



(21)申請案號：112149407

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 19 日

(51)Int. Cl.：

C07D333/06 (2006.01)

C07D405/14 (2006.01)

C07D409/14 (2006.01)

C07D417/14 (2006.01)

C07D495/04 (2006.01)

C07F7/08 (2006.01)

H10K30/00 (2023.01)

H10K30/50 (2023.01)

H10K85/60 (2023.01)

(30)優先權：2022/12/20 日本

2022-203403

(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：杉浦寬記 SUGIURA, HIROKI (JP)；藤原良 FUJIWARA, RYO (JP)；和泉彩香

IZUMI, SAIKA (JP)；山本陽介 YAMAMOTO, YOSUKE (JP)；米久田康智

YONEKUTA, YASUNORI (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

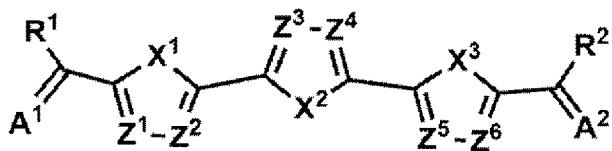
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：2 共 94 頁

(54)名稱

光電轉換元件、攝像元件、光感測器及化合物

(57)摘要

本發明的課題為提供一種量子效率優異且製造適性亦優異之光電轉換元件。又，本發明的課題為亦提供一種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式(1)所表示之化合物。



(1)

指定代表圖：

符號簡單說明：

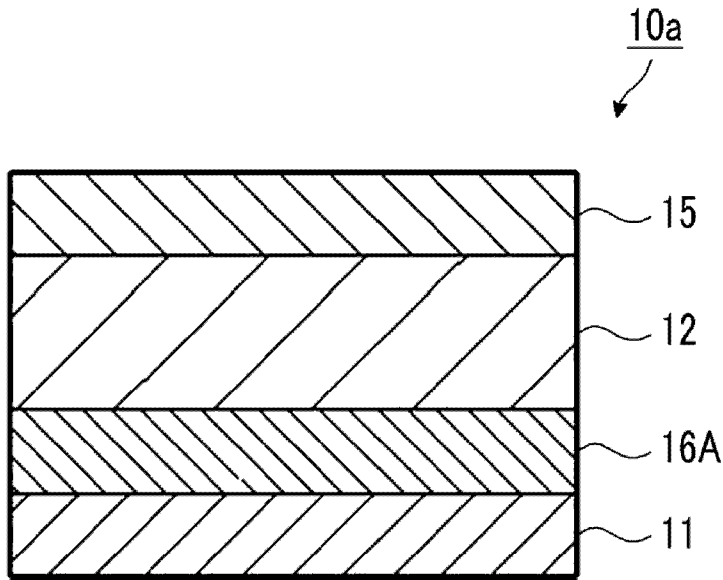
10a:光電轉換元件

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



【圖1】

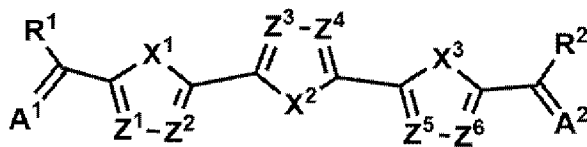
【發明摘要】

【中文發明名稱】 光電轉換元件、攝像元件、光感測器及化合物

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

【中文】

本發明的課題為提供一種量子效率優異且製造適性亦優異之光電轉換元件。又，本發明的課題為亦提供一種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式(1)所表示之化合物。



(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、光感測器及化合物

【英文發明名稱】 PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT, IMAGING ELEMENT, OPTICAL SENSOR, 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、光感測器及化合物。

【先前技術】

【0002】 近年來，正在進行具有光電轉換膜之元件(例如，攝像元件)的開發。

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。

[專利文獻]

【0003】 [專利文獻 1]日本特表 2019-508376 號公報

【0004】 隨著提高攝像元件及光感測器等性能的要求，需要顯示優異的各種特性之光電轉換元件。作為光電轉換元件所需之特性，例如可以舉出量子效率。又，從元件製造效率的觀點考慮，還要求顯示即使在提高蒸鍍速度之情況下，光電轉換元件的特性亦不會劣化之優異之製造適性。

在這種要求下，本發明人等製造專利文獻 1 中所揭示之包含化合物之光電轉換元件進行探討之結果，發現了難以兼具量子效率及製造適性。

【發明內容】

【0005】 因此，本發明的課題為提供一種量子效率優異且製造適性亦優異之光電轉換元件。

又，本發明的課題還在於提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。

【0006】 為了解決上述課題，本發明人等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後述式(1)所表示之化合物。

〔2〕如〔1〕所述之光電轉換元件，其中， X^1 為氧原子。

〔3〕如〔1〕或〔2〕所述之光電轉換元件，其中， X^1 及 X^3 為氧原子。

〔4〕如〔1〕至〔3〕之任一項所述之光電轉換元件，其中，後述式(A-1)所表示之基為後述式(A-2)所表示之基。

〔5〕如〔1〕至〔4〕之任一項所述之光電轉換元件，其中，後述式(A-1)所表示之基為後述式(C-1)所表示之基或後述式(C-2)所表示之基。

〔6〕如〔1〕至〔5〕之任一項所述之光電轉換元件，其中， R^{Z2} 表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基、碳數 2~5 的醯基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的芳香環基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si2})_3$ 所表示之基。

R^{Z2} 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴、上述碳數 3 或 4 的支

鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。 R^{Z2} 所表示之上述碳數 2~5 的醯基可以具有鹵素原子。

取代基群組 S：碳數 1~3 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 3~8 的環狀脂肪族烴基、鹵素原子及 $-Si(R^{Si2})_3$ 所表示之基。

上述取代基群組 S 中的上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及上述碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

R^{Si2} 分別獨立地表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的芳香環基。

R^{Si2} 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴、上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

〔7〕如〔1〕至〔6〕之任一項所述之光電轉換元件，其中， R^{Z2} 表示碳數 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 2 或 3 的醯基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的芳香環基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si3})_3$ 所表示之基。

取代基群組 T：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、鹵素原子及 $-Si(R^{Si3})_3$ 所表

示之基。

R^{Si3} 分別獨立地表示碳數 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、可以具有選自上述取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自上述取代基群組 T 之取代基的芳香環基。

〔8〕如〔1〕至〔7〕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後述式（1）所表示之化合物與上述 n 型有機半導體之狀態下形成之本體異質結構。

〔9〕如〔8〕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。

〔10〕如〔1〕至〔9〕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。

〔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色素。

〔12〕如〔1〕至〔11〕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。

〔13〕一種攝像元件，其具有〔1〕至〔12〕之任一項所述之光電轉換元件。

〔14〕一種光感測器，其具有〔1〕至〔12〕之任一項所述之光電轉換元件。

〔15〕一種化合物，其由後述式（1）表示。

〔16〕如〔15〕所述之化合物，其中， X^1 為氧原子。

〔17〕如〔15〕或〔16〕所述之化合物，其中， X^1 及 X^3 為氧原子。

〔18〕如〔15〕至〔17〕之任一項所述之化合物，其中，後述式 (A-1) 所表示之基為後述式 (A-2) 所表示之基。

〔19〕如〔15〕至〔18〕之任一項所述之化合物，其中，後述式 (A-1) 所表示之基為後述式 (C-1) 所表示之基或後述式 (C-2) 所表示之基。

〔20〕如〔15〕至〔19〕之任一項所述之化合物，其中， R^{Z2} 表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基、碳數 2~5 的醯基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的芳香環基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si2})_3$ 所表示之基。

R^{Z2} 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴、上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。 R^{Z2} 所表示之上述碳數 2~5 的醯基可以具有鹵素原子。

取代基群組 S：碳數 1~3 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 3~8 的環狀脂肪族烴基、鹵素原子及 $-Si(R^{Si2})_3$ 所表示之基。

上述取代基群組 S 中的上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及上述碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

R^{Si2} 分別獨立地表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支

鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的芳香環基。

R^{Si2} 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴、上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

[21] 如 [15] 至 [20] 之任一項所述之化合物，其中， R^{Z2} 表示碳數 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 2 或 3 的醯基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的芳香環基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si3})_3$ 所表示之基。

取代基群組 T：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、鹵素原子及 $-Si(R^{Si3})_3$ 所表示之基。

R^{Si3} 分別獨立地表示碳數 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、可以具有選自上述取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自上述取代基群組 T 之取代基的芳香環基。

[發明效果]

【0008】 依據本發明，能夠提供一種量子效率優異且製造適性亦優異之光電轉換元件。

又，依本發明，亦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。

以下所記載之構成要件的說明有時基於本發明的代表性實施態樣來進行，但是本發明並不限於該種實施態樣。

【0011】 在本說明書中，使用“~”所表示之數值範圍係指將“~”前後所記載之數值作為下限值及上限值而包含之範圍。

【0012】 在本說明書中，氫原子可以為輕氫原子（通常的氫原子）及氘原子（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相互相同，亦可以不同。這一點對取代基等的個數的規定亦相同。

【0013】 在本說明書中，除非另有特別說明，則“取代基”可以舉出以下取代基 W 所例示之基。

【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，例如可以舉出鹵素原子（例如，氟原子、氯原子、溴原子及碘原子等）、烷基（包含環烷基、雙環烷基及三環烷基）、烯基（包含環烯基及雙環烯基）、炔基、芳基、雜環基、氰基、硝基、烷氧基、芳氧基、

甲矽烷基、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（包含苯胺基）、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，在可能的情況下，上述各基可以進一步具有取代基（例如，上述各基中的 1 個以上的基等）。例如，還包含可以具有取代基的烷基作為取代基 W 的一形態。

又，在取代基 W 具有碳原子的情況下，取代基 W 所具有之碳數例如為 1~20。

取代基 W 所具有之除了氫原子以外的原子的個數例如為 1~30 個。

再者，後述特定化合物作為取代基不具有羧基、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/或一級胺基亦較佳。

【0015】 在本說明書中，作為鹵素原子，例如可以舉出氟原子、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，例如可以舉出烷基、烯基及炔基。

又，在本說明書中，除非另有特別說明，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，例如可以舉出甲基、乙基、正丙基、異丙基、二級丁基、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，亦可以具有該等環結構作為部分結構。

在可以具有取代基的烷基中，作為烷基可以具有的取代基，例如可以舉出取代基 W 所例示之基。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，除非另有特別說明，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。

在可以具有取代基之烷氧基中，烷氧基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

在可以具有取代基的烷硫基中，烷硫基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

【0018】 在本說明書中，除非另有特別說明，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。在可以具有取代基的烯基中，烯基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

在本說明書中，除非另有特別說明，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。在可以具有取代基之炔基中，炔基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

【0019】 在本說明書中，除非另有特別說明，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）中的任一個。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）的芳香環為複數個（例如，2~6 個等）芳香環結構作為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。

在上述芳香環為芳香族雜環的情況下，作為環員原子具有之雜原子的個數例如為 1~10 個。作為上述雜原子，例如可以舉出氮原子、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，例如可以舉出苯環、萘環、蔥環、芘環、菲環及蒽環。

作為上述芳香族雜環，例如可以舉出吡啶環、嘧啶環、嗒吡環、吡吡環、三吡環（例如，1,2,3-三吡環、1,2,4-三吡環及 1,3,5-三吡環等）、四吡環（例如，1,2,4,5-四吡環等）、喹啉環、吡咯環、呋喃環、噻吩環、咪唑環、嘧啶環、噻唑環、苯并吡咯環、苯并呋喃環、苯并噻吩環、苯并咪唑環、苯并嘧啶環、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、萘并嘧啶環、吡咯并咪唑環（例如，5H-吡咯并[1,2-a]咪唑環等）、咪唑并嘧啶環（例如，咪唑并[2,1-b]嘧啶環等）、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]并環戊二烯環。

【0020】 在可以具有取代基的芳香環中，芳香環可以具有的取代基的種類例如可以舉出取代基 **W** 所例示之基。上述芳香環具有取代基時的取代基的個數只要為 1 個以上（例如，1~4 個等）即可。

【0021】 在本說明書中，在芳香環基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環除去 1 個以上（例如，1~5 個等）的氫原子而成之基。

在本說明書中，在芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族烴環對應之環除去 1 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在雜芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族雜環對應之環除去 1 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在伸芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族烴環對應之環除去 2 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在雜伸芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族雜環對應之環除去 2 個氫原子而成之基。

在可以具有取代基的芳香環基、可以具有取代基的芳基、可以具有取代基的雜芳基、可以具有取代基的伸芳基及可以具有取代基的雜伸芳基中，該等基可以具有的取代基的種類例如可以舉出取代基 **W** 所例示之基。可以具有取代基的該等基具有取代基時的取代基的個數只要為 1 個以上（例如，1~4 個等）即可。

【0022】 在本說明書中，非芳香族環表示不屬於芳香族的環，例如可

以舉出脂肪族烴環及脂肪族雜環。

作為上述脂肪族烴環，例如可以舉出環烷烴、環烯烴及環炔烴。

作為上述脂肪族雜環，可以舉出吡咯啉環、氧戊環、硫戊環、哌啉環、四氫哌喃環、噻喃環、哌啞環、嗎啉環、奎寧環、吡啶環、氧雜環丁烷環、吡丙啉環、二噁烷環及 γ -丁內酯環。

在本說明書中，在脂肪族烴環基等情況下，例如可以舉出從與脂肪族烴環對應之環除去 1 個以上（例如，1~5 等）氫原子而成之基。

在說明書中，在脂肪族雜環基等情況下，例如可以舉出從與脂肪族雜環對應之環除去 1 個以上（例如，1~5 等）氫原子而成之基。

【0023】 在本說明書中，在表示化學結構之 1 個式中表示基的種類或個數之相同的標記存在複數個的情況下，除非另有特別說明，則該等存在複數個之相同的標記彼此的內容分別獨立，相同的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 個式中相同種類的基（例如，烷基等）存在複數個的情況下，除非另有特別說明，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。

【0024】 在本說明書中，除非另有特別說明，則所表述之 2 價的基（例如，-CO-O-等）的鍵結方向並無限制。例如，在“X-Y-Z”構成之式所表示之化合物中的 Y 為-CO-O-的情況下，上述化合物可以為“X-O-CO-Z”及“X-CO-O-Z”中的任一個。

【0025】 在本說明書中，關於能夠具有幾何異構物（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個形態記載。即使在該種情況下，除非另有特別說明，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個，上述化合物亦可以為順式體及反式體中的任一個形態。

【0026】 在本說明書中，除非另有說明，式中表述之*表示鍵結位置。

【0027】 [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後述式(1)所表示之化合物(以下，亦稱為“特定化合物”)。

【0028】 具有上述結構之處理液能夠解決本發明的課題之理由雖不明確，但是本發明人等推測如下。

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

特定化合物在供體部位具有 1 個以上 R^{Z2} 所表示之特定取代基，且 $X^1 \sim X^3$ 中的至少 1 個為氧原子，藉此適當控制特定化合物的分子間相互作用。藉此，抑制特定化合物彼此過度凝集，有效地進行光電轉換膜中之電荷分離，結果光電轉換元件的量子效率優異。

此外，特定化合物的受體部位具有特定環結構，在供體部位具有 R^{Z2} 所表示之特定取代基，且 $X^1 \sim X^3$ 中的至少 1 個為氧原子，藉此適當地控制特定化合物的耐熱性和升華溫度。藉此，即使在提高蒸鍍速度的情況下，亦可抑制特定化合物的分解，結果，製造適性亦優異。

以下，將光電轉換元件的量子效率及製造適性中的至少 1 個更優異之情況亦稱為「本發明的效果更優異」。

【0029】 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 具有依序積層有如下之結構：作為下部電極而發揮作用之導電性膜（以下，亦稱為“下部電極”）11、電子阻擋膜（electron blocking film）16A、包含特定化合物之光電轉換膜 12 及作為上部電極而發揮作用之透明導電性膜（以下，亦稱為“上部電極”）15。

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 上依序積層有電子阻擋膜 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 的積層順序亦可以依據用途及特性而適當變更。

【0030】 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，在使用光電轉換元件 10a（或 10b）的情況下，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，並且向該一對電極之間施加 $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^7 \text{V/cm}$ 的電壓為較佳。從性能及耗電量的觀點考慮，作為所施加之電壓， $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^7 \text{V/cm}$ 為更佳， $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^6 \text{V/cm}$ 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於攝像元件上的情況下，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。

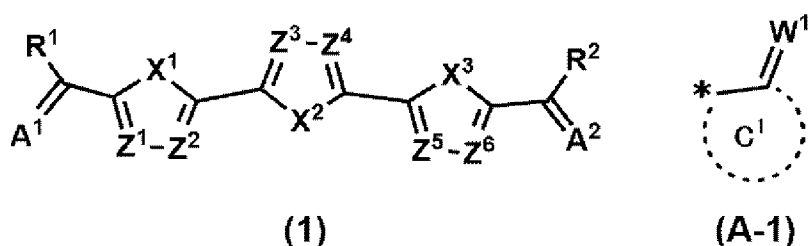
【0031】〔光電轉換膜〕

光電轉換元件具有光電轉換膜。

【0032】〈特定化合物〉

光電轉換膜包含式（1）所表示之化合物亦即特定化合物。

【0033】〔化學式 1〕



【0034】 式（1）中， R^1 及 R^2 分別獨立地表示氫原子或取代基， $X^1 \sim X^3$ 分別獨立地表示硫原子、氧原子、硒原子或碲原子。其中， $X^1 \sim X^3$ 中，至少 1 個為氧原子。

Z^1 及 Z^6 分別獨立地表示 $-CR^{Z1}=$ 或 $-N=$ 。 R^{Z1} 表示氫原子或取代基。其中， $Z^1 \sim Z^6$ 中，至少 1 個為 $-CR^{Z2}=$ 。 R^{Z2} 表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的醯基、可以具有取代基的芳香環基、可以具有取代基的脂肪族雜環基或 $-\text{Si}(R^{\text{Si}})_3$ 所表示之基。

R^{Z2} 所表示之上述脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。 R^{Z2} 所表示之上述醯基可以具有鹵素原子。

R^{Si} 分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基或可以具有取代基的芳香環基，

R^{Si} 所表示之上述脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

當 Z^1 及 Z^2 為 $-CR^{Z2}=\$ 的情況下，2 個 R^{Z2} 可以相互鍵結而形成環，當 Z^3 及 Z^4 為 $-CR^{Z2}=\$ 的情況下，2 個 R^{Z2} 可以相互鍵結而形成環，當 Z^5 及 Z^6 為 $-CR^{Z2}=\$ 的情況下，2 個 R^{Z2} 可以相互鍵結而形成環。

A^1 及 A^2 分別獨立地表示式 (A-1) 所表示之基。

式 (A-1) 中， C^1 表示包含至少 2 個碳原子且可以具有取代基的環，

W^1 表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=CR^{W2}R^{W3}$ ， R^{W1} 表示氫原子或取代基， R^{W2} 及 R^{W3} 分別獨立地表示氨基、 $-SO_2R^{W4}$ 、 $-COOR^{W5}$ 或 $-COR^{W6}$ ， R^{W4} 、 R^{W5} 及 R^{W6} 分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳香環基或可以具有取代基的脂肪族雜環基。

【0035】 式 (1) 中， R^1 及 R^2 分別獨立地表示氫原子或取代基，作為上述取代基，可以舉出上述取代基 W 所例示之取代基。

從本發明的效果更優異之觀點考慮， R^1 及 R^2 為氫原子為較佳。

【0036】 式 (1) 中， $X^1 \sim X^3$ 分別獨立地表示硫原子、氧原子、硒原子或碲原子。其中， $X^1 \sim X^3$ 中，至少 1 個為氧原子。

從本發明更優異之觀點考慮， $X^1 \sim X^3$ 為硫原子或氧原子為較佳，氧原子為更佳。

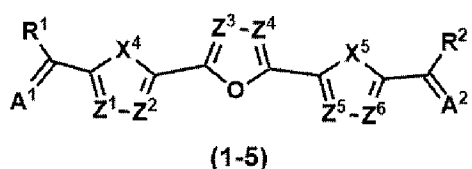
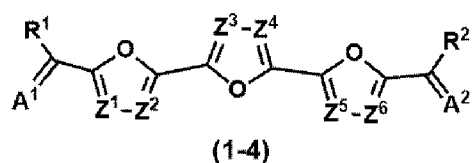
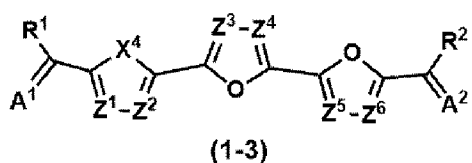
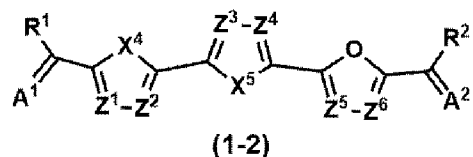
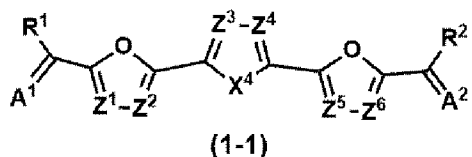
$X^1 \sim X^3$ 中，至少 1 個為氧原子，2 個以上為氧原子為較佳。

其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮， X^1 及 X^3 中的至少一者為氧原子為較佳， X^1 及 X^3 為氧原子為更佳。

【0037】 式 (1) 所表示之化合物為式 (1-1) ~ 式 (1-5) 所表示之化

合物為較佳，式(1-1)～式(1-4)所表示之化合物為更佳，式(1-1)所表示之化合物或式(1-4)所表示之化合物為進一步較佳，式(1-1)所表示之化合物為特佳。

