202440592

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202440592 A

(43)公開日： 中華民國 113 (2024) 年 10 月 16 日

(21)申請案號：113107919 (22)申請日： 中華民國 113 (2024) 年 03 月 05 日

(51)Int. Cl.： *C07D495/14 (2006.01)* *C07D495/22 (2006.01)*
C07F7/10 (2006.01) *H01L27/146 (2006.01)*
H10K30/00 (2023.01) *H10K30/20 (2023.01)*
H10K30/30 (2023.01) *H10K30/60 (2023.01)*
H10K30/81 (2023.01) *H10K39/00 (2023.01)*
H10K39/32 (2023.01) *H10K85/60 (2023.01)*

(30)優先權：2023/03/06 日本 2023-033825

(71)申請人：日商富士軟片股份有限公司 (日本) FUJIFILM CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：金子和平 KANEKO, KAZUHEI (JP) ；杉浦寬記 SUGIURA, HIROKI (JP) ；米久田康智 YONEKUTA, YASUNORI (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

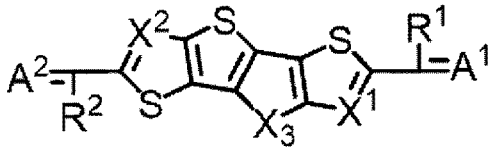
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：2 共 108 頁

(54)名稱

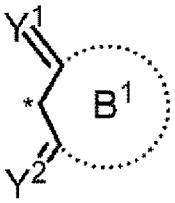
光電轉換元件、攝像元件、光感測器、攝像元件之製造方法及化合物

(57)摘要

本發明的課題為提供一種在照射到紅綠光時的量子效率優異的光電轉換元件及與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。本發明的光電轉換元件依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中，上述光電轉換膜包含由式（1）表示之化合物。

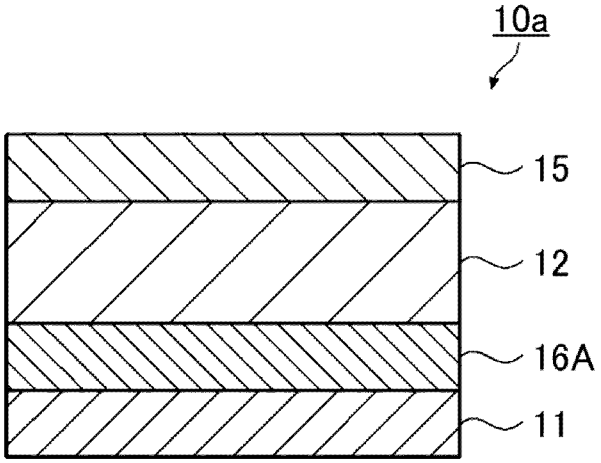


(1)



(A-1)

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

10a:光電轉換元件

11:導電性膜(下部電極)

12:光電轉換膜

15:透明導電性膜(上部電極)

16A:電子阻擋膜

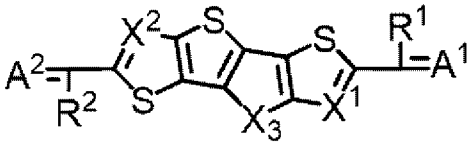
【發明摘要】

【中文發明名稱】光電轉換元件、攝像元件、光感測器、攝像元件之製造方法及化合物

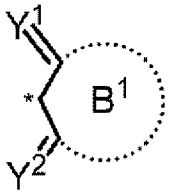
【英文發明名稱】PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT, IMAGING ELEMENT, OPTICAL SENSOR, METHOD FOR MANUFACTURING IMAGING ELEMENT, AND COMPOUND

【中文】

本發明的課題為提供一種在照射到紅綠光時的量子效率優異的光電轉換元件及與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。本發明的光電轉換元件依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中，上述光電轉換膜包含由式（1）表示之化合物。



(1)



(A-1)

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

10a:光電轉換元件

11:導電性膜（下部電極）

12:光電轉換膜

15:透明導電性膜（上部電極）

16A:電子阻擋膜

【發明說明書】

【中文發明名稱】光電轉換元件、攝像元件、光感測器、攝像元件之製造方法及化合物

【英文發明名稱】PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT, IMAGING ELEMENT, OPTICAL SENSOR, METHOD FOR MANUFACTURING IMAGING ELEMENT, AND COMPOUND

【技術領域】

【0001】 本發明係有關一種光電轉換元件、攝像元件、光感測器、攝像元件之製造方法及化合物。

【先前技術】

【0002】 近年來，正在開發一種具有光電轉換膜之元件（例如，攝像元件）。

例如，專利文獻 1 中，作為用於光活性有機電子零件之材料，公開了特定結構的化合物。

【0003】 [專利文獻 1]美國專利申請公開第 2022/0135587 號

【0004】 近年來，隨著對攝像元件及光感測器等的性能提高的需求，需要進一步提高該等所使用的光電轉換元件所要求的各種特性。

例如，要求光電轉換元件在照射到紅綠光時的量子效率高。再者，上述紅綠光係指波長 500～700nm 的範圍內的光。

本發明人對專利文獻 1 中揭示之使用了化合物之光電轉換元件進行研

究之結果，發現了照射到紅綠光時的量子效率存在改善的餘地。

【發明內容】

【0005】 因此，本發明的課題在於提供一種在照射到紅綠光時的量子效率優異的光電轉換元件。

又，本發明的課題亦在於提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器、攝像元件之製造方法及化合物。

【0006】 本發明人為了解決上述課題而進行深入研究之結果，發現了藉由以下構成能夠解決課題。

【0007】 〔1〕一種光電轉換元件，其依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中

上述光電轉換膜包含由後述式（1）表示之化合物。

〔2〕如〔1〕所述之光電轉換元件，其中

X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-。

R^{c1} 及 R^{c2} 可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。上述可具有取代基的環具有複數個上述取代基時，上述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。

〔3〕如〔1〕或〔2〕所述之光電轉換元件，其中

由後述式（A-1）表示之基為由後述式（A-2）表示之基。

〔4〕如〔3〕所述之光電轉換元件，其中

在後述式（A-2）中，R^{N2} 及 R^{N3} 為互不相同的基。

〔5〕如〔1〕至〔4〕之任一項所述之光電轉換元件，其中

X^1 及 X^2 分別獨立地表示-CR^{a1}=。

〔6〕如〔1〕至〔5〕之任一項所述之光電轉換元件，其滿足後述必要條件 1～4 中的任一個。

〔7〕如〔6〕所述之光電轉換元件，其滿足後述必要條件 5～7 及後述必要條件 4 中的任一個。

〔8〕如〔1〕至〔7〕之任一項所述之光電轉換元件，其中

X^1 及 X^2 中的至少一者表示-CR^{a2}=。

R^{a2} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的醯基、可具有取代基的脂肪族雜環基、氰基、硝基、胺基或-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）。R^{Si1}、R^{Si2} 及 R^{Si3} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基。

〔9〕如〔1〕至〔8〕之任一項所述之光電轉換元件，其中

上述光電轉換膜進一步包含 n 型有機半導體，

上述光電轉換膜具有在混合了由上述式（1）表示之化合物與上述 n 型有機半導體之狀態下形成的本體異質結構。

〔10〕如〔9〕所述之光電轉換元件，其中，上述 n 型有機半導體包含選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類。

〔11〕如〔1〕至〔10〕之任一項所述之光電轉換元件，其中

上述光電轉換膜進一步包含 p 型有機半導體。

〔12〕如〔1〕至〔11〕之任一項所述之光電轉換元件，其中

上述光電轉換膜進一步包含色素。

〔13〕如〔1〕至〔12〕之任一項所述之光電轉換元件，其中

在上述導電性膜與上述透明導電性膜之間，除了上述光電轉換膜以外還具有1種以上的中間層。

〔14〕一種攝像元件，其具有〔1〕至〔13〕之任一項所述之光電轉換元件。

〔15〕一種光感測器，其具有〔1〕至〔13〕之任一項所述之光電轉換元件。

〔16〕一種攝像元件的製造方法，其包括製造〔1〕至〔13〕之任一項所述之光電轉換元件之步驟。

〔17〕一種化合物，其由後述式（1）表示。

〔18〕如〔17〕所述之化合物，其中

X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-。

R^{c1} 及 R^{c2} 可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。上述可具有取代基的環具有複數個上述取代基時，上述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。

〔19〕如〔17〕或〔18〕所述之化合物，其中

由後述式（A-1）表示之基為由後述式（A-2）表示之基。

〔20〕如〔19〕所述之化合物，其中

在後述式（A-2）中，R^{N2} 及 R^{N3} 為互不相同的基。

〔21〕如〔17〕至〔20〕之任一項所述之化合物，其中 X^1 及 X^2 分別獨立地表示-CR^{a1}=。

〔22〕如〔17〕至〔21〕之任一項所述之化合物，其滿足後述必要條件

1～4 中的任一個必要條件。

〔23〕如〔22〕所述之化合物，其滿足後述必要條件 5～7 及上述必要條件 4 中的任一個。

〔24〕如〔17〕至〔23〕之任一項所述之化合物，其中

X^1 及 X^2 中的至少一者表示-CR^{a2}=。

R^{a2} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的醯基、可具有取代基的脂肪族雜環基、氰基、硝基、胺基或-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）。R^{Si1}、R^{Si2} 及 R^{Si3} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基。

[發明效果]

【0008】 根據本發明，能夠提供一種照射到紅綠光時的量子效率優異的光電轉換元件。

又，根據本發明，能夠提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器、攝像元件之製造方法及化合物。

【圖式簡單說明】

【0009】 圖 1 係表示光電轉換元件的一結構例之剖面示意圖。

圖 2 係表示光電轉換元件的一結構例之剖面示意圖。

【實施方式】

【0010】 以下，對本發明進行詳細敘述。

有時根據本發明的代表性實施態樣，對以下記載之構成元素進行說明，但本發明並不限於此類實施態樣。

【0011】 在本說明書中，用“～”表示之數值範圍係指將記載於“～”前後的數值作為下限值及上限值包括之範圍。

【0012】 在本說明書中，氫原子可以為氘原子（通常的氫原子）及氚原子（例如，雙氫原子等）中的任一個。

在本說明書中，在由特定符號表示之取代基及連接基等（以下，亦稱為“取代基等”。）存在複數個時或在同時規定複數個取代基等時，係指各取代基等可以彼此相同或互不相同。這一點對於取代基等的數量的規定亦相同。

【0013】 在本說明書中，只要沒有特別說明，則“取代基”可舉出以下取代基 W 中例示之基。

【0014】 （取代基 W）

對本說明書中之取代基 W 進行記載。

關於取代基 W，例如，可舉出鹵素原子（例如，氟原子、氯原子、溴原子及碘原子等）、烷基（包括環烷基、雙環烷基及三環烷基）、烯基（包括環烯基及雙環烯基）、炔基、芳基、雜環基、氰基、硝基、烷氧基、芳氧基、矽基、矽氧基、雜環氧基、醯氧基、胺甲醯氧基、烷氧基羰基氧基、芳氧基羰基氧基、二級或三級胺基（包括苯胺基）、烷硫基、芳硫基、雜環硫基、烷基或芳基亞磺醯基、烷基或芳基磺醯基、醯基、芳氧基羰基、烷氧基羰基、芳基或雜環偶氮基、醯亞胺基、膦基、氧膦基、氧膦基氧基、氧膦基胺基、膦醯基、羧基、磷酸基、磺酸基、羥基、硫醇基、醯基胺基、胺甲醯基、脲基、硼酸基及一級胺基。又，上述各基在可能的情況下，可以進一步具有取

代基（例如，上述各基中的 1 個以上的基）。例如，亦包含可具有取代基的烷基作為取代基 W 的一形態。

又，取代基 W 具有碳原子時，取代基 W 所具有的碳數例如為 1～20。

取代基 W 所具有的除了氫原子以外的原子數例如為 1～30。

再者，後述特定化合物不具有羧基、羧基的鹽、磷酸基的鹽、磺酸基、磺酸基的鹽、羥基、硫醇基、醯基胺基、胺甲醯基、脲基、硼酸基（-B（OH）$_2$）及/或一級胺基作為取代基亦較佳。

【0015】 在本說明書中，作為鹵素原子，例如，可舉出氟原子、氯原子、溴原子及碘原子。

【0016】 在本說明書中，脂肪族烴基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。

作為上述脂肪族烴基，例如，可舉出烷基、烯基及炔基。

又，在本說明書中，只要沒有特別說明，則烷基的碳數為 1～20 為較佳，1～10 為更佳，1～6 為進一步較佳。

烷基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。

作為烷基，例如，可舉出甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、三級丁基、正己基及環戊基。

又，烷基可以為環烷基、雙環烷基及三環烷基，亦可以具有該等環狀結構作為部分結構。

在可具有取代基的烷基中，作為烷基可具有的取代基，例如，可舉出取代基 W 中例示之基。其中，芳基（較佳為碳數 6～18，更佳為碳數 6）、雜芳基（較佳為碳數 5～18，更佳為碳數 5～6）或鹵素原子（較佳為氟原子或

氯原子）為較佳。

【0017】 在本說明書中，只要沒有特別說明，則烷氧基中之烷基部分為上述烷基為較佳。烷硫基中之烷基部分為上述烷基為較佳。

在可具有取代基的烷氧基中，烷氧基可具有的取代基可舉出與可具有取代基的烷基中的取代基相同的例子。

在可具有取代基的烷硫基中，烷硫基可具有的取代基可舉出與可具有取代基的烷基中的取代基相同的例子。

【0018】 在本說明書中，只要沒有特別說明，則烯基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。上述烯基的碳數為 2～20 為較佳。在可具有取代基的烯基中，烯基可具有的取代基可舉出與可具有取代基的烷基中的取代基相同的例子。

在本說明書中，只要沒有特別說明，則炔基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。上述炔基的碳數為 2～20 為較佳。在可具有取代基的炔基中，炔基可具有的取代基可舉出與可具有取代基的烷基中的取代基相同的例子。

【0019】 在本說明書中，只要沒有特別說明，則芳香環或構成芳香環基之芳香環可以為單環及多環（例如，2～6 環等）中的任一種。單環的芳香環為僅具有 1 環的芳香環結構作為環結構之芳香環。多環（例如，2～6 環等）的芳香環為作為環結構的複數個（例如，2～6 等）芳香環結構縮環而成之芳香環。

上述芳香環的環員數為 5～15 為較佳。

上述芳香環可以為芳香族烴環及芳香族雜環中的任一種。

上述芳香環為芳香族雜環時，作為環員原子具有的雜原子數例如為 1～10。作為上述雜原子，例如，可舉出氮原子、硫原子、氧原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子。

作為上述芳香族烴環，例如，可舉出苯環、萘環、蒽環、苊環、菲環及芴環。

作為上述芳香族雜環，例如，可舉出吡啶環、嘧啶環、嗒哄環、吡哄環、三哄環（例如，1,2,3-三哄環、1,2,4-三哄環及 1,3,5-三哄環等）、四哄環（例如，1,2,4,5-四哄環等）、喹噚啉環、吡咯環、呋喃環、噻吩環、咪唑環、噚唑環、噻唑環、苯并吡咯環、苯并呋喃環、苯并噻吩環、苯并咪唑環、苯并噚唑環、苯并噻唑環、萘并吡咯環、萘并呋喃環、萘并噻吩環、萘并咪唑環、萘并噚唑環、吡咯并咪唑環（例如，5H-吡咯并[1,2-a]咪唑環等）、咪唑并噚唑環（例如，咪唑并[2,1-b]噚唑環等）、噻吩并噻唑環（例如，噻吩并[2,3-d]噻唑環等）、苯并噻二唑環、苯并二噻吩環（例如，苯并[1,2-b:4,5-b’]二噻吩環等）、噻吩并噻吩環（例如，噻吩并[3,2-b]噻吩環等）、噻唑并噻唑環（例如，噻唑并[5,4-d]噻唑環等）、萘并二噻吩環（例如，萘并[2,3-b:6,7-b’]二噻吩環、萘并[2,1-b:6,5-b’]二噻吩環、萘并[1,2-b:5,6-b’]二噻吩環及 1,8-二硫雜二環戊[b,g]萘環等）、苯并噻吩并苯并噻吩環、二噻吩并[3,2-b:2’,3’-d]噻吩環及 3,4,7,8-四噻二環戊[a,e]環戊二烯環。

【0020】 在可具有取代基的芳香環中，芳香環可具有的取代基的種類例如可舉出取代基 W 中例示之基。上述芳香環具有取代基時的取代基數只要為 1 以上（例如，1～4 等）即可。

【0021】 在本說明書中，在芳香環基的情況下，例如，可舉出從上述

芳香環中去除 1 個以上（例如，1～5 個等）的氫原子而成之基。

在本說明書中，在芳基的情況下，例如，可舉出從上述芳香環中相當於芳香族烴環的環中去除 1 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在雜芳基的情況下，例如，可舉出從上述芳香環中的相當於芳香族雜環的環中去除 1 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在伸芳基的情況下，例如，可舉出從上述芳香環中的相當於芳香族烴環的環中去除 2 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在雜伸芳基的情況下，例如，可舉出從上述芳香環中的相當於芳香族雜環的環中去除 2 個氫原子而成之基。

在可具有取代基的芳香環基、可具有取代基的芳基、可具有取代基的雜芳基、可具有取代基的伸芳基及可具有取代基的雜伸芳基中，該等基可具有的取代基的種類例如可舉出取代基 W 中例示之基。可具有取代基的該等基具有取代基時的取代基數只要為 1 以上（例如，1～4 等）即可。

【0022】 在本說明書中，非芳香族環表示不屬於芳香族之環結構。例如，作為非芳香族環，可舉出脂肪族烴環及脂肪族雜環。

作為上述脂肪族烴環，例如，可舉出環烷烴、環烯烴及環炔烴。

作為上述脂肪族雜環，可舉出吡咯啶環、氧戊環、硫戊環、哌啶環、四氫哌喃環、噻喃環、哌咁環、味啉環、奎寧環、吖丁啶環、氧環丁烷環、吖丙啶環、二噁烷環及 γ-丁內酯環。

在本說明書中，在脂肪族烴環基的情況下，例如，可舉出從相當於脂肪族烴環的環中去除 1 個以上（例如，1～5 等）氫原子而成之基。

在本說明書中，在脂肪族雜環基的情況下，例如，可舉出從相當於脂肪

族雜環的環中去除 1 個以上（例如，1～5 等）氫原子而成之基。

【0023】 在本說明書中，只要沒有特別說明，則環（例如，芳香環及非芳香族環）可以為單環及多環（例如，2～6 環）中的任一種。單環為僅具有 1 個環作為環結構之結構，多環為縮合了複數個（例如，2～6 個等）環作為環結構之結構。

【0024】 在本說明書中，在表示化學結構之 1 個式中存在複數個表示基的種類或數量之相同標記時，只要沒有特別說明，則該等存在複數個之相同標記彼此的內容分別獨立，相同標記彼此的內容可以相同，亦可以不同。

在本說明書中，在表示化學結構之 1 個式中存在複數個相同種類的基（例如，烷基等）時，只要沒有特別說明，則該等存在複數個之相同種類的基彼此的具體內容分別獨立，相同種類的基彼此的具體內容可以相同，亦可以不同。

【0025】 在本說明書中，只要沒有特別說明，則所標示之 2 價基（例如，-CO-O-等）的鍵結方向並沒有限制。例如，在由構成為“X-Y-Z”之式表示之化合物中的 Y 為-CO-O-時，上述化合物可以為“X-O-CO-Z”及“X-CO-O-Z”中的任一個。

【0026】 在本說明書中，關於可具有幾何異構物（順式-反式異構物）之化合物，為了便於說明，有時表示上述化合物之通式或結構式僅以順式體及反式體中的任一種形態記載。即使在該種情況下，只要沒有特別說明，則上述化合物的形態並不限定於順式體及反式體中的任一種，上述化合物可以為順式體及反式體中的任一種形態，亦可以為該等的混合物。

【0027】 在本說明書中，方便起見，關於具有不對稱原子之化合物，

有時不區分立體異構物而記載表示上述化合物之通式或結構式。即使在該等情況下，只要沒有特別說明，則上述化合物的形態並不限定於任一種，可以為任一種形態，亦可以為混合物。例如，只要沒有特別說明，則具有不對稱碳原子之化合物可以為 S 體及 R 體中的任一種，亦可以為該等的混合物。

【0028】 在本說明書中，只要沒有特別說明，則式中標示之*表示鍵結位置。

【0029】 [光電轉換元件]

本發明的光電轉換元件依序具有光電轉換膜及透明導電性膜，並且上述光電轉換膜包含由後述式(1)表示之化合物(以下，亦稱為“特定化合物”)。

【0030】 具備上述結構之光電轉換元件能夠解決本發明的課題的理由雖尚不明確，但本發明人推測為如下。

再者，藉由下述推測，可獲得效果之機制並沒有限制。換言之，即使藉由下述以外的機制獲得效果的情況亦包括在本發明的範圍內。

特定化合物為在分子中央具有供體部位(D)且在兩端具有受體部位(A)之所謂 ADA 型化合物。由於特定化合物的供體部位僅具有特定的縮環結構，因此抑制了基於 π-π 堆疊之特定化合物彼此的過度凝聚，並且有效地進行光電轉換膜中的電荷分離，其結果光電轉換元件的量子效率優異。又，令人驚訝的是，雖然受體部位的共軛平面小時吸收率趨於下降，但藉由將特定化合物的至少一者受體部位設定為特定的單環結構，照射到紅綠光時的內部量子效率得到提高，其結果，照射到紅綠光時的光電轉換元件的量子效率優異。如上所述，藉由特定化合物的供體部位及受體部位分別為特定的結構，光電轉換元件在照射到紅綠光時的量子效率優異。

以下，將光電轉換元件在照射到紅綠光時的量子效率更優異亦稱為“本發明的效果更優異”。

【0031】 在圖 1 中示出本發明的光電轉換元件的一實施形態的剖面示意圖。

圖 1 所示之光電轉換元件 10a 具有依序積層了作為下部電極發揮作用之導電性膜（以下，亦稱為“下部電極”）11、電子阻擋膜 16A、包含特定化合物之光電轉換膜 12 及作為上部電極發揮作用之透明導電性膜（以下，亦稱為“上部電極”）15 之結構。

在圖 2 中示出另一光電轉換元件的結構例。圖 2 所示之光電轉換元件 10b 具有在下部電極 11 上依序積層了電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12、電洞阻擋膜 16B 及上部電極 15 之結構。再者，圖 1 及圖 2 中的電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12、及電洞阻擋膜 16B 的積層順序亦可以根據用途及特性而適當地變更。

【0032】 在光電轉換元件 10a（或 10b）中，光經由上部電極 15 入射到光電轉換膜 12 為較佳。

又，使用光電轉換元件 10a（或 10b）時，能夠施加電壓。此時，下部電極 11 與上部電極 15 構成一對電極，並且在該一對電極之間施加 1×10^{-5}～1×10^{7}V/cm 的電壓為較佳。從性能及耗電量方面考慮，作為施加電壓，1×10^{-4}～1×10^{7}V/cm 為更佳，1×10^{-3}～5×10^{6}V/cm 為進一步較佳。

再者，關於電壓施加方法，以在圖 1 及圖 2 中電子阻擋膜 16A 側成為陰極且光電轉換膜 12 側成為陽極的方式施加為較佳。在將光電轉換元件 10a（或 10b）用作光感測器的情況或組裝到攝像元件的情況下，亦能夠藉由相

同的方法施加電壓。

如在後段進行詳細敘述，光電轉換元件 10a（或 10b）能夠較佳地適用於攝像元件用途中。

以下，對構成本發明的光電轉換元件之各層的形態進行詳細敘述。

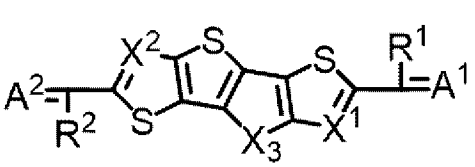
【0033】 〔光電轉換膜〕

光電轉換元件具有光電轉換膜。

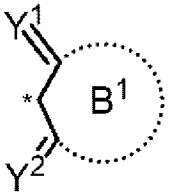
【0034】 ＜特定化合物＞

光電轉換膜包含由式（1）表示之化合物亦即特定化合物。

【0035】 [化學式 1]



(1)



(A-1)

【0036】 式（1）中，R^1 及 R^2 分別獨立地表示氫原子或取代基，

X^1 及 X^2 分別獨立地表示-CR^{a1}=或氮原子。R^{a1} 表示氫原子或取代基。

X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-、-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-、-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-或-NR^{N11}-。R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 分別獨立地表示氫原子或取代基。R^{c1} 及 R^{c2}、R^{c3} 及 R^{c4}、以及 R^{c5} 及 R^{c6} 分別可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。上述可具有取代基的環具有複數個上述取代基時，上述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。

A^1 及 A^2 分別獨立地表示式（A-1）。

式（A-1）中，B^1 表示至少包含 3 個以上的碳原子且可具有取代基的單環或多環。其中，B^1 表示上述單環且上述單環具有 2 個以上的上述取代基

時，上述單環所具有的上述取代基中芳香環基數為 1 以下。

Y^1 及 Y^2 分別獨立地表示氧原子、硫原子、$=NR^{Y1}$ 或 $=CR^{Y2}R^{Y3}$。R^{Y1} 表示氫原子、可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基。R^{Y2} 及 R^{Y3} 分別獨立地表示氰基、$-COOR^{Y4}$、$-C(=O)R^{Y5}$、$-S(=O)R^{Y6}$ 或 $-SO_2R^{Y7}$。R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基或可具有取代基的脂肪族雜環基。

*表示鍵結位置。

其中，A^1 及 A^2 中的至少一者表示由 B^1 為上述單環的上述式（A-1）表示之基。

【0037】 式（1）中，R^1 及 R^2 分別獨立地表示氫原子或取代基，

作為由 R^1 及 R^2 表示之上述取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基。

從本發明的效果更優異的方面考慮，R^1 及 R^2 為氫原子為較佳。

【0038】 式（1）中，X^1 及 X^2 分別獨立地表示 $-CR^{a1}=$ 或氮原子。

R^{a1} 表示氫原子或取代基。

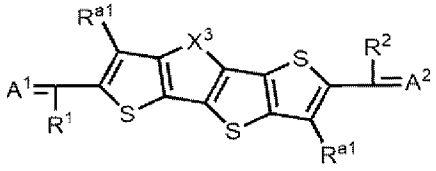
作為由 R^{a1} 表示之上述取代基，例如，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，由後述 R^{a2} 表示之取代基為較佳。

