



(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 I886146 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：109131291

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 09 月 11 日

(51)Int. Cl. : C07F5/00 (2006.01)

C09K11/06 (2006.01)

H10K99/00 (2023.01)

H10K50/00 (2023.01)

(30)優先權：2019/09/11 德國

10 2019 213 844.6

(71)申請人：德商克雷多西有限公司 (德國) CREDOXYS GMBH (DE)

德國

(72)發明人：都洛克 沙夏 DOROK, SASCHA (DE)；伊曼 李奧納 EYMANN, LEONARD (CH)；帕梅爾 馬庫斯 PAPMEYER, MARCUS (DE)

(74)代理人：王彥評

(56)參考文獻：

TW 201302768A1

CN 1325431A

US 04036605A

審查人員：杜玟玟

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：0 共 116 頁

(54)名稱

銻 (I V) 錯合物及其在有機電子件上的用途

(57)摘要

本發明係關於一種電子組件、銻 IV 錯合物之用途、及新的銻 IV 錯合物；該電子組件包含銻 IV 錯合物、包含銻 IV 錯合物和至少一個電子予體的摻雜半導體基質材料；該銻 IV 錯合物之用途，特別是作為有機半導體、作為有機半導體基質材料中的摻雜劑、以及作為電荷注入層中的電荷注入劑。

The present invention relates to an electronic component comprising a cerium IV complex, a doped semi-conductor matrix material comprising the cerium IV complex and at least one electron donor, the use of the cerium IV complex, especially as an organic semi-conductor, as a dopant in organic semiconductor matrix materials and as a charge injector in a charge injection layer, and new cerium IV complexes.



I886146

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

銻(IV)錯合物及其在有機電子件上的用途

【英文發明名稱】

CERIUM (IV) COMPLEXES AND THEIR USE IN ORGANIC ELECTRONICS

【中文】

本發明係關於一種電子組件、銻 IV 錯合物之用途、及新的銻 IV 錯合物；該電子組件包含銻 IV 錯合物、包含銻 IV 錯合物和至少一個電子予體的摻雜半導體基質材料；該銻 IV 錯合物之用途，特別是作為有機半導體、作為有機半導體基質材料中的摻雜劑、以及作為電荷注入層中的電荷注入劑。

【英文】

The present invention relates to an electronic component comprising a cerium IV complex, a doped semi-conductor matrix material comprising the cerium IV complex and at least one electron donor, the use of the cerium IV complex, especially as an organic semi-conductor, as a dopant in organic semiconductor matrix materials and as a charge injector in a charge injection layer, and new cerium IV complexes.

【指定代表圖】

無。

【代表圖之符號簡單說明】

無。

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

銻(IV)錯合物及其在有機電子件上的用途

【英文發明名稱】

CERIUM (IV) COMPLEXES AND THEIR USE IN ORGANIC ELECTRONICS

【技術領域】

【0001】本發明係關於電子摻雜的半導體材料及包含銻(IV)錯合物的電子組件。本發明的又一目的是銻(IV)錯合物作為電子受體之用途，特別是作為 p 型摻雜劑及在有機電子組件中的電子傳輸材料。本發明的另一目的係新的銻(IV)錯合物。

【先前技術】

【0002】有機電子界專注於新材料的開發、特徵化和應用，皆係基於有機小分子和聚合物，其具有用於製造電子組件之某些所欲電子性質。這些包含例如：諸如有機薄膜電晶體(OTFT)的有機場效電晶體(OFET)；諸如有機發光二極體(OLED)的有機電致發光裝置、有機太陽能電池(OSC)，如激子太陽能電池、染料敏化太陽能電池(DSSC)或鈣鈦礦太陽能電池、電子照相術，如有機光導體(OPC)中的光導電材料、有機光檢測器、有機光接受器、發光電化學電池(LEC)、和有機雷射二極體。

【0003】已知：有機半導體基質的導電性會受到摻雜而被嚴重地影響。此種有機半導體基質材料可以由具有良好電子予體性質的化合物(p-導體)或由具有良好電子受體性質的化合物(n-導體)所形成。相對於無機半導體，有機半導體具有非常低

的固有電荷載體濃度。因此，通常有機半導體基質材料被摻雜，以獲得良好的半導體性能。對於 n 摻雜，使用強電子予體(n 型摻雜劑)，其將電子轉移到半導體基質(n 摻雜)的 LUMO，從而在基質上產生自由電子(SOMO)。對於 p 摻雜，使用強電子受體(p 型摻雜劑)，其從半導體基質(p 摻雜)的 HOMO 中移去電子，從而產生電洞。換句話說，對於 p 摻雜，摻雜劑的 LUMO 必須低於基質的 HOMO 能量。摻雜劑作為受體，而在基質中留下可移動的電洞(SOMO)。

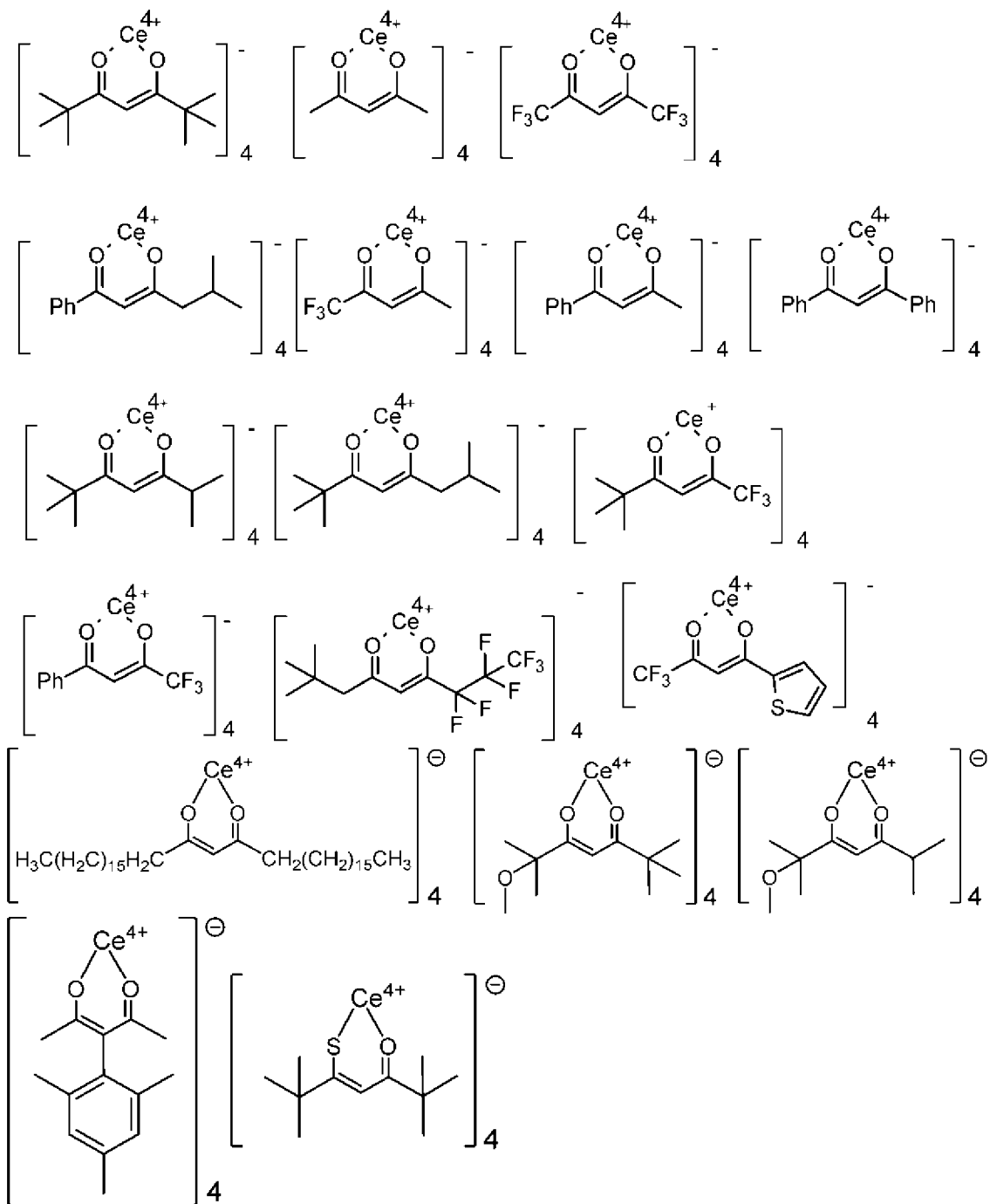
【0004】用於電子予體材料的已知 p 型摻雜劑為：電子受體，諸如四氰基醌甲烷(TCNQ)、2,3,5,6-四氟四氰基-1,4-苯醌甲烷(F4TCNQ)、三伸蔡(HATNA)；金屬氧化物，諸如 MoO₃ 或 WO₃；或軸烯化合物，例如在 EP 2180029 中所述。受體分子藉由電子轉移過程在半導體基質材料(電洞傳輸材料)中產生所謂的電洞，且半導體基質材料(電洞傳輸材料)的傳導率或多或少依電洞數量和電洞的流動性而變化。

【0005】然而，先前描述的化合物或化合物類別對於在製造摻雜半導體或製造具有此種摻雜層的對應電子組件中的技術用途上具有缺點。上述的化合物或化合物類別例如太易揮發，具有太高的吸收係數，具有不穩定的蒸發速率及/或顯示出低的熱穩定性。另外，這些化合物中的一些具有很高的製造成本。

【0006】因此，對於容易獲得或製造，適合於摻雜電子予體材料並且不具有上述缺點的化合物仍然有需求。

【0007】僅有少數的二酮類(diketonates)的銻(IV)錯合物為已知。文獻中描述了一些銻(IV)的 β -二酮錯合物。M. Ciampolini 等人，J.C.S., Dalton, 1977, 1325；T. J.

Pinnaviaia 等人，來自紐約州的 Ithaca 的康奈爾大學化學系的貢獻，1965, 233；I. Baxter 等人，J. Chem. Cryst. Vol. 28, No 4, 1998, 267；N. A. Piro 等人，Coord. Chem. Review, 260, 2014, 21；M. Delarosa 等人，J. Coord. Chem., 55(7), 2002, 781；Jahr 等人，Zeitschrift für Chemie, Bd. 15, 1975, S 280-281；Snezhko 等人，Material Science and Engineering, Vol. 18, 1993, S. 230-231；Brill 等人，Liebigs Annalen der Chemie, 1979, S. 803-810 及 WO02/018394 描述了以下鈾(IV)錯合物：



【0008】WO02/018394 係關於前驅物來源試劑金屬-有機組成物。描述了用含硫溶劑系統及在硫化氫氣體存在下的沉積，形成鈾摻雜的 $(\text{Ca}, \text{Sr})\text{Ga}_2\text{S}_2$ 膜。

【0009】Kunkely 等人，Journal of Photochemistry and Photobiology A, Vol 146, No 1-2, p. 63-66 描述了銻(IV)2,2,6,6-四甲基-3,5-庚烷-二酮)陰離子(cerium (IV)

2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptane-dionate anion)。進一步描述了此錯合物具有發光性質，且也具光活性。這些性質與 p 型摻雜劑或傳輸層的氧化還原摻雜對無關。

【0010】US 2010/0038632 描述了多種錯合物，包括銻(IV)錯合物。一方面，沒有明文提及根據本發明的銻(IV)錯合物。另一方面，本文中提到的銻錯合物中的大能帶隙與 p 型摻雜劑無關。

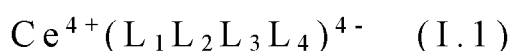
【0011】到目前為止，在有機半導體材料中使用銻(IV)錯合物還不為人所知。特別地，尚未描述使用銻(IV)錯合物作為 p 型摻雜劑、作為電子傳輸材料或作為電子受體。

【0012】令人驚訝地，現已發現銻(IV)錯合物可以有利地被使用作為 p 型摻雜劑。此外，已經發現銻(IV)錯合物可以被使用作為有機電子組件中的電子傳輸材料(ETM)，所述有機電子組件例如為有機發光二極體(OLED)、光伏電池、有機太陽能電池(OPV)、有機二極體或有機電晶體。

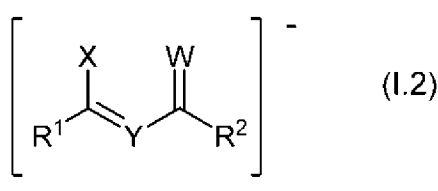
【0013】此外，許多銻(IV)二酮類可以在真空下很好地蒸發，偶爾呈現出高的熱穩定性。因此，它們基本上適用於有機電子組件加工、真空鍍膜(氣相沉積)和基於溶劑的加工(溶液加工)這兩種變體。

【發明內容】

【0014】本發明的第一目的是包含通式(I.1)的化合物或至少兩種不同的通式(I.1)的化合物的混合物之電子組件，



其中 L_1 、 L_2 、 L_3 、及 L_4 彼此獨立地選自具有通式(I.2)的雙牙配位子，

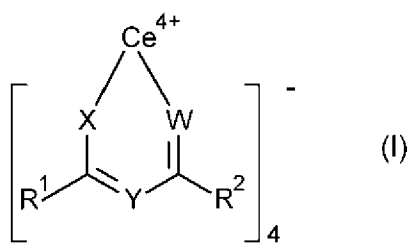


其中，

- X 和 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR⁶；
- Y 表示 N 或 CR³；
- R¹、R² 彼此獨立地表示 CN、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁸ 取代；
- R³ 表示氫、CN、硝基、鹵素、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；
- R^{4a}R^{4b} 彼此獨立地表示氫、C₁-C₆-烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

- R^5 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 -烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基；
- R^6 表示氫、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基、 C_6-C_{14} 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^7 表示氫、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^8 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 烷基、 C_1-C_4 鹵烷基或 C_6-C_{14} 芳基，該 C_6-C_{14} 芳基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C_1-C_4 烷基和 C_1-C_4 -鹵烷基之相同或不同基團所取代。

【0015】本發明的又一目的是包含通式(I)化合物或其混合物的電子組件，



- 其中，
- X 和 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR^6 ；
- Y 表示 N 或 CR^3 ；
- R^1 、 R^2 彼此獨立地表示 CN、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基、 C_1-C_6 -烷氧基、 C_1-C_6 -鹵烷氧基、 C_1-C_6 -烷基氫硫

基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁸ 取代；

R³ 表示氫、CN、硝基、鹵素、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

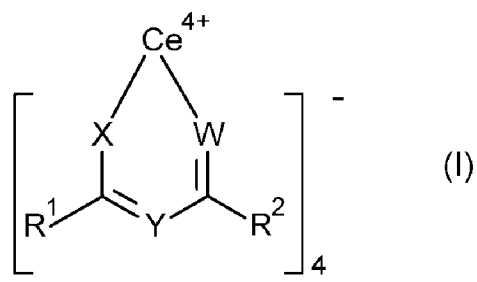
R^{4a}R^{4b} 彼此獨立地表示氫、C₁-C₆-烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

R⁵ 表示 CN、鹵素、C₁-C₄-烷基或 C₁-C₄-鹵烷基；

R⁶ 表示氫、C₁-C₆ 烷基、C₁-C₆ 鹵烷基、C₆-C₁₄ 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

- R^7 表示氫、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^8 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 烷基、 C_1-C_4 鹵烷基或 C_6-C_{14} 芳基，該 C_6-C_{14} 芳基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C_1-C_4 烷基和 C_1-C_4 -鹵烷基之相同或不同基團所取代。

【0016】本發明的又一目的是包含通式(I)化合物或其混合物的電子組件，



其中，

- X 和 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR^6 ；
- Y 表示 N 或 CR^3 ；
- R^1 、 R^2 彼此獨立地表示 CN、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基、 C_1-C_6 -烷氧基、 C_1-C_6 -鹵烷氧基、 C_1-C_6 -烷基氫硫基、 C_1-C_6 -鹵烷基氫硫基、 $\text{NR}^{4a}\text{R}^{4b}$ 、 C_6-C_{14} -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；

- R^3 表示氫、CN、硝基、鹵素、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基、 C_1-C_6 -烷氧基、 C_1-C_6 -鹵烷氧基、 C_1-C_6 -烷基氫硫基、 C_1-C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_6-C_{14} -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- $R^{4a}R^{4b}$ 彼此獨立地表示氫、 C_1-C_6 -烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^5 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 -烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基；
- R^6 表示氫、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基、 C_6-C_{14} 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^7 表示氫、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代。

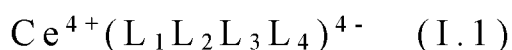
【0017】本發明的另一目的是包含至少一種電子予體和至少一種式(I.1)或(I)的化合物之摻雜半導體基質材料，其中基團 X、W、Y、 R^1 和 R^2 具有如上所給的定義及如下所定義。

【0018】本發明的另一目的是化合物(I.1)或其混合物或化合物(I)或其混合物的用途，其中基團 X、W、Y、R¹ 和 R² 具有之前和以下所定義的含義，

- 作為有機半導體，
- 作為有機半導體基質材料中的摻雜劑，特別是作為電洞傳輸層中的 p 型摻雜劑，
- 作為電荷注入層中的電荷注入劑，
- 作為有機電池的正極材料，
- 作為電致變色材料。

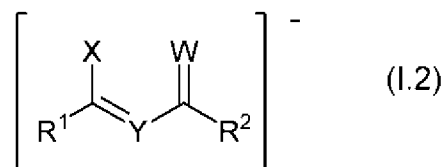
【0019】本發明的又一目的是藉由還原如上文和下文所定義的化合物(I.1)或(I)或如上文和下文所定義的化合物(I.1)或(I)的電荷轉移錯合物，而獲得的 Ce(III)錯合物陰離子之用途，具有電子予體，用於作為有機導體、電致變色材料或次鐵磁體。

【0020】本發明的又一目的是通式(I.1)的化合物及其混合物，



其中，

L₁、L₂、L₃、及 L₄ 彼此獨立地為具有通式(I.2)的雙牙配位子，



其中，

X 和 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR⁶；

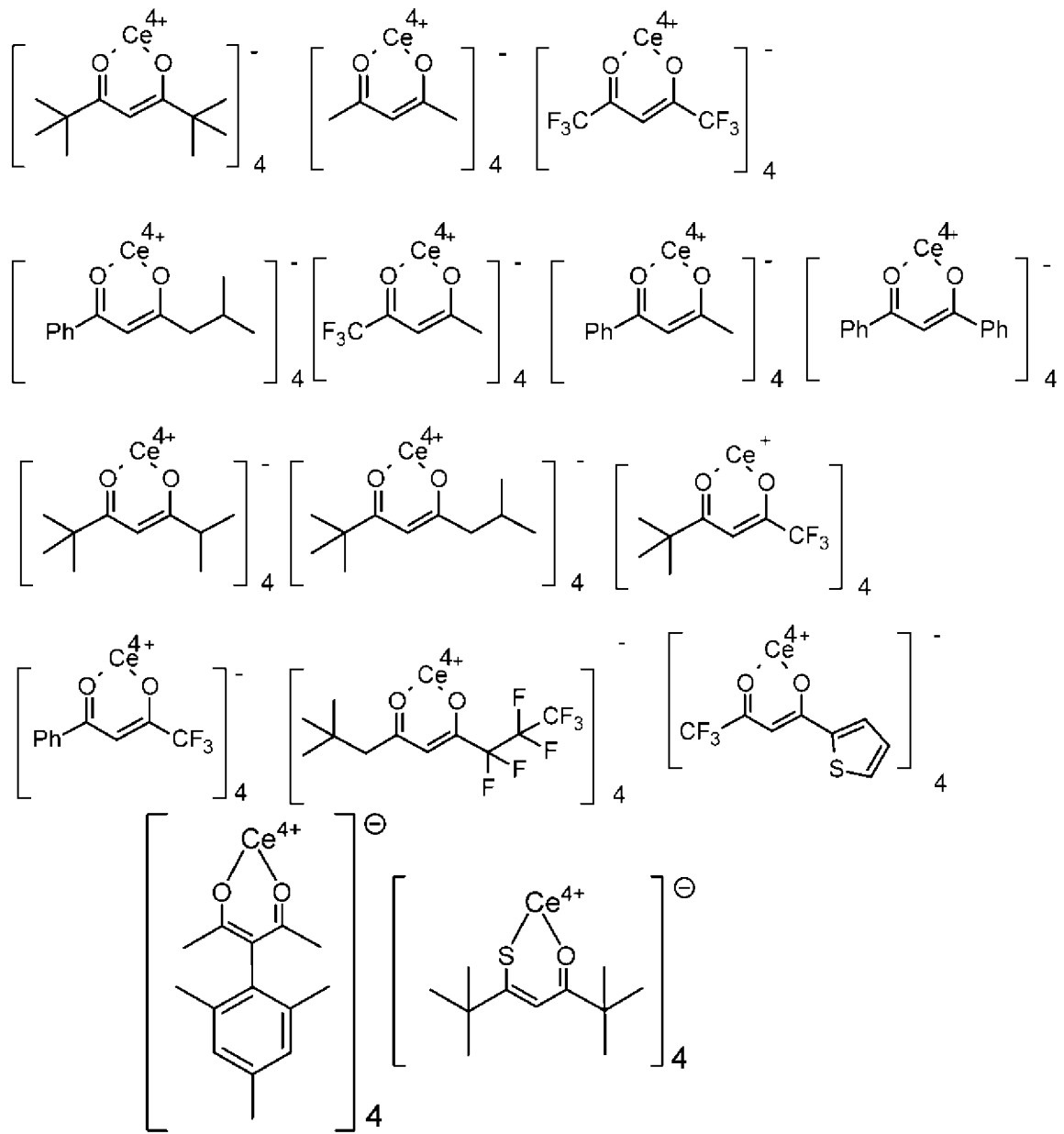
Y 表示 N 或 CR³；

- R^1 、 R^2 彼此獨立地表示 CN、 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -鹵烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基、 C_1 - C_6 -鹵烷氧基、 C_1 - C_6 -烷基氫硫基、 C_1 - C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_6 - C_{14} -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^8 取代；
- R^3 表示氫、CN、硝基、鹵素、 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -鹵烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基、 C_1 - C_6 -鹵烷氧基、 C_1 - C_6 -烷基氫硫基、 C_1 - C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_6 - C_{14} -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- $R^{4a}R^{4b}$ 彼此獨立地表示氫、 C_1 - C_6 -烷基或 C_6 - C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^5 表示 CN、鹵素、 C_1 - C_4 -烷基或 C_1 - C_4 -鹵烷基；
- R^6 表示氫、 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 鹵烷基、 C_6 - C_{14} 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；