【0038】 [化學式 2]



【0039】 式(1-1)～式(1-5)中， R^1 、 R^2 、 $Z^1\sim Z^6$ 、 A^1 及 A^2 的含義分別與式(1)中的 R^1 、 R^2 、 $Z^1\sim Z^6$ 、 A^1 及 A^2 的含義相同。

X^4 及 X^5 分別獨立地表示硫黃原子、硒原子或碲原子。

作為 X^4 及 X^5 ，硫原子為較佳。

【0040】 式(1)中， $Z^1\sim Z^6$ 分別獨立地表示 $-CR^{Z^1}=$ 或 $-N=$ 。

R^{Z^1} 表示氫原子或取代基。

作為 R^{Z^1} 所表示之取代基，可以舉出上述取代基W所例示之取代基。

從本發明的效果更優異之觀點考慮， R^{Z^1} 為氫原子、鹵素原子或後述 R^{Z^2} 所表示之基為較佳。

在 R^{Z^1} 存在複數個的情況下，存在複數個之 R^{Z^1} 所表示之基可以分別相同，亦可以不同。

$Z^1 \sim Z^6$ 中的至少 1 個為 $-\text{CR}^{Z^1} =$ ，至少 3 個為 $-\text{CR}^{Z^1} =$ 為較佳，至少 5 個為 $-\text{CR}^{Z^1} =$ 為更佳。

【0041】 式 (1) 中， $Z^1 \sim Z^6$ 中的至少 1 個為 $-\text{CR}^{Z^2} =$ 。

$Z^1 \sim Z^6$ 中的 1~4 個為 $-\text{CR}^{Z^2} =$ 為較佳。

在 R^{Z^2} 存在複數個的情況下，存在複數個之 R^{Z^2} 所表示之基可以分別相同，亦可以不同。

當 Z^1 及 Z^2 為 $-\text{CR}^{Z^2} =$ 的情況下，2 個 R^{Z^2} 可以相互鍵結而形成環，當 Z^3 及 Z^4 為 $-\text{CR}^{Z^2} =$ 的情況下，2 個 R^{Z^2} 可以相互鍵結而形成環，當 Z^5 及 Z^6 為 $-\text{CR}^{Z^2} =$ 的情況下，2 個 R^{Z^2} 可以相互鍵結而形成環。

作為 2 個 R^{Z^2} 相互鍵結而形成之環，可以舉出脂肪族烴環及脂肪族雜環。

上述環的環員數並無特別限制，3~12 為較佳，4~6 為更佳，5 為進一步較佳。

作為上述脂肪族雜環所具有之雜原子，例如可以舉出硫原子、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。

【0042】 式 (1) 中， R^{Z^2} 表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的醯基、可以具有取代基的芳香環基、可以具有取代基的脂肪族雜環基或 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}})_3$ 所表示之基。

R^{Z^2} 所表示之上述脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。 R^{Z^2} 所表示之上述醯基可以具有鹵素原子。

再者，在本說明書中，脂肪族烴基具有醚性氧原子係指在脂肪族烴基中

或末端可以具有-O-所表示之 2 價的连接基。

【0043】 作為 R^{Z2} 所表示之上述脂肪族烴基，可以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。具體而言，例如可以舉出甲基、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、正十一烷基、正十二烷基、乙烯基、烯丙基、乙炔基及炔丙基，甲基、乙基、正丙基、乙炔基、乙炔基或炔丙基為較佳，甲基、乙基或乙炔基為更佳，甲基或乙基為進一步較佳。

上述支鏈狀脂肪族烴基的碳數為 3~20 為較佳，3~10 為更佳，3~6 為進一步較佳，3 或 4 為特佳。具體而言，例如可以舉出異丙基、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-己基十二烷基、2-辛基十二烷基，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，可以舉出環丙基、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。

上述脂肪族烴基可以具有鹵素原子。作為上述脂肪族烴基可以具有之鹵素原子，可以舉出氟原子、氯原子、溴原子、碘原子，氟原子或氯原子為較佳。

上述脂肪族烴基可以具有醚性氧原子。作為具有醚性氧原子之脂肪族

烴基，例如可以舉出甲氧基、乙氧基、異丙氧基、環丙氧基及甲氧基乙基。

作為上述脂肪族烴基可以具有的取代基，可以舉出上述取代基 W 所例示之取代基，選自後述取代基群組 S 之取代基為較佳，選自後述取代基群組 T 之取代基為更佳。

【0044】 可以具有 R^{Z2} 所表示之上述取代基的醯基所具有的烴基可以為脂肪族烴基及芳香族烴基中的任一個，脂肪族烴基為較佳。

上述醯基所具有之脂肪族烴基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一個。

上述醯基所具有之脂肪族烴基的碳數為 1~20 為較佳，1~10 為更佳，1~4 為進一步較佳，1 或 2 為特佳。具體而言，例如可以舉出甲基、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、正十一基及正十二烷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-辛基十一烷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。

上述醯基所具有之芳香族烴基的碳數為 6~20 為較佳，6~10 為更佳，6 為進一步較佳。具體而言，例如可以舉出苯基、萘基、蔥基、芘基、菲基及蒽基，苯基為較佳。

【0045】 上述醯基的碳數為 2~21 為較佳，2~11 為更佳，2~5 為進一步較佳，2 或 3 為特佳。

作為上述醯基，例如可以舉出乙醯基、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。

上述醯基可以具有鹵素原子。作為上述醯基可以具有之鹵素原子，可以舉出氟原子、氯原子、溴原子、碘原子，氟原子或氯原子為較佳。

作為上述醯基可以具有的取代基，可以舉出上述取代基 **W** 所例示之取代基，選自後述取代基群組 **S** 之取代基為較佳，選自後述取代基群組 **T** 之取代基為更佳。

【0046】 可以具有 R^{Z2} 所表示之上述取代基的芳香環基可以為單環及多環中的任一個。

上述芳香環基可以為芳香族烴基及芳香族雜環基中的任一個，芳香族烴基為較佳。

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之雜原子，例如可以舉出硫原子、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，例如可以舉出苯基、萘基、蔥基、芘基、菲基及蒽基等芳香族烴環基；吡啶環基、嘧啶環、嗒吡環、吡吡環基、三吡環、四吡環、喹啉環基、吡咯環基、呋喃環、噻吩環、咪唑環基、嘓唑環基、吡唑環基、噻唑環基、苯并吡咯環基、苯并呋喃環、苯并噻吩環、苯并咪唑環基、

苯并呋啞環及苯并噻啞環基等芳香族雜環基，苯基、噻吩環、呋喃環或吡啶環基為較佳，苯基或噻吩環為更佳，苯基為進一步較佳。

作為上述芳香環基可以具有的取代基，可以舉出上述取代基 W 所例示之取代基，選自後述取代基群組 S 之取代基為較佳，選自後述取代基群組 T 之取代基為更佳。

在上述芳香環基具有取代基之情況下，其個數並無特別限制，但是 1~6 為較佳，1~3 為更佳。

【0047】 可以具有 R^{Z2} 所表示之上述取代基的脂肪族雜環基可以為單環及多環中的任一個。

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之雜原子，例如可以舉出硫原子、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，可以舉出吡咯啞環基、氧戊環基、硫戊環基、哌啞環基、四氫呋喃環基、四氫哌喃環基、噻喃環基、哌啞環基、嗎啉環基、奎寧環基、吡咯啞環基、吡啞環基、氧雜環丁烷環基、吡丙啞環基、二呋喃環基、五亞甲基硫醚環基及 γ -丁內酯環基，哌啞環基為較佳。

上述脂肪族雜環基可以具有的取代基，可以舉出上述取代基 W 所例示之取代基，選自後述取代基群組 S 之取代基為較佳，選自後述取代基群組

T 之取代基為更佳。

在上述脂肪族雜環基具有取代基之情況下，其個數並無特別限制，但是 1~4 為較佳，1~3 為更佳。

【0048】 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}})_3$ 所表示之基中， R^{Si} 分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基或可以具有取代基的芳香環基。

可以具有 R^{Si} 所表示之上述取代基的脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

可以具有 R^{Si} 所表示之取代基的脂肪族烴基的定義及優選態樣與具有 R^{Z2} 所表示之取代基的脂肪族烴基相同，可以具有 R^{Si} 所表示之取代基的芳香環基的定義及優選態樣與可以具有 R^{Z2} 所表示之取代基的芳香環基相同。

其中，作為 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}})_3$ 所表示之基， $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}2})_3$ 所表示之基為較佳。 $\text{R}^{\text{Si}2}$ 分別獨立地表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自後述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自後述取代基群組 S 之取代基的芳香環基。

$\text{R}^{\text{Si}2}$ 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴、上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

作為 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}})_3$ 所表示之基， $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}3})_3$ 所表示之基為更佳。 $\text{R}^{\text{Si}3}$ 分別獨立地表示碳數 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、可以具有選自後述取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自後述取代基群組 T 之取代基的芳香環基。

作為 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}})_3$ 所表示之基，具體而言，例如，可以舉出三甲基甲矽烷

基、三乙基甲矽烷基、二甲基異丙基甲矽烷基、二乙基異丙基甲矽烷基、環己基二甲基甲矽烷基、二甲基苯基甲矽烷基及三級丁基二甲基甲矽烷基，三甲基甲矽烷基或三乙基甲矽烷基為較佳，三甲基甲矽烷基為更佳。

【0049】 從本發明的效果更優異之觀點考慮， R^{Z2} 為選自取代基群組 R1 之基為較佳。

取代基群組 R1：碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自後述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基、碳數 2~5 的醯基、可以具有選自後述取代基群組 S 之取代基的芳香環基、可以具有選自後述取代基群組 S 之取代基的脂肪族雜環基及-Si (R^{Si2})₃ 所表示之基。

上述取代基群組 R1 中的碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

從本發明的效果更優異之觀點考慮， R^{Z2} 為選自取代基群組 R2 之基為更佳。

取代基群組 R2：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 2 或 3 的醯基、可以具有選自後述取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基、可以具有選自後述取代基群組 T 之取代基的芳香環基、可以具有選自後述取代基群組 T 之取代基的脂肪族雜環基及-Si (R^{Si3})₃ 所表示之基。

【0050】 以下，對上述取代基群組 S 及取代基群組 T 分別進行詳細敘述。

【0051】 取代基群組 S：碳數 1~3 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 3~8 的環狀脂肪族烴、鹵素原子及 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}2})_3$ 所表示之基。

【0052】 作為上述取代基群組 S 中的上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基，具體而言，例如可以舉出甲基、乙基、正丙基、乙炔基、烯丙基、乙炔基及炔丙基，甲基或乙基為較佳，甲基為更佳。

作為上述取代基群組 S 中的上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基，具體而言，可以舉出異丙基、二級丁基、異丁基及三級丁基，異丙基或三級丁基為較佳，異丙基為更佳。

上述取代基群組 S 中的上述碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以為單環及多環中的任一個，單環為較佳。作為上述碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基，具體而言，例如可以舉出環丙基、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。

上述取代基群組 S 中的碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及碳數 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。

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

上述取代基群組 S 中的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子。作為具有醚性氧原子之取代基群組 S 中的脂肪族烴基，例如可以舉出甲氧基、乙氧基、甲氧基乙基、異丙氧基及環丙氧基，甲氧基為較佳。

【0053】 作為上述取代及群組 S 中的鹵素原子，可列舉氟原子、氯原

子、溴原子及碘原子，氟原子或氯原子為較佳。

【0054】 上述取代基群組 S 中的 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}2})_3$ 所表示之基中， $\text{R}^{\text{Si}2}$ 分別獨立地表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自取代基群組 S 之取代基的芳香環基。

$\text{R}^{\text{Si}2}$ 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴、上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自上述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

上述取代基群組 S 中的 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}2})_3$ 所表示之基的定義及優選態樣與 R^{Z} ² 中的 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{Si}2})_3$ 所表示之基相同。

【0055】 從本發明的效果更優異之觀點考慮，選自取代基群組 S 之取代基為選自取代基群組 T 之取代基較佳。

【0056】 取代基群組 T：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、鹵素原子及 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{S}})^3$ 所表示之基。

【0057】 作為上述取代基群組 T 中的上述碳數碳數 1 或 2 的直鏈狀脂肪族烴基，具體而言，例如可以舉出甲基及乙基，甲基為較佳。

作為上述取代基群組 T 中的上述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基，具體而言，可以舉出異丙基、二級丁基、異丁基及三級丁基，異丙基或三級丁基為較佳，異丙基為更佳。

上述取代基群組 T 中的上述碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基可以為單環及多環中的任一個，單環為較佳。作為上述碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基，具

體而言，例如可以舉出環丙基、環丁基、環戊基及環己基，環丙基為較佳。

【0058】 作為上述取代及群組 T 中的鹵素原子，可以舉出氟原子、氯原子、溴原子及碘原子，氟原子或氯原子為較佳。

【0059】 上述取代基群組 T 中的-Si(R^{Si3})₃所表示之基中，R^{Si3}分別獨立地表示碳數 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、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自取代基群組 T 之取代基的芳香環基。

上述取代基群組 T 中的-Si(R^{Si3})₃所表示之基的定義及優選態樣與 R^Z₂中的-Si(R^{Si3})₃所表示之基相同。

【0060】 式(1)中，A¹及 A²分別獨立地表示式(A-1)所表示之基。

【0061】 [化學式 3]



(A-1)

【0062】 式(A-1)中，W¹表示氧原子、硫原子、=NR^{W1}或=CR^{W2}R^{W3}。

R^{W1}表示氫原子或取代基，作為取代基，例如可以舉出上述取代基 W 所例示之基。

R^{W2}及 R^{W3}分別獨立地表示氰基、-SO₂R^{W4}、-C(=O)OR^{W5}或-C(=O)R^{W6}。

R^{W4}~R^{W6}分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取

代基的芳香環基或可以具有取代基的脂肪族雜環基。

作為 $R^{W4} \sim R^{W6}$ 可以具有取代基，例如可以舉出上述取代基 W 所例示之基。

上述脂肪族烴基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一個，碳數為 1~3 為較佳。

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。

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。

作為上述脂肪族雜環基所具有之雜原子，例如可以舉出硫原子、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，例如可以舉出吡咯啉環、氧戊環、硫戊環、哌啉環、四氫呋喃環、四氫哌喃環、噻喃環、哌啶環、嗎啉環、奎寧環、吡咯啉環、吡啶環、氧雜環丁烷環、吡丙啉環、二噁烷環、硫化環戊烷環及 γ -丁內酯環。

從本發明的效果更優異之觀點考慮， W^1 為氧原子、硫原子或 $=CR^{W2}R^{W3}$ 為較佳，氧原子或硫原子為更佳，氧原子為進一步較佳。

【0063】 式 (A-1) 中， C^1 表示包含至少 2 個碳原子且可以具有取代基的環，

上述 C^1 所包含的 2 個碳原子為式 (A-1) 中所指定之 2 個碳原子。

上述環的碳數為 3~30 為較佳，3~20 為更佳，3~10 為進一步較佳。

上述環的碳數為包含式中所指定之 2 個碳原子之個數。

上述環可以為芳香環及非芳香族環中的任一個。

上述環可以為單環及多環中的任一個，5 員環、6 員環或包含 5 員環及 6 員環中的至少 1 個之縮環為較佳。包含上述 5 員環及 6 員環中的至少 1 個之縮環的碳數為 6~20 為較佳，6~15 為更佳，8~10 為進一步較佳。

上述環可以具有雜原子。作為上述雜原子，例如可以舉出氮原子、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。

上述環所具有之雜原子的個數為 0~10 個為較佳，0~5 個為更佳。

構成上述 C¹ 所表示之環之碳原子中，除了在式 (A-1) 中帶有*之鍵結位置的碳原子及與 W¹ 鍵結之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。

【0064】 作為上述環可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基 W 所例示之基，鹵素原子、烷基、芳香環基或甲矽烷基為較佳，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。

【0065】 作為上述 C¹ 所表示之環，用作酸性核（例如，部花青色素中的酸性核等）之環為較佳，例如可以舉出以下核。

(a) 1,3-二羰基核：例如 1,3-茛滿二酮核、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。

(b) 吡唑啉酮核：例如 1-苯基-2-吡唑啉-5-酮、3-甲基-1-苯基-2-吡唑啉

-5-酮及 1-(2-苯并噻唑基)-3-甲基-2-吡唑啉-5-酮等。

(c) 異噁唑啉酮核：例如 3-苯基-2-異噁唑啉-5-酮及 3-甲基-2-異噁唑啉-5-酮等。

(d) 氧基吡啶核：例如 1-烷基-2,3-二氫-2-氧基吡啶等。

(e) 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，例如可以舉出 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、1,3-二苯基、1,3-二(對氯苯基)及 1,3-二(對乙氧基羰基苯基)等 1,3-二芳基體、1-乙基-3-苯基等 1-烷基-1-芳基體以及 1,3-二(2-吡啶基)等 1,3-二雜芳基體。

(f) 2-硫代-2,4-噻唑啉二酮核：例如繞丹寧及其衍生物等。作為上述衍生物，例如可以舉出 3-甲基繞丹寧、3-乙基繞丹寧及 3-烯丙基繞丹寧等 3-烷基繞丹寧、3-苯基繞丹寧等 3-芳基繞丹寧以及 3-(2-吡啶基)繞丹寧等 3-雜芳基繞丹寧等。

(g) 2-硫代-2,4-噁唑啉二酮核(2-硫代-2,4-(3H,5H)-噁唑啉二酮核)：例如 3-乙基-2-硫代-2,4-噁唑啉二酮等。

(h) 硫茛酮核：例如 3(2H)-硫茛酮-1,1-二氧化物等。

(i) 2-硫代-2,5-噻唑啉二酮核：例如 3-乙基-2-硫代-2,5-噻唑啉二酮等。

(j) 2,4-噻唑啉二酮核：例如 2,4-噻唑啉二酮、3-乙基-2,4-噻唑啉二酮及 3-苯基-2,4-噻唑啉二酮等。

(k) 噻唑啉-4-酮核：例如 4-噻唑啉酮及 2-乙基-4-噻唑啉酮等。

(l) 2,4-咪唑啉二酮(乙內醯脲)核：例如 2,4-咪唑啉二酮及 3-乙基-2,4-咪唑啉二酮等。

(m) 2-硫代-2,4-咪唑啉二酮(2-硫乙內醯脲)核：例如 2-硫代-2,4-咪唑啉二酮及 3-乙基-2-硫代-2,4-咪唑啉二酮等。

(n) 咪唑啉-5-酮核：例如 2-丙基巰基-2-咪唑啉-5-酮等。

(o) 3,5-吡唑啉二酮核：例如 1,2-二苯基-3,5-吡唑啉二酮及 1,2-二甲基-3,5-吡唑啉二酮等。

(p) 苯并噻吩-3(2H)-酮核：例如 苯并噻吩-3(2H)-酮、氧代苯并噻吩-3(2H)-酮及 二氧代苯并噻吩-3(2H)-酮等。

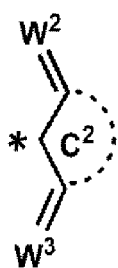
(q) 二氫茚酮核：例如 1-二氫茚酮、3-苯基-1-二氫茚酮、3-甲基-1-二氫茚酮、3,3-二苯基-1-二氫茚酮及 3,3-二甲基-1-二氫茚酮等。

(r) 苯并呋喃-3-(2H)-酮核：例如 苯并呋喃-3-(2H)-酮等。

(s) 2,2-二氫萘-1,3-二酮核等。

【0066】 從本發明的效果更優異之觀點考慮， A^1 及 A^2 分別獨立地為式 (A-2) 所表示之基為較佳。

【0067】 [化學式 4]



(A-2)

【0068】 式 (A-2) 中， W^2 及 W^3 分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=CR^{W2}R^{W3}$ 。

R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義及較佳態樣如上所述。

從本發明的效果更優異之觀點考慮， W^2 及 W^3 為氧原子、硫原子或 $=C$

(CN)₂ 為較佳，氧原子或硫原子為更佳，氧原子為進一步較佳。其中，W² 及 W³ 中的至少一者為氧原子為較佳，W² 及 W³ 為氧原子為更佳。

【0069】 式 (A-2) 中，C² 表示包含至少 3 個碳原子且可以具有取代基的環。

上述 C² 所包含之 3 個碳原子為式 (A-2) 中所指定之 3 個碳原子。

上述環的碳數為 3~30 為較佳，3~20 為更佳，3~10 為進一步較佳。上述環的碳數為包含式中所指定之 3 個碳原子之個數。

上述環可以為芳香環及非芳香族環中的任一個。

上述環可以為單環及多環中的任一個，5 員環、6 員環或包含 5 員環及 6 員環中的至少 1 個之縮環為較佳。包含上述 5 員環及 6 員環中的至少 1 個之縮環的碳數為 6~20 為較佳，6~15 為更佳，8~10 為進一步較佳。

上述環可以具有雜原子。作為上述雜原子，例如可以舉出氮原子、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。

上述環所具有之雜原子的個數為 0~10 個為較佳，0~5 個為更佳。

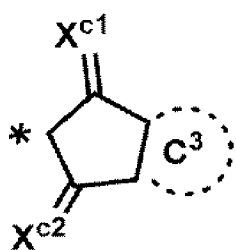
構成上述 C² 所表示之環之碳原子中，除了在式 (A-2) 中帶有*之鍵結位置的碳原子及與 W² 或 W³ 鍵結之碳原子以外的碳原子可以被羰基碳 (>C=O) 或硫羰基碳 (>C=S) 取代。