存在複數個 R^{a1} 時，由存在複數個之 R^{a1} 表示之基可以相同，亦可以不同。

【0039】 從本發明的效果更優異的方面考慮，X^1 及 X^2 中的至少一者表示 $-CR^{a1}=$ 為較佳，X^1 及 X^2 表示 $-CR^{a1}=$ 為更佳。換言之，特定化合物為由式（1-1）表示之化合物為更佳。由式（1-1）表示之化合物為式（1）中 X^1

及 X^2 由-CR^{a1}=表示之化合物。

【0040】 [化學式 2]



(1-1)

【0041】 式（1-1）中，A^1、A^2、R^1、R^2 及 X^3 與式（1）中的各基的含義相同。

式（1-1）中，R^{a1} 的定義及較佳態樣如上所述，存在複數個之 R^{a1} 可以相同，亦可以不同。

【0042】 從響應速度及製造適性更優異的方面考慮，X^1 及 X^2 中的至少一者表示-CR^{a2}=亦較佳。

R^{a2} 表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的醯基、可具有取代基的脂肪族雜環基、氰基、硝基、胺基或-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）。

存在複數個 R^{a2} 時，由存在複數個之 R^{a2} 表示之基可以相同，亦可以不同。

作為由 R^{a2} 表示之基，可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的醯基、可具有取代基的脂肪族雜環基或-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）為較佳，可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的醯基或-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）為更佳。

【0043】 作為由 R^{a2} 表示之上述脂肪族烴基，可舉出直鏈狀脂肪族烴

基、支鏈狀脂肪族烴基及環狀脂肪族烴基。

上述直鏈狀脂肪族烴基的碳數可舉出 1～20，從製造適性更優異的方面考慮，1～6 為較佳，1～3 為更佳，1 或 2 為進一步較佳。具體而言，例如，可舉出甲基、乙基、正丙基、正丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一基及正十二基，甲基、乙基或正丙基為較佳。

上述支鏈狀脂肪族烴基的碳數可舉出 3～20，從製造適性更優異的方面考慮，3～10 為較佳，3～6 為更佳，3 或 4 為進一步較佳。具體而言，例如，可舉出異丙基、二級丁基、異丁基、三級丁基、新戊基、2-乙基己基、3,7-二甲基辛基、2-丁基辛基、2-己基辛基、2-己基十二基及 2-辛基十二基，異丙基或三級丁基為較佳。

上述環狀脂肪族烴基可以為單環及多環中的任一種。

上述環狀脂肪族烴基的碳數為 3～10 為較佳，3～8 為更佳，3～6 為進一步較佳。具體而言，例如，可舉出環丙基、環丁基、環戊基、環己基、環庚基、環辛基、環癸基、二環丁基、雙環[1.1.1]戊基及雙環[2.2.2]戊基，環丙基、環丁基、環戊基或環己基為較佳，環丙基為更佳。

作為上述脂肪族烴基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自後述取代基群組 S 中的取代基為較佳。

【0044】 可以具有由 R^{a2} 表示之上述取代基之芳香環基可以為單環及多環中的任一種，單環為較佳。又，上述芳香環基可以為芳香族烴環基及芳香族雜環基中的任一個，芳香族烴環基為較佳。

上述芳香環基的環員數為 5～20 為較佳，5～12 為更佳，5～8 為進一步較佳。

上述可具有取代基的芳香環基的碳數為 30 以下為較佳，20 以下為更佳，10 以下為進一步較佳。下限為 1 以上為較佳，3 以上為更佳，4 以上為進一步較佳。

作為上述芳香族雜環基所具有的雜原子，例如，可舉出硫原子、氧原子、氮原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氧原子或氮原子為較佳。

作為上述芳香環基，例如，可舉出苯基、萘基、蒽基、茀基、菲基及苐基等芳香族烴環基；吡啶環基、嘧啶環基、嗒咿環基、吡咿環基、三咿環基、四咿環基、喹噚啉環基、吡咯環基、呋喃環基、噻吩環基、咪唑環基、噚唑環基、噻唑環基、苯并吡咯環基、苯并呋喃環基、苯并噻吩環基、苯并咪唑環基、苯并噚唑環基及苯并噻唑環基等芳香族雜環基；苯基、噻吩環基、呋喃環基或吡啶環基為較佳，苯基或噻吩環基為更佳，苯基為進一步較佳。

作為上述芳香環基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自後述取代基群組 S 中的取代基為較佳。

上述芳香環基具有取代基時，其數量並沒有特別限制，1～6 為較佳，1～3 為更佳。

【0045】 作為由 R^{a2} 表示之上述鹵素原子，例如，可舉出氟原子、氯原子、溴原子及碘原子等，氟原子或氯原子為較佳。

【0046】 可具有由 R^{a2} 表示之上述取代基的烷氧基中的可具有取代基的烷基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。

作為上述烷基，具體而言，例如，可舉出甲基、乙基、正丙基、正丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一基、正十二基

等直鏈狀烷基、異丙基、二級丁基、異丁基、三級丁基、新戊基、1-乙基戊基、2,6-二甲基庚基、1-丁基庚基、1-己基庚基、1-己基十一基、1-辛基十一基等支鏈狀烷基、以及環丙基、環丁基、環戊基、環己基、環庚基、環辛基、環癸基、二環丁基、雙環[1.1.1]戊基、雙環[2.2.2]戊基等環狀烷基，甲基、乙基、正丙基、異丙基或三級丁基為較佳，甲基或乙基為更佳。

【0047】 上述烷氧基的碳數可舉出 1～20，從製造適性更優異的方面考慮，1～6 為較佳，1～3 為更佳，1 或 2 為進一步較佳。

作為上述烷氧基，具體而言，例如，可舉出甲氧基、乙氧基、丙氧基、異丙氧基、正丁氧基、三級丁氧基及環丙氧基等，甲氧基或乙氧基為較佳。

作為上述烷氧基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自後述取代基群組 S 中的取代基為較佳。

【0048】 可具有由 R^{a2} 表示之上述取代基的醯基中的可具有取代基的烴基可以為脂肪族烴基及芳香族烴環基中的任一種，脂肪族烴基為較佳。

上述醯基所具有的脂肪族烴基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。

上述醯基所具有的脂肪族烴基的碳數可舉出 1～20，從製造適性更優異的方面考慮，1～6 為較佳，1～3 為更佳，1 或 2 為進一步較佳。具體而言，例如，可舉出甲基、乙基、正丙基、正丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一基及正十二基等直鏈狀脂肪族烴基、異丙基、二級丁基、異丁基、三級丁基、新戊基、1-乙基戊基、2,6-二甲基戊基、1-丁基庚基、1-己基庚基、1-己基十一基及 1-辛基十一基等支鏈狀脂肪族烴基、以及環丙基、環丁基、環戊基、環己基、環庚基、環辛基、環癸基、二環丁

基、雙環[1.1.1]戊基及雙環[2.2.2]戊基等環狀脂肪族烴基，甲基、乙基、正丙基、異丙基或三級丁基為較佳，甲基或乙基為更佳。

上述醯基所具有的芳香族烴環基的碳數為 6～20 為較佳，6～10 為更佳，6 為進一步較佳。具體而言，例如，可舉出苯基、萘基、蒽基、茀基、菲基及茚基，苯基為較佳。

【0049】 上述醯基的碳數可舉出 2～21，從製造適性更優異的方面考慮，2～11 為較佳，2～5 為更佳，2 或 3 為進一步較佳。

作為上述醯基，例如，可舉出乙醯基、丙醯基、丁醯基、異丁醯基、三甲基乙醯基、己醯基及苯甲醯基，乙醯基或丙醯基為較佳。

作為上述醯基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自後述取代基群組 S 中的取代基為較佳。

【0050】 可以具有由 R^{a2} 表示之上述取代基之脂肪族雜環基可以為單環及多環中的任一種。

上述脂肪族雜環基的環員數為 6～20 為較佳，6～12 為更佳，6～8 為進一步較佳。

可以具有上述取代基之脂肪族雜環基的碳數為 1～30 為較佳，3～20 為更佳，4～10 為進一步較佳。

作為上述脂肪族雜環基所具有的雜原子，例如，可舉出硫原子、氧原子、氮原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氧原子或氮原子為較佳。

作為上述脂肪族雜環基，例如，可舉出吡咯啶環基、氧戊環基、硫戊環基、哌啶環基、四氫吡喃環基、四氫哌喃環基、噻喃環基、哌啡環基、味啉

環基、奎寧環基、吖丁啶環基、氧環丁烷環基、吖丙啶環基、二噁烷環基、硫化環戊烷基及γ-丁內酯環基，哌啶環基為較佳。

作為上述脂肪族雜環基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自後述取代基群組 S 中的取代基為較佳。

上述脂肪族雜環基具有取代基時，其數量並沒有特別限制，1～4 為較佳，1～3 為更佳。

【0051】 由 R^{a2} 表示之上述胺基可以為一級胺基、二級胺基及三級胺基中的任一種，三級胺基為較佳。

在上述二級胺基及上述三級胺基中，作為被胺基取代之烴基，烷基或芳基為較佳，碳數 1～3 的烷基或苯基為更佳。

【0052】 -Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）中，R^{Si1}、R^{Si2} 及 R^{Si3} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基。

可具有由 R^{Si1}、R^{Si2} 及 R^{Si3} 表示之取代基的脂肪族烴基及可具有取代基的芳香環基的定義及較佳態樣分別與可具有由 R^{a2} 表示之取代基的脂肪族烴基及可具有取代基的芳香環基相同。

其中，作為 R^{Si1}、R^{Si2} 及 R^{Si3}，碳數 1～8 的脂肪族烴基或可具有選自後述取代基群組 S 中的取代基之芳香環基為較佳，碳數 1～4 的脂肪族烴基或苯基為更佳。

作為-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$），具體而言，例如，可舉出三甲基矽基、三乙基矽基、二甲基異丙基矽基、二乙基異丙基矽基、環己基二甲基矽基、二甲基苯基矽基及三級丁基二甲基矽基，三甲基矽基或三乙基矽基為較佳，三甲基矽基為更佳。

【0053】 對上述取代基群組 S 進行說明。

取代基群組 S：碳數 1～4 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3～5 的支鏈狀脂肪族烴基、碳數 3～8 的環狀脂肪族烴基、碳數 1～5 的烷氧基、鹵素原子及-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）。

上述取代基群組 S 中的碳數 1～4 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3～5 的支鏈狀脂肪族烴基、碳數 3～8 的環狀脂肪族烴基（以下，亦稱為“取代基群組 S 中的脂肪族烴基”。）可以具有鹵素原子。

【0054】 作為上述取代基群組 S 中的碳數 1～4 的直鏈狀脂肪族烴基，例如，可舉出甲基、乙基、正丙基及正丁基，甲基、乙基或正丙基為較佳，甲基為更佳。

作為上述取代基群組 S 中的碳數 3～5 的支鏈狀脂肪族烴基，例如，可舉出異丙基、二級丁基、異丁基、三級丁基及新戊基，異丙基或三級丁基為較佳，異丙基為更佳。

作為上述取代基群組 S 中的碳數 3～8 的環狀脂肪族烴基，具體而言，例如，可舉出環丙基、環丁基、環戊基、環己基、環庚基及環辛基，環丙基、環丁基、環戊基或環己基為較佳，環丙基為更佳。

作為上述取代基群組 S 中的脂肪族烴基可具有的鹵素原子，可舉出氟原子、氯原子、溴原子及碘原子，氟原子或氯原子為較佳。

【0055】 作為上述取代基群組 S 中的碳數 1～5 的烷氧基，例如，可舉出甲氧基、乙氧基、異丙氧基及環丙氧基，甲氧基為較佳。

【0056】 作為上述取代基群組 S 中的鹵素原子，可舉出氟原子、氯原子、溴原子及碘原子，氟原子或氯原子為較佳。

【0057】 上述取代基群組 S 中的-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）的定義及較佳態樣與由 R^{a2} 表示之-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$）相同。

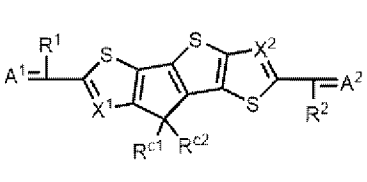
【0058】 其中，選自上述取代基群組 S 中的基為選自碳數 1 或 2 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、碳數 3～6 的環狀脂肪族烴基及鹵素原子中的基為較佳。

【0059】 式（1）中，X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-、-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-、-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-或-NR^{N11}-。

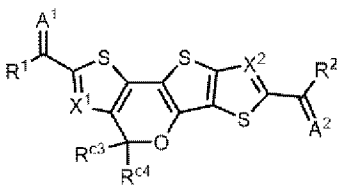
再者，由 X^3 表示之基的鍵結方向並沒有特別限制。具體而言，在式（1）中，X^3 為-C（$R^{c1}R^{c2}$）-時，特定化合物為由式（1-X1）表示之化合物，X^3 為-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-時，特定化合物為由式（1-X2）表示之化合物或由式（1-X3）表示之化合物，X^3 為-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-時，特定化合物為由式（1-X4）表示之化合物或由式（1-X5）表示之化合物，X^3 為-NR^{N11}-時，特定化合物為由式（1-X6）表示之化合物。

其中，X^3 為-C（$R^{c1}R^{c2}$）-為較佳。亦即，作為特定化合物，由式（1-X1）表示之化合物為較佳。

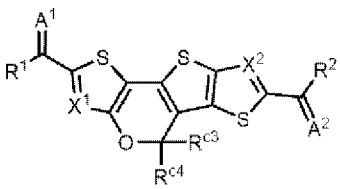
【0060】 [化學式 3]



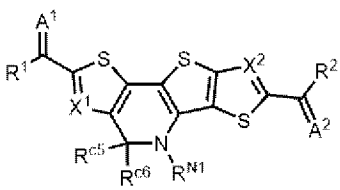
(1-X1)



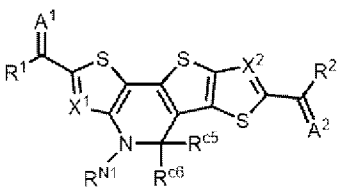
(1-X2)



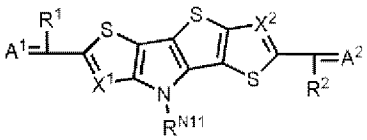
(1-X3)



(1-X4)



(1-X5)



(1-X6)

【0061】 式（1-X1）～式（1-X6）中的 A^1、A^2、R^1、R^2、X^1、X^2、R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 與式（1）中各基的含義相同。

【0062】 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 分別獨立地表示氫原子或取代基。R^{c1} 及 R^{c2}、R^{c3} 及 R^{c4}、以及 R^{c5} 及 R^{c6} 分別可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。上述可具有取代基的環所具有的上述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。

作為由 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 表示之取代基，例如，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基。

從製造適性更優異的方面考慮，由 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 表示之取代基的分子量為 150 以下為較佳，90 以下為更佳，50 以下為進一步較佳。下限並沒有特別限制，15 以上為較佳。

從製造適性更優異的方面考慮，由 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 表示之取代基的碳數為 7 以下為較佳，5 以下為更佳，3 以下為進一步較佳。下限並沒有特別限制，1 以上為較佳。

作為上述取代基，具體而言，可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基或可具有取代基的脂肪族雜環基為較佳。

【0063】 作為由 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 表示之上述脂肪族烴基，可舉出直鏈狀脂肪族烴基、支鏈狀脂肪族烴基及環狀脂肪族烴基。

上述直鏈狀脂肪族烴基的碳數可舉出 1～20，1～6 為較佳，1～3 為更佳，1 或 2 為進一步較佳。具體而言，例如，可舉出甲基、乙基、正丙基、正丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一基及

正十二基，甲基、乙基或正丙基為較佳，甲基或乙基為更佳。

上述支鏈狀脂肪族烴基的碳數可舉出 3～20，3～10 為較佳，3～6 為更佳，3 或 4 為進一步較佳。具體而言，例如，可舉出異丙基、二級丁基、異丁基、三級丁基、新戊基、2-乙基己基、3,7-二甲基辛基、2-丁基辛基、2-己基辛基、2-己基十二基及 2-辛基十二基，異丙基、二級丁基、異丁基或三級丁基為較佳。

上述環狀脂肪族烴基可以為單環及多環中的任一種。

上述環狀脂肪族烴基的碳數為 3～10 為較佳，3～8 為更佳，3～6 為進一步較佳。具體而言，例如，可舉出環丙基、環丁基、環戊基、環己基、環庚基、環辛基、環癸基、二環丁基、雙環[1.1.1]戊基及雙環[2.2.2]戊基，環丙基、環丁基、環戊基或環己基為較佳，環丙基為更佳。

作為上述脂肪族烴基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自上述取代基群組 S 中的基為較佳。

【0064】　可以具有由 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 表示之上述取代基之芳香環基可以為單環及多環中的任一種。

上述芳香環基可以為芳香族烴環基及芳香族雜環基中的任一個，芳香族烴環基為較佳。

上述芳香環基的環員數為 5～20 為較佳，5～12 為更佳，5～8 為進一步較佳。

上述可具有取代基的芳香環基的碳數為 30 以下為較佳，20 以下為更佳，10 以下為進一步較佳。下限為 1 以上為較佳，3 以上為更佳，4 以上為進一步較佳。

作為上述芳香族雜環基所具有的雜原子，例如，可舉出硫原子、氧原子、氮原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氧原子或氮原子為較佳。

作為上述芳香環基，例如，可舉出苯基、萘基、蒽基、芘基、菲基及茀基等芳香族烴環基；吡啶環基、嘧啶環基、嗒哄環基、吡哄環基、三哄環基、四哄環基、喹喔啉環基、吡咯環基、呋喃環基、噻吩環基、咪唑環基、噁唑環基、噻唑環基、苯并吡咯環基、苯并呋喃環基、苯并噻吩環基、苯并咪唑環基、苯并噁唑環基及苯并噻唑環基等芳香族雜環基；苯基、噻吩環基、呋喃環基或吡啶環基為較佳，苯基或噻吩環基為更佳，苯基為進一步較佳。

作為上述脂肪族烴基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自上述取代基群組 S 中的基為較佳。

上述芳香環基具有取代基時，其數量並沒有特別限制，1～6 為較佳，1～3 為更佳。

【0065】　可以具有由 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 表示之上述取代基之脂肪族雜環基可以為單環及多環中的任一種。

上述脂肪族雜環基的環員數為 6～20 為較佳，6～12 為更佳，6～8 為進一步較佳。

上述脂肪族雜環基的碳數為 1～30 為較佳，3～20 為更佳，4～10 為進一步較佳。

作為上述脂肪族雜環基所具有的雜原子，例如，可舉出硫原子、氧原子、氮原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氧原子或氮原子為較佳。

作為上述脂肪族雜環基，例如，可舉出吡咯啶環基、氧戊環基、硫戊環基、哌啶環基、四氫呋喃環基、四氫哌喃環基、噻喃環基、哌啡環基、味啉環基、奎寧環基、吖丁啶環基、氧環丁烷環基、吖丙啶環基、二噁烷環基、硫化環戊烷基及γ-丁內酯環基，哌啶環基為較佳。

作為上述脂肪族雜環基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自上述取代基群組 S 中的取代基為較佳。

上述脂肪族雜環基具有取代基時，其數量並沒有特別限制，1～4 為較佳，1～3 為更佳。

【0066】 其中，作為 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11}，取代基為較佳，可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基為更佳，可具有取代基的脂肪族烴基為進一步較佳。

【0067】 如上所述，R^{c1} 及 R^{c2}、R^{c3} 及 R^{c4}、以及 R^{c5} 及 R^{c6} 分別可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。

作為上述環，單環為較佳。

上述環可以為脂肪族烴環、脂肪族雜環及芳香環中的任一個，脂肪族烴環為較佳。

上述環的環員數為 3～10 為較佳，3～8 為更佳，4～7 為進一步較佳。

作為上述脂肪族烴環，具體而言，例如，可舉出環丙烷環、環丁烷環、環戊烷環、環戊二烯環、環己烷環、環庚烷環、環辛烷環及環癸烷環等，環丁烷環、環戊烷環、環己烷環或環庚烷環為較佳，環己烷環為更佳。

作為上述脂肪族雜環所具有的雜原子，例如，可舉出硫原子、氧原子、氮原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氧原子或氮

原子為較佳。

作為上述脂肪族雜環，例如，可舉出吡咯啶環、氧戊環、硫戊環、哌啶環、四氫呋喃環、四氫哌喃環、噻喃環、哌啡環、味啉環、奎寧環、吖丁啶環、氧環丁烷環、吖丙啶環、二噁烷環、硫化環戊烷環及γ-丁內酯環，哌啶環為較佳。

【0068】 上述環可以具有取代基，從本發明的效果更優異的方面考慮，具有取代基為較佳。

作為上述取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，烷基、芳香環基或鹵素原子為較佳，烷基或鹵素原子為更佳。

上述烷基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種，直鏈狀或支鏈狀為較佳。上述烷基的碳數為 1～10 為較佳，1～3 為更佳，1 為進一步較佳。

上述環具有取代基時，取代基數為 1～6 為較佳，1～3 為更佳。

【0069】 又，上述環具有複數個取代基時，上述取代基彼此可以相互鍵結而進一步形成環。上述取代基彼此相互鍵結而形成的環可以為脂肪族烴環、脂肪族雜環及芳香環中的任一種，脂肪族烴環為較佳。

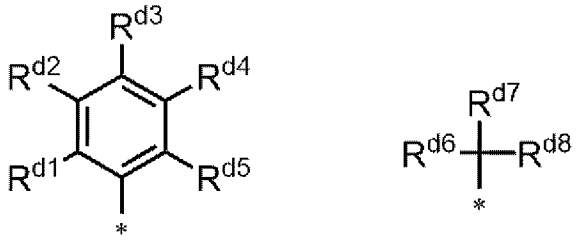
作為此種態樣，例如，可舉出被環己烷環取代的烷基彼此相互鍵結而整體形成降莰烯環之類的態樣。作為上述環的取代基彼此相互鍵結而進一步形成環來形成的結構，例如，可舉出降莰烯環結構、雙環[3.1.1]庚烷環結構、雙環[1.1.1]戊烷、雙環[2.2.2]戊烷環結構及茚環結構等。

上述環的取代基彼此相互鍵結而進一步形成環來形成之結構的碳數為 4～12 為較佳，4～8 為更佳。

【0070】 作為 R^{N11}，從量子效率的電場強度依賴性更小的方面考慮，

由式（C-1）表示之基或由式（C-2）表示之基為較佳。

【0071】 [化學式 4]



(C-1)

(C-2)

【0072】 式（C-1）中，R^{d1}～R^{d5} 分別獨立地表示氫原子或取代基。其中，滿足下述必要條件 C1 及必要條件 C2 中的至少一者。

必要條件 C1：R^{d1} 及 R^{d5} 為互不相同的基。

必要條件 C2：R^{d2} 及 R^{d4} 為互不相同的基。

作為由 R^{d1}～R^{d5} 表示之取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，選自上述取代基群組 S 中的取代基為較佳。

【0073】 式（C-2）中，R^{d6}～R^{d8} 分別獨立地表示氫原子或取代基。其中，R^{d6}～R^{d8} 為互不相同的基。

作為由 R^{d6}～R^{d8} 表示之取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之取代基，可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基或可具有取代基的脂肪族雜環基為較佳，可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基為更佳，可具有取代基的脂肪族烴基為進一步較佳。

可具有由 R^{d6}～R^{d8} 表示之取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基及可具有取代基的脂肪族雜環基的定義及較佳態樣與以上作為由 R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 表示之取代基記載的各基相同。

【0074】 從本發明的效果更優異的方面考慮，關於 X^3，特定化合物

滿足以下必要條件 1～4 中的任一個為較佳。

又，從製造適性更優異的方面考慮，特定化合物滿足必要條件 1～3 中的任一個亦較佳。

必要條件 1：X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-，R^{c1} 及 R^{c2} 為互不相同的基，或者 R^{c1} 及 R^{c2} 形成具有取代基之單環。

必要條件 2：X^3 表示-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-，R^{c3} 及 R^{c4} 為互不相同的基，或者 R^{c3} 及 R^{c4} 形成具有取代基之單環。

必要條件 3：X^3 表示-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-，R^{c5} 及 R^{c6} 為互不相同的基，或者 R^{c5} 及 R^{c6} 形成具有取代基之單環。

必要條件 4：X^3 表示-NR^{N11}-，R^{N11} 為由上述式（C-1）表示之基或由上述式（C-2）表示之基。

再者，在必要條件 1~3 中的具有取代基之單環具有複數個取代基時，取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。

【0075】 從本發明的效果更優異的方面考慮，關於 X^3，特定化合物滿足以下必要條件 5～7 及上述必要條件 4 中的任一個為更佳。

從製造適性更優異的方面考慮，特定化合物滿足必要條件 5～7 中的任一個亦較佳。

必要條件 5：X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-，R^{c1} 及 R^{c2} 為互不相同的基。

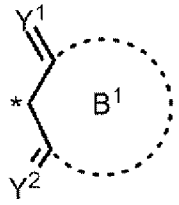
必要條件 6：X^3 表示-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-，R^{c3} 及 R^{c4} 為互不相同的基。

必要條件 7：X^3 表示-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-，R^{c5} 及 R^{c6} 為互不相同的基。

【0076】 式（1）中，A^1 及 A^2 分別獨立地表示式（A-1）。其中，A^1 及 A^2 中的至少一者表示由 B^1 為單環的式（A-1）表示之基。從本發明的效果

更優異的方面考慮，A^1 及 A^2 均表示由 B^1 為單環的式（A-1）表示之基為較佳。

【0077】 [化學式 5]



(A-1)

【0078】 式（A-1）中，B^1 表示至少包含 3 個以上的碳原子且可具有取代基的單環或多環，可具有取代基的單環為較佳。再者，上述 B^1 至少包含的 3 個碳原子為式（A-1）中明示的 3 個碳原子。

