

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 9 月 9 日(09.09.2011)

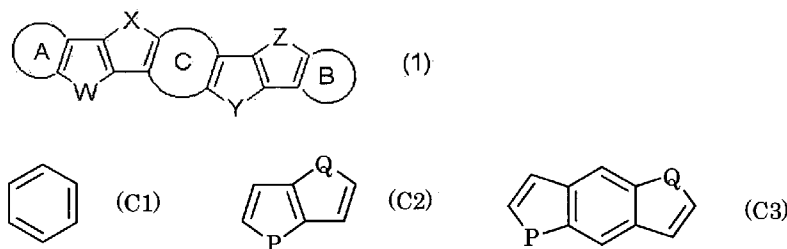


(10) 国際公開番号
WO 2011/108765 A1

- (51) 国際特許分類:
C07D 495/22 (2006.01) H01L 51/05 (2006.01)
C07D 495/04 (2006.01) H01L 51/30 (2006.01)
H01L 29/786 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/055568
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 3 日(03.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-048798 2010 年 3 月 5 日(05.03.2010) JP
特願 2010-048797 2010 年 3 月 5 日(05.03.2010) JP
特願 2010-048796 2010 年 3 月 5 日(05.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友化学株式会社(SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1048260 東京都中央区新川二丁目 2 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宮田 康生(MIYATA, Yasuo) [JP/JP]; 〒5610802 大阪府豊中市曾根東町 2-11-8-310 Osaka (JP). 松本光弘(MATSUMOTO, Mitsuhiro) [JP/JP]; 〒5600021 大阪府豊中市本町 9-6-3-206 Osaka (JP). 柳川 正生(YANAGAWA, Masao) [JP/JP]; 〒5600021 大阪府豊中市本町 9-5-1-132 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 中山 亨, 外(NAKAYAMA, Tohru et al.); 〒5418550 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号住友化学知的財産センター株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POLYCYCLIC COMPOUND

(54) 発明の名称: 多環式化合物



(57) Abstract: A polycyclic compound represented by formula (1) [wherein the ring structure C represents a benzene ring represented by formula (C1), a hetero[3,2-b]heteror ring represented by formula (C2), or a benzo[1,2-b:4,5-b']diheteror ring represented by formula (C3) (wherein P and Q independently represent a sulfur atom or the like); W, X, Y and Z independently represent a sulfur atom, N-(R¹⁵) or the like, wherein at least one residue selected from the group consisting of W, X, Y and Z represents N-(R¹⁵); the ring structures A and B independently represent an aromatic carbon ring or the like, wherein the ring structures A and B independently represent an aromatic hetero ring which may have a substituent when the ring structure C represents a benzene ring represented by formula (C1) and both X and Y represent N-(R¹⁵); and R¹⁵'s independently represent an alkyl group or the like].

(57) 要約: 式 (1) (式中、環構造 C は、式 (C1) で示されるベンゼン環、式 (C2) で示されるヘテロ [3, 2-b] ヘテロール環または式 (C3) で示されるベンゾ [1, 2-b: 4, 5-b'] ジヘテロール環を表わす。(式 (C1) ~ (C3) 中、P および Q は独立して、硫黄原子等を表わす。) W、X、Y および Z は、独立して、硫黄原子、N-(R¹⁵) 等を表わし、かつ、W、X、Y および Z からなる群から選ばれる少なくとも 1 つは、N-(R¹⁵) であり、環構造 A および環構造 B は、独立して、芳香族性炭素環等を表わし、環構造 C が式 (C1) で示されるベンゼン環であり、かつ、X および Y が N-(R¹⁵) であるときは、環構造 A および環構造 B は、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環である。R¹⁵ は独立して、アルキル基等を表わす。) で示される多環式化合物。

WO 2011/108765 A1

明 細 書

多環式化合物

5 技術分野

本発明は、多環式化合物に関する。

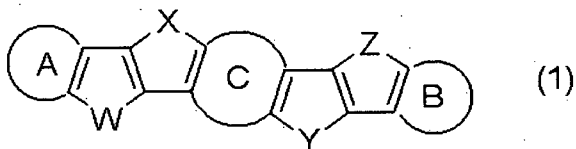
背景技術

10 有機トランジスタは、電子ペーパー、大画面フラットパネルディスプレイ等の素子として用いられる。このような有機トランジスタは、有機半導体活性層、基板、絶縁層、電極等の部材から構成されている。有機半導体活性層を与える化合物としては、J. Appl. Phys. 2002, 92, 5259 に、ペンタセンが記載されており、ペンタセンを真空蒸着して得られた薄膜を有機半導体活性層に用いることも知られている。

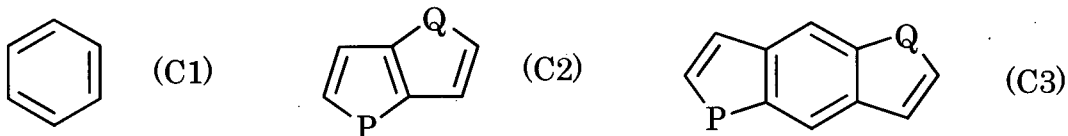
15 発明の開示

本発明は、

[1] 式 (1)



20 (式中、環構造Cは、式 (C 1) で示されるベンゼン環、式 (C 2) で示されるヘテロ [3, 2-b] ヘテロール環または式 (C 3) で示されるベンゾ [1, 2-b : 4, 5-b'] ジヘテロール環を表わす。



(式中、PおよびQは独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子またはテルル原子を表わし、上記環を構成するベンゼン環は置換基を有していてもよい。)

25 W、X、YおよびZは、独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子、テルル原子、SO₂、(R^{1 1}) - C - (R^{1 2})、(R^{1 3}) - Si - (R^{1 4}) または N - (R^{1 5}) を表わし、かつ、W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも1つは、N - (R^{1 5}) である。

30 環構造Aおよび環構造Bは、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環または置換基を有していてもよい芳香族性複素環を表わし、環構造Cが式 (C 1) で示されるベンゼン環であり、かつ、XおよびYが N - (R^{1 5}) であるときは、環構造Aおよび環構

造Bは、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環である。

$R^{1\ 1}$ 、 $R^{1\ 2}$ 、 $R^{1\ 3}$ および $R^{1\ 4}$ は、独立して、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル基または水素原子を表わし、 $R^{1\ 5}$ は独立して、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル基を表わす。）

5 で示される多環式化合物；

 [2] W、X、YおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子またはN-
 ($R^{1\ 5}$) であり、かつ、W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも1つが、
 N- ($R^{1\ 5}$) である [1] に記載の多環式化合物；

10 [3] W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも2つが、N- ($R^{1\ 5}$)
 である [1] または [2] に記載の多環式化合物；

 [4] 環構造Cが、式 (C 2) で示されるヘテロ [3, 2-b] ヘテロール環または式
 (C 3) で示されるベンゾ [1, 2-b : 4, 5-b'] ジヘテロール環である [1] ~ [3]
 のいずれかに記載の多環式化合物；

15 [5] 環構造Cが式 (C 1) で示されるベンゼン環であり、XおよびYが、独立して、
 N- ($R^{1\ 5}$) であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子
 であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素
 環である [1] に記載の多環式化合物；

20 [6] 環構造Cが式 (C 1) で示されるベンゼン環であり、かつ、XおよびYが、独立
 して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、WおよびZが、独立して、N- ($R^{1\ 5}$)
 である [1] に記載の多環式化合物；

25 [7] 置換基を有していてもよい芳香族性炭素環が、置換基を有していてもよいベンゼ
 ン環または置換基を有していてもよいナフタレン環であり、置換基を有していてもよい芳
 香族性複素環が、置換基を有していてもよいチオフェン環、置換基を有していてもよいベ
 ンゾ [b] チオフェン環または置換基を有していてもよいチエノ [3, 2-b] チオフェ
30 ン環である [1] ~ [6] のいずれかに記載の多環式化合物；

 [8] 環構造Cが、チエノ [b] チオフェン環、置換基を有していてもよいベンゾ [1,
 2-b : 4, 5-b'] ジチオフェン環または置換基を有していてもよいベンゾ [1, 2-
 b : 4,, 5-b'] ジフラン環である [4] または [7] に記載の多環式化合物；

30 [9] 環構造Cが、チエノ [3, 2-b] チオフェン環または無置換のベンゾ [1, 2
 -b : 4, 5-b'] ジチオフェン環である [4]、[7] または [8] に記載の多環式化合
 物；

35 [10] WおよびXのうちの一方がN- ($R^{1\ 5}$) であり、他方が硫黄原子、酸
 素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうちの一方がN- ($R^{1\ 5}$) であり、他方
 が硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である [4]、[7]、[8] または [9] に記載の
 多環式化合物；

 [11] XがN- ($R^{1\ 5}$) であり、Wが硫黄原子であり、YがN- ($R^{1\ 5}$)

であり、Zが硫黄原子である[10]に記載の多環式化合物；

[12] WがN-(R¹⁵)であり、Xが硫黄原子であり、ZがN-(R¹⁵)であり、Yが硫黄原子である[10]に記載の多環式化合物；

[13] 環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいチオフェン環である[5]に記載の多環式化合物；

[14] XおよびYが同一のN-(R¹⁵)であり、WおよびZが硫黄原子である[5]または[13]に記載の多環式化合物；

[15] 環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゼン環、置換基を有していてもよいナフタレン環または置換基を有していてもよいチオフェン環である[6]に記載の多環式化合物；

[16] WおよびZが同一のN-(R¹⁵)であり、XおよびYの両方が、硫黄原子または酸素原子である[6]または[15]に記載の多環式化合物；

[17] [1]～[16]のいずれかに記載の多環式化合物を含む薄膜；

[18] [1]～[16]のいずれかに記載の多環式化合物のみからなる薄膜；

[19] [17]に記載の薄膜を含む有機トランジスタ；

[20] [18]に記載の薄膜を含む有機トランジスタ；

[21] [19]または[20]に記載の有機トランジスタを含む有機半導体デバイス；等を提供するものである。

図面の簡単な説明

[図1] 本発明の多環式化合物を含む薄膜を有機半導体層として含む有機トランジスタの一実施形態を示す概略図である。

[図2] 本発明の多環式化合物を含む薄膜を有機半導体層として含む有機トランジスタの別の実施形態を示す概略図である。

符号の説明

11 基板

12 ゲート電極

13 ゲート絶縁膜

14 ソース電極

15 ドレイン電極

16 有機半導体層

31 シリコン基板

32 シリコン酸化膜

33 ソース電極

34 ドレイン電極

35 有機半導体活性層

発明を実施するための最良の形態

まず、本発明の式(1)で示される多環式化合物(以下、化合物(1)と略記する。)について説明する。

化合物(1)は、W、X、YおよびZをそれぞれ含む4つの5員環並びに環構造A、環構造B及び環構造Cからなる化合物である。化合物(1)におけるW、X、YおよびZは、独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子、テルル原子、 SO_2 、 $(\text{R}^{1\ 1})-\text{C}-(\text{R}^{1\ 2})$ 、 $(\text{R}^{1\ 3})-\text{Si}-(\text{R}^{1\ 4})$ または $\text{N}-(\text{R}^{1\ 5})$ を表わし、かつ、W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも1つは、 $\text{N}-(\text{R}^{1\ 5})$ である。 $\text{R}^{1\ 5}$ は、1以上のハロゲン原子を有してもよいアルキル基であり、具体的には、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基、2-エチルヘキシル基、シクロヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、シクロオクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、2-ヘキシルデシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-トリデシル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ペンタデシル基、*n*-ヘキサデシル基、*n*-ヘプタデシル基、*n*-オクタデシル基、*n*-ノナデシル基、*n*-イコシル基、*n*-ヘンイコシル基、*n*-ドコシル基、*n*-トリコシル基、*n*-テトラコシル基、*n*-ペンタコシル基、*n*-ヘキサコシル基、*n*-ヘプタコシル基、*n*-オクタコシル基、*n*-ノナコシル基、*n*-トリアコンチル基等の炭素数1~30の直鎖状、分枝鎖状または環状のアルキル基および上記アルキル基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられ、1以上のハロゲン原子を有していてもよい炭素数1~20のアルキル基が好ましい。

W、X、YおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子または $\text{N}-(\text{R}^{1\ 5})$ であり、かつ、W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも1つが、 $\text{N}-(\text{R}^{1\ 5})$ であることが好ましく、W、X、YおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子または $\text{N}-(\text{R}^{1\ 5})$ であり、かつ、W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも2つが、 $\text{N}-(\text{R}^{1\ 5})$ であることがより好ましい。

W、X、YおよびZが、独立して、硫黄原子または $\text{N}-(\text{R}^{1\ 5})$ であり、かつ、W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも2つが、 $\text{N}-(\text{R}^{1\ 5})$ であることが特に好ましい。

$\text{R}^{1\ 1}$ 、 $\text{R}^{1\ 2}$ 、 $\text{R}^{1\ 3}$ および $\text{R}^{1\ 4}$ は、独立して、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル基または水素原子を表わし、1以上のハロゲン原子を有してもよいアルキル基としては、上記 $\text{R}^{1\ 5}$ と同様の基が挙げられる。

