



(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 201837159 A

(43) 公開日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 16 日

(21) 申請案號：107108350

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 13 日

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

C07C211/54 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

H05B33/14 (2006.01)

(30) 優先權：2017/03/15 日本

2017-049617

(71) 申請人：日商保土谷化學工業股份有限公司 (日本) HODOGAYA CHEMICAL CO., LTD.

(JP)

日本

(72) 發明人：望月俊二 MOCHIZUKI, SHUNJI (JP)；山本剛史 YAMAMOTO, TAKESHI (JP)；

樺澤直朗 KABASAWA, NAOAKI (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：8 項 圖式數：56 共 116 頁

(54) 名稱

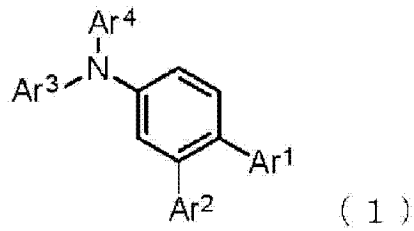
有機電致發光元件

ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE

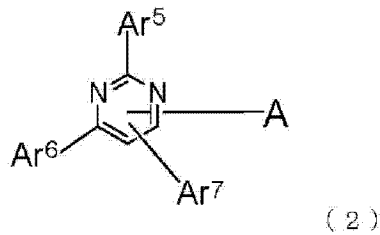
(57) 摘要

本發明之目的在於提供(1)發光效率及電力效率高、(2)發光開始電壓低、(3)實用驅動電壓低、(4)尤其長壽命之有機 EL 元件。依照本發明，提供一種有機 EL 元件，至少按順序具有陽極、電洞注入層、第一電洞輸送層、第二電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極，該第二電洞輸送層含有下列通式(1)表示之芳胺化合物，該電子輸送層含有下列通式(2)表示之嘧啶衍生物。又，下列通式(2)中之 A，表示下列結構式(3)表示之 1 價基。

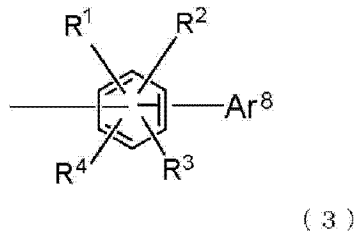
[化1]



[化2]

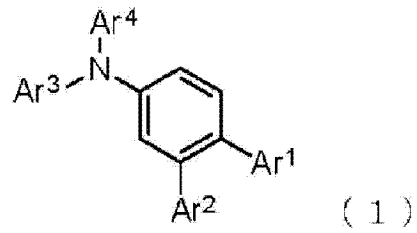


[化3]

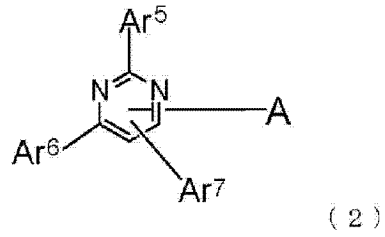


An object of the present invention is to provide an organic EL device having (1) high luminous efficiency and high power efficiency; (2) a low light emission starting voltage; (3) a low practical driving voltage; and (4) a long lifetime. According to the present invention, there is provided an organic electroluminescent device having at least an anode, a hole injection layer, a first hole transport layer, a second hole transport layer, a luminous layer, an electron transport layer, and a cathode in this order, wherein the second hole transport layer contains an arylamine compound represented by a general formula (1) below and the electron transport layer contains a pyrimidine derivative represented by a general formula (2) below. Here, 'A' in the general formula (2) below represents a monovalent group represented by a structural formula (3) below.

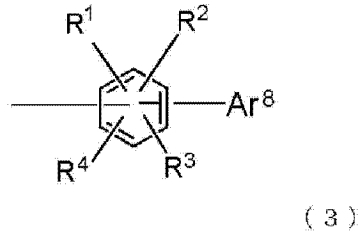
[Formula 1]



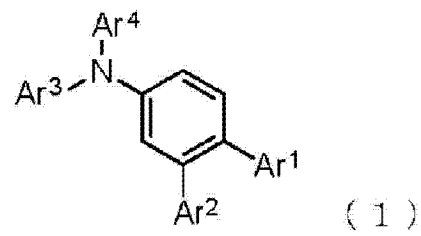
[Formula 2]



[Formula 3]



特徵化學式：



## 【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】 ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE

### 【技術領域】

#### 【0001】

本發明係關於有機電致發光元件，詳言之，係關於使用了特定之芳胺化合物與特定之嘓啉衍生物的有機電致發光元件(以後簡稱有機EL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有機EL元件。

#### 【0003】

1987年由伊士曼·柯達公司的C. W. Tang等人將各種作用分配到各材料而得疊層結構元件，成功地開發了實用的有機EL元件。該有機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以構成，藉由將正電荷與負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<sup>2</sup>以上的高亮度(參照專利文獻1及專利文獻2)。

#### 【0004】

直到現在，有機EL元件已有許多改良，疊層結構之各種作用更為細分，一般已知若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、及陰極，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或磷光發光性化合物、發射延遲螢光之材料而製作。如前述非專利文獻所記載，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，電洞、電子兩電荷以良好效率傳遞到發光層係為重要，需成為載子均衡性優異之元件。又，藉由提高電洞注入性，提高阻擋從陰極注入之電子之電子阻擋性，提高電洞與電子再結合的機率，進而幽禁在發光層內生成之激子，可獲得高發光效率。所以，電洞輸送材料發揮的作用重要，需要電洞注入性高、電洞之移動度大、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，針對元件壽命，材料之耐熱性、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，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元件使用之電洞輸送材料已知有N,N'-二苯基-N,N'-二( $\alpha$ -萘基)聯苯胺(NPD)、各種芳香族胺衍生物(參照專利文獻1及專利文獻2)。NPD具有

良好的電洞輸送能力，但是成為耐熱性指標之玻璃轉移點(Tg)為96°C之低，在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2記載之芳香族胺衍生物之中，已知有電洞移動度為 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上之有優良的移動度的化合物，但電子阻擋性不足，因此會有一部分電子直接穿越發光層，無法期待發光效率更好。故為了更高效率化，尋求電子阻擋性更高、薄膜更安定且耐熱性高的材料。

#### 【0010】

又，專利文獻3報告高耐久性的芳香族胺衍生物。但專利文獻3之芳香族胺衍生物係使用作為電子照片感光體中使用的電荷輸送材料，完全未有作為有機EL元件使用之例子。

#### 【0011】

作為改良了耐熱性、電洞注入性等特性的化合物而言，有人提出具取代咪唑結構之芳胺化合物(參照專利文獻4、專利文獻5)。使用該等化合物於電洞注入層或電洞輸送層之元件，耐熱性、發光效率等雖有所改良，其程度尚未稱得上令人滿意，尋求更低驅動電壓、更高發光效率。

#### 【0012】

如此，尋求將電洞注入、輸送性、電子注入、輸送性、薄膜安定性、耐久性等優異之材料之各種組合，達成元件製作之良率更好、有機EL元件之元件特性之改善，例如：電洞與電子能以高效率再結合，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]

#### 【0013】

[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]國際公開第2008/62636號

[專利文獻6]國際公開第2011/059000號

[專利文獻7]國際公開第2003/060956號

[專利文獻8]日本特開平7-126615號公報

[專利文獻9]日本特開2005-108804號公報

## 【發明內容】

(發明欲解決之課題)

### 【0014】

本發明之目的在將電洞之注入、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、耐久性等優異之有機EL元件用之各種材料，以能有效展現各材料擁有之特性之方式予以組合，而提供(1)發光效率及電力效率高、(2)發光開始電壓低、(3)實用驅動電壓低、(4)尤其壽命長之有機EL元件。

(解決課題之方式)

### 【0015】

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、輸送性、薄膜安定性及耐久性優異之點。又，也著眼於嘓啞衍生物的電子注入、輸送性、薄膜安定性及耐久性優異之點。

本案發明人等了解到：若使電洞輸送層成為二層結構，且選擇有特定結構之芳胺化合物作為和發光層相鄰的電洞輸送層(第二電洞輸送層)的材料，則能將

電洞以良好效率朝發光層注入、輸送。再者，了解到：若選擇有特定結構之嘓啖衍生物作為電子輸送層之材料，則能以良好效率將電子朝發光層注入、輸送。

並且，針對該芳胺化合物與嘓啖衍生物之組合，探討進一步組合各種材料、使載子均衡性精緻化之材料之組合，並努力研究元件的特性評價。其結果，完成了本發明。

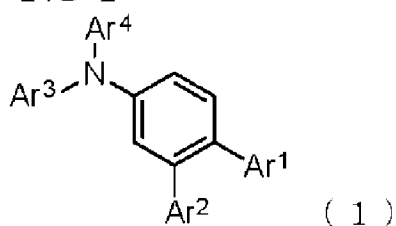
### 【0016】

亦即依照本發明，提供一種有機EL元件，至少按順序具有陽極、電洞注入層、第一電洞輸送層、第二電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極，

其特徵為：前述第二電洞輸送層含有下列通式(1)表示之芳胺化合物，

前述電子輸送層含有下列通式(2)表示之嘓啖衍生物。

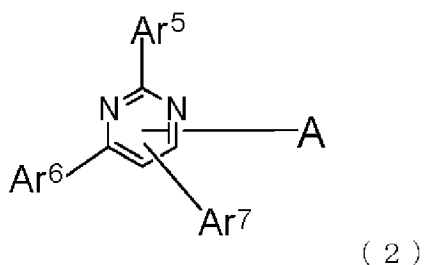
### 【化1】



式中，

Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>4</sup>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】



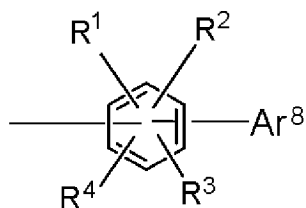
式中，

Ar<sup>5</sup>表示芳香族烴基或縮合多環芳香族基，

$Ar^6$ 、 $Ar^7$ 可相同也可不同，表示氫原子、芳香族烴基或縮合多環芳香族基， $Ar^6$ 與 $Ar^7$ 不同時為氫原子，

A表示下列結構式(3)表示之1價基。

【化3】



(3)

式中，

$Ar^8$ 表示芳香族雜環基，

$R^1 \sim R^4$ 可相同也可不同，表示氫原子、氬原子、氟原子、氯原子、氰基、三氟甲基、碳數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，

$R^1 \sim R^4$ 與 $Ar^8$ 也可以介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

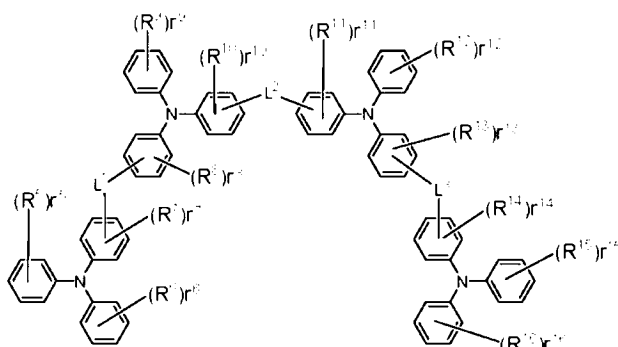
【0017】

本發明之有機EL元件之理想態樣如下。

1) 該第一電洞輸送層含有分子中有3~6個三芳胺結構且該三芳胺結構以不含雜原子之2價基或單鍵連結之三芳胺化合物。

2) 該三芳胺化合物係下列通式(4)表示之分子中有4個三芳胺結構之三芳胺化合物。

【化4】



(4)

式中，

$R^5 \sim R^{16}$ 可相同也可不同，表示氖原子、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，

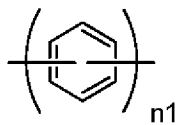
$r^5$ 、 $r^6$ 、 $r^9$ 、 $r^{12}$ 、 $r^{15}$ 、 $r^{16}$ 可相同也可不同，表示0~5之整數，