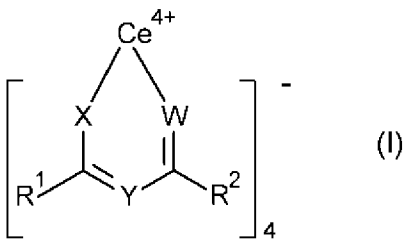
R⁷ 表示氫、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

R⁸ 表示 CN、鹵素、C₁-C₄ 烷基、C₁-C₄ 鹵烷基或 C₆-C₁₄ 芳基，該 C₆-C₁₄ 芳基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C₁-C₄ 烷基和 C₁-C₄-鹵烷基之相同或不同基團所取代；

其條件為排除下列化合物：



【0021】本發明的又一目的是通式(I)的化合物及其電荷轉移錯合物、其還原產物及該等的混合物，

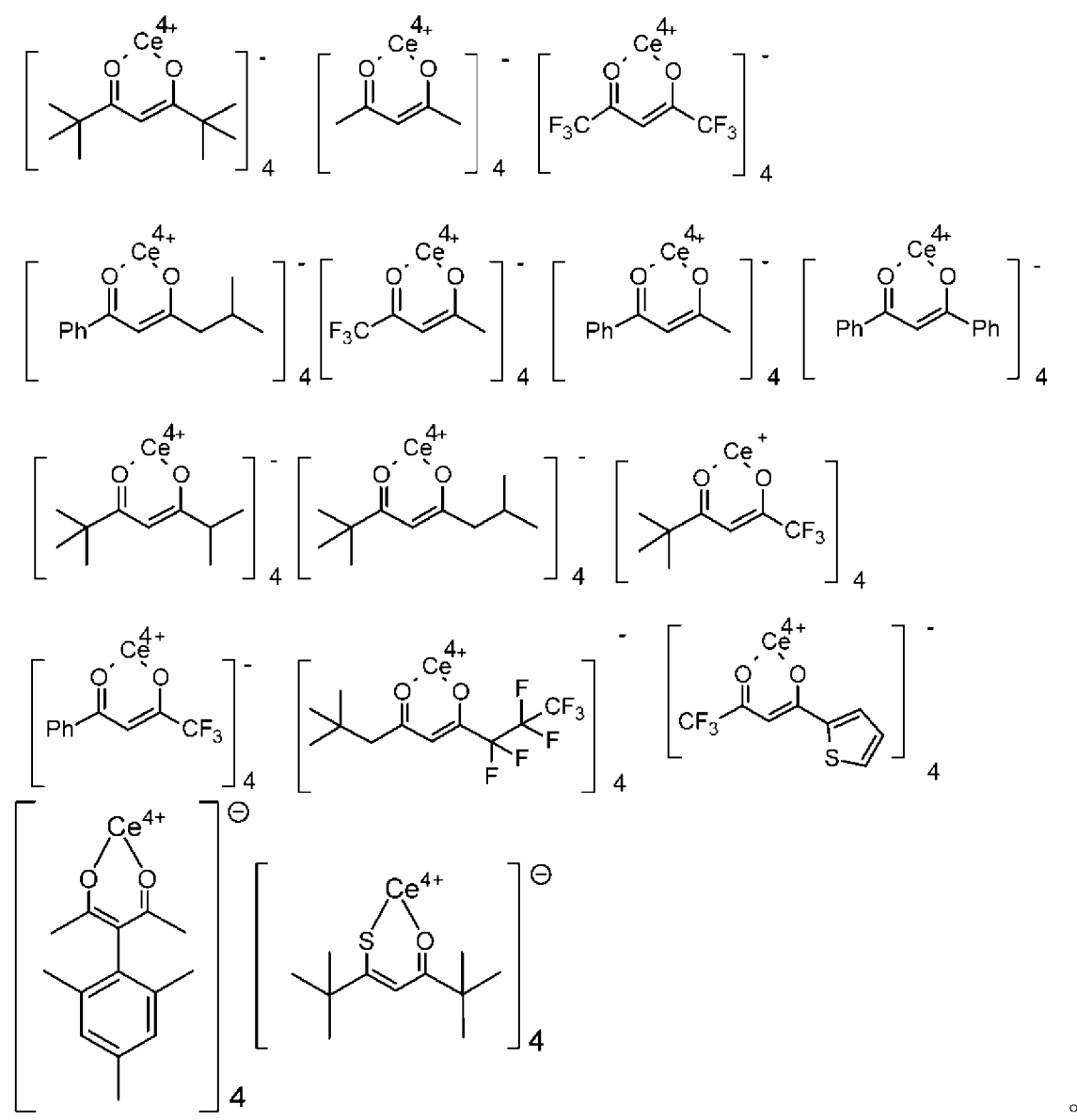


其中，

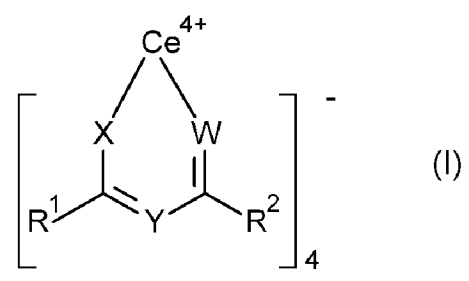
- X 和 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR⁶；
- Y 表示 N 或 CR³；
- R¹、R² 彼此獨立地表示 CN、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁸ 取代；
- R³ 表示氫、CN、硝基、鹵素、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

- $R^{4a}R^{4b}$ 彼此獨立地表示氫、 C_1-C_6 -烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^5 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 -烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基；
- R^6 表示氫、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基、 C_6-C_{14} 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^7 表示氫、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^8 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 烷基、 C_1-C_4 鹵烷基或 C_6-C_{14} 芳基，該 C_6-C_{14} 芳基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C_1-C_4 烷基和 C_1-C_4 -鹵烷基之相同或不同基團所取代；

其條件為排除下列化合物：



【0022】本發明的又一目的是通式(I)的化合物及其電荷轉移錯合物、其還原產物及該等的混合物，

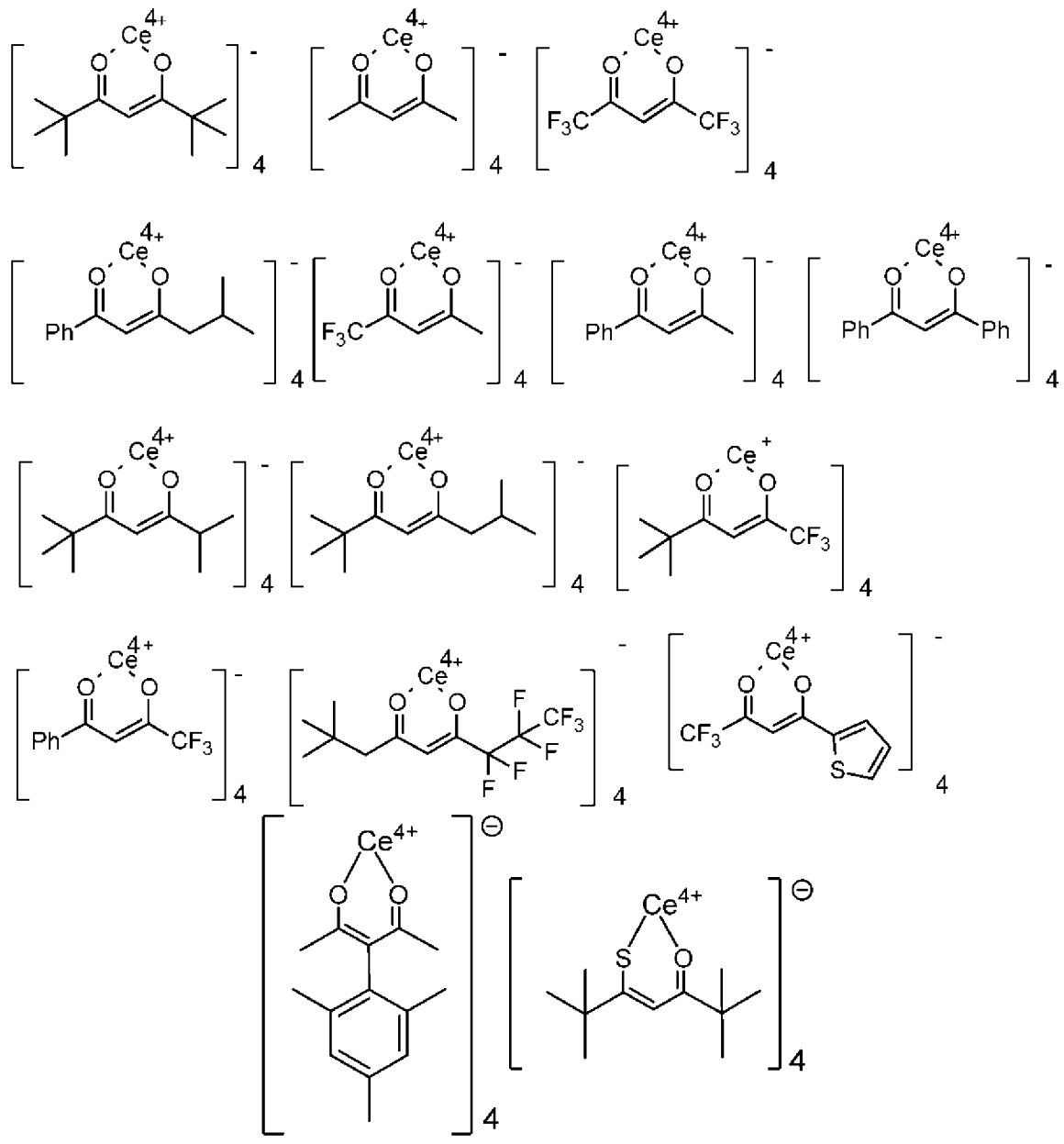


其中，
X 和 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR⁶；
Y 表示 N 或 CR³；

- R^1 、 R^2 彼此獨立地表示 CN、 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -鹵烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基、 C_1 - C_6 -鹵烷氧基、 C_1 - C_6 -烷基氫硫基、 C_1 - C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_6 - C_{14} -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^3 表示氫、CN、硝基、鹵素、 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -鹵烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基、 C_1 - C_6 -鹵烷氧基、 C_1 - C_6 -烷基氫硫基、 C_1 - C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 、 C_6 - C_{14} -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- $R^{4a}R^{4b}$ 彼此獨立地表示氫、 C_1 - C_6 -烷基或 C_6 - C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^5 表示 CN、鹵素、 C_1 - C_4 -烷基或 C_1 - C_4 -鹵烷基；
- R^6 表示氫、 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 鹵烷基、 C_6 - C_{14} 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；

R⁷ 表示氫、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

其條件為排除下列化合物：



【圖式簡單說明】

無。

【實施方式】

【0023】本發明具有以下優點：

- 根據本發明的銻-(IV)錯合物僅具有較低的製造成本。
- 根據本發明的銻-(IV)錯合物有利地適合作為電子受體，用於作為 p 型摻雜劑和作為有機電子組件中的電子傳輸材料。
- 與已知的電子受體相比，根據本發明的銻-(IV)錯合物表現出更好的導電性。
- 與現有技術相比，根據本發明的銻-(IV)錯合物顯示出其摻雜層的改進的熱穩定性。
- 此外，根據本發明的銻(IV)錯合物的特徵在於更高的摻雜效率。
- 根據本發明的銻-(IV)-錯合物僅顯示出低的摻雜層吸收。因此，可以減少甚至防止寄生吸收和發射。
- 根據本發明的銻-(IV)-錯合物藉由溶劑加工和真空再加工均適用於製造有機和混合光電組件。

【0024】在本發明的上下文中，雙牙(也稱為二牙)配位子是以兩個原子結合至金屬原子(銻原子)的配位子。

【0025】在本發明的上下文中，同配位子(homoleptic)銻(IV)化合物是錯合物，其中所有配位子都是相同的。

【0026】在本發明的上下文中，雜配位子(heteroleptic)銻(IV)化合物是錯合物，其中至少一個配位子的意義不同於其餘配位子。

【0027】在本發明的上下文中，前置 C_n-C_m 表示由其指定的分子或殘基可包含的碳原子數。

【0028】在本發明的上下文中，術語 C_1-C_6 烷基是指具有 1 至 6 個碳原子的非支鏈或支鏈飽和烴基。 C_1-C_6 烷基例如為甲基、乙基、丙基、1-甲基乙基、丁基、1-甲基丙基、2-甲基丙

基、1,1-二甲基乙基、戊基、1-甲基丁基、2-甲基丁基、3-甲基丁基、2,2-二甲基丙基、1-乙基丙基、己基、1,1-二甲基丙基、1,2-二甲基丙基、1-甲基戊基、2-甲基戊基、3-甲基戊基、4-甲基戊基、1,1-二甲基丁基、1,2-二甲基丁基、1,3-二甲基丁基、2,2-二甲基丁基、2,3-二甲基丁基、3,3-二甲基丁基、1-乙基丁基、2-乙基丁基、1,1,2-三甲基丙基、1,2,2-三甲基丙基、1-乙基-1-甲基丙基或1-乙基-2-甲基丙基。C₁-C₄烷基是指例如 甲基、乙基、丙基、1-甲基乙基、丁基、1-甲基丙基、2-甲基丙基或 1,1-二甲基乙基。

【0029】在本發明的上下文中，術語 C₁-C₆ 烷氧基是指通過氧原子鍵合的如上所定義的非支鏈或支鏈的飽和 C₁-C₆ 烷基。較佳為具有 1 至 4 個碳原子的烷氧基，特別較佳為 1 或 2 個碳原子。C₁-C₂ 烷氧基是甲氧基或乙氧基。C₁-C₄ 烷氧基為例如甲氧基、乙氧基、正丙氧基、1-甲基乙氧基(異丙氧基)、丁氧基、1-甲基丙氧基(二級丁氧基)、2-甲基丙氧基(異丁氧基)或 1,1-二甲基乙氧基(三級丁氧基)。C₁-C₆ 烷氧基包含對於 C₁-C₄ 烷氧基所給的定義，另外例如戊氧基、1 甲基丁氧基、2-甲基丁氧基、3-甲基丁氧基、1,1-二甲基丙氧基、1,2-二甲基丙氧基、2,2-二甲基丙氧基、1-乙基丙氧基、己氧基、1-甲基戊氧基、2-甲基戊氧基、3-甲基戊氧基、4-甲基戊氧基、1,1-二甲基丁氧基、1,2-二甲基丁氧基、1,3-二甲基丁氧基、2,2-二甲基丁氧基、2,3-二甲基丁氧基和 3,3-二甲基丁氧基。

【0030】在本發明的上下文中，術語 C₁-C₆ 烷基氫硫基是指通過硫原子鍵合的如上所定義的非支鏈或支鏈的飽和 C₁-C₆ 烷基。具有 1-4 個碳原子的烷基氫硫基是較佳的，特別較佳為 1

或 2 個碳原子。 C_1 - C_2 -烷基氫硫基是甲基氫硫基或乙基氫硫基。 C_1 - C_4 烷基氫硫基是例如甲基氫硫基、乙基氫硫基、正丙基氫硫基、1-甲基乙基氫硫基(異丙基氫硫基)、丁基氫硫基、1-甲基丙基氫硫基(二級丁基氫硫基)、2-甲基丙基氫硫基(異丁基氫硫基)或 1,1-二甲基乙基氫硫基(三級丁基氫硫基)。 C_1 - C_6 烷硫基包含對於 C_1 - C_4 烷基氫硫基所給的定義，另外還例如戊基氫硫基、1-甲基丁基氫硫基、2-甲基丁基氫硫基、3-甲基丁基氫硫基、1,1-二甲基丙基氫硫基、1,2-二甲基丙基氫硫基、2,2-二甲基丙基氫硫基、1-乙基丙基氫硫基、己基氫硫基、1-甲基戊基氫硫基、2-甲基戊基氫硫基、3-甲基戊基氫硫基、4-甲基戊基氫硫基、1,1-二甲基丁基氫硫基、1,2-二甲基丁基氫硫基、1,3-二甲基丁基氫硫基、2,2-二甲基丁基氫硫基、2,3-二甲基丁基氫硫基、3,3-二甲基丁基氫硫基、1-乙基丁基氫硫基、2-乙基丁基氫硫基、1,1,2-三甲基丙基氫硫基、1,2,2-三甲基丙基氫硫基、1-乙基-1-甲基丙基氫硫基或 1-乙基-2-甲基丙基氫硫基。

【0031】在本發明的上下文中，術語鹵烷基、鹵烷氧基和鹵烷基氫硫基是指部分或完全鹵化的烷基、烷氧基或烷基氫硫基。換句話說，鍵合到烷基、烷氧基或烷基氫硫基的一個或多個碳原子上的一個或多個氫原子，例如 1、2、3、4 或 5 個氫原子被鹵素原子，特別是氟或氯所取代。

【0032】術語「鹵素」分別表示氟、氯、溴或碘。

【0033】術語「CN」表示氰基($-C\equiv N$)。

【0034】在本發明的上下文中，術語「芳基」包含通常具有 6 至 14 個，特別較佳為 6 至 10 個碳原子的單核或多核芳族

烴基。芳基的實例特別是苯基、萘基、茛基、蒾基、蔥基、菲基、稠四苯基、蒽基、芘基等，特別是苯基或萘基。

【0035】在本發明的上下文中，術語「雜芳基」包含具有 4 至 13 個碳原子的單核或多核芳族烴基，其中 1、2 或 3 個碳原子已被 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團取代作為環成員，所述雜原子和含雜原子的基團選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂。雜芳基可以經由環碳或經由環氮連接至分子的其餘部分。5 或 6 員芳族雜環(也稱為雜芳族環或雜芳基)的實例是 2-呋喃基、3-呋喃基、2-噻吩基、3-噻吩基、2-吡咯基、3-吡咯基、3-吡唑基、4-吡唑基、5-吡唑基、2-噁唑基、4-噁唑基、5-噁唑基、2-噻唑基、4-噻唑基、5-噻唑基、2-咪唑基、4-咪唑基、1,3,4-三唑-2-基、2-吡啶基、3-吡啶基、4-吡啶基、3-嗒吡基、4-嗒吡基、2-嘧啶基、4-嘧啶基、5-嘧啶基和 2-吡嗪基。8、9 或 10 員芳族雜雙環的實例是具有上述 5 或 6 員雜芳族環之一和與之稠合的另一個芳族碳環或 5 或 6 員雜環的雜芳基，例如稠合苯、噻吩、呋喃、吡咯、吡唑、咪唑、吡啶或嘧啶環。這些雙環伸雜芳基(hetarylenes)包含例如喹啉基、異喹啉基、吡啶基、吲哚基、吲哚基、異吲哚基、吲唑基、苯并呋喃基、特別是 2-苯并呋喃基、苯并噻吩基、特別是 2-苯并噻吩基、苯并[b]噻唑基、特別是 2-苯并[b]噻唑基、苯并噁唑基、特別是 2-苯并噁唑基、苯并噻唑基、特別是 2-苯并噻唑基、苯并咪唑基、特別是 2-苯并咪唑基、咪唑并[1,2-a]吡啶-2-基、噻吩并[3,2-b]吡啶-5 基、咪唑-[2,1-b]-噻唑-6-基和 1,2,4-三唑并[1,5-a]吡啶-2-基。

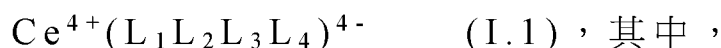
【0036】當#出現在式中，表示本發明化合物的較佳次結構時，其表示與分子其餘部分鍵結的鍵。

【0037】

式(I.1)和(I)的銻化合物

【0038】

式(I.1)的化合物

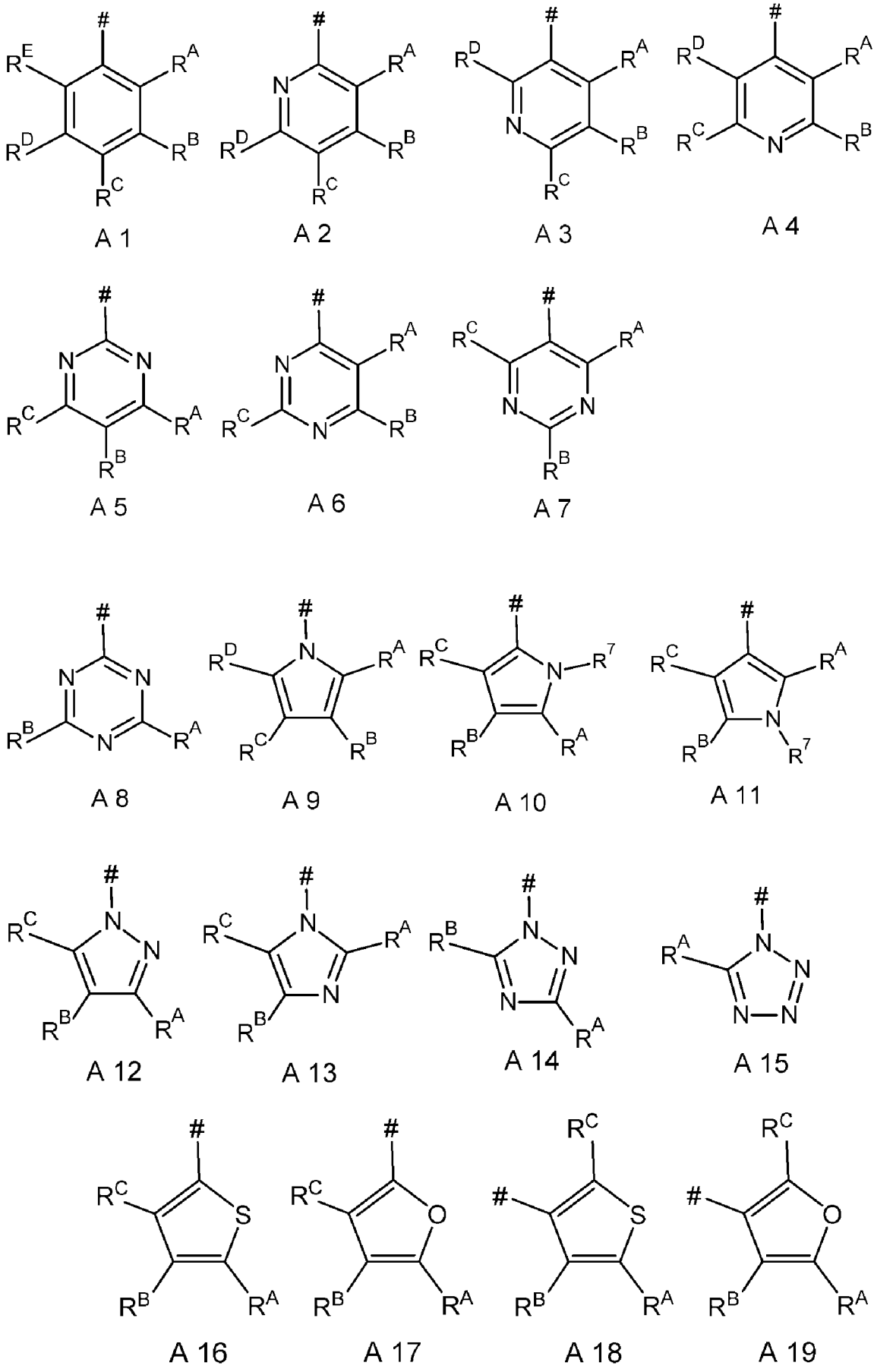


- L_1 、 L_2 、 L_3 、及 L_4 如上及如下所定義，包含化合物，其中，四個配位子 L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 具有相同的定義，
- 四個配位子中的三個具有相同的定義，
- 四個配位子中的兩個具有相同的定義，
- 所有四個配位子 L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 具有不同的定義。