化合物(1)の合成が容易であるという点で、XとYが同一であることが好ましく、WとZが同一であることが好ましい。

式(1)において、環構造Aおよび環構造Bは、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環（以下、芳香環と略記する。）または置換基を有していてもよい芳香族性複素環（以下、複素環と略記する。）を表わす。

環構造Aおよび環構造Bの芳香環は、芳香族性を有する環であり、環構造Aの芳香環は、
5 6～14個の炭素原子から構成され、Wを含む5員環と2つの炭素原子を共有する炭素環である。環構造Bの芳香環は、6～14個の炭素原子から構成され、Zを含む5員環と2つの炭素原子を共有する炭素環である。かかる芳香環は1つ以上の置換基を有していてもよい。

無置換の芳香環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナンスレン環およびフルオレン環が挙げられ、ベンゼン環およびナフタレン環が好ましく、ベンゼン環がより好ましい。

環構造Aおよび環構造Bの複素環は、芳香族性を有し、少なくとも一つの異種原子を含む環であり、環構造Aの複素環は、環を構成する原子の数が5～12であり、Wを含む5員環と2つの炭素原子を共有する炭素環である。環構造Bの複素環は、環を構成する原子
15 の数が5～12であり、Zを含む5員環と2つの炭素原子を共有する炭素環である。かかる複素環は1つ以上の置換基を有していてもよい。異種原子としては、酸素原子、セレン原子、硫黄原子および窒素原子が挙げられる。複素環に含まれる異種原子の数は、1個または2個であることが好ましい。

無置換の複素環としては、チオフェン環、フラン環、セレノフェン環、ピロール環、オキサゾール環、チアゾール環、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環等の単環の複素環、および、チエノ[3, 2-b]チオフェン環、フロ[3, 2-b]フラン環、チエノ[3, 2-b]フラン環、ベンゾ[b]チオフェン環、ベンゾ[b]フラン環等の二環の複素環が挙げられる。

環構造Aおよび環構造Bの複素環としては、チオフェン環、フラン環、セレノフェン環、
25 ピロール環、チアゾール環、チエノ[3, 2-b]チオフェン環、フロ[3, 2-b]フラン環、チエノ[3, 2-b]フラン環、ベンゾ[b]チオフェン環およびベンゾ[b]フラン環が好ましく、2位および3位の炭素原子をWまたはZを含む環と共有するチオフェン環、2位および3位の炭素原子をWまたはZを含む環と共有するチエノ[3, 2-b]チオフェン環および2位および3位の炭素原子をWまたはZを含む環と共有するベンゾ
30 [b]チオフェン環がより好ましく、2位および3位の炭素原子をWまたはZを含む環と共有するチオフェン環が特に好ましい。

環構造Aおよび環構造Bの芳香環および複素環の置換基としては、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アルキル置換アリール基、アルコキシ置換アリール基、ヘテロアリール基、アルキル置換ヘテロアリール基、アルコキシ置換ヘテロアリール基、アルケニル基、アルキニル基、アルキルチオ基、アルキルカルボニル基、アルコキシカルボニル基、
35

(トリアルキル) シリル基、(ジアルキル) アミノ基、ハロゲン原子、シアノ基およびニトロ基が挙げられる。前記したアルキル基、アルコキシ基、アリール基、アルキル置換アリール基、アルコキシ置換アリール基、ヘテロアリール基、アルキル置換ヘテロアリール基、アルコキシ置換ヘテロアリール基、アルケニル基、アルキニル基、アルキルチオ基、アルキルカルボニル基、アルコキシカルボニル基、(トリアルキル) シリル基および(ジアルキル) アミノ基は、1以上のハロゲン原子を有していてもよい。

中でも、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルコキシ基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル置換アリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルコキシ置換アリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいヘテロアリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル置換ヘテロアリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルコキシ置換ヘテロアリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよい(トリアルキル) シリル基およびハロゲン原子が好ましく、

1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルコキシ基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいヘテロアリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよい(トリアルキル) シリル基およびハロゲン原子がより好ましく、

1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルコキシ基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアリール基、1以上のハロゲン原子を有していてもよいヘテロアリール基およびハロゲン原子が特に好ましい。

上記ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子およびヨウ素原子が挙げられ、フッ素原子、臭素原子およびヨウ素原子が好ましい。

上記アルキル基としては、直鎖状アルキル基、分枝鎖状アルキル基および環状アルキル基が挙げられ、炭素数1~30の直鎖状、分枝鎖状または環状のアルキル基が好ましい。具体的には、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、ネオペンチル基、n-ヘキシル基、2-エチルヘキシル基、シクロヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、シクロオクチル基、n-ノニル基、n-デシル基、2-ヘキシルデシル基、n-ウンデシル基、n-ドデシル基、n-トリデシル基、n-テトラデシル基、n-ペンタデシル基、n-ヘキサデシル基、n-ヘプタデシル基、n-オクタデシル基、n-ノナデシル基、n-イコシル基、n-ヘンイコシル基、n-ドコシル基、n-トリコシル基、n-テトラコシル基、n-ペンタコシル基、n-ヘキサコシル基、n-ヘプタコシル基、n-オクタコシル基、n-ノナコシル基およびn-トリアコンチル基が挙げられ、炭素数1~20のアルキル基が好ましく、炭素数1~16のアルキル基がより好ましい。1以上のハロゲン原子を有するアルキル基としては、上記アルキル基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わ

った基が挙げられる。

上記アルコキシ基としては、直鎖状、分枝鎖状および環状アルコキシ基が挙げられ、炭素数1～30の直鎖状、分枝鎖状または環状のアルコキシ基が好ましい。具体的には、メトキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブトキシ基、イソブトキシ基、*t*-ブトキシ基、*n*-ペンチルオキシ基、ネオペンチルオキシ基、*n*-ヘキシルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基、*n*-ヘプチルオキシ基、*n*-オクチルオキシ基、シクロオクチルオキシ基、ノニルオキシ基、デシルオキシ基、2-ヘキシルデシル基、3, 7-ジメチルオクチルオキシ基、*n*-ウンデシルオキシ基、*n*-ドデシルオキシ基、*n*-トリデシルオキシ基、*n*-テトラデシルオキシ基、*n*-ペンタデシルオキシ基、*n*-ヘキサデシルオキシ基、*n*-ヘプタデシルオキシ基、*n*-オクタデシルオキシ基、*n*-ノナデシルオキシ基、*n*-イコシルオキシ基、*n*-ヘンイコシルオキシ基、*n*-ドコシルオキシ基、*n*-トリコシルオキシ基、*n*-テトラコシルオキシ基、*n*-ペンタコシルオキシ基、*n*-ヘキサコシルオキシ基、*n*-ヘプタコシルオキシ基、*n*-オクタコシルオキシ基、*n*-ノナコシルオキシ基、*n*-トリアコンチルオキシ基、メトキシメトキシ基、メトキシエトキシ基、メトキシメトキシメトキシ基、メトキシエトキシエトキシ基およびポリエチレングリコキシ基が挙げられ、炭素数1～20のアルコキシ基が好ましく、炭素数1～16のアルコキシ基がより好ましい。1以上のハロゲン原子を有するアルコキシ基としては、上記アルコキシ基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

上記アリール基としては、フェニル基、ナフチル基等の炭素数6～20のアリール基が挙げられ、フェニル基およびナフチル基が好ましい。1以上のハロゲン原子を有するアリール基としては、上記アリール基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

上記ヘテロアリール基としては、単環または二環のヘテロアリール基が好ましく、チエニル基、フリル基、チアゾリル基、チエノ[3, 2-*b*]チエニル基、フロ[3, 2-*b*]フリル基、チエノ[3, 2-*b*]フリル基、ベンゾ[*b*]チエニル基、ベンゾ[*b*]フリル基であり、更に好ましくは、チエニル基、フリル基、チエノ[3, 2-*b*]チエニル基、ベンゾ[*b*]チエニル基およびベンゾ[*b*]フリル基がより好ましい。1以上のハロゲン原子を有するヘテロアリール基としては、上記ヘテロアリール基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

上記アルキル置換アリール基は、上記アリール基の1以上の水素原子が上記アルキル基に置き換わった基である。

上記アルコキシ置換アリール基は、上記アリール基の1以上の水素原子が上記アルコキシ基に置き換わった基である。

上記アルキル置換ヘテロアリール基は、上記ヘテロアリール基の1以上の水素原子が上記アルキル基に置き換わった基である。

上記アルコキシ置換ヘテロアリール基は、上記ヘテロアリール基の1以上の水素原子が上記アルコキシ基に置き換わった基である。

上記アルケニル基としては、直鎖状アルケニル基および分枝鎖状アルケニル基が挙げられ、炭素数2～30の直鎖状または分枝鎖状アルケニル基が好ましい。具体的には、エテ
5 ニル基、1-プロペニル基、1-ブテニル基、1-ペンテニル基、1-ヘキセニル基、1-シクロヘキセニル基、1-ヘプテニル基、1-オクテニル基、1-ノネニル基、1-デ
ケニル基、1-ウンデケニル基、1-ドデケニル基、1-トリデケニル基、1-テトラデ
ケニル基、1-ペンタデケニル基、1-ヘキサデケニル基、1-ヘプタデケニル基、1-
10 オクタデケニル基、1-ノナデケニル基、1-イコセニル基、1-ヘンイコセニル基、1-
ドコセニル基、1-トリコセニル基、1-テトラコセニル基、1-ペンタコセニル基、
1-ヘキサコセニル基、1-ヘプタコセニル基、1-オクタコセニル基、1-ノナコセニ
ル基および1-トリアコンテニル基が挙げられ、炭素数2～20のアルケニル基が好まし
く、炭素数2～16のアルケニル基がより好ましい。1以上のハロゲン原子を有するアル
ケニル基としては、上記アルケニル基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き
15 換わった基が挙げられる。

上記アルキニル基としては、直鎖状アルキニル基および分枝鎖状アルキニル基が挙げら
れ、炭素数2～30の直鎖状または分枝鎖状アルキニル基が好ましい。具体的には、エチ
ニル基、1-プロピニル基、1-ブチニル基、1-ペンチニル基、1-ヘキシニル基、1-
1-ヘプチニル基、1-オクチニル基、1-ノニル基、1-デキニル基、1-ウンデキニ
20 ル基、1-ドデキニル基、1-トリデキニル基、1-テトラデキニル基、1-ペンタデキ
ニル基、1-ヘキサデキニル基、1-ヘプタデキニル基、1-オクタデキニル基、1-ノ
ナデキニル基、1-イコシニル基、1-ヘンイコシニル基、1-ドコシニル基、1-トリ
コシニル基、1-テトラコシニル基、1-ペンタコシニル基、1-ヘキサコシニル基、1-
1-ヘプタコシニル基、1-オクタコシニル基、1-ノナコシニル基および1-トリアコン
25 チニル基が挙げられ、炭素数2～20のアルキニル基が好ましく、炭素数2～16のアル
キニル基がより好ましい。1以上のハロゲン原子を有するアルキニル基としては、上記ア
ルキニル基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

上記アルキルチオ基としては、直鎖状、分枝鎖状および環状のアルキルチオ基が挙げら
れ、炭素数1～30の直鎖状、分枝鎖状または環状のアルキルチオ基が好ましい。具体的
30 には、メチルチオ基、エチルチオ基、n-プロピルチオ基、イソプロピルチオ基、n-ブ
チルチオ基、イソブチルチオ基、s-ブチルチオ基、t-ブチルチオ基、n-ペンチルチ
オ基、シクロペンチルチオ基、n-ヘキシルチオ基、2-エチルヘキシルチオ基、シクロ
ヘキシルチオ基、n-ヘプチルチオ基、シクロヘプチルチオ基、n-オクチルチオ基、シ
クロオクチルチオ基、n-ノニルチオ基、n-デシルチオ基、2-ヘキシルデシルチオ基、
35 n-ウンデシルチオ基、n-ドデシルチオ基、n-トリデシルチオ基、n-テトラデシル
チオ基、n-ペンタデシルチオ基、n-ヘキサデシルチオ基、n-ヘプタデシルチオ基、

n-オクタデシルチオ基、n-ノナデシルチオ基、n-イコシルチオ基、n-ヘンイコシルチオ基、n-ドコシルチオ基、n-トリコシルチオ基、n-テトラコシルチオ基、n-ペンタコシルチオ基、n-ヘキサコシルチオ基、n-ヘプタコシルチオ基、n-オクタコシルチオ基、n-ノナコシルチオ基およびn-トリアコンチルチオ基が挙げられ、炭素数
5 2~20のアルキルチオ基が好ましく、炭素数2~16のアルキルチオ基がより好ましい。1以上のハロゲン原子を有するアルキルチオ基としては、上記アルキルチオ基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