$r^7$ 、 $r^8$ 、 $r^{10}$ 、 $r^{11}$ 、 $r^{13}$ 、 $r^{14}$ 可相同也可不同，表示0~4之整數，

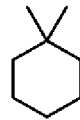
$r^5$ 、 $r^6$ 、 $r^9$ 、 $r^{12}$ 、 $r^{15}$ 、 $r^{16}$ 為2~5之整數時或 $r^7$ 、 $r^8$ 、 $r^{10}$ 、 $r^{11}$ 、 $r^{13}$ 、 $r^{14}$ 為2~4之整數時，在同一苯環鍵結的多數個 $R^5 \sim R^{16}$ 可相同也可不同，且也可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，

$L^1 \sim L^3$ 可相同也可不同，表示下列結構式(B)~(G)中之任一者表示之2價基或單鍵；

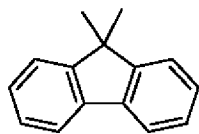
【化5】



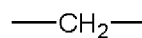
(B)



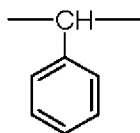
(C)



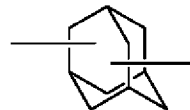
(D)



(E)



(F)



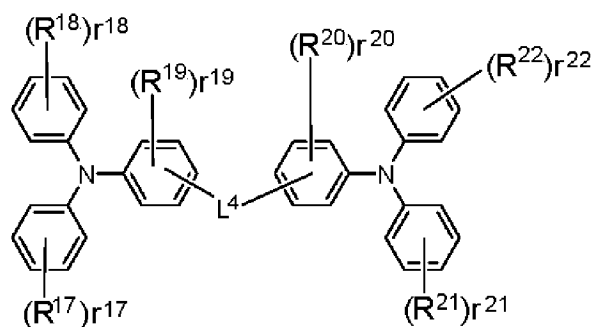
(G)

式中， $n1$ 表示1~3之整數。

3) 該第一電洞輸送層含有分子中具2個三芳胺結構且該三芳胺結構以不含雜原子之2價基或單鍵連結之三芳胺化合物。

4) 該三芳胺化合物以下列通式(5)表示。

## 【化6】



( 5 )

式中，

$R^{17} \sim R^{22}$ 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，

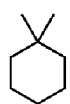
$r^{17}$ 、 $r^{18}$ 、 $r^{21}$ 、 $r^{22}$ 可相同也可不同，表示0~5之整數，

$r^{19}$ 、 $r^{20}$ 可相同也可不同，表示0~4之整數，

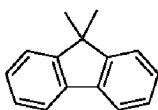
$r^{17}$ 、 $r^{18}$ 、 $r^{21}$ 、 $r^{22}$ 為2~5之整數時或 $r^{19}$ 、 $r^{20}$ 為2~4之整數時，在同一苯環鍵結之多數個 $R^{17} \sim R^{22}$ 可相同也可不同，且亦可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，

$L^4$ 表示下列結構式(C)~(G)中之任一者表示之2價基或單鍵。

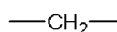
## 【化7】



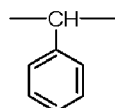
( C )



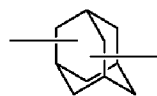
( D )



( E )



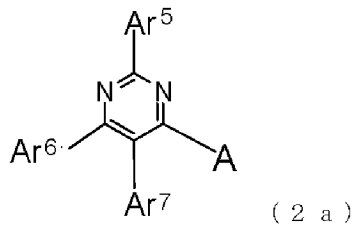
( F )



( G )

5) 該嘓啖衍生物以下列通式(2a)表示。

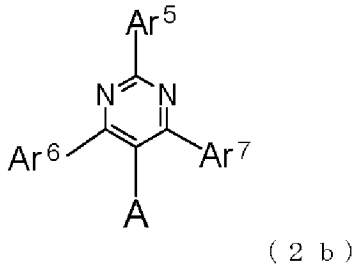
【化8】



式中，Ar<sup>5</sup>~Ar<sup>7</sup>及A如在該通式(2)記載之含意。

6) 該嘓啖衍生物以下列通式(2b)表示。

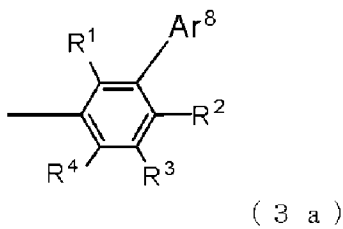
【化9】



式中，Ar<sup>5</sup>~Ar<sup>7</sup>及A如在該通式(2)記載之含意

7) 該通式(2)中，A為下列結構式(3a)表示之1價基。

【化10】



式中，Ar<sup>8</sup>及R<sup>1</sup>~R<sup>4</sup>如在該結構式(3)記載之含意。

【0018】

本說明書中，若無特別記載，Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>8</sup>及R<sup>1</sup>~R<sup>22</sup>表示之碳數1~6之烷基、碳數5~10之環烷基、碳數2~6之烯基、碳數1~6之烷氧基、碳數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基及芳氧基，可以有取代基也可以無取代。同樣地，Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>8</sup>及R<sup>1</sup>~R<sup>22</sup>表示之基有取代基時，該取代基若無特別指

明，可進一步有取代基也可以無取代。貢獻於環形成之亞甲基若無特別指明，可以有取代基也可以無取代。

**【0019】**

又，本說明書中，「縮合多環芳香族基」沒有雜原子。

**【0020】**

烷基、烯基、烷氧基等脂肪族烴基，若無特別指明，可以為直鏈狀也可為分支狀。

(發明之效果)

**【0021】**

本發明中，前述通式(1)表示之芳胺化合物作為電洞輸送層之構成材料使用，理想態樣中，前述通式(4)表示之三芳胺化合物或前述通式(5)表示之三芳胺化合物也作為電洞輸送層之構成材料使用。原因在於，該等化合物，電洞移動度高。

**【0022】**

本發明中，前述通式(2)表示之嘓啉衍生物作為有機EL元件之電子輸送層之構成材料使用。原因在於：該嘓啉衍生物，電子注入、輸送性優異。

**【0023】**

本發明中，電洞注入、輸送性、電子注入、輸送性、薄膜安定性或耐久性優異之有機EL元件用之材料之中，考量電洞之注入、輸送之作用及電子之注入、輸送之作用能有效展現的載子均衡性，將有特定之結構之芳胺化合物與具有具特定結構之嘓啉環結構之化合物組合。所以，本發明之有機EL元件，相較於習知有機EL元件，電洞從電洞輸送層向發光層之輸送效率及電子從電子輸送層向發光層之輸送效率提高。

**【0024】**

本發明之有機EL元件，發光效率提高，而且驅動電壓降低，耐久性提高。亦即可達成高效率、低驅動電壓，且尤其長壽命之有機EL元件。

### 【0025】

又，理想的態樣中，對於上述第二電洞輸送層用材料即芳胺化合物，組合具特定結構之三芳胺化合物作為第一電洞輸送層之材料，使載子均衡性更精緻化，可以將電洞以更良好的效率朝發光層注入、輸送。其結果，可以達成高效率、低驅動電壓，且壽命更長的有機EL元件。依本發明之理想的態樣，能夠改良習知有機EL元件之發光效率及驅動電壓，進而更將耐久性予以大幅改良。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0026】

【圖1】顯示係芳胺化合物I之化合物1-1~1-6之結構式。

【圖2】顯示係芳胺化合物I之化合物1-8~1-12之結構式。

【圖3】顯示係芳胺化合物I之化合物1-13~1-18之結構式。

【圖4】顯示係芳胺化合物I之化合物1-19~1-24之結構式。

【圖5】顯示係芳胺化合物I之化合物1-25~1-30之結構式。

【圖6】顯示係芳胺化合物I之化合物1-31~1-36之結構式。

【圖7】顯示係芳胺化合物I之化合物1-37~1-42之結構式。

【圖8】顯示係芳胺化合物I之化合物1-43~1-48之結構式。

【圖9】顯示係芳胺化合物I之化合物1-49~1-54之結構式。

【圖10】顯示係芳胺化合物I之化合物1-55~1-60之結構式。

【圖11】顯示係芳胺化合物I之化合物1-61~1-66之結構式。

【圖12】顯示係芳胺化合物I之化合物1-67~1-72之結構式。

【圖13】顯示係芳胺化合物I之化合物1-73~1-78之結構式。

- 【圖14】顯示係芳胺化合物I之化合物1-79~1-84之結構式。
- 【圖15】顯示係芳胺化合物I之化合物1-85~1-90之結構式。
- 【圖16】顯示係芳胺化合物I之化合物1-91~1-96之結構式。
- 【圖17】顯示係芳胺化合物I之化合物1-97~1-102之結構式。
- 【圖18】顯示係芳胺化合物I之化合物1-103~1-108之結構式。
- 【圖19】顯示係芳胺化合物I之化合物1-109~1-114之結構式。
- 【圖20】顯示係芳胺化合物I之化合物1-115~1-120之結構式。
- 【圖21】顯示係芳胺化合物I之化合物1-121~1-126之結構式。
- 【圖22】顯示係芳胺化合物I之化合物1-127~1-132之結構式。
- 【圖23】顯示係芳胺化合物I之化合物1-133~1-136之結構式。
- 【圖24】顯示係芳胺化合物I之化合物1-139~1-144之結構式。
- 【圖25】顯示係芳胺化合物I之化合物1-145之結構式。
- 【圖26】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-1~2-6之結構式。
- 【圖27】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-7~2-12之結構式。
- 【圖28】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-13~2-18之結構式。
- 【圖29】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-19~2-24之結構式。
- 【圖30】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-25~2-30之結構式。
- 【圖31】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-31~2-36之結構式。
- 【圖32】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-37~2-42之結構式。
- 【圖33】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-43~2-48之結構式。
- 【圖34】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-49~2-54之結構式。
- 【圖35】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-55~2-60之結構式。
- 【圖36】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-61~2-66之結構式。
- 【圖37】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-67~2-72之結構式。

【圖38】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-73~2-78之結構式。

【圖39】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-79~2-84之結構式。

【圖40】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-85~2-90之結構式。

【圖41】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-91~2-96之結構式。

【圖42】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-97~2-102之結構式。

【圖43】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-103~2-108之結構式。

【圖44】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-109~2-114之結構式。

【圖45】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-115~2-120之結構式。

【圖46】顯示係嘧啶衍生物II之化合物2-121~2-125之結構式。

【圖47】顯示係三芳胺化合物III之化合物4-1~4-7之結構式。

【圖48】顯示係三芳胺化合物III之化合物4-8~4-13之結構式。

【圖49】顯示係三芳胺化合物III之化合物4-14~4-17之結構式。

【圖50】顯示有3~6個三芳胺結構之三芳胺化合物之中，三芳胺化合物III以外之化合物之結構式。

【圖51】顯示係三芳胺化合物IV之化合物5-1~5-6之結構式。

【圖52】顯示係三芳胺化合物IV之化合物5-7~5-12之結構式。

【圖53】顯示係三芳胺化合物IV之化合物5-13~5-18之結構式。

【圖54】顯示係三芳胺化合物IV之化合物5-19~5-23之結構式。

【圖55】顯示有2個三芳胺結構之三芳胺化合物之中，三芳胺化合物IV以外之化合物之結構式。

【圖56】顯示實施例1~8及比較例1~5之有機EL元件構成。

## 【實施方式】

【0027】

本發明之有機EL元件，具有在玻璃基板、透明塑膠基板(例如聚對苯二甲酸乙二醇酯基板)等基板上按順序設置陽極、電洞注入層、第一電洞輸送層、第二電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極之基本結構。

**【0028】**

只要有如此的基本結構即可，本發明之有機EL元件之層結構可採取各種態樣。例如：在第二電洞輸送層與發光層之間具有電子阻擋層之態樣、在發光層與電子輸送層之間具有電洞阻擋層之態樣、在電子輸送層與陰極之間具有電子注入層之態樣。該等多層結構中，有機層可以有幾層省略或兼用，例如可係兼用電子注入層與電子輸送層之結構。

