



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I496689 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：098107085

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 05 日

(51)Int. Cl. : *B32B27/28 (2006.01) C09K11/06 (2006.01)*
H01L51/50 (2006.01) H01L51/46 (2006.01)
C08G61/10 (2006.01)

(30)優先權：2008/03/07 日本 2008-057570

(71)申請人：住友化學股份有限公司 (日本) SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED (JP)

日本

(72)發明人：田中正信 TANAKA, MASANOBU (JP)；田中健太 TANAKA, KENTA (JP)；山內掌吾 YAMAUCHI, SHOHGO (JP)；東村秀之 HIGASHIMURA, HIDEYUKI (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

US 2008/0020208A1 WO 2007/007117A1
 WO 2007/058368A1 WO 2008/016091A1

審查人員：吳韶淳

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：0 共 136 頁

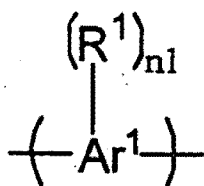
(54)名稱

積層構造體

LAMINATED CONSTRUCTION

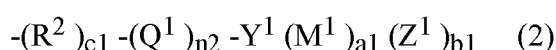
(57)摘要

本發明提供一種積層構造體，係具有第 1 電極與第 2 電極，該第 1 電極與該第 2 電極之間具有發光層或電荷分離層，而該發光層或電荷分離層與該第 1 電極之間具有含共軛高分子化合物之層，該共軛高分子化合物具有由式(1)表示的重複單元等所成群組中選出之重複單元



(1)

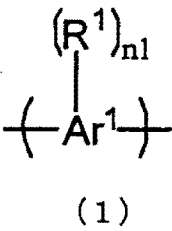
(式中，Ar¹ 表示 2 價芳香族基，R¹ 表示含有式(2)表示的基之取代基，該 Ar¹ 亦可具有 R¹ 以外的取代基。n1 表示 1 以上的整數)。



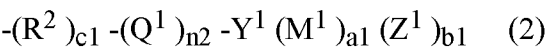
(式中，R² 表示可具有取代基的 2 價芳香族基，Q¹ 表示可具有取代基的 2 價有機基，Y¹ 表示碳陽離子、銨陽離子、磷陽離子或磺陽離子，M¹ 表示 F⁻、Cl⁻、Br⁻、I⁻、OH⁻、R^aSO₃⁻、R^aCOO⁻、ClO⁻、ClO₂⁻、ClO₃⁻、ClO₄⁻、SCN⁻、CN⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、HSO₄⁻、PO₄³⁻、

HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， Z^1 表示金屬離子或可具有取代基的銨離子， c1 表示 0 或 1， n2 表示 0 以上的整數。但 c1 為 0 時 n2 為 0。 a1 表示 1 以上的整數， b1 表示 0 以上的整數。 a1 表示 1 以上的整數， b1 表示 0 以上的整數。 a1 及 b1 係以使式(2)表示的取代基的電荷成為 0 的方式選擇 R^a 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基)。

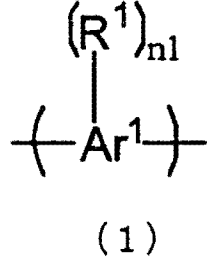
This invention provides a laminated construction having a first electrode, a second electrode and an emitting layer or a charge separating layer between the first electrode and the second electrode, and having a layer containing conjugated high molecular compound between the emitting layer or the charge separating layer, the conjugated high molecular compound having a repeating unit selected from the group comprising a repeating unit represented by formula (1).



(wherein, Ar^1 represents a divalent aromatic group, R^1 represents a substituent containing a group represented by formula (2), and Ar^1 may have a substituent other than R^1 , n1 represents an integer of 2 or more).



(wherein, R^2 represents an optionally substituted divalent aromatic group, Q^2 represents an optionally substituted divalent organic group, Y^1 represents a carbocation, an ammoniumcation, a phosphorylcation or a sulfonylcation, M^1 represents F^- , Cl^- , Br^- , I^- , OH^- , R^aSO_3^- , R^aCOO^- , ClO^- , ClO_2^- , ClO_3^- , ClO_4^- , SCN^- , CN^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , HSO_4^- , PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , BF_4^- or PF_6^- , Z^1 represents a metal ion or an optionally substituted ammonium ion, c1 represents 0 or 1, n2 represents an integer of 0 or more. Provided that when c^1 is 0, n2 is 0. a1 represents an integer of 1 or more, b1 represents an integer of 0 or more. The a1 and b1 are selected to make the charge of the substituent represented by formula (2) equal to zero. R^a represents an optionally substituted C1-30 alkyl group or an optionally substituted C6-50 aryl group.



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98107085

B72B 27/28 (2006.01)

※申請日：98.3.5

※IPC 分類：

C4K 1/06 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 5/00 (2006.01)

積層構造體

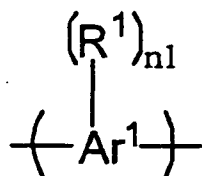
H01L 5/46 (2006.01)

LAMINATED CONSTRUCTION

C08B 6/00 (2006.01)

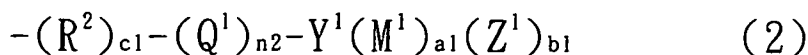
二、中文發明摘要：

本發明提供一種積層構造體，係具有第 1 電極與第 2 電極，該第 1 電極與該第 2 電極之間具有發光層或電荷分離層，而該發光層或電荷分離層與該第 1 電極之間具有含共軛高分子化合物之層，該共軛高分子化合物具有由式(1)表示的重複單元等所成群組中選出之重複單元



(1)

(式中，Ar¹表示 2 價芳香族基，R¹表示含有式(2)表示的基之取代基，該 Ar¹亦可具有 R¹以外的取代基。n1 表示 1 以上的整數)。

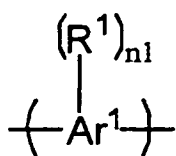


(式中，R²表示可具有取代基的 2 價芳香族基，Q¹表示可具有取代基的 2 價有機基，Y¹表示碳陽離子、銨陽離子、膾鹽陽離子或磺鹽陽離子，M¹表示 F⁻、Cl⁻、Br⁻、I⁻、OH⁻、R^aSO₃⁻、R^aCOO⁻、ClO⁻、ClO₂⁻、ClO₃⁻、ClO₄⁻、SCN⁻、CN⁻、NO₃⁻、

SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， Z^1 表示金屬離子或可具有取代基的銨離子， $c1$ 表示0或1， $n2$ 表示0以上的整數。但 $c1$ 為0時 $n2$ 為0。 $a1$ 表示1以上的整數， $b1$ 表示0以上的整數。 $a1$ 及 $b1$ 係以使式(2)表示的取代基的電荷成為0的方式選擇。 R^a 表示可具有取代基的碳數1至30的烷基或可具有取代基的碳數6至50的芳基)。

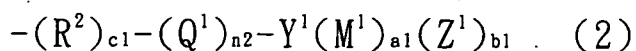
三、英文發明摘要：

This invention provides a laminated construction having a first electrode, a second electrode and an emitting layer or a charge separating layer between the first electrode and the second electrode, and having a layer containing conjugated high molecular compound between the emitting layer or the charge separating layer, the conjugated high molecular compound having a repeating unit selected from the group comprising a repeating unit represented by formula (1).



(1)

(wherein, Ar^1 represents a divalent aromatic group, R^1 represents a substituent containing a group represented by formula (2), and Ar^1 may have a substituent other than R^1 , $n1$ represents an integer of 2 or more).



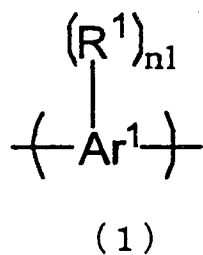
(wherein, R^2 represents an optionally substituted divalent aromatic group, Q^2 represents an optionally substituted divalent organic group, Y^1 represents a carbocation, an ammoniumcation, a phosphonylcation or a sulfonylcation, M^1 represents F^- , Cl^- , Br^- , I^- , OH^- , $R^aSO_3^-$, R^aCOO^- , ClO^- , ClO_2^- , ClO_3^- , ClO_4^- , SCN^- , CN^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , HSO_4^- , PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, BF_4^- or PF_6^- , Z^1 represents a metal ion or an optionally substituted ammonium ion, $c1$ represents 0 or 1, $n2$ represents an integer of 0 or more. Provided that when $c1$ is 0, $n2$ is 0. $a1$ represents an integer of 1 or more, $b1$ represents an integer of 0 or more. The $a1$ and $b1$ are selected to make the charge of the substituent represented by formula (2) equal to zero. R^a represents an optionally substituted C1-30 alkyl group or an optionally substituted C6-50 aryl group.

四、指定代表圖：本案無圖式。

(一)本案指定代表圖為：第()圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於積層構造體。

【先前技術】

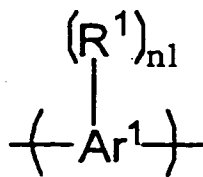
為了提高含有積層構造體的電場發光元件或光電轉換元件的特性，正檢討在電場發光元件的發光層與電極之間或光電轉換元件的電荷分離層與電極之間插入各種層。例如已知一種電場發光元件，在發光層與電極之間有一層含有由具有陽離子與雜原子二種的取代基之非共軛高分子化合物（日本專利特表 2003-530676 號公報）。

【發明內容】

但是上述電場發光元件的亮度都還不夠充分。

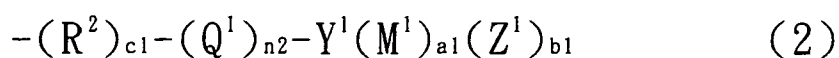
本發明的目的，在於提供一種積層構造體，可用於使電場發光元件以高亮度發光。

亦即，本發明之第一係提供一種積層構造體，係具有第 1 電極與第 2 電極，該第 1 電極與該第 2 電極之間有發光層或電荷分離層，而該發光層或電荷分離層與該第 1 電極之間具有含共軛高分子化合物之層，該共軛高分子化合物具有由式(1)表示的重複單元、式(3)表示的重複單元、及式(5)表示的重複單元所成群組中選出的 1 種以上的重複單元。

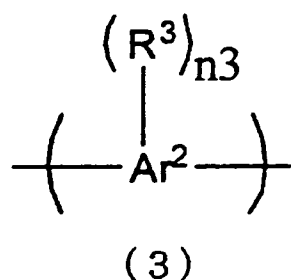


(1)

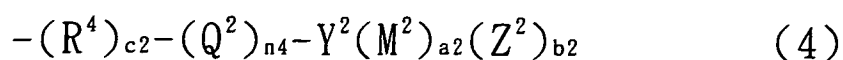
(式中， R^1 含有式(2)表示的基， Ar^1 表示 2 價芳香族基， R^1 表示含有式(2)表示之基的取代基，該 Ar^1 亦可具有 R^1 以外的取代基。 $n1$ 表示 1 以上的整數。 R^1 為複數個時，該等可相同或不同。)



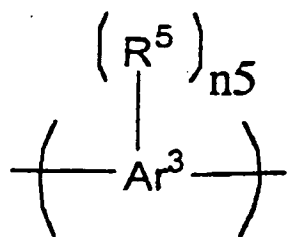
(式中， R^2 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^1 表示可具有取代基的 2 價有機基， Y^1 表示碳陽離子、銨陽離子、磷鹽陽離子或磺鹽陽離子， M^1 表示 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^aSO_3^-$ 、 R^aCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， Z^1 表示金屬離子或可具有取代基的銨離子， $c1$ 表示 0 或 1， $n2$ 表示 0 以上的整數， $c1$ 為 0 時 $n2$ 表示 0。 $a1$ 表示 1 以上的整數， $b1$ 表示 0 以上的整數。 $a1$ 及 $b1$ 係以使式(2)表示的取代基的電荷成為 0 之方式選擇。 R^a 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。 Q^1 為複數個時，該等可相同或不同。 M^1 為複數個時，該等可相同或不同。 Z^1 為複數個時，該等可相同或不同。)



(式中， Ar^2 表示 2 價芳香族基， R^3 表示含有式(4)表示之基的取代基，該 Ar^2 亦可具有 R^3 以外的取代基。 $n3$ 表示 1 以上的整數。 R^3 為複數個時，該等可相同或不同。)

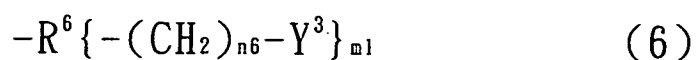


(式中， R^4 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^2 表示可具有取代基的 2 價有機基， Y^2 表示 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 SO_2^- 、或 $-PO_3^{2-}$ ， M^2 表示金屬陽離子或可具有取代基的銨陽離子， Z^2 表示 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^bSO_3^-$ 、 R^bCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， $c2$ 表示 0 或 1， $n4$ 表示 0 以上的整數。但 Y^2 為 SO_3^- 時， $n4$ 為 0。 $a2$ 表示 1 以上的整數， $b2$ 表示 0 以上的整數。 $a2$ 及 $b2$ 係以使式(4)表示的取代基的電荷成為 0 之方式選擇。 R^b 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。 Q^2 為複數個時，該等可相同或不同。 M^2 為複數個時，該等可相同或不同。 Z^2 為複數個時，該等可相同或不同。)



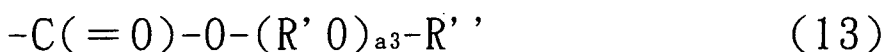
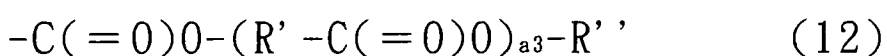
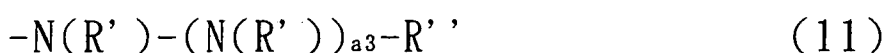
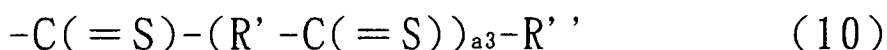
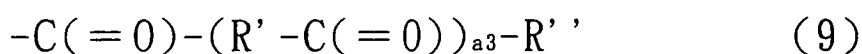
(5)

(式中， Ar^3 表示 2 價芳香族基， R^5 表示含有式(6)表示之基的取代基，該 Ar^3 可具有 R^5 以外的取代基。 $n5$ 表示 1 以上的整數。複數個的 R^5 ，可相同或不同。)



(式中， R^6 表示 1 價芳香族基， $n6$ 表示 0 以上的整數， $m1$ 表示 1 以上的整數。 Y^3 表示 $-CN$ 或式(7)至(14)表示之

基。Y³ 為複數個時，該等可相同或不同。n6 為複數個時，該等可相同或不同。式(6)中，含有雜原子 4 個以上。)



(式(7)至(14)中，R' 表示可具有取代基的 2 價烴基，R' 表示氫原子、可具有取代基的 1 價烴基、-COOH、-SO₃H、-OH、-SH、-NR^c₂、-CN 或 -C(=O)NR^c₂，a3 表示 0 以上的整數，a4 表示 3 至 20 的整數。R^c 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。R' 為複數個時，該等可相同或不同。)

本發明之第二係提供一種前述積層構造體，其中，該第 1 電極為陰極者。

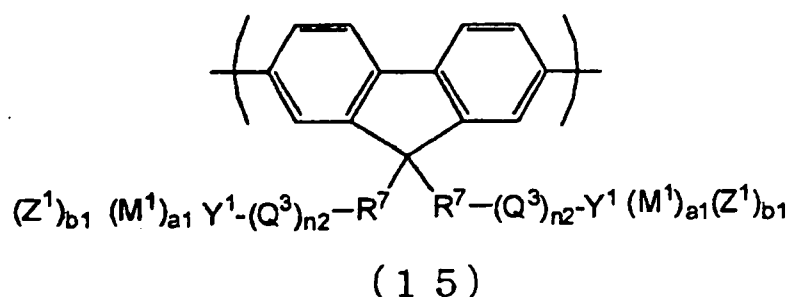
本發明之第三係提供一種積層構造體，係具有第 1 電極與第 2 電極，該第 1 電極與該第 2 的電極之間具有發光層或電荷分離層，而該發光層或電荷分離層與該第 1 電極之間具有含共軛高分子化合物之層，該共軛高分子化合物對於溶解度參數未達 9.3 的溶媒為不溶。

本發明之第四係提供一種電場發光元件，係含有前述

積層構造體。

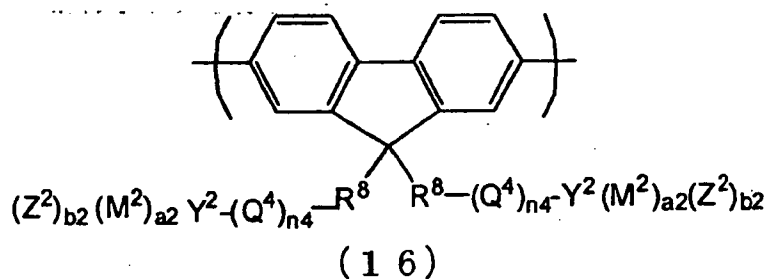
本發明之第五係提供一種光電轉換元件，係含有前述積層構造體。

本發明之第六係提供一種共軛高分子化合物，係含有式(15)表示的重複單元。



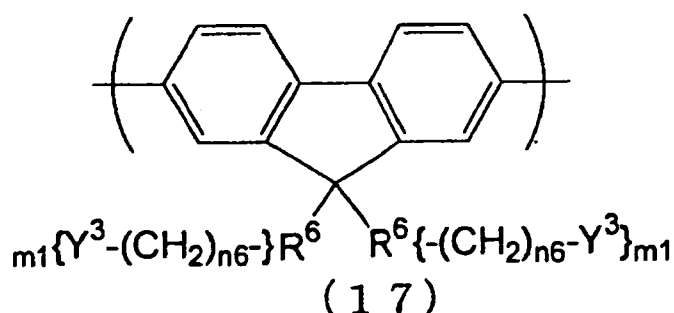
(式中， R^7 表示可具有取代基的2價芳香族基。 Q^3 表示可具有取代基的伸烷基或可具有取代基的氧伸烷基， Y^1 表示碳陽離子、銨陽離子、膦鹽陽離子或磺鹽陽離子， M^1 表示 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^aSO_3^-$ 、 R^aCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， Z^1 表示金屬離子或可具有取代基的銨離子， $n2$ 表示0以上的整數。 $a1$ 表示1以上的整數， $b1$ 表示0以上的整數。 $a1$ 及 $b1$ 係以使式(15)表示的重複單元的電荷成為0之方式選擇。 R^a 表示可具有取代基的碳數1至30的烷基或可具有取代基的碳數6至50的芳基。複數個 R^7 、 Y^1 、 M^1 、 $a1$ 、 $b1$ 、 $n2$ 可相同或不同。 Z^1 為複數個時，該等可相同或不同。 Q^3 為複數個時，該等可相同或不同。)

本發明之第七係提供一種共軛高分子化合物，係含有式(16)表示的重複單元。



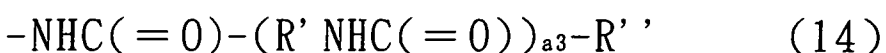
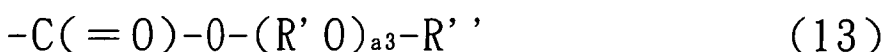
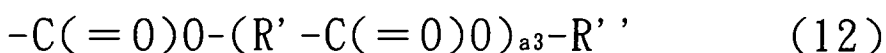
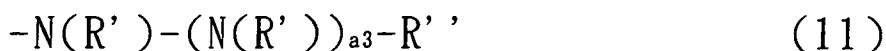
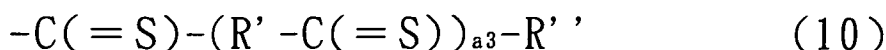
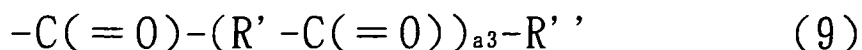
(式中， R^8 表示可具有取代基的 2 價芳香族基。 Q^4 表示可具有取代基的伸烷基或可具有取代基的氧伸烷基， Y^2 表示 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 $-SO_2^-$ 、或 $-PO_3^{2-}$ ， M^2 表示金屬陽離子或可具有取代基的銨陽離子， Z^2 表示 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^bSO_3^-$ 、 R^bCOO^- 、 $C10^-$ 、 $C10_2^-$ 、 $C10_3^-$ 、 $C10_4^-$ 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， $n4$ 表示 0 以上的整數。但 Y^2 為 SO_3^- 時， $n4$ 為 0。 $a2$ 表示 1 以上的整數， $b2$ 表示 0 以上的整數。 $a2$ 及 $b2$ 係以使式(16)表示的重複單元的電荷成為 0 之方式選擇。 R^b 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。複數個的 R^8 、 Y^2 、 M^2 、 $a2$ 、 $b2$ 、 $n4$ 可相同或不同。 Z^2 為複數個時，可相同或不同。 Q^4 為複數個時，該等可相同或不同。)

本發明之第八係提供一種共軛高分子化合物，係含有式(17)表示的重複單元。



(式中， R^6 表示 1 價芳香族基， $n6$ 表示 0 以上的整數， $m1$ 表示 1 以上的整數。 Y^3 表示 $-CN$ 或式(7)至(14)表示之

基。複數個 R^6 、 $m1$ 、 $n6$ 、 Y^3 可相同或不同。)



(式(7)至(14)中， R' 表示可具有取代基的 2 價烴基， R'' 表示氫原子、可具有取代基的 1 價烴基、 $-COOH$ 、 $-SO_3H$ 、 $-OH$ 、 $-SH$ 、 $-NR^c_2$ 、 $-CN$ 或 $-C(=O)NR^c_2$ ， $a3$ 表示 0 以上的整數， $a4$ 表示 3 至 20 的整數。 R^c 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。 R' 為複數個時，該等可相同或不同。)

【實施方式】

實施發明的形態

以下詳細說明本發明。

本發明使用的共軛高分子化合物，具有由式(1)表示的重複單元、式(3)表示的重複單元、及式(5)表示的重複單元所成群組中選出 1 種以上的重複單元。該共軛高分子化合物可列舉：只具有式(1)表示的重複單元的共軛高分子化合物，只具有式(3)表示的重複單元的共軛高分子化合物，只具有式(5)表示的重複單元的共軛高分子化合物，具有式

(1)表示的重複單元及式(3)表示的重複單元的共軛高分子化合物，具有式(1)表示的重複單元及式(5)表示的重複單元的共軛高分子化合物，具有式(3)表示的重複單元及式(5)表示的重複單元的共軛高分子化合物，具有式(1)表示的重複單元、式(3)表示的重複單元及式(5)表示的重複單元的共軛高分子化合物。

前述共軛高分子化合物可以含有 2 種以上的式(1)表示的重複單元，可以含有 2 種以上式(3)表示的重複單元，亦可以含有 2 種以上式(5)表示的重複單元。

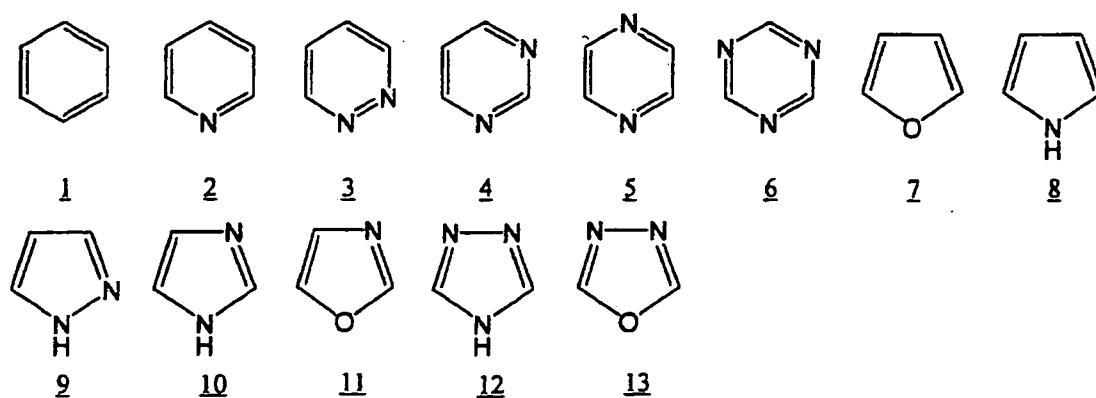
在式(1)表示的重複單元中， Ar^1 表示 2 價芳香族基， R^1 表示含有式(2)表示之基的取代基，該 Ar^1 亦可具有 R^1 以外的基。 $n1$ 表示 1 以上的整數。式(2)表示之基，可以直接與 Ar^1 結合，也可經由下述者結合至 Ar^1 ：各可具有取代基的亞甲基、伸乙基、伸丙基、伸丁基、伸戊基、伸己基、伸壬基、伸十二碳基、伸環丙基、伸環丁基、伸環戊基、伸環己基、伸環壬基、伸環十二碳基、伸降冰片基 (norbornylene)、伸金剛烷基(adamantylene)等碳原子數 1 至 50 左右的 2 價伸烷基，可具有取代基的氧亞甲基、氧伸乙基、氧伸丙基、氧伸丁基、氧伸戊基、氧伸己基、氧伸壬基、氧伸十二碳基、伸環丙氧基、伸環丁氧基、伸環戊氧基、伸環己氧基、伸環壬氧基、伸環十二碳氧基、伸降冰片氧基、伸金剛烷氧基等的碳原子數 1 至 50 左右的氧伸烷基，可具有取代基的亞胺基，可具有取代基的亞矽烷基，可具有取代基的伸乙烯基或伸乙炔基，可具有取代基

的甲烷三基(methane triyl)以及氧原子、氮原子、硫原子等雜原子。

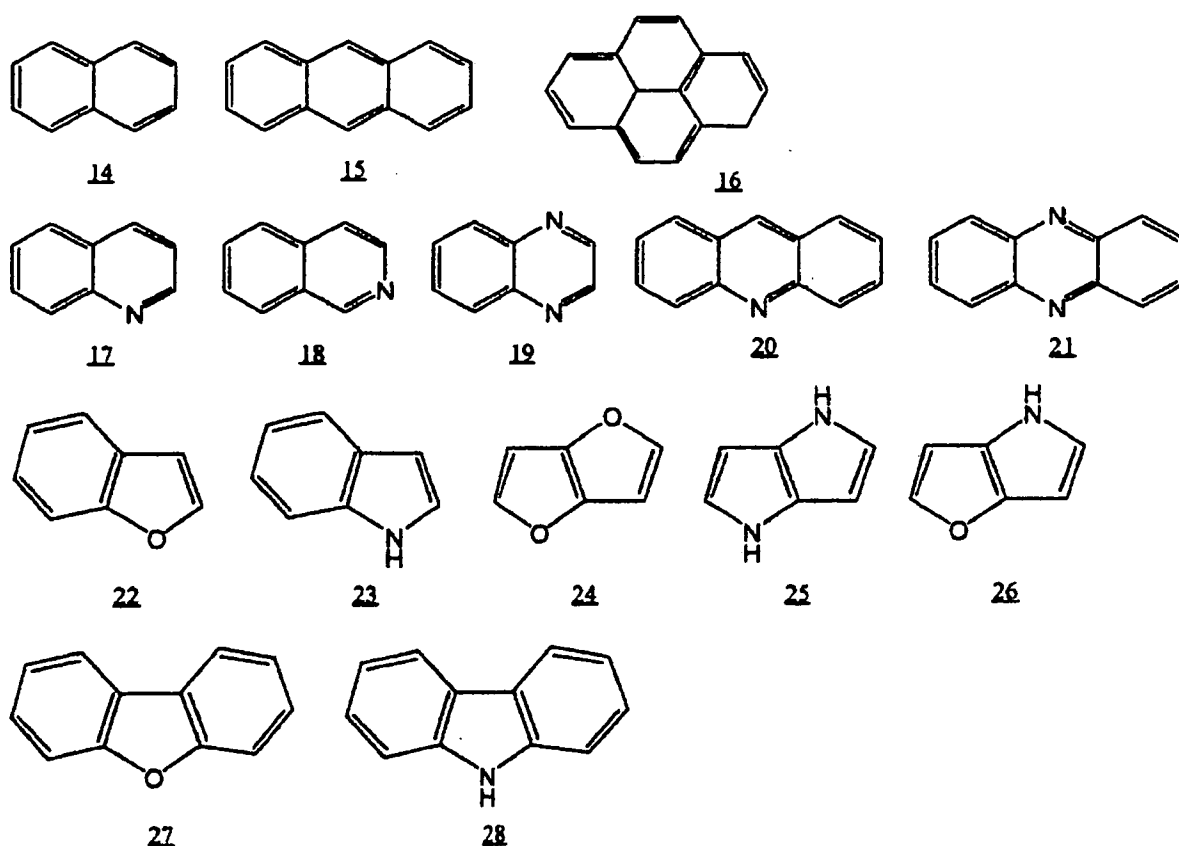
一態樣中， R^1 為式(2)表示之基。

式(1)中的 Ar^1 表示的 2 價芳香族基，可舉 2 價芳香族烴基、2 價芳香族雜環基，較佳為由碳原子、氫原子、氮原子及氧原子所成群組中選出 1 個以上的原子所成的 2 價芳香族基為佳。該 2 價芳香族基的例，可列舉苯環、吡定環、1,2-二吡環、1,3-二吡環、1,4-二吡環、1,3,5-三吡環、呋喃環、吡咯環、吡唑環、咪唑環、噁唑環、噁二唑環、氮雜二唑環等由單環式芳香環除去 2 個氫原子的 2 價基；由該單環式芳香環選出的 2 個以上的環縮合而成的縮合多環式芳香環除去 2 個氫原子的 2 價基；將 2 個以上的芳香環，以單鍵、伸乙烯基或伸乙炔基連結的多環中，除去 2 個氫原子的 2 價基；具有將 2 個芳香環以亞甲基、伸乙基、羰基等 2 價基橋聯構造的橋聯多環式芳香環中，除去 2 個氫原子的 2 價基等。

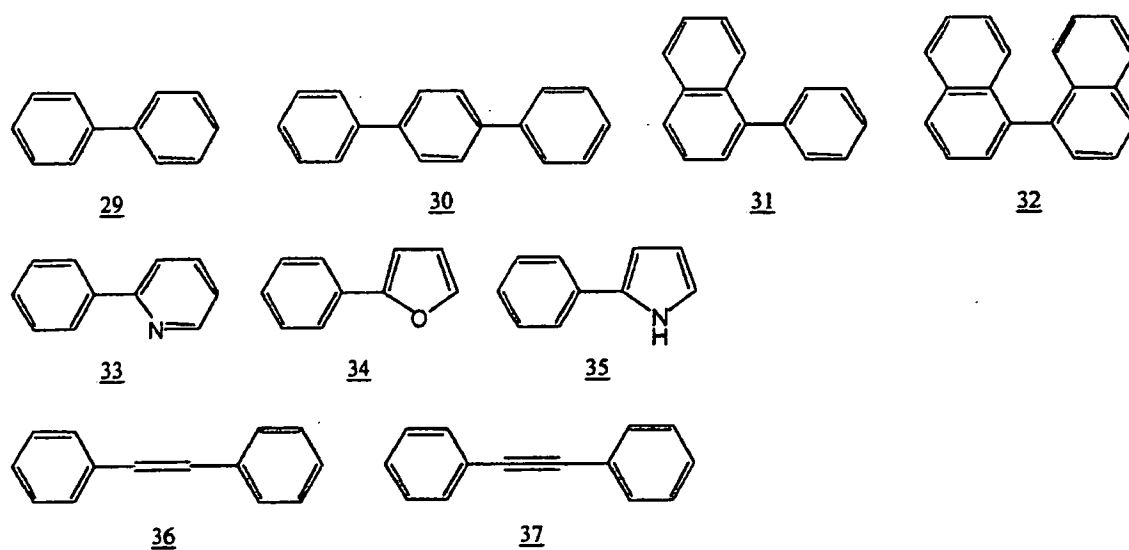
單環式芳香環可舉如下的環。



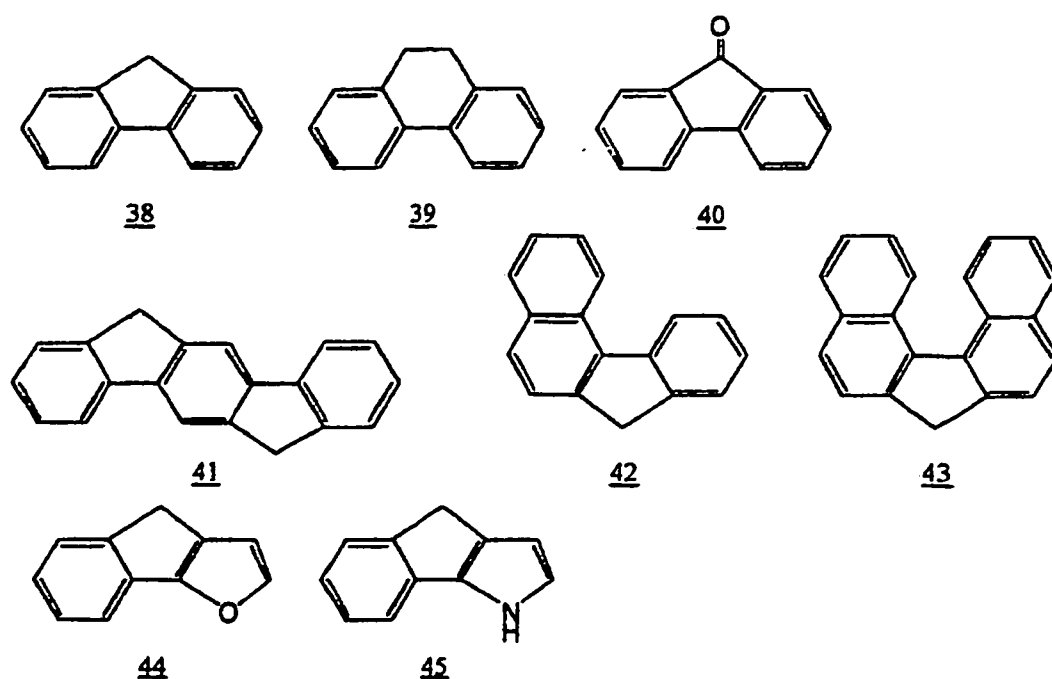
縮合多環式芳香環可舉如下的環。



將 2 個以上的芳香環以單鍵、伸乙烯基或伸乙炔基連結的多環，可舉如下的環。



橋聯多環式芳香環可舉例如下的環。



前述 2 價芳香族基，由原料單體的合成容易度之觀點而言，由式 1 至 15、式 27 至 30、式 38 至 40 或式 42 表示的環除去 2 個氫原子的基為佳，式 1 至 6、式 8、式 14、式 27、式 28、式 38 或式 42 表示的環除去 2 個氫原子的基更佳，式 1、式 38 或式 42 表示的環除去 2 個氫原子的基又更佳。

