP)；山本
剛史 YAMAMOTO, TAKESHI (JP)；望月俊二 MOCHIDUKI, SHUNJI (JP)

(74) 代理人：周良謀；周良吉

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：37 共 141 頁

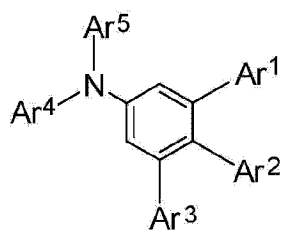
(54) 名稱

有機電致發光元件

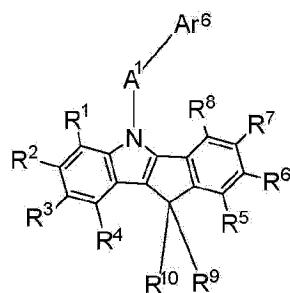
AN ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DEVICE

(57) 摘要

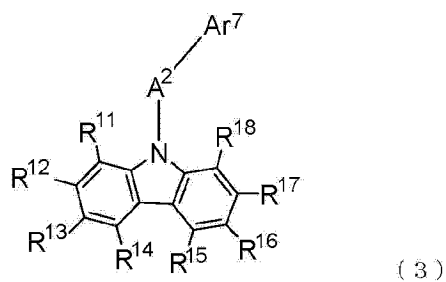
依照本發明，提供一種有機 EL 元件，至少按順序具有陽極、電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極，其特徵為：該電洞輸送層含有下列通式(1)表示之芳胺化合物，且該發光層含有下列通式(2)表示之二氫茛并吡啉衍生物或下列通式(3)表示之咪唑衍生物。本發明之有機 EL 元件為高效率、低驅動電壓且尤其長壽命。



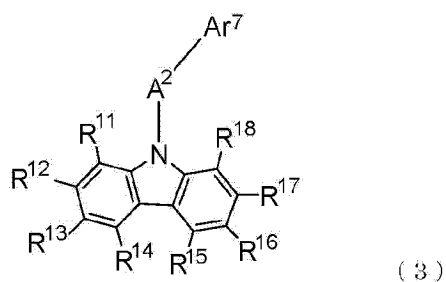
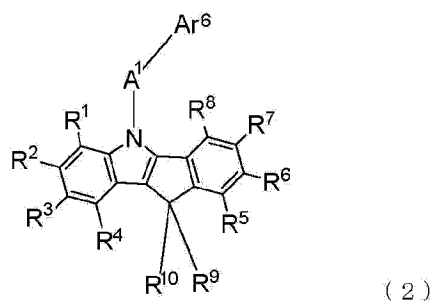
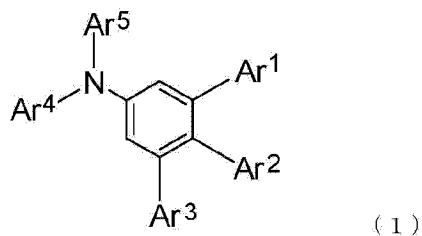
(1)



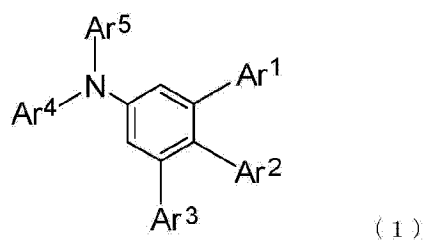
(2)

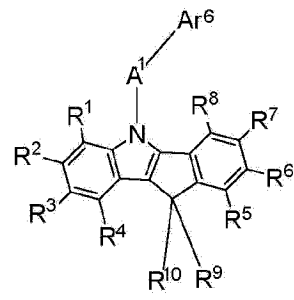


The present invention provides an organic EL device which has at least an anode, a hole-transporting layer, a luminous layer, an electron-transporting layer and a cathode in this order, and which is characterized in that the hole-transporting layer contains an arylamine compound represented by a general formula (1) and the electron-transporting layer contains a indenoindole derivative represented by a general formula (2) or carbazole derivative represented by a general formula (3). The organic EL device of the present invention has high efficiency, low driving voltage, and particularly long service life.

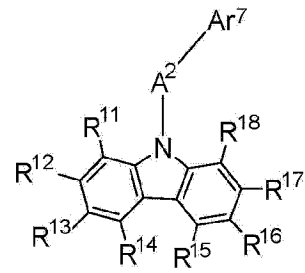


特徵化學式：





(2)



(3)

【發明說明書】

【中文發明名稱】 有機電致發光元件

【英文發明名稱】 AN ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DEVICE

【技術領域】

【0001】

本發明係關於適合各種顯示裝置之為自發光元件之有機電致發光元件(以下簡稱為有機EL元件)，詳言之係關於使用了特定之芳胺化合物及特定之茚并吡啶化合物或特定之咪唑化合物(及特定之蔥衍生物)之有機電致發光元件。

【先前技術】

【0002】

有機EL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。所以已有人積極研究。

【0003】

1987年由伊士曼·柯達公司的C.W.Tang等人開發了將各種作用分配到各材料而得的疊層結構元件，使得使用有機材料之有機EL元件實用化。有機EL元件係將能輸送電子的螢光體與能輸送電洞的有機物予以疊層而形成。藉此將兩者的電荷注入螢光體層之中使發光，而於10V以下之電壓獲得了 1000cd/m^2 以上的高亮度(例如參照專利文獻1及專利文獻2)。

【0004】

直到現在，為了有機EL元件的實用化已有許多改良，疊層結構之各種作用更為細分，已知有在基板上依序設有陽極、電洞注入層、電洞輸送層、發光層、

電子輸送層、電子注入層、陰極的電場發光元件。藉由如此的電場發光元件元件能達成高效率與耐久性。

【0005】

也有人為了更提高發光效率而嘗試利用三重態激發子，也有人探討磷光發光體的利用。而且也已開發出利用熱活化延遲螢光(TADF)所致發光的元件。2011年九州大學的安達等人利用使用熱活化延遲螢光材料的元件，達成了5.3%的外部量子效率。

【0006】

發光層，一般而言可以於稱為主體材料的電荷輸送性之化合物摻雜螢光性化合物、磷光發光性化合物、或發射延遲螢光之材料而製作。有機EL元件中的有機材料的選擇會對於此元件的效率或耐久性等各特性給予重大的影響。

【0007】

有機EL元件中，從兩電極注入的電荷會於發光層再結合而發光。因此有機EL元件中，電洞、電子兩電荷要如何以良好效率傳遞到發光層係為重要，須成為載子均衡性優異之元件。例如藉由提高電洞注入性，提高阻擋從陰極注入之電子的電子阻擋性，使電洞與電子再結合的機率提高，進而藉由幽禁在發光層內生成的激子，可獲得高發光效率。所以，電洞輸送材料發揮的效果重要，尋求電洞注入性高、電洞移動度大、電子阻擋性高，進而對於電子之耐久性高的電洞輸送材料。

【0008】

又，考量元件壽命之觀點，材料之耐熱性或非晶性亦為重要。耐熱性低的材料，會由於元件驅動時產生的熱，而即使在低的溫度也發生熱分解，材料劣化。非晶性低的材料，即使在短時間仍會發生薄膜之結晶化，導致元件劣化。所以，使用之材料希望有耐熱性高、非晶性良好的性質。

【0009】

迄今在有機EL元件使用的電洞輸送材料已知有N,N'-二苯基-N,N'-二(α -萘基)聯苯胺(NPD)、各種芳香族胺衍生物(例如參照專利文獻1及專利文獻2)。NPD有良好的電洞輸送能力,但成為耐熱性指標之玻璃轉移點(Tg)為96°C之低,於高溫條件下會因結晶化導致元件特性下降。又,專利文獻1及專利文獻2記載的芳香族胺衍生物之中已知有電洞移動度為 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的有優良移動度的化合物,但該芳香族胺衍生物之電子阻擋性不足。因此,使用該芳香族胺衍生物形成之有機EL元件會有一部分電子穿越發光層,無法期待發光效率提升。故為了進一步高效率化,尋求電子阻擋性更高、薄膜更安定且耐熱性高的材料。又,專利文獻3報告耐久性高之芳香族胺衍生物,該芳香族胺衍生物係作為電子照片感光體使用之電荷輸送材料,並無作為有機EL元件使用之例。

【0010】

作為已改良耐熱性、電洞注入性等特性之化合物,專利文獻4及專利文獻5提出有取代咪唑結構之芳胺化合物。但使用該等化合物於電洞注入層或電洞輸送層之元件雖然耐熱性、發光效率等有所改良,但未稱得上令人滿意,尋求更低驅動電壓、更高發光效率。

【0011】

如此,為了改善有機EL元件之元件特性、提高元件製作之良率,尋求藉由組合電洞之注入・輸送性能、電子之注入・輸送性能、薄膜狀態之安定性或耐久性優異之材料以能製成發光效率高、驅動電壓低、長壽命之元件。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0012】

[專利文獻1] 日本特開平8-048656號公報

[專利文獻2] 日本專利第3194657號公報

[專利文獻3] 日本專利第4943840號公報

[專利文獻4] 日本特開2006-151979號公報

[專利文獻5] WO2008/62636號公報

[專利文獻6] 日本特表2014-513064號公報

[專利文獻7] WO2011/059000號公報

[專利文獻8] WO2003/060956號公報

[專利文獻9] 韓國公開專利2013-060157號公報

[專利文獻10] 日本特開平7-126615號公報

[專利文獻11] 日本特開2005-108804號公報

【發明內容】

【0013】

(發明欲解決之課題)

本發明之目的，係藉由將作為有機EL元件用之材料之電洞之注入・輸送性能、電子之注入・輸送性能、電子阻擋能力、薄膜狀態之安定性或耐久性優異之有機EL元件用之各種材料以各材料擁有之特性能有效展現之方式組合，而提供 (1) 發光效率及電力效率高、 (2) 實用驅動電壓低，尤其 (3) 壽命長之有機EL元件。

(解決課題之方式)

【0014】

本案發明人等為了達成上述目的，著眼於：芳胺系材料的電洞注入及輸送能力、薄膜安定性及耐久性優異。並考量使用該材料形成之電洞輸送層，電洞能以良好效率向發光層注入・輸送。又，著眼於具有茛并吡啶環結構之化合物

及具有咪唑環結構之化合物，發光效率優異。並且選擇該化合物作為發光層之材料，進而配合發光層之材料之特性而以取得載子均衡性之方式將電洞輸送材料予以組合，並製作各種有機EL元件，努力進行元件之特性評價。

【0015】

又，本案發明人等著眼於具有蔥環結構之化合物，電子之注入・輸送能力、薄膜安定性及耐久性優異，將上述電洞輸送層之材料及發光層之材料和作為電子輸送層之材料之具有特定之蔥環結構之化合物，以提高電子向發光層之注入・輸送效率，進而使載子均衡性更為符合發光層之材料之特性。並且努力進行元件之特性評價。

【0016】

進而，使電洞輸送層成為第1電洞輸送層與第2電洞輸送層之2層結構，第2電洞輸送層使用電子阻擋性優異之上述芳胺系之材料，又，以電洞能以良好效率朝發光層注入・輸送之方式，選擇特定之2種芳胺化合物作為第1電洞輸送層之材料，亦即選擇載子均衡性精緻化之材料之組合，而製作各種有機EL元件。並且努力進行元件之特性評價。其結果完成本發明。

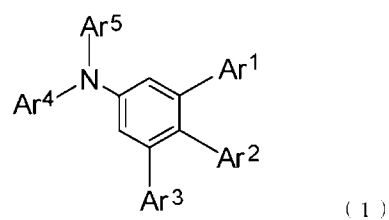
【0017】

亦即依照本發明，提供：

1)一種有機EL元件，至少按順序具有陽極、電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極，

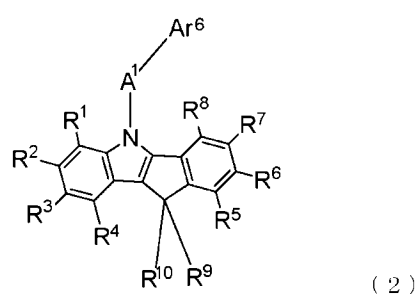
前述電洞輸送層含有下列通式(1)表示之芳胺化合物，前述發光層含有下列通式(2)表示之茚并吡啶化合物或下列通式(3)表示之咪唑化合物。

【化1】



式中， $Ar^1 \sim Ar^5$ 可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。

【化2】



式中，

A^1 表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵，

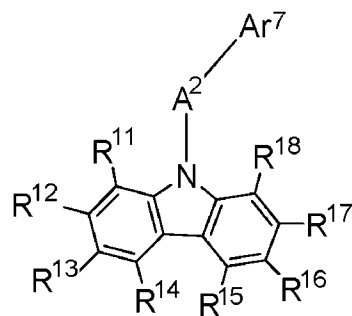
Ar^6 表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

$R^1 \sim R^8$ 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；碳原子數1~6之烷基；碳原子數5~10之環烷基；碳原子數2~6之烯基；碳原子數1~6之烷氧基；碳原子數5~10之環烷氧基；芳香族烴基；芳香族雜環基；縮合多環芳香族基；芳氧基；或經選自芳香族烴基、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， $R^1 \sim R^4$ 亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環， $R^5 \sim R^8$ 也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，再者，於 $R^1 \sim R^4$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^1 \sim R^4$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環， $R^5 \sim R^8$ 之一部分從苯環脫離而產生之空

位， $R^5 \sim R^8$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環。

R^9 與 R^{10} 可相同也可不同，表示碳原子數1~6之烷基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

【化3】



(3)

式中，

A^2 表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵，

Ar^7 表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

$R^{11} \sim R^{18}$ 可相同也可不同，表示氫原子；氖原子；氟原子；氯原子；氫基；硝基；碳原子數1~6之烷基；碳原子數5~10之環烷基；碳原子數2~6之烯基；碳原子數1~6之烷氧基；碳原子數5~10之環烷氧基；芳香族烴基；芳香族雜環基；縮合多環芳香族基；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， $R^{11} \sim R^{14}$ 也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環， $R^{15} \sim R^{18}$ 也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，再者，於 $R^{11} \sim R^{14}$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^{11} \sim R^{14}$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環，於 $R^{15} \sim R^{18}$ 之一部分從苯環脫

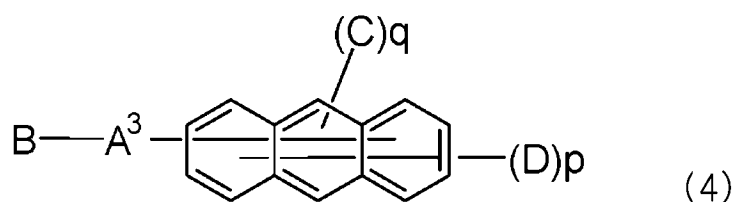
離而產生之空位， $R^{15} \sim R^{18}$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環。

【0018】

本發明之有機EL元件之理想態樣如下。

2)前述電子輸送層含有下列通式(4)表示之蔥衍生物。

【化4】



式中，

A^3 表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵，

B 表示芳香族雜環基，

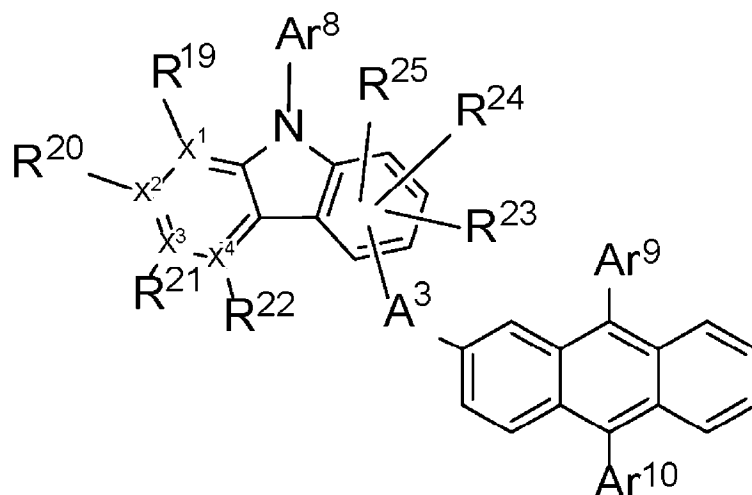
C 表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基， C 有2個時，2個 C 可相同也可不同，

D 可相同也可不同，表示氫原子、氖原子、氟原子、氯原子、氰基、三氟甲基、碳原子數1~6之烷基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

於 p 與 q 之和為9之條件下， p 表示7或8， q 表示1或2。

3)前述蔥衍生物以下列通式(4a)表示。

【化5】



(4 a)

式中，

A^3 同前述通式(4)記載之含意，

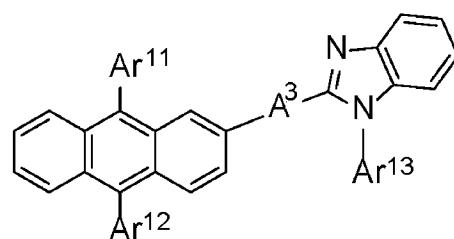
$Ar^8 \sim Ar^{10}$ 可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

$R^{19} \sim R^{25}$ 可相同也可不同，表示氫原子、氬原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基、碳原子數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基，也可以介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，

$X^1 \sim X^4$ 可相同也可不同，表示碳原子或氮原子， $X^1 \sim X^4$ 中僅任一者為氮原子，此情形之氮原子使 $R^{19} \sim R^{22}$ 成為沒有氫原子或取代基。

4)前述蔥衍生物以下列通式(4b)表示。

【化6】



(4 b)

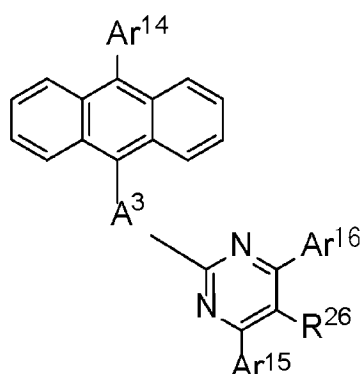
式中，

A³同前述通式(4)記載之含意，

Ar¹¹~Ar¹³可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。

5)前述蔥衍生物以下列通式(4c)表示。

【化7】



(4 c)

式中，

A³同前述通式(4)記載之含意，

Ar¹⁴~Ar¹⁶可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

R²⁶表示氫原子、氖原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基、碳原子數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基。

6)前述電洞輸送層具有第1電洞輸送層及第2電洞輸送層之2層結構，該第2電洞輸送層位於前述發光層側且含有前述通式(1)表示之芳胺化合物。

7)前述發光層含有紅色的發光材料。

8)前述發光層含有磷光性的發光材料。

9)前述磷光性之發光材料係含銨或鉑之金屬錯合物。

(發明之效果)

【0019】

前述通式(1)表示之芳胺化合物(以下有時稱為芳胺化合物I)，相較於習知之電洞輸送材料，電洞之注入・輸送性能及電子阻擋性較高。再者，薄膜狀態安定，耐熱性亦優良。所以，適合作為電洞輸送層之構成材料。又，也可作為電洞注入層或電子阻擋層之構成材料使用。