上述環可以具有的取代基的較佳態樣與上述環 C¹ 可以具有的取代基相同。

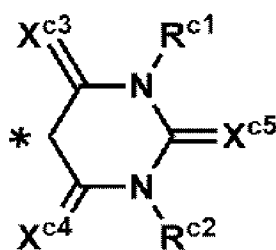
【0070】 從本發明的效果更優異之觀點考慮，A¹ 及 A² 分別獨立地為下述式 (C-1) 所表示之基或下述式 (C-2) 所表示之基為更佳，下述式 (C

-2) 所表示之基為進一步較佳。

【0071】 [化學式 5]



(C-1)



(C-2)

【0072】 式 (C-1) 中， X^{c1} 及 X^{c2} 分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{X1}$ 或 $=CR^{X2}R^{X3}$ 。

R^{X1} 表示氫原子或取代基。作為 R^{X1} 所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 所例示之基。

R^{X2} 及 R^{X3} 分別獨立地表示氰基、 $-SO_2R^{X4}$ 、 $-C(=O)OR^{X5}$ 或 $-C(=O)R^{X6}$ 。

$R^{X4} \sim R^{X6}$ 分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳香環基或可以具有取代基的脂肪族雜環基。

$R^{X4} \sim R^{X6}$ 所表示之各基的含義及較佳態樣與上述 $R^{W4} \sim R^{W6}$ 所表示之各基相同。

R^{X2} 及 R^{X3} 中的至少一者為氰基為較佳， R^{X2} 及 R^{X3} 為氰基為更佳。

從本發明的效果更優異之觀點考慮， X^{c1} 及 X^{c2} 為氧原子、硫原子或 $=C(CN)_2$ 為較佳，氧原子或硫原子為更佳，氧原子為進一步較佳。其中， X^{c1} 及 X^{c2} 中的至少 1 個為氧原子為較佳， X^{c1} 及 X^{c2} 為氧原子為更佳。

【0073】 式 (C-1) 中， C^3 表示可以具有取代基的芳香環。

上述芳香環的環員數為 4~30 為較佳，5~12 為更佳，5~8 為進一步

較佳。上述芳香環的環員為包含式中所指定之 2 個碳原子之個數。

上述芳香環可以為單環及多環中的任一個。

又，芳香環可以為芳香族烴環及芳香族雜環中的任一個，但是芳香族烴環為較佳。

作為上述 C³ 所表示之芳香環如上述，苯環、萘環、蔥環、茈環、噻吩環、呋喃環、噻唑環、噁唑環、吡啶環、噻吩并噻吩環狀、苯并噻吩環、苯并呋喃環、吡啶環、嘧啶環或嗒吡環為較佳，苯環、萘環或噻吩環為更佳，苯環為特佳。

作為上述芳香環可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基 W 所例示之基，烷基或鹵素原子為較佳。

上述芳香環可以具有的取代基的個數並無特別限制，但是 0~8 為較佳，0~4 為更佳。

【0074】 式 (C-2) 中，X^{c3} 及 X^{c5} 分別獨立地表示硫原子、氧原子、=NR^{X1} 或=CR^{X2}R^{X3}。

R^{X1}~R^{X3} 的含義及較佳態樣如上所述。

作為 X^{c3}~X^{c5}，氧原子或硫原子為較佳，氧原子為更佳。其中，X^{c3}~X^{c5} 中的至少 2 個為氧原子為較佳，全部為氧原子為更佳。

【0075】 R^{c1} 及 R^{c2} 分別獨立地表示氫原子或取代基，

作為取代基，例如可以舉出上述取代基 W 所例示之基，烷基或芳基為較佳，烷基為更佳。

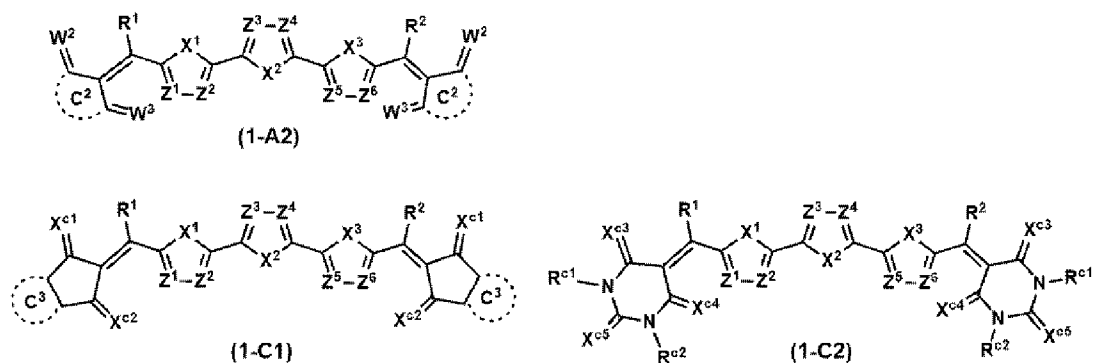
上述烷基可以為直鏈狀、支鏈狀或環狀中的任一種，直鏈狀為較佳。上述烷基的碳數為 1~20 為較佳，1~6 為更佳，1~3 為進一步較佳，1 為特

佳。

上述芳基可以為單環及多環中的任一個，苯基為較佳。上述苯基可以進一步具有取代基，作為取代基，例如可以舉出上述取代基 W 所例示之基。

【0076】 式(1)中，當 A¹ 及 A² 為式(A-2)所表示之基的情況下，特定化合物由下述式(1-A2)表示，當為式(C-1)所表示之基的情況下，特定化合物由下述式(1-C1)表示，當 A¹ 及 A² 為式(C-2)所表示之基的情況下，特定化合物由下述式(1-C2)表示。

【0077】 [化學式 6]

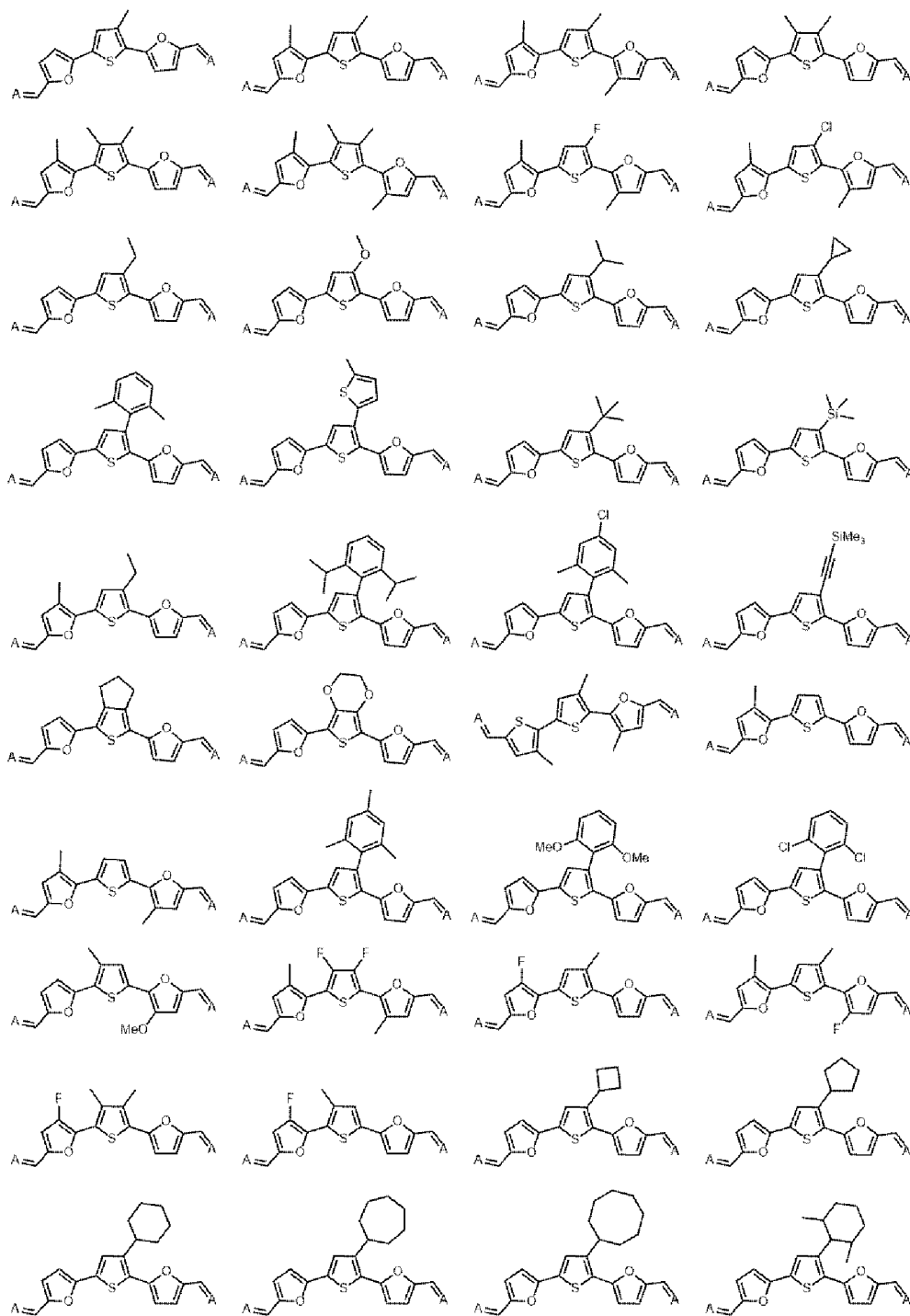


【0078】 特定化合物為式(1-A2)所表示之化合物為較佳，式(1-C1)所表示之化合物或式(1-C2)所表示之化合物為更佳，式(1-C2)所表示之化合物為進一步較佳。

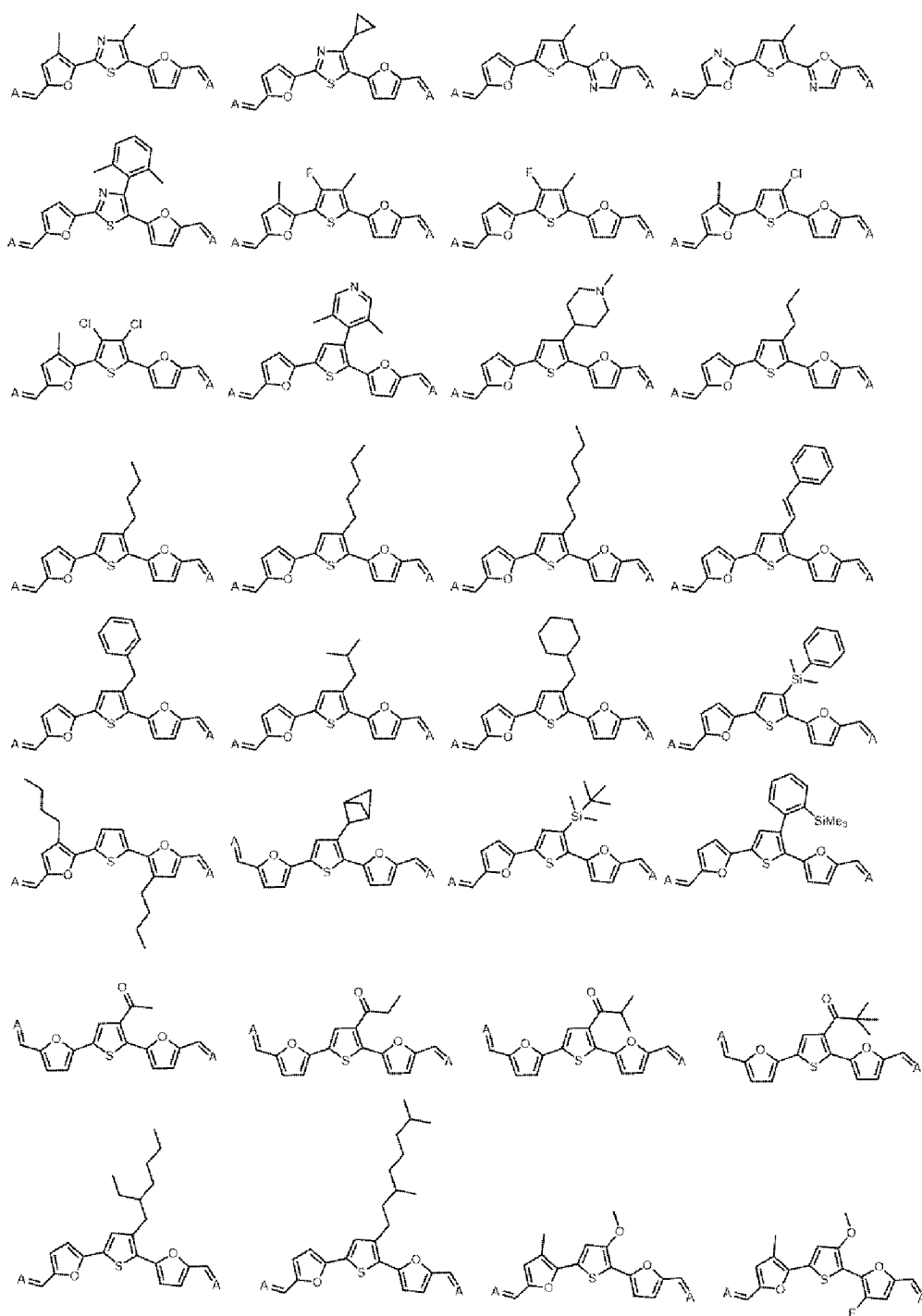
式(1-A2)、式(1-C1)及式(1-C2)中，存在複數個之相同符號所表示之基彼此可以分別相同，亦可以不同，但相同為較佳。

【0079】 以下示出特定化合物的具體例，但是本發明並不限定於該等。

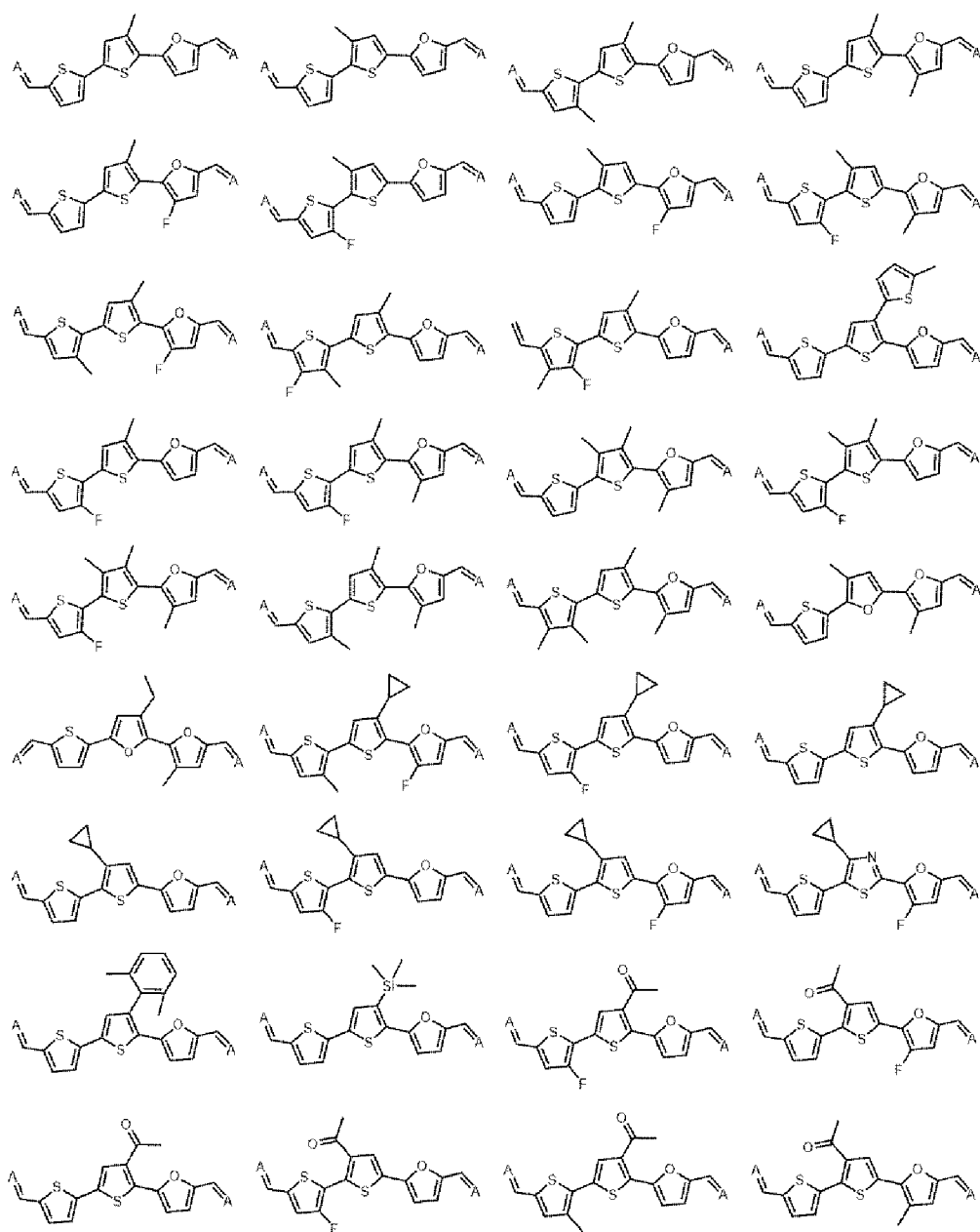
【0080】 [化學式 7]



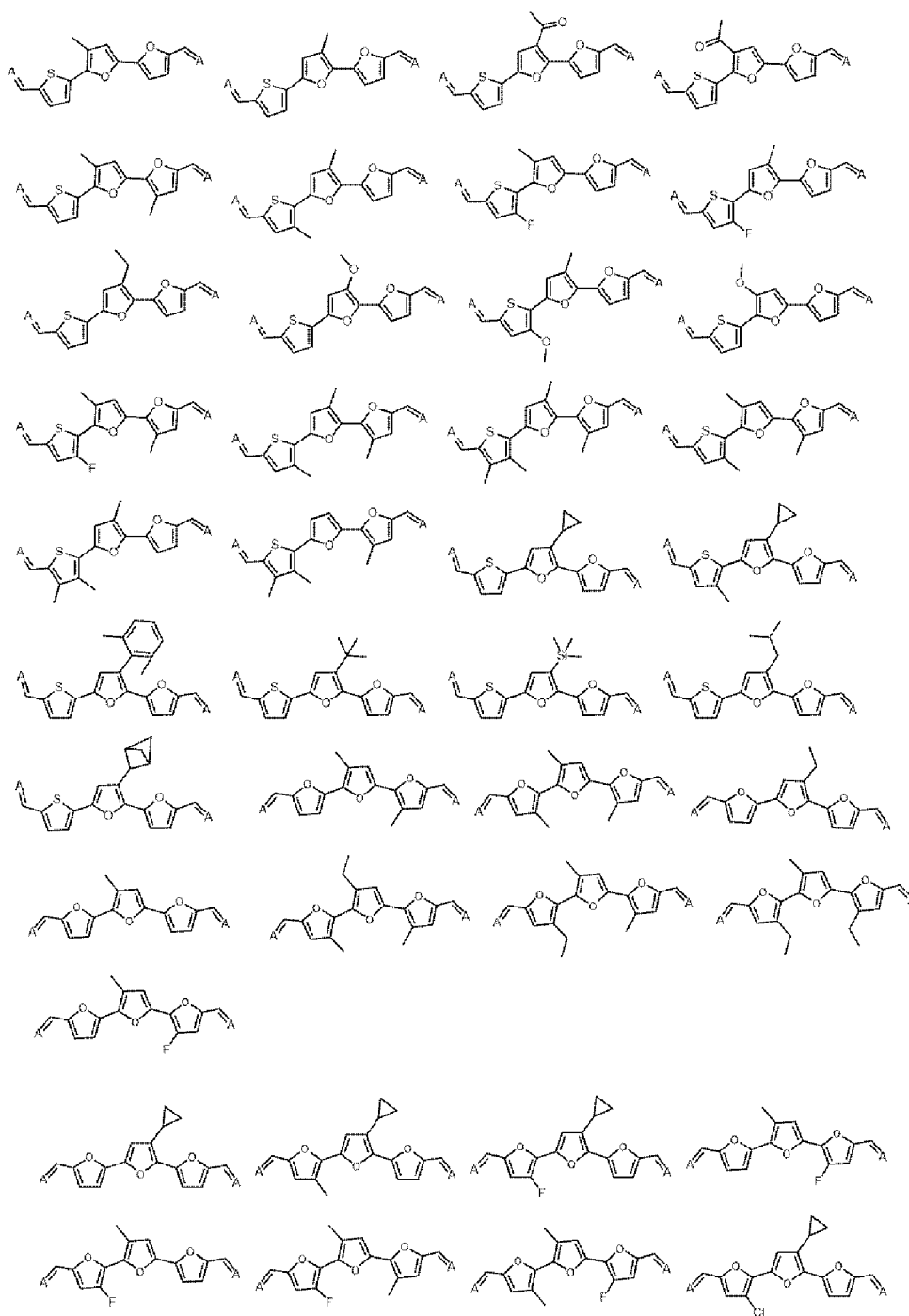
【0081】 [化學式 8]



