



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I858246 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：110111191

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 26 日

(51)Int. Cl. : *H10K30/00 (2023.01)*
C08G61/10 (2006.01)
C07D471/06 (2006.01)
C07D495/22 (2006.01)
C09D11/00 (2006.01)

H10K99/00 (2023.01)
C08G61/12 (2006.01)
C07D495/04 (2006.01)
C07D513/22 (2006.01)

(30)優先權：2020/03/31 日本

2020-064334

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

日本

(72)發明人：費拉拉 吉歐凡尼 FERRARA, GIOVANNI (IT)；荒木貴史 ARAKI, TAKAFUMI
(JP)；大関美保 OZEKI, MIHO (JP)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

CN 110128633A

US 20190157581A1

WO 2017/126401A1

WO 2019/193331A2

審查人員：陳志遠

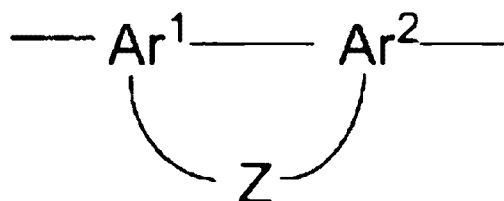
申請專利範圍項數：25 項 圖式數：3 共 138 頁

(54)名稱

光檢測元件、感測器、生物體認證裝置、X 射線感測器、近紅外線感測器、組成物及油墨組成物

(57)摘要

本發明的課題在於減少暗電流。光檢測元件 10 包括陽極 12、陰極 16、以及設置於該陽極與該陰極之間且包含 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的活性層 14，自所述 n 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值減去 p 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值後的值為 0.35 以下。進而，所述 n 型半導體材料的 HOMO 與 p 型半導體材料的 HOMO 的差較佳為 0eV~0.10eV，p 型半導體材料較佳為包含下述式(I)所表示的構成單元的高分子化合物。



(I)

(式(I)中，Ar¹及Ar²表示可具有取代基的三價芳香族雜環基或可具有取代基的三價芳香族碳環基，Z表示下述式(Z-1)~式(Z-7)所表示的基。)

【發明說明書】

【中文發明名稱】光檢測元件、感測器、生物體認證裝置、X射線感測器、近紅外線感測器、組成物及油墨組成物

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種光檢測元件。

【先前技術】

【0002】 就例如節能、減少二氧化碳的排出量的觀點而言，包括光檢測元件的光電轉換元件是極其有用的器件，而備受關注。

【0003】 光電轉換元件是至少包括包含陽極及陰極的一對電極、以及設置於該一對電極間且包含有機半導體材料的活性層的電子元件。於光電轉換元件中，任一電極由具有透光性的材料構成，使光自具有透光性的電極側入射至活性層。於是，藉由入射至活性層的光的能量 ($h\nu$)，於活性層中生成電荷（電洞及電子）。所生成的電洞朝向陽極移動，電子朝向陰極移動。然後，到達陽極及陰極的電荷被取出至光電轉換元件的外部。

【0004】 光電轉換元件例如用作光檢測元件。光檢測元件通常於施加與由光的照射產生的電動勢為相反方向的電壓（反向偏置電壓）的狀態下使用，所入射的光被轉換為電流而被檢測。然而，於光檢測元件中即使於光未入射的狀態下，亦有微弱的電流流動。此種的電流已知為暗電流，成為使光檢測的精度降低的因素。

【0005】 出於減少暗電流的目的，例如已知有使用配置於光檢測元件的電極與活性層之間的中間層的形態，關於其材料進行了各種研究（參照非專利文獻 1 及非專利文獻 2）。

[現有技術文獻]

[非專利文獻]

【0006】 [非專利文獻 1] 應用物理快報（Appl.Phys.Lett.）
110,083301（2017）

[非專利文獻 2] 皇家化學學會進展（RSC Adv.）
2017,7,1743-1748

【發明內容】

【0007】 [發明所欲解決之課題]

然而，於先前的光檢測元件中，存在暗電流的減少並不充分的課題。而且，要求光檢測元件中的暗電流的進一步減少。

【0008】 [解決課題之手段]

本發明者等人為了解決所述課題進行了努力研究，結果發現藉由於選擇活性層中所含的 p 型半導體材料及 n 型半導體材料時，考慮 p 型半導體材料的最高佔用分子軌域（Highest Occupied Molecular Orbital，HOMO）的能階與 n 型半導體材料的 HOMO 的能階的關係來選擇材料，可解決所述課題，從而完成了本發明。

【0009】 因此，本發明提供下述[1]～[24]。

[1] 一種光檢測元件，包括陽極、陰極、以及設置於所述陽極與所述陰極之間且包含 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的活

R 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的芳基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的芳氧基、

可具有取代基的烷硫基、

可具有取代基的環烷硫基、

可具有取代基的芳硫基、

可具有取代基的一價雜環基、

可具有取代基的取代胺基、

可具有取代基的亞胺殘基、

可具有取代基的醯胺基、

可具有取代基的醯亞胺基、

可具有取代基的取代氧基羰基、

可具有取代基的烯基、

可具有取代基的環烯基、

可具有取代基的炔基、

可具有取代基的環炔基、

氰基、

硝基、

-C(=O)-R^a 所表示的基、或

-SO₂-R^b 所表示的基、

R^a 及 R^b 分別獨立地表示：

氫原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的芳基、

可具有取代基的烷氧基、

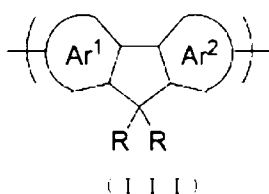
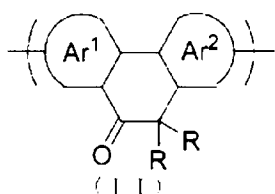
可具有取代基的芳氧基、或

可具有取代基的一價雜環基；

式 (Z-1) ~ 式 (Z-7) 中，存在兩個 R 時，兩個 R 可相同亦可不同。)

[4] 如[1]至[3]中任一項所述的光檢測元件，其中所述 p 型半導體材料為包含下述式 (II) 或下述式 (III) 所表示的構成單元的高分子化合物。

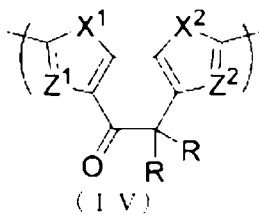
【0012】 [化 3]



(式(II)及式(III)中， Ar^1 、 Ar^2 及R如所述定義般。)

[5] 如[4]所述的光檢測元件，其中所述p型半導體材料為包含下述式(IV)所表示的構成單元的高分子化合物。

【0013】 [化 4]



(式(IV)中，

X^1 及 X^2 分別獨立地為硫原子或氧原子，

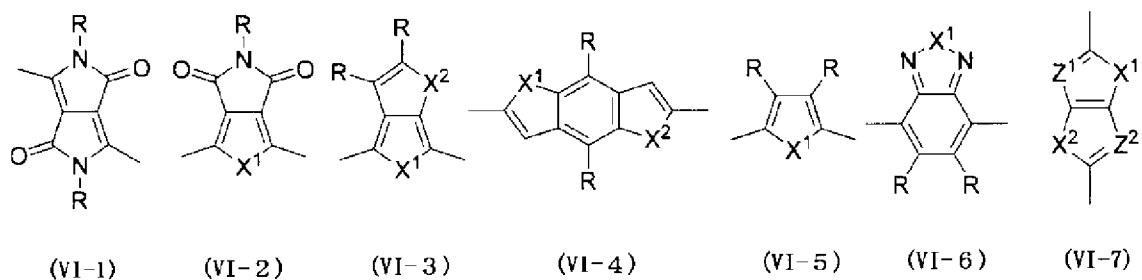
Z^1 及 Z^2 分別獨立地為 $=C(R)$ -所表示的基或氮原子，

R如所述定義般。)

[6] 如[5]所述的光檢測元件，其中所述式(IV)中， X^1 及 X^2 為硫原子， Z^1 及 Z^2 為 $=C(R)$ -所表示的基。

[7] 如[1]至[6]中任一項所述的光檢測元件，其中所述p型半導體材料為包含下述式(VI-1)~式(VI-7)所表示的構成單元的高分子化合物。

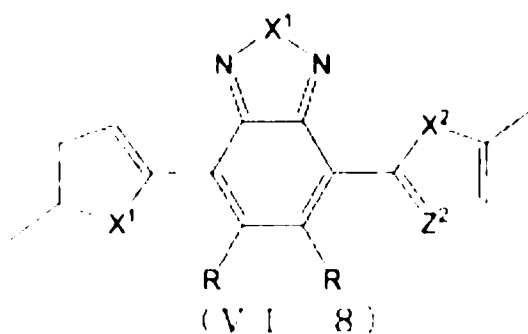
【0014】 [化 5]



(式 (VI-1) ~ 式 (VI-7) 中, X^1 、 X^2 、 Z^1 、 Z^2 及 R 如所述定義般。於存在兩個 R 時, 存在兩個的 R 可相同亦可不同。)

[8] 如[1]至[7]中任一項所述的光檢測元件, 其中所述 p 型半導體材料為包含下述式 (VI-8) 所表示的構成單元的高分子化合物。

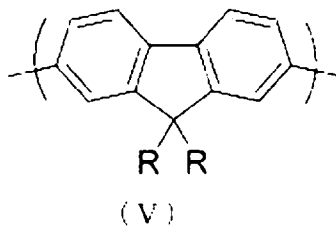
【0015】 [化 6]



(式 (VI-8) 中, X^1 、 X^2 、 Z^1 、 Z^2 及 R 如所述定義般。存在兩個的 R 可相同亦可不同。)

[9] 如[4]所述的光檢測元件, 其中所述 p 型半導體材料為包含下述式 (V) 所表示的構成單元的高分子化合物。

【0016】 [化 7]



(式 (V) 中，R 如所述定義般。)

[10] 如[1]至[9]中任一項所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料為下述式 (VIII) 所表示的化合物。

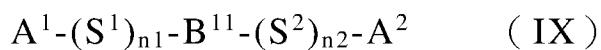


(式 (VIII) 中，

A^1 及 A^2 分別獨立地表示拉電子性基，

B^{10} 表示包含 π 共軛系的基。)

[11] 如[10]所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料為下述式 (IX) 所表示的化合物。



(式 (IX) 中，

A^1 及 A^2 如所述定義般，

S^1 及 S^2 分別獨立地表示：

可具有取代基的二價碳環基、

可具有取代基的二價雜環基、

$-C(R^{s1})=C(R^{s2})-$ 所表示的基、或

$-C\equiv C-$ 所表示的基、

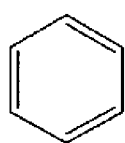
R^{s1} 及 R^{s2} 分別獨立地表示氫原子或取代基、

B^{11} 表示包含選自由碳環及雜環所組成的群組中的兩個以上的環結構縮合而成的縮合環、並且不含鄰-迫位縮合結構且可具有取代基的二價基、

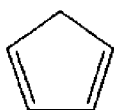
$n1$ 及 $n2$ 分別獨立地表示 0 以上的整數。)

[12] 如[11]所述的光檢測元件，其中 B^{11} 為包含選自由下述式 (Cy1) ~ 式 (Cy10) 所表示的結構所組成的群組中的兩個以上的環結構縮合而成的縮合環、並且可具有取代基的二價基。

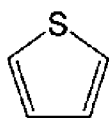
【0017】 [化 8]



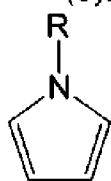
(Cy1)



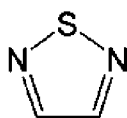
(Cy2)



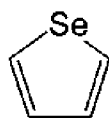
(Cy3)



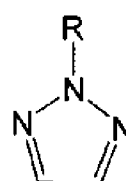
(Cy4)



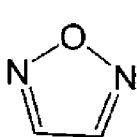
(Cy5)



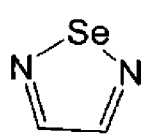
(Cy6)



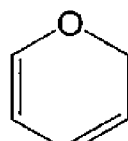
(Cy7)



(Cy8)



(Cy9)

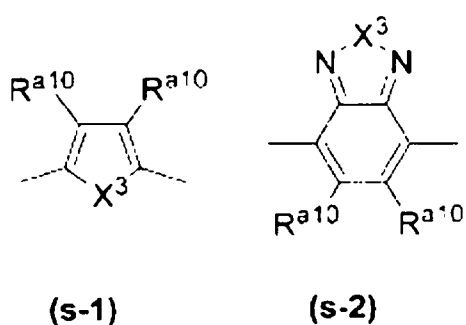


(Cy10)

(式中，R 如所述定義般。)

[13] 如[11]或[12]所述的光檢測元件，其中 S^1 及 S^2 分別獨立地為下述式 (s-1) 所表示的基或式 (s-2) 所表示的基。

【0018】 [化 9]



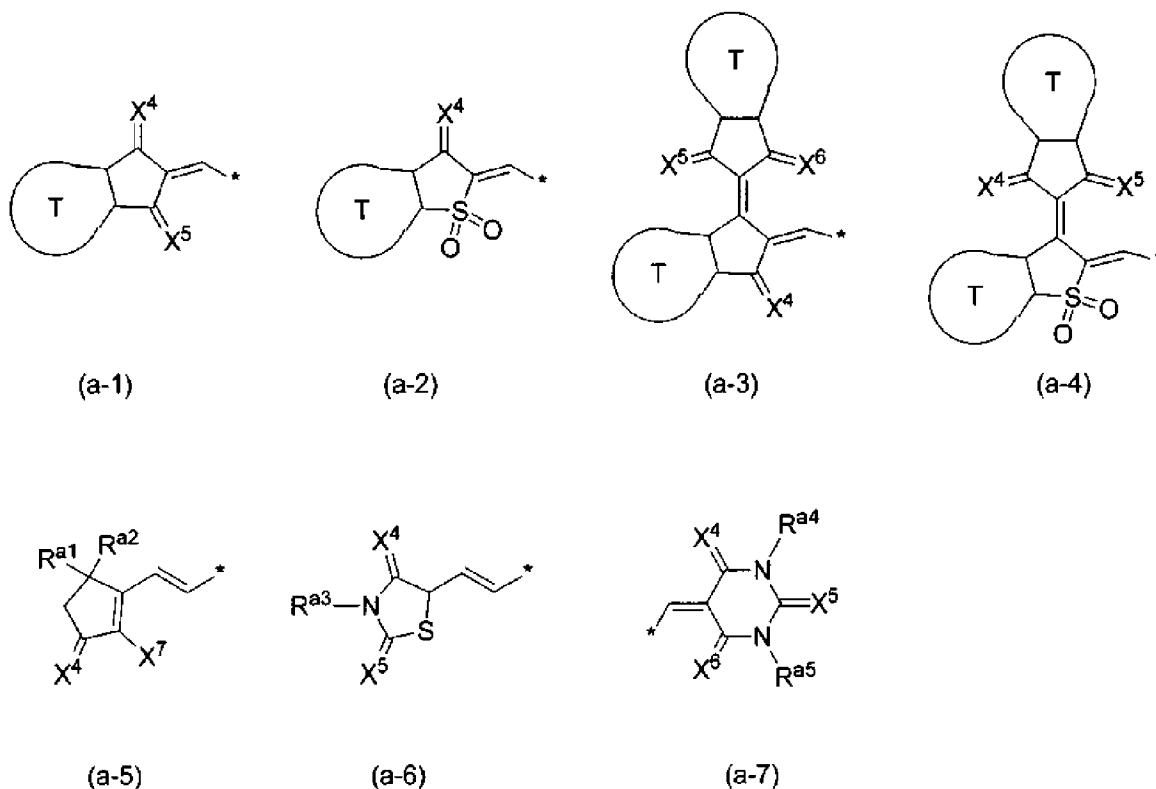
(式 (s-1) 及式 (s-2) 中，

X^3 表示氧原子或硫原子。

R^{a10} 分別獨立地表示氫原子、鹵素原子或烷基。)

[14] 如[10]至[13]中任一項所述的光檢測元件，其中 A^1 及 A^2 分別獨立地為 $-\text{CH}=\text{C}(-\text{CN})_2$ 所表示的基、及選自由下述式 (a-1) ~ 式 (a-9) 所組成的群組中的基。

【0019】 [化 10]



(式 (a-1) ~ 式 (a-7) 中，

T 表示：

可具有取代基的碳環、或

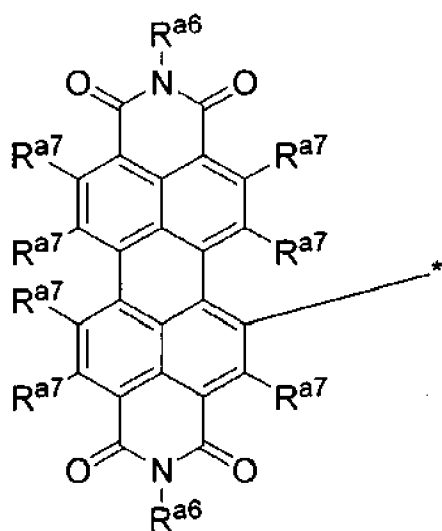
可具有取代基的雜環，

X^4 、 X^5 及 X^6 分別獨立地表示氧原子、硫原子、亞烷基或 $=C(-CN)_2$ 所表示的基，

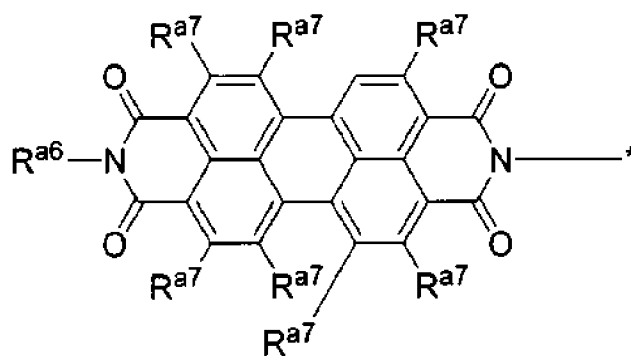
X^7 表示氫原子、鹵素原子、氰基、可具有取代基的烷基、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的芳基或一價雜環基，

R^{a1} 、 R^{a2} 、 R^{a3} 、 R^{a4} 及 R^{a5} 分別獨立地表示氫原子、可具有取代基的烷基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的芳基或一價雜環基。)

【0020】 [化 11]



(a-8)



(a-9)

(式 (a-8) 及式 (a-9) 中，

R^{a6} 及 R^{a7} 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、

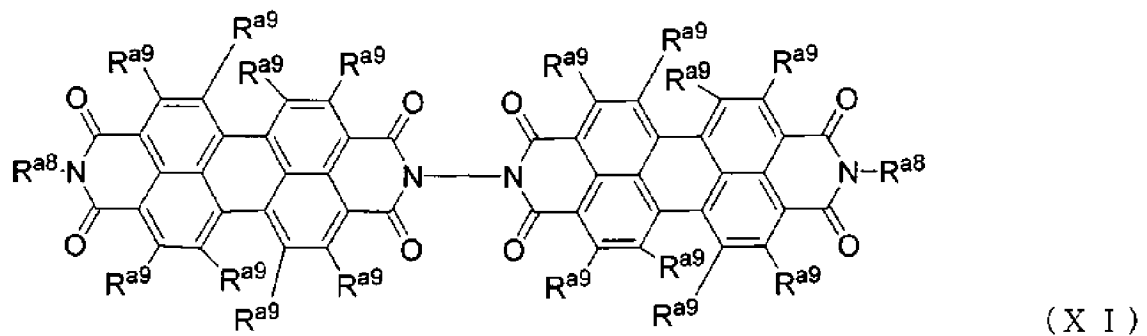
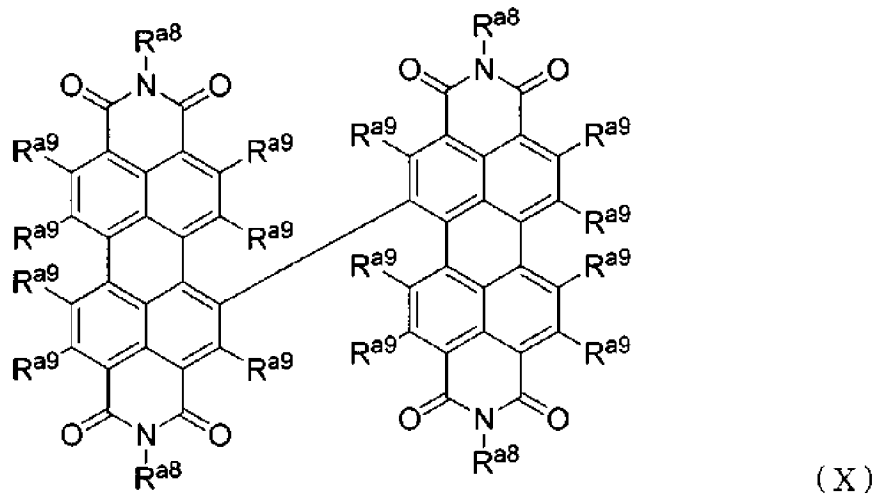
可具有取代基的一價芳香族碳環基、或

可具有取代基的一價芳香族雜環基，存在多個的 R^{a6} 及 R^{a7}

可相同亦可不同。)

[15] 如[1]至[9]中任一項所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料為下述式 (X) 或式 (XI) 所表示的化合物。

【0021】 [化 12]



(式 (X) 及式 (XI) 中，

R^{a8} 及 R^{a9} 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

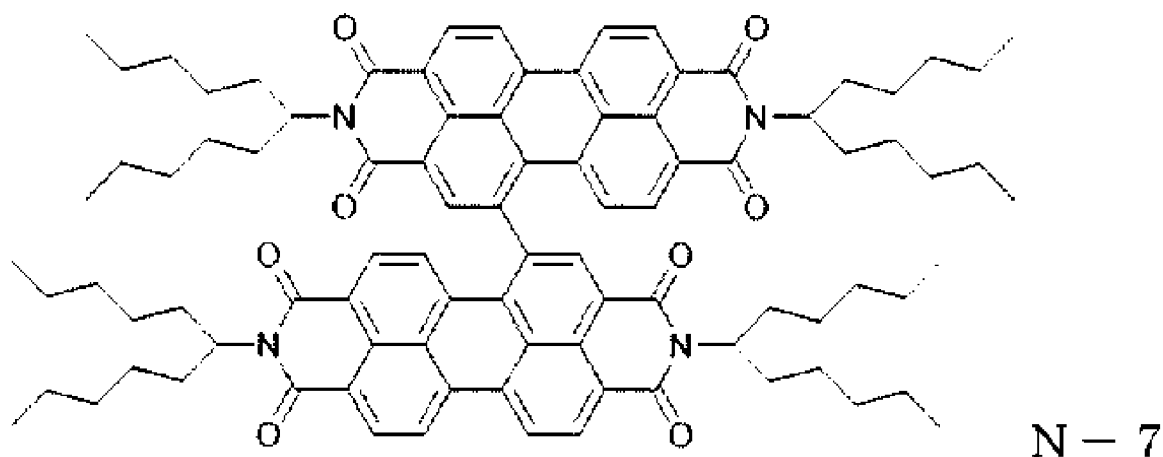
可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、
 可具有取代基的一價芳香族碳環基、或
 可具有取代基的一價芳香族雜環基，存在多個的 R^{a8} 及 R^{a9}
 彼此可相同亦可不同。)

[16] 如[15]所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料為
 下述式 N-7 所表示的化合物。

【0022】 [化 13]



[17] 如[1]至[16]中任一項所述的光檢測元件，其中所述 n 型
 半導體材料具有較所述 p 型半導體材料的帶隙小的帶隙。

[18] 如[17]所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料的
 帶隙小於 2.0 eV。

[19] 一種感測器，包括如[1]至[18]中任一項所述的光檢測元
 件。

[20] 一種生物體認證裝置，包括如[1]至[18]中任一項所述的

光檢測元件。

[21] 一種 X 射線感測器，包括如[1]至[18]中任一項所述的光檢測元件。

[22] 一種近紅外線感測器，包括如[1]至[18]中任一項所述的光檢測元件。

[23] 一種組成物，包含 n 型半導體材料以及 p 型半導體材料，自所述 n 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值減去所述 p 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值後的值為 0.34 以下。

[24] 一種油墨組成物，包含如[23]所述的組成物以及溶劑。

【0023】 [發明的效果]

根據本發明的光檢測元件，可進一步減少暗電流。

【圖式簡單說明】

【0024】

圖 1 是示意性地表示光檢測元件的構成例的圖。

圖 2 是示意性地表示圖像檢測部的構成例的圖。

圖 3 是示意性地表示指紋檢測部的構成例的圖。

【實施方式】

【0025】 以下，參照圖式來說明本發明的實施方式的光檢測元件。再者，圖式只不過以能夠理解發明的程度概略性地示出了構成要素的形狀、大小及配置。本發明並不受以下記述的限定，各

構成要素能夠於不脫離本發明的主旨的範圍內適宜變更。另外，本發明的實施方式的構成不必限於以圖式所表示的配置進行製造或使用。

【0026】 1.共通術語的說明

首先，對於本說明書中，用作共同含義的術語進行說明。

「高分子化合物」是指具有分子量分佈，且聚苯乙烯換算的數量平均分子量為 1×10^3 以上且 1×10^8 以下的聚合物。高分子化合物中所含的構成單元合計為 100 莫耳%。

【0027】 「構成單元」是指高分子化合物中存在一個以上的單元。

【0028】 「氫原子」可為輕氫原子，亦可為重氫原子。

【0029】 「鹵素原子」中，包含氟原子、氯原子、溴原子及碘原子。

【0030】 「可具有取代基」的形態包括：構成化合物或基的所有氫原子未經取代的情況、及一個以上的氫原子的部分或全部經取代基取代的情況此兩種形態。

【0031】 作為「取代基」的例子，可列舉：鹵素原子、烷基、環烷基、烯基、環烯基、炔基、環炔基、烷氧基、環烷氧基、烷硫基、環烷硫基、芳基、芳氧基、芳硫基、一價雜環基、取代胺基、醯基、亞胺殘基、醯胺基、醯亞胺基、取代氧基羰基、氰基、烷基磺醯基、及硝基。

【0032】 於本說明書中，只要無另外說明，則「烷基」可為直鏈

狀、分支狀及環狀中的任一者。直鏈狀的烷基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 1~50，較佳為 1~30，更佳為 1~20。分支狀或環狀的烷基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 3~50，較佳為 3~30，更佳為 4~20。

【0033】 作為烷基的具體例，可列舉：甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、異丁基、第三丁基、正戊基、異戊基、2-乙基丁基、正己基、環己基、正庚基、環己基甲基、環己基乙基、正辛基、2-乙基己基、3-正丙基庚基、金剛烷基、正癸基、3,7-二甲基辛基、2-乙基辛基、2-正己基-癸基、正十二烷基、十四烷基、十六烷基、十八烷基、二十烷基。

【0034】 烷基可具有取代基。具有取代基的烷基例如為所述例示的烷基中的氫原子被烷氧基、芳基、氟原子等取代基取代而成的基。

【0035】 作為具有取代基的烷基的具體例，可列舉：三氟甲基、五氟乙基、全氟丁基、全氟己基、全氟辛基、3-苯基丙基、3-(4-甲基苯基)丙基、3-(3,5-二己基苯基)丙基、6-乙氧基己基。

【0036】 「環烷基」可為單環的基，亦可為多環的基。環烷基可具有取代基。環烷基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 3~30，較佳為 12~19。

【0037】 作為環烷基的例子，可列舉：環戊基、環己基、環庚基、金剛烷基等不具有取代基的烷基、及該些基中的氫原子被烷基、烷氧基、芳基、氟原子等取代基取代而成的基。

【0038】 作為具有取代基的環烷基的具體例，可列舉甲基環己基、乙基環己基。

【0039】 「p 價芳香族碳環基」是指自可具有取代基的芳香族烴除去 p 個與構成環的碳原子直接鍵結的氫原子後殘留的原子團。p 價芳香族碳環基亦可更具有取代基。

【0040】 「芳基」是一價芳香族碳環基，且是指自可具有取代基的芳香族烴除去一個與構成環的碳原子直接鍵結的氫原子後殘留的原子團。

【0041】 芳基可具有取代基。作為芳基的具體例，可列舉：苯基、1-萘基、2-萘基、1-蒎基、2-蒎基、9-蒎基、1-茈基、2-茈基、4-茈基、2-萸基、3-萸基、4-萸基、2-苯基苯基、3-苯基苯基、4-苯基苯基及該些基中的氫原子被烷基、烷氧基、芳基、氟原子等取代基取代而成的基。

【0042】 「烷氧基」可為直鏈狀、分支狀及環狀中的任一者。直鏈狀的烷氧基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 1~40，較佳為 1~10。分支狀或環狀的烷氧基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 3~40，較佳為 4~10。

【0043】 烷氧基可具有取代基。作為烷氧基的具體例，可列舉：甲氧基、乙氧基、正丙氧基、異丙氧基、正丁氧基、異丁氧基、第三丁氧基、正戊氧基、正己氧基、環己氧基、正庚氧基、正辛氧基、2-乙基己氧基、正壬氧基、正癸氧基、3,7-二甲基辛氧基、3-庚基十二烷氧基、月桂基氧基及該些基中的氫原子被烷氧基、

芳基、氟原子取代而成的基。

【0044】 「環烷氧基」所具有的環烷基可為單環的基，亦可為多環的基。環烷氧基可具有取代基。環烷氧基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 3~30，較佳為 12~19。

【0045】 作為環烷氧基的例子，可列舉環戊氧基、環己氧基、環庚氧基等不具有取代基的環烷氧基、及該些基中的氫原子被氟原子、烷基取代而成的基。

【0046】 「芳氧基」的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 6~60，較佳為 6~48。

【0047】 芳氧基可具有取代基。作為芳氧基的具體例，可列舉：苯氧基、1-萘基氧基、2-萘基氧基、1-蒽基氧基、9-蒽基氧基、1-芘基氧基、及該些基中的氫原子被烷基、烷氧基、氟原子等取代基取代而成的基。

【0048】 「烷硫基」可為直鏈狀、分支狀及環狀中的任一者。直鏈狀的烷硫基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 1~40，較佳為 1~10。分支狀及環狀的烷硫基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 3~40，較佳為 4~10。

【0049】 烷硫基可具有取代基。作為烷硫基的具體例，可列舉：甲硫基、乙硫基、丙硫基、異丙硫基、丁硫基、異丁硫基、第三丁硫基、戊硫基、己硫基、環己硫基、庚硫基、辛硫基、2-乙基己硫基、壬硫基、癸硫基、3,7-二甲基辛硫基、月桂基硫基及三氟甲硫基。

【0050】 「環烷硫基」所具有的環烷基可為單環的基，亦可為多環的基。環烷硫基可具有取代基。環烷硫基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 3~30，較佳為 12~19。

【0051】 作為可具有取代基的環烷硫基的例子，可列舉環己硫基。

【0052】 「芳硫基」的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 6~60，較佳為 6~48。

【0053】 芳硫基可具有取代基。作為芳硫基的例子，可列舉：苯硫基、C1~C12 烷氧基苯硫基（C1~C12 表示緊隨其後記載的基的碳原子數為 1~12。以下亦相同）、C1~C12 烷基苯硫基、1-萘硫基、2-萘硫基及五氟苯硫基。

【0054】 「p 價雜環基」（p 表示 1 以上的整數）是指自可具有取代基的雜環式化合物除去與構成環的碳原子或雜原子直接鍵結的氫原子中的 p 個氫原子後殘留的原子團。

【0055】 p 價雜環基亦可更具有取代基。p 價雜環基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 2~30，較佳為 2~6。

【0056】 作為雜環式化合物可具有的取代基，例如可列舉：鹵素原子、烷基、芳基、烷氧基、芳氧基、烷硫基、芳硫基、一價雜環基、取代胺基、醯基、亞胺殘基、醯胺基、醯亞胺基、取代氧基羰基、烯基、炔基、氰基及硝基。p 價雜環基包括「p 價芳香族雜環基」。

【0057】 「p 價芳香族雜環基」是指自可具有取代基的芳香族雜

環式化合物除去與構成環的碳原子或雜原子直接鍵結的氫原子中的 p 個氫原子後殘留的原子團。 p 價芳香族雜環基亦可更具有取代基。

【0058】 芳香族雜環式化合物中，除了包含雜環本身顯示芳香族性的化合物以外，亦包含雜環本身不顯示芳香族性但於雜環中縮環有芳香環的化合物。

【0059】 芳香族雜環式化合物中，作為雜環本身顯示芳香族性的化合物的具體例，可列舉：噁二唑、噻二唑、噻唑、噁唑、噻吩、吡咯、磷雜環戊二烯、呋喃、吡啶、吡嗪、嘧啶、三嗪、噁嗪、喹啉、異喹啉、呋唑及二苯并磷雜環戊二烯。

【0060】 芳香族雜環式化合物中，作為芳香族雜環本身不顯示芳香族性而於雜環上縮環有芳香環的化合物的具體例，可列舉：啡噁嗪、啡噻嗪、二苯并硼雜環戊二烯、二苯并噻咯及苯并吡喃。