上記アルキルカルボニル基としては、直鎖状のアルキルカルボニル基および分枝鎖状のアルキルカルボニル基が挙げられ、炭素数2~30の直鎖状または分枝鎖状のアルキルカルボニル基が好ましく、炭素数2~17の直鎖状または分枝鎖状のアルキルカルボニル基
10 がより好ましい。具体的には、メチルカルボニル基、エチルカルボニル基、n-ブチルカルボニル基、n-ヘキシルカルボニル基、n-オクチルカルボニル基、n-ドデシルカルボニル基、n-ペンタデシルカルボニル基およびn-イコシルカルボニル基が挙げられる。1以上のハロゲン原子を有するアルキルカルボニル基としては、上記アルキルカルボニル
15 基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

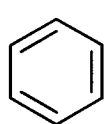
上記アルコキシカルボニル基としては、直鎖状アルコキシカルボニル基および分枝鎖状アルコキシカルボニル基が挙げられ、炭素数2~30の直鎖状または分枝鎖状アルコキシカルボニル基が好ましく、炭素数2~17の直鎖状または分枝鎖状アルコキシカルボニル基がより好ましい。具体的には、メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基、n-ブ
20 トキシカルボニル基、n-ヘキシルオキシカルボニル基、n-オクチルオキシカルボニル基、n-ドデシルオキシカルボニル基、n-ペンタデシルオキシカルボニル基およびn-イコシルオキシカルボニル基が挙げられる。1以上のハロゲン原子を有するアルコキシカルボニル基としては、上記アルコキシカルボニル基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

上記(トリアルキル)シリル基としては、3つの炭素数1~30のアルキル基がケイ素原子に結合している基が挙げられる。具体的には、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリーn-プロピルシリル基、トリーn-ブチルシリル基、トリーs-ブチルシリル基、トリーt-ブチルシリル基、トリーイソブチルシリル基、t-ブチルジメチルシリル基、トリーn-ペンチルシリル基、トリーn-ヘキシル
30 シリル基およびジメチル-n-ドデシルシリル基が挙げられ、3つの炭素数1~6のアルキル基がケイ素原子に結合している基が好ましい。1以上のハロゲン原子を有する(トリアルキル)シリル基としては、3つのアルキル基がケイ素原子に結合している基であって、少なくとも一つのアルキル基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

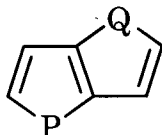
上記(ジアルキル)アミノ基としては、2つの炭素数1~30のアルキル基が窒素原子に結合している基、つまり、アミノ基の2つの水素原子が、それぞれ、炭素数1~30の

アルキル基に置き換わった基が挙げられる。好ましくは、2つの炭素数1～10のアルキル基が窒素原子に結合している基である。具体的には、ジメチルアミノ基、ジェチルアミノ基、ジ-*n*-プロピルアミノ基、ジイソプロピルアミノ基、ジ-*n*-ブチルアミノ基、ジ-*s*-ブチルアミノ基、ジ-*t*-ブチルアミノ基、ジイソブチルアミノ基、*t*-ブチルイソプロピルアミノ基、ジ-*n*-ヘキシルアミノ基、ジ-*n*-オクチルアミノ基およびジ-*n*-デシルアミノ基が挙げられる。1以上のハロゲン原子を有する（ジアルキル）アミノ基としては、2つのアルキル基が窒素原子に結合している基であって、少なくとも一つのアルキル基の水素原子の一部または全てがハロゲン原子に置き換わった基が挙げられる。

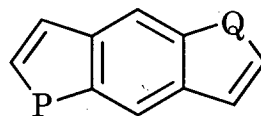
環構造Cは、式（C1）で示されるベンゼン環、式（C2）で示されるヘテロ〔3，2-b〕ヘテロール環または式（C3）で示されるベンゾ〔1，2-b：4，5-b'〕ジヘテロール環を表わす。



(C1)



(C2)



(C3)

（式中、PおよびQは独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子またはテルル原子を表わし、上記環を構成するベンゼン環は置換基を有していてもよい。）

式（C2）および（C3）において、PおよびQは、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であることが好ましく、硫黄原子または酸素原子であることがより好ましく、硫黄原子であることが特に好ましい。

上記式（C1）および式（C3）で示される環を構成するベンゼン環の置換基としては、上記環構造Aおよび環構造Bの置換基と同様の基が挙げられ、好ましい置換基も、上記環構造Aおよび環構造Bの好ましい置換基と同様の基が挙げられる。

式（C2）で示される環としては、チエノ〔3，2-b〕チオフェン環、フロ〔3，2-b〕フラン環、セレノ〔3，2-b〕セレノフェン環、チエノ〔3，2-b〕フラン環、チエノ〔3，2-b〕セレノフェン環およびセレノ〔3，2-b〕フラン環が挙げられ、チエノ〔3，2-b〕チオフェン環が好ましい。

式（C3）で示される環としては、ベンゾ〔1，2-b：4，5-b'〕ジチオフェン環、ベンゾ〔1，2-b：4，5-b'〕ジフラン環およびベンゾ〔1，2-b：4，5-b'〕ジセレノフェン環が挙げられ、ベンゾ〔1，2-b：4，5-b'〕ジチオフェン環およびベンゾ〔1，2-b：4，5-b'〕ジフラン環が好ましく、ベンゾ〔1，2-b：4，5-b'〕ジチオフェン環がより好ましい。

化合物（1）において、環構造Cが式（C1）で示されるベンゼン環であり、かつ、XおよびYが、独立して、N-（R¹⁵）であるときは、環構造Aおよび環構造Bは、独立

して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、この場合、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であることが好ましく、WおよびZが、独立して、硫黄原子または酸素原子であることがより好ましく、WおよびZが硫黄原子であることが特に好ましい。また、この場合、XおよびYが、同一のN- (R^{1-5}) であることが好ましい。

化合物(1)において、環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であるとき、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、WおよびZが、独立して、N- (R^{1-5}) であることが好ましく、XおよびYが、独立して、硫黄原子または酸素原子であり、WおよびZが、独立して、N- (R^{1-5}) であることがより好ましく、XおよびYが硫黄原子であり、WおよびZが、独立して、N- (R^{1-5}) であることが特に好ましい。また、この場合、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であることが好ましい。

化合物(1)において、環構造が、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環または式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環であるとき、WおよびXのうち的一方がN- (R^{1-5}) であり、他方が硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方がN- (R^{1-5}) であり、他方が硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であることが好ましく、WおよびXのうち的一方がN- (R^{1-5}) であり、他方が硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方がN- (R^{1-5}) であり、他方が硫黄原子または酸素原子であることがより好ましく、WおよびXのうち的一方がN- (R^{1-5}) であり、他方が硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であることが特に好ましい。

化合物(1)としては、
環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、XおよびYが、独立して、N- (R^{1-5}) であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、XおよびYが、同一のN- (R^{1-5}) であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、XおよびYが、同一のN- (R^{1-5}) であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、XおよびYが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、WおよびZが硫黄原子である化合物(1)；

5 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、XおよびYが、独立して、N-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

10 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、XおよびYが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

15 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、XおよびYが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、XおよびYが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが硫黄原子である化合物(1)；

20 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、XおよびYが、独立して、N-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

25 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、XおよびYが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

30 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、XおよびYが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1)；

35 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘ

テロアリール基を有していてもよいチオフエン環であり、XおよびYが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが硫黄原子である化合物(1);

5 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゾ[b]チオフエン環であり、XおよびYが、独立して、N- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

10 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ[b]チオフエン環であり、XおよびYが、独立して、N- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

15 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ[b]チオフエン環であり、XおよびYが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

20 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ[b]チオフエン環であり、XおよびYが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1);

25 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ[b]チオフエン環であり、XおよびYが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基であり、WおよびZが硫黄原子である化合物(1);

30 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびZが、独立して、N- (R^{1-5}) であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

35 環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一で

あり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1)；
環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であり、XおよびYが硫黄原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびZが、独立して、N- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基であり、XおよびYが硫黄原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびZが、独立して、N- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} 炭素数1～30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびZが、同一のN- (R^{1-5}) であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1)；

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびZが、同一のN-(R^{1 5})であり、R^{1 5}が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが硫黄原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびZが、独立して、N-(R^{1 5})であり、R^{1 5}が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびZが、同一のN-(R^{1 5})であり、R^{1 5}が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびZが、同一のN-(R^{1 5})であり、R^{1 5}が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびZが、同一のN-(R^{1 5})であり、R^{1 5}が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが硫黄原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびZが、独立して、N-(R^{1 5})であり、R^{1 5}が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびZが、同一のN-(R^{1 5})であり、R^{1 5}が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびZが、同一のN-(R^{1 5})であり、R^{1 5}が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびZが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが硫黄原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびZが、独立して、N-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびZが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびZが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびZが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが硫黄原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびZが、独立して、N-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびZが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびZが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが、独立して、硫黄原子または酸素原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C1)で示されるベンゼン環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびZが、同一のN-(R¹⁻⁵)であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基であり、XおよびYが硫黄原子である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうち的一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造A

- および環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 5 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 10 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 15 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 20 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 25 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 30 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 35 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、Yお

よびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造A

- および環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル) シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 5 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 10 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 15 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 20 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 25 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 30 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル) シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
- 35 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造A

および環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、W
およびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一
であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造A
5 および環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル
基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、Wおよ
びXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一で
あり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；
環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造A
10 および環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル
基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環で
あり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素
原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアル
キル基である化合物(1)；
15 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造A
および環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン
環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、
YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である
化合物(1)；
20 環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環であり、環構造A
および環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル
基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環で
あり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、Y
がXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化
25 合物(1)；
環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環で
あり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環
であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原
子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、
30 硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基であ
る化合物(1)；
環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環で
あり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環
であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸
35 素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子ま
たは酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよい芳香族性複素環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゼン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレ

ン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

5 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

10 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

15 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいナフタレン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

20 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

25 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

30 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)；

35

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいチオフェン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、R¹⁻⁵が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1);

環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環であり、WおよびXのうちの一方が、N-(R¹⁻⁵)であり、他方が、硫黄原

子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

5 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

10 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

15 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

20 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、置換基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

25 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子または酸素原子であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；

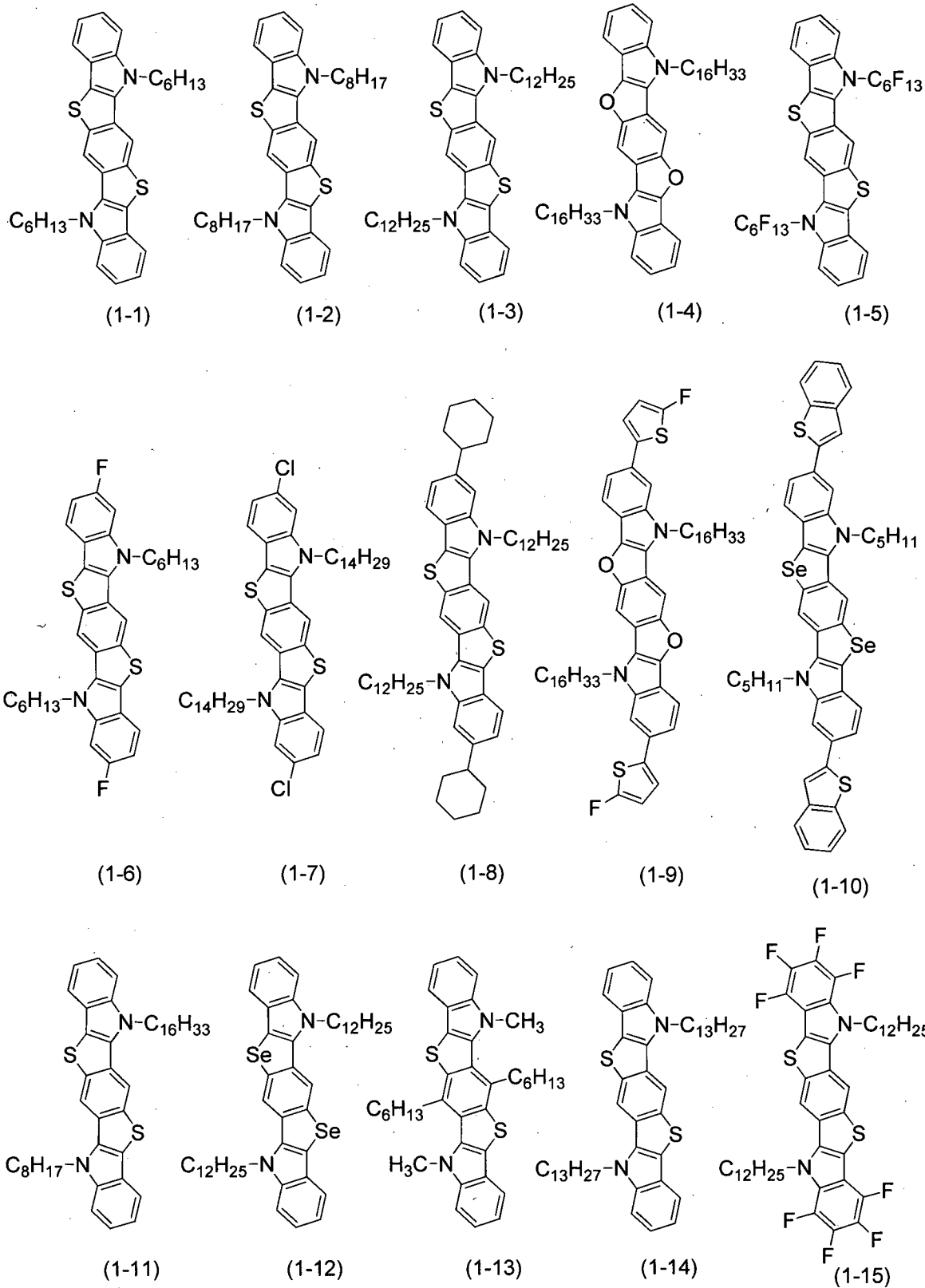
30 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ[b]チオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YおよびZのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、 R^{1-5} が炭素数1~30のアルキル基である化合物(1)；および、