**【0029】**

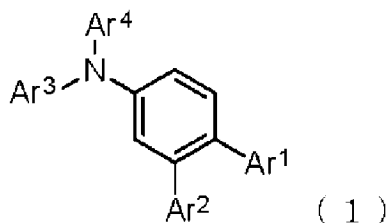
各層之詳細說明如後述，本發明中，在第二電洞輸送層含有通式(1)表示之芳胺化合物(以下有時簡稱「芳胺化合物I」)，並且電子輸送層含有通式(2)表示之嘓啖衍生物(以下有時簡稱「嘓啖衍生物II」)之點有重要特徵。以下針對芳胺化合物I與嘓啖衍生物II說明。

**【0030】**

<芳胺化合物I>

第二電洞輸送層含有之芳胺化合物I，具有下列通式(1)表示之結構。

**【化11】**



**【0031】**

(Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>4</sup>)

$Ar^1 \sim Ar^4$ 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。

**【0032】**

$Ar^1 \sim Ar^4$ 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，可以列舉苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、蒾基、螺聯蒾基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒾基(Fluoranthenyl)、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、呋唑基、苯并呋唑基、苯并噻唑基、喹啶基、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)、呋啉基等。

**【0033】**

$Ar^1 \sim Ar^4$ 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、氫基及硝基，除此以外可列舉下列基。

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、2-甲基丙基、第三丁基、正戊基、3-甲基丁基、第三戊基、正己基、異己基、第三己基；

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、蒽基、乙烷合萘基(Acenaphthenyl)、菲基、蒾基、螺聯蒾基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒾基、三亞苯基；

芳香族雜環基，例如吡啶基、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、呋唑基、苯并呋唑基、苯并噻唑基、喹喔啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、呋啉基；該等取代基可以無取代也可進一步有前述例示之取代基取代。

又，該等取代基彼此可獨立存在而不形成環，也可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

#### 【0034】

(理想的態樣)

芳胺化合物I之中，理想化合物之具體例示於圖1~圖25，但芳胺化合物I不限於該等化合物。又，化合物1-7、化合物1-14、化合物1-137及化合物1-138缺號。

#### 【0035】

具體例中，化合物1-108~1-144中，「具有2個選自芳香族烴基、芳香族雜環基及縮合多環芳香族基之取代基之苯基」有多數，但該苯基當中，畫在紙上最右邊的苯基，該當於通式(1)中之經 $Ar^1$ 及 $Ar^2$ 取代之苯基。

#### 【0036】

$Ar^1$ 宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基或蒽基更理想。

#### 【0037】

$Ar^1$ 表示之基具有取代基時，取代基宜為碳原子數1~6之烷基或縮合多環芳香族基較理想，碳原子數1~6之烷基、萘基或蒽基更理想。

#### 【0038】

$Ar^2$ 宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，芳香族烴基更佳，苯基尤佳。

#### 【0039】

$Ar^2$ 表示之基具有取代基時，取代基宜為碳原子數1~6之烷基或縮合多環芳香族基較佳。

**【0040】**

$Ar^3$ 宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，聯苯基或萸基更理想。

$Ar^3$ 為苯基且該苯基具有芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基作為取代基時，取代基之數目宜為1個較佳。

$Ar^3$ 表示之基具有取代基時，取代基之種類宜為碳原子數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較理想，碳原子數1~6之烷基或芳香族烴基更理想。

**【0041】**

$Ar^4$ 宜為芳香族烴基或縮合多環芳香族基較佳。

$Ar^4$ 為苯基，且該苯基具有芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基作為取代基時，取代基之數目宜為1個較佳。

$Ar^4$ 表示之基具有取代基時，取代基宜為碳原子數1~6之烷基、芳香族烴基或縮合多環芳香族基較理想，碳原子數1~6之烷基或芳香族烴基更理想。

**【0042】**

或 $Ar^1 \sim Ar^4$ 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，宜為氬原子、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、苯基、聯苯基、萸基或乙烯基更理想。

該等取代基彼此介隔單鍵而互相鍵結形成縮合芳香環之態樣亦為理想。

**【0043】**

芳胺I，可依鈴木偶聯等公知之方法製造。

**【0044】**

芳胺化合物I，係於合成後實施利用管柱層析所為之精製、利用矽膠、活性碳、活性白土等所為之吸附精製、利用溶劑所為之再結晶、晶析法等。最終，也可實施利用昇華精製等所為之精製。化合物之鑑定，係利用NMR分析來進行。物性值係實施玻璃轉移點(Tg)與功函數之測定。玻璃轉移點(Tg)係薄膜狀態之安定性之指標。功函數為電洞輸送性之指標。

#### 【0045】

玻璃轉移點(Tg)，可使用粉體利用高感度差示掃描熱量計(BRUKER AXS製、DSC3100S)求出。

#### 【0046】

功函數，可藉由在ITO基板之上製作100nm之薄膜，以游離電位測定裝置(住友重機械工業(股)公司、PYS-202)求出。

#### 【0047】

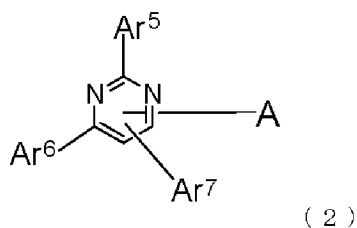
針對芳胺化合物I以外之本發明之有機EL元件中使用的化合物{具體而言，後述嘓啉衍生物II、三芳胺化合物III、三芳胺化合物IV等}，亦可於合成後依同樣的方法實施精製及各種測定。

#### 【0048】

<嘓啉衍生物II>

電子輸送層中含有的嘓啉衍生物II以下列通式(2)表示。

#### 【化12】



#### 【0049】

嘓啉衍生物II，因應-Ar<sup>7</sup>與-A之位置關係，而大致區分為下列2個態樣。



## 【0054】

$Ar^8$ 表示芳香族雜環基。 $Ar^8$ 表示之芳香族雜環基具體而言可列舉三吡啶基、吡啶基、嘧啶基、咪唑基、吡咯基、噻吩基、喹啉基、異喹啉基、苯并咪唑基、苯并噻吩基、吲哚基、呋唑基、苯并呋唑基、苯并噻唑基、喹啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并咪唑基、二苯并噻吩基、噻啶基、啡啉基、吡啶基、咪唑基等。

## 【0055】

$Ar^8$ 表示之芳香族雜環基可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就關於前述 $Ar^1 \sim Ar^4$ 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示例者為同樣者。取代基可採取的態樣亦同。

## 【0056】

$R^1 \sim R^4$ 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。 $R^1 \sim R^4$ 與 $Ar^8$ 也可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

## 【0057】

$R^1 \sim R^4$ 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、2-甲基丙基、第三丁基、正戊基、3-甲基丁基、第三戊基、正己基、異己基、第三己基等。

## 【0058】

$R^1 \sim R^4$ 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、肆苯基、苯乙烯基、萘基、蒽基、乙烷合萘基、菲基、蒾基、螺聯蒾基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒾基、三亞苯基、三吡啶基、吡啶基、嘧啶基、咪唑基、吡咯基、噻吩基、喹啉基、異喹啉基、苯并咪唑基、苯并噻吩基、吲哚基、呋唑基、苯并呋唑基、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、咪啉基、啡啉基、吡啶基、吡嗪基等。

**【0059】**

$R^1 \sim R^4$ 表示之碳原子數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可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就前述 $Ar^1 \sim Ar^4$ 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。取代基可採取的態樣亦同。

**【0060】**

嘧啶衍生物II可依其本身公知之方法合成(參照專利文獻6~7)。

**【0061】**

(理想的態樣)

嘧啶衍生物II之中，理想化合物之具體例示於圖26~圖46，但嘧啶衍生物II不限於該等化合物。又，D表示氬。

**【0062】**

嘧啶衍生物II宜以前述通式(2a)表示較佳。

**【0063】**

圖26~圖46所示之具體例中，2-1~2-49、2-66~2-99、2-103~2-105及2-107~2-125歸類在通式(2a)。

**【0064】**

又，通式(2)中之 $Ar^5$ 宜為苯基、聯苯基、萘基、蒽基、乙烷合萘基、菲基、蒾基、螺聯蒾基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒾基或三亞苯基較理想，苯基、聯苯基、萘基、蒽基、菲基、芘基、丙二烯合蒾基或三亞苯基更理想。

$Ar^5$ 表示之基具有取代基時，取代基宜為氬原子或縮合多環芳香族基較理想，氬原子、萘基、蒽基、菲基、芘基、丙二烯合蒾基或三亞苯基更理想。

**【0065】**

$Ar^6$ 宜為無取代或具有芳香族雜環基以外之基作為取代基之芳香族烴基或縮合多環芳香族基較佳。尤其宜為具有芳香族雜環基以外之取代基之苯基較佳。此情形之取代基，宜為苯基、聯苯基、聯三苯等芳香族烴基；或萘基、蔥基、乙烷合萘基、菲基、蒾基、螺聯蒾基、茛基、芘基、芘基、丙二烯合蒾基、三亞苯基等縮合多環芳香族基；較理想，苯基、萘基、蔥基、菲基、芘基、丙二烯合蒾基或三亞苯基更理想。

**【0066】**

$Ar^7$ 宜為氫原子較佳。

**【0067】**

結構式(3)中之 $Ar^8$ 宜為含氮雜環基，例如三吡基、吡啶基、嘧啶基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、吲哚基、呋啞基、苯并呋啞基、苯并噻啞基、喹啉基、苯并咪啞基、吡啞基、噻啞基、啡啉基、吡啞基、呋啞基、啡啉基等較理想，三吡基、吡啶基、嘧啶基、喹啉基、異喹啉基、吲哚基、喹啉基、苯并咪啞基、噻啞基、啡啉基或吡啞基更佳，吡啶基、嘧啶基、喹啉基、異喹啉基、吲哚基、喹啉基、啡啉基或吡啞基尤佳。

該含氮雜環基宜無取代較佳。

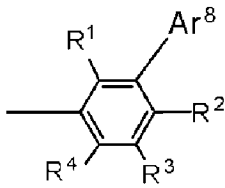
**【0068】**

$R^1 \sim R^4$ 宜為氫原子或氬原子較佳。

**【0069】**

結構式(3)中之苯環中， $Ar^8$ 之鍵結位置，考量薄膜之安定性之觀點，宜如下列結構式(3a)所示，相對於通式(2)表示之嘧啶環之鍵結位置為間位較佳。

## 【化15】



( 3 a )

式中，Ar<sup>8</sup>、R<sup>1</sup>~R<sup>4</sup>的含意如同前述結構式(3)所記載。

## 【0070】

圖26~圖46所示之具體例中，2-1~2-66、2-68、2-71~2-72、2-105~2-107及2-112~2-122具有結構式(3a)表示之基A。

## 【0071】

或考量合成容易性之觀點，結構式(3)中之苯環之Ar<sup>8</sup>之鍵結位置，宜相對於通式(2)所示之嘧啶環之鍵結位置為對位較佳。

## 【0072】

通式(2)中，Ar<sup>5</sup>與Ar<sup>6</sup>不同的話，從薄膜安定性之觀點較理想。

在此，Ar<sup>5</sup>與Ar<sup>6</sup>為相同基時，可為不同取代基也可為不同取代位置。Ar<sup>6</sup>與Ar<sup>7</sup>為相同基時亦同。

## 【0073】

通式(2)中，Ar<sup>6</sup>與Ar<sup>7</sup>可以為相同基，但由於分子全體之對稱性變好會有容易結晶之虞，所以考量薄膜安定性之觀點，Ar<sup>6</sup>與Ar<sup>7</sup>為不同的基較佳。又，Ar<sup>6</sup>與Ar<sup>7</sup>其中一者為氫原子較佳。

## 【0074】

<有機EL元件>

本發明之有機EL元件中，上述芳胺化合物I含於第二電洞輸送層且上述嘧啶衍生物II含於電子輸送層之條件若滿足，則各層可採取各種態樣。以下參照圖56針對各層詳細說明。

**【0075】**

(陽極2)

陽極可使用如ITO、金之功函數大的電極材料。

**【0076】**

(電洞注入層3)