【0061】 一價雜環基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 2~60，較佳為 4~20。

【0062】 一價雜環基可具有取代基，作為一價雜環基的具體例，例如可列舉：噻吩基、吡咯基、呋喃基、吡啶基、嘓啶基、喹啉基、異喹啉基、嘧啶基、三嗪基及該些基中的氫原子被烷基、烷氧基等取代而成的基。

【0063】 「取代胺基」是指具有取代基的胺基。作為胺基所具有的取代基的例子，可列舉烷基、芳基及一價雜環基，較佳為烷基、芳基或一價雜環基。取代胺基的碳原子數通常為 2~30。

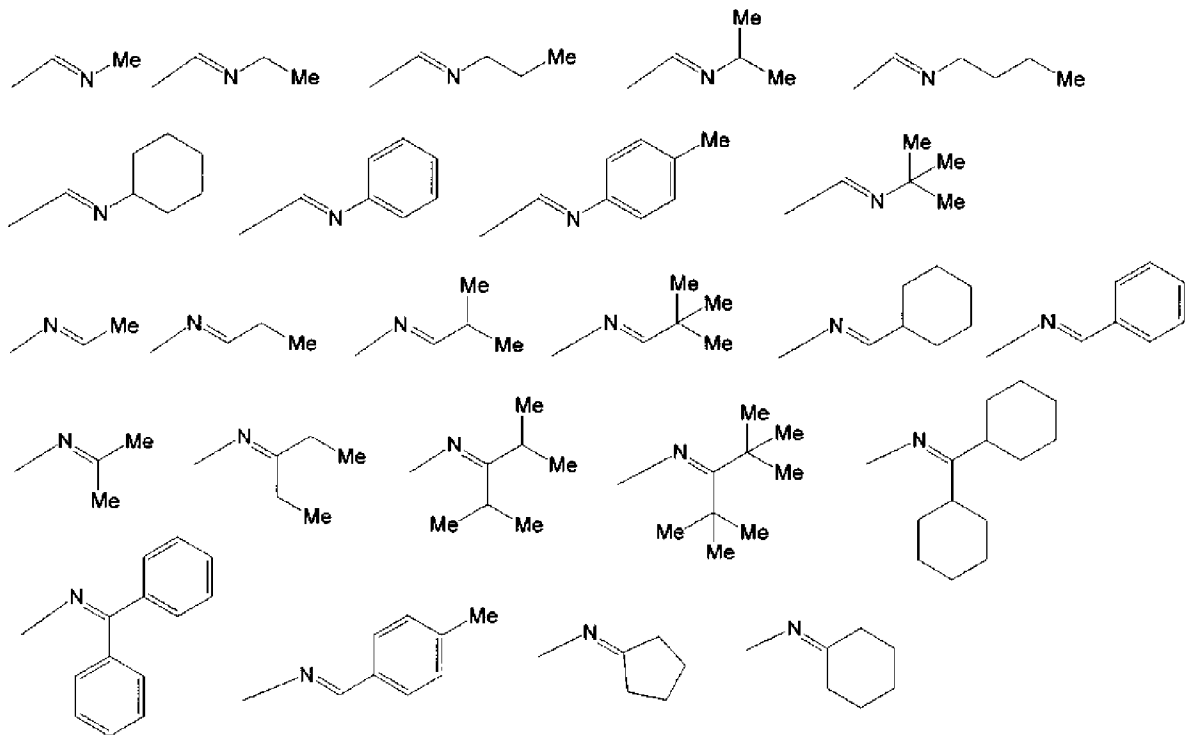
【0064】 作為取代胺基的例子，可列舉：二甲基胺基、二乙基胺基等二烷基胺基；二苯基胺基、雙(4-甲基苯基)胺基、雙(4-第三丁基苯基)胺基、雙(3,5-二-第三丁基苯基)胺基等二芳基胺基。

【0065】 「醯基」可具有取代基。醯基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 2~20，較佳為 2~18。作為醯基的具體例，可列舉：乙醯基、丙醯基、丁醯基、異丁醯基、三甲基乙醯基、苯甲醯基、三氟乙醯基及五氟苯甲醯基。

【0066】 「亞胺殘基」是指自亞胺化合物除去 1 個與構成碳原子-氮原子雙鍵的碳原子或氮原子直接鍵結的氫原子後殘留的原子團。「亞胺化合物」是指分子內具有碳原子-氮原子雙鍵的有機化合物。作為亞胺化合物的例子，可列舉醛亞胺、酮亞胺及醛亞胺中的與構成碳原子-氮原子雙鍵的氮原子鍵結的氫原子被烷基等取代而成的化合物。

【0067】 亞胺殘基通常碳原子數為 2~20，較佳的是碳原子數為 2~18。作為亞胺殘基的例子，可列舉下述結構式所表示的基。

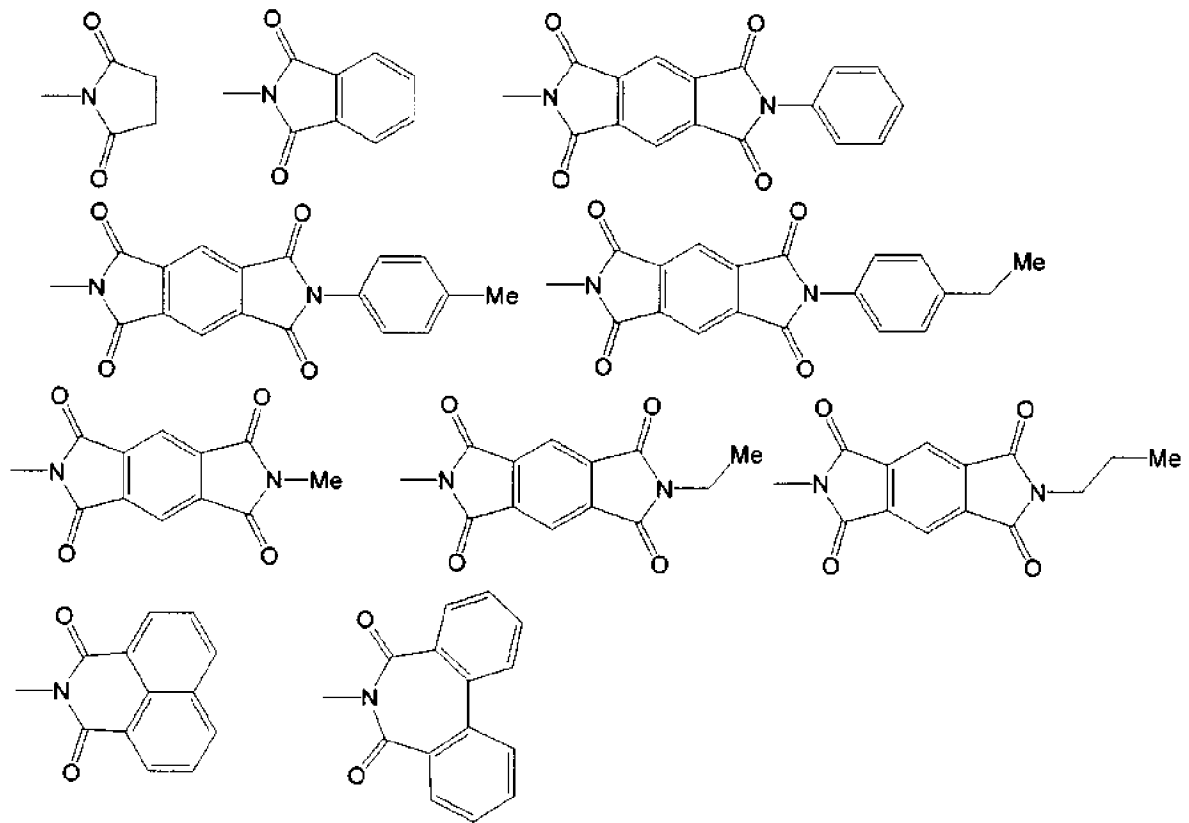
【0068】 [化 14]



【0069】 「醯胺基」是指自醯胺上除去 1 個與氮原子鍵結的氫原子後殘留的原子團。醯胺基的碳原子數通常為 1~20，較佳為 1~18。作為醯胺基的具體例，可列舉：甲醯胺基、乙醯胺基、丙醯胺基、丁醯胺基、苯甲醯胺基、三氟乙醯胺基、五氟苯甲醯胺基、二甲醯胺基、二乙醯胺基、二丙醯胺基、二丁醯胺基、二苯甲醯胺基、二-三氟乙醯胺基、及二-五氟苯甲醯胺基。

【0070】 「醯亞胺基」是指自醯亞胺上除去 1 個與氮原子鍵結的氫原子後殘留的原子團。醯亞胺基的碳原子數通常為 4~20。作為醯亞胺基的具體例，可列舉下述結構式所表示的基。

【0071】 [化 15]



【0072】 「取代氧基羰基」是指 $R'-O-(C=O)-$ 所表示的基。此處， R' 表示烷基、芳基、芳烷基、或一價雜環基。

取代氧基羰基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 2~60，較佳為 2~48。

【0073】 作為取代氧基羰基的具體例，可列舉：甲氧基羰基、乙氧基羰基、丙氧基羰基、異丙氧基羰基、丁氧基羰基、異丁氧基羰基、第三丁氧基羰基、戊氧基羰基、己氧基羰基、環己氧基羰基、庚氧基羰基、辛氧基羰基、2-乙基己氧基羰基、壬氧基羰基、癸氧基羰基、3,7-二甲基辛氧基羰基、十二烷基氧基羰基、三氟甲氧基羰基、五氟乙氧基羰基、全氟丁氧基羰基、全氟己氧基羰基、全氟辛氧基羰基、苯氧基羰基、萘氧基羰基、及吡啶氧基羰基。

【0074】 「烯基」可為直鏈狀、分支狀及環狀中的任一者。直鏈狀的烯基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 2~30，較佳為 3~20。分支狀或環狀的烯基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 3~30，較佳為 4~20。

【0075】 烯基可具有取代基。作為烯基的具體例，可列舉：乙烯基、1-丙烯基、2-丙烯基、2-丁烯基、3-丁烯基、3-戊烯基、4-戊烯基、1-己烯基、5-己烯基、7-辛烯基及該些基中的氫原子被烷基、烷氧基、芳基、氟原子取代而成的基。

【0076】 「環烯基」可為單環的基，亦可為多環的基。環烯基可具有取代基。環烯基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 3~30，較佳為 12~19。

【0077】 作為環烯基的例子，可列舉：環己烯基等不具有取代基的環烯基、及該些基中的氫原子被烷基、烷氧基、芳基、氟原子取代而成的基。

【0078】 作為具有取代基的環烯基的例子，可列舉甲基環己烯基及乙基環己烯基。

【0079】 「炔基」可為直鏈狀、分支狀及環狀中的任一者。直鏈狀的炔基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 2~20，較佳為 3~20。分支狀或環狀的炔基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 4~30，較佳為 4~20。

【0080】 炔基可具有取代基。作為炔基的具體例，可列舉乙炔基、1-丙炔基、2-丙炔基、2-丁炔基、3-丁炔基、3-戊炔基、4-戊

炔基、1-己炔基、5-己炔基及該些基中的氫原子被烷氧基、芳基、氟原子取代而成的基。

【0081】 「環炔基」可為單環的基，亦可為多環的基。環炔基可具有取代基。環炔基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 4~30，較佳為 12~19。

【0082】 作為環炔基的例子，可列舉環己炔基等不具有取代基的環炔基、及該些基中的氫原子被烷基、烷氧基、芳基、氟原子取代而成的基。

【0083】 作為具有取代基的環炔基的例子，可列舉甲基環己炔基及乙基環己炔基。

【0084】 「烷基磺醯基」可為直鏈狀，亦可為分支狀。烷基磺醯基可具有取代基。烷基磺醯基的碳原子數不包括取代基的碳原子數，通常為 1~30。作為烷基磺醯基的具體例，可列舉：甲基磺醯基、乙基磺醯基及十二烷基磺醯基。

【0085】 化學式中標注的符號「*」表示鍵結鍵。

【0086】 「油墨組成物」是指用於塗佈法的液狀的組成物，並不限定於已著色的液體。另外，「塗佈法」包括使用液狀物質來形成膜（層）的方法，例如可列舉：槽模塗佈法、狹縫塗佈法、刮刀塗佈法、旋塗法、澆鑄法、微凹版塗佈法、凹版塗佈法、棒塗法、輥塗法、線棒塗佈法、浸塗法、噴霧塗佈法、網版印刷法、凹版印刷法、柔版印刷法、平版印刷法、噴墨印刷法、分配器印刷法、噴嘴塗佈法及毛細管塗佈法。

【0087】 油墨組成物可為溶液，亦可為分散液、乳液（乳濁液）、懸浮液（懸濁液）等分散液。

【0088】 「吸收波峰波長」為基於於規定的波長範圍內測定的吸收光譜的吸收波峰而確定的參數，且為吸收光譜的吸收波峰中吸光度最大的吸收波峰的波長。

【0089】 2.光檢測元件

本實施方式的光檢測元件包括陽極、陰極、以及設置於該陽極與該陰極之間且包含 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的活性層，自 n 型半導體材料的 HOMO 的能階（eV）的絕對值減去 p 型半導體材料的 HOMO 的能階（eV）的絕對值後的值為 0.35（eV）以下。就更有效地減少暗電流的觀點而言，所述值的上限較佳為 0.30（eV）以下，更佳為 0.16（eV）以下，進而佳為 0.10（eV）以下，特佳為 0.07（eV）以下。另外，就更有效地減少暗電流的觀點而言，所述值的下限較佳為 -0.20（eV）以上，更佳為 -0.10（eV）以上，進而佳為 0.00（eV）以上。

【0090】 可認為藉由將自 n 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值減去 p 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值後的值設為 0.35 以下，能夠將電洞（hole）自 n 型半導體材料向 p 型半導體材料的移動抑制於最小限度，藉此可減少暗電流。

【0091】 此處，對於本實施方式的光檢測元件可採用的構成例進行說明。圖 1 是示意性地表示本實施方式的光檢測元件的結構的圖。

【0092】 如圖 1 所示，光檢測元件 10 設置於支持基板 11 上。光檢測元件 10 包括：以與支持基板 11 相接的方式設置的第一電極 12、以與第一電極 12 相接的方式設置的電子傳輸層 13、以與電子傳輸層 13 相接的方式設置的活性層 14、以與活性層 14 相接的方式設置的電洞傳輸層 15、以及以與電洞傳輸層 15 相接的方式設置的第二電極 16。

【0093】 於所述構成例中，以與第二電極 16 相接的方式進而設置有密封構件 17。於第一電極 12 中，電子被發送至外部電路。於第二電極 16 中，電子自外部電路流入。

以下，對本實施方式的光檢測元件中可包含的構成要素進行具體說明。

【0094】 （基板）

光檢測元件通常形成於基板（支持基板）上。另外，亦存在進而由基板（密封基板）密封的情況。於基板上通常形成一對電極中的一個。基板的材料只要為於形成特別是包含有機化合物的層時不發生化學變化的材料則並無特別限定。

【0095】 作為基板的材料，例如可列舉玻璃、塑膠、高分子膜、矽。於使用不透明的基板的情況下，較佳為與設置於不透明的基板側的電極相反一側的電極（換言之，遠離不透明基板的一側的電極）為透明或半透明的電極。

【0096】 （電極）

光檢測元件包括作為一對電極的第一電極及第二電極。一對

活性層包含 p 型半導體材料（供電子性化合物）以及 n 型半導體材料（受電子性化合物）。

【0100】 特別是就進一步減少暗電流的觀點而言，本實施方式的光檢測元件的活性層的厚度較佳為 200 nm 以上，更佳為 250 nm 以上，進而佳為 350 nm 以上。另外，活性層的厚度較佳為 10 μm 以下，更佳為 5 μm 以下，進而佳為 1 μm 以下。

【0101】 再者，於活性層中，作為 p 型半導體材料及 n 型半導體材料中的哪一個發揮作用可根據所選擇的化合物（聚合物）的 HOMO 的能階的值或最低未佔用分子軌域（Lowest Unoccupied Molecular Orbital, LUMO）的能階的值相對地決定。p 型半導體材料的 HOMO 及 LUMO 的能階的值與 n 型半導體材料的 HOMO 及 LUMO 的能階的值的關係可適宜設定於光檢測元件運作的範圍。

【0102】 作為聚合物中的 HOMO 的能階的值，可使用藉由紫外線光電子分光法（UPS 法）測定的值。此處，UPS 法是指以下方法：對測定對象的固體表面照射紫外線，測定相對於所照射的紫外線的能量而放出的光電子數，計算出光電子產生的最小能量，根據所述最小能量，於金屬的情況下估算功函數，於半導體的情況下估算 HOMO 的能階的值。紫外線光電子分光法於大氣中可使用光電子分光裝置來實施。

【0103】 於本實施方式中，以下分別說明可適合使用的 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的例子。

【0104】 (1) p 型半導體材料

【0105】 本實施方式的光檢測元件中使用的 p 型半導體材料較佳為具有規定的聚苯乙烯換算的重量平均分子量的高分子化合物。

【0106】 此處，聚苯乙烯換算的重量平均分子量是指使用凝膠滲透層析法 (gel permeation chromatography, GPC)，並使用聚苯乙烯的標準試樣計算出的重量平均分子量。

【0107】 特別是就提高於溶劑中的溶解性的觀點而言，p 型半導體材料的聚苯乙烯換算的重量平均分子量較佳為 3000 以上且 500000 以下。

【0108】 於本實施方式中，p 型半導體材料較佳為包含施體構成單元 (亦稱為 D 構成單元) 及受體構成單位 (亦稱為 A 構成單位) 的 π 共軛高分子化合物 (亦稱為 D-A 型共軛高分子化合物)。再者，哪個為 A 構成單元或 D 構成單元可根據 HOMO 或 LUMO 的能階的值相對地決定。

【0109】 此處，施體構成單元是 π 電子過剩的構成單元，受體構成單元是 π 電子缺乏的構成單元。

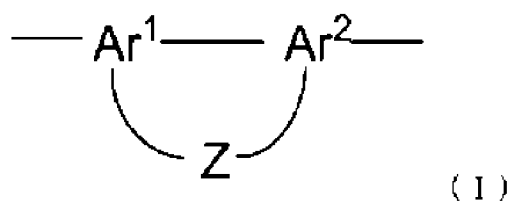
【0110】 於本實施方式中，可構成 p 型半導體材料的構成單元中亦包括施體構成單元與受體構成單元直接鍵結而成的構成單元、以及施體構成單元與受體構成單元經由任意適合的間隔物 (基或構成單元) 鍵結而成的構成單元。

【0111】 關於作為高分子化合物的 p 型半導體材料，具體而言，例如可列舉：聚乙烯基吡啶及其衍生物、聚矽烷及其衍生物、於

側鏈或主鏈中包含芳香族胺結構的聚矽氧烷衍生物、聚苯胺及其衍生物、聚噻吩及其衍生物、聚吡咯及其衍生物、聚伸苯基伸乙烯基及其衍生物、聚伸噻吩基伸乙烯基及其衍生物、聚萸及其衍生物等。

【0112】 本實施方式的 p 型半導體材料較佳為包含下述式 (I) 所表示的構成單元的高分子化合物。於本實施方式中，下述式 (I) 所表示的構成單元通常為施體構成單元。

【0113】 [化 16]

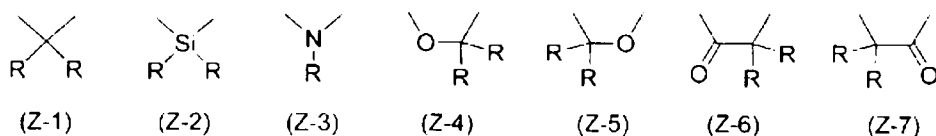


【0114】 式 (I) 中，

Ar^1 及 Ar^2 表示可具有取代基的三價芳香族雜環基或可具有取代基的三價芳香族碳環基，

Z 表示下述式 (Z-1) ~ 式 (Z-7) 所表示的基。

【0115】 [化 17]



【0116】 式 (Z-1) ~ 式 (Z-7) 中，R 表示氫原子、鹵素原子、可具有取代基的烷基、可具有取代基的芳基、可具有取代基的環烷基、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的環烷氧基、可具有取代基的芳氧基、可具有取代基的烷硫基、可具有取代基的環烷硫基、可具有取代基的芳硫基、可具有取代基的一價雜環基、可具有取代基的取代胺基、可具有取代基的亞胺殘基、可具有取代基的醯胺基、可具有取代基的醯亞胺基、可具有取代基的取代氧基羰基、可具有取代基的烯基、可具有取代基的環烯基、可具有取代基的炔基、可具有取代基的環炔基、氰基、硝基、 $-\text{C}(=\text{O})-\text{R}^a$ 所表示的基、或 $-\text{SO}_2-\text{R}^b$ 所表示的基。此處， R^a 及 R^b 分別獨立地表示氫原子、可具有取代基的烷基、可具有取代基的芳基、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的芳氧基、或可具有取代基的一價雜環基。

【0117】 可構成 Ar^1 及 Ar^2 的芳香族碳環及芳香族雜環分別可為單環，亦可為縮合環。於芳香族碳環或芳香族雜環為縮合環的情況下，構成縮合環的環的全部可為具有芳香族性的縮合環，亦可僅一部分為具有芳香族性的縮合環。於該些環具有多個取代基的情況下，該些取代基可相同亦可不同。

【0118】 作為可構成 Ar^1 及 Ar^2 的芳香族碳環的具體例，可列舉苯環、萘環、蔥環、稠四苯環、稠五苯環、芘環及菲環，較佳為苯環及萘環，更佳為苯環。該些環可具有取代基。

【0119】 於可構成 Ar^1 及 Ar^2 的芳香族雜環中，除了包含雜環本

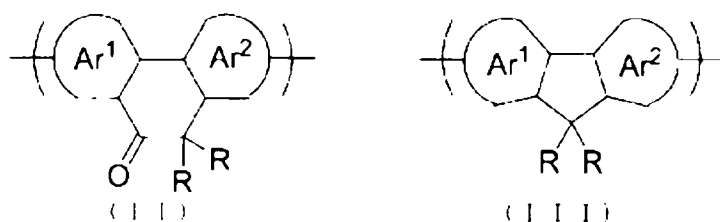
身顯示芳香族性的單環及縮合環以外，亦包含構成環的雜環本身不顯示芳香族性但於雜環中縮合有芳香環的環。

【0120】 作為芳香族雜環的具體例，可列舉作為芳香族雜環式化合物而於上文進行敘述的化合物所具有的環結構，可列舉：噁二唑環、噻二唑環、噻唑環、噁唑環、噻吩環、吡咯環、磷雜環戊二烯環、呋喃環、吡啶環、吡嗪環、嘧啶環、三嗪環、噁嗪環、喹啉環、異喹啉環、吡嗪環及二苯并磷雜環戊二烯環、以及啡噁嗪環、啡噻嗪環、二苯并硼雜環戊二烯環、二苯并噻咯環及苯并吡喃環。該些環可具有取代基。

【0121】 作為 Ar^1 及 Ar^2 的組合，較佳為 Ar^1 及 Ar^2 兩者為可具有取代基的芳香族碳環（例如苯環），或可具有取代基的芳香族雜環（例如噻吩環）。

【0122】 式（I）所表示的構成單元較佳為下述式（II）或式（III）所表示的構成單元。換言之，本實施方式的 p 型半導體材料較佳為包含下述式（II）或下述式（III）所表示的構成單元的高分子化合物。

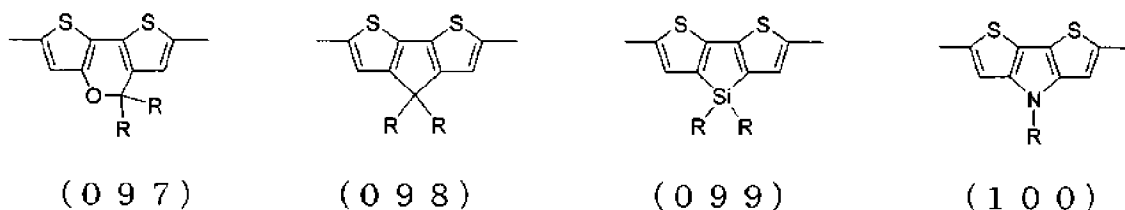
【0123】 [化 18]



【0124】 式 (II) 及式 (III) 中， Ar^1 、 Ar^2 及 R 如所述定義般。

【0125】 作為式 (I) 及式 (III) 所表示的適合的構成單元的例子，可列舉下述式 (097) ~ 式 (100) 所表示的構成單元。

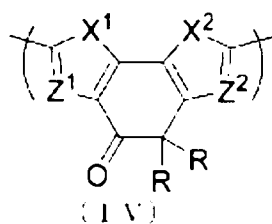
【0126】 [化 19]



【0127】 式 (097) ~ 式 (100) 中， R 如所述定義般。於存在兩個 R 時，存在兩個的 R 可相同亦可不同。

【0128】 另外，式 (II) 所表示的構成單元較佳為下述式 (IV) 所表示的構成單元。換言之，本實施方式的 p 型半導體材料較佳為包含下述式 (IV) 所表示的構成單元的高分子化合物。

【0129】 [化 20]



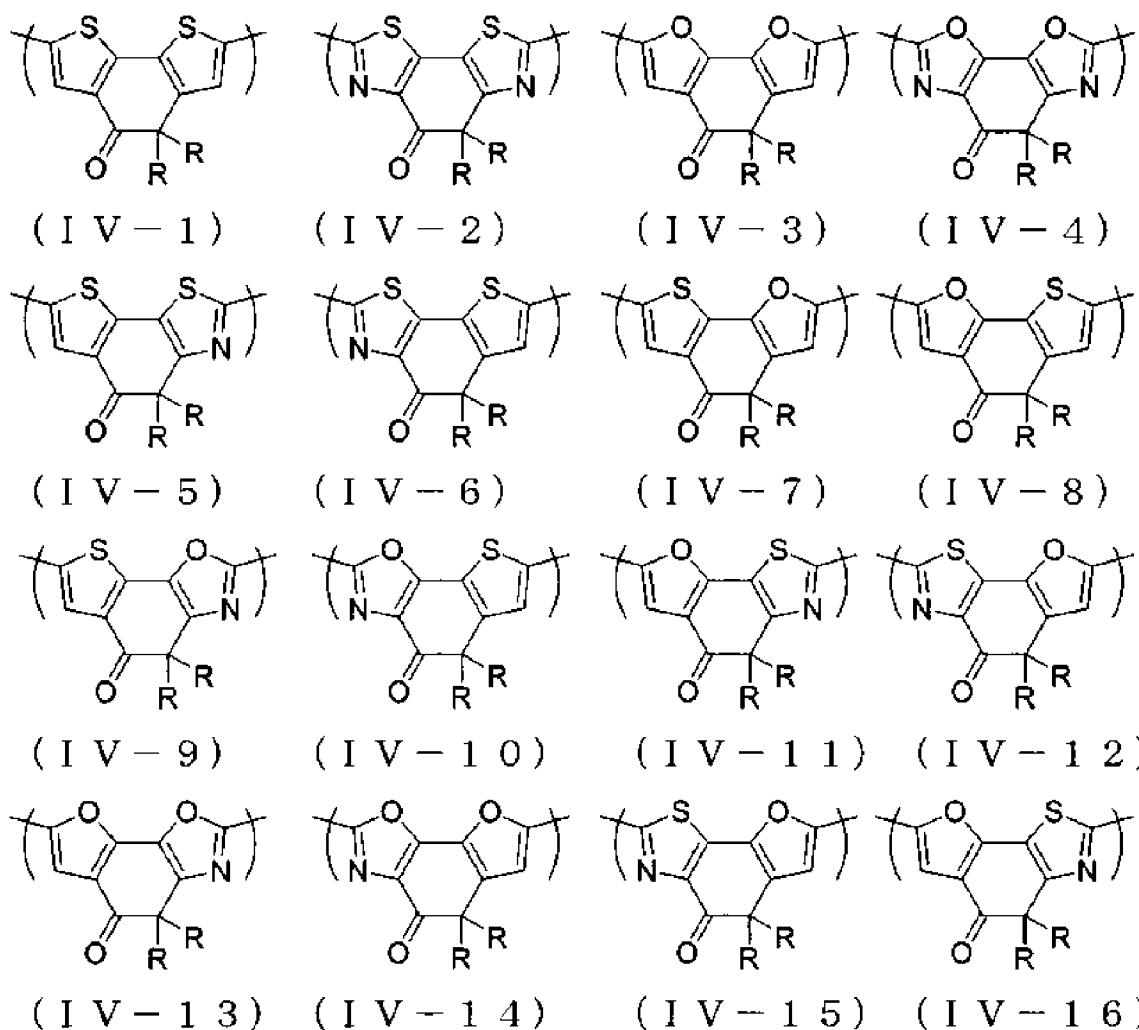
【0130】 式 (IV) 中， X^1 及 X^2 分別獨立地為硫原子或氧原子，

Z^1 及 Z^2 分別獨立地為 $=C(R)-$ 所表示的基或氮原子， R 如所述定義般。

【0131】 作為式 (IV) 所表示的構成單元，較佳為 X^1 及 X^2 為硫原子、且 Z^1 及 Z^2 為 $=C(R)-$ 所表示的基的構成單元。

【0132】 作為式 (IV) 所表示的適合的構成單元的例子，可列舉下述式 (IV-1) ~ 式 (IV-16) 所表示的構成單元。

【0133】 [化 21]

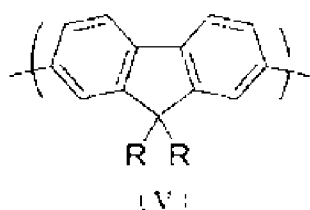


【0134】 作為式 (IV) 所表示的構成單元，較佳為 X^1 及 X^2 為硫

原子、且 Z^1 及 Z^2 為 $=C(R)$ -所表示的基的構成單元。

【0135】 式 (III) 所表示的構成單元亦可為下述式 (V) 所表示的構成單元。

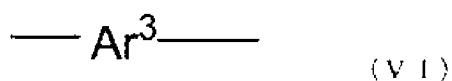
【0136】 [化 22]



【0137】 式 (V) 中，R 如所述定義般。

【0138】 本實施方式的 p 型半導體材料較佳為包含下述式 (VI) 所表示的構成單元。於本實施方式中，下述式 (VI) 所表示的構成單元通常為受體構成單元。

【0139】 [化 23]



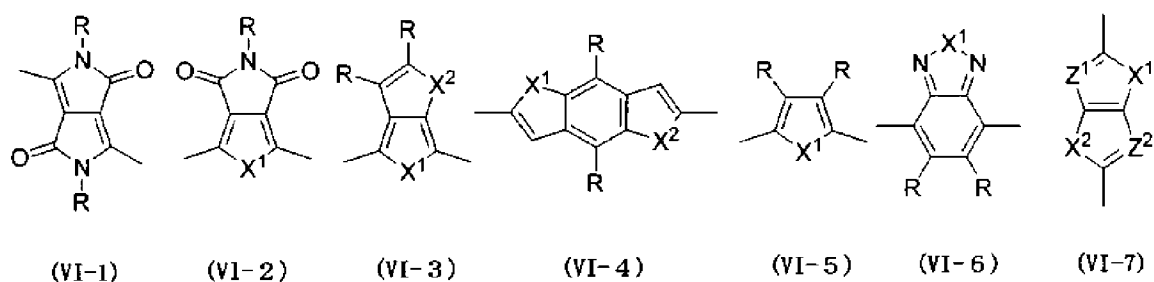
【0140】 式 (VI) 中， Ar^3 表示二價芳香族雜環基。

【0141】 Ar^3 所表示的二價芳香族雜環基的碳原子數通常為 2~60，較佳為 4~60，更佳為 4~20。 Ar^3 所表示的二價芳香族雜環基可具有取代基。作為 Ar^3 所表示的二價芳香族雜環基可具有的取代基的例子，可列舉：鹵素原子、烷基、芳基、烷氧基、芳氧基、

烷硫基、芳硫基、一價雜環基、取代胺基、醯基、亞胺殘基、醯胺基、醯亞胺基、取代氧基羰基、烯基、炔基、氰基及硝基。

【0142】 作為式 (VI) 所表示的構成單元，較佳為下述式 (VI-1) ~ 式 (VI-7) 所表示的構成單元。

【0143】 [化 24]