【0020】

又，本發明中，前述通式(2)表示之茛并吡啶化合物(以下有時稱為茛并吡啶化合物II)及前述通式(3)表示之吡啶化合物(以下有時稱為吡啶化合物III)適合作為發光層之構成材料，尤適合作為發光層之主體材料，特別適合作為具有磷光性發光材料之發光層之主體材料。原因在於：茛并吡啶化合物II及吡啶化合物III，相較於習知之材料，發光效率更優異。

【0021】

又，本發明中，前述通式(4)表示之蔥衍生物(以下有時稱為蔥衍生物IV)適合作為電子輸送層之構成材料。原因在於：蔥衍生物IV的電子之注入及輸送能力優異，進而薄膜狀態之安定性、耐久性優異。

【0022】

如上述，本發明中，選擇電洞之注入・輸送性能、電子之注入・輸送性能、薄膜狀態之安定性、耐久性等優異之材料，且考量對於使用特定結構之材料之

發光層的載子均衡性，將使用了有特定結構之芳胺化合物之電洞輸送層予以組合。藉此，本發明之有機EL元件，相較於習知之有機EL元件，能以更良好效率將電洞從電洞輸送層朝發光層輸送。又，就理想之態樣而言，該結構之有機EL元件中，進一步有設置使用具特定結構之蔥衍生物之電子輸送層的態樣。藉此，電子從電子輸送層朝發光層之輸送效率也提升。

【0023】

如上，本發明可達成高發光效率、低驅動電壓且耐久性優異，尤其壽命長之有機EL元件。

【圖式簡單說明】

【0024】

圖1顯示元件實施例及元件比較例之有機EL元件之構成。

圖2顯示芳胺化合物I化合物1-1~1-10之結構式。

圖3顯示芳胺化合物I化合物1-11~1-18之結構式。

圖4顯示芳胺化合物I化合物1-19~1-28之結構式。

圖5顯示芳胺化合物I化合物1-29~1-36之結構式。

圖6顯示芳胺化合物I化合物1-37~1-44之結構式。

圖7顯示芳胺化合物I化合物1-45~1-52之結構式。

圖8顯示芳胺化合物I化合物1-53~1-60之結構式。

圖9顯示芳胺化合物I化合物1-61~1-68之結構式。

圖10顯示芳胺化合物I化合物1-69~1-76之結構式。

圖11顯示芳胺化合物I化合物1-77~1-84之結構式。

圖12顯示芳胺化合物I化合物1-85~1-94之結構式。

圖13顯示芳胺化合物I化合物1-95~1-100之結構式。

圖14顯示茛苳并吡啶化合物II化合物2-1~2-8之結構式。

圖15顯示茛苳并吡啶化合物II化合物2-9~2-15之結構式。

圖16顯示咪唑化合物III化合物3-1~3-8之結構式。

圖17顯示咪唑化合物III化合物3-9~3-16之結構式。

圖18顯示咪唑化合物III化合物3-17~3-23之結構式。

圖19顯示蔥衍生物IV化合物4a-1~4a-8之結構式。

圖20顯示蔥衍生物IV化合物4a-9~4a-16之結構式。

圖21顯示蔥衍生物IV化合物4a-17~4a-20之結構式。

圖22顯示蔥衍生物IV化合物4b-1~4b-8之結構式。

圖23顯示蔥衍生物IV化合物4b-9~4b-16之結構式。

圖24顯示蔥衍生物IV化合物4c-1~4c-6之結構式。

圖25顯示蔥衍生物IV化合物4c-7~4c-12之結構式。

圖26顯示蔥衍生物IV化合物4c-13~4c-18之結構式。

圖27顯示蔥衍生物IV化合物4c-19~4c-24之結構式。

圖28顯示蔥衍生物IV化合物4c-25~4c-30之結構式。

圖29顯示三芳胺化合物V化合物5-1~5-8之結構式。

圖30顯示三芳胺化合物V化合物5-9~5-16之結構式。

圖31顯示三芳胺化合物V化合物5-17~5-23之結構式。

圖32顯示具有2個三芳胺結構之三芳胺化合物之中，三芳胺化合物V以外之化合物之結構式。

圖33顯示三芳胺化合物VI化合物6-1~6-3之結構式。

圖34顯示三芳胺化合物VI化合物6-4~6-6之結構式。

圖35顯示三芳胺化合物VI化合物6-7~6-10之結構式。

圖36顯示三芳胺化合物VI化合物6-11~6-14之結構式。

圖37顯示三芳胺化合物VI化合物6-15~6-17之結構式。

【實施方式】

【0025】

本發明之有機EL元件，具有在基板上至少按順序設置陽極、電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極之基本結構。

【0026】

若有如此的基本結構即可，本發明之有機EL元件之層結構可以採用各式各樣的態樣。例如可以在陽極與電洞輸送層之間設置電洞注入層、在電洞輸送層與發光層之間設置電子阻擋層、在發光層與電子輸送層之間設置電洞阻擋層、在電子輸送層與陰極之間設置電子注入層等。進而，也可以省略或兼用某幾層有機層。例如可為兼作為電洞注入層與電洞輸送層之構成、兼作為電子注入層與電子輸送層之構成等。又，也可以為將有相同機能之2層以上有機層予以疊層而得之構成。例如可為疊層2層電洞輸送層而得之構成、疊層2層發光層而得之構成、疊層2層電子輸送層而得之構成等。圖1顯示後述實施例採用之層結構，亦即顯示在玻璃基板1上按順序形成透明陽極2、電洞注入層3、第1電洞輸送層4a、第2電洞輸送層4b、發光層5、電子輸送層6、電子注入層7及陰極8而得之層結構。

【0027】

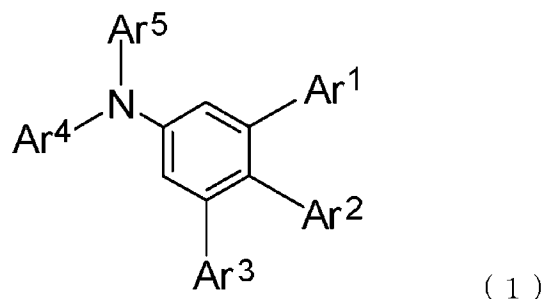
各層之詳細說明如後述，本發明中，電洞輸送層含有通式(1)表示之芳胺化合物I，且發光層含有通式(2)表示之茛并吡啶化合物II或通式(3)表示之咪唑化合物III之點係重要特徵。以下針對芳胺化合物I、茛并吡啶化合物II及咪唑化合物III說明。

【0028】

<芳胺化合物I>

電洞輸送層中含有的芳胺化合物I具有下列通式(1)表示之結構。

【化8】



【0029】

(Ar¹~Ar⁵)

Ar¹~Ar⁵可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。本申請說明書中，縮合多環芳香族基於其骨架不具有雜原子(例如氮原子、氧原子、硫原子等)。

【0030】

Ar¹~Ar⁵表示之芳香族烴基、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、芴基、螺聯芴基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合芴基(Fluoranthenyl)基、三亞苯基(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、苯并噻唑基、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、啉啶基、啡啉基、吡啶基(acridinyl)基、咪啉基、喹啉基、苯并喹啉基、吡啶并嘧啶基等。

【0031】

$Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉氬原子、氫基、硝基，此外可列舉例如以下之基。

鹵素原子，例如氟原子、氯原子、溴原子、碘原子；

碳原子數1~6之烷基，例如甲基、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；

碳原子數1~6之烷氧基，例如甲氧基、乙氧基、丙氧基；

烯基，例如乙烯基、烯丙基；

芳氧基，例如苯氧基、甲苯氧基；

芳基烷氧基，例如苄氧基、苯乙氧基；

芳香族烴基或縮合多環芳香族基，例如苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蔥基、菲基、蒽基、螺聯蒽基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒽基、三亞苯基；

芳香族雜環基，例如吡啶基、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、吡啶基、咪唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、喹啉基、苯并喹啉基、吡啶基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、咪唑基；

芳基乙烯基，例如苯乙烯基、萘基乙烯基；

醯基，例如乙醯基、苯甲醯基；

又，碳原子數1~6之烷基、碳原子數1~6之烷氧基及烯基可為直鏈狀也可為分支狀。該等取代基可以無取代也可進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基可獨立存在且不形成環亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

【0032】

(理想之態樣)

以下說明芳胺化合物I之理想態樣。該理想之態樣之說明中，未指定取代/無取代之基係可以有取代基也可無取代。

【0033】

Ar^1 、 Ar^3 宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較佳。具體而言，苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、菲基、蔥基或萸基較理想，苯基或聯苯基更理想。該等基可相同也可不同，但相同較佳。又，從蒸鍍性之觀點，無取代更佳。

【0034】

Ar^2 宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較佳。苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、菲基、蔥基或萸基更理想。苯基或聯苯基尤佳。在此，苯基也可擁有之取代基宜為縮合多環芳香族基較理想，萘基、菲基或蔥基更佳，萘基尤佳。

【0035】

Ar^4 、 Ar^5 可相同也可不同，芳香族烴基或縮合多環芳香族基較佳。考量蒸鍍性之觀點， Ar^4 或 Ar^5 之碳數宜為6~30較佳，6~25更佳。具體而言，苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蔥基、菲基、萸基、螺聯萸基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合萸基或三亞苯基較理想，苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、菲基、蔥基、萸基或螺聯萸基更理想。在此，苯基也可以擁有之取代基宜為萘基較佳。萸基也可以擁有之取代基宜為甲基或苯基較佳。

【0036】

芳胺化合物I之理想之具體例示於圖2~圖13但芳胺化合物I不限於該等化合物。

【0037】

芳胺化合物I可依公知之方法合成，例如可利用鈴木偶聯等交叉偶聯製造。

【0038】

芳胺化合物I之精製採用利用管柱層析之精製、利用矽膠、活性碳、活性白土等所為之吸附精製、利用溶劑之再結晶、晶析法實施。最終也可利用昇華精製法等實施精製。化合物之鑑定利用NMR分析實施。物性值可測定玻璃轉移點(Tg)與功函數。

【0039】

玻璃轉移點(Tg)成為薄膜狀態之安定性之指標。玻璃轉移點(Tg)使用粉體利用高感度差示掃描熱量計(Bruker AXS製，DSC3100SA)測定。

【0040】

功函數成為電洞輸送性之指標。功函數可在ITO基板之上製作100nm之薄膜，利用遊離電位測定裝置(住友重機械工業(股)公司、PYS-202)求得。

【0041】

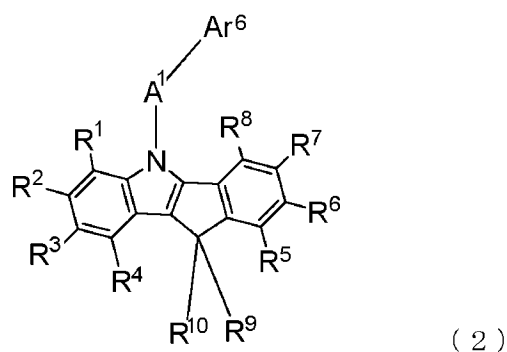
針對芳胺化合物I以外之本發明之有機EL元件中使用的化合物(例如後述茛并吡啶化合物II、吡啶化合物III、蔥衍生物IV、三芳胺化合物V、三芳胺化合物VI等)，也可於合成後利用同樣的方法實施精製及各種測定。

【0042】

<茛并吡啶化合物II>

發光層含有之茛并吡啶化合物II具有下列通式(2)表示之結構。

【化9】



【0043】

(A¹)

A¹表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵。

【0044】

本說明書中，芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基或縮合多環芳香族之2價基，表示從芳香族烴、芳香族雜環或縮合多環芳香族取走2個氫原子而成之2價基。

【0045】

作為A¹表示之芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基或縮合多環芳香族之2價基中的芳香族烴、芳香族雜環或縮合多環芳香族，具體而言可列舉苯、聯苯、聯三苯、肆苯基、苯乙烯、萘、蔥、乙烷合萘(Acenaphthene)、萸、菲、二氫萸、芘、三亞苯、吡啶、嘧啶、三吡、吡咯、呋喃、噻吩、喹啉、異喹啉、苯并呋喃、苯并噻吩、吡啶啉、吡啶、吡啶、吡啶、二苯并呋喃、二苯并噻吩、噻啶、啡啉、吡啶等。

【0046】

A¹表示之芳香族烴基之2價基、芳香族雜環之2價基或縮合多環芳香族之2價基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之Ar¹~Ar⁵表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0047】(Ar⁶)

Ar⁶表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。

【0048】

作為 Ar^6 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，可列舉和就關於前述通式(1)中之 $\text{Ar}^1\sim\text{Ar}^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。

【0049】

Ar^6 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $\text{Ar}^1\sim\text{Ar}^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0050】

$(\text{R}^1\sim\text{R}^8)$

$\text{R}^1\sim\text{R}^8$ 可相同也可不同，表示氫原子；氖原子；氟原子；氯原子；氫基；硝基；碳原子數1~6之烷基；碳原子數5~10之環烷基；碳原子數2~6之烯基；碳原子數1~6之烷氧基；碳原子數5~10之環烷氧基；芳香族烴基；芳香族雜環基；縮合多環芳香族基；芳氧基；或經選自芳香族烴基、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。碳原子數1~6之烷基、碳原子數2~6之烯基及碳原子數1~6之烷氧基可為直鏈狀也可為分支狀。

【0051】

$\text{R}^1\sim\text{R}^4$ 可獨立存在而不形成環，也可如例如圖15之化合物2-14、2-15，介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。同樣， $\text{R}^5\sim\text{R}^8$ 可獨立存在而不形成環，亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。又， $\text{R}^1\sim\text{R}^8$ 為二取代胺基時，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貢獻於環形成。

【0052】

又，例如圖14所示之化合物，於 $R^1\sim R^4$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^1\sim R^4$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環。同樣，在 $R^5\sim R^8$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^5\sim R^8$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環。又， $R^1\sim R^8$ 為二取代胺基時，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貢獻於和苯環之環形成。

【0053】

關於係連結基之一的單芳胺基，單芳胺基擁有之芳基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1\sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。此時之芳基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1\sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0054】

就 $R^1\sim R^8$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基而言，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、正己基等；環戊基、環己基、1-金剛烷基、2-金剛烷基等；乙烯基、烯丙基、異丙烯基、2-丁烯基等。

【0055】

$R^1\sim R^8$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉氬原子、氰基、硝基，此外可列舉例如以下之基。

鹵素原子，例如氟原子、氯原子、溴原子、碘原子；

碳原子數1~6之烷氧基，例如甲氧基、乙氧基、丙氧基；

烯基，例如乙烯基、烯丙基；

芳氧基，例如苯氧基、甲苯氧基；

芳基烷氧基，例如苄氧基、苯乙氧基；

芳香族烴基或縮合多環芳香族基，例如苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蔥基、菲基、蒽基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒽基、三亞苯基；

芳香族雜環基，例如吡啶基、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、咪唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、喹啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、咪唑基；

經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基，例如二苯胺基、二萘胺基；

經芳香族雜環基取代之二取代胺基，例如二吡啶基胺基、二噻吩基胺基；

經選自芳香族烴基、縮合多環芳香族基或芳香族雜環基中之取代基取代之二取代胺基；

又，碳原子數1~6之烷氧基及烯基可為直鏈狀也可為分枝狀。該等取代基可以無取代，也可進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基可獨立存在且不形成環，亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

【0056】

作為 R^1 ~ R^8 表示之碳原子數1~6之烷氧基或碳原子數5~10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。

【0057】

$R^1\sim R^8$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述 $R^1\sim R^8$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0058】

作為 $R^1\sim R^8$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1\sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。

【0059】

$R^1\sim R^8$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1\sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0060】

$R^1\sim R^8$ 表示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、蔥氧基、菲氧基、蒽氧基、茛氧基、芘氧基、芘氧基等。

【0061】

$R^1\sim R^8$ 表示之芳氧基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1\sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0062】

作為 $R^1\sim R^8$ 表示之二取代胺基所具有之作為取代基芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1\sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。

【0063】

$R^1 \sim R^8$ 表示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以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0064】

$(R^9、R^{10})$

$R^9、R^{10}$ 可相同也可不同，表示碳原子數1~6之烷基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。碳原子數1~6之烷基可為直鏈狀也可為分支狀。

【0065】

該等基可獨立存在而不形成環，亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

【0066】

$R^9、R^{10}$ 表示之碳原子數1~6之烷基可列舉和就關於前述 $R^1 \sim R^8$ 表示之碳原子數1~6之烷基例示者為同樣者。

【0067】

$R^9、R^{10}$ 表示之碳原子數1~6之烷基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述 $R^1 \sim R^8$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0068】

作為 $R^9、R^{10}$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。

【0069】

R^9 、 R^{10} 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0070】

(理想之態樣)

以下說明茛苳并吡啶化合物II之理想態樣。該理想之態樣之說明中，未指定取代/無取代之基係可以有取代基也可無取代。

【0071】

A^1 宜為芳香族烴之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵較理想，更宜為從苯、聯苯或萘取走2個氫原子而成的2價基或單鍵更佳，從苯取走2個氫原子而成的2價基或單鍵尤佳。

【0072】

Ar^6 宜為苯基、聯苯基、萘基或芳香族雜環基較佳。芳香族雜環基宜為含氮芳香族雜環基較理想，三吡啶基、喹啉基、苯并喹啉基、苯并咪唑基、吡啶并嘧啶基、噻啶基、吡啶基、喹啉基或異喹啉基更佳，喹啉基或苯并喹啉基尤佳，苯并喹啉基最理想。喹啉基或苯并喹啉基宜具有苯基作為取代基較佳。

【0073】

例如，如下式(2a)~(2c)，在 $R^1 \sim R^4$ 之中任一者為芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，且在 $R^1 \sim R^4$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位，該芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子、單芳胺基等連結基而鍵結形成環之態樣較佳。此情形之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基宜為苯基、茛苳基、吡啶基、苯并咪唑基或苯并噻吩基較佳。作為和苯環一起形成之環，宜為萘環、喹啉環、二苯并咪

喃環、二苯并噻吩環、茛并吡啶環、茛并苯并呋喃環、茛并苯并噻吩環、苯并呋喃并吡啶環、苯并噻吩并吡啶環或吡啶并吡啶環較理想，萸環、二苯并呋喃環或二苯并噻吩環更理想。

【0074】

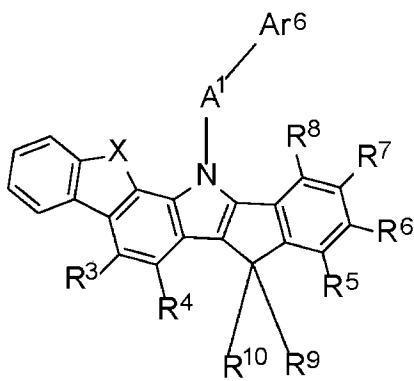
又，例如，如下式(2d)~(2e)， $R^1 \sim R^4$ 之中相隣之2個基係碳原子數2~6之烯基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，該2個基藉由介隔單鍵而鍵結而和 $R^1 \sim R^4$ 所鍵結之苯環一起形成縮合環之態樣亦為理想。此情形之碳原子數2~6之烯基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基宜為乙炔基或苯基較佳。該2個基與 $R^1 \sim R^4$ 所鍵結之苯環形成之環宜為萘環、菲環或三亞苯環較理想，萘環或三亞苯環更理想。