B^1 為單環時，其環員數為 3～20 為較佳，3～10 為更佳，4～8 為進一步較佳。其中，上述環為 5 員環或 6 員環為較佳，6 員環為更佳。

又，上述單環的碳數為 3～20 為較佳，3～10 為更佳，3～6 為進一步較佳。

B^1 為多環時，其環員數為 3～30 為較佳，3～20 為更佳，3～10 為進一步較佳。又，包含 5 員環及 6 員環中的至少 1 個之縮環為較佳。

再者，上述單環及多環的環員數及碳數為包含式中明示的 3 個碳原子之數量。

上述單環及多環可以為芳香環及非芳香族環中的任一種。

上述單環及多環可以具有雜原子。作為上述雜原子，例如，可舉出氮原子、硫原子、氧原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氮原子或氧原子為較佳。

上述單環所具有的雜原子數為 0～10 為較佳，0～5 為更佳，1～4 為進

一步較佳。

構成由上述 B^1 表示之單環及多環之碳原子中，除了在式（A-1）中標註了*的鍵結位置的碳原子及與 Y^1 或 Y^2 鍵結之碳原子以外的碳原子（亦即，式中明示的碳原子以外的碳原子）可以被羰基碳（＞C=O）或硫羰基碳（＞C=S）取代。

【0079】 如上所述，上述單環及多環可以具有取代基。其中，上述單環具有 2 個以上的取代基時，上述單環所具有的取代基中，芳香環基數為 1 以下，0 為較佳。

作為上述單環及多環可具有的取代基，例如，可舉出上述取代基 W 中例示之基，鹵素原子、烷基、芳香環基或矽基為較佳，鹵素原子或烷基為更佳。

上述烷基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種，直鏈狀為較佳。

上述烷基的碳數為 1～10 為較佳，1～3 為更佳。

上述烷基可以具有取代基。作為上述烷基可具有的取代基，鹵素原子、芳香環基或矽基為較佳。

又，上述芳香環基可以具有取代基。作為上述芳香環基可具有的取代基，鹵素原子、烷基或矽基為較佳。

再者，“環所具有的取代基”係指與構成環之環員原子鍵結之氫原子以外的一價基，亦包括與構成環之雜原子鍵結之基。例如，可舉出構成環之碳原子上的取代基（例如，-CHR-中的 R 及=CR-中的 R）及構成環之氮原子上的取代基（例如，-NR-中的 R）。

又，環所具有的取代基中的芳香環基的數量為作為鍵結於環員原子之

一價基的芳香環基的數量，不包含作為被鍵結於環員原子之一價基取代之取代基的芳香環基。例如，不包含苯基甲基（Ph-CH_2-，Ph 為苯基）中包含的苯基等芳香環基被取代之烷基中的芳香環基等。

【0080】 Y^1 及 Y^2 分別獨立地表示氧原子、硫原子、=NR^{Y1} 或=$CR^{Y2}R^{Y3}$。

R^{Y1} 表示氫原子、可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基。

作為由 R^{Y1} 表示之基可具有的取代基，例如，可舉出上述取代基 W 中例示之基。

由 R^{Y1} 表示之上述脂肪族烴基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種，碳數為 1～3 為較佳。

由 R^{Y1} 表示之上述芳香環基可以為芳香族烴環基及芳香族雜環基中的任一個，苯基為較佳。

R^{Y2} 及 R^{Y3} 分別獨立地表示氰基、-$COOR^{Y4}$、-C（=O）R^{Y5}、-S（=O）R^{Y6} 或-SO_2R^{Y7}。

R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基或可具有取代基的脂肪族雜環基。

作為由 R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7} 表示之基可具有的取代基，例如，可舉出上述取代基 W 中例示之基。

由 R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7} 表示之上述脂肪族烴基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種，碳數為 1～3 為較佳。

由 R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7} 表示之上述芳香環基可以為芳香族烴環基及芳香族雜環基中的任一個，苯基為較佳。

由 R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7}}表示之上述脂肪族雜環基的環員數為 5～20 為較佳，5～12 為更佳，6～8 為進一步較佳。

作為由 R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7} 表示之上述脂肪族雜環基所具有的雜原子，例如，可舉出硫原子、氧原子、氮原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氧原子或氮原子為較佳。

作為構成上述脂肪族雜環基之脂肪族雜環，例如，可舉出吡咯啶環、氧戊環、硫戊環、哌啶環、四氫呋喃環、四氫哌喃環、噻喃環、哌吩環、味啉環、奎寧環、吖丁啶環、氧環丁烷環、吖丙啶環、二噁烷環、硫化環戊烷環及 γ-丁內酯環。

【0081】 從本發明的效果更優異的方面考慮，Y^1 及 Y^2 分別獨立地表示氧原子、硫原子或=$CR^{Y2}R^{Y3}$ 為較佳，氧原子或硫原子為更佳，氧原子為進一步較佳。

【0082】 作為由上述式（A-1）表示之基（單環或多環），用作酸性核（例如，花青素色素中的酸性核等）之環為較佳，例如，可舉出以下核。

（a）1,3-二羰基核：例如，1,3-環己烷二酮、5,5-二甲基-1,3-環己烷二酮及 1,3-二噁烷-4,6-二酮等。

（b）2,4,6-三氧代六氫嘧啶核：例如，巴比妥酸、2-硫巴比妥酸及其衍生物等。作為上述衍生物，例如，可舉出 1-甲基、1-乙基等 1-烷基體、1,3-二甲基、1,3-二乙基及 1,3-二丁基等 1,3-二烷基體、1-乙基-3-苯基等 1-烷基-1-芳基體。

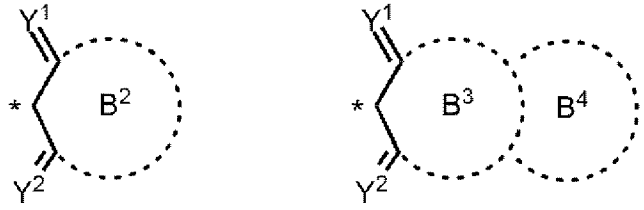
（c）3,5-吡唑啶二酮核：例如，1,2-二甲基-3,5-吡唑啶二酮等。

（d）1,3-二羰基核：例如，1,3-茚烷二酮核、1,3-環己烷二酮、5,5-二甲

基-1,3-環己烷二酮及 1,3-二噁烷-4,6-二酮等。

【0083】 由 B^1 為單環的式（A-1）表示之基由式（A-11）表示，由 B^1 為多環的式（A-1）表示之基由式（A-12）表示。亦即，由式（1）表示之化合物中，A^1 及 A^2 中的至少一者表示由式（A-11）表示之基，另一者表示選自式（A-11）及式（A-12）中的基。從本發明的效果更優異的方面考慮，A^1 及 A^2 均為由式（A-11）表示之基為較佳。

【0084】 [化學式 6]



(A-11) (A-12)

【0085】 在式（A-11）及式（A-12）中，Y^1 及 Y^2 與式（A-1）中的 Y^1 及 Y^2 相同。

式（A-11）中，B^2 表示至少包含 3 個以上的碳原子且可具有取代基的單環。其中，由 B^2 表示之單環具有 2 個以上的取代基時，取代基中芳香環基數為 1 以下，0 為較佳。

*表示鍵結位置。

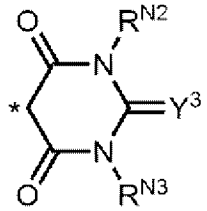
式（A-12）中，B^3 表示至少包含 3 個以上的碳原子且可具有取代基的單環。

B^4 表示可具有取代基的環。再者，B^4 與由 B^3 表示之單環縮合。B^4 可以為單環及多環中的任一種。

*表示鍵結位置。

【0086】 從本發明的效果更優異的方面考慮，由式（A-1）表示之基為由式（A-2）表示之基為較佳，A^1 及 A^2 分別獨立地為由式（A-2）表示之基為更佳。

【0087】 [化學式 7]



(A-2)

【0088】 式（A-2）中，R^{N2} 及 R^{N3} 分別獨立地表示氫原子或取代基。其中，R^{N2} 及 R^{N3} 中的一個表示氫原子或芳香環基以外的取代基。

作為上述取代基，例如，可舉出上述取代基 W 中例示之基，可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基為較佳，烷基或芳基為更佳，烷基為進一步較佳。

上述烷基可以為直鏈狀、支鏈狀或環狀中的任一種，直鏈狀為較佳。上述烷基的碳數為 1～20 為較佳，1～6 為更佳，1～3 為進一步較佳，1 或 2 為特佳。

上述芳基可以為單環及多環中的任一種，苯基為較佳。上述苯基可以進一步具有取代基，作為取代基，例如，可舉出上述取代基 W 中例示之基。

作為上述脂肪族烴基，可舉出烷基、烯基及炔基，烷基為較佳。烷基的較佳態樣如上所述。

作為上述脂肪族烴基可具有的取代基，可舉出上述取代基 W 中例示之基，鹵素原子、芳基或矽基為較佳，鹵素原子或矽基為更佳。

又，R^{N2} 及 R^{N3} 中的一者表示氫原子或可具有取代基的脂肪族烴基且 R^{N2}

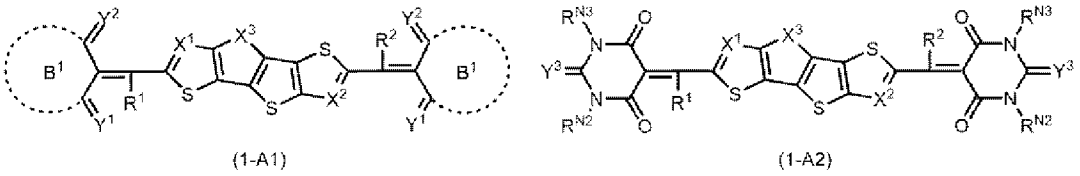
及 R^{N3} 中的另一者表示氫原子或取代基亦較佳。

從由式（A-2）表示之基的對稱性下降、進一步抑制特定化合物的凝聚、量子效率的電場強度依賴性更優異的方面考慮，R^{N2} 及 R^{N3} 為互不相同的基為較佳。

【0089】 Y^3 表示氧原子或硫原子，氧原子為較佳。

【0090】 式（1）中，A^1 及 A^2 為由式（A-1）表示之基時，特定化合物由下述式（1-A1）表示，A^1 及 A^2 為由式（A-2）表示之基時，特定化合物由下述式（1-A2）表示。

【0091】 [化學式 8]



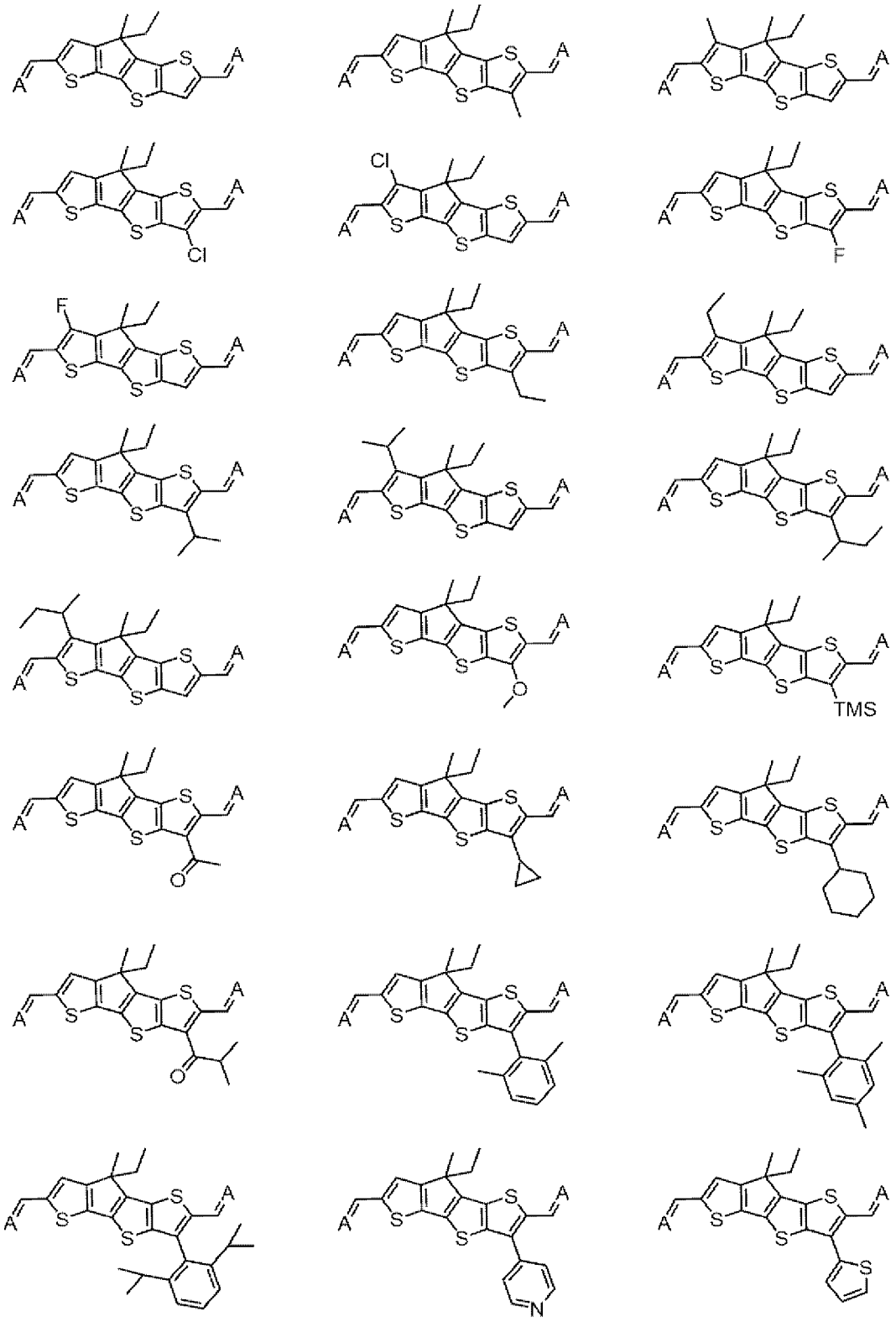
(1-A1)　　(1-A2)

【0092】 特定化合物為由式（1-A2）表示之化合物為較佳。

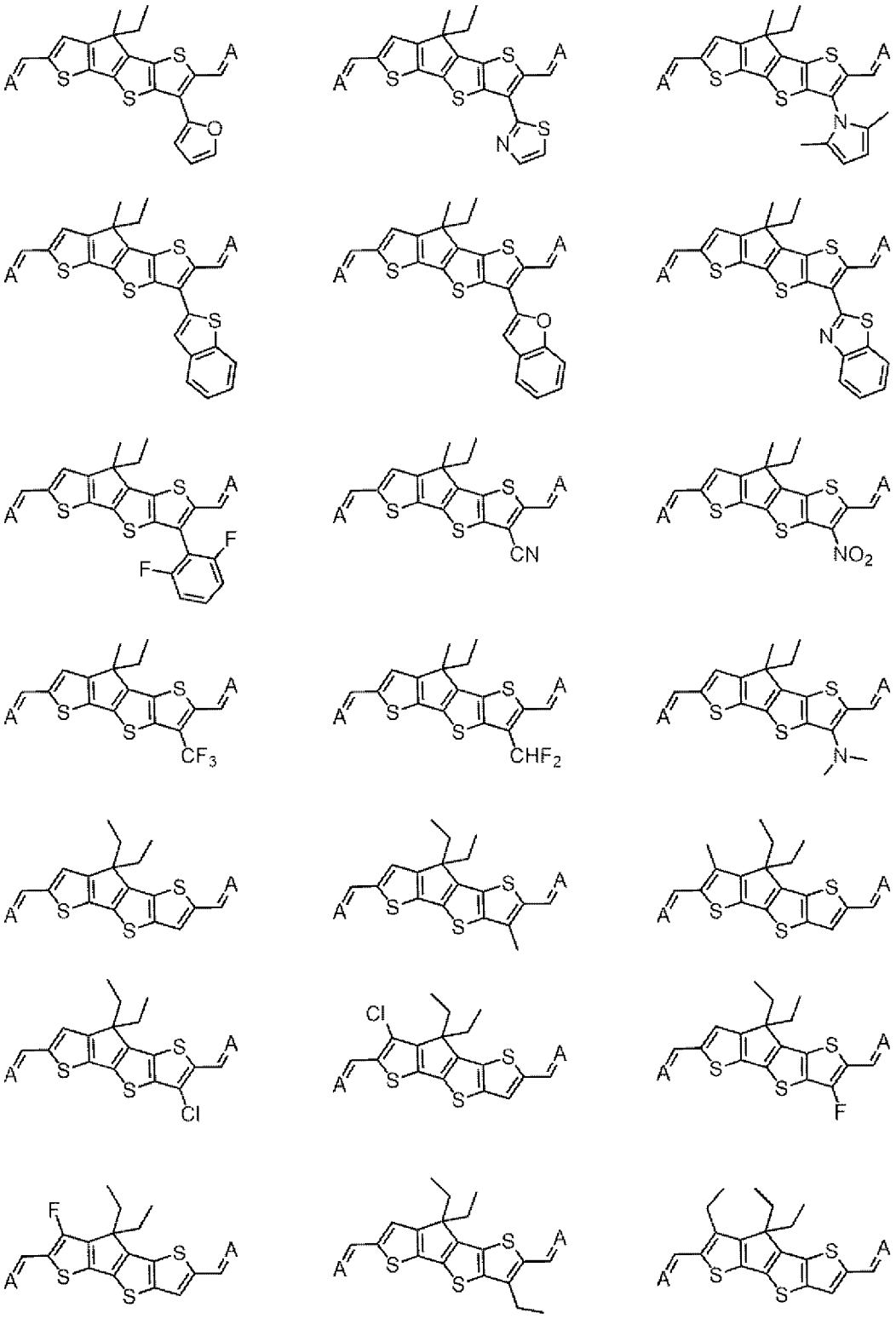
在式（1-A1）及式（1-A2）中，由存在複數個之相同符號表示之基可以彼此相同，亦可以互不相同。

【0093】 以下示出特定化合物的具體例，但本發明並不限定於該等。再者，式中，由“TMS”表示之基表示三甲基矽基。

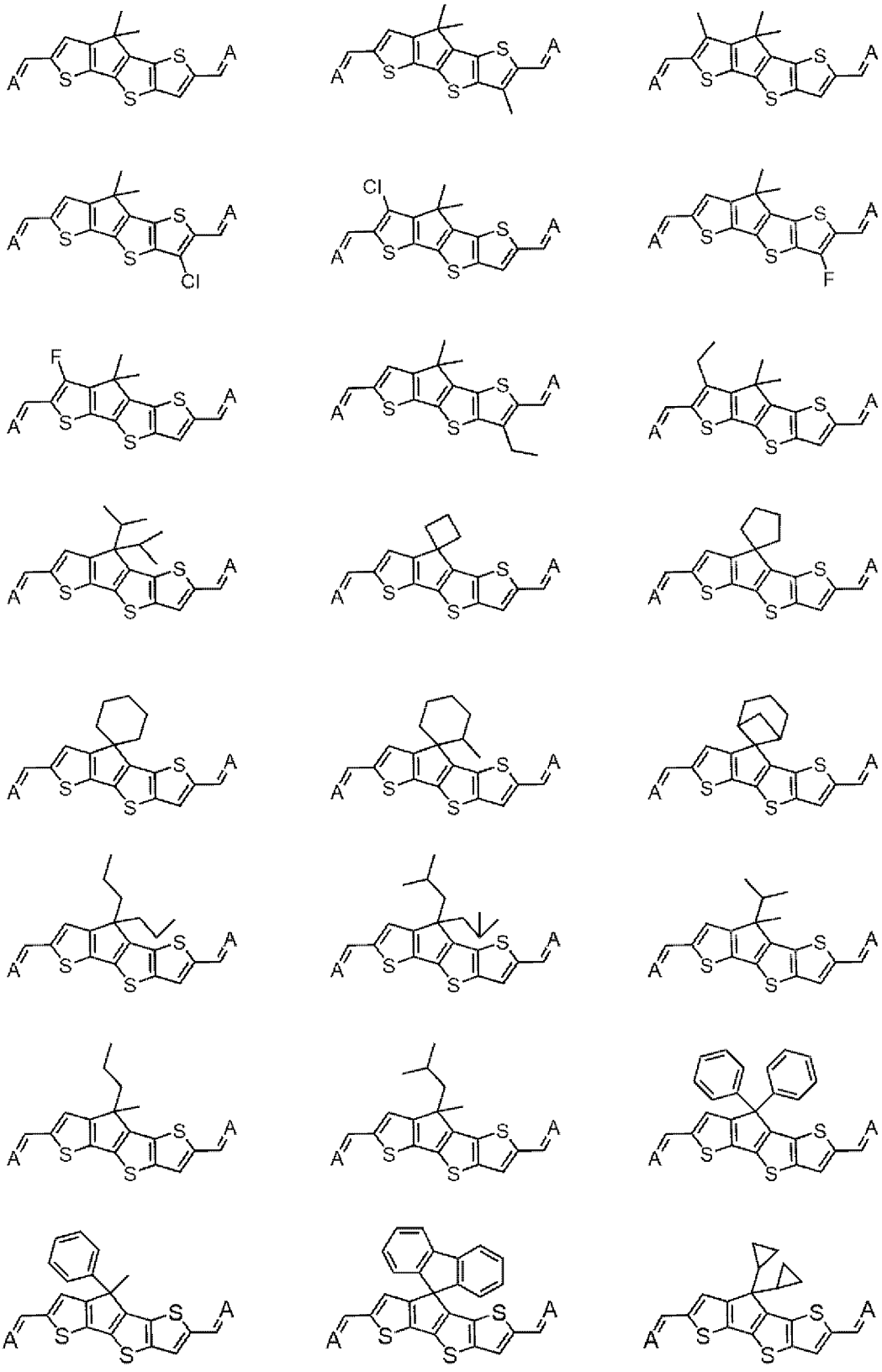
【0094】 [化學式 9]



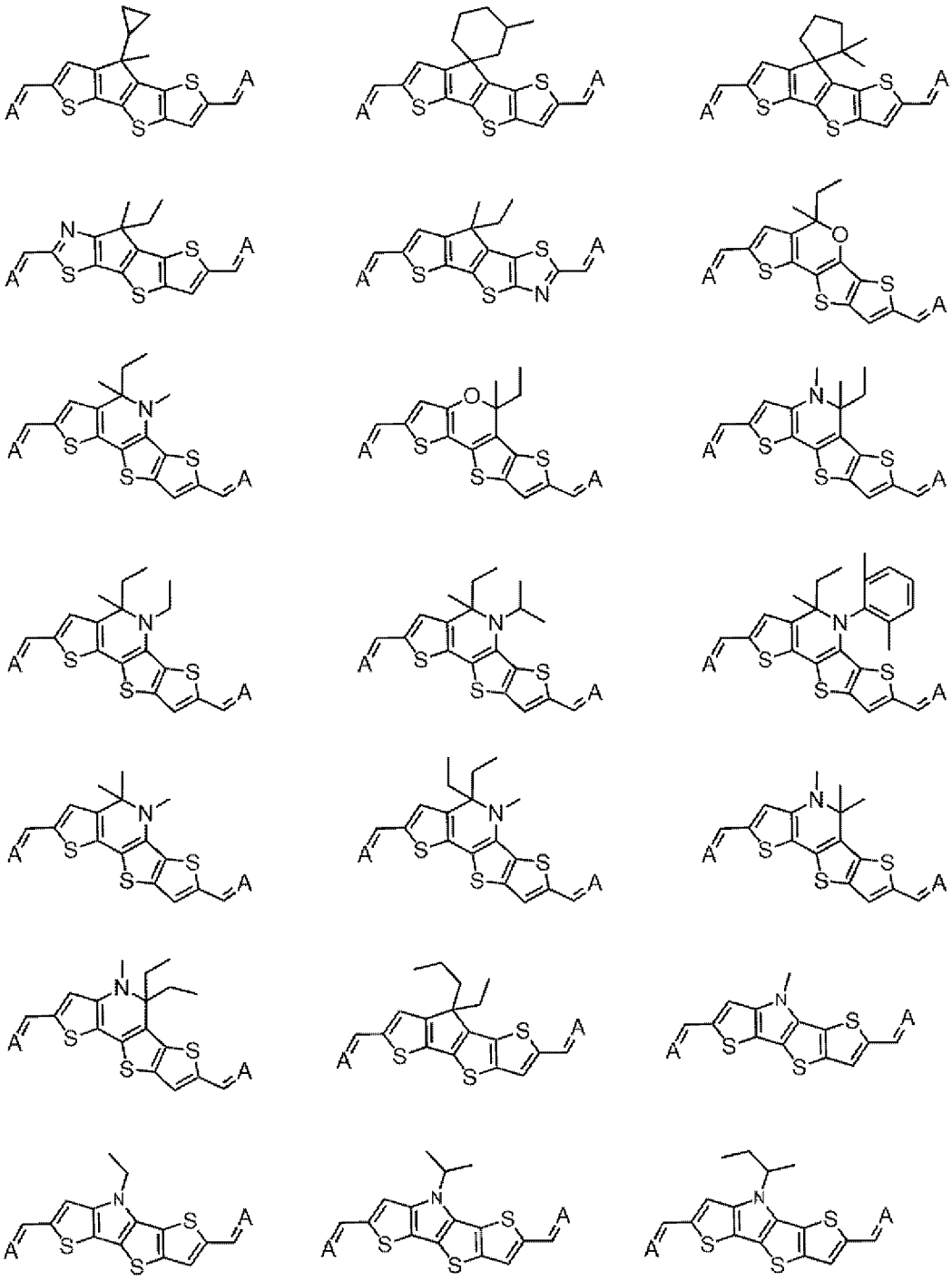
【0095】 [化學式 10]