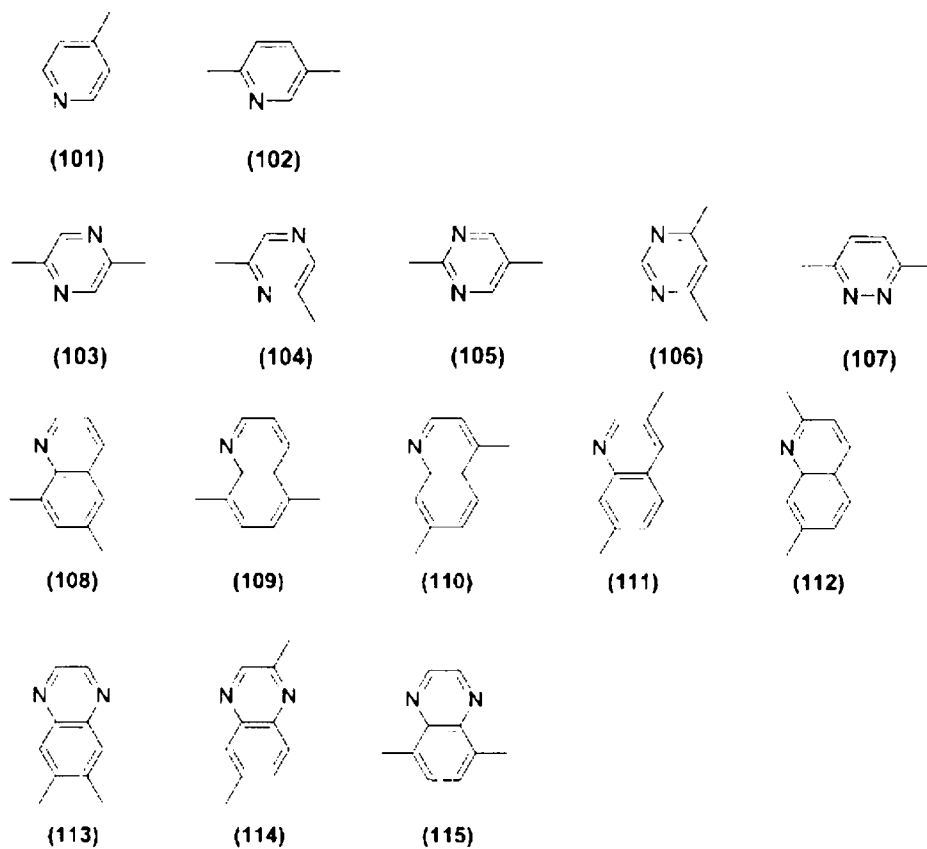
【0144】 式 (VI-1) ~ 式 (VI-7) 中， X^1 、 X^2 、 Z^1 、 Z^2 及 R 如所述定義般。於存在兩個 R 時，存在兩個的 R 可相同亦可不同。

【0145】 就原料化合物的獲取性的觀點而言，式 (VI-1) ~ 式 (VI-7) 中的 X^1 及 X^2 較佳為均為硫原子。

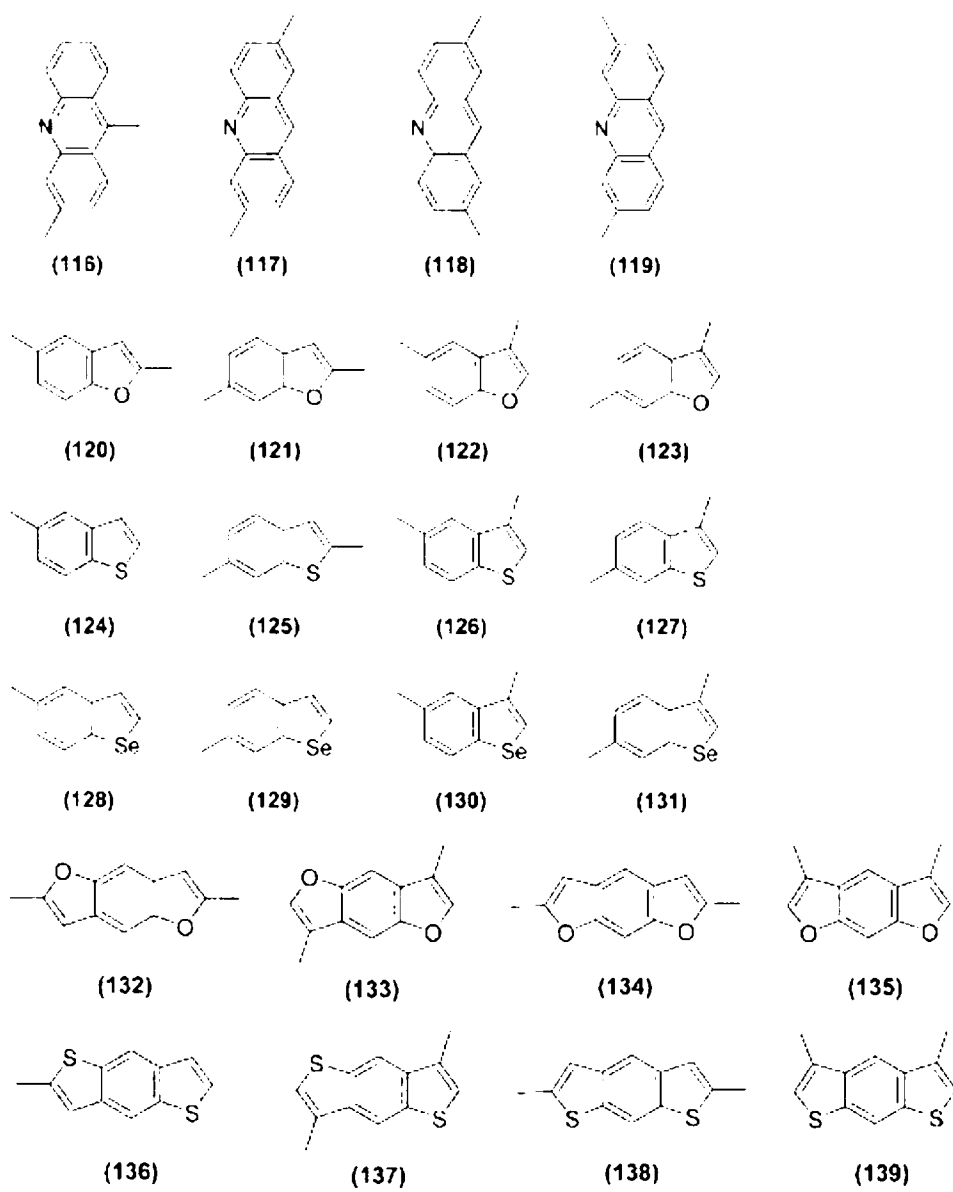
【0146】 p 型半導體材料較佳為包含含有噻吩骨架的構成單元、且包含 π 共軛系的 π 共軛高分子化合物。

【0147】 作為 Ar^3 所表示的二價芳香族雜環基的例子，可列舉下述式 (101) ~ 式 (186) 所表示的基。

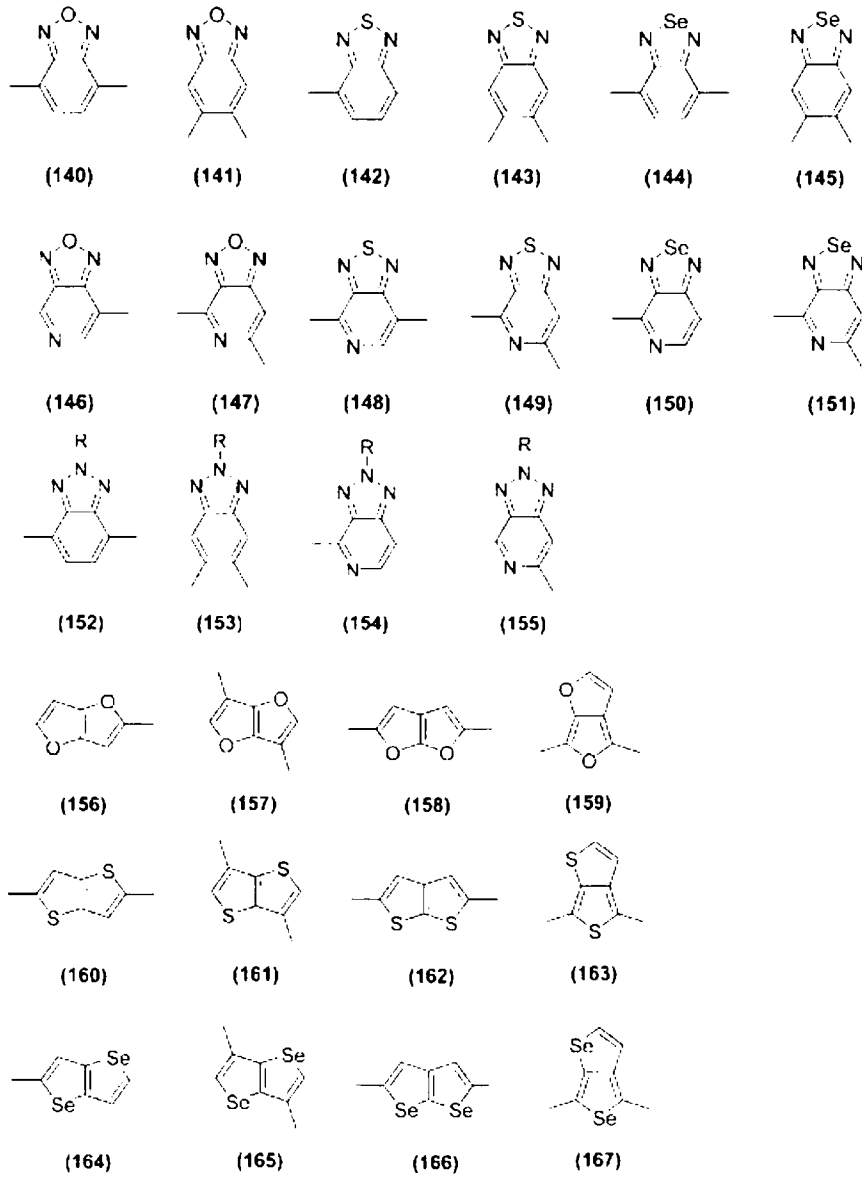
【0148】 [化 25]



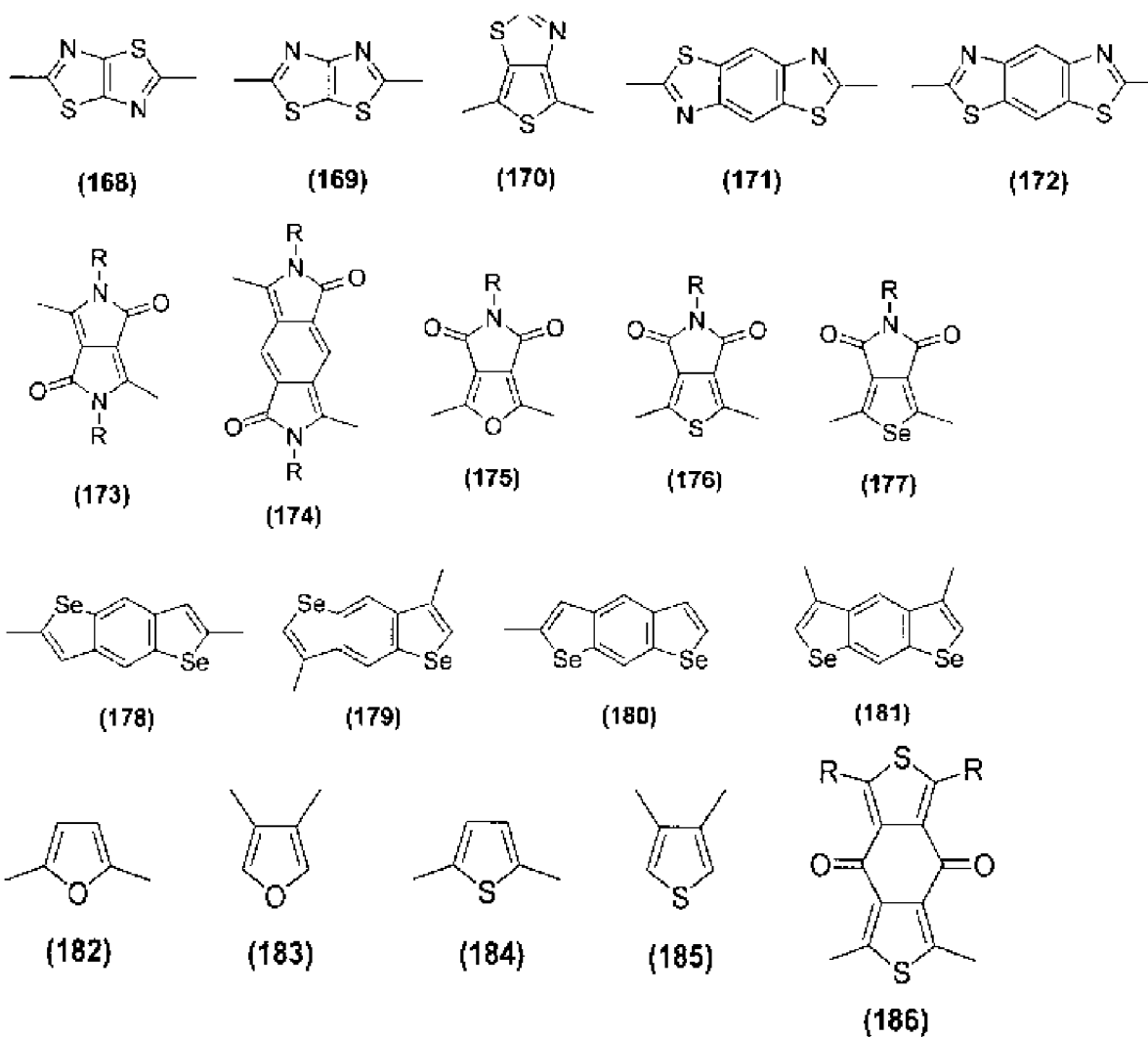
【0149】 [化 26]



【0150】 [化 27]



【0151】 [化 28]



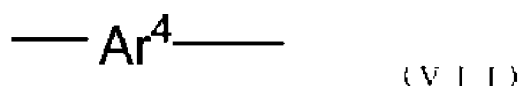
【0152】 式(101)~式(186)中，R表示與上述相同的含義。於存在多個R時，存在多個的R可相同亦可不同。

【0153】 本實施方式的作為p型半導體材料的高分子化合物較佳為包含式(I)所表示的構成單元作為施體構成單元、並且包含式(VI)所表示的構成單元作為受體構成單元的 π 共軛高分子化合物。

【0154】 作為p型半導體材料的高分子化合物可包含兩種以上的式(I)所表示的構成單元，亦可包含兩種以上的式(VI)所表示的構成單元。

【0155】 例如，為了提高於溶劑中的溶解性，作為 p 型半導體材料的高分子化合物亦可包含下述式 (VII) 所表示的構成單元。

【0156】 [化 29]



【0157】 式 (VII) 中，Ar⁴ 表示伸芳基。

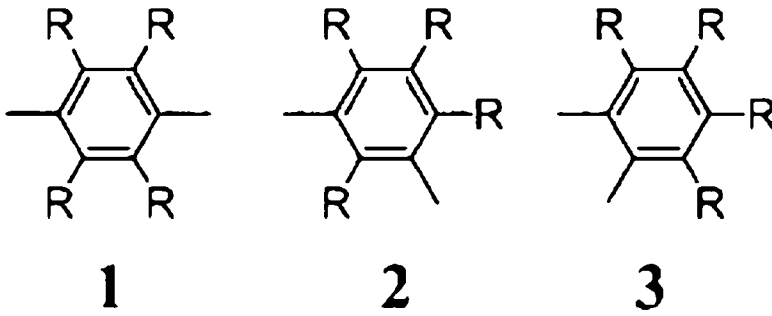
【0158】 Ar⁴ 所表示的伸芳基是指自可具有取代基的芳香族烴除去 2 個氫原子後殘留的原子團。芳香族烴中亦包括具有縮合環的化合物、選自由獨立的苯環及縮合環所組成的群組中的兩個以上直接或經由伸乙烯基等二價基鍵結而成的化合物。

【0159】 作為芳香族烴可具有的取代基的例子，可列舉與作為雜環式化合物可具有的取代基而例示的取代基同樣的取代基。

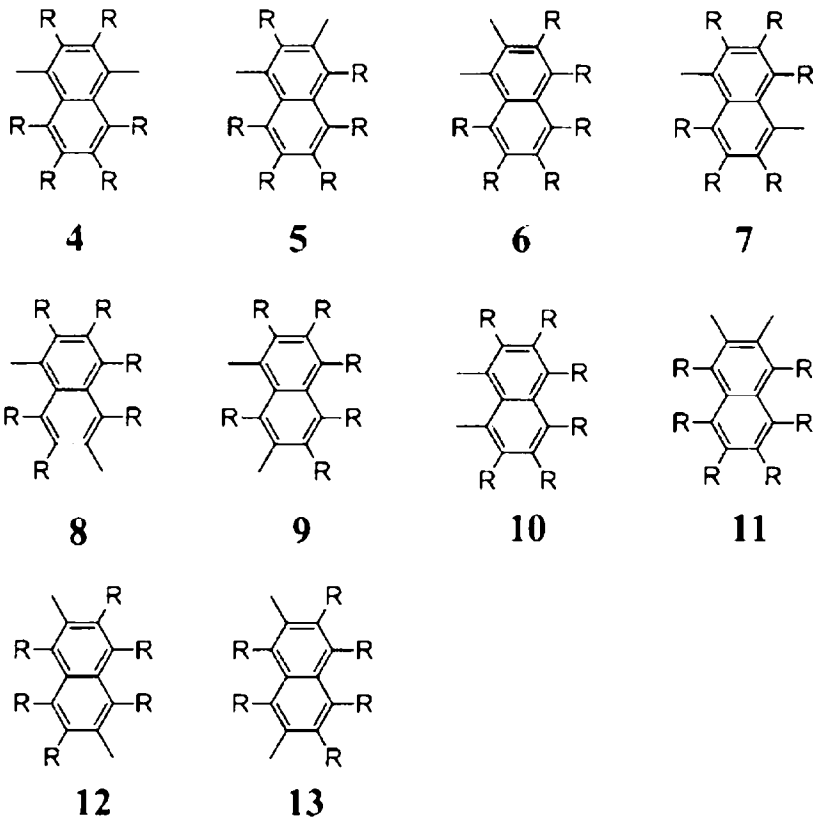
【0160】 伸芳基中除取代基以外的部分的碳原子數通常為 6~60，較佳為 6~20。包含取代基的伸芳基的碳原子數通常為 6~100。

【0161】 作為伸芳基的例子，可列舉：伸苯基（例如，下述式 1~式 3）、萘-二基（例如，下述式 4~式 13）、蒽-二基（例如，下述式 14~式 19）、聯苯-二基（例如，下述式 20~式 25）、聯三苯-二基（例如，下述式 26~式 28）、縮合環化合物基（例如，下述式 29~式 35）、萘-二基（例如，下述式 36~式 38）、及苯并萘-二基（例如，下述式 39~式 46）。

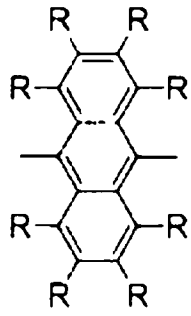
【0162】 [化 30]



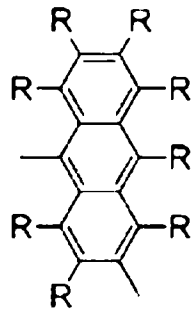
【0163】 [化 31]



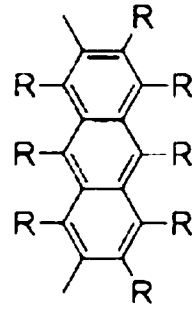
【0164】 [化 32]



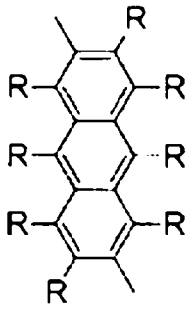
14



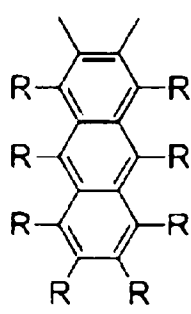
15



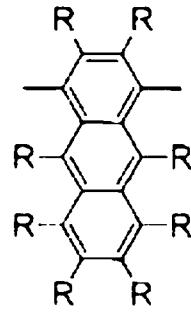
16



17

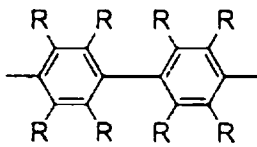


18

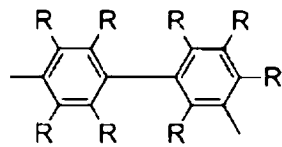


19

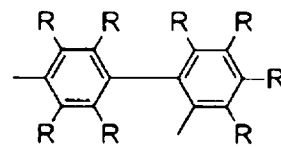
【0165】 [化 33]



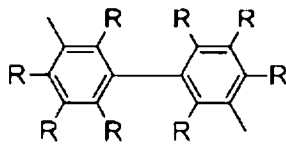
20



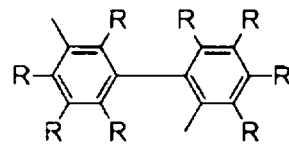
21



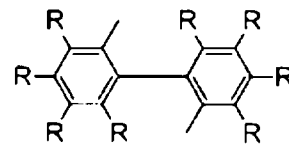
22



23

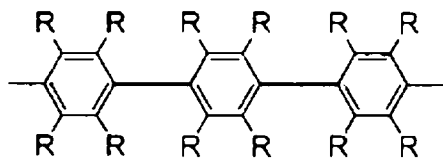


24

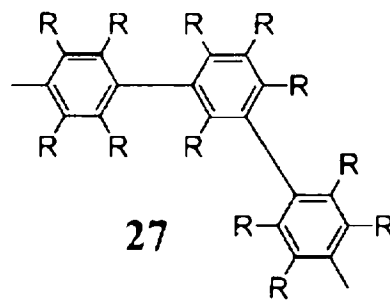


25

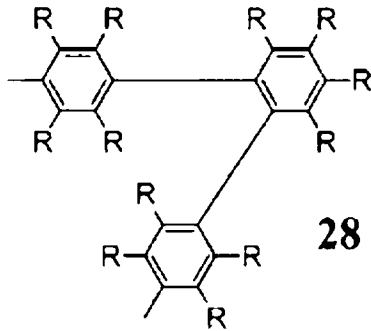
【0166】 [化 34]



26

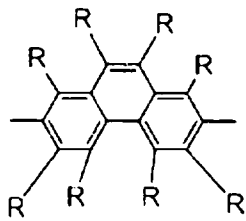


27

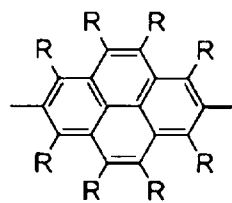


28

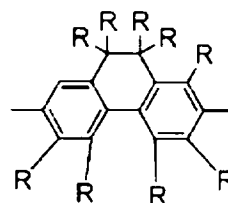
【0167】 [化 35]



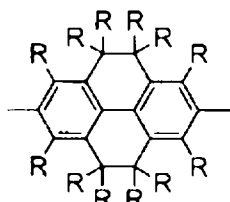
29



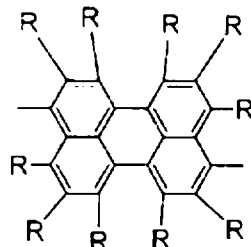
30



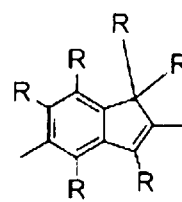
31



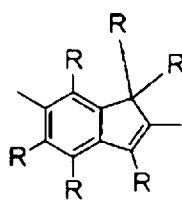
32



33

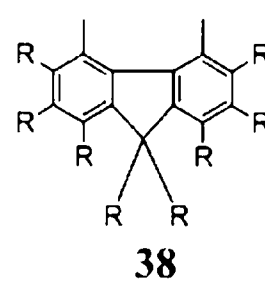
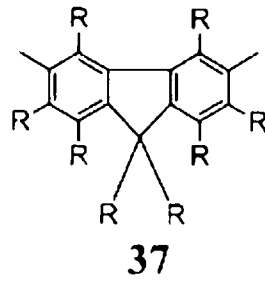
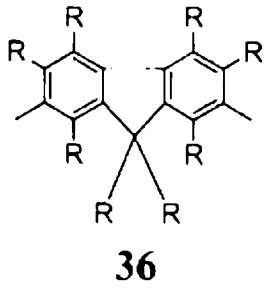


34

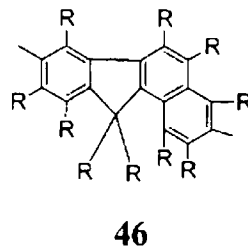
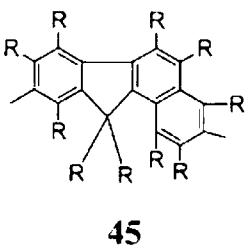
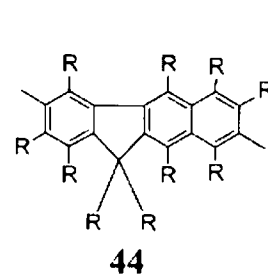
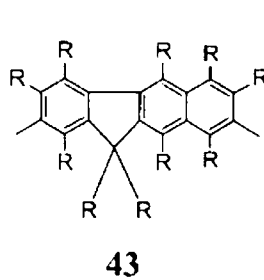
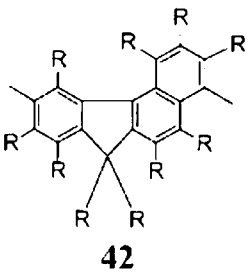
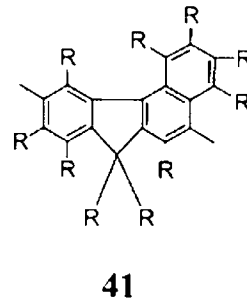
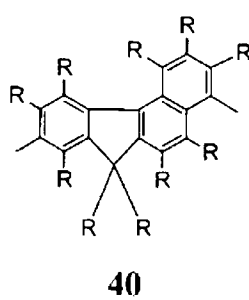
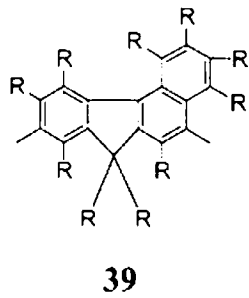


35

【0168】 [化 36]



【0169】 [化 37]

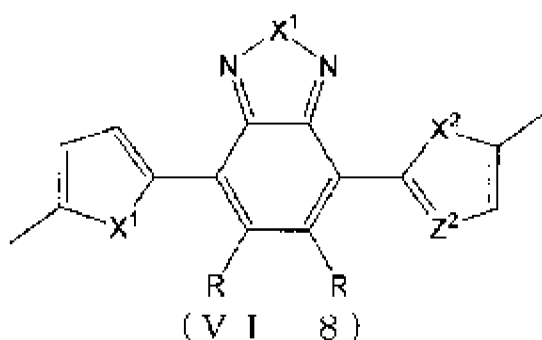


【0170】 式中，R 如所述定義般。於存在多個 R 時，存在多個的 R 可相同亦可不同。

【0171】 構成作為 p 型半導體材料的高分子化合物的構成單元可為選自所述構成單元中的兩種以上的構成單元兩個以上組合連結而成的構成單元。

【0172】 作為兩種以上的構成單元兩個以上組合連結而成的構成單元，較佳為下述式 (VI-8) 所表示的構成單元。

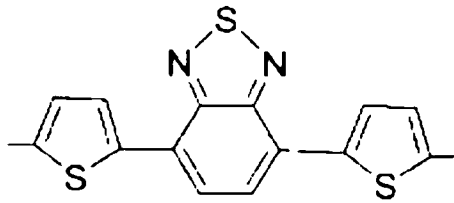
【0173】 [化 38]



【0174】 式 (VI-8) 中，X¹、X²、Z¹、Z² 及 R 如所述定義般。存在兩個的 R 可相同亦可不同。

【0175】 作為式 (VI-8) 所表示的構成單元，具體而言，例如可列舉下述式 (VI-8-1) 所表示的構成單元。

【0176】 [化 39]

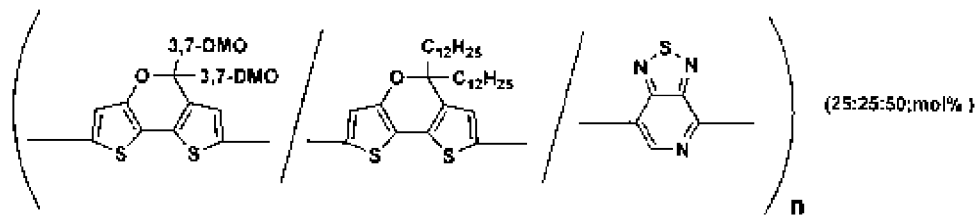
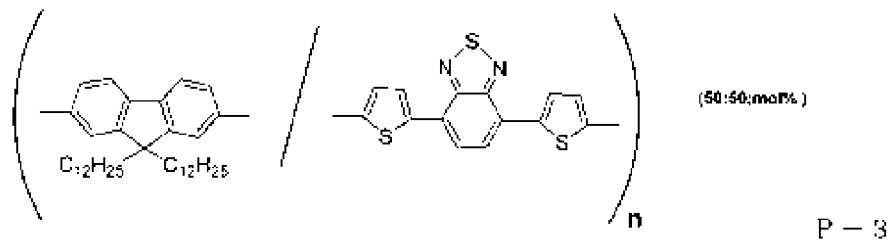
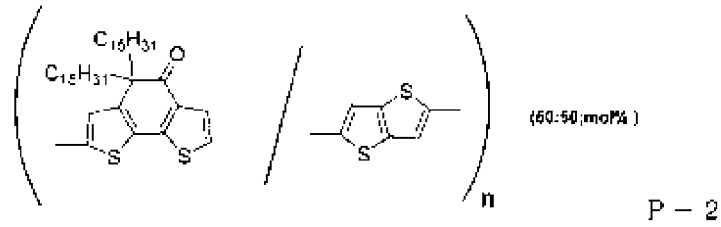
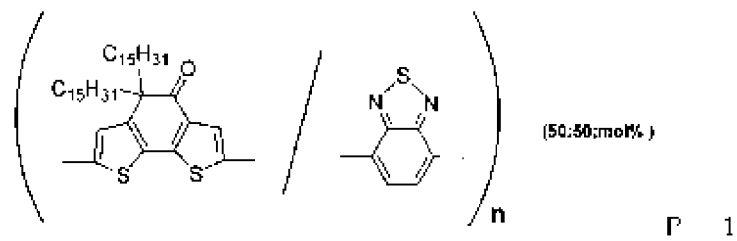


(VI-8-1)

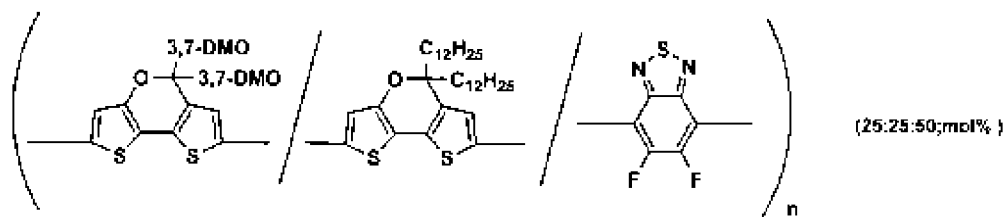
【0177】 於作為 p 型半導體材料的高分子化合物包含式 (I) 所表示的構成單元及/或式 (VI) 所表示的構成單元的情況下，當將高分子化合物所包含的所有構成單元的量設為 100 莫耳%時，式 (I) 所表示的構成單元與式 (VI) 所表示的構成單元的合計量通常為 20 莫耳%~100 莫耳%，出於可提高作為 p 型半導體材料的電荷傳輸性的原因，較佳為 40 莫耳%~100 莫耳%，更佳為 50 莫耳%~100 莫耳%。

【0178】 本實施方式中的作為 p 型半導體材料的高分子化合物的更具體的例子可列舉下述式 P-1~式 P-8 所表示的高分子化合物。

【0179】 [化 40]