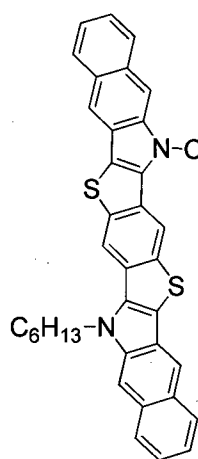
35 環構造Cが、式(C3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環で

あり、環構造Aおよび環構造Bが同一であり、かつ、ハロゲン原子、アルキル基、(トリアルキル)シリル基、アリール基またはヘテロアリール基を有していてもよいベンゾ [b] チオフェン環であり、WおよびXのうち的一方が、 $N-(R^{1-5})$ であり、他方が、硫黄原子であり、YがXと同一であり、ZがWと同一であり、 R^{1-5} が炭素数1～30のアルキル基である化合物(1)が挙げられる。

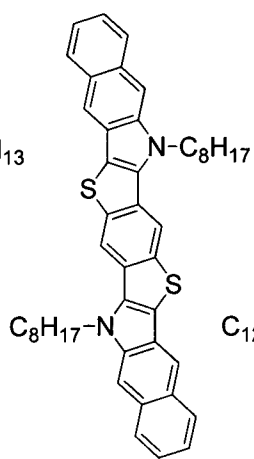
5

化合物(1)としては、下記式(1-1)～式(1-45)、式(2-1)～式(2-65) および式(3-1)～式(3-90)で示される化合物が挙げられる。

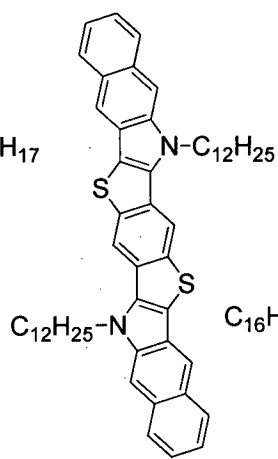




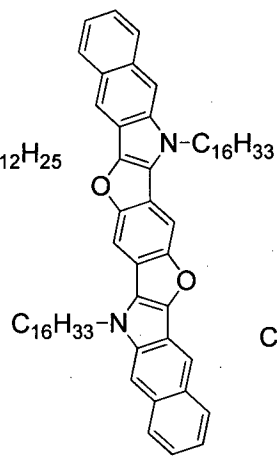
(1-16)



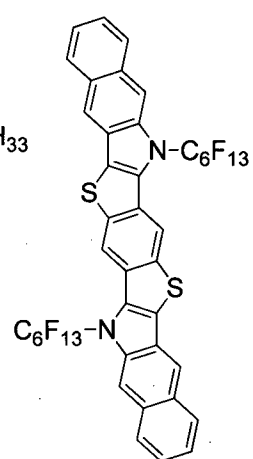
(1-17)



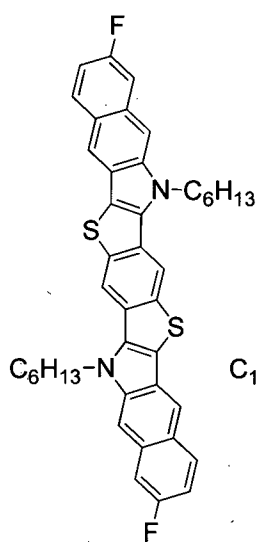
(1-18)



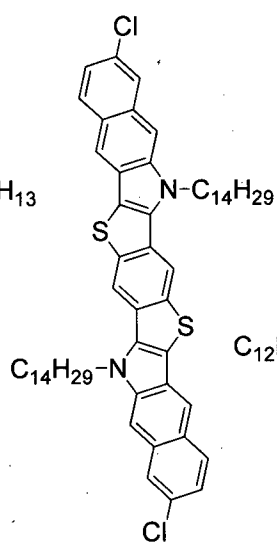
(1-19)



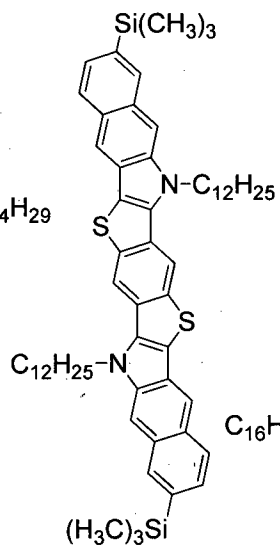
(1-20)



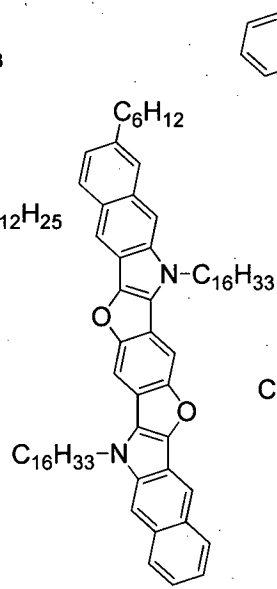
(1-21)



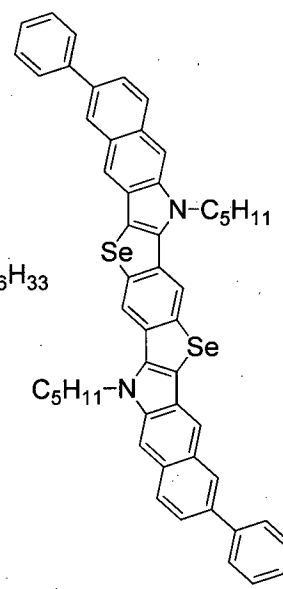
(1-22)



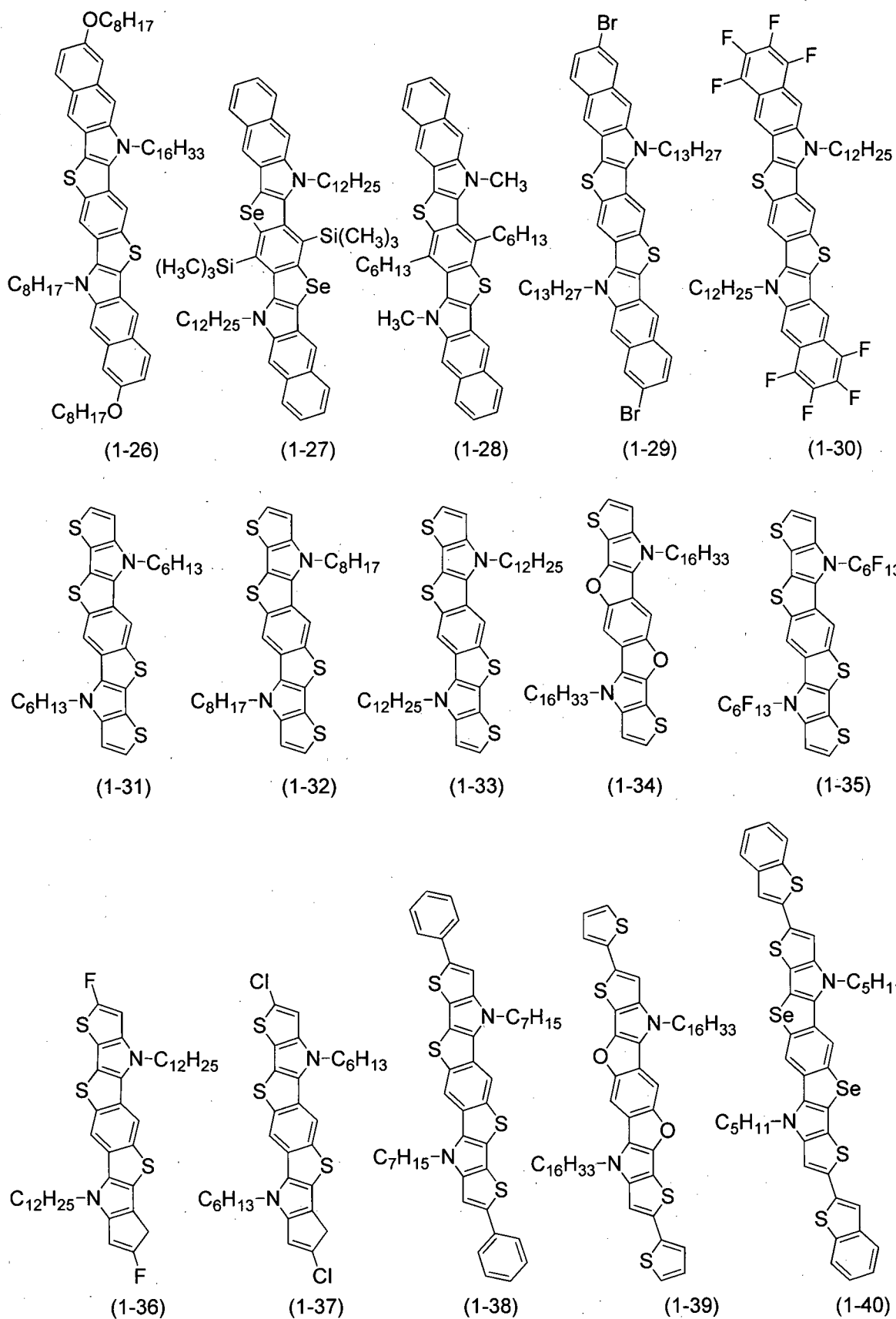
(1-23)