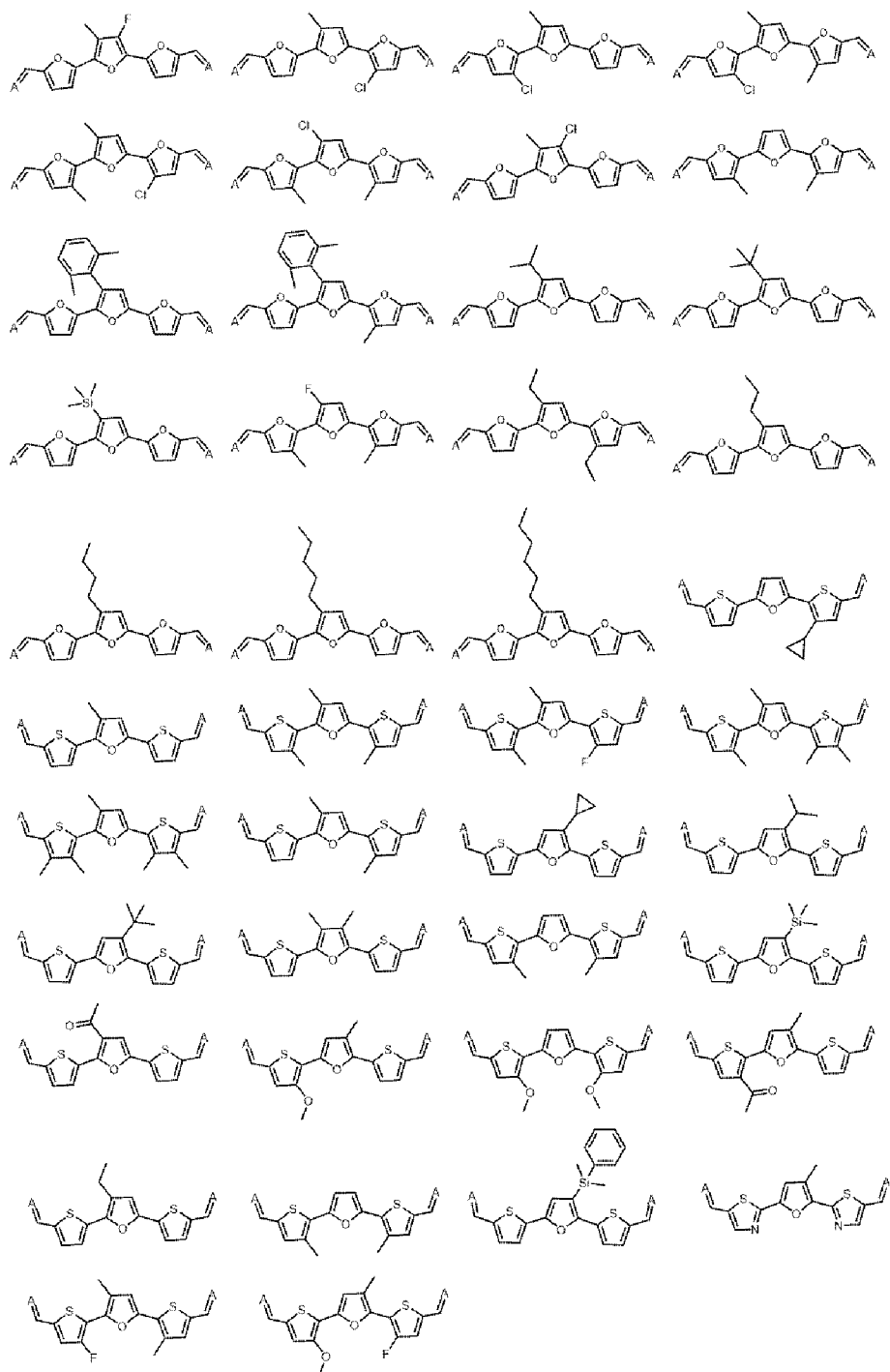
【0082】 [化學式 9]



【0083】 [化學式 10]

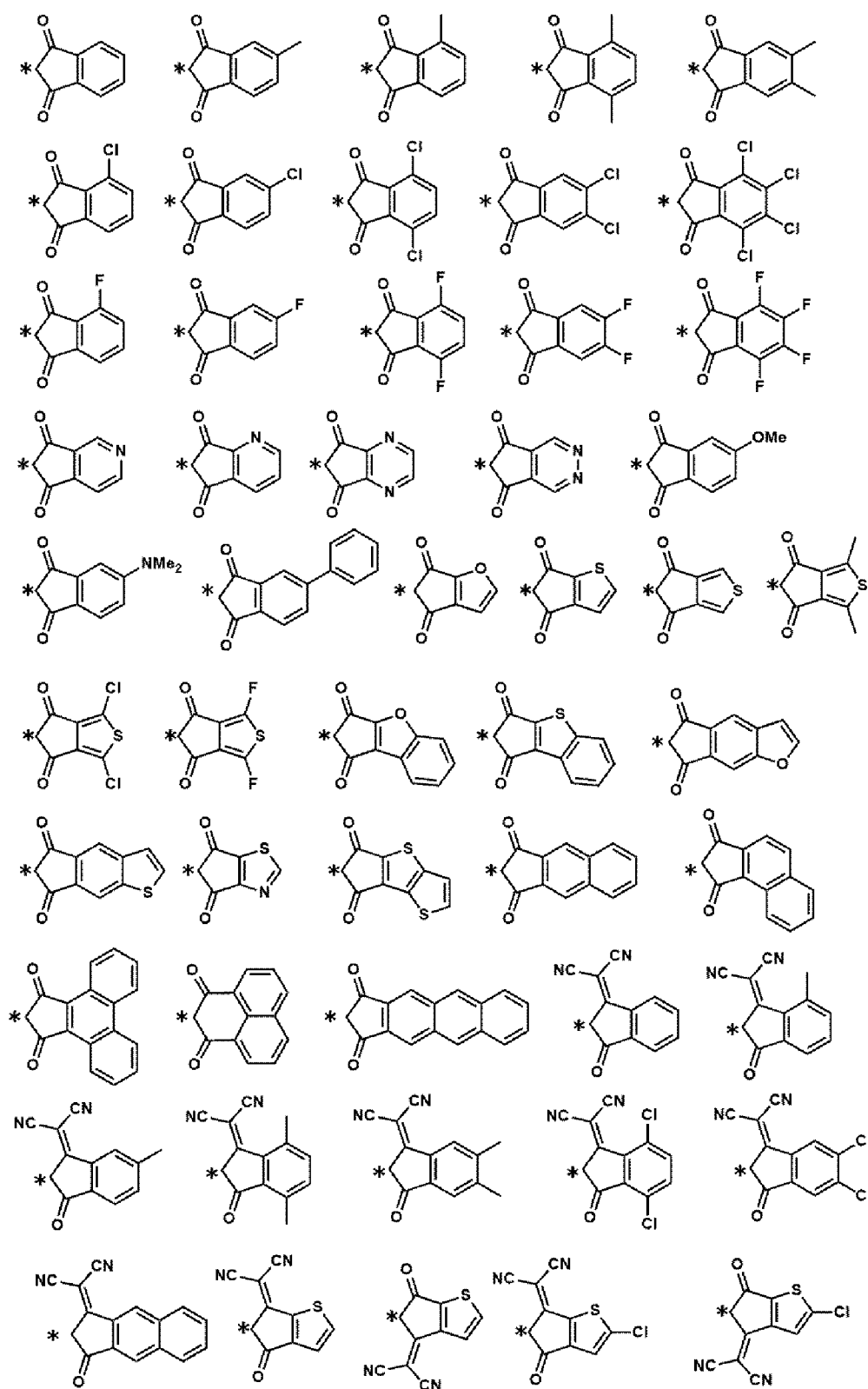


【0084】 [化學式 11]

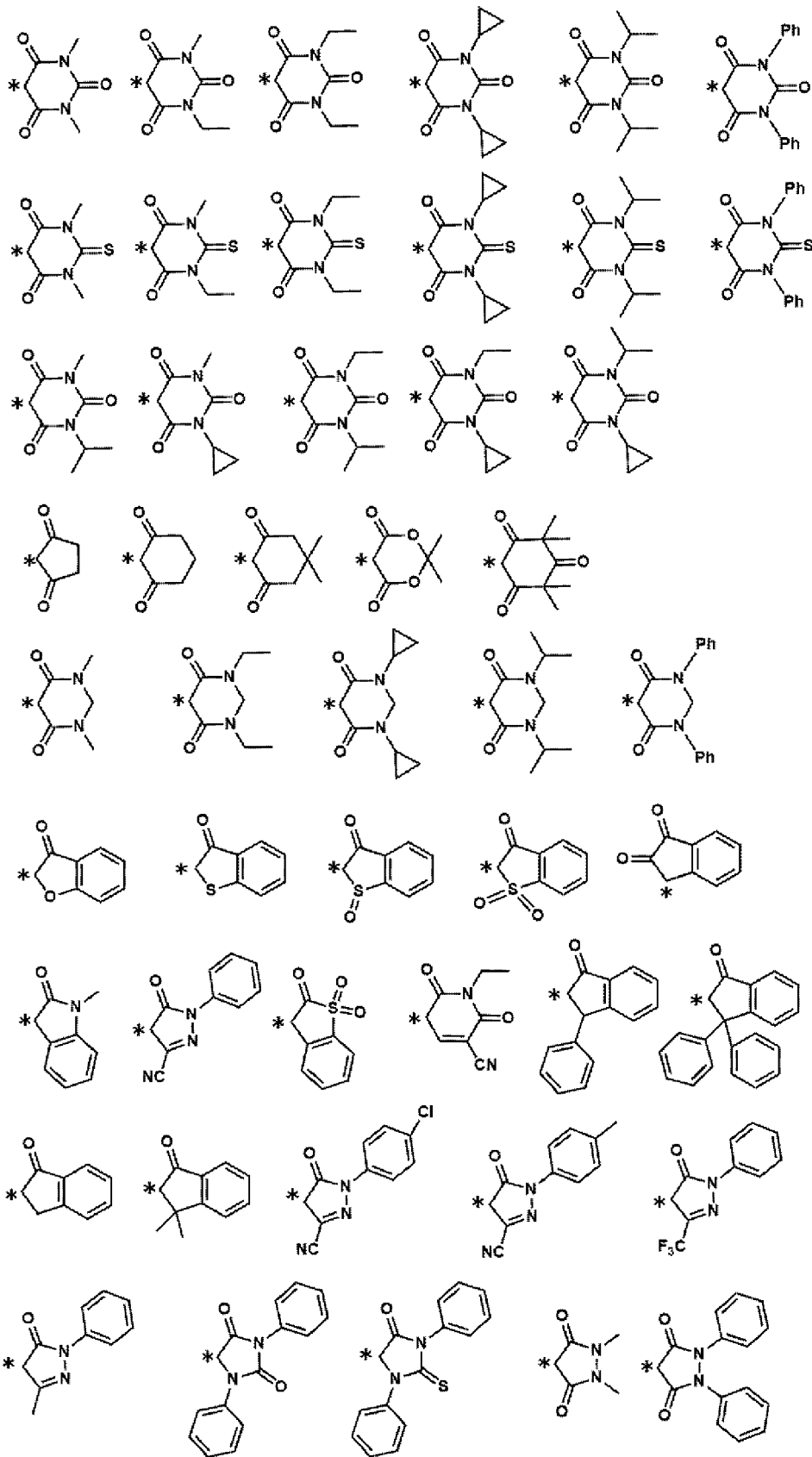


【0085】 上述所例示之特定化合物中的 A 表示以下中的任一個基。

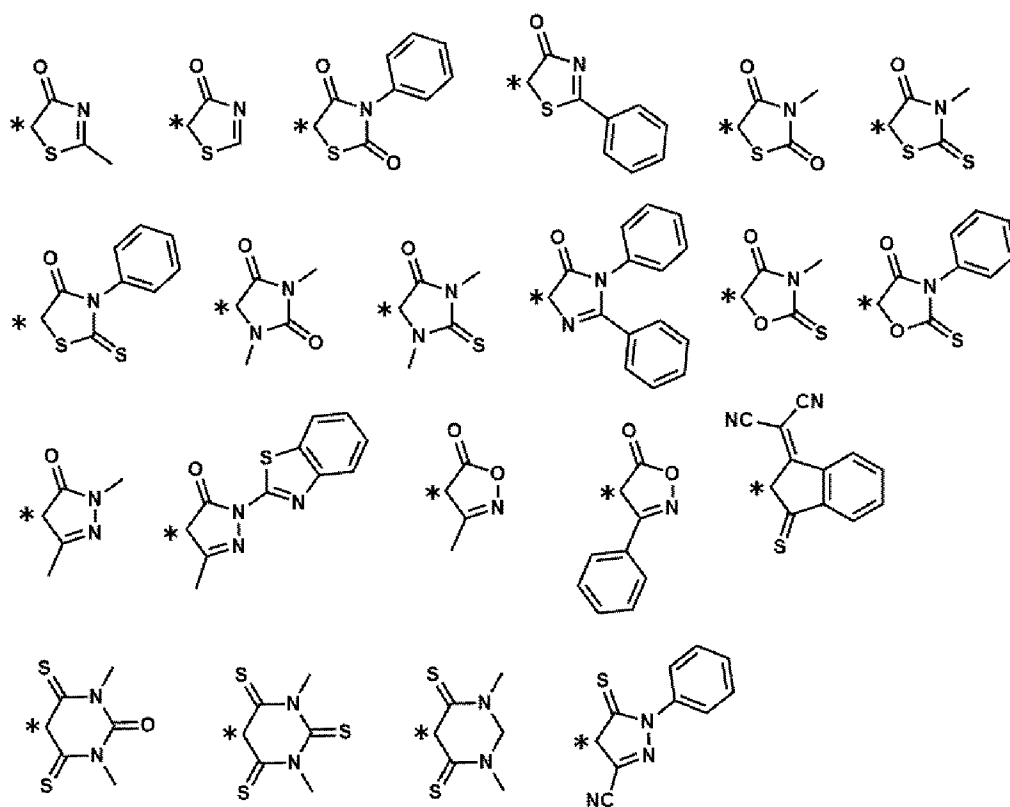
【0086】 [化學式 12]



【0087】 [化學式 13]



【0088】 [化學式 14]



【0089】 特定化合物的分子量為 400~1,400 為較佳，480~1,000 為更佳，520~800 為進一步較佳。

推測為如下：當為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。

【0090】 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的匹配的觀點考慮，特定化合物在單獨膜中的游離電位為-5.0~-6.0eV 為較佳。

【0091】 特定化合物的極大吸收波長在波長 400~700nm 範圍內為較佳，在波長 450~650nm 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）下測定而獲得之值。其中，在特定化合物不溶解於氯仿中的情況下，蒸鍍特定化合物，並將使用成為膜狀

態之特定化合物而測量之值設為特定化合物的極大吸收波長。

【0092】 特定化合物作為攝像元件、光感測器或光電池中所使用之光電轉換膜的材料尤其有用。特定化合物在光電轉換膜內作為色素而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、電荷輸送材料、醫藥材料及熒光診斷藥材料。

【0093】 特定化合物可以依據需要純化。

作為特定化合物的純化方法，例如可以舉出升華純化、使用了矽膠管柱層析法之純化、使用了凝膠滲透層析法之純化、重新打漿清洗、再沉澱純化、使用了活性碳等吸附劑之純化及再結晶純化。

【0094】 光電轉換膜中的特定化合物的含量（=特定化合物的藉由單層換算的膜厚/光電轉換膜的膜厚×100）並無特別限定，但是 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。在使用 2 種以上的情況下，該等合計量在上述範圍內為較佳。

【0095】 <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之化合物。

n 型有機半導體為受體性有機半導體材料（化合物），並且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，只要為具有電子接受性的有機化合物，則亦能夠使用任一個有機化合物。

作為 n 型有機半導體，例如，可以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、芘衍生物及 1,2-苯并芘衍生物等）；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、吡嗪、嘧啶、噻吩、三嗪、喹啉、喹吖啉、喹啉啉、酞嗪、噁嗪、異喹啉、蝶啶、吡啶、啡啉、啡啉、四唑、吡唑、咪唑及噻唑等）；聚伸芳基（polyarylene）化合物；萘化合物；環戊二烯化合物；甲矽烷基化合物；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喹二唑衍生物；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）及該等衍生物；三唑化合物；二苯乙烯基伸芳基（distyrylarylene）；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。

【0096】 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，例如可以舉出富勒烯 C₆₀、富勒烯 C₇₀、富勒烯 C₇₆、富勒烯 C₇₈、富勒烯 C₈₀、富勒烯 C₈₂、富勒烯 C₈₄、富勒烯 C₉₀、富勒烯 C₉₆、富勒烯 C₂₄₀、富勒烯 C₅₄₀ 及混合富勒烯。

關於富勒烯衍生物，例如可以舉出取代基附加於上述富勒烯上之化合物。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 號公報中所記載的化合物為較佳。

【0097】 n 型有機半導體的分子量為 200~1,200 為較佳，200~900

為更佳。

【0098】 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。

【0099】 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之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。

【0100】 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。

【0101】 n 型有機半導體可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。
在光電轉換膜包含 n 型有機半導體的情況下，光電轉換膜中的 n 型有機半導體的含量（n 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚/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。

【0102】 在 n 型有機半導體包含富勒烯類的情況下，富勒烯類的含量相對於 n 型有機半導體的合計含量（富勒烯類的藉由單層換算的膜厚/單層換算之各 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。

【0103】 從光電轉換元件的響應速度的觀點考慮，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（特定化合物的藉由單層

換算的膜厚/(特定化合物的藉由單層換算的膜厚+n型有機半導體的藉由單層換算的膜厚)×100)為20~80體積%為較佳,40~80體積%為更佳。

在光電轉換膜包含n型有機半導體及p型有機半導體的情況下,特定化合物的含量(特定化合物的藉由單層換算的膜厚/(特定化合物的藉由單層換算的膜厚+n型有機半導體的藉由單層換算的膜厚+p型有機半導體的藉由單層換算的膜厚)×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型有機半導體及依據需要包含之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。

【0104】 <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之化合物。

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。

【0105】 作為p型有機半導體,例如可以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]聯苯基(α -NPD)、日本特開2011-228614號公報的[0128]~[0148]段中所記載的化合物、日本特開2011-176259號公報的[0052]

～[0063]段中所記載的化合物、日本特開 2011-225544 號公報的[0119]～[0158]段中所記載的化合物、日本特開 2015-153910 號公報的[0044]～[0051]段中所記載的化合物及日本特開 2012-094660 號公報的[0086]～[0090]段中所記載的化合物等)、吡啶啉化合物、苯乙烯胺化合物、脞化合物、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]段中所記載的化合物、WO2016/194630 號的[0043]～[0045]段中所記載的化合物、WO2017/159684 號的[0025]～[0037]段及[0099]～[0109]段中所記載的化合物、日本特開 2017-076766 號公報的[0029]～[0034]段中所記載的化合物、WO2018/207722 號的[0015]～[0025]段中所記載的化合物、日本特開 2019-054228 號公報的[0045]～[0053]段中所記載的化合物、WO2019/058995 號的[0045]～[0055]段中所記載的化合物、WO2019/081416 號的[0063]～[0089]段中所記載的化合物、日本特開 2019-80052 號公報的[0033]～[0036]段中所記載的化合物、WO2019/054125 號的[0044]～[0054]段中所記載的化合物、WO2019/093188 號的[0041]～[0046]段中所記載的化合物、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]段中所記載的化合物、及日本特開 2020-010024 號公報的[0045]~[0048]段的化合物等)、花青化合物、氧雜薈化合物、多胺化合物、吡啶化合物、吡咯化合物、吡嗪化合物、聚伸芳基化合物、縮合芳香族碳環化合物(例如, 萘衍生物、蔥衍生物、菲衍生物、稠四苯衍生物、稠五苯衍生物、芘衍生物、芘衍生物及 1,2-苯并芴衍生物等)、卟啉化合物、酞青化合物、三嗪化合物、嘔二嗪化合物、咪唑化合物、聚芳基烴化合物、吡啶琳桐化合物、胺基取代查耳酮化合物、嘔唑化合物、萘酮化合物、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。