【0039】較佳為式(I.1)的化合物，其中 L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 具有相同的定義。

【0040】在式(I.1)的銻化合物中， L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 彼此獨立地選自具有通式(I.2)的雙牙配位子。在下述的化合物(I.1)的較佳具體實施例中，直接由其雙牙配位子(I.2)的較佳具體實施例所定義。

【0041】較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中 R^1 和 R^2 獨立地選自 CN 、 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 鹵烷基、 C_1 - C_6 烷氧基、 C_1 - C_6 鹵烷氧基、 C_1 - C_6 -烷基氫硫基、 C_1 - C_6 -鹵烷基氫硫基、 $\text{NR}^{4a}\text{R}^{4b}$ 和由 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} 、 A_{13} 、 A_{14} 、 A_{15} 、 A_{16} 和 A_{17} 所組成的群組 A：



其中#表示與式(I)和式(I.2)的配位子的其餘分子的鍵，

R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E

獨立地選自氫、CN、鹵素、 C_1-C_4 烷基、 C_1-C_4 鹵烷基和苯基，該苯基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C_1-C_4 烷基和 C_1-C_4 鹵烷基之相同或不同的基團所取代；

R^{4a} 、 R^{4b} 獨立地表示氫、 C_1-C_6 -烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 所取代；

R^5 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 -烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基；和
 R^7 表示氫、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基或 C_6-C_{14} 芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 所取代。

【0042】另一較佳的具體實施例是式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中 R^1 和 R^2 獨立地選自 CN、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基、 C_1-C_6 烷氧基、 C_1-C_6 -鹵烷氧基、 C_1-C_6 -烷基氫硫基、 C_1-C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ 以及由 A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12、A13、A14 和 A15 所組成的群組 A，其中，

R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E

獨立地選自氫、CN、鹵素、 C_1-C_4 烷基和 C_1-C_4 鹵烷基；

R^{4a} 、 R^{4b} 獨立地表示氫、 C_1-C_6 -烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 所取代；

R^5 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 -烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基；和
 R^7 表示氫、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基或 C_6-C_{14} 芳基，
其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 所取代。

【0043】無論其等存在與否，基團 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 較佳為選自氫、CN、氟、氯、 C_1-C_4 烷基、 C_1-C_4 氟烷基、 C_1-C_4 氯烷基和未取代的苯基、或被 1、2 或 3 個選自 C_1-C_4 鹵烷基的相同或不同的基團所取代的苯基。

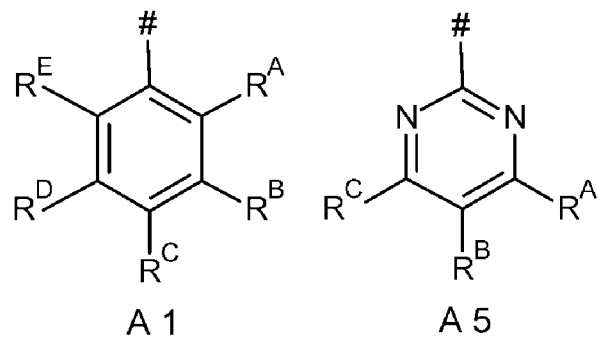
【0044】特別較佳地，基團 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 彼此獨立地選自氫、CN、氟和氯。

【0045】在另一特別的具體實施例中，基團 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 彼此獨立地選自氫、CN、氟、氯和被 1 或 2 個選自 C_1-C_2 鹵烷基的相同或不同的基團所取代的苯基。

【0046】特別較佳為基團 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 均表示氟。

【0047】同樣特別較佳為基團 R^A 、 R^B 、 R^D 和 R^E 為氫， R^C 為 3,5-二(三氟甲基)苯基。

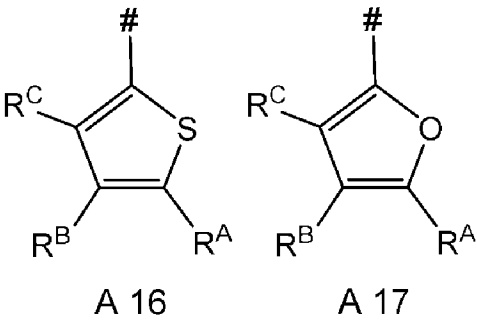
【0048】較佳地，在式(I)和式(I.2)的配位子中， R^1 和 R^2 獨立地選自 C_1-C_4 烷基、 C_1-C_4 鹵烷基、A1 和 A5。



其中#表示與式(I)和式(I.2)的配位子的其餘分子的鍵，且其中，

R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 獨立地選自氫、CN、氟、氯、 C_1 - C_4 -烷基、 C_1 - C_4 -氟烷基、 C_1 - C_4 -氯烷基和未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C_1 - C_4 鹵烷基之相同或不同的基團所取代的苯基。

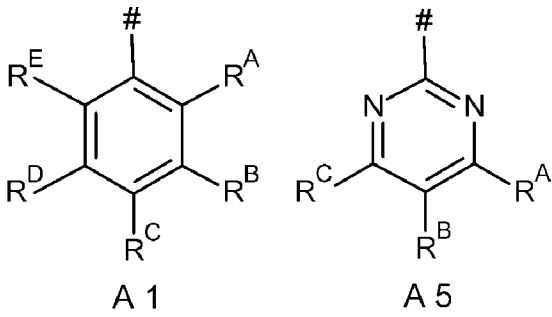
【0049】在式(I)和式(I.2)的配位子的另一較佳具體實施例中， R^1 和 R^2 獨立地選自 A16 和 A17，



其中#表示與式(I)和式(I.2)的配位子的其餘分子的鍵，且其中，

R^A 、 R^B 和 R^C 獨立地選自氫、CN、氟、氯、 C_1 - C_4 烷基、 C_1 - C_4 氟烷基和 C_1 - C_4 氯烷基。較佳地、 R^A 、 R^B 和 R^C 都是氫。

【0050】在一較佳的具體實施例中，在式(I)和式(I.2)的配位子中， R^1 和 R^2 獨立地選自 A1 和 A5。



其中#表示與式(I)和式(I.2)的配位子的其餘分子的鍵，且其中，

R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 獨立地選自氫、CN、氟、氯、 C_1 - C_4 -烷基、 C_1 - C_4 -氟烷基、 C_1 - C_4 -氯烷基和未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C_1 - C_4 鹵烷基之相同或不同的基團所取代的苯基。

【0051】在式(I)和式(I.2)的配位子的特別較佳的具體實施例中， R^1 和 R^2 獨立地選自 A1 和 A5，其中 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 獨立地選自 CN、氟和氯。

【0052】在式(I)的另一特別較佳的具體實施例中， R^1 和 R^2 獨立地選自 A1 和 A5，其中 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 獨立地選自 CN、氟和氯。

【0053】在式(I)和式(I.2)的配位子的另一較佳具體實施例中， R^1 和 R^2 獨立地選自 C_1 - C_4 烷基、 C_1 - C_4 氟烷基、 C_1 - C_4 氯烷基和 A1，其中 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 獨立地選自 CN、氟和氯。

【0054】在另一較佳的具體實施例中，在式(I)中， R^1 和 R^2 獨立地選自 C_1 - C_4 烷基、 C_1 - C_4 氟烷基、 C_1 - C_4 氯烷基和 A1，其中 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 獨立地是選自 CN、氟和氯。

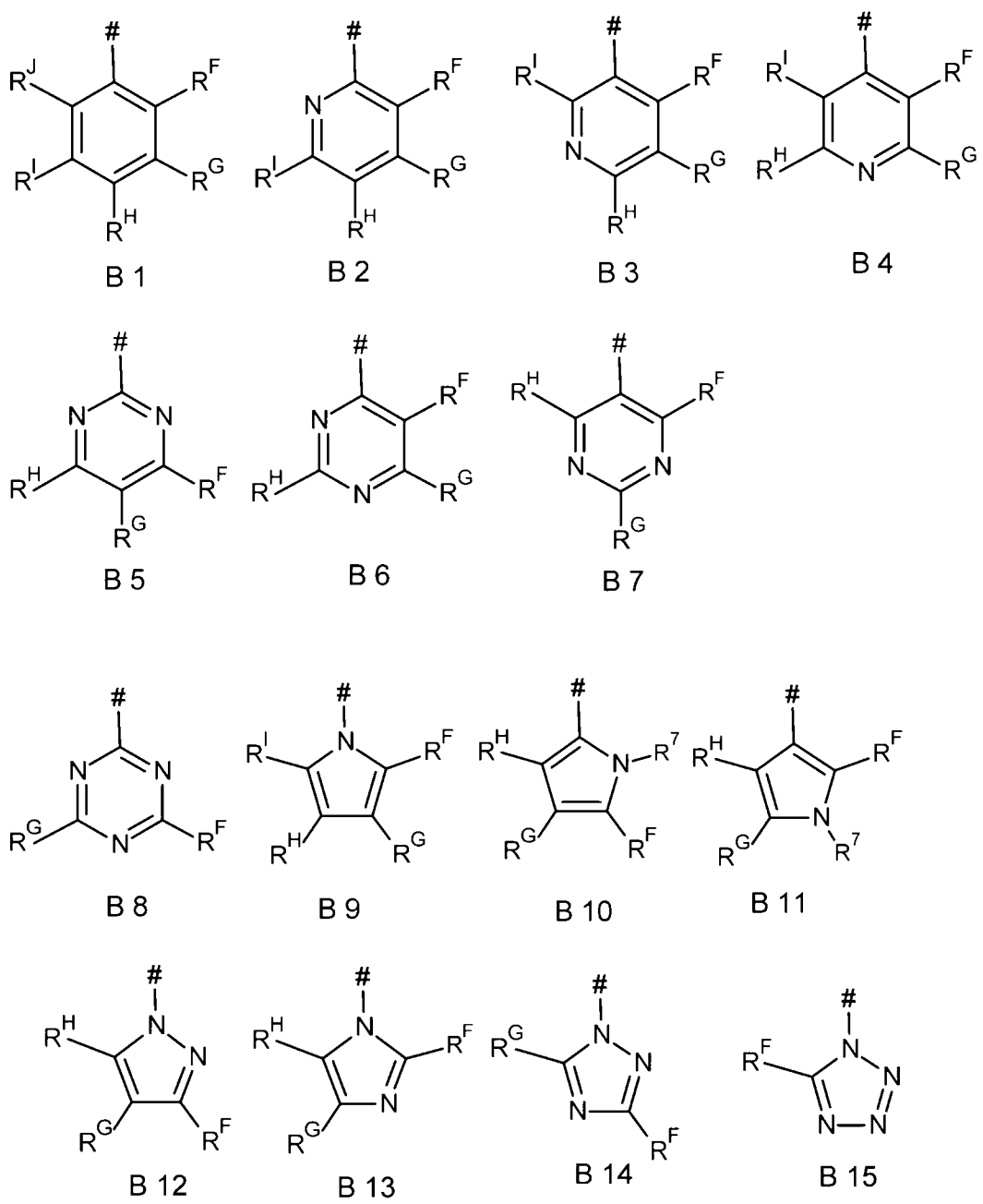
【0055】在一特別的具體實施例中，在式(I)和式(I.2)的配位子中， R^1 和 R^2 獨立地選自 A1 和 A5，其中 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 為氟。

【0056】在一特別的具體實施例中，在式(I)中， R^1 和 R^2 獨立地選自 A1 和 A5，其中 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 為氟。

【0057】在式(I)和式(I.2)的配位子的另一較佳的具體實施例中， R^1 和 R^2 為 A1，其中 R^A 、 R^B 、 R^D 和 R^E 為氫，且 R^C 為 3,5-二(三氟甲基)苯基。

【0058】在另一較佳的具體實施例中，在式(I)中， R^1 和 R^2 為A1，其中 R^A 、 R^B 、 R^D 和 R^E 為氫，且 R^C 為3,5-二(三氟甲基)苯基。

【0059】較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中Y表示基團 CR^3 ，且 R^3 選自氫、CN、硝基、鹵素、 CF_3 和由B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、B9、B10、B11、B12、B13、B14和B15所組成的群組B。

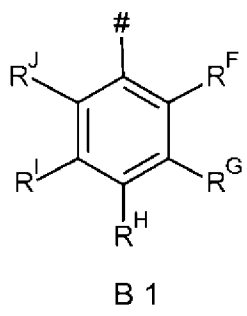


其中#表示與式(I)和式(I.2)的配位子的其餘分子的鍵；
 R^F 、 R^G 、 R^H 、 R^I 和 R^J
獨立地選自氫、CN、鹵素、 C_1 - C_4 烷基和 C_1 - C_4 鹵
烷基；和
 R^7 表示氫、 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 鹵烷基或 C_1 - C_{14} 芳基，
其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不
同的基團 R^5 所取代。

【0060】無論其等存在與否，基團 R^F 、 R^G 、 R^H 、 R^I 和 R^J
較佳為選自氫、CN、氟、氯、 C_1 - C_4 烷基、 C_1 - C_4 氟烷基和 C_1 -
 C_4 氯烷基。

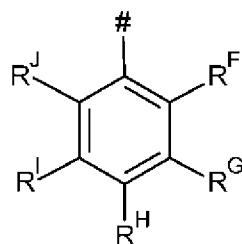
【0061】在一較佳的具體實施例中，基團 R^A 、 R^B 、 R^C 、
 R^D 和 R^E 獨立地表示 CN、氟或氯。

【0062】在式(I)和式(I.2)的配位子中，Y 較佳表示基團
 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基、鹵素、 CF_3 和 B1。



其中#表示與式(I)和式(I.2)的配位子的其餘分子的鍵，且
其中，

R^F 、 R^G 、 R^H 、 R^I 和 R^J 獨立地選自氫、CN、氟和氯。
【0063】在式(I)和式(I.2)的配位子中，Y 較佳表示基團
 CR^3 ，其中 R^3 表示 B1，



B 1

其中#表示與式(I)和式(I.2)的配位子的其餘分子的鍵，且其中，

R^F 、 R^G 、 R^H 、 R^I 和 R^J 獨立地選自CN、氟和氯。

【0064】在另一較佳的具體實施例中，Y表示基團 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基、氟、氯和 CF_3 。

【0065】無論其等存在與否，基團 R^{4a} 和 R^{4b} 較佳選自氫和 C_1 - C_4 烷基。

【0066】無論其存在與否，基團 R^5 較佳選自CN、氟、氯、 C_1 - C_4 烷基和 C_1 - C_4 鹵烷基。

【0067】無論其存在與否，基團 R^6 較佳選自氫和 C_1 - C_4 -烷基。

【0068】無論其存在與否，基團 R^7 較佳選自氫和 C_1 - C_4 烷基和 C_1 - C_4 鹵烷基。

【0069】在較佳的第一具體實施例A中，較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中，

- X和W表示S或O，特別是O；
- Y表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氟、CN和硝基；
- R^1 和 R^2 彼此獨立地表示CN、 C_1 - C_6 -烷基、 C_1 - C_6 -鹵烷基、 C_1 - C_6 -烷氧基、 C_1 - C_6 -鹵烷氧基、 C_1 - C_6 -烷基氫硫基、 C_1 - C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ ，特別是表示 C_1 - C_4 烷基或 C_1 - C_4 鹵烷基。

【0070】特別較佳為式(I)的化合物，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氟、CN 和硝基；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 CN、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基、 C_1-C_6 -烷氧基、 C_1-C_6 -鹵烷氧基、 C_1-C_6 -烷基氫硫基、 C_1-C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ ，特別是表示 C_1-C_4 烷基或 C_1-C_4 鹵烷基。

【0071】在較佳的第二具體實施例 B 中，較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 表示 B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、B9、B10、B11、B12、B13、B14 或 B15，特別是 B1；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 CN、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基、 C_1-C_6 -烷氧基、 C_1-C_6 -鹵烷氧基、 C_1-C_6 -烷基氫硫基、 C_1-C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ ，特別是表示 C_1-C_4 烷基或 C_1-C_4 鹵烷基。

【0072】特別較佳為式(I)的化合物，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 表示 B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、B9、B10、B11、B12、B13、B14 或 B15，特別是 B1；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 CN、 C_1-C_6 -烷基、 C_1-C_6 -鹵烷基、 C_1-C_6 -烷氧基、 C_1-C_6 -鹵烷氧基、 C_1-C_6 -烷基

氫硫基、 C_1-C_6 -鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ ，特別是表示 C_1-C_4 烷基或 C_1-C_4 鹵烷基。

【0073】在較佳的第三具體實施例 C 中，較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 表示 B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、B9、B10、B11、B12、B13、B14 或 B15，特別是 B1；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12、A13、A14 或 A15，特別是表示 A1 或 A5。

【0074】特別較佳為式(I)的化合物，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 表示 B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8、B9、B10、B11、B12、B13、B14 或 B15，特別是 B1；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12、A13、A14 或 A15，特別是表示 A1 或 A5。

【0075】在較佳的第四具體實施例 D 中，較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氟、CN 和硝基；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12、A13、A14 或 A15，特別是表示 A1 或 A5。

【0076】特別較佳為式(I)的化合物，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氟、CN 和硝基；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12、A13、A14 或 A15，特別是表示 A1 或 A5。

【0077】在較佳的第五具體實施例 E 中，較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氟、CN 和硝基；

R^1 表示 A1；

R^2 表示 CN、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基、 C_1-C_6 烷氧基、 C_1-C_6 鹵烷氧基、 C_1-C_6 烷基氫硫基、 C_1-C_6 鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ ，特別是表示 C_1-C_4 烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基。

【0078】特別較佳為式(I)的化合物，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氟、CN 和硝基；

R^1 表示 A1；

R^2 表示 CN、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基、 C_1-C_6 烷氧基、 C_1-C_6 鹵烷氧基、 C_1-C_6 烷基氫硫基、 C_1-C_6 鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ ，特別是表示 C_1-C_4 烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基。

【0079】在較佳的第六具體實施例 F 中，較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氫；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 A16 或 A17。

【0080】特別較佳為式(I)的化合物，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氫；

R^1 和 R^2 彼此獨立地表示 A16 或 A17。

【0081】在較佳的第七具體實施例 G 中，較佳為式(I)的化合物和式(I.2)的配位子，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氫；

R^1 表示 A16 或 A17；

R^2 表示 CN、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基、 C_1-C_6 烷氧基、 C_1-C_6 鹵烷氧基、 C_1-C_6 烷基氫硫基、 C_1-C_6 鹵烷基氫硫基、 $NR^{4a}R^{4b}$ ，特別是表示 C_1-C_4 烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基。

【0082】特別較佳為式(I)的化合物，其中，

X 和 W 表示 S 或 O，特別是 O；

Y 表示 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基和鹵素，特別是氫；

R^1 表示 A16 或 A17；

R^2 表示 CN、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 鹵烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 鹵烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 烷基氫硫基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 鹵烷基氫硫基、 $\text{NR}^{4a}\text{R}^{4b}$ ，特別是表示 $\text{C}_1\text{-C}_4$ 烷基或 $\text{C}_1\text{-C}_4$ -鹵烷基。

【0083】特別較佳為式(I.a')的化合物：

$\text{Ce}^{4+}[(\text{R}^1\text{-C}(-\text{O})=\text{C}(\text{R}^3)\text{-C}(=\text{O})\text{-R}^2)(\text{R}^{1'}\text{-C}(-\text{O})=\text{C}(\text{R}^{3'})\text{-C}(=\text{O})\text{-R}^{2'})](\text{R}^{1''}\text{-C}(-\text{O})=\text{C}(\text{R}^{3''})\text{-C}(=\text{O})\text{-R}^{2''})(\text{R}^{1'''}\text{-C}(-\text{O})=\text{C}(\text{R}^{3'''})\text{-C}(=\text{O})\text{-R}^{2'''})]^{4-}$ (I.a')，其中，

$(\text{R}^1, \text{R}^2, \text{R}^3)$ 、 $(\text{R}^{1'}, \text{R}^{2'}, \text{R}^{3'})$ 、 $(\text{R}^{1''}, \text{R}^{2''}, \text{R}^{3''})$ 及 $(\text{R}^{1'''}, \text{R}^{2'''}, \text{R}^{3'''})$ 每個係選自以下表 1 的一行中所給的定義。