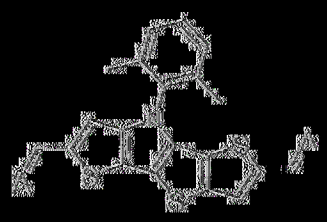
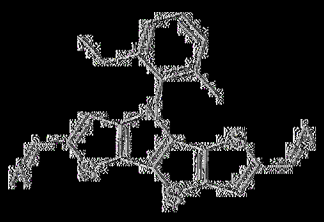
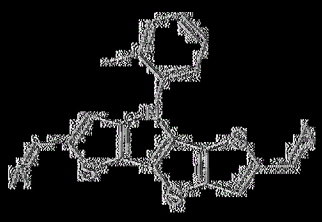
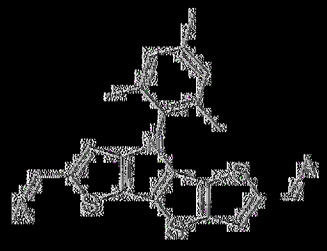
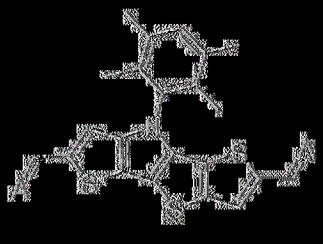
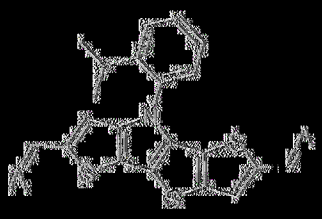
【0096】 [化學式 11]



【0097】 [化學式 12]

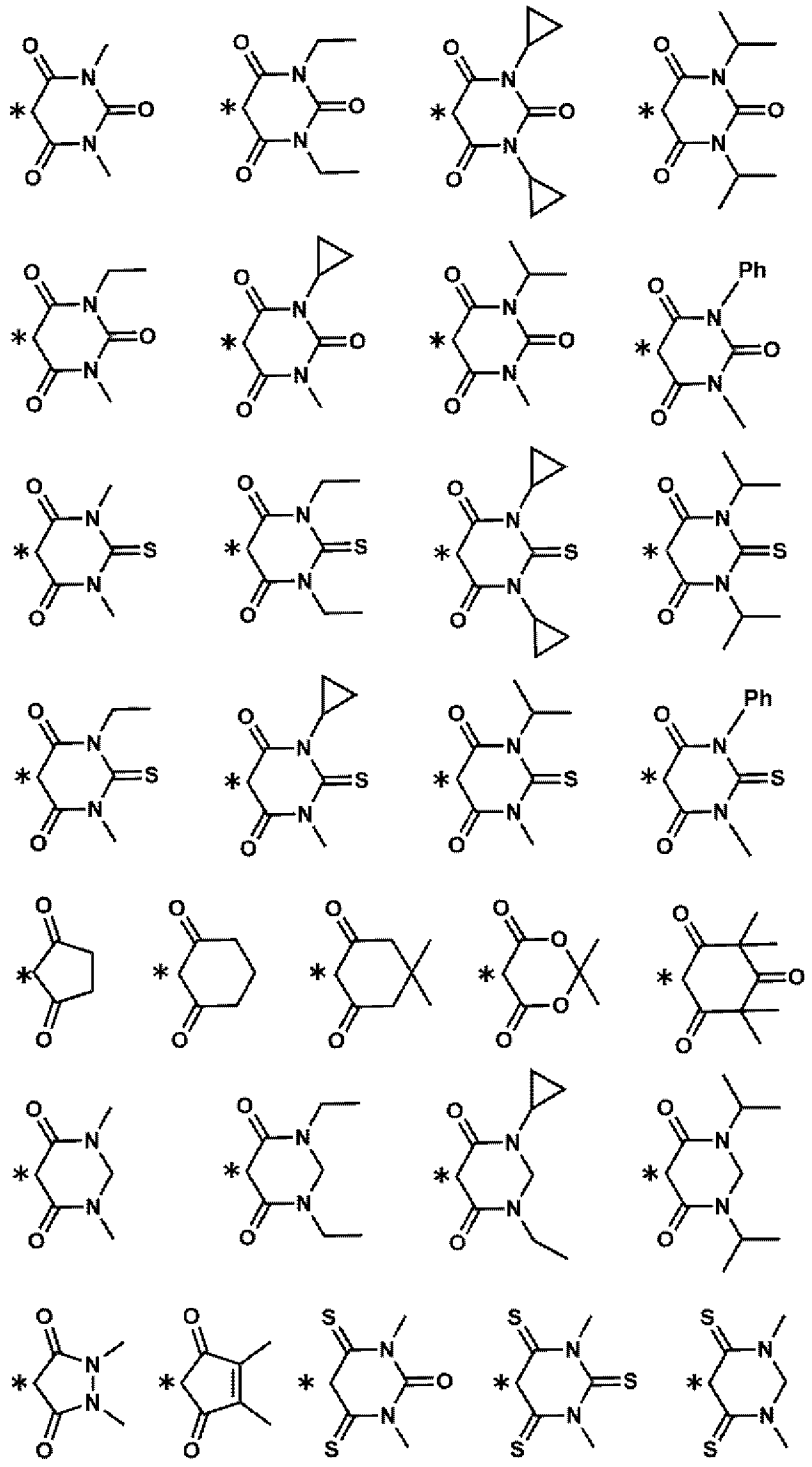


【0098】 [化學式 13]

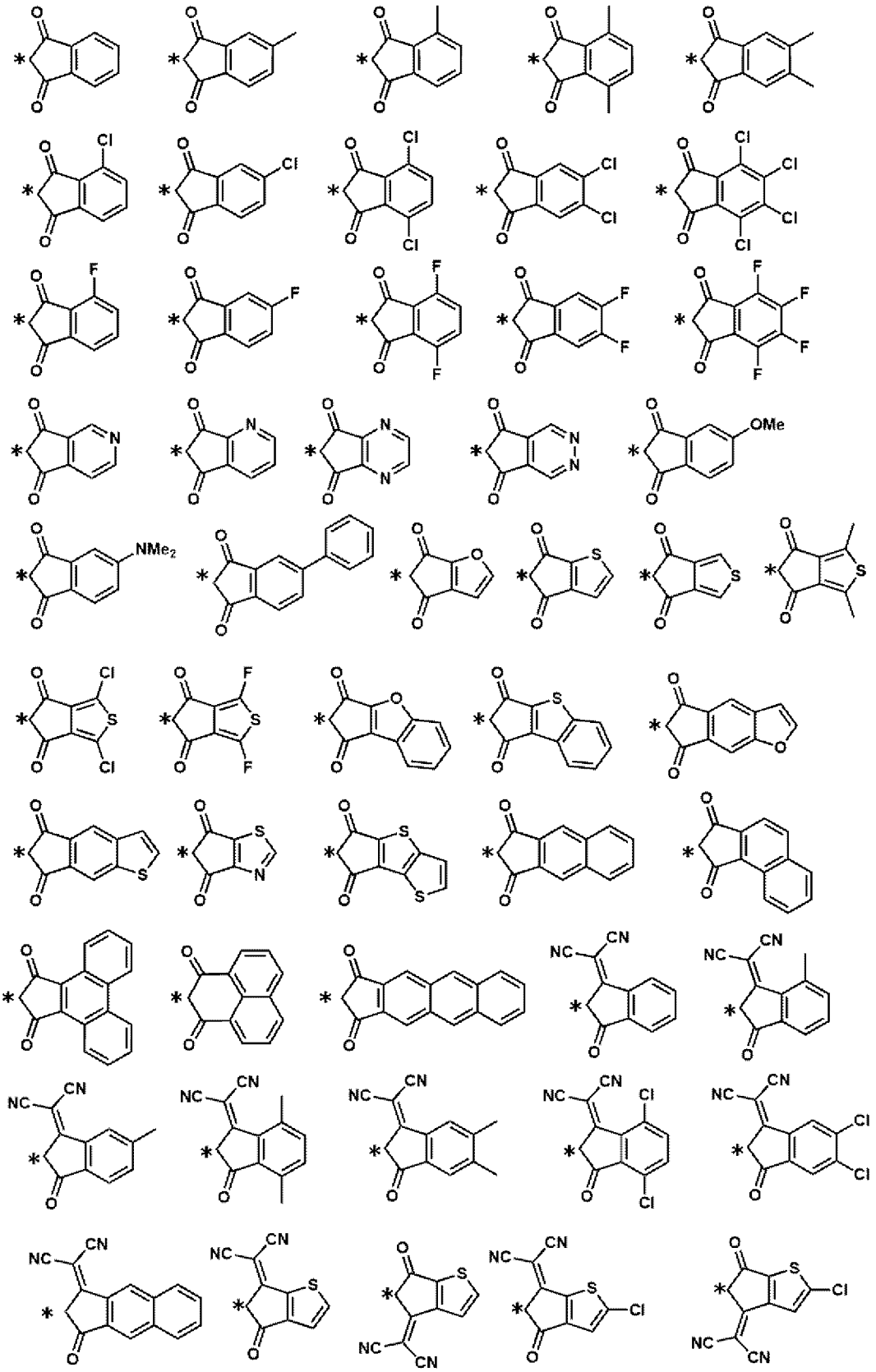







[0099] 上述例示特定化合物中的 A 分別獨立地表示以下任意基。其中，至少一者的 A 為單環基。

[0100] [化學式 14]



【0101】 [化學式 15]



【0102】 特定化合物的分子量為450～900為較佳，500～800為更佳，550～700為進一步較佳。

推測在上述分子量的情況下，特定化合物的升華溫度變低，製造適性優

異。

【0103】 從用作 p 型有機半導體時的穩定性和與 n 型有機半導體的能階匹配方面考慮，特定化合物在單獨膜中的游離電位為-5.0～-6.0eV 為較佳。

【0104】 特定化合物的極大吸收波長在波長 500～700nm 的範圍內為較佳，在 500～650nm 的範圍內為更佳。

上述極大吸收波長為將特定化合物的吸收光譜調整成吸光度成為 0.5～1.0 左右的濃度且在溶液狀態（溶劑：氯仿）下測定而得之值。其中，特定化合物不溶於氯仿時，蒸鍍特定化合物並使用成為膜狀態之特定化合物測定而得之值作為特定化合物的極大吸收波長。

【0105】 特定化合物尤其可用作攝像元件、光感測器或光電池中使用的光電轉換膜的材料。特定化合物在光電轉換膜內作為色素發揮作用的情況較多。又，特定化合物亦能夠用作著色材料、液晶材料、有機半導體材料、電荷傳輸材料、醫藥材料及螢光診斷藥材料。

【0106】 特定化合物可根據需要進行純化。

作為特定化合物的純化方法，例如，可舉出升華純化、使用了矽膠管柱層析術之純化、使用了凝膠滲透層析術之純化、再漿化清洗、再沉澱純化、使用了活性碳等吸附劑之純化及再結晶純化。

【0107】 光電轉換膜中的特定化合物的含量（=特定化合物以單層換算計之膜厚/光電轉換膜的膜厚×100）並沒有特別限定，5～75 體積%為較佳，10～50 體積%為更佳，15～40 體積%為進一步較佳。

特定化合物可以僅使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。使用 2 種以上時，

該等合計量在上述範圍內為較佳。

【0108】 ＜n 型有機半導體＞

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含 n 型有機半導體為較佳。

n 型有機半導體為與上述特定化合物不同的化合物。

n 型有機半導體為受體性有機半導體材料（化合物），係指具有容易接受電子的性質之有機化合物。亦即，n 型有機半導體係指在使 2 個有機化合物接觸而使用時電子親和力大的有機化合物。亦即，作為受體性有機半導體，只要是具有電子受容性的有機化合物，則能夠使用任意有機化合物。

作為 n 型有機半導體，例如，可舉出選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類；縮合芳香族碳環化合物（例如，萘衍生物、蒽衍生物、菲衍生物、稠四苯衍生物、芘衍生物、苝衍生物及 1,2-苯并苊（fluoranthene）衍生物等）；具有選自包括氮原子、氧原子及硫原子之群組中的至少 1 個之 5～7 員環的雜環化合物（例如，吡啶、吡咔、嘧啶、嗒咔、三咔、喹啉、喹噁啉、喹唑啉、酞咔、噌啉、異喹啉、喋啶、吖啶、啡咔、啡啉、四唑、吡唑、咪唑及噻唑等）；聚伸芳基（polyarylene）化合物；芴化合物；環戊二烯化合物；矽化合物；1,4,5,8-萘四羧酸酐；1,4,5,8-萘四羧酸酐醯亞胺衍生物及噁二唑衍生物；蒽醌基二甲烷衍生物；二苯醌（diphenyl quinone）衍生物；浴銅靈（bathocuproine）、紅啡啉（bathophenanthroline）及該等的衍生物；三唑化合物；二苯乙烯基伸芳基（distyryl arylene）衍生物；具有含氮雜環化合物作為配位體之金屬錯合物；矽雜環戊二烯化合物；日本特開 2006-100767 號公報的[0056]～[0057]段中記載之化合物。

【0109】 作為 n 型有機半導體（化合物），選自包括富勒烯及其衍生

物之群組中的富勒烯類為較佳。

作為富勒烯，例如，可舉出富勒烯 C_{60}、富勒烯 C_{70}、富勒烯 C_{76}、富勒烯 C_{78}、富勒烯 C_{80}、富勒烯 C_{82}、富勒烯 C_{84}、富勒烯 C_{90}、富勒烯 C_{96}、富勒烯 C_{240}、富勒烯 C_{540} 及混合富勒烯。

富勒烯衍生物例如可舉出對上述富勒烯加成取代基而成之化合物。作為上述取代基，烷基、芳基或雜環基為較佳。作為富勒烯衍生物，日本特開 2007-123707 號公報中記載之化合物為較佳。

【0110】 n 型有機半導體的分子量為 200～1,200 為較佳，200～900 為更佳。

【0111】 n 型有機半導體的極大吸收波長在波長 400nm 以下或波長 500～600nm 範圍內為較佳。

【0112】 光電轉換膜具有在混合了特定化合物與 n 型有機半導體之狀態下形成的本體異質結構為較佳。本體異質結構為在光電轉換膜內混合並分散有特定化合物與 n 型有機半導體之層。具有本體異質結構之光電轉換膜亦能夠藉由濕式法及乾式法中的任一種方法來形成。再者，關於本體異質結構，如在日本特開 2005-303266 號公報的[0013]～[0014]段中有詳細說明。

【0113】 特定化合物與n型有機半導體的電子親和力之差為0.1eV以上為較佳。

【0114】 n型有機半導體可以單獨使用1種，亦可以使用2種以上。

光電轉換膜包含 n 型有機半導體時，光電轉換膜中的 n 型有機半導體的含量（n 型有機半導體以單層換算計之膜厚/光電轉換膜的膜厚×100）為

15～75 體積%為較佳，20～60 體積%為更佳，20～50 體積%為進一步較佳。

【0115】 n 型有機半導體包含富勒烯類時，富勒烯類的含量相對於 n 型有機半導體的合計含量（富勒烯類以單層換算計之膜厚/單層換算計的各 n 型有機半導體的膜厚的合計×100）為 50～100 體積%為較佳，80～100 體積%為更佳。富勒烯類可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

【0116】 從光電轉換元件的響應速度方面考慮，特定化合物的含量相對於特定化合物與 n 型有機半導體的合計含量（特定化合物以單層換算計之膜厚/（特定化合物以單層換算計之膜厚+n 型有機半導體以單層換算計之膜厚）×100）為 20～80 體積%為較佳，40～80 體積%為更佳。

光電轉換膜包含 n 型有機半導體及 p 型有機半導體時，特定化合物的含量（特定化合物以單層換算計之膜厚/（特定化合物以單層換算計之膜厚+n 型有機半導體以單層換算計之膜厚+p 型有機半導體以單層換算計之膜厚）×100）為 10～75 體積%為較佳，15～50 體積%為更佳。

再者，光電轉換膜實質上由特定化合物、n 型有機半導體及根據需要包含的 p 型有機半導體構成為較佳。實質上，特定化合物、n 型有機半導體及 p 型有機半導體的合計含量相對於光電轉換膜的總質量為 90～100 體積%，95～100 體積%為較佳，99～100 體積%為更佳。

【0117】 ＜p 型有機半導體＞

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含 p 型有機半導體為較佳。

p 型有機半導體為與上述特定化合物不同的化合物。

p 型有機半導體為供體性有機半導體材料（化合物），並且係指具有容易提供電子的性質之有機化合物。亦即，p 型有機半導體係指在使 2 個有機

化合物接觸而使用時游離電位小的有機化合物。

p 型有機半導體可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

【0118】 作為 p 型有機半導體，例如，可舉出三芳基胺化合物（例如，N,N'-雙（3-甲基苯基）-（1,1'-聯苯基）-4,4'-二胺（TPD）、4,4'-雙[N-（萘基）-N-苯基-胺基]聯苯（α-NPD）、日本特開 2011-228614 號公報的[0128]～[0148]段中記載之化合物、日本特開 2011-176259 號公報的[0052]～[0063]段中記載之化合物、日本特開 2011-225544 號公報的[0119]～[0158]段中記載之化合物、日本特開 2015-153910 號公報的[0044]～[0051]段中記載之化合物及日本特開 2012-094660 號公報的[0086]～[0090]段中記載之化合物等）、吡唑啉化合物、苯乙烯胺化合物、腙化合物、聚矽烷化合物、噻吩化合物（例如，噻吩并噻吩衍生物、二苯并噻吩衍生物、苯并二噻吩衍生物、二噻吩并噻吩衍生物、[1]苯并噻吩并[3,2-b]噻吩（BTBT）衍生物、噻吩并[3,2-f:4,5-f']雙[1]苯并噻吩（TBBT）衍生物、日本特開 2018-014474 號公報的[0031]～[0036]段中記載之化合物、WO2016/194630 號的[0043]～[0045]段中記載之化合物、WO2017/159684 號的[0025]～[0037]段、[0099]～[0109]段中記載之化合物、日本特開 2017-076766 號公報的[0029]～[0034]段中記載之化合物、WO2018/207722 號的[0015]～[0025]段中記載之化合物、日本特開 2019-054228 公報的[0045]～[0053]段中記載之化合物、WO2019/058995 號的[0045]～[0055]段中記載之化合物、WO2019/081416 號的[0063]～[0089]段中記載之化合物、日本特開 2019-80052 號公報的[0033]～[0036]段中記載之化合物、WO2019/054125 號的[0044]～[0054]段中記載之化合物、WO2019/093188 號的[0041]～[0046]段中記載之化合物等）、日本特開 2019-050398 號公報的

[0034]～[0037]段的化合物、日本特開 2018-206878 號公報的[0033]～[0036]段的化合物、日本特開 2018-190755 號公報的[0038]段的化合物、日本特開 2018-026559 號公報的[0019]～[0021]段的化合物、日本特開 2018-170487 號公報的[0031]～[0056]段的化合物、日本特開 2018-078270 號公報的[0036]～[0041]段的化合物、日本特開 2018-166200 號公報的[0055]～[0082]段的化合物、日本特開 2018-113425 號公報的[0041]～[0050]段的化合物、日本特開 2018-085430 號公報的[0044]～[0048]段的化合物、日本特開 2018-056546 號公報的[0041]～[0045]段的化合物、日本特開 2018-046267 號公報的[0042]～[0049]段的化合物、日本特開 2018-014474 號公報的[0031]～[0036]段的化合物、WO2018/016465 號的[0036]～[0046]段中記載之化合物、日本特開 2020-010024 號公報的[0045]～[0048]段的化合物等）、花青化合物、氧雜菁化合物、多胺化合物、吲哚化合物、吡咯化合物、吡唑化合物、聚伸芳基化合物、縮合芳香族碳環化合物（例如，萘衍生物、蒽衍生物、菲衍生物、稠四苯衍生物、稠五苯衍生物、芘衍生物、苊衍生物及 1,2-苯并芘（fluoranthene）衍生物等）、卟啉化合物、酞青化合物、三唑化合物、噁二唑化合物、咪唑化合物、聚芳基烷烴化合物、吡唑琳桐化合物、胺基取代查耳酮化合物、噁唑化合物、茀酮化合物、矽氮烷化合物以及具有含氮雜環化合物作為配位體之金屬錯合物。

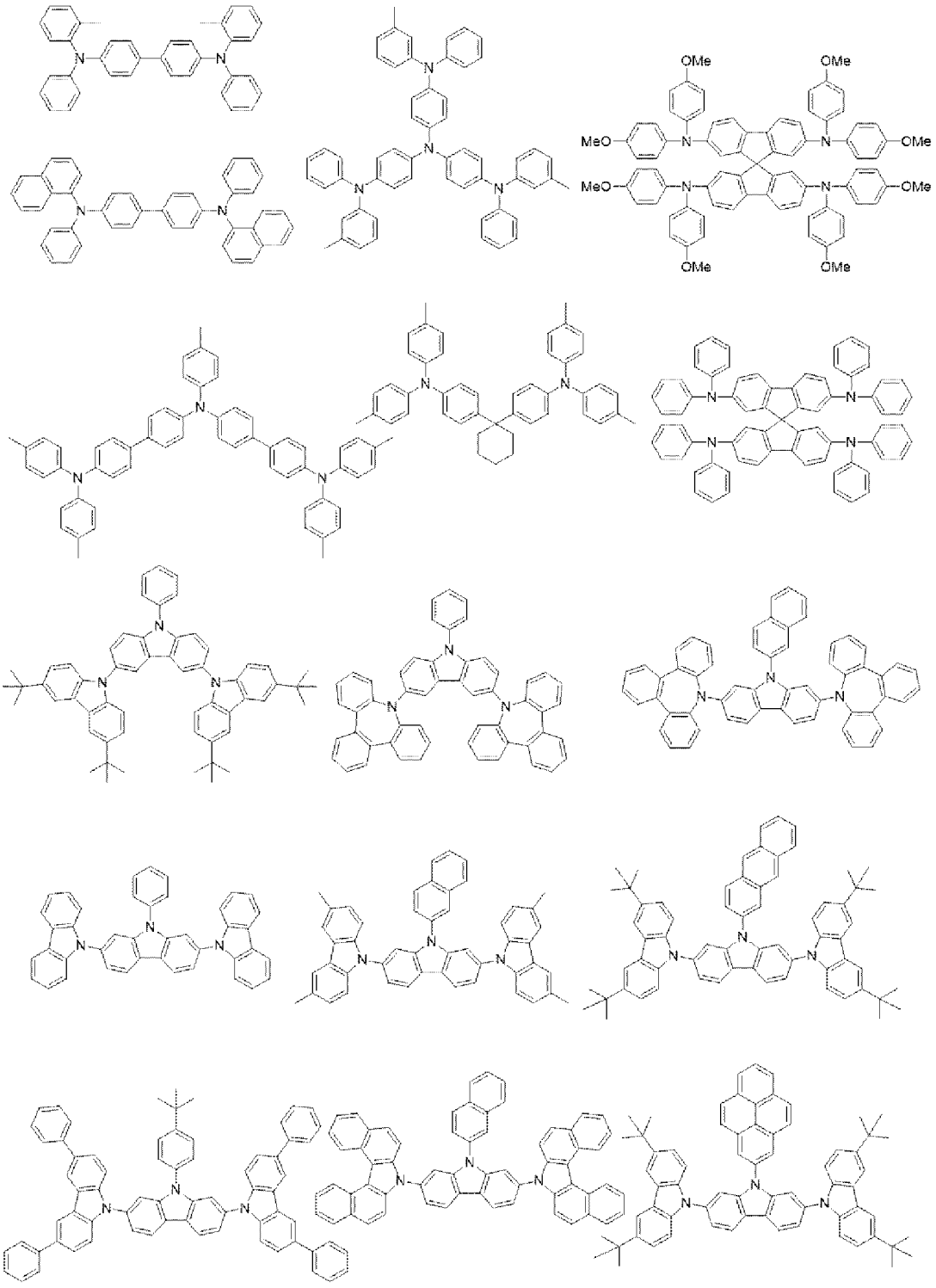
又，作為 p 型有機半導體，亦可舉出日本特開 2022-123944 號公報中記載之化合物、日本特開 2022-122839 號公報中記載之化合物、日本特開 2022-120323 號公報中記載之化合物、日本特開 2022-120273 號公報中記載之化合物、日本特開 2022-115832 號公報中記載之化合物、日本特開 2022-108268

號公報中記載之化合物、日本特開 2023-005703 號公報中記載之化合物、日本特開 2022-100258 號公報中記載之化合物、日本特開 2022-181226 號公報中記載之化合物、日本特開 2022-27575 號公報中記載之化合物及日本特開 2021-163968 號公報中記載之化合物。

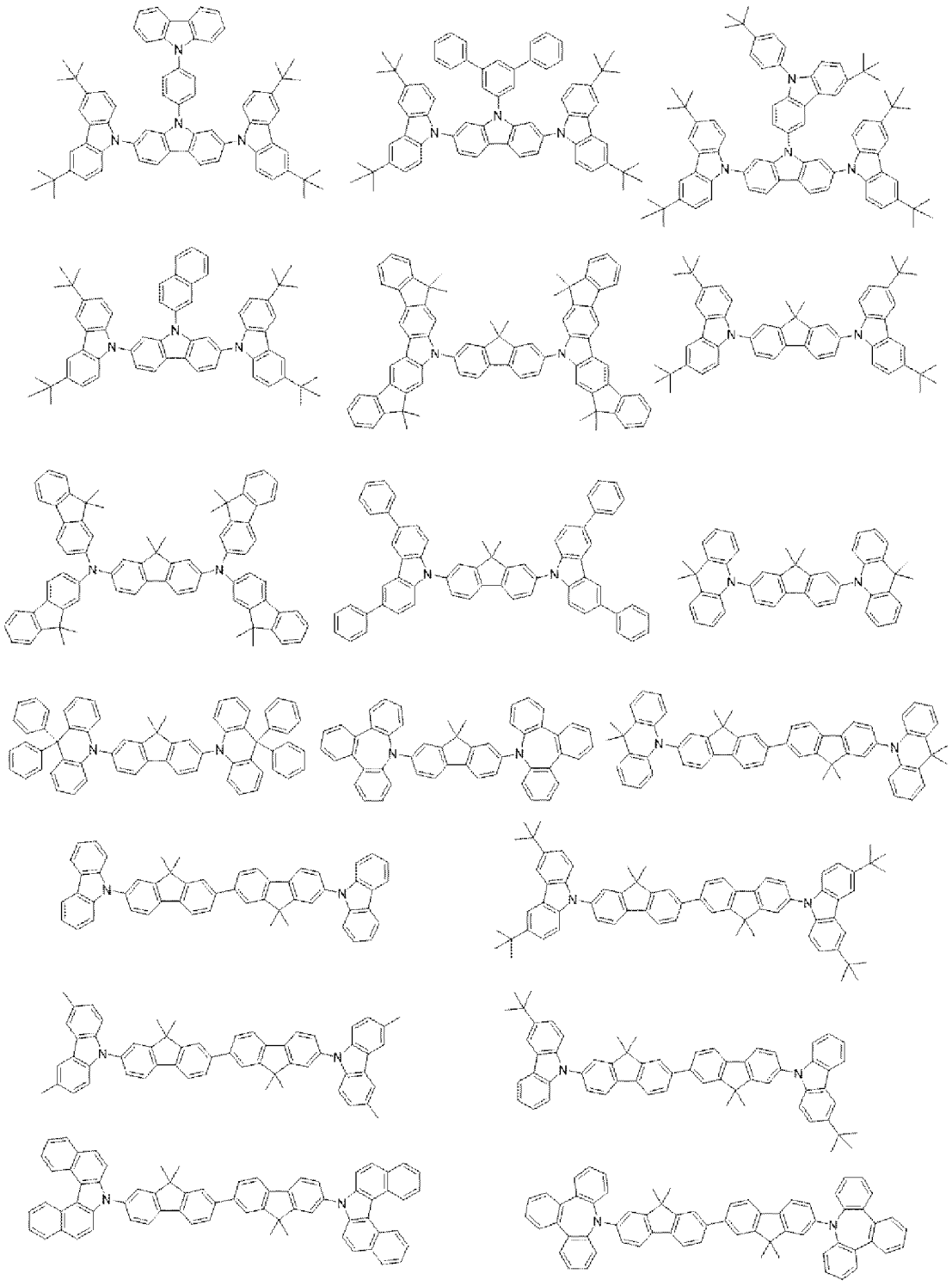
作為 p 型有機半導體，例如，亦可舉出游離電位小於 n 型有機半導體的化合物，只要滿足該條件，則能夠使用作為 n 型有機半導體例示之有機色素。