【0075】

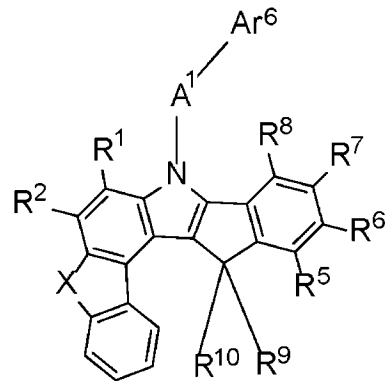
在 $R^1 \sim R^4$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^1 \sim R^4$ 之其他基介隔連結基而鍵結形成環之態樣宜為下列通式(2a)、(2b)或(2c)表示之態樣較理想，下列通式(2a)表示之態樣尤佳。又， $R^1 \sim R^4$ 之中之相隣之2個基彼此鍵結形成環之態樣宜為下列通式(2d)或(2e)表示之態樣較佳。

【0076】

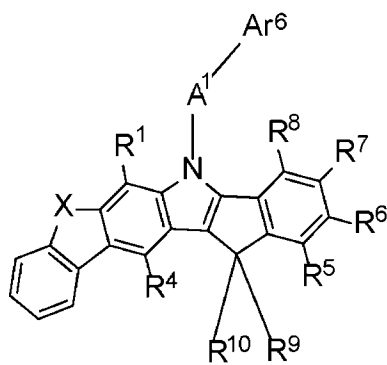
【化10】



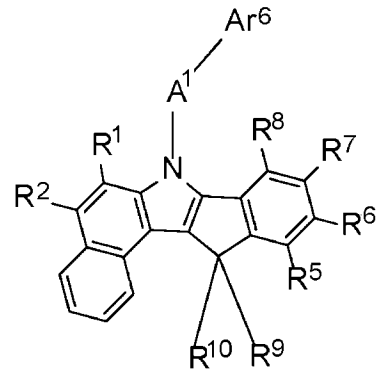
(2 a)



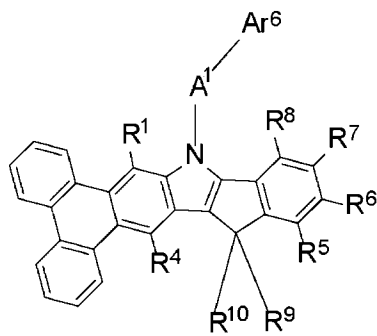
(2 b)



(2 c)



(2 d)



(2 e)

式中，

X表示經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基，

A¹、Ar⁶、R¹~R¹⁰同前述通式(2)記載之含意。

【0077】

上述通式(2a)，表示在R¹脫離而成為空位之位置，和R¹相鄰之R²介隔連結基X而鍵結並形成縮合環之結構。

上述通式(2b)，具有在 R^3 脫離而成為空位之位置，和 R^3 相鄰之 R^4 介隔連結基X而鍵結並形成縮合環之結構。

上述通式(2c)，具有在 R^2 脫離而成為空位之位置，和 R^2 相鄰之 R^3 介隔連結基X而鍵結並形成縮合環之結構。

上述通式(2d)，表示 R^3 (乙烯基)與 R^4 (乙烯基)鍵結且和 $R^1 \sim R^4$ 所鍵結之苯環一起形成萘環之結構。

上述通式(2e)，具有 R^3 (苯基)與 R^4 (苯基)鍵結且和 $R^1 \sim R^4$ 所鍵結之苯環一起形成三亞苯環之結構。

【0078】

關於 $R^5 \sim R^8$ ，宜為相鄰之2個基或全部係乙烯基，且相鄰之2個乙烯基介隔單鍵而互相鍵結並形成縮合環之態樣，亦即，和 $R^5 \sim R^8$ 所鍵結之苯環一起形成萘環或菲環態樣較佳。或 $R^5 \sim R^8$ 宜為氫原子較佳。

【0079】

R^9 、 R^{10} 可相同也可不同，宜為碳原子數1~6之烷基較理想，甲基更理想。

【0080】

茚并吡啶化合物II之理想具體例示於圖14及圖15，但茚并吡啶化合物II不限於該等化合物。具體例中，化合物2-1~2-4、2-9及2-10屬於上述通式(2a)，化合物2-5、2-6、2-11及2-12屬於上述通式(2b)，化合物2-7及2-8屬於上述通式(2c)。又，化合物2-14屬於上述通式(2d)，化合物2-15屬於上述通式(2e)。

【0081】

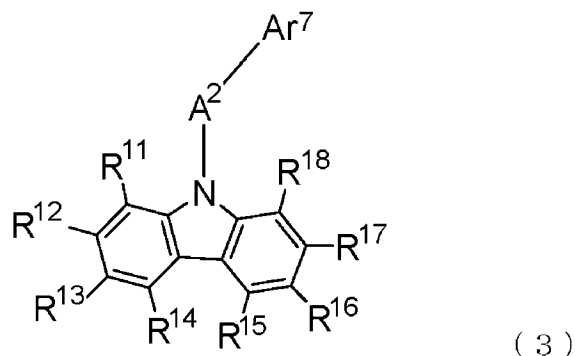
茚并吡啶化合物II可依照公知方法合成(參照專利文獻6)，例如可如後述實施例，依照鈴木偶聯等交叉偶聯進行合成。

【0082】

<吡啶化合物III>

發光層含有之咪唑化合物III具有下列通式(3)表示之結構。

【化11】



【0083】

(A²)

A²表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵。

【0084】

作為A²表示之芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基或縮合多環芳香族之2價基，可列舉和就關於前述通式(2)中之A¹表示之芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基或縮合多環芳香族之2價基例示者為同樣者。

【0085】

又，A²表示之該等2價基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(2)中之A¹表示之芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基或縮合多環芳香族之2價基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0086】

(Ar⁷)

Ar⁷表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。

【0087】

Ar^7 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基可列舉和就關於前述通式(2)中之 Ar^6 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。

【0088】

又， Ar^7 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(2)中之 Ar^6 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0089】

$(R^{11}\sim R^{18})$

$R^{11}\sim R^{18}$ 可相同也可不同，表示氫原子；氖原子；氟原子；氯原子；氫基；硝基；碳原子數1~6之烷基；碳原子數5~10之環烷基；碳原子數2~6之烯基；碳原子數1~6之烷氧基；碳原子數5~10之環烷氧基；芳香族烴基；芳香族雜環基；縮合多環芳香族基；芳氧基；或經選自芳香族烴基、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。碳原子數1~6之烷基、碳原子數2~6之烯基及碳原子數1~6之烷氧基可為直鏈狀也可為分支狀。

【0090】

$R^{11}\sim R^{14}$ 可獨立存在而不形成環，亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。同樣， $R^{15}\sim R^{18}$ 可獨立存在而不形成環，亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。例如圖17之化合物3-12中，多數取代基(2個乙烯基)介隔單鍵鍵結而形成萘環。

【0091】

於 $R^{11}\sim R^{14}$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^{11}\sim R^{14}$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環。同樣，於 $R^{15}\sim R^{18}$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^{15}\sim R^{18}$ 之其他基也可介隔經取代或

無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環。例如圖17之化合物3-12中，在 R^{11} 從苯環脫離而產生之空位，介隔硫原子鍵結 R^{12} 而形成環。

【0092】

為連結基之一之單芳胺基中的芳基，可列舉和就關於前述通式(2)中之連結基即單芳胺基中之芳基例示者為同樣者。單芳胺基之芳基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(2)中之連結基即單芳胺基之芳基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0093】

$R^{11} \sim R^{18}$ 表示之碳原子數1~6之烷基；碳原子數5~10之環烷基；碳原子數2~6之烯基；碳原子數1~6之烷氧基；碳原子數5~10之環烷氧基；芳香族烴基；芳香族雜環基；縮合多環芳香族基；芳氧基；或經選自芳香族烴基、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，可列舉和就關於前述通式(2)中之 $R^1 \sim R^8$ 表示之碳原子數1~6之烷基；碳原子數5~10之環烷基；碳原子數2~6之烯基；碳原子數1~6之烷氧基；碳原子數5~10之環烷氧基；芳香族烴基；芳香族雜環基；縮合多環芳香族基；芳氧基；或經選自芳香族烴基、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例示者為同樣者。

【0094】

$R^{11} \sim R^{18}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0095】

(理想之態樣)

以下說明吡啶化合物III之理想態樣。該理想之態樣之說明中，未指定取代/無取代之基係可以有取代基也可無取代。

【0096】

A^2 宜為芳香族烴之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵較理想，更宜為從苯、聯苯或萘取走2個氫原子而成之2價基或單鍵，又更宜為從苯取走2個氫原子而成之2價基或單鍵。

【0097】

Ar^7 宜為苯基、聯苯基、萘基或芳香族雜環基較理想，萘基或芳香族雜環基更佳，芳香族雜環基尤佳。芳香族雜環基宜為三吡啶基、喹啉基、苯并喹啉基、苯并咪唑基、吡啶并嘧啶基、嘧啶基、吡啶基、喹啉基或異喹啉基較理想，喹啉基或苯并喹啉基更佳，喹啉基尤佳。喹啉基或苯并喹啉基宜具有芳香族烴基作為取代基較佳。

【0098】

關於 $R^{11}\sim R^{18}$ ， $R^{11}\sim R^{14}$ 之中相鄰之2個基為碳原子數2~6之烯基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基且介隔單鍵而互相鍵結，藉此和 $R^{11}\sim R^{14}$ 所鍵結之苯環一起形成縮合環之態樣較佳。此情形之碳原子數2~6之烯基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基宜為乙烯基或苯基較佳。該2個基與 $R^{11}\sim R^{14}$ 所鍵結之苯環形成之環宜為萘環、菲環或三亞苯環較佳。

【0099】

又，例如，如下列通式(3a-1)~(3a-4)及(3b-1)， $R^{11}\sim R^{14}$ 之中任一者為芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，且在 $R^{11}\sim R^{14}$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位，該芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子、單芳胺基等連結基而鍵結形成環之態樣亦為理想。此情形之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基宜為苯基、茛基、吡啶基、苯并呋喃基或苯并噻吩基較佳。和苯環一起形成之環，宜為萘

環、咪唑環、二苯并呋喃環、二苯并噻吩環、茚并吡啶環、茚并苯并呋喃環、茚并苯并噻吩環、苯并呋喃并吡啶環、苯并噻吩并吡啶環或吡啶并吡啶環較佳。

【0100】

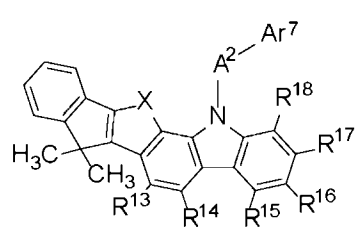
於此情形， $R^{15} \sim R^{18}$ 及未貢獻於環形成之其餘的 $R^{11} \sim R^{14}$ 可相同也可不同，宜為氫或氬較佳。

【0101】

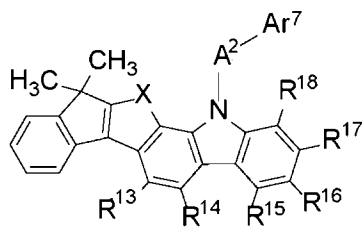
作為在 $R^{11} \sim R^{14}$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^{11} \sim R^{14}$ 之其他基介隔連結基而鍵結形成環之態樣，宜為下列通式(3a-1)~(3a-4)及(3b-1)表示之態樣較佳。

【0102】

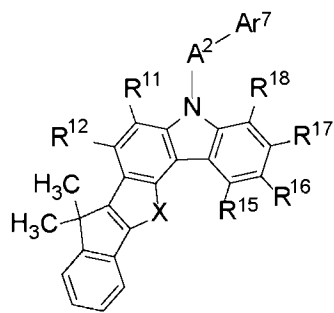
【化12】



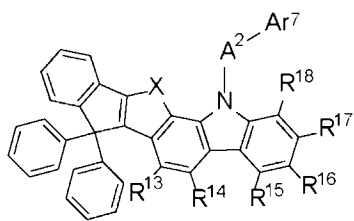
(3 a - 1)



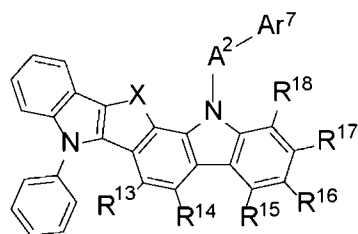
(3 a - 2)



(3 a - 3)



(3 a - 4)



(3 b - 1)

式中，

X表示經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基，

A^2 、 Ar^7 、 $R^{11}\sim R^{18}$ 同前述通式(3)記載之含意。

【0103】

上述通式(3a-1)，表示在 R^{11} 脫離而成為空位之位置，和 R^{11} 相鄰之 R^{12} (具有2個甲基作為取代基之茛基)介隔連結基X而鍵結形成縮合環之結構。

上述通式(3a-2)也和通式(3a-1)同樣，表示在 R^{11} 脫離而成為空位之位置，和 R^{11} 相鄰之 R^{12} (具有2個甲基作為取代基之茛基)介隔連結基X而鍵結形成縮合環之結構。

上述通式(3a-3)，表示在 R^{14} 脫離而成為空位之位置，和 R^{14} 相鄰之 R^{13} (具有2個甲基作為取代基之茛基)介隔連結基X而鍵結形成縮合環之結構。

上述通式(3a-4)，表示在 R^{11} 脫離而成為空位之位置，和 R^{11} 相鄰之 R^{12} (具有2個苯基作為取代基之茛基)介隔連結基X而鍵結形成縮合環之結構。

上述通式(3b-1)，表示在 R^{11} 脫離而成為空位之位置，和 R^{11} 相鄰之 R^{12} (N-苯基取代吡啶基)介隔連結基X而鍵結形成縮合環之結構。

【0104】

關於 $R^{15}\sim R^{18}$ ，宜為相鄰之2個基或全部係乙炔基，且相鄰之2個乙炔基介隔單鍵而互相鍵結形成縮合環之態樣，亦即，和 $R^{15}\sim R^{18}$ 所鍵結之苯環一起形成萘環或菲環之態樣較佳。

【0105】

又， $R^{15}\sim R^{18}$ 中之任一者為芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，尤其芳香族烴基之態樣亦為理想。 $R^{15}\sim R^{18}$ 中之任一者為萘基、吡啶基、二苯并呋喃基或二苯并噻吩基較佳， R^{16} 為萘基、吡啶基、二苯并呋喃基或二苯并噻吩基且 R^{15} 、 R^{17} 及 R^{18} 為氫原子更佳， R^{16} 為吡啶基且 R^{15} 、 R^{17} 及 R^{18} 為氫原子尤佳。

【0106】

咪唑化合物III之理想具體例示於圖16~圖18，但咪唑化合物III不限於該等化合物。具體例中，化合物3-1~3-6、3-8~3-10、3-12及3-15屬於上述通式(3a-1)，化合物3-14屬於上述通式(3a-2)，化合物3-7屬於上述通式(3a-3)，化合物3-11屬於上述通式(3a-4)，化合物3-13屬於上述通式(3b-1)。

【0107】

咪唑化合物III可依照公知方法合成(參照專利文獻6)。

【0108】

本發明之有機EL元件中，若符合上述芳胺化合物I係含於電洞輸送層，且上述茚并吡啶化合物II或咪唑化合物III係含於發光層之條件即可，各層可以採取各式各樣的態樣。以下參照圖1針對各層詳細說明。

【0109】

<陽極2>

本發明之有機EL元件中，在基板1之上設置陽極2。陽極2採用如ITO、金之功函數大的電極材料。

【0110】

<電洞注入層3>

在陽極2與電洞輸送層4之間可視需要設置電洞注入層3。電洞注入層3也可使用公知之材料。

【0111】

公知之材料，例如可使用光芒型之三苯胺衍生物、各種三苯胺4聚物等材料；銅酞花青為代表之聚吡啶化合物；六氰基氮雜三聯苯之類之接受體性之雜環化合物；塗佈型高分子材料等。

【0112】

電洞注入層3宜使用芳胺化合物I較理想。又，後述通式(5)表示之三芳胺化合物V或通式(6)表示之三芳胺化合物VI亦可適用。又，電洞注入層3使用該等(三)芳胺化合物時，電洞注入層3之組成與後述電洞輸送層4之組成不同。

【0113】

又，可使用針對電洞注入層通常使用之材料進一步將參溴苯胺六氯銻、軸烯衍生物(參照WO2014/009310)等進行了P摻雜者、於次結構具有TPD等聯苯胺衍生物之結構之高分子化合物等。

【0114】

若使用該等材料，利用蒸鍍法、旋塗法、噴墨法等公知之方法形成薄膜，可以獲得電洞注入層3。以下所述各層亦同樣，可利用蒸鍍法、旋塗法、噴墨法等公知之方法形成薄膜以獲得。

【0115】

<電洞輸送層4>

陽極2(或電洞注入層3)之上設有電洞輸送層4。本發明中，電洞輸送層4使用前述通式(1)表示之芳胺化合物I。

【0116】

能和芳胺化合物I混合或同時使用之電洞輸送性之材料可列舉如下。

聯苯胺衍生物，例如N,N'-二苯基-N,N'-二(間甲苯基)聯苯胺(TPD)、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；

具有2~6個三芳胺結構且具有該三芳胺結構以單鍵或不含雜原子之2價基連結而得之結構之三芳胺化合物，例如

1,1-雙[4-(二-4-甲苯胺基)苯基]環己烷(TAPC)、

後述通式(5)表示之三芳胺化合物V、

後述通式(6)表示之三芳胺化合物VI等；

各種三芳胺三聚物等；

上述電洞輸送性之材料之中，宜為具有2~6個三芳胺結構且具有該三芳胺結構以單鍵或不含雜原子之2價基連結之結構之三芳胺化合物(以下有時簡稱為具有2~6個三芳胺結構之三芳胺化合物。)較佳。又，具有2個三芳胺結構且具有該三芳胺結構以單鍵或不含雜原子之2價基連結之結構之三芳胺化合物(以下有時簡稱為具有2個三芳胺結構之三芳胺化合物。)或具4個三芳胺結構且具有該三芳胺結構以單鍵或不含雜原子之2價基連結之結構之三芳胺化合物(以下有時簡稱為具4個三芳胺結構之三芳胺化合物)更理想。

【0117】

又，可使用針對電洞輸送層通常使用之材料進一步將參溴苯胺六氟銻、軸烯衍生物(參照WO2014/009310)等進行P摻雜者、次結構具有TPD等聯苯胺衍生物之結構之高分子化合物等。

【0118】

該等材料可單獨成膜，以可以和其他材料一起混合而成膜。以下所述各有機層也可同樣地成膜。

【0119】

電洞輸送層4也可具有單獨成膜之層彼此疊層而得之結構、混合成膜之層彼此疊層而得之結構，或將和已單獨成膜之層混合而成膜之層予以疊層而得之結構。以下所述各有機層也可為同樣的結構。

【0120】

本發明中，電洞輸送層4，宜如圖1所示，具有位在陽極2側之第1電洞輸送層4a與位在發光層5側之第2電洞輸送層4b之二層結構。

【0121】

(第1電洞輸送層4a)