【0084】表 1：

	R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
1.	甲基	甲基	H
2.	甲基	甲基	CN
3.	甲基	甲基	F
4.	甲基	甲基	Cl
5.	甲基	甲基	NO ₂
6.	甲基	甲基	五氟苯基
7.	甲基	甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
8.	甲基	甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
9.	甲基	甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
10.	甲基	甲基	四氟-2-吡啶基
11.	甲基	甲基	四氟-3-吡啶基
12.	甲基	甲基	四氟-4-吡啶基
13.	甲基	甲基	四氟-2-苯甲腈
14.	甲基	甲基	四氟-3-苯甲腈
15.	甲基	甲基	四氟-4-苯甲腈
16.	三氟甲基	三氟甲基	H
17.	三氟甲基	三氟甲基	CN
18.	三氟甲基	三氟甲基	F
19.	三氟甲基	三氟甲基	Cl
20.	三氟甲基	三氟甲基	NO ₂
21.	三氟甲基	三氟甲基	五氟苯基
22.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
23.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
24.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
25.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-吡啶基
26.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-吡啶基
27.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-吡啶基
28.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-苯甲腈

	R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
29.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-苯甲腈
30.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-苯甲腈
31.	五氟乙基	五氟乙基	H
32.	五氟乙基	五氟乙基	CN
33.	五氟乙基	五氟乙基	F
34.	五氟乙基	五氟乙基	Cl
35.	五氟乙基	五氟乙基	NO ₂
36.	五氟乙基	五氟乙基	五氟苯基
37.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
38.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
39.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
40.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-吡啶基
41.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-吡啶基
42.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-吡啶基
43.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-苯甲腈
44.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-苯甲腈
45.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-苯甲腈
46.	七氟正丙基	七氟正丙基	H
47.	七氟正丙基	七氟正丙基	CN
48.	七氟正丙基	七氟正丙基	F
49.	七氟正丙基	七氟正丙基	Cl
50.	七氟正丙基	七氟正丙基	NO ₂
51.	七氟正丙基	七氟正丙基	五氟苯基
52.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
53.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
54.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
55.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-吡啶基
56.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-吡啶基
57.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-吡啶基

	R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
58.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-苯甲腈
59.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-苯甲腈
60.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-苯甲腈
61.	七氟異丙基	七氟異丙基	H
62.	七氟異丙基	七氟異丙基	CN
63.	七氟異丙基	七氟異丙基	F
64.	七氟異丙基	七氟異丙基	Cl
65.	七氟異丙基	七氟異丙基	NO ₂
66.	七氟異丙基	七氟異丙基	五氟苯基
67.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
68.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
69.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
70.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-吡啶基
71.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-吡啶基
72.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-吡啶基
73.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-苯甲腈
74.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-苯甲腈
75.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-苯甲腈
76.	三級丁基	三級丁基	H
77.	三級丁基	三級丁基	CN
78.	三級丁基	三級丁基	F
79.	三級丁基	三級丁基	Cl
80.	三級丁基	三級丁基	NO ₂
81.	三級丁基	三級丁基	五氟苯基
82.	三級丁基	三級丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
83.	三級丁基	三級丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
84.	三級丁基	三級丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
85.	三級丁基	三級丁基	四氟-2-吡啶基
86.	三級丁基	三級丁基	四氟-3-吡啶基

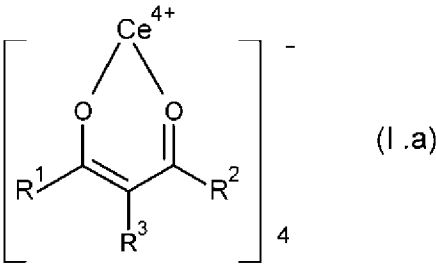
	R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
87.	三級丁基	三級丁基	四氟-4-吡啶基
88.	三級丁基	三級丁基	四氟-2-苯甲腈
89.	三級丁基	三級丁基	四氟-3-苯甲腈
90.	三級丁基	三級丁基	四氟-4-苯甲腈
91.	九氟正丁基	九氟正丁基	H
92.	九氟正丁基	九氟正丁基	CN
93.	九氟正丁基	九氟正丁基	F
94.	九氟正丁基	九氟正丁基	Cl
95.	九氟正丁基	九氟正丁基	NO ₂
96.	九氟正丁基	九氟正丁基	五氟苯基
97.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
98.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
99.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
100.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-吡啶基
101.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-吡啶基
102.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-吡啶基
103.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-苯甲腈
104.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-苯甲腈
105.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-苯甲腈
106.	五氟苯基	五氟苯基	H
107.	五氟苯基	五氟苯基	CN
108.	五氟苯基	五氟苯基	F
109.	五氟苯基	五氟苯基	Cl
110.	五氟苯基	五氟苯基	NO ₂
111.	五氟苯基	五氟苯基	五氟苯基
112.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
113.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
114.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
115.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-吡啶基

	R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
116.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-吡啶基
117.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-吡啶基
118.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-苯甲腈
119.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-苯甲腈
120.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-苯甲腈
121.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	H
122.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	CN
123.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	F
124.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	Cl
125.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	NO ₂
126.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	五氟苯基
127.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
128.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
129.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
130.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-吡啶基
131.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-吡啶基
132.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-吡啶基
133.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
134.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
135.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
136.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	H
137.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	CN
138.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	F
139.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	Cl
140.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	NO ₂
141.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	五氟苯基
142.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
143.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
144.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基

	R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
145.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-吡啶基
146.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-吡啶基
147.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-吡啶基
148.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
149.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
150.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
151.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
152.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
153.	苯基	五氟乙基	H
154.	呋喃-2-基	三氟甲基	H
155.	呋喃-2-基	五氟乙基	H
156.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
157.	3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	五氟乙基	H
158.	3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	三氟甲基	H
159.	4-氟-3-三氟甲基-苯基	五氟乙基	H
160.	4-氟-3-三氟甲基-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
161.	3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	H
162.	3,4,5-三氟苯基	五氟乙基	H
163.	4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	H
164.	4-(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
165.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	H
166.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
167.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CN
168.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	CN
169.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
170.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	H
171.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
172.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
173.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H

	R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
174.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	CN
175.	4-氰-3-(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
176.	4-氰-3-(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
177.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CN
178.	4-氰-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	4-氰-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
179.	4-氰-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
180.	2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
181.	2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	CN
182.	4-(3',5'-雙(三氟甲基)苯基)-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
183.	苯基	苯基	CN
184.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CF ₃
185.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	CF ₃
186.	苯基	五氟乙基	CF ₃
187.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CF ₃
188.	3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	CF ₃
189.	4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	CF ₃
190.	苯基	苯基	CF ₃

【0085】特別較佳為式(I.a)的化合物，



其中 R¹、R² 和 R³ 如表 2 所定義：

【0086】表 2：

	R ¹	R ²	R ³
1.	甲基	甲基	H
2.	甲基	甲基	CN
3.	甲基	甲基	F
4.	甲基	甲基	Cl
5.	甲基	甲基	NO ₂
6.	甲基	甲基	五氟苯基
7.	甲基	甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
8.	甲基	甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
9.	甲基	甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
10.	甲基	甲基	四氟-2-吡啶基
11.	甲基	甲基	四氟-3-吡啶基
12.	甲基	甲基	四氟-4-吡啶基
13.	甲基	甲基	四氟-2-苯甲腈
14.	甲基	甲基	四氟-3-苯甲腈
15.	甲基	甲基	四氟-4-苯甲腈
16.	三氟甲基	三氟甲基	H
17.	三氟甲基	三氟甲基	CN
18.	三氟甲基	三氟甲基	F
19.	三氟甲基	三氟甲基	Cl
20.	三氟甲基	三氟甲基	NO ₂
21.	三氟甲基	三氟甲基	五氟苯基
22.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
23.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
24.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
25.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-吡啶基
26.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-吡啶基
27.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-吡啶基
28.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-苯甲腈

	R ¹	R ²	R ³
29.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-苯甲腈
30.	三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-苯甲腈
31.	五氟乙基	五氟乙基	H
32.	五氟乙基	五氟乙基	CN
33.	五氟乙基	五氟乙基	F
34.	五氟乙基	五氟乙基	Cl
35.	五氟乙基	五氟乙基	NO ₂
36.	五氟乙基	五氟乙基	五氟苯基
37.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
38.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
39.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
40.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-吡啶基
41.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-吡啶基
42.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-吡啶基
43.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-苯甲腈
44.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-苯甲腈
45.	五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-苯甲腈
46.	七氟正丙基	七氟正丙基	H
47.	七氟正丙基	七氟正丙基	CN
48.	七氟正丙基	七氟正丙基	F
49.	七氟正丙基	七氟正丙基	Cl
50.	七氟正丙基	七氟正丙基	NO ₂
51.	七氟正丙基	七氟正丙基	五氟苯基
52.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
53.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
54.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
55.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-吡啶基
56.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-吡啶基
57.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-吡啶基

	R ¹	R ²	R ³
58.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-苯甲腈
59.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-苯甲腈
60.	七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-苯甲腈
61.	七氟異丙基	七氟異丙基	H
62.	七氟異丙基	七氟異丙基	CN
63.	七氟異丙基	七氟異丙基	F
64.	七氟異丙基	七氟異丙基	Cl
65.	七氟異丙基	七氟異丙基	NO ₂
66.	七氟異丙基	七氟異丙基	五氟苯基
67.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
68.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
69.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
70.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-吡啶基
71.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-吡啶基
72.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-吡啶基
73.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-苯甲腈
74.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-苯甲腈
75.	七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-苯甲腈
76.	三級丁基	三級丁基	H
77.	三級丁基	三級丁基	CN
78.	三級丁基	三級丁基	F
79.	三級丁基	三級丁基	Cl
80.	三級丁基	三級丁基	NO ₂
81.	三級丁基	三級丁基	五氟苯基
82.	三級丁基	三級丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
83.	三級丁基	三級丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
84.	三級丁基	三級丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
85.	三級丁基	三級丁基	四氟-2-吡啶基
86.	三級丁基	三級丁基	四氟-3-吡啶基

	R ¹	R ²	R ³
87.	三級丁基	三級丁基	四氟-4-吡啶基
88.	三級丁基	三級丁基	四氟-2-苯甲腈
89.	三級丁基	三級丁基	四氟-3-苯甲腈
90.	三級丁基	三級丁基	四氟-4-苯甲腈
91.	九氟正丁基	九氟正丁基	H
92.	九氟正丁基	九氟正丁基	CN
93.	九氟正丁基	九氟正丁基	F
94.	九氟正丁基	九氟正丁基	Cl
95.	九氟正丁基	九氟正丁基	NO ₂
96.	九氟正丁基	九氟正丁基	五氟苯基
97.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
98.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
99.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
100.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-吡啶基
101.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-吡啶基
102.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-吡啶基
103.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-苯甲腈
104.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-苯甲腈
105.	九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-苯甲腈
106.	五氟苯基	五氟苯基	H
107.	五氟苯基	五氟苯基	CN
108.	五氟苯基	五氟苯基	F
109.	五氟苯基	五氟苯基	Cl
110.	五氟苯基	五氟苯基	NO ₂
111.	五氟苯基	五氟苯基	五氟苯基
112.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
113.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
114.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
115.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-吡啶基

	R ¹	R ²	R ³
116.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-吡啶基
117.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-吡啶基
118.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-苯甲腈
119.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-苯甲腈
120.	五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-苯甲腈
121.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	H
122.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	CN
123.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	F
124.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	Cl
125.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	NO ₂
126.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	五氟苯基
127.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
128.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
129.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
130.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-吡啶基
131.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-吡啶基
132.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-吡啶基
133.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
134.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
135.	4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
136.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	H
137.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	CN
138.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	F
139.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	Cl
140.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	NO ₂
141.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	五氟苯基
142.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
143.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
144.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基

	R ¹	R ²	R ³
145.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-吡啶基
146.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-吡啶基
147.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-吡啶基
148.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
149.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
150.	2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
151.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
152.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
153.	苯基	五氟乙基	H
154.	呋喃-2-基	三氟甲基	H
155.	呋喃-2-基	五氟乙基	H
156.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
157.	3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	五氟乙基	H
158.	3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	三氟甲基	H
159.	4-氟-3-三氟甲基-苯基	五氟乙基	H
160.	4-氟-3-三氟甲基-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
161.	3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	H
162.	3,4,5-三氟苯基	五氟乙基	H
163.	4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	H
164.	4-(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
165.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	H
166.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
167.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CN
168.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	CN
169.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
170.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	H
171.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
172.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
173.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H

	R ¹	R ²	R ³
174.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	CN
175.	4-氟-3-(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
176.	4-氟-3-(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
177.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CN
178.	4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
179.	4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
180.	2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
181.	2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	CN
182.	4-(3',5'-雙(三氟甲基)苯基)-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
183.	苯基	苯基	CN
184.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CF ₃
185.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	CF ₃
186.	苯基	五氟乙基	CF ₃
187.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CF ₃
188.	3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	CF ₃
189.	4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	CF ₃
190.	苯基	苯基	CF ₃

【0087】特別較佳為式(I.a)的化合物，其中 R¹、R² 和 R³ 如表 3 所定義：

【0088】表 3：

	R ¹	R ²	R ³
191.	五氟苯基	五氟苯基	H
192.	苯基	苯基	CN
193.	三級丁基	三級丁基	H
194.	三級丁基	三級丁基	CN
195.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
196.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
197.	苯基	五氟乙基	H
198.	呋喃-2-基	三氟甲基	H
199.	呋喃-2-基	五氟乙基	H
200.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
201.	3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	五氟乙基	H
202.	3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	三氟甲基	H
203.	4-氟-3-三氟甲基-苯基	五氟乙基	H
204.	4-氟-3-三氟甲基-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
205.	3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	H
206.	3,4,5-三氟苯基	五氟乙基	H
207.	4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	H
208.	4-(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
209.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	H
210.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
211.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CN
212.	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	CN
213.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
214.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	H
215.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
216.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
217.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
218.	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	CN
219.	4-氟-3-(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
220.	4-氟-3-(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
221.	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CN
222.	4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
223.	4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
224.	2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
225.	2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	CN
226.	4-(3',5'-雙(三氟甲基)苯基)-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H

【0089】在式(I.a)中，連結至銻原子的四個配位子 L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 具有相同的定義。

【0090】式(I.1)和(I)的同配位子化合物係藉由使 β -二酮配位子與銻鹽反應而製得。通常，銻鹽可溶於反應介質中。合適的鹽是硝酸銻銨和硫酸銻銨。 β -二酮配位子是可商業購得，或者其可以技術人員已知的合成來製備。

【0091】式(I.1)的雜配位子化合物由以下所製造：

- 在合適的溶劑中混合兩種不同的同配位子銻化合物，
- 將同配位子銻化合物與不同於該化合物的配位子的配位子或其鹼/鹼土金屬鹽混合，
- 兩種不同的同配位子銻化合物的氣相沉積，
- 具有不同於該化合物的配位子的配位子的同配位子銻化合物的氣相沉積(蒸氣共冷凝)。

【0092】

組分

【0093】在本發明的上下文中，電子組件被理解為離散的或集成的電子組件，其利用通式(I.1)或(I)的化合物的性質或含有通式(I.1)或(I)的化合物的半導體基質材料的性質。在一特別的具體實施例中，電子組件具有特別包含 2、3、4、5、6、7 或更多個層的層結構，其中至少一層含有至少一種通式(I.1)或(I)的化合物。特別地，電子組件具有特別包含 2、3、4、5、6、7 或更多個層的層結構，其中至少一層含有至少一種通式(I)的化合物。每層也可以含有無機材料，或者該組件也可以包含完全由無機材料所構成的層。

【0094】較佳地，該電子組件係選自有機場效電晶體(OFETs)、有機電致發光裝置、有機太陽能電池(OSCs)、用於電子照相的裝置、有機光檢測器、有機光接受器、發光電化學電池(LECs)和有機雷射二極體。有機場效電晶體(OFETs)較佳是有機薄膜電晶體(OTFTs)。有機電致發光裝置較佳是有機發光二極體(OLEDs)。有機太陽能電池較佳為激子太陽能電池，染料敏化太陽能電池(DSSCs)或鈣鈦礦太陽能電池。電子照相用裝置較佳是有機光導電體(OPC)中的光導電材料。

【0095】較佳地，根據本發明的電子組件為有機發光二極體、有機太陽能電池、光伏電池、有機二極體或有機電晶體的形式，較佳為場效電晶體或薄膜電晶體或鈣鈦礦太陽能電池的形式。

【0096】電子組件可以較佳為有機電致發光裝置，特別是有機發光二極體(OLED)的形式。有機電致發光裝置包含陰極、陽極和至少一發射層。除了這些層之外，其還可以包含其他層，例如一或多層電洞注入層、電洞傳輸層、電洞阻擋層、電子傳輸層、電子注入層、激子阻擋層、電子阻擋層及/或電荷產生層。中間層，例如具有激子阻擋功能，也可以插入在兩個發射層之間。並非所有這些層都必須存在。

【0097】較佳的具體實施例是電子組件，特別是 OLED 形式，其中包含式(I.1)或(I)的化合物之層是電洞傳輸層或電洞注入層。特別地，電子組件，特別是 OLED 形式，其中包含式(I)的化合物之層是電洞傳輸層、電洞注入層或電子阻擋層。通常，電洞注入層是促進電子從陽極注入有機半導體基質材料之層。電洞注入層可以直接置於陽極附近。電洞傳輸層將電洞從陽極傳輸至發光層，且位於電洞注入層與發光層之間。

【0098】一較佳的具體實施例為有機太陽能電池形式的電子組件。通常，有機太陽能電池是分層的，並且通常至少包含以下之層：陽極、至少一光活性層和陰極。通常將這些層施放到通常用於此目的的基底上。太陽能電池的光活性區域可以包含兩層，每層具有均質的組成並形成平坦的供體-受體異質接面。光活性區域還可以包含混合層，並以供體-受體整體異質接面的形式形成供體-受體異質接面。除了這些層之外，有機太陽能電池還可以包含其他層，例如選自：

- 具有電子傳輸層性質之層(電子傳輸層，ETL)，
- 包含電洞傳導材料之層(電洞傳輸層，HTL)，這些層不必吸收輻射，
- 激子和電洞阻擋層(例如 EBL)，它們不得吸收，並且
- 倍增層(Multiplier layer)。

【0099】另一較佳的具體實施例是有機太陽能電池形式的電子組件，其中包含式(I.1)或(I)的化合物之層具有電子傳導性(電子傳輸層，ETL)。特別地，電子組件為有機太陽能電池的形式，其中包含式(I)的化合物之層具有電子傳導性(電子傳輸層，ETL)。

【0100】一特別的具體實施例是一種電子組件，特別是有機太陽能電池形式，其中包含至少一種式(I.1)或(I)的化合物之層，是在串聯裝置或多重堆疊裝置中連接光吸收單元到另外的光吸收單元的 pn 接面的一部分，及/或將陰極或陽極連接到光吸收單元的 pn 接面。特別地，電子組件為有機太陽能電池的形式，其中包含至少一種式(I)的化合物之層，是將在串聯裝置或多重堆疊裝置中的光吸收單元連接至另外的光吸收單元的 pn 接面的一部分，及/或將陰極或陽極連接至光吸收單元的 pn 接面。

【0101】

半導體基質材料

【0102】根據本發明並且根據本發明使用的式(I.1)或(I)的化合物，以及其電荷轉移錯合物、還原產物可以使用作為有機半導體基質材料中的摻雜劑，特別是作為電洞傳輸層中的p型摻雜劑。摻雜的半導體基質材料，較佳包含至少一種電子予體和至少一種如上定義的式(I.1)或(I)的化合物。該電子予體較佳係選自：

4,4',4''-參(N-(2-萘基)-N-苯基-胺基)三苯胺(2-TNATA)、4,4',4''-參(N-3-甲基苯基-N-苯基-胺基)三苯胺(m-MTDATA)、N,N,N',N'-肆(4-甲氧基-苯基)聯苯胺(MeO-TPD)、(2,2',7,7'-肆(N,N-二苯基胺基)-9,9'-螺二萘(螺-TTB)、N,N'-雙(萘-1-基)-N,N'-雙(苯基)-聯苯胺、N,N'-雙(萘-1-基)-N,N'-雙(苯基)-9,9-螺二萘、9,9-雙[4-(N,N-雙-聯苯-4-基-胺基)苯基]-9H-萘、2,2'-雙[N,N-雙(聯苯-4-基)胺基]-9,9-螺二萘、N,N'-((9H-萘-9,9-二基)雙(4,1-伸苯基))雙(N-([1,1'-聯苯]-4-基)-[1,1'-聯苯]-4-胺)(BPAPF)、N,N'-雙(萘-9-基)-N,N'-雙(苯基)-聯苯胺、1,3,5-參(4-[雙(9,9-二甲基-萘-2-基)胺基]苯基}苯、三(聯三苯-4-基)胺、二胺基聯伸三苯(diaminoterphenylene)、二胺基三甲基苯基茛、N,N'-雙(9,9-二甲基萘-2-基)-N,N'-二苯基聯苯胺(BF-DPB)、N,N'-((9H-萘-9,9-二基)雙(4,1-伸苯基))雙(N-([1,1'-聯苯]-4-基)-[1,1'-聯苯]-4-胺)(BPAPF)、N₄,N₄,N₄',N₄'-肆(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(TDMFB)、N-([1,1'-聯苯]-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)-9,9'-螺二[萘]-2-胺、

(2,7-雙[N,N-雙(4-甲氧基苯基)胺基]-9,9-螺二[9H-萸](螺-MeO-TPD)、N-([1,1'-聯苯]-4-基)-9,9-二甲基-N-(4-(9-苯基-9H-呋-3-基)苯基)-9H-萸-2-胺及其混合物。