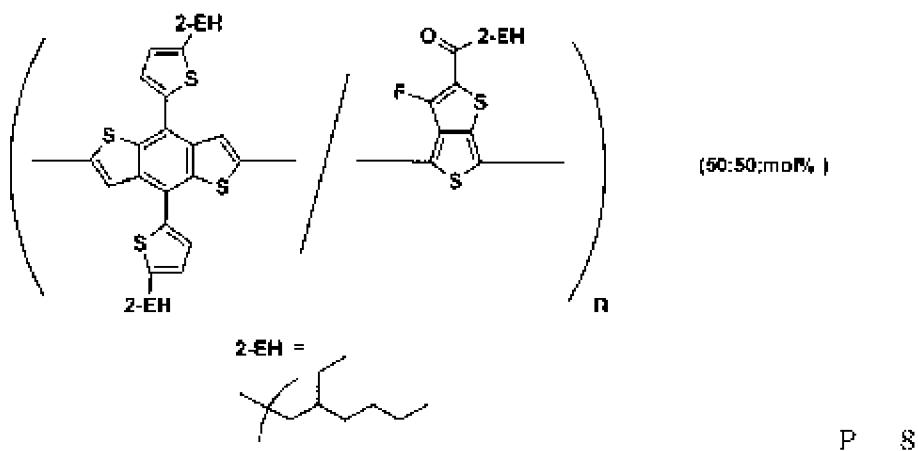
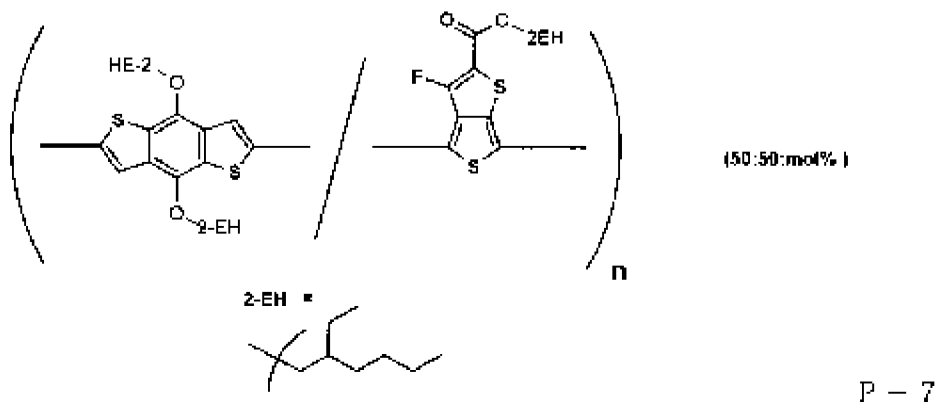
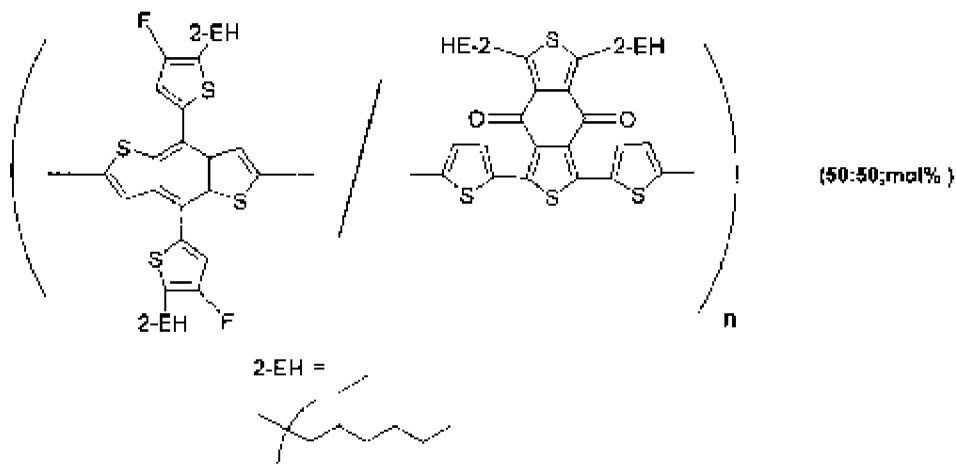


P - 4



P - 5

【0180】 [化 41]



【0181】 活性層可僅包含一種 p 型半導體材料，亦可以任意適合的比例的組合的形式包含兩種以上。

【0182】 (2) n 型半導體材料

就更有效地檢測紅光及近紅外光的觀點而言，本實施方式的活性層中所含的 n 型半導體材料較佳為具有較已說明的 p 型半導

體材料的帶隙小的帶隙。另外，就更有效地檢測近紅外光的觀點而言，n 型半導體材料的帶隙較佳為小於 2.0 eV。

【0183】 n 型半導體材料可為低分子化合物，亦可為高分子化合物。

【0184】 活性層可僅包含一種 n 型半導體材料，亦可以兩種以上的任意比例的組合的形式包含 n 型半導體材料。

【0185】 關於作為低分子化合物的 n 型半導體材料（受電子性化合物）的例子，可列舉：噁二唑衍生物、蔥醌二甲烷及其衍生物、苯醌及其衍生物、萘醌及其衍生物、蔥醌及其衍生物、四氰基蔥醌二甲烷及其衍生物、萘醌及其衍生物、二苯基二氰基乙烯及其衍生物、聯苯醌衍生物、8-羥基喹啉及其衍生物的金屬錯合物、以及 2,9-二甲基-4,7-聯苯-1,10-啡啉等菲衍生物。

【0186】 關於作為高分子化合物的 n 型半導體材料的例子，可列舉：聚乙烯基咪唑及其衍生物、聚矽烷及其衍生物、於側鏈或主鏈中具有芳香族胺結構的聚矽氧烷衍生物、聚苯胺及其衍生物、聚噻吩及其衍生物、聚吡咯及其衍生物、聚伸苯基伸乙烯基及其衍生物、聚伸噻吩基伸乙烯基及其衍生物、聚喹啉及其衍生物、聚噻噁啉及其衍生物以及聚萘及其衍生物。

【0187】 本實施方式的活性層中可包含的 n 型半導體材料如上所述般包含並非富勒烯及富勒烯衍生物中的任一者的化合物。作為此種化合物，大多數化合物是公知的，已市售，從而能夠獲取。

【0188】 本實施方式的 n 型半導體材料較佳為包含具有供電子性

的部分 DP 及具有受電子性的部分 AP 的化合物。

【0189】 作為 n 型半導體材料的包含部分 DP 及部分 AP 的化合物（以下稱為 DP-AP 化合物）更佳為 DP-AP 化合物中的部分 DP 包含相互進行 π 鍵結的一對以上的原子。

【0190】 此種化合物中不含酮結構、亞胺結構、亞砷結構及砷結構中的任一者的部分可成為部分 DP。作為部分 AP 的例子，可列舉包含酮結構的部分。

【0191】 本實施方式的 n 型半導體材料較佳為下述式（VIII）所表示的化合物。

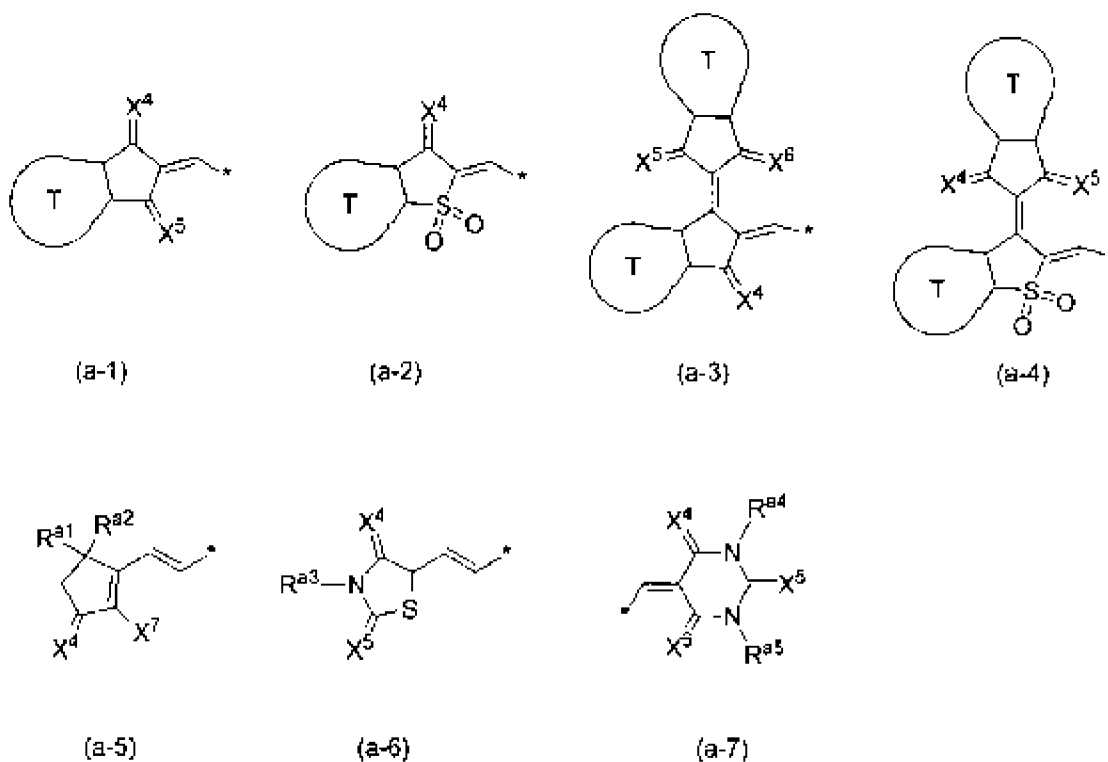


【0192】 式（VIII）中， A^1 及 A^2 分別獨立地表示拉電子性基， B^{10} 表示包含 π 共軛系的基。再者， A^1 及 A^2 相當於具有受電子性的部分 AP， B^{10} 相當於具有供電子性的部分 DP。

【0193】 「 π 共軛系」是指 π 電子非局部存在化於多個鍵上的體系。

【0194】 關於作為 A^1 及 A^2 的拉電子性基的例子，可列舉 $-\text{CH}=\text{C}(-\text{CN})_2$ 所表示的基、及下述式（a-1）～式（a-9）所表示的基。

【0195】 [化 42]



【0196】 式 (a-1) ~ 式 (a-7) 中，

T 表示可具有取代基的碳環、或可具有取代基的雜環。碳環及雜環可為單環，亦可為縮合環。於該些環具有多個取代基的情況下，存在多個的取代基可相同亦可不同。

【0197】 關於作為 T 的可具有取代基的碳環的例子，可列舉芳香族碳環，較佳為芳香族碳環。關於作為 T 的可具有取代基的碳環的具體例，可列舉苯環、萘環、蔥環、稠四苯環、稠五苯環、芘環及菲環，較佳為苯環、萘環及菲環，更佳為苯環及萘環，進而佳為苯環。該些環可具有取代基。

【0198】 關於作為 T 的可具有取代基的雜環的例子，可列舉芳香族雜環，較佳為芳香族碳環。關於作為 T 的可具有取代基的雜環的具體例，可列舉吡啶環、噻嗪環、嘓啶環、吡嗪環、吡咯環、

呋喃環、噻吩環、咪唑環、噁唑環、噻唑環及噻吩并噻吩環，較佳為噻吩環及吡啶環、吡嗪環、噻唑環，更佳為噻吩環。該些環可具有取代基。

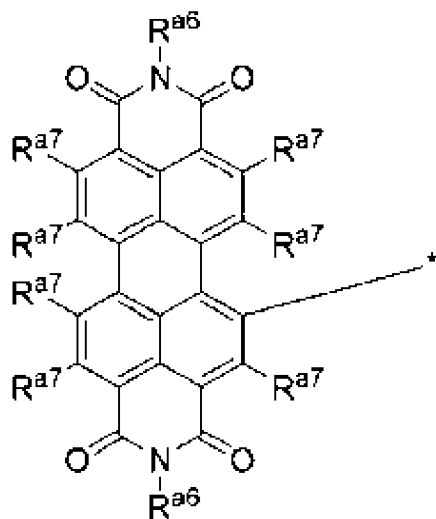
【0199】 關於作為 T 的碳環或雜環可具有的取代基的例子，可列舉鹵素原子、烷基、烷氧基、芳基及一價雜環基，較佳為氟原子及/或碳原子數 1~6 的烷基。

【0200】 X^4 、 X^5 及 X^6 分別獨立地表示氧原子、硫原子、亞烷基或 $=C(-CN)_2$ 所表示的基，較佳為氧原子、硫原子或 $=C(-CN)_2$ 所表示的基。

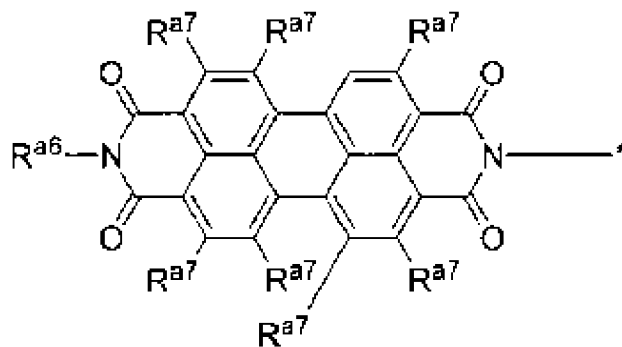
【0201】 X^7 表示氫原子、鹵素原子、氰基、可具有取代基的烷基、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的芳基或一價雜環基。

【0202】 R^{a1} 、 R^{a2} 、 R^{a3} 、 R^{a4} 及 R^{a5} 分別獨立地表示氫原子、可具有取代基的烷基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的芳基或一價雜環基，較佳為可具有取代基的烷基或可具有取代基的芳基。

【0203】 [化 43]



(a-8)



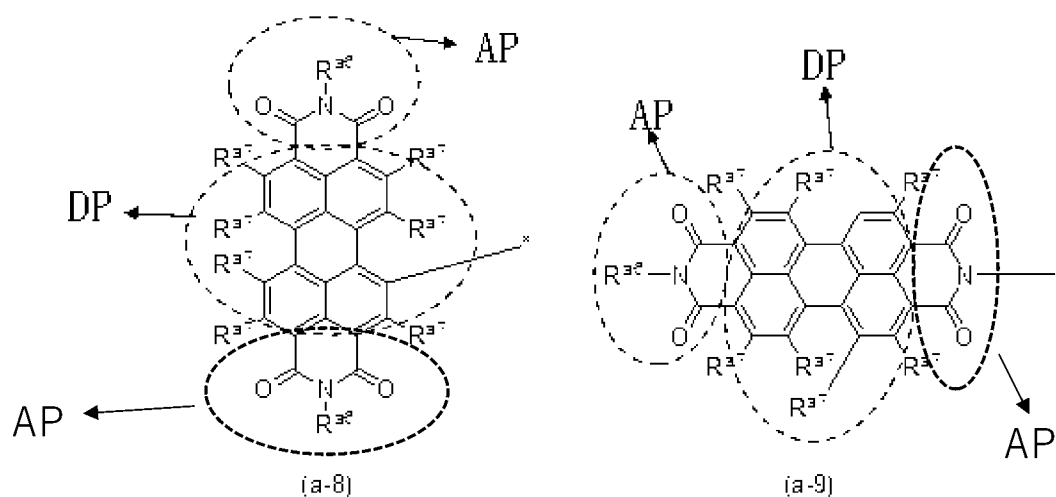
(a-9)

【0204】 於式 (a-8) 及式 (a-9) 中，

R^{a6} 及 R^{a7} 分別獨立地表示氫原子、鹵素原子、可具有取代基的烷基、可具有取代基的環烷基、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的環烷氧基、可具有取代基的一價芳香族碳環基或可具有取代基的一價芳香族雜環基，存在多個的 R^{a6} 及 R^{a7} 可相同亦可不同。

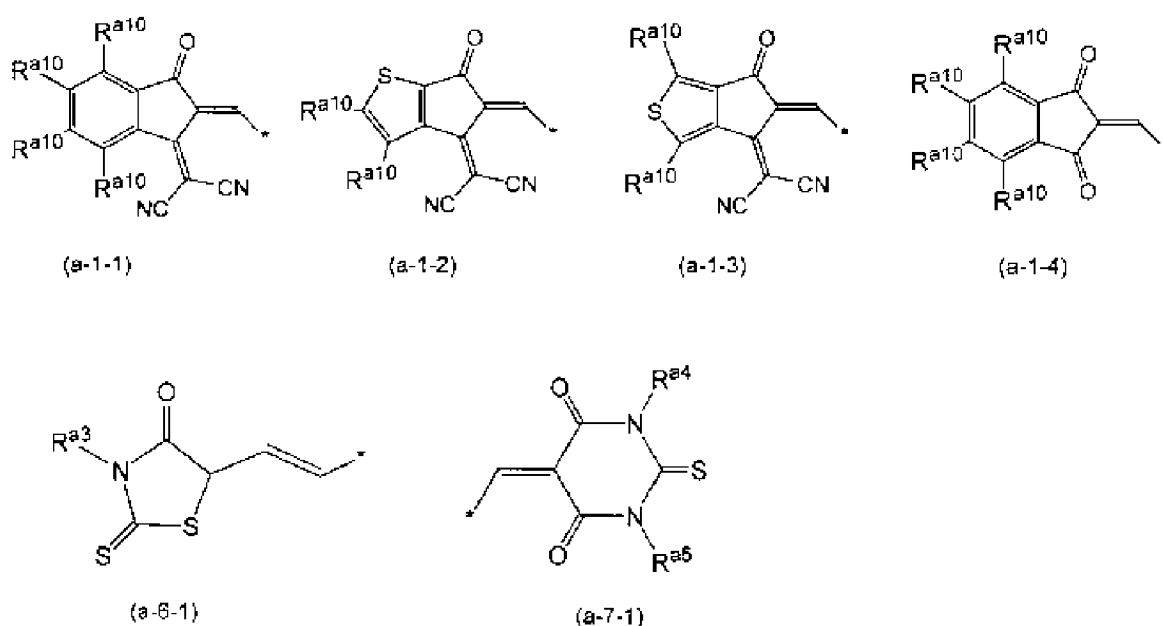
【0205】 式 (a-8) 或式 (a-9) 所表示的基包括具有受電子性的部分 AP 及具有供電子性的部分 DP。以下示出式 (a-8) 及式 (a-9) 所表示的基中的部分 AP 及部分 DP。

【0206】 [化 44]



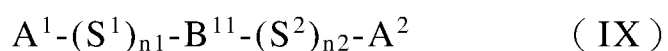
【0207】 關於作為 A^1 及 A^2 的拉電子性基，較佳為下述的基。此處，存在多個的 R^{a10} 分別獨立地表示氫原子或取代基，較佳為表示氫原子、鹵素原子或烷基。 R^{a3} 、 R^{a4} 及 R^{a5} 分別獨立地與以上所述為相同含義，較佳為表示可具有取代基的烷基或可具有取代基的芳基。

【0208】 [化 45]



【0209】 關於作為 B^{10} 的包含 π 共軛系的基的例子，可列舉後述的式 (IX) 所表示的化合物中的 $-(S^1)_{n1}-B^{11}-(S^2)_{n2}$ -所表示的基。

【0210】 作為 n 型半導體材料的 DP-AP 化合物較佳為下述式 (IX) 所表示的化合物。



【0211】 式 (IX) 中，

A^1 及 A^2 分別獨立地表示拉電子性基。 A^1 及 A^2 的例子及較佳例與關於所述式 (VIII) 中的 A^1 及 A^2 加以說明的例子及較佳例相同。

【0212】 S^1 及 S^2 分別獨立地表示可具有取代基的二價碳環基、可具有取代基的二價雜環基、 $-C(R^{s1})=C(R^{s2})$ -所表示的基（此處， R^{s1} 及 R^{s2} 分別獨立地表示氫原子或取代基（較佳為氫原子、鹵素原子、可具有取代基的烷基、可具有取代基的烷氧基、氰基、可具有取代基的芳基、或可具有取代基的一價雜環基））、或 $-C\equiv C-$ 所表示的基。

【0213】 作為 S^1 及 S^2 的可具有取代基的二價碳環基及可具有取代基的二價雜環基可為縮合環。於二價碳環基或二價雜環基具有多個取代基的情況下，存在多個的取代基可相同亦可不同。

【0214】 如上所述般，式 (IX) 所表示的 DP-AP 化合物具有部

分 DP、部分 AP 藉由作為間隔物（基、構成單元）的 S^1 及 S^2 連結而成的結構。

【0215】 作為二價碳環基的例子，可列舉二價芳香族碳環基。

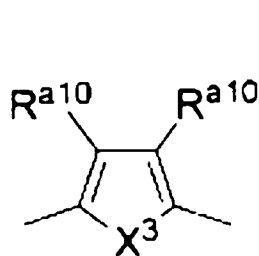
作為二價雜環基的例子，可列舉二價芳香族雜環基。

於二價芳香族碳環基或二價芳香族雜環基為縮合環的情況下，構成縮合環的環的全部可為具有芳香族性的縮合環，亦可僅一部分為具有芳香族性的縮合環。

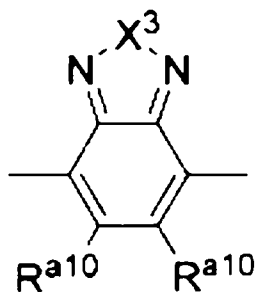
【0216】 作為 S^1 及 S^2 的例子，可列舉作為 Ar^3 所表示的二價芳香族雜環基的例子而列舉的、式（101）～式（172）、式（178）～式（185）中的任一者所表示的基、以及該些基中的氫原子被取代基取代而成的基。

【0217】 S^1 及 S^2 較佳為分別獨立地表示下述式（s-1）及式（s-2）中的任一者所表示的基。

【0218】 [化 46]



(s-1)



(s-2)

【0219】 於式 (s-1) 及式 (s-2) 中，

X^3 表示氧原子或硫原子。

R^{a10} 如所述定義般。

【0220】 S^1 及 S^2 較佳為分別獨立地為式 (142)、式 (148)、式 (184) 所表示的基、或該些基中的氫原子被取代基取代而成的基，更佳為所述式 (142) 或者式 (184) 所表示的基、或式 (184) 所表示的基中的一個氫原子被烷氧基取代而成的基。

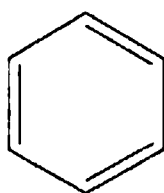
【0221】 B^{11} 表示縮合環基，所述縮合環基為選自由碳環結構及雜環結構所組成的群組中的兩個以上的結構，並且不含鄰-迫位縮合結構，且可具有取代基。

【0222】 作為 B^{11} 的縮合環基亦可包含將彼此相同的兩個以上的結構縮合而成的結構。

【0223】 於作為 B^{11} 的縮合環基具有多個取代基的情況下，存在多個的取代基可相同亦可不同。

【0224】 作為可構成作為 B^{11} 的縮合環基的碳環結構的例子，可列舉下述式 (Cy1) 及式 (Cy2) 所表示的環結構。

【0225】 [化 47]



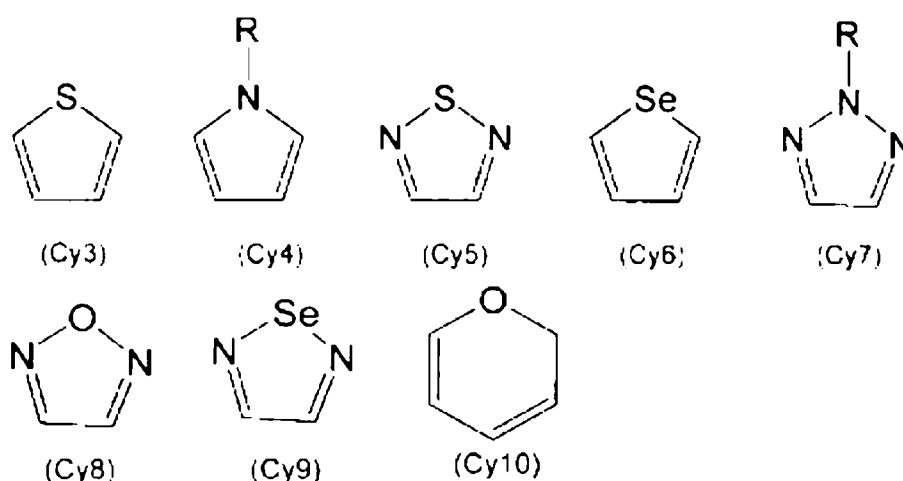
(Cy1)



(Cy2)

【0226】 作為可構成作為 B^{11} 的縮合環基的雜環結構的例子，可列舉下述式 (Cy3) ~ 式 (Cy10) 所表示的環結構。

【0227】 [化 48]



【0228】 式中，R 如所述定義般。

B^{11} 較佳為選自由所述式 (Cy1) ~ 式 (Cy10) 所表示的結構所組成的群組中的兩個以上的結構縮合而成、並且不含鄰-迫位縮合結構且可具有取代基的縮合環基。 B^{11} 亦可包含所述式 (Cy1) ~ 式 (Cy10) 所表示的結構中的兩個以上的相同結構縮合而成的結構。

【0229】 B^{11} 更佳為選自由所述式 (Cy1) ~ 式 (Cy5) 及式 (Cy7) 所表示的結構所組成的群組中的兩個以上的結構縮合而成、並且不含鄰-迫位縮合結構且可具有取代基的縮合環基。

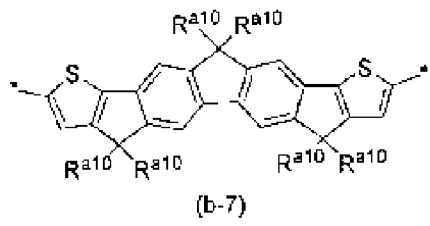
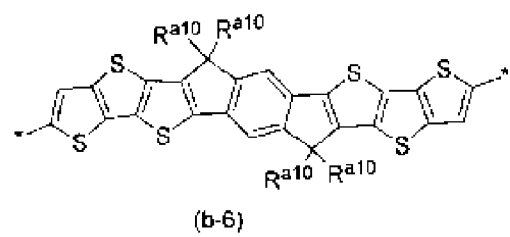
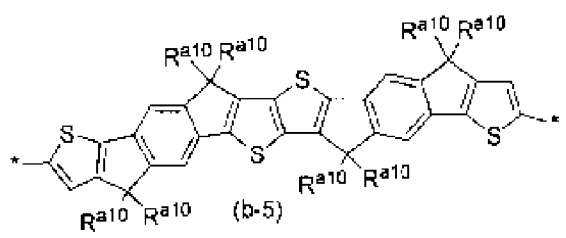
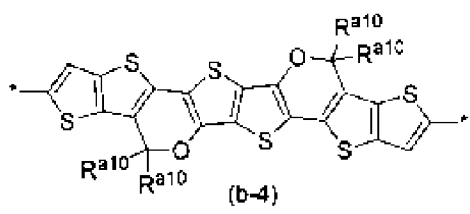
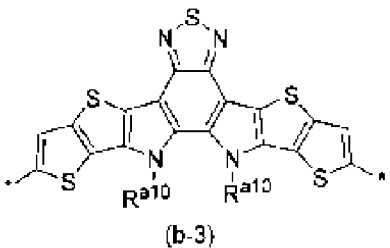
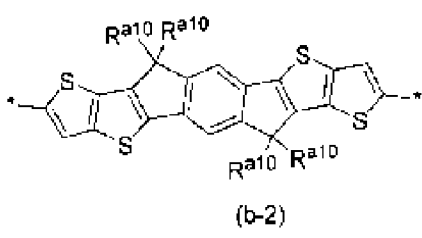
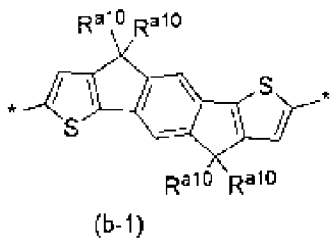
【0230】 作為 B^{11} 的縮合環基可具有的取代基較佳為可具有取代

基的烷基、可具有取代基的芳基、可具有取代基的烷氧基及可具有取代基的一價雜環基。由 B^{11} 所表示的縮合環基可具有的芳基例如可經烷基取代。

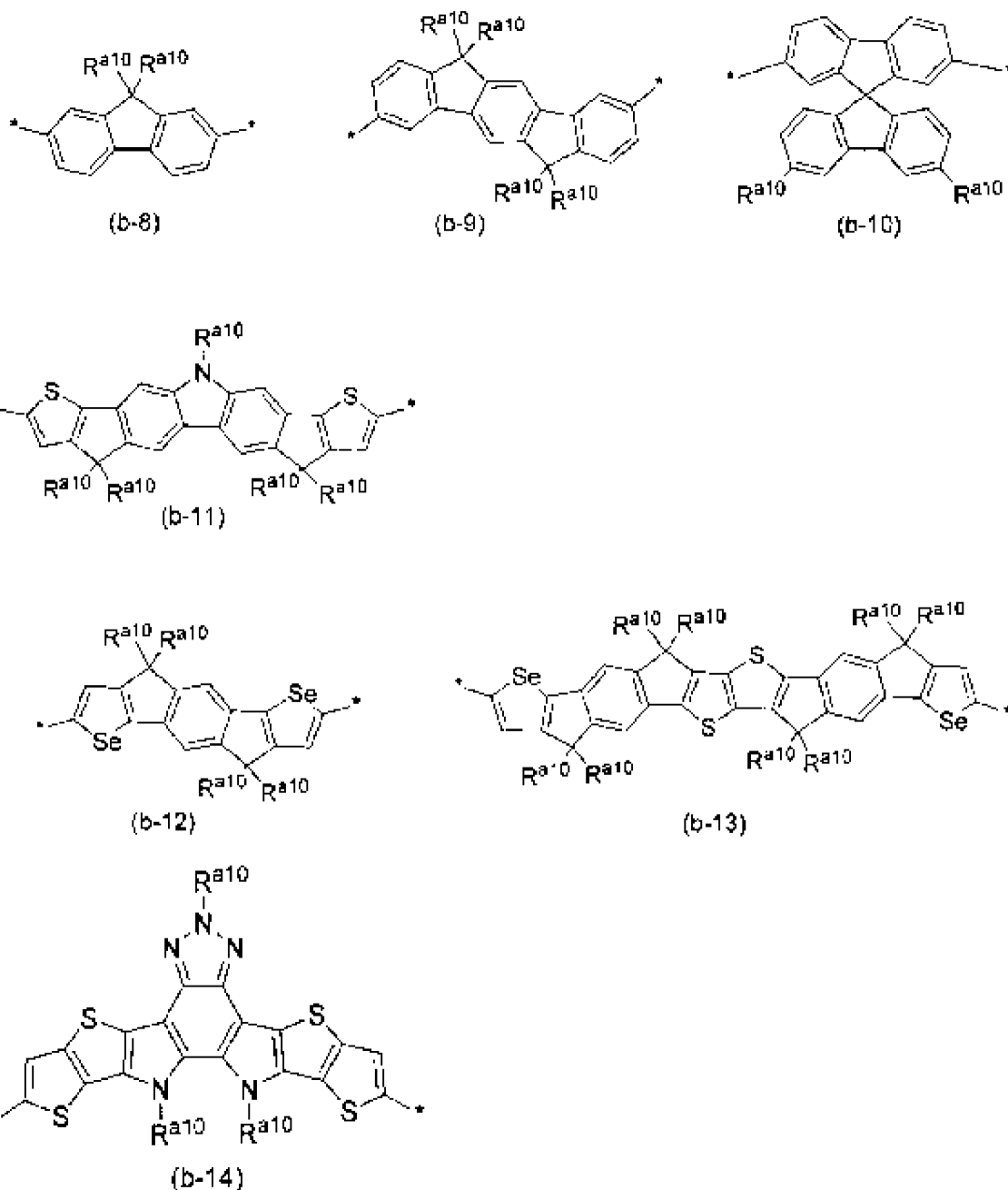
【0231】 關於作為 B^{11} 的縮合環基的例子，可列舉：下述式 (b-1) ~ 式 (b-14) 所表示的基及該些基中的氫原子被取代基（較佳為可具有取代基的烷基、可具有取代基的芳基、可具有取代基的烷氧基或可具有取代基的一價雜環基）取代而成的基。

式 (b-1) ~ 式 (b-14) 中， R^{a10} 如所述定義般。式 (b-1) ~ 式 (b-14) 中，多個 R^{a10} 分別獨立地表示氫原子或取代基，較佳為表示可具有取代基的烷基、或可具有取代基的芳基。

【0232】 [化 49]



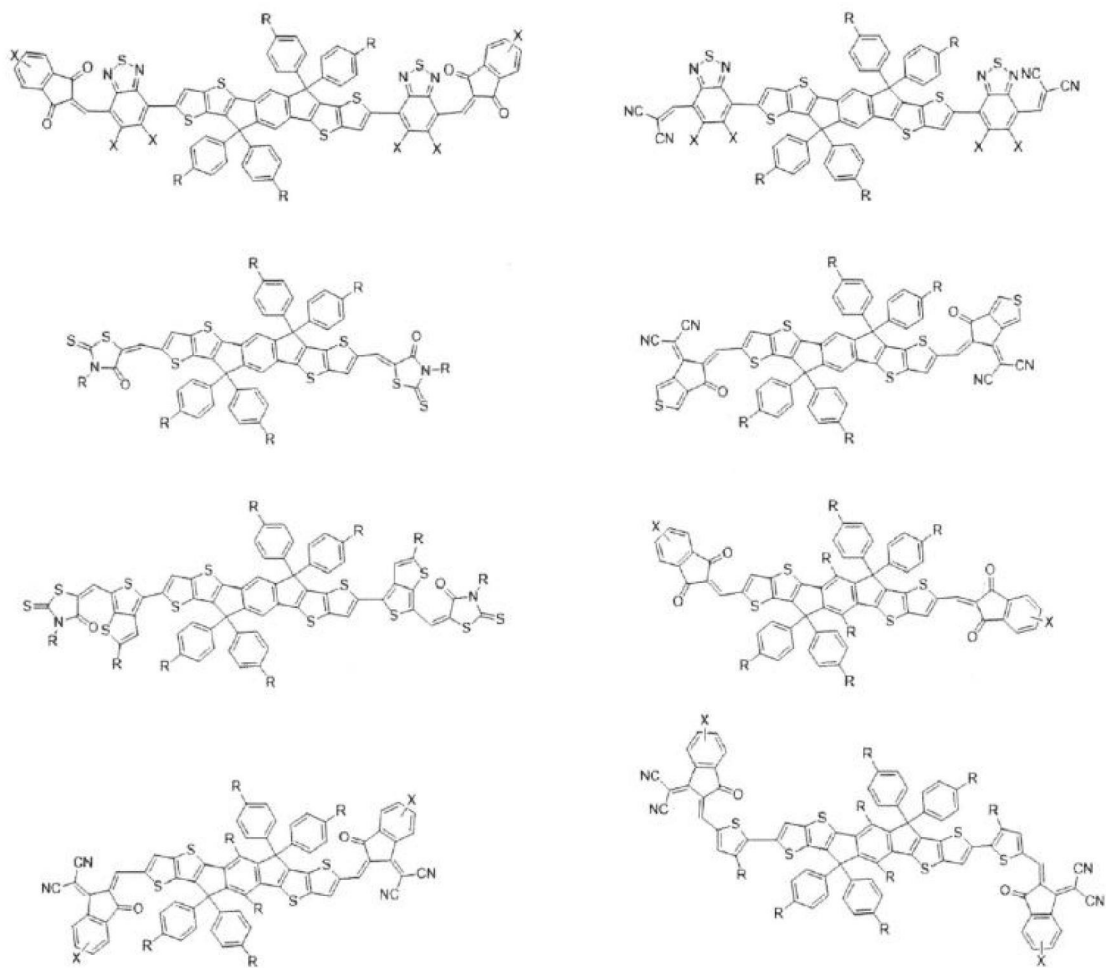
【0233】 [化 50]