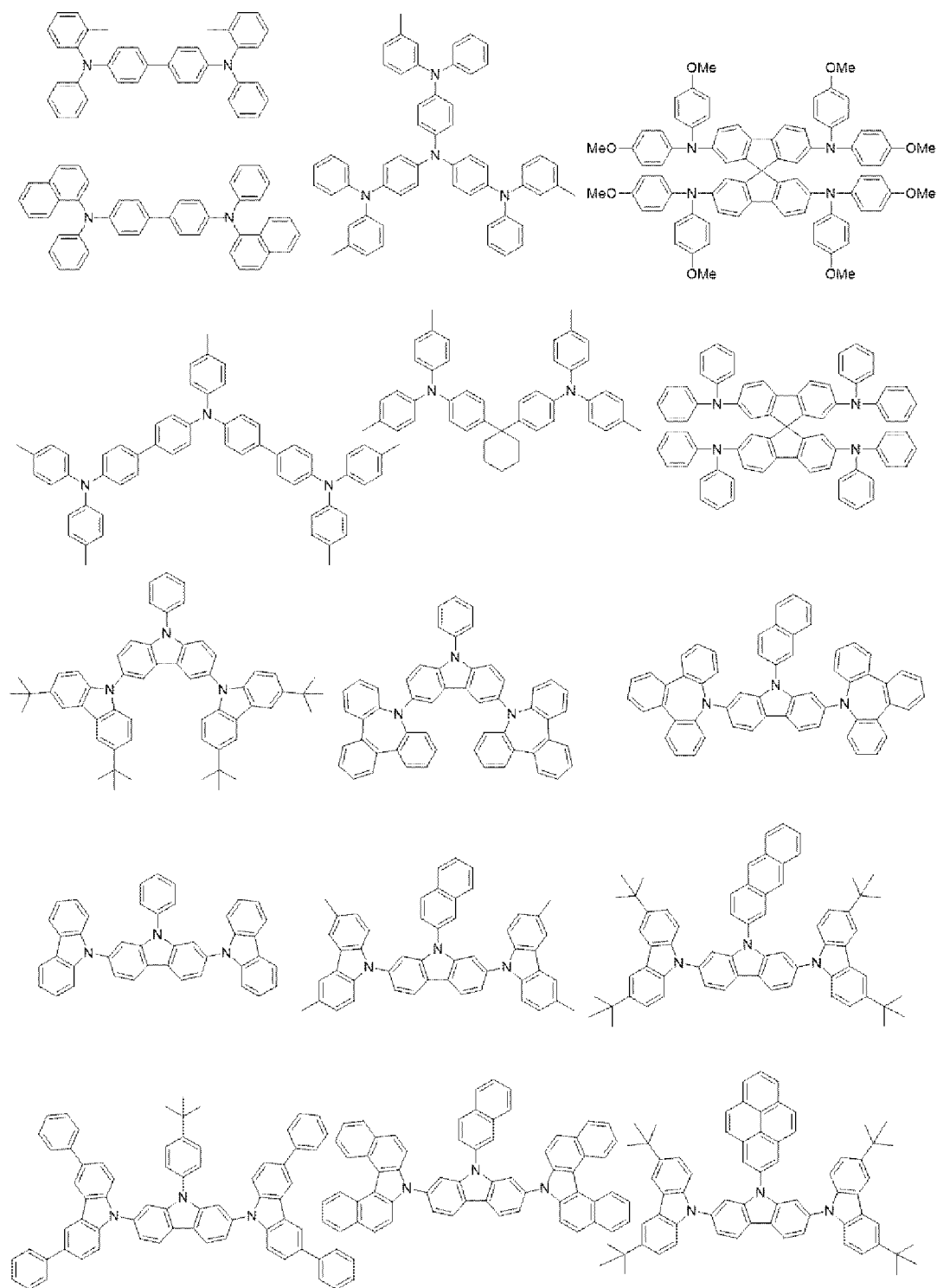
又, 作為 p 型有機半導體, 亦可以舉出日本特開 2022-123944 號公報中所記載的化合物、日本特開 2022-122839 號公報中所記載的化合物、日本特開 2022-120323 號公報中所記載的化合物、日本特開 2022-120273 號公報中所記載的化合物、日本特開 2022-115832 號公報中所記載的化合物、日本特開 2022-108268 號公報中所記載的化合物、日本特開 2023-005703 號公報中所記載的化合物、日本特開 2022-100258 號公報中所記載的化合物、日本特開 2022-181226 號公報中所記載的化合物、日本特開 2022-27575 號公報中所記載的化合物及日本特開 2021-163968 號公報中所記載的化合物。

作為 p 型有機半導體, 例如亦可以舉出游離電位小於 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

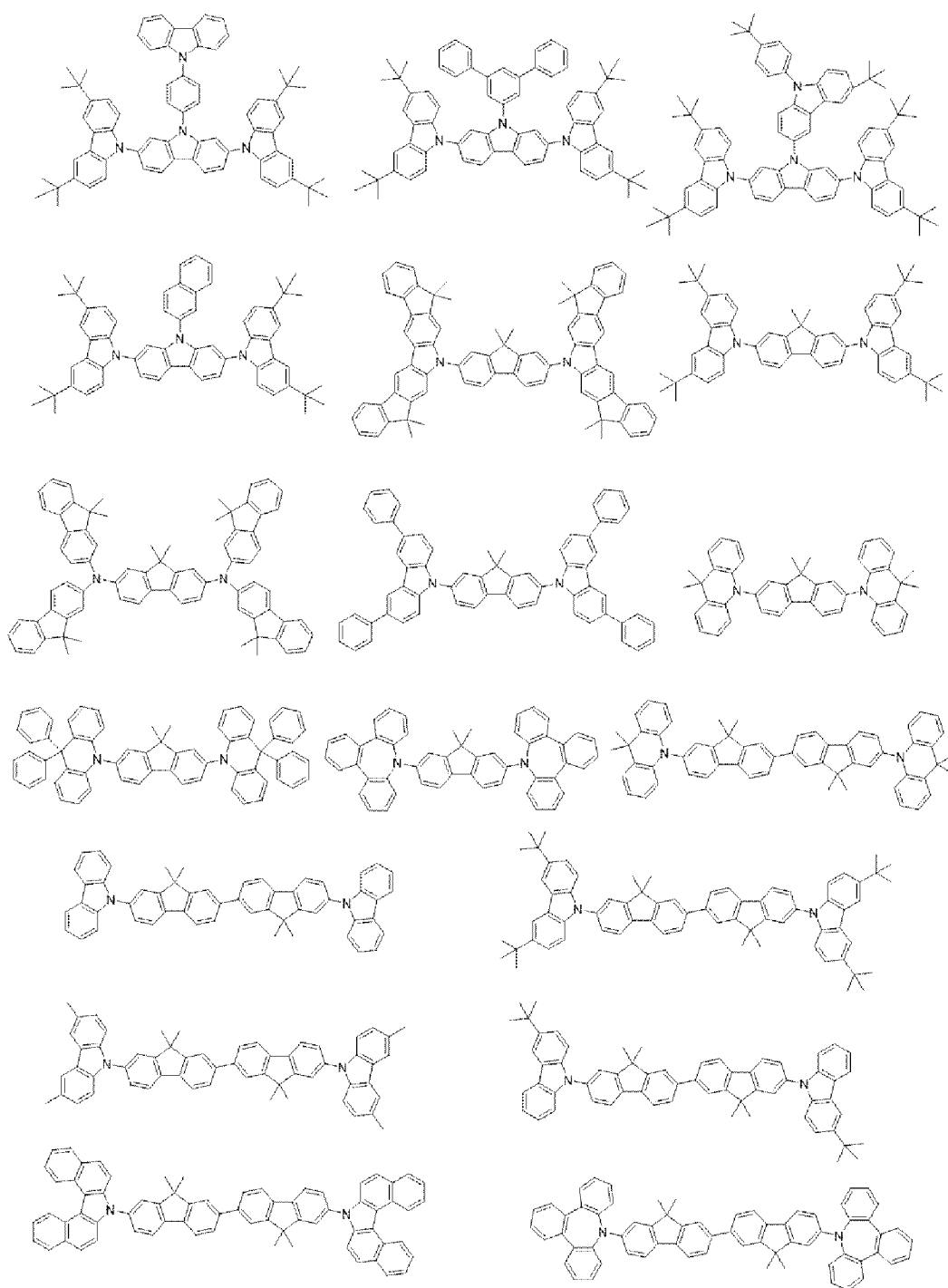
色素。

以下例示能夠用作 p 型有機半導體化合物之化合物。

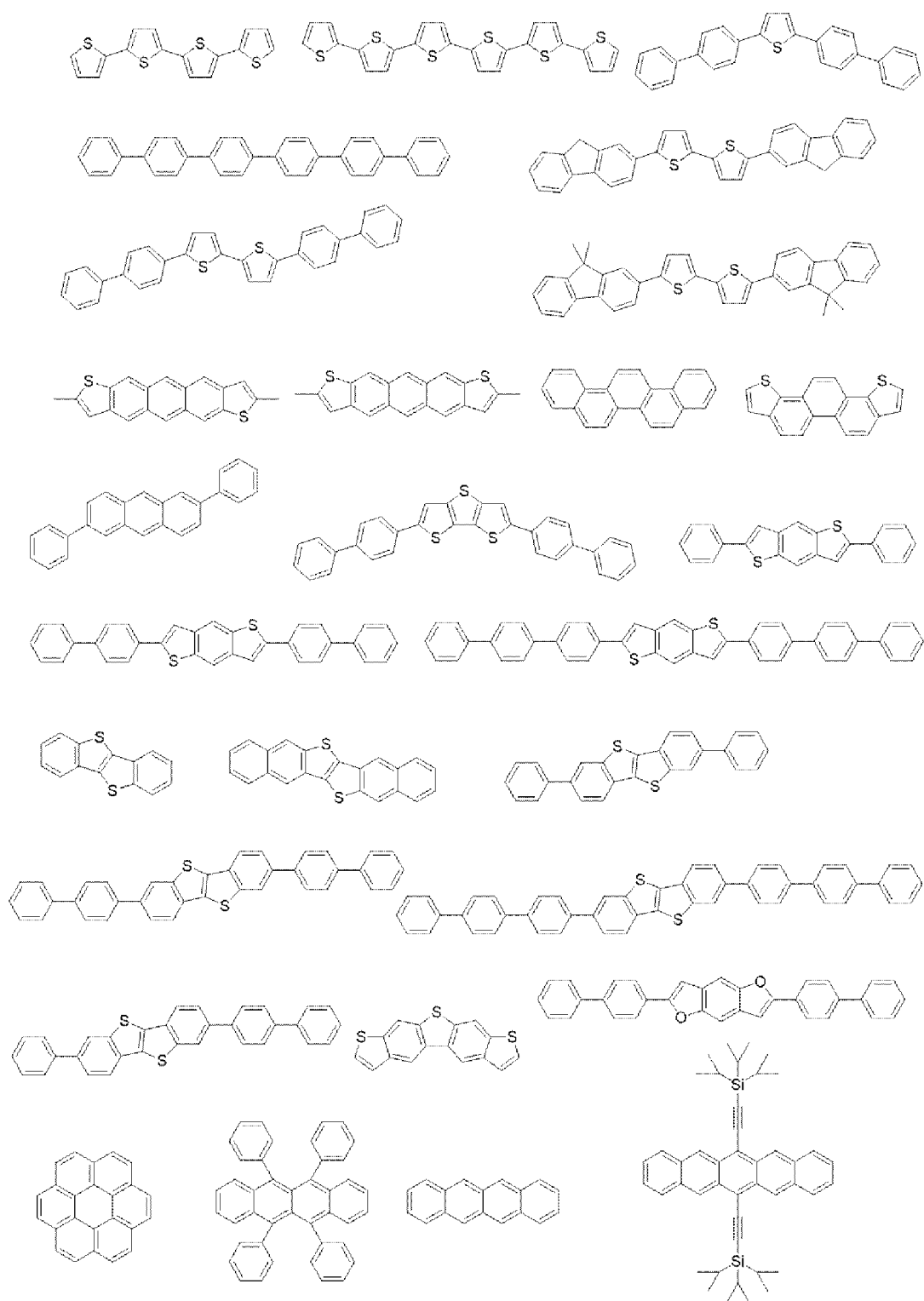
【0106】 [化學式 15]



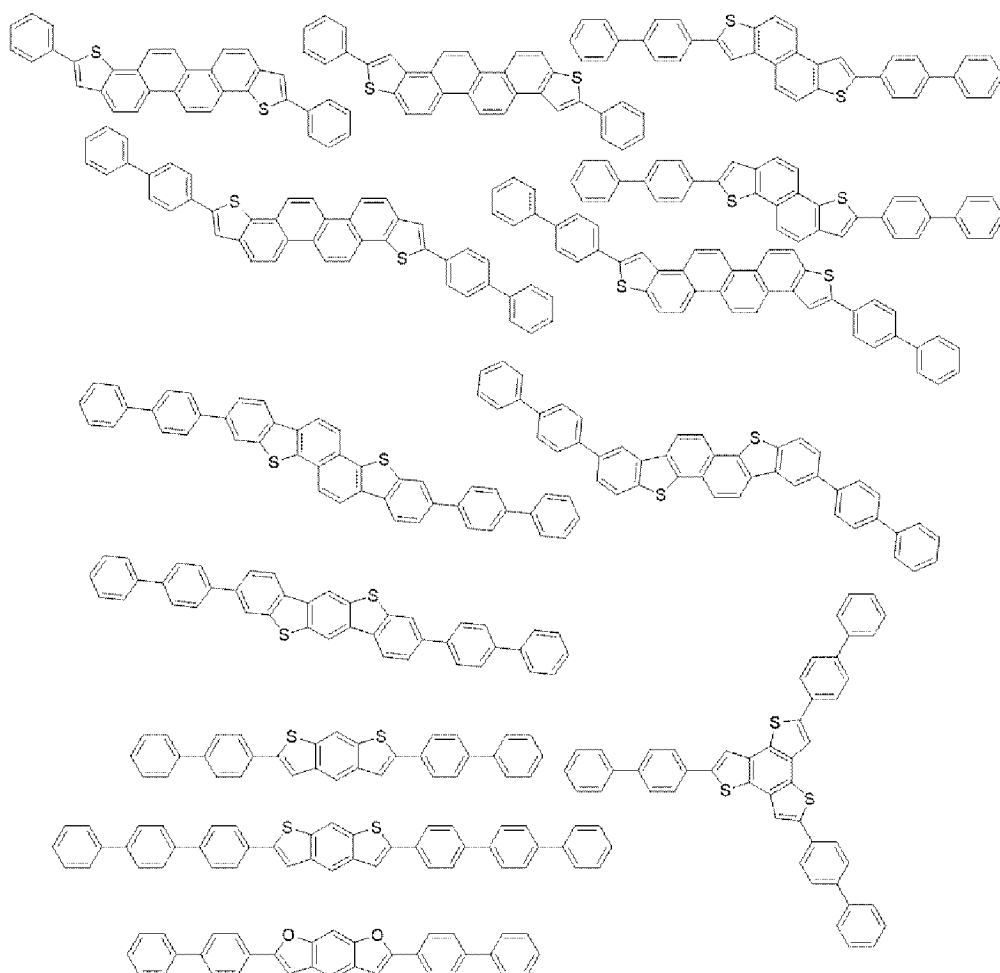
【0107】 [化學式 16]



【0108】 [化學式 17]



【0109】 [化學式 18]



【0110】 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。

【0111】 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。

在光電轉換膜包含 p 型有機半導體的情況下，光電轉換膜中的 p 型有機半導體的含量（p 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚/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。

【0112】 包含特定化合物之光電轉換膜為非發光性膜，並且具有與有機電致發光元件（OLED：Organic Light Emitting Diode）不同之特徵。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。

【0113】 <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之化合物。

作為色素，有機色素為較佳。

作為有機色素，例如可以舉出花青色素、苯乙烯色素、半花青色素、部花青色素（包含零次甲基部花青（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、氮雜次甲基色素、香豆素色素、亞芳基色素、蔥醌色素、三苯基甲烷色素、偶氮色素、次甲基偶氮色素、茂金屬色素、蒽酮色素、俘精酸酐色素、茈色素、啡咻色素、啡噻咻色素、醌色素、二苯基甲烷色素、多烯色素、吡啶色素、吡啶酮色素、二苯基胺色素、喹啉黃色素、啡啶咻色素、酞茈色素、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、WO2020/13246 號、WO2022/168856 號、日本特開 2023-10305 號公報及日本特開 2023-10299 號公報中所記載的咪唑并喹啉色素、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，從極大吸收波長的觀點考慮，花青色素、咪唑并喹啉色素或受體-供體-受體型的色素為較佳。

【0114】 色素的極大吸收波長在可見光區域內為較佳，在波長 400~650nm 範圍內為更佳，在波長 450~650nm 範圍內為進一步較佳。

【0115】 色素可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

光電轉換膜中之色素的含量相對於特定化合物與色素的合計含量 (=

(色素的藉由單層換算的膜厚/(特定化合物的藉由單層換算的膜厚+色素的藉由單層換算的膜厚)×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。

【0116】 <成膜方法>

作為上述光電轉換膜的成膜方法，例如可以舉出乾式成膜法。

作為乾式成膜法，例如可以舉出蒸鍍法(尤其，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。

【0117】 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。

【0118】 [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，可以舉出金屬、合金、金屬氧化物、導電性化合物及它們的混合物。

由於光從上部電極 15 入射，因此上部電極 15 對欲檢測之光透明為較佳。作為構成上部電極 15 之材料，例如可以舉出將銻或氟等摻雜而獲得之氧化錫(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的觀點考慮，導電性金屬氧化物為較佳。

【0119】 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 $100\sim 10000\Omega/\square$ ，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。透光率的增加使得光電轉換膜中的光吸收增大，從而使光電轉換能增大，因此為較佳。若考慮薄膜化所伴隨之漏電流的抑制、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 $5\sim 100\text{nm}$ 為較佳， $5\sim 20\text{nm}$ 為更佳。

【0120】 下部電極 11 依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，例如可以舉出摻雜有銻或氟等之氧化錫（ATO、FTO）、氧化錫、氧化鋅、氧化銮、氧化銮錫（ITO）及氧化銮鋅（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。

【0121】 作為形成電極之方法，能夠依據電極材料適當選擇。具體而言，可以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 的情況下，可以舉出電子束法、濺射法、電阻加熱蒸鍍法、化學反應法（溶膠-凝膠法等）及氧化銻錫的分散物的塗布等方法。

【0122】〔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，例如可以舉出電荷阻擋膜。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，例如可以舉出電子阻擋膜和電洞阻擋膜。

【0123】〈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，例如可以舉出伸苯伸乙烯、萘、吡啶、吡咯、吡、吡咯、甲基吡啶、噻吩、乙炔及聯乙炔等聚合物及其衍生物。

【0124】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，在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的情況下，光電轉換膜會被施加較多的電壓，從而量子效率變高。作為能夠成為電子阻擋膜之無機材料，例如可以舉出氧化鈣、氧化鉻、氧化鉻銅、氧化錳、氧化鈷、氧化鎳、氧化銅、氧化鎳銅、氧化鋁銅、氧化鋁、氧化銻銅、氧化銻銀及氧化銻。

【0125】〈電洞阻擋膜〉

電洞阻擋膜為受體性有機半導體材料（化合物），並且能夠利用上述 n

型有機半導體。

再者，電洞阻擋膜可以由複數個膜構成。

【0126】 作為電荷阻擋膜的製造方法，例如可以舉出乾式成膜法及濕式成膜法。作為乾式成膜法，例如可以舉出蒸鍍法及濺射法。蒸鍍法可以為物理蒸鍍（PVD：Physical Vapor Deposition（物理氣相沉積））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，例如可以舉出噴墨法、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，從高精度圖案化的觀點考慮，噴墨法為較佳。

【0127】 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。

【0128】〔基板〕

光電轉換元件可以進一步具有基板。

作為基板，例如可以舉出半導體基板、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。

【0129】〔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，用不使水分子滲透之緻密的金屬氧化物、金屬氮化物或金屬氮化氧化物等陶瓷或鑽石狀碳（DLC：Diamond-like Carbon（類鑽石碳））等密封層將光電轉換膜整體被覆並密封，從而能夠防止上述劣化。

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

【0130】 [攝像元件]

作為光電轉換元件的用途，例如可以舉出攝像元件。

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，並將其電訊號按每個像素逐次輸出至攝像元件外者。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。

【0131】 [光感測器]

作為光電轉換元件的其他用途，例如可以舉出光電池及光感測器，本發明之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，亦可以用作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。

【0132】 [化合物]

本發明亦包含特定化合物的發明。

[實施例]

【0133】 以下，依據實施例對本發明進行更詳細的說明。

以下實施例所示之材料、使用量、比例、處理內容及處理步驟等，只要不脫離本發明的趣旨，則能夠適當變更。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。

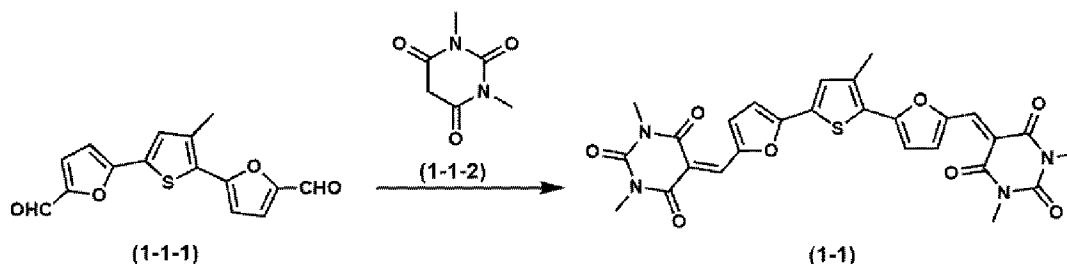
【0134】 [光電轉換膜中所使用之化合物]

以下示出光電轉換膜中所使用之各材料。

【0135】〔化合物(1-1)的合成〕

化合物(1-1)按照以下方案進行了合成。

【0136】〔化學式 19〕



【0137】 向玻璃製反應容器中取化合物(1-1-1)(2.0mmol)、化合物(1-1-2)(5.0mmol)、甲苯(60mL)及吡啶(0.02mmol)，並在氮氣環境下，在100°C下反應2小時。過濾所析出之固體，用四氫呋喃(THF)、二甲基乙醯胺(DMAc)及THF依序清洗所獲得之固體之後，進行升華純化，從而獲得了1.4mmol的化合物(1-1)(產率70%)。化合物(1-1)的結構用LDI-MS進行了確認。

LDI-MS(化合物(1-1)): 562(M⁺)