【0103】合適的二胺基聯三苯描述於 DE 102012007795 中。二胺基三甲基苯基茛描述於 WO 2018/206769 中。

【0104】特別地，該電子予體係選自 4,4',4''-參(N-(2-萘基)-N-苯基胺基)三苯胺(2-TNATA)、4,4',4''-參(N-3-甲基苯基-N-苯基-胺基)三苯胺(m-MTDATA)、N,N,N',N'-肆(4-甲氧基-苯基)聯苯胺(MeO-TPD)、(2,2',7,7'-肆-(N,N-二苯胺基)-9,9'-螺二萸(螺-TTB)、N,N'-雙(萘-1-基)-N,N'-雙(苯基)-聯苯胺、N,N'-雙(萘-1-基)-N,N'-雙(苯基)-9,9-螺-聯萸、9,9-雙[4-(N,N-雙-聯苯基-4-基-胺基)苯基]-9H-萸、2,2'-雙[N,N-雙(聯苯基-4-基)胺基]-9,9-螺-二萸、N,N'-((9H-萸-9,9-二基)雙(4,1-伸苯基))雙(N-([1,1'-聯苯]-4-基)-[1,1'-聯苯]-4-胺)(BPAPF)、N,N'-雙(菲-9-基)-N,N'-雙(苯基)-聯苯胺、1,3,5-參{4-[雙(9,9-二甲基-萸-2-基)胺基]苯基}苯、三(聯三苯-4-基)胺、N-(4-(6-((9,9-二甲基-9H-萸-2-基)(6-甲氧基-[1,1'-聯苯]-3-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-N-(6-甲氧基-[1,1'-聯苯]-3-基)-9,9-二甲基-9H-萸-2-胺、N-([1,1'-聯苯]-4-基)-N-(4-(6-([1,1'-聯苯]-4-基(9,9-二甲基-9H-萸-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-9,9-二甲基-9H-萸-2-胺、N,N-二([1,1'-聯苯]-4-基)-3-(4-(二([1,1'-聯苯]-4-基)胺基)苯基)-1,1,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-5-胺、N-(4-(6-(雙(9,9-二甲基-9H-萸-2-基)胺基)-

1,3,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-1-基)苯 基)-N-(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)-9,9-二 甲 基-9H-萸-2-胺 、 N-(4-(6-(9,9'-螺 二 [萸]-2-基(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)胺)-1,3,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-1-基)苯 基)-N-(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)-9,9'-螺 二 [萸]-2-胺 、 N-(4-(6-(二 苯 并[b,d]呋 喃-2-基(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)胺 基)-1,3,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-1-基)苯 基)-N-(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)二 苯 并[b,d]呋 喃-2-胺 、 9-(4-(6-(9H-呋 喃-9-基)-1,3,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-1-基)苯 基)-9H-呋 喃、 N-([1,1'-聯 苯]-4-基)-3-(4-([1,1'-聯 苯]-4-基(4-甲 氧 基 苯 基)胺 基)苯 基)-N-(4-甲 氧 基 苯 基)-1,1,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-5-胺 、 3-(4-(雙(6-甲 氧 基-[1,1'-聯 苯 基]-3-基)胺 基)苯 基)-N,N-雙(6-甲 氧 基-[1,1'-聯 苯 基]-3-基)-1,1,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-5-胺 、 N1-([1,1'-聯 苯]-4-基)-N1-(4-(6-([1,1'-聯 苯]-4-基-(4-(二 苯 基 胺 基)苯 基)胺 基)-1,3,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-1-基)苯 基)-N4,N4-二 苯 基 苯-1,4-二 胺 、 N,N-二([1,1'-聯 苯]-4-基)-4'-(6-(4-(二([1,1'-聯 苯]-4-基)胺 基)苯 基]-1,3,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-1-基)-[1,1'-聯 苯]-4-胺 、 N-(4-(5-(雙(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)胺 基)-1,3,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-1-基)苯 基)-N-(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)-9,9-二 甲 基-9H-萸-2-胺 、 N-(4-(6-(雙(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)胺 基)-1,3,3-三 甲 基-2,3-二 氫-1H-茛-1-基)苯 基)-N-(9,9-二 甲 基-9H-萸-2-基)-9,9-二 甲 基-9H-萸-2-胺 、 N,N'-雙(9,9-二 甲 基-萸-2-基)-N,N'-二 苯 基 聯 苯 胺(BF-DPB)、 N,N'-((9H-萸-9,9-二 基)雙(4,1-伸 苯 基))雙(N-([1,1'-聯 苯 基]-4-基)-

[1,1'-聯苯]-4-胺)(BPAPF)、N₄,N₄,N₄',N₄'-肆(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-[1,1'-聯苯]-4,4'-二胺(TDMFB)、N-([1,1'-聯苯]-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[芴]-2-胺、(2,7-雙[N,N-雙(4-甲氧基苯基)胺基]-9,9-螺二[9H-芴] (螺-MeO-TPD)、N-(4-(5-(雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺和 N-(4-(6-(雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺的混合物、N-([1,1'-聯苯]-4-基)-9,9-二甲基-N-(4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基)-9H-芴-2-胺及其混合物。

【0105】當然，也可以使用其他合適的有機半導體基質材料，特別是具有半導體特性的電洞傳導材料。

【0106】

摻雜

【0107】摻雜可以特別地以使得基質分子與式(I.1)或(I)的化合物的莫耳比為 10000 : 1 至 1 : 1，較佳為 1000 : 1 至 2 : 1，特別地為 5 : 1 至 100 : 1 的方式進行。特別地，摻雜可以使得基質分子與式(I)的化合物的莫耳比為 10000 : 1 至 1 : 1，較佳為 1000 : 1 至 2 : 1，特別地為 5 : 1 至 100 : 1 的方式進行。

【0108】

經摻雜的半導體基質材料的製備

【0109】根據本發明並根據本發明使用的通式(I.1)或(I)的化合物對特定基質材料(以下也稱為電洞傳導基質 HT)的摻雜可以以下列方法之一或其組合而製備：

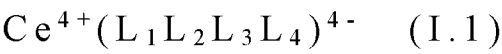
- a) 在真空中，以 HT 來源和至少一種通式(I.1)和(I)的化合物的來源(特別是至少一種通式(I)的化合物)的混合蒸發。
- b) 依次沉積 HT 和至少一種通式(I.1)或(I)的化合物(特別是至少一種通式(I)的化合物)，隨後藉由熱處理使摻雜劑向內擴散。
- c) 以至少一種通式(I.1)或(I)的化合物(特別是至少一種通式(I)的化合物)的溶液，對 HT 層進行摻雜，隨後藉由熱處理蒸發溶劑。
- d) 將至少一種通式(I.1)或(I)的化合物(特別是至少一種通式(I)的化合物)之層施加在 HT 層的一或兩個表面上，以對該 HT 層進行表面摻雜。
- e) 製備主體和至少一種通式(I.1)或(I)的化合物(特別是至少一種通式(I)的化合物)的溶液，並由該溶液形成膜，例如藉由塗布、流延或印刷技術或本領域技術人員已知的其他膜製備技術。

【0110】本發明的另一目的是化合物(I.1)或其混合物的用途、或化合物(I)或其混合物的用途，特別是如上所定義的化合物(I)或其混合物的用途：

- 作為有機半導體，
- 作為有機半導體基質材料中的摻雜劑，特別是作為電洞傳輸層中的 p 型摻雜劑，
- 作為電子傳輸材料，
- 作為電荷注入層中的電荷注入器，
- 作為有機電池中的陰極材料，
- 作為電致變色材料。

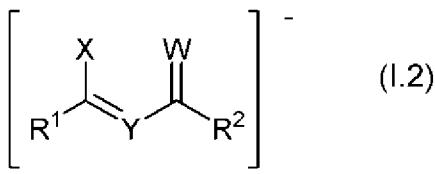
【0111】本發明的又一目的是藉由還原如上定義的化合物(I.1)或(I)或還原如上定義的化合物(I.1)或(I)的電荷轉移錯合物，而獲得的 Ce(III)錯合物陰離子的用途，具有電子予體，用於作為有機導體或電致變色材料。

【0112】本發明的又一目的是通式(I.1)的化合物



及其混合物，其中，

L₁、L₂、L₃、及 L₄ 彼此獨立地為具有通式(I.2)的雙牙配位子：



，其中，

- X 和 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR⁶；
- Y 表示 N 或 CR³；
- R¹、R² 彼此獨立地表示 CN、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁸ 取代；
- R³ 表示氫、CN、硝基、鹵素、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷

基 氫 硫 基 、 C₁-C₆-鹵 烷 基 氫 硫 基 、 NR^{4a}R^{4b}、 C₆-C₁₄-芳 基 或 具 有 4 至 13 個 碳 原 子 的 雜 芳 基 ， 其 中 雜 芳 基 具 有 1、2 或 3 個 相 同 或 不 同 的 雜 原 子 或 含 雜 原 子 的 基 團 作 為 環 成 員 ， 其 選 自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂， 其 中 芳 基 和 雜 芳 基 未 被 取 代 或 被 1、2、3、4 或 5 個 相 同 或 不 同 的 基 團 R⁵ 取 代 ；

R^{4a}R^{4b} 彼 此 獨 立 地 表 示 氫 、 C₁-C₆-烷 基 或 C₆-C₁₄-芳 基 ， 其 中 芳 基 未 被 取 代 或 被 1、2、3、4 或 5 個 相 同 或 不 同 的 基 團 R⁵ 取 代 ；

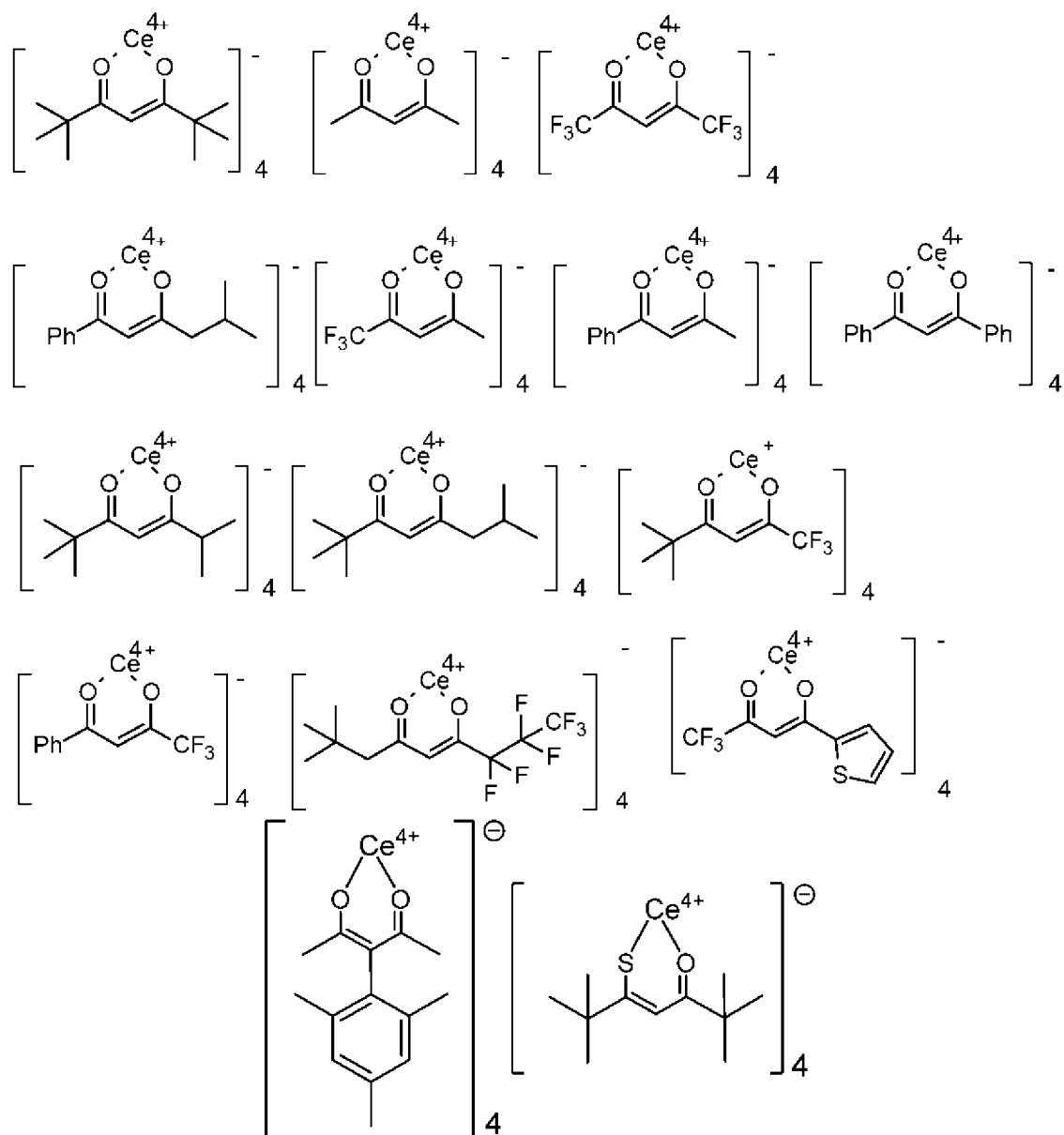
R⁵ 表 示 CN、鹵 素 、 C₁-C₄-烷 基 或 C₁-C₄-鹵 烷 基 ；

R⁶ 表 示 氫 、 C₁-C₆ 烷 基 、 C₁-C₆ 鹵 烷 基 、 C₆-C₁₄ 芳 基 或 具 有 4 至 13 個 碳 原 子 的 雜 芳 基 ， 其 中 雜 芳 基 具 有 1、2 或 3 個 相 同 或 不 同 的 雜 原 子 或 含 雜 原 子 的 基 團 作 為 環 成 員 ， 其 選 自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂， 其 中 芳 基 和 雜 芳 基 未 被 取 代 或 被 1、2、3、4 或 5 個 相 同 或 不 同 的 基 團 R⁵ 取 代 ；

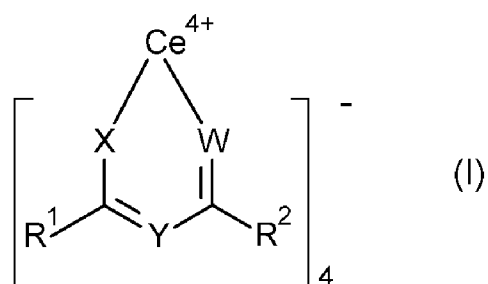
R⁷ 表 示 氫 、 C₁-C₆-烷 基 、 C₁-C₆-鹵 烷 基 或 C₆-C₁₄-芳 基 ， 其 中 芳 基 未 被 取 代 或 被 1、2、3、4 或 5 個 相 同 或 不 同 的 基 團 R⁵ 取 代 ；

R⁸ 表 示 CN、鹵 素 、 C₁-C₄ 烷 基 、 C₁-C₄ 鹵 烷 基 或 C₆-C₁₄ 芳 基 ， 該 C₆-C₁₄ 芳 基 未 被 取 代 或 被 1、2 或 3 個 選 自 C₁-C₄ 烷 基 和 C₁-C₄-鹵 烷 基 之 相 同 或 不 同 基 團 所 取 代 ；

其條件為排除下列化合物：



【0113】本發明的又一目的是通式(I)的化合物及其電荷轉移錯合物、其還原產物及其混合物，



其中，

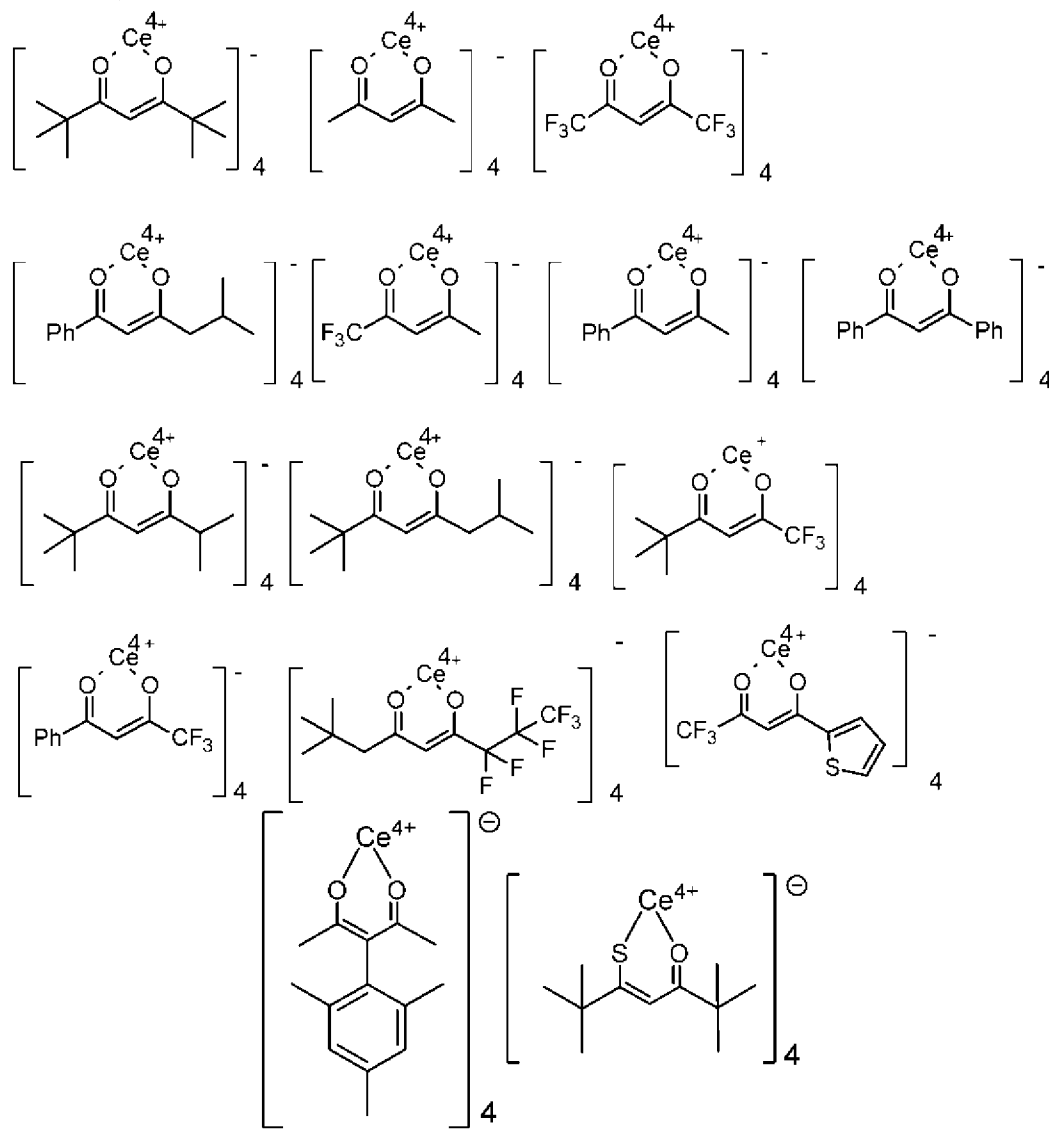
- X 和 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR^6 ；
- Y 表示 N 或 CR^3 ；
- R^1 、 R^2 彼此獨立地表示 CN、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基氫硫基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷基氫硫基、 $\text{NR}^{4a}\text{R}^{4b}$ 、 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^8 取代；
- R^3 表示氫、CN、硝基、鹵素、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基氫硫基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷基氫硫基、 $\text{NR}^{4a}\text{R}^{4b}$ 、 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- $\text{R}^{4a}\text{R}^{4b}$ 彼此獨立地表示氫、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基或 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；
- R^5 表示 CN、鹵素、 $\text{C}_1\text{-C}_4$ -烷基或 $\text{C}_1\text{-C}_4$ -鹵烷基；
- R^6 表示氫、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 鹵烷基、 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中

芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

R⁷ 表示氫、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

R⁸ 表示 CN、鹵素、C₁-C₄ 烷基、C₁-C₄ 鹵烷基或 C₆-C₁₄ 芳基，該 C₆-C₁₄ 芳基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C₁-C₄ 烷基和 C₁-C₄-鹵烷基之相同或不同的基團所取代；

其條件為排除下列化合物：

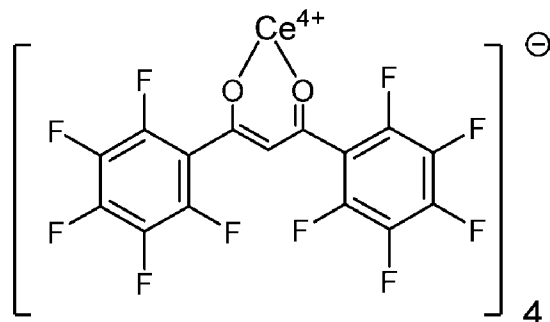


。

【0114】 以下實施例用於說明本發明，且絕非用於限制本發明。

實施例

【0115】 合成 1：



【0116】 根據文獻(R. Filler 等人，J. Org. Chem. 35(4), 1970, 930)製備 1,3-雙(全氟苯基)丙烷-1,3-二酮。

【0117】 將 1,3-雙(全氟苯基)丙烷-1,3-二酮(1.61 g，4.00 mmol)溶解在乙醇(50ml)中，並加入乙醇中的 1M NaOH(4 ml，4 mmol)。將溶液攪拌 5 分鐘，然後加入硝酸銻(IV)銨(0.55 g，1 mmol)。將深紅色溶液攪拌 2 小時。在真空下除去揮發物，並將殘餘物懸浮在己烷(40 ml)中。回流 10 分鐘後，將懸浮液趁熱過濾，並將濾液冷卻至室溫。藉由真空過濾，以分離深紅色晶體，並在真空下乾燥。固體從己烷中再結晶、過濾並乾燥(0.77 g，0.43 mmol，44%產率)。

【0118】 ^1H NMR(300MHz， CDCl_3) δ 6.09。

【0119】 ^{19}F NMR(282 MHz， CDCl_3) δ -139.25, -139.31, -149.63, -149.70, -149.78, -160.69, -160.70, -160.73, -160.78, -160.80, -160.85, -160.88, -160.89。

【0120】 熔點：183°C

【0121】二氯甲烷中的循環電位測定法(cyclovoltametry)顯示以下：

$$E_{1/2} \text{ (vs. } \text{Fc}/\text{Fc}^+\text{)} = +0.13 \text{ V}$$

【0122】乙腈中的循環電位測定法顯示以下：

$$E_{1/2} \text{ (vs. } \text{Fc}/\text{Fc}^+\text{)} = +0.1 \text{ V}$$

【0123】樣品製備：

【0124】在超音波浴中，用丙酮、乙醇和異丙醇清潔基板(1x1 cm 的實驗室玻璃)。

【0125】以下溶液/濃度用於溶劑處理：

1. 螺-MeO-TAD(N₂,N₂,N₂',N₂',N₇,N₇,N₇',N₇'-捌(4-甲氧基苯基)-9,9'-螺二[9H-蒽]-2,2',7,7'-四胺)在氯苯中：30 mg/ml