以下例示能夠用作 p 型有機半導體化合物之化合物。

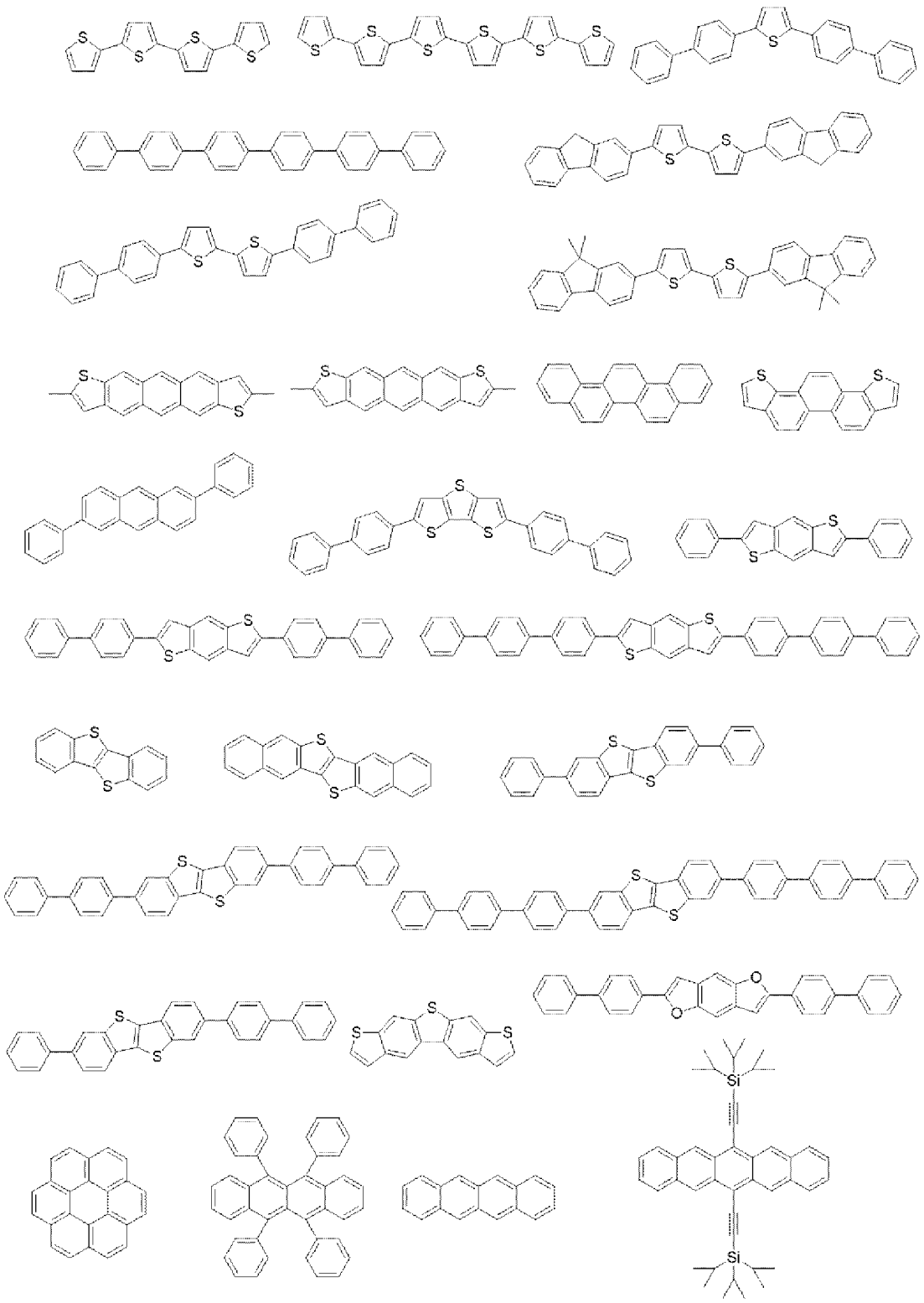
【0119】 [化學式 16]



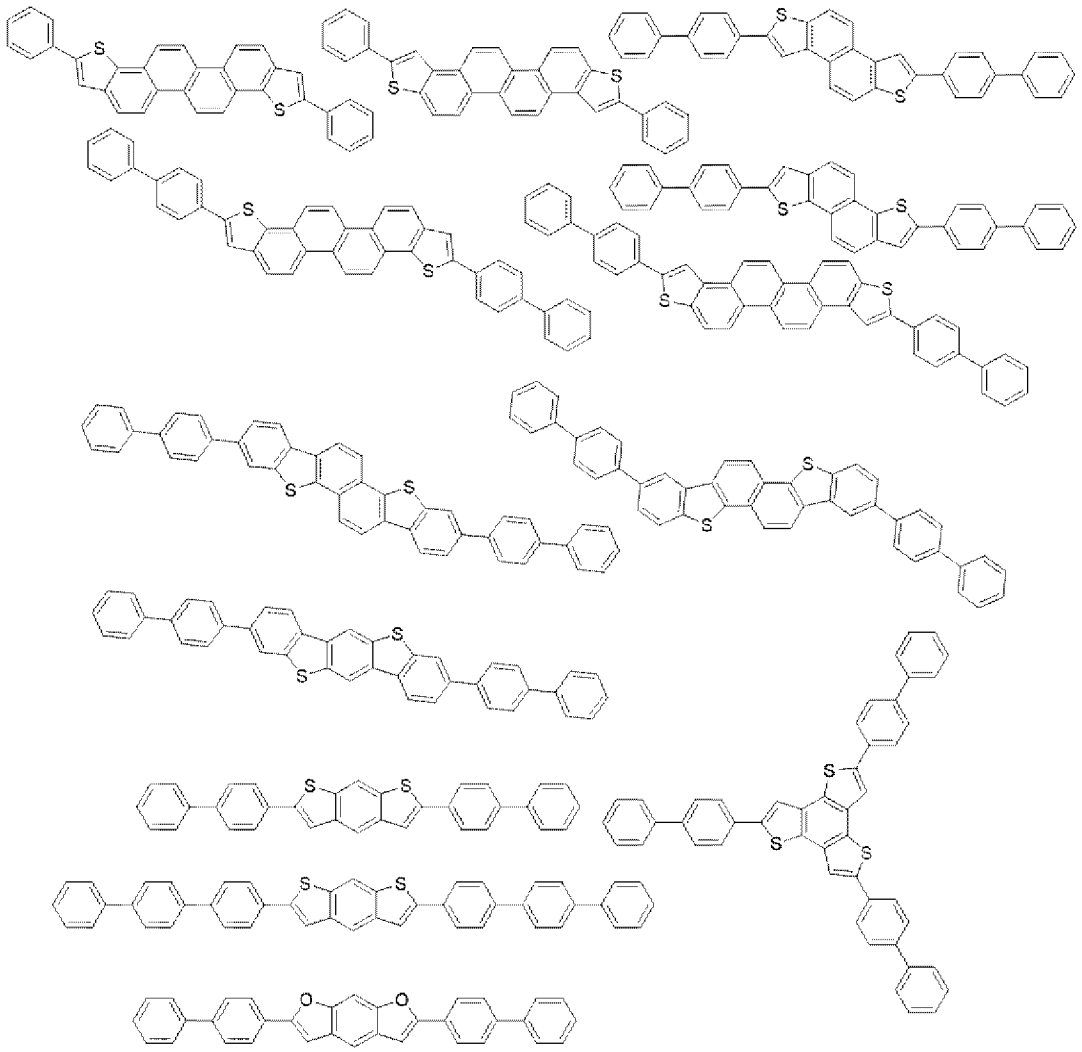
【0120】 [化學式 17]



【0121】 [化學式 18]



【0122】 [化學式 19]



【0123】 特定化合物與 p 型有機半導體的游離電位之差為 0.1eV 以上為較佳。

【0124】 p 型有機半導體材料可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

光電轉換膜包含 p 型有機半導體時，光電轉換膜中的 p 型有機半導體的含量（p 型有機半導體以單層換算計之膜厚/光電轉換膜的膜厚×100）為 15～75 體積%為較佳，20～60 體積%為更佳，25～50 體積%為進一步較佳。

【0125】 包含特定化合物之光電轉換膜為非發光性膜，具有不同於有機電致發光元件（OLED：Organic Light Emitting Diode）的特徵。非發光性膜係指發光量子效率為 1%以下的膜，發光量子效率為 0.5%以下為較佳，

0.1%以下為更佳。下限為0%以上的情況較多。

【0126】 ＜色素＞

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含色素為較佳。

色素為與上述特定化合物不同的化合物。

作為色素，有機色素為較佳。

作為有機色素，例如，可舉出花青色素、苯乙烯色素、半花青色素、部花青色素（包括零次甲基部花青（簡單部花青））、羅丹花青色素、阿羅波拉色素、氧雜菁色素、半氧雜菁色素、方酸菁色素、克酮酸色素、氮次甲基色素、香豆素色素、亞芳基色素、蒽醌色素、三苯基甲烷色素、偶氮色素、次甲基偶氮色素、茂金屬色素、茚酮色素、俘精酸酐色素、苝色素、啡啉色素、啡噻啉色素、醌色素、二苯基甲烷色素、多烯色素、吖啶色素、吖啶酮色素、二苯基胺色素、喹啉黃色素、啡噁啉色素、酞苝色素、二噁烷色素、卟啉色素、葉綠素色素、酞青色素、亞酞青色素、金屬錯合物、WO2020/013246號、WO2022/168856號、日本特開2023-10305號公報及日本特開2023-10299號公報中記載之咪唑并喹噁啉色素、2個酸性核與供體鍵結而成之受體-供體-受體型的色素以及2個供體與受體鍵結而成之供體-受體-供體型的色素等。其中，從極大吸收波長等方面考慮，花青色素、咪唑并喹噁啉色素或受體-供體-受體型色素為較佳。

【0127】 色素的極大吸收波長在可見光區域內為較佳，在波長400～650nm的範圍內為更佳，在波長400～550nm的範圍內為進一步較佳。

【0128】 色素可以單獨使用1種，亦可以使用2種以上。

光電轉換膜中色素的含量相對於特定化合物與色素的合計含量（=（色

素以單層換算計之膜厚/(特定化合物以單層換算計之膜厚+色素以單層換算計之膜厚)×100))為5～75體積%為較佳，5～60體積%為更佳，5～50體積%為進一步較佳。

【0129】 ＜成膜方法＞

作為上述光電轉換膜的成膜方法，例如，可舉出乾式成膜法。

作為乾式成膜法，例如，可舉出蒸鍍法(尤其是真空蒸鍍法)、濺射法、離子鍍法及MBE(Molecular Beam Epitaxy：分子束磊晶)法等物理氣相沉積法以及電漿聚合等CVD(Chemical Vapor Deposition：化學氣相沉積)法，真空蒸鍍法為較佳。在藉由真空蒸鍍法形成光電轉換膜的情況下，真空度及蒸鍍溫度等製造條件能夠按照常規方法來設定。

【0130】 光電轉換膜的膜厚為10～1000nm為較佳，50～800nm為更佳，50～500nm為進一步較佳。

【0131】 〔電極〕

光電轉換元件具有電極為較佳。

電極(上部電極(透明導電性膜)15和下部電極(導電性膜)11)由導電性材料構成。作為導電性材料，可舉出金屬、合金、金屬氧化物、導電性化合物及該等的混合物。

由於光從上部電極15入射，因此上部電極15相對於欲檢測的光透明為較佳。作為構成上部電極15之材料，例如，可舉出摻雜有銻或氟等之氧化錫(ATO：Antimony Tin Oxide(氧化錫銻)、FTO：Fluorine doped Tin Oxide(摻氟氧化錫))、氧化錫、氧化鋅、氧化銦、氧化銦錫(ITO：Indium Tin Oxide)及氧化鋅銦(IZO：Indium zinc oxide)等導電性金屬氧化物；金、

銀、鉻及鎳等金屬薄膜；該等金屬與導電性金屬氧化物的混合物或積層物；以及聚苯胺、聚噻吩及聚吡咯等有機導電性材料、碳奈米管及石墨烯等奈米碳材料等，從高導電性及透明性方面考慮，導電性金屬氧化物為較佳。

【0132】 通常，若使導電性膜比某一範圍更薄，則電阻值急劇增加的情況較多。在組裝有本實施形態之光電轉換元件之固體攝像元件中，片電阻可以為 100～10000Ω/□，能夠薄膜化之膜厚範圍內的自由度大。

又，上部電極（透明導電性膜）15 的膜厚越薄，所吸收之光的量越少，通常透光率增加。透光率的增加會增大光電轉換膜中的光吸收，並增大光電轉換能，因此較佳。若考慮伴隨薄膜化的漏電流的抑制、薄膜的電阻值的增大及透射率的增加，則上部電極 15 的厚度為 5～100nm 為較佳，5～20nm 為更佳。

【0133】 下部電極 11 根據用途存在具有透明性的情況和相反地不具有透明性而使光反射的情況。作為構成下部電極 11 之材料，例如，可舉出摻雜有銻或氟等之氧化錫（ATO、FTO）、氧化錫、氧化鋅、氧化銦、氧化銦錫（ITO）及氧化銦鋅（IZO）等導電性金屬氧化物；金、銀、鉻、鎳、鈦、鎢及鋁等金屬；該等金屬的氧化物或氮化物等導電性化合物（例如，氮化鈦（TiN）等）；該等金屬與導電性金屬氧化物的混合物或積層物；聚苯胺、聚噻吩及聚吡咯等有機導電性材料；碳奈米管及石墨烯等碳材料。

【0134】 作為形成電極之方法，能夠根據電極材料適當選擇。具體而言，可舉出印刷方式及塗層方式等濕式方式；真空蒸鍍法、濺射法及離子鍍法等物理方式；以及 CVD 及電漿 CVD 法等化學方式。

在電極材料為 ITO 時，可舉出電子束法、濺射法、電阻加熱蒸鍍法、

化學反應法（溶膠-凝膠法等）及氧化銦錫的分散物的塗布等方法。

【0135】 〔電荷阻擋膜：電子阻擋膜、電洞阻擋膜〕

光電轉換元件在導電性膜與透明導電性膜之間，除了光電轉換膜以外還具有 1 種以上的中間層為較佳。

作為上述中間層，例如，可舉出電荷阻擋膜。在光電轉換元件具有該膜的情況下，所獲得之光電轉換元件的特性（量子效率及響應速度等）更優異。作為電荷阻擋膜，例如，可舉出電子阻擋膜和電洞阻擋膜。

【0136】 ＜電子阻擋膜＞

電子阻擋膜為供體性有機半導體材料（化合物），能夠使用上述 p 型有機半導體。

又，作為電子阻擋膜，亦能夠使用高分子材料。

作為高分子材料，例如，可舉出伸苯伸乙烯、芴、咔唑、吲哚、茚、吡咯、甲吡啶、噻吩、乙炔及聯乙炔等聚合物以及其衍生物。

【0137】 再者，電子阻擋膜可以由複數個膜構成。

電子阻擋膜可以由無機材料構成。通常，由於無機材料的介電常數大於有機材料，因此在將無機材料用於電子阻擋膜時，光電轉換膜會被施加較多的電壓，量子效率變高。作為可成為電子阻擋膜之無機材料，例如，可舉出氧化鈣、氧化鉻、氧化鉻銅、氧化錳、氧化鈷、氧化鎳、氧化銅、氧化鍶銅、氧化銠銅、氧化鈮、氧化鉭、氧化銦銅、氧化銦銀及氧化銥。

【0138】 ＜電洞阻擋膜＞

電洞阻擋膜為受體性有機半導體材料（化合物），能夠利用上述 n 型有機半導體。

再者，電洞阻擋膜可以由複數個膜構成。

【0139】 作為電荷阻擋膜的製造方法，例如，可舉出乾式成膜法及濕式成膜法。作為乾式成膜法，例如，可舉出蒸鍍法及濺射法。蒸鍍法可以為物理蒸鍍（PVD：Physical Vapor Deposition）法及化學蒸鍍（CVD）法中的任一種，真空蒸鍍法等物理蒸鍍法為較佳。作為濕式成膜法，例如，可舉出噴墨法、噴霧法、噴嘴印刷法、旋塗法、浸塗法、澆鑄法、模塗法、輥塗法、棒塗法及凹版塗布法，從高精度圖案化方面考慮，噴墨法為較佳。

【0140】 電荷阻擋膜（電子阻擋膜及電洞阻擋膜）的膜厚分別為 3～200nm 為較佳，5～100nm 為更佳，5～30nm 為進一步較佳。

【0141】 〔基板〕

光電轉換元件可以進一步具有基板。

作為基板，例如，可舉出半導體基板、玻璃基板及塑膠基板。

再者，基板的位置通常在基板上依序積層導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜。

【0142】 〔密封層〕

光電轉換元件可以進一步具有密封層。

有時光電轉換材料因水分子等劣化因子的存在而導致其性能明顯劣化。因此，能夠用水分子不滲透的緻密的金屬氧化物、金屬氮化物或金屬氧氮化物等陶瓷或類鑽碳（DLC：Diamond-like Carbon）等密封層將光電轉換膜整體包覆密封來防止上述劣化。

再者，作為密封層，例如，可舉出日本特開 2011-082508 號公報的[0210]～[0215]段的記載，該等內容編入本說明書中。

【0143】 [光電轉換元件的製造方法]

作為光電轉換元件的製造方法，可舉出公知的製造方法。

具體而言，例如，可舉出包括如下步驟之光電轉換元件的製造方法：在基板上形成導電性膜；形成光電轉換膜；及形成透明導電性膜。

光電轉換元件的製造方法可以包括上述以外的其他步驟（例如，形成電荷阻擋膜之步驟及形成密封層之步驟）。

用於形成各層之方法如上所述。

【0144】 [攝像元件]

作為光電轉換元件的用途，例如，可舉出攝像元件。

攝像元件為將圖像的光資訊轉換為電訊號之元件，通常係指如下元件：複數個光電轉換元件在同一平面上配置成矩陣狀，在各光電轉換元件（像素）中能夠將光訊號轉換成電訊號，並將該電訊號按每個像素逐次輸出至攝像元件外。因此，每個像素由 1 個以上的光電轉換元件及 1 個以上的電晶體構成。

【0145】 [光感測器]

作為光電轉換元件的其他用途，例如，可舉出光電池及光感測器，本發明的光電轉換元件用作光感測器為較佳。作為光感測器，可以單獨使用上述光電轉換元件，亦可以作為將上述光電轉換元件配置成直線狀之線感測器或配置於平面上之二維感測器來使用。

【0146】 [化合物]

本發明亦包含特定化合物的發明。

[實施例]

[0147] 以下，根據實施例對本發明進行更詳細的說明。

以下實施例示出之材料、使用量、比例、處理內容及處理步驟等，只要不脫離本發明的主旨，則能夠適當地進行變更。藉此，本發明的範圍並不應藉由以下所示之實施例做限定性地解釋。

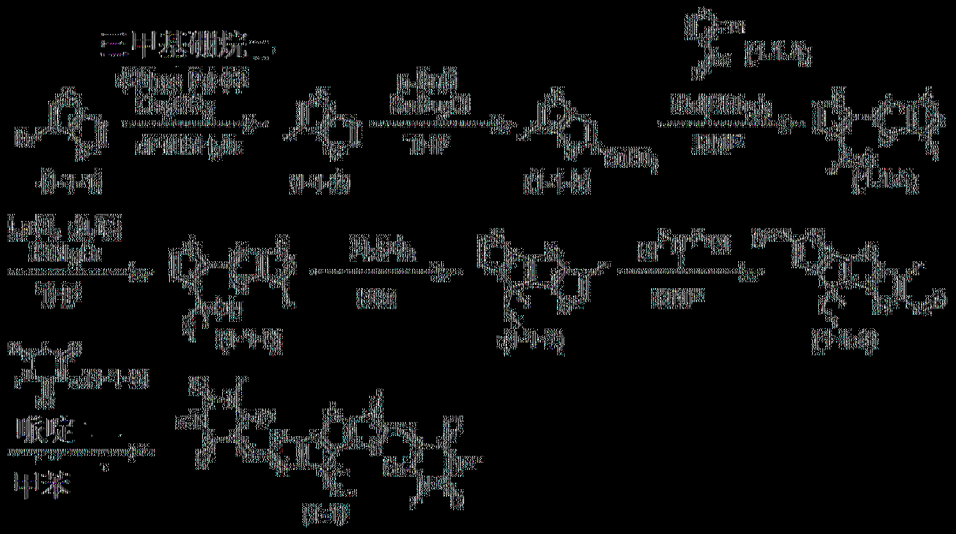
[0148] 「用於光電轉換膜的化合物」

以下示出用於光電轉換膜的各材料。

[0149] 〔化合物（1-1）的合成〕

按照以下方案合成了化合物（1-1）。

[0150] 「化學式 20」



[0151] ＜化合物（1-1-2）的合成＞

混合化合物(1-1-1)(10.0g，42.9mmol)、三甲基矽烷(9.06mL，64.3mmol)、碳酸銫（28.0g，85.8mmol）、環戊基甲醚（180mL）及水（20mL），進行真空脫氣之後，加入 SPhos Pd G3（1.76g，2.14mmol）並在 100℃下攪拌了 2 小時。自然冷卻至室溫，藉由矽藻土過濾去除了不溶物。將濾液用乙酸乙酯稀釋，用分液漏斗去除水層之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並

進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯=98/2）進行純化，由此獲得了化合物（1-1-2）（6.5g，98%）。

【0152】　＜化合物（1-1-3）的合成＞

混合化合物（1-1-2）（6.20g，40.2mmol）及 THF（四氫呋喃，201mL）並在-78℃下攪拌之後緩慢滴加己烷中的 2.66M 正丁基鋰溶液（21.2mL，56.3mmol），在-78℃下攪拌了 30 分鐘。在反應液中緩慢滴加三丁基氯錫（16mL，60.3mmol），並在冰浴中攪拌了 30 分鐘。在反應液中緩慢加入飽和氯化銨水溶液（120mL）之後，在室溫下攪拌 15 分鐘，使用分液漏斗，用己烷進行萃取之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用胺基矽膠層析術（洗提液：己烷）進行純化，由此獲得了化合物（1-1-3）（17.0g，95%）。

【0153】　＜化合物（1-1-5）的合成＞

混合化合物（1-1-3）（15.8g，35.7mmol）、化合物（1-1-4）（7.0g，32.4mmol）及 DMF（N,N-二甲基甲醯胺，105mL），進行真空脫氣之後，加入四（三苯膦）鈀（0）（1.12g，0.97mmol），並在 100℃下攪拌了 2 小時。自然冷卻至室溫，減壓蒸餾去除了溶劑。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯=80/20）進行純化，由此獲得了化合物（1-1-5）（5.0g，55%）。

【0154】　＜化合物（1-1-5）的合成＞

混合化合物（1-1-3）（15.8g，35.7mmol）、化合物（1-1-4）（7.0g，32.4mmol）及 DMF（N,N-二甲基甲醯胺，105mL），進行真空脫氣之後，加入四（三苯膦）鈀（0）（1.12g，0.97mmol），並在 100℃下攪拌了 2 小時。自然冷卻至

室溫，減壓蒸餾去除了溶劑。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯=80/20）進行純化，由此獲得了化合物（1-1-5）（5.0g，55%）。

【0155】 ＜化合物（1-1-6）的合成＞

混合化合物（1-1-5）（5.0g，18.0mmol）、THF 中的 0.6M 氯化鑭（III）雙（氯化鋰）錯合物溶液（33mL，19.8mmol）及 THF（50mL），並在冰浴中攪拌之後緩慢滴加 THF 中的 1.0M 乙基溴化鎂溶液（26.9mL，26.9mmol），並在冰浴中攪拌了 30 分鐘。在反應液中緩慢加入飽和氯化銨水溶液（50mL）之後，加入乙酸乙酯（75mL）及 1N 鹽酸（25mL），在室溫下攪拌了 10 分鐘。用分液漏斗去除水層之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行減壓濃縮，由此獲得了化合物（1-1-6）（5.5g，99%）。

【0156】 ＜化合物（1-1-7）的合成＞

混合化合物（1-1-6）（5.4g，17.5mmol）及己烷（540mL）並加入硫酸（4.7mL，87.5mmol），在室溫下攪拌了 6 小時。在反應液中加入水（200mL），在室溫下攪拌 10 分鐘之後，加入 1N 氫氧化鈉水溶液（200mL），並在室溫下進一步攪拌了 1 小時。使用分液漏斗，用二氯甲烷進行萃取之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯=98/2）進行純化，由此獲得了化合物（1-1-7）（3.1g，61%）。