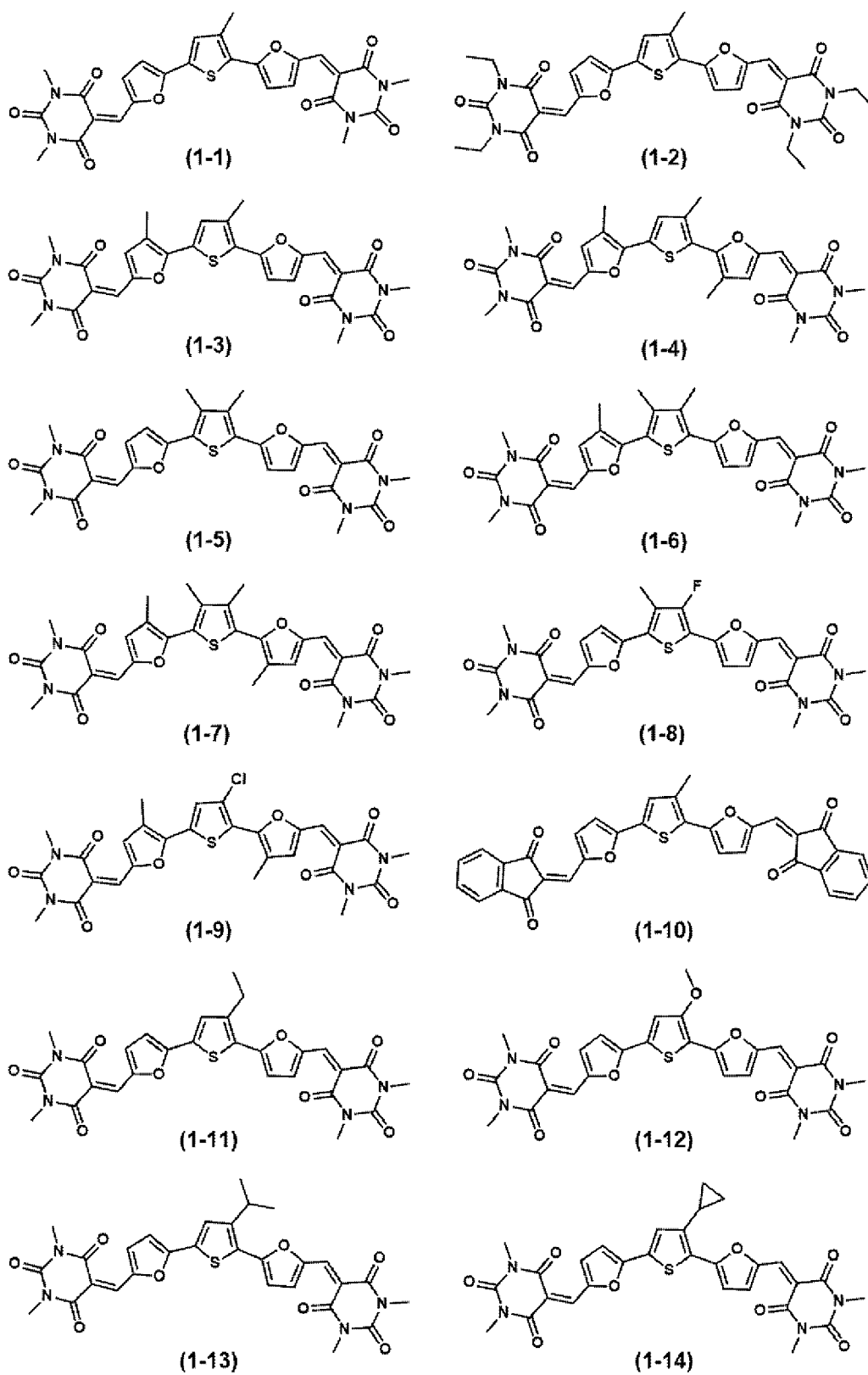
【0138】 除了化合物(1-1)以外的光電轉換膜中所使用之特定化合物按照上述化合物(1-1)的合成方法進行了合成。

【0139】〔特定化合物〕

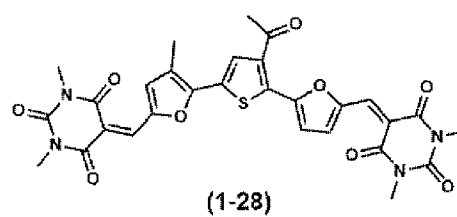
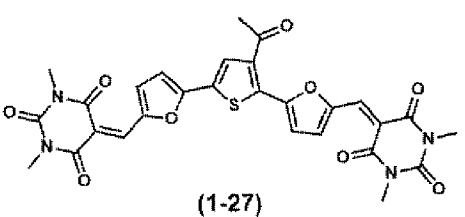
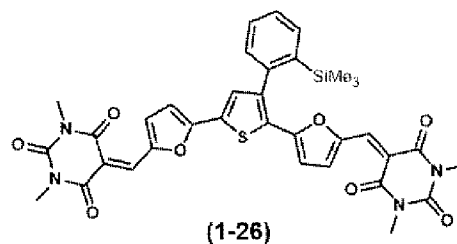
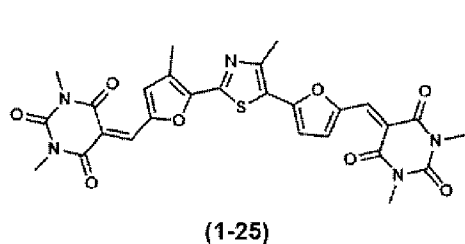
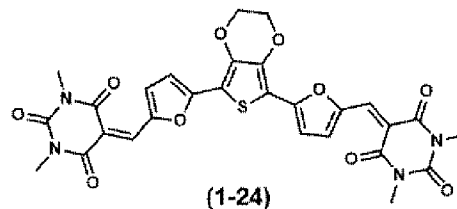
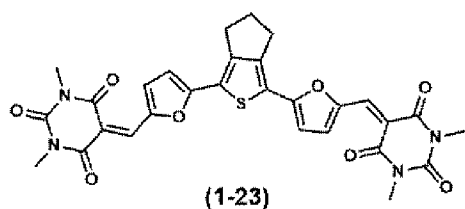
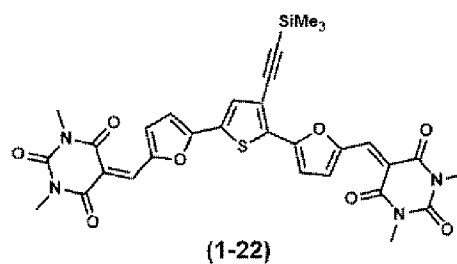
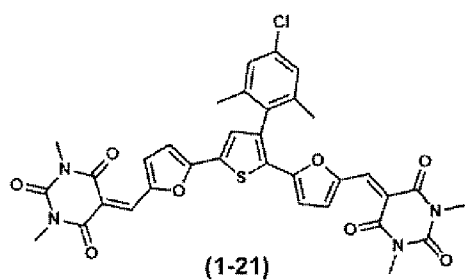
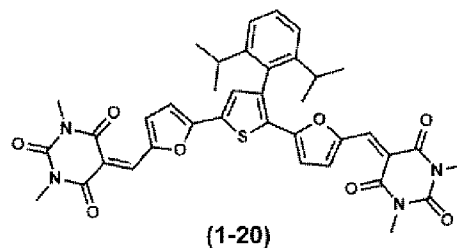
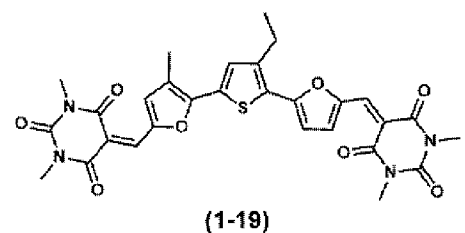
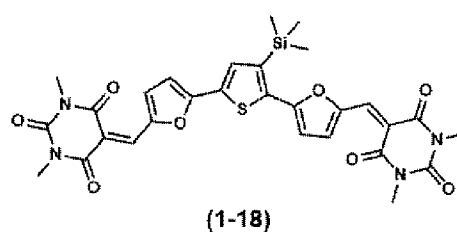
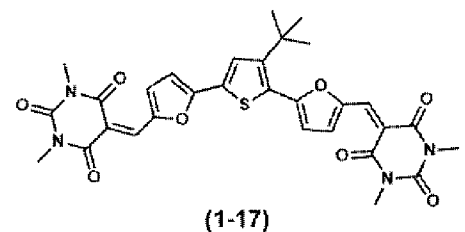
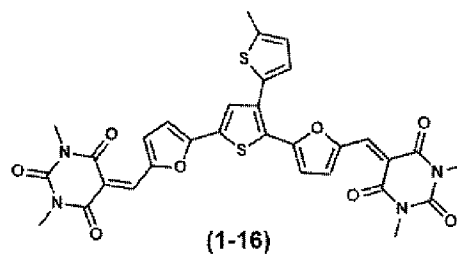
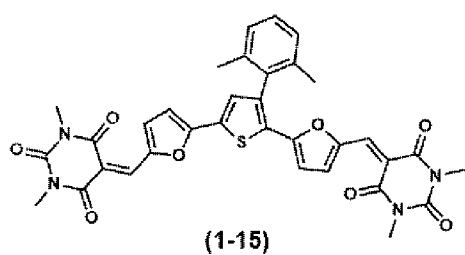
以下，示出光電轉換膜中使用之特定化合物及比較例的比較化合物。

再者，化合物(1-1)~(1-28)、化合物(2-1)~(2-8)、化合物(3-1)~(3-7)、化合物(4-1)~(4-6)及化合物(5-1)~(5-9)均與本發明的特定化合物對應，化合物(C-1)~(C-11)均為比較例的比較化合物。

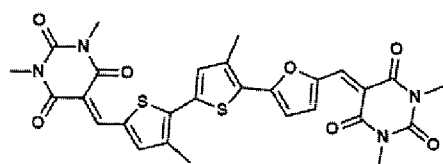
【0140】〔化學式 20〕



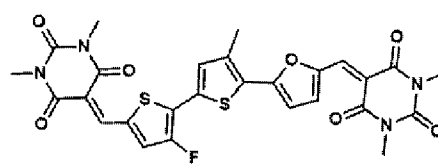
【0141】 [化學式 21]



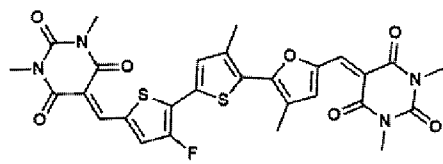
【0142】 [化學式 22]



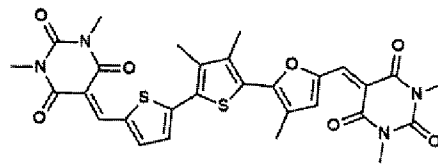
(2-1)



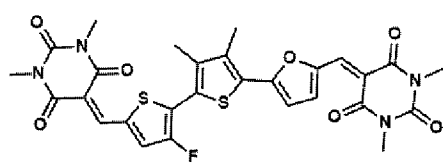
(2-2)



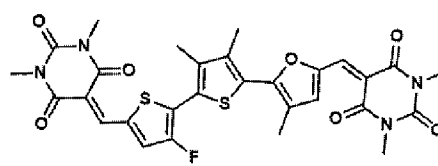
(2-3)



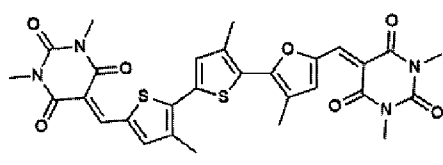
(2-4)



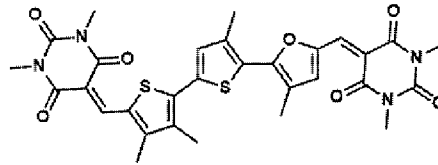
(2-5)



(2-6)

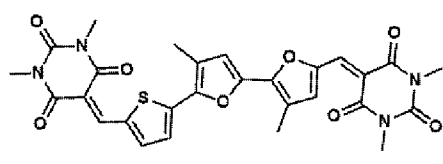


(2-7)

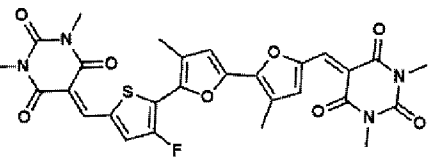


(2-8)

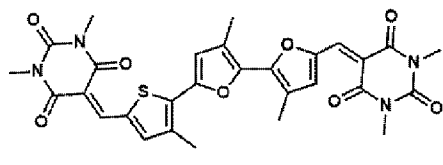
【0143】 [化學式 23]



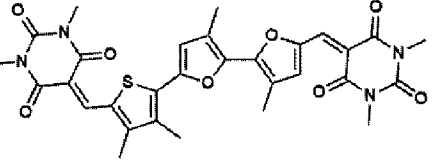
(3-1)



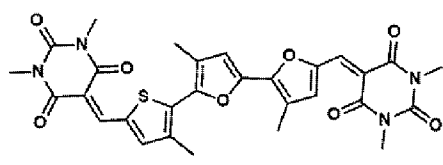
(3-2)



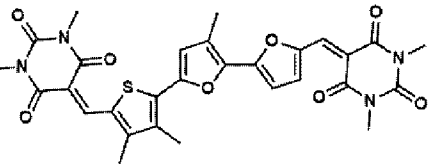
(3-3)



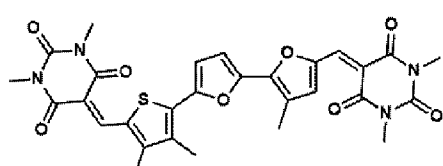
(3-4)



(3-5)

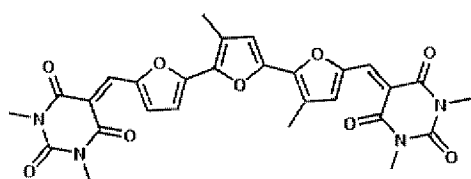


(3-6)

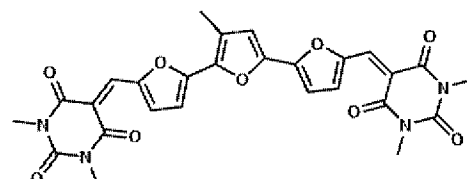


(3-7)

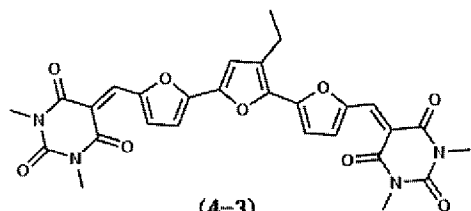
【0144】 [化學式 24]



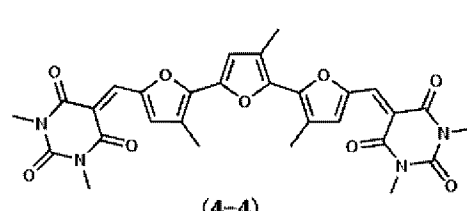
(4-1)



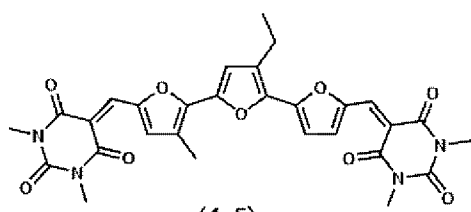
(4-2)



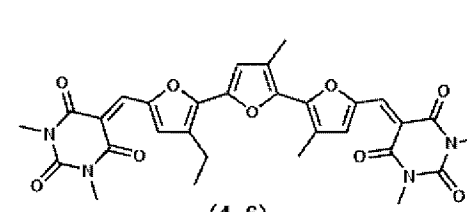
(4-3)



(4-4)

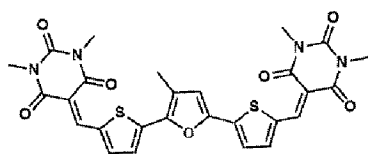


(4-5)

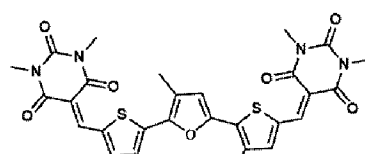


(4-6)

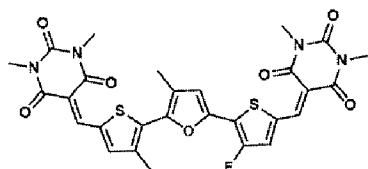
【0145】 [化學式 25]



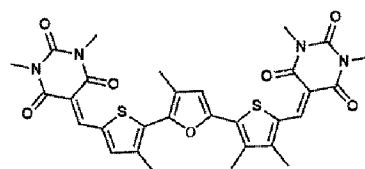
(5-1)



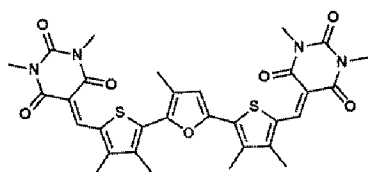
(5-2)



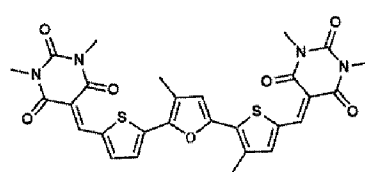
(5-3)



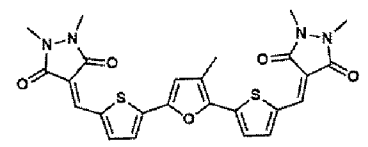
(5-4)



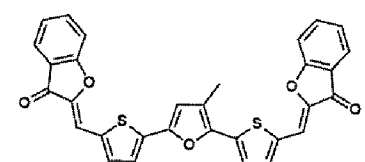
(5-5)



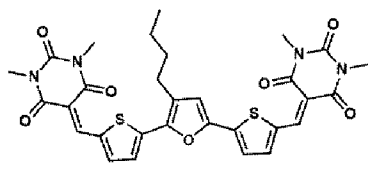
(5-6)



(5-7)

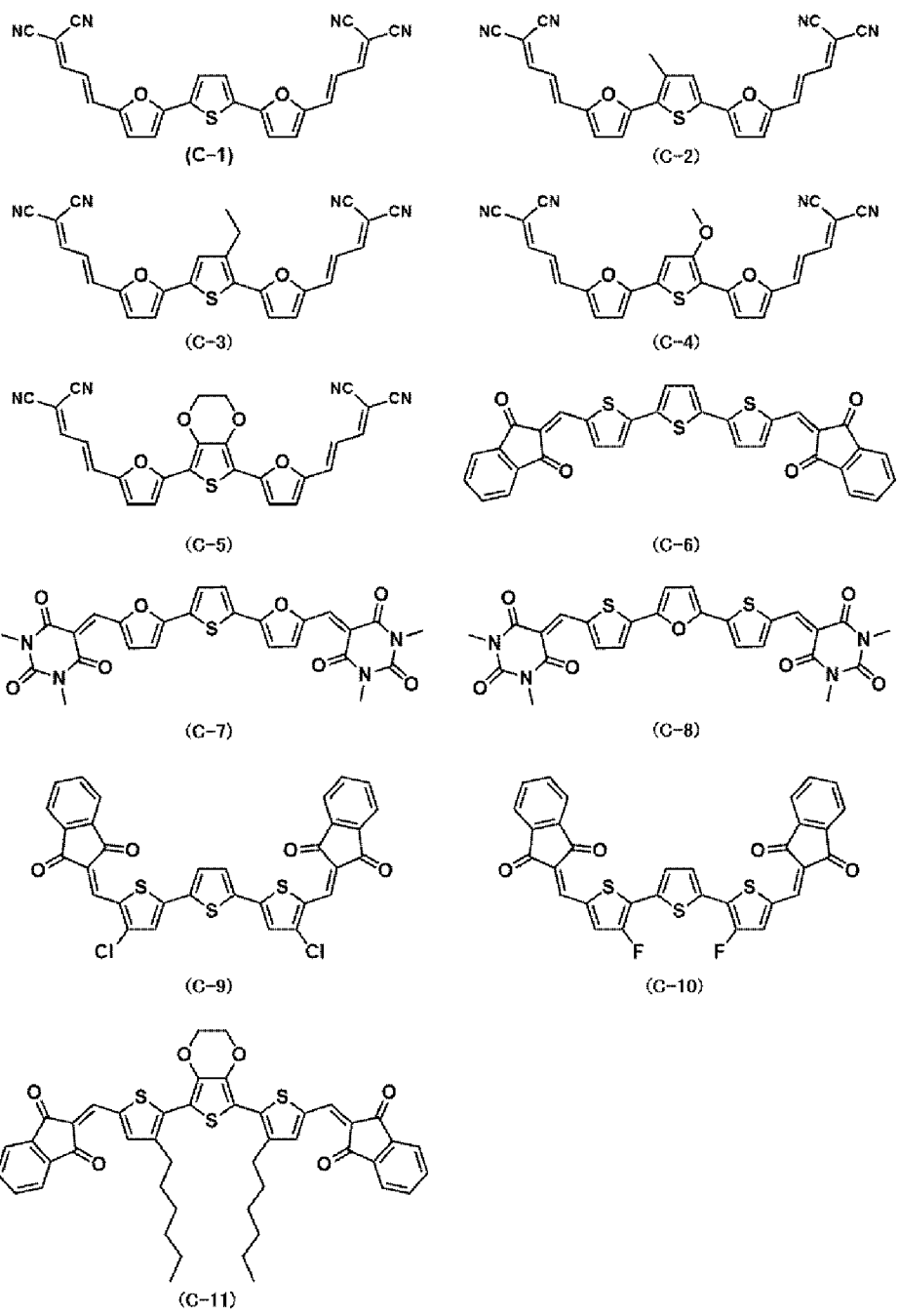


(5-8)



(5-9)

【0146】 [化學式 26]

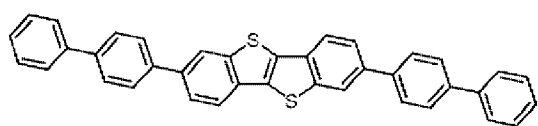


【0147】 [n 型有機半導體]

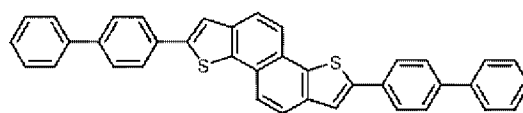
• C60：富勒烯 (C₆₀)