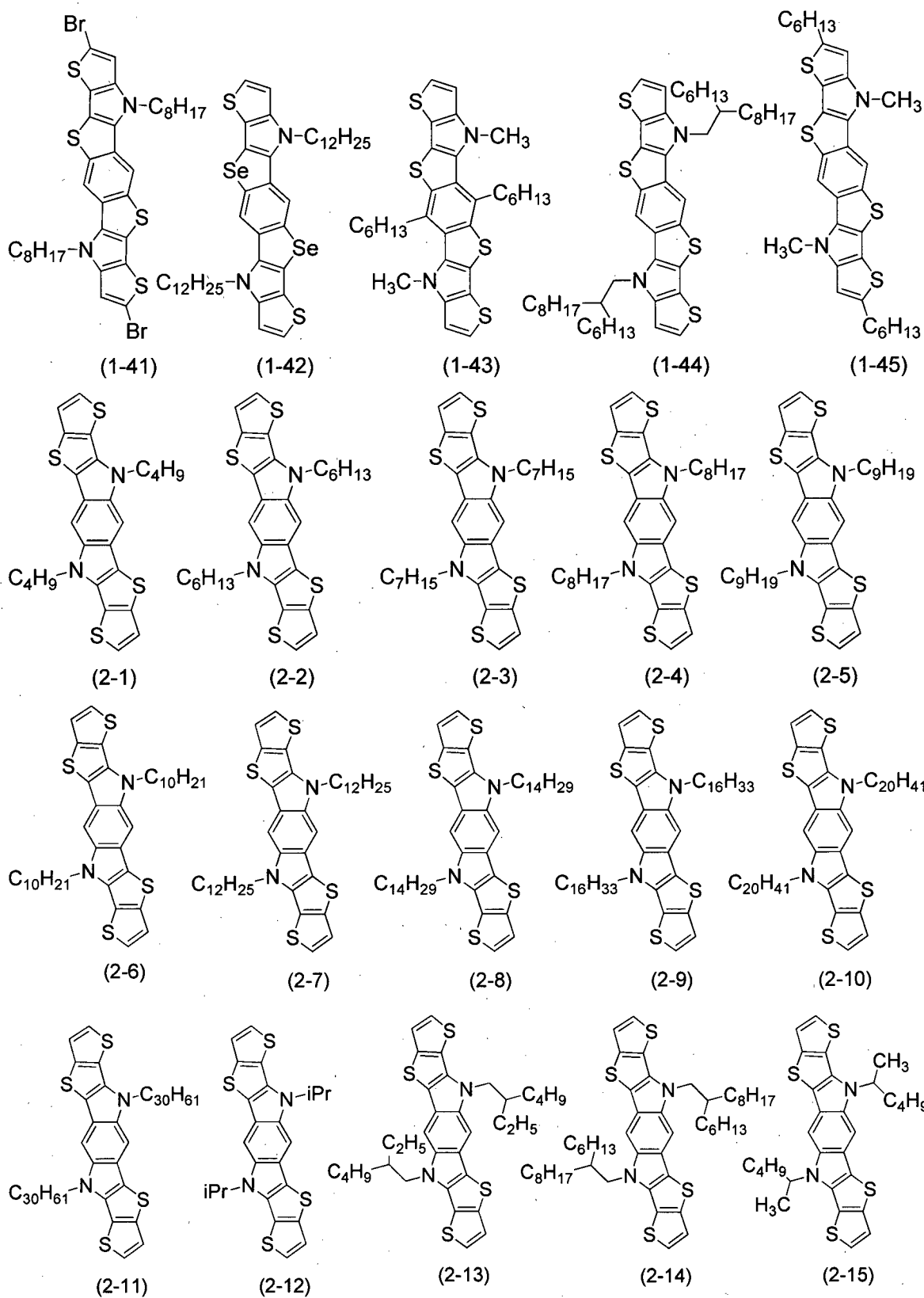


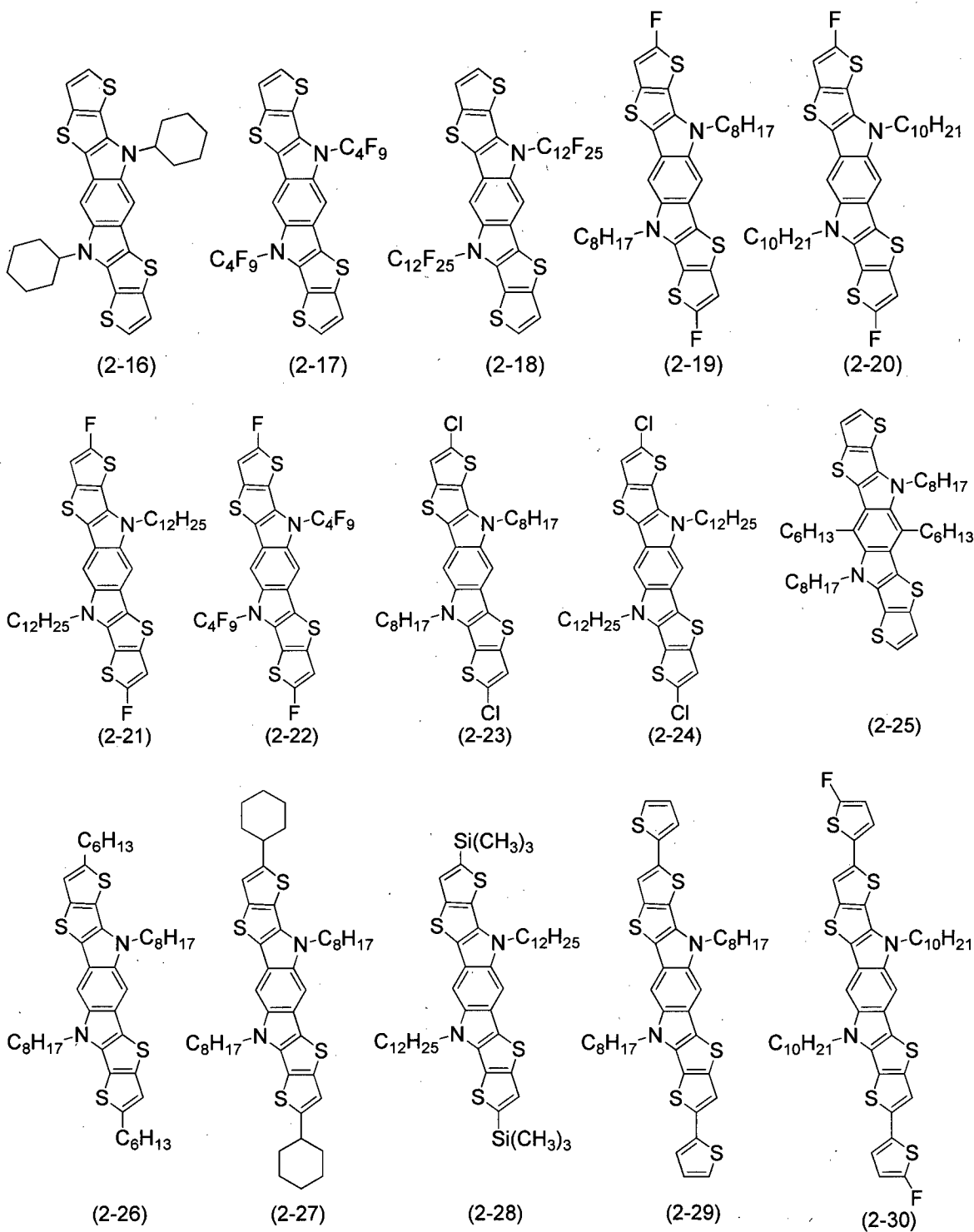
(1-24)

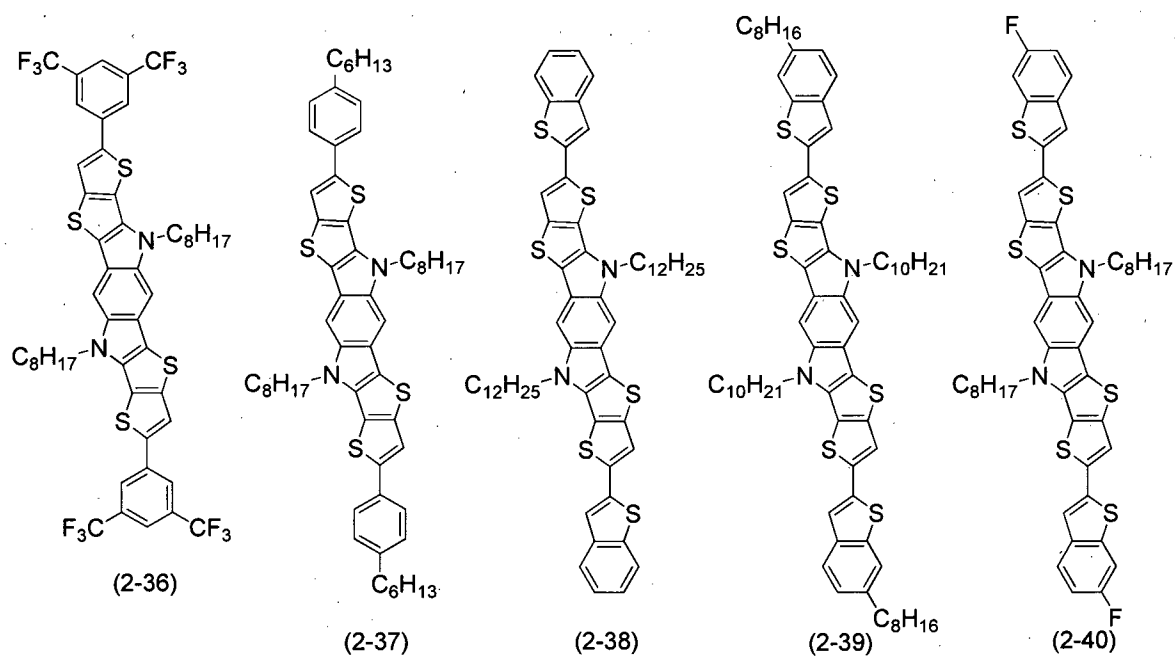
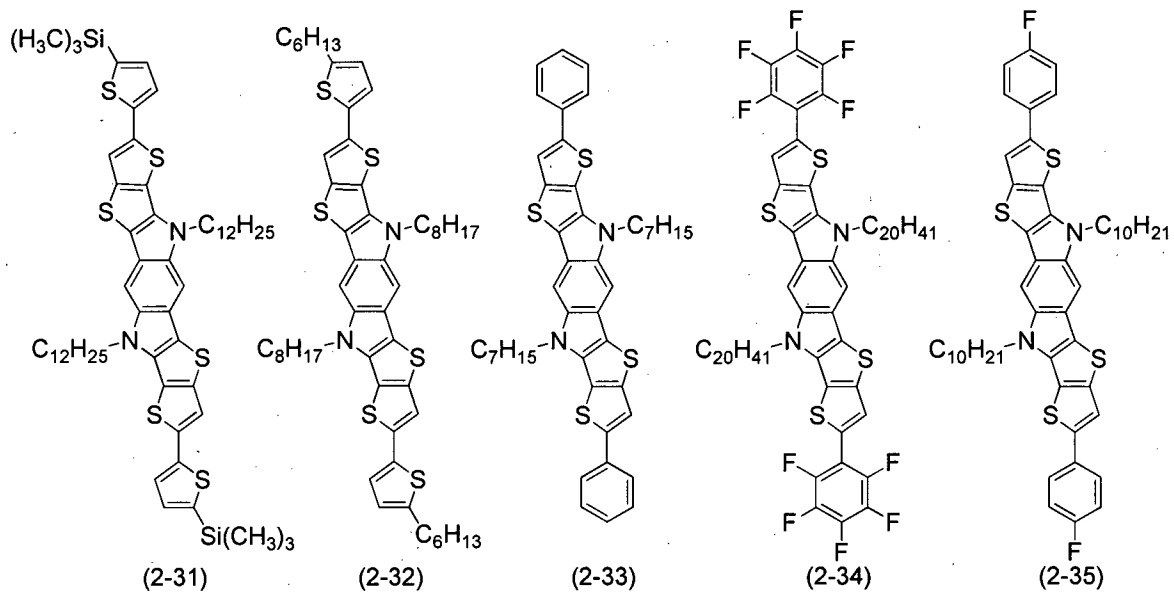


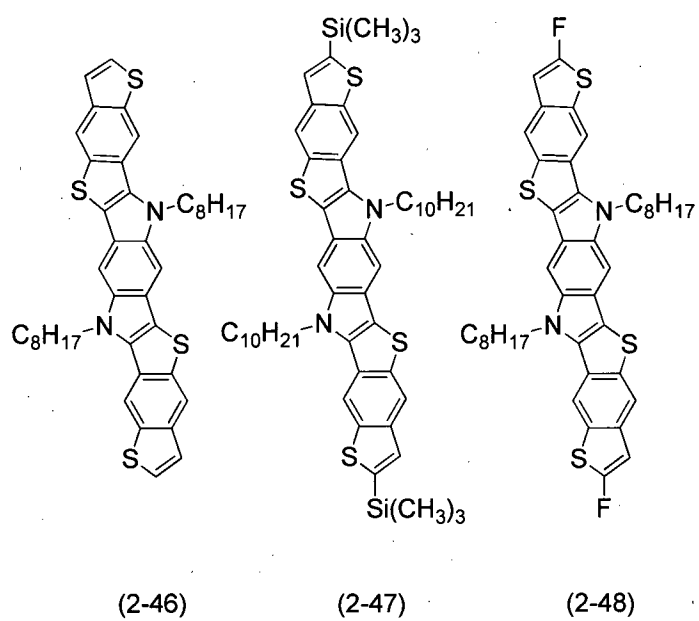
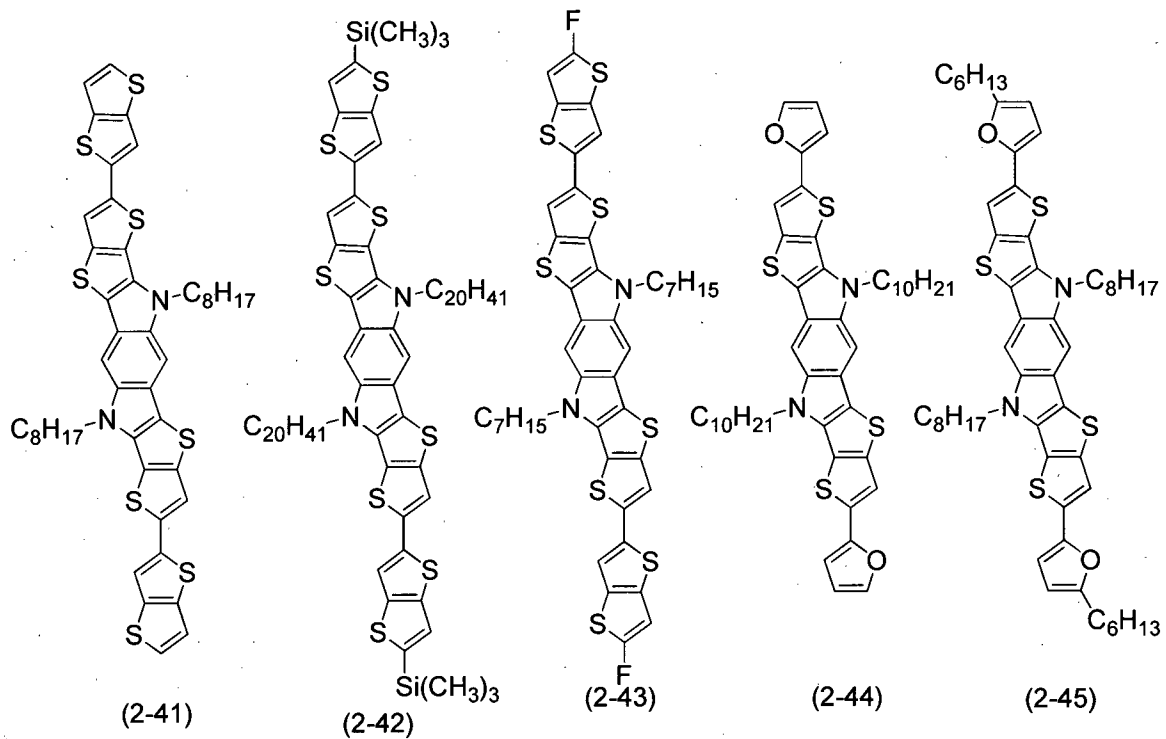
(1-25)