【0157】 ＜化合物（1-1-8）的合成＞

混合化合物（1-1-7）（3.1g，10.7mmol）及 DMF（62mL），在室溫下攪拌之後加入（二氯甲烷）二甲基亞胺氯化物（5.46g，42.7mmol），並在 70℃

下攪拌了 5 小時。自然冷卻至室溫並在水冷下攪拌之後滴加水（93mL），在室溫下攪拌 30 分鐘之後，濾取了析出物。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：二氯甲烷/乙酸乙酯=95/5）進行純化，由此獲得了化合物（1-1-8）（2.37g，64%）。

【0158】 ＜化合物（1-1）的合成＞

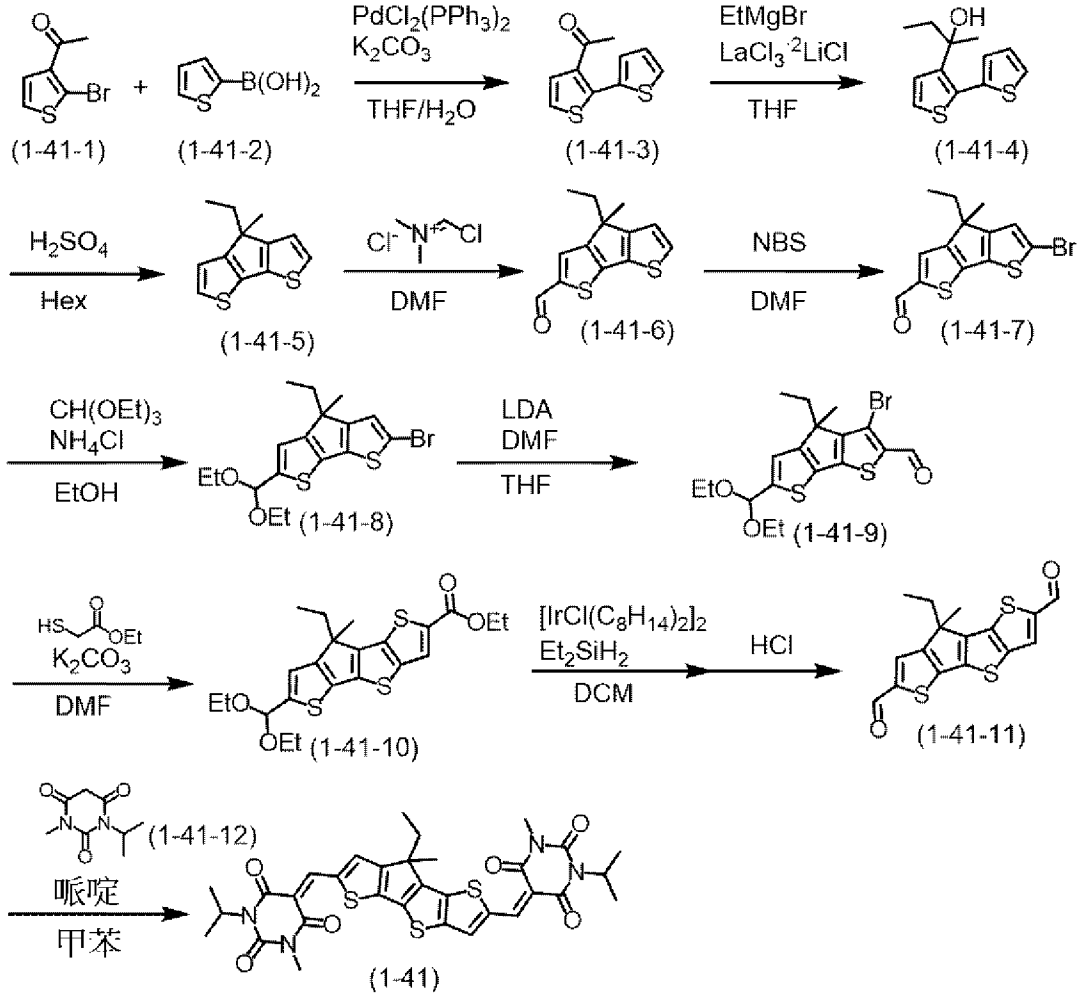
混合化合物（1-1-8）（700mg，2.0mmol）、化合物（1-1-9）（780mg，5.0mmol）、甲苯（60mL）及哌啶（3.9μL，0.02mmol），並在 100℃下攪拌了 4 小時。濾取所析出的固體，並將所獲得之固體利用管柱層析術（洗提液（體積比）：二氯甲烷/乙酸乙酯=90/10）進行了純化。之後，對所獲得之粗產物進行升華純化，由此獲得了化合物（1-1）（896mg，72%）。藉由 LDI-MS 確認了化合物（1-1）的結構。

LDI-MS（化合物（1-1））：623.1（M^+）

【0159】 〔化合物（1-41）的合成〕

按照以下方案合成了化合物（1-41）。

【0160】 [化學式 21]



【0161】 ＜化合物（1-41-3）的合成＞

混合化合物（1-41-1）（5.0g，23.6mmol）、化合物（1-41-2）（3.3g，26.0mmol）、碳酸鉀（6.54g，47.3mmol）、THF（100mL）及水（20mL），進行真空脫氣之後，加入雙（三苯膦）二氯化鈀（II）（830mg，1.18mmol），在 70℃下攪拌了 1 小時。自然冷卻至室溫，用乙酸乙酯稀釋之後，用分液漏斗去除水層之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯=3/1）進行純化，由此獲得了化合物（1-41-3）（3.4g，69%）。

【0162】 ＜化合物（1-41-4）的合成＞

混合化合物（1-41-3）（3.4g，16.3mmol）、THF 中的 0.6M 氯化鑭（III）

雙（氯化鋰）錯合物溶液（30mL，18.0mmol）及 THF（34mL），並在冰浴中攪拌之後緩慢滴加 THF 中的 1.0M 乙基溴化鎂溶液（34.5mL，24.5mmol），並在冰浴中攪拌了 30 分鐘。在反應液中緩慢加入飽和氯化銨水溶液（50mL）之後，加入乙酸乙酯（75mL）及 1N 鹽酸（25mL），在室溫下攪拌了 10 分鐘。用分液漏斗去除水層之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行減壓濃縮，由此獲得了化合物（1-41-4）（3.9g，100%）。

【0163】 ＜化合物（1-41-5）的合成＞

混合化合物（1-41-4）（3.9g，16.4mmol）及己烷（390mL），加入硫酸（4.4mL，81.8mmol），在室溫下攪拌了 6 小時。在反應液中加入水（200mL），在室溫下攪拌 10 分鐘之後，加入 1N 氫氧化鈉水溶液（200mL），並在室溫下進一步攪拌了 1 小時。使用分液漏斗，用二氯甲烷進行萃取之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯=98/2）進行純化，由此獲得了化合物（1-41-5）（2.7g，75%）。

【0164】 ＜化合物（1-41-6）的合成＞

混合化合物（1-41-5）（2.5g，11.3mmol）及 DMF（25mL），在室溫下攪拌之後加入（二氯甲烷）二甲基亞胺氯化物（1.53g，11.9mmol），並在室溫下攪拌了 3 小時。在水冷下攪拌之後滴加水（75mL），在室溫下攪拌 30 分鐘之後，濾取析出物並用甲醇進行清洗，由此獲得了化合物（D-41-6）（2.6g，93%）。

【0165】 ＜化合物（1-41-7）的合成＞

混合化合物（1-41-6）（2.6g，10.5mmol）、NBS（1.96g，11.0mmol）及

DMF（52mL），在室溫下攪拌了 30 分鐘。在反應液中加入水，使用分液漏斗，用乙酸乙酯進行萃取之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。藉由將所獲得之粗產物用二氯甲烷和甲醇進行再結晶，獲得了化合物（1-41-7）（2.89g，88%）。

【0166】 ＜化合物（1-41-8）的合成＞

混合化合物（1-41-7）（2.0g，6.11mmol）、原甲酸三乙酯（6.10mL，36.7mmol）、氯化銨（327mg，6.11mmol）及乙醇（40mL），在加熱回流下攪拌了 2 小時。自然冷卻至室溫，在反應液中加入三乙胺（1.28mL，9.17mmol），並在室溫下攪拌了 30 分鐘。將反應液用乙酸乙酯和己烷稀釋，用水和飽和食鹽水進行清洗，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用胺基矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯=99/1）進行純化，由此獲得了化合物（1-41-8）（2.3g，94%）。

【0167】 ＜化合物（1-41-9）的合成＞

混合化合物（1-41-8）（2.3g，5.73mmol）及 THF（46mL），並在-78℃下攪拌之後緩慢滴加己烷/THF 中的 1.07M 異丙胺鋰溶液（8.03mL，8.59mmol），並在-78℃下攪拌了 1 小時。在反應液中緩慢滴加 DMF（1.11mL，14.3mmol），並在冰浴中攪拌了 30 分鐘。在反應液中緩慢加入飽和食鹽水（20mL）之後，在室溫下攪拌 15 分鐘，使用分液漏斗，用乙酸乙酯進行萃取之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯/三乙胺=80/20/2）進行純化，由此獲得了化合物（1-41-9）（1.77g，72%）。

【0168】 ＜化合物（1-41-10）的合成＞

混合化合物（1-41-9）（1.77g，4.12mmol）、巰基乙酸乙酯（0.68mL，6.18mmol）、碳酸鉀（1.71g，12.4mmol）及 DMF（41mL），並在 40℃下攪拌了 4 小時。自然冷卻至室溫，在反應液中加入水（40mL）之後，加入乙酸乙酯（20mL）及己烷（20mL），並在室溫下攪拌了 10 分鐘。用分液漏斗去除水層之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用胺基矽膠層析術（洗提液（體積比）：己烷/乙酸乙酯=90/10）進行純化，由此獲得了化合物（1-41-10）（1.8g，97%）。

【0169】 ＜化合物（1-41-11）的合成＞

混合化合物（1-41-10）（1.7g，3.77mmol）、二乙基矽烷（0.73mL，5.66mmol）、二-μ-氯雙（環辛烯）銥（I）（16.9mg，0.019mmol）及二氯甲烷（7.6mL），在加熱回流下攪拌了 4 小時。自然冷卻至室溫，將反應液用二氯甲烷稀釋之後，加入 1N 鹽酸（7.6mL），並在室溫下攪拌了 30 分鐘。用分液漏斗去除水層之後，將所獲得之有機層用硫酸鎂乾燥後過濾並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物利用矽膠層析術（洗提液（體積比）：二氯甲烷/乙酸乙酯=98/2）進行純化，由此獲得了化合物（1-41-10）（640mg，51%）。

【0170】 ＜化合物（1-41）的合成＞

混合化合物（1-41-11）（450mg，1.35mmol）、化合物（1-41-12）（598mg，3.25mmol）、哌啶（26.8μL，0.27mmol）及甲苯（23mL），在 100℃攪拌了 2 小時。自然冷卻至室溫並進行了減壓濃縮。將所獲得之粗產物用二氯甲烷和甲醇進行再結晶而進行了純化。之後，對所獲得之粗產物進行升華純化，由此獲得了化合物（1-41）（666mg，74%）。

藉由 NMR（Nuclear Magnetic Resonance：核磁共振）鑑定了所獲得之

化合物（1-41）。

化合物（1-41）：^{1}H-NMR（400MHz，$CDCl_3$）；δ=8.73（0.5H，s），8.73（0.5H，s），8.71（0.2H，s），8.70（0.8H，s），8.09（0.5H，s），8.07（0.5H，s），7.73（0.2H，s），7.72（0.8H，s），5.17-5.33（2H，m），3.40-3.45（6H，m），2.06-2.23（2H，m），1.65（1.5H，s），1.64（1.5H，s），1.49-1.54（12H，m），0.65（3H，t）

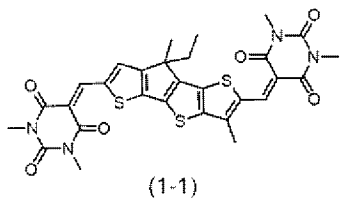
【0171】 用於光電轉換膜的除化合物（1-1）及化合物（1-41）以外的特定化合物按照上述化合物（1-1）及化合物（1-41）的合成方法進行了合成。

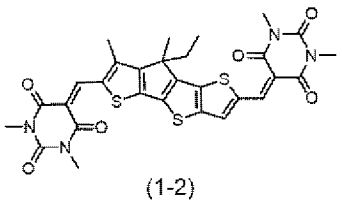
【0172】 [特定化合物]

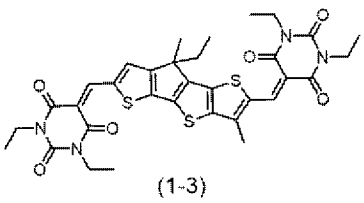
以下，示出用於光電轉換膜的特定化合物及比較例的比較化合物。

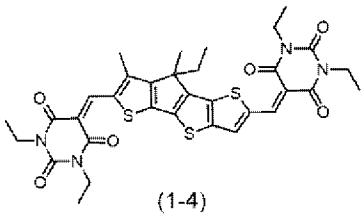
再者，化合物（1-1）～（1-50）均相當於本發明的特定化合物，化合物（C-1）～（C-4）為比較例的比較化合物。再者，式中，由“TMS”表示之基表示三甲基矽基。

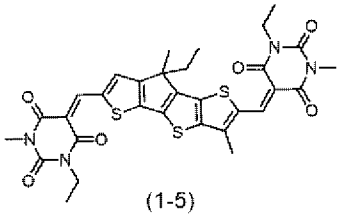
【0173】 [化學式 22]

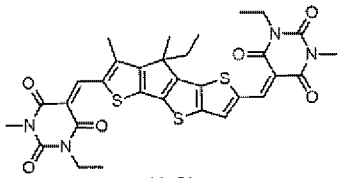

(1-1)

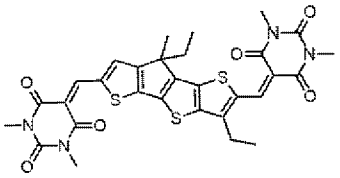

(1-2)

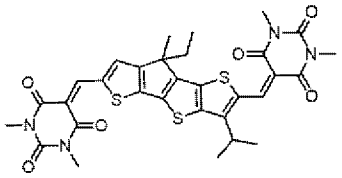

(1-3)

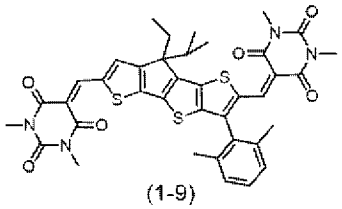

(1-4)

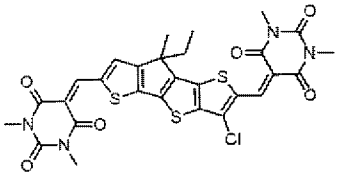

(1-5)

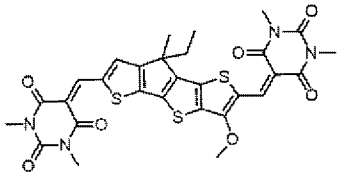

(1-6)

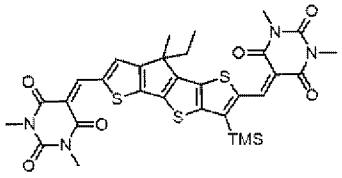

(1-7)

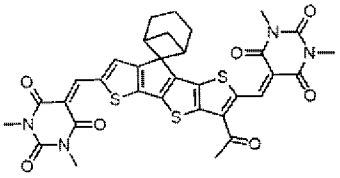

(1-8)

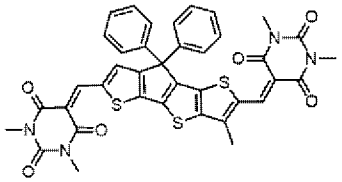

(1-9)

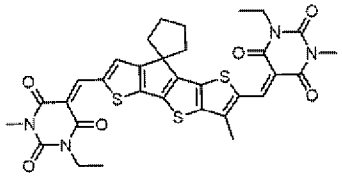

(1-10)

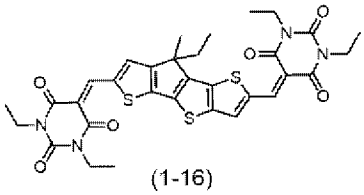

(1-11)

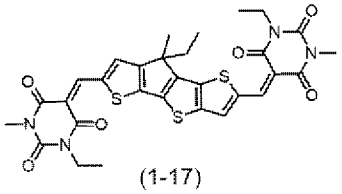

(1-12)

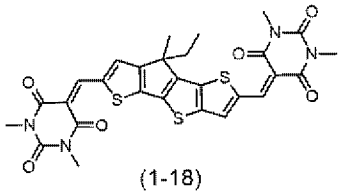

(1-13)


(1-14)

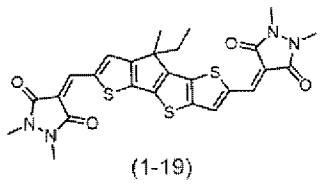

(1-15)


(1-16)

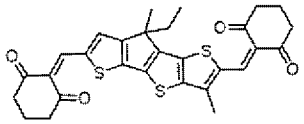

(1-17)


(1-18)

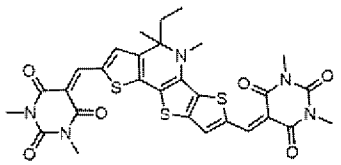
【0174】 [化學式 23]



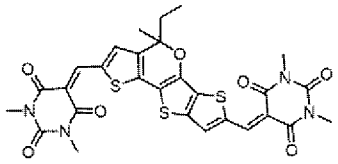
(1-19)



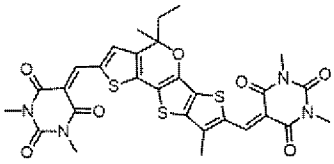
(1-20)



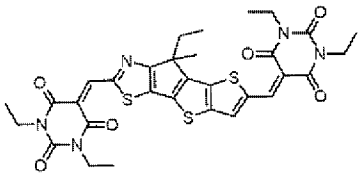
(1-21)



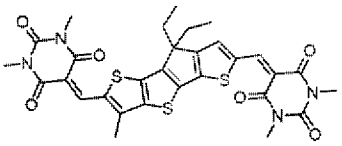
(1-22)



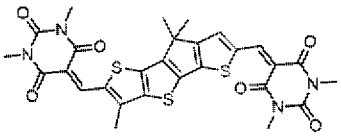
(1-23)



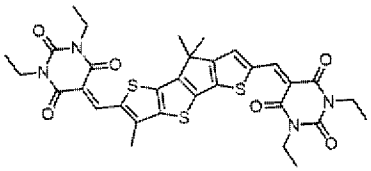
(1-24)



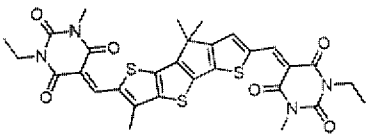
(1-25)



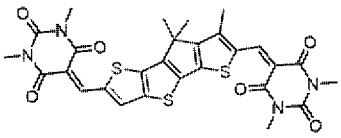
(1-26)



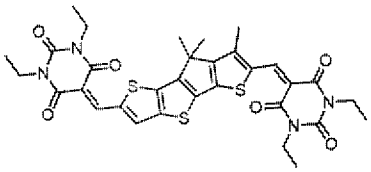
(1-27)



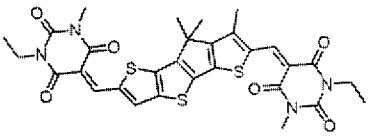
(1-28)



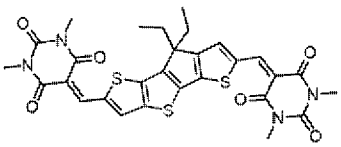
(1-29)



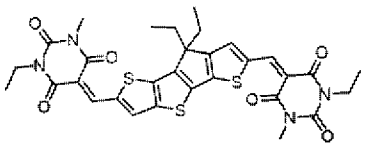
(1-30)



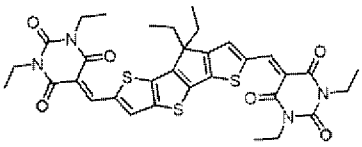
(1-31)



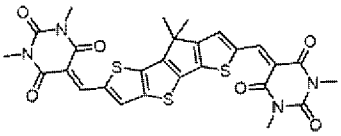
(1-32)



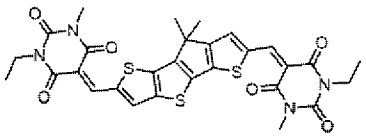
(1-33)



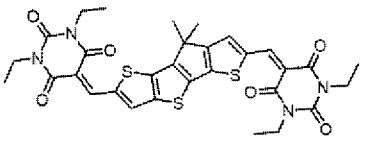
(1-34)



(1-35)

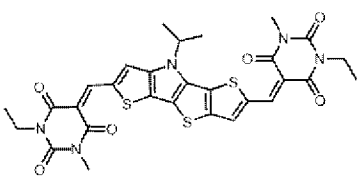


(1-36)

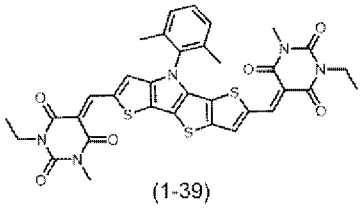


(1-37)

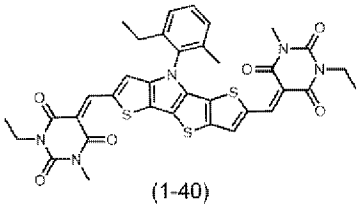
【0175】 [化學式 24]



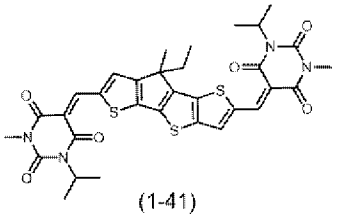
(1-38)



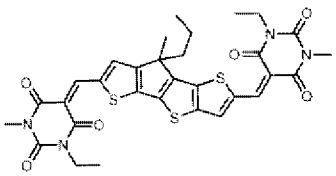
(1-39)



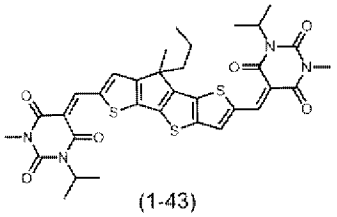
(1-40)



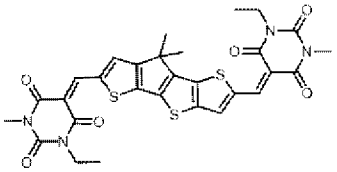
(1-41)



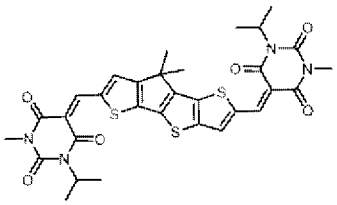
(1-42)



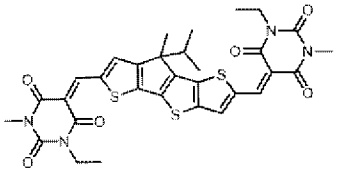
(1-43)



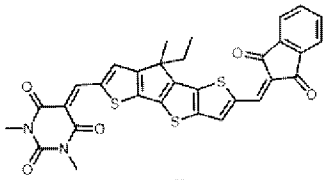
(1-44)



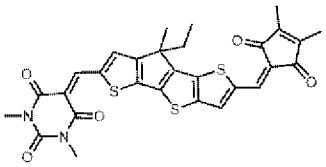
(1-45)



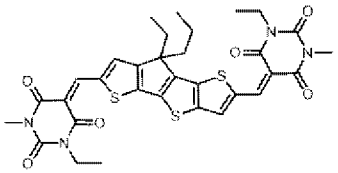
(1-46)



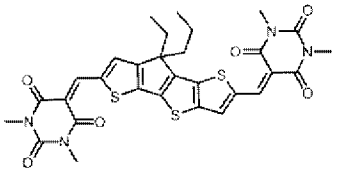
(1-47)



(1-48)

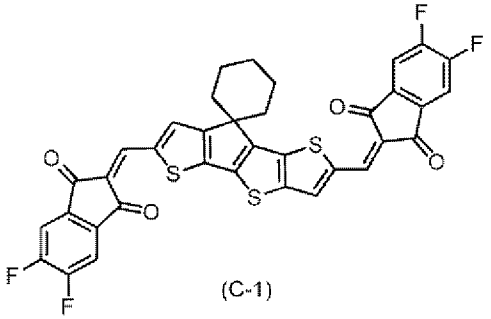


(1-49)

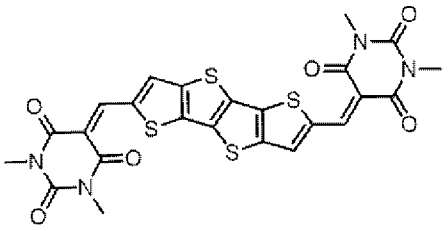


(1-50)

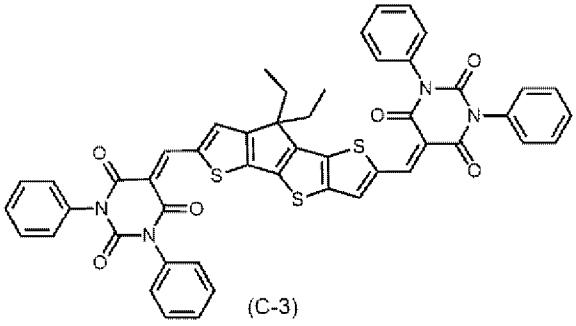
【0176】 [化學式 25]



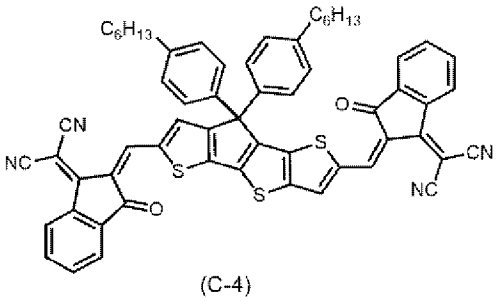
(C-1)



(C-2)



(C-3)



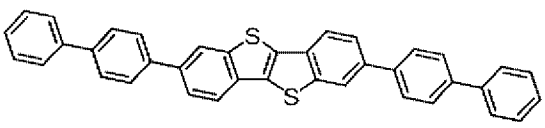
(C-4)