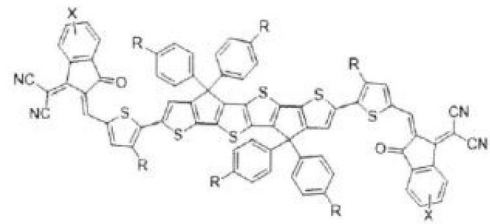
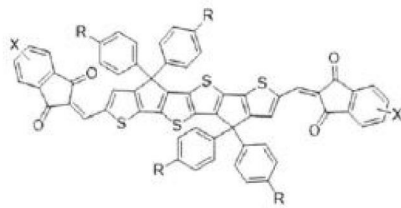
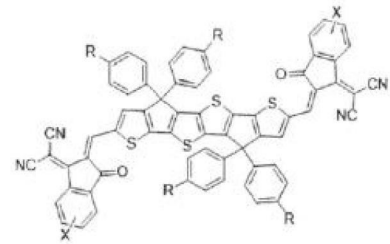
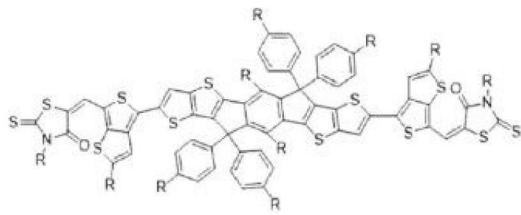
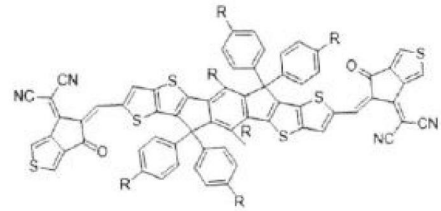
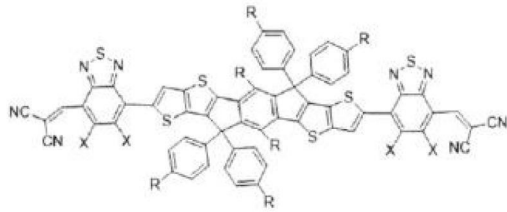
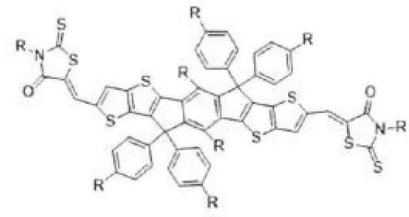
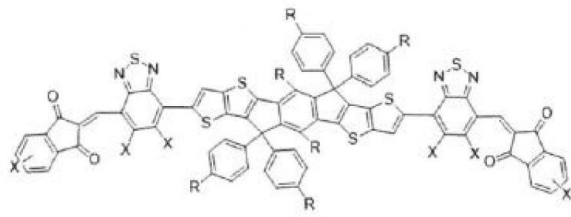
【0234】 式 (IX) 中， n_1 及 n_2 分別獨立地表示 0 以上的整數，較佳為分別獨立地表示 0 或 1，更佳為同時表示 0 或 1。

【0235】 作為式 (VIII) 或式 (IX) 所表示的化合物的例子，可列舉下述式所表示的化合物。

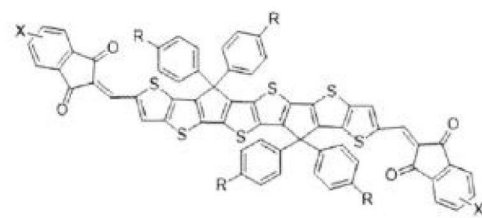
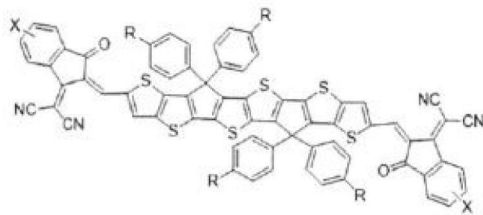
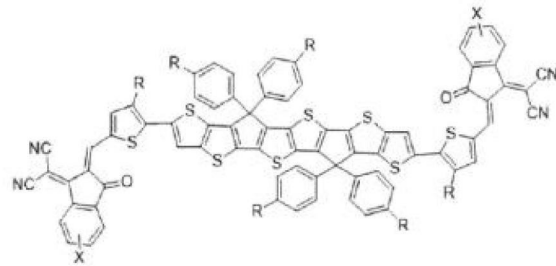
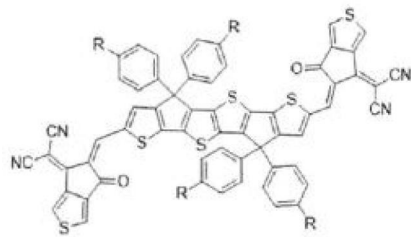
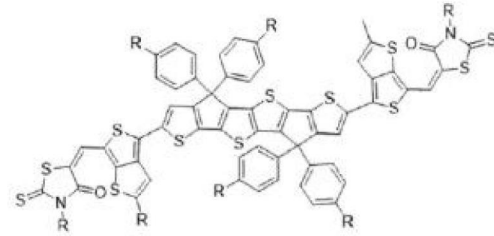
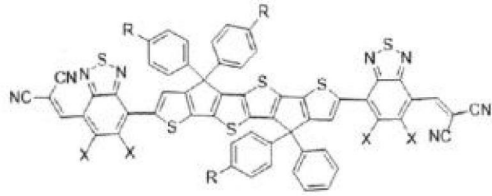
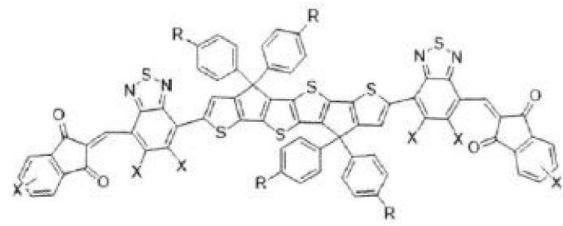
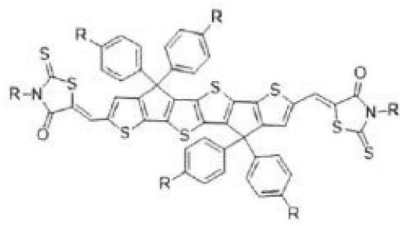
【0236】 [化 51]



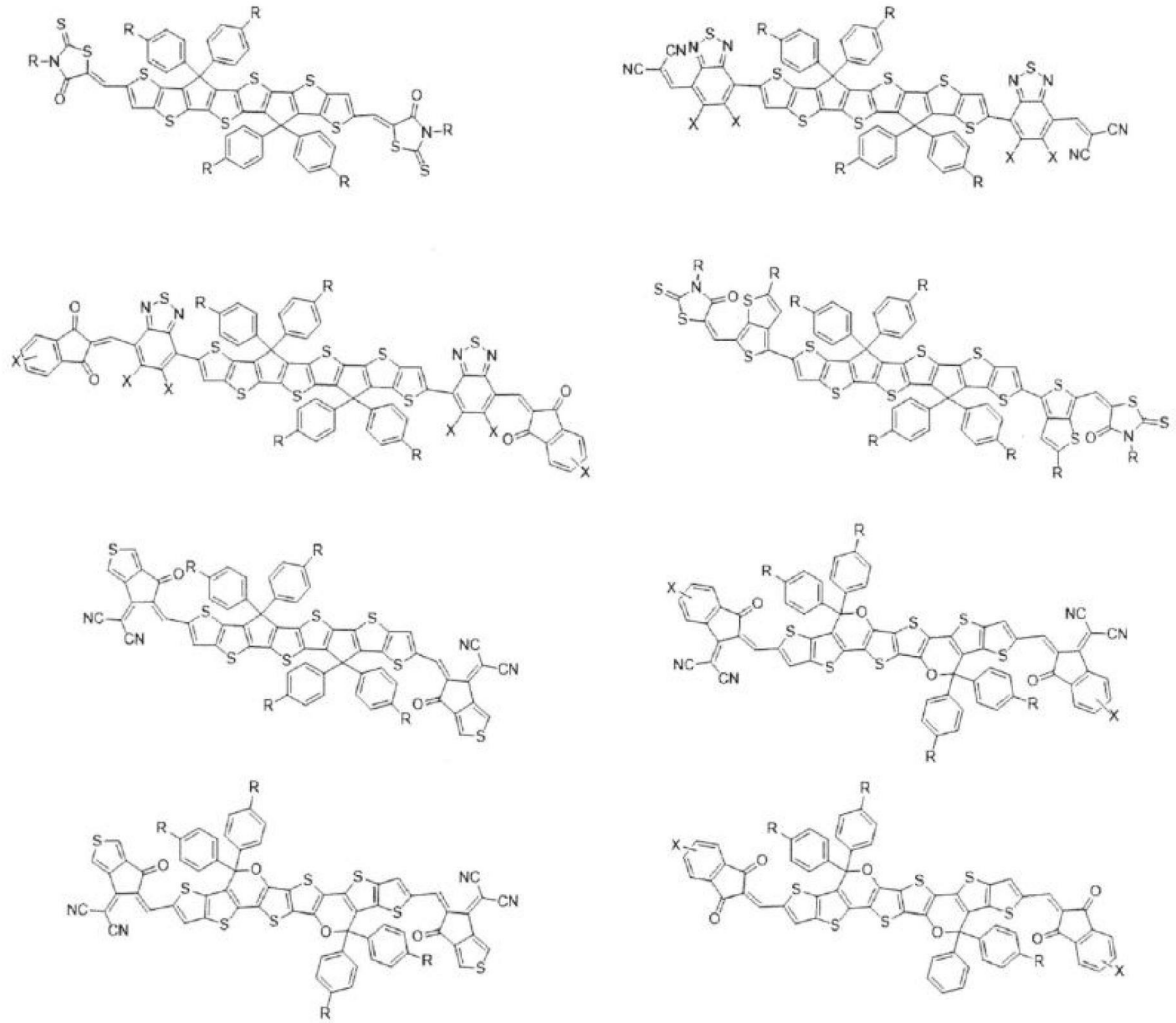
【0237】 [化 52]



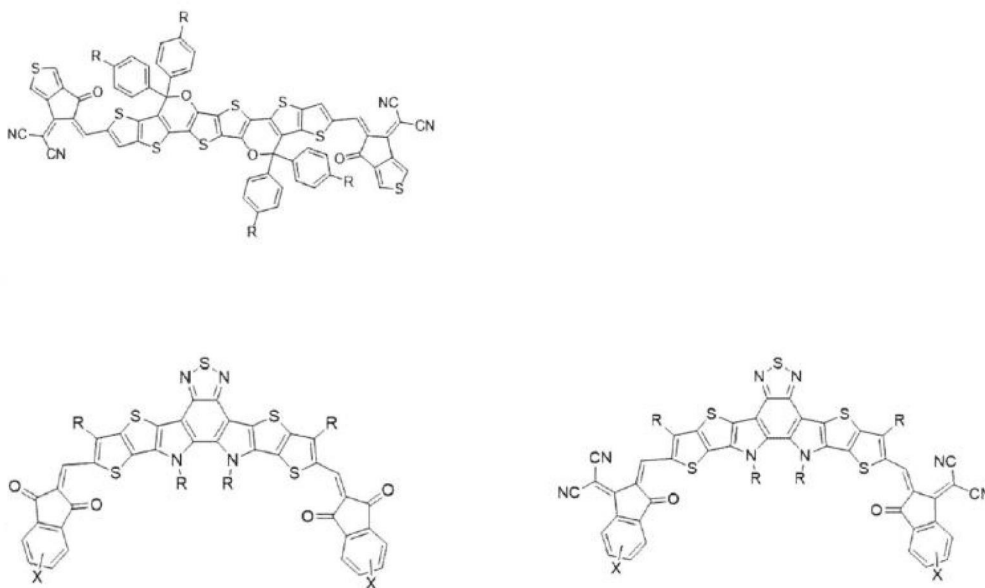
【0238】 [化 53]



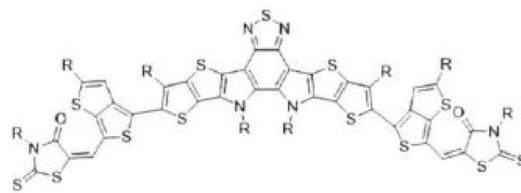
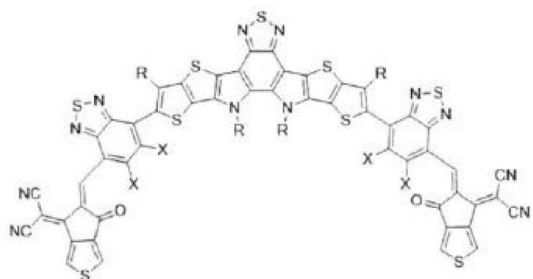
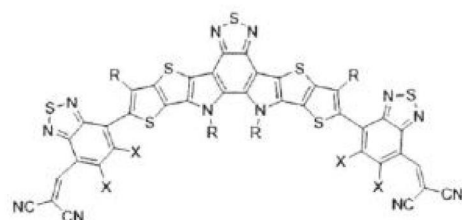
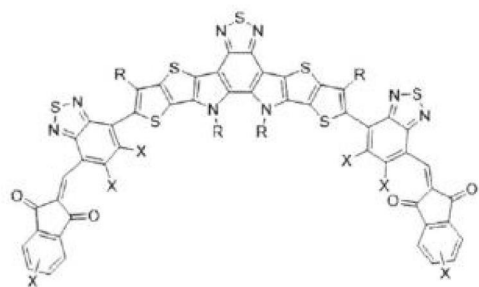
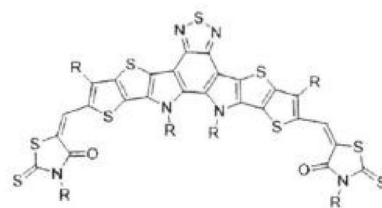
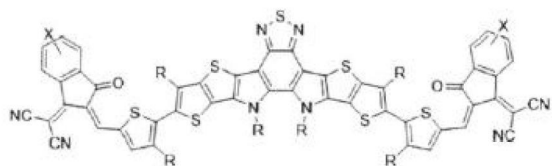
【0239】 [化 54]



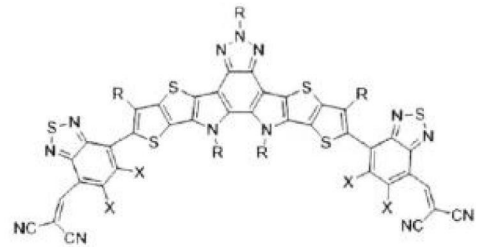
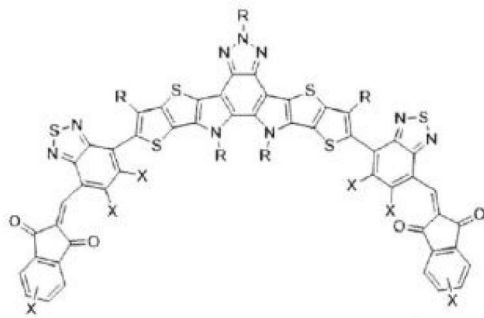
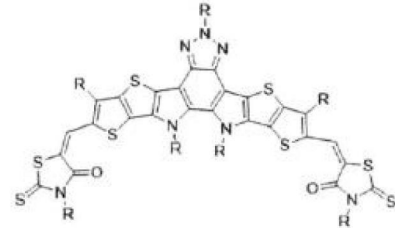
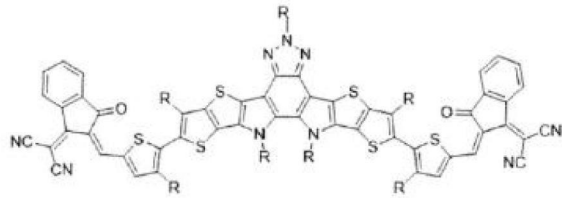
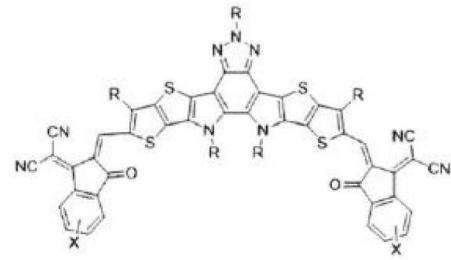
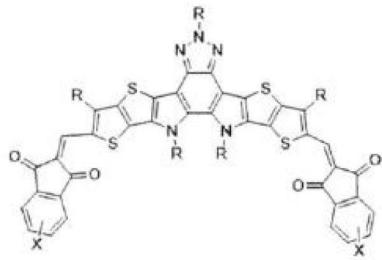
【0240】 [化 55]



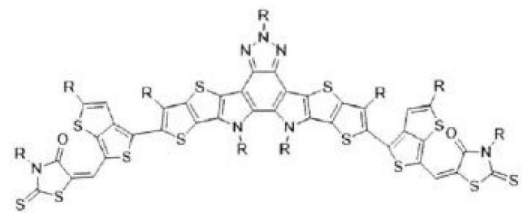
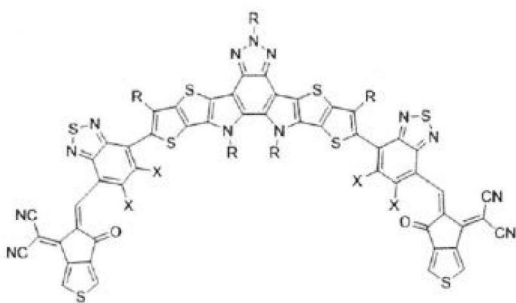
【0241】 [化 56]



【0242】 [化 57]



【0243】 [化 58]

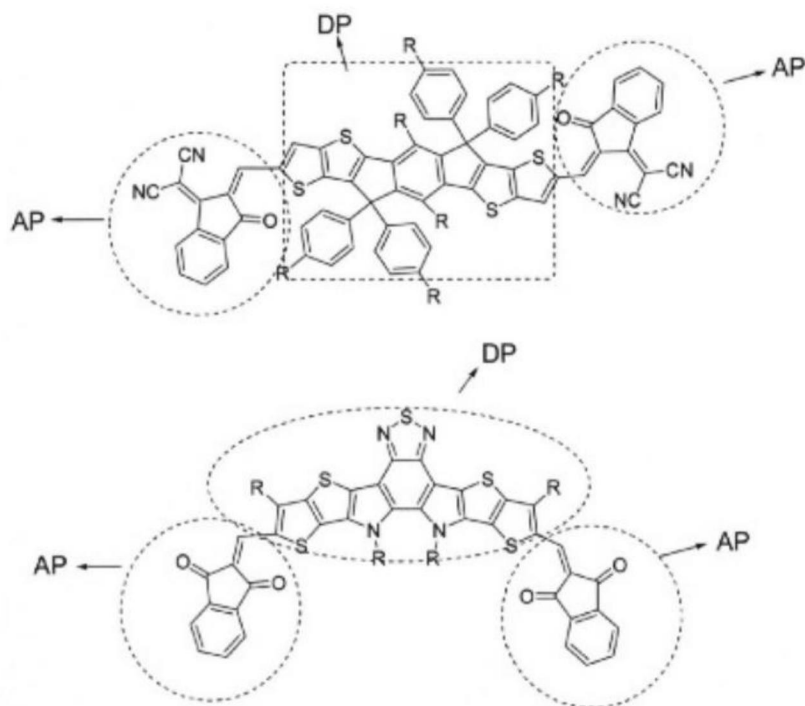


【0244】 式中，R 如所述定義般，X 為氫原子、鹵素原子、氰基或可具有取代基的烷基。

【0245】 以下示出式 (VIII) 或式 (IX) 所表示的化合物中的部

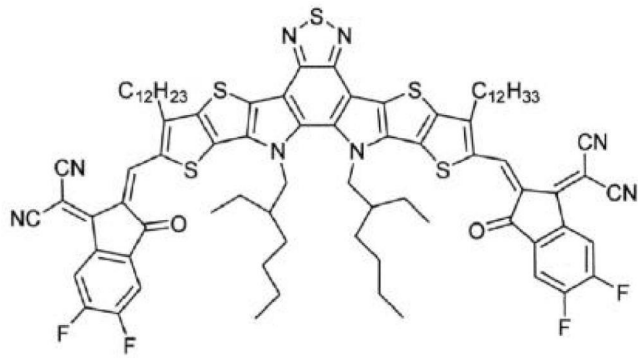
分 AP 及部分 DP 的例子。

【0246】 [化 59]

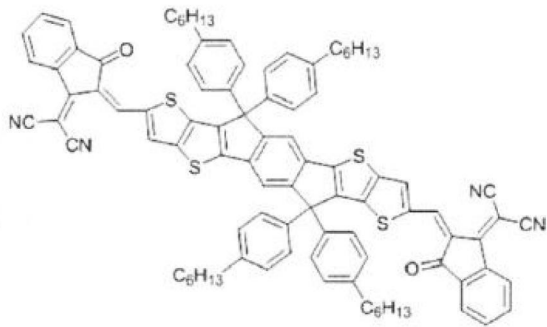


【0247】 作為式 (VIII) 或式 (IX) 所表示的化合物，較佳為下述式 N-1～式 N-6 所表示的化合物。

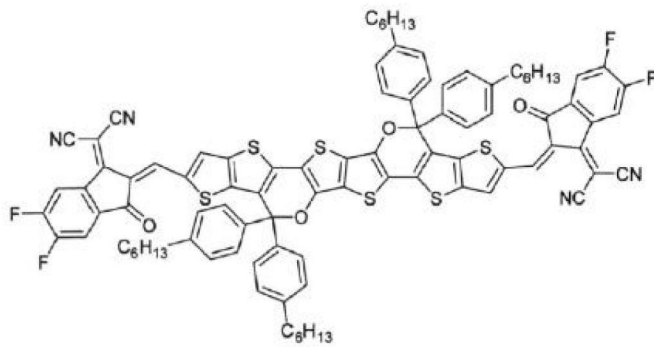
【0248】 [化 60]



N - 1

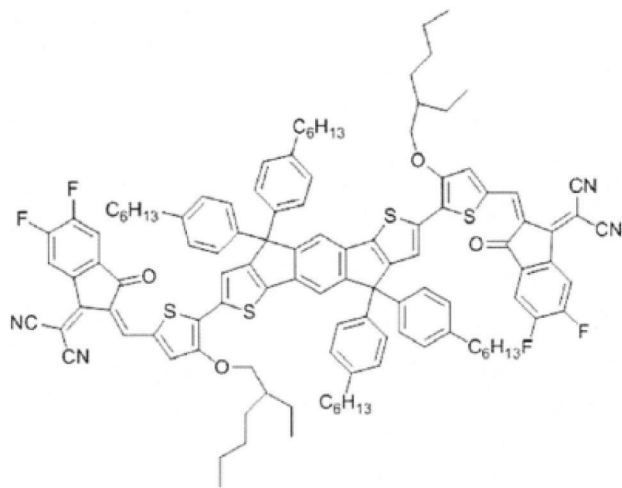


N - 2

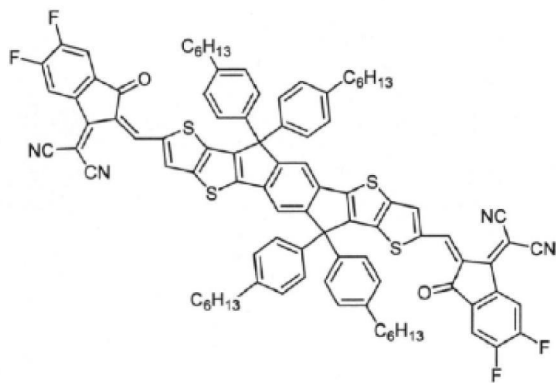


N - 3

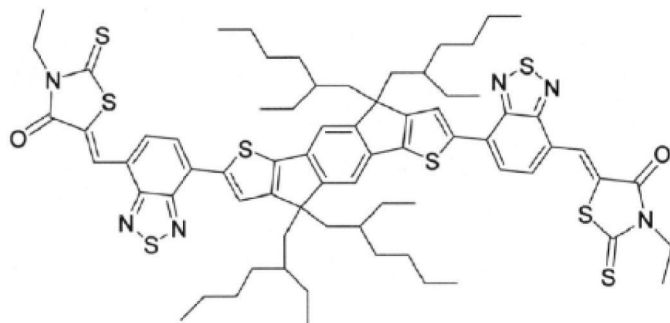
【0249】 [化 61]



N - 4



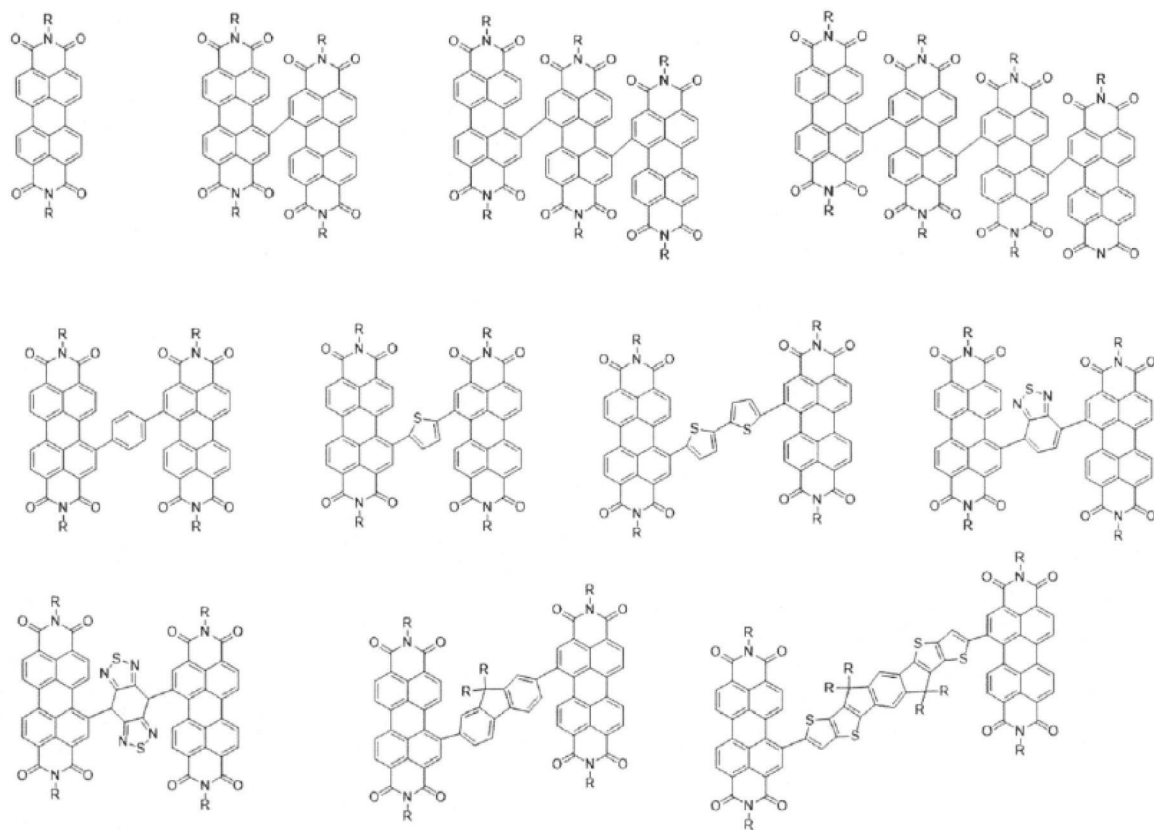
N - 5



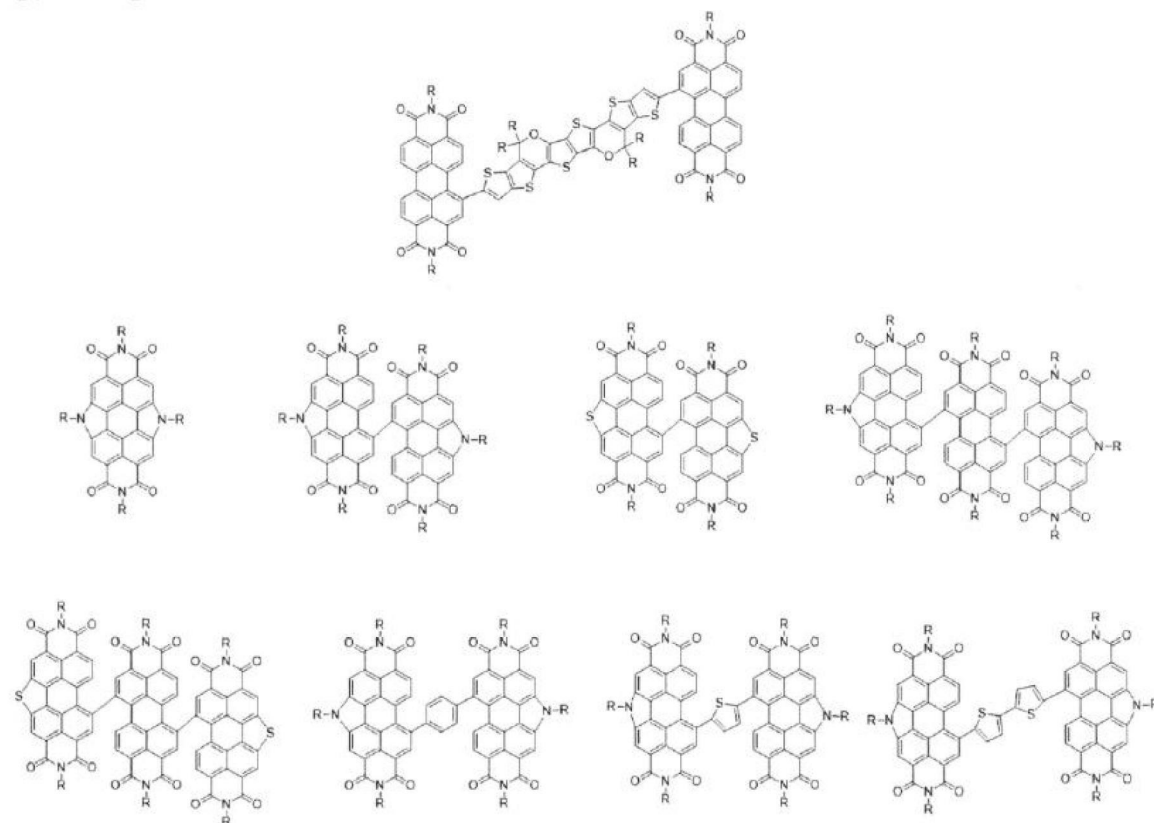
N - 6

【0250】 作為 n 型半導體材料的所述 DP-AP 化合物亦可為包含茈四羧酸二醯亞胺結構的化合物。作為 DP-AP 化合物的包含茈四羧酸二醯亞胺結構的化合物的例子可列舉下述式所表示的化合物。