前述 2 價芳香族基，具有 1 個以上 R^1 表示的取代基，亦可具有 R^1 表示的取代基以外的取代基。該取代基可例舉如烷基、烷氧基、烷硫基、芳基、芳氧基、芳硫基、芳烷基、芳烷氧基、芳烷硫基、芳烯基、芳炔基、胺基、取代胺基、矽烷基、取代矽烷基、鹵原子、醯基、醯氧基、亞胺殘基、醯胺基、醯亞醯胺基、1 價雜環基、羥基、羧基、取代羥基羧基、氰基或硝基等，前述取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

烷基可以是直鏈狀或分枝狀，亦可為環烷基。烷基的

碳數通常為 1 至 20 左右，以 1 至 10 為佳。烷基可例舉如：甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、二級丁基、三級丁基、戊基、己基、環己基、庚基、辛基、壬基、癸基、月桂基等。前述烷基中的氫原子可由氟原子取代。以氟原子取代的烷基的例，可舉三氟甲基、五氟乙基、全氟丁基、全氟己基、全氟辛基等。

烷氧基可以是直鏈狀或分枝狀，亦可為環烷氧基，亦可具有取代基。烷氧基的碳數通常為 1 至 20 的左右，以 1 至 10 為佳。烷氧基可例舉如甲氧基、乙氧基、丙氧基、異丙氧基、丁氧基、異丁氧基、二級丁氧基、三級丁氧基、戊氧基、己氧基、環己氧基、庚氧基、辛氧基、壬氧基、癸氧基、月桂氧基等。

烷氧基中，也包含甲氧基甲基氧基、2-甲氧基乙基氧基。

前述烷氧基中的氫原子可由氟原子取代。氟原子取代的烷氧基之例，可舉三氟甲氧基、五氟乙氧基、全氟丁氧基、全氟己氧基、全氟辛氧基等。

烷硫基可以是直鏈狀或分枝狀，亦可為環烷硫基，亦可具有取代基。烷硫基的碳數通常為 1 至 20 左右，1 至 10 為佳。烷硫基可例舉如：甲硫基、乙硫基、丙硫基、異丙硫基、丁硫基、異丁硫基、二級丁硫基、三級丁硫基、戊硫基、己硫基、環己硫基、庚硫基、辛硫基、壬硫基、癸硫基、月桂硫基等。前述烷硫基中的氫原子可由氟原子取代。氟原子取代的烷硫基之例，可舉三氟甲硫基等。

芳基是由芳香族烴中除去 1 個氫原子的原子團，包含具苯環者，具縮合環者，具獨立的苯環或縮合環 2 個以上直接或經由伸乙烯基等 2 價基而結合者。芳基的碳數通常為 6 至 60 左右，以 7 至 48 為佳。芳基可例舉如：苯基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基 (C_1 至 C_{12} 表示碳數為 1 至 12 之意，以下均同。)、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基等。前述芳基中的氫原子可以由氟原子取代。氟原子取代的芳基可例舉如五氟苯基等。芳基中，以 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基為佳。

C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基可例舉如：甲氧基苯基、乙氧基苯基、丙氧基苯基、異丙氧基苯基、丁氧基苯基、異丁氧基苯基、二級丁氧基苯基、三級丁氧基苯基、戊氧基苯基、己氧基苯基、環己氧基苯基、庚氧基苯基、辛氧基苯基、2-乙基己氧基苯基、壬氧基苯基、癸氧基苯基、3,7-二甲基辛氧基苯基、月桂氧基苯基等。

C_1 至 C_{12} 烷基苯基可例舉如：甲基苯基、乙基苯基、二甲基苯基、丙基苯基、均三甲基苯基(mesityl)、甲基乙苯基、異丙基苯基、丁基苯基、異丁基苯基、三級丁基苯基、戊基苯基、異戊基苯基、己基苯基、庚基苯基、辛基苯基、壬基苯基、癸基苯基、十二烷基苯基等。

芳氧基的碳數通常為 6 至 60 左右，以 7 至 48 為佳。芳氧基可例舉如：苯氧基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯氧基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯氧基、1-萘氧基、2-萘氧基、五氟苯氧基等。芳氧基中，以 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯氧基及 C_1 至 C_{12} 烷基苯氧基為佳。

C_1 至 C_{12} 烷氧基苯氧基可例舉如：甲氧基苯氧基、乙氧基苯氧基、丙氧基苯氧基、異丙氧基苯氧基、丁氧基苯氧基、異丁氧基苯氧基、二級丁氧基苯氧基、三級丁氧基苯氧基、戊氧基苯氧基、己氧基苯氧基、環己氧基苯氧基、庚氧基苯氧基、辛氧基苯氧基、2-乙基己氧基苯氧基、壬氧基苯氧基、癸氧基苯氧基、3,7-二甲基辛氧基苯氧基、月桂氧基苯氧基等。

C_1 至 C_{12} 烷基苯氧基可例舉如：甲基苯氧基、乙基苯氧基、二甲基苯氧基、丙基苯氧基、1,3,5-三甲基苯氧基、甲基乙基苯氧基、異丙基苯氧基、丁基苯氧基、異丁基苯氧基、二級丁基苯氧基、三級丁基苯氧基、戊基苯氧基、異戊基苯氧基、己基苯氧基、庚基苯氧基、辛基苯氧基、壬基苯氧基、癸基苯氧基、十二烷基苯氧基等。

芳硫基是前述的芳基與硫元素結合的基，在前述芳基的芳環上可具有取代基。芳硫基的碳數通常是 6 至 60 左右，而以 6 至 30 為佳。芳硫基可例舉如苯硫基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯硫基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯硫基、1-萘硫基、2-萘硫基、五氟苯硫基等。

芳基烷基是前述芳基與前述烷基結合的基，可具有取代基。芳基烷基的碳數通常在 7 至 60 左右，以 7 至 30 為佳。芳基烷基可例舉如：苯基- C_1 至 C_{12} 烷基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_1 至 C_{12} 烷基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_1 至 C_{12} 烷基、1-萘基- C_1 至 C_{12} 烷基、2-萘基- C_1 至 C_{12} 烷基等。

芳基烷氧基是前述芳基與前述烷氧基結合的基，可具

有取代基。芳基烷氧基的碳數通常在 7 至 60 左右，7 至 30 為佳。芳基烷氧基可例舉如：苯基- C_1 至 C_{12} 烷氧基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_1 至 C_{12} 烷氧基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_1 至 C_{12} 烷氧基、1-萘基- C_1 至 C_{12} 烷氧基、2-萘基- C_1 至 C_{12} 烷氧基等。

芳基烷硫基是前述芳基與前述烷硫基結合的基，可具有取代基。芳基烷硫基的碳數通常在 7 至 60 左右，以 7 至 30 為佳。芳基烷硫基可例舉如苯基- C_1 至 C_{12} 烷硫基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_1 至 C_{12} 烷硫基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_1 至 C_{12} 烷硫基、1-萘基- C_1 至 C_{12} 烷硫基、2-萘基- C_1 至 C_{12} 烷硫基等。

芳基烯基是前述芳基與烯基結合的基。芳基烯基的碳數通常為 8 至 60 左右，以 8 至 30 為佳。芳基烯基可例舉如：苯基- C_2 至 C_{12} 烯基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_2 至 C_{12} 烯基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_2 至 C_{12} 烯基、1-萘基- C_2 至 C_{12} 烯基、2-萘基- C_2 至 C_{12} 烯基等，以 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_2 至 C_{12} 烯基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_2 至 C_{12} 烯基為佳。

芳基炔基是前述芳基與炔基結合的基。芳基炔基的碳數通常為 8 至 60 左右，8 至 30 為佳。芳基炔基可例舉如：苯基- C_2 至 C_{12} 炔基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_2 至 C_{12} 炔基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_2 至 C_{12} 炔基、1-萘基- C_2 至 C_{12} 炔基、2-萘基- C_2 至 C_{12} 炔基等，以 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_2 至 C_{12} 炔基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_2 至 C_{12} 炔基為佳。

取代胺基，係經由烷基、芳基、芳基烷基及 1 價雜環

基所成群組中選出 1 或 2 個的基所取代的胺基為佳。該烷基、芳基、芳基烷基或 1 價雜環基可具有取代基。取代胺基的碳數，不含該取代基的碳數在內，通常在 1 至 60 左右，以 2 至 48 為佳。取代胺基可例舉如：甲胺基、二甲胺基、乙胺基、二乙胺基、丙胺基、二丙胺基、異丙胺基、二異丙胺基、丁胺基、異丁胺基、二級丁胺基、三級丁胺基、戊胺基、己胺基、環己胺基、庚胺基、辛胺基、2-乙基己胺基、壬胺基、癸胺基、3,7-二甲基辛胺基、月桂胺基、環戊胺基、二環戊基胺基、環己基胺基、二環己基胺基、吡咯烷基、哌啶基、二(三氟甲基)胺基、苯胺基、二苯基胺基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯胺基、二(C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基)胺基、二(C_1 至 C_{12} 烷基苯基)胺基、1-萘胺基、2-萘胺基、五氟苯胺基、吡啶胺基、噻吡胺基、嘧啶胺基、吡吡胺基、三吡胺基、苯基- C_1 至 C_{12} 烷胺基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_1 至 C_{12} 烷胺基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_1 至 C_{12} 烷基胺基、二(C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_1 至 C_{12} 烷基)胺基、二(C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_1 至 C_{12} 烷基)胺基、1-萘基- C_1 至 C_{12} 烷胺基、2-萘基- C_1 至 C_{12} 烷胺基等。

取代矽烷基係以經由烷基、芳基、芳烷基及 1 價雜環基所成群組中選出之 1 至 3 個基取代的矽烷基為佳。取代矽烷基的碳數通常為 1 至 60 左右，以 3 至 48 為佳。取代矽烷基中的該烷基、芳基、芳烷基或 1 價雜環基可具有取代基。取代矽烷基可例舉如：三甲基矽烷基、三乙基矽烷基、三丙基矽烷基、三異丙基矽烷基、二甲基-異丙基矽烷

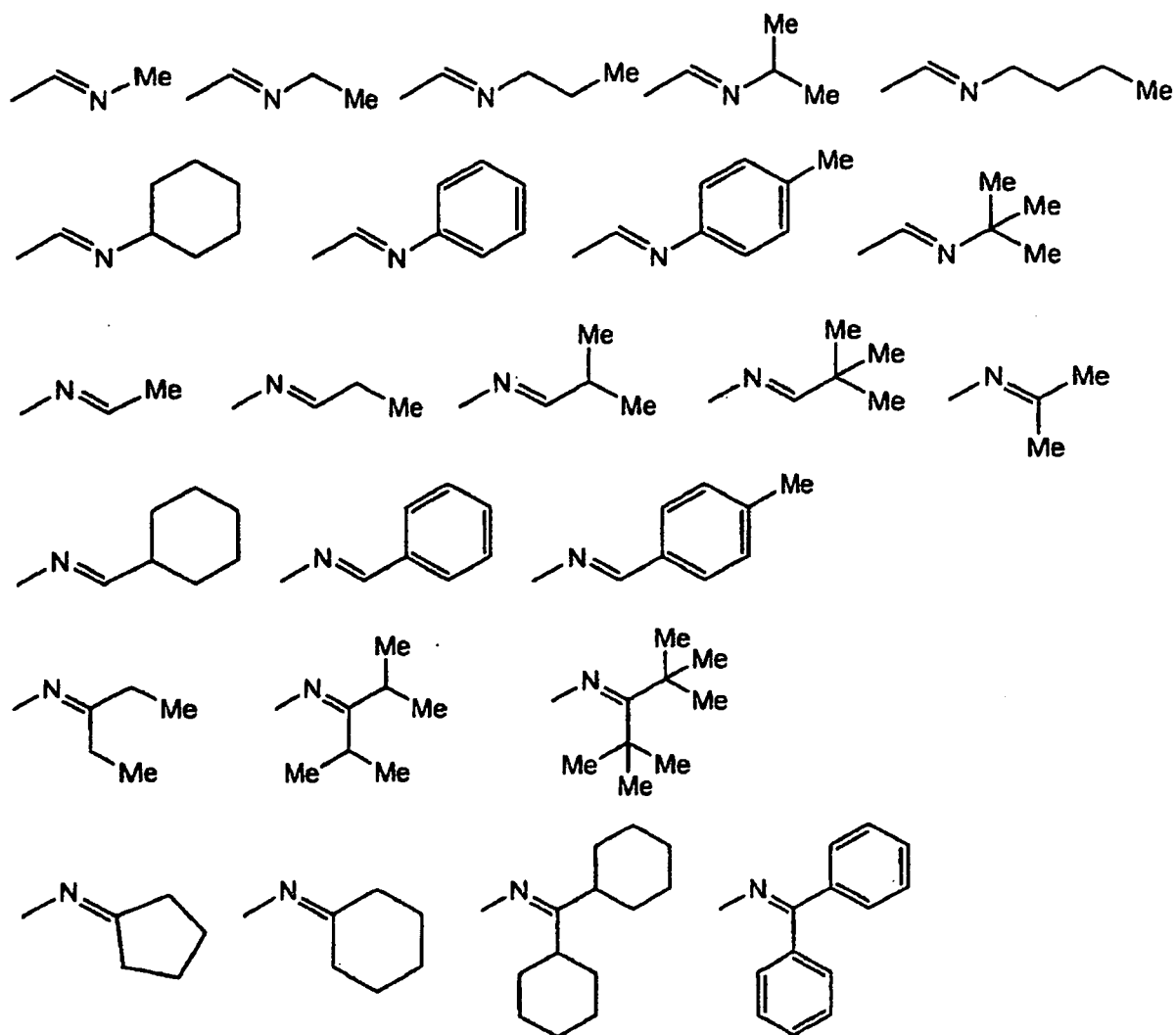
基、二乙基-異丙基矽烷基、三級丁基二甲基矽烷基、苄基二甲基矽烷基、己基二甲基矽烷基、庚基二甲基矽烷基、辛基二甲基矽烷基、2-乙基己基-二甲基矽烷基、壬基二甲基矽烷基、癸基二甲基矽烷基、3,7-二甲基辛基-二甲基矽烷基、月桂基二甲基矽烷基、苯基- C_1 至 C_{12} 烷基矽烷基、 C_1 至 C_{12} 烷氧基苯基- C_1 至 C_{12} 烷基矽烷基、 C_1 至 C_{12} 烷基苯基- C_1 至 C_{12} 烷基矽烷基、1-萘基- C_1 至 C_{12} 烷基矽烷基、2-萘基- C_1 至 C_{12} 烷基矽烷基、苯基- C_1 至 C_{12} 烷基二甲基矽烷基、三苯基矽烷基、三-對-二甲苯基矽烷基、三苄基矽烷基、二苯基甲基矽烷基、三級丁基二苯基矽烷基、二甲基苯基矽烷基等。

鹵原子可例舉如：氟原子、氯原子、溴原子及碘原子。

醯基的碳數通常為 2 至 20 左右，以 2 至 18 為佳。醯基可例舉如：乙醯基、丙醯基、丁醯基、異丁醯基、三甲基乙醯基、苯甲醯基、三氟乙醯基、五氟苯甲醯基等。

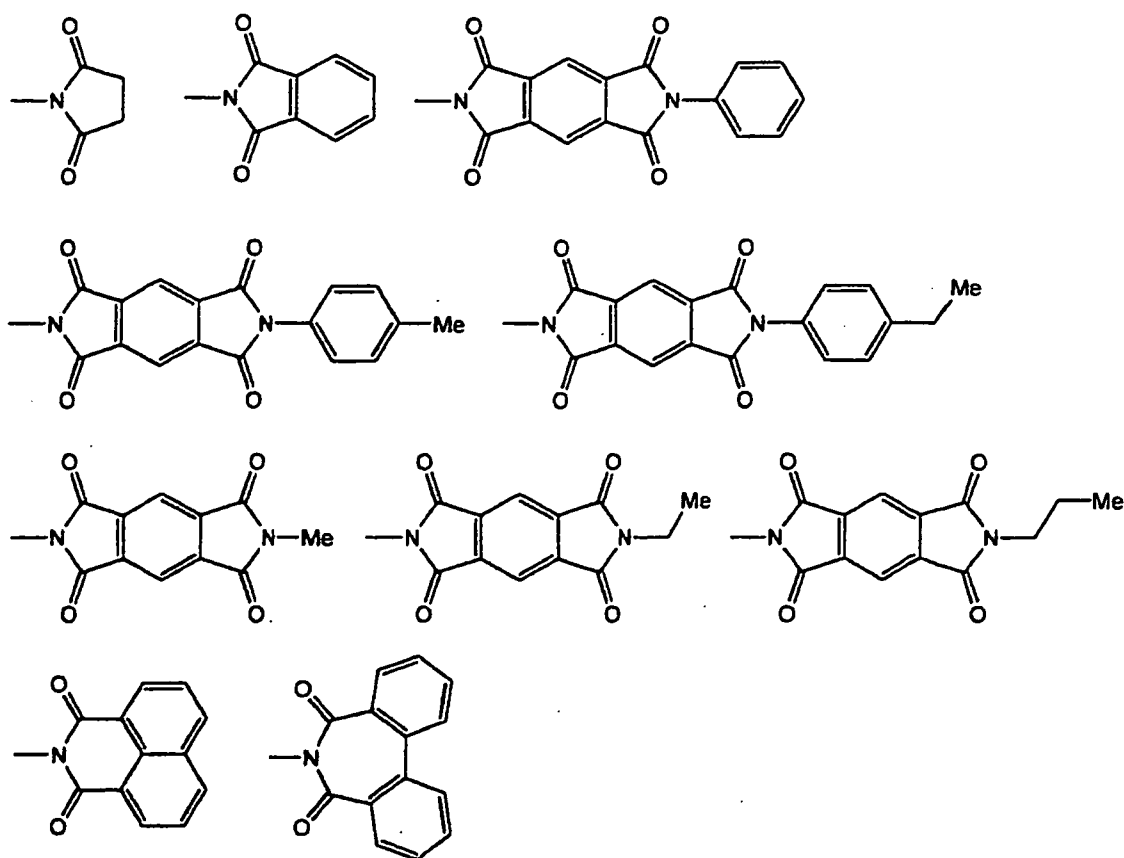
醯氧基的碳數通常為 2 至 20 左右，以 2 至 18 為佳。醯氧基可例舉如：乙醯氧基、丙醯氧基、丁醯氧基、異丁醯氧基、三甲基乙醯氧基、苯甲醯氧基、三氟乙醯基、五氟苯甲醯氧基等。

亞胺殘基是由亞胺化合物(指分子內具有式： $-N=C-$ 表示之基的有機化合物，可例舉如醛亞胺(alldimine)、酮亞胺(ketimine)及該等之 N 上的氫原子被烷基取代的化合物)除去 1 個氫原子的殘基，其碳數通常為 2 至 20 左右，以 2 至 18 為佳。亞胺殘基可例舉如以下的基。



醯胺基的碳數通常為 2 至 20 左右，以 2 至 18 為佳。
 醯胺基可例舉如：甲醯胺基、乙醯胺基、丙醯胺基、丁醯胺基、苯甲醯胺基、三氟乙醯胺基、五氟苯甲醯胺基、二甲醯胺基、二乙醯胺基、二丙醯胺基、二丁醯胺基、二苯甲醯胺基、二(三氟乙醯胺基)、二(五氟苯甲醯胺基)等。

醯亞胺基可舉由醯亞胺除去結合於氮原子的氫原子而得的殘基，其碳數通常為 4 至 20 左右，以 4 至 18 為佳。
 醯亞胺基可例舉如如下。



1 價雜環基是指從雜環化合物除去 1 個氫原子所殘餘的原子團。1 價雜環基，其碳數通常為 4 至 60 左右，4 至 20 為佳。1 價雜環基的碳數不包含取代基的碳數。雜環化合物是指具有環狀構造的有機化合物中，構成環的元素不只是碳原子，係在環內含有氧、硫、氮、磷、硼等雜原子者。這種 1 價雜環基可例舉如：噻吩基、 C_1 至 C_{12} 烷基噻吩基、吡咯基、呋喃基、吡啶基、 C_1 至 C_{12} 烷基吡啶基、哌啶基、喹啉基、異喹啉基等。其中以噻吩基、 C_1 至 C_{12} 烷基噻吩基、吡啶基及 C_1 至 C_{12} 烷基吡啶基較佳。

取代羧基羧基是經烷基、芳基、芳烷基，或 1 價雜環基取代的羧基羧基，即 $-C(=O)OR$ (R 為烷基、芳基、芳烷基或 1 價雜環基) 表示的基。

取代羧基羧基的碳數通常為 2 至 60 左右，以 2 至 48

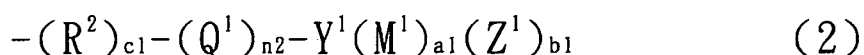
為佳。前述烷基、芳基、芳烷基或 1 價雜環基可具有取代基。上述碳數不包含前述取代基的碳數。取代羥基羰基可例舉如：甲氧羰基、乙氧羰基、丙氧羰基、異丙氧羰基、丁氧羰基、異丁氧羰基、二級丁氧羰基、三級丁氧羰基、戊氧羰基、己氧羰基、環己氧羰基、庚氧羰基、辛氧羰基、2-乙基己氧羰基、壬氧羰基、癸氧羰基、3,7-二甲基辛氧羰基、十二烷氧羰基、三氟甲氧羰基、五氟乙氧羰基、全氟丁氧羰基、全氟己氧羰基、全氟辛氧羰基、苯氧羰基、萘氧羰基、吡啶氧羰基等。

Ar^1 有 R^1 以外的取代基時，該取代基中，由共軛化合物的原料單體的合成容易度之觀點而言，以烷基、烷氧基、芳基、芳氧基、羧基或取代羥基羰基為佳。

式(1)中， $n1$ 表示 1 以上的整數，以 1 至 4 為佳，而 1 至 3 更佳。

在本發明中，共軛是指多重鍵以挾入 1 個單鍵或氮原子而連結，並互相作用的狀態。

一態樣中， R^1 為式(2)所示。



(式中， R^2 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^1 表示可具有取代基的 2 價有機基， Y^1 表示碳陽離子、銨陽離子、磷鹽陽離子或磺鹽陽離子， M^1 表示 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^aSO_3^-$ 、 R^aCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， Z^1 表示金屬離子或可具有取代基的銨離子， $c1$ 表示 0 或 1， $n2$ 表示 0

以上的整數、但 c_1 為 0 時， n_2 為 0。 a_1 表示 1 以上的整數， b_1 表示 0 以上的整數。 a_1 及 b_1 係以使式(2)表示的取代基的電荷成為 0 之方式選擇。 R^a 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。)

式(2)中， R^2 表示的 2 價芳香族基可例舉如：1,4-伸苯基、1,3-伸苯基、1,4-伸萘基、1,5-伸萘基、2,6-伸萘基、2,6-伸蒽基、9,10-伸蒽基、聯苯-4,4'-二基等，從原料單體的合成容易度的觀點而言，以 1,4-伸苯基、1,3-伸苯基為佳。

前述 2 價芳香族基可具有的取代基，可舉前述 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基，從前述共軛高分子化合物對熱安定化的觀點而言，以具有取代基為佳。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

式(2)中， Q^1 表示的 2 價有機基可例舉如可具有取代基的亞甲基、伸乙基、伸丙基、伸丁基、伸戊基、伸己基、伸壬基、伸十二碳基、伸環丙基、伸環丁基、伸環戊基、伸環己基、伸環壬基、伸環十二碳基、伸降冰片基、伸金剛烷基等碳原子數 1 至 50 左右的 2 價伸烷基，可具有取代基的氧亞甲基、氧伸乙基、氧伸丙基、氧伸丁基、氧伸戊基、氧伸己基、氧伸壬基、氧伸十二碳基、伸環丙氧基、伸環丁氧基、伸環戊氧基、伸環己氧基、伸環壬氧基、伸環十二碳氧基、伸降冰片氧基、伸金剛烷氧基等碳原子數 1 至 50 左右的氧伸烷基，可具有取代基的亞胺基，可具有取代基的亞矽烷基，可具有取代基的伸乙烯基或伸乙炔

基，從原料單體的合成容易度的觀點而言， Q^1 以伸烷基、氧伸烷基為佳。

式(2)中， Y^1 表示碳陽離子、銨陽離子、磷鹽陽離子或磺鹽陽離子。

碳陽離子可例舉如

+

$-CR_2$

(此處 R 可為相同或不同，表示烷基、芳基。)表示的基。

銨陽離子可例舉如

+

$-NR_3$

(此處 R 可為相同或不同，表示烷基、芳基。)表示的基。

磷鹽陽離子可例舉如

+

$-PR_3$

(此處 R 可為相同或不同，表示烷基、芳基。)表示的基。

磺鹽陽離子可例舉如

+

$-SR_2$

(此處 R 可為相同或不同，表示烷基、芳基。)表示的

基。

式(2)中，從原料單體的合成容易度及原料單體及共軛高分子化合物對空氣、濕氣或熱的安定性的觀點而言， Y^1 以銨陽離子為佳。

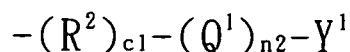
式(2)中， Z^1 表示金屬離子或可具有取代基的銨離子。金屬離子以1價、2價或3價的離子為佳，可舉：Li、Na、K、Cs、Be、Mg、Ca、Ba、Ag、Al、Bi、Cu、Fe、Ga、Mn、Pb、Sn、Ti、V、W、Y、Yb、Zn、Zr的離子。銨離子可具有的取代基可舉：甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、異丁基、三級丁基等碳數1至10左右的烷基。

式(2)中，從共軛高分子化合物的安定性的觀點而言， $c1$ 以1為佳。

式(2)中， $n2$ 表示0以上的整數，以0至6為佳，更佳的是0。

式(2)中， $a1$ 表示1以上的整數，以1至3為佳，1至2更佳。 $b1$ 表示0以上的整數，0至2為佳，0至1更佳。

$a1$ 及 $b1$ 係以使式(2)表示的基的電荷成為0之方式選擇。式(2)表示的基中，以



表示的部分的電荷，通常為+1，就此情況之 $a1$ 與 $b1$ 的關係說明如下。

a) M^1 為1價陰離子時(即， M^1 為 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^aSO_3^-$ 、 R^aCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 HSO_4^- 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- 時)

a-1) Z^1 為 1 價金屬離子或可具有取代基的銨離子時，

$$a1 = b1 + 1$$

a-2) Z^1 為 2 價金屬離子時，

$$a1 = 2 \times b1 + 1$$

a-3) Z^1 為 3 價金屬離子時，

$$a1 = 3 \times b1 + 1$$

b) M^1 為 2 價陰離子時(即， M^1 為 SO_4^{2-} 、 HPO_4^{2-} 時)

b-1) Z^1 為 1 價金屬離子或可具有取代基的銨離子時，

$$b1 = 2 \times a1 - 1$$

b-2) Z^1 為 2 價金屬離子時，滿足

$$2 \times a1 = 2 \times b1 + 1 \text{ 的關係}$$

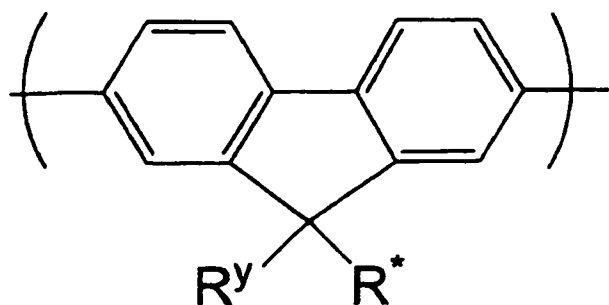
b-3) Z^1 為 3 價金屬離子時，

$$2 \times a1 = 3 \times b1 + 1$$

R^a 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。這些基可具有的取代基可舉與前述 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。 R^a 可例舉如甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、二級丁基、三級丁基、戊基、己基、環己基、庚基、辛基、壬基、癸基、月桂基等碳數 1 至 20 的烷基，苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基等碳數 6 至 30 的芳基。

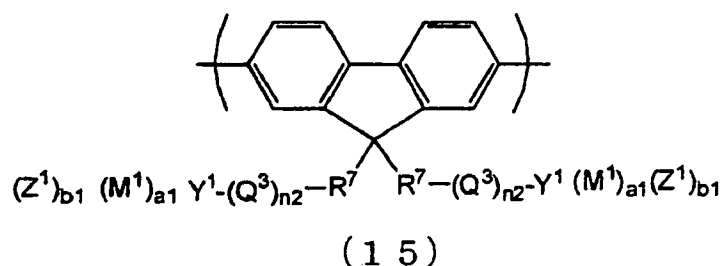
式(1)表示的重複單元中， Ar^1 為從式 38 表示的環除去

2 個氫原子的基的重複單元為佳，以下式表示的重複單元更佳。



(式中， R^y 表示包含式(2)表示的基的取代基， R^* 表示 R^y 、氫原子、烷基或芳基。)

式(1)表示的重複單元中，從電子輸送性的觀點而言，以式(15)表示的重複單元為佳。

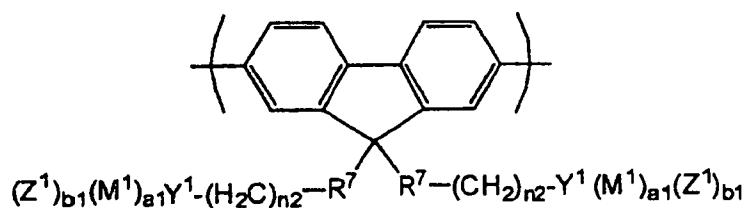


(式中， R^7 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^3 表示可具有取代基的伸烷基或可具有取代基的氧伸烷基， n_2 、 Y^1 、 M^1 、 Z^1 、 a_1 及 b_1 表示與前述同樣的意義。複數個的 n_2 、 R^7 、 Y^1 、 M^1 、 a_1 及 b_1 可相同或不同。 Q^3 為複數個時，該等可相同或不同。 Z^1 為複數個時，該等可相同或不同。)

式(15)中， R^7 所表示的 2 價芳香族基的例，可舉 1,4-伸苯基、1,3-伸苯基、1,4-伸萘基、1,5-伸萘基、2,6-伸萘基、2,6-伸蒽基、9,10-伸蒽基、聯苯-4,4'-二基等，從原料單體的合成容易度的觀點而言，以 1,4-伸苯基、1,3-伸苯基為佳。

R^7 表示的 2 價芳香族基可具有的取代基，可舉與前述 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基，從前述共軛高分子化合物的對熱的安定性的觀點而言，有取代基為佳。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