【0148】 [p 型有機半導體]

【0149】 [化學式 27]



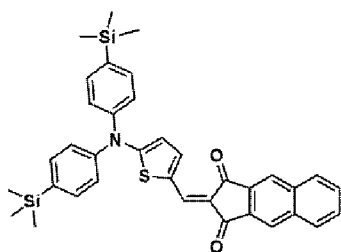
(P-1)



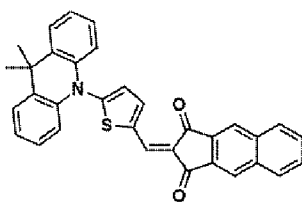
(P-2)

【0150】〔色素〕

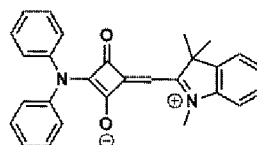
【0151】〔化學式 28〕



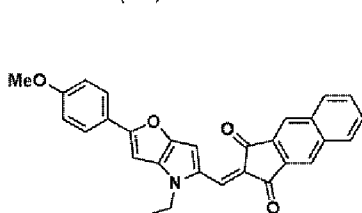
(B-1)



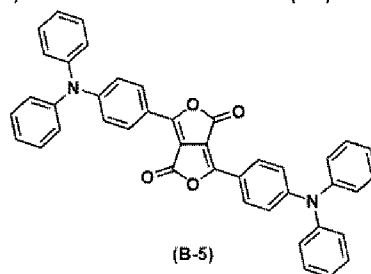
(B-2)



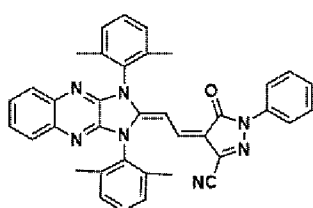
(B-3)



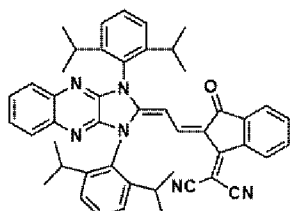
(B-4)



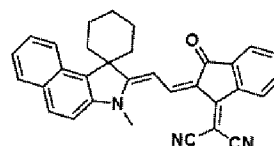
(B-5)



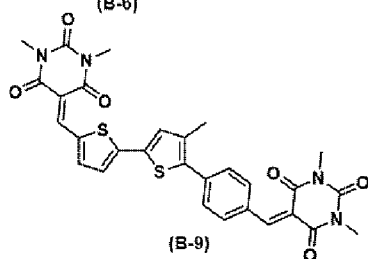
(B-6)



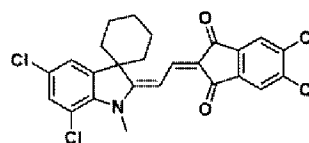
(B-7)



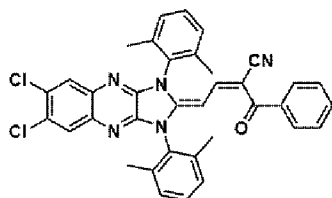
(B-8)



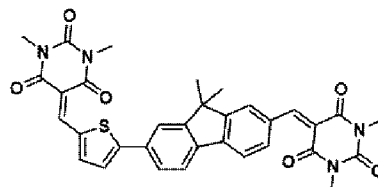
(B-9)



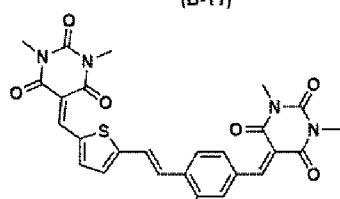
(B-10)



(B-11)



(B-12)



(B-13)

【0152】 [評價]

〔試驗 X〕

<光電轉換元件 (A) 的製作>

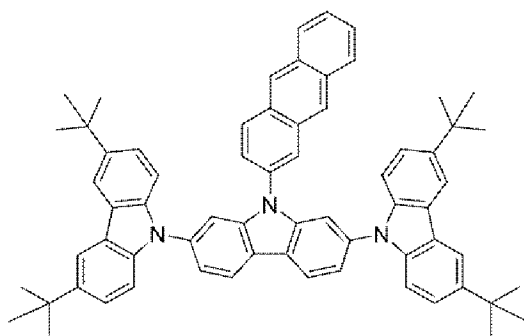
使用所獲得之化合物製作出圖 2 的形態的光電轉換元件 (A)。其中，光電轉換元件由下部電極 11、電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12、電洞阻擋膜 16B 及上部電極 15 構成。

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

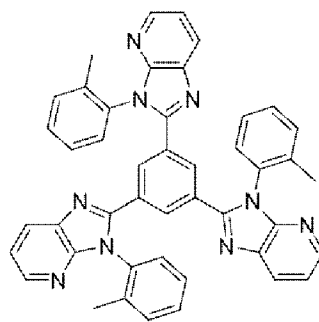
此外，在將玻璃基板的溫度控制為 25°C 之狀態下，在電子阻擋膜 16A 上按規定比例 (特定化合物:n 型有機半導體:p 型有機半導體=1:1:1，厚度換算) 並藉由真空蒸鍍法將表 1 或表 2 所示之各特定化合物或各比較用化合物、n 型有機半導體 (富勒烯 (C₆₀)) 及表 1 或表 2 所示之 p 型有機半導體共蒸鍍而進行了成膜。藉此，形成了具有 300nm 的本體異質結構之光電轉換膜 12。此時，光電轉換膜 12 的成膜速度設為 1.0Å/秒。

進而，在光電轉換膜 12 上對化合物 (EB-2) 進行蒸鍍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 ALCV D (原子層化學氣相沉積 (Atomic Layer Chemical Vapor Deposition)) 法形成氧化鋁 (Al (Al₂O₃)) 層，從而製作出各光電轉換元件 (A)。

【0153】 [化學式 29]



EB-1



EB-2

【0154】 <暗電流的測定>

關於所獲得之各光電轉換元件 (A)，藉由以下方法測量了暗電流。

將電壓施加到各光電轉換元件 (A) 的下部電極及上部電極，使其成為 $2.5 \times 10^5 \text{V/cm}$ 的電場強度，並測量了在暗處的電流值 (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。

【0155】 <量子效率 (外部量子效率) 的評價>

關於各光電轉換元件 (A)，藉由以下方法對量子效率進行了評價。

將電壓施加到各光電轉換元件 (A)，使其成為 $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$ 的電場強度。之後，從上部電極 (透明導電性膜) 側照射光進行 IPCE (Incident photon-to-current conversion efficiency: 入射光子-電流轉換效率) 測定，並分別抽取了波長 460nm 及波長 600nm 下的各光電轉換效率 (外部量子效率) 的值。使用 NIHON OPTEL CORPORATION 製定能量量子效率測定裝置測定了光電轉換效率。所照射之光量為 $50 \mu\text{W/cm}^2$ 。

使用所獲得之各光電轉換元件 (A) 的光電轉換效率，在各波長中，按照式 (S1) 算出量子效率的相對比。按照下述評價基準，由所獲得之值對量子效率進行了評價。

【0156】 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) / (比較例 1-10 的光電轉換元件 (A) 的光電轉換效率)

再者, 算出相對比時, 分子分母使用了相同波長下的光電轉換效率的值。

【0157】 A: 量子效率的相對比為 1.4 以上

B: 量子效率的相對比為 1.2 以上且小於 1.4

C: 量子效率的相對比為 1.0 以上且小於 1.2

D: 量子效率的相對比為 0.8 以上且小於 1.0

E: 量子效率的相對比小於 0.8

【0158】 <響應速度的評價>

關於各光電轉換元件 (A), 藉由以下方法對響應速度進行了評價。

將電壓施加到各光電轉換元件 (A), 使其成為 $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$ 的強度。

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, 用示波器測量在波長 580nm 下之光電流, 並測量了從 0% 訊號強度上升至 97% 訊號強度為止的上升時間。使用所獲得的各光電轉換元件 (A) 的波長 580nm 下的上升時間, 按照式 (S2) 算出了相對響應速度。按照下述評價基準, 由所獲得之值對響應速度進行了評價。

【0159】 式 (S2): 相對響應速度 = (各光電轉換元件 (A) 的上升時間) / (比較例 1-10 的光電轉換元件 (A) 的上升時間)

【0160】 A: 相對響應速度小於 0.5

B: 相對響應速度為 0.5 以上且小於 1.0

C: 相對響應速度為 1.0 以上且小於 1.5

D: 相對響應速度為 1.5 以上且小於 2.5

E：相對響應速度為 2.5 以上

【0161】 <響應速度的電場強度依賴性的評價>

關於各光電轉換元件 (A)，藉由以下方法對響應速度的電場強度依賴性進行了評價。

在<響應速度的評價>中，除了將將施加到各光電轉換元件 (A) 之電壓變更為 $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$ 以外，以與相同的步驟，測量了施加電壓 $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$ 下的上升時間。

使用各光電轉換元件 (A) 的各施加電壓下的波長 580nm 下的上升時間，按照式 (S3) 算出了上升時間的相對比。按照下述評價基準，由所獲得之值對電場強度依賴性進行了評價。

【0162】 式 (S3)：上升時間的相對比 = (施加電壓 $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$ 下的各光電轉換元件 (A) 的上升時間) / (施加電壓 $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$ 下的各光電轉換元件 (A) 的上升時間)

【0163】 A：上升時間的相對比小於 2.0

B：上升時間的相對比為 2.0 以上且小於 3.0

C：上升時間的相對比為 3.0 以上且小於 4.0

D：上升時間的相對比為 4.0 以上且小於 5.0

E：上升時間的相對比為 5.0 以上

【0164】 <製造適性的評價>

關於各實施例及比較例的構成的光電轉換元件，藉由以下方法對製造適性進行了評價。

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，關於所獲得之光電轉換元件 (B)，藉由與〈量子效率 (外部量子效率) 的評價〉相同的方法對光電轉換效率進行了測定。

使用相同實施例或比較例的構成的光電轉換元件 (A) 及光電轉換元件 (B) 的 600nm 下的光電轉換效率的測定值，按照式 (S4) 算出了光電轉換效率的相對比 B/A。按照下述評價基準，由所獲得之值對製造適性進行了評價。

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

【0165】 式 (S4): 光電轉換效率的相對比 $B/A = (\text{光電轉換元件 (B) 的光電轉換效率}) / (\text{光電轉換元件 (A) 的光電轉換效率})$

【0166】 A: 相對比 B/A 為 0.90 以上

B: 相對比 B/A 為 0.85 以上且小於 0.90

C: 相對比 B/A 為 0.80 以上且小於 0.85

D: 相對比 B/A 為 0.75 以上且小於 0.80

E: 相對比 B/A 小於 0.75

【0167】 <結果>

以下，在表 1 及表 2 中示出評價結果。

表中，在「式 (1) 欄」中，將特定化合物為式 (1) 所表示之化合物的情況設為“A”，將除了上述以外的情況設為“B”。

表中，「X¹」一欄中，將特定化合物為式 (1) 中的 X¹ 為氧原子的化合物的情況設為「A」，將除了上述以外的情況設為“B”。

表中，「 X^1 、 X^3 」一欄中，將特定化合物為式(1)中的 X^1 、 X^3 為氧原子的化合物的情況設為「A」，將除了上述以外的情況設為“B”。

表中，「式(A-2)」一欄中，將特定化合物為式(1)中的 A^1 及 A^2 為(A-2)所表示之基為化合物的情況設為「A」，將除了上述以外的情況設為“B”。

表中，「式(C-1)，式(C-2)」一欄中，將特定化合物為式(1)中的 A^1 及 A^2 為式(C-1)所表示之基的情況設為「C-1」，將為式(C-2)所表示之基之化合物的情況設為「C-2」，將除了上述以外的情況設為“B”。

表中，「R1」一欄中，將特定化合物為式(1)中的 R^{Z2} 為選自取代基群組R1之基之化合物的情況設為「A」，將除了上述以外的情況設為“B”。

表中，「R2」一欄中，將特定化合物為式(1)中的 R^{Z2} 為選自取代基群組R2之基之化合物的情況設為「A」，將除了上述以外的情況設為“B”。

【0168】 [表 1]

	化合物	式 (1)	X ¹	X ¹ · X ³	式 (A-2)	式 (C-1) · 式 (C-2)	R1	R2	P 型有機半導體	量子效率		響應速度	響應速度的電場強度依賴性	製造適性
										460nm	600nm			
實施例 1-1	1-1	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-2	1-1	A	A	A	A	C-2	A	A	P-2	A	A	A	A	A
實施例 1-3	1-2	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-4	1-3	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-5	1-4	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-6	1-5	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-7	1-6	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-8	1-7	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-9	1-8	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-10	1-9	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-11	1-10	A	A	A	A	C-1	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-12	1-11	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-13	1-12	A	A	A	A	C-2	A	B	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-14	1-13	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-15	1-14	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-16	1-15	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-17	1-16	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-18	1-17	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-19	1-18	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-20	1-19	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-21	1-20	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-22	1-21	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-23	1-22	A	A	A	A	C-2	B	B	P-1	A	A	A	A	C
實施例 1-24	1-23	A	A	A	A	C-2	B	B	P-1	A	A	A	A	C
實施例 1-25	1-24	A	A	A	A	C-2	B	B	p-1	A	A	A	A	C
實施例 1-26	1-25	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-27	1-26	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-28	1-27	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-29	1-28	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-30	2-1	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-31	2-2	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-32	2-3	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-33	2-4	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-34	2-5	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-35	2-6	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-36	2-7	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-37	2-8	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B

【0169】 [表 2]

	化合物	式 (1)	X ¹	X ¹ , X ³	式 (A-2)	式 (C-1), 式 (C-2)	R1	R2	P 型有機半導體	量子效率		響應速度	響應速度的電場強度依賴性	製造適性
										460nm	600nm			
實施例 1-38	3-1	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-39	3-2	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-40	3-3	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-41	3-4	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-42	3-5	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-43	3-6	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-44	3-7	A	A	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	B
實施例 1-45	4-1	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-46	4-2	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-47	4-3	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-48	4-4	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-49	4-5	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-50	4-6	A	A	A	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	A
實施例 1-51	5-1	A	B	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	C
實施例 1-52	5-2	A	B	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	C
實施例 1-53	5-3	A	B	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	C
實施例 1-54	5-4	A	B	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	C
實施例 1-55	5-5	A	B	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	C
實施例 1-56	5-6	A	B	B	A	C-2	A	A	P-1	A	A	A	A	C
實施例 1-57	5-7	A	B	B	A	B	A	A	P-1	B	B	A	A	C
實施例 1-58	5-8	A	B	B	B	B	A	A	P-1	B	B	B	B	C
實施例 1-59	5-9	A	B	B	A	C-2	B	B	P-1	B	B	B	B	D
比較例 1-1	C-1	B	A	A	B	B	B	B	P-1	D	D	E	E	E
比較例 1-2	C-2	B	A	A	B	B	A	A	P-1	B	B	E	E	E
比較例 1-3	C-3	B	A	A	B	B	A	A	P-1	B	B	E	E	E
比較例 1-4	C-4	B	A	A	B	B	A	B	P-1	B	B	E	E	E
比較例 1-5	C-5	B	A	A	B	B	A	B	P-1	B	B	E	E	E
比較例 1-6	C-6	B	B	B	A	C-1	B	B	P-1	D	D	D	D	E
比較例 1-7	C-7	B	A	A	A	C-2	B	B	P-1	D	D	D	D	E
比較例 1-8	C-8	B	B	B	A	C-2	B	B	P-1	D	D	D	D	E
比較例 1-9	C-9	B	B	B	A	C-1	A	A	P-1	E	E	D	D	E
比較例 1-10	C-10	B	B	B	A	C-1	A	A	P-1	C	C	C	D	E
比較例 1-11	C-11	B	B	B	A	C-1	B	B	P-1	E	E	D	D	E

【0170】 從表 1 及表 2 中所示之結果確認到，本發明的光電轉換元件的量子效率優異且製造適性亦優異。又，確認到本發明的光電轉換元件的響應速度及響應速度的電場強度依賴性亦優異。

【0171】 由實施例 1-30~1-44 及實施例 1-51~1-59 與其他實施例的比較可確認到：式(1)中，當 X^1 為氧原子的情況下，製造適性優異，當 X^1 及 X^3 為氧原子的情況下，製造適性進一步優異。

由實施例 1-57 及實施例 1-58 與實施例 1-51~1-56 的比較確認到：式(1)中，當 A^1 及 A^2 為式(A-2)所表示之基的情況下，響應速度及響應速度的電場強度依賴性更優異，當 A^1 及 A^2 為式(C-1)所表示之基或式(C-2)所表示之基的情況下，量子效率進一步優異。

由實施例 1-11 與實施例 1-1~1-10 的比較確認到：式(1)中，當 A^1 及 A^2 為式(C-2)所表示之基的情況下，製造效率更優異。

由實施例 1-13、1-23~1-25 及 1-59 與其他實施例的比較確認到：式(1)中，當 R^{Z2} 為選自上述取代基群組 R1 之基的情況下，量子效率、響應速度、響應速度的電場強度依賴性及製造適性更優異，當為選自取代基群組 R2 之基的情況下，製造適性進一步優異。

【0172】 [試驗 Y]

<光電轉換元件(C)的製作>

除了以規定比例(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)並藉由真空蒸鍍法將表 3 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、作為 p 型有機半導體的化合物 P-1 及作為色素示於表 3 之化合物共蒸鍍而進行成膜，從而成膜厚度 300nm 的光

電轉換膜 12 這一點以外，以與試驗 X 相同的方式，製作了各實施例及比較例的光電轉換元件 (C)。

【0173】 <暗電流>

用與〔試驗 X〕的<暗電流的測量>相同的步驟，測量了所獲得的光電轉換元件 (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/cm² 以下，並且顯示充分低的暗電流。

【0174】 <量子效率 (外部量子效率) 的評價>

用與〔試驗 X〕的<量子效率 (外部量子效率) 的評價>相同的順序，算出了所獲得的光電轉換元件 (C) 的波長 460nm 及波長 600nm 下的光電轉換效率。

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，由所獲得之值對量子效率進行了評價。

【0175】 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) / (比較例 2-10 的光電轉換元件 (C) 的光電轉換效率)

【0176】 AA：量子效率的相對比為 1.6 以上

A：量子效率的相對比為 1.4 以上且小於 1.6

B：量子效率的相對比為 1.2 以上且小於 1.4

C：量子效率的相對比為 1.0 以上且小於 1.2

D：量子效率的相對比為 0.8 以上且小於 1.0

E：量子效率的相對比小於 0.8

【0177】 <響應速度的評價>

用與〔試驗 X〕的<響應速度的評價>相同的步驟，測量了所獲得之光電轉換元件（C）的波長 580nm 下的上升時間。

使用所獲得的各光電轉換元件（C）的波長 580nm 下的上升時間，按照式（S6）算出了相對響應速度。按照下述評價基準，由所獲得之值對響應速度進行了評價。

【0178】 式（S6）：相對響應速度=（各光電轉換元件（C）的上升時間）/（比較例 2-10 的光電轉換元件（C）的上升時間）

【0179】 A：相對響應速度小於 0.5

B：相對響應速度為 0.5 以上且小於 1.0

C：相對響應速度為 1.0 以上且小於 1.5

D：相對響應速度為 1.5 以上且小於 2.5

E：相對響應速度為 2.5 以上

【0180】 <響應速度的電場強度依賴性的評價>

關於各光電轉換元件（C），藉由以下方法對響應速度的電場強度依賴性進行了評價。

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

使用各光電轉換元件（C）的各施加電壓下的波長 580nm 下的上升時間，按照式（S7）算出了上升時間的相對比。按照下述評價基準，由所獲得之值對電場強度依賴性進行了評價。

【0181】 式(S7): 上升時間的相對比= (施加電壓 $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$ 下的各光電轉換元件(C)的上升時間) / (施加電壓 $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$ 下的各光電轉換元件(C)的上升時間)

【0182】 A: 上升時間的相對比小於 2.0

B: 上升時間的相對比為 2.0 以上且小於 3.0

C: 上升時間的相對比為 3.0 以上且小於 4.0

D: 上升時間的相對比為 4.0 以上且小於 5.0

E: 上升時間的相對比為 5.0 以上

【0183】 <製造適性的評價>

關於各實施例及比較例的構成的光電轉換元件，藉由以下方法對製造適性進行了評價。

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(C)相同的步驟，製作了各實施例或各比較例的光電轉換元件(D)。接著，關於所獲得之光電轉換元件(D)，藉由與<量子效率(外部量子效率)的評價>相同的方法對光電轉換效率進行了測定。

使用相同實施例或比較例的構成的光電轉換元件(C)及光電轉換元件(D)的 600nm 下的光電轉換效率的測定值，按照式(S8)算出了光電轉換效率的相對比 D/C 。按照下述評價基準，由所獲得之值對製造適性進行了評價。

表示相對比 D/C 的值越接近 1，提高成膜速度時光電轉換元件的特性不易劣化，亦即，製造適性優異。

【0184】 式(S8): 光電轉換效率的相對比 $D/C = (\text{光電轉換元件(D)})$

的光電轉換效率) / (光電轉換元件 (C) 的光電轉換效率)

【0185】 A：相對比 D/C 為 0.90 以上

B：相對比 D/C 為 0.85 以上且小於 0.90

C：相對比 D/C 為 0.80 以上且小於 0.85

D：相對比 D/C 為 0.75 以上且小於 0.80

E：相對比 D/C 小於 0.75

【0186】 <結果>

以下，在表 3 中示出評價結果。

表 3 中，「式 (1)」、「X¹」、「X¹, X³」、「式 (A-2)」、「式 (C-1)」、「式 (C-2)」、「R1」及「R2」一欄與表 1 及表 2 相同。