陽極2與第一電洞輸送層4之間，設置電洞注入層3。電洞注入層3中，宜使用前述通式(1)表示之芳胺化合物I、後述通式(4)表示之三芳胺化合物III或後述通式(5)表示之三芳胺化合物IV較佳。原因在於：該等化合物，電洞之移動度高。

**【0077】**

或電洞注入層3也可使用公知之材料。公知之材料，例如：光芒型之三芳胺衍生物、各種三芳胺四聚物等材料；銅酞花青為代表之卟啉化合物；六氰基氮雜三亞苯之類之接受體性雜環化合物；塗佈型高分子材料等。

**【0078】**

又，電洞注入層3中，可使用對於該層通常使用之材料，進一步P摻雜參溴苯胺六氯銻、軸烯衍生物(參照WO2014/009310)等者、次結構具TPD等聯苯胺衍生物之結構的高分子化合物等。

**【0079】**

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，則可形成電洞注入層3。以下所述各層也同樣地可藉由利用蒸鍍法、旋塗法、噴墨法等公知之方法形成薄膜而獲得。

**【0080】**

(第一電洞輸送層4)

第一電洞輸送層4，設置於上述電洞注入層3與第二電洞輸送層5之間。第一電洞輸送層4中，可含有以下例示之公知材料。

聯苯胺衍生物，例如

N,N'-二苯基-N,N'-二(間甲苯基)聯苯胺(以後簡稱TPD)、N,N'-二苯基-N,N'-二( $\alpha$ -萘基)聯苯胺(以後簡稱NPD)、N,N,N',N'-四聯苯基聯苯胺等；

1,1-雙[4-(二-4-甲苯胺基)苯基]環己烷(TAPC)；

電洞輸送性之三芳胺化合物，例如

分子中有3~6個三芳胺結構且具該三芳胺結構以不含雜原子之2價基或單鍵連結之結構之三芳胺化合物(以下有時簡稱有3~6個三芳胺結構之三芳胺化合物)、分子中有2個三芳胺結構且有該三芳胺結構以不含雜原子之2價基或單鍵連結之結構之三芳基胺化合物(以下有時簡稱有2個三芳胺結構之三芳胺化合物)；

惟，第一電洞輸送層4使用電洞輸送性三芳胺化合物時，第一電洞輸送層4之組成必需與電洞注入層3之組成不同。

#### 【0081】

第一電洞輸送層4適合使用有3~6個三芳胺結構之三芳胺化合物；或有2個三芳胺結構之三芳胺化合物。

#### 【0082】

又，三芳胺化合物中，例如圖55之5'-1及5'-2，也包括三芳胺結構中之2個苯環介隔單鍵連結之態樣，亦即，具咪唑環結構之態樣。

#### 【0083】

具有3~6個三芳胺結構之三芳胺化合物，宜為後述通式(4)表示之三芳胺化合物III較佳。原因在於，除了電洞輸送性以外，薄膜安定性、耐熱性優異，且合成容易。

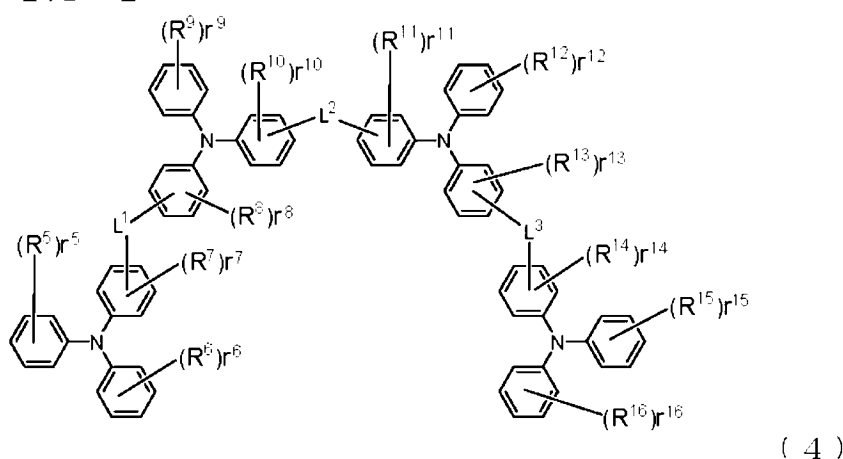
#### 【0084】

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IV較佳。原因在於：除了電洞輸送性，薄膜安定性、耐熱性優異，而且合成容易。

**【0085】**

通式(4)表示之三芳胺化合物III；

**【化16】**



**【0086】**

前述通式(4)表示之三芳胺化合物，分子中有4個三芳胺結構。三芳胺結構彼此以不含雜原子之2價基或單鍵連結。

**【0087】**

$(r^5 \sim r^{16})$

$r^5 \sim r^{16}$ 各表示鍵結在苯環的基 $R^5 \sim R^{16}$ 的數目。 $r^5$ 、 $r^6$ 、 $r^9$ 、 $r^{12}$ 、 $r^{15}$ 、 $r^{16}$ 可相同也可不同，表示0~5之整數， $r^7$ 、 $r^8$ 、 $r^{10}$ 、 $r^{11}$ 、 $r^{13}$ 、 $r^{14}$ 可相同也可不同，表示0~4之整數。

**【0088】**

$r^5 \sim r^{16}$ 為0時，代表在苯環上不存在 $R^5 \sim R^{16}$ ，亦即，苯環未經 $R^5 \sim R^{16}$ 表示之基取代。

**【0089】**

$r^5$ 、 $r^6$ 、 $r^9$ 、 $r^{12}$ 、 $r^{15}$ 、 $r^{16}$ 為2~5之整數時或 $r^7$ 、 $r^8$ 、 $r^{10}$ 、 $r^{11}$ 、 $r^{13}$ 、 $r^{14}$ 為2~4之整數時，在同一之苯環 $R^5$ ~ $R^{16}$ 有多個鍵結。於此情形，多數鍵結之基可相同也可不同。又，亦可互相獨立地存在而不形成環，也可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。例如圖48之化合物4-8，2個基 $R^5$ (2個乙烯基)介隔單鍵而鍵結形成萘環，且2個基 $R^{15}$ (2個乙烯基)也介隔單鍵而鍵結形成萘環。

**【0090】**

( $R^5$ ~ $R^{16}$ )

$R^5$ ~ $R^{16}$ 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。

**【0091】**

$R^5$ ~ $R^{16}$ 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。

**【0092】**

$R^5$ ~ $R^{16}$ 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。

**【0093】**

$R^5 \sim R^{16}$ 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 $Ar^1 \sim Ar^4$ 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。可採取之態樣亦同。

**【0094】**

$R^5 \sim R^{16}$ 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、蒾氧基、茛氧基、芘氧基、芘氧基等。

**【0095】**

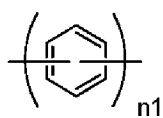
$R^5 \sim R^{16}$ 表示之碳原子數1~6之烷基、碳原子數5~10之環烷基、碳原子數2~6之烯基、碳原子數1~6之烷氧基、碳原子數5~10之環烷氧基、芳香族烴基、芳香族雜環基、縮合多環芳香族基或芳氧基，可以無取代也可以有取代基。取代基可以列舉和就前述 $Ar^1 \sim Ar^4$ 表示之芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基亦可擁有之取代基例示者為同樣者。取代基可採取的態樣亦同。

**【0096】**

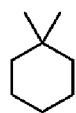
$(L^1 \sim L^3)$

$L^1 \sim L^3$ 係將三芳胺結構彼此予以鍵結的橋聯基。 $L^1 \sim L^3$ 可相同也可不同，表示下列結構式(B)~(G)中之任一者表示之2價基或單鍵。下列結構式(B)~(G)表示之2價基也可以無取代，也可以經氬取代。下列結構式(B)中， $n1$ 表示1~3之整數。

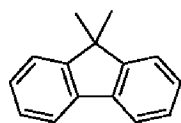
**【化17】**



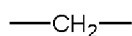
(B)



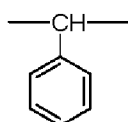
(C)



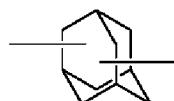
(D)



(E)



(F)



(G)

## 【0097】

(理想的態樣)

三芳胺化合物III之中，理想化合物之具體例示於圖47~圖49，但三芳胺化合物III不限於該等化合物。

## 【0098】

前述具3~6個三芳胺結構之三芳胺化合物之中，三芳胺化合物III以外之理想化合物之具體例示於圖50，但具3~6個三芳胺結構之三芳胺化合物不限於該等化合物。

## 【0099】

$R^5 \sim R^{16}$ 宜為氫原子、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佳。

## 【0100】

$L^1 \sim L^3$ 宜為前述結構式(B)~(F)表示之2價基或單鍵較佳。

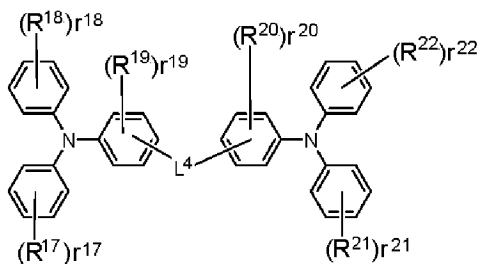
## 【0101】

前述具有3~6個三芳胺結構之三芳胺化合物，可依其本身公知之方法合成(參照專利文獻1、8、9)。

## 【0102】

通式(5)表示之三芳胺化合物IV；

## 【化18】



(5)

## 【0103】

前述通式(5)表示之三芳胺化合物在分子中有2個三芳胺結構。三芳胺結構彼此以不含雜原子之2價基或單鍵連結。

**【0104】**

$(r^{17} \sim r^{22})$

$r^{17} \sim r^{22}$ 各表示鍵結在苯環的基 $R^{17} \sim R^{22}$ 的數目。 $r^{17}$ 、 $r^{18}$ 、 $r^{21}$ 、 $r^{22}$ 可相同也可不同，表示0~5之整數， $r^{19}$ 、 $r^{20}$ 可相同也可不同，表示0~4之整數。

**【0105】**

$r^{17} \sim r^{22}$ 為0時，表示苯環上不存在 $R^{17} \sim R^{22}$ ，亦即，苯環未經 $R^{17} \sim R^{22}$ 表示之基取代。

**【0106】**

$r^{17}$ 、 $r^{18}$ 、 $r^{21}$ 、 $r^{22}$ 為2~5之整數時或 $r^{19}$ 、 $r^{20}$ 為2~4之整數時，在同一苯環有多數 $R^{17} \sim R^{22}$ 鍵結。於此情形，多數鍵結的基可相同也可不同。又，可互相獨立存在而不形成環，也可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。例如圖53之化合物5-13中，2個基 $R^{18}$ (2個乙烯基)介隔單鍵鍵結而形成萘環。

**【0107】**

$(R^{17} \sim R^{22})$

$R^{17} \sim R^{22}$ 可相同也可不同，表示氖原子、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。

**【0108】**

$R^{17} \sim R^{22}$ 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、縮合多環芳香族基或芳氧基，可列舉和在前述通式(4)之說明就 $R^5 \sim R^{16}$

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、縮合多環芳香族基或芳氧基例示者為同樣者，可採取之態樣也可列舉同樣者。

**【0109】**

$R^{17} \sim R^{22}$ 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、縮合多環芳香族基或芳氧基，可以無取代也可以有取代基。取代基可列舉和就前述 $Ar^1 \sim Ar^4$ 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。取代基可採取的態樣亦同。

**【0110】**

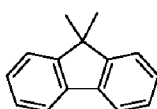
(L<sup>4</sup>)

L<sup>4</sup>為將2個三芳胺結構予以鍵結的橋聯基。L<sup>4</sup>表示下列結構式(C)~(G)中之任一者表示之2價基或單鍵。

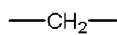
**【化19】**



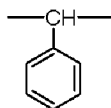
(C)



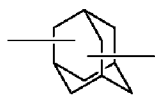
(D)



(E)



(F)



(G)

**【0111】**

前述具2個三芳胺結構之三芳胺化合物，可依其本身公知之方法合成(參照專利文獻1、8、9)。

**【0112】**

(理想的態樣)