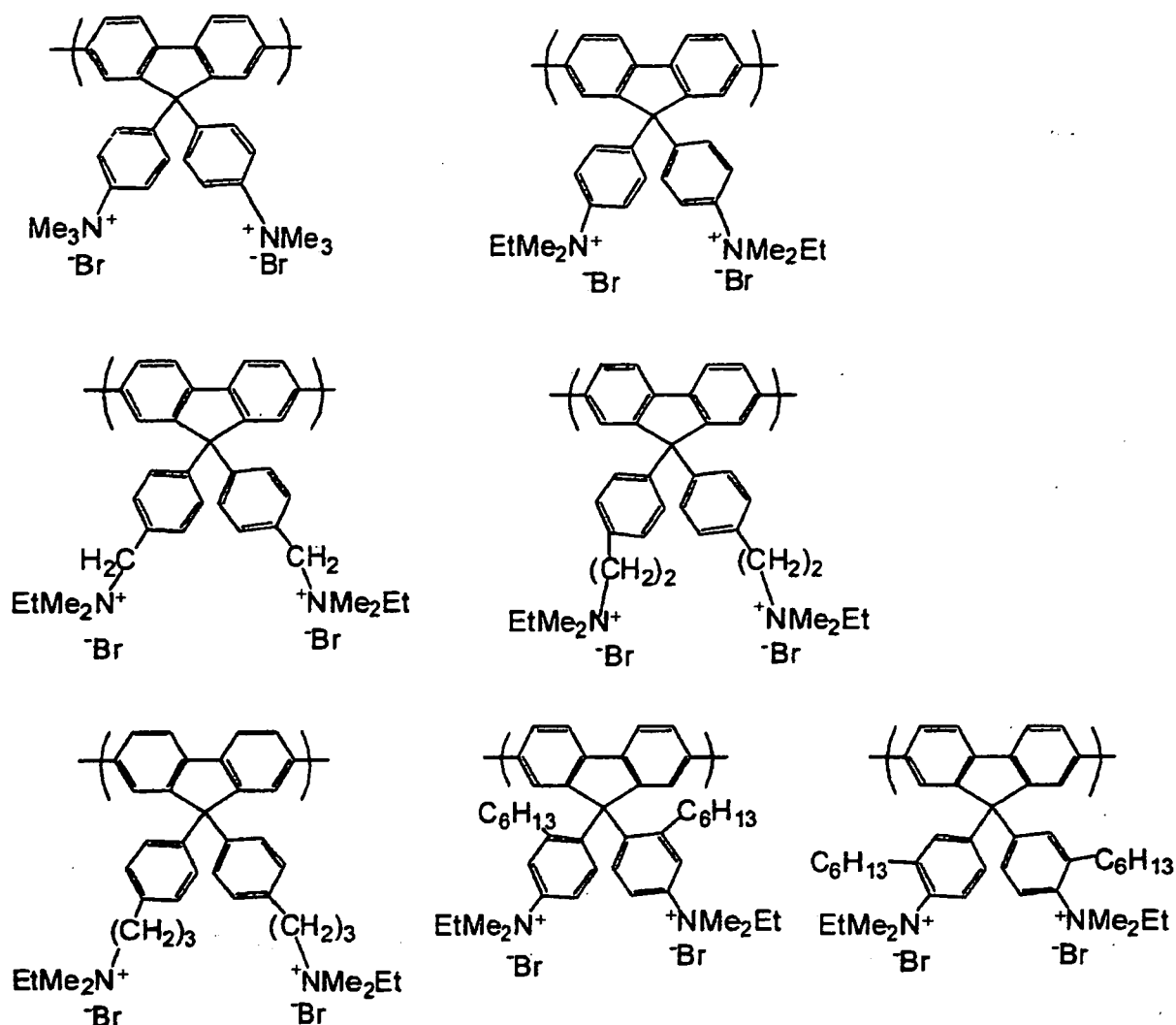
式(15)表示的重複單元中，從共軛高分子化合物的吸濕性的觀點而言，以式(18)表示的重複單元為佳。



(18)

(式中， R^7 、 $n2$ 、 Y^1 、 M^1 、 Z^1 、 $a1$ 及 $b1$ 表示與前述同樣的意義。)

式(18)表示的重複單元的例，可舉下列重複單元。



在式(3)表示的重複單元中， Ar^2 表示2價芳香族基， R^3 表示含有式(4)表示的基的取代基，該 Ar^2 可具有 R^3 以外的取代基。 n_3 表示1以上的整數。式(4)表示的基可以與 Ar^2 直接結合，也可經由下述者與 Ar^2 結合：可具有取代基的亞甲基、伸乙基、伸丙基、伸丁基、伸戊基、伸己基、伸壬基、伸十二碳基、伸環丙基、伸環丁基、伸環戊基、伸環己基、伸環壬基、伸環十二碳基、伸降冰片基、伸金剛烷基等碳原子數1至50左右的2價伸烷基，可具有取代基的氧亞甲基、氧伸乙基、氧伸丙基、氧伸丁基、氧伸戊基、氧伸己基、氧伸壬基、氧伸十二碳基、伸環丙氧基、

伸環丁氧基、伸環戊氧基、伸環己氧基、伸環壬氧基、伸環十二碳氧基、伸降冰片氧基、伸金剛烷氧基等碳原子數 1 至 50 左右的氧伸烷基，可具有取代基的亞胺基，可具有取代基的亞矽烷基，可具有取代基的伸乙烯基或伸乙炔基，可具有取代基的甲烷三基，及氧原子、氮原子、硫原子等雜原子。一態樣中， R^3 是式(4)表示的基。

Ar^2 表示的 2 價芳香族基，由原料單體的合成容易度的觀點而言，以從式 1 至 15、式 27 至 30、式 38 至 40 或式 42 表示的環除去 2 個氫原子的基為佳，從式 1 至 6、式 8、式 14、式 27、式 28、式 38 或式 42 表示的環除去 2 個氫原子的基更佳。

式(4)中， R^4 表示可具有取代基的芳香族基， Q^2 表示可具有取代基的 2 價有機基， Y^2 表示 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 $-SO_2^-$ 、或 $-PO_3^{2-}$ ，從共軛高分子化合物的酸性度的觀點而言，以 $-CO_2^-$ 、 $-SO_2^-$ 、或 $-PO_3^{2-}$ 為佳， $-CO_2^-$ 更佳。 M^2 表示金屬陽離子或可具有取代基的銨陽離子， Z^2 表示 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^bSO_3^-$ 、 R^bCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， $c2$ 表示 0 或 1， $n4$ 表示 0 以上的整數。但 Y^2 為 SO_3^- 時， $n4$ 為 0。 $a2$ 表示 1 以上的整數， $b2$ 表示 0 以上的整數。 $a2$ 及 $b2$ 係以使式(4)表示的取代基的電荷成為 0 之方式選擇。 R^b 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。 Q^2 為複數個時，該等可相同或不同。 M^2 為複數個時，該等可相同或不同。 Z^2 為複數個時，可相同或不

同。

式(4)中， R^4 表示的可具有取代基的 2 價芳香族基可例舉如：1, 3-伸苯基、1, 4-伸苯基、1, 4-伸萘基、1, 5-伸萘基、2, 6-伸萘基、聯苯-4, 4'-二基等碳數 6 至 50 左右的伸芳基。

前述 2 價芳香族基可具有的取代基可舉前述 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基，從前述共軛高分子化合物對熱安定化的觀點而言，以具有取代基為佳。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

式(4)中， Q^2 表示的 2 價有機基可舉與前述 Q^1 表示的 2 價有機基同樣的有機基，從原料單體的合成容易度的觀點而言，以伸烷基、氧伸烷基為佳。

前述 2 價有機基可具有的取代基可舉與前述 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

式(4)中， M^2 表示金屬陽離子或可具有取代基的銨陽離子。金屬陽離子以 1 價、2 價或 3 價的離子為佳，可舉：Li、Na、K、Cs、Be、Mg、Ca、Ba、Ag、Al、Bi、Cu、Fe、Ga、Mn、Pb、Sn、Ti、V、W、Y、Yb、Zn、Zr 等的離子。銨離子可具有的取代基可舉：甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、異丁基、三級丁基等碳數 1 至 10 左右的烷基。

式(4)中， n_4 表示 0 以上的整數。從原料單體合成的觀點而言，以 0 至 8 為佳，更佳的是 0。但 Y^2 為 SO_3^{3-} 時， n_4 為 0。

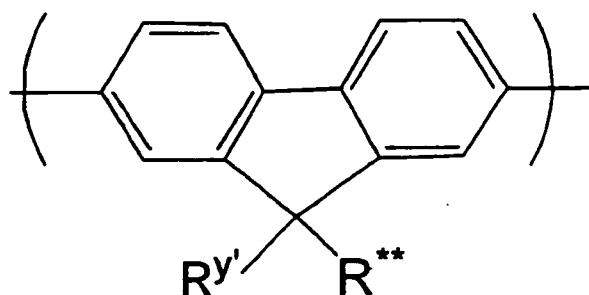
式(4)中， a_2 表示 1 以上的整數。以 1 至 5 為佳，1 至 2 更佳。 b_2 表示 0 以上的整數。以 0 至 4 為佳，0 至 2 為更佳。

a_2 及 b_2 係以使式(4)表示的取代基的電荷成為 0 之方式選擇。例如， Y^2 為 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 $-SO_2^-$ 、或 $-PO_3^{2-}$ ， M^2 為 1 價的金屬陽離子或可具有取代基的銨陽離子， Z^2 為 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^bSO_3^-$ 、 R^bCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 HSO_4^- 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- 時， $a_2 = b_2 + 1$ 。 Y^2 為 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 $-SO_2^-$ 、或 $-PO_3^-$ 時， M^2 為 2 價的金屬陽離子， Z^2 為 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^bSO_3^-$ 、 R^bCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 HSO_4^- 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- 時， $b_2 = 2 \times a_2 - 1$ 。 Y^2 為 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 $-SO_2^-$ 、或 $-PO_3^-$ ， M^2 為 3 價的金屬陽離子， Z^2 為 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^bSO_3^-$ 、 R^bCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 HSO_4^- 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- 時， $b_2 = 3 \times a_2 - 1$ 。 Y^2 為 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 $-SO_2^-$ 、或 $-PO_3^-$ ， M^2 為 1 價的金屬陽離子或可具有取代基的銨陽離子， Z^2 為 SO_4^{2-} 或 HPO_4^{2-} 時， $a_2 = 2 \times b_2 + 1$ 。

R^b 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基、可具有取代基的碳數為 6 至 50 的芳基，而這些基可具有的取代基可舉與前述 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。 R^b 可例舉如甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、二級丁基、三級丁基、戊基、己基、環己基、庚基、辛基、壬基、癸基、月桂基等碳數 1 至 20 的烷基，苯基、1-萘基、2-萘基、1-

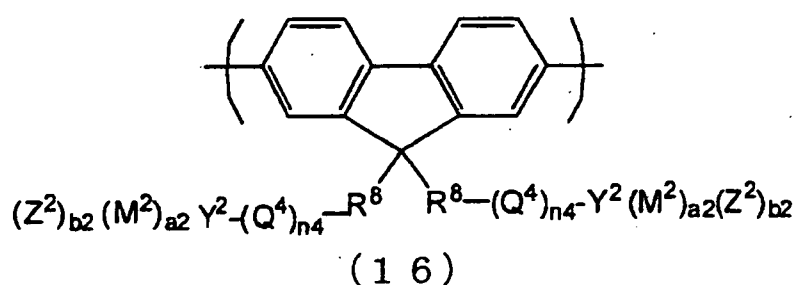
蒽基、2-蒽基、9-蒽基等碳數 6 至 30 的芳基。

式(3)表示的重複單元中， Ar^2 以由式 38 表示的環中除去 2 個氫原子的基的重複單元為佳，以下式表示的重複單元為更佳。



(式中， $R^{y'}$ 表示含有式(4)表示的基的取代基， R^{**} 表示 $R^{y'}$ 、氫原子、烷基或芳基)。

式(3)表示的重複單元，從電子輸送的觀點而言，以式(16)表示的重複單元為佳。



(式中， R^8 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^4 表示可具有取代基的伸烷基或可具有取代基的氧伸烷基， n_4 、 Y^2 、 M^2 、 Z^2 、 a_2 及 b_2 表示與前述同樣的意義。複數個的 n_4 、 R^8 、 Y^2 、 M^2 、 a_2 及 b_2 可相同或不同。 Q^4 為複數個時，該等可相同或不同。 Z^2 為複數個時，該等可相同或不同。)

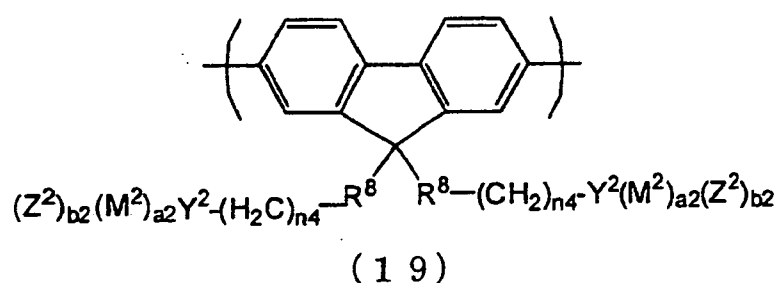
式(16)中， R^8 所表示的 2 價芳香族基的例，可舉 1,4-伸苯基、1,3-伸苯基、1,4-伸萘基、1,5-伸萘基、2,6-伸萘基、2,6-伸蒽基、9,10-伸蒽基、聯苯-4,4'-二基等。

R^8 的 2 價芳香族基，從原料單體的合成容易度的觀點而言，以 1,4-伸苯基、1,3-伸苯基為佳。

R^8 表示的 2 價芳香族基可具有的取代基，可舉與前述 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基，從前述共軛高分子化合物對熱安定化的觀點而言，以具有取代基為佳。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。從前述共軛高分子物的溶解性的觀點而言，取代基的種類以烷基、烷氧基、羥基為佳。

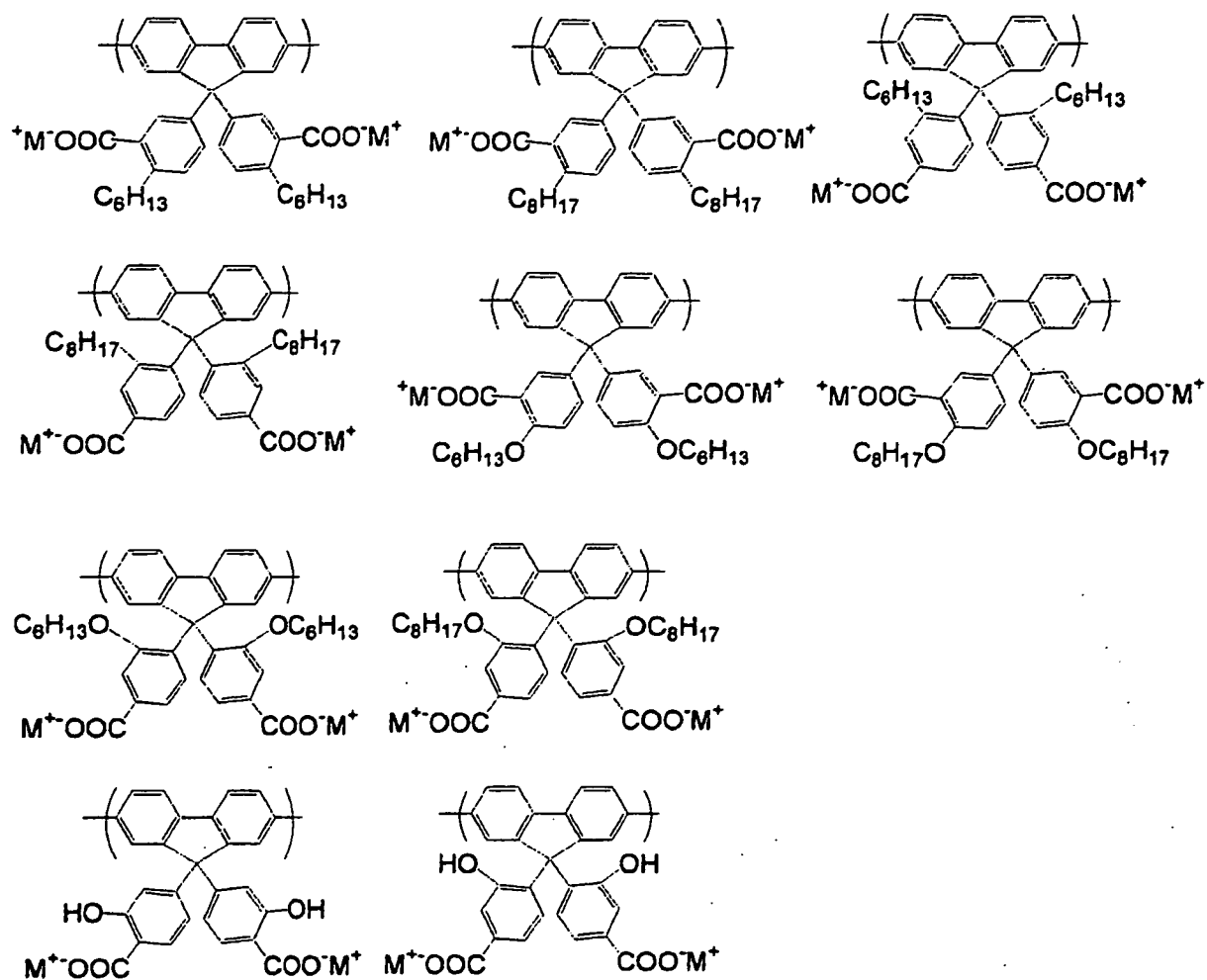
從前述共軛高分子化合物的合成的觀點而言，以 M^2 為 Li 陽離子、Na 陽離子、K 陽離子、Cs 陽離子或四甲基銨陽離子為佳。

從共軛高分子化合物的耐水性的觀點而言，式(15)表示的重複單元以式(19)表示的重複單元為佳。



(式中， R^8 、 $n4$ 、 Y^2 、 M^2 、 Z^2 、 $a2$ 及 $b2$ 表示與前述同樣的意義。)

式(19)表示的重複單元可舉如下的重複單元為例。



(式中，M 表示 Li、Na、K、Cs 或 NMe₄。)

式(5)表示的重複單元中，Ar³表示 2 價芳香族基，R⁵表示含有式(6)表示的基的取代基，該 Ar³可具有 R⁵以外的取代基。n₅ 表示 1 以上的整數。R⁵含有雜原子 4 個以上。式(6)表示的基可直接與 Ar³結合，也可以經由下述者與 Ar³結合：可具有取代基的亞甲基、伸乙基、伸丙基、伸丁基、伸戊基、伸己基、伸壬基、伸十二碳基、伸環丙基、伸環丁基、伸環戊基、伸環己基、伸環壬基、伸環十二碳基、伸降冰片基、伸金剛烷基等碳原子數 1 至 50 左右的 2 價伸烷基，可具有取代基的氧亞甲基、氧伸乙基、氧伸丙基、氧伸丁基、氧伸戊基、氧伸己基、氧伸壬基、氧伸十二碳

基、伸環丙氧基、伸環丁氧基、伸環戊氧基、伸環己氧基、伸環壬氧基、伸環十二碳氧基、伸降冰片氧基、伸金剛烷氧基等碳原子數 1 至 50 左右的氧伸烷基，可具有取代基的亞胺基，可具有取代基的亞矽烷基，可具有取代基的伸乙烯基或伸乙炔基，可具有取代基的甲烷三基，以及氧原子、氮原子、硫原子等雜原子。一態樣中， R^5 為式(6)表示的基。

R^5 中所含的雜原子可舉氧、硫、硒、碲、氮、磷、銻、砷、硼等。 R^5 可具有 2 個以上的同種雜原子，亦可具有 2 種以上的雜原子。從原料單體的合成容易度的觀點而言，雜原子以氧、硫、氮、磷、硼為佳。從共軛高分子化合物的溶解性的觀點而言，雜原子的數目以 4 至 30 為佳，6 至 20 更佳。

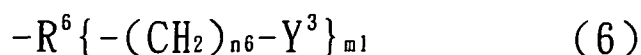
n_5 表示 1 以上的整數。從共軛高分子化合物的溶解性的觀點而言，以 2 至 4 為佳，2 至 3 為更佳。

Ar^3 可具有 R^5 以外的取代基。

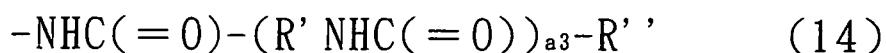
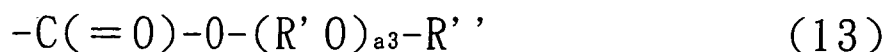
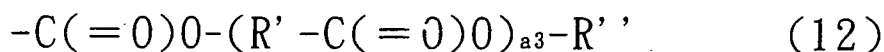
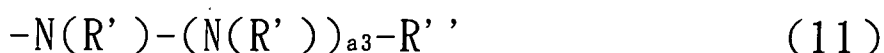
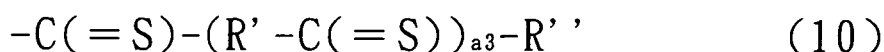
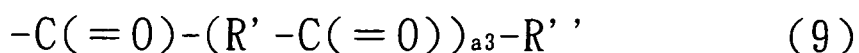
從原料單體的合成容易度的觀點而言， Ar^3 表示的 2 價芳香族基以從式 1 至 15、式 27 至 30、式 38 至 40 或式 42 表示的環除去 2 個氫原子的基為佳，從式 1 至 6、式 8、式 14、式 27、式 28、式 38 或式 42 表示的環除去 2 個氫原子的基更佳，式 1、式 38 或式 42 表示的環除去 2 個氫原子的基又更佳。

Ar^3 表示的 2 價芳香族基可具有的 R^5 以外的取代基，可舉前述的 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基。取代基為複數個時，該等可相同或不同。

R^5 是含有式(6)表示的基的取代基。



(式中, R^6 表示 1 價芳香族基, $n6$ 表示 0 以上的整數, $m1$ 表示 1 以上的整數。 Y^3 表示 $-CN$ 或式(7)至(14)表示的基。 Y^3 為複數個時, 該等可相同或不同。 $n6$ 為複數個時, 該等可相同或不同。式(6)表示的基含有 4 個以上的雜原子。)



(式(7)至(14)中, R' 表示可具有取代基的 2 價烴基, R' 表示氫原子、可具有取代基的 1 價烴基、 $-COOH$ 、 $-SO_3H$ 、 $-OH$ 、 $-SH$ 、 $-NR^c_2$ 、 $-CN$ 或 $-C(=O)NR^c_2$, $a3$ 表示 0 以上的整數, $a4$ 表示 3 至 20 的整數。 R^c 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基。 R' 為複數個時, 該等可相同或不同。)一態樣中, R^6 是式(6)表示的基。

式(6)中, $n6$ 表示 0 以上的整數。以 0 至 20 為佳, 更佳的是 0 至 8。

式(6)中，從共軛高分子化合物的溶解性的觀點而言， m_1 以 1 至 4 為佳，1 至 3 為更佳。

式(6)中， R^6 表示具有 m_1 個 $\{-(CH_2)_{n_6}-Y^3\}$ 表示的取代基之 1 價芳香族基。 R^6 表示的 1 價芳香族基可舉：從單環式芳香環除去 1 個氫原子的基、從縮合多環式芳香環除去 1 個氫原子的基，從二個以上的芳香環以單鍵、伸乙烯基或伸乙炔基連接的多環除去 1 個氫原子的基，從有橋聯多環式芳香環除去氫原子的基等。單環式芳香環、縮合多環式芳香環、伸乙烯基或伸乙炔基連接的多環及有橋聯多環式芳香環的例，可舉在前述的 Ar^1 的說明所用的單環式芳香環、縮合多環式芳香環、伸乙烯基或伸乙炔基連結的多環及有橋聯多環式芳香環的例同樣的化合物，從原料單體合成的觀點而言，以苯基、吡啶基、噻吩基、嘧啶基、吡嗪基、三嗪基、萘基、蒽基、喹啉基、異喹啉基、喹啉基(quinoxanilyl)、聯苯基等為佳。

R^6 可具有 $\{-(CH_2)_{n_6}-Y^3\}$ 表示的取代基以外的取代基。該取代基的例，可舉與前述的 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基。該取代基為複數個時，該等可相同或不同。

式(7)至(14)中， R' 表示的 2 價烴基可舉：亞甲基、伸乙基、1,2-伸丙基、1,3-伸丙基、1,2-伸丁基、1,3-伸丁基、1,4-伸丁基、1,5-伸戊基、1,6-伸己基、1,9-伸壬基、1,12-伸十二碳基等碳數 1 至 50 左右的 2 價飽和烴基，伸乙烯基、伸丙烯基、3-伸丁烯基、2-伸戊烯基、2-伸己烯基、2-伸壬烯基、2-伸十二碳烯基等碳數 2 至 50 左右的 2

價的不飽和烴基，伸環丙基、伸環丁基、伸環戊基、伸環己基、伸環壬基、伸環十二碳基、伸降冰片基、伸金剛烷基等碳數 3 至 50 左右的 2 價環狀飽和烴基，伸乙烯基、伸丙烯基、3-伸丁烯基、2-伸丁烯基、2-伸戊烯基、2-伸己烯基、2-伸壬烯基、2-伸十二碳烯基等碳原子數 2 至 50 左右的伸烯基，1, 2-伸苯基、1, 4-伸苯基、1, 4-伸萘基、1, 5-伸萘基、2, 6-伸萘基、聯苯-4, 4'-二基等碳原子數 6 至 50 左右的伸芳基，亞甲氧基、伸乙氧基、伸丙氧基、伸丁氧基、伸戊氧基、伸己氧基等碳原子數 1 至 50 左右的伸烷基氧基等。

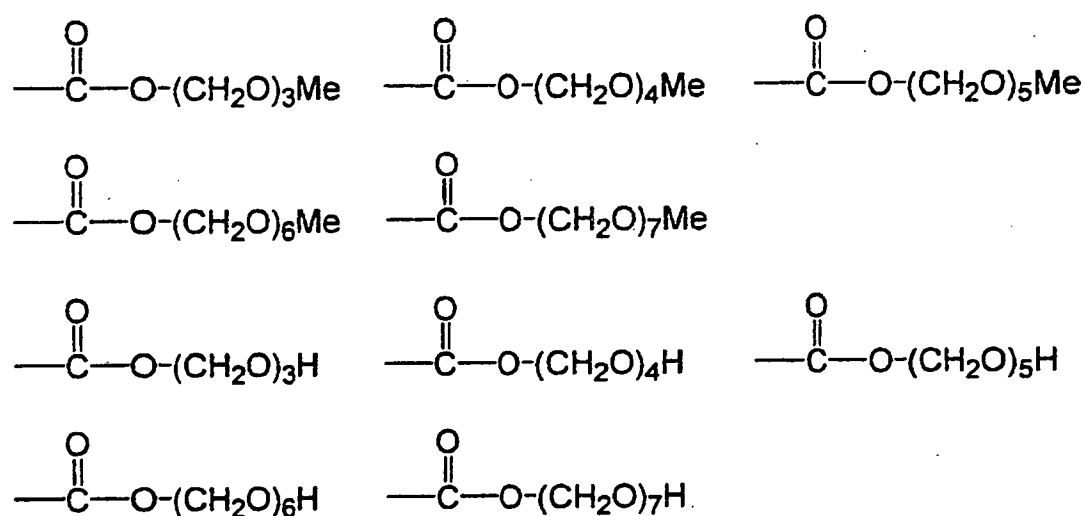
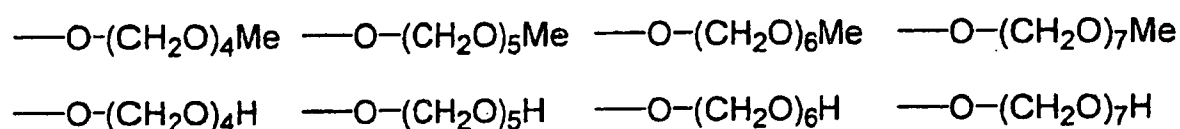
R' 可具有取代基，該取代基可舉與前述的 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

式(7)至(14)中， R'' 表示的 1 價烴基可舉：甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、二級丁基、三級丁基、戊基、己基、環己基、庚基、辛基、壬基、癸基、月桂基等碳數 1 至 20 的烷基，苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基等碳數 6 至 30 的芳基等。從溶解度的觀點而言，以甲基、乙基、苯基、1-萘基、2-萘基為佳。 R'' 可具有取代基，該取代基可舉與前述的 Ar^1 可具有的 R^1 以外的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

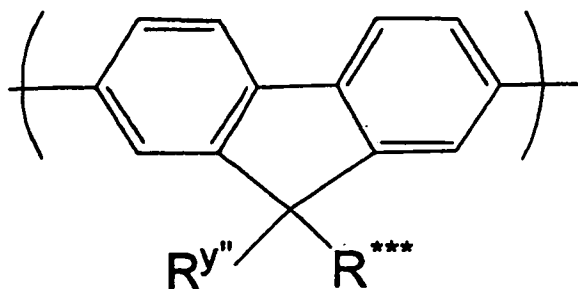
式(7)至(14)中，從共軛高分子化合物的溶解度的觀點而言，以甲基、乙基、苯基、1-萘基、2-萘基為佳。

式(7)中， a_4 表示 3 至 20 的整數，3 至 10 為佳。式(8)至(14)中， a_3 表示 0 以上的整數。在式(8)中，0 至 30 為佳，3 至 20 更佳。在式(9)至(12)中，0 至 10 為佳，0 至 5 更佳。在式(13)中，0 至 20 為佳，3 至 20 更佳。在式(14)中，0 至 20 為佳，0 至 10 更佳。

從原料單體的合成容易度的觀點而言， Y^3 以 $-\text{CN}$ 、式(7)表示的基、式(8)表示的基、式(12)表示的基、式(13)表示的基為佳，以式(7)表示的基、式(8)表示的基、式(13)表示的基為更佳。可舉如下的基為更佳。

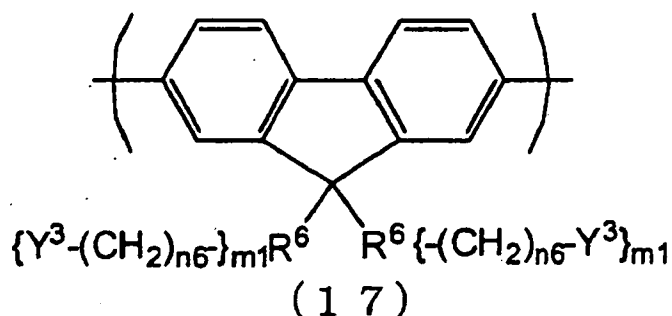


式(5)表示的重複單元中， Ar^3 以從式 38 表示的環除去 2 個氫原子的基的重複單元為佳，以下式表示的重複單元更佳。



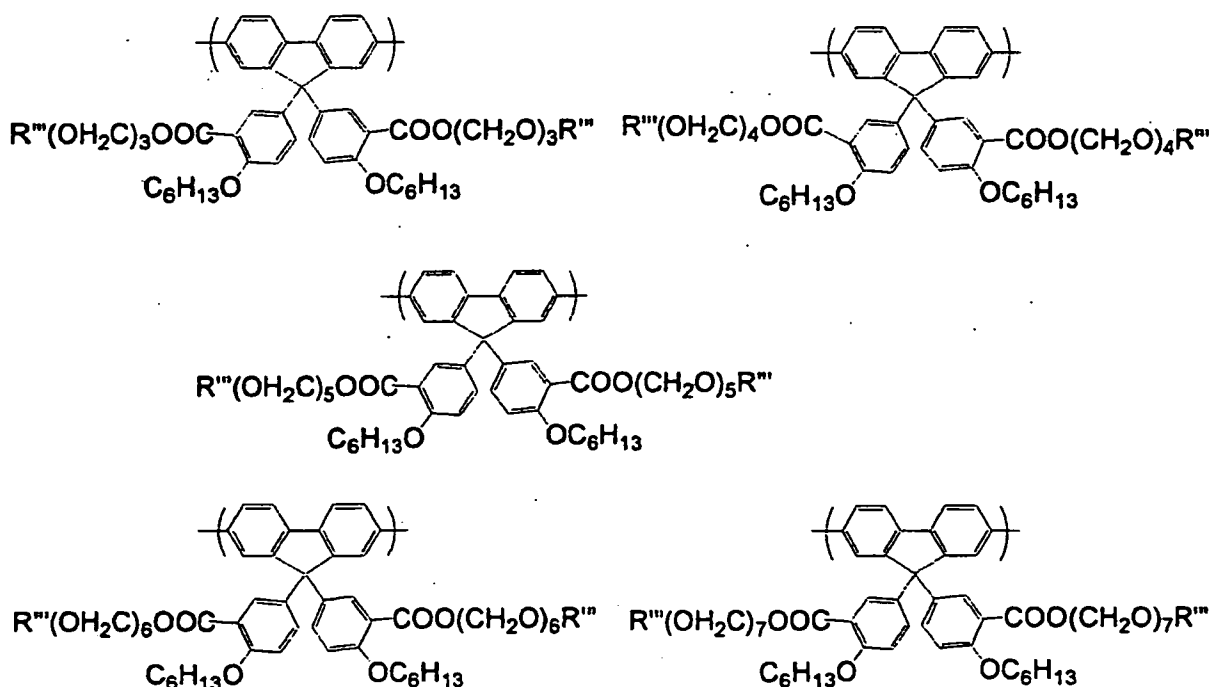
(式中， $R^{y''}$ 表示含有式(4)表示的基的取代基， R^{***} 表示 $R^{y''}$ 、氫原子、烷基或芳基。)