【0177】 〔n 型有機半導體〕

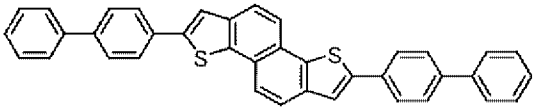
・C60：富勒烯（C_{60}）

【0178】 〔p 型有機半導體〕

【0179】 [化學式 26]



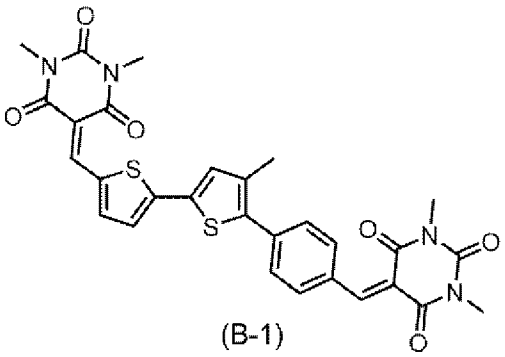
(P-1)



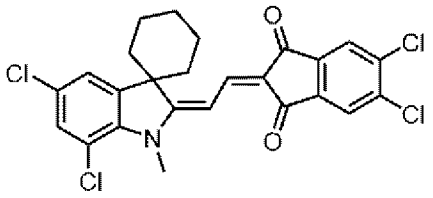
(P-2)

【0180】 〔色素〕

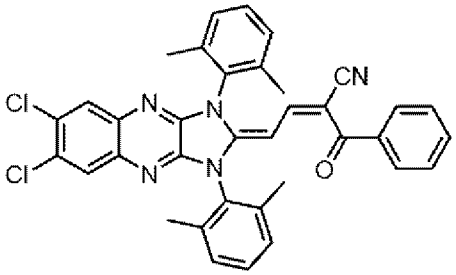
【0181】 [化學式 27]



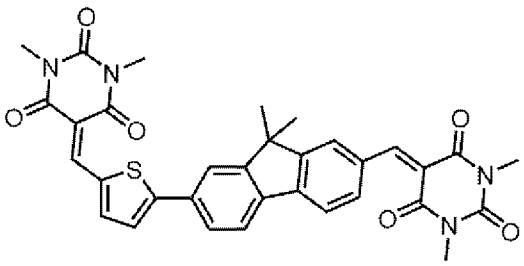
(B-1)



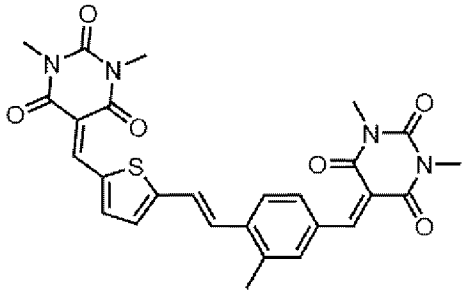
(B-2)



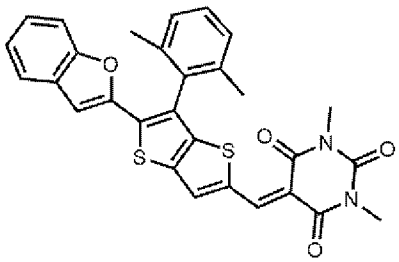
(B-3)



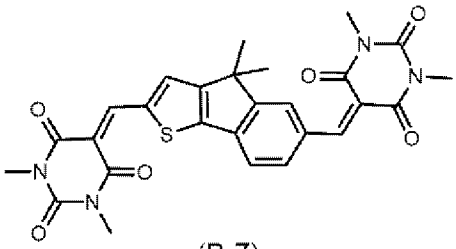
(B-4)



(B-5)



(B-6)



(B-7)

【0182】 [評價]

〔試驗 X〕

藉由以下方法評價了光電轉換元件在照射到紅綠光（600nm）時的量子效率、響應速度及響應速度的電場強度依賴性以及製造適性。

【0183】 ＜光電轉換元件（A）的製作＞

使用所獲得之化合物製作出圖 2 的形態的光電轉換元件（A）。其中，

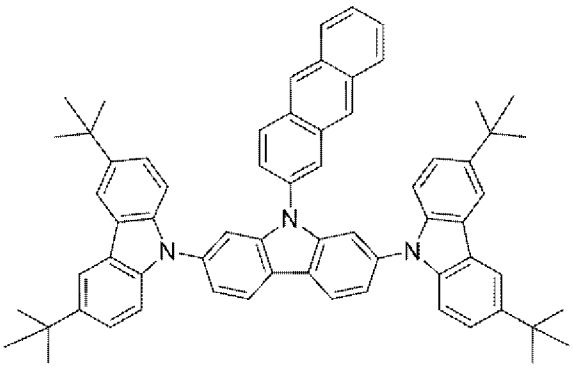
光電轉換元件由下部電極 11、電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12、電洞阻擋膜 16B 及上部電極 15 構成。

具體而言，在玻璃基板上藉由濺射法使非晶質性 ITO 成膜而形成下部電極 11（厚度：30nm），進一步在下部電極 11 上藉由真空加熱蒸鍍法使化合物（EB-1）成膜，由此形成了電子阻擋膜 16A（厚度：30nm）。

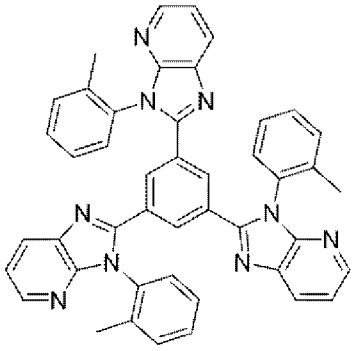
而且，在將玻璃基板的溫度控制在 25℃的狀態下，在電子阻擋膜 16A 上，藉由真空蒸鍍法按規定比（特定化合物:n 型有機半導體:p 型有機半導體=1:1:1，厚度換算）對表 1 或所示之各特定化合物或各比較化合物、n 型有機半導體（富勒烯（C_{60}））及表 1 所示之 p 型有機半導體進行共蒸鍍，由此形成了膜。藉此，形成了具有 300nm 的本體異質結構之光電轉換膜 12。此時，將光電轉換膜 12 的成膜速度設定為 1.0Å/秒。

而且，在光電轉換膜 12 上蒸鍍化合物（EB-2）而形成了電洞阻擋膜 16B（厚度：10nm）。藉由濺射法在電洞阻擋膜 16B 上對非晶質性 ITO 進行成膜而形成了上部電極 15（透明導電性膜）（膜厚：10nm）。在上部電極 15 上藉由真空蒸鍍法形成作為密封層之 SiO 膜之後，在其上藉由 ALCVD（原子層化學氣相沉積（Atomic Layer Chemical Vapor Deposition））法形成氧化鋁（Al（Al_2O_3）層，由此製作了各光電轉換元件（A）。

【0184】 [化學式 28]



EB-1



EB-2

【0185】 ＜暗電流＞

藉由以下方法測定了所獲得之各光電轉換元件（A）的暗電流。

對各光電轉換元件的下部電極及上部電極施加電壓直至電場強度達到 2.5×10^5V/cm，測定了暗室中的電流值（暗電流）。其結果，確認到如下：在任意光電轉換元件（A）中，暗電流亦為 50nA/cm^2 以下，並且顯示充分低的暗電流。

【0186】 ＜量子效率（外部量子效率）＞

藉由以下方法評價了各光電轉換元件(A)的量子效率(外部量子效率)。

對各光電轉換元件（A）施加電壓直至電場強度達到 2.0×10^5V/cm。之後，從上部電極（透明導電性膜）側照射光，測定了波長 600nm 處的量子效率（光電轉換效率）。

使用所獲得之各光電轉換元件(A)在波長 600nm 處的量子效率，按照式(S1)在各波長處計算出了量子效率的相對比。按照下述評價基準，根據所獲得之值對量子效率進行了評價。

【0187】 式(S1)：量子效率的相對比=(各光電轉換元件（A）的光電轉換效率)/(實施例 1-1 的光電轉換元件（A）的光電轉換效率)

【0188】 A：量子效率的相對比為 0.95 以上

B：量子效率的相對比為 0.80 以上且未達 0.95

C：量子效率的相對比為 0.60 以上且未達 0.80

D：量子效率的相對比未達 0.60

【0189】 ＜響應速度＞

藉由以下方法評價了各光電轉換元件（A）的響應速度。

對各光電轉換元件（A）施加電壓直至電場強度達到 2.0×10^5V/cm。之後，瞬間點亮 LED（light emitting diode：發光二極體）並從上部電極（透明導電性膜）側照射光，用示波器測定在波長 600nm 處的光電流，並計測了從 0%訊號強度上升至 97%訊號強度的上升時間。使用所獲得之各光電轉換元件（A）在波長 600nm 處的上升時間，按照式（S2）計算出了相對響應速度。按照下述評價基準，根據所獲得之值對響應速度進行了評價。

【0190】 式（S2）：相對響應速度=（各光電轉換元件（A）的上升時間）/（實施例 1-1 的光電轉換元件（A）的上升時間）

【0191】 A：相對響應速度未達 1.1

B：相對響應速度為 1.1 以上且未達 1.5

C：相對響應速度為 1.5 以上且未達 2.0

D：相對響應速度為 2.0 以上

【0192】 ＜響應速度的電場強度依賴性＞

藉由以下方法評價了各光電轉換元件（A）的響應速度的電場強度依賴性。

在＜響應速度＞中，除了將施加到各光電轉換元件（A）之電壓變更為 7.5×10^4V/cm 以外，以相同的步驟，計測了施加電壓 7.5×10^4V/cm 下的上升

時間。

使用各光電轉換元件（A）在各施加電壓下的波長 600nm 處的上升時間，按照式（S3）計算出了上升時間的相對比。按照下述評價基準，根據所獲得之值評價了響應速度的電場強度依賴性。

【0193】 式（S3）：上升時間的相對比=（施加電壓 7.5×10^4V/cm 下的各光電轉換元件（A）的上升時間）/（施加電壓 2.0×10^5V/cm 下的各光電轉換元件（A）的上升時間）

【0194】 A：上升時間的相對比未達 2.0

B：上升時間的相對比為 2.0 以上且未達 3.0

C：上升時間的相對比為 3.0 以上且未達 4.0

D：上升時間的相對比為 4.0 以上

【0195】 ＜製造適性的評價＞

藉由以下方法評價了各實施例及比較例的構成的光電轉換元件的製造適性。

除了將光電轉換膜 12 的成膜速度設為 3.0Å/秒以外，以與光電轉換元件（A）相同的步驟，製作了各實施例或各比較例的光電轉換元件（B）。接著，以與＜量子效率（外部量子效率）的評價＞相同的方法，測定了所獲得之光電轉換元件（B）在 600nm 處的光電轉換效率。

使用實施例或比較例的結構相同的光電轉換元件（A）及光電轉換元件（B）在 600nm 處的光電轉換效率的測定值，按照式（S4）計算出了光電轉換效率的相對比 B/A。按照下述評價基準，根據所獲得之值評價了製造適性。

相對比 B/A 的值越接近 1，則表示提高成膜速度時光電轉換元件的特性越不易劣化，亦即製造適性優異。

【0196】 式（S4）：光電轉換效率的相對比 B/A=（光電轉換元件（B）的光電轉換效率）/（光電轉換元件（A）的光電轉換效率）

【0197】 A：相對比 B/A 為 0.90 以上

B：相對比 B/A 為 0.85 以上且未達 0.90

C：相對比 B/A 為 0.80 以上且未達 0.85

D：相對比 B/A 未達 0.80

【0198】 ＜量子效率的電場強度依賴性＞

藉由以下方法評價了各實施例及比較例的結構的光電轉換元件在照射到紅綠光（600nm）時的量子效率的電場強度依賴性。

藉由與上述＜量子效率＞的評價相同的步驟，測定了各光電轉換元件（A）在電場強度 7.0×10^4V/cm 下的量子效率（外部量子效率）。

按照式（SX1）計算出量子效率的電場強度依賴性，按照下述評價基準評價了量子效率的電場強度依賴性。再者，在式（SX1）中，分子分母為針對相同的實施例或比較例的光電轉換元件測定而得之值。又，分子分母均為在 600nm 處測定的量子效率。量子效率的電場強度依賴性被評價為 C 以上為較佳。

【0199】 式（SX1）：量子效率的電場強度依賴性=（各光電轉換元件（A）在電場強度 7.0×10^4V/cm 下的量子效率）/（各光電轉換元件（A）在電場強度 2.0×10^5V/cm 下的量子效率）

【0200】 A：量子效率的電場強度依賴性為 0.80 以上

B：量子效率的電場強度依賴性為 0.75 以上且未達 0.80

C：量子效率的電場強度依賴性為 0.70 以上且未達 0.75

D：量子效率的電場強度依賴性未達 0.70

【0201】　＜結果＞

以下，將評價結果示於下述表中。

表中，關於“X^3”一欄，在特定化合物為式（1）中的 X^3 為-C（$R^{c1}R^{c2}$）-之化合物的情況下記載為“A”，在上述以外的情況下記載為“B”。

表中，關於“A^1，A^2”一欄，在特定化合物為式（1）中的 A^1 及 A^2 為由式（A-2）表示之基之化合物的情況下記載為“A”，在上述以外的情況下記載為“B”。

表中，關於“$R^{N2}\neq R^{N3}$”一欄，在 R^{N2} 與 R^{N3} 為互不相同的基的情況下記載為“A”，在上述以外的情況下記載為“B”。

表中，關於“X^1，X^2（-CR^{a1}=）”一欄，在特定化合物為式（1）中的 X^1 及 X^2 為-CR^{a1}=的情況下記載為“A”，在上述以外的情況下記載為“B”。

表中，關於“必要條件 1～4”一欄，在特定化合物為滿足必要條件 1～4 中的任一個之化合物的情況下記載為“A”，在上述以外的情況下記載為“B”。

表中，關於“必要條件 4～7”一欄，在特定化合物為滿足必要條件 4～7 中的任一個之化合物的情況下記載為“A”，在上述以外的情況下記載為“B”。

表中，關於“X^1，X^2（-CR^{a2}=）”一欄，在特定化合物為式（1）中的 X^1 及 X^2 中的至少一者為-CR^{a2}=的情況下記載為“A”，在上述以外的情況下記載為“B”。

【0202】 [表 1]

	化合物	X^3	A^1,A^2	$R^{N2}\neq R^{N3}$	X^1,X^2 (-CR^{a1}=)	必要條件 1~4	必要條件 4~7	X^1,X^2 (-CR^{a2}=)	P 型有機半導體
實施例 1-1	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-2	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-2
實施例 1-3	1-2	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-4	1-3	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-5	1-4	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-6	1-5	A	A	A	A	A	A	A	P-1
實施例 1-7	1-6	A	A	A	A	A	A	A	P-1
實施例 1-8	1-7	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-9	1-8	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-10	1-9	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-11	1-10	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-12	1-11	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-13	1-12	A	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-14	1-13	A	A	B	A	A	B	A	P-1
實施例 1-15	1-14	A	A	B	A	B	B	A	P-1
實施例 1-16	1-15	A	A	A	A	B	B	A	P-1
實施例 1-17	1-16	A	A	B	A	A	A	B	P-1
實施例 1-18	1-17	A	A	A	A	A	A	B	P-1
實施例 1-19	1-18	A	A	B	A	A	A	B	P-1
實施例 1-20	1-19	A	B	B	A	A	A	B	P-1
實施例 1-21	1-20	A	B	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-22	1-21	B	A	B	A	A	A	B	P-1
實施例 1-23	1-22	B	A	B	A	A	A	B	P-1
實施例 1-24	1-23	B	A	B	A	A	A	A	P-1
實施例 1-25	1-24	A	A	B	B	A	A	B	P-1
實施例 1-26	1-25	A	A	B	A	B	B	A	P-1
實施例 1-27	1-26	A	A	B	A	B	B	A	P-1
實施例 1-28	1-27	A	A	B	A	B	B	A	P-1
實施例 1-29	1-28	A	A	A	A	B	B	A	P-1
實施例 1-30	1-29	A	A	B	A	B	B	A	P-1
實施例 1-31	1-30	A	A	B	A	B	B	A	P-1
實施例 1-32	1-31	A	A	A	A	B	B	A	P-1
實施例 1-33	1-32	A	A	B	A	B	B	B	P-1
實施例 1-34	1-33	A	A	A	A	B	B	B	P-1
實施例 1-35	1-34	A	A	B	A	B	B	B	P-1
實施例 1-36	1-35	A	A	B	A	B	B	B	P-1
實施例 1-37	1-36	A	A	A	A	B	B	B	P-1
實施例 1-38	1-37	B	A	B	A	B	B	B	P-1

【0203】 [表 2]

	量子效率	響應速度	響應速度的電場強度依賴性	製造適性	量子效率的電場強度依賴性
實施例 1-1	A	A	A	A	B
實施例 1-2	A	B	B	A	B
實施例 1-3	A	A	A	A	B
實施例 1-4	A	A	A	A	B
實施例 1-5	A	A	A	A	B
實施例 1-6	A	A	A	A	A
實施例 1-7	A	A	A	A	A
實施例 1-8	A	A	A	A	B
實施例 1-9	A	A	A	A	B
實施例 1-10	A	A	A	A	B
實施例 1-11	A	A	A	A	B
實施例 1-12	A	A	A	A	B
實施例 1-13	A	A	A	A	B
實施例 1-14	A	A	A	A	C
實施例 1-15	B	A	A	A	C
實施例 1-16	B	A	A	A	B
實施例 1-17	A	B	B	B	B
實施例 1-18	A	B	B	B	A
實施例 1-19	A	B	B	B	B
實施例 1-20	B	B	B	B	B
實施例 1-21	B	A	A	A	B
實施例 1-22	B	B	B	C	B
實施例 1-23	B	B	B	C	B
實施例 1-24	A	B	B	B	B
實施例 1-25	B	B	B	B	B
實施例 1-26	B	A	A	A	C
實施例 1-27	B	A	A	A	C
實施例 1-28	B	A	A	A	C
實施例 1-29	B	A	A	A	B
實施例 1-30	B	A	A	A	C
實施例 1-31	B	A	A	A	B
實施例 1-32	B	A	A	A	A
實施例 1-33	B	B	B	B	B
實施例 1-34	B	B	B	B	B
實施例 1-35	B	B	B	B	C
實施例 1-36	B	B	B	B	C
實施例 1-37	B	B	B	B	B
實施例 1-38	B	B	B	B	C

【0204】 [表 3]

	化合物	X^3	A^1,A^2	$R^{N2}\neq R^{N3}$	X^1,X^2（-CR^{a1}=）	必要條件 1~4	必要條件 4~7	X^1,X^2（-CR^{a2}=）	P 型有機半導體
實施例 1-39	1-38	B	A	A	A	B	B	B	P-1
實施例 1-40	1-39	B	A	A	A	B	B	B	P-1
實施例 1-41	1-40	B	A	A	A	A	B	B	P-1
實施例 1-42	1-41	A	A	A	A	A	A	B	P-1
實施例 1-43	1-42	A	A	A	A	A	A	B	P-1
實施例 1-44	1-43	A	A	A	A	A	A	B	P-1
實施例 1-45	1-44	A	A	A	A	B	B	B	P-1
實施例 1-46	1-45	A	A	A	A	B	B	B	P-1
實施例 1-47	1-46	A	A	A	A	A	A	B	P-1
實施例 1-48	1-47	A	A	B	A	A	A	B	P-1
實施例 1-49	1-48	A	A	B	A	A	A	B	P-1
實施例 1-50	1-49	A	A	A	A	A	A	B	P-1
實施例 1-51	1-50	A	A	B	A	A	A	B	P-1
比較例 1-1	C-1	-	-	-	-	-	-	-	P-1
比較例 1-2	C-2	-	-	-	-	-	-	-	P-1
比較例 1-3	C-3	-	-	-	-	-	-	-	P-1
比較例 1-4	C-4	-	-	-	-	-	-	-	P-1

【0205】 [表 4]

	量子效率	響應速度	響應速度的電場強度依賴性	製造適性	量子效率的電場強度依賴性
實施例 1-39	A	B	B	C	B
實施例 1-40	A	B	B	C	B
實施例 1-41	A	B	B	C	A
實施例 1-42	A	B	B	B	A
實施例 1-43	A	B	B	B	A
實施例 1-44	A	B	B	B	A
實施例 1-45	B	B	B	B	B
實施例 1-46	B	B	B	B	B
實施例 1-47	A	B	B	B	B
實施例 1-48	A	B	B	B	B
實施例 1-49	A	B	B	B	B
實施例 1-50	A	B	B	B	A
實施例 1-51	A	B	B	B	B
比較例 1-1	D	C	C	D	D
比較例 1-2	D	D	D	C	D
比較例 1-3	D	D	D	D	D
比較例 1-4	D	D	D	D	D

【0206】 根據表 1 所示之結果，確認到本發明的光電轉換元件在照射到紅綠光時的量子效率優異。又，確認到本發明的光電轉換元件在照射到紅綠光時的響應速度及響應速度的電場強度依賴性以及製造適性亦優異。

【0207】 根據實施例 1-24 與實施例 1-3～1-14 的比較，確認到式（1）中 X^3 為-C（$R^{c1}R^{c2}$）-時，照射到紅綠光時的響應速度及響應速度的電場強度依賴性、以及製造適性更優異。

根據實施例 1-21 與實施例 1-3～1-14 的比較及實施例 1-20 與實施例 1-17～1-19 的比較，確認到式（1）中 A^1 及 A^2 為由式（A-2）表示之基時，照射到紅綠光時的量子效率更優異。

根據實施例 1-25 與實施例 1-17～1-19 的比較，確認到 X^1 及 X^3 為-CR^{a1}=時，照射到紅綠光時的量子效率更優異。

根據實施例 1-15～1-16 及實施例 1-26～1-32 與實施例 1-3～1-14 的比較，確認到在特定化合物滿足必要條件 1～3 中的任一個時，照射到紅綠光時的量子效率更優異。

根據實施例 1-17～1-19 與實施例 1-3～1-14 的比較及實施例 1-33～1-38 與實施例 1-26～1-32 的比較，確認到式（1）中 X^1 及 X^2 中的至少一者為-CR^{a2}=時，照射到紅綠光時的響應速度及響應速度的電場強度依賴性、以及製造適性更優異。

根據實施例 1-3～1-5 及實施例 1-8～1-13 與實施例 1-6～1-7 的比較等，確認到 R^{N2} 與 R^{N3} 為互不相同的基時，量子效率的電場強度依賴性更小。

根據實施例 1-39～1-40 與實施例 1-41 的比較，確認到 X^3 表示-NR^{N11}-時，R^{N11} 為由式（C-1）表示之基或由式（C-2）表示之基時，量子效率的電場強度依賴性更小。

根據實施例 1-14 與實施例 1-15 的比較，確認到在特定化合物滿足必要條件 4～7 中的任一個時，量子效率更優異。

【0208】 〔試驗 Y〕

藉由以下方法評價了包含色素之光電轉換元件在照射到紅綠光（600nm）或藍色光（460nm）時的量子效率、響應速度、響應速度的電場強度依賴性及量子效率的電場強度依賴性。

【0209】 ＜光電轉換元件（C）的製作＞

藉由真空蒸鍍法按規定比（特定化合物:色素:p 型有機半導體:n 型有機半導體=1:1:2:2，厚度換算）對表 2 所示之各特定化合物或各比較化合物、作為 n 型有機半導體的 C60、表 2 所示之 p 型有機半導體及表 2 所示之色素共蒸鍍來成膜並形成厚度 300nm 的光電轉換膜 12，除了這一點，以與〔試驗 X〕的＜光電轉換元件（A）的製作＞相同的步驟製作了各實施例及比較例的光電轉換元件（C）。

【0210】 ＜暗電流＞

以與〔試驗 X〕的＜暗電流的測定＞相同的步驟，測定了所獲得之光電轉換元件（C）的暗電流。

其結果，確認到如下：在任意光電轉換元件（C）中，暗電流亦為 50nA/cm^2 以下，並且顯示充分低的暗電流。

【0211】 ＜量子效率（外部量子效率）＞

藉由以下方法評價了各光電轉換元件（C）的量子效率（外部量子效率）。

對各光電轉換元件（C）施加電壓直至電場強度達到 2.0×10^{5}V/cm。之後，從上部電極（透明導電性膜）側照射光，測定了波長 460nm 或波長 600nm 處的量子效率（外部量子效率）。

使用所獲得之各光電轉換元件（C）在波長 460nm 或波長 600nm 處的

量子效率，按照式（S5）在各波長的計算出了量子效率的相對比。按照下述評價基準，根據所獲得之值對量子效率進行了評價。

使用各光電轉換元件（C）的光電轉換效率，在各波長中，按照式（S5）算出了量子效率的相對比。按照下述評價基準，根據所獲得之值對量子效率進行了評價。

【0212】 式（S5）：量子效率的相對比=（各光電轉換元件（C）的光電轉換效率）/（實施例 2-1 的光電轉換元件（C）的光電轉換效率）

再者，求出量子效率的相對比時，分子分母使用了相同波長處的光電轉換效率。

【0213】 A：量子效率的相對比為 0.95 以上

B：量子效率的相對比為 0.80 以上且未達 0.95

C：量子效率的相對比為 0.60 以上且未達 0.80

D：量子效率的相對比未達 0.60

【0214】 ＜響應速度＞

藉由以下方法評價了各光電轉換元件（C）的響應速度。

對各光電轉換元件（C）施加電壓直至電場強度達到 2.0×10^5V/cm。之後，瞬間點亮 LED 並從上部電極（透明導電性膜）側照射光，用示波器測定波長 460nm 或波長 600nm 處的光電流，並計測了從 0%訊號強度上升至 97%訊號強度的上升時間。使用所獲得之各光電轉換元件（C）在各波長處的上升時間，按照式（S6）計算出了各波長處的相對響應速度。按照下述評價基準，根據所獲得之值對響應速度進行了評價。