第1電洞輸送層4a係設於上述陽極2(或電洞注入層3)與第2電洞輸送層4b之間。本發明中，可於第1電洞輸送層4a含有前述電洞輸送性之材料。

【0122】

前述電洞輸送性之材料之中，宜使用具2~6個三芳胺結構之三芳胺化合物。更宜使用具有2個三芳胺結構之三芳胺化合物或具4個三芳胺結構之三芳胺化合物。

【0123】

又，具有2個三芳胺結構之三芳胺化合物，例如也包括如圖32之5'-1及5'-2，在三芳胺結構中之2個苯環介隔單鍵而鍵結之態樣，亦即包括具咪唑環結構之態樣。

【0124】

具有2個三芳胺結構之三芳胺化合物宜為後述通式(5)表示之三芳胺化合物V較佳。原因在於除了電洞輸送性，薄膜安定性、耐熱性亦優異，且合成容易。

【0125】

又，具4個三芳胺結構之三芳胺化合物，宜為後述通式(6)表示之三芳胺化合物VI較佳。原因在於除了電洞輸送性，薄膜安定性、耐熱性亦優異，而且合成容易。

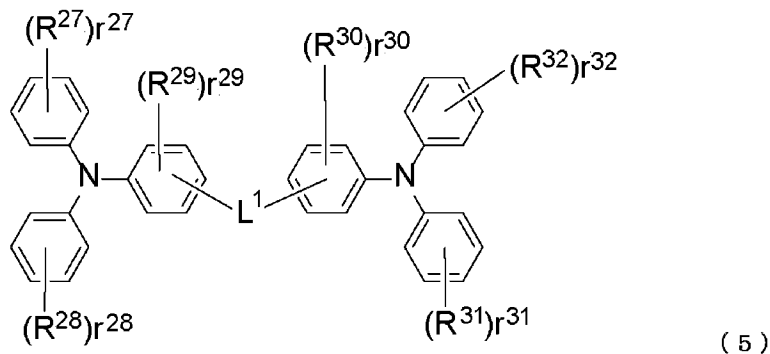
【0126】

作為第1電洞輸送層4a之材料，可將如此的具特定之結構之三芳胺化合物V、三芳胺化合物VI和含有後述芳胺化合物I之第2電洞輸送層4b組合，藉此使電洞能以良好效率注入，輸送到發光層5，使載子均衡性更精緻化。其結果，發光效率更提高，驅動電壓更降低，耐久性更提高。可達成尤其耐久性優異之有機EL元件。

【0127】

通式(5)表示之三芳胺化合物V；

【化13】



【0128】

$R^{27} \sim R^{32}$ ：

$R^{27} \sim R^{32}$ 可相同也可不同，表示氬原子、氟原子、氯原子、氬基、硝基、碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基、碳原子數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基。碳原子數1~6之烷基、碳原子數2~6之烯基及碳原子數1~6之烷氧基可為直鏈狀也可為分支狀。

【0129】

作為 $R^{27} \sim R^{32}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基，具體而言可以列舉甲基、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。

【0130】

$R^{27} \sim R^{32}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉氬原子、氬基、硝基，此外可列舉例如以下之基。

鹵素原子，例如氟原子、氯原子、溴原子、碘原子；

碳原子數1~6之烷氧基，例如甲氧基、乙氧基、丙氧基；

烯基，例如乙烯基、烯丙基；

芳氧基，例如苯氧基、甲苯氧基；

芳基烷氧基，例如苄氧基、苯乙氧基；

芳香族烴基或縮合多環芳香族基，例如苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蔥基、菲基、蒽基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒽基、三亞苯基；

芳香族雜環基，例如吡啶基、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、咪唑基、苯并咪唑基、苯并噻唑基、喹啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、咪唑基；

又，碳原子數1~6之烷氧基及烯基可為直鏈狀也可為分枝狀。該等取代基可以無取代也可進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基可獨立存在且不形成環，亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

【0131】

$R^{27} \sim R^{32}$ 表示之碳原子數1~6之烷氧基或碳原子數5~10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。

【0132】

$R^{27} \sim R^{32}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就 $R^{27} \sim R^{32}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0133】

$R^{27}\sim R^{32}$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基可列舉和就關於前述通式(2)中之 $R^1\sim R^8$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基例示者為同樣者。

【0134】

$R^{27}\sim R^{32}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基，取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1\sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0135】

$r^{27}\sim r^{32}$ ：

$r^{27}\sim r^{32}$ 表示於芳香環鍵結之基 $R^{27}\sim R^{32}$ 之數目。 r^{27} 、 r^{28} 、 r^{31} 及 r^{32} 各表示0~5之整數。 r^{29} 及 r^{30} 各表示0~4之整數。 $r^{27}\sim r^{32}$ 為0時，代表在芳香族環上不存在 $R^{27}\sim R^{32}$ ，亦即，苯環未經 $R^{27}\sim R^{32}$ 表示之基取代。

【0136】

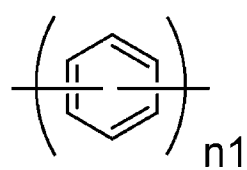
r^{27} 、 r^{28} 、 r^{31} 、 r^{32} 為2~5之整數時，或 r^{29} 、 r^{30} 為2~4之整數時，在同一苯環有多個 $R^{27}\sim R^{32}$ 鍵結。於此情形，多數鍵結之基可相同也可不同。又，可以互相獨立存在而不形成環，也可以介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。例如圖30之化合物5-13及5-14中，多數取代基(2個乙烯基)介隔單鍵鍵結而形成萘環。

【0137】

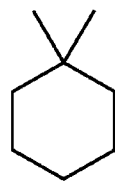
L^1 ：

L^1 表示將2個三芳胺結構予以鍵結之橋聯基。 L^1 表示下列結構式(B)~(G)表示之2價基或單鍵。

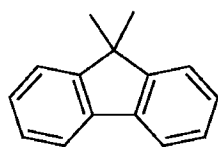
【化14】



(B)



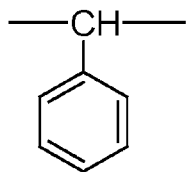
(C)



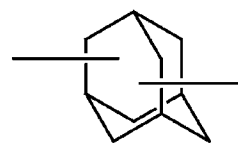
(D)



(E)



(F)



(G)

前述結構式(B)中， $n1$ 表示1~4之整數。

【0138】

理想之態樣：

以下說明三芳胺化合物V之理想態樣。該理想態樣之說明中，未指定取代/無取代之基係可以有取代基也可無取代。

【0139】

$R^{27} \sim R^{32}$ 可相同也可不同，表示氬原子、氯原子、碳原子數1~6之烷基、碳原子數2~6之烯基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基較理想，氬原子、氯原子、苯基、聯苯基、萘基、吡啶基或乙烯基更佳，氬原子、苯基、聯苯基、萘基或乙烯基尤佳。例如，如圖30之化合物5-13及5-14般，該等基介隔單鍵而互相鍵結形成縮合芳香環之態樣亦為理想。氬原子、苯基或聯苯基最理想。

【0140】

$r^{27} \sim r^{32}$ 可相同也可不同，宜為0~3之整數較佳，0~2之整數更佳。

【0141】

L^1 宜為前述結構式(C)~(F)表示之2價基或單鍵較理想，前述結構式(B)表示之2價基或單鍵更佳，單鍵尤佳。

【0142】

前述結構式(B)中之n1宜為1~3之整數較理想，2或3更理想。

【0143】

又，三芳胺化合物V宜具有對稱性較佳。

【0144】

三芳胺化合物V之理想具體例示於圖29~圖31，但三芳胺化合物V不限於該等化合物。D表示氬原子。

【0145】

前述本發明適合使用的具有2個三芳胺結構之三芳胺化合物之中，三芳胺化合物V以外之化合物之理想之具體例示於圖32，但具有2個三芳胺結構之三芳胺化合物不限於該等化合物。

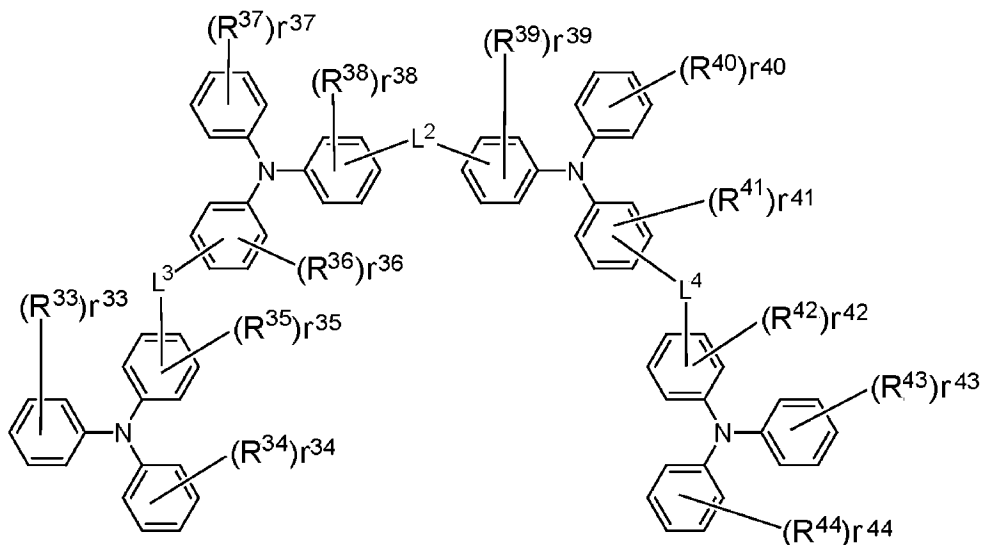
【0146】

三芳胺化合物V可依其本身公知之方法合成(參照專利文獻1、10~11)。

【0147】

通式(6)表示之三芳胺化合物VI；

【化15】



(6)

【0148】 $R^{33}\sim R^{44}$:

$R^{33}\sim R^{44}$ 可相同也可不同，表示氬原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基、碳原子數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基。碳原子數1~6之烷基、碳原子數2~6之烯基及碳原子數1~6之烷氧基可為直鏈狀也可為分支狀。

【0149】

$R^{33}\sim R^{44}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基可列舉和就關於前述通式(5)中之 $R^{27}\sim R^{32}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基例示者為同樣者。

【0150】

$R^{33}\sim R^{44}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(5)中之 $R^{27}\sim R^{32}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0151】

$R^{33}\sim R^{44}$ 表示之碳原子數1~6之烷氧基或碳原子數5~10之環烷氧基可列舉和就關於前述通式(5)中之 $R^{27}\sim R^{32}$ 表示之碳原子數1~6之烷氧基或碳原子數5~10之環烷氧基例示者為同樣者。

【0152】

$R^{33}\sim R^{44}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(5)中之 $R^{27}\sim R^{32}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳

原子數2~6之烯基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0153】

$R^{33}\sim R^{44}$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基可列舉和就關於前述通式(2)中之 $R^1\sim R^8$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基例示者為同樣者。

【0154】

$R^{33}\sim R^{44}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1\sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0155】

$r^{33}\sim r^{44}$:

$r^{33}\sim r^{44}$ 表示在芳香族環鍵結之基 $R^{33}\sim R^{44}$ 之數目。 r^{33} 、 r^{34} 、 r^{37} 、 r^{40} 、 r^{43} 及 r^{44} 表示0~5之整數。 r^{35} 、 r^{36} 、 r^{38} 、 r^{39} 、 r^{41} 及 r^{42} 表示0~4之整數。 $r^{33}\sim r^{44}$ 為0時，係指在芳香族環上不存在 $R^{33}\sim R^{44}$ ，亦即，芳香族環未經 $R^{33}\sim R^{44}$ 表示之基取代。

【0156】

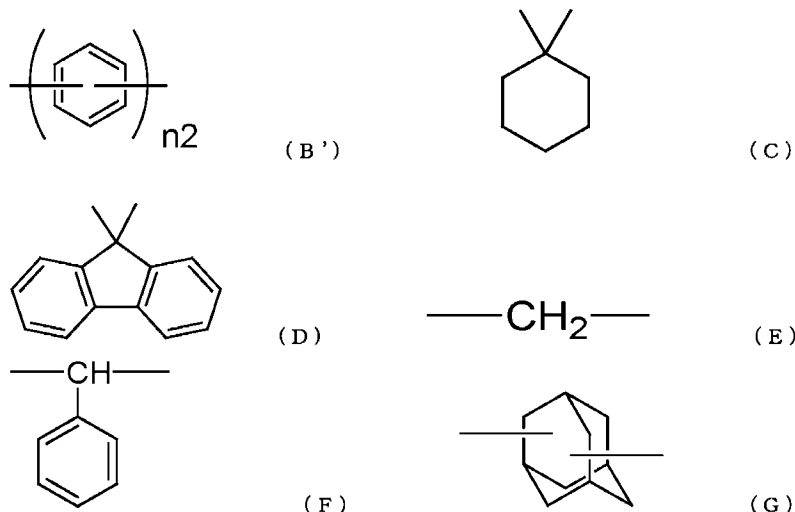
r^{33} 、 r^{34} 、 r^{37} 、 r^{40} 、 r^{43} 、 r^{44} 為2~5之整數時、或 r^{35} 、 r^{36} 、 r^{38} 、 r^{39} 、 r^{41} 、 r^{42} 為2~4之整數時，在同一苯環有多個 $R^{33}\sim R^{44}$ 鍵結。於此情形，多數個鍵結之基可相同也可不同。又，可互相獨立存在而未形成環，也可以介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。例如圖34之化合物6-8及圖35之化合物6-12中，多數取代基(2個乙烯基)介隔單鍵鍵結而形成萘環。

【0157】

$L^2\sim L^4$:

$L^2 \sim L^4$ 係將2個三芳胺結構予以鍵結之橋聯基。 $L^2 \sim L^4$ 可相同也可不同，表示下列結構式(B')~(G)表示之2價基或單鍵。

【化16】



前述結構式(B')中， $n2$ 表示1~3之整數。前述結構式(B')~(G)表示之2價基可以無取代，也可經氬取代。

【0158】

理想之態樣：

以下，說明三芳胺化合物VI之理想態樣。該理想態樣之說明中，未指定取代/無取代之基係可以有取代基也可無取代。

【0159】

$R^{33} \sim R^{44}$ 可相同也可不同，宜為氬原子、氯原子、碳原子數1~6之烷基、碳原子數2~6之烯基、芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，氬原子、氯原子、第三丁基、苯基、聯苯基、萘基或乙烯基更佳，氬原子、苯基、聯苯基、萘基或乙烯基尤佳。如圖34之化合物6-8，該等基介隔單鍵而互相鍵結形成縮合芳香環之情形亦為理想。氬原子、苯基或聯苯基最理想。

【0160】

$r^{33} \sim r^{44}$ 可相同也可不同，宜為0~3之整數較佳，0~2之整數更佳。

【0161】

$L^2 \sim L^4$ 可相同也可不同，宜為前述結構式(B')或(D)表示之2價基或單鍵較理想，前述結構式(B')表示之2價基或單鍵更理想。

【0162】

前述結構式(B')中之n2為1或2較理想，1更理想。

【0163】

三芳胺化合物VI之理想具體例示於圖33~圖37，但三芳胺化合物VI不限於該等化合物。D表示氬原子。

【0164】

三芳胺化合物VI可依其本身公知之方法合成(參照專利文獻1、10~11)。

【0165】

(第2電洞輸送層4b)

於電洞輸送層係第1電洞輸送層4a與第2電洞輸送層4b之2層結構之態樣，在第1電洞輸送層4a之上設有第2電洞輸送層4b。第2電洞輸送層4b之組成不同於第1電洞輸送層4a之組成。第2電洞輸送層4b也可使用前述公知之電洞輸送性之材料，但宜使用前述芳胺化合物I較佳。原因在於電子阻擋性能高。

【0166】

<電子阻擋層>

電洞輸送層4與發光層5之間可設置電子阻擋層(未圖示)。電子阻擋層使用前述芳胺化合物I較理想，此外，例如可使用以下例示之公知之具電子阻擋作用之化合物。

咪唑化合物，例如

4,4',4''-三(N-咪唑基)三苯基胺(TCTA)、9,9-雙[4-(咪唑-9-基)苯基]萘、1,3-雙(咪唑-9-基)苯(mCP)、2,2-雙(4-咪唑-9-基)金剛烷(Ad-Cz)；

具三苯基矽基與三芳胺結構之三芳胺化合物，例如9-[4-(呋啉-9-基)苯基]-9-[4-(三苯基矽基)苯基]-9H-蒽；

又，設置電子阻擋層時，電子阻擋層之組成不同於電洞輸送層4(2層時，係第2電洞輸送層4b)之組成。

【0167】

<發光層5>

發光層5形成在電洞輸送層4(或電子阻擋層)之上。發光層5含有前述茚并吡啶化合物II或前述呋啉化合物III。

【0168】

發光層5中也可以併用公知之發光材料。公知之發光材料可使用Alq₃為首的喹啉酚衍生物之金屬錯合物等各種金屬錯合物、蔥衍生物、雙苯乙炔基苯衍生物、芘衍生物、噻啉衍生物、聚對伸苯基伸乙炔衍生物等。發光層5中宜使用紅色的發光材料。

【0169】

又，發光層5也可以由主體材料與摻雜物材料構成。

主體材料宜使用前述茚并吡啶化合物II或前述呋啉化合物III較理想，除此以外，可以使用前述發光材料、噻啉衍生物、苯并咪啉衍生物、聚二烷基蒽衍生物等。

摻雜物材料可使用喹吡啶酮、香豆素、紅螢烯、芘、芘、及它們的衍生物；苯并呋喃衍生物；茚并菲衍生物；若丹明衍生物；胺基苯乙炔基衍生物等。

【0170】

又，發光材料宜使用磷光發光體較佳。磷光發光體可使用銥、鉑等金屬錯合物之磷光發光體。具體而言，可以使用Ir(ppy)₃等綠色之磷光發光體；FIrpic、

FIr6等藍色之磷光發光體；Btp₂Ir(acac)等紅色之磷光發光體等。其中，紅色之磷光發光體較佳。

【0171】

此時之主體材料宜使用前述茛苳吡啶化合物II或前述咔唑化合物III較理想，除此以外例如可使用以下之電洞注入・輸送性之主體材料。

咔唑化合物，例如4,4'-二(N-咔唑基)聯苯(CBP)、TCTA、mCP等；

又，例如可使用以下之電子輸送性之主體材料。

對雙(三苯基矽基)苯(UGH2)、2,2',2''-(1,3,5-伸苯基)-參(1-苯基-1H-苯并咪唑)(TPBI)等。

若使用如此的主體材料，能製作高性能之有機EL元件。

【0172】

磷光性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。

【0173】

又，發光材料也可使用PIC-TRZ、CC2TA、PXZ-TRZ、4CzIPN等CDCB衍生物等發射延遲螢光之材料。

【0174】

<電洞阻擋層>

發光層5之上可設置電洞阻擋層(未圖示)。電洞阻擋層可使用公知之具電洞阻擋作用之化合物。公知之具電洞阻擋作用之化合物可列舉浴銅靈(Bathocuproin)(BCP)等啡啉衍生物；雙(2-甲基-8-喹啉酚)-4-苯基酚酸鋁(III)(BALq)等喹啉酚衍生物之金屬錯合物；各種稀土類錯合物；三唑衍生物；三吡啶衍生物；嘔二唑衍生物；等。該等材料也可兼作為電子輸送層6之材料。