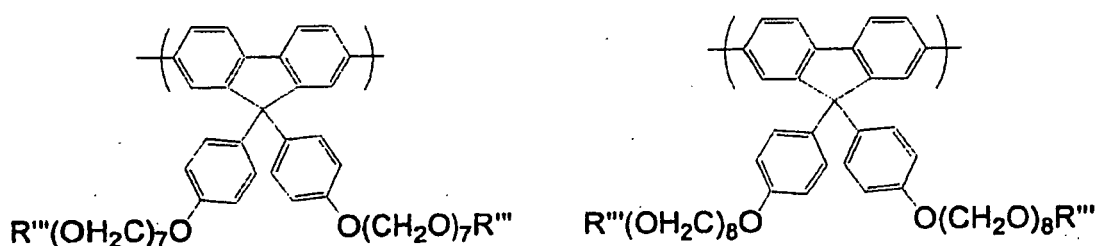
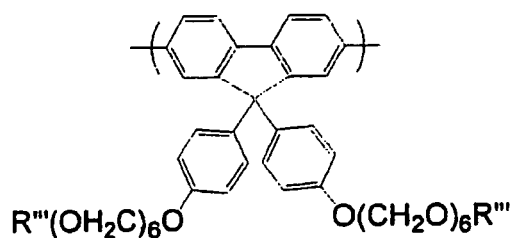
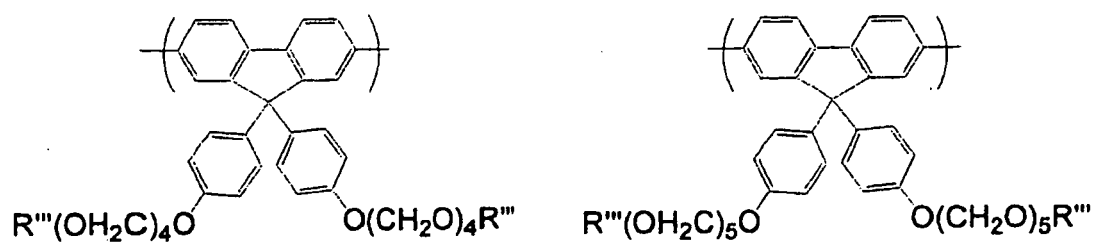
從電子輸送的觀點而言，式(5)表示的重複單元以式(17)表示的重複單元為佳。



(式中， $n6$ 、 $m1$ 、 R^6 、 Y^3 表示與前述相同意義。複數個的 $n6$ 、 $m1$ 、 R^6 及 Y^3 可相同或不同。)

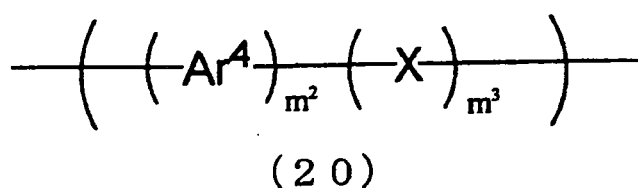
式(17)表示的重複單元可例舉如如下的重複單元。





(式中， R''' 表示氫原子或甲基。)

本發明所用的共軛高分子化合物，可以再以式(20)表示的重複單元。



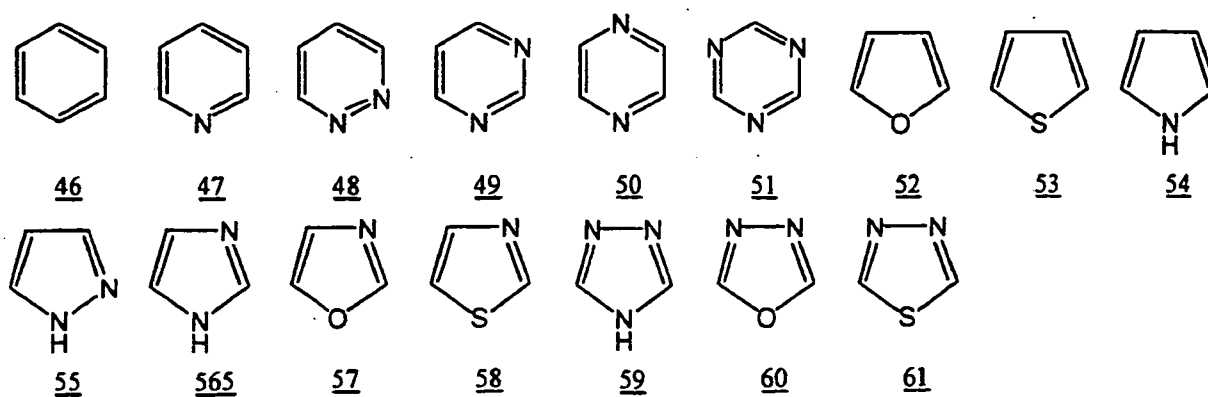
(式中， Ar^4 表示可具有取代基的2價芳香族基或可具有取代基的2價芳香族胺殘基。 X 表示可具有取代基的亞胺基、可具有取代基的亞矽烷基、可具有取代基的伸乙烯基或伸乙炔基， m^2 及 m^3 各分別獨立表示0或1， m^2 及 m^3 的至少1者為1)。

式(20)中 Ar^4 表示的2價芳香族基可舉2價芳香族烴基、2價芳香族雜環基。該2價芳香族基可舉：由苯環、

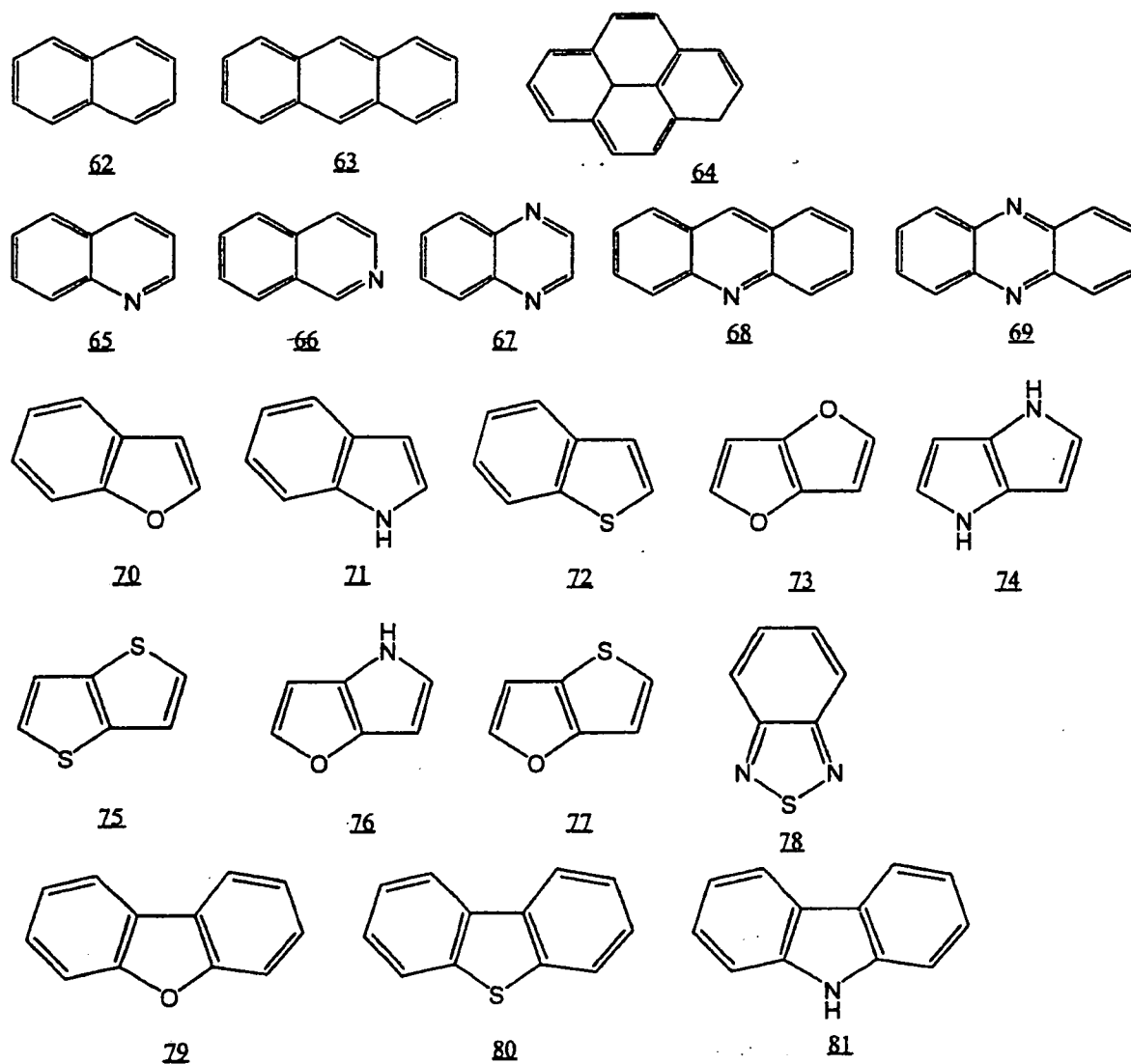
吡啶環、1, 2-二吡啶環、1, 3-二吡啶環、1, 4-二吡啶環、1, 3, 5-三吡啶環、呋喃環、吡咯環、吡嗪環、咪唑環、噁唑環、噁二唑環、氮雜二吡啶環等單環式芳香族環除去 2 個氫原子的 2 價基；由該單環式芳香族環彼此獨立地選出的 2 個以上的環縮合而成的縮合多環式芳香環除去 2 個氫原子的 2 價基；由將 2 個以上的芳香環，以單鍵、伸乙烯基或伸乙炔基連結的多環除去 2 個氫原子的 2 價基；由具有將 2 個芳香環以亞甲基、伸乙基、羰基、亞胺基等的 2 價基橋聯的構造的橋聯多環式芳香環除去 2 個氫原子的 2 價基等。

從共軛高分子化合物的溶解性的觀點而言，前述多環式芳香環中，縮合的單環式芳香環的數目以 2 至 4 為佳，2 至 3 更佳，以 2 又更佳。前述 2 個以上的芳香環以單鍵、伸乙烯基或伸乙炔基連結的多環中，從溶解性的觀點而言，連結的芳香環數以 2 至 4 為佳，2 至 3 更佳，以 2 又更佳。前述有橋聯多環式芳香環中，從共軛高分子化合物的溶解性的觀點而言，橋聯的芳香環數目以 2 至 4 為佳，2 至 3 更佳，以 2 又更佳。

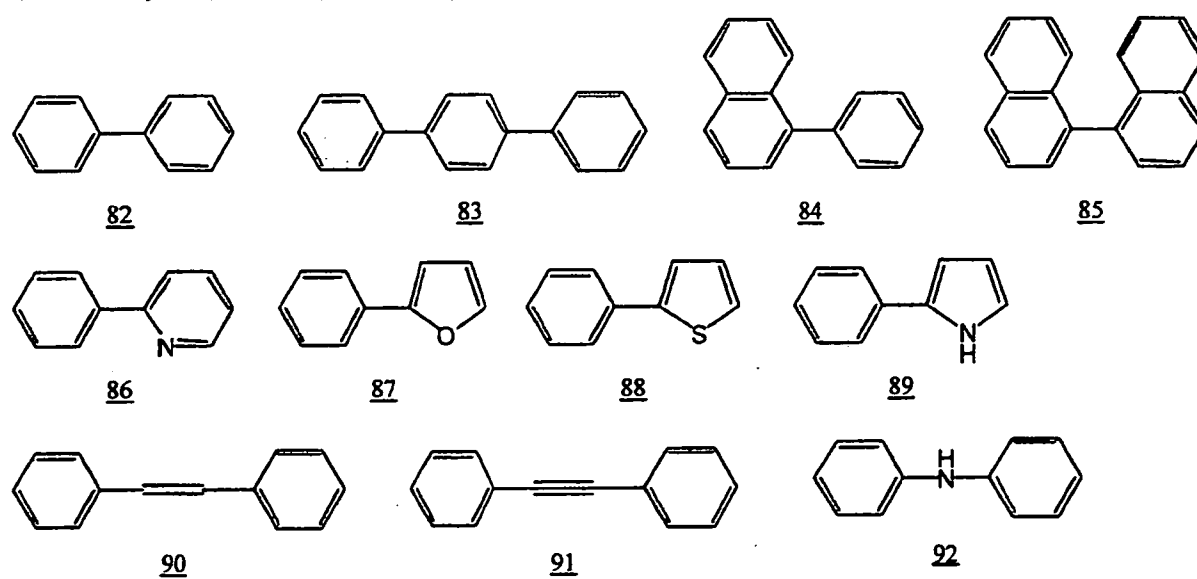
前述單環式芳香環可例舉如如下的環。



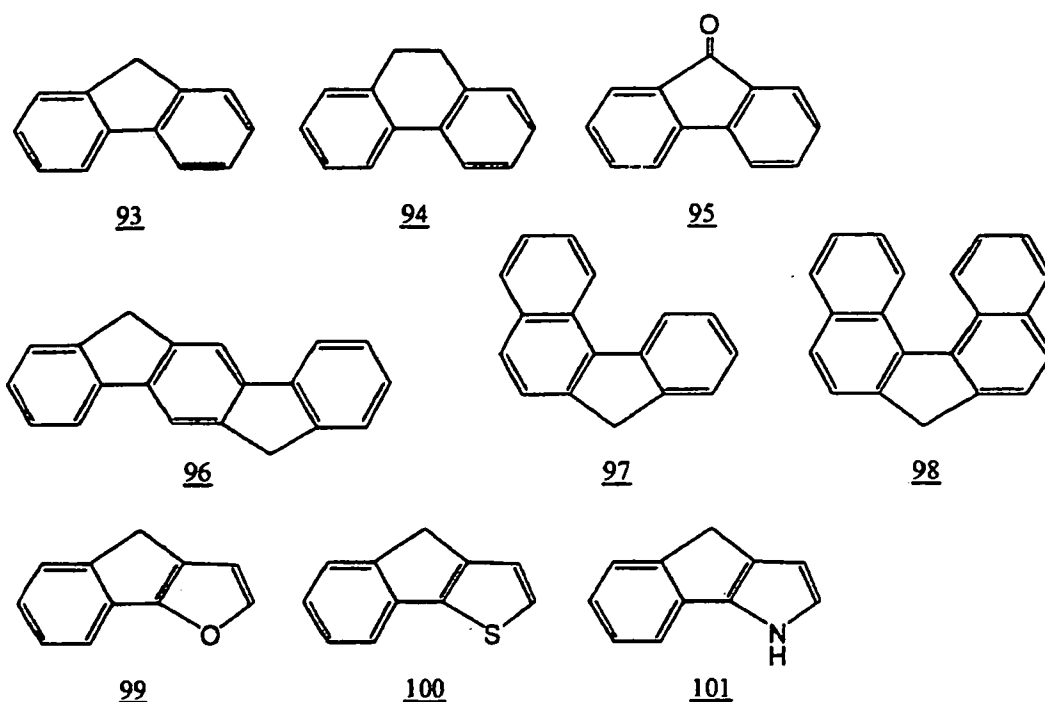
前述縮合多環式芳香環可舉如如下的環。



前述 2 個以上的芳香環以單鍵、伸乙烯基或伸乙炔基連結的多環的例，可舉如下的環。



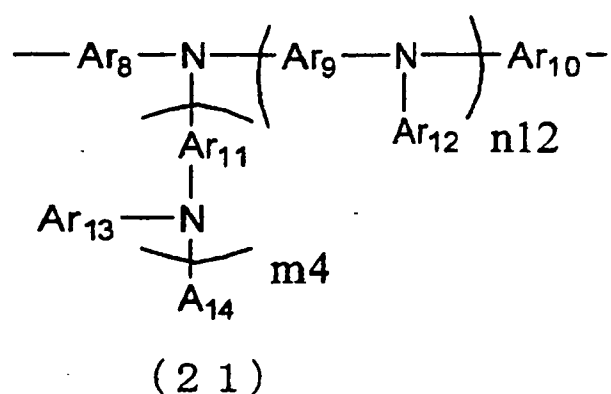
前述有橋聯多環式芳香環可例舉如如下的環。



由前述共軛高分子化合物的電子及/或電洞受容性的觀點而言， Ar^4 表示的2價芳香族基以從式46至61、式62至72、式78至81、式92、式93、式94、式97表示的環除去2個氫原子的2價基為佳，以從式46至51、式60、式61、式78、式81、式92、式93、式97表示的環除去2個氫原子的2價基更佳。

上述的2價芳香族基，可具有 R^1 、 R^2 、 R^3 表示的取代基以外的取代基。該取代基可舉與前述的 Ar^1 可具有 R^1 以外的取代基同樣的取代基。

式(20)中 Ar^4 表示的2價芳香族基胺殘基可舉式(21)表示的基。



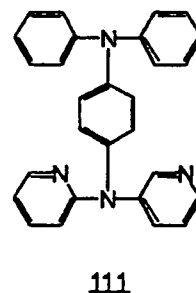
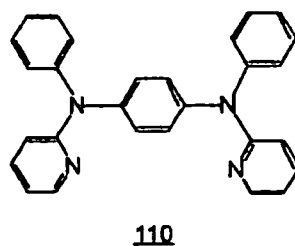
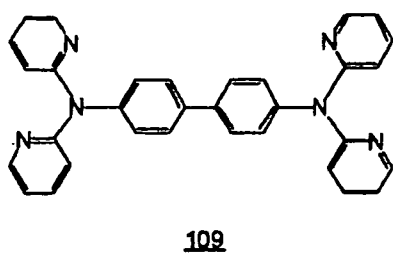
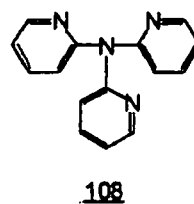
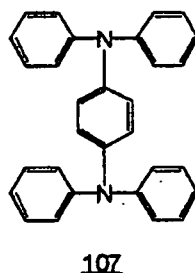
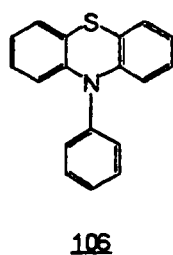
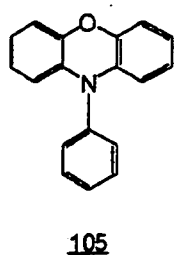
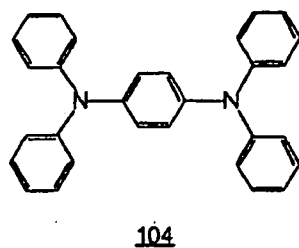
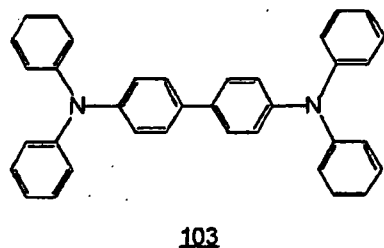
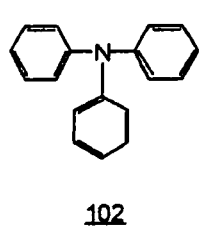
式中， Ar^8 、 Ar^9 、 Ar^{10} 及 Ar^{11} 各分別獨立地表示可具有取代基的伸芳基或可具有取代基的 2 價雜環基， Ar^{12} 、 Ar^{13} 及 Ar^{14} 表示可具有取代基的芳基或可具有取代基的 1 價雜環基， n_{12} 及 m_4 各分別獨立地表示 0 或 1。

前述伸芳基、芳基、2 價雜環基、1 價雜環基可具有的取代基，可例舉如鹵原子、烷基、烷氧基、烷硫基、芳基、芳氧基、芳硫基、芳烷基、芳烷氧基、芳烷硫基、烯基、炔基、芳烯基、芳炔基、醯基、醯氧基、醯胺基、醯亞胺基、亞胺殘基、取代胺基、取代矽烷基、取代矽烷氧基、取代矽烷硫基、取代矽烷胺基、氰基、硝基、1 價雜環基、雜芳氧基、雜芳硫基、烷氧羰基、芳氧羰基、芳烷氧羰基、雜芳氧羰基及羧基等。該取代基也可為含有乙烯基、乙炔基、丁烯基、丙烯醯基(acryl)、丙烯酸酯基、丙烯醯胺基、甲基丙烯醯基(methacryl)、甲基丙烯酸酯基、甲基丙烯醯胺基、乙烯醚基、乙烯胺基、矽烷醇基、具有小員環(例如環丙基、環丁基、環氧基、氧雜環丁基、二乙烯酮(diketene)基、環硫基(episulfide)等)的基、內脂基、內醯胺基、或含有矽氧烷衍生物的構造的基等交聯基。

n_{12} 為 0 時， Ar^8 中的碳原子與 Ar^{10} 中的碳原子可以直接結合，也可以經由 $-O-$ 、 $-S-$ 等 2 價基而結合。可形成前述結合的伸芳基可舉伸苯基，2 價雜環基可舉吡啶二基等。

含有 2 價的芳香族胺殘基為重複單元的共軛高分子化合物，還可具有其他重複單元。其他重複單元可舉伸苯基、第二基(fluorenediyl)等伸芳基等。這些共軛高分子化合物中，以含有交聯基的化合物為佳。

式(21)表示的 2 價芳香族胺殘基的例，可舉下列從一般式 102 至 111 表示的芳香族胺除去 2 個氫原子的基。



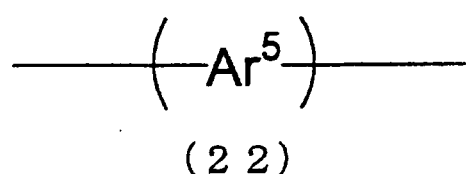
式 102 至 111 表示的芳香族胺可具有取代基，該取代基可舉前述 Ar^1 可具有 R^1 以外的取代基同樣的取代基，取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

式(20)中，X 表示可具有取代基的亞胺基、可具有取代基的亞矽烷基、可具有取代基的伸乙烯基或伸乙炔基。亞胺基、矽烷基或伸乙烯基可具有的取代基可舉：甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、異丁基、二級丁基、三級丁基、戊基、己基、環己基、庚基、辛基、2-乙基己基、壬基、癸基、3,7-二甲基辛基、月桂基等碳數 1 至 20 的烷基，苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基等碳數 6 至 30 的芳基，取代基為複數個時，該等可相同或不同。

從前述共軛高分子化合物對空氣、濕氣或熱的安定性的觀點而言，X 以亞胺基、伸乙烯基、伸乙炔基為佳。

從前述共軛高分子化合物的電子及/電洞接受性的觀點而言，以 m_2 為 1， m_3 為 0 為佳。

從前述共軛高分子化合物的電子接受性的觀點而言，式(20)表示的重複單元以式(22)表示的重複單元為佳。



(式中， Ar^5 表示可具有取代基的吡啶二基、可具有取代基的吡嗪二基、可具有取代基的嘧啶二基、可具有取代基的噻吩二基或可具有取代基的三嗪二基。)

吡啶二基可具有的取代基可舉與前述 Ar^4 可具有的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。吡嗪二基可具有的取代基可舉與前述 Ar^4 可具有的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相

同或不同。嘧啶二基可具有的取代基可舉與前述 Ar^4 可具有的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。噻吡二基可具有的取代基可舉與前述 Ar^4 可具有的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。三吡二基可具有的取代基可舉與前述 Ar^4 可具有的取代基同樣的取代基。取代基為複數個存在時，該等可相同或不同。

從電場發光元件的效率的觀點而言，以只具有式(1)的重複單元的共軛高分子化合物，只具有式(3)的重複單元的共軛高分子化合物，具有式(1)的重複單元及式(5)的重複單元的共軛高分子化合物，具有式(3)的重複單元及式(5)的重複單元的共軛高分子化合物為佳；而只具有式(1)的重複單元的共軛高分子化合物，只具有式(3)的重複單元的共軛高分子化合物，具有式(3)的重複單元及式(5)的重複單元的共軛高分子化合物為更佳。

本發明所用的共軛高分子化合物中所含的式(1)表示的重複單元、式(3)表示的重複單元、式(5)表示的重複單元的數目的合計，以該共軛高分子化合物所有全部重複單元的數目的合計為 100 莫耳時，以 15 至 100 莫耳為佳，從電場發光元件的效率的觀點而言，以 50 至 100 莫耳為較佳。

從共軛高分子化合物的塗佈成膜性的觀點而言，本發明所用的共軛高分子化合物換算為聚苯乙烯的數平均分子量以 5×10^3 至 1×10^8 為佳， 5×10^3 至 1×10^7 為更佳， 1×10^4 至 1×10^7 又更佳。換算為聚苯乙烯的重量平均分子量以 5×10^3

至 1×10^8 為佳， 5×10^3 至 1×10^7 為更佳。

本發明所用的共軛高分子化合物換算為聚苯乙烯的數平均分子量及重量平均分子量，可用例如凝膠滲透層析法 (gel permeation chromatography, GPC) 求得。

從提升共軛高分子化合物的電子及/電洞接受性的觀點而言，本發明所用的共軛高分子化合物的最低未佔用分子軌域 (LUMO) 的軌域能以 -5.0eV 以上 -2.0eV 以下為佳， -4.5eV 至 -2.0eV 以下為更佳。最高佔用分子軌域 (HOMO) 的軌域能以 -6.0eV 以上 -3.0eV 以下為佳， -5.5eV 以上 -3.0eV 以下為更佳。

本發明的另一個實施形態，可舉使用對溶解度參數未達 9.3 的溶媒為不溶的共軛高分子化合物的積層構造體，而以使用對溶解度參數未達 9.3 的溶媒及水為不溶的共軛高分子化合物的積層構造體為佳。

溶解度參數之值採用淺原照三著「溶劑手冊」(14 版，講談社 1996 年發行)所記載的值。

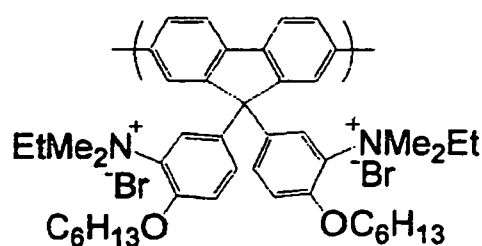
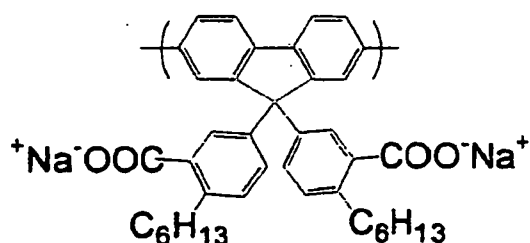
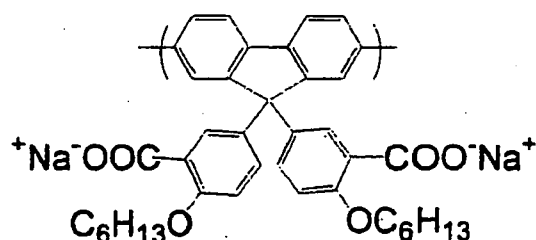
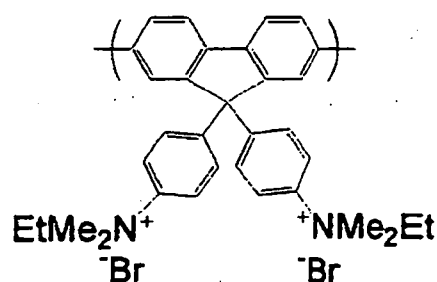
「共軛高分子化合物對溶媒為不溶」，是指

將共軛高分子化合物 10mg 與溶媒 1mL 混合而在 20°C 攪拌後，會有 5mg 以上的共軛高分子化合物不溶解而殘留的意思。

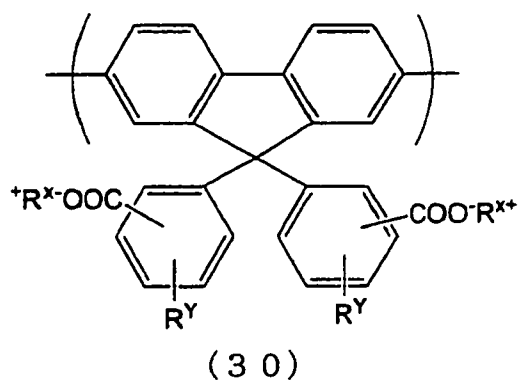
對溶解度參數未達 9.3 的溶媒為可溶的共軛高分子化合物，在塗佈時，該溶媒有溶解與含有該共軛高分子化合物的層的有機層接觸的情況。對水可溶的情況，則含有該共軛高分子化合物的層的吸水性有增高的傾向。

溶解度參數未達 9.3 的溶媒(各括弧內的值，是表示各溶媒的溶解度參數值)可舉：異戊醇(9.2)、氯仿(9.1)、環己烷(8.2)、己烷(7.3)、乙醚(7.4)、異辛烷(7.0)、四氯化碳(8.6)、四氫呋喃(9.1)、甲苯(8.9)或混合溶媒。溶媒單獨時也好或混合時也好，溶解度參數在 9.3 以上未達 20 就可使用。將溶媒 1 與溶媒 2 混合時的溶解度參數(δ_m)可由 $\delta_m = \delta_1 \times \phi_1 + \delta_2 \times \phi_2$ 而求得。(δ_1 表示溶媒 1 的溶解度參數， ϕ_1 表示溶媒 1 的體積分率、 δ_2 表示溶媒 2 的溶解度參數， ϕ_2 表示溶媒 1 的體積分率。)

對溶解度參數未達 9.3 的溶媒為不溶的共軛高分子化合物可例舉如下列共軛高分子化合物。

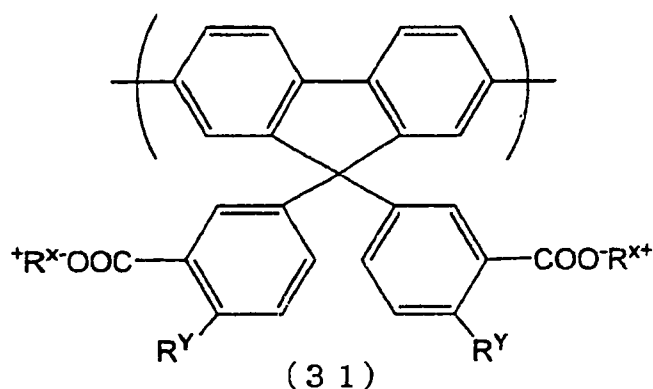


本發明所用的共軛高分子化合物的較佳的 1 種態樣，是具有式(30)表示的重複單元的共軛高分子化合物。



(式中， R^x 表示鹼金屬， R^y 表示烷基或烷氧基。)

式(30)表示的重複單元，以式(31)表示的重複單元為佳。



(式中， R^x 、 R^y 表示與前述相同的意義。)

本發明所使用的共軛高分子化合物的較佳其他態樣，是具有式(30)表示重複單元與伸芳基的重複單元的共軛高分子化合物。伸芳基以伸苯基、萸二基為佳。

其次，說明本發明所使用的共軛高分子化合物的製造方法。製造本發明所使用的共軛高分子化合物的合適方法的例，可舉適宜選擇下列一般式(23)表示的化合物為原料之一而使用，各分別將其含有前述一般式(23)中的 $-A_a-$ 為式(1)、(3)、(5)、(15)至(19)表示的重複單元的化合物為必需成分，而將其縮合聚合的方法。



(式中， Y^4 及 Y^5 各分別獨立地表示參與縮合聚合的基。)

在本發明所使用的共軛高分子化合物中，使其含有上述式(23)中 $-A_a-$ 表示的重複單元之外，要再含有 $-A_a-$ 以外的重複單元時，所使用的化合物，係含有成為前述 $-A_a-$ 以外的其他重複單元的 2 個參與縮合聚合的基，而將此化合物與前述式(23)表示的化合物同時共存且縮合聚合即可。

為了要含有這種其他重複單元而使用的具有 2 個參與縮合聚合的基的化合物，可舉例如式(24)表示的化合物。如此，可製造除前述 $Y^4-A_a-Y^5$ 表示的化合物外，使式(24)表示的化合物縮合聚合，而能再含有 $-A_b-$ 表示的重複單元的本發明的共軛高分子化合物。



(式中， A_b 為前述一般式(20)表示的重複單元或一般式(22)表示的重複單元， Y^9 及 Y^{10} 各分別獨立地表示參與縮合聚合的基。)

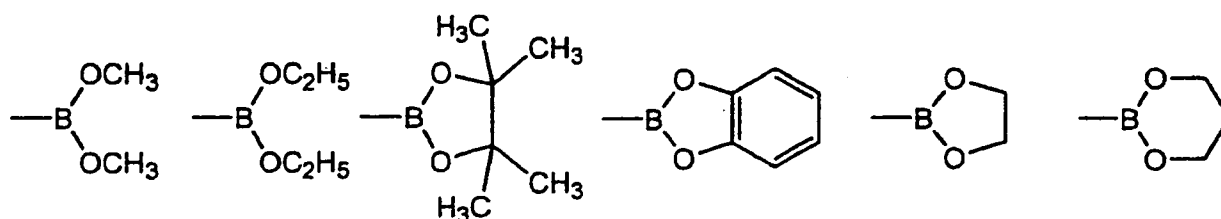
這種參與縮合聚合的基(Y^4 、 Y^5 、 Y^9 及 Y^{10})可舉鹵原子、烷基磺酸酯基、芳基磺酸酯基、芳烷基磺酸酯基、硼酸酯殘基、硫鎗甲基、磷鎗甲基、膦酸酯甲基、單鹵化甲基、 $-B(OH)_2$ 、甲醯基、氰基或乙烯基等。

可選擇為這種參與縮合聚合的基的鹵原子，可舉氟原子、氯原子、溴原子或碘原子。

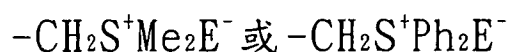
可選擇為參與前述縮合聚合的基的烷基磺酸酯基可舉例如甲烷磺酸酯基、乙烷磺酸酯基、三氟甲烷磺酸酯基等，