【0187】 [表 3]

	化合物	式 (1)	X ¹	X ¹ · X ³		式 (A-2)	式 (C-1) · 式 (C-2)	R1	R2	色素	量子效率		響應速度	響應速度的電場強度依賴性	製造適性
											460nm	600nm			
實施例 2-1	1-1	A	A	A		A	C-2	A	A	B-1	AA	AA	A	A	A
實施例 2-2	1-3	A	A	A		A	C-2	A	A	B-2	AA	AA	A	A	A
實施例 2-3	1-4	A	A	A		A	C-2	A	A	B-3	AA	AA	A	A	A
實施例 2-4	1-8	A	A	A		A	C-2	A	A	B-9	AA	AA	A	A	A
實施例 2-5	1-14	A	A	A		A	C-2	A	A	B-2	AA	AA	A	A	A
實施例 2-6	1-15	A	A	A		A	C-2	A	A	B-4	AA	AA	A	A	A
實施例 2-7	2-1	A	A	B		A	C-2	A	A	B-7	AA	AA	A	A	B
實施例 2-8	2-2	A	A	B		A	C-2	A	A	B-13	AA	AA	A	A	B
實施例 2-9	2-3	A	A	B		A	C-2	A	A	B-12	AA	AA	A	A	B
實施例 2-10	2-7	A	A	B		A	C-2	A	A	B-6	AA	AA	A	A	B
實施例 2-11	3-1	A	A	B		A	C-2	A	A	B-5	AA	AA	A	A	B
實施例 2-12	3-2	A	A	B		A	C-2	A	A	B-8	AA	AA	A	A	B
實施例 2-13	3-3	A	A	B		A	C-2	A	A	B-9	AA	AA	A	A	B
實施例 2-14	3-5	A	A	B		A	C-2	A	A	B-10	AA	AA	A	A	B
實施例 2-15	4-1	A	A	A		A	C-2	A	A	B-10	AA	AA	A	A	A
實施例 2-16	4-2	A	A	A		A	C-2	A	A	B-11	AA	AA	A	A	A
實施例 2-17	4-3	A	A	A		A	C-2	A	A	B-9	AA	AA	A	A	A
實施例 2-18	4-4	A	A	A		A	C-2	A	A	B-7	AA	AA	A	A	A
實施例 2-19	4-5	A	A	A		A	C-2	A	A	B-6	AA	AA	A	A	A
實施例 2-20	5-1	A	B	B		A	C-2	A	A	B-5	AA	AA	A	A	C
實施例 2-21	5-2	A	B	B		A	C-2	A	A	B-4	AA	AA	A	A	C
實施例 2-22	5-3	A	B	B		A	C-2	A	A	B-1	AA	AA	A	A	C
實施例 2-23	5-4	A	B	B		A	C-2	A	A	B-8	AA	AA	A	A	C
實施例 2-24	5-5	A	B	B		A	C-2	A	A	B-6	AA	AA	A	A	C
實施例 2-25	5-6	A	B	B		A	C-2	A	A	B-9	AA	AA	A	A	C
實施例 2-26	5-7	A	B	B		A	B	A	A	B-10	A	A	A	A	C
實施例 2-27	5-8	A	B	B		B	B	A	A	B-11	A	A	B	B	C
實施例 2-28	5-9	A	B	B		A	C-2	B	B	B-12	A	A	B	B	D
比較例 2-1	C-1	B	A	A		B	B	B	B	B-1	C	C	E	E	E
比較例 2-2	C-2	B	A	A		B	B	A	A	B-3	B	B	E	E	E
比較例 2-3	C-3	B	A	A		B	B	A	A	B-13	B	B	E	E	E
比較例 2-4	C-4	B	A	A		B	B	A	B	B-14	B	B	E	E	E
比較例 2-5	C-5	B	A	A		B	B	A	B	B-12	B	B	E	E	E
比較例 2-6	C-6	B	B	B		A	C-1	B	B	B-5	C	C	D	D	E
比較例 2-7	C-7	B	A	A		A	C-2	B	B	B-6	C	C	D	D	E
比較例 2-8	C-8	B	B	B		A	C-2	B	B	B-12	C	C	D	D	E
比較例 2-9	C-9	B	B	B		A	C-1	A	A	B-10	E	E	D	D	E
比較例 2-10	C-10	B	B	B		A	C-1	A	A	B-8	C	C	C	D	E
比較例 2-11	C-11	B	B	B		A	C-1	B	B	B-7	E	E	D	D	E

【0188】 從上述表 3 所示之結果確認到，關於本發明的試驗 Y 的構成的光電轉換元件，相對於 460nm 或 600nm 波長的光，本發明的效果、響應速度及響應速度的電場強度依賴性優異。

【0189】 由實施例 2-7~2-14 及 2-20~2-28 與其他實施例的比較確認到：式 (1) 中，當 X^1 為氧原子的情況下，製造適性更優異，當 X^1 及 X^3 為氧原子的情況下，製造適性進一步優異。

由實施例 2-26~2-27 與實施例 2-20~2-25 的比較確認到：式 (1) 中，當 A^1 及 A^2 為式 (A-2) 所表示之基的情況下，響應速度及響應速度的電場強度依賴性更優異，當 A^1 及 A^2 為式 (C-1) 所表示之基或式 (C-2) 所表示之基的情況下，量子效率進一步優異。

由實施例 2-28 與實施例 2-20~2-25 的比較確認到：當 R^{Z2} 為選自上述取代基群組 R1 之基的情況下，量子效率、響應速度、響應速度的電場強度依賴性及製造適性更優異。

【符號說明】

【0190】

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

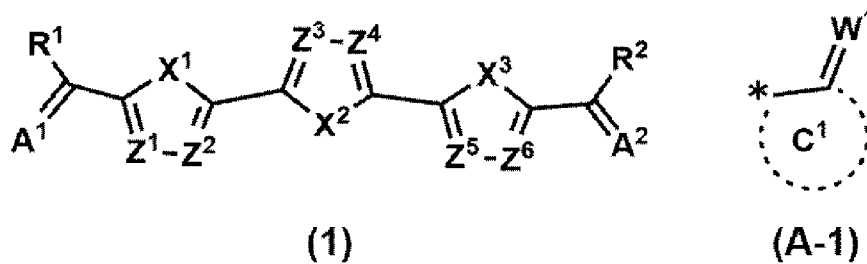
【發明申請專利範圍】

【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式 (1) 所表示之化合物，

[化學式 1]



式 (1) 中， R^1 及 R^2 分別獨立地表示氫原子或取代基，

$X^1 \sim X^3$ 分別獨立地表示硫原子、氧原子、硒原子或碲原子，其中， $X^1 \sim X^3$ 中，至少 1 個為氧原子，

$Z^1 \sim Z^6$ 分別獨立地表示 $-CR^{Z1}=$ 或 $-N=$ ， R^{Z1} 表示氫原子或取代基，其中， $Z^1 \sim Z^6$ 中，至少 1 個為 $-CR^{Z2}=$ ， R^{Z2} 表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的醯基、可以具有取代基的芳香環基、可以具有取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si})_3$ 所表示之基，

R^{Z2} 所表示之前述脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子， R^{Z2} 所表示之前述醯基可以具有鹵素原子，

R^{Si} 分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基或可以具有取代基的芳香環基，

R^{Si} 所表示之前述脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子，

當 Z^1 及 Z^2 為 $-\text{CR}^{Z^2}=\text{}$ 的情況下，2 個 R^{Z^2} 可以相互鍵結而形成環，當 Z^3 及 Z^4 為 $-\text{CR}^{Z^2}=\text{}$ 的情況下，2 個 R^{Z^2} 可以相互鍵結而形成環，當 Z^5 及 Z^6 為 $-\text{CR}^{Z^2}=\text{}$ 的情況下，2 個 R^{Z^2} 可以相互鍵結而形成環，

A^1 及 A^2 分別獨立地表示式 (A-1) 所表示之基，

式 (A-1) 中， C^1 表示包含至少 2 個碳原子且可以具有取代基的環，

W^1 表示氧原子、硫原子、 $=\text{NR}^{W^1}$ 或 $=\text{CR}^{W^2}\text{R}^{W^3}$ ， R^{W^1} 表示氫原子或取代基， R^{W^2} 及 R^{W^3} 分別獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2\text{R}^{W^4}$ 、 $-\text{COOR}^{W^5}$ 或 $-\text{COR}^{W^6}$ ， R^{W^4} 、 R^{W^5} 及 R^{W^6} 分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳香環基或可以具有取代基的脂肪族雜環基，

*表示鍵結位置。

【請求項 2】

如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

X^1 為氧原子。

【請求項 3】

如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

X^1 及 X^3 為氧原子。

【請求項 4】

如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

前述式 (A-1) 所表示之基為式 (A-2) 所表示之基，

[化學式 2]



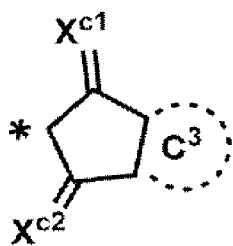
(A-2)

式 (A-2) 中， C^2 表示包含至少 3 個碳原子且可以具有取代基的環， W^2 及 W^3 分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=CR^{W2}R^{W3}$ ， R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義分別與前述式 (1) 中的 R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義相同，*表示鍵結位置。

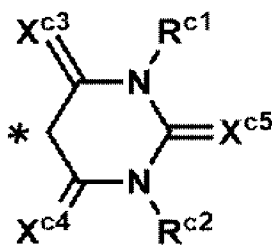
【請求項 5】

如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中
前述式 (A-1) 所表示之基為式 (C-1) 所表示之基或式 (C-2) 所表示之基，

[化學式 3]



(C-1)



(C-2)

式 (C-1) 中， X^{c1} 及 X^{c2} 分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=CR^{W2}R^{W3}$ ， R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義分別與前述式 (1) 中的 R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義相同，

C^3 表示可以具有取代基的芳香環，

*表示鍵結位置，

式 (C-2) 中， $X^{c3} \sim X^{c5}$ 分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=C R^{W2}R^{W3}$ ， R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義分別與前述式 (1) 中的 R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義相同，

R^{c1} 及 R^{c2} 分別獨立地表示氫原子或取代基，

*表示鍵結位置。

【請求項 6】

如請求項 1 至請求項 5 之任一項所述之光電轉換元件，其中

R^{Z2} 表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基、碳數 2~5 的醯基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的芳香環基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的脂肪族雜環基或 $-\text{Si}(R^{\text{Si}2})_3$ 所表示之基，

R^{Z2} 所表示之前述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族炭化水素、前述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自前述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子， R^{Z2} 所表示之前述碳數 2~5 的醯基可以具有鹵素原子，

取代基群組 S：碳數 1~3 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 3~8 的環狀脂肪族烴基、鹵素原子及 $-\text{Si}(R^{\text{Si}2})_3$ 所表示之基，

前述取代基群組 S 中的前述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、前述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子，

R^{Si2} 分別獨立地表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自前述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自前述取代基群組 S 之取代基的芳香環基，

R^{Si2} 所表示之前述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、前述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自前述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

【請求項 7】

如請求項 1 至請求項 5 之任一項所述之化合物，其中

R^{Z2} 表示碳數 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 2 或 3 的醯基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的芳香環基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si3})_3$ 所表示之基，

取代基群組 T：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、鹵素原子及 $-Si(R^{Si3})_3$ 所表示之基，

R^{Si3} 分別獨立地表示碳數 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、可以具有選自前述取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自前述取代基群組 T 之取代基的芳香環基。

【請求項 8】

如請求項 1 至請求項 5 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前述式 (1) 所表示之化合物與前述 n 型有機半導體之狀態下形成之本體異質結構。

【請求項 9】

如請求項 8 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 10】

如請求項 1 至請求項 5 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 11】

如請求項 1 至請求項 5 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 12】

如請求項 1 至請求項 5 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 13】

一種攝像元件，其具有請求項 1 至請求項 12 之任一項所述之光電轉換
元件。

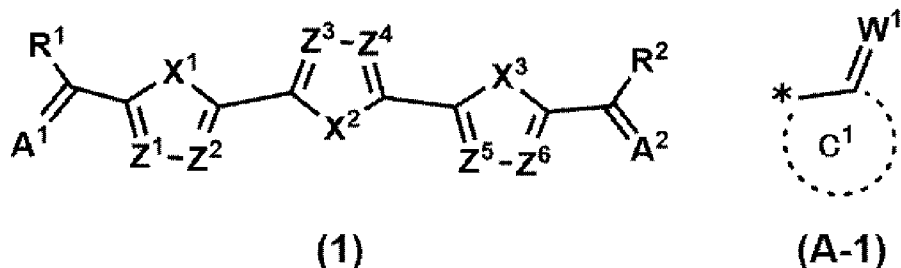
【請求項 14】

一種光感測器，其具有請求項 1 至請求項 12 之任一項所述之光電轉換
元件。

【請求項 15】

一種化合物，其由式 (1) 表示，

[化學式 4]



式 (1) 中， R^1 及 R^2 分別獨立地表示氫原子或取代基，

$X^1 \sim X^3$ 分別獨立地表示硫原子、氧原子、硒原子或碲原子，其中， $X^1 \sim X^3$ 中，至少 1 個為氧原子，

$Z^1 \sim Z^6$ 分別獨立地表示 $-CR^{Z1}=$ 或 $-N=$ ， R^{Z1} 表示氫原子或取代基，其中， $Z^1 \sim Z^6$ 中，至少 1 個為 $-CR^{Z2}=$ ， R^{Z2} 表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的醯基、可以具有取代基的芳香環基、可以具有取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si})_3$ 所表示之基，

R^{Z2} 所表示之前述脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子， R^{Z2} 所表示之前述醯基可以具有鹵素原子，

R^{Si} 分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基或可以具有取代基的芳香環基，

R^{Si} 所表示之前述脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子，

當 Z^1 及 Z^2 為 $-CR^{Z2}=$ 的情況下，2 個 R^{Z2} 可以相互鍵結而形成環，當 Z^3 及 Z^4 為 $-CR^{Z2}=$ 的情況下，2 個 R^{Z2} 可以相互鍵結而形成環，當 Z^5 及 Z^6 為 $-CR^{Z2}=$ 的情況下，2 個 R^{Z2} 可以相互鍵結而形成環，

A^1 及 A^2 分別獨立地表示式 (A-1) 所表示之基，
 式 (A-1) 中， C^1 表示包含至少 2 個碳原子且可以具有取代基的環，
 W^1 表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=CR^{W2}R^{W3}$ ， R^{W1} 表示氫原子或取代基，
 R^{W2} 及 R^{W3} 分別獨立地表示氰基、 $-SO_2R^{W4}$ 、 $-COOR^{W5}$ 或 $-COR^{W6}$ ， R^{W4} 、 R^{W5} 及 R^{W6} 分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳香環基或可以具有取代基的脂肪族雜環基，

*表示鍵結位置。

【請求項 16】

如請求項 15 所述之化合物，其中

X^1 為氧原子。

【請求項 17】

如請求項 15 所述之化合物，其中

X^1 及 X^3 為氧原子。

【請求項 18】

如請求項 15 所述之化合物，其中

前述式 (A-1) 所表示之基為式 (A-2) 所表示之基，

[化學式 5]



(A-2)

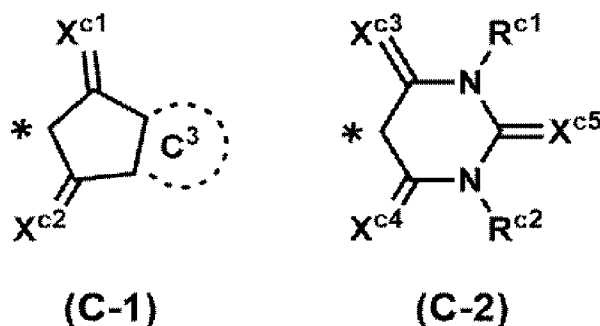
式 (A-2) 中， C^2 表示包含至少 3 個碳原子且可以具有取代基的環，

W^2 及 W^3 分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=CR^{W2}R^{W3}$, R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義分別與前述式 (1) 中的 R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義相同，
*表示鍵結位置。

【請求項 19】

如請求項 15 所述之化合物，其中
前述式 (A-1) 所表示之基為式 (C-1) 所表示之基或式 (C-2) 所表示之基，

[化學式 6]



式 (C-1) 中， X^{c1} 及 X^{c2} 分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=CR^{W2}R^{W3}$, R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義分別與前述式 (1) 中的 R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義相同，

C^3 表示可以具有取代基的芳香環，

*表示鍵結位置，

式 (C-2) 中， $X^{c3} \sim X^{c6}$ 分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W1}$ 或 $=CR^{W2}R^{W3}$, R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義分別與前述式 (1) 中的 R^{W1} 、 R^{W2} 及 R^{W3} 的含義相同，

R^{c1} 及 R^{c2} 分別獨立地表示氫原子或取代基，

*表示鍵結位置。

【請求項 20】

如請求項 15 至請求項 19 之任一項所述之化合物，其中

R^{Z2} 表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基、碳數 2~5 的醯基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的芳香環基、可以具有選自取代基群組 S 之取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si2})_3$ 所表示之基，

R^{Z2} 所表示之前述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族炭化水素、前述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自前述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子， R^{Z2} 所表示之前述碳數 2~5 的醯基可以具有鹵素原子，

取代基群組 S：碳數 1~3 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 3~8 的環狀脂肪族烴基、鹵素原子及 $-Si(R^{Si2})_3$ 所表示之基，

前述取代基群組 S 中的前述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、前述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子，

R^{Si2} 分別獨立地表示碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、可以具有選自前述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自前述取代基群組 S 之取代基的芳香環基，

R^{Si2} 所表示之前述碳數 1~3 的直鏈狀脂肪族炭化水素、前述碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基及可以具有選自前述取代基群組 S 之取代基的碳數 3~8 的環狀脂肪族烴基可以具有鹵素原子，亦可以具有醚性氧原子。

【請求項 21】

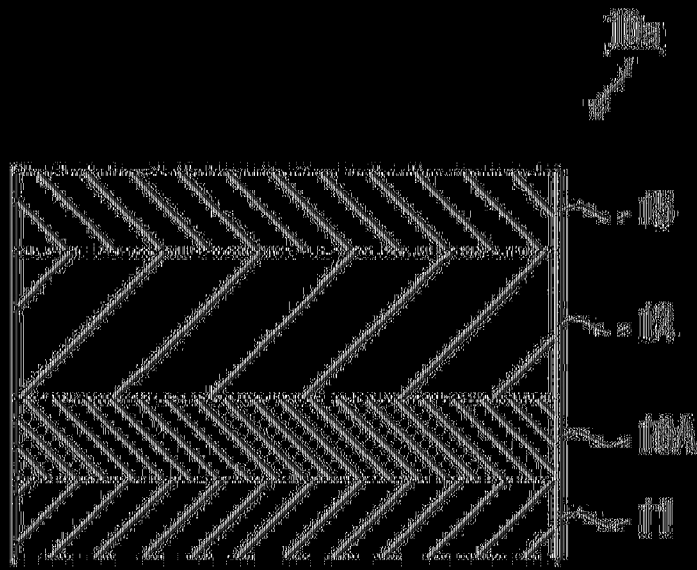
如請求項 15 至請求項 19 之任一項所述之化合物，其中

R^{Z2} 表示碳數 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 2 或 3 的醯基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的芳香環基、可以具有選自取代基群組 T 之取代基的脂肪族雜環基或 $-Si(R^{Si3})_3$ 所表示之基，

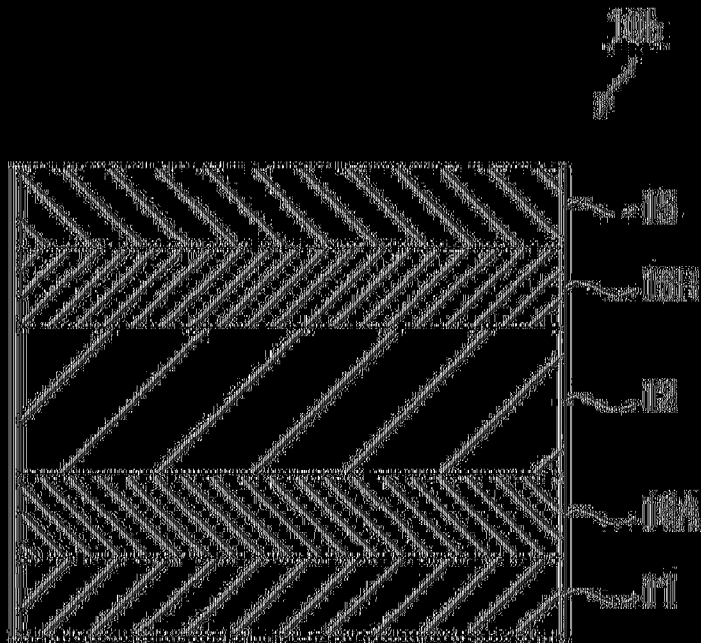
取代基群組 T：碳數 1 或 2 的直鏈狀脂肪族烴基、碳數 3 或 4 的支鏈狀脂肪族烴基、碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基、鹵素原子及 $-Si(R^{Si3})_3$ 所表示之基，

R^{Si3} 分別獨立地表示碳數 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、可以具有選自前述取代基群組 T 之取代基的碳數 3~6 的環狀脂肪族烴基或可以具有選自前述取代基群組 T 之取代基的芳香環基。

(發明圖式)



(圖1)



(圖2)