2. 摻雜劑 1 和螺-MeO-TAD 以及在氯苯中：3 mg/ml (摻雜劑 1)和 30 mg/ml 螺-MeO-TAD

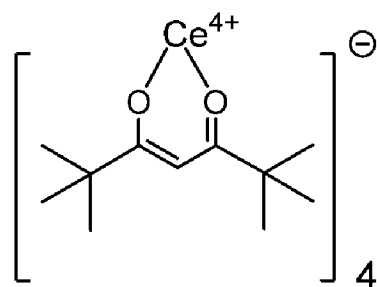
【0126】使用瑞士 Sawatec AG 的旋塗機來塗覆這些層。為此目的，用溶液潤濕基板表面(在基板的中間放置一滴)。在封閉的蓋子和敞開的通風縫下，以 1000 rpm 進行旋塗 60 秒。隨後，藉由在真空(10⁻⁷ 毫巴)(30 nm，1 Å/s)中蒸發，來沉積黃金金屬觸點。

【0127】沒有摻雜劑之傳導率螺-MeO-TAD：<1·10⁻⁹ S/cm

【0128】有 10 wt%的 1 作為摻雜劑之傳導率螺-MeO-TAD：8.4·10⁻⁵ S/cm

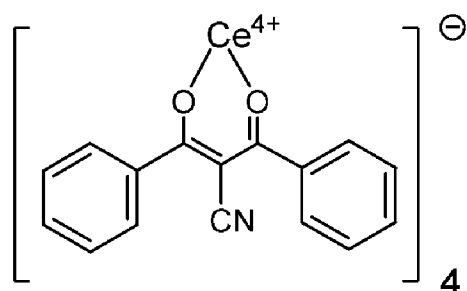
【0129】該化合物已與電洞傳輸材料 CAS [1364603-07-5]一起進行了溶液處理。在 4 mol%的摻雜濃度下，已經實現了 2.6·10⁻⁶ S/cm 的傳導率。

【0130】合成 2：



【0131】化合物 2 可商業購得，且被昇華而不分解。昇華溫度 T_{subl} 為 130 至 140°C(壓力： $2 \cdot 10^{-6}$ mbar)。

【0132】合成 3：



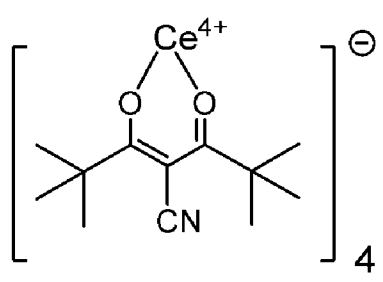
【0133】根據文獻(Lava R. Kadel, John R. Kromer, Curtis E. Moore, David M. Eichhorn Polyhedron 125, 2017, 206-218)製備 2-苯甲醯基-3-側氧-3-苯基丙腈。

【0134】將 2-苯甲醯基-3-側氧-3-苯基丙腈(0.50 g, 2 mmol)溶解在乙醇(15 ml)中，並加入在乙醇中的 1M NaOH (2 ml, 2 mmol)。將該溶液攪拌 5 分鐘，然後加入溶解在乙醇(5ml)中的硝酸銻(IV)銨(0.27 g, 0.5 mmol)。將深紅色溶液攪拌 15 分鐘，然後過濾。將深色固體用水(100 ml)和乙醇(10 ml)洗滌並乾燥。獲得 460 mg 的暗紅色固體。

【0135】二氯甲烷中的循環電位測定法顯示出以下電位：

$$E_{1/2} (\text{vs. } \text{Fc}/\text{Fc}^+) = +0.03 \text{ V}$$

【0136】合成 4：



【0137】根據文獻(C. M. Silvernail 等人，Polyhedron 20, 2001, 3113)製備 4,4-二甲基-3-側氧-2-三甲基乙醯基戊腈。

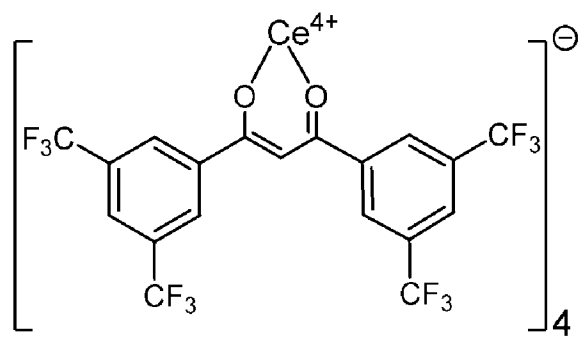
【0138】將 4,4-二甲基-3-側氧-2-三甲基乙醯基戊腈(0.84 g，4 mmol)溶解在乙醇(30 ml)中，並加入在乙醇中的 1M NaOH (4 ml，4 mmol)。將該溶液攪拌 5 分鐘，然後加入溶解在乙醇(10 ml)中的硝酸銻(IV)銨(0.55 g，1 mmol)。將深紅色溶液攪拌 15 分鐘。在真空下除去溶劑。殘餘物用二乙醚(50 ml)萃取並過濾。在真空下除去濾液的溶劑。深紅色固體，500 mg，51%產率。

【0139】將化合物 4 昇華。獲得深紅色固體。昇華溫度 T_{subl} 為 160°C(壓力：2·10⁻⁶mbar)。

【0140】二氯甲烷中的循環電位測定法顯示出以下電位：

$E_{1/2} \text{ (vs. Fc/Fc}^+) = -0.08 \text{ V}$

【0141】合成 5：



【0142】將二異丙胺(3 g, 30 mmol)溶於 25 mL 乾燥甲苯中。將溶液冷卻至 0°C，並加入 *n*-BuLi(正丁基鋰，在己烷中 1.6 M, 19 mL, 30 mmol)。10 分鐘後，加入 3',5'-雙(三氟甲基)苯乙酮(7.68 g, 30 mmol)。1 分鐘後，加入 3',5'-雙(三氟甲基)苯甲醯氯(5.5 g, 20 mmol)，並移去冷卻浴。2 分鐘後，加入濃乙酸(10 mL)，然後加入 20 mL 水和 10 mL 甲苯。分離兩相，有機相經 MgSO₄ 乾燥並在減壓下旋轉。將粗製的二酮從己烷中再結晶(1,3-雙(3,5-雙(三氟甲基)苯基)丙烷-1,3-二酮的產率為 3.2 g, 6.45 mmol, 33%)。

【0143】將 1,3-雙(3,5-雙(三氟甲基)苯基)丙烷-1,3-二酮(2.57 g, 5.18 mmol)溶於乙醇(100 mL)，並加入在乙醇中的 1M NaOH (5.2 mL, 5.2 mmol)。將溶液攪拌 5 分鐘，然後加入硝酸銻銨(0.71 g, 1.3 mmol)於乙醇(40 mL)中的溶液。將深紅色溶液攪拌 15 分鐘並過濾。在真空下除去揮發物，並將殘餘物重新溶解在二氯甲烷(DCM, 300 mL)中，並用水(100 mL)洗滌。然後將有機相用 MgSO₄ 乾燥並在減壓下濃縮。加入己烷(400 mL)以產生紫色晶體，將其過濾並在真空下乾燥(2.5 g, 1.17 mmol, 90%產率)。

【0144】熔點：237 °C(初始)，以 10 K/min，由 DSC 測定。

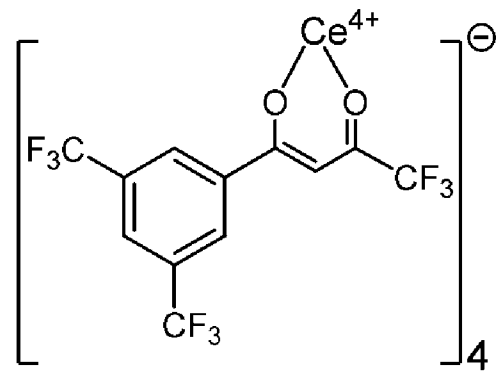
乙腈中的循環電位測定法顯示以下電位：

$$E_{1/2} \text{ (vs. } \text{Fc/Fc}^+ \text{ (MeCN))} = -0.04 \text{ V}$$

【0145】將化合物 5 與電洞傳輸材料螺-MeO-TPD(2,7-雙[N,N-雙(4-甲氧基苯基)胺基]-9,9-螺二[9*H*-芴]共蒸發。在 3 mol%的摻雜濃度下，傳導率已達到 $8.2 \cdot 10^{-5} \text{ S/cm}$ 。

【0146】 將該化合物與電洞傳輸材料 MeO-TPD(N,N,N',N'-肆(4-甲氧基-苯基)聯苯胺)共蒸發。在 3 mol%的摻雜濃度下，傳導率已達到 $5.2 \cdot 10^{-5} \text{ S/cm}$ 。

【0147】 合成 6



【0148】 根據文獻(Liu 等人，Molecules 2016, 21, 828.) 製備 1-(3,5-雙(三氟甲基)苯基)-4,4,4-三氟丁烷-1,3-二酮。

【0149】 將 1-(3,5-雙(三氟甲基)苯基)-4,4,4-三氟丁烷-1,3-二酮(2 g，5.68 mmol)溶解在乙醇(50 ml)中，並加入在乙醇中的 1M NaOH (5.6 ml，5.6 mmol)。將溶液攪拌 5 分鐘，然後加入硝酸銻(IV)銨(0.78 g，1.42 mmol)於乙醇(20 ml)中的溶液。將深紅色溶液攪拌 15 分鐘並過濾。在真空下除去揮發物，並將殘餘物重新溶於二氯甲烷(300 ml)，用水(100 ml)洗滌。然後將有機相用 MgSO₄ 乾燥並在減壓下濃縮。將己烷(50 mL)加入到混合物中，並將該混合物在 -20 °C 下儲存過夜。然後將分離的固體從熱己烷(1g，0.64 mmol，45%)中再結晶。

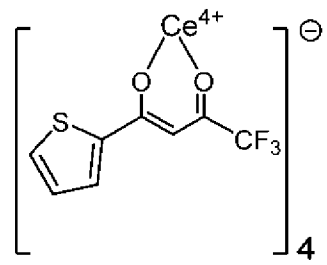
【0150】 熔點：155 °C，以 DSC 在 10 K/min 下測定(峰值)。

乙腈中的循環電位測定法顯示以下電位：

$E_{1/2} \text{ (vs. Fc/Fc}^+ \text{ (MeCN))} = +0.35 \text{ V}$

【0151】將化合物 6 與電洞傳輸材料 BF-DPB(N,N'-雙(9,9-二甲基-芴-2-基)-N,N'-二苯基聯苯胺)共蒸發。在 6 mol%的摻雜濃度下，傳導率已達到 $7.2 \cdot 10^{-6}$ S/cm。將該化合物與電洞傳輸材料 MeO-TPD 共蒸發。在 9 mol%的摻雜濃度下，傳導率已達到 $1.6 \cdot 10^{-4}$ S/cm。將該化合物與電洞傳輸材料 BPAPF 共蒸發。在 13 mol%的摻雜濃度下，傳導率已達到 $3 \cdot 10^{-5}$ S/cm。

【0152】合成 7



4,4,4-三芴-1-(噻吩-2-基)丁烷-1,3-二酮可商業購得。

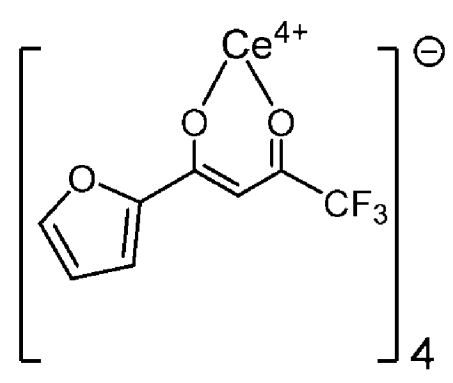
【0153】將 4,4,4-三芴-1-(噻吩-2-基)丁烷-1,3-二酮(1.8 g, 8.1 mmol)溶於乙醇(40 ml)中，並加入在乙醇中的 1M NaOH (8.1 ml, 8.1 mmol)。將溶液攪拌 5 分鐘，然後加入硝酸銻(IV)鉍(1.11 g, 2 mmol)於乙醇(20 ml)中的溶液。將深紅色沉澱物攪拌 15 分鐘並過濾。用水(100 ml)沖洗固體。將後者重新溶解在二氯甲烷(400 ml)中，並用水(2×200 ml)洗滌。然後將有機相以 MgSO₄ 乾燥並在減壓下濃縮。加入己烷(300 mL)以產生紫色晶體，將其過濾，用己烷(50 ml)、戊烷(50 ml)沖洗並在真空下乾燥(1.5 g, 1.46 mmol, 73%產率)。

【0154】熔點：209°C(峰值)，在 10 K/min 下，以 DSC 測定。

乙腈中的循環電位測定法顯示以下電位：

$E_{1/2}$ (vs. Fc/Fc^+ (MeCN)): = +0.20 V

【0155】合成 8



4,4,4-三氟-1-(呋喃-2-基)丁烷-1,3-二酮可商業購得。

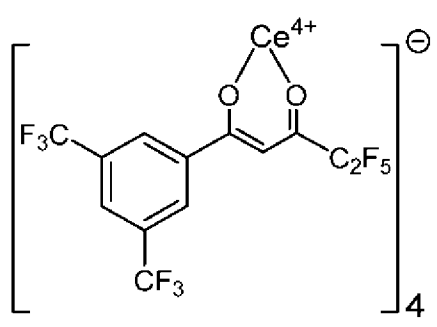
【0156】將 4,4,4-三氟-1-(呋喃-2-基)丁烷-1,3-二酮(1.57 g, 7.6 mmol)溶於乙醇(40 ml)中，並加入在乙醇中的 1M NaOH(7.6 ml, 7.6 mmol)。將該溶液攪拌 5 分鐘，然後加入硝酸鈾(IV)鉍(1.04 g, 1.9 mmol)於乙醇(20ml)中的溶液。將深紅色沉澱物攪拌 15 分鐘並過濾。用水(100 ml)沖洗固體。將後者重新溶解在二氯甲烷(300 ml)中，並用水(100 ml)洗滌。然後將有機相以 MgSO_4 乾燥並在減壓下濃縮。加入己烷(200 mL)以產生紫色晶體，將其過濾，用戊烷(100 mL)沖洗，並在真空下乾燥(產率：1.2 g, 1.32 mmol, 66%)。

【0157】熔點：166°C(峰值)，在 10K/min 下，以 DSC 測定。

乙腈中的循環電位測定法顯示以下電位：

$E_{1/2}$ (vs. Fc/Fc^+ (MeCN)): = +0.24 V

【0158】合成 9



【0159】 將 3',5'雙(三 氟 甲 基)苯 乙 酮(4.32 g，16.9 mmol)和 2,2,3,3,3,3-五 氟 丙 酸 乙 酯(4.86 g，25.3 mmol)溶於 乾 燥 甲 醇(100 ml)中。加 入 在 甲 醇(10 ml)中 的 MeONa(1.82，33.8 mmol)，並 將 混 合 物 回 流 2 小 時。在 減 壓 下 蒸 發 所 得 溶 液。將 粗 產 物 重 新 溶 解 在 EtOAc(100 ml)中，並 加 入 HCl (6 M，50 ml)。分 離 有 機 相，以 MgSO₄ 乾 燥 並 旋 轉。通 過 真 空 蒸 餾 純 化 紅 色 油 狀 二 酮，得 到 淡 黃 色 油 狀 物，其 為 1-(3,5-雙(三 氟 甲 基)苯 基)-4,4,5,5,5-五 氟 戊 烷-1,3-二 酮(產 率：4.8 g，12 mmol，71%)。

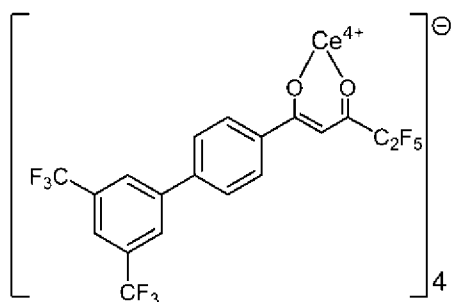
【0160】 將 1-(3,5-雙(三 氟 甲 基)苯 基)-4,4,5,5,5-五 氟 戊 烷-1,3-二 酮(2.22 g，5.52 mmol)溶於 乙 醇(50 ml)中，並 加 入 在 乙 醇 中 的 1M NaOH (5.5ml，5.5mmol)。將 溶 液 攪 拌 5 分 鐘，然 後 加 入 硝 酸 鈾 鉍(0.76 g，1.38 mmol)於 乙 醇(15 ml)中 的 溶 液。將 深 紅 色 溶 液 攪 拌 15 分 鐘 並 過 濾。在 減 壓 下 蒸 發 溶 液。用 己 烷(10 ml)萃 取 紅 色 油，並 在 室 溫 下 放 置 過 夜 使 其 結 晶。將 分 離 的 固 體 從 熱 己 烷 中 再 結 晶，並 儲 存 在 -20℃ 下(產 率 2.02 g，1.16 mmol，84%)。

【0161】 熔 點：129 °C(峰 值)，在 10 K/min 下，以 DSC 測 定。

乙 腈 中 的 循 環 電 位 測 定 法 顯 示 以 下 電 位：

$$E_{1/2} \text{ (vs. Fc/Fc}^+ \text{ (MeCN))} = +0.46 \text{ V}$$

【0162】合成 10



【0163】將 1-(3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基)乙-1-酮(4 g, 12 mmol)溶於 THF(50 mL)。將混合物冷卻至 0°C，並添加 NaH(1.44 g, 60 mmol)。將反應混合物攪拌 20 分鐘，然後加入 2,2,3,3,3-五氟丙酸乙酯(6.9 g, 36 mmol)。移去冷浴，並將混合物攪拌過夜。將該溶液在減壓下濃縮，加入水(20 mL)，然後加入 HCl (6 M, 15 mL)。將混合物以乙酸乙酯(300 mL)萃取。有機相以水(50 mL)和鹽水(50 mL)洗滌，以 MgSO₄ 乾燥並旋轉。藉由在二氧化矽(DCM 作為溶析液)上過濾來純化粗製物質，得到淡紅色固體的 1-(3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基)-4,4,4-三氟丁烷-1,3-二酮(產率：3.2 g, 62%)。

【0164】將 1-(3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基)-4,4,5,5,5-五氟戊烷-1,3-二酮(1.52 g, 3.17 mmol)溶解於乙醇(50 mL)中，並加入在乙醇中的 1M NaOH (3.2 mL, 3.2 mmol)。將溶液攪拌 5 分鐘，然後加入硝酸銻(IV)銨(0.43 g, 0.79 mmol)於乙醇(20 mL)中的溶液。將深紅色溶液攪拌 15 分鐘並過濾。在真空下除去揮發物，並將殘餘物重新溶解於 DCM (250 mL)中，並用水(100 mL)洗滌。有機相以 MgSO₄ 乾燥並在

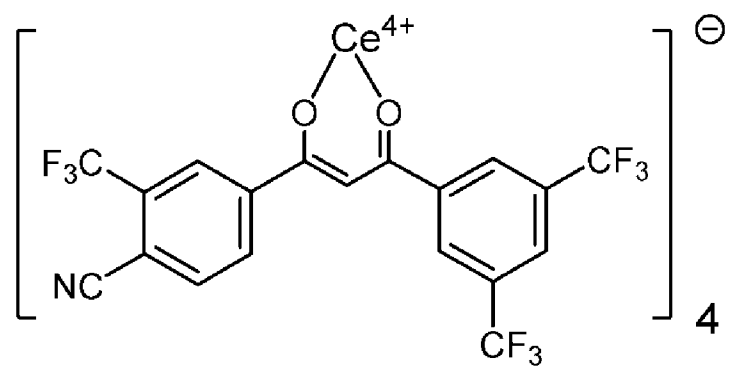
減壓下旋轉。將混合物重新溶解在 DCM (50 mL) 中，並加入己烷(200 mL)。將該溶液在減壓下濃縮並在 -20 °C 下儲存，得到暗紅色晶體，將其過濾並在真空下乾燥(產率 0.6 g，0.3 mmol，37%)。

【0165】熔點：214 °C(峰值)，在 10 K/min 下以 DSC 測定。

乙腈中的循環電位測定法顯示以下電位：

$E_{1/2}$ (vs. Fc/Fc^+): = +0.43 V

【0166】合成 11



【0167】將 4-氰基-3-(三氟甲基)苯甲酸甲酯(2.09 g，9.12 mmol)溶解在 THF (50 mL) 中。將混合物冷卻至 0 °C，並添加 NaH(706 mg，29.4 mmol)。將反應混合物攪拌 20 分鐘，然後加入 1-(3,5-雙(三氟甲基)苯基)乙-1-酮(1.95 g，7.6 mmol)。移去冷浴，並將混合物攪拌過夜。將該溶液在減壓下濃縮，加入水(10 mL)，然後加入 HCl (6 M，10 mL)。將混合物用乙酸乙酯(40 mL)萃取。有機相以水(50 mL)和鹽水(50 mL)洗滌，以 $MgSO_4$ 乾燥並旋轉。將粗製物質從熱的 EtOH 中純化再結晶，得到無色的微結晶固體(1.32 g，39%)。

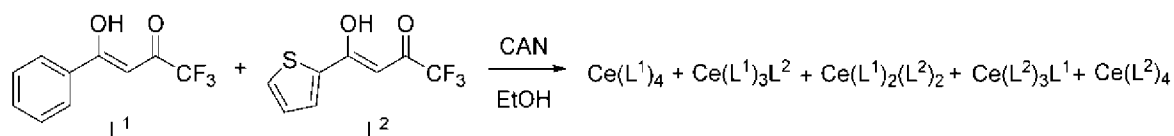
【0168】複合體：

將 4-(3-(3,5-雙(三氟甲基)苯基)-3-側氧丙醯基)-2-(三氟甲基)苯甲腈(1.32 g, 2.91 mmol)溶於 EtOH(50 ml)中，並加入於 EtOH 中的 1M NaOH (2.9 ml, 2.9 mmol)。將溶液攪拌 5 分鐘，然後加入硝酸銻銨(0.4 g, 0.73 mmol)於 EtOH(20 ml)中的溶液。將深紅色溶液攪拌 15 分鐘並在減壓下濃縮。將深紅色沉澱物過濾並以水(50 mL)、EtOH(5 mL)和己烷(15 mL)沖洗。將分離的固體在真空下乾燥(1.06 g, 1.16 mmol, 75%)。