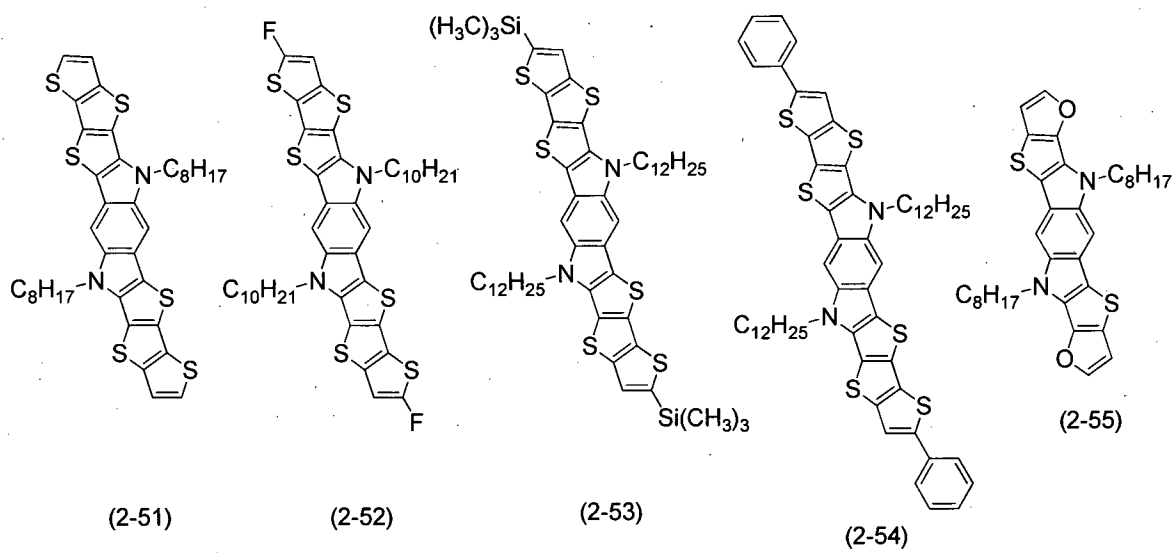
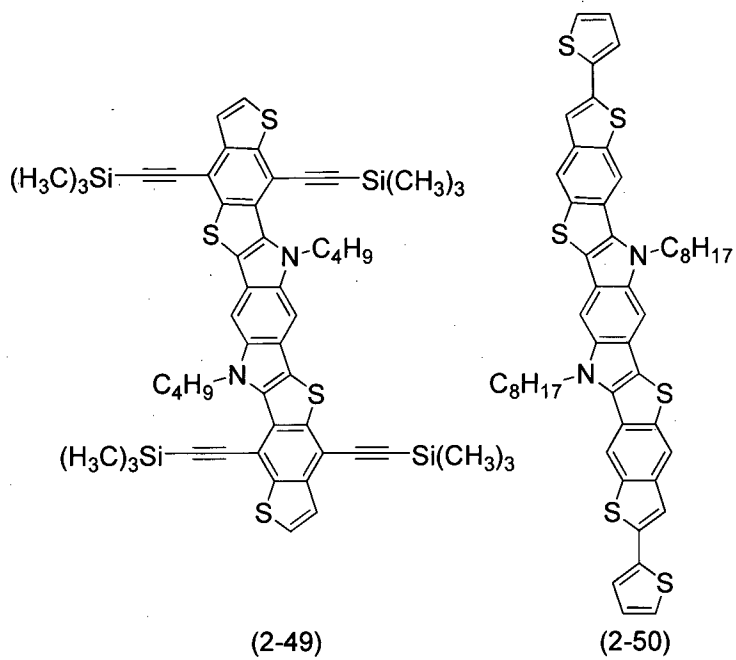