三芳胺化合物IV之中，理想化合物之具體例示於圖51~54，但三芳胺化合物IV不限於該等化合物。

**【0113】**

前述具2個三芳胺結構之三芳胺化合物之中，三芳胺化合物IV以外之理想化合物之具體例示於圖55，但有2個三芳胺結構之三芳胺化合物不限於該等化合物。

**【0114】**

$R^{17}$ ~ $R^{22}$ 宜為氬原子、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，芳香族烴基更理想。

**【0115】**

$L^4$ 宜為前述結構式(C)~(F)表示之2價基或單鍵較理想，單鍵更理想。

**【0116】**

上述第一電洞輸送層用之材料，可單獨供成膜，但也可以與其他材料混合並供成膜。第一電洞輸送層可以有單層結構，也可具有將單獨成膜之層彼此疊層成之結構、將混合成膜之層彼此疊層之結構或將與單獨成膜之層混合成膜成的層疊層成的結構。

**【0117】**

第一電洞輸送層中，可使用對於該層通常使用之材料，進一步P摻雜參溴苯胺六氯銻、軸烯衍生物(例如參照WO2014/009310)等者、次結構具TPD等聯苯胺衍生物之結構的高分子化合物等。

**【0118】**

設置電洞注入層兼第一電洞輸送層時，可使用聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)(PEDOT)/聚(苯乙烯磺酸鹽)(PSS)等塗佈型之高分子材料。

**【0119】**

(第二電洞輸送層5)

本發明之有機EL元件中，在第一電洞輸送層4與發光層6之間設置第二電洞輸送層5，該第二電洞輸送層5使用前述通式(1)表示之芳胺化合物I。

**【0120】**

第二電洞輸送層5中，只要無損本發明效果，也可以併用公知之電洞輸送性材料。公知之電洞輸送性材料可列舉和在第一電洞輸送層4說明者為同樣者。惟第二電洞輸送層5之組成需和第一電洞輸送層4之組成不同。

**【0121】**

第二電洞輸送層5用之材料，可單獨供成膜，但也可以與其他材料混合並供成膜。第二電洞輸送層5可以有單層結構，也可具有將單獨成膜之層彼此疊層成之結構、將混合成膜之層彼此疊層之結構或將與單獨成膜之層混合成膜成的層疊層成的結構。

**【0122】**

(電子阻擋層)

圖56未顯示，但可在第二電洞輸送層與發光層之間設置電子阻擋層。電子阻擋層中，考量電子阻擋性高之觀點，可使用前述芳胺化合物I、前述三芳胺化合物III或前述三芳胺化合物IV。惟電子阻擋層之組成，需和前述第二電洞輸送層5之組成不同。

**【0123】**

又，亦可使用有電子阻擋作用之公知之化合物。有電子阻擋作用之公知化合物，可使用

咪唑衍生物，例如

4,4',4''-三(N-咪唑基)三苯胺(TCTA)、

9,9-雙[4-(咪唑-9-基)苯基]蒽、

1,3-雙(咪唑-9-基)苯(mCP)、

2,2-雙(4-咪唑-9-基苯基)金剛烷(Ad-Cz)等；

具三苯基矽基與三芳胺結構之化合物，

例如9-[4-(咪唑-9-基)苯基]-9-[4-(三苯基矽基)苯基]-9H-蒽。

#### 【0124】

上述電子阻擋層用之材料，可單獨供成膜，但也可以與其他材料混合並供成膜。電子阻擋層可以有單層結構，也可具有將單獨成膜之層彼此疊層成之結構、將混合成膜之層彼此疊層之結構或將與單獨成膜之層混合成膜成的層疊層成的結構。

#### 【0125】

(發光層6)

發光層6，係形成在前述第二電洞輸送層5(或電子阻擋層)之上。發光層6除了可使用Alq<sub>3</sub>為首的喹啉酚衍生物之金屬錯合物以外，亦可使用各種金屬錯合物、蔥衍生物、雙苯乙炔基苯衍生物、芘衍生物、噁唑衍生物、聚對伸苯基伸乙炔衍生物等。

#### 【0126】

又，發光層也可以由主體材料與摻雜物材料構成。

主體材料除了使用前述發光材料以外，也可使用噻唑衍生物、苯并咪唑衍生物、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；苯并哌喃衍生物；茚并菲衍生物；若丹明衍生物；胺基苯乙炔基衍生物；等。

#### 【0127】

又，亦可使用磷光發光體作為發光材料。磷光發光體可使用銥、鉑等金屬錯合物的磷光發光體。具體而言，可使用下列磷光發光體。

$\text{Ir(ppy)}_3$ 等綠色的磷光發光體；

$\text{FIrpic}$ 、 $\text{FIr}_6$ 等藍色的磷光發光體；

$\text{Btp}_2\text{Ir(acac)}$ 等紅色的磷光發光體；

#### 【0128】

此時的主體材料，可使用例如下列電洞注入、輸送性的主體材料。

咪唑衍生物，例如4,4'-二(N-咪唑基)聯苯(CBP)、TCTA、mCP等；

又，可使用下列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-仲苯基)-參(1-苯基-1H-苯并咪唑)(TPBI)等；

若使用如此的主體材料，能夠製作高性能之有機EL元件。

#### 【0129】

磷光性之發光材料對於主體材料之摻雜，為了避免濃度消光，宜於相對於發光層全體為1~30重量百分比的範圍利用共蒸鍍進行摻雜較佳。

#### 【0130】

又，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作為發光材料。

#### 【0131】

發光層用之材料，可單獨供成膜，但也可以與其他材料混合並供成膜。發光層可以有單層結構，也可具有將單獨成膜之層彼此疊層成之結構、將混合成膜之層彼此疊層之結構或將與單獨成膜之層混合成膜成的層疊層成的結構。

#### 【0132】

(電洞阻擋層)

在發光層與電子輸送層之間，可以設置電洞阻擋層(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。就公知之具電洞阻擋作用之化合物而言，可使用浴銅靈(Bathocuproin)(BCP)等啡啉衍生物；雙(2-甲基-8-喹啉酚)-4-苯基酚酸鋁(III)(以後簡稱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；喹二唑衍生物等。

### 【0133】

電洞阻擋層用之材料也可兼用為電子輸送層的材料。

電洞阻擋層用之材料，可單獨供成膜，但也可以與其他材料混合並供成膜。電洞阻擋層可以有單層結構，也可具有將單獨成膜之層彼此疊層成之結構、將混合成膜之層彼此疊層之結構或將與單獨成膜之層混合成膜成的層疊層成的結構。

### 【0134】

(電子輸送層7)

本發明中，電子輸送層7可使用前述嘧啶衍生物II。又，只要無損本發明之效果，也可以併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Alq<sub>3</sub>、BALq為主的喹啉酚衍生物之金屬錯合物；各種金屬錯合物；三唑衍生物；三吡啶衍生物；喹二唑衍生物；吡啶衍生物；嘧啶衍生物；苯并咪唑衍生物；噻二唑衍生物；蔥衍生物；碳二亞胺衍生物；喹喹啉衍生物；吡啶并吡啶衍生物；啡啉衍生物；矽羅衍生物等。

### 【0135】

上述電子輸送層用之材料，可單獨供成膜，但也可以與其他材料混合並供成膜。電子輸送層可以有單層結構，也可具有將單獨成膜之層彼此疊層成之結構、將混合成膜之層彼此疊層之結構或將與單獨成膜之層混合成膜成的層疊層成的結構。

**【0136】**

(電子注入層8)

電子輸送層7之上也可設置電子注入層8。電子注入層可使用氟化鋰、氟化銻等鹼金屬鹽；氟化鎂等鹼土類金屬鹽；氧化鋁等金屬氧化物；等，但在電子輸送層與陰極的理想選擇，可以省略電子注入層。

**【0137】**

(陰極9)

陰極9，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的合金作為電極材料。

[實施例]

**【0138】**

以下針對本發明之實施形態，利用實施例具體說明，但本發明不限於以下之實施例。

**【0139】**

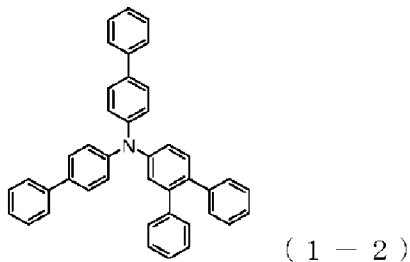
<合成例1：化合物1-2>

雙(聯苯-4-基)-(6-苯基聯苯-3-基)胺之合成；

於經氮氣取代之反應容器中加入雙(聯苯-4-基)-(6-溴聯苯-3-基)胺11.8g、甲苯94mL、苯基硼酸2.7g，進一步加入預先將碳酸鉀5.9g溶於水36mL而得的水溶液，獲得混合液。於混合液邊照射30分鐘超音波邊通入氮氣。

其次，加入肆三苯基膦鉀0.74g並加熱，於72°C攪拌18小時。冷卻至室溫，利用分液操作收集有機層。按順序進行使用水之洗淨、使用飽和食鹽水之洗淨後，使用無水硫酸鎂進行乾燥並濃縮。藉此，獲得粗製物。然後，實施使用管柱層析之精製。其結果，獲得化合物1-2之白色粉體8.4g(產率72%)。

## 【化20】



## 【0140】

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)檢測到以下之31個氫的信號。

$\delta(\text{ppm})=7.56-7.68(7\text{H})$

7.45-7.52(4H)

7.14-7.41(20H)

## 【0141】

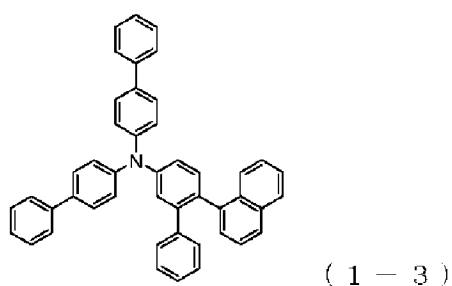
<合成例2：化合物1-3>

雙(聯苯-4-基)-{6-(萘基-1-基)聯苯-3-基}胺之合成；

將合成例1中之苯基硼酸替換為使用1-萘基硼酸，按同樣的條件進行反應。

其結果，獲得化合物1-3之白色粉體9.2g(產率61%)。

## 【化21】



## 【0142】

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)檢測到以下之33個氫的信號。

$\delta(\text{ppm})=7.84-7.87(3\text{H})$

7.67-7.83(6H)

7.26-7.64(18H)

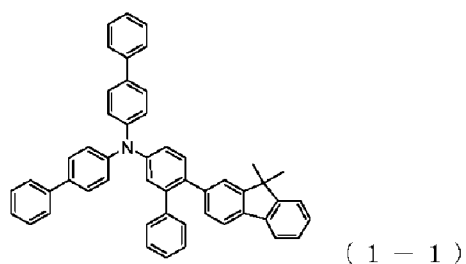
7.02-7.04(6H)

**【0143】**

&lt;合成例3：化合物1-1&gt;

雙(聯苯-4-基)- { 6-(9,9-二甲基芡-2-基)聯苯-3-基 } 胺之合成；

將合成例1中之苯基硼酸替換為使用(9,9-二甲基芡-2-基)硼酸，按同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-1之白色粉體9.0g(產率57%)。

**【化22】****【0144】**

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCI<sub>3</sub>)檢測到以下之39個氫的信號。

 $\delta(\text{ppm})=7.56-7.64(10\text{H})$ 

7.26-7.50(18H)

7.02-7.16(5H)

1.26(6H)

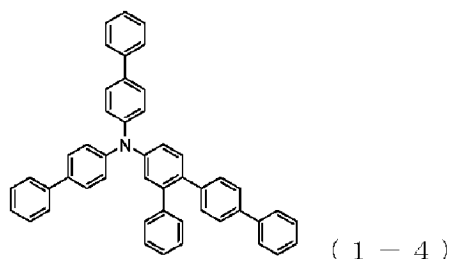
**【0145】**

&lt;合成例4：化合物1-4&gt;