【0215】 式（S6）：相對響應速度=（各光電轉換元件（C）的上升時

間）/（實施例 2-1 的光電轉換元件（C）的上升時間）

再者，在求出相對響應速度時，分子分母使用了相同波長處的上升時間。

【0216】 A：相對響應速度未達 1.1

B：相對響應速度為 1.1 以上且未達 1.5

C：相對響應速度為 1.5 以上且未達 2.0

D：相對響應速度為 2.0 以上

【0217】 ＜響應速度的電場強度依賴性＞

藉由以下方法評價了各光電轉換元件（C）的響應速度的電場強度依賴性。

以與〔試驗 Y〕的＜響應速度的電場強度依賴性的評價＞相同的步驟，測定了各光電轉換元件（C）的施加電壓 7.5×10^{4}V/cm 及施加電壓 2.0×10^{5}V/cm 下的上升時間。

使用各光電轉換元件（C）在各施加電壓下的波長 460nm 或波長 600nm 處的上升時間，按照式（S7）計算出了各波長處的上升時間的相對比。按照下述評價基準，根據所獲得之值評價了響應速度的電場強度依賴性。

【0218】 式（S7）：上升時間的相對比=（施加電壓 7.5×10^{4}V/cm 下的各光電轉換元件（C）的上升時間）/（施加電壓 2.0×10^{5}V/cm 下的各光電轉換元件（C）的上升時間）

再者，求出上升時間的相對比時，分子分母使用了相同波長處的上升時間。

【0219】 A：上升時間的相對比未達 2.0

B：上升時間的相對比為 2.0 以上且未達 3.0

C：上升時間的相對比為 3.0 以上且未達 4.0

D：上升時間的相對比為 4.0 以上且未達 5.0

E：上升時間的相對比為 5.0 以上

【0220】 ＜量子效率的電場強度依賴性＞

藉由以下方法評價了各光電轉換元件的量子效率的電場強度依賴性。

藉由與上述＜量子效率＞的評價相同的步驟，測定了各光電轉換元件（C）在電場強度 7.0×104V/cm 下的量子效率（外部量子效率）。

使用各光電轉換元件（C）在各施加電壓下的波長 460nm 或波長 600nm 處的量子效率，按照下述式（SX2）計算出量子效率的電場強度依賴性，並按照下述評價基準評價了量子效率的電場強度依賴性。再者，在式（SX2）中，分子分母為針對相同的實施例或比較例的光電轉換元件測定而得之值。又，分子分母均為在 460nm 或 600nm 處測定之、對相同波長光的量子效率。量子效率的電場強度依賴性被評價為 C 以上為較佳。

【0221】 式（SX2）：量子效率的電場強度依賴性=（施加電壓 7.0×10^{4}V/cm 下的各光電轉換元件（C）的量子效率）/（施加電壓 2.0×10^{5}V/cm 下的各光電轉換元件（C）的量子效率）

【0222】 ＜結果＞

以下，將各光電轉換元件的結構及各光電轉換元件的評價結果示於表中。

表中，“X^{3}”、“A^{1}，A^{2}”、“$R^{N2}\neq R^{N3}$”、“X^{1}，X^{2}（$-CR^{a1}=$）”、“必要條件 1～4”、“必要條件 4～7”及“X^{1}，X^{2}（$-CR^{a2}=$）”一欄與表 1 相同。

【0223】 [表 5]

	化合物	X^3	A^1,A^2	$R^{N2} \neq R^{N3}$	X^1,X^2（-CR^{a1}=）	必要條件 1~4	必要條件 4~7	X^1,X^2（-CR^{a2}=）	P 型有機半導體	色素
實施例 2-1	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-2	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-2	B-1
實施例 2-3	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-2
實施例 2-4	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-3
實施例 2-5	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-4
實施例 2-6	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-5
實施例 2-7	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-6
實施例 2-8	1-1	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-7
實施例 2-9	1-2	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-10	1-3	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-11	1-4	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-12	1-5	A	A	A	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-13	1-6	A	A	A	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-14	1-7	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-15	1-8	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-16	1-9	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-17	1-10	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-18	1-11	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-19	1-12	A	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-20	1-13	A	A	B	A	A	B	A	P-1	B-1
實施例 2-21	1-14	A	A	B	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-22	1-15	A	A	A	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-23	1-16	A	A	B	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-24	1-17	A	A	A	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-25	1-18	A	A	B	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-26	1-19	A	B	B	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-27	1-20	A	B	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-28	1-21	B	A	B	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-29	1-22	B	A	B	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-30	1-23	B	A	B	A	A	A	A	P-1	B-1
實施例 2-31	1-24	A	A	B	B	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-32	1-25	A	A	B	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-33	1-26	A	A	B	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-34	1-27	A	A	B	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-35	1-28	A	A	A	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-36	1-29	A	A	B	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-37	1-30	A	A	B	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-38	1-31	A	A	A	A	B	B	A	P-1	B-1
實施例 2-39	1-32	A	A	B	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-40	1-33	A	A	A	A	B	B	B	P-1	B-1

【0224】 [表 6]

	量子效率		響應速度		響應速度的電場強度依賴性		量子效率的電場強度依賴性	
	460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm
實施例 2-1	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-2	A	A	B	B	B	B	B	B
實施例 2-3	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-4	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-5	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-6	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-7	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-8	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-9	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-10	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-11	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-12	A	A	A	A	A	A	A	A
實施例 2-13	A	A	A	A	A	A	A	A
實施例 2-14	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-15	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-16	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-17	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-18	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-19	A	A	A	A	A	A	B	B
實施例 2-20	A	A	A	A	A	A	C	C
實施例 2-21	A	B	A	A	A	A	C	C
實施例 2-22	A	B	A	A	A	A	B	B
實施例 2-23	A	A	B	B	B	B	B	B
實施例 2-24	A	A	B	B	B	B	A	A
實施例 2-25	A	A	B	B	B	B	B	B
實施例 2-26	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-27	A	B	A	A	A	A	B	B
實施例 2-28	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-29	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-30	A	A	B	B	B	B	B	B
實施例 2-31	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-32	A	B	A	A	A	A	C	C
實施例 2-33	A	B	A	A	A	A	C	C
實施例 2-34	A	B	A	A	A	A	C	C
實施例 2-35	A	B	A	A	A	A	B	B
實施例 2-36	A	B	A	A	A	A	C	C
實施例 2-37	A	B	A	A	A	A	B	B
實施例 2-38	A	B	A	A	A	A	A	A
實施例 2-39	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-40	A	B	B	B	B	B	B	B

【0225】 [表 7]

	化合物	X^3	A^1,A^2	R^{N2}≠R^{N3}	X^1,X^2（-CR^{a1}=）	必要條件 1~4	必要條件 4~7	X^1,X^2（-CR^{a2}=）	P 型有機半導體	色素
實施例 2-41	1-34	A	A	B	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-42	1-35	A	A	B	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-43	1-36	A	A	A	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-44	1-37	A	A	B	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-45	1-38	B	A	A	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-46	1-39	B	A	A	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-47	1-40	B	A	A	A	A	B	B	P-1	B-1
實施例 2-48	1-41	A	A	A	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-49	1-42	A	A	A	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-50	1-43	A	A	A	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-51	1-44	A	A	A	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-52	1-45	A	A	A	A	B	B	B	P-1	B-1
實施例 2-53	1-46	A	A	A	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-54	1-47	A	A	B	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-55	1-48	A	A	B	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-56	1-49	A	A	A	A	A	A	B	P-1	B-1
實施例 2-57	1-50	A	A	B	A	A	A	B	P-1	B-1
比較例 2-1	C-1	-	-		-	-		-	P-1	B-1
比較例 2-2	C-2	-	-		-	-		-	P-1	B-1
比較例 2-3	C-3	-	-		-	-		-	P-1	B-1
比較例 2-4	C-4	-	-		-	-		-	P-1	B-1

【0226】 [表 8]

	量子效率		響應速度		響應速度的電場強度依賴性		量子效率的電場強度依賴性	
	460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm
實施例 2-41	A	B	B	B	B	B	C	C
實施例 2-42	A	B	B	B	B	B	C	C
實施例 2-43	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-44	A	B	B	B	B	B	C	C
實施例 2-45	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-46	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-47	A	B	B	B	B	B	A	A
實施例 2-48	A	A	B	B	B	B	A	A
實施例 2-49	A	A	B	B	B	B	A	A
實施例 2-50	A	A	B	B	B	B	A	A
實施例 2-51	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-52	A	B	B	B	B	B	B	B
實施例 2-53	A	A	B	B	B	B	B	B
實施例 2-54	A	A	B	B	B	B	B	B
實施例 2-55	A	A	B	B	B	B	B	B
實施例 2-56	A	A	B	B	B	B	A	A
實施例 2-57	A	A	B	B	B	B	B	B
比較例 2-1	B	D	C	C	C	C	D	D
比較例 2-2	B	D	D	D	D	D	D	D
比較例 2-3	C	D	D	D	D	D	D	D
比較例 2-4	C	D	D	D	D	D	D	D

【0227】 根據上述表所示之結果，確認到包含色素之本發明的光電轉換元件在照射到紅綠光及藍色光時的量子效率優異。又，確認到本發明的光電轉換元件在照射到紅綠光及藍色光中的任一種時的響應速度及響應速度的電場強度依賴性亦優異。

【0228】 根據實施例 2-30 與實施例 2-9～2-20 的比較，確認到式（1）中 X^3 為-C（$R^{c1}R^{c2}$）-時，照射到紅綠光及藍色光中的任一種時的響應速度及響應速度的電場強度依賴性更優異。

根據實施例 2-27 與實施例 2-9～2-20 的比較及實施例 2-26 與實施例 2-23～2-25 的比較，確認到式（1）中 A^1 及 A^2 為由式（A-2）表示之基時，照射到紅綠光時的量子效率更優異。

根據實施例 2-31 與實施例 2-23～2-25 的比較，確認到式（1）中 X^1 及 X^3 為-CR^{a1}=時，照射到紅綠光時的量子效率更優異。

根據實施例 2-21～2-22 及實施例 2-32～2-38 與實施例 2-9～2-20 的比較以及 2-39～2-44 與實施例 2-23～2-25 的比較，確認到特定化合物滿足必要條件 1～3 中的任一個時，照射到紅綠光時的量子效率更優異。

根據實施例 2-23～2-25 與實施例 2-9～2-20 的比較及實施例 2-39～2-44 與實施例 2-32～2-38 的比較，確認到式（1）中 X^1 及 X^2 中的至少一者為-CR^{a2}=時，照射到紅綠光及藍色光中的任一種時的響應速度及響應速度的電場強度依賴性更優異。

根據實施例 2-9～2-11 及實施例 2-14～2-20 與實施例 2-12～2-13 的比較等，確認到 R^{N2} 與 R^{N3} 為互不相同的基時，照射到紅綠光及藍色光中的任一種時的量子效率的電場強度依賴性更小。

根據實施例 2-45～2-46 與實施例 2-47 的比較，確認到 X^3 表示-NR^{N11}-時，R^{N11} 為由式（C-1）表示之基或由式（C-2）表示之基時，照射到紅綠光及藍色光中的任一種時的量子效率的電場強度依賴性更小。

根據實施例 2-20 與實施例 2-21 的比較，確認到特定化合物滿足必要條件 4～7 中的任一個時，照射到紅綠光時的量子效率更優異。

【符號說明】

【0229】

10a,10b:光電轉換元件

11:導電性膜（下部電極）

12:光電轉換膜

15:透明導電性膜（上部電極）

16A:電子阻擋膜

16B:電洞阻擋膜

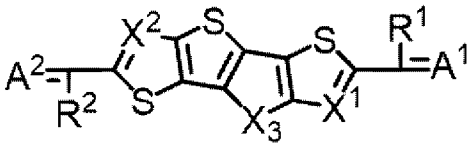
【發明申請專利範圍】

【請求項 1】

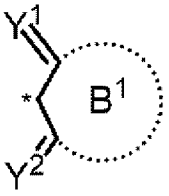
一種光電轉換元件，其依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中

前述光電轉換膜包含由式（1）表示之化合物，

[化學式 1]



(1)



(A-1)

式（1）中，R^1 及 R^2 分別獨立地表示氫原子或取代基，

X^1 及 X^2 分別獨立地表示-CR^{a1}=或氮原子，R^{a1} 表示氫原子或取代基，X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-、-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-、-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-或-NR^{N11}-，R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 分別獨立地表示氫原子或取代基，R^{c1} 及 R^{c2}、R^{c3} 及 R^{c4}、以及 R^{c5} 及 R^{c6} 分別可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，

前述可具有取代基的環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，

A^1 及 A^2 分別獨立地表示式（A-1），

式（A-1）中，B^1 表示至少包含 3 個以上的碳原子且可具有取代基的單環或多環，其中，B^1 表示前述單環且前述單環具有 2 個以上的前述取代基時，前述單環所具有的前述取代基中，芳香環基數為 1 以下，

Y^1 及 Y^2 分別獨立地表示氧原子、硫原子、=NR^{Y1} 或=$CR^{Y2}R^{Y3}$，R^{Y1} 表

示氫原子、可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基，R^{Y2} 及 R^{Y3} 分別獨立地表示氰基、-$COOR^{Y4}$、-$C(=O)R^{Y5}$、-$S(=O)R^{Y6}$ 或-SO_2R^{Y7}，R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基或可具有取代基的脂肪族雜環基，

*表示鍵結位置，

其中，A^1 及 A^2 中的至少一者表示由 B^1 為前述單環的前述式（A-1）表示之基。

【請求項 2】

如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

X^3 表示-$C(R^{c1}R^{c2})$-，

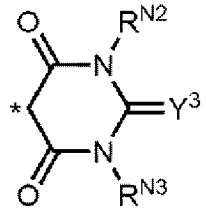
R^{c1} 及 R^{c2} 可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，前述可具有取代基的環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。

【請求項 3】

如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

由前述式（A-1）表示之基為由式（A-2）表示之基，

[化學式 2]



(A-2)

式（A-2）中，R^{N2} 及 R^{N3} 分別獨立地表示氫原子或取代基，其中，R^{N2} 及 R^{N3} 中的一個表示氫原子或芳香環基以外的取代基，

Y^3 表示氧原子或硫原子，

*表示鍵結位置。

【請求項 4】

如請求項 3 所述之光電轉換元件，其中

前述式（A-2）中，R^{N2} 及 R^{N3} 為互不相同的基。

【請求項 5】

如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

X^1 及 X^2 分別獨立地表示-CR^{a1}=。

【請求項 6】

如請求項 1 所述之光電轉換元件，其滿足以下必要條件 1～4 中的任一個，

必要條件 1：X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-，R^{c1} 及 R^{c2} 為互不相同的基，或者 R^{c1} 及 R^{c2} 相互鍵結而形成具有取代基的單環，前述具有取代基之單環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，

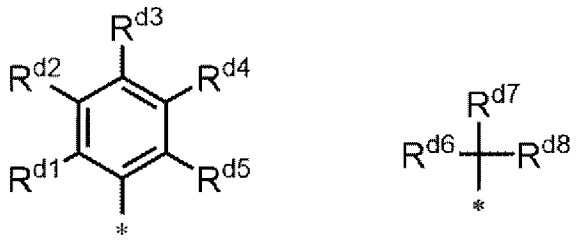
必要條件 2：X^3 表示-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-，R^{c3} 及 R^{c4} 為互不相同的基，或者 R^{c3} 及 R^{c4} 相互鍵結而形成具有取代基的單環，前述具有取代基之單環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，

必要條件 3：X^3 表示-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-，R^{c5} 及 R^{c6} 為互不相同的基，或者 R^{c5} 及 R^{c6} 相互鍵結而形成具有取代基的單環，前述具有取代基之單環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取

代基的環，

必要條件 4：X^3 表示-NR^{N11}-，R^{N11} 為由式（C-1）表示之基或由式（C-2）表示之基，

[化學式 3]



(C-1)　　(C-2)

式（C-1）中，R^{d1}～R^{d5} 分別獨立地表示氫原子或取代基，其中，滿足下述必要條件 C1 及必要條件 C2 中的至少一者，

必要條件 C1：R^{d1} 及 R^{d5} 為互不相同的基，

必要條件 C2：R^{d2} 及 R^{d4} 為互不相同的基，

式（C-2）中，R^{d6}～R^{d8} 分別獨立地表示氫原子或取代基，其中，R^{d6}～R^{d8} 為互不相同的基。

【請求項 7】

如請求項 6 所述之光電轉換元件，其滿足必要條件 5～7 及前述必要條件 4 中的任一個，

必要條件 5：X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-，R^{c1} 及 R^{c2} 為互不相同的基，

必要條件 6：X^3 表示-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-，R^{c3} 及 R^{c4} 為互不相同的基，

必要條件 7：X^3 表示-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-，R^{c5} 及 R^{c6} 為互不相同的基。

【請求項 8】

如請求項 1 至請求項 7 之任一項所述之光電轉換元件，其中

X^1 及 X^2 中的至少一者表示-CR^{a2}=，

R^{a2} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的醯基、可具有取代基的脂肪族雜環基、氰基、硝基、胺基或-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$），R^{Si1}、R^{Si2} 及 R^{Si3} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基。

【請求項 9】

如請求項 1 至請求項 7 之任一項所述之光電轉換元件，其中

前述光電轉換膜進一步包含 n 型有機半導體，

前述光電轉換膜具有在混合了由前述式（1）表示之化合物與前述 n 型有機半導體之狀態下形成的本體異質結構。

【請求項 10】

如請求項 9 所述之光電轉換元件，其中

前述 n 型有機半導體包含選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類。

【請求項 11】

如請求項 1 至請求項 7 之任一項所述之光電轉換元件，其中

前述光電轉換膜進一步包含 p 型有機半導體。

【請求項 12】

如請求項 1 至請求項 7 之任一項所述之光電轉換元件，其中

前述光電轉換膜進一步包含色素。

【請求項 13】

如請求項 1 至請求項 7 之任一項所述之光電轉換元件，其中

在前述導電性膜與前述透明導電性膜之間，除了前述光電轉換膜以外還具有 1 種以上的中間層。

【請求項 14】

一種攝像元件，其具有請求項 1 至請求項 7 之任一項所述之光電轉換元件。

【請求項 15】

一種光感測器，其具有請求項 1 至請求項 7 之任一項所述之光電轉換元件。

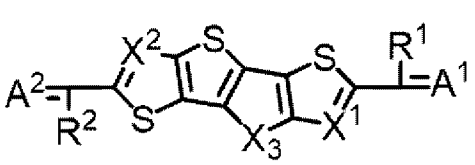
【請求項 16】

一種攝像元件的製造方法，其包括製造請求項 1 至請求項 7 之任一項所述之光電轉換元件之步驟。

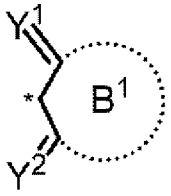
【請求項 17】

一種化合物，其由式（1）表示，

[化學式 4]



(1)



(A-1)

式（1）中，R^1 及 R^2 分別獨立地表示氫原子或取代基，

X^1 及 X^2 分別獨立地表示-CR^{a1}=或氮原子，R^{a1} 表示氫原子或取代基，

X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-、-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-、-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-或-NR^{N11}-，R^{c1}、R^{c2}、R^{c3}、R^{c4}、R^{c5}、R^{c6}、R^{N1} 及 R^{N11} 分別獨立地表示氫原子或取代基，

R^{c1} 及 R^{c2}、R^{c3} 及 R^{c4}、以及 R^{c5} 及 R^{c6} 分別可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，前述可具有取代基的環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，

A^1 及 A^2 分別獨立地表示式（A-1），

式（A-1）中，B^1 表示至少包含 3 個以上的碳原子且可具有取代基的單環或多環，其中，B^1 表示前述單環且前述單環具有 2 個以上的前述取代基時，前述單環所具有的前述取代基中，芳香環基數為 1 以下，

Y^1 及 Y^2 分別獨立地表示氧原子、硫原子、$=NR^{Y1}$ 或 $=CR^{Y2}R^{Y3}$，R^{Y1} 表示氫原子、可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基，R^{Y2} 及 R^{Y3} 分別獨立地表示氰基、$-COOR^{Y4}$、$-C(=O)R^{Y5}$、$-S(=O)R^{Y6}$ 或 $-SO_2R^{Y7}$，R^{Y4}、R^{Y5}、R^{Y6} 及 R^{Y7} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基或可具有取代基的脂肪族雜環基，

*表示鍵結位置，

其中，A^1 及 A^2 中的至少一者表示由 B^1 為前述單環的前述式（A-1）表示之基，

*表示鍵結位置。

【請求項 18】

如請求項 17 所述之化合物，其中

X^3 表示 $-C(R^{c1}R^{c2})-$，

R^{c1} 及 R^{c2} 可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，

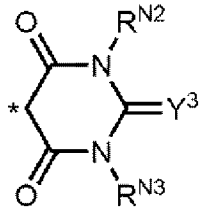
前述可具有取代基的環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環。

【請求項 19】

如請求項 17 所述之化合物，其中

由前述式（A-1）表示之基為由式（A-2）表示之基，

[化學式 5]



(A-2)

式（A-2）中，R^{N2} 及 R^{N3} 分別獨立地表示氫原子或取代基，其中，R^{N2} 及 R^{N3} 中的一個表示氫原子或芳香環基以外的取代基，

Y^3 表示氧原子或硫原子，

*表示鍵結位置。

【請求項 20】

如請求項 19 所述之化合物，其中

前述式（A-2）中，R^{N2} 及 R^{N3} 為互不相同的基。

【請求項 21】

如請求項 17 所述之化合物，其中

X^1 及 X^2 分別獨立地表示-CR^{a1}=。

【請求項 22】

如請求項 17 所述之化合物，其滿足以下必要條件 1～4 中的任一個，

必要條件 1：X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-，R^{c1} 及 R^{c2} 為互不相同的基，或者 R^{c1} 及 R^{c2} 相互鍵結而形成具有取代基的單環，前述具有取代基之單環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基

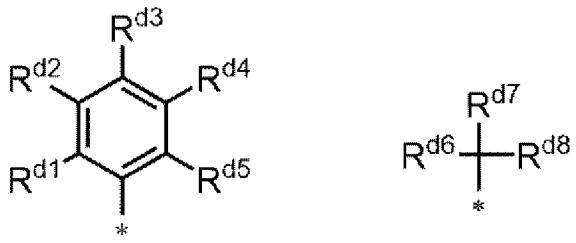
的環，

必要條件 2：X^3 表示-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-，R^{c3} 及 R^{c4} 為互不相同的基，或者 R^{c3} 及 R^{c4} 相互鍵結而形成具有取代基的單環，前述具有取代基之單環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，

必要條件 3：X^3 表示-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-，R^{c5} 及 R^{c6} 為互不相同的基，或者 R^{c5} 及 R^{c6} 相互鍵結而形成具有取代基的單環，前述具有取代基之單環具有複數個前述取代基時，前述取代基彼此可以相互鍵結而形成可具有取代基的環，

必要條件 4：X^3 表示-NR^{N11}-，R^{N11} 為由式（C-1）表示之基或由式（C-2）表示之基，

[化學式 6]



(C-1)

(C-2)

式（C-1）中，R^{d1}～R^{d5} 分別獨立地表示氫原子或取代基，其中，滿足下述必要條件 C1 及必要條件 C2 中的至少一者，

必要條件 C1：R^{d1} 及 R^{d5} 為互不相同的基，

必要條件 C2：R^{d2} 及 R^{d4} 為互不相同的基，

式（C-2）中，R^{d6}～R^{d8} 分別獨立地表示氫原子或取代基，其中，R^{d6}～R^{d8} 為互不相同的基。

【請求項 23】

如請求項 22 所述之化合物，其滿足必要條件 5～7 及前述必要條件 4 中的任一個，

必要條件 5：X^3 表示-C（$R^{c1}R^{c2}$）-，R^{c1} 及 R^{c2} 為互不相同的基，

必要條件 6：X^3 表示-O-C（$R^{c3}R^{c4}$）-，R^{c3} 及 R^{c4} 為互不相同的基，

必要條件 7：X^3 表示-NR^{N1}-C（$R^{c5}R^{c6}$）-，R^{c5} 及 R^{c6} 為互不相同的基。

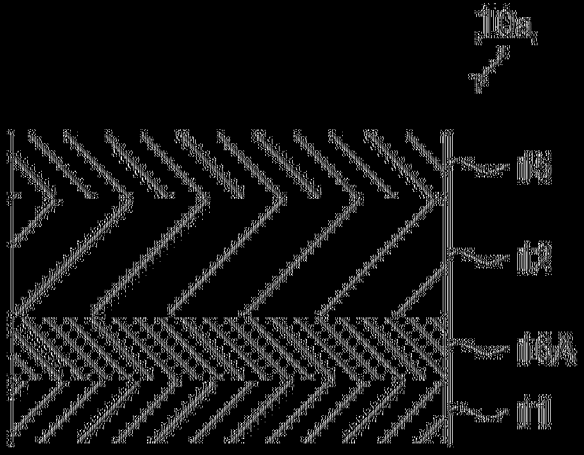
【請求項 24】

如請求項 17 至請求項 23 之任一項所述之化合物，其中

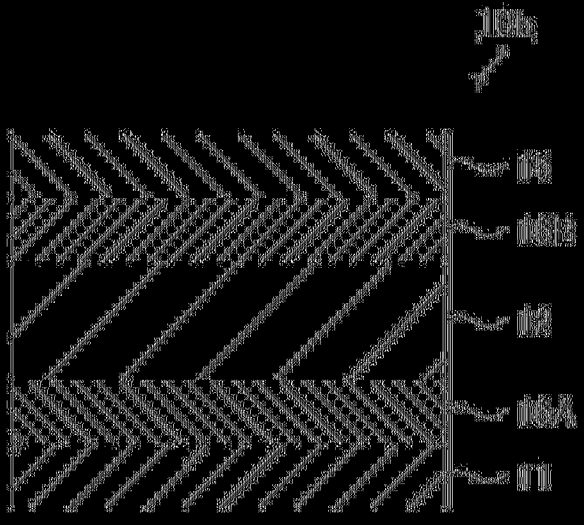
X^1 及 X^2 中的至少一者表示-CR^{a2}=，

R^{a2} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基、可具有取代基的芳香環基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的醯基、可具有取代基的脂肪族雜環基、氰基、硝基、胺基或-Si（$R^{Si1}R^{Si2}R^{Si3}$），R^{Si1}、R^{Si2} 及 R^{Si3} 分別獨立地表示可具有取代基的脂肪族烴基或可具有取代基的芳香環基。

(發明圖式)



(圖1)



(圖2)