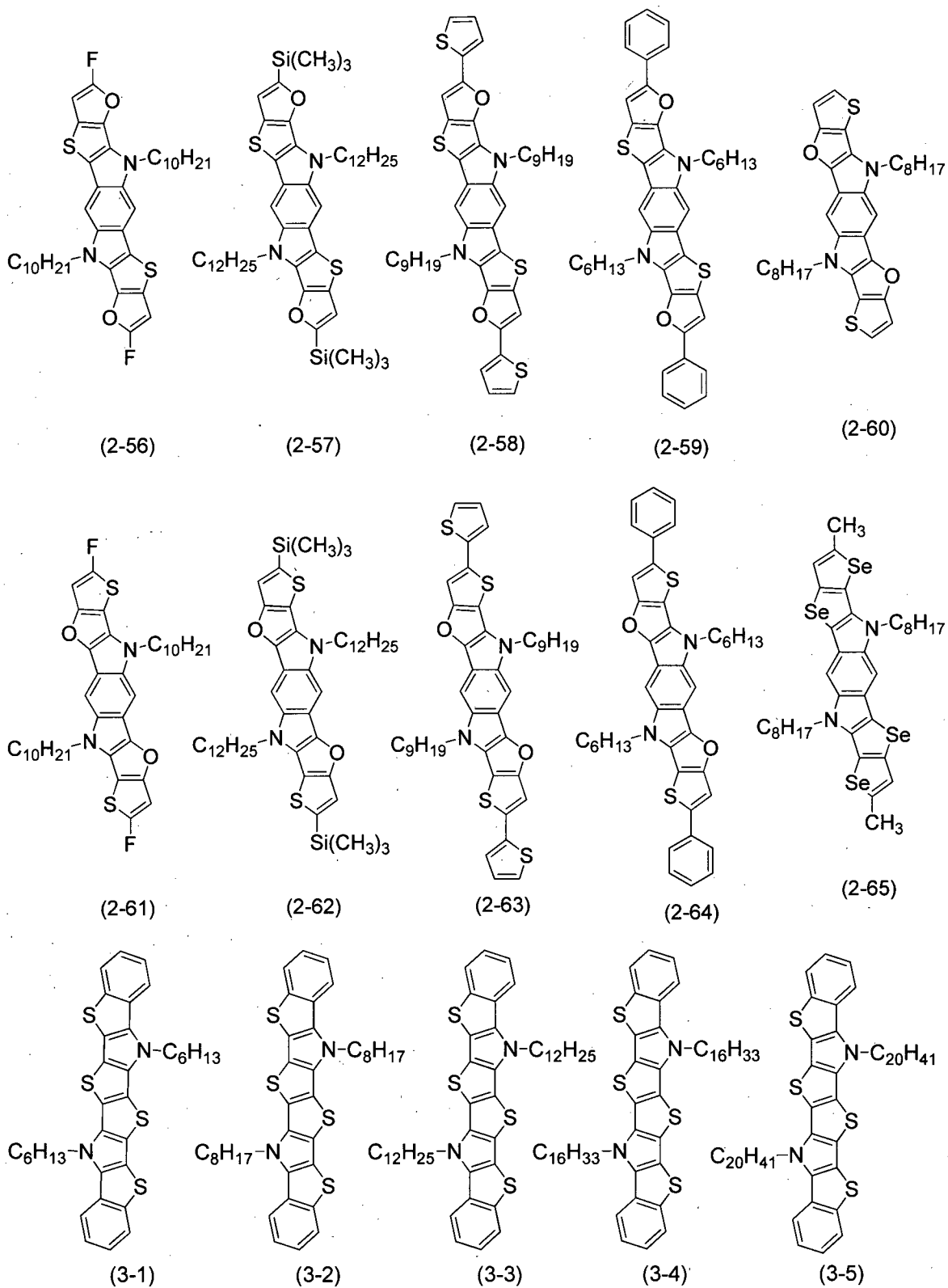


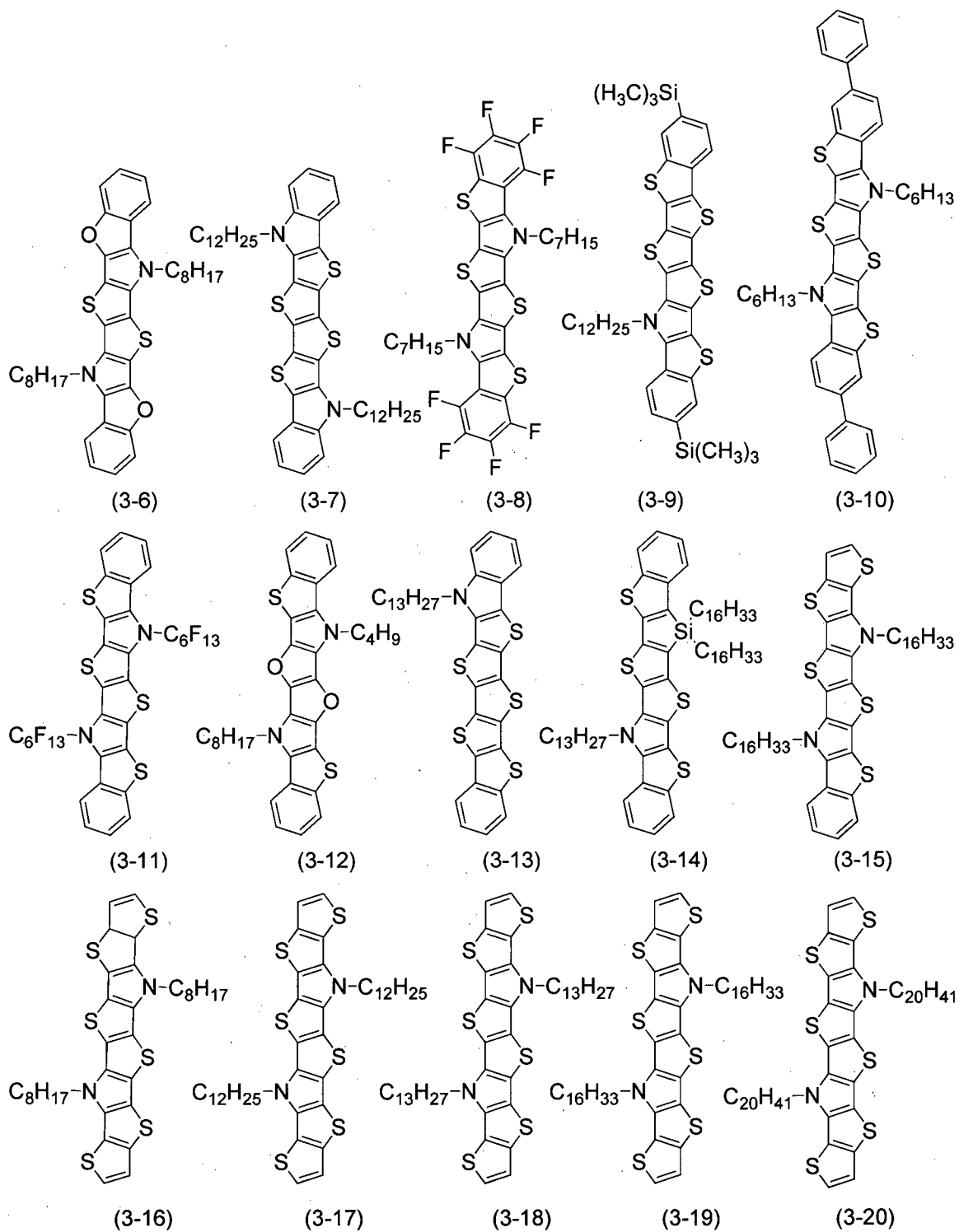


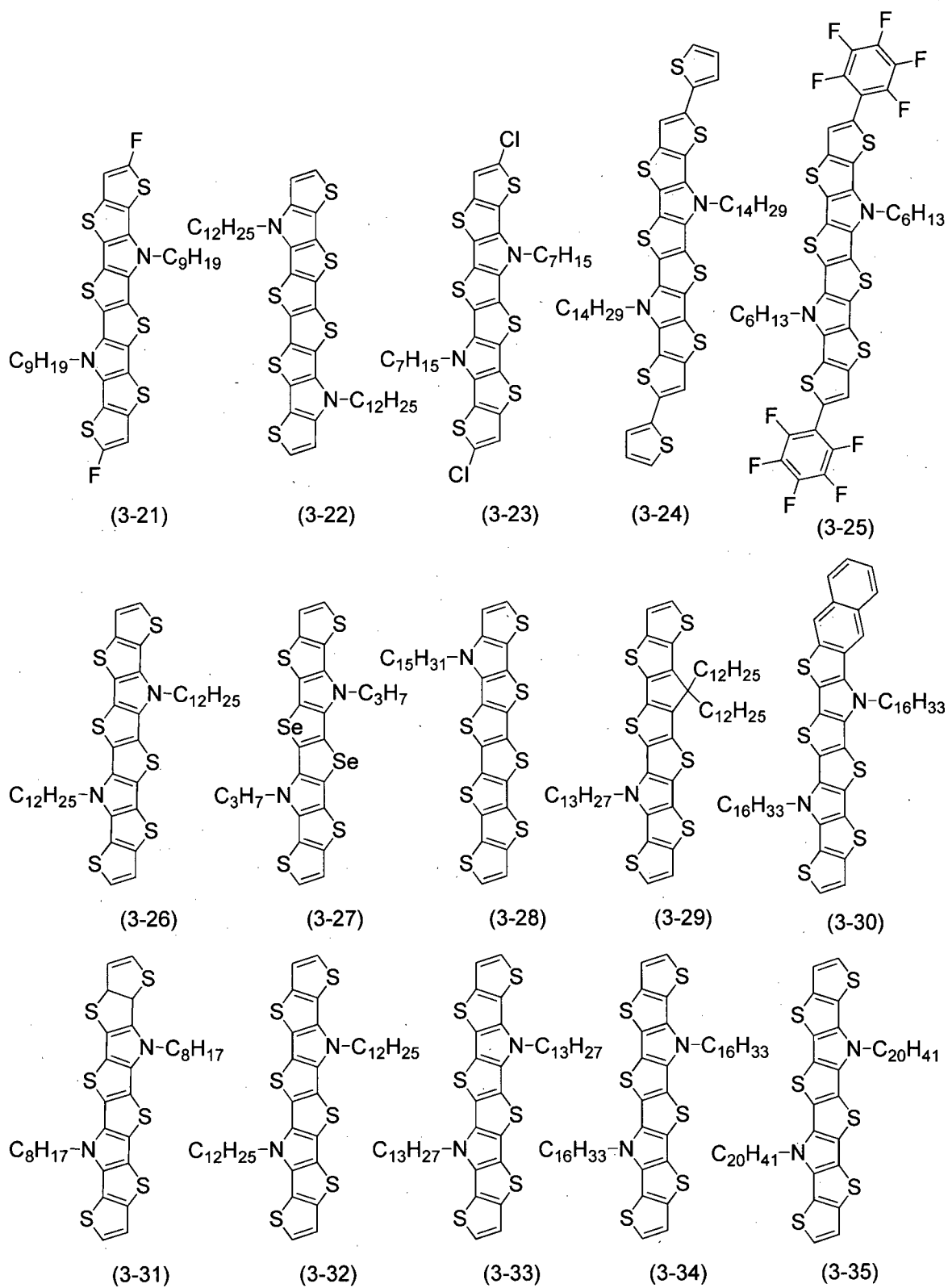


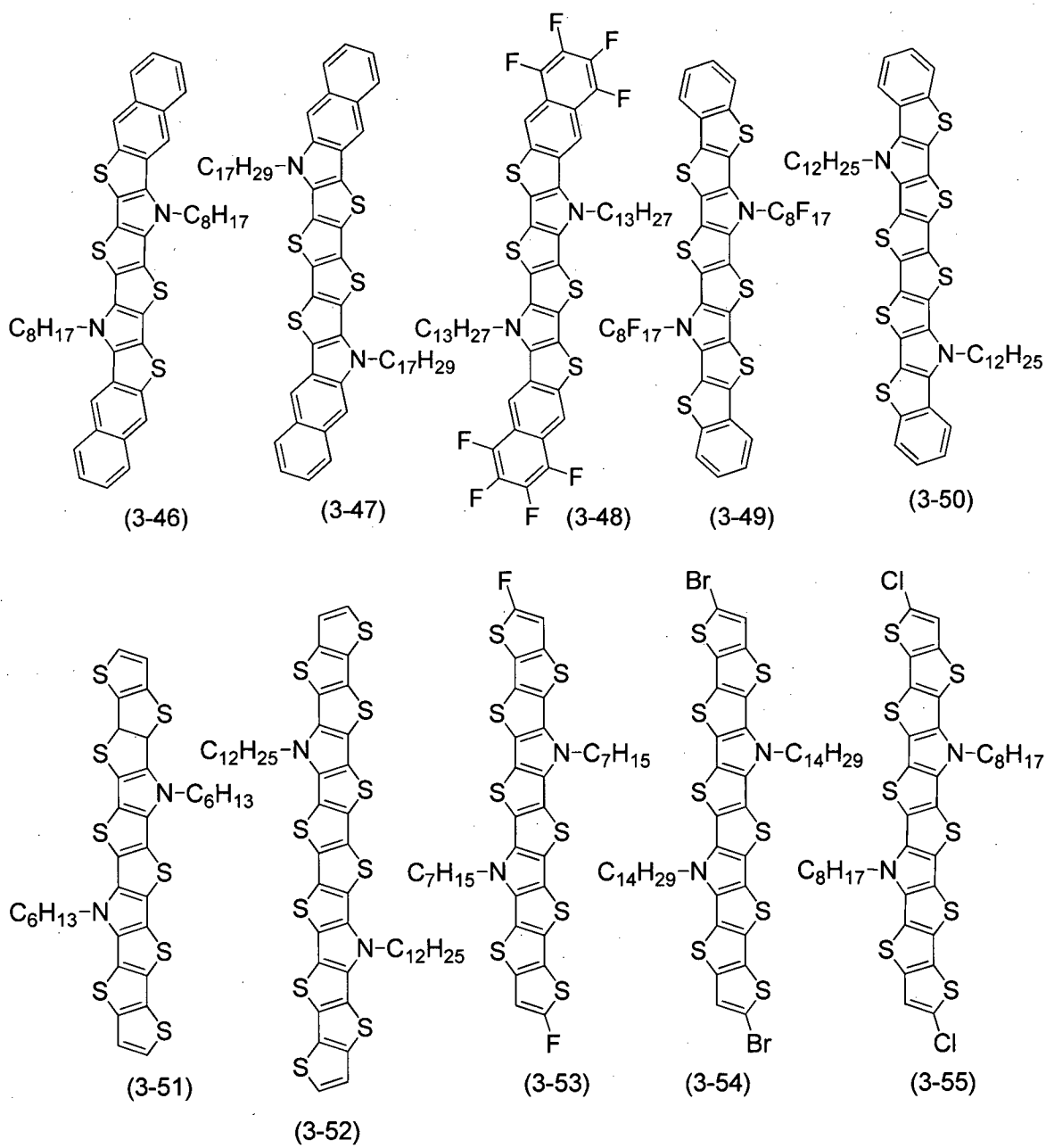


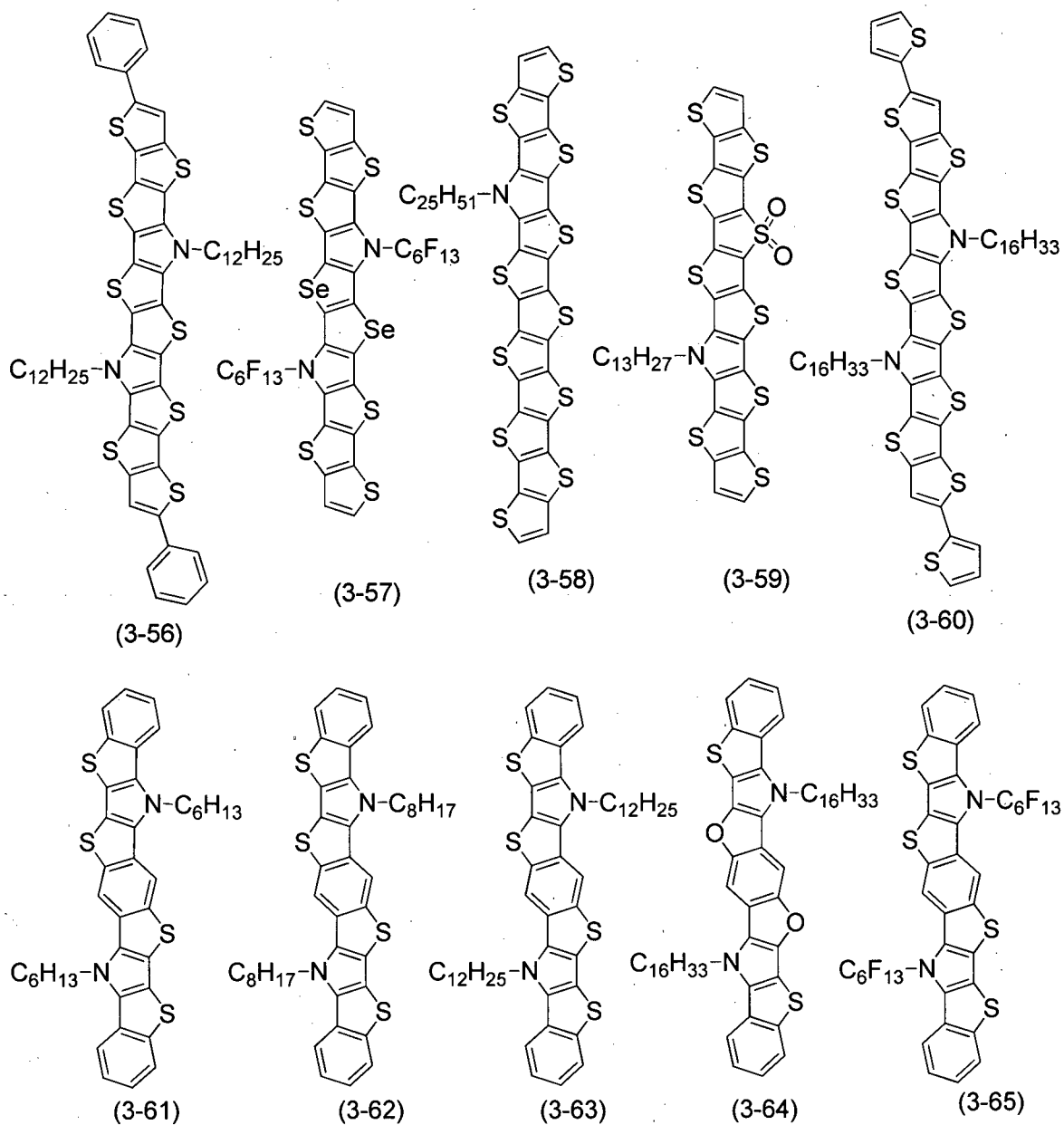


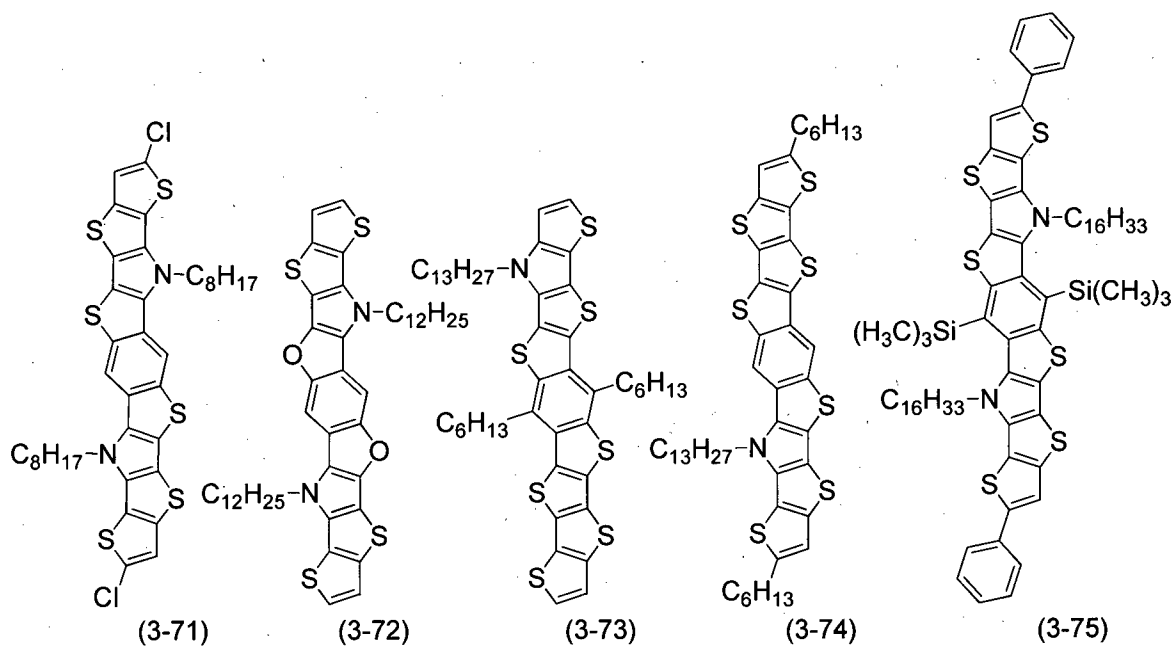
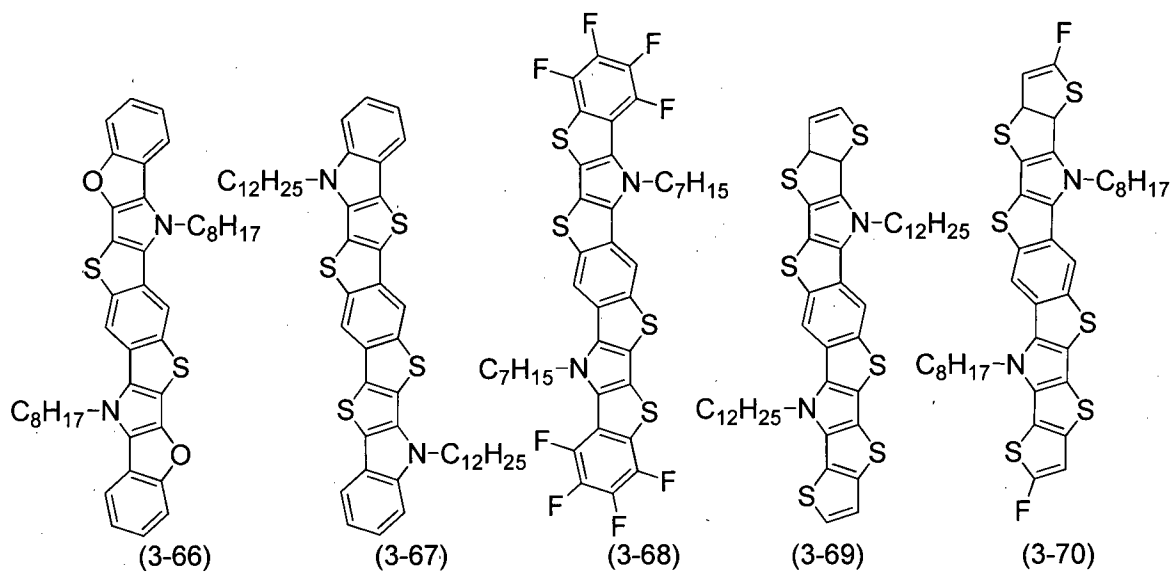


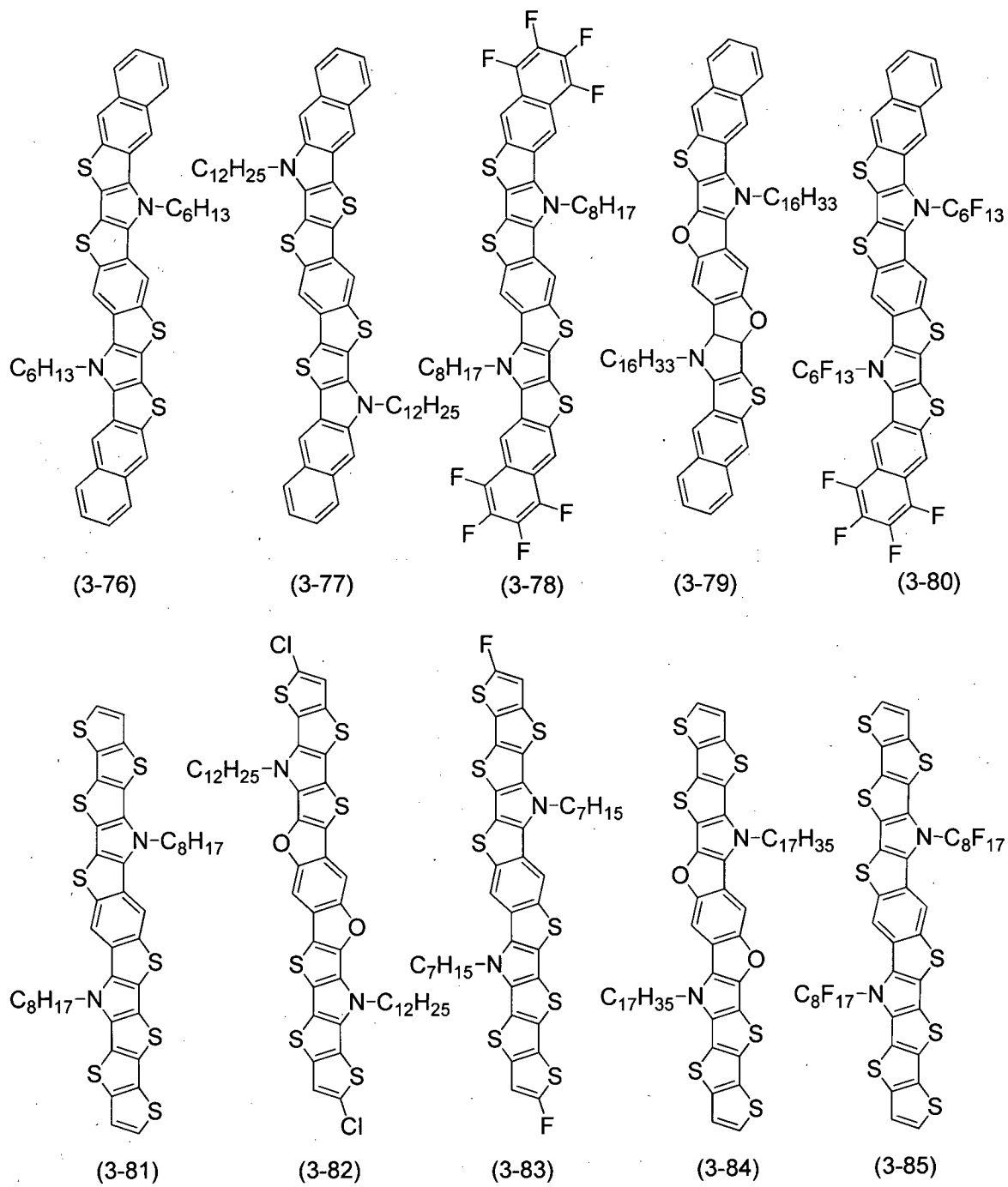


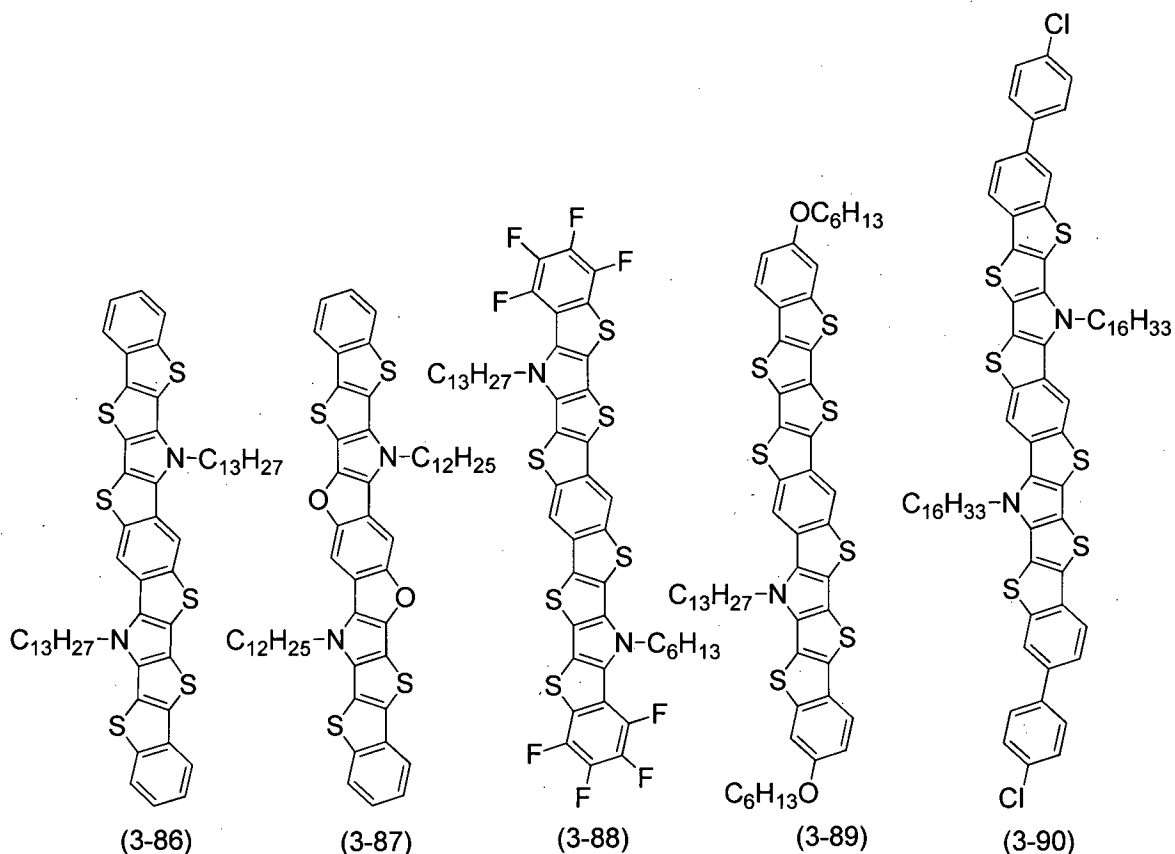












これらの中でも、式 (1-1)、(1-2)、(1-3)、(1-4)、(1-5)、(1-6)、
 (1-7)、(1-14)、(1-16)、(1-17)、(1-18)、(1-19)、(1-20)、
 5 (1-21)、(1-22)、(1-23)、(1-26)、(1-29)、(1-31)、(1-32)、
 (1-33)、(1-34)、(1-35)、(1-36)、(1-37)、(1-41)、(1-44)、
 (1-45)、(2-1)、(2-2)、(2-3)、(2-4)、(2-5)、(2-6)、
 (2-7)、(2-8)、(2-9)、(2-10)、(2-11)、(2-12)、(2-13)、(2-14)、
 (2-15)、(2-17)、(2-19)、(2-20)、(2-21)、(2-22)、
 10 (2-24)、(2-26)、(2-27)、(2-28)、(2-29)、(2-30)、(2-31)、
 (2-33)、(2-35)、(2-36)、(2-38)、(2-40)、(2-42)、(2-43)、
 (2-45)、(2-46)、(2-47)、(2-48)、(2-51)、(2-52)、
 (2-53)、(3-1)、(3-2)、(3-3)、(3-4)、(3-5)、(3-6)、(3-7)、
 (3-8)、(3-11)、(3-12)、(3-16)、(3-17)、(3-18)、(3-19)、
 15 (3-20)、(3-21)、(3-22)、(3-23)、(3-26)、(3-27)、(3-28)、