雙(聯苯-4-基)- { 6-(聯苯-4-基)聯苯-3-基 } 胺之合成；

將合成例1中之苯基硼酸替換為使用4-聯苯硼酸，按同樣的條件進行反應。  
獲得化合物1-4之白色粉體8.6g(產率64%)。

## 【化23】



## 【0146】

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCI<sub>3</sub>)檢測到以下之35個氫的信號。

$\delta(\text{ppm})=7.66-7.53(8\text{H})$

7.51-7.15(27H)

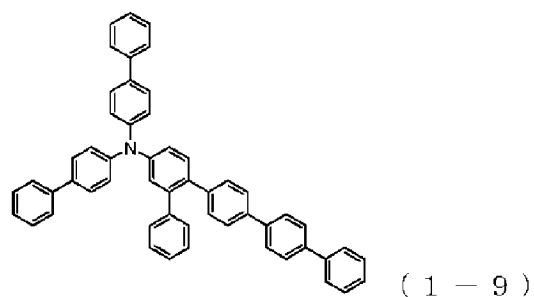
## 【0147】

<合成例5：化合物1-9>

雙(聯苯-4-基)-{6-(1,1';4',1'')-聯三苯-4-基)聯苯-3-基}胺之合成；

將合成例1中之苯基硼酸替換為使用4-溴-1,1';4',1'')-聯三苯，雙(聯苯-4-基)-(6-溴聯苯-3-基)胺替換為使用雙(聯苯-4-基)-{3-苯基-4-(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧雜環戊硼烷-2-基)苯基}胺，按同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-9之白色粉體4.5g(產率40%)。

## 【化24】



**【0148】**

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>3</sub>)檢測到以下之39個氫的信號。

$\delta(\text{ppm})=7.73-7.58(15\text{H})$

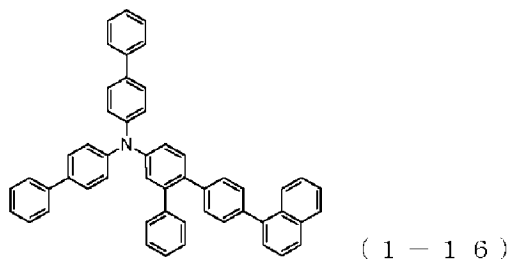
7.46-7.12(24H)

**【0149】**

<合成例6：化合物1-16>

雙(聯苯-4-基)-[6- { 4-(萘-1-基)苯基} 聯苯-3-基]胺之合成；

將合成例1中之苯基硼酸替換為使用4-(萘-1-基)苯基硼酸，按同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-16之白色粉體11.6g(產率77%)。

**【化25】****【0150】**

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)檢測到以下之37個氫的信號。

$\delta(\text{ppm})=7.95-7.84(3\text{H})$

7.67-7.18(34H)

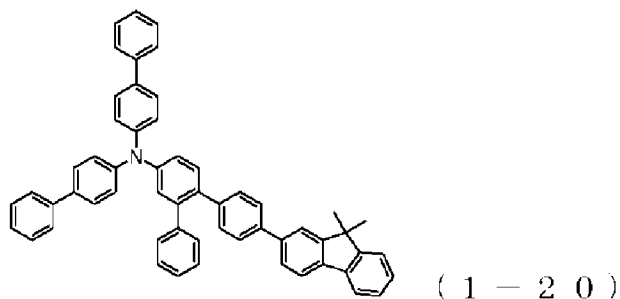
**【0151】**

<合成例7：化合物1-20>

雙(聯苯-4-基)-[6-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基} 聯苯-3-基]胺之合成；

將合成例1中之苯基硼酸替換為使用4-(9,9-二甲基芴-2-基)苯基有機硼酸，按同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-20之白色粉體13.1g(產率81%)。

## 【化26】



## 【0152】

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)檢測到以下之43個氫的信號。

$\delta(\text{ppm})=7.78(2\text{H})$

7.68-7.15(35H)

1.55(6H)

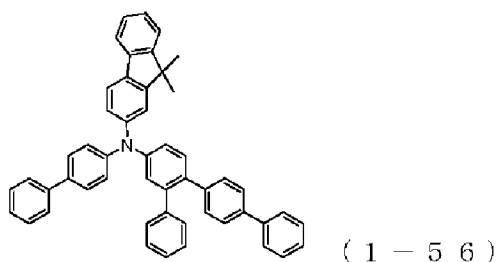
## 【0153】

<合成例8：化合物1-56>

(聯苯-4-基)-{6-(聯苯-4-基)聯苯-3-基}-(9,9-二甲基芴-2-基)胺之合成；

將合成例1中之苯基硼酸替換為使用4-聯苯硼酸，雙(聯苯-4-基)-(6-溴聯苯-3-基)胺替換為使用(聯苯-4-基)-(9,9-二甲基芴-2-基)-(6-溴聯苯-3-基)胺，按同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-56之白色粉體17.8g(產率89%)。

## 【化27】



## 【0154】

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)檢測到以下之39個氫的信號。

δ(ppm)=7.72-7.57(7H)

7.52-7.33(9H)

7.32-7.19(17H)

1.45(6H)

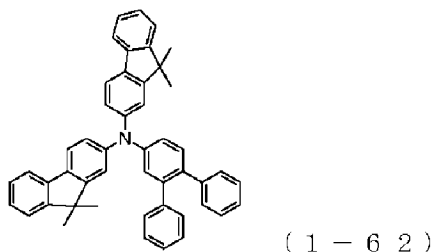
**【0155】**

<合成例9：化合物1-62>

雙(9,9-二甲基芴-2-基)-(6-苯基聯苯-3-基)胺之合成；

將合成例1中之雙(聯苯-4-基)-(6-溴聯苯-3-基)胺替換為使用雙(9,9-二甲基芴-2-基)-(6-溴聯苯-3-基)胺，按同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-62之白色粉體11.5g(產率57%)。

**【化28】**



**【0156】**

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(THF-d<sub>8</sub>)檢測到以下之39個氫的信號。

δ(ppm)=7.70-7.63(3H)

7.44-7.02(24H)

1.46(12H)

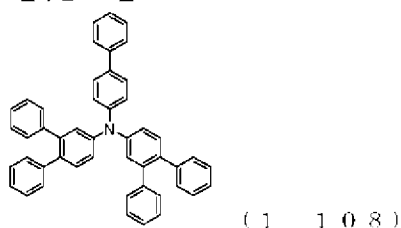
**【0157】**

<合成例10：化合物1-108>

雙(6-苯基聯苯-3-基)-(聯苯-4-基)胺之合成；

將合成例1中之雙(聯苯-4-基)-(6-溴聯苯-3-基)胺替換為使用雙(6-溴聯苯-3-基)-(聯苯-4-基)胺，按同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-108之白色粉體10.2g(產率73%)。

【化29】



【0158】

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)檢測到以下之35個氫的信號。

$\delta(\text{ppm})=7.57-7.66(4\text{H})$

7.10-7.49(31H)

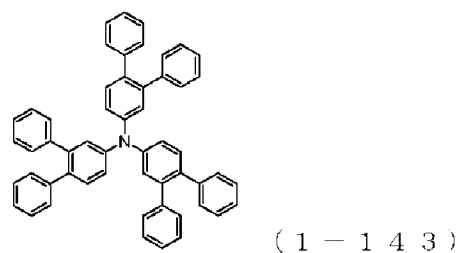
【0159】

<合成例11：化合物1-143>

參(6-苯基聯苯-3-基)胺之合成；

將合成例1中之雙(聯苯-4-基)-(6-溴聯苯-3-基)胺替換為使用參(6-溴聯苯-3-基)胺，按同樣的條件進行反應。其結果，獲得化合物1-143之白色粉體11.1g(產率75%)。

【化30】



**【0160】**

針對獲得之白色粉體使用NMR來鑑別結構。<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)檢測到以下之39個氫的信號。

$\delta(\text{ppm})=7.35-7.42(6\text{H})$

7.15-7.35(33H)

**【0161】**

<熔點與玻璃轉移點>

針對芳胺化合物I，以高感度差示掃描熱量計(BRUKER AXS製、DSC3100S A)測定熔點與玻璃轉移點。

	熔點	玻璃轉移點
合成例2：化合物1-3	242°C	103°C
合成例3：化合物1-1	未觀測到	115°C
合成例4：化合物1-4	未觀測到	104°C
合成例5：化合物1-9	未觀測到	117°C
合成例6：化合物1-16	未觀測到	107°C
合成例7：化合物1-20	240°C	127°C
合成例8：化合物1-56	未觀測到	116°C
合成例9：化合物1-62	未觀測到	119°C
合成例10：化合物1-108	未觀測到	101°C
合成例11：化合物1-143	未觀測到	112°C

**【0162】**

芳胺化合物I，具有100°C以上之玻璃轉移點，亦即於薄膜狀態安定。

**【0163】**

<功函數>

使用芳胺化合物I，在ITO基板之上製作膜厚100nm之蒸鍍膜，利用游離電位測定裝置(住友重機械工業(股)公司、PYS-202)測定功函數。

	功函數
合成例1：化合物1-2	5.68eV
合成例2：化合物1-3	5.72eV
合成例3：化合物1-1	5.66eV
合成例4：化合物1-4	5.67eV
合成例5：化合物1-9	5.70eV
合成例6：化合物1-16	5.71eV
合成例7：化合物1-20	5.66eV
合成例8：化合物1-56	5.62eV
合成例9：化合物1-62	5.55eV
合成例10：化合物1-108	5.72eV
合成例11：化合物1-143	5.75eV

#### 【0164】

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，顯示較理想的能量準位，亦即有良好的電洞輸送性。

#### 【0165】

##### <實施例1>

在玻璃基板1上預先設置之作為透明陽極2之ITO電極之上，按順序蒸鍍電洞注入層3、第一電洞輸送層4、第二電洞輸送層5、發光層6、電子輸送層7、電子注入層8、陰極(鋁電極)9而製作圖56所示之有機EL元件。

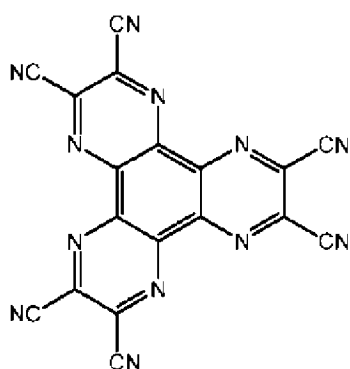
#### 【0166】

具體而言，將已形成膜厚150nm之ITO膜之玻璃基板1於異丙醇中進行超音波洗淨20分鐘後，在加熱到200°C的熱板上進行10分鐘乾燥。

之後，進行UV臭氧處理15分鐘後，將此附設ITO之玻璃基板安裝在真空蒸鍍機內，將真空蒸鍍機內減壓到0.001Pa以下。

然後以覆蓋透明陽極2的方式，將下列結構式之化合物6進行蒸鍍，形成膜厚5nm之電洞注入層3。

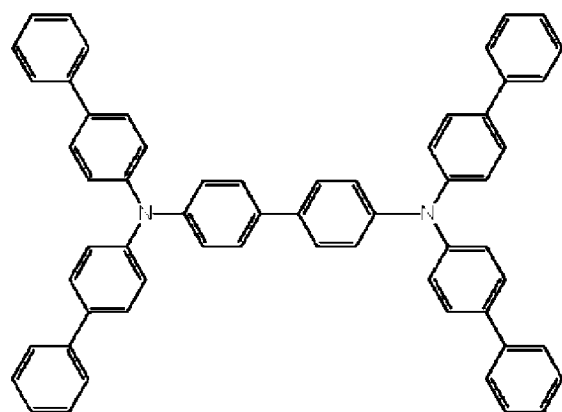
【化31】



( 6 )