芳基磺酸酯基可舉例如苯磺酸酯基、對甲苯磺酸酯基等，
芳烷基磺酸酯基可舉例如苄磺酸酯基等。

可選擇為參與前述縮合聚合的基的硼酸酯殘基可舉例如下列式表示的基。



可選擇為參與前述縮合聚合的基的硫鎗甲基可舉例如下列式所表示的基。



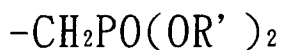
(E 表示鹵原子，Ph 表示苯基。)

可選擇為參與前述縮合聚合的基的磷鎗甲基可舉例如下列式表示的基。



(E 表示鹵原子)

可選擇為參與前述縮合聚合的基的磷酸酯甲基可舉例如下列式表示的基。



(R' 表示烷基、芳基、芳烷基。)

再者，可選擇為參與前述縮合聚合的基的單鹵化甲基可舉例如氟化甲基、氯化甲基、溴化甲基或碘化甲基。

再者，參與前述縮合聚合的基之合適的基，會因聚合反應的種類而不同，不能一概而論，但例如山本偶合反應

(Yamamoto coupling reaction)等使用 0 價鎳錯合物時，可舉鹵原子、烷基磺酸酯基、芳基磺酸酯基或芳烷基磺酸酯基。如鈴木偶合反應(Suzuki coupling reaction)等使用鎳觸媒或鈀觸媒時，可舉烷基磺酸酯基、鹵原子、硼酸酯殘基， $-B(OH)_2$ 等，以氧化劑或電化學方法氧化聚合時，可舉氫原子。

要製造本發明使用的共軛高分子化合物時，可以採用聚合方法，例如將具有複數個參與縮合聚合的基的前述一般式(23)或(24)表示的化合物(單體)，視需要溶解於有機溶媒，使用適宜量的鹼或適當的觸媒，在有機溶媒的融點以上沸點以下的溫度進行反應。這種聚合方法例如可以適宜採用“Organic Reactions”，Vol. 14, p.270-490, John Wiley & Sons, Inc., 1965, “Organic Syntheses”, Collective Vol. VI, p.407-411, John Wiley & Sons, 1988, Chem. Rev. Vol. 95, p.2457, 1995, J. Organomet. Chem. Vol. 576, p.147, 1999, Macromol. Chem., Macromol. Symp. Vol. 12, p.229, 1987 等所記載的公知方法。

製造本發明使用的共軛高分子化合物時，視參與縮合聚合的基，可適宜採用已知的縮合聚合反應。這種聚合方法，例如將適當的單體以鈴木偶合反應聚合的方法，以格林納(Grignard)反應聚合的方法，以 $Ni(0)$ 錯合體聚合的方法，以 $FeCl_3$ 等氧化劑聚合的方法，以電化學方法氧化聚合的方法，或藉由分解具有適當脫離基的中間體高分子的

方法等。在這種聚合反應中，以鈴木偶合反應聚合的方法，以格林納反應聚合的方法，及零價鎳錯合體聚合的方法，因容易控制所得高分子化合物的構造而佳。

使用於本發明的共軛高分子化合物的理想製造法之 1 態樣，可舉參與縮合聚合的基(Y^4 、 Y^5 、 Y^9 及 Y^{10})各分別獨立地選自鹵原子、烷基磺酸酯基、芳基磺酸酯基、或芳烷基磺酸酯基，且在零價鎳錯合體存在下縮合聚合而製造高分子化合物的方法。使用於這種方法的原料化合物可舉例如二鹵化化合物、雙(烷基磺酸酯)化合物、雙(芳基磺酸酯)化合物、雙(芳烷基磺酸酯)化合物、鹵-烷基磺酸酯化合物、鹵-芳基磺酸酯化合物、鹵-芳烷基磺酸酯化合物、烷基磺酸酯-芳基磺酸酯化合物、烷基磺酸酯-芳烷基磺酸酯化合物及芳基磺酸酯-芳烷基磺酸酯化合物等。

前述共軛高分子化合物的較佳製造法之其他態樣，可舉：參與縮合聚合的基(Y^4 、 Y^5 、 Y^9 及 Y^{10})各分別獨立地選自鹵原子、烷基磺酸酯基、芳基磺酸酯基、或芳烷基磺酸酯基、硼酸基、或硼酸酯殘基，而全原料化合物所具有的鹵原子、烷基磺酸酯基、芳基磺酸酯基及芳烷基磺酸酯基的莫耳數之合計(J)，與硼酸基($-B(OH)_2$)及硼酸酯殘基的莫耳數之合計(K)的比實質上為 1(通常 K/J 在 0.7 至 1.2 的範圍)，且使用鎳觸媒或鈀觸媒縮合聚合而製造共軛聚合物的方法。

採用這種共軛高分子化合物的製造方法時的原料化合物的組合，可舉只有二鹵化化合物的組合，只有雙(烷基磺

酸酯)化合物的組合，雙(芳基磺酸酯)化合物的組合與雙(芳烷基磺酸酯)化合物的組合中的任一者與二硼酸化合物或二硼酸酯化合物中的任一者的組合等。由製造經調控順序的共軛聚合物的觀點而言，以使用鹵-硼酸化合物、鹵-硼酸酯化合物、烷基磺酸酯-硼酸化合物、烷基磺酸酯-硼酸酯化合物、芳基磺酸酯-硼酸化合物、芳基磺酸酯-硼酸酯化合物、芳烷基磺酸酯-硼酸化合物、芳烷基磺酸酯-硼酸酯化合物為佳。

前述有機溶媒係視使用的化合物或反應而不同，一般為了要抑制副反應以使用經充分脫氧處理者為佳，在製造高分子化合物時，使用這種有機溶媒在惰性環境下進行反應為佳。前述有機溶媒，與前述脫氧處理同樣，以施加脫水處理為佳。但如鈴木偶合反應在與水所成的 2 相系中的反應，則不在此限。

這種有機溶媒可舉例：戊烷、己烷、庚烷、辛烷、環己烷等飽和烴，苯、甲苯、乙苯、二甲苯等不飽和烴，四氯化碳、氯仿、二氯甲烷、氯丁烷、溴丁烷、氯戊烷、溴戊烷、氯己烷、溴己烷、氯環己烷、溴環己烷等鹵化飽和烴，氯苯、二氯苯、三氯苯等鹵化不飽和烴，甲醇、乙醇、丙醇、異丙醇、丁醇、三級丁醇等醇類，甲酸、乙酸、丙酸等羧酸類，甲醚、乙醚、甲基-三級丁基醚、四氫呋喃、四氫吡喃、二噁烷等醚類，三甲胺、三乙胺、N, N, N', N'-四甲基乙二胺、吡啶等胺類，N, N-二甲基甲醯胺、N, N-二甲基乙醯胺、N, N-二乙基乙醯胺、N-甲基嗎啉氧化物(N-

methyl morpholine oxide)等醯胺類等。這些有機溶媒可以單獨 1 種或混合 2 種以上使用。又，在這些有機溶媒中，由反應性的觀點而言，以醚類為較佳，四氫呋喃、乙醚為更佳。又，從反應速度的觀點而言，以甲苯、二甲苯為佳。

在製造本發明使用的共軛高分子化合物時，為了要使原料化合物反應以添加適宜的鹼或適當的觸媒為佳。這種鹼或觸媒，可視所採用的聚合方法等而選擇。這種鹼或觸媒以能充分溶解於使用於反應的溶媒為佳。混合前述鹼或觸媒的方法，可舉例如在氫氣或氮氣等惰性環境下，在攪拌下將鹼或觸媒溶液緩緩加至反應液，或反過來將反應液緩緩加至鹼或觸媒的溶液的方法。

本發明的共軛高分子化合物，如在其末端基殘留聚合活性基時，會有本發明的高分子發光元件的發光特性或壽命特性降低的可能性，所以可以將末端基以安定的基加以保護。如有以安定的基保護末端基時，與主鏈的共軛構造有連續的共軛結合為佳，其構造可舉例如經碳-碳鍵與芳基或雜環基結合的構造。這種保護末端基的安定的基，可舉例如日本專利特開平 9-45478 號公報中構造式化 10 所示的 1 價芳香族化合物基等取代基。

製造含有式(1)表示的重複單元的共軛高分子化合物的其他較佳方法，可舉在第 1 步驟聚合不含離子的共軛高分子化合物，在第 2 步驟由該共軛高分子化合物製造含有離子的共軛高分子化合物的方法。第 1 步驟聚合不含離子的共軛高分子化合物的方法，可舉前述的縮合聚合反應。

第 2 步驟的反應，可舉使用鹵化烷基的胺的 4 級銨鹽化反應、以 SbF_5 的脫鹵反應等。

製造含有式(3)表示的重複單元的共軛高分子化合物的其他較佳方法，可舉在第 1 步驟聚合不含陽離子的共軛高分子化合物，在第 2 步驟由該共軛高分子化合物製造含有陽離子的共軛高分子化合物的方法。第 1 步驟聚合不含陽離子的共軛高分子化合物的方法，可舉前述的縮合聚合反應。第 2 步驟的反應，可舉以金屬氫氧化物、烷基銨氫氧化物等的加水分解反應等。

< 積層構造體 >

其次說明本發明的積層構造體。

本發明的積層構造體，具有第 1 電極及第 2 電極，該第 1 電極與第 2 電極之間有發光層或電荷分離層，該發光層或電荷分離層與該第 1 電極之間具有含共軛高分子化合物的層，該共軛高分子化合物具有由式(1)表示的重複單元、式(3)表示的重複單元及式(5)表示的重複單元所成群組中選出 1 種以上的重複單元。

本發明的積層構造體可用於電場發光元件、光電轉換元件等。將積層構造體用於電場發光元件時，在積層構造體中有發光層。將積層構造體用於光電轉換元件時，在積層構造體中有電荷分離層。

使用於本發明的共軛高分子化合物由於電荷的注入性或輸送性優異，所以將含該共軛高分子化合物的層用於電場發光元件時，可得高亮度發光的元件。含該共軛高分子

化合物的層用於光電轉換元件時，可得轉換效率高的元件。

< 電場發光元件 >

使用本發明的積層構造體的電場發光元件，係具有陰極、陽極、及前述陰極與陽極之間的發光層。本發明的電場發光元件，可再具有基板做為一般任意的構成要件。這種基板的面上可設置前述陰極、陽極、發光層及含有本發明共軛高分子化合物的層，及視需要的其他任意構成要件而構成。

本發明的電場發光元件的一態樣中，在基板上設有陽極，在其上積層發光層，再在其上積層陰極。另一態樣中，也可以在基板上設有陰極，於發光層之上層設有陽極。其他態樣中，也可以是從基板側採光的所謂底發光型(bottom emission type)，由與基板相對側採光的所謂頂發光型(top emission type)，或兩面採光型的任一型的電場發光元件。再另一態樣中，也可以設有任意的保護膜、緩衝膜、反射層等具有其他功能的層。有關電場發光元件的構成，則將在下面另做詳細說明。電場發光元件可以再被覆密封膜，或密封基板，形成電場發光元件與外氣遮斷的發光裝置。

使用於本發明的含有共軛高分子化合物的層，可作為電場發光元件的陰極與發光層之間的層或陽極與發光層之間的層使用，做為電荷注入層或電荷輸送層使用。

形成含有共軛高分子化合物的層的方法，可舉例如使用含有共軛高分子化合物的溶液成膜的方法。

這種用於由溶液成膜的溶媒，以除水以外的溶解度參數在 9.3 以上的溶媒為佳。該溶媒的例(各括弧內的值表示各溶媒的溶解度參數值)可舉甲醇(12.9)、乙醇(11.2)、2-丙醇(11.5)、1-丁醇(9.9)、三級丁醇(10.5)、乙腈(11.8)、1,2-乙二醇(14.7)、N.N-二甲基甲醯胺(11.5)、二甲基亞砷(12.8)、乙酸(12.4)、硝基苯(11.1)、硝基甲烷(11.0)、1,2-二氯乙烷(9.7)、二氯甲烷(9.6)、氯苯(9.6)、溴苯(9.9)、二噁烷(9.8)、碳酸丙烯酯(13.3)、吡啶(10.4)、二硫化碳(10.0)，或這些溶媒的混合溶媒。溶媒 1 與溶媒 2 的混合溶媒時，其溶解度參數(δ_m)可由 $\delta_m = \delta_1 \times \phi_1 + \delta_2 \times \phi_2$ 而求得。(δ_1 表示溶媒 1 的溶解度參數， ϕ_1 表示溶媒 1 的體積分率、 δ_2 表示溶媒 2 的溶解度參數， ϕ_2 表示溶媒 1 的體積分率。)

由溶液的成膜方法可舉例如旋轉塗佈法、鑄塗法、微凹印塗佈法、凹印塗佈法、刮條塗佈法、輥塗法、環棒式塗佈法、浸沾塗佈法、狹縫塗佈法、帽式塗佈法、噴灑式塗佈法、絲網印刷法、柔性版印刷法、平版印刷法、噴墨印刷法、噴嘴塗佈法等塗佈法。

含有共軛高分子化合物的層的膜厚，其最適值隨著所用共軛高分子化合物而有不同，可以使驅動電壓與發光效率達適度的值之方式適宜選擇，至少要達不產生針洞的厚度為佳。從降低元件的驅動電壓的觀點而言，以 1nm 至 1 μ m 為佳，2nm 至 500nm 為更佳，2nm 至 200nm 為更佳。

電場發光元件具有陰極及陽極，在陰極與陽極間具有

發光層，但除此外還有構成要件。

例如陽極與發光層之間可具有電洞注入層、中間層、電洞輸送層中的 1 層以上的層。有電洞注入層時，在發光層與電洞注入層之間可具有中間層與電洞輸送層中的 1 層以上的層。

另一方面，陰極與有機發光層之間可具有電子注入層、電子輸送層、電洞阻隔層中的 1 層以上的層。有電子注入層存在時，在有機發光層與電子注入層之間可具有電子輸送層、電洞阻隔層中之 1 層以上的層。

含有本發明所用的共軛高分子化合物的層，可用於電洞注入層、電洞輸送層、中間層、電子注入層、電子輸送層、電洞阻隔層等。含有共軛高分子化合物的層用於電洞注入層、電洞輸入層、中間層時，第 1 電極成為陽極，第 2 電極成為陰極。含有共軛高分子化合物的層做為電子注入層、電子輸送層、電洞阻隔層使用時，第 1 電極成為陰極，第 2 電極則成為陽極。

陽極是對電洞注入層、電洞輸送層、中間層、發光層等供給電洞者，陰極是對電子注入層、電子輸送層、電洞阻隔層、發光層等供給電子者。

發光層是指具有如下功能的層，在施加電場時，從鄰接陽極側的層接受電洞，從鄰接陰極側的層接受電子的功能，將所接受的電荷(電子與電洞)以電場的力移動的功能，提供電子與電洞再結合的場所，並將其連繫於發光的功能。

電子注入層及電子輸送層是指具有如下功能之一的層，由陰極接受電子的功能、輸送電子的功能、阻擋由陽極注入的電洞的功能。電洞阻隔層是指具有阻擋主要由陽極注入的電洞的功能，並視需要而有由陰極接受電子的功能、輸送電子的功能中的任一功能的層。

電洞注入層及電洞輸入層是指具有如下功能之一的層，由陽極接受電洞的功能、輸送電洞的功能、向發光層供給電洞的功能、阻擋由陰極注入的電子的功能。中間層是指至少具有如下功能之一的層，由陽極接受電洞的功能、輸送電洞的功能、向發光層供給電洞的功能、阻擋由陰極注入的電子的功能，且中間層通常鄰接發光層而配置，有隔離發光層與陽極，或發光層與電洞注入層或電洞輸入層的功能。

將電子輸送層與電洞輸送層總稱為電荷輸送層。將電子注入層與電洞注入層總稱為電荷注入層。

亦即，本發明的電場發光元件可具有下述的層構成(a)，或可以由層構成(a)省略電洞注入層、電洞輸送層、中間層、電洞阻隔層、電子輸送層、電子注入層中的1層以上的層構成。在層構成(a)中，含有本發明所用的共軛高分子化合物的層，可以做為電洞注入層、電洞輸送層、中間層、電子注入層、電子輸送層及電洞阻隔層所成群組中選出1種以上的層而使用。

(a)陽極-電洞注入層-(電洞輸送層及/或中間層)-發光層-(電洞阻隔層及/或電子輸送層)-電子注入層-陰極

符號「-」表示各層鄰接積層的意思。

「(電洞輸送層及/或中間層)」表示：只有電洞所成的層、只有中間層所成的層、電洞輸送層-中間層的層構成、中間層-電洞輸送層的層構成、或其他的含電洞輸送層及中間層各 1 層以上的任意的層構成。

「(電洞阻隔層及/或電子輸送層)」表示：只有電洞阻隔層所成的層、只有電子輸送層所成的層、電洞阻隔層-電子輸送層的層構成、電子輸送層-電洞阻隔層的層構成，或其他的含電洞阻隔層及電子輸送層各 1 層以上的任意的層構成。在下面的層構成的說明也是同樣。

再者，本發明的電場發光元件在 1 種積層構造中可以含有 2 層的發光層。此時，電場發光元件可具有下述的層構成(b)，或由層構成(b)省略電洞注入層、電洞輸送層、中間層、電洞阻隔層、電子輸送層、電子注入層、電極的 1 層以上的層構成。在層構成(b)中，含有共軛高分子化合物的層，可以用於做為在陽極與最靠近陽極的發光層之間存在的層，或做為在陰極與最靠近陰極的發光層之間存在的層。

(b)陽極-電洞注入層-(電洞輸送層及/或中間層)-發光層-(電洞阻隔層及/或電子輸送層)-電子注入層-電極-電洞注入層-(電洞輸送層及/或中間層)-發光層-(電洞阻隔層及/或電子輸送層)-電子注入層-陰極

再者，本發明的電場發光元件在 1 個積層構造中可具有 3 層以上的發光層。此時，電場發光元件可具有下述層

構成(c)，或由層構成(c)省略電洞注入層、電洞輸送層、中間層、電洞阻隔層、電子輸送層、電子注入層、電極的1層以上的層構成。在層構成(c)中，含有共軛高分子化合物的層，可以用於做為在陽極與最靠近陽極的發光層之間存在的層，或做為在陰極與最靠近陰極的發光層之間存在的層。

(c)陽極-電洞注入層-(電洞輸送層及/或中間層)-發光層-(電洞阻隔層及/或電子輸送層)-電子注入層-重複單元A-重複單元A· · · -陰極

「重複單元A」表示電極-電洞注入層-(電洞輸送層及/或中間層)-發光層-(電洞阻隔層及/或電子輸送層)-電子輸入層的層構成單元。

本發明的電場發光元件的層構成的較佳例，可舉如下列者。在下述層構成中，含本發明使用的共軛高分子化合物的層，可做為電洞注入層、電洞輸入層、中間層、電子注入層、電子輸送層及電洞阻隔層所成群組中所選的1個以上的層而使用。

(d)陽極-電洞輸送層-發光層-陰極

(e)陽極-發光層-電子輸送層-陰極

(f)陽極-電洞輸送層-發光層-電子輸送層-陰極

在這些構造之各者中，也可舉例在發光層與陽極之間鄰接發光層設有中間層的構造。亦即，可例示如下的(d')至(g')的構造。

(d')陽極-中間層-發光層-陰極

(e') 陽極-電洞輸送層-中間層-發光層-陰極

(f') 陽極-中間層-發光層-電子輸送層-陰極

(g') 陽極-電洞輸送層-中間層-發光層-電子輸送層-陰極

在本發明中，設有電荷注入層(電子注入層、電洞注入層)的電場發光元件，可舉例：鄰接陰極設有電荷注入層的電場發光元件、鄰接陽極設有電荷注入層的電場發光元件。其具體例可舉如下(h)至(s)的構造。

(h) 陽極-電荷注入層-發光層-陰極

(i) 陽極-發光層-電荷注入層-陰極

(j) 陽極-電荷注入層-發光層-電荷注入層-陰極

(k) 陽極-電洞注入層-電洞輸送層-發光層-陰極

(l) 陽極-電洞輸送層-發光層-電荷注入層-陰極

(m) 陽極-電荷注入層-電洞輸送層-發光層-電荷注入層-陰極

(n) 陽極-電荷注入層-發光層-電子輸送層-陰極

(o) 陽極-發光層-電子輸送層-電荷注入層-陰極

(p) 陽極-電荷注入層-發光層-電子輸送層-電荷注入層-陰極

(q) 陽極-電荷注入層-電洞輸送層-發光層-電子輸送層-陰極

(r) 陽極-電洞輸送層-發光層-電子輸送層-電荷注入層-陰極

(s) 陽極-電荷注入層-電洞輸送層-發光層-電子輸送

層-電荷注入層-陰極

類似於(d')至(g')，對這些構造之各者，可例示在發光層與陽極之間，鄰接於發光層設有中間層的構造。此時，中間層也可以兼為電洞注入層及/或電洞輸送層。

含有本發明所用的共軛高分子化合物的層，較佳為電子注入層或電子輸送層。含共軛高分子化合物的層為電子注入層或電子輸送層時，第1電極通常為陰極。

本發明的電場發光元件，再為了提高與電極的密著性或改善來自電極的電荷(即電洞或電子)注入之目的，可鄰接電極設置絕緣層，又，為了提高界面的密著性或防止混合等，可在電荷輸送層(即電洞輸送層或電子輸送層)或發光層的界面插入薄的緩衝層。要積層的層的順序或數目，及各層的厚度，則可斟酌發光效率及元件壽命而適宜採用。

其次，具體說明構成本發明的電場發光元件各層的材料及形成方法。

<基板>

構成本發明電場發光元件的基板，是在形成電極，形成有機物層之際不會變化的基板即可，可使用例如玻璃、塑膠、高分子膜、金屬膜、矽樹脂基板、將這些積層者等。前述基板可購入市售品，或以公知方法製造。

本發明的電場發光元件在構成顯示裝置的像素時，在該基板上可設置像素驅動用的電路，也可在該驅動電路上設置平坦化膜。設有平坦化膜時，該平坦化膜的中心線平均粗度(Ra)滿足 $Ra < 10\text{nm}$ 為佳。

Ra 是根據日本工業規格 JIS 的 JIS-B0601-2001，參考 JIS-B0651 至 JIS-B0656 及 JIS-B0671-1 等而測定。

< 陽極 >

構成本發明的電場發光元件的陽極，從對電洞注入層、電洞輸送層、中間層、發光層等所使用的有機半導體材料的電洞供給性的觀點而言，這種陽極的發光層表面的功函數在 4.0eV 以上為佳。

陽極的材料，可使用金屬、合金、金屬氧化物、金屬硫化物等導電性化合物，或其等之混合物。陽極材料可例舉如：氧化錫、氧化鋅、氧化銦、氧化銦錫(ITO)、氧化銦鋅(IZO)、氧化鉬等導電性金屬氧化物，或金、銀、鉻、鎳等金屬，還有這些導電性金屬化合物與金屬的混合物等。

前述陽極可以是由這些材料的 1 種或 2 種以上所成的單層構造，也可以是同一組成或不同種組成的複數層所成的多層構造。多層構造時，以其功函數在 4.0eV 以上的材料用於發光層側的最表面層較佳。

陽極的製作方法並無限制，可利用公知的方法，可舉真空蒸鍍法、濺射法、離子鍍法、鍍覆法等。

陽極膜厚度通常在 10nm 至 10 μ m，以 50nm 至 500nm 為佳。

由防止短路等電接觸不良的觀點而言，陽極的發光層側表面的中心線平均粗度(Ra)以滿足 Ra<10nm 為佳，更佳的是 Ra<5nm。

再者，陽極在以上述方法製作後，有時以含有 UV 臭

氧、矽烷偶合劑、2, 3, 5, 6-四氟-7, 7, 8, 8-四氰基苯醌二甲烷等電子接受性化合物的溶液等施加處理表面。藉由表面處理，可改善與該陽極接觸的有機層的電接觸。

本發明的電場發光元件中，將陽極做為光反射電極使用時，這種陽極較佳為含有由高光反射性金屬所成之光反射層，與具有 4.0eV 以上的功函數的材料的高功函數材料層組合之多層構造。

這種陽極的構成例可例示：

(i) Ag-MoO₃

(ii) (Ag-Pd-Cu 合金)-(ITO 及/或 IZO)

(iii) (Al-Nd 合金)-(ITO 及/或 IZO)

(iv) (Mo-Cr 合金)-(ITO 及/或 IZO)

(v) (Ag-Pd-Cu 合金)-(ITO 及/或 IZO)-MoO₃

等。為了得充分的光反射率，Al、Ag、Al 合金、Ag 合金、Cr 合金等高光反射性金屬層的膜厚在 50nm 以上為佳，更佳的是 80nm 以上。ITO、IZO、MoO₃ 等高功函數材料層的膜厚通常在 5nm 至 500nm 的範圍。

< 電洞注入層 >

在本發明的電場發光元件中，除本發明所用的共軛高分子化合物以外的電洞注入層的材料，可舉呋唑衍生物、三唑(triazole)衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳烷衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑酮衍生物、伸苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、星暴型胺(star burst type amine)、酞菁衍生物、胺取代鈣紫紅素(calcon)衍生

物、苯乙烯基蔥衍生物、蒽酮(fluorenone)衍生物、肼(hydrazone)衍生物、芪(stilbene)衍生物、矽氮烷(silazane)衍生物、芳香族三級胺化合物、苯乙烯胺(styrylamine)化合物、芳香族二次甲基系化合物(aryldimethylidyne)、紫質(porphyrin)系化合物、聚矽烷系化合物、聚(N-乙烯吡啶)衍生物、有機矽烷衍生物、及含有該等的聚合物。氧化鈮、氧化鉭、氧化鎢、氧化鉬、氧化鈮、氧化鋁等導電性金屬氧化物，聚苯胺、苯胺系共聚物、噻吩低聚物、聚噻吩等導電性高分子及低聚物，聚(3,4-伸乙基二氧噻吩)·聚苯乙烯磺酸、聚吡咯等有機導電性材料及含這些的聚合物，無定形碳。再者，四氫基苯醌二甲烷衍生物(例如 2,3,5,6-四氫-7,7,8,8-四氫基苯醌二甲烷)、1,4-萘醌衍生物、聯苯醌衍生物、聚硝化合物等受體性有機化合物，十八碳烷基三甲氧基矽烷等矽烷偶合劑也可合適使用。

前述材料可使用單一的成分或可以複數的成分所成的組成物使用。前述電洞注入層可以是前述材料的 1 種或 2 種以上所成的單層構造，也可以是同一組成或不同組成的複數層所成的多層構造。列舉為電洞輸送層或中間體可用的材料，也可用於電洞注入層。

電洞注入層的製作方法可利用種種的公知的方法。無機化合物時，可舉真空蒸鍍法、濺射法、離子鍍法等，低分子有機材料之情況，可舉真空蒸鍍法、雷射轉錄或熱轉錄等轉錄法，由溶液的成膜方法(也可使用與高分子黏合劑

的混合溶液)等。高分子有機材料可例示從溶液成膜的方法。

電洞注入材料為吡唑啉衍生物、芳基胺衍生物、芪衍生物、三苯基二胺衍生物等低分子化合物時，可使用真空蒸鍍法形成電洞注入層。

也可以使用將高分子化合物黏合劑與前述低分子電洞注入材料分散的混合溶液成膜為電洞注入層。要混合的高分子化合物黏合劑，以不極度阻礙電荷輸送者為佳，一般合宜使用對可視光吸收不強者，其例可舉聚(N-乙烯吡唑)、聚苯胺或其衍生物，聚噻吩或其衍生物、聚(對-伸苯伸乙烯)或其衍生物、聚(2,5-伸噻吩伸乙烯)或其衍生物、聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚矽氧烷等。

用於從溶液成膜的溶媒，只要能溶解電洞注入材料就沒有特別的限制。該溶媒可舉例如水、氯仿、二氯甲烷、二氯乙烷等含氯溶媒，四氫呋喃等醚溶媒，甲苯、二甲苯等芳香族烴溶媒，丙酮、甲基乙基酮等酮類溶媒，乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸乙基溶纖劑(ethyl cellosolve acetate)等酯類溶媒。

由溶液成膜的方法，可舉由溶液之旋轉塗佈法、鑄塗法、微凹印塗佈法、凹印塗佈法、刮條塗佈法、輥式塗法、環棒式塗佈法、浸沾塗佈法、狹縫塗佈法、毛細管塗佈法、噴灑式塗佈法、噴嘴塗佈法等塗佈法，凹印印刷、絲網印刷法、柔性版印刷法、平版印刷法(offset printing)、反

轉印刷法、噴墨印刷法等印刷法等塗佈法。由容易形成圖案的觀點而言，以凹印印刷、絲網印刷法、柔性版印刷法、平版印刷法、反轉印刷法、噴墨印刷法等印刷法及噴嘴塗佈法為佳。

繼電洞注入層而要形成電洞輸送層、中間層、發光層等有機化合物層時，尤其是要將雙方的層以塗佈法形成時，會有先塗佈的層被後塗佈的層的溶液所含的溶媒溶解而不能作成積層構造的情況。有這個情況時，可使用將下層變成不溶於溶媒的方法。要變成不溶於溶媒的方法，可舉對高分子化合物附上交聯基，使交聯而不溶化的方法；以芳香族雙疊氮(bisazide)代表的具有芳香環的交聯基的低分子化合物做為交聯劑而混合、使交聯而不溶化的方法；以具有丙烯酸酯基代表的不具芳香環的交聯基的低分子化合物做為交聯劑而混合、使交聯而不溶化的方法；將下層以紫外光感光而產生交聯，使其對製造上層所用的有機溶媒不溶化的方法；加熱下層產生交聯，使其對製造上層所用的有機溶媒不溶化的方法等。要加熱下層時，加熱溫度通常在 100°C 至 300°C 左右，時間通常為 1 分鐘至 1 小時左右。

交聯以外使下層不溶而積層的其他方法，有相鄰接的層的製造使用不同極性的溶液的方法，例如下層使用水溶性的高分子化合物，上層使用油溶性的高分子化合物，在其塗佈時下層也不會溶解的方法等。

電洞注入層的膜厚最適值會因使用的材料而不同，以

使驅動電壓與發光效率成為適度值之方式選擇，但至少需要有不發生針洞的厚度，太厚則驅動電壓過高而不佳。因此該電洞注入層的膜厚例如為 1nm 至 1 μ m，以 2nm 至 500nm 為佳，而更佳的是 10nm 至 100nm。

< 電洞輸送層及中間層 >

本發明的電場發光元件中，本發明所用的共軛高分子化合物以外的構成電洞輸送層及中間層的材料，可舉例如呋唑衍生物、三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳烷衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑酮衍生物、伸苯基二胺衍生物、芳基胺衍生物、胺取代鈣紫紅素衍生物、苯乙烯基蒽衍生物、萘酮衍生物、脞衍生物、芪衍生物、矽氮烷衍生物、芳香族三級胺化合物、苯乙烯胺化合物、芳香族二次甲基系化合物、紫質系化合物、聚矽烷系化合物、聚(N-乙烯呋唑)衍生物、有機矽烷衍生物、及含有這些構造的聚合物。也可舉苯胺系聚合物、噻吩低聚物、聚噻吩等導電性高分子及低聚物、聚吡咯等有機導電性材料。

前述材料可以是單成分也可以是複數成分所成的組成物。前述電洞輸送層及中間層可以是前述材料的 1 種或 2 種以上所成的單層構造，或由同一組成或不同組成的複數層所成的多層構造也可以。列舉可做為電洞注入層所用的材料，也可以用於電洞輸送層。

構成電洞輸送層及中間層的材料例，可舉日本特開昭 63-70257、特開昭 63-175860、特開平 2-135359、特開

平 2-135361、特開平 2-209988、特開平 3-37992、特開平 3-152184、特開平 5-263073、特開平 6-1972、W02005/52027、特開 2006-295203 等揭示的化合物。其中，可合適使用含有 2 價芳香族胺類殘基的重複單元的聚合物。

2 價的芳香族胺殘基，可舉式(21)表示的基。

電洞輸送層及中間層的成膜方法，可舉與電洞注入層的成膜同樣的方法。由溶液的成膜方法，可舉前述的旋轉塗佈法、鑄塗法、刮條塗佈法、狹縫塗佈法、噴灑式塗佈法、噴嘴塗佈法、凹印塗佈法、絲網印刷法、柔性版印刷法、噴墨印刷法等塗佈法及印刷法，使用昇華性化合物材料時，可舉真空蒸鍍法、轉錄法等。由溶液成膜所用的溶媒可例舉在電洞注入層的成膜方法中列舉的溶媒。

繼電洞輸送層及中間層，在以塗佈法形成發光層等有機化合物層時，下層會溶解於後續塗佈的層的溶液所含的溶媒時，與在電洞注入層的成膜法中例示的同樣的方法，可使下層變成對溶媒不溶。

電洞輸送層及中間層的膜厚的最適值會因所用的材料而不同，以使驅動電壓與發光效率成為適度值之方式選擇，但至少要有不會發生針洞的厚度，太厚則元件的驅動電壓會變高而不佳。因此，該電洞及中間層的膜厚，例如在 1nm 至 1 μ m，而在 2nm 至 500nm 為佳，在 5nm 至 100nm 更佳。

<發光層>

在本發明的電場發光元件中，發光層含高分子化合物

時，可適宜使用的高分子化合物有聚萸衍生物、聚對伸苯伸乙烯衍生物、聚伸苯衍生物、聚對伸苯衍生物、聚噻吩衍生物、聚二烷基萸、聚萸苯并噻二唑、聚烷基噻吩等共軛高分子化合物。