【0175】

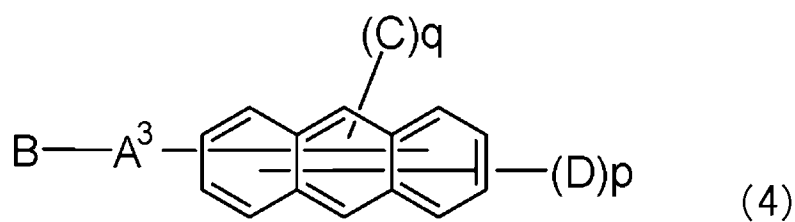
<電子輸送層6>

電子輸送層6形成在前述發光層5(或電洞阻擋層)之上。電子輸送層6宜使用下列通式(4)表示之蔥衍生物IV較佳。

【0176】

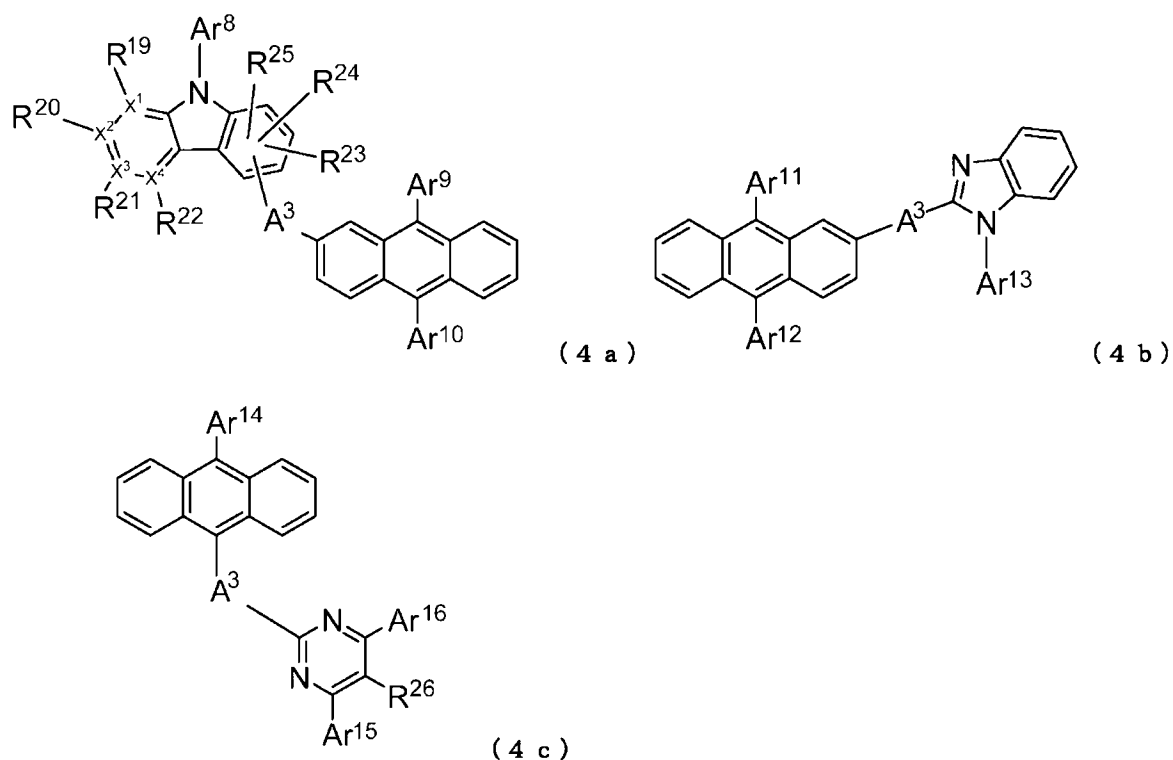
蔥衍生物IV；

【化17】



蔥衍生物IV例如有以下之3種態樣。

【化18】



【0177】

A³：

A^3 表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵。

【0178】

A^3 表示之芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基或縮合多環芳香族之2價基，可列舉和就關於前述通式(2)中之 A^1 表示之芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基或縮合多環芳香族之2價基例示者為同樣的基。

【0179】

A^3 表示之該等2價基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0180】

B：

B表示芳香族雜環基。具體而言可以列舉吡啶基、嘧啶基、咪喃基、吡咯基、噻吩基、喹啉基、異喹啉基、苯并咪喃基、苯并噻吩基、吡啶基、吡嗪基、苯并嘧啶基、苯并噻啶基、喹啶基、苯并咪啶基、吡啶基、二苯并咪喃基、二苯并噻吩基、吡啶基等。

【0181】

B表示之芳香族雜環基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉氬原子、氫基、硝基，此外可列舉例如以下之基。

鹵素原子，例如氟原子、氯原子、溴原子、碘原子；

碳原子數1~6之烷基，例如甲基、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；

碳原子數5~10之環烷基，例如環戊基、環己基、1-金剛烷基、2-金剛烷基；

碳原子數1~6之烷氧基，例如甲氧基、乙氧基、丙氧基；

碳原子數5~10之環烷氧基，例如環戊氧基、環己氧基、1-金剛烷氧基、2-金剛烷氧基；

烯基，例如乙烯基、烯丙基；

芳氧基，例如苯氧基、甲苯氧基；

芳基烷氧基，例如苄氧基、苯乙氧基；

芳香族烴基或縮合多環芳香族基，例如苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蔥基、菲基、蒽基、螺聯蒽基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒽基、三亞苯基；

芳香族雜環基，例如吡啶基、呋喃基、噻吩基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吡嗪基、咪唑基、苯并咪唑基、

苯并噻唑基、喹啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、咪唑基；

芳氧基，例如苯氧基、聯苯氧基、萘氧基、蔥氧基、菲氧基；

芳基乙烯基，例如苯乙烯基、萘基乙烯基；

醯基，例如乙醯基、苯甲醯基；

又，碳原子數1~6之烷基、碳原子數1~6之烷氧基及烯基可為直鏈狀也可為分支狀。該等取代基可以無取代也可進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基可獨立存在且不形成環亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

【0182】

C：

C表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。基C有2個時(q=2時)，2個C可相同也可不同。

【0183】

C表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。

【0184】

C表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0185】

D：

D可相同也可不同，表示氫原子、氖原子、氟原子、氯原子、氫基、三氟甲基、碳原子數1~6之烷基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。碳原子數1~6之烷基可為直鏈狀也可為分支狀。

【0186】

D表示之碳原子數1~6之烷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、正己基等。

【0187】

D表示之碳原子數1~6之烷基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0188】

D表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。

【0189】

D表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0190】

p、q：

關於p及q，於p與q之和為9之條件下，p表示7或8、q表示1或2。

【0191】

在蔥環多數鍵結之基D，可互相獨立存在而不形成環，亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

q為2時，在蔥環鍵結之2個基C可獨立存在而不形成環亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

【0192】

$Ar^8 \sim Ar^{16}$ ：

$Ar^8 \sim Ar^{16}$ 可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。

【0193】

$Ar^8 \sim Ar^{16}$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣者。

【0194】

$Ar^8 \sim Ar^{16}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0195】

$R^{19} \sim R^{26}$:

$R^{19} \sim R^{26}$ 可相同也可不同，表示氫原子、氖原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基、碳原子數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基。碳原子數1~6之烷基、碳原子數2~6之烯基及碳原子數1~6之烷氧基可為直鏈狀也可為分支狀。

【0196】

$R^{19} \sim R^{25}$ 可獨立存在而不形成環亦可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

【0197】

作為 $R^{19} \sim R^{26}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基或碳原子數5~10之環烷氧基，可列舉和就關於前述通式(2)中之 $R^1 \sim R^8$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基或碳原子數5~10之環烷氧基例示者為同樣的基。

【0198】

$R^{19} \sim R^{26}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(2)中之 $R^1 \sim R^8$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基或碳原子數2~6之烯基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0199】

$R^{19} \sim R^{26}$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基例示者為同樣的基。

【0200】

$R^{19} \sim R^{26}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0201】

$R^{19} \sim R^{26}$ 表示之芳氧基可列舉和就關於前述通式(2)中之 $R^1 \sim R^8$ 表示之芳氧基例示者為同樣的基。

【0202】

$R^{19} \sim R^{26}$ 表示之該等基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述通式(1)中之 $Ar^1 \sim Ar^5$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取之態樣亦同。

【0203】

$X^1 \sim X^4$:

$X^1 \sim X^4$ 各表示碳原子或氮原子， $X^1 \sim X^4$ 中僅有任一者為氮原子。此情形之氮原子使 $R^{19} \sim R^{22}$ 不具氮原子或取代基。亦即， X^1 為氮原子時不存在 R^{19} ， X^2 為氮原子時不存在 R^{20} ， X^3 為氮原子時不存在 R^{21} ， X^4 為氮原子時不存在 R^{22} 。

【0204】

理想之態樣：

以下說明蔥衍生物IV之理想態樣。該理想態樣之說明中，未指定取代/無取代之基係可以有取代基也可無取代。

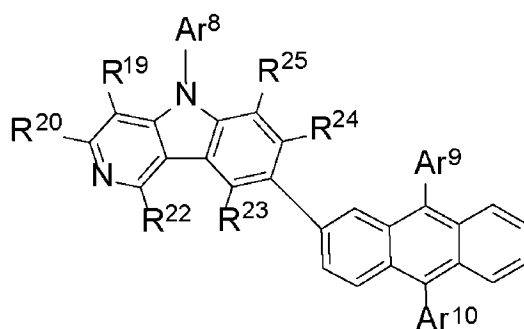
【0205】

蔥衍生物IV宜以上述通式(4a)、(4b)或(4c)表示較佳。

【0206】

通式(4a)表示之蔥衍生物IV宜以下列通式(4a')表示更佳。

【化19】



(4 a')

式中，

$Ar^8 \sim Ar^{10}$ 、 R^{19} 、 R^{20} 及 $R^{22} \sim R^{25}$ 同前述通式(4)記載之含意。

【0207】

A^3 宜為單鍵、芳香族烴之2價基或縮合多環芳香族之2價基較理想，從苯、聯苯、聯三苯、萘、蔥、蒽或菲取走2個氫原子而成之2價基或單鍵更佳，從苯、聯苯、萘、蒽或菲取走2個氫原子而成之2價基或單鍵尤佳。通式(4b)及(4c)中，芳香族烴之2價基尤佳。

【0208】

B 宜為含氮芳香族雜環基較理想，吡啶基、嘧啶基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、吲哚基、呋嗪基、苯并呋嗪基、苯并噻嗪基、喹啉基、苯并咪嗪基、吡嗪基或呋嗪基更佳，吡啶基、嘧啶基、喹啉基、異喹啉基、吲哚基、苯并咪嗪基、吡嗪基或呋嗪基尤佳。

【0209】

C 宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，苯基、聯苯基、萘基、蔥基、菲基或蒽基更理想。 C 有2個時，2個 C 可相同也可不同。

【0210】

D 可相同也可不同，宜為氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、三氟甲基或碳原子數1~6之烷基較理想，氫原子更理想。

【0211】

Ar⁸宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，苯基、聯苯基、萘基、蔥基、菲基或蒾基更佳，苯基尤佳。

【0212】

Ar⁹、Ar¹⁰可相同也可不同，宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，苯基、聯苯基、萘基、蔥基、菲基或蒾基更佳，苯基尤佳。

【0213】

Ar¹¹、Ar¹²可相同也可不同，宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，苯基、聯苯基、萘基、蔥基、菲基或蒾基更佳，苯基、萘基或蔥基尤佳。

【0214】

Ar¹³宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，苯基、聯苯基、萘基、蔥基、菲基或蒾基更佳，苯基尤佳。

【0215】

Ar¹⁴宜為芳香族烴基、縮合多環芳香族基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或吡啶基較理想，苯基、聯苯基、萘基、蔥基、菲基、蒾基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或吡啶基更佳，苯基、萘基或蔥基尤佳。

【0216】

Ar¹⁵、Ar¹⁶可相同也可不同，宜為芳香族烴基、縮合多環芳香族基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或吡啶基更佳，苯基、聯苯基、萘基、蔥基、菲基、蒾基、吡啶基、喹啉基、異喹啉基或吡啶基更佳，苯基、萘基、菲基、吡啶基或吡啶基尤佳。該等基有取代基時，取代基宜為芳香族烴基、縮合多環芳香族基或芳香族雜環基較理想，苯基、萘基、菲基或吡啶基較佳。

【0217】

$R^{19}\sim R^{22}$ 可相同也可不同，宜為氫原子、氬原子、芳香族烴基或芳香族雜環基較理想，氫原子、氬原子、苯基或吡啶基較佳。

【0218】

$R^{23}\sim R^{25}$ 為氫原子較佳。

【0219】

R^{26} 宜為氫原子較佳。

【0220】

$X^1\sim X^4$ 之中， X^3 宜為氫原子較佳。

【0221】

蔥衍生物IV之中，理想化合物之具體例示於圖19~圖28，但蔥衍生物IV不限於該等化合物。

【0222】

又，上述蔥衍生物IV可依其本身公知之方法合成(參照專利文獻7~9)。

【0223】

電子輸送層6中，在無損本發明效果之範圍內，亦可使用公知之電子輸送性之材料。公知之電子輸送性之材料可使用Alq₃、BAIq為首之喹啉酚衍生物之金屬錯合物等各種金屬錯合物；三唑衍生物；三吡啶衍生物；噁二唑衍生物；吡啶衍生物；嘧啶衍生物；苯并咪唑衍生物；噻二唑衍生物；苯并三唑衍生物；碳二亞胺衍生物；喹啉衍生物；吡啶并吡啶衍生物；啡啉衍生物；矽羅衍生物等。

【0224】

<電子注入層7>

電子注入層7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，也可將其予以省略。

【0225】

<陰極8>

陰極8可使用如鋁之功函數低之電極材料、如鎂銀合金、鎂銻合金、鋁鎂合金之功函數更低之合金作為電極材料。

[實施例]

【0226】

以下針對本發明之實施形態，對於實施例更具體說明，但本發明不限於以下之實施例。

【0227】

<合成例1：化合物1-9>

雙(聯苯-4-基)-(1,1'：2',1''：3',1''')-聯四苯)-5'-胺之合成

於經氮氣取代之反應容器中添加雙(聯苯-4-基)胺23.5g、5'-溴-1,1'：3',1''聯三苯23.8g、第三丁醇鈉9.2g及甲苯240mL，邊照射30分鐘超音波邊通入氮氣，獲得混合液。於混合液中添加乙酸鈣0.33g及第三丁基膦之50%(w/v)甲苯溶液1.0mL並加熱，於85°C攪拌4小時。利用過濾從攪拌後之反應液將不溶物去除後，進行濃縮。於殘渣加入丙酮，將固體分散洗淨，利用過濾收集固體。其結果，獲得雙(聯苯-4-基)-(1,1'：3',1''-聯三苯)-5'-胺之白色粉體34.0g(產率85%)。

【0228】

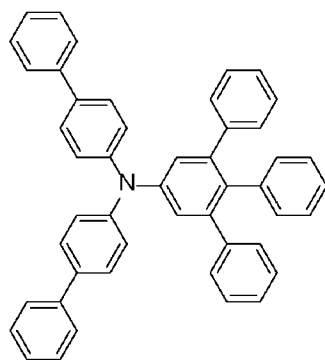
於經氮氣取代之反應容器中添加獲得之雙(聯苯-4-基)-(1,1'：3',1''-聯三苯)-5'-胺15.0g及二氯甲烷300mL，以冰浴冷卻，獲得混合液。於混合液緩慢添加N-溴琥珀醯亞胺2.9g，小時後進一步添加2.0g，製成反應液。將反應液在10°C

以下攪拌3小時後，升溫到室溫，攪拌2日。於攪拌後之反應液添加水，再添加甲醇，使固體析出。利用過濾收集析出之固體。將獲得之固體於加熱下溶於甲苯，實施利用矽膠所為之吸附精製。將濾液濃縮，添加甲醇，利用過濾收集析出之固體。其結果，獲得雙(聯苯-4-基)-(2'-溴-1,1':3',1''-聯三苯)-5'-胺之白色固體16.0g(產率93%)。

【0229】

於經氬氣取代之反應容器中添加雙(聯苯-4-基)-(2'-溴-1,1':3',1''-聯三苯)-5'-胺10.0g、甲苯80mL、乙醇40mL及苯基硼酸2.3g，然後添加預先使碳酸鉀3.0g溶於水30mL而得之水溶液，邊照射30分鐘超音波邊通入氬氣，獲得混合液。於混合液中添加肆三苯基膦鈀0.37g，獲得反應液。將反應液加熱，於72°C攪拌1日。將攪拌後之反應液冷卻到室溫，利用分液操作收集有機層。實施使用矽膠之吸附精製，然後實施使用活性碳之吸附精製。實施利用THF及丙酮所為之再結晶。其結果，獲得化合物1-9之白色粉體4.0g(產率40%)。

【化20】



(1 - 9)

【0230】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCl₃)檢測到以下之35個氫的信號。

$$\delta(\text{ppm}) = 7.56-7.65(6\text{H})$$

$$7.27-7.49(12\text{H})$$

7.00-7.15(13H)

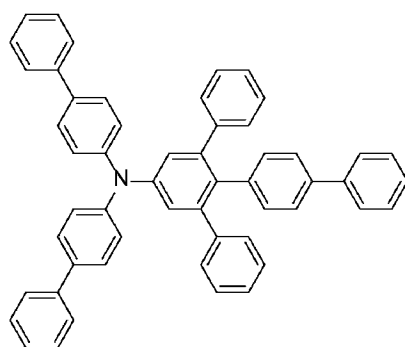
6.87-6.90(4H)

【0231】

<合成例2：化合物1-10>

雙(聯苯-4-基)-(1,1'：2',1''：4'',1'''：3',1''''-聯五苯)-5'-胺之合成；

將合成例1中之之苯基硼酸替換為使用4-聯苯硼酸，使用同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-10之白色粉體13.2g(產率74%)。

【化21】

(1 - 1 0)

【0232】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCl₃)檢測到以下之39個氫的信號。

 $\delta(\text{ppm}) = 7.54-7.65(8\text{H})$

7.27-7.49(17H)

7.09-7.16(10H)

6.93-6.95(4H)

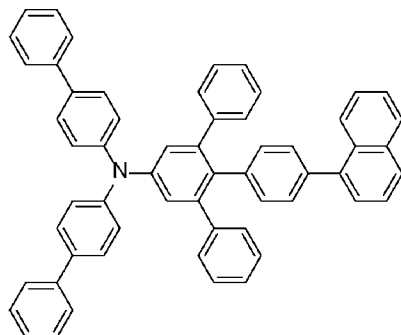
【0233】

<合成例3：化合物1-13>

雙(聯苯-4-基)-4''-(1-萘基)-(1,1'：2',1''：3',1'''-聯四苯)-4'-胺之合成；

將合成例1中之苯基硼酸替換為使用4-(1-萘基)苯基硼酸，以同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-13之白色粉體8.7g(產率73%)。