在電洞注入層3之上蒸鍍下列結構式之化合物5-1，形成膜厚60nm之第一電洞輸送層4。

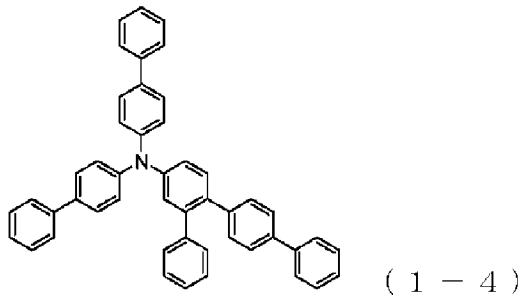
【化32】



( 5 - 1 )

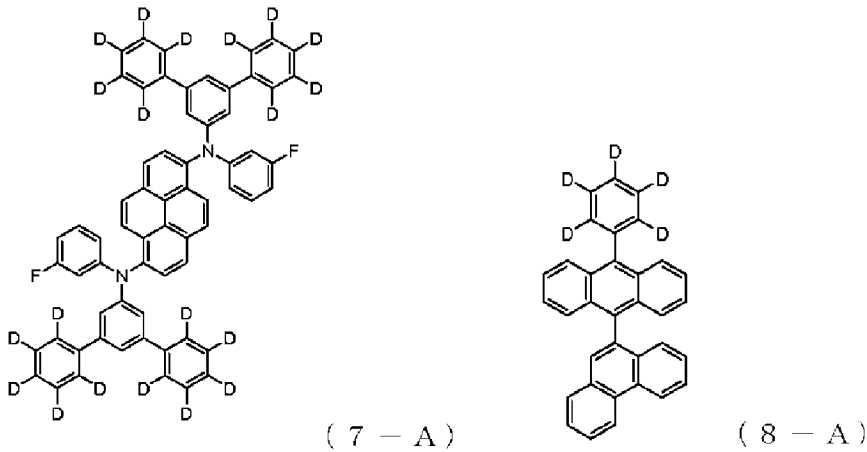
在第一電洞輸送層4之上蒸鍍合成例4之化合物1-4，形成膜厚5nm之第二電洞輸送層5。

## 【化33】



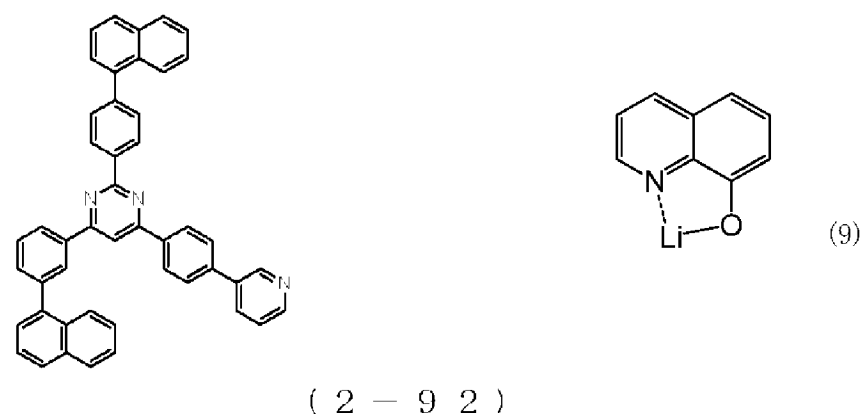
在第二電洞輸送層5之上，將下列結構式之化合物7-A與下列結構式之化合物8-A以蒸鍍速度比成為化合物7-A：化合物8-A=5：95之速度進行二元蒸鍍，形成膜厚20nm之發光層6。

## 【化34】



在發光層6之上，將下列結構式之化合物2-92與下列結構式之化合物9以蒸鍍速度比成為化合物2-92：化合物9=50：50之速度進行二元蒸鍍，形成膜厚30nm之電子輸送層7。

## 【化35】



在電子輸送層7之上蒸鍍氟化鋰，形成膜厚1nm之電子注入層8。

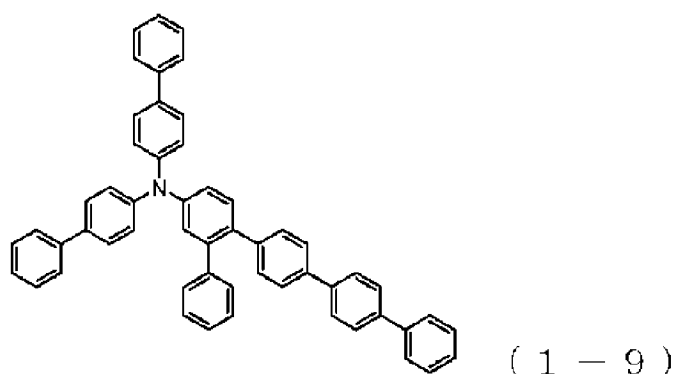
最後蒸鍍鋁100nm，形成陰極9。

**【0167】**

<實施例2>

將實施例1中之作為第二電洞輸送層5之材料之合成例4之化合物1-4替換為使用合成例5之化合物1-9，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。

**【化36】**

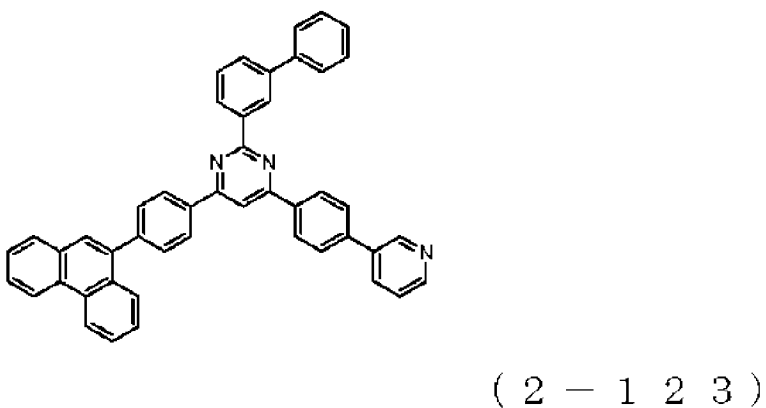


**【0168】**

<實施例3>

將實施例1中之作為電子輸送層7之材料之化合物2-92替換為使用下列結構式之化合物2-123，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。

**【化37】**



**【0169】**

<實施例4>

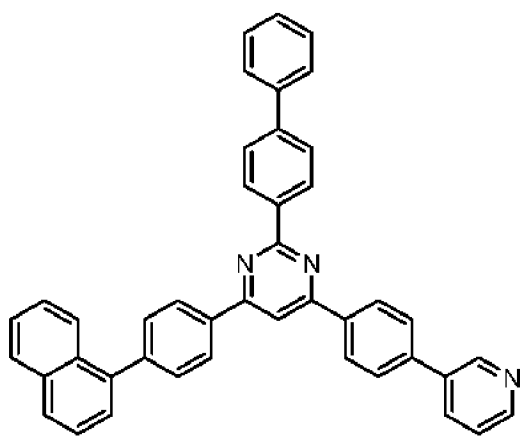
將實施例3中之作為第二電洞輸送層5之材料之合成例4之化合物1-4替換為使用合成例5之化合物1-9，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。

**【0170】**

<實施例5>

將實施例1中之作為電子輸送層7之材料之化合物2-92替換為使用下列結構式之化合物2-124，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。

**【化38】**



( 2 - 1 2 4 )

**【0171】**

<實施例6>

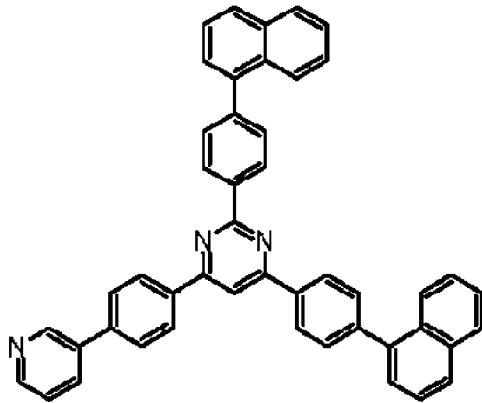
將實施例5中之作為第二電洞輸送層5之材料之合成例4之化合物1-4替換為使用合成例5之化合物1-9，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。

**【0172】**

<實施例7>

將實施例1中之作為電子輸送層7之材料之化合物2-92替換為使用下列結構式之化合物2-125，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。

## 【化39】



( 2 - 1 2 5 )

## 【0173】

## &lt;實施例8&gt;

將實施例7中之作為第二電洞輸送層5之材料之合成例4之化合物1-4替換為使用合成例5之化合物1-9，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。

## 【0174】

## &lt;比較例1&gt;

將實施例1中之作為第二電洞輸送層5之材料之合成例4之化合物1-4替換為使用前述化合物5-1，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。於此情形，第一電洞輸送層4與第二電洞輸送層5以一體的電洞輸送層(膜厚65nm)的方式作用。

## 【0175】

## &lt;比較例2&gt;

將實施例3中之作為第二電洞輸送層5之材料之合成例4之化合物1-4替換為使用前述化合物5-1，除此以外按同樣的條件製作有機EL元件。於此情形，第一電洞輸送層4與第二電洞輸送層5以一體的電洞輸送層(膜厚65nm)的方式作用。

## 【0176】

## &lt;比較例3&gt;



又，測定元件壽命，結果示於表1。元件壽命，係測定設發光開始時之發光亮度(初始亮度)為 $2000\text{cd/m}^2$ 並以定電流驅動時，發光亮度衰減成 $1900\text{cd/m}^2$ (相當於設初始亮度為100%時之95%：95%衰減)之時間。

【表1】

	第一電洞輸送層	第二電洞輸送層	電子輸送層	電壓[V] (@10mA/cm <sup>2</sup> )	亮度[cd/m <sup>2</sup> ] (@10mA/cm <sup>2</sup> )	發光效率[cd/A] (@10mA/cm <sup>2</sup> )	電力效率[lm/W] (@10mA/cm <sup>2</sup> )	元件壽命 95%衰減
實施例1	化合物5-1	化合物1-4	化合物2-92/ 化合物9	3.86	958	9.55	7.77	180小時
實施例2	化合物5-1	化合物1-9	化合物2-92/ 化合物9	3.86	945	9.42	7.67	215小時
實施例3	化合物5-1	化合物1-4	化合物2-123/ 化合物9	3.87	964	9.61	7.80	267小時
實施例4	化合物5-1	化合物1-9	化合物2-123/ 化合物9	3.87	940	9.36	7.60	221小時
實施例5	化合物5-1	化合物1-4	化合物2-124/ 化合物9	3.85	945	9.42	7.69	180小時
實施例6	化合物5-1	化合物1-9	化合物2-124/ 化合物9	3.86	910	9.09	7.40	150小時
實施例7	化合物5-1	化合物1-4	化合物2-125/ 化合物9	3.84	975	9.81	8.03	301小時
實施例8	化合物5-1	化合物1-9	化合物2-125/ 化合物9	3.84	980	9.85	8.06	255小時
比較例1	化合物5-1	化合物5-1	化合物2-92/ 化合物9	3.76	795	7.95	6.65	83小時
比較例2	化合物5-1	化合物5-1	化合物2-123/ 化合物9	3.69	796	7.96	6.78	87小時
比較例3	化合物5-1	化合物5-1	化合物2-124/ 化合物9	3.72	770	7.73	6.54	88小時
比較例4	化合物5-1	化合物5-1	化合物2-125/ 化合物9	3.72	795	7.99	6.75	95小時
比較例5	化合物5-1	化合物5-1	ETM-1/ 化合物9	3.84	635	6.35	5.20	55小時

## 【0180】

針對流過電流密度 $10\text{mA/cm}^2$ 之電流時之發光效率，實施例1~8相較於比較例1~5為較高效率。

針對電力效率，亦為實施例1~8相較於比較例1~5為較高效率。

針對元件壽命(95%衰減)，亦為實施例1~8相較於比較例1~5，壽命大幅延長。

## 【0181】

本發明中，藉由將特定之芳胺化合物與特定之嘓啶衍生物以電洞及電子能以良好效率向發光層注入、輸送的方式予以組合，達成了高發光效率、長壽命的有機EL元件。再者，理想的態樣中，藉由將特定的三芳胺化合物作為第一電