【0169】相對於 Fc/Fc^+ ，在乙腈中測得電位+0.10 V。

【0170】

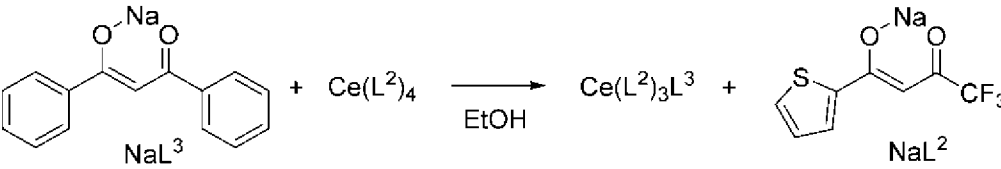
合成 12(同配位子和雜配位子銻錯合物的混合物)



【0171】將配位子 L^1 (1.00 g)和 L^2 (1.02 g)的莫耳比為 1 : 1 的混合物溶解在 10 ml 的 EtOH 中。在攪拌下加入一份 9.2 ml 的 1M NaOH 於 EtOH 中的溶液。逐滴加入溶解在 10 ml EtOH 中的 1.26 g 硝酸銻銨(CAN)。濾出紅色沉澱物，並用水洗滌兩次。乾燥後，以質譜分析法(大氣壓化學游離 APCI-, Advion ASAP 質譜儀)分析紅色粉末。質譜指出形成了兩個同配位子錯合物 $\text{Ce}(\text{L}^1)_4$ 和 $\text{Ce}(\text{L}^2)_4$ 以及所有可能的雜配位子錯合物，如上所述。

【0172】

合成 13：(雜配位子銻錯合物)



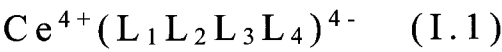
【0173】將 52 mg 配位子鹽 NaL^3 溶解在 10 ml EtOH 中，並添加 216 mg 錯合物 $\text{Ce}(\text{L}^2)_4$ 。在所得的懸浮液中，加入 5 ml THF，並形成均勻的紅色溶液。該溶液的質譜分析(大氣壓化學游離 APCI-, Advion ASAP 質譜儀)顯示了新錯合物 $\text{Ce}(\text{L}^2)_3\text{L}^3$ 的部分形成。

【符號說明】

無。

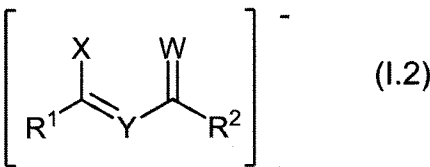
【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種電子組件，其包含至少一種通式(I.1)的化合物或其混合物，



其中，

L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 彼此獨立地選自具有通式(I.2)之雙牙配位子，

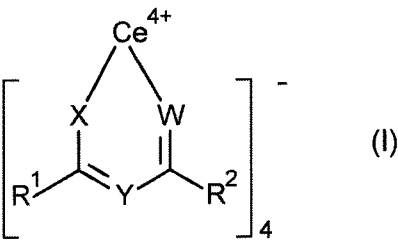


其中，

- X 及 W 彼此獨立地表示 O、S 或 NR^6 ；
- Y 表示 N 或 CR^3 ；
- R^1 、 R^2 彼此獨立地表示 CN、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基氫硫基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷基氫硫基、 $\text{NR}^{4a}\text{R}^{4b}$ 、 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中該雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、 NR^7 、O、S、SO 和 SO_2 ，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^8 取代；
- R^3 表示氫、CN、硝基、鹵素、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷氧基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -烷基氫硫基、 $\text{C}_1\text{-C}_6$ -鹵烷基氫硫基、 $\text{NR}^{4a}\text{R}^{4b}$ 、 $\text{C}_6\text{-C}_{14}$ -芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中該雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜

- 原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；
- R^{4a}R^{4b} 彼此獨立地表示氫、C₁-C₆-烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；
- R⁵ 表示 CN、鹵素、C₁-C₄-烷基或 C₁-C₄-鹵烷基；
- R⁶ 表示氫、C₁-C₆ 烷基、C₁-C₆ 鹵烷基、C₆-C₁₄ 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；
- R⁷ 表示氫、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；
- R⁸ 表示 CN、鹵素、C₁-C₄ 烷基、C₁-C₄ 鹵烷基或 C₆-C₁₄ 芳基，該 C₆-C₁₄ 芳基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C₁-C₄ 烷基和 C₁-C₄-鹵烷基之相同或不同基團所取代。

【請求項 2】如請求項 1 之電子組件，其包含至少一種通式(I)之化合物或其混合物，



其中，

- X 及 W彼此獨立地表示 O、S 或 NR⁶；
- Y表示 N 或 CR³；
- R¹、R²彼此獨立地表示 CN、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中該雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁸ 取代；
- R³表示氫、CN、硝基、鹵素、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b}、C₆-C₁₄-芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中該雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；
- R^{4a}R^{4b}彼此獨立地表示氫、C₁-C₆-烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

- R⁵

表示 CN、鹵素、C₁-C₄-烷基或 C₁-C₄-鹵烷基；
- R⁶

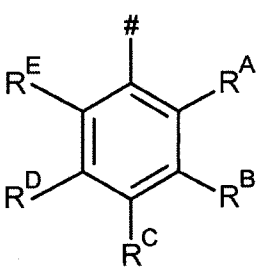
表示氫、C₁-C₆ 烷基、C₁-C₆ 鹵烷基、C₆-C₁₄ 芳基或具有 4 至 13 個碳原子的雜芳基，其中雜芳基具有 1、2 或 3 個相同或不同的雜原子或含雜原子的基團作為環成員，其選自 N、NR⁷、O、S、SO 和 SO₂，其中芳基和雜芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；
- R⁷

表示氫、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；
- R⁸

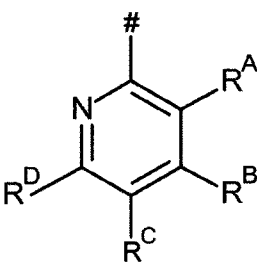
表示 CN、鹵素、C₁-C₄ 烷基、C₁-C₄ 鹵烷基或 C₆-C₁₄ 芳基，該 C₆-C₁₄ 芳基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C₁-C₄ 烷基和 C₁-C₄-鹵烷基之相同或不同基團所取代。

【請求項 3】如請求項 1 之電子組件，其中式(I)以及式(I.2)的雙牙配位子中的 R¹ 和 R² 獨立地選自 CN、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b} 和由 A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12、A13、A14、A15、A16 和 A17 所組成的群組 A，

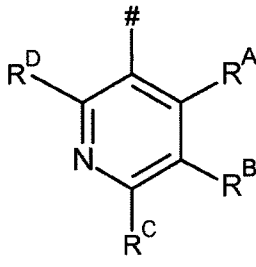
(2024 年 12 月 16 日)



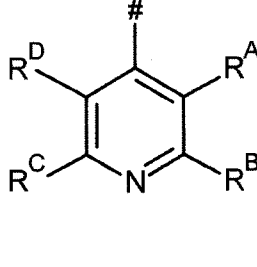
A 1



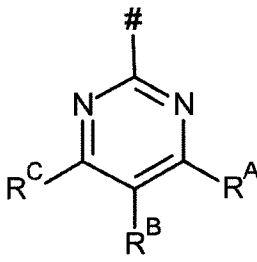
A 2



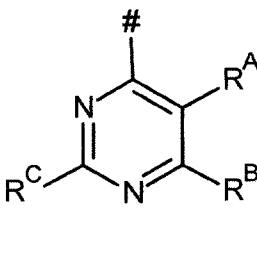
A 3



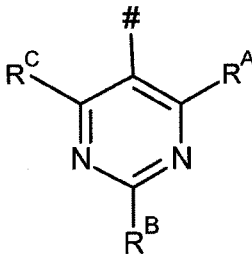
A 4



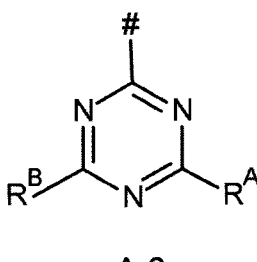
A 5



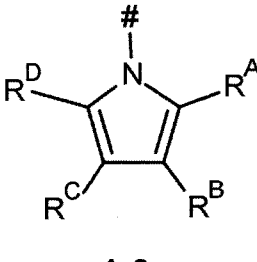
A 6



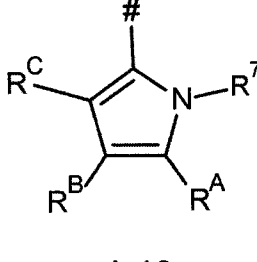
A 7



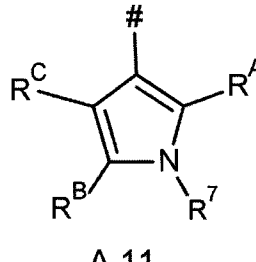
A 8



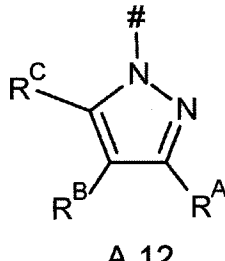
A 9



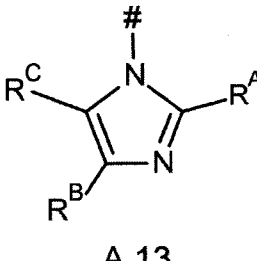
A 10



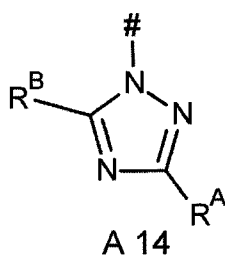
A 11



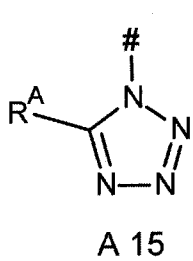
A 12



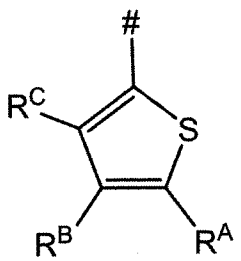
A 13



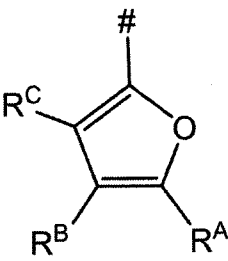
A 14



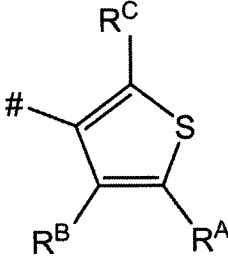
A 15



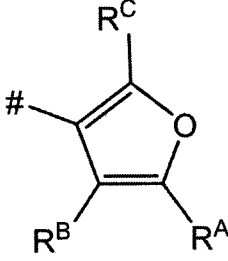
A 16



A 17



A 18



A 19

其中#表示鍵結位；

R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E

獨立地選自氫、CN、鹵素、 C_1-C_4 烷基、 C_1-C_4 鹵烷基和苯基，該苯基未被取代或被 1、2 或 3 個相同或不同之選自 C_1-C_4 -烷基和 C_1-C_4 -鹵烷基的基團所取代；

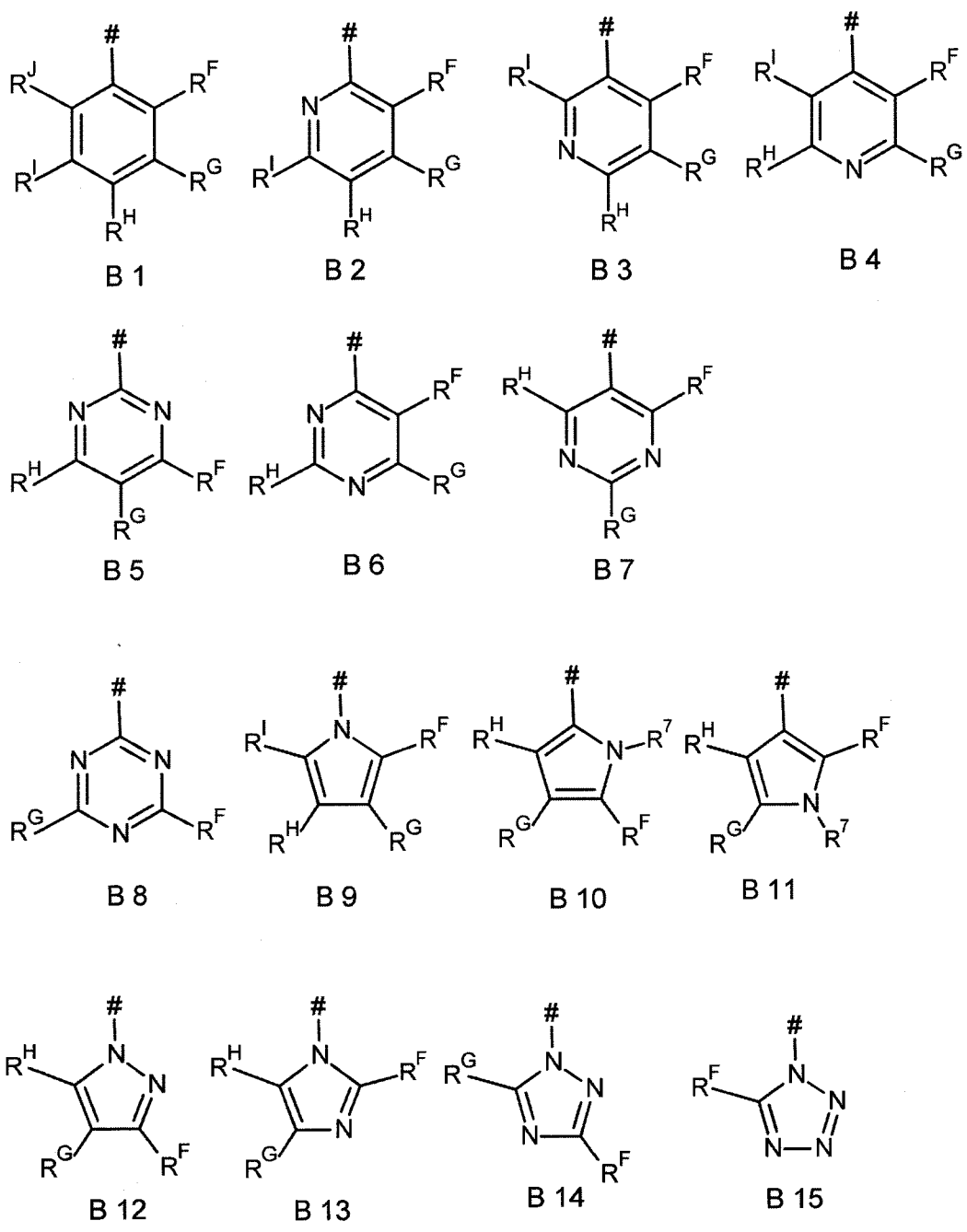
R^{4a} 、 R^{4b} 獨立地表示氫、 C_1-C_6 -烷基或 C_6-C_{14} -芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代；

R^5 表示 CN、鹵素、 C_1-C_4 -烷基或 C_1-C_4 -鹵烷基；和

R^7 表示氫、 C_1-C_6 烷基、 C_1-C_6 鹵烷基或 C_6-C_{14} 芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代。

【請求項 4】如請求項 3 之電子組件，其中在 $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ 、 $A4$ 、 $A5$ 、 $A6$ 、 $A7$ 、 $A8$ 、 $A9$ 、 $A10$ 、 $A11$ 、 $A12$ 、 $A13$ 、 $A14$ 和 $A15$ 中，基團 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 彼此獨立地選自氫、CN、氟、氯、 C_1-C_4 烷基、 C_1-C_4 氟烷基、 C_1-C_4 氯烷基和苯基，該苯基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C_1-C_4 鹵烷基之相同或不同的基團所取代。

【請求項 5】如請求項 1 至 4 中任一項之電子組件，其中在式(I)和式(I.2)的雙牙配位子中，Y 表示基團 CR^3 ，其中 R^3 選自氫、CN、硝基、鹵素、 CF_3 和由 $B1$ 、 $B2$ 、 $B3$ 、 $B4$ 、 $B5$ 、 $B6$ 、 $B7$ 、 $B8$ 、 $B9$ 、 $B10$ 、 $B11$ 、 $B12$ 、 $B13$ 、 $B14$ 和 $B15$ 所組成的群組 B，



其中#表示鍵結位，

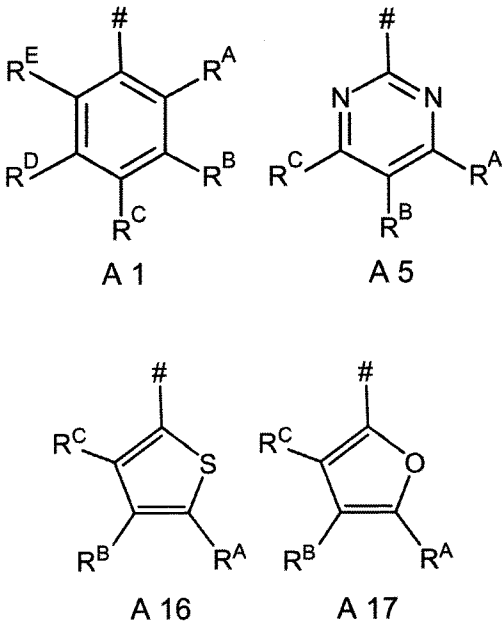
R^F 、 R^G 、 R^H 、 R^I 和 R^J

獨立地選自氫、CN、鹵素、 C_1 - C_4 烷基、及 C_1 - C_4 鹵烷基；

R^7 表示氫、 C_1 - C_6 烷基、 C_1 - C_6 鹵烷基或 C_6 - C_{14} 芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R^5 取代。

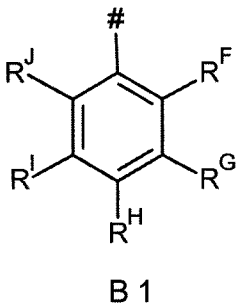
(2024 年 12 月 16 日)

【請求項 6】如請求項 1 至 4 中任一項之電子組件，其中在式(I)和式(I.2)的雙牙配位子中， R^1 和 R^2 獨立地選自 C_1 - C_4 -烷基、 C_1 - C_4 -鹵烷基、A1、A5、A16 和 A17，



其中#表示鍵結位，並且其中 R^A 、 R^B 、 R^C 、 R^D 和 R^E 獨立地選自氫、CN、氟、氯、 C_1 - C_4 烷基、 C_1 - C_4 氟烷基、 C_1 - C_4 氯烷基和苯基，該苯基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C_1 - C_4 鹵烷基之相同或不同的基團所取代。

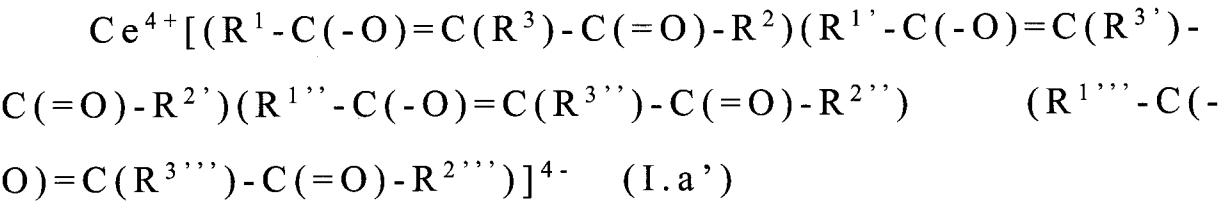
【請求項 7】如請求項 1 至 4 中任一項之電子組件，其中在式(I)和式(I.2)的雙牙配位子中，Y 表示基團 CR^3 ，且其中 R^3 選自氫、CN、硝基、鹵素、 CF_3 和 B1，



其中#表示鍵結位，且其中 R^F 、 R^G 、 R^H 、 R^I 和 R^J 獨立地選自氫、CN、氟和氯。

(2024 年 12 月 16 日)

【請求項 8】如請求項 1 或 2 之電子組件，其中式(I.1)或(I)的化合物選自式(I.a')的化合物，



其中，

(R¹, R², R³)、(R^{1'}, R^{2'}, R^{3'})、(R^{1''}, R^{2''}, R^{3''})及(R^{1'''}, R^{2'''}, R^{3'''})每一係選自下表的一行中所給的定義：

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
甲基	甲基	H
甲基	甲基	CN
甲基	甲基	F
甲基	甲基	Cl
甲基	甲基	NO ₂
甲基	甲基	五氟苯基
甲基	甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
甲基	甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
甲基	甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
甲基	甲基	四氟-2-吡啶
甲基	甲基	四氟-3-吡啶
甲基	甲基	四氟-4-吡啶
甲基	甲基	四氟-2-苯甲腈
甲基	甲基	四氟-3-苯甲腈
甲基	甲基	四氟-4-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	H
三氟甲基	三氟甲基	CN

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
三氟甲基	三氟甲基	F
三氟甲基	三氟甲基	Cl
三氟甲基	三氟甲基	NO ₂
三氟甲基	三氟甲基	五氟苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-吡啶
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-吡啶
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-吡啶
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-苯甲腈
五氟乙基	五氟乙基	H
五氟乙基	五氟乙基	CN
五氟乙基	五氟乙基	F
五氟乙基	五氟乙基	Cl
五氟乙基	五氟乙基	NO ₂
五氟乙基	五氟乙基	五氟苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-吡啶
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-吡啶
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-吡啶
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-苯甲腈

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-苯甲腈
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	H
七氟正丙基	七氟正丙基	CN
七氟正丙基	七氟正丙基	F
七氟正丙基	七氟正丙基	Cl
七氟正丙基	七氟正丙基	NO ₂
七氟正丙基	七氟正丙基	五氟苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-吡啶
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-吡啶
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-吡啶
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	H
七氟異丙基	七氟異丙基	CN
七氟異丙基	七氟異丙基	F
七氟異丙基	七氟異丙基	Cl
七氟異丙基	七氟異丙基	NO ₂
七氟異丙基	七氟異丙基	五氟苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-吡啶
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-吡啶
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-吡啶
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	H
三級丁基	三級丁基	CN
三級丁基	三級丁基	F
三級丁基	三級丁基	Cl
三級丁基	三級丁基	NO ₂
三級丁基	三級丁基	五氟苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-2-吡啶
三級丁基	三級丁基	四氟-3-吡啶
三級丁基	三級丁基	四氟-4-吡啶
三級丁基	三級丁基	四氟-2-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	四氟-3-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	四氟-4-苯甲腈
九氟正丁基	九氟正丁基	H
九氟正丁基	九氟正丁基	CN
九氟正丁基	九氟正丁基	F
九氟正丁基	九氟正丁基	Cl
九氟正丁基	九氟正丁基	NO ₂