含上述高分子化合物的發光層，可以含有萸(perylen)系色素、香豆素(coumarin)系色素、若丹明系色素等高分子系色素化合物，及紅熒烯(rubrene)、萸、9,10-二苯基蒽、四苯基丁二烯、尼羅紅、香豆素 6、喹吖啶酮(quinacridone)等低分子色素化合物。也可以含有萘衍生物、蒽或其衍生物、萸或其衍生物、聚甲炔系、氧雜蒽(xanthene)系、香豆素系、花青(cyanin)系等色素類，8-羥基喹啉或其衍生物的金屬錯合物、芳香族胺、四苯基環戊二烯或其衍生物、或四苯基丁二烯或其衍生物、三(2-苯基吡啶)鉍等發磷光的金屬錯合物。

本發明的電場發光元件所具有的發光層，也可以由非共軛高分子化合物與前述有機色素或前述金屬錯合物等發光性有機化合物的組成物所構成。非共軛高分子化合物可舉聚乙烯、聚氯乙烯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸丁酯、聚酯、聚砜、聚苯醚、聚丁二烯、聚(N-乙烯吡啶)、烴樹脂、酮樹脂、苯氧樹脂、聚醯胺、乙基纖維素、乙酸乙烯酯、ABS 樹脂、聚氨酯、三聚氰胺樹脂、不飽和聚酯樹脂、醇酸樹脂(alkyd resin)、環氧樹脂、矽氧樹脂。前述的非共軛高分子化合物亦可以在側鏈具有由下列所成群組中選出的 1 種以上的衍生物或

化合物表示的構造：呋唑衍生物、三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、聚芳烷衍生物、吡唑啉衍生物、吡唑酮衍生物、伸苯二胺衍生物、芳基胺衍生物、胺基取代鈣紫紅素衍生物、苯乙烯蔥衍生物、萸酮衍生物、脘衍生物、芪衍生物、矽氮烷衍生物、芳香族三級胺化合物、苯乙烯胺化合物、芳香族二次甲基化合物、紫質化合物、及有機矽烷衍生物。

發光層含有低分子化合物時，該低分子化合物可舉紅熒烯、茈、9,10-二苯基蔥、四苯基丁二烯、尼羅紅、香豆素 6、呋唑、喹吖啶酮等低分子色素化合物，萘衍生物、蔥或其衍生物、茈或其衍生物、聚甲炔系、氧雜蔥系、香豆素系、花青系、靛(indigo)系等色素類，8-羥基喹啉或其衍生物的金屬錯合物、酞青素、或其衍生物的金屬錯合物、芳香族胺、四苯基環戊二烯或其衍生物、或四苯基丁二烯或其衍生物等。

發光層含有發磷光的金屬錯合物時，該金屬錯合物可舉三(2-苯基吡啶)銦、含有噻吩基吡啶配位子的銦錯合物、含有苯基喹啉配位子的銦錯合物、含有三雜氮環壬烷骨架的銦錯合物等。

用於發光層的高分子化合物的例，可舉 W097/09394、W098/27136、W099/54385、W000/22027、W001/19834、GB2340304A、GB2348316、US573636、US5741921、US5777070、EP0707020、特開平 9-111233、特開平 10-324870、特開平 2000-80167、特開 2001-123156、特開

2004-168999、特開 2007-162009、「有機 EL 元件的開發與構成材料」(CMC 出版社，2006 年發行)等所揭示的聚萘、其衍生物及共聚物、聚伸芳基、其衍生物及共聚物、聚伸芳基伸乙烯、其衍生物及共聚物、芳香族胺及其衍生物的(共)聚合物。

低分子化合物的例，可舉例如特開昭 57-51781、「有機薄膜功函數數據集〔第 2 版〕」(CMC 出版社，2006 年發行)、「有機 EL 元件的開發與構成材料」(CMC 出版社，2006 年發行)等記載的化合物。

前述材料可以是單成分，也可以是複數成分所成的組成物。前述發光層可以是由前述材料的 1 種或 2 種以上所成的單層構造，也可以是同一組成或不同種組成的複數層所成的多層構造。

發光層的成膜方法例，可舉與電洞注入層的成膜同樣的方法。從溶液成膜方法的例，可舉旋轉塗佈法、鑄塗法、刮條塗佈法、狹縫塗佈法、噴灑式塗佈法、噴嘴塗佈法、凹印塗佈法、絲網印刷法、柔性版印刷法、噴墨印刷法等前述塗佈法及印刷法，使用昇華性化合物材料時，可舉真空蒸鍍法、轉錄法等。

從溶液成膜所用的溶媒的例，可舉在電洞注入層的成膜方法中所列述的溶媒。

繼發光層，以塗佈法形成電子輸送層等有機化合物層時，若下層會有溶解於後續塗佈的層的溶液所含的溶媒的情況，則可用在電洞注入層成膜方法所例示的同樣的方法

使下層成為不溶於溶媒。

發光層的膜厚，最適值會因使用的材料而不同，以使驅動電壓與發光效率成為適度值之方式選擇，但至少需要有不發生針洞的厚度，太厚則元件的驅動電壓過高而不佳。因此該電洞注入層的膜厚例如為 5nm 至 $1\mu\text{m}$ ，以 10nm 至 500nm 為佳，而更佳的是 30nm 至 200nm。

< 電子輸送層及電洞阻隔層 >

在本發明的電場發光元件中，構成電子輸送層及電洞阻隔層的材料，除本發明的共軛高分子化合物以外，可使用公知者，可舉三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、萸衍生物、苯醌或其衍生物、萘醌或其衍生物、蒽醌或其衍生物、四氫蒽醌二甲烷或其衍生物、萸酮衍生物、二苯基二氫乙烯或其衍生物、聯苯醌或其衍生物、蒽醌基二甲烷衍生物、蒽酮(anthrone)衍生物、噻喃二氧化物(thiopyrane dioxide)衍生物、碳二亞胺衍生物、亞萸基甲烷衍生物、二苯乙烯吡啶衍生物，萘、芘等芳香環四羧酸酐、酞青素衍生物、8-羥基喹啉醇衍生物的金屬錯合物或金屬酞青素、苯并噁唑或苯并噻唑為配位子的金屬錯合物所代表的各種金屬錯合物、有機矽烷衍生物、8-羥基喹啉或其衍生物的金屬錯合物、聚喹啉或其衍生物、聚噻吩或其衍生物、聚萸或其衍生物等。其中，以三唑衍生物、噁二唑衍生物、苯醌或其衍生物、蒽醌或其衍生物、或 8-羥基喹啉或其衍生物的金屬錯合物、聚喹啉或其衍生物、聚噻吩或其衍生物、聚萸或其衍生物為佳。

前述材料可以是單成分或複數成分所成的組成物。前述電子輸送層及電洞阻隔層可以是由前述材料的 1 種或 2 種以上所成的單層構造，也可以是同一組成或不同組成的複數層所成的多層構造。又，作為電子注入層可使用的材料而列舉的材料，也可用於電子輸送層及電洞阻隔層。

電子輸送層及電洞阻隔層的成膜方法，可舉與電洞注入層的成膜同樣的方法。從溶液的成膜方法，可舉旋轉塗佈法、鑄塗法、刮條塗佈法、狹縫塗佈法、噴灑式塗佈法、噴嘴塗佈法、凹印塗佈法、絲網印刷法、柔性版印刷法、噴墨印刷法等前述塗佈法及印刷法，使用昇華性化合物材料時，可舉真空蒸鍍法、轉錄法等。

從溶液成膜所用的溶媒的例，可舉在電洞注入層的成膜方法中所列述的溶媒。

繼電子輸送層及電洞阻隔層，以塗佈法等形成電子注入層等有機化合物層時，下層會有溶解於後續塗佈層的溶液所含溶媒的情況時，可與電洞注入層成膜方法所舉示的同樣方法使下層變成不溶於溶媒。

電子輸送層及電洞阻隔層的膜厚，最適值會因使用的材料而不同，以使驅動電壓與發光效率成為適度值之方式選擇，但至少需要有不發生針洞的厚度，太厚則元件的驅動電壓過高而不佳。因此該電子輸送層及電洞阻隔層的膜厚例如為 1nm 至 1 μ m，2nm 至 500nm 為佳，而更佳的是 5nm 至 100nm。

< 電子注入層 >

在本發明的電場發光元件中，構成電子注入層的材料，除本發明的在共軛高分子化合物以外，可使用公知者，可舉三唑衍生物、噁唑衍生物、噁二唑衍生物、咪唑衍生物、萸衍生物、苯醌或其衍生物、萘醌或其衍生物、蒽醌或其衍生物、四氫蒽醌二甲烷或其衍生物、萸酮衍生物、二苯基二氫乙烯或其衍生物、聯苯醌或其衍生物、蒽醌基二甲烷衍生物、蒽酮衍生物、噻喃二氧化物衍生物、碳二亞胺衍生物、亞萸基甲烷衍生物、二苯乙烯吡啉衍生物、萘、芘等芳香環四羧酸酐、酞青素衍生物、8-羥基喹啉醇衍生物的金屬錯合物或金屬酞青素、苯并噁唑或苯并噻唑為配位子的金屬錯合物所代表的各種金屬錯合物、有機矽烷衍生物等。

前述材料可以是單成分或複數成分所成的組成物。前述電子注入層可以是由前述材料的1種或2種以上所成的單層構造，也可以是同一組成或不同組成的複數層所成的多層構造。又，作為電子輸入層及電洞阻隔層可用材料而列舉的材料，也可用於電子注入層。

電子注入層的成膜方法沒有限制，可舉與電洞注入層的成膜同樣的方法。從溶液的成膜方法，可舉旋轉塗佈法、鑄塗法、刮條塗佈法、狹縫塗佈法、噴灑式塗佈法、噴嘴塗佈法、凹印塗佈法、絲網印刷法、柔性版印刷法、噴墨印刷法等前述塗佈法及印刷法，使用昇華性化合物材料時，可舉真空蒸鍍法、轉錄法等。

從溶液成膜所用的溶媒的例，可舉電洞注入層的成膜

方法所所述的溶媒。

電子注入層的膜厚，最適值會因使用的材料而不同，以使驅動電壓與發光效率成為適度值之方式選擇，但至少需要有不發生針洞的厚度，太厚則元件的驅動電壓過高而不佳。因此該電子注入層的膜厚例如為 1nm 至 1 μ m，以 2nm 至 500nm 為佳，而更佳的是 5nm 至 100nm。

< 陰極 >

在本發明的電場發光元件中，陰極是鄰接於發光層、電子輸送層、電洞阻隔層、電子注入層等，而具有將電子供給於這些層的功能者。該陰極可由單一的材料或複數材料所成的單層構造，也可以是由複數層所成的多層構造。多層構造時，以第 1 陰極層與表面陰極層的 2 層構造或第 1 陰極層、第 2 陰極層及表面陰極層的 3 層構造為佳。第 1 陰極層是指在陰極中最靠近發光層側的層，表面陰極層在 2 層構造時是指第 1 陰極層，3 層構造時是指覆蓋第 1 陰極層與第 2 陰極層的層。由電子供給能的觀點而言，第 1 陰極層的材料功函數在 3.5eV 以下為佳。功函數在 3.5eV 以下的金屬的氧化物、氟化物、碳酸化物、複合氧化物等也適合使用為第 1 陰極層材料。表面陰極層的材料，可合適使用電阻低、對水分的耐蝕性高的金屬、金屬氧化物等。

第 1 陰極層材料的例，可舉鹼金屬或鹼土金屬，含前述金屬 1 種以上的合金，前述金屬的氧化物、鹵化物、碳酸化物、複合氧化物、及這些的混合物所成群組中選出 1 種以上的材料等。鹼金屬或其氧化物、鹵化物、碳酸化物、

複合氧化物的例，可舉鋰、鈉、鉀、銣、銈、氧化鋰、氧化鈉、氧化鉀、氧化銣、氧化銈、氟化鋰、氟化鈉、氟化鉀、氟化銣、氟化銈、碳酸鋰、碳酸鈉、碳酸鉀、碳酸銣、碳酸銈、鉬酸鉀、鈦酸鉀、鎢酸鉀、鉬酸銈等。鹼土金屬或其氧化物、鹵化物、碳酸化物、複合氧化物的例，可舉鎂、鈣、鋇、銻、氧化鎂、氧化鈣、氧化鋇、氧化銻、氟化鎂、氟化鈣、氟化鋇、氟化銻、碳酸鎂、碳酸鈣、碳酸鋇、碳酸銻、鉬酸鉀、鉬酸銻、鎢酸鉀等。含有鹼金屬或鹼土金屬 1 種以上的合金的例，可舉：Li-Al 合金、Mg-Ag 合金、Al-Ba 合金、Mg-Ba 合金、Ba-Ag 合金、Ca-Bi-Pb-Sn 合金等。做為第 1 陰極層材料所列舉的材料與做為構成電子注入層材料而列舉的材料的組成物也可使用於第 1 陰極層。第 2 陰極層的材料可例示與第 1 陰極材料同樣的材料。

表面陰極層材料可例舉如：金、銀、銅、鋁、鉻、錫、鉛、鎳、鈦、等低電阻金屬及含有這些的合金，氧化錫、氧化鋅、氧化銦、氧化銦錫(ITO)、氧化銦鋅(IZO)、氧化鉬等導電性金屬氧化物，再者，可舉這些導電性金屬氧化物與金屬的混合物等。

陰極為多層構造時的構造例，可舉 Mg/Al、Ca/Al、Ba/Al、NaF/Al、KF/Al、RbF/Al、CsF/Al、Na₂CO₃/Al、K₂CO₃/Al、Cs₂CO₃/Al 等第 1 陰極層與表面陰極層的 2 層構造，LiF/Ca/Al、NaF/Ca/Al、KF/Ca/Al、RbF/Ca/Al、CsF/Ca/Al、Ba/Al/Ag、KF/Al/Ag、K₂CO₃/Ca/Ag 等第 1 陰極層、第 2 陰極層及表面陰極層的 3 層構造。(符號「/」

表示各層相鄰接之意)。第 2 陰極層的材料以對於第 1 陰極層的材料具有還原作用為佳。材料間還原作用的有無及其左右，例如可以由化合物間的結合解離能(ΔrH°)估算。亦即，以構成第 2 陰極層的材料對構成第 1 陰極層的材料還原反應中，結合解離能為正的組合時，即可謂第 2 陰極層的材料對第 1 陰極層的材料具有還原作用。結合解離能可參照例如「電氣化學便覽第 5 版」(丸善出版社，2000 年發行)、「熱力學數據庫 MALT」(科學出版技術社，1992 年發行)等。

陰極的製作方法可利用公知的種種方法，可舉真空蒸鍍法、濺射法、離子鍍法等。使用金屬，金屬之氧化物、氟化物、碳酸化物時多採用真空蒸鍍法，使用高沸點之金屬氧化物、金屬複合氧化物或氧化銦錫(ITO)等導電性金屬氧化物時，多採用濺射法、離子鍍法。要成膜不同種材料的組成物時，可採用共蒸鍍法、濺射法、離子鍍法等。尤其是使低分子有機物與金屬或金屬之氧化物、氟化物、碳酸化物的組成物成膜時，適用共蒸鍍法。

陰極的膜厚，最適值會因使用的材料、層構造而不同，以使驅動電壓、發光效率、元件壽命成為適度值之方式選擇。通常，第 1 陰極層的膜厚為 0.5nm 至 20nm 的範圍，表面陰極層的膜厚為 10nm 至 1 μ m 的範圍。例如第 1 陰極層使用 Ba 或 Ca，表面陰極層使用 Al 時，以 Ba 或 Ca 的膜厚為 2nm 至 10nm，Al 的膜厚為 10nm 至 500nm 為佳，第 1 陰極層使用 NaF 或 KF，表面陰極層使用 Al 時，以 NaF 或 KF

的膜厚為 1nm 至 8nm，Al 的膜厚為 10nm 至 500nm 為佳。

在本發明的電場發光元件中，將陰極做為光穿透性電極而使用時，表面陰極層的可視光穿透率在 40%以上，以 50%以上為佳。這樣的可視光穿透率，可藉由使用作為表面陰極材料之氧化銦錫(ITO)、氧化銦鋅(IZO)、氧化鋇等透明導電性金屬氧化物，或將使用金、銀、銅、鋁、鉻、錫、鉛等低電阻金屬及含有這些的合金的表面陰極層的膜厚限制在 30nm 以下而達成。例如第 1 陰極層的 Ba 為 5nm、第 2 陰極層的 Al 為 1nm、表面陰極層的 Ag 為 15nm 的陰極構造時，陰極的可視光穿透率為 50%。

以提由高陰極側的光穿透率為目的，可在陰極的表面陰極層上設置反射防止層。使用於反射防止層的材料以折射率為 1.8 至 3.0 左右為佳，例如可舉 ZnS、ZnSe、 WO_3 等。反射防止層的膜厚會因材料的組合而有不同，但通常在 10nm 至 150nm 的範圍。例如層積 5nm Ba 作為第 1 陰極層，1nm Al 作為第 2 陰極層，15nm Ag 作為表面陰極層而作為陰極時，鄰接表面陰極層而積層 21nm 厚的 WO_3 做為反射防止層，則由發光層方向的光穿透率提高 10%左右。

<絕緣層>

本發明的電場發光元件可任意具有膜厚 5nm 以下的絕緣層，係具有提高與電極的密著性、改善由電極的電荷(即電洞或電子)注入、防止與鄰接層的混合等功能者。上述絕緣層的材料可舉金屬氟化物、金屬氧化物、有機絕緣材料(聚甲基丙烯酸甲酯等)等。設有膜厚 5nm 以下的絕緣層的

電場發光元件，可舉鄰接陰極設有膜厚 5nm 以下的絕緣層的發光元件，鄰接陽極設有 5nm 以下的絕緣層的發光元件。

本發明的電場發光元件例如可在基板上將各層依序積層而製造。具體而言，可在基板上設置陽極，在其上視需要設置電洞注入層、電洞輸送層、中間層等層，在其上設置發光層，在其上視需要設置電子輸送層、電子注入層，再在其上積層陰極而製造。

使用本發明的電場發光元件可製造顯示裝置。該顯示裝置是以電場發光元件為 1 像素單位。像素單位的排列式樣並無特別限制，可採用電視等顯示裝置通常採用的排列，可為複數的像素在共通的基板上排列的態樣。在本發明的裝置中，基板上排列的像素可視需要在像素庫(pixel bank)規定的像素領域內形成。

前述裝置可再視需要於挾著發光層等之基板的相對側具有密封部材。更可視需要而可具有彩色濾光片或螢光轉變濾光片等濾光片，像素驅動需要的電路及線路等構成顯示裝置的任意的構成要素。

< 光電轉換元件 >

其次，說明使用本發明積層構造體即可製造的光電轉換元件。

本發明的光電轉換元件，具備陰極及陽極，於陰極與陽極之間的電荷分離層，電荷分離層與陰極及/或電荷分離層與陰極之間具有含本發明使用之共軛高分子化合物的層。陽極與電荷分離層之間具有含共軛高分子化合物的層。

時，第 1 電極為陽極，第 2 電極為陰極，含有共軛高分子化合物的層則做為電洞輸送層等使用。陰極與電荷分離層之間具有含共軛高分子化合物的層時，第 1 電極為陰極，第 2 電極為陽極，含有共軛高分子化合物的層則做為電子輸送層等使用。

本發明的光電轉換元件的電荷分離層通常含有電子供予性化合物與電子接受性化合物。電子供予性化合物可舉共軛高分子化合物，其例可舉含有噻吩二基的高分子化合物、含有第 2 基的高分子化合物。電子接受性化合物的例，可舉富勒烯(fullerene)及富勒烯衍生物等。

本發明的光電轉換元件通常在支持基板上形成。支持基板只要不阻礙做為有機光電轉換元件的特性則無特別的限制，可使用玻璃基板或柔性的膜基板或塑膠基板。

本發明的光電轉換元件可以公知的方法，例如 Synth. Met., 102, 982(1999)所記載的方法或 Science, 270, 1789(1995)所記載的方法製造。

實施例

下面以實施例及比較例更具體說明本發明，但本發明並不受下面實施例的限制。

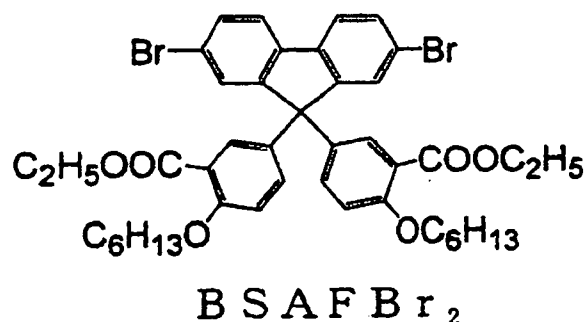
聚合物的重量平均分子量(Mw)、數平均分子量(Mn)是以凝膠滲透層析法(GPC, 東曹公司(Tosoh Corp.)製: HLC-8220GPC), 換算為聚苯乙烯的數平均分子量及重量平均分子量而求得。要測定的試樣，以四氫呋喃溶解成為約 0.5 重量%的濃度，將其 50 μ L 注入於 GPC。再者，GPC 的移動

相是用四氫呋喃，以 0.5mL/min 的流速洗提(elution)。聚合物的構造分析是使用 Varian 公司製 300Hz 核子共振譜儀(NMR spectrometer)進行 ^1H -NMR 解析。測定是將試樣以其可溶的重溶媒溶解成為 20mg/mL 的濃度而進行。聚合物最高佔用分子軌域(HOMO)的軌域能則由聚合物的離子化勢能求得，最低未佔用分子軌域(LUMO)的軌域能則由離子化勢能及 HOMO 與 LUMO 的能差求得。離子化勢能的測定是以光電子分光裝置(理研計器公司製：AC-2)。HOMO 與 LUMO 的能差是使用紫外・可視・近紅外分光光度計(Varian 公司製：Cary5E)測定聚合物的吸收光譜，由其吸收邊緣(absorption edge)求得。

參考例 1

2, 7-二溴-9, 9-雙(4-己氧基-3-乙氧基羰基苯基)-萘(BSAFBr₂)的合成

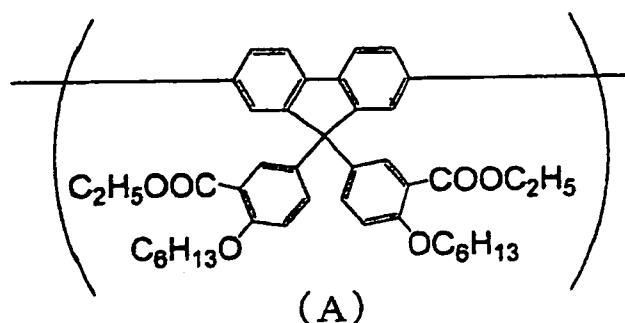
將 2, 7-二溴-9-萘酮(20.3g)、柳酸乙酯(59.8g)、巰乙酸(0.55g)放入於 300mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加甲烷磺酸(250mL)，將混合物在 75°C 攪拌一夜。將混合物放冷，加至冰水中並攪拌 1 小時。過濾所生成的固體，以溫乙腈洗淨。將混合物由丙酮再結晶而得固體。將此固體(3.3g)、1-溴己烷(2.5g)、碳酸鉀(3.5g)、18-冠-6(0.4g)溶解於 N, N-二甲基甲醯胺(DMF)(35mL)，將溶液移入燒瓶並在 105°C 攪拌一夜。將混合物放冷到室溫，加至冰水中，攪拌 1 小時。回收所生成的固體，由乙醇再結晶而得 2, 7-二溴-9, 9-雙(4-己氧基-3-乙氧基羰基苯基)-萘(BSAFBr₂)。



參考例 2

聚(9,9-雙(4-己氧基-3-乙氧基羰基苯基)-蒽)(BSAFP)的合成

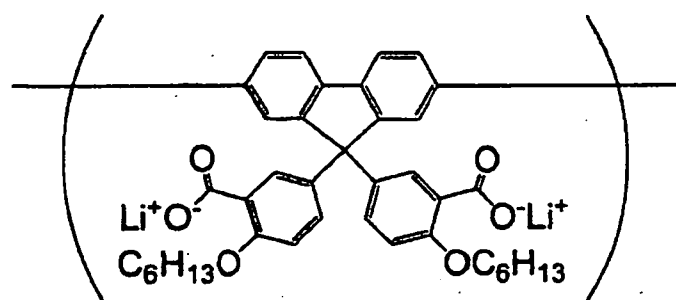
將 BSAFBr₂(2.0g)裝入 200mL 燒瓶中，以氮氣置換。以注射筒添加脫水四氫呋喃(75mL)，將混合物升溫到 55°C。再添加 2,2'-雙吡啶(0.68g)、雙(1,5-環辛二烯)鎳(1.2g)，在 55°C 攪拌 5 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶液滴入於甲醇(200mL)、水(200mL)、15%氨水(50mL)的混合液中。過濾收集生成的沉澱物，減壓乾燥後，再溶解於甲苯。將此溶液以矽藻土過濾後，將濾液通過氧化鋁管柱，將管柱處理液減壓濃縮。將甲醇滴入於濃縮溶液，過濾收集所生成的沉澱後減壓乾燥，而得由式(A)表示的重複單元所成的白色的 BSAFP(752mg)。BSAFP 的數平均分子量(Mn)為 398000，重量平均分子量(Mw)為 729000，分散度(Mw/Mn)為 1.83。



實施例 1

BSAFP 鋰鹽 (BSAFP_{Li}) 的合成

將 BSAFP (160mg) 加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃 (20mL)、乙醇 (20mL)，將混合物升溫到 55°C。再添加氫氧化鋰 (100mg) 溶於水 (2mL) 的水溶液，在 55°C 攪拌 1 小時。在反應系中有固體析出後，再添加甲醇 (40mL) 並再攪拌 2 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體 (150mg)。以 NMR 譜確認 BSAFP 內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得 BSAFP 的鋰鹽稱為共軛高分子化合物 1。共軛高分子化合物 1 是由式 (B) 表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 1 的 HOMO 軌域能為 -5.78eV，LUMO 軌域能為 -3.14eV。



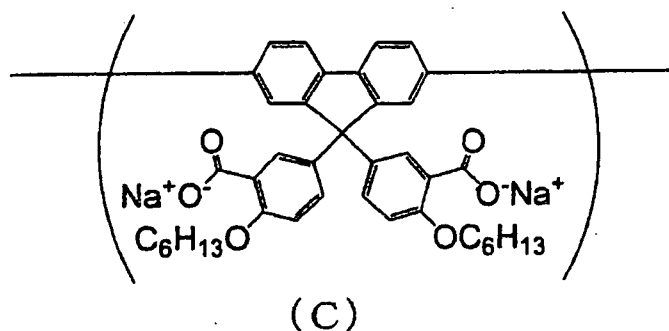
(B)

實施例 2

BSAFP 鈉鹽 (BSAFP_{Na}) 的合成

將 BSAFP (200mg) 加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃 (20mL)、乙醇 (20mL)，將混合物升溫到 55°C。再添加氫氧化鈉 (200mg) 溶於水 (2mL) 的水溶液，在 55°C 下

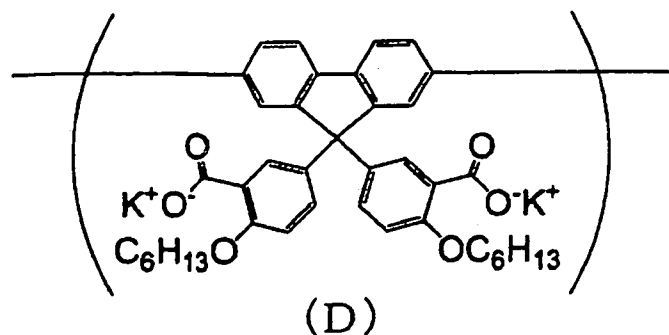
攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體 (180mg)。以 NMR 譜確認 BSAFP 內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得 BSAFP 的鈉鹽稱為共軛高分子化合物 2。共軛高分子化合物 2 是由式(C)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 2 的 HOMO 軌域能為 -5.67eV ，LUMO 軌域能為 -3.04eV 。



實施例 3

BSAFP 鉀鹽(BSAFPK)的合成

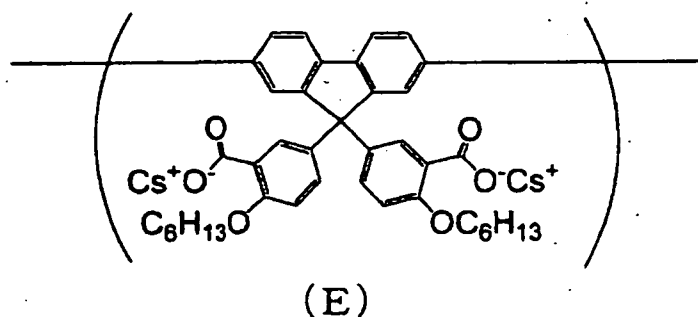
將 BSAFP(150mg)加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(20mL)，將混合物升溫到 55°C 。再添加氫氧化鉀(200mg)溶於水(2mL)的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體 (130mg)。以 NMR 譜確認 BSAFP 內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得 BSAFP 的鉀鹽稱為共軛高分子化合物 3。共軛高分子化合物 3 是由式(D)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 3 的 HOMO 軌域能為 -5.65eV ，LUMO 軌域能為 -3.02eV 。



實施例 4

BSAFP 鉀鹽 (BSAFP_K) 的合成

將 BSAFP(100mg) 加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(20mL)，將混合物升溫到 55°C。再添加氫氧化鉀(200mg)溶於水(2mL)的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體 (90mg)。以 NMR 譜確認 BSAFP 內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得 BSAFP 的鉀鹽稱為共軛高分子化合物 4。共軛高分子化合物 4 是由式(E)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 4 的 HOMO 軌域能為 -5.65eV，LUMO 軌域能為 -3.11eV。

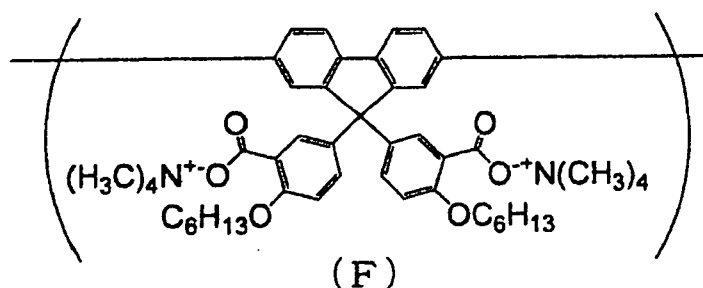


實施例 5

BSAFP 四甲基銨鹽 (BSAFP_{NMe₄}) 的合成

將 BSAFP(100mg) 加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。

添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(20mL)，將混合物升溫到 55℃。再添加氫氧化四甲基銨(27.3mg)溶於水(2mL)的水溶液，在 55℃ 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體(90mg)。以 NMR 譜確認 BSAFP 內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失，代之而有四甲基銨離子的信號出現。所得 BSAFP 的銨鹽稱為共軛高分子化合物 5。共軛高分子化合物 5 是由式(F)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 5 的 HOMO 軌域能為 -5.75eV，LUMO 軌域能為 -2.89eV。

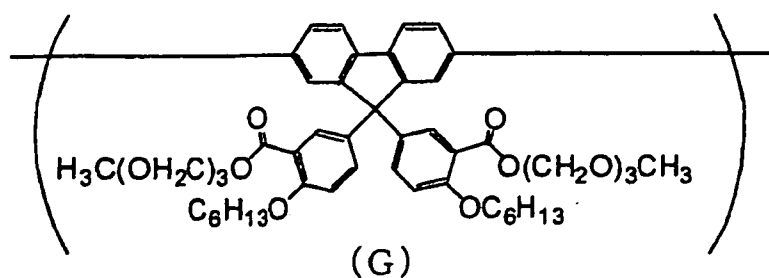


實施例 6

含有乙二醇鏈的 BSAFP(BSAFP-EG)的合成

將 BSAFP(100mg)加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加三乙二醇單甲酯(20mL)、三乙二醇二甲酯(20mL)、濃硫酸(1mL)，將混合物升溫到 150℃ 攪拌 2 日。將混合物冷卻到室溫後，滴入於水(100mL)、甲醇(100mL)的混合液中。過濾收集所生成沉澱物，減壓乾燥而得淡黃色的固體(90mg)。以 NMR 譜確認 BSAFP 內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失，代之而有三乙二醇甲酯的信號出現。所得含有乙二醇鏈的 BSAFP 稱為共軛高分子化合物 6。共軛高分子化合物 6 是由式(G)表示的重複單元所成。共軛高

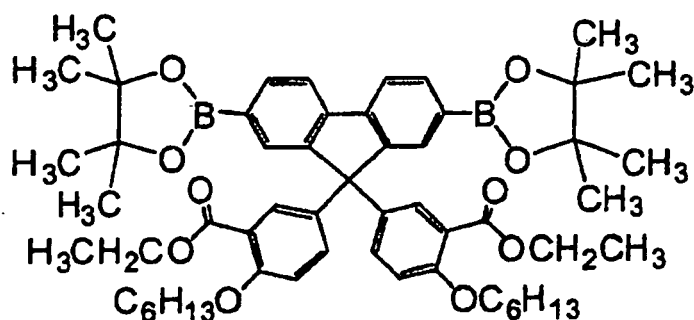
子化合物 6 的 HOMO 軌域能為 -5.84eV ，LUMO 軌域能為 -3.18eV 。