【化22】



(1-13)

【0234】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCl₃)檢測到以下之41個氫的信號。

$\delta(\text{ppm}) = 7.82-7.92(2\text{H})$

7.59-7.70(8H)

7.12-7.53(27H)

6.99-7.02(4H)

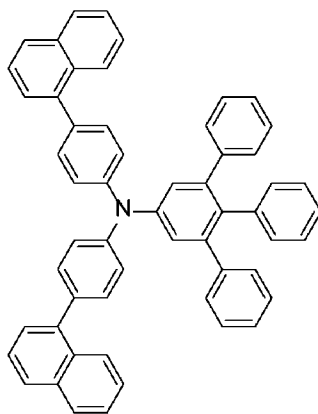
【0235】

<合成例4：化合物1-39>

雙[4-(1-萘基)苯基]-(1,1'：2',1''：3',1'''-聯四苯)-5'-胺之合成；

將合成例1中之雙(聯苯-4-基)胺替換為使用雙[4-(1-萘基)苯基]胺，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物1-39之白色粉體4.3g(產率43%)。

【化23】



(1 - 3 9)

【0236】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCl₃)檢測到以下之39個氫的信號。

$\delta(\text{ppm}) = 8.09-8.11(2\text{H})$

7.88-7.96(4H)

7.41-7.60(17H)

7.02-7.21(12H)

6.89-6.93(4H)

【0237】

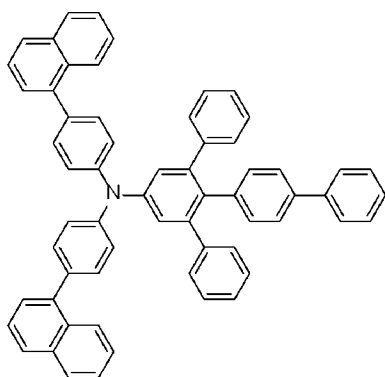
<合成例5：化合物1-40>

雙[4-(1-萘基)苯基]-(1,1'：2',1''：4'',1'''：3',1''''-聯五苯)-5'-胺之合成；

將合成例4中之苯基硼酸替換為使用4-聯苯硼酸，以同樣的條件進行反應。

其結果獲得化合物1-40之白色粉體9.9g(產率82%)。

【化24】



(1-40)

【0238】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCl₃)檢測到以下之43個氫的信號。

$\delta(\text{ppm}) = 8.09-8.11(2\text{H})$

7.88-7.96(4H)

7.14-7.60(35H)

6.95-6.98(2H)

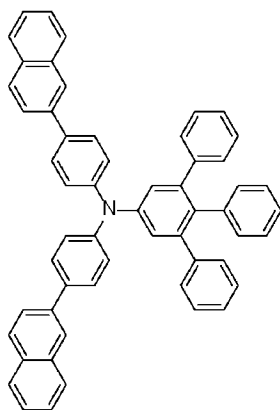
【0239】

<合成例6：化合物1-49>

雙[4-(2-萘基)苯基]-(1,1'：2',1''：3',1'''-聯四苯)-5'-胺之合成；

將合成例1中之雙(聯苯-4-基)胺替換為使用雙[4-(2-萘基)苯基]胺，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物1-49之白色粉體4.4g(產率44%)。

【化25】



(1 - 4 9)

【0240】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCI₃)檢測到以下之39個氫的信號。

$\delta(\text{ppm}) = 8.08(2\text{H})$

7.71-7.96(12H)

7.32-7.56(9H)

6.89-7.17(16H)

【0241】

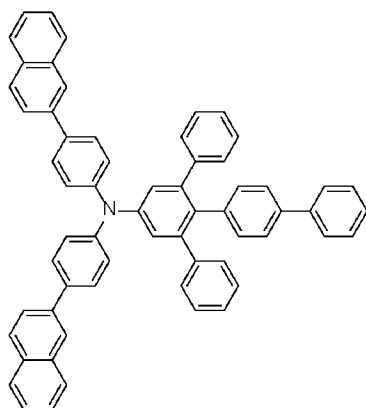
<合成例7：化合物1-50>

雙[4-(2-萘基)苯基]-(1,1' : 2',1'' : 4'',1''' : 3',1''''-聯五苯)-5'-胺之合成；

將合成例6中之苯基硼酸替換為使用4-聯苯硼酸，以同樣的條件進行反應。

其結果獲得化合物1-50之白色粉體8.5g(產率70%)。

【化26】



(1 - 5 0)

【0242】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。 $^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3)$ 檢測到以下之43個氫的信號。

$\delta(\text{ppm}) = 8.09(2\text{H})$

7.71-7.96(11H)

7.31-7.57(16H)

7.11-7.16(10H)

6.94-6.97(4H)

【0243】

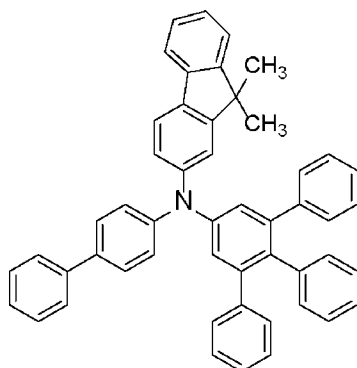
<合成例8：化合物1-69>

(聯苯-4-基)-(2'-苯基-1,1' : 3',1''-聯三苯-5'-基)-(9,9-二甲基芴-2-基)胺之合成；

將合成例1中之雙(聯苯-4-基)胺替換為使用(聯苯-4-基)-9,9-二甲基芴-2-胺，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物1-69之白色粉體11.2g(產率64%)。

【0244】

【化27】



(1 - 6 9)

【0245】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCl₃)檢測到以下之39個氫的信號。

$\delta(\text{ppm}) = 7.53-7.69(5\text{H})$

7.21-7.48(14H)

6.96-7.12(12H)

6.81-6.90(2H)

1.51(6H)

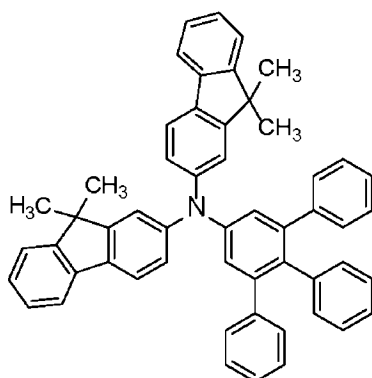
【0246】

<合成例9：化合物1-75>

雙[9,9-二甲基芴-2-基]-(1,1' : 2',1'' : 3',1''')-聯四苯)-5'-胺之合成；

將合成例1中之雙(聯苯-4-基)胺替換為使用雙(9,9-二甲基芴-2-基)胺，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物1-75之白色粉體7.7g(產率77%)。

【化28】



(1 - 7 5)

【0247】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCI₃)檢測到以下之43個氫的信號。

$$\delta(\text{ppm}) = 7.68-7.72(4\text{H})$$

$$7.28-7.47(12\text{H})$$

$$6.90-7.13(15\text{H})$$

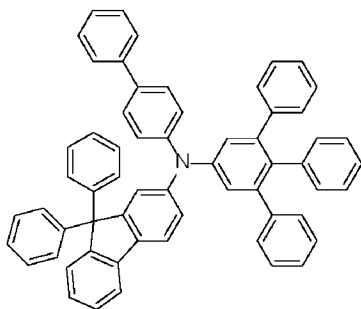
$$1.53(12\text{H})$$

【0248】

<合成例10：化合物1-81>

(聯苯-4-基)-(9,9-二苯基萘-2-基)-(1,1' : 2',1'' : 3',1'''-聯四苯)-5'-胺之合成；將合成例1中之雙(聯苯-4-基)胺替換為使用(聯苯-4-基)-(9,9-二苯基萘-2-基)胺，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物1-81之白色粉體7.3g(產率56%)。

【化29】



(1 - 8 1)

【0249】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCI₃)檢測到以下之43個氫的信號。

$\delta(\text{ppm}) = 7.70-7.75(2\text{H})$

7.61-7.64(2H)

7.15-7.54(28H)

6.97-7.02(7H)

6.85-6.87(4H)

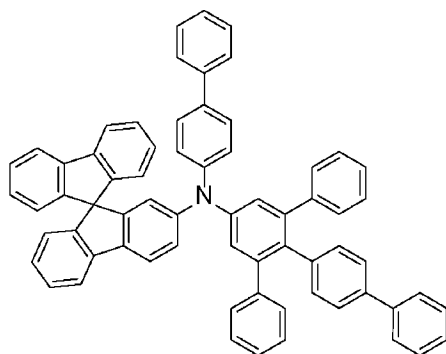
【0250】

<合成例11：化合物1-90>

(聯苯-4-基)-(1,1'：2',1''：4'',1'''：3',1''''-聯五苯)-5'-基-9,9-螺聯[9H-蒽]-2-胺之合成；

將合成例1中之雙(聯苯-4-基)胺替換為使用(聯苯-4-基)-9,9-螺聯[9H-蒽]-2-胺，將苯基硼酸替換為使用4-聯苯硼酸，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物1-90之白色粉體10.8g(產率99%)。

【化30】



(1-90)

【0251】

針對獲得之白色粉體使用NMR鑑別結構。¹H-NMR(CDCI₃)檢測到以下之45個氫的信號。

$\delta(\text{ppm}) = 7.77-7.87(4\text{H})$

7.06-7.62(30H)

6.81-6.92(9H)

6.70-6.73(2H)

【0252】

利用高感度差示掃描熱量計(Bruker AXS製, DSC3100SA)求取各合成例獲得之化合物之玻璃轉移點。

	玻璃轉移點(°C)
實施例1之化合物1-9	110
實施例2之化合物1-10	124
實施例3之化合物1-13	121
實施例4之化合物1-39	121
實施例5之化合物1-40	131
實施例6之化合物1-49	121
實施例7之化合物1-50	133
實施例8之化合物1-69	121
實施例9之化合物1-75	135
實施例10之化合物1-81	140
實施例11之化合物1-90	159

通式(1)表示之芳胺化合物I具有100°C以上之玻璃轉移點，可知薄膜狀態安定。

【0253】

使用各合成例獲得之化合物在ITO基板之上製作膜厚100nm之蒸鍍膜，利用遊離電位測定裝置(住友重機械工業(股)公司製, PYS-202)測定功函數。

	功函數(eV)
合成例1之化合物1-9	5.71
合成例2之化合物1-10	5.72
合成例3之化合物1-13	5.73
合成例4之化合物1-39	5.75
合成例5之化合物1-40	5.75
合成例6之化合物1-49	5.69
合成例7之化合物1-50	5.69
合成例8之化合物1-69	5.62
合成例9之化合物1-75	5.58
合成例10之化合物1-81	5.69
合成例11之化合物1-90	5.66

通式(1)表示之芳胺化合物I，相較於NPD、TPD等一般的電洞輸送材料帶有的功函數5.4eV，顯示理想之能量準位，可知有良好的電洞輸送能力。

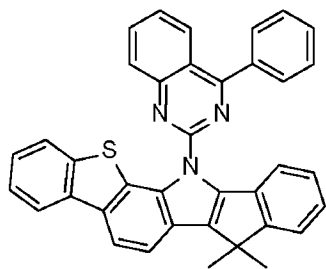
【0254】

<合成例12：化合物2-1>

7,7-二甲基-12-(4-苯基喹啉-2-基)-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茛并[1,2-b]吡啶之合成；

於經氮氣取代之反應容器中添加7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茛并[1,2-b]吡啶4.9g、2-氯-4-苯基喹啉5.7g、參(二亞苄基丙酮)二鈣0.3g、四氟硼酸三第三丁基鎂0.4g、第三丁醇鈉4.0g及二甲苯74mL並加熱，進行12小時回流攪拌，獲得反應液。將反應液冷卻到室溫後，添加乙酸乙酯及水，利用分液操作收集有機層。將收集的有機層濃縮，獲得粗製物。將粗製物利用管柱層析精製。其結果，獲得化合物2-1之粉體3.0g(產率38%)。

【化31】



(2-1)

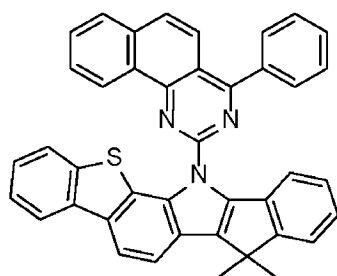
【0255】

<合成例13：化合物2-2>

7,7-二甲基-12-(4-苯基苯并[h]喹啉-2-基)-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶之合成；

將合成例12中之2-氯-4-苯基喹啉替換為使用2-氯-4-苯基苯并[h]喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-2之粉體3.2g(產率38%)。

【化32】



(2-2)

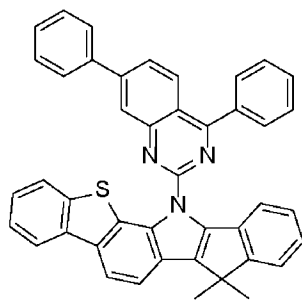
【0256】

<合成例14：化合物2-3>

12-(4,7-二苯基喹啉-2-基)-7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶之合成；

將合成例12中之2-氯-4-苯基喹啉替換為使用2-氯-4,7-二苯基喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-3之粉體3.3g(產率38%)。

【化33】



(2-3)

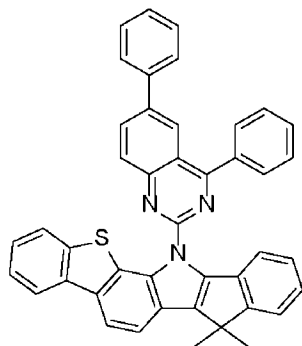
【0257】

<合成例15：化合物2-4>

12-(4,6-二苯基喹啉啉-2-基)-7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茛并[1,2-b]吡啶之合成；

將合成例12中之2-氯-4-苯基喹啉啉替換為使用2-氯-4,6-二苯基喹啉啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-4之粉體3.3g(產率38%)。

【化34】



(2-4)

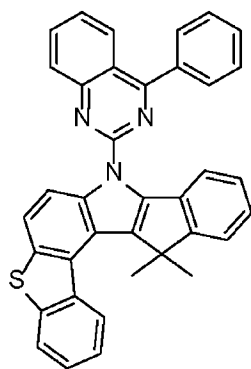
【0258】

<合成例16：化合物2-5>

13,13-二甲基-8-(4-苯基喹啉啉-2-基)-8,13-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-e]茛并[1,2-b]吡啶之合成；

將合成例12中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茛并[1,2-b]吡啶替換為使用13,13-二甲基-8,13-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-e]茛并[1,2-b]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物2-5之粉體3.0g(產率38%)。

【化35】



(2-5)

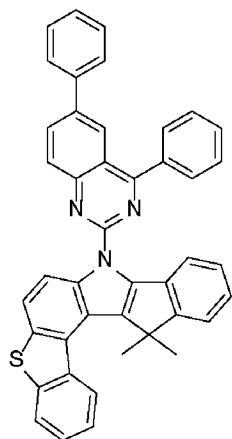
【0259】

<合成例17：化合物2-6>

8-(4,6-二苯基喹啉-2-基)-13,13-二甲基-8,13-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-e]茛并[1,2-b]吲哚之合成；

將合成例16中之2-氯-4-苯基喹啉替換為使用2-氯-4,6-二苯基喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-6之粉體3.3g(產率38%)。

【化36】



(2-6)

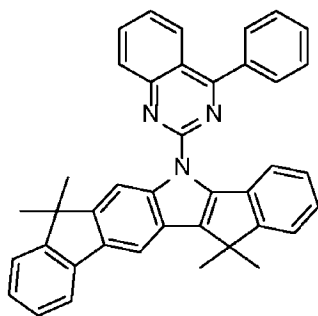
【0260】

<合成例18：化合物2-7>

7,7,13,13-四甲基-5-(4-苯基喹啉-2-基)-7,13-二氫-5H-二茛并[1,2-b:1',2'-f]吲哚之合成；

將合成例12中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶替換為使用7,7,13,13-四甲基-7,13-二氫-5H-二茚并[1,2-b:1',2'-f]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-7之粉體3.0g(產率38%)。

【化37】



(2-7)

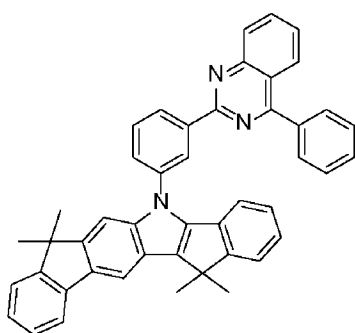
【0261】

<合成例19：化合物2-8>

7,7,13,13-四甲基-5-[3-(4-苯基喹啉-2-基)苯基]-7,13-二氫-5H-二茚并[1,2-b:1',2'-f]吡啶之合成；

將合成例18中之2-氯-4-苯基喹啉替換為使用2-(3-溴苯基)-4-苯基喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-8之粉體3.4g(產率38%)。

【化38】



(2-8)

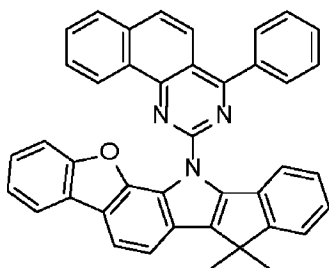
【0262】

<合成例20：化合物2-9>

7,7-二甲基-12-(4-苯基苯并[h]喹啉-2-基)-7,12-二氫苯并呋喃并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶之合成；

將合成例13中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶替換為使用7,7-二甲基-7,12-二氫苯并呋喃并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-9之粉體3.0g(產率38%)。

【化39】



(2 - 9)

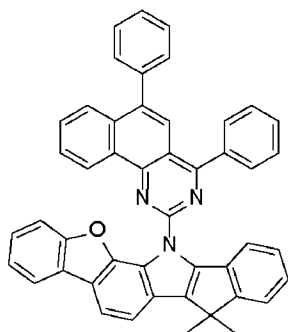
【0263】

<合成例21：化合物2-10>

12-(4,6-二苯基苯并[h]喹啉-2-基)-7,7-二甲基-7,12-二氫苯并呋喃并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶之合成；

將合成例20中之2-氯-4-苯基苯并[h]喹啉替換為使用2-氯-4,6-二苯基苯并[h]喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-10之粉體3.5g(產率38%)。

【化40】



(2 - 1 0)

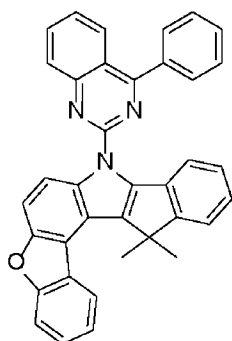
【0264】

<合成例22：化合物2-11>

13,13-二甲基-8-(4-苯基喹啉-2-基)-8,13-二氫苯并呋喃并[3,2-e]茚并[1,2-b]吡啶之合成；

將合成例12中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噁吩并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶替換為使用13,13-二甲基-8,13-二氫苯并呋喃并[3,2-e]茚并[1,2-b]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-11之粉體3.0g(產率38%)。

【化41】



(2 - 1 1)