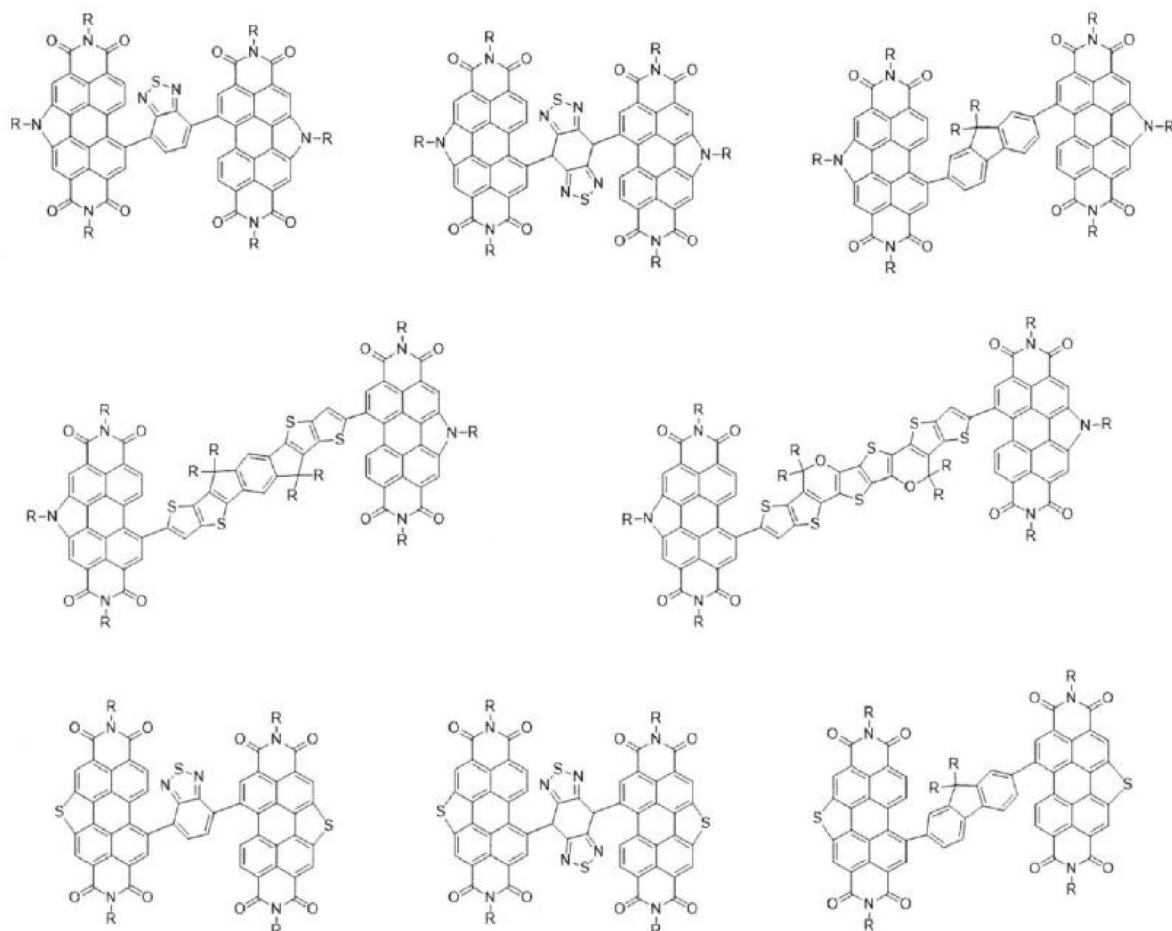
【0251】 [化 62]



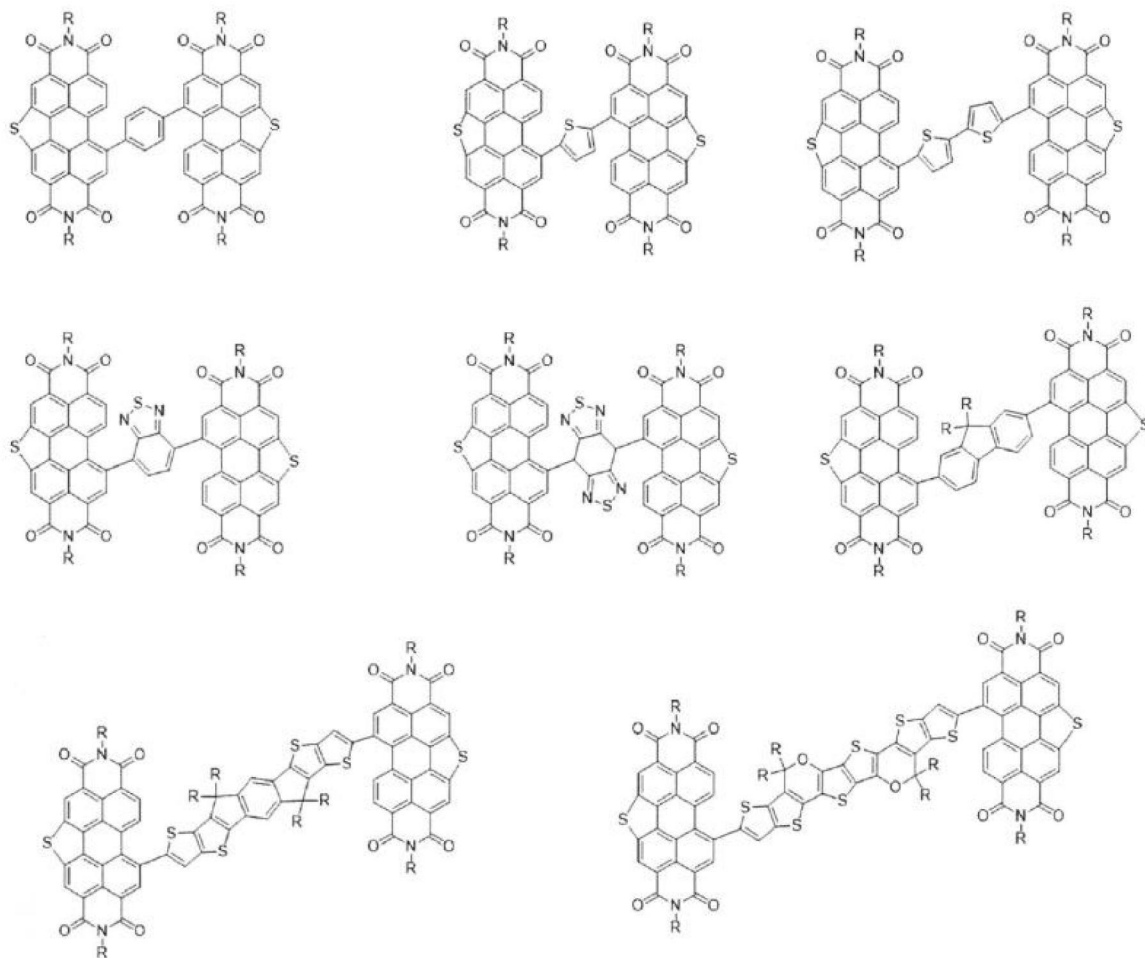
【0252】 [化 63]



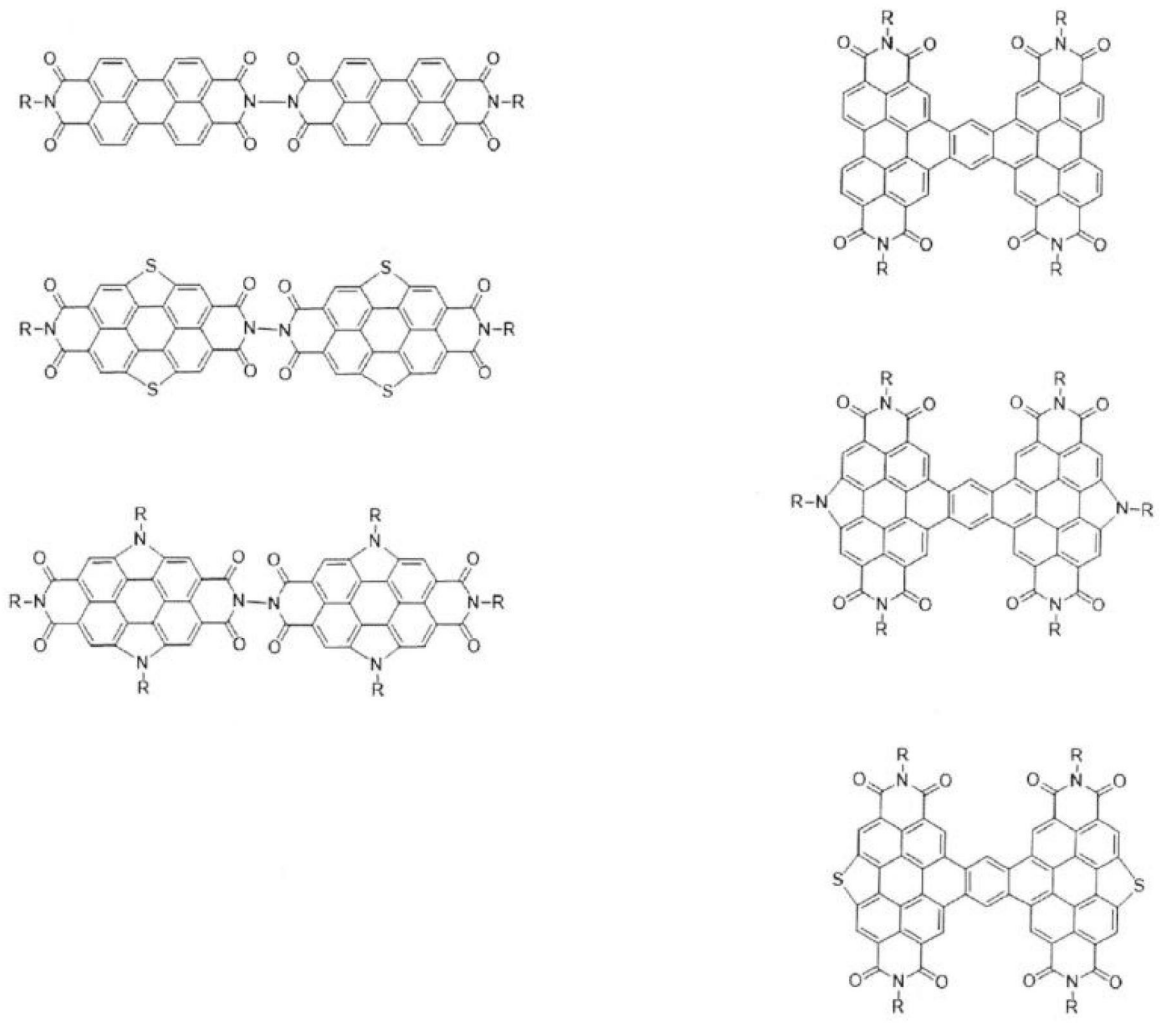
【0253】 [化 64]



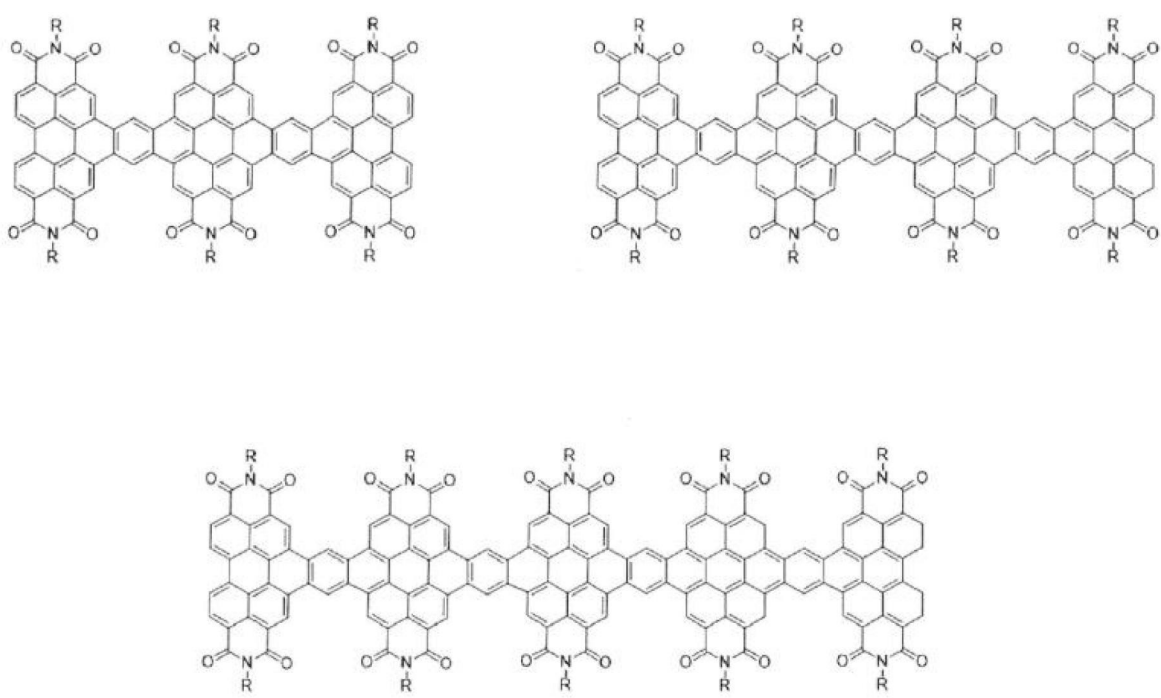
【0254】 [化 65]



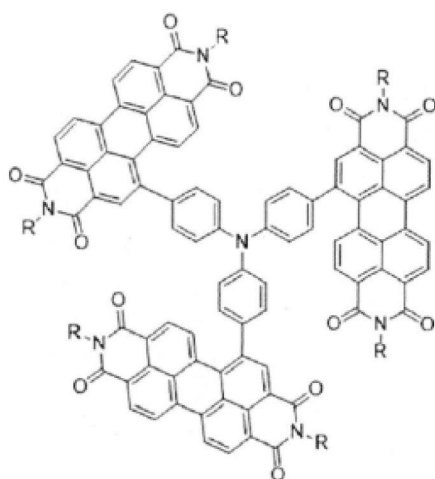
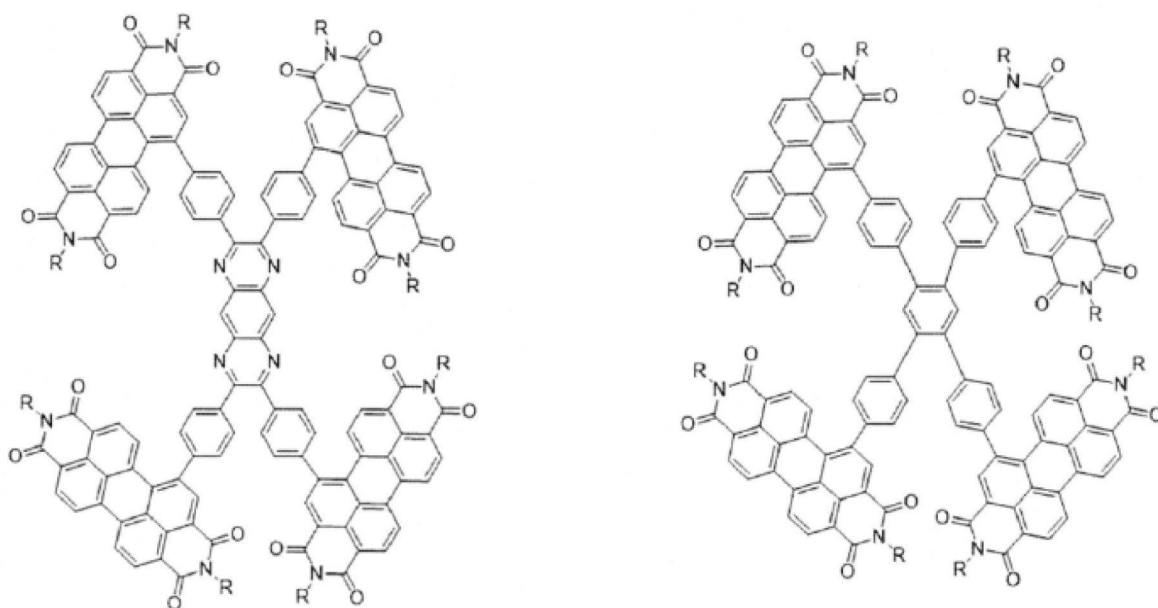
【0255】 [化 66]



【0256】 [化 67]



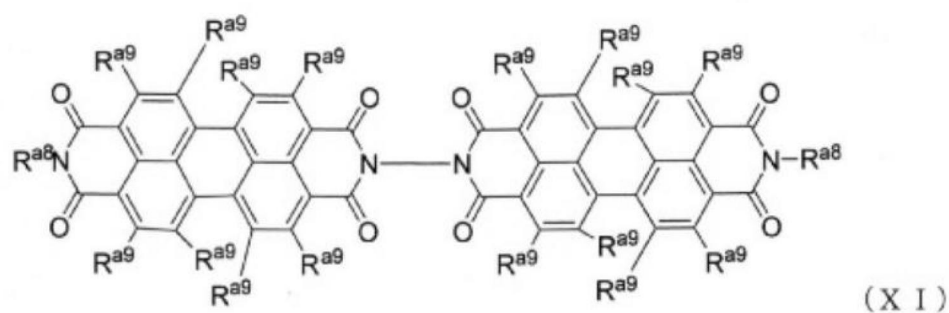
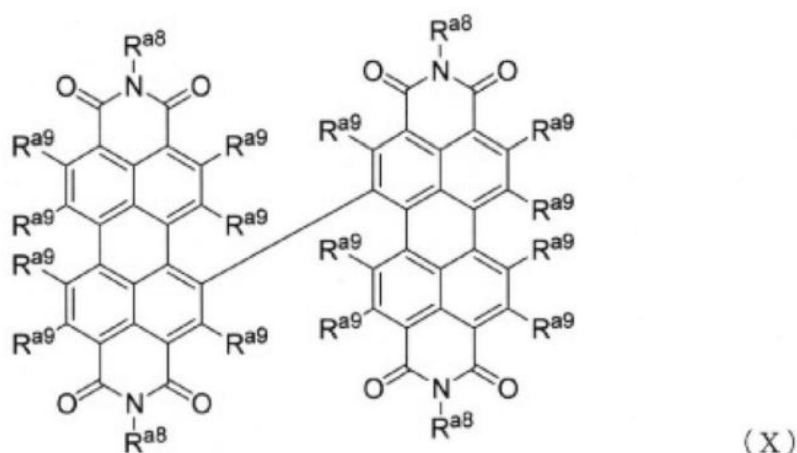
【0257】 [化 68]



【0258】 式中，R 如所述定義般。存在多個的 R 可相同亦可不同。

【0259】 作為 n 型半導體材料的 DP-AP 化合物較佳為下述式 (X) 或式 (XI) 所表示的化合物，更佳為下述式 (X) 所表示的化合物。下述式 (X) 或式 (XI) 所表示的化合物為包含芴四羧酸二醯亞胺結構的化合物。

【0260】 [化 69]



【0261】 式 (X) 及式 (XI) 中， R^{a8} 及 R^{a9} 分別獨立地表示氫原子、鹵素原子、可具有取代基的烷基、可具有取代基的環烷基、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的環烷氧基、可具有取代基的一價芳香族碳環基或可具有取代基的一價芳香族雜環基。存在多個的 R^{a8} 及 R^{a9} 可相同亦可不同。

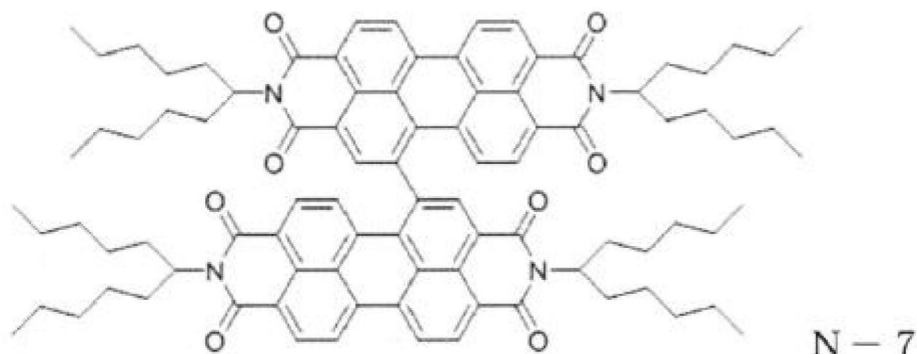
【0262】 R^{a8} 較佳為可具有取代基的烷基、或可具有取代基的芳基，更佳為可具有取代基的烷基，進而佳為可具有取代基的碳原子數 6~20 的烷基。該碳原子數中不包括取代基的碳原子數。

【0263】 R^{a9} 較佳為氫原子、鹵素原子、可具有取代基的烷基、

可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的芳基或可具有取代基的一價雜環基，更佳為氫原子。

【0264】 作為式 (X) 所表示的化合物的例子，可列舉下述式 N-7 所表示的化合物。

【0265】 [化 70]



【0266】 此處，關於 p 型半導體材料與 n 型半導體材料的關係，當將 p 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值設為 $|HOMO_p|$ ，且將 LUMO 的能階的絕對值設為 $|LUMO_p|$ ，以及將 n 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值設為 $|HOMO_n|$ ，且將 LUMO 的能階的絕對值設為 $|LUMO_n|$ 時， $|HOMO_n| - |HOMO_p|$ 的值較佳為大於 -0.5 eV，更佳為大於 0.01 eV，進而佳為小於 3 eV，甚至更佳為小於 2 eV，特佳為大於 -0.5 eV 且小於 3 eV，尤其較佳為大於 0.01 eV 且小於 2 eV。

【0267】 另外， $|LUMO_n| - |LUMO_p|$ 的值較佳為大於 -0.5 eV，更佳為大於 0.01 eV，進而佳為小於 2 eV，甚至更佳為大於 -0.5 eV 且小於 2 eV，特佳為大於 0.01 eV 且小於 2 eV。

【0268】 (中間層)

如圖 1 所示，本實施方式的光檢測元件中，作為用於提高特性的構成要素，例如較佳為包括電荷傳輸層（電子傳輸層、電洞傳輸層、電子注入層、電洞注入層）等中間層（緩衝層）。

【0269】 另外，作為中間層中使用的材料的例子，可列舉：鈣等金屬、氧化鋁、氧化鋅等無機氧化物半導體、及 PEDOT（聚(3,4-乙烯二氧噻吩)）與 PSS（聚(4-苯乙烯磺酸鹽)）的混合物（PEDOT：PSS）。

【0270】 中間層可藉由先前公知的任意適合的形成方法來形成。中間層可藉由真空蒸鍍法或塗佈法等形成。

【0271】 如圖 1 所示，光檢測元件較佳為於作為陰極的第二電極與活性層之間包括電子傳輸層作為中間層。電子傳輸層具有自活性層向第二電極傳輸電子的功能。

【0272】 有時將與第二電極相接地設置的電子傳輸層特別地稱為電子注入層。與第二電極相接地設置的電子傳輸層（電子注入層）具有促進活性層中產生的電子向第二電極注入的功能。

【0273】 電子傳輸層包含電子傳輸性材料。作為電子傳輸性材料的例子，可列舉：乙氧基化聚乙烯亞胺（PEIE）、包含萘結構的高分子化合物、鈣等金屬、金屬氧化物。

【0274】 作為包含萘結構的高分子化合物的例子，可列舉聚[(9,9-雙(3'-(N,N-二甲基胺基)丙基)-2,7-萘)-鄰-2,7-(9,9'-二辛基萘)]（PFN）及 PFN-P2。

【0275】 作為金屬氧化物的例子，可列舉氧化鋅、鎵摻雜氧化

鋅、鋁摻雜氧化鋅、氧化鈦及氧化鋯。作為金屬氧化物，較佳為包含鋅的金屬氧化物，其中較佳為氧化鋅。

【0276】 作為其他電子傳輸性材料的例子，可列舉聚(4-乙炔基苯酚)、茈二醯亞胺。

【0277】 如圖 1 所示，本實施方式的光檢測元件較佳為於第一電極與活性層之間包括電洞傳輸層作為中間層。電洞傳輸層具有自活性層向第一電極傳輸電洞的功能。電洞傳輸層可與第一電極相接。電洞傳輸層亦可與活性層相接。

【0278】 有時將與第一電極相接地設置的電洞傳輸層特別地稱為電洞注入層。與第一電極相接地設置的電洞傳輸層（電洞注入層）具有促進電洞向第一電極注入的功能。電洞傳輸層（電洞注入層）亦可與活性層相接。

【0279】 電洞傳輸層包含電洞傳輸性材料。作為電洞傳輸性材料的例子，可列舉：聚噻吩及其衍生物、芳香族胺化合物、包含具有芳香族胺殘基的構成單元的高分子化合物、CuSCN、CuI、NiO、氧化鎢（ WO_3 ）及氧化鉬（ MoO_3 ）。

【0280】 本實施方式的光檢測元件較佳為中間層為電子傳輸層及電洞傳輸層，且具有基板（支持基板）、第一電極、電洞傳輸層、活性層、電子傳輸層、第二電極以依次彼此相接的方式積層的結構。

【0281】 （密封構件）

本實施方式的光檢測元件更包括密封構件，且較佳為設為由

所述密封構件密封而得的密封體。

【0282】 密封構件可使用任意適合的先前公知的構件。作為密封構件的例子，可列舉作為基板（密封基板）的玻璃基板與 UV 硬化性樹脂等密封材（接著劑）的組合。

【0283】 密封構件亦可為一層以上的層結構的密封層。作為構成密封層的層的例子，可列舉阻氣層、阻氣性膜。

【0284】 密封層較佳為由具有阻擋水分的性質（水蒸氣阻隔性）或阻擋氧的性質（氧阻隔性）的材料形成。作為適合作為密封層的材料的材料例子，可列舉：三氟化聚乙烯、聚三氟化氯乙烯（PCTFE）、聚醯亞胺、聚碳酸酯、聚對苯二甲酸乙二酯、脂環式聚烯烴、乙烯-乙烯醇共聚物等有機材料、氧化矽、氮化矽、氧化鋁、類金剛石碳（Diamond-like Carbon）等無機材料等。

【0285】 密封構件由可耐受加熱處理的材料構成，所述加熱處理通常於組裝至應用光檢測元件的、例如下述應用例的器件中時實施。

【0286】 3.光檢測元件的製造方法

本實施方式的光檢測元件的製造方法並無特別限定。光檢測元件可藉由組合適合於形成各構成要素時所選擇的材料的形式來製造。

【0287】 本實施方式的光檢測元件的構成要素可藉由使用作為塗佈液的油墨組成物的塗佈法來製造。

【0288】 本實施方式的光檢測元件的製造方法為如下光檢測元

件的製造方法，所述光檢測元件包括陽極、陰極、設置於該陽極與該陰極之間的活性層、以及設置於該陰極與該活性層之間的電子傳輸層，活性層包含 n 型半導體材料以及 p 型半導體材料，且自 n 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值減去 p 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值後的值為 0.34 (eV) 以下。

【0289】 於所述製造方法中，至少活性層較佳為藉由使用塗佈液的塗佈法形成。以下，對本實施方式的光檢測元件的製造方法進行具體說明。

【0290】 (準備基板的步驟)

於本步驟中，準備設置有陽極的支持基板。

於支持基板上設置陽極的方法並無特別限定。陽極例如可藉由真空蒸鍍法、濺射法、離子鍍法、鍍敷法等將作為電極的材料而例示的材料形成於由已說明的材料構成的支持基板上。

【0291】 另外，例如，自市場獲取設置有由已說明的電極的材料形成的導電性薄膜的基板，視需要，藉由對導電性薄膜進行圖案化而形成陽極，藉此亦可準備設置有陽極的支持基板。

【0292】 (電洞傳輸層的形成步驟)

視需要，於陽極上形成電洞傳輸層。

電洞傳輸層的形成方法並無特別限定。就進一步簡化電洞傳輸層的形成步驟的觀點而言，較佳為藉由塗佈法形成電洞傳輸層。電洞傳輸層例如可藉由將包含已說明的電洞傳輸性材料及溶劑的塗佈液塗佈於應形成電洞傳輸層的層上來形成。

【0293】 作為構成於用於形成電洞傳輸層的塗佈法中使用的塗佈液的溶劑，例如可列舉水、醇、酮及烴等。作為醇的具體例，可列舉：甲醇、乙醇、異丙醇、丁醇、乙二醇、丙二醇、丁氧基乙醇及甲氧基丁醇等。作為酮的具體例，可列舉丙酮、甲基乙基酮、甲基異丁基酮、2-庚酮及環己酮等。作為烴的具體例，可列舉：正戊烷、環己烷、正己烷、苯、甲苯、二甲苯、四氫萘、氯苯及鄰二氯苯等。塗佈液可包含一種單獨的溶劑，亦可包含兩種以上的溶劑，亦可包含兩種以上的上述所例示的溶劑。相對於電洞傳輸層的材料 1 重量份，塗佈液中溶劑的量較佳為 1 重量份以上且 10000 重量份以下，更佳為 10 重量份以上且 1000 重量份以下。

【0294】 作為塗佈包含電洞傳輸層的材料以及溶劑的塗佈液的方法（塗佈法），例如可列舉槽模塗佈法、旋塗法、澆鑄法、微凹版塗佈法、凹版塗佈法、棒塗法、輥塗法、線棒塗佈法、浸塗法、噴霧塗佈法、網版印刷法、柔版印刷法、平版印刷法、噴墨印刷法、分配器印刷法、噴嘴塗佈法及毛細管塗佈法等。該些中，較佳為槽模塗佈法、旋塗法、柔版印刷法、噴墨印刷法、分配器印刷法。

【0295】 較佳為藉由將塗佈包含電洞傳輸層的材料以及溶劑的塗佈液而得的塗膜供於加熱處理、風乾處理、減壓處理等，實施除去溶劑的步驟。

【0296】 （活性層的形成步驟）

形成本實施方式的活性層的步驟為形成本體異質界面（**bulk heterojunction**）型的活性層的步驟。作為塗佈液的油墨組成物包含如下組成物以及溶劑，所述組成物包含 **n** 型半導體材料以及 **p** 型半導體材料，且自 **n** 型半導體材料的 **HOMO** 的能階的絕對值減去 **p** 型半導體材料的 **HOMO** 的能階的絕對值後的值為 **0.34 (eV)** 以下。

【0297】 形成本實施方式的活性層的步驟包括：將塗佈液塗佈於塗佈對象上以獲得塗膜的步驟（**i**）、以及自該塗膜中除去溶劑的步驟（**ii**）。

【0298】 以下，對本實施方式的光檢測元件的活性層的形成方法所包括的步驟（**i**）及步驟（**ii**）進行說明。

【0299】 步驟（**i**）

作為將塗佈液塗佈於塗佈對象的方法，可使用任意適合的塗佈法。

【0300】 活性層形成用的塗佈液塗佈於根據光檢測元件及其製造方法而選擇的塗佈對象上。活性層形成用的塗佈液於光檢測元件的製造步驟中可被塗佈於光檢測元件所具有的可存在活性層的功能層上。因此，活性層形成用的塗佈液的塗佈對象根據所製造的光檢測元件的層結構及層形成的順序而不同。例如，於光檢測元件具有基板/陽極/電洞傳輸層/活性層/電子傳輸層/陰極的層結構，且先形成更靠左（前）側記載的層的情況下，塗佈液的塗佈對象為電洞傳輸層。另外，例如，於光檢測元件具有基板/陰極/

電子傳輸層/活性層/電洞傳輸層/陽極的層結構，且先形成更靠左（前）側記載的層的情況下，塗佈液的塗佈對象為電子傳輸層。於本實施方式中，活性層形成於陽極上。

【0301】 步驟（ii）

作為自塗佈液的塗膜中除去溶劑的方法、即自塗膜中除去溶劑而製成固化膜的方法，可使用任意適合的方法。作為除去溶劑的方法的例子，可列舉使用加熱板直接加熱的方法、熱風乾燥法、紅外線加熱乾燥法、閃光燈退火乾燥法、減壓乾燥法等乾燥法。

【0302】 形成活性層的步驟除了包括所述步驟（i）及步驟（ii）以外，亦可以不損害本發明的目的及效果為條件而包括其他步驟。

【0303】 光檢測元件的製造方法可為製造包含多個活性層的光檢測元件的方法，亦可為多次重覆進行步驟（i）及步驟（ii）的方法。

【0304】 活性層的厚度可藉由於活性層的形成步驟中，變更例如塗佈液的總量中的溶劑的量來調節。具體而言，例如，藉由於將活性層的厚度向更厚的方向調節的情況下，進一步減少塗佈液中的溶劑的量，於將活性層的厚度向更薄的方向調節的情況下，進一步增加塗佈液中的溶劑的量，可將活性層的厚度調節為適當的厚度。

【0305】 另外，特別是於利用旋塗法形成活性層的情況下，可藉由變更旋轉速度（每規定時間的轉速）來適宜調節活性層的厚度。具體而言，藉由增大旋轉速度，可向活性層的厚度變得更薄的方

向進行調整，藉由進一步減小旋轉速度，可向活性層的厚度變得更厚的方向進行調整。

【0306】（塗佈液）

本實施方式的作為塗佈液的油墨組成物為活性層形成用的塗佈液，且包含 p 型半導體材料、n 型半導體材料以及作為溶劑的第一溶劑，可進一步根據需要包含第二溶劑。以下，對塗佈液的成分進行說明。

【0307】 塗佈液可僅包含一種 n 型半導體材料，亦可以兩種以上的任意比例的組合的形式包含。

【0308】（p 型半導體材料與 n 型半導體材料的重量比(p/n 比)）

塗佈液中的 p 型半導體材料與 n 型半導體材料的重量比（p 型半導體材料/n 型半導體材料）較佳設為 9/1~1/9 的範圍，更佳設為 5/1~1/5 的範圍，特佳設為 3/1~1/3 的範圍。