參考例 3

2,7-雙(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧雜硼雜環戊-2-基)-9,9-雙(4-己氧基-3-乙氧基羰基苯基)-芴(BSAFBE)的合成

在氮環境下，混合 BSAFBr₂(100g)、聯硼酸頻那醇酯(bis(pinacolate)diboron, 68.08g)、[1,1'-雙(二苯基磷基)二茂鐵]二氯化鈹(II)二氯甲烷錯合物([1,1'-bis(diphenylphosphino)ferrocene]dichloro palladium dichloromethane complex, 5.97g)、1,1'-雙(二苯基磷基)二茂鐵(4.05g)、乙酸鉀(71.75g)、二噁烷(1300mL)，加熱到 110°C ，加熱回流 10 小時。放冷後，過濾反應溶液，將濾液減壓濃縮。將反應混合物溶解於甲苯，加入於乙腈而再沉澱，回收所生成的沉澱物。將沉澱物溶解於甲苯，添加活性碳於該溶液並攪拌後過濾，將濾液減壓濃縮。再添加乙腈及水進行攪拌後過濾，所得的固體溶解於甲苯，以乙腈再沉澱，而得 2,7-雙(4,4,5,5-四甲基-1,3,2-二氧雜硼雜環戊-2-基)-9,9-雙(4-己氧基-3-乙氧基羰基苯基)-芴(BSAFBE)(78.6g)。



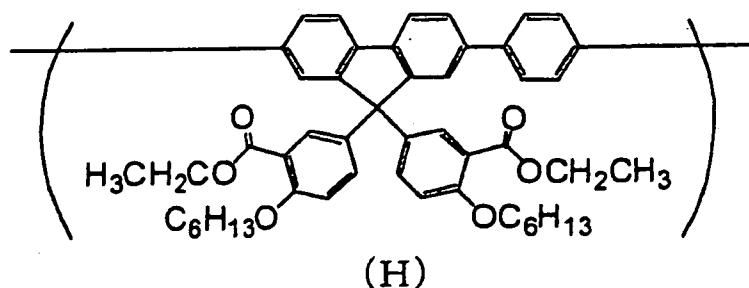
B S A F B E

參考例 4

苯基共聚物(聚合物 A(BSAF-Ph))的合成

在惰性氣體環境下，混合 1,4-二溴苯(0.21g)、BSAFBE (0.80g)、三苯基膦鉀(0.01g)、氯化甲基三辛基銨(Aldrich 公司製，商品名 Aliquat336™)(0.20g)、甲苯(10mL)，加熱到 105°C。在此反應溶液中滴入 2M 碳酸鈉(Na_2CO_3)水溶液(5mL)，回流 10 小時。反應後，將此反應液冷卻到室溫，滴入於甲醇 120mL 中並攪拌 1 小時後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL 中。將此溶液滴入於甲醇 120mL、水 50mL 的混合溶媒中攪拌 1 小時後，將析出的沉澱過濾並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL。將此溶液滴入於丙酮 120mL 中，攪拌 30 分鐘後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 20 小時。所得苯基共聚物(聚合物 A(BSAF-Ph))的收量為 400mg。

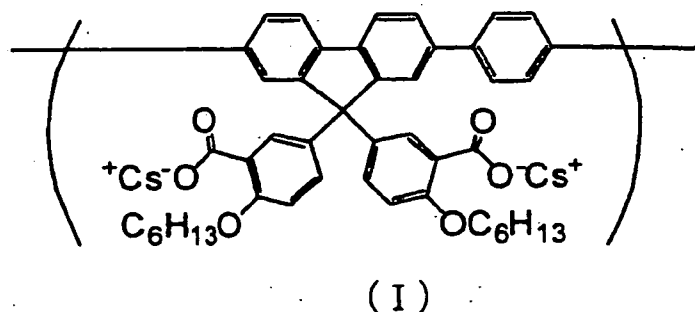
聚合物 A(BSAF-Ph)的聚苯乙烯換算數平均分子量為 1.2×10^4 。由配方推定的 BSAF-Ph 所含重複單元為式(H)表示的重複單元。



實施例 7

聚合物 A(BSAF-Ph)的銫鹽(BSAFCs-Ph)的合成

將聚合物 A(BSAF-Ph)(200mg)加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(5mL)，將混合物升溫到 55°C。然後添加氫氧化銫(200mg)溶於水(1mL)的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體(190mg)。以 NMR 譜確認聚合物 A(BSAF-Ph)內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得聚合物 A(BSAF-Ph)的銫鹽稱為共軛高分子化合物 7。共軛高分子化合物 7 是由式(I)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 7 的 HOMO 軌域能為-5.78eV，LUMO 軌域能為-3.19eV。



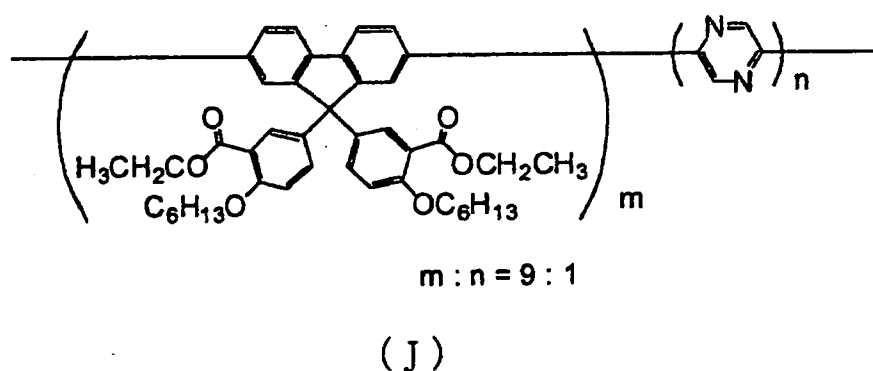
參考例 5

吡嗪共聚物(9:1)(聚合物 B(BSAF-pyrazine(9:1)))的合成

在惰性氣體環境下，混合 BSAFBr₂(0.35g)、BSAFBE

(0.5g)、2,5-二溴吡嗪(0.03g)、三苯基膦鉀(0.002g)、氯化甲基三辛基銨(Aldrich 公司製, 商品名 Aliquat336™)(0.20g)、甲苯(10mL), 加熱到 105°C。放冷後, 在此反應溶液中滴入 2M 碳酸鈉(Na_2CO_3)水溶液(5mL), 回流 10 小時。反應後, 將此反應液冷卻到室溫, 滴入於甲醇 120mL 中並攪拌 1 小時後, 過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時, 再溶解於四氫呋喃 20mL 中。將此溶液滴入於甲醇 120mL、水 50mL 的混合溶媒中並攪拌 1 小時後, 將析出的沉澱過濾並減壓乾燥 2 小時, 再溶解於四氫呋喃 20mL。將此溶液滴入於丙酮 120mL 中, 攪拌 30 分鐘後, 過濾析出的沉澱並減壓乾燥 20 小時。吡嗪共聚物(9:1)(聚合物 B(BSAF-吡嗪(9:1)))的收量為 550mg。

聚合物 B(BSAF-pyrazine(9:1))的聚苯乙烯換算數平均分子量為 4.5×10^4 。BSAF-pyrazine(9:1))可以式(J)表示。式(J)中, $m:n$ 表示重複單元的莫耳比。

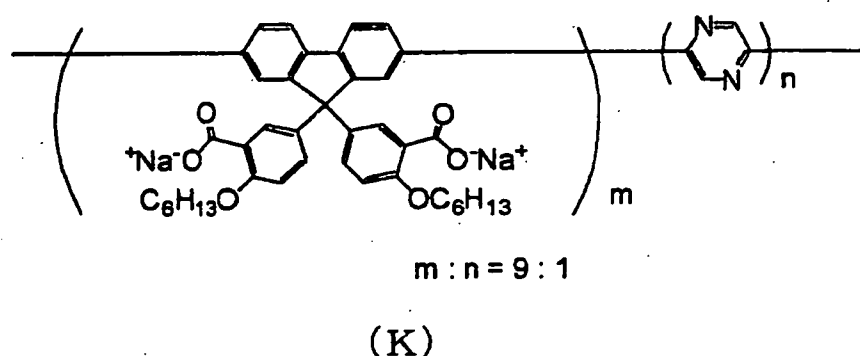


實施例 8

聚合物 B(BSAF-pyrazine(9:1))的鈉鹽(BSAFNa-pyrazine(9:1))的合成

將聚合物 B(BSAF-pyrazine(9:1))(200mg)加入於

100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(5mL)，將混合物升溫到 55°C。然後添加氫氧化鈉(120mg)溶於水(1mL)的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體(120mg)。以 NMR 譜確認聚合物 B(BSAF-pyrazine(9:1))內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得聚合物 B(BSAF-pyrazine(9:1))的鈉鹽稱為共軛高分子化合物 8。共軛高分子化合物 8 是由式(K)表示的重複單元所成。式(K)中， $m:n$ 表示重複單元的莫耳比。共軛高分子化合物 8 的 HOMO 軌域能為 -5.65eV，LUMO 軌域能為 -3.14eV。



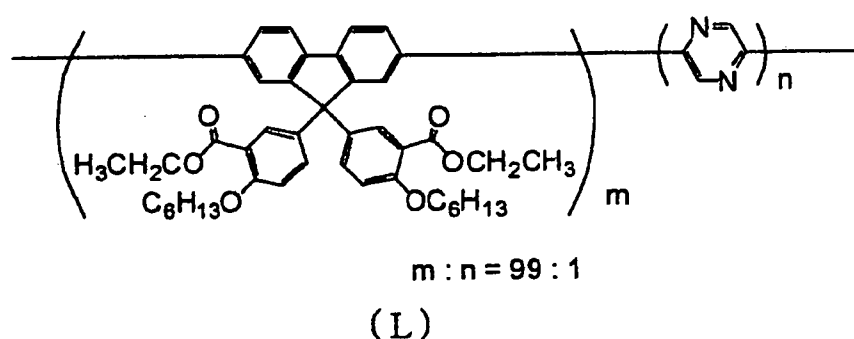
參考例 6

吡嗪共聚物(99:1)(聚合物 C(BSAF-pyrazine(99:1)))的合成

在惰性氣體環境下，混合 BSAFBr₂(0.43g)、BSAFBE(0.5g)、2,5-二溴吡嗪(0.003g)、三苯基膦鉀(0.002g)、氯化甲基三辛基銨(Aldrich 公司製，商品名 Aliquat336™)(0.20g)、甲苯(10mL)，加熱到 105°C。在此溶液滴入 2M 碳酸鈉(Na₂CO₃)水溶液(5mL)，回流 5 小時。反應後，將此

反應液冷卻到室溫，滴入於甲醇 120mL 中並攪拌 1 小時後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL 中。將此溶液滴入於甲醇 120mL、水 50mL 的混合溶媒中並攪拌 1 小時後，將析出的沉澱過濾並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL。將此溶液滴入於丙酮 120mL 中，攪拌 30 分鐘後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 20 小時。所得吡嗪共聚物(聚合物 C(BSAF-pyrazine(99:1)))的收量為 530mg。

聚合物 C(BSAF-pyrazine(99:1))的聚苯乙烯換算數平均分子量為 6.8×10^4 。聚合物 C(BSAF-pyrazine(99:1)) 可以式(L)表示。式(L)中，m:n 表示重複單元的莫耳比。

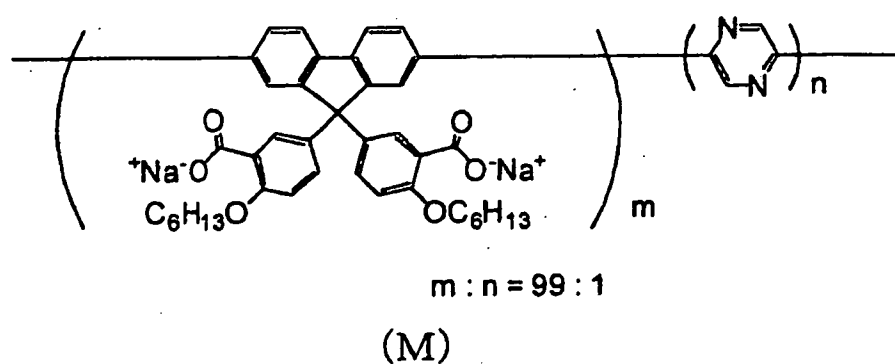


實施例 9

聚合物 C(BSAF-pyrazine(99:1))的鈉鹽(BSAFNa-pyrazine(99:1))的合成

將聚合物 C(BSAF-pyrazine(99:1))(200mg)加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(5mL)，將混合物升溫到 55°C。然後添加氫氧化鈉(120mg)溶於水(1mL)的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，

減壓乾燥而得淡黃色的固體(150mg)。以 NMR 譜確認聚合物 C(BSAF-pyrazine(99:1))內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得聚合物 C(BSAF-pyrazine(99:1))的鈉鹽稱為共軛高分子化合物 9。共軛高分子化合物 9 是由式 (K) 表示的重複單元所成。式 (M) 中， $m:n$ 表示重複單元的莫耳比。共軛高分子化合物 9 的 HOMO 軌域能為 -5.58eV ，LUMO 軌域能為 -2.99eV 。

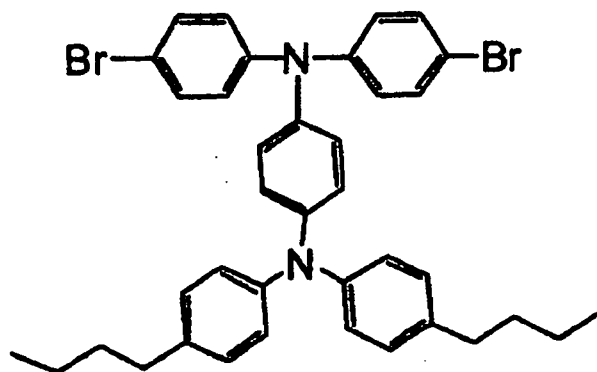


參考例 7

N, N-雙(4-溴苯基)-N' N'-雙(4-丁基苯基)-1, 4-苯二胺(芳香族胺 A)的合成

在惰性氣體環境下，在 300mL 三口燒瓶中加入三(二亞苄基丙酮)二鈹 0.24g(0.27mmol)、二苯基膦基二茂鐵 0.22g(0.4mmol)、三級丁醇鈉 2.56g(26.7mmol)、及甲苯 125mL，在室溫攪拌 10 分鐘。繼而加入三-(4-溴苯基)胺 12.9g(26.7mmol)，再於室溫攪拌 10 分鐘。之後，加入雙(4-丁基苯基)胺 5g(17.8mmol)，升溫到 125°C 並回流 9 小時。反應終了後，將反應液過濾而除去不溶物後，通過矽膠短管柱，再以環己烷為展開溶媒以矽膠管柱精製而得 N, N-雙(4-溴苯基)-N' N'-雙(4-丁基苯基)-1, 4-苯二胺(芳

香族胺 A)(2.96g, 收率 24%)。



芳香族胺 A

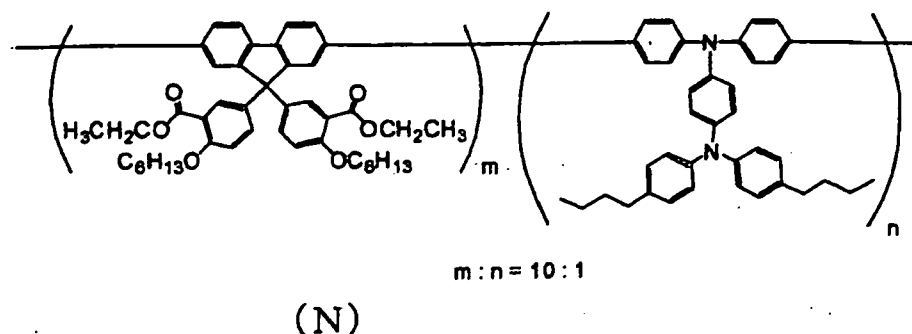
參考例 8

芳香族胺 A 共聚物(聚合物 D(BSAF-芳香族胺 A))的合成

將芳香族胺 A(0.21g)、BSAFBr₂ 0.38g 及 2,2'-聯吡啶 390mg 溶解於脫水過的四氫呋喃 28mL 後，在氮氣環境下，在此溶液加入雙(1,5-環辛二烯)鎳(0)690mg，升溫至 60℃，反應 3 小時。反應後，將此反應液冷卻到室溫，滴入 25%氨水 10mL/甲醇 120mL/離子交換水 50mL 混合溶液中並攪拌 1 小時後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時，再溶解於甲苯 50mL 中。在此溶液加入 1N 鹽酸 30mL 並在室溫攪拌 3 小時，除去水層後，加入 4%氨水 30mL 並在室溫攪拌 3 小時，除去水層。剩下的甲苯溶液以甲醇 150mL 氣化並再沉澱，濾除不溶物。之後再溶於甲苯並通過氧化鋁管柱(活性氧化鋁 10g)而精製，所回收的甲苯溶液滴入於 200mL 甲醇中並攪拌 30 分鐘，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時。所得芳香族胺 A 共聚物(聚合物 D(BSAF-芳香族胺 A))的收量為 300mg。

聚合物 D(BSAF-芳香族胺 A)的聚苯乙烯換算數平均分

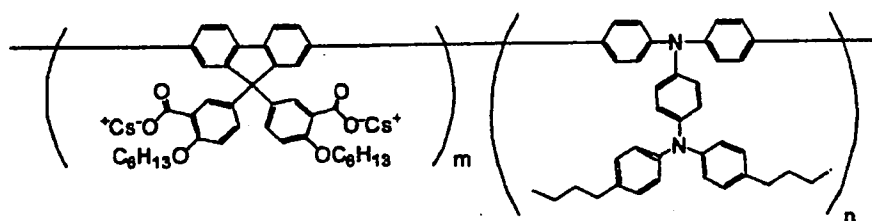
子量為 4.8×10^4 。聚合物 D(BSAF-芳香族胺 A) 可以式 (N) 表示。式 (N) 中， $m:n$ 表示重複單元的莫耳比。



實施例 10

聚合物 D(BSAF-芳香族胺 A) 的銨鹽 (BSAFCs-芳香族胺 A) 的合成

將聚合物 D(BSAF-芳香族胺 A) (200mg) 加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃 (20mL)、乙醇 (10mL)，將混合物升溫到 55°C 。然後加氫氧化銨 (200mg) 溶於水 (2mL) 的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體 (190mg)。以 NMR 譜確認聚合物 D(BSAF-芳香族胺 A) 內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得聚合物 D(BSAF-芳香族胺 A) 的銨鹽稱為共軛高分子化合物 10。共軛高分子化合物 10 是由式 (O) 表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 10 的 HOMO 軌域能為 -5.63eV ，LUMO 軌域能為 -3.02eV 。



$$m:n=10:1$$

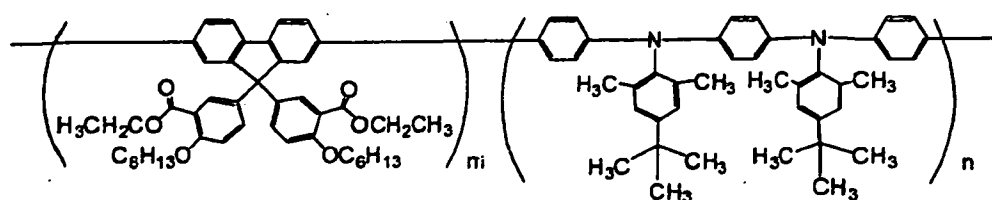
(O)

參考例 9

芳香族胺 B 共聚物(聚合物 E(BSAF-芳香族胺 B)的合成

在惰性氣體環境下，混合 BSAFBr₂(0.41g)、BSAFBE (0.5g)、N,N'-雙(4-溴苯基)-N,N'-雙(4-三級丁基-2,6-二甲基苯基)1,4-苯二胺(0.11g)、三苯基膦鉀(0.002g)、氯化甲基三辛基銨(Aldrich 公司製，商品名 Aliquat336™)(0.20g)、甲苯(10mL)，加熱到 105℃。在此溶液滴入 2M Na₂CO₃ 水溶液(5mL)，回流 8 小時。反應後，將此反應液冷卻到室溫，滴入於甲醇 120mL 中並攪拌 1 小時後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL 中。將此溶液滴入於甲醇 120mL、水 50mL 的混合溶媒中並攪拌 1 小時後，將析出的沉澱過濾並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL。將此溶液滴入於丙酮 120mL 中，攪拌 30 分鐘後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 20 小時。所得芳香族胺 B 共聚物(聚合物 E(BSAF-芳香族胺 B)的收量為 400mg。

聚合物 E(BSAF-芳香族胺 B)的聚苯乙烯換算數平均分子量為 3.6×10^5 。聚合物 E(BSAF-芳香族胺 B)可以式(P)表示。式(P)中，m:n 表示重複單元的莫耳比。



$$m:n=9:1$$

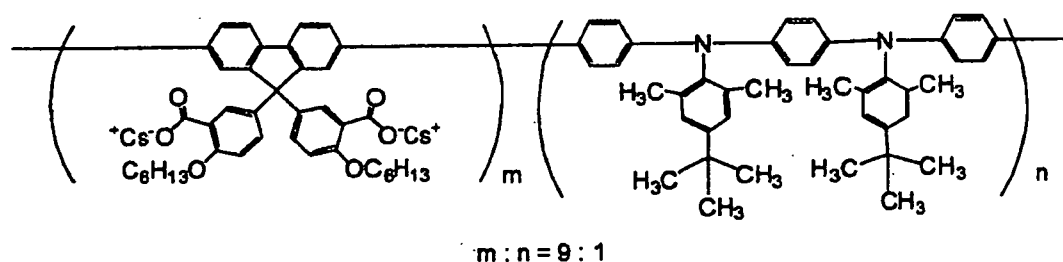
(P)

N, N'-雙(4-溴苯基)-N, N'-雙(4-三級丁基-2, 6-二甲苯基)1, 4-苯二胺可以例如由日本專利特開 2008-74917 號公報的合成例 1 所記載的方法合成。

實施例 11

聚合物 E(BSAF-芳香族胺 B)的鉍鹽(BSAFCs-芳香族胺 B)的合成

將聚合物 E(BSAF-芳香族胺 B)(200mg)加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(5mL)，將混合物升溫到 55℃。然後添加氫氧化鉍(200mg)溶於水(1mL)的水溶液，在 55℃ 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體(160mg)。以 NMR 譜確認聚合物 E(BSAF-芳香族胺 B)內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得聚合物 E(BSAF-芳香族胺 B)的鉍鹽稱為共軛高分子化合物 11。共軛高分子化合物 11 是由式(Q)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 11 的 HOMO 軌域能為 -5.21eV，LUMO 軌域能為 -2.62eV。



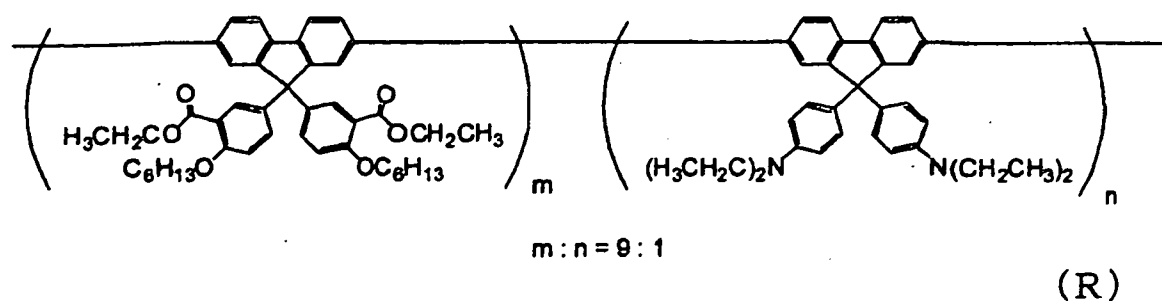
(Q)

參考例 10

含胺基之蒽聚合物(聚合物 F(BSAF-FN))的合成

在惰性氣體環境下，混合 BSAFBr₂(0.41g)、BSAFBE (0.5g)、2,7-二溴-9,9-雙(4-N,N-二乙胺基苯基)-蒽 (0.08g)、三苯基膦鉀(0.002g)、氯化甲基三辛基銨 (Aldrich 公司製，商品名 Aliquat336™)(0.20g)、甲苯 (10mL)，加熱到 105°C。在此溶液滴入 2M Na₂CO₃ 水溶液 (5mL)，回流 7 小時。反應後，將此反應液冷卻到室溫，滴入於甲醇 120mL 中並攪拌 1 小時後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL 中。將此溶液滴入於甲醇 120mL、水 50mL 的混合溶媒中並攪拌 1 小時後，將析出的沉澱過濾並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL。將此溶液滴入於丙酮 120mL 中，攪拌 30 分鐘後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 20 小時。所得含胺基之蒽聚合物 (聚合物 F(BSAF-FN))的收量為 430mg。

聚合物 F(BSAF-FN)的聚苯乙烯換算數平均分子量為 1.2×10^4 。聚合物 F(BSAF-FN)可以式(R)表示。式(R)中，m：n 表示重複單元的莫耳比。

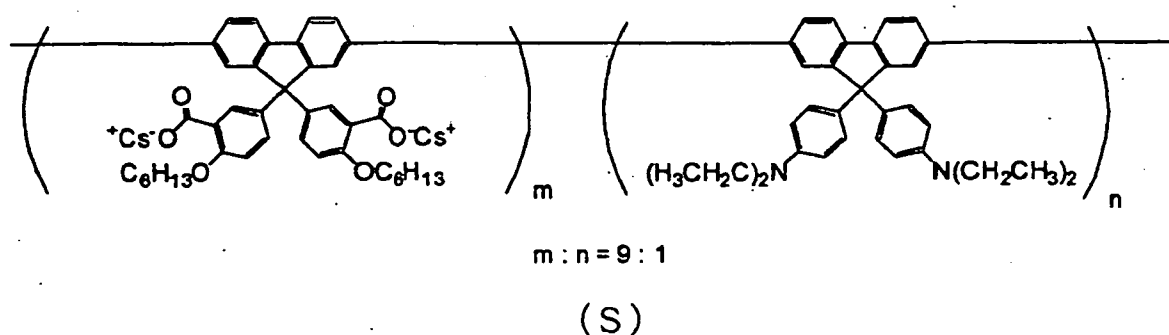


2, 7-二溴-9, 9-雙(4-N, N-二乙基胺基苯基)-蒽可以例如由 Polymer, 第 49 卷, 218 頁(2008 年)所記載的方法合成。

實施例 12

聚合物 F(BSAF-FN)的銫鹽(BSAFCs-FN)的合成

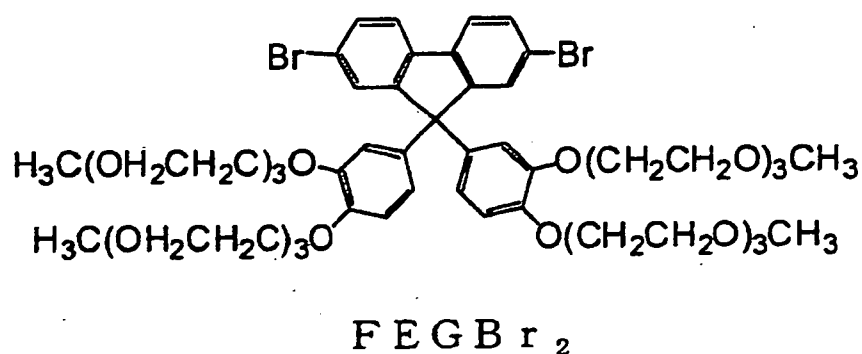
將聚合物 F(BSAF-FN)(200mg)加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(5mL)，將混合物升溫到 55°C。然後添加氫氧化銫(200mg)溶於水(1mL)的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體(180mg)。以 NMR 譜確認聚合物 F(BSAF-FN)內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得聚合物 F(BSAF-FN)的銫鹽稱為共軛高分子化合物 12。共軛高分子化合物 12 是由式(S)表示的重複單元所成。式(S)中， $m:n$ 表示重複單元的莫耳比。共軛高分子化合物 12 的 HOMO 軌域能為 -5.53eV，LUMO 軌域能為 -2.76eV。



參考例 11

2, 7-二溴-9, 9-雙[3, 4-雙[2-[2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙氧基]苯基]蒽(FEGBr₂)的合成

在惰性氣體環境下，混合 2, 7-二溴蒽酮(50g)及鄰二羥基苯(345g)，升溫到 130℃。添加 3-巰基丙酸(1.96g)及硫酸(7g)，在 130℃反應 1.5 小時。放冷後，投入於水(2L)中，過濾回收析出的結晶。結晶溶解於乙醇，過濾後濃縮濾液，將濃縮液加入於水中而進行再沉澱。過濾回收生成的固體，溶解於甲苯，過濾後，加入乙醇，將溶液滴入於己烷中，冷卻到 5℃。過濾回收生成的固體，減壓乾燥而得白色固體。在惰性氣體環境下，混合白色固體 20g，三乙二醇單甲醚甲苯磺酸酯(72g)、無水碳酸鉀(52g)、乙腈(500mL)，加熱回流下攪拌 4 小時。放冷後過濾反應溶液，將濾液減壓濃縮。將反應混合物進行以乙酸乙酯為展開溶媒的矽膠層析法，再以 THF 及乙酸乙酯的混合溶媒為展開溶媒的矽膠層析法精製而得 2, 7-二溴-9, 9-雙[3, 4-雙[2-[2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基]乙氧基]苯基]蒽(FEGBr₂)(18g、收率 43.2%)。

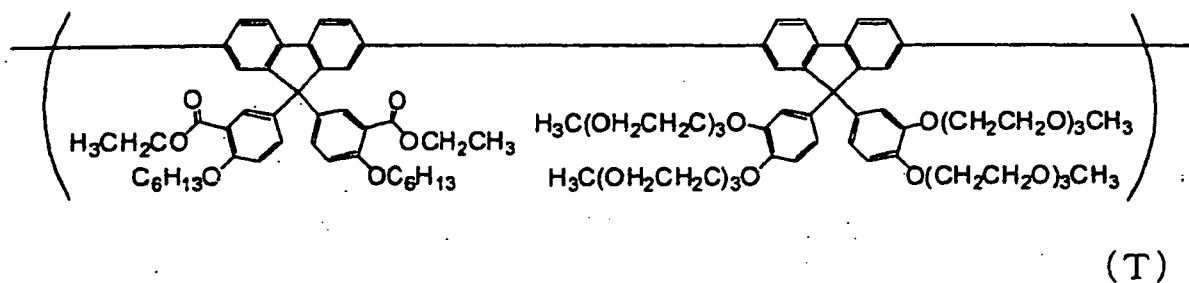


參考例 12

含乙二醇鏈的蒽共聚物(聚合物 G(BSAF-FEG))的合成

在惰性氣體環境下，混合 BSAFBr₂(0.80g)、BSAFBE(0.98g)、三苯基膦鉀(0.01g)、氯化甲基三辛基銨(Aldrich 公司製，商品名 Aliquat336™)(0.20g)、甲苯(10mL)，加熱到 105°C。在此溶液滴入 2M Na₂CO₃ 水溶液(5mL)，回流 10 小時。反應後，將此反應液冷卻到室溫，滴入於甲醇 120mL 中並攪拌 1 小時後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL 中。將此溶液滴入於甲醇 120mL、水 50mL 的混合溶媒中並攪拌 1 小時後，將析出的沉澱過濾並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL。將此溶液滴入於丙酮 120mL 中，攪拌 30 分鐘後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 20 小時。所得含乙二醇鏈的蒽共聚物(聚合物 G(BSAF-FEG))的收量為 920mg。

BSAF-FEG 的聚苯乙烯換算數平均分子量為 1.2×10^4 。聚合物 G(BSAF-FEG)係由可以式(T)表示的重複單元所成。

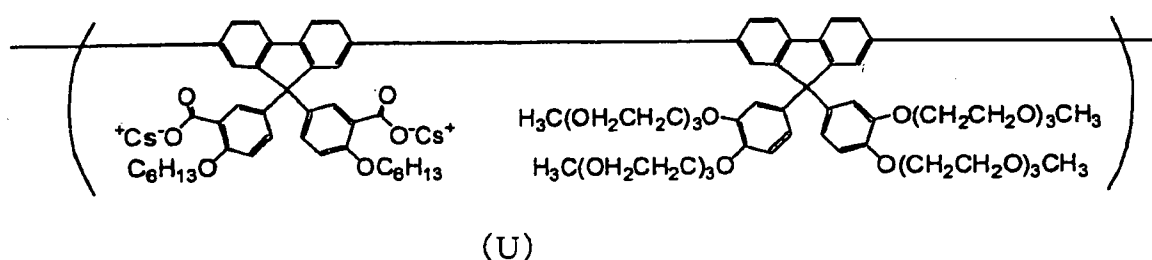


實施例 13

聚合物 G(BSAF-FEG)的鉀鹽(BSAFCs-FEG)的合成

將聚合物 G(BSAF-FEG)(200mg)加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(5mL)，將混合物升溫到 55°C。然後添加氫氧化鉀(200mg)溶於水(1mL)的水