洞輸送層之材料，第一電洞輸送層之材料與第二電洞輸送層之材料，能以電洞向發光層以更好效率注入、輸送的方式，成為載子均衡性更精緻化的組合。所以，可達成高發光效率且壽命更長的有機EL元件。

[產業利用性]

**【0182】**

將特定之芳胺化合物與特定之嘓啶衍生物予以組合，較佳為進一步組合特定之三芳胺化合物而得的本發明之有機EL元件，發光效率提高而且耐久性大幅改善。所以，本發明之有機EL元件可開展例如在家庭電化製品、照明的用途。

**【符號說明】**

**【0183】**

- 1 玻璃基板
- 2 透明陽極
- 3 電洞注入層
- 4 第一電洞輸送層
- 5 第二電洞輸送層
- 6 發光層
- 7 電子輸送層
- 8 電子注入層
- 9 陰極



201837159

## 【發明摘要】

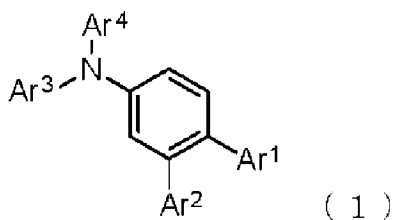
【中文發明名稱】 有機電致發光元件

【英文發明名稱】 ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE

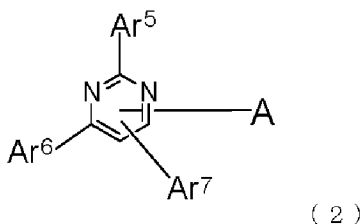
## 【中文】

本發明之目的在於提供(1)發光效率及電力效率高、(2)發光開始電壓低、(3)實用驅動電壓低、(4)尤其長壽命之有機EL元件。依照本發明，提供一種有機EL元件，至少按順序具有陽極、電洞注入層、第一電洞輸送層、第二電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極，該第二電洞輸送層含有下列通式(1)表示之芳胺化合物，該電子輸送層含有下列通式(2)表示之嘓啶衍生物。又，下列通式(2)中之A，表示下列結構式(3)表示之1價基。

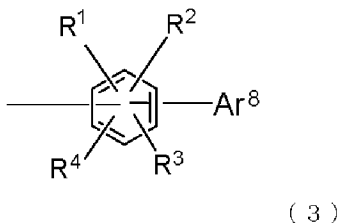
## [化1]



## [化2]



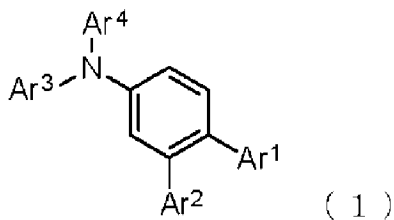
## [化3]



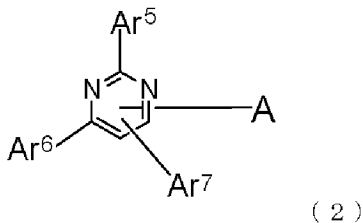
## 【英文】

An object of the present invention is to provide an organic EL device having (1) high luminous efficiency and high power efficiency; (2) a low light emission starting voltage; (3) a low practical driving voltage; and (4) a long lifetime. According to the present invention, there is provided an organic electroluminescent device having at least an anode, a hole injection layer, a first hole transport layer, a second hole transport layer, a luminous layer, an electron transport layer, and a cathode in this order, wherein the second hole transport layer contains an arylamine compound represented by a general formula (1) below and the electron transport layer contains a pyrimidine derivative represented by a general formula (2) below. Here, 'A' in the general formula (2) below represents a monovalent group represented by a structural formula (3) below.

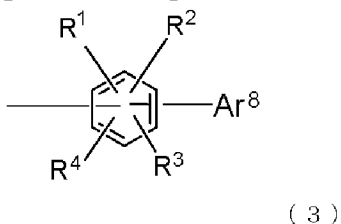
## [Formula 1]



## [Formula 2]



## [Formula 3]

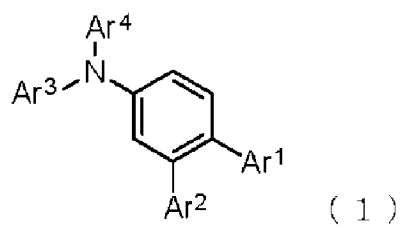


【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】



## 【發明申請專利範圍】

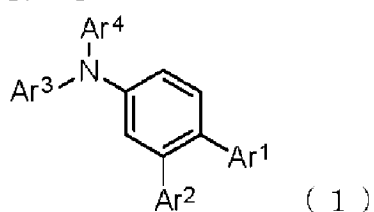
### 【第1項】

一種有機電致發光元件，至少按順序具有陽極、電洞注入層、第一電洞輸送層、第二電洞輸送層、發光層、電子輸送層及陰極，

該第二電洞輸送層含有下列通式(1)表示之芳胺化合物，

該電子輸送層含有下列通式(2)表示之嘓啉衍生物；

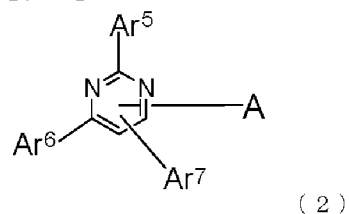
[化1]



式中，

Ar<sup>1</sup>~Ar<sup>4</sup>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，

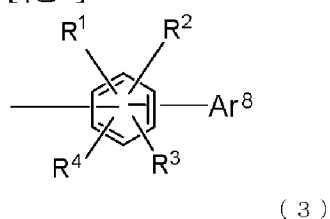
Ar<sup>5</sup>表示芳香族烴基或縮合多環芳香族基，

Ar<sup>6</sup>、Ar<sup>7</sup>可相同也可不同，表示氫原子、芳香族烴基或縮合多環芳香族基，

Ar<sup>6</sup>與Ar<sup>7</sup>不同時為氫原子，

A表示下列結構式(3)表示之1價基；

[化3]



式中，

$\text{Ar}^8$ 表示芳香族雜環基，

$\text{R}^1\sim\text{R}^4$ 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、碳數1~6之烷基、芳香族碳化氫基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基，

$\text{R}^1\sim\text{R}^4$ 與 $\text{Ar}^8$ ，也可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環。

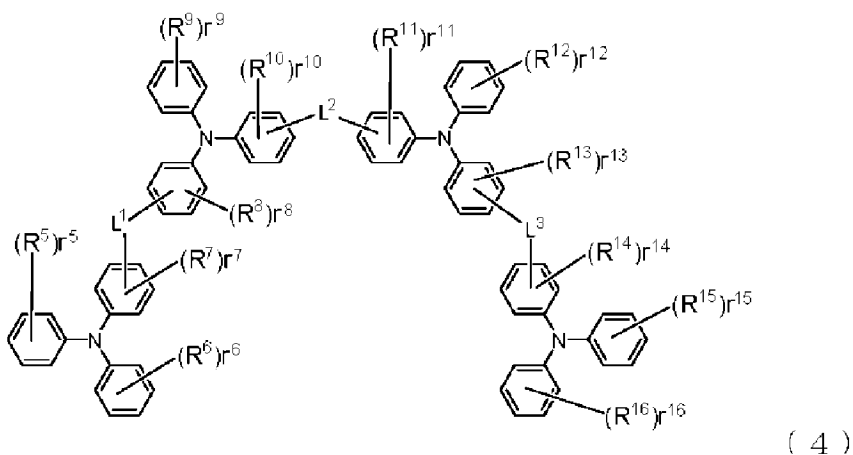
【第2項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該第一電洞輸送層含有分子中有3~6個三芳胺結構且該三芳胺結構以不含雜原子之2價基或單鍵連結之三芳胺化合物。

【第3項】

如申請專利範圍第2項之有機電致發光元件，其中，該三芳胺化合物係下列通式(4)表示之分子中有4個三芳胺結構之三芳胺化合物；

[化4]



式中，

$\text{R}^5\sim\text{R}^{16}$ 可相同也可不同，表示氫原子、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，

$r^5$ 、 $r^6$ 、 $r^9$ 、 $r^{12}$ 、 $r^{15}$ 、 $r^{16}$ 可相同也可不同，表示0~5之整數，

$r^7$ 、 $r^8$ 、 $r^{10}$ 、 $r^{11}$ 、 $r^{13}$ 、 $r^{14}$ 可相同也可不同，表示0~4之整數，

$r^5$ 、 $r^6$ 、 $r^9$ 、 $r^{12}$ 、 $r^{15}$ 、 $r^{16}$ 為2~5之整數時或 $r^7$ 、 $r^8$ 、 $r^{10}$ 、 $r^{11}$ 、 $r^{13}$ 、 $r^{14}$ 為2~4之整數時，

在同一苯環鍵結的多數個 $R^5 \sim R^{16}$ 可相同也可不同，且也可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，

$L^1 \sim L^3$ 可相同也可不同，表示下列結構式(B)~(G)中之任一者表示之2價基或單鍵；

[化5]



式中， $n1$ 表示1~3之整數。

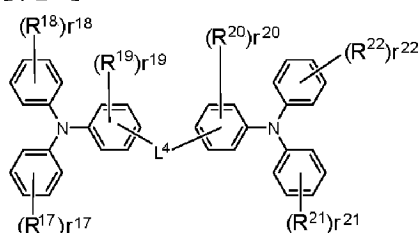
#### 【第4項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該第一電洞輸送層含有分子中具2個三芳胺結構且該三芳胺結構以不含雜原子之2價基或單鍵連結之三芳胺化合物。

#### 【第5項】

如申請專利範圍第4項之有機電致發光元件，其中，該三芳胺化合物以下列通式(5)表示；

[化6]



(5)

式中，

$R^{17} \sim R^{22}$ 可相同也可不同，表示氫原子、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，

$r^{17}$ 、 $r^{18}$ 、 $r^{21}$ 、 $r^{22}$ 可相同也可不同，表示0~5之整數，

$r^{19}$ 、 $r^{20}$ 可相同也可不同，表示0~4之整數，

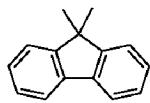
$r^{17}$ 、 $r^{18}$ 、 $r^{21}$ 、 $r^{22}$ 為2~5之整數時或 $r^{19}$ 、 $r^{20}$ 為2~4之整數時，在同一苯環鍵結之多數個 $R^{17} \sim R^{22}$ 可相同也可不同，且亦可介隔單鍵、亞甲基、氧原子或硫原子而互相鍵結形成環，

$L^4$ 表示下列結構式(C)~(G)中之任一者表示之2價基或單鍵；

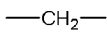
[化7]



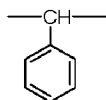
(C)



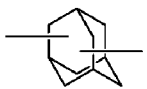
(D)



(E)



(F)



(G)

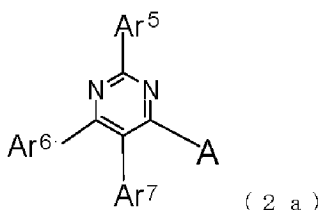
。

### 【第6項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該嘓啶衍生物以下列通式(2a)

表示；

[化8]

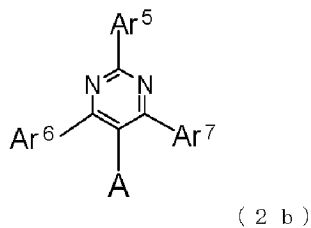


式中， $Ar^5 \sim Ar^7$ 及A如在該通式(2)記載之含意。

【第7項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該嘓啖衍生物以下列通式(2b)表示；

[化9]

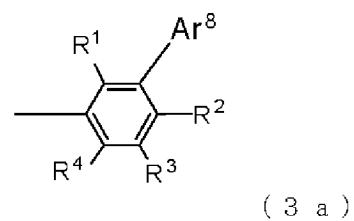


式中， $Ar^5 \sim Ar^7$ 及A如在該通式(2)記載之含意。

【第8項】

如申請專利範圍第1項之有機電致發光元件，其中，該通式(2)中，A為下列結構式(3a)表示之1價基；

[化10]



式中， $Ar^8$ 及 $R^1 \sim R^4$ 如在該結構式(3)記載之含意。











































































