【0309】（第一溶劑）

溶劑只要考慮對所選擇的 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的溶解性、用於與形成活性層時的乾燥條件對應的特性（沸點等）來進行選擇即可。

【0310】 第一溶劑較佳為可具有取代基（例如烷基、鹵素原子）的芳香族烴（以下簡稱為芳香族烴）或鹵化烷基溶劑。第一溶劑較佳為考慮所選擇的 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的溶解性來進行選擇。

【0311】 關於作為第一溶劑的芳香族烴，例如可列舉：甲苯、二

甲苯（例如鄰二甲苯、間二甲苯、對二甲苯）、三甲基苯（例如均三甲苯、1,2,4-三甲基苯（假枯烯））、丁基苯（例如正丁基苯、第二丁基苯、第三丁基苯）、甲基萘（例如 1-甲基萘）、四氫萘、二氫茛、氯苯及二氯苯（1,2-二氯苯）。

【0312】 關於作為第一溶劑的鹵化烷基溶劑，例如可列舉氯仿。

【0313】 第一溶劑可僅包含一種芳香族烴，亦可包含兩種以上的芳香族烴。第一溶劑較佳為僅包含一種芳香族烴。

【0314】 第一溶劑較佳為包含選自由甲苯、鄰二甲苯、間二甲苯、對二甲苯、均三甲苯、假枯烯、正丁基苯、第二丁基苯、第三丁基苯、甲基萘、四氫萘、二氫茛、氯苯、鄰二氯苯及氯仿所組成的群組中的一種以上。

【0315】 （第二溶劑）

第二溶劑較佳為特別是就提高 n 型半導體材料的溶解性、減少暗電流的觀點而言所選擇的溶劑。作為第二溶劑，例如可列舉丙酮、甲基乙基酮、環己酮、苯乙酮、苯丙酮等酮溶劑，乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸苯酯、乙基賽璐蘇乙酸酯、苯甲酸甲酯、苯甲酸丁酯、苯甲酸苄酯等酯溶劑、鄰二氯苯等芳香族碳溶劑。

【0316】 （第一溶劑與第二溶劑的重量比）

就進一步提高 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的溶解性的觀點而言，第一溶劑相對於第二溶劑的重量比（第一溶劑/第二溶劑）較佳設為 85/15~99/1 的範圍。

【0317】 （塗佈液中第一溶劑與第二溶劑的合計的重量百分率）

當將塗佈液的總重量設為 100 重量%時，就進一步提高 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的溶解性的觀點而言，塗佈液中所含的第一溶劑及第二溶劑的總重量較佳為 90 重量%以上，更佳為 92 重量%以上，進而佳為 95 重量%以上，就提高塗佈液中的 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的濃度、容易形成一定厚度以上的層的觀點而言，較佳為 99.9 重量%以下。

【0318】（任意溶劑）

塗佈液亦可包含第一溶劑及第二溶劑以外的任意溶劑。於將塗佈液中所含的全部溶劑的合計重量設為 100 重量%的情況下，任意溶劑的含有率較佳為 5 重量%以下，更佳為 3 重量%以下，進而佳為 1 重量%以下。作為任意溶劑，較佳為沸點高於第二溶劑的溶劑。

【0319】（任意成分）

於塗佈液中，除了第一溶劑（及第二溶劑）、p 型半導體材料及 n 型半導體材料以外，亦可於不損害本發明的目的及效果的限度內包含紫外線吸收劑、抗氧化劑、用於使利用所吸收的光來產生電荷的功能增敏的增敏劑、用於增加相對於紫外線的穩定性的光穩定劑等任意成分。

【0320】（塗佈液中的 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的濃度）

塗佈液中的 p 型半導體材料與 n 型半導體材料的合計濃度可根據所需要的活性層的厚度設為任意適合的濃度。p 型半導體材料

與 n 型半導體材料的合計濃度較佳為 0.01 重量%以上且 20 重量%以下，更佳為 0.01 重量%以上且 10 重量%以下，進而佳為 0.01 重量%以上且 5 重量%以下，特佳為 0.1 重量%以上且 5 重量%以下。

【0321】 塗佈液中，p 型半導體材料及 n 型半導體材料可溶解亦可分散。p 型半導體材料及 n 型半導體材料較佳為至少一部分溶解或全部溶解。

【0322】 （塗佈液的製備）

塗佈液可藉由先前公知的方法製備。例如可藉由將第一溶劑及第二溶劑混合來製備混合溶劑，於混合溶劑中添加 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的方法；於第一溶劑中添加 p 型半導體材料，於第二溶劑中添加 n 型半導體材料，之後將添加了各材料的第一溶劑及第二溶劑混合的方法等來製備。

【0323】 可將第一溶劑（及第二溶劑）以及 p 型半導體材料及 n 型半導體材料加溫至溶劑的沸點以下的溫度來混合。

【0324】 可將第一溶劑、第二溶劑以及 p 型半導體材料、n 型半導體材料混合後，使用過濾器過濾所獲得的混合物，將所獲得的濾液用作塗佈液。作為過濾器，例如可使用由聚四氟乙烯（polytetrafluoroethylene，PTFE）等氟樹脂形成的過濾器。

【0325】 （電子傳輸層的形成步驟）

本實施方式的光檢測元件的製造方法包括形成設置於活性層與陰極之間的電子傳輸層（電子注入層）的步驟。

【0326】 具體而言，本實施方式的光檢測元件的製造方法於形成

活性層的步驟之後，更包括形成電子傳輸層的步驟。

【0327】 電子傳輸層的形成方法並無特別限定。就進一步簡化電子傳輸層的形成步驟的觀點而言，較佳為藉由與已說明的活性層的形成步驟相同的塗佈法形成電子傳輸層。即，較佳為於形成活性層後，將包含後述的電子傳輸性材料以及溶劑的塗佈液塗佈於活性層上，視需要進行乾燥處理（加熱處理）等來除去溶劑，藉此形成電子傳輸層。

【0328】 用於形成電子傳輸層的電子傳輸性材料可為有機化合物亦可為無機化合物。

作為有機化合物的電子傳輸性材料可為低分子有機化合物，亦可為高分子有機化合物。

【0329】 關於作為低分子有機化合物的電子傳輸性材料，例如可列舉：噁二唑衍生物、蔥醌二甲烷及其衍生物、苯醌及其衍生物、萘醌及其衍生物、蒽醌及其衍生物、四氫基蔥醌二甲烷及其衍生物、萘醌衍生物、二苯基二氫基乙烯及其衍生物、聯苯醌衍生物、8-羥基喹啉及其衍生物的金屬錯合物、聚喹啉及其衍生物、聚喹噁啉及其衍生物、C₆₀ 富勒烯等富勒烯及其衍生物以及 2,9-二甲基-4,7-聯苯-1,10-啡啉等菲衍生物等。

【0330】 關於作為高分子有機化合物的電子傳輸性材料，例如可列舉：聚乙烯基咪唑及其衍生物、聚矽烷及其衍生物、於側鏈或主鏈中具有芳香族胺結構的聚矽氧烷衍生物、聚苯胺及其衍生物、聚噻吩及其衍生物、聚吡咯及其衍生物、聚伸苯基伸乙烯基

及其衍生物、聚伸噻吩基伸乙烯基及其衍生物以及聚萸及其衍生物等。

【0331】 關於作為無機化合物的電子傳輸性材料，例如可列舉：氧化鋅、氧化鈦、氧化鋯、氧化錫、氧化銮、GZO（鎵摻雜氧化鋅）、ATO（銻摻雜氧化錫）、AZO（鋁摻雜氧化鋅）。該些中，較佳為氧化鋅、鎵摻雜氧化鋅或鋁摻雜氧化鋅。於形成電子傳輸層時，較佳為使用包含粒子狀的氧化鋅、鎵摻雜氧化鋅或鋁摻雜氧化鋅的塗佈液來形成電子傳輸層。作為此種電子傳輸性材料，較佳為使用氧化鋅的奈米粒子、鎵摻雜氧化鋅的奈米粒子或鋁摻雜氧化鋅的奈米粒子，更佳為使用僅包含氧化鋅的奈米粒子、鎵摻雜氧化鋅的奈米粒子或鋁摻雜氧化鋅的奈米粒子的電子傳輸性材料，形成電子傳輸層。

【0332】 氧化鋅的奈米粒子、鎵摻雜氧化鋅的奈米粒子及鋁摻雜氧化鋅的奈米粒子的球相當的平均粒徑較佳為 1 nm~1000 nm，更佳為 10 nm~100 nm。平均粒徑例如可藉由雷射光散射法、X 射線繞射法等來測定。

【0333】 作為包含電子傳輸性材料的塗佈液中所含的溶劑，例如可列舉水、醇、酮、烴。作為醇的具體例，可列舉甲醇、乙醇、異丙醇、丁醇、乙二醇、丙二醇、丁氧基乙醇、甲氧基丁醇等。作為酮的具體例，可列舉丙酮、甲基乙基酮、甲基異丁基酮、2-庚酮、環己酮等。作為烴的具體例，可列舉正戊烷、環己烷、正己烷、苯、甲苯、二甲苯、四氫萘、氯苯、鄰二氯苯等。塗佈液

可包含一種單獨的溶劑，亦可包含兩種以上的溶劑，亦可包含兩種以上的所述溶劑。

【0334】塗佈液較佳為對塗佈有塗佈液的層（活性層等）造成的損傷少的塗佈液，具體而言，較佳為製成難以溶解塗佈有塗佈液的層（活性層等）的塗佈液。

【0335】（陰極的形成步驟）

於本實施方式中，於電子傳輸層上形成陰極。

【0336】陰極的形成方法並無特別限定。陰極可藉由真空蒸鍍法、濺射法、離子鍍法、鍍敷法、塗佈法等，於應形成陰極的層（例如活性層、電子傳輸層）上形成已說明的陰極的材料。

【0337】於陰極的材料為聚苯胺及其衍生物、聚噻吩及其衍生物、導電性物質的奈米粒子、導電性物質的奈米線或導電性物質的奈米管的情況下，可使用包含該些材料以及溶劑的乳液（乳濁液）、懸浮液（懸濁液）等，並藉由塗佈法來形成陰極。

【0338】另外，於陰極的材料包含導電性物質的情況下，可使用包含導電性物質的塗佈液、金屬油墨、金屬膏、熔融狀態的低熔點金屬等，並藉由塗佈法來形成陰極。作為使用包含陰極的材料及溶劑的塗佈液的塗佈法，可列舉與已說明的活性層的形成步驟相同的方法。

【0339】作為藉由塗佈法形成陰極時使用的塗佈液中所含的溶劑，例如可列舉：甲苯、二甲苯、均三甲苯、四氫萘、十氫萘、正丁基苯、第二丁基苯、第三丁基苯等烴溶劑；四氯化碳、氯仿、

二氯甲烷、二氯乙烷、氯丁烷、溴丁烷、氯戊烷、溴戊烷、氯己烷、溴己烷、氯環己烷、溴環己烷等鹵化飽和烴溶劑；氯苯、二氯苯、三氯苯等鹵化芳香族烴溶劑；四氫呋喃、四氫吡喃等醚溶劑；水、醇等。作為醇的具體例，可列舉：甲醇、乙醇、異丙醇、丁醇、乙二醇、丙二醇、丁氧基乙醇、甲氧基丁醇等。塗佈液可包含一種單獨的溶劑，亦可包含兩種以上的溶劑，亦可包含兩種以上的所述溶劑。

【0340】 4.光檢測元件的應用例

本實施方式的光檢測元件可應用於工作站、個人電腦、便攜式資訊終端、出入室管理系統、數位相機、及醫療設備等各種電子裝置所包括的檢測部（感測器）中。

特別是本實施方式的光檢測元件可應用於圖像感測器及生物體認證裝置。

【0341】 本實施方式的光檢測元件可適合地應用於所述例示的電子裝置所包括的例如 X 射線攝像裝置及互補式金氧半導體（complementary metal oxide semiconductor，CMOS）圖像感測器等固態攝像裝置用的圖像檢測部（例如 X 射線感測器等圖像感測器）、指紋檢測部、面部檢測部、靜脈檢測部及虹膜檢測部等檢測生物體的部分既定特徵的檢測部（例如近紅外線感測器）、脈衝血氧儀等光學生物感測器的檢測部等中。

【0342】 以下參照圖式對可適合地應用本實施方式的光檢測元件的檢測部中的固態攝像裝置用的圖像檢測部、生物體認證裝置

(例如指紋認證裝置等)用的指紋檢測部的構成例進行說明。

【0343】 (圖像檢測部)

圖 2 是示意性表示固態攝像裝置用的圖像檢測部的構成例的圖。

【0344】 圖像檢測部 1 包括:CMOS 電晶體基板 20;以覆蓋 CMOS 電晶體基板 20 的方式設置的層間絕緣膜 30;設置於層間絕緣膜 30 上的本發明的實施方式的光檢測元件 10;以貫通層間絕緣膜 30 的方式設置、且將 CMOS 電晶體基板 20 與光檢測元件 10 電連接的層間配線部 32;以覆蓋光檢測元件 10 的方式設置的密封層 40;以及設置於密封層 40 上的濾色器 50。

【0345】 CMOS 電晶體基板 20 按照與設計相應的方式包括先前公知的任意適合的結構。

【0346】 CMOS 電晶體基板 20 包括於基板的厚度內形成的電晶體、電容器等,包括用於實現各種功能的 CMOS 電晶體電路(金屬氧化物半導體(metal oxide semiconductor, MOS)電晶體電路)等功能元件。

【0347】 作為功能元件,例如可列舉浮動擴散元件、複位電晶體、輸出電晶體、選擇電晶體。

【0348】 藉由此種功能元件、配線等,於 CMOS 電晶體基板 20 上製作訊號讀出電路等。

【0349】 層間絕緣膜 30 可由例如氧化矽、絕緣性樹脂等先前公知的任意適合的絕緣性材料構成。層間配線部 32 可由例如銅、鎢

等先前公知的任意適合的導電性材料（配線材料）構成。層間配線部 32 例如可為與配線層的形成同時形成的孔內配線，亦可為與配線層分開形成的埋入插頭。

【0350】 以可防止或抑制可能使光檢測元件 10 發生功能劣化的氧、水等有害物質的滲透為條件，密封層 40 可由先前公知的任意適合的材料構成。密封層 40 可設為與已說明的密封構件 17 同樣的結構。

【0351】 作為濾色器 50，可使用由先前公知的任意適合的材料構成、且與圖像檢測部 1 的設計相對應的例如原色濾色器。另外，作為濾色器 50，亦可使用與原色濾色器相比可減薄厚度的補色濾色器。作為補色濾色器，例如可使用（黃色、青色、品紅色）此三種、（黃色、青色、透明）此三種、（黃色、透明、品紅色）此三種、及（透明、青色、品紅色）此三種組合而成的濾色器。該些可以能夠生成彩色圖像資料為條件，形成與光檢測元件 10 及 CMOS 電晶體基板 20 的設計相對應的任意適合的配置。

【0352】 光檢測元件 10 經由濾色器 50 所接收的光由光檢測元件 10 轉換成與受光量相應的電訊號，經由電極以受光訊號、即，與拍攝對象相對應的電訊號的形式輸出至光檢測元件 10 外。

【0353】 接著，自光檢測元件 10 輸出的受光訊號經由層間配線部 32 被輸入至 CMOS 電晶體基板 20，藉由於 CMOS 電晶體基板 20 上製作的訊號讀出電路被讀出，藉由未圖示的另外的任意適合的先前公知的功能部進行訊號處理，藉此生成基於拍攝對象的圖

像資訊。

【0354】（指紋檢測部）

圖 3 是示意性表示與顯示裝置一體地構成的指紋檢測部的構成例的圖。

【0355】 便攜式資訊終端的顯示裝置 2 包括：包含本實施方式的光檢測元件 10 作為主要構成要素的指紋檢測部 100；以及設置於該指紋檢測部 100 上、對規定圖像進行顯示的顯示面板部 200。

【0356】 所述構成例中，於與顯示面板部 200 的顯示區域 200a 大致一致的區域設置有指紋檢測部 100。換言之，於指紋檢測部 100 的上方一體地積層有顯示面板部 200。

【0357】 僅於顯示區域 200a 中的部分區域進行指紋檢測的情況下，僅與該部分區域對應地設置指紋檢測部 100 即可。

【0358】 指紋檢測部 100 包括本實施方式的光檢測元件 10 作為發揮實質性功能的功能部。指紋檢測部 100 能夠以與可獲得所期望的特性的設計相對應的方式包括未圖示的保護膜（protection film）、支持基板、密封基板、密封構件、阻隔膜、帶通濾光片、紅外線截止膜等任意適合的先前公知的構件。指紋檢測部 100 中亦可採用已說明的圖像檢測部的結構。

【0359】 光檢測元件 10 能夠以任意的方式包含於顯示區域 200a 內。例如，多個光檢測元件 10 可配置為矩陣狀。

【0360】 如已說明般，光檢測元件 10 設置於支持基板 11 上，於支持基板 11 上例如以矩陣狀設置有電極（陽極或陰極）。

【0361】 光檢測元件 10 所接收的光由光檢測元件 10 轉換成與受光量相應的電訊號，並經由電極以受光訊號、即，與所拍攝的指紋相對應的電訊號的形式輸出至光檢測元件 10 外。

【0362】 顯示面板部 200 於所述構成例中以包括觸控感測器面板的有機電致發光顯示面板（有機 EL 顯示面板）的形式構成。代替有機 EL 顯示面板，顯示面板部 200 例如亦可由包括背光源等光源的液晶顯示面板等具有任意適合的先前公知的結構的顯示面板構成。

【0363】 顯示面板部 200 設置於已說明的指紋檢測部 100 上。顯示面板部 200 包括有機電致發光元件（有機 EL 元件）220 作為發揮實質性功能的功能部。顯示面板部 200 能夠以與所期望的特性相對應的方式進一步包括任意適合的先前公知的玻璃基板等基板（支持基板 210 或密封基板 240）、密封構件、阻隔膜、圓偏光板等偏光板、觸控感測器面板 230 等任意適合的先前公知的構件。

【0364】 於以上說明的構成例中，有機 EL 元件 220 被用作顯示區域 200a 中的畫素的光源，並且亦被用作指紋檢測部 100 中的指紋拍攝用的光源。

【0365】 此處，對指紋檢測部 100 的運作進行簡單說明。

於執行指紋認證時，指紋檢測部 100 使用自顯示面板部 200 的有機 EL 元件 220 放射的光對指紋進行檢測。具體而言，自有機 EL 元件 220 放射的光透過存在於有機 EL 元件 220 與指紋檢測部 100 的光檢測元件 10 之間的構成要素，由以與顯示區域 200a 內的

顯示面板部 200 的表面相接的方式載置的手指的指尖的皮膚（指表面）進行反射。由指表面反射的光中的至少一部分透過存在於其間的構成要素而被光檢測元件 10 所接收，並被轉換成與光檢測元件 10 的受光量相應的電訊號。然後，由轉換成的電訊號構成與指表面的指紋相關的圖像資訊。

【0366】 包括顯示裝置 2 的便攜式資訊終端藉由先前公知的任意適合的步驟將所獲得的圖像資訊與預先記錄的指紋認證用的指紋資料進行比較來進行指紋認證。

[實施例]

【0367】 以下，為了進一步詳細說明本發明，示出實施例。本發明並不限定於以下的實施例。

再者，實施例及比較例中使用的 p 型半導體材料及 n 型半導體材料如下述般獲取並使用。

【0368】 關於作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-1，參考國際公開第 2014/31364 號中記載的方法進行合成並使用。

關於作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-2，參考國際公開第 2014/31364 號中記載的方法進行合成並使用。

關於作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-3，參考先進材料 (Adv. Mater.) 2003,15,No.12 June 17 中記載的方法進行合成並使用。

關於作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-4，參考國際公開第 2011/052709 號中記載的方法進行合成並使用。

關於作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-5，參考國際公開第 2013/051676 號中記載的方法進行合成並使用。

關於作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-6，自市場獲取 PM6（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-7，自市場獲取 PTB7（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-8，自市場獲取 PCE10/PTB7-Th（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 n 型半導體材料的化合物 N-1，自市場獲取 Y6（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 n 型半導體材料的化合物 N-2，自市場獲取 ITIC（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 n 型半導體材料的化合物 N-3，自市場獲取 COi8DFIC（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 n 型半導體材料的化合物 N-4，自市場獲取 IEICO-4F（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 n 型半導體材料的化合物 N-5，自市場獲取 ITIC-4F（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 n 型半導體材料的化合物 N-6，自市場獲取 EH-IDTBR（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 n 型半導體材料的化合物 N-7，自市場獲取 Di-PDI（商品名，1-材料（material）公司製造）並使用。

關於作為 n 型半導體材料的化合物 N-8 (富勒烯衍生物), 自市場獲取作為「[60]PCBM (phenyl C61-butyric acid methyl ester)」的 E100 (商品名, 前沿碳 (Frontier Carbon) 公司製造) 並使用。

【0369】 除了化合物 N-8 以外的 (高分子) 化合物 P-1~ (高分子) 化合物 P-7 及 (高分子) 化合物 N-1~ (高分子) 化合物 N-7 的 HOMO 的能階 (eV) 及 LUMO 的能階 (eV) 基於藉由紫外線光電子分光法 (UPS 法) 測定的值算出。以下, 對算出方法進行具體說明。

【0370】 (1) 樣品製備

首先, 對於 (高分子) 化合物 P-1~ (高分子) 化合物 P-7 及 (高分子) 化合物 N-1~ (高分子) 化合物 N-7, 分別獲得溶解於鄰二氯苯中的溶液。接著, 藉由旋塗法將所獲得的溶液分別塗佈於玻璃基板上, 形成塗佈膜, 利用 70°C 的加熱板進行乾燥, 形成厚度 100 nm 的層作為樣品。

【0371】 (2) 基於 UPS 法的 HOMO 的能階的測定

對於所獲得的各樣品, 基於藉由於大氣中使用光電子分光裝置 (理研計器股份有限公司製造、模型 AC-2) 的 UPS 法測定的電子數, 可計算出 (高分子) 化合物 P-1~ (高分子) 化合物 P-7 及 (高分子) 化合物 N-1~ (高分子) 化合物 N-7 各自的 HOMO 的能階。

【0372】 此處, UPS 法是指測定相對於照射至固體表面的紫外線的能量而放出的光電子數的方法。根據光電子產生的最小能量,

於樣品為金屬的情況下估算功函數，於樣品為半導體的情況下估算 HOMO 的能階。

【0373】（高分子）化合物 P-1～（高分子）化合物 P-7 及（高分子）化合物 N-1～（高分子）化合物 N-7 各自的 LUMO 的能階可藉由下述式算出。

式：LUMO 的能階=帶隙（ E_g ）-HOMO 的能階

【0374】此處，帶隙（ E_g ）可基於 p 型半導體材料的吸收端波長，藉由下述式算出。

式：帶隙（ E_g ）= hc /吸收端波長

式中， h 表示普朗克常數（ $h=6.626\times 10^{-34}$ Js）， c 表示光速（ $c=3\times 10^8$ m/s）。

【0375】於吸收端波長的測定中，使用了能夠於紫外光、可見光、近紅外光的波長區域進行測定的分光光度計（例如，紫外可見近紅外分光光度計 JASCO-V670，日本分光公司製造）。

【0376】於藉由分光光度計獲得的吸收光譜、即藉由將縱軸設為（高分子）化合物的吸光度（吸收強度）、將橫軸設為波長進行繪圖而示出的吸收光譜中，關於吸收端波長，將於基線與於吸收波峰的肩峰（高波長側）處擬合的直線的交點處的波長的值設為吸

收端波長 (nm)。

【0377】 化合物 N-8 的 HOMO 的能階及 LUMO 的能階可藉由循環伏安法 (cyclic voltammetry, CV) 測定來進行。以下進行具體說明。

【0378】 CV 測定例如可於奈米研究快報 (Nanoscale Research Letters) 2011,6:545 頁中記載的條件下進行。

CV 測定例如可使用以下的器材進行。

CV 測定裝置：3 電極系統

支持電解質：包含濃度為 0.1 M 的六氟磷酸四丁基銨 (Bu₄NPF₆) 的乙腈溶液

作用電極：玻璃碳

對極：鉑線

參照電極：Ag/Ag⁺

標準電位：二茂鐵 (E_{1/2}=0.120 V vs. Ag/Ag⁺)

掃描速率：100 mV/秒

【0379】 化合物 N-8 的 HOMO 的能階為 -6.20 eV。另外，化合物 N-8 的 LUMO 的能階為 -4.30 eV。

【0380】 (高分子) 化合物 P-1 ~ (高分子) 化合物 P-7 及 (高分子) 化合物 N-1 ~ (高分子) 化合物 N-8 的 HOMO 的能階的絕對值 (eV)、LUMO 的能階的絕對值 (eV)、吸收端波長 (nm) 及帶隙 (eV) 如下述表 1 般。

【0381】 [表 1]

(表 1)

(高分子) 化合物	HOMO (eV)	LUMO (eV)	吸收端波長 (nm)	帶隙 (eV)
P-1	5.66	4.03	760	1.63
P-2	5.58	3.67	650	1.91
P-3	5.48	3.57	648	1.91
P-4	5.03	3.89	1085	1.14
P-5	5.20	3.81	892	1.39
P-6	5.19	3.36	678	1.83
P-7	4.99	3.32	740	1.67
P-8	5.09	3.50	780	1.59
N-1	5.79	4.51	969	1.28
N-2	5.74	4.15	780	1.59
N-3	5.61	4.37	1000	1.24
N-4	5.58	4.34	1000	1.24
N-5	5.88	4.33	800	1.55
N-6	5.73	4.05	734	1.68
N-7	5.76	3.73	611	2.03
N-8	6.20	4.30	未測定	1.90

【0382】 <製備例 1> (油墨組成物 I-1 的製備)

亦如下述表 2 所示，將作為 n 型半導體材料的化合物 N-1 以成為相對於油墨組成物的總重量而為 2 重量%的濃度的方式、且將作為 p 型半導體材料的高分子化合物 P-1 以成為相對於油墨組成物的總重量而為 2 重量%的濃度的方式 (n 型半導體材料/p 型半導體材料=1/1) 混合於作為溶劑的 1,2-二氯苯，於 75°C 下攪拌 3 小時獲得混合液，將所獲得的混合液使用過濾器進行過濾，獲得油墨組成物 (I-1)。

【0383】 <製備例 2~製備例 14 及比較製備例 1~比較製備例 19 >

藉由下述表 2 中所示的組合使用 n 型半導體材料及 p 型半導體材料，除此以外，以與製備例 1 同樣的方式進行油墨組成物 (I-2) ~ 油墨組成物 (I-14) 及油墨組成物 (C-1) ~ 油墨組成物 (C-19)

的製備。

【0384】 [表 2]

(表 2)

	油墨組成物	p 型半導體材料	n 型半導體材料
		高分子化合物	化合物
製備例 1	I-1	P-1	N-1
製備例 2	I-2	P-1	N-2
製備例 3	I-3	P-1	N-3
製備例 4	I-4	P-1	N-4
製備例 5	I-5	P-1	N-5
製備例 6	I-6	P-1	N-6
製備例 7	I-7	P-1	N-7
製備例 8	I-8	P-2	N-2
製備例 9	I-9	P-2	N-5
製備例 10	I-10	P-2	N-6
製備例 11	I-11	P-2	N-7
製備例 12	I-12	P-3	N-2
製備例 13	I-13	P-3	N-6
製備例 14	I-14	P-3	N-7
比較製備例 1	C-1	P-1	N-8
比較製備例 2	C-2	P-2	N-8
比較製備例 3	C-3	P-3	N-8
比較製備例 4	C-4	P-4	N-1
比較製備例 5	C-5	P-4	N-2
比較製備例 6	C-6	P-4	N-6
比較製備例 7	C-7	P-4	N-7
比較製備例 8	C-8	P-5	N-1
比較製備例 9	C-9	P-5	N-2
比較製備例 10	C-10	P-5	N-3
比較製備例 11	C-11	P-5	N-4
比較製備例 12	C-12	P-5	N-6
比較製備例 13	C-13	P-5	N-7
比較製備例 14	C-14	P-6	N-1
比較製備例 15	C-15	P-6	N-2
比較製備例 16	C-16	P-7	N-2
比較製備例 17	C-17	P-7	N-5
比較製備例 18	C-18	P-8	N-2
比較製備例 19	C-19	P-8	N-4

【0385】 <實施例 1> (光檢測元件的製造及評價)

(1) 光檢測元件及其密封體的製造

如以下般，製造光檢測元件及其密封體。

【0386】 準備藉由濺射法以 50 nm 的厚度形成有 ITO 的薄膜(陽極)的玻璃基板，對所述玻璃基板進行作為表面處理的臭氧 UV 處理。

【0387】 接著，藉由旋塗法將油墨組成物(I-1)塗佈於 ITO 的薄膜上來形成塗膜後，於氮氣環境下使用加熱至 100℃ 的加熱板進行 10 分鐘加熱處理來使其乾燥。所形成的活性層的厚度約為 250 nm。

【0388】 接著，於電阻加熱蒸鍍裝置內，於所形成的活性層上以約 5 nm 的厚度形成鈣(Ca)層，作為電子傳輸層。

【0389】 接著，於所形成的電子傳輸層上以約 60 nm 的厚度形成銀(Ag)層，作為陰極。

藉由以上步驟，於玻璃基板上製造光檢測元件。將所獲得的結構體作為樣品 1。

【0390】 接著，以包圍所製造的光檢測元件的周邊的方式，於作為支持基板的玻璃基板上塗佈作為密封材的 UV 硬化性密封劑，貼合作為密封基板的玻璃基板後，照射 UV 光，將光檢測元件密封於支持基板與密封基板的間隙，藉此獲得光檢測元件的密封體。密封於支持基板與密封基板的間隙的光檢測元件自其厚度方向觀察時的平面形狀為 2 mm×2 mm 的正方形。

【0391】 (2) 光檢測元件的評價

對於所製造的光檢測元件的密封體，使用數字源表（Sourcemeter）（吉時利（KEITHLEY）2450 Source Meter、吉時利儀器（Keithley Instruments）公司製造）測定暗電流並進行評價。

【0392】 具體而言，獲得於未照射光的暗狀態下，對光檢測元件的密封體施加-2 V 的電壓（反向偏置電壓）時的電流值作為暗電流的值。將結果與 $\Delta E_{(H-H)}$ 一併示於下述表 3 中。

此處， $\Delta E_{(H-H)}$ 是指關於用作活性層的材料之 n 型半導體材料及 p 型半導體材料，自 n 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值（eV）減去 p 型半導體材料的 HOMO 的能階的絕對值（eV）後的值。

【0393】 < 實施例 2～實施例 12 及比較例 1～比較例 19 >

代替油墨組成物（I-1），關於實施例 2～實施例 12，使用油墨組成物（I-2）～油墨組成物（I-12），關於比較例 1～比較例 19，使用油墨組成物（C-1）～油墨組成物（C-19），除此以外，以與實施例 1 同樣的方式製造實施例 2～實施例 12 及比較例 1～比較例 19 的光檢測元件及其密封體，進行評價。將結果示於下述表 3 中。

【0394】 [表 3]

(表 3)

	油墨組成物	$\Delta E_{(H-H)}$ (eV)	施加-2 V時的暗電 流 (A/cm ²)
實施例 1	I-1	0.13	9.60E-10
實施例 2	I-2	0.08	7.21E-11
實施例 3	I-3	-0.05	8.87E-10
實施例 4	I-4	-0.08	1.86E-10
實施例 5	I-5	0.22	2.95E-10
實施例 6	I-6	0.07	8.31E-11
實施例 7	I-7	0.10	9.72E-11
實施例 8	I-8	0.16	2.65E-10
實施例 9	I-9	0.30	2.91E-10
實施例 10	I-10	0.15	2.10E-10
實施例 11	I-11	0.18	8.11E-10
實施例 12	I-12	0.26	3.33E-10
實施例 13	I-13	0.25	4.36E-10
實施例 14	I-14	0.28	7.33E-10
比較例 1	C-1	0.54	8.64E-08
比較例 2	C-2	0.62	8.62E-08
比較例 3	C-3	0.72	3.46E-07
比較例 4	C-4	0.76	1.87E-06
比較例 5	C-5	0.71	6.31E-08
比較例 6	C-6	0.70	1.15E-07
比較例 7	C-7	0.73	1.72E-07
比較例 8	C-8	0.59	6.13E-07
比較例 9	C-9	0.54	1.45E-08
比較例 10	C-10	0.41	3.87E-08
比較例 11	C-11	0.38	2.38E-08
比較例 12	C-12	0.53	2.30E-08
比較例 13	C-13	0.56	3.07E-08
比較例 14	C-14	0.60	8.48E-09
比較例 15	C-15	0.55	1.90E-08
比較例 16	C-16	0.75	8.77E-08
比較例 17	C-17	0.89	4.96E-07
比較例 18	C-18	0.65	7.57E-08
比較例 19	C-19	0.49	4.29E-07