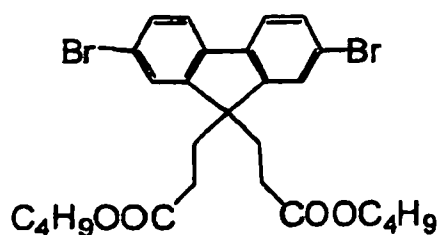
溶液，在 55℃ 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體(170mg)。以 NMR 譜確認聚合物 G(BSAFCs-FEG) 內的乙酯部位的乙基所產生的信號完全消失。所得聚合物 G (BSAFCs-FEG) 的銨鹽稱為共軛高分子化合物 13。共軛高分子化合物 13 是由式(U)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 13 的 HOMO 軌域能為 -5.52eV，LUMO 軌域能為 -2.91eV。



參考例 13

(2, 7-二溴)-9H-芴-9, 9-二丙酸二丁酯 (F2C00BuBr₂) 的合成

將 2, 7-二溴-9-芴(8.02g)及氯化苄基三乙基銨(0.56g)溶解於 30mL 的苯後，在氮氣環境下滴下 50% 氫氧化鈉水溶液 8mL，攪拌 15 分鐘。滴入正丁基丙烯酸酯(12.65g)，在室溫反應 5 小時。將反應液以乙酸乙酯 200mL 稀釋，以水 3 次、鹽水 1 次洗淨，將有機層以硫酸鎂乾燥。將溶液過濾，餾去溶媒後，進行以二氯化甲烷為展開溶媒的矽膠層析法精製，再由己烷再結晶而得(2, 7-二溴)-9H-芴-9, 9-二丙酸二丁酯(F2C00BuBr₂)(7.87g, 55%)。

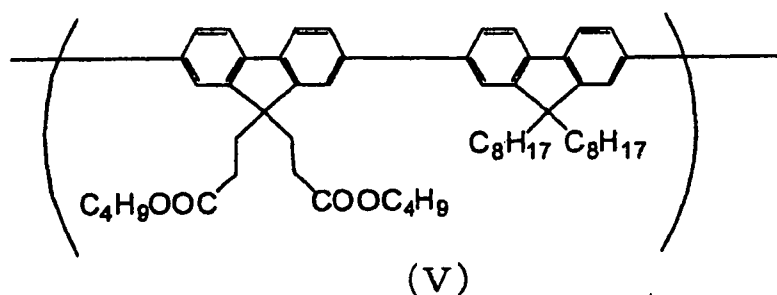
F2COOBuBr₂

參考例 14

含羧酸基的萸聚合物(聚合物 H(F8-F2COOBu)的合成

在惰性氣體環境下，混合 2,7-雙(1,3,2-二氧雜硼雜環戊-2-基)-9,9-二辛基萸(1.00g)、F2COOBuBr₂(1.09g)、三苯基磷鉍(0.01g)、氯化甲基三辛基銨(Aldrich 公司製，商品名 Aliquat336™)(0.20g)、甲苯(20mL)，加熱到 105℃。在此溶液滴入 2M Na₂CO₃ 水溶液(5mL)，回流 4 小時。反應後，將此反應液冷卻到室溫，滴入於甲醇 120mL 中並攪拌 1 小時後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL 中。將此溶液滴入於甲醇 120mL、水 50mL 的混合溶媒中並攪拌 1 小時後，將析出的沉澱過濾並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL。將此溶液滴入於丙酮 120mL 中，攪拌 30 分鐘後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 20 小時。所得含羧酸基的萸聚合物(聚合物 H(F8-F2COOBu)的收量為 300mg。

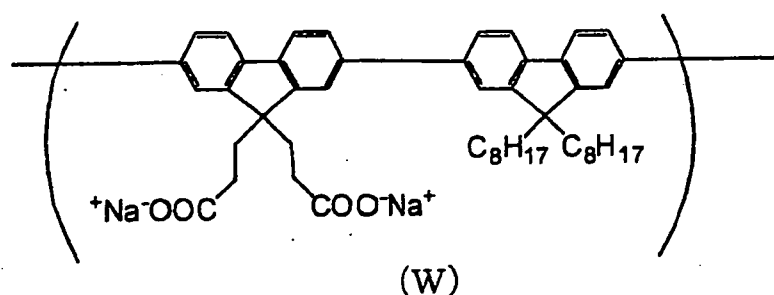
聚合物 H(F8-F2COOBu)的聚苯乙烯換算數平均分子量為 3.5×10^4 。聚合物 H(F8-F2COOBu)係由可以式(V)表示的重複單元所成。



實施例 14

含羧酸基的萸聚物鈉鹽(F8-F2COONa)的合成

將聚合物 H(F8-F2COOBu)(200mg) 加入於 100mL 燒瓶中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(5mL)，將混合物升溫到 55°C。再添加氫氧化鈉(120mg)溶於水(1mL)的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體(120mg)。以 NMR 譜確認聚合物 H(F8-F2COOBu) 內的丁酯部位的丁基所產生的信號完全消失。所得聚合物 H(F8-F2COOBu) 的鈉鹽稱為共軛高分子化合物 14。共軛高分子化合物 14 是由式(W)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 14 的 HOMO 軌域能為 -5.56eV，LUMO 軌域能為 -2.75eV。

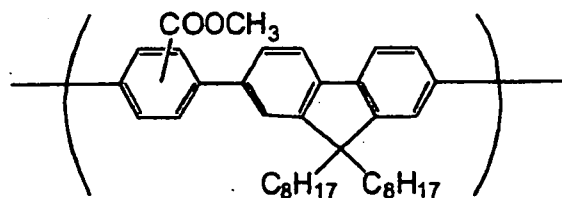


參考例 15

含羧酸基的萸聚合物(聚合物 I(F8-PhCOOMe))的合成

在惰性氣體環境下，混合 2,7-雙(1,3,2-二氧雜硼雜環戊-2-基)-9,9-二辛基芴(1.00g)、2,5-二溴苯甲酸甲酯(Aldrich 公司製)(0.52g)、三(二亞苄基丙酮)二鈹(0.01g)、氯化甲基三辛基銨(Aldrich 公司製，商品名 Aliquat336™)(0.20g)、甲苯(20mL)，加熱到 105℃。在此溶液滴入 2M Na₂CO₃ 水溶液(5mL)，回流 4 小時。反應後，將此反應液冷卻到室溫，滴入於甲醇 120mL 中並攪拌 1 小時後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL 中。將此溶液滴入於甲醇 120mL、水 50mL 的混合溶媒中並攪拌 1 小時後，將析出的沉澱過濾並減壓乾燥 2 小時，再溶解於四氫呋喃 20mL。將此溶液滴入於丙酮 120mL 中，攪拌 30 分鐘後，過濾析出的沉澱並減壓乾燥 20 小時。所得含羧酸基的苯聚合物(聚合物 I(F8-PhCOOMe))的收量為 300mg。

聚合物 I(F8-PhCOOMe)的聚苯乙烯換算數平均分子量為 3.5×10^4 。聚合物 I(F8-PhCOOMe)係由可以式(X)表示的重複單元所成。



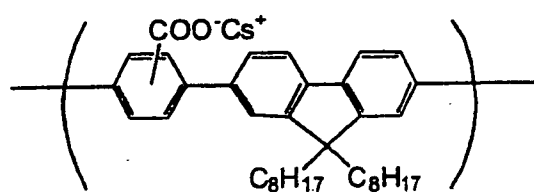
(X)

實施例 15

含羧酸基的苯聚合物鈹鹽(聚合物 I(F8-PhCOOCs))的合成

將聚合物 I(F8-PhCOOMe)(160mg)加入於 100mL 燒瓶

中，以氮氣置換。添加四氫呋喃(20mL)、乙醇(5mL)，將混合物升溫到 55°C。然後添加氫氧化鉯(120mg)溶於水(1mL)的水溶液，在 55°C 攪拌 3 小時。將混合物冷卻到室溫後，將反應溶媒減壓餾除。所生成固體以水洗淨，減壓乾燥而得淡黃色的固體(110mg)。以 NMR 譜確認聚合物 I(F8-PhCOOMe)內的甲酯部位的甲基所產生的信號完全消失。所得 I(F8-PhCOOMe)的鉯鹽稱為共軛高分子化合物 15。共軛高分子化合物 15 是由式(Y)表示的重複單元所成。共軛高分子化合物 15 的 HOMO 軌域能為 -5.72eV，LUMO 軌域能為 -2.93eV。

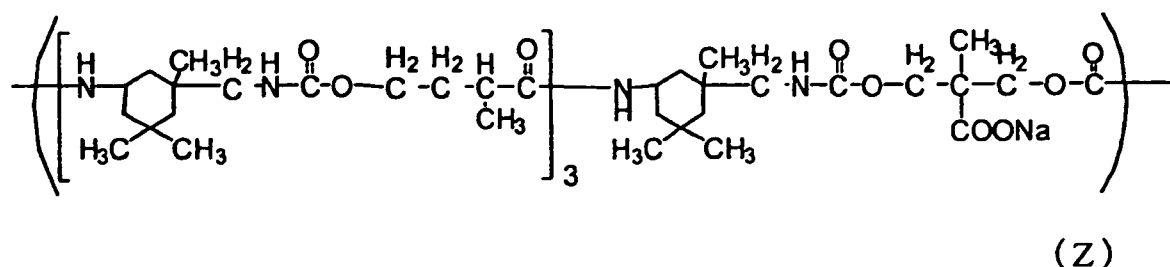


(Y)

參考例 16

聚胺基甲酸酯鈉鹽(非共軛離子-Na)的合成

將 1,3-丁二醇(1.0g)、二丁基二月桂酸錫(7.5mg)、二羥甲基丙酸(0.5g)加至 100mL 燒瓶中，添加 DMF(50mL)，在 90°C 攪拌 30 分鐘。加異佛爾酮二異氰酸酯(3.3g)，在 90°C 加熱 3 小時。將溫度降到 60°C，加入 1M 氫氧化鈉水溶液而中和。在 60°C 再攪拌 1 小時後，餾去溶媒而得白色固體(2.0g)。所得聚胺基甲酸酯鈉鹽稱為非共軛高分子化合物 1。非共軛高分子化合物 1 係由可以式(Z)表示的重複單元所成。



實施例 16-1

< 電場發光元件 >

在以玻璃基板上有 ITO 成膜圖案做為陽極的 ITO 陽極上，塗佈電洞注入材料溶液，以旋轉塗佈法成膜為膜厚 60nm 的電洞注入層。

將經成膜的玻璃基板在空氣中在 200℃ 加熱 10 分鐘，使電洞注入層不溶化，將基板自然冷卻到室溫，獲得電洞注入層。

電洞注入材料溶液，是使用 Starkvitech 公司(股)製 DEPOT : PSS 溶液(聚(3,4-伸乙二氧基噻吩)·聚苯乙烯磺酸，「製品名：Baytron」)。

其次，將電洞輸送性高分子材料與二甲苯混合，獲得電洞輸送性高分子材料為 0.7 重量%的電洞輸送層形成用組成物。電洞輸送高分子材料是使用由以下的方法合成者。

裝有回流冷卻管及高效攪拌機的 1L 三口圓底燒瓶中，添加 2,7-雙(1,3,2-二氧雜硼雜環戊基)-9,9-二(1-辛基)蒽(3.863g, 7.283mmol)、N,N-二(p-溴苯基)-N-(4-(丁烷-2-基)苯基)胺(3.177g, 6.919mmol)及二(4-溴苯基)苯并環丁烷胺(156.3mg, 0.364mmol)。繼而添加氯化甲基三辛基銨(Aldrich 公司製，商品名 Aliquat336™)(2.29g)，

繼之添加甲苯 50mL。添加 $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$ 觸媒 (4.9mg) 後，將混合物在 105°C 的油浴中攪拌 15 分鐘。添加碳酸鈉水溶液 (2.0M, 14mL)，將反應物在 105°C 的油浴中攪拌 16.5 小時。繼而添加苯基硼酸 (0.5g)，攪拌反應物 7 小時。除去水層，將有機層以水 50mL 洗淨。將有機層回送至反應燒瓶中，添加二乙基二硫代胺基甲酸鈉 0.75g 及水 50mL。將反應物在 85°C 的油浴中攪拌 16 小時。除去水層，將有機層以 100mL 的水洗淨 3 次，繼而通過矽膠與鹼性氧化鋁的管柱。繼而重複將含有聚合物的甲苯溶液在甲醇中沉澱的操作 2 次，將聚合物在 60°C 真空乾燥，獲得電洞輸送性高分子 4.2g。電洞輸送性高分子材料的聚苯乙烯換算重量平均分子量為 124,000，分散度 (M_w/M_n) 為 2.8。

在上面所得的已形成電洞注入層的基板的電洞注入層上，以旋轉塗佈法塗佈電洞輸送層形成用組成物，獲得膜厚 20nm 的塗膜。

將設有這個塗膜的基板在惰性氣體 (氮氣) 環境下在 190°C 加熱 20 分鐘，使塗膜不溶化後，自然冷卻到室溫，獲得電洞輸送層。

其次，將發光高分子材料 (Sumation 公司 (股) 製「BP361」) 與二甲苯混合，獲得發光高分子材料為 1.4 重量% 的發光層形成用組成物。

在上述所得的已形成電洞輸送層的基板的電洞輸送層上，以旋轉塗佈法塗佈發光層形成用組成物，獲得膜厚 80nm 的塗膜。

將設有此塗膜的基板在惰性氣體(氮氣)環境下，在 130℃ 加熱 20 分鐘，蒸發溶媒後，自然放冷到室溫，獲得發光層。

將甲醇與四氫呋喃以體積比 9:1 混合的溶媒(溶解度參數 12.5)與共軛高分子化合物 1 混合，獲得共軛高分子化合物 1 為 0.2 重量%的組成物。

在上述所得的已形成發光層的基板的發光層上，將前述組成物以旋轉塗佈法塗佈，獲得膜厚 10nm 的塗膜。

將設有此塗膜的基板在惰性氣體(氮氣)環境下，在 100℃ 加熱 10 分鐘，蒸發溶媒後，自然放冷到室溫，獲得含有共軛高分子物 2 的層。

將上述所得的已形成含有共軛高分子化合物 1 的層的基板插入於真空裝置內，以真空蒸鍍法使 Al 成膜 80nm，形成陰極，製造積層構造體 1。

將上述所得的已形成陰極的基板由真空裝置取出，在惰性氣體(氮氣)環境下以密封玻璃與 2 液混合型環氧樹脂密封，做為電場發光元件 1。

實施例 16-2

除了以共軛高分子化合物 2 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 2。

實施例 17

除了以共軛高分子化合物 3 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 3。

實施例 18

除了以共軛高分子化合物 4 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 4。

實施例 19

除了以共軛高分子化合物 5 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 5。

實施例 20

除形成含共軛高分子化合物的層以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 6。含共軛高分子層的形成，是將甲醇與四氫呋喃以體積比 1:1 混合的溶媒(溶解度參數 11.0)與共軛高分子化合物 6 混合，獲得共軛高分子化合物 6 為 0.2 重量%的組成物，在已形成發光層的基板的發光層上，將該組成物以旋轉塗佈法塗佈而形成膜厚 10nm 的層。

實施例 21

除了以共軛高分子化合物 7 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 7。

實施例 22

除了以共軛高分子化合物 8 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 8。

實施例 23

除了以共軛高分子化合物 9 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 9。

實施例 24

除了以共軛高分子化合物 10 取代共軛高分子化合物 1

以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 10。

實施例 25

除了以共軛高分子化合物 11 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 11。

實施例 26

除了以共軛高分子化合物 12 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 12。

實施例 27

除了以共軛高分子化合物 13 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 13。

實施例 28

除了以共軛高分子化合物 14 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 14。

實施例 29

除了以共軛高分子化合物 15 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 15 同樣操作，而得電場發光元件 15。

比較例 1

除了未形成含共軛高分子化合物的層以外，與實施例 7 同樣操作，而得電場發光元件 16。

比較例 2

除了使用非共軛高分子化合物 1 取代共軛高分子化合物 1 以外，與實施例 7 同樣操作，而得電場發光元件 17。

對上述所得電場發光元件 1 至 17，施加 10V 的順方向電壓，而測定發光亮度及發光效率。測定結果示於表 1。

表 1

	含共軛高分子化合物層中的 共軛高分子化合物	亮度(cd/m ²)	效率(cd/A)
實施例 16-1 (電場發光元件 1)	共軛高分子化合物 1	729	1.3
實施例 16-2 (電場發光元件 2)	共軛高分子化合物 2	290	4.8
實施例 17 (電場發光元件 3)	共軛高分子化合物 3	1315	4.2
實施例 18 (電場發光元件 4)	共軛高分子化合物 4	361	4.7
實施例 19 (電場發光元件 5)	共軛高分子化合物 5	807	5.3
實施例 20 (電場發光元件 6)	共軛高分子化合物 6	300	2.9
實施例 21 (電場發光元件 7)	共軛高分子化合物 7	8316	5.1
實施例 22 (電場發光元件 8)	共軛高分子化合物 8	282	2.7
實施例 23 (電場發光元件 9)	共軛高分子化合物 9	1373	2.2
實施例 24 (電場發光元件 10)	共軛高分子化合物 10	4208	4.5
實施例 25 (電場發光元件 11)	共軛高分子化合物 11	195	0.6
實施例 26 (電場發光元件 12)	共軛高分子化合物 12	7862	4.0
實施例 27 (電場發光元件 13)	共軛高分子化合物 13	16736	5.8
實施例 28 (電場發光元件 14)	共軛高分子化合物 14	124	1.8
實施例 29 (電場發光元件 15)	共軛高分子化合物 15	301	1.1
比較例 1 (電場發光元件 16)	無	0.8	0.1
比較例 2 (電場發光元件 17)	非共軛高分子化合物 1	10	1.5

由表 1 可知，含有本發明的積層構造體的電場發光元件比未含積層構造體的電場發光元件，其發光亮度顯著地優良。

產業上利用可能性

使用本發明的積層構造體，即可製造亮度高的電場發光元件，所以本發明在工業上極為有用。

【圖式簡單說明】

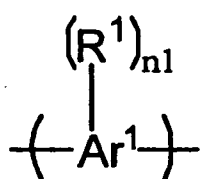
無。

● 【主要元件符號說明】

無。

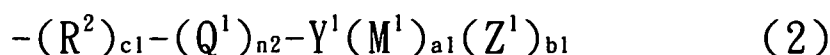
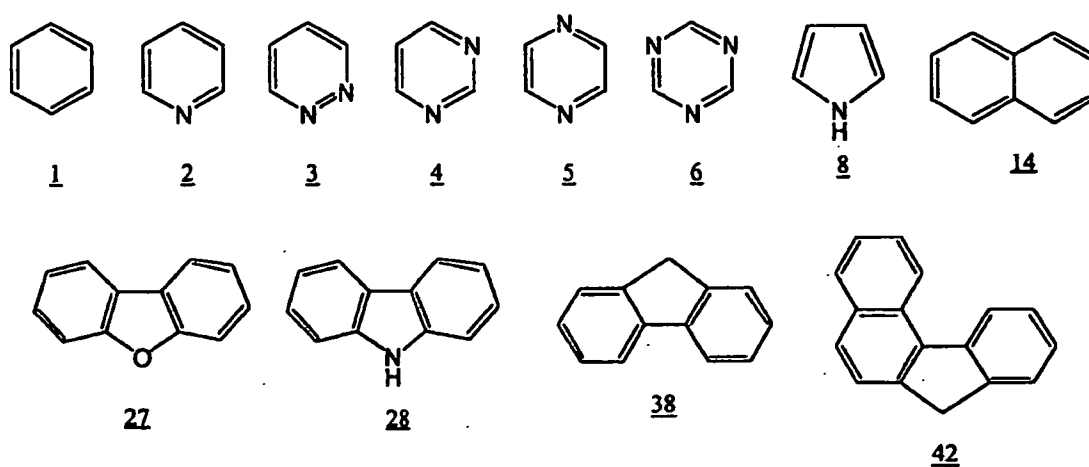
七、申請專利範圍：

1. 一種積層構造體，係具有第 1 電極與第 2 電極，在該第 1 電極與該第 2 電極之間有發光層或電荷分離層，而該發光層或電荷分離層與該第 1 電極之間具有含共軛高分子化合物的層，該共軛高分子化合物具有由式(1)表示的重複單元、及式(3)表示的重複單元所成群組中選出的 1 種以上的重複單元：



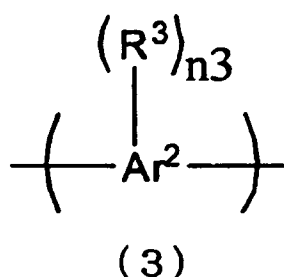
(1)

(式中， Ar^1 表示由式 1 至 6、式 8、式 14、式 27、式 28、式 38 或式 42 表示的環除去 $(2+n1)$ 個氫原子的基， R^1 表示含有式(2)表示的基的取代基，該 Ar^1 亦可具有 R^1 以外的取代基， $n1$ 表示 1 以上的整數， R^1 為複數個時，該等可相同或不同)

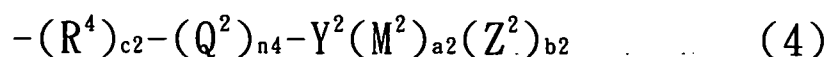


(式中， R^2 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^1

表示可具有取代基的 2 價有機基， Y^1 表示碳陽離子、銨陽離子、膾陽離子或磺陽離子， M^1 表示 OH^- 、 $R^aSO_3^-$ 、 R^aCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、或 $H_2PO_4^-$ ， Z^1 表示金屬離子或可具有取代基的銨離子， $c1$ 表示 0 或 1， $n2$ 表示 0 以上的整數，但 $c1$ 為 0 時， $n2$ 為 0， $a1$ 表示 1 以上的整數， $b1$ 表示 0 以上的整數， $a1$ 及 $b1$ 係以使式(2)表示的取代基的電荷成為 0 之方式選擇， R^a 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基， Q^1 為複數個時，該等可相同或不同， M^1 為複數個時，該等可相同或不同， Z^1 為複數個時，該等可相同或不同)；



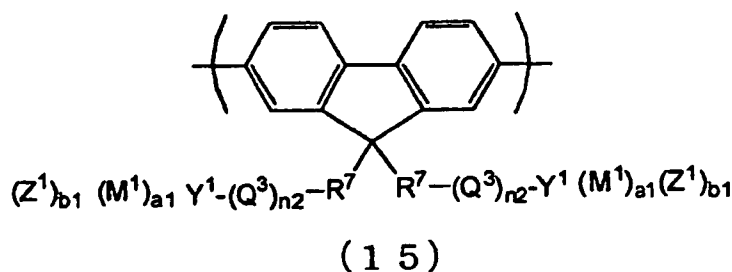
(式中， Ar^2 表示由式 1 至 6、式 8、式 14、式 27、式 28、式 38 或式 42 表示的環除去 $(2+n3)$ 個氫原子的基， R^3 表示含有式(4)表示的基的取代基，該 Ar^2 亦可具有 R^3 以外的取代基， $n3$ 表示 1 以上的整數， R^3 為複數個時，該等可相同或不同)；



(式中， R^4 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^2 表示可具有取代基的 2 價有機基， Y^2 表示 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、

$-\text{SO}_2^-$ 或 $-\text{PO}_3^{2-}$ ， M^2 表示銨陽離子， Z^2 表示 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 R^bSO_3^- 、 R^bCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， c_2 表示 0 或 1， n_4 表示 0 以上的整數，但 Y^2 為 SO_3^- 時， n_4 為 0， a_2 表示 1 以上的整數， b_2 表示 0 以上的整數， a_2 及 b_2 係以使式(4)表示的取代基的電荷成為 0 之方式選擇， R^b 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基， Q^2 為複數個時，該等可相同或不同， M^2 為複數個時，該等可相同或不同， Z^2 為複數個時，該等可相同或不同)。

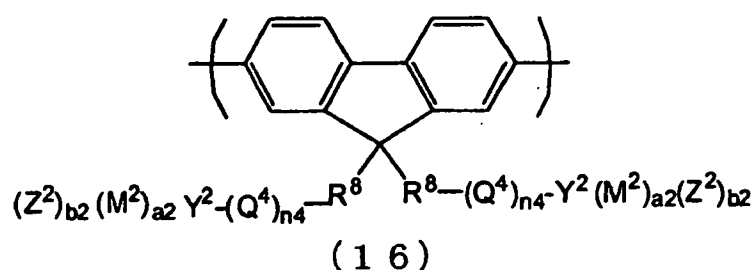
2. 如申請專利範圍第 1 項之積層構造體，其中， Ar^1 表示由式 1、式 38 或式 42 表示的環除去 $(2+n_1)$ 個氫原子的基。
3. 如申請專利範圍第 1 項之積層構造體，其中， Ar^2 表示由式 1、式 38 或式 42 表示的環除去 $(2+n_3)$ 個氫原子的基。
4. 如申請專利範圍第 2 項之積層構造體，其中，式(1)表示的重複單元為式(15)表示的重複單元：



(式中， R^7 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^3 表示可具有取代基的伸烷基或可具有取代基的氧伸烷

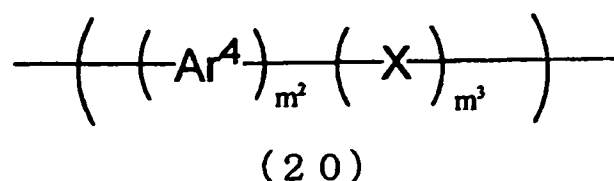
基， $n2$ 、 Y^1 、 M^1 、 Z^1 、 $a1$ 及 $b1$ 表示與前述相同的意義，複數個的 $n2$ 、 R^7 、 Y^1 、 M^1 、 $a1$ 及 $b1$ 可為相同或不同， Z^1 為複數個時，該等可相同或不同， Q^3 為複數個時，該等可相同或不同）。

5. 如申請專利範圍第 3 項之積層構造體，其中，式(3)表示的重複單元為式(16)表示的重複單元：



(式中， R^8 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^4 表示可具有取代基的伸烷基或可具有取代基的氧伸烷基， $n4$ 、 Y^2 、 M^2 、 Z^2 、 $a2$ 及 $b2$ 表示與前述相同的意義，複數個的 $n4$ 、 R^8 、 Y^2 、 M^2 、 $a2$ 及 $b2$ 可為相同或不同， Z^2 為複數個時，該等可相同或不同， Q^4 為複數個時，該等可相同或不同)。

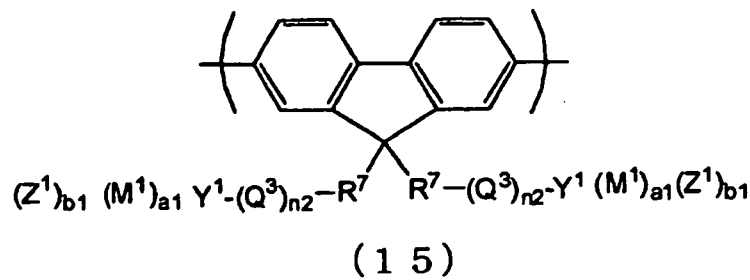
6. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之積層構造體，其中，共軛高分子化合物為復含有式(20)表示的重複單元的共軛高分子化合物：



(式中， Ar^4 表示可具有取代基的 2 價芳香族基或可具有取代基的 2 價芳香族胺殘基， X 表示可具有取代基

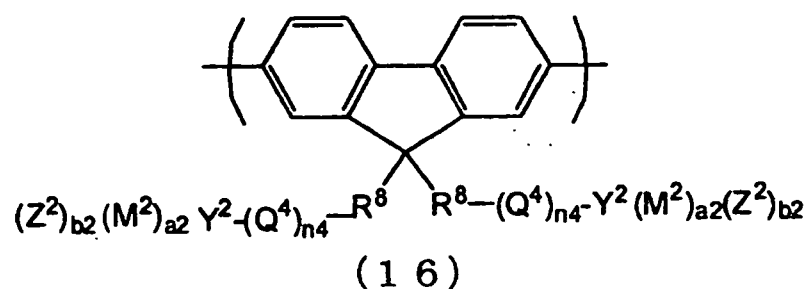
- 的亞胺基、可具有取代基的亞矽烷基(silylene)、可具有取代基的伸乙烯基或伸乙炔基， m^2 及 m^3 分別獨立地表示 0 或 1， m^2 及 m^3 的至少 1 者為 1)。
7. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之積層構造體，其中，以該共軛高分子化合物所具有的全部重複單元數目的合計為 100 莫耳時，共軛高分子化合物中以式(1)表示的重複單元及以式(3)表示的重複單元數目的合計為 15 至 100 莫耳。
 8. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之積層構造體，其中，共軛高分子化合物的數平均分子量為 5×10^3 以上 5×10^6 以下。
 9. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之積層構造體，其中，共軛高分子化合物的最低未佔有分子軌域(LUMO)的軌域能為 -5.0eV 以上 -2.0eV 以下。
 10. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之積層構造體，其中，共軛高分子化合物的最高佔有分子軌域(HOMO)的軌域能為 -6.0eV 以上 -3.0eV 以下。
 11. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之積層構造體，其中，第 1 電極為陰極。
 12. 一種電場發光元件，係含有申請專利範圍第 1 項至第 11 項中任一項之積層構造體。
 13. 一種光電變換元件，係含有申請專利範圍第 1 項至第 11 項中任一項之積層構造體。
 14. 一種共軛高分子化合物，係含有式(15)表示的重複單

元：



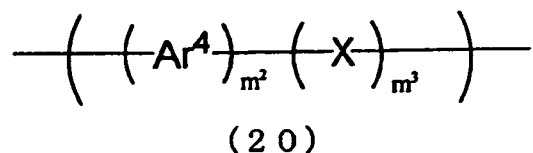
(式中， R^7 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^3 表示可具有取代基的伸烷基或可具有取代基的氧伸烷基， Y^1 表示碳陽離子、銨陽離子、膦鹽陽離子或磺鹽陽離子， M^1 表示 OH^- 、 $R^aSO_3^-$ 、 R^aCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 或 $H_2PO_4^-$ ， Z^1 表示金屬離子或可具有取代基的銨離子， $n2$ 表示 0 以上的整數， $a1$ 表示 1 以上的整數， $b1$ 表示 0 以上的整數， $a1$ 及 $b1$ 係以使式(15)表示的重複單元的電荷成為 0 之方式選擇， R^a 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基，複數個的 R^7 、 Y^1 、 M^1 、 $a1$ 、 $b1$ 、 $n2$ ，可相同或不同， Z^1 為複數個時，該等可相同或不同， Q^3 為複數個時，該等可相同或不同)。

15. 一種共軛高分子化合物，係含有式(16)表示的重複單元：



(式中， R^8 表示可具有取代基的 2 價芳香族基， Q^4 表示可具有取代基的伸烷基或可具有取代基的氧伸烷基， Y^2 表示 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 $-SO_2^-$ 、或 $-PO_3^{2-}$ ， M^2 表示銨陽離子， Z^2 表示 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^bSO_3^-$ 、 R^bCOO^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- 或 PF_6^- ， n_4 表示 0 以上的整數，但 Y^2 為 SO_3^- 時， n_4 為 0， a_2 表示 1 以上的整數， b_2 表示 0 以上的整數， a_2 及 b_2 係以使式(16)表示的重複單元的電荷成為 0 之方式選擇， R^b 表示可具有取代基的碳數 1 至 30 的烷基或可具有取代基的碳數 6 至 50 的芳基，複數個的 R^8 、 Y^2 、 M^2 、 a_2 、 b_2 、 n_4 可相同或不同， Z^2 為複數個時，該等可相同或不同， Q^4 為複數個時，該等可相同或不同)。

16. 如申請專利範圍第 14 或 15 項中任一項之共軛高分子化合物，其復含有式(20)表示的重複單元：



(式中， Ar^4 表示可具有取代基的 2 價芳香族基或可具有取代基的 2 價芳香族胺殘基， X 表示可具有取代基的亞胺基、可具有取代基的亞矽烷基、可具有取代基的伸乙烯基或伸乙炔基， m^2 及 m^3 分別獨立表示 0 或 1， m^2 及 m^3 的至少 1 者為 1)。

17. 如申請專利範圍第 16 項之共軛高分子化合物，其中，以該共軛高分子化合物所具有的全部重複單元數目的

合計為 100 莫耳時，共軛高分子化合物中的式(15)表示的重複單元數目的合計為 15 至 100 莫耳。

18. 如申請專利範圍第 16 項之共軛高分子化合物，其中，以該共軛高分子化合物所具有的全部重複單元數目的合計為 100 莫耳時，共軛高分子化合物中的式(16)表示的重複單元數目的合計為 15 至 100 莫耳。
19. 如申請專利範圍第 14 或 15 項之共軛高分子化合物，其數平均分子量為 5×10^3 以上 1×10^8 以下。
20. 如申請專利範圍第 14 或 15 項之共軛高分子化合物，其最低未佔有分子軌域(LUMO)的軌域能為 -5.0eV 以上 -2.0eV 以下。
21. 如申請專利範圍第 14 或 15 項之共軛高分子化合物，其最高佔有分子軌域(HOMO)的軌域能為 -6.0eV 以上 -3.0eV 以下。