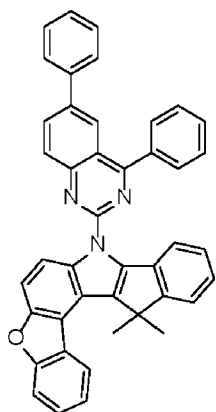
【0265】

<合成例23：化合物2-12>

13,13-二甲基-8-(4,6-二苯基喹啉-2-基)-8,13-二氫苯并呋喃并[3,2-e]茚并[1,2-b]吡啶之合成；

將合成例22中之2-氯-4-苯基喹啉替換為使用2-氯-4,6-二苯基喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物2-12之粉體3.2g(產率38%)。

【化42】



(2 - 1 2)

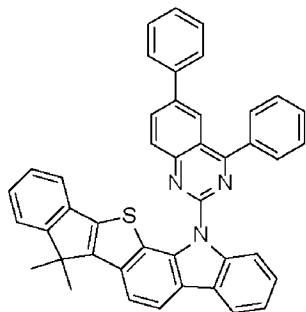
【0266】

<合成例24：化合物3-1>

13-(4,6-二苯基喹啉啉-2-基)-7,7-二甲基-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例23中之13,13-二甲基-8,13-二氫苯并呋喃并[3,2-e]茚并[1,2-b]吡啶替換為使用7,7-二甲基-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-1之粉體7.0g(產率38%)。

【化43】



(3 - 1)

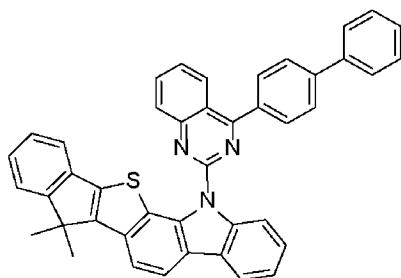
【0267】

<合成例25：化合物3-2>

13-[4-(聯苯-4-基)喹啉啉-2-基]-7,7-二甲基-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例24中之2-氯-4,6-二苯基喹啉啉替換為使用4-(聯苯-4-基)-2-氯喹啉啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-2之粉體6.7g(產率37%)。

【化44】



(3 - 2)

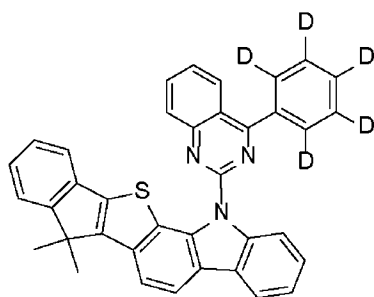
【0268】

<合成例26：化合物3-3>

7,7-二甲基-13-[4-(苯基-d₅)喹啉-2-基]-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例24中之2-氯-4,6-二苯基喹啉替換為使用2-氯-4-(苯基-d₅)喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-3之粉體8.4g(產率32%)。

【化45】



(3 - 3)

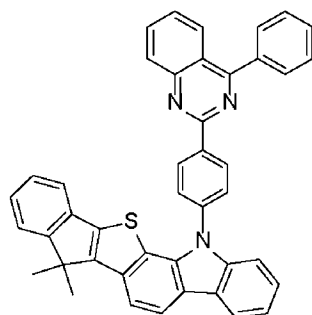
【0269】

<合成例27：化合物3-4>

7,7-二甲基-13-[4-(4-苯基喹啉-2-基)苯基]-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例24中之2-氯-4,6-二苯基喹啉替換為使用2-(4-溴苯基)-4-苯基喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-4之粉體5.2g(產率28%)。

【化46】



(3 - 4)

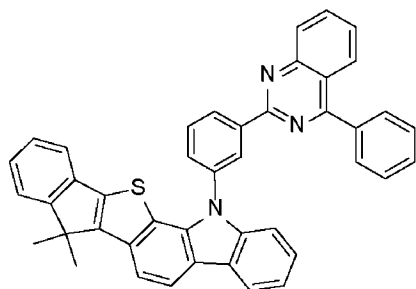
【0270】

<合成例28：化合物3-5>

7,7-二甲基-13-[3-(4-苯基喹啉啉-2-基)苯基]-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]咪唑之合成；

將合成例24中之2-氯-4,6-二苯基喹啉啉替換為使用2-(3-溴苯基)-4-苯基喹啉啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-5之粉體8.4g(產率32%)。

【化47】



(3 - 5)

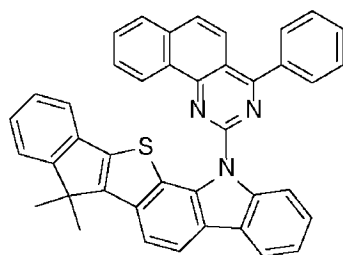
【0271】

<合成例29：化合物3-6>

7,7-二甲基-13-(4-苯基苯并[h]喹啉啉-2-基)-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]咪唑之合成；

將合成例24中之2-氯-4,6-二苯基喹啉啉替換為使用2-氯-4-苯基苯并[h]喹啉啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-6之粉體8.4g(產率32%)。

【化48】



(3 - 6)

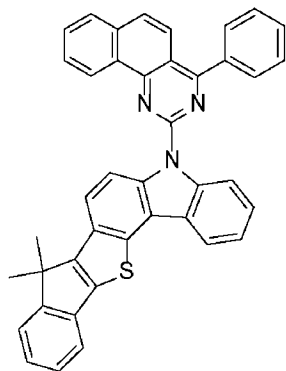
【0272】

<合成例30：化合物3-7>

8,8-二甲基-5-(4-苯基苯并[h]喹啉啉-2-基)-5,8-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[3,2-c]咪唑之合成；

將合成例29中之7,7-二甲基-7,13-二氫茛并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶替換為使用8,8-二甲基-5,8-二氫茛并[2',1':4,5]噻吩并[3,2-c]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-7之粉體9.3g(產率35%)。

【化49】



(3 - 7)

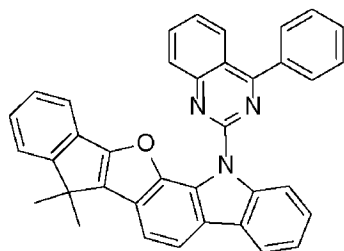
【0273】

<合成例31：化合物3-8>

7,7-二甲基-13-(4-苯基喹啉-2-基)-7,13-二氫茛并[2',1':4,5]吡喃并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例12中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茛并[1,2-b]吡啶替換為使用7,7-二甲基-7,13-二氫茛并[2',1':4,5]吡喃并[2,3-a]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-8之粉體6.2g(產率32%)。

【化50】



(3 - 8)

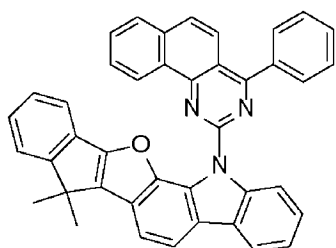
【0274】

<合成例32：化合物3-9>

7,7-二甲基-13-(4-苯基苯并[h]喹啉-2-基)-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]呋喃并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例31中之2-氯-4-苯基喹啉替換為使用2-氯-4-苯基苯并[h]喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-9之粉體8.6g(產率30%)。

【化51】



(3 - 9)

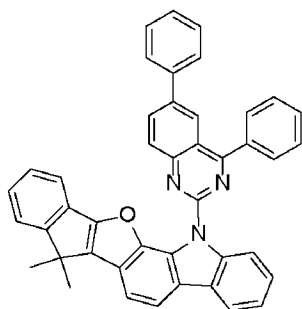
【0275】

<合成例33：化合物3-10>

13-(4,6-二苯基喹啉-2-基)-7,7-二甲基-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]呋喃并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例31中之2-氯-4-苯基喹啉替換為使用2-氯-4,6-二苯基喹啉，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-10之粉體7.2g(產率29%)。

【化52】



(3 - 1 0)

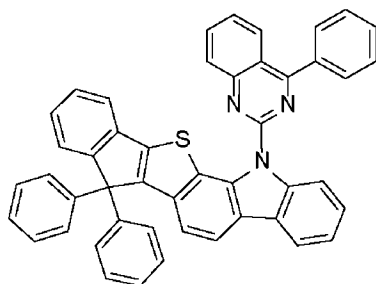
【0276】

<合成例34：化合物3-11>

7,7-二苯基-13-(4-苯基喹啉-2-基)-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例12中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶替換為使用7,7-二苯基-7,13-二氫茚并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-11之粉體6.7g(產率37%)。

【化53】



(3-11)

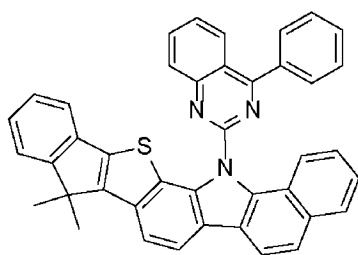
【0277】

<合成例35：化合物3-12>

9,9-二甲基-15-(4-苯基噻唑啉-2-基)-9,15-二氫苯并[a]茚并[2',1':4,5]噻吩并[3,2-i]吡啶之合成；

將合成例12中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茚并[1,2-b]吡啶替換為使用9,9-二甲基-9,15-二氫苯并[a]茚并[2',1':4,5]噻吩并[3,2-i]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-12之粉體4.8g(產率42%)。

【化54】



(3-12)

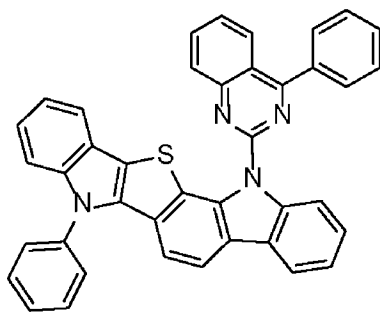
【0278】

<合成例36：化合物3-13>

7-苯基-13-(4-苯基噻唑啉-2-基)-7,13-二氫吡啶并[2',3':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例12中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茛并[1,2-b]吡啶替換為使用7-苯基-7,13-二氫吡啶并[2',3':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-13之粉體4.3g(產率43%)。

【化55】



(3 - 1 3)

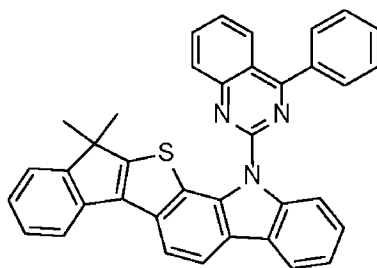
【0279】

<合成例37：化合物3-14>

12,12-二甲基-1-(4-苯基喹啉-2-基)-1,12-二氫茛并[1',2':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例12中之7,7-二甲基-7,12-二氫苯并[4,5]噻吩并[3,2-g]茛并[1,2-b]吡啶替換為使用12,12-二甲基-1,12-二氫茛并[1',2':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-14之粉體6.3g(產率44%)。

【化56】



(3 - 1 4)

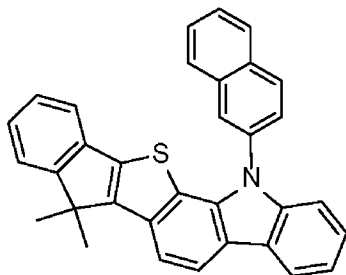
【0280】

<合成例38：化合物3-15>

7,7-二甲基-13-(萘-2-基)-7,13-二氫茛并[2',1':4,5]噻吩并[2,3-a]吡啶之合成；

將合成例24中之2-氯-4,6-二苯基喹啉替換為使用2-溴萘，以同樣的條件進行反應。其結果獲得化合物3-15之粉體5.4g(產率47%)。

【化57】



(3 - 1 5)

【0281】

<元件實施例1>

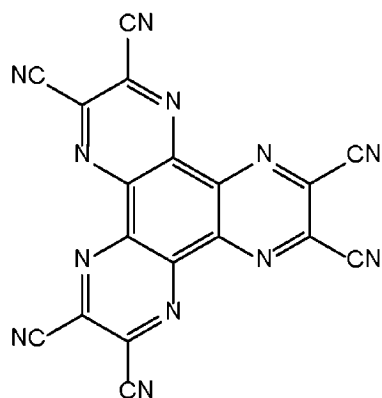
有機EL元件，如圖1所示，係於在玻璃基板1上預先形成了作為透明陽極2之ITO電極後，於其上按順序蒸鍍電洞注入層3、第1電洞輸送層4a、第2電洞輸送層4b、發光層5、電子輸送層6、電子注入層7、陰極(鋁電極)8而製作。

【0282】

具體而言，將已形成膜厚150nm之ITO之玻璃基板1在異丙醇中進行20分鐘超音波洗淨後，於加熱到200°C之熱板上進行10分鐘乾燥。之後，實施UV臭氧處理15分鐘後，將此附ITO之玻璃基板安裝在真空蒸鍍機內，減壓到0.001Pa以下。

然後，以覆蓋透明陽極2之方式，蒸鍍下列結構式之HIM-1，形成膜厚5nm之電洞注入層3。

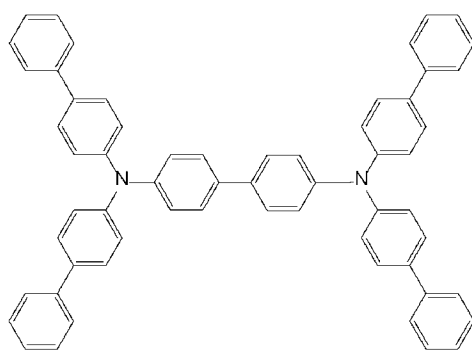
【化58】



(HIM-1)

在電洞注入層3之上蒸鍍下列結構式之分子中的三芳胺化合物5-1，形成膜厚60nm之第1電洞輸送層4a。

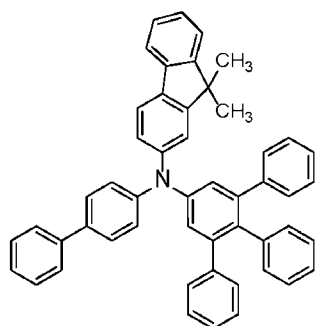
【化59】



(5-1)

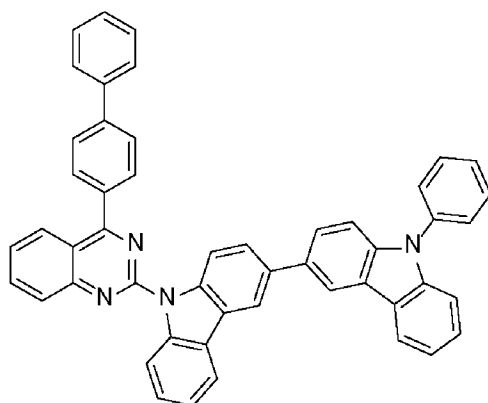
在第1電洞輸送層4a之上蒸鍍合成例8之化合物1-69，形成膜厚5nm之第2電洞輸送層4b。

【化60】



(1-69)

【化63】



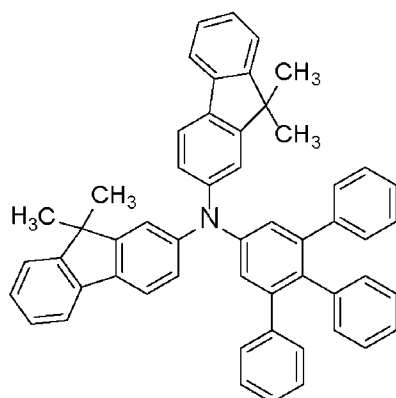
(3 - 1 6)

【0284】

<元件實施例3>

將元件實施例1中，作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為合成例9之化合物1-75，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。

【化64】



(1 - 7 5)

【0285】

<元件實施例4>

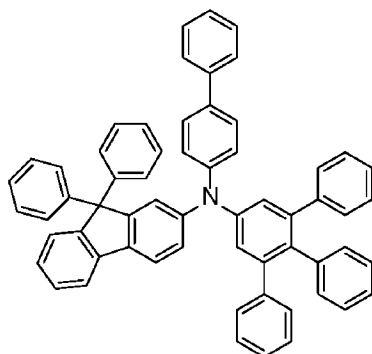
將元件實施例2中，作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為合成例9之化合物1-75，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。

【0286】

<元件實施例5>

將元件實施例1中，作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為合成例10之化合物1-81，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。

【化65】



(1 - 8 1)

【0287】

<元件實施例6>

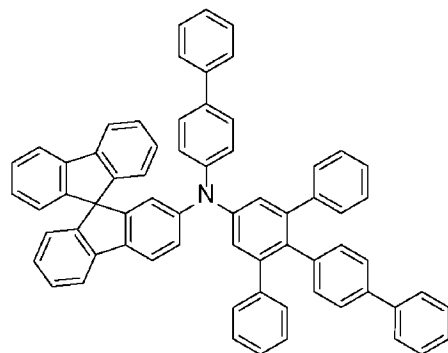
將元件實施例2中，作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為合成例10之化合物1-81，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。

【0288】

<元件實施例7>

將元件實施例1中，作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為合成例11之化合物1-90，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。

【化66】



(1 - 9 0)

【0289】

<元件實施例8>

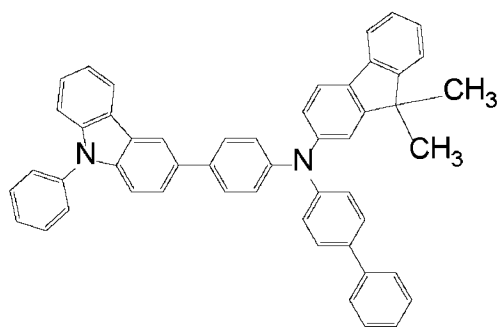
將元件實施例2中，作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69，替換為合成例11之化合物1-90，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。

【0290】

<元件比較例1>

將元件實施例1中，作為第1電洞輸送層4a之材料之化合物5-1替換為使用下列結構式之化合物5'-2，且將作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為使用下列結構式之化合物5'-2，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。於此情形，第1電洞輸送層4a與第2電洞輸送層4b係作為一體之電洞輸送層4(膜厚65nm)而作用。

【化67】



(5' - 2)

【0291】

<元件比較例2>

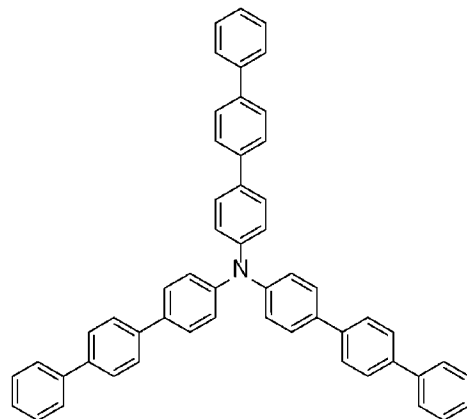
將元件實施例2中，作為第1電洞輸送層4a之材料之化合物5-1替換為化合物5'-2，且將作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為化合物5'-2，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。於此情形，第1電洞輸送層4a與第2電洞輸送層4b係作為一體之電洞輸送層4(膜厚65nm)而作用。

【0292】

<元件比較例3>

將元件實施例1中，作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為使用下列結構式之化合物HTM-1，除此以外以同樣的條件製作有機EL元件。

【化68】



(HTM-1)