【符號說明】

【0395】

1:圖像檢測部

2:顯示裝置

- 10:光檢測元件
- 11、210:支持基板
- 12:第一電極（陽極）
- 13:電子傳輸層
- 14:活性層
- 15:電洞傳輸層
- 16:第二電極（陰極）
- 17:密封構件
- 20:CMOS 電晶體基板
- 30:層間絕緣膜
- 32:層間配線部
- 40:密封層
- 50:濾色器
- 100:指紋檢測部
- 200:顯示面板部
- 200a:顯示區域
- 220:有機 EL 元件
- 230:觸控感測器面板
- 240:密封基板

【發明申請專利範圍】

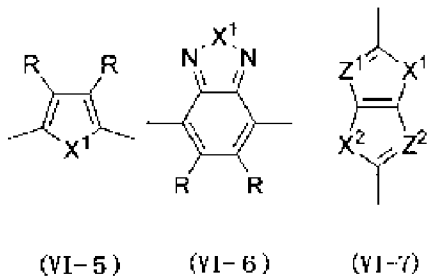
【請求項1】 一種光檢測元件，包括陽極、陰極、以及設置於所述陽極與所述陰極之間且包含 p 型半導體材料及 n 型半導體材料的活性層，

自所述 n 型半導體材料的最高佔用分子軌域的能階的絕對值減去所述 p 型半導體材料的最高佔用分子軌域的能階的絕對值後的值為 0.35 eV 以下，

所述活性層的厚度為 200 nm 以上且 1 μm 以下，

所述光檢測元件施加反向偏置電壓，

所述 p 型半導體材料為包含選自由下述式(VI-5)~式(VI-7)所表示的構成單元所組成的群組中的至少一種的高分子化合物，



式(VI-5)中，

X¹ 為硫原子或氧原子，

R 表示氫原子，

式(VI-6)~式(VI-7)中，

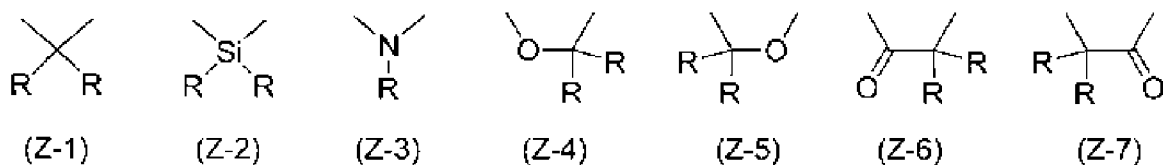
X¹ 及 X² 分別獨立地為硫原子或氧原子，

Z¹ 及 Z² 分別獨立地為=C(R)-所表示的基或氮原子，

R 分別獨立地表示：

氫原子、
鹵素原子、
可具有取代基的烷基、
可具有取代基的芳基、
可具有取代基的環烷基、
可具有取代基的烷氧基、
可具有取代基的環烷氧基、
可具有取代基的芳氧基、
可具有取代基的烷硫基、
可具有取代基的環烷硫基、
可具有取代基的芳硫基、
可具有取代基的一價雜環基、
可具有取代基的取代胺基、
可具有取代基的亞胺殘基、
可具有取代基的醯胺基、
可具有取代基的醯亞胺基、
可具有取代基的取代氧基羰基、
可具有取代基的烯基、
可具有取代基的環烯基、
可具有取代基的炔基、
可具有取代基的環炔基、
氰基、

基或可具有取代基的三價芳香族碳環基，Z 表示下述式 (Z-1) ~ 式 (Z-7) 所表示的基；



式 (Z-1) ~ 式 (Z-7) 中，

R 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的芳基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的芳氧基、

可具有取代基的烷硫基、

可具有取代基的環烷硫基、

可具有取代基的芳硫基、

可具有取代基的一價雜環基、

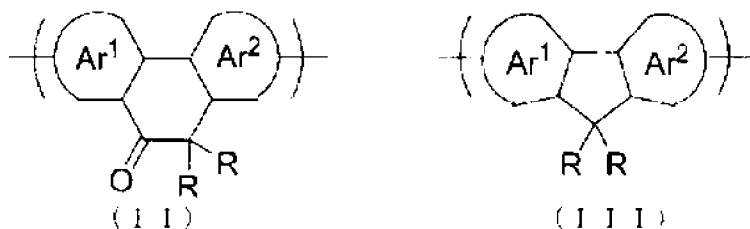
可具有取代基的取代胺基、

可具有取代基的亞胺殘基、
可具有取代基的醯胺基、
可具有取代基的醯亞胺基、
可具有取代基的取代氧基羰基、
可具有取代基的烯基、
可具有取代基的環烯基、
可具有取代基的炔基、
可具有取代基的環炔基、
氰基、
硝基、
-C(=O)-R^a 所表示的基、或
-SO₂-R^b 所表示的基，
R^a 及 R^b 分別獨立地表示：
氫原子、
可具有取代基的烷基、
可具有取代基的芳基、
可具有取代基的烷氧基、
可具有取代基的芳氧基、或
可具有取代基的一價雜環基；

式 (Z-1) ~ 式 (Z-7) 中，存在兩個 R 時，兩個 R 可相同亦可不同。

【請求項4】 如請求項 1 至請求項 3 中任一項所述的光檢測元

件，其中所述 p 型半導體材料為包含下述式 (II) 或下述式 (III) 所表示的構成單元的高分子化合物，



式 (II) 及式 (III) 中，

Ar^1 及 Ar^2 表示可具有取代基的三價芳香族雜環基或可具有取代基的三價芳香族碳環基，

R 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的芳基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的芳氧基、

可具有取代基的烷硫基、

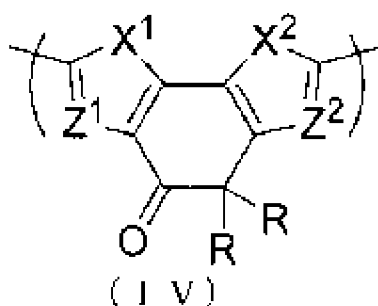
可具有取代基的環烷硫基、

可具有取代基的芳硫基、

可具有取代基的一價雜環基、
可具有取代基的取代胺基、
可具有取代基的亞胺殘基、
可具有取代基的醯胺基、
可具有取代基的醯亞胺基、
可具有取代基的取代氧基羰基、
可具有取代基的烯基、
可具有取代基的環烯基、
可具有取代基的炔基、
可具有取代基的環炔基、
氰基、
硝基、
-C(=O)-R^a 所表示的基、或
-SO₂-R^b 所表示的基，
R^a 及 R^b 分別獨立地表示：
氫原子、
可具有取代基的烷基、
可具有取代基的芳基、
可具有取代基的烷氧基、
可具有取代基的芳氧基、或
可具有取代基的一價雜環基。

【請求項5】 如請求項 4 所述的光檢測元件，其中所述 p 型半導

體材料為包含下述式 (IV) 所表示的構成單元的高分子化合物，



式 (IV) 中，

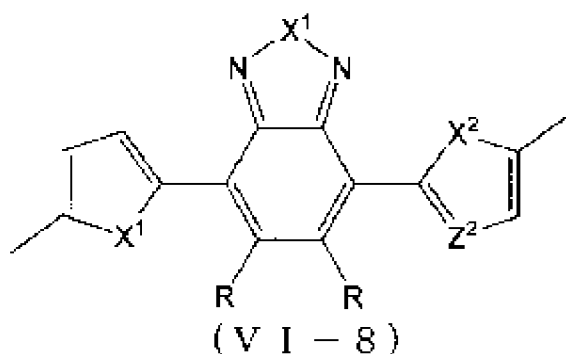
X^1 及 X^2 分別獨立地為硫原子或氧原子，

Z^1 及 Z^2 分別獨立地為 $=C(R)-$ 所表示的基或氮原子，

R 如所述定義般。

【請求項6】 如請求項 5 所述的光檢測元件，其中所述式 (IV) 中， X^1 及 X^2 為硫原子， Z^1 及 Z^2 為 $=C(R)-$ 所表示的基。

【請求項7】 如請求項 1 至請求項 3 中任一項所述的光檢測元件，其中所述 p 型半導體材料為包含下述式 (VI-8) 所表示的構成單元的高分子化合物，



式 (VI-8) 中，

X^1 及 X^2 分別獨立地為硫原子或氧原子，

Z^2 為=C(R)-所表示的基或氮原子，

R 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的芳基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的芳氧基、

可具有取代基的烷硫基、

可具有取代基的環烷硫基、

可具有取代基的芳硫基、

可具有取代基的一價雜環基、

可具有取代基的取代胺基、

可具有取代基的亞胺殘基、

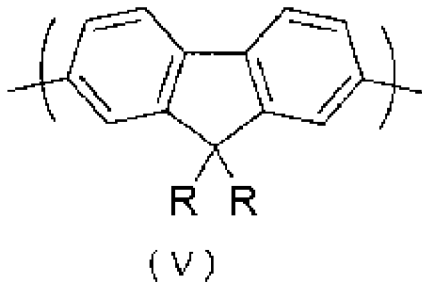
可具有取代基的醯胺基、

可具有取代基的醯亞胺基、

可具有取代基的取代氧基羰基、

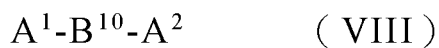
可具有取代基的烯基、
可具有取代基的環烯基、
可具有取代基的炔基、
可具有取代基的環炔基、
氰基、
硝基、
-C(=O)-R^a 所表示的基、或
-SO₂-R^b 所表示的基，
R^a 及 R^b 分別獨立地表示：
氫原子、
可具有取代基的烷基、
可具有取代基的芳基、
可具有取代基的烷氧基、
可具有取代基的芳氧基、或
可具有取代基的一價雜環基，
存在兩個的 R 可相同亦可不同。

【請求項8】 如請求項 4 所述的光檢測元件，其中所述 p 型半導體材料為包含下述式（V）所表示的構成單元的高分子化合物，



式 (V) 中，R 如所述定義般。

【請求項9】 如請求項 1 至請求項 3 中任一項所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料為下述式 (VIII) 所表示的化合物，

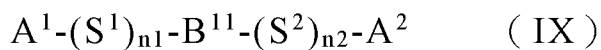


式 (VIII) 中，

A^1 及 A^2 分別獨立地表示拉電子性基，

B^{10} 表示包含 π 共軛系的基。

【請求項10】 如請求項 9 所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料為下述式 (IX) 所表示的化合物，



式 (IX) 中，

A^1 及 A^2 如所述定義般，

S^1 及 S^2 分別獨立地表示：

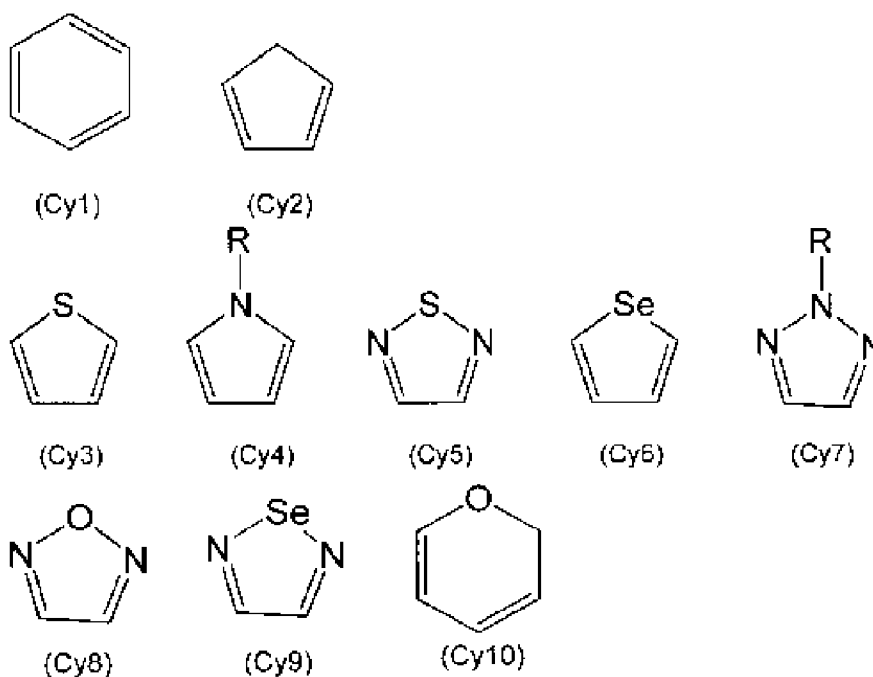
可具有取代基的二價碳環基、
 可具有取代基的二價雜環基、
 $-C(R^{s1})=C(R^{s2})-$ 所表示的基、或
 $-C\equiv C-$ 所表示的基，

R^{s1} 及 R^{s2} 分別獨立地表示氫原子或取代基、

B^{11} 表示包含選自由碳環及雜環所組成的群組中的兩個以上的環結構縮合而成的縮合環、並且不含鄰-迫位縮合結構且可具有取代基的二價基，

$n1$ 及 $n2$ 分別獨立地表示 0 以上的整數。

【請求項11】 如請求項 10 所述的光檢測元件，其中 B^{11} 為包含選自由下述式 (Cy1) ~ 式 (Cy10) 所表示的結構所組成的群組中的兩個以上的環結構縮合而成的縮合環、並且可具有取代基的二價基，



式中，

R 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的芳基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的芳氧基、

可具有取代基的烷硫基、

可具有取代基的環烷硫基、

可具有取代基的芳硫基、

可具有取代基的一價雜環基、

可具有取代基的取代胺基、

可具有取代基的亞胺殘基、

可具有取代基的醯胺基、

可具有取代基的醯亞胺基、

可具有取代基的取代氧基羰基、

可具有取代基的烯基、

可具有取代基的環烯基、

可具有取代基的炔基、

可具有取代基的環炔基、

氰基、

硝基、

-C(=O)-R^a 所表示的基、或

-SO₂-R^b 所表示的基、

R^a 及 R^b 分別獨立地表示：

氫原子、

可具有取代基的烷基、

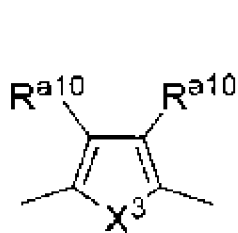
可具有取代基的芳基、

可具有取代基的烷氧基、

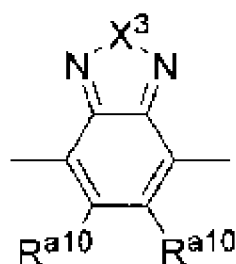
可具有取代基的芳氧基、或

可具有取代基的一價雜環基。

【請求項12】 如請求項 10 所述的光檢測元件，其中 S¹ 及 S² 分別獨立地為下述式 (s-1) 所表示的基或式 (s-2) 所表示的基，



(s-1)



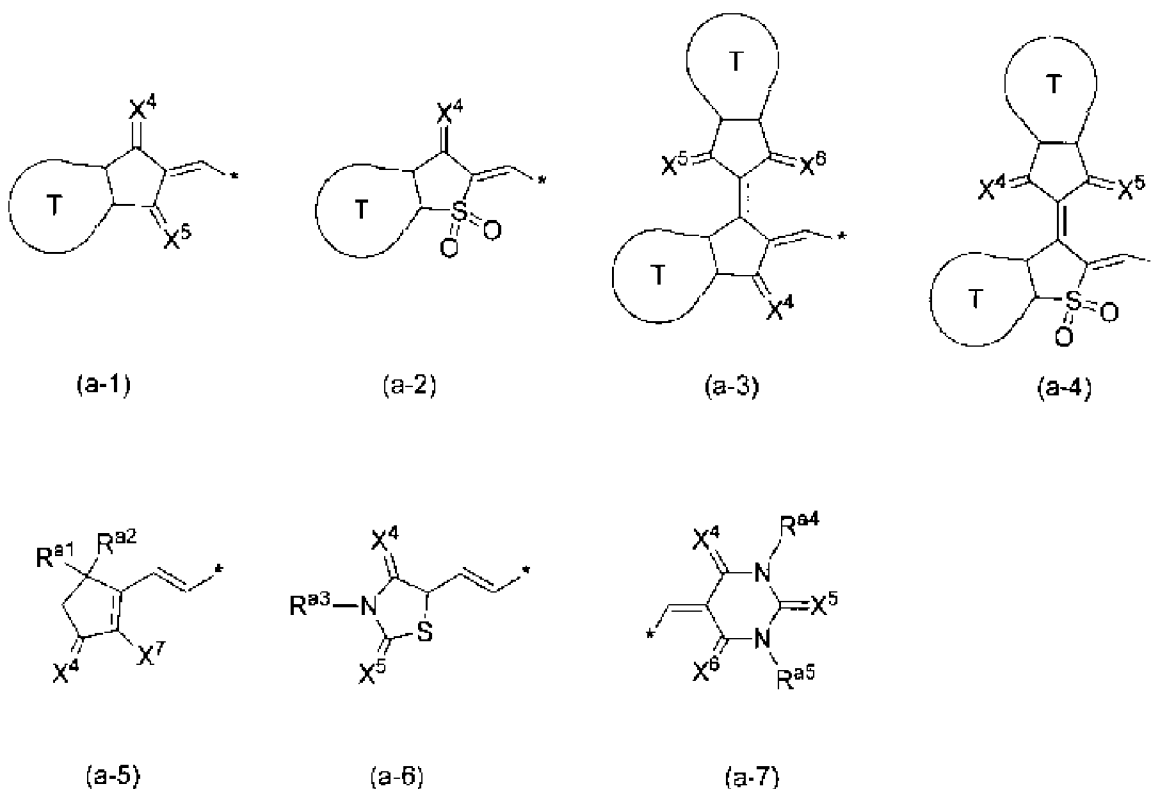
(s-2)

式 (s-1) 及式 (s-2) 中，

X^3 表示氧原子或硫原子；

R^{a10} 分別獨立地表示氫原子、鹵素原子或烷基。

【請求項13】 如請求項 9 所述的光檢測元件，其中 A^1 及 A^2 分別獨立地為 $-\text{CH}=\text{C}(-\text{CN})_2$ 所表示的基、及選自由下述式 (a-1) ~ 式 (a-9) 所組成的群組中的基，



式 (a-1) ~ 式 (a-7) 中，

T 表示：

可具有取代基的碳環、或

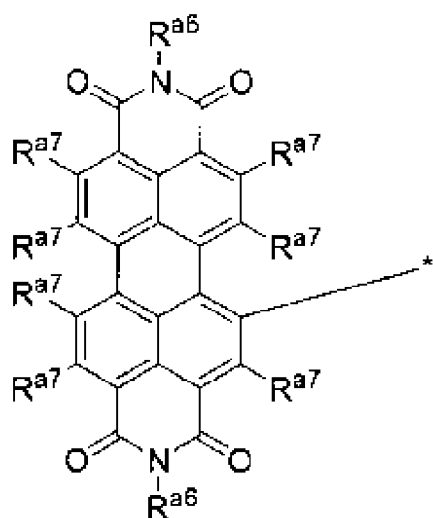
可具有取代基的雜環，

X^4 、 X^5 及 X^6 分別獨立地表示氧原子、硫原子、亞烷基或

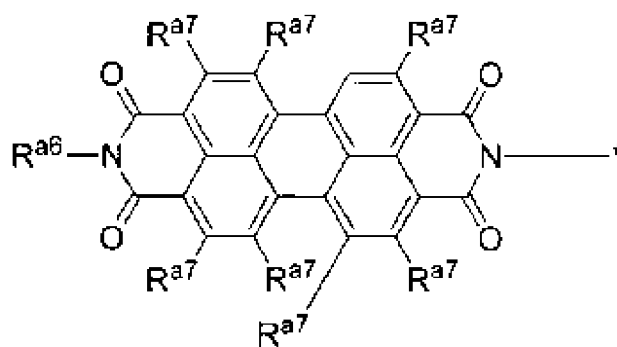
=C(-CN)₂ 所表示的基，

X⁷ 表示氫原子、鹵素原子、氰基、可具有取代基的烷基、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的芳基或一價雜環基，

R^{a1}、R^{a2}、R^{a3}、R^{a4} 及 R^{a5} 分別獨立地表示氫原子、可具有取代基的烷基、鹵素原子、可具有取代基的烷氧基、可具有取代基的芳基或一價雜環基；



(a-8)



(a-9)

式 (a-8) 及式 (a-9) 中，

R^{a6} 及 R^{a7} 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

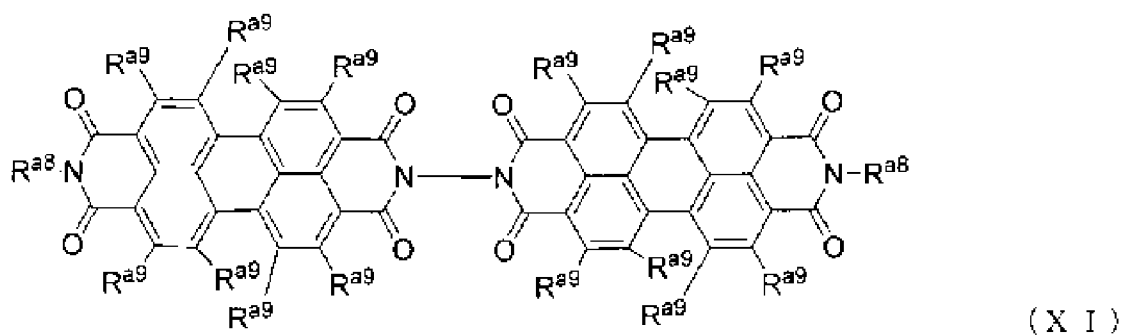
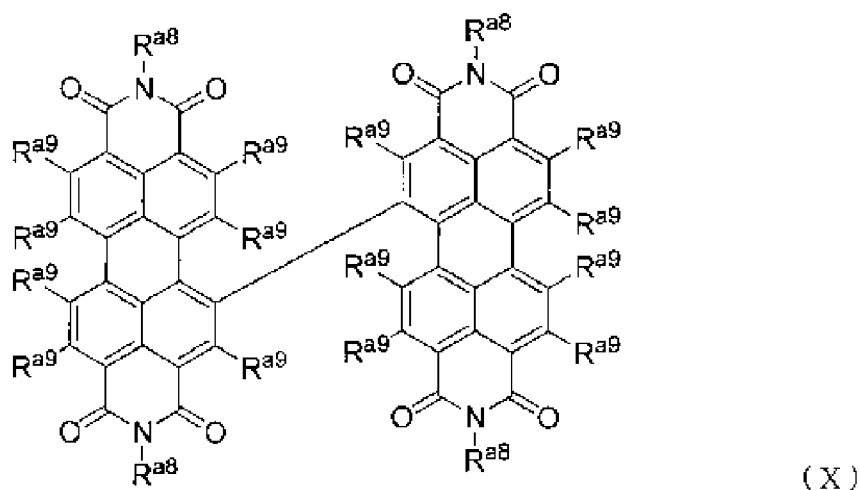
可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的一價芳香族碳環基、或

可具有取代基的一價芳香族雜環基，存在多個的 R^{a6} 及 R^{a7}

可相同亦可不同。

【請求項14】 如請求項1至請求項3中任一項所述的光檢測元件，其中所述n型半導體材料為下述式(X)或式(XI)所表示的化合物，



式(X)及式(XI)中，

R^{a8} 及 R^{a9} 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

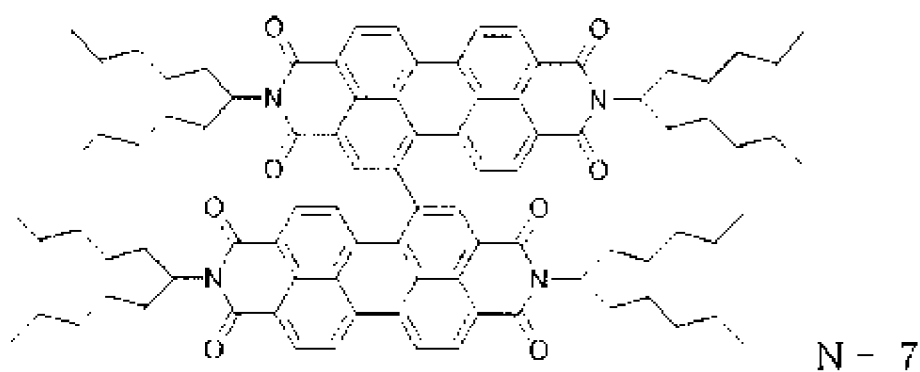
可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的一價芳香族碳環基、或

可具有取代基的一價芳香族雜環基，存在多個的 R^{a8} 及 R^{a9}

彼此可相同亦可不同。

【請求項15】 如請求項 14 所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料為下述式 N-7 所表示的化合物，

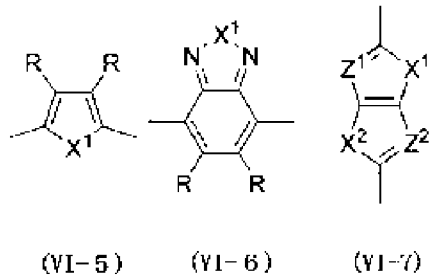


【請求項16】 如請求項 1 至請求項 3 中任一項所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料具有較所述 p 型半導體材料的帶隙小的帶隙。

【請求項17】 如請求項 16 所述的光檢測元件，其中所述 n 型半導體材料的帶隙小於 2.0 eV。

【請求項18】 如請求項 1 至請求項 3 中任一項所述的光檢測元件，其中所述光檢測元件在所述陰極與所述活性層之間更包括電子傳輸層。

【請求項19】 如請求項1至請求項3中任一項所述的光檢測元件，其中所述p型半導體材料的受體構成單元包含下述式(VI-5)～式(VI-7)所表示的構成單元的任一者，



式(VI-5)中，

X^1 為硫原子或氧原子，

R 表示氫原子，

式(VI-6)～式(VI-7)中，

X^1 及 X^2 分別獨立地為硫原子或氧原子，

Z^1 及 Z^2 分別獨立地為=C(R)-所表示的基或氮原子，

R 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的芳基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的芳氧基、
可具有取代基的烷硫基、
可具有取代基的環烷硫基、
可具有取代基的芳硫基、
可具有取代基的一價雜環基、
可具有取代基的取代胺基、
可具有取代基的亞胺殘基、
可具有取代基的醯胺基、
可具有取代基的醯亞胺基、
可具有取代基的取代氧基羰基、
可具有取代基的烯基、
可具有取代基的環烯基、
可具有取代基的炔基、
可具有取代基的環炔基、
氰基、
硝基、
-C(=O)-R^a 所表示的基、或
-SO₂-R^b 所表示的基，
R^a 及 R^b 分別獨立地表示：
氫原子、
可具有取代基的烷基、
可具有取代基的芳基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的芳氧基、或

可具有取代基的一價雜環基，

於存在兩個 R 時，存在兩個的 R 可相同亦可不同。

【請求項20】 一種感測器，包括如請求項 1 至請求項 19 中任一項所述的光檢測元件。

【請求項21】 一種生物體認證裝置，包括如請求項 1 至請求項 19 中任一項所述的光檢測元件。

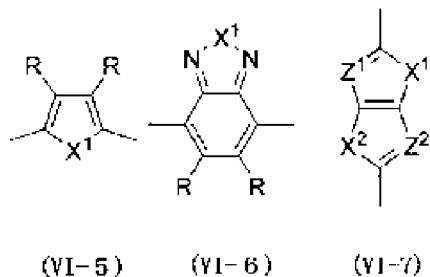
【請求項22】 一種 X 射線感測器，包括如請求項 1 至請求項 19 中任一項所述的光檢測元件。

【請求項23】 一種近紅外線感測器，包括如請求項 1 至請求項 19 中任一項所述的光檢測元件。

【請求項24】 一種組成物，包含 n 型半導體材料以及 p 型半導體材料，

自所述 n 型半導體材料的最高佔用分子軌域的能階的絕對值減去所述 p 型半導體材料的最高佔用分子軌域的能階的絕對值後的值為 0.34 eV 以下，

其中所述 p 型半導體材料為包含選自由下述式 (VI-5) ~ 式 (VI-7) 所表示的構成單元所組成的群組中的至少一種的高分子化合物，



式 (VI-5) 中，

X^1 為硫原子或氧原子，

R 表示氫原子，

式 (VI-6) ~ 式 (VI-7) 中，

X^1 及 X^2 分別獨立地為硫原子或氧原子，

Z^1 及 Z^2 分別獨立地為 $=C(R)-$ 所表示的基或氮原子，

R 分別獨立地表示：

氫原子、

鹵素原子、

可具有取代基的烷基、

可具有取代基的芳基、

可具有取代基的環烷基、

可具有取代基的烷氧基、

可具有取代基的環烷氧基、

可具有取代基的芳氧基、

可具有取代基的烷硫基、

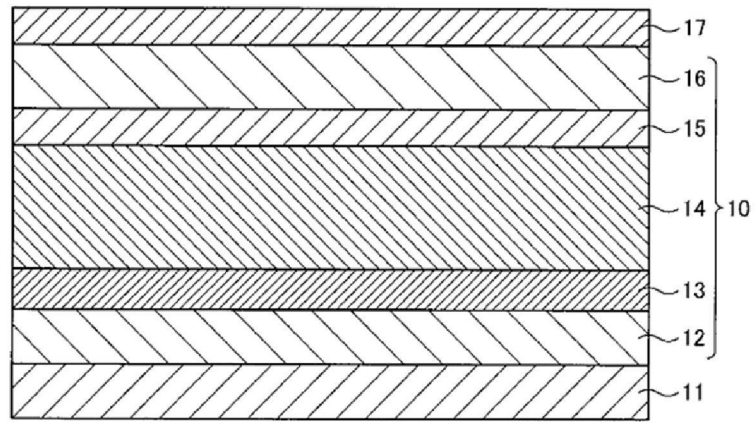
可具有取代基的環烷硫基、

可具有取代基的芳硫基、

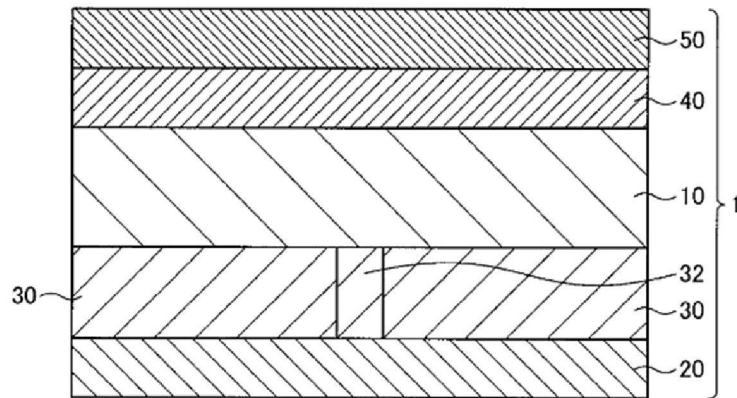
可具有取代基的一價雜環基、
可具有取代基的取代胺基、
可具有取代基的亞胺殘基、
可具有取代基的醯胺基、
可具有取代基的醯亞胺基、
可具有取代基的取代氧基羰基、
可具有取代基的烯基、
可具有取代基的環烯基、
可具有取代基的炔基、
可具有取代基的環炔基、
氰基、
硝基、
-C(=O)-R^a 所表示的基、或
-SO₂-R^b 所表示的基，
R^a 及 R^b 分別獨立地表示：
氫原子、
可具有取代基的烷基、
可具有取代基的芳基、
可具有取代基的烷氧基、
可具有取代基的芳氧基、或
可具有取代基的一價雜環基，
於存在兩個 R 時，存在兩個的 R 可相同亦可不同。

【請求項25】 一種油墨組成物，包含如請求項 24 所述的組成物以及溶劑。

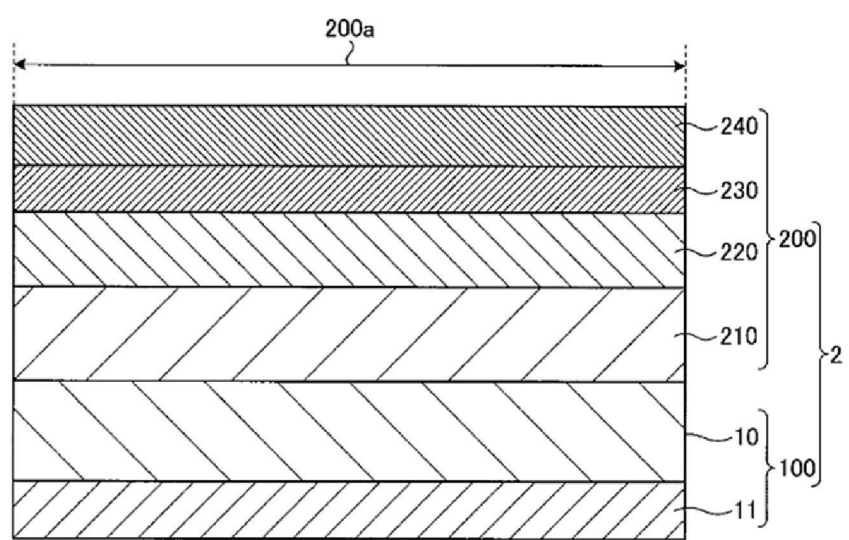
【發明圖式】



【圖1】



【圖2】



【圖3】