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
九氟正丁基	九氟正丁基	五氟苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-吡啶
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-吡啶
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-吡啶
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-苯甲腈
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-苯甲腈
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	H
五氟苯基	五氟苯基	CN
五氟苯基	五氟苯基	F
五氟苯基	五氟苯基	Cl
五氟苯基	五氟苯基	NO ₂
五氟苯基	五氟苯基	五氟苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-吡啶
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-吡啶
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-吡啶
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	H

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
4-嘧啶基	4-嘧啶基	CN
4-嘧啶基	4-嘧啶基	F
4-嘧啶基	4-嘧啶基	Cl
4-嘧啶基	4-嘧啶基	NO ₂
4-嘧啶基	4-嘧啶基	五氟苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-吡啶
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-吡啶
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-吡啶
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	H
2-嘧啶基	2-嘧啶基	CN
2-嘧啶基	2-嘧啶基	F
2-嘧啶基	2-嘧啶基	Cl
2-嘧啶基	2-嘧啶基	NO ₂
2-嘧啶基	2-嘧啶基	五氟苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-吡啶
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-吡啶
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-吡啶

(2024 年 12 月 16 日)

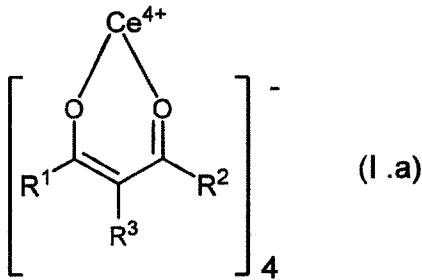
R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
苯基	五氟乙基	H
呋喃-2-基	三氟甲基	H
呋喃-2-基	五氟乙基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	五氟乙基	H
3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	三氟甲基	H
4-氟-3-三氟甲基-苯基	五氟乙基	H
4-氟-3-三氟甲基-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	H
3,4,5-三氟苯基	五氟乙基	H
4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	H
4-(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	H
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CN
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	CN
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H

(2024 年 12 月 16 日)

$R^1, R^{1'}, R^{1''}, R^{1'''}$	$R^2, R^{2'}, R^{2''}, R^{2'''}$	$R^3, R^{3'}, R^{3''}, R^{3'''}$
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	CN
4-氟-3-(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
4-氟-3-(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CN
4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	CN
4-(3',5'-雙(三氟甲基)苯基)-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
苯基	苯基	CN
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CF ₃
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	CF ₃
苯基	五氟乙基	CF ₃
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CF ₃
3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	CF ₃
4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	CF ₃
苯基	苯基	CF ₃

。

【請求項 9】如請求項 8 之電子組件，其中式(I.1)或(I)的化合物選自式(I.a)的化合物，



其中 R¹、R² 及 R³ 係選自：

R ¹	R ²	R ³
甲基	甲基	H
甲基	甲基	CN
甲基	甲基	F
甲基	甲基	Cl
甲基	甲基	NO ₂
甲基	甲基	五氟苯基
甲基	甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
甲基	甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
甲基	甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
甲基	甲基	四氟-2-吡啶
甲基	甲基	四氟-3-吡啶
甲基	甲基	四氟-4-吡啶
甲基	甲基	四氟-2-苯甲腈
甲基	甲基	四氟-3-苯甲腈
甲基	甲基	四氟-4-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	H
三氟甲基	三氟甲基	CN
三氟甲基	三氟甲基	F
三氟甲基	三氟甲基	Cl
三氟甲基	三氟甲基	NO ₂
三氟甲基	三氟甲基	五氟苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-吡啶

R ¹	R ²	R ³
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-吡啶
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-吡啶
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-苯甲腈
五氟乙基	五氟乙基	H
五氟乙基	五氟乙基	CN
五氟乙基	五氟乙基	F
五氟乙基	五氟乙基	Cl
五氟乙基	五氟乙基	NO ₂
五氟乙基	五氟乙基	五氟苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-吡啶
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-吡啶
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-吡啶
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-苯甲腈
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-苯甲腈
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	H
七氟正丙基	七氟正丙基	CN
七氟正丙基	七氟正丙基	F
七氟正丙基	七氟正丙基	Cl
七氟正丙基	七氟正丙基	NO ₂
七氟正丙基	七氟正丙基	五氟苯基

R ¹	R ²	R ³
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-吡啶
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-吡啶
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-吡啶
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	H
七氟異丙基	七氟異丙基	CN
七氟異丙基	七氟異丙基	F
七氟異丙基	七氟異丙基	Cl
七氟異丙基	七氟異丙基	NO ₂
七氟異丙基	七氟異丙基	五氟苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-吡啶
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-吡啶
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-吡啶
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	H
三級丁基	三級丁基	CN

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹	R ²	R ³
三級丁基	三級丁基	F
三級丁基	三級丁基	Cl
三級丁基	三級丁基	NO ₂
三級丁基	三級丁基	五氟苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-2-吡啶
三級丁基	三級丁基	四氟-3-吡啶
三級丁基	三級丁基	四氟-4-吡啶
三級丁基	三級丁基	四氟-2-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	四氟-3-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	四氟-4-苯甲腈
九氟正丁基	九氟正丁基	H
九氟正丁基	九氟正丁基	CN
九氟正丁基	九氟正丁基	F
九氟正丁基	九氟正丁基	Cl
九氟正丁基	九氟正丁基	NO ₂
九氟正丁基	九氟正丁基	五氟苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-吡啶
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-吡啶
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-吡啶
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-苯甲腈

R ¹	R ²	R ³
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-苯甲腈
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	H
五氟苯基	五氟苯基	CN
五氟苯基	五氟苯基	F
五氟苯基	五氟苯基	Cl
五氟苯基	五氟苯基	NO ₂
五氟苯基	五氟苯基	五氟苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-吡啶
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-吡啶
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-吡啶
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	H
4-嘧啶基	4-嘧啶基	CN
4-嘧啶基	4-嘧啶基	F
4-嘧啶基	4-嘧啶基	Cl
4-嘧啶基	4-嘧啶基	NO ₂
4-嘧啶基	4-嘧啶基	五氟苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹	R ²	R ³
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-吡啶
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-吡啶
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-吡啶
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	H
2-嘧啶基	2-嘧啶基	CN
2-嘧啶基	2-嘧啶基	F
2-嘧啶基	2-嘧啶基	Cl
2-嘧啶基	2-嘧啶基	NO ₂
2-嘧啶基	2-嘧啶基	五氟苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-吡啶
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-吡啶
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-吡啶
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
苯基	五氟乙基	H
呋喃-2-基	三氟甲基	H
呋喃-2-基	五氟乙基	H

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹	R ²	R ³
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	五氟乙基	H
3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	三氟甲基	H
4-氟-3-三氟甲基-苯基	五氟乙基	H
4-氟-3-三氟甲基-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	H
3,4,5-三氟苯基	五氟乙基	H
4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	H
4-(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	H
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CN
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	CN
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	CN
4-氟-3-(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
4-氟-3-(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CN
4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
4-氟-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	CN

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹	R ²	R ³
4-(3',5'-雙(三氟甲基)苯基)-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
苯基	苯基	CN
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CF ₃
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	CF ₃
苯基	五氟乙基	CF ₃
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CF ₃
3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	CF ₃
4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	CF ₃
苯基	苯基	CF ₃

。

【請求項 10】如請求項 1 至 4 中任一項之電子組件，其中 L₁、L₂、L₃ 及 L₄ 具有相同的定義。

【請求項 11】如請求項 1 至 4 中任一項之電子組件，其係呈現有機發光二極體、有機太陽能電池、光伏電池、有機二極體、有機電晶體、或鈣鈦礦太陽能電池的形式。

【請求項 12】如請求項 1 至 4 中任一項之電子組件，其具有包含 2、3、4、5、6、7 或更多層的層結構。

【請求項 13】如請求項 1 至 4 中任一項之電子組件，其包含電洞傳輸層及/或電洞注入層，其至少包含式(I.1)或(I)的化合物。

【請求項 14】如請求項 1 至 4 中任一項之電子組件，其包含電子傳輸層，該電子傳輸層至少包含式(I.1)或(I)的化合物。

【請求項 15】一種摻雜半導體基質材料，其包含至少一種電子予體和至少一種如請求項 1 至 10 中任一項所定義的式(I.1)或(I)

(2024 年 12 月 16 日)

的化合物，其中該電子予體選自 4,4',4''-參(N-(2-萘基)-N-苯基-胺基)三苯胺(2-TNATA)、4,4',4''-參(N-3-甲基苯基-N-苯基-胺基)三苯胺(m-MTDATA)、N,N,N',N'-肆(4-甲氧基-苯基)聯苯胺(MeO-TPD)、(2,2',7,7'-肆-(N,N-二苯基胺基)-9,9'-螺二萘(螺-TTB)、N,N'-雙(萘-1-基)-N,N'-雙(苯基)-聯苯胺、N,N'-雙(萘-1-基)-N,N'-雙(苯基)-9,9-螺二萘、9,9-雙[4-(N,N-雙-聯苯-4-基-胺基)苯基]-9H-萘、2,2'-雙[N,N-雙(聯苯-4-基)胺基]-9,9-螺二萘、N,N'-((9H-萘-9,9-二基)雙(4,1-伸苯基))雙(N-([1,1'-聯苯]-4-基)-[1,1'-聯苯]-4-胺)(BPAPF)、N,N'-雙(菲-9-基)-N,N'-雙(苯基)-聯苯胺、1,3,5-參{4-[雙(9,9-二甲基-萘-2-基)胺基]苯基}苯、三(聯三苯基-4-基)胺、N-(4-(6-((9,9-二甲基-9H-萘-2-基)(6-甲氧基-[1,1'-聯苯]-3-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-N-(6-甲氧基-[1,1'-聯苯]-3-基)-9,9-二甲基-9H-萘-2-胺、N-([1,1'-聯苯]-4-基)-N-(4-(6-([1,1'-聯苯]-4-基(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-9,9-二甲基-9H-萘-2-胺、N,N-二([1,1'-聯苯]-4-基)-3-(4-(二([1,1'-聯苯]-4-基)胺基)苯基)-1,1,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-5-胺、N-(4-(6-(雙(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)-9,9-二甲基-9H-萘-2-胺、N-(4-(6-(9,9'-螺二[萘]-2-基(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)-9,9'-螺二[萘]-2-胺、N-(4-(6-(二苯并[b,d]呋喃-2-基(9,9-二甲基-9H-萘-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-

(2024 年 12 月 16 日)

N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)二苯并[b,d]呋喃-2-胺、9-(4-(6-(9H-呋喃-9-基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茚-1-基)苯基)-9H-呋喃、N-([1,1'-聯苯]-4-基)-3-(4-([1,1'-聯苯]-4-基(4-甲氧基苯基)胺基)苯基)-N-(4-甲氧基苯基)-1,1,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茚-5-胺、3-(4-(雙(6-甲氧基-[1,1'-聯苯]-3-基)胺基)苯基)-N,N-雙(6-甲氧基-[1,1'-聯苯]-3-基)-1,1,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茚-5-胺、N1-([1,1'-聯苯]-4-基)-N1-(4-(6-([1,1'-聯苯]-4-基(4-(二苯基胺基)]苯基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茚-1-基)苯基)-N4,N4-二苯基苯苯-1,4-二胺、N,N-二([1,1'-聯苯]-4-基)-4'-(6-(4-(二([((1,1'-聯苯]-4-基)胺基)苯基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茚-1-基)-[1,1'-聯苯]-4-胺、N-(4-(5-(雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茚-1-基)苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺、N-(4-(6-(雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茚-1-基)苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺、N,N'-雙(9,9-二甲基-芴-2-基)-N,N'-二苯基聯苯胺(BF-DPB)、N,N'-((9H-芴-9,9-二基)雙(4,1-伸苯基))雙(N-([1,1'-聯苯]-4-基)-[1,1'-聯苯]-4-胺)(BPAPF)、N4,N4,N4',N4'-肆(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-[1,1'-聯苯基]-4,4'-二胺(TDMFB)、N-([1,1'-聯苯基]-2-基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9'-螺二[芴]-2-胺、(2,7-雙[N,N-雙(4-甲氧基苯基)胺基]-9,9-螺二[9H-芴](螺-MeO-TPD)、N-(4-(5-(雙(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茚-1-基)苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺和 N-(4-(6-(雙(9,9-二甲

(2024 年 12 月 16 日)

基-9H-芴-2-基)胺基)-1,3,3-三甲基-2,3-二氫-1H-茛-1-基)苯基)-N-(9,9-二甲基-9H-芴-2-基)-9,9-二甲基-9H-芴-2-胺的混合物、N-([1,1'-聯苯]-4-基)-9,9-二甲基-N-(4-(9-苯基-9H-吡啶-3-基)苯基)-9H-芴-2-胺及其混合物。

【請求項 16】一種如請求項 1 至 10 中任一項所定義的化合物(I.1)或其混合物或化合物(I)或其混合物之用途，其係用於：

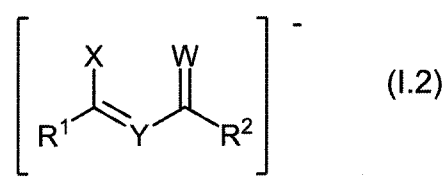
- 作為有機半導體，
- 作為有機半導體基質材料中的摻雜劑，
- 作為電子傳輸材料，
- 作為電荷注入層中的電荷注入劑，
- 作為有機電池中的陰極材料，
- 作為電致變色材料。

【請求項 17】如請求項 16 之化合物(I.1)或其混合物或化合物(I)或其混合物之用途，其係用於作為電洞傳輸層中的 p 型摻雜劑。

【請求項 18】一種具有電子予體之藉由還原如請求項 1 至 10 中任一項所定義的化合物(I.1)或(I)、或如請求項 1 至 10 中任一項所定義的化合物(I.1)或(I)的電荷轉移錯合物而獲得的Ce(III)錯合物陰離子的用途，其係作為有機導體或電致變色材料。

【請求項 19】一種通式(I.1)之化合物及其混合物，

$$\text{Ce}^{4+}(\text{L}_1\text{L}_2\text{L}_3\text{L}_4)^{4-} \quad (\text{I.1}),$$
其中， L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 彼此獨立地為具有通式(I.2)的雙牙配位子，

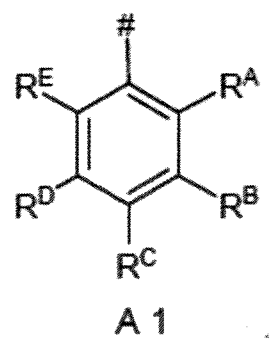


，其中，

X 及 W 彼此獨立地表示 O 或 S ；

Y 表示 CR³ ；

R¹ 表示 A1



其中#表示鍵結位 ；

R^A、R^B、R^C、R^D 和 R^E 獨立地選自氫、CN、鹵素、C₁-C₄ 烷基、C₁-C₄ 鹵烷基和苯基，該苯基未被取代或被 1、2 或 3 個選自 C₁-C₄ 烷基和 C₁-C₄ 鹵烷基之相同或不同的基團所取代；

R² 彼此獨立地表示 CN、C₁-C₆-烷基、C₁-C₆-鹵烷基、C₁-C₆-烷氧基、C₁-C₆-鹵烷氧基、C₁-C₆-烷基氫硫基、C₁-C₆-鹵烷基氫硫基、NR^{4a}R^{4b} ；

R³ 表示氫、CN、硝基及鹵素 ；

R^{4a}R^{4b} 彼此獨立地表示氫、C₁-C₆-烷基或 C₆-C₁₄-芳基，其中芳基未被取代或被 1、2、3、4 或 5 個相同或不同的基團 R⁵ 取代；

R⁵ 表示 CN、鹵素、C₁-C₄-烷基或 C₁-C₄-鹵烷基 ；

其條件為排除下列化合物：

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
甲基	甲基	四氟-3-吡啶基
甲基	甲基	四氟-4-吡啶基
甲基	甲基	四氟-2-苯甲腈
甲基	甲基	四氟-3-苯甲腈
甲基	甲基	四氟-4-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	CN
三氟甲基	三氟甲基	F
三氟甲基	三氟甲基	Cl
三氟甲基	三氟甲基	NO ₂
三氟甲基	三氟甲基	五氟苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-吡啶基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-吡啶基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-吡啶基
三氟甲基	三氟甲基	四氟-2-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	四氟-3-苯甲腈
三氟甲基	三氟甲基	四氟-4-苯甲腈
五氟乙基	五氟乙基	H
五氟乙基	五氟乙基	CN
五氟乙基	五氟乙基	F
五氟乙基	五氟乙基	Cl
五氟乙基	五氟乙基	NO ₂
五氟乙基	五氟乙基	五氟苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-吡啶基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-吡啶基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-吡啶基
五氟乙基	五氟乙基	四氟-2-苯甲腈
五氟乙基	五氟乙基	四氟-3-苯甲腈
五氟乙基	五氟乙基	四氟-4-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	H
七氟正丙基	七氟正丙基	CN
七氟正丙基	七氟正丙基	F
七氟正丙基	七氟正丙基	Cl
七氟正丙基	七氟正丙基	NO ₂
七氟正丙基	七氟正丙基	五氟苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-吡啶基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-吡啶基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-吡啶基
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-2-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-3-苯甲腈
七氟正丙基	七氟正丙基	四氟-4-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	H
七氟異丙基	七氟異丙基	CN
七氟異丙基	七氟異丙基	F

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
七氟異丙基	七氟異丙基	Cl
七氟異丙基	七氟異丙基	NO ₂
七氟異丙基	七氟異丙基	五氟苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-吡啶基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-吡啶基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-吡啶基
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-2-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-3-苯甲腈
七氟異丙基	七氟異丙基	四氟-4-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	CN
三級丁基	三級丁基	F
三級丁基	三級丁基	Cl
三級丁基	三級丁基	NO ₂
三級丁基	三級丁基	五氟苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
三級丁基	三級丁基	四氟-2-吡啶基
三級丁基	三級丁基	四氟-3-吡啶基
三級丁基	三級丁基	四氟-4-吡啶基
三級丁基	三級丁基	四氟-2-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	四氟-3-苯甲腈
三級丁基	三級丁基	四氟-4-苯甲腈

(2024 年 12 月 16 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
九氟正丁基	九氟正丁基	H
九氟正丁基	九氟正丁基	CN
九氟正丁基	九氟正丁基	F
九氟正丁基	九氟正丁基	Cl
九氟正丁基	九氟正丁基	NO ₂
九氟正丁基	九氟正丁基	五氟苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-吡啶基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-吡啶基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-吡啶基
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-2-苯甲腈
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-3-苯甲腈
九氟正丁基	九氟正丁基	四氟-4-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	H
五氟苯基	五氟苯基	CN
五氟苯基	五氟苯基	F
五氟苯基	五氟苯基	Cl
五氟苯基	五氟苯基	NO ₂
五氟苯基	五氟苯基	五氟苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-吡啶基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-吡啶基

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-吡啶基
五氟苯基	五氟苯基	四氟-2-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	四氟-3-苯甲腈
五氟苯基	五氟苯基	四氟-4-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	H
4-嘧啶基	4-嘧啶基	CN
4-嘧啶基	4-嘧啶基	F
4-嘧啶基	4-嘧啶基	Cl
4-嘧啶基	4-嘧啶基	NO ₂
4-嘧啶基	4-嘧啶基	五氟苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-吡啶基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-吡啶基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-吡啶基
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
4-嘧啶基	4-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	H
2-嘧啶基	2-嘧啶基	CN
2-嘧啶基	2-嘧啶基	F
2-嘧啶基	2-嘧啶基	Cl
2-嘧啶基	2-嘧啶基	NO ₂
2-嘧啶基	2-嘧啶基	五氟苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-(三氟甲基)苯基

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-(三氟甲基)苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-(三氟甲基)苯基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-吡啶基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-吡啶基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-吡啶基
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-2-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-3-苯甲腈
2-嘧啶基	2-嘧啶基	四氟-4-苯甲腈
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
苯基	五氟乙基	H
呋喃-2-基	五氟乙基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	五氟乙基	H
3',5'-雙(三氟甲基)-[1,1'-聯苯]-4-基	三氟甲基	H
4-氟-3-三氟甲基-苯基	五氟乙基	H
4-氟-3-三氟甲基-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	H
3,4,5-三氟苯基	五氟乙基	H
4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	H
4-(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	H
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	五氟乙基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CN
2,4,6-參(三氟甲基)苯基	2,4,6-參(三氟甲基)苯基	CN
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基

(2024 年 12 月 10 日)

R ¹ , R ^{1'} , R ^{1''} , R ^{1'''}	R ² , R ^{2'} , R ^{2''} , R ^{2'''}	R ³ , R ^{3'} , R ^{3''} , R ^{3'''}
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	H
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	H
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
3,4-雙(三氟甲基)-苯基	3,4-雙(三氟甲基)-苯基	CN
4-氰基-3-(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	H
4-氰基-3-(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CN
4-氰基-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	4-氰基-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
4-氰基-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	H
2,4-雙(三氟甲基)-苯基	2,6-雙(三氟甲基)-苯基	CN
4-(3',5'-雙(三氟甲基)苯基)-2,6-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	H
苯基	苯基	CN
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	3,5-雙(三氟甲基)-苯基	CF ₃
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	三氟甲基	CF ₃
苯基	五氟乙基	CF ₃
3,5-雙(三氟甲基)-苯基	五氟乙基	CF ₃
3,4,5-三氟苯基	3,4,5-三氟苯基	CF ₃
4-(三氟甲基)苯基	4-(三氟甲基)苯基	CF ₃
苯基	苯基	CF ₃

其條件為排除下列化合物：

(2024 年 12 月 16 日)