【0293】

<元件比較例4>

將元件實施例2中，作為第2電洞輸送層4b之材料之合成例8之化合物1-69替換為化合物HTM-1，除此以外依同樣的條件製作有機EL元件。

【0294】

針對元件實施例1~8及元件比較例1~4製作之有機EL元件，測定於大氣中，常溫施加直流電壓時之發光特性。測定結果示於表1。

【0295】

使用元件實施例1~8及元件比較例1~4製作之有機EL元件，測定元件壽命。具體而言，測定設發光開始時之發光亮度(初始亮度)為7000cd/m²而以定電流驅動時，直到發光亮度衰減成6790cd/m²(相當於令初始亮度為100%時之97%：97%衰減)為止之時間。結果示於表1。

【0296】

【表1】

	第1電洞輸送層	第2電洞輸送層	發光層	電子輸送層	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)	元件壽命 (小時) 97%衰減
元件實施例1	化合物5-1	化合物1-69	EMD-1/ 化合物2-2	化合物4a-1 /ETM-1	3.73	2677	26.74	22.52	145
元件實施例2	化合物5-1	化合物1-69	EMD-1/ 化合物3-16	化合物4a-1 /ETM-1	4.10	2611	26.11	20.01	320
元件實施例3	化合物5-1	化合物1-75	EMD-1/ 化合物2-2	化合物4a-1 /ETM-1	3.53	2713	27.10	24.12	110
元件實施例4	化合物5-1	化合物1-75	EMD-1/ 化合物3-16	化合物4a-1 /ETM-1	4.03	2655	26.58	20.72	250
元件實施例5	化合物5-1	化合物1-81	EMD-1/ 化合物2-2	化合物4a-1 /ETM-1	3.90	2885	28.82	23.22	200
元件實施例6	化合物5-1	化合物1-81	EMD-1/ 化合物3-16	化合物4a-1 /ETM-1	4.20	2809	28.12	21.04	385
元件實施例7	化合物5-1	化合物1-90	EMD-1/ 化合物2-2	化合物4a-1 /ETM-1	3.85	2829	28.31	23.10	168
元件實施例8	化合物5-1	化合物1-90	EMD-1/ 化合物3-16	化合物4a-1 /ETM-1	4.18	2781	27.68	20.81	329
元件比較例1	化合物5'-2	化合物5'-2	EMD-1/ 化合物2-2	化合物4a-1 /ETM-1	3.95	2222	22.22	17.67	50
元件比較例2	化合物5'-2	化合物5'-2	EMD-1/ 化合物3-16	化合物4a-1 /ETM-1	3.79	2033	20.34	16.86	32
元件比較例3	化合物5-1	HTM-1	EMD-1/ 化合物2-2	化合物4a-1 /ETM-1	4.33	2598	26.01	18.82	61
元件比較例4	化合物5-1	HTM-1	EMD-1/ 化合物3-16	化合物4a-1 /ETM-1	4.55	2517	25.19	17.77	46

【0297】

針對流過電流密度10mA/cm²之電流時之發光效率，元件比較例1~4為20.34~26.01cd/A，反觀元件實施例1~8為26.11~28.82cd/A，皆為較高效率。

【0298】

針對電力效率，元件比較例1~4為16.86~18.82lm/W，反觀元件實施例1~8為20.01~24.12lm/W，亦皆為較高效率。

【0299】

針對元件壽命，元件比較例1~4為32~61小時，反觀於元件實施例1~8為110~385小時，壽命大幅延長。

【0300】

由以上之結果可知，使用了通式(1)表示之芳胺化合物I及通式(2)表示之茚并吡啶化合物II或通式(3)表示之咪唑化合物之有機EL元件，元件內部的載子均衡性有所改善，且因使用了配合發光材料之特性的材料，本發明之有機EL元件可達成相較於既知之有機EL元件更高發光效率、低驅動電壓、長壽命之有機EL元件。

[產業利用性]

【0301】

如上述，本發明之有機EL元件可獲得高發光效率及電力效率，且能降低實用驅動電壓，能使耐久性改善。所以，例如可以開展在家庭電化製品、照明之用途。

【符號說明】**【0302】**

- 1 玻璃基板
- 2 透明陽極
- 3 電洞注入層
- 4 電洞輸送層
- 4a 第1電洞輸送層
- 4b 第2電洞輸送層
- 5 發光層

- 6 電子輸送層
- 7 電子注入層
- 8 陰極

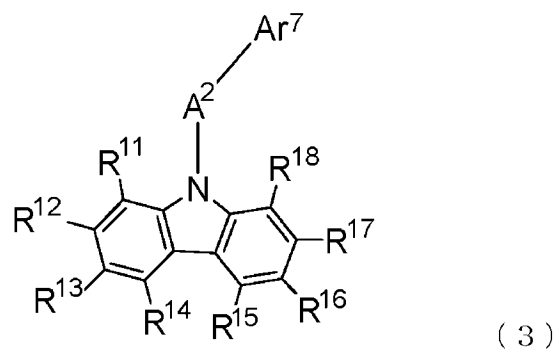
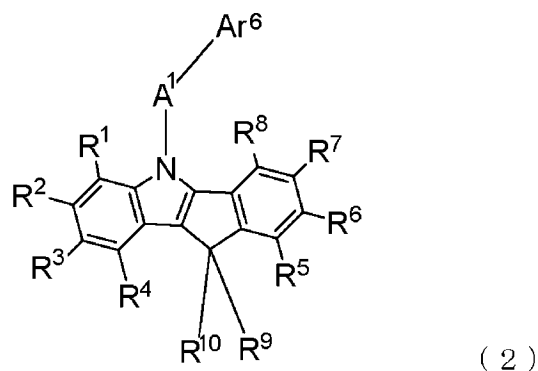
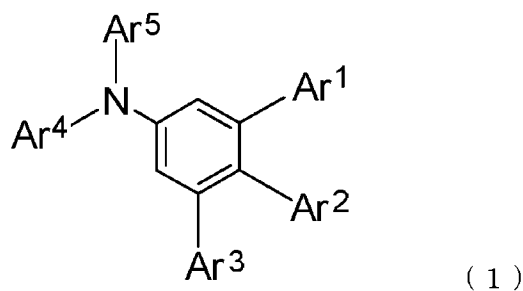
【發明摘要】

【中文發明名稱】 有機電致發光元件

【英文發明名稱】 AN ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DEVICE

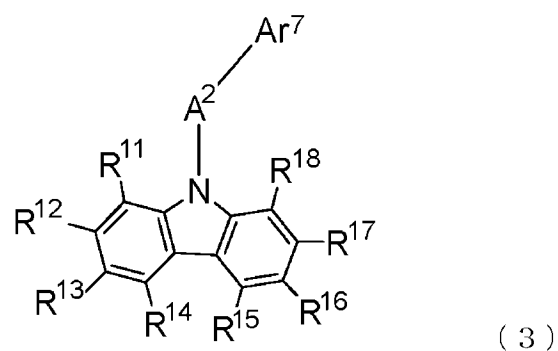
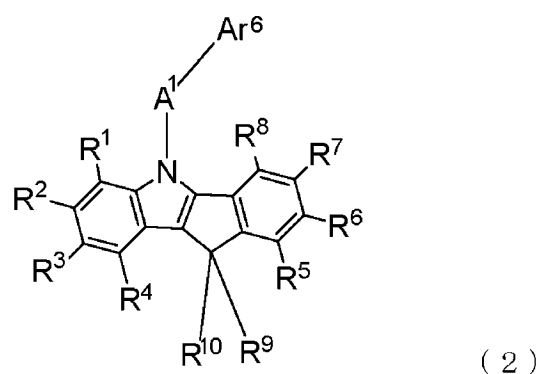
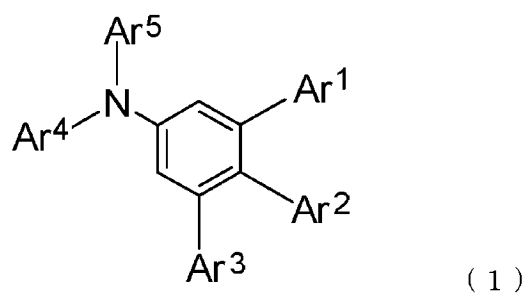
【中文】

依照本發明，提供一種有機EL元件，至少按順序具有陽極、電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極，其特徵為：該電洞輸送層含有下列通式(1)表示之芳胺化合物，且該發光層含有下列通式(2)表示之二氫茛并吡啉衍生物或下列通式(3)表示之咪唑衍生物。本發明之有機EL元件為高效率、低驅動電壓且尤其長壽命。



【英文】

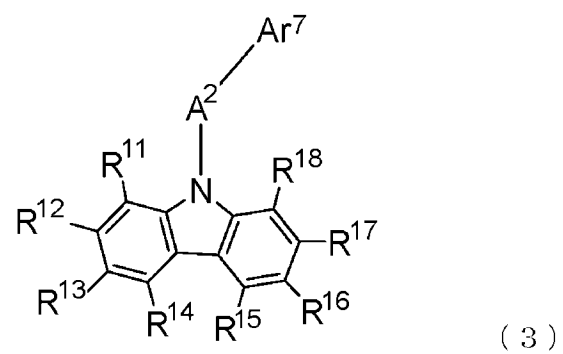
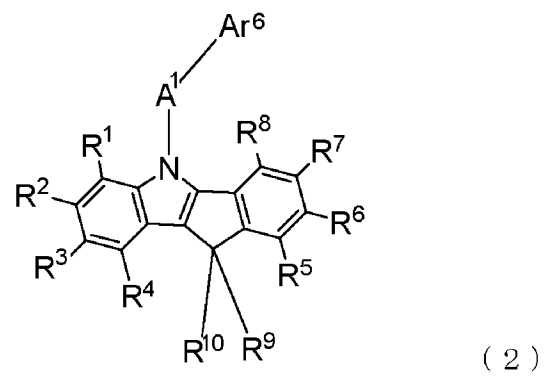
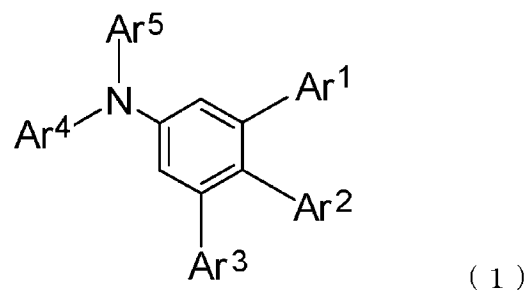
The present invention provides an organic EL device which has at least an anode, a hole-transporting layer, a luminous layer, an electron-transporting layer and a cathode in this order, and which is characterized in that the hole-transporting layer contains an arylamine compound represented by a general formula (1) and the electron-transporting layer contains a indenoindole derivative represented by a general formula (2) or carbazole derivative represented by a general formula (3). The organic EL device of the present invention has high efficiency, low driving voltage, and particularly long service life.



【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】 無

【特徵化學式】



【發明申請專利範圍】

【第1項】

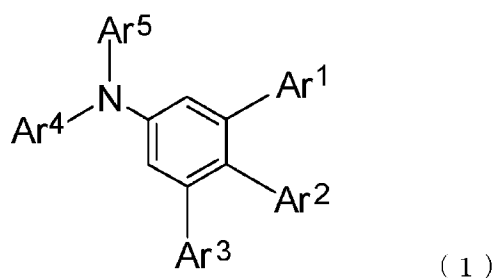
一種有機電致發光元件，至少按順序具有陽極、電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極，

其特徵為：

該電洞輸送層含有下列通式(1)表示之芳胺化合物，

該發光層含有下列通式(2)表示之茚并吡啶化合物或下列通式(3)表示之咪唑化合物；

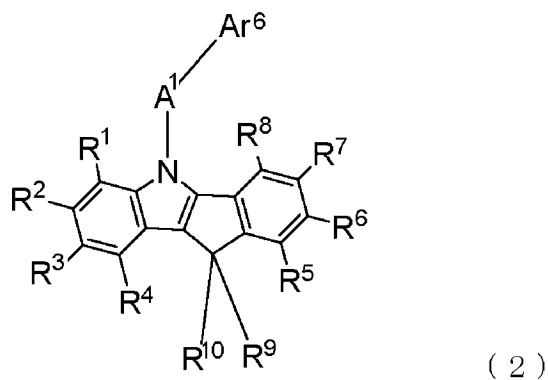
[化1]



式中，

Ar¹~Ar⁵可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基；

[化2]



式中，

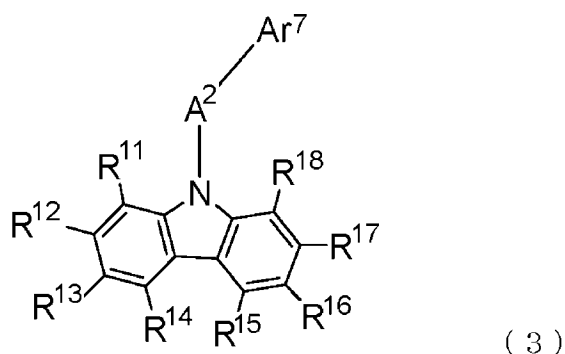
A^1 表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵，

Ar^6 表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

$R^1 \sim R^8$ 可相同也可不同，表示氫原子；氖原子；氟原子；氯原子；氫基；硝基；碳原子數1~6之烷基；碳原子數5~10之環烷基；碳原子數2~6之烯基；碳原子數1~6之烷氧基；碳原子數5~10之環烷氧基；芳香族烴基；芳香族雜環基；縮合多環芳香族基；芳氧基；或經選自芳香族烴基、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， $R^1 \sim R^4$ 也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環， $R^5 \sim R^8$ 也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，再者，於 $R^1 \sim R^4$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^1 \sim R^4$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環，在 $R^5 \sim R^8$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^5 \sim R^8$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環；

R^9 與 R^{10} 可相同也可不同，表示碳原子數1~6之烷基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，也可以介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環；

[化3]



式中，

A^2 表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵，

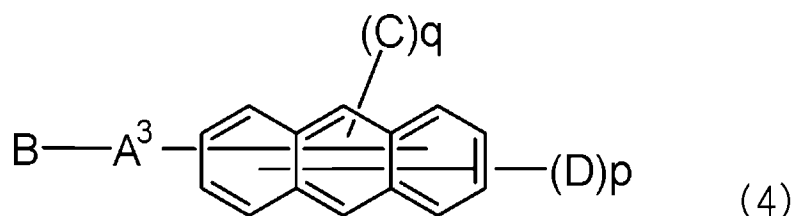
Ar^7 表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

$R^{11} \sim R^{18}$ 可相同也可不同，表示氫原子；氖原子；氟原子；氯原子；氰基；硝基；碳原子數1~6之烷基；碳原子數5~10之環烷基；碳原子數2~6之烯基；碳原子數1~6之烷氧基；碳原子數5~10之環烷氧基；芳香族烴基；芳香族雜環基；縮合多環芳香族基；芳氧基；或經選自芳香族烴基、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， $R^{11} \sim R^{14}$ 也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環， $R^{15} \sim R^{18}$ 也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，再者，於 $R^{11} \sim R^{14}$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^{11} \sim R^{14}$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環，在 $R^{15} \sim R^{18}$ 之一部分從苯環脫離而產生之空位， $R^{15} \sim R^{18}$ 之其他基也可介隔經取代或無取代之亞甲基、氧原子、硫原子或單芳胺基而鍵結形成環。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該電子輸送層含有下列通式(4)表示之蔥衍生物；

[化4]



式中， A^3 表示芳香族烴之2價基、芳香族雜環之2價基、縮合多環芳香族之2價基或單鍵，

B表示芳香族雜環基，

C表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，C有2個時，2個C可相同也可不同，

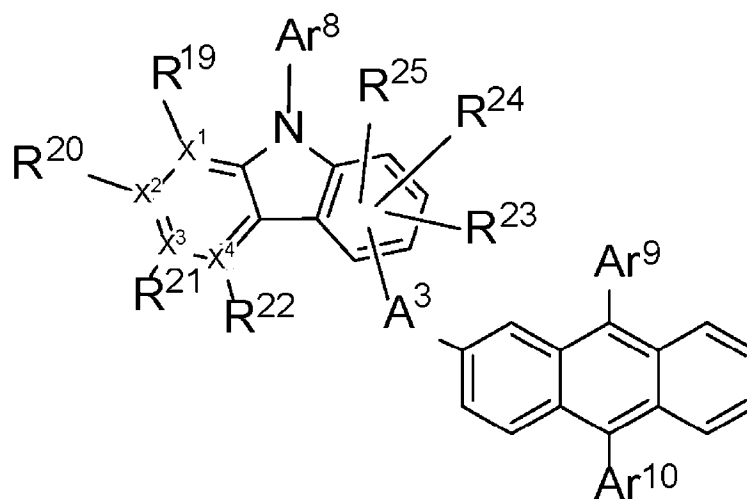
D可相同也可不同，表示氫原子、氫原子、氟原子、氯原子、氰基、三氟甲基、碳原子數1~6之烷基、芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

p與q之和為9之條件下，p表示7或8，q表示1或2。

【第3項】

如申請專利範圍第2項之有機電致發光元件，其中，該蔥衍生物以下列通式(4a)表示；

[化5]



(4a)

式中，

A³同該通式(4)記載之含意，

Ar⁸~Ar¹⁰可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

R¹⁹~R²⁵可相同也可不同，表示氫原子、氫原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基、碳原子數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、

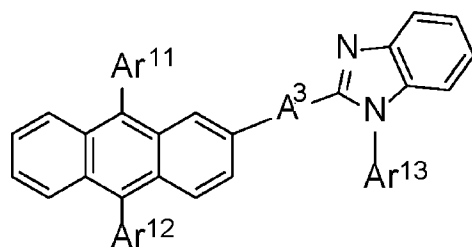
縮合多環芳香族基或芳氧基，也可介隔單鍵、經取代或無取代之亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，

$X^1 \sim X^4$ 可相同也可不同，表示碳原子或氮原子， $X^1 \sim X^4$ 中僅任一者為氮原子，此情形之氮原子使 $R^{19} \sim R^{22}$ 成為沒有氫原子或取代基。

【第4項】

如申請專利範圍第2項之有機電致發光元件，其中，該蔥衍生物以下列通式(4b)表示；

[化6]



(4 b)

式中，

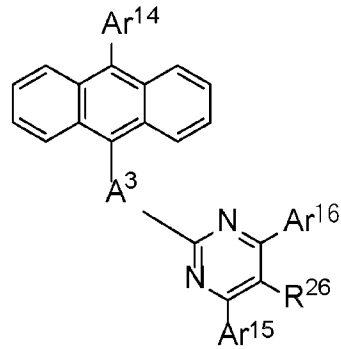
A³同該通式(4)記載之含意，

Ar¹¹~Ar¹³可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基。

【第5項】

如申請專利範圍第2項之有機電致發光元件，其中，該蔥衍生物以下列通式(4c)表示；

[化7]



(4c)

式中，A³同該通式(4)記載之含意，

Ar¹⁴~Ar¹⁶可相同也可不同，表示芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

R²⁶表示氫原子、氖原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基、碳原子數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基。

【第6項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該電洞輸送層具有第1電洞輸送層及第2電洞輸送層之2層結構，該第2電洞輸送層位在該發光層側且含有該通式(1)表示之芳胺化合物。

【第7項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該發光層含有紅色的發光材料。

【第8項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該發光層含有磷光性之發光材料。

【第9項】

如申請專利範圍第8項之有機電致發光元件，其中，該磷光性之發光材料係含銱或鉑之金屬錯合物。