 (3-29)、(3-30)、(3-31)、(3-32)、(3-33)、(3-34)、(3-35)、
 (3-36)、(3-37)、(3-38)、(3-41)、(3-42)、(3-46)、
 (3-47)、(3-48)、(3-49)、(3-50)、(3-51)、(3-52)、(3-53)、
 (3-54)、(3-55)、(3-57)、(3-61)、(3-62)、(3-63)、(3-

−64)、(3−65)、(3−66)、(3−67)、(3−68)、(3−69)、(3−70)、
(3−71)、(3−72)、(3−76)、(3−77)、(3−78)、(3−79)、(3−8
1)、(3−82)、(3−83)、(3−84)、(3−85)、(3−86)、(3−87) およ
び(3−88)で示される化合物が好ましく、

5 式(1−1)、(1−2)、(1−3)、(1−4)、(1−6)、(1−14)、(1−16)、(1
−17)、(1−18)、(1−19)、(1−21)、(1−31)、(1−32)、(1−33)、
(1−34)、(1−36)、(1−44)、(2−1)、(2−2)、(2−3)、(2−4)、(2
−5)、(2−6)、(2−7)、(2−8)、(2−9)、(2−10)、(2−14)、(2−19)、
(2−20)、(2−21)、(2−28)、(2−29)、(2−47)、(3−1)、(3−2)、
10 (3−3)、(3−4)、(3−5)、(3−6)、(3−7)、(3−8)、(3−11)、(3−1
6)、(3−17)、(3−18)、(3−19)、(3−20)、(3−21)、(3−22)、(3
−23)、(3−26)、(3−28)、(3−29)、(3−30)、(3−31)、(3−32)、
(3−33)、(3−34)、(3−35)、(3−36)、(3−37)、(3−38)、(3−4
1)、(3−51)、(3−52)、(3−53)、(3−54)、(3−55)、(3−61)、(3
15 −62)、(3−63)、(3−64)、(3−65)、(3−66)、(3−67)、(3−68)、
(3−69)、(3−70)、(3−71)、(3−72)、(3−81)、(3−83)、(3−8
4) および(3−85)で示される化合物がより好ましい。

化合物(1)は、後述するように、真空プロセスで薄膜を形成することができる。また、
20 化合物(1)は有機溶媒への溶解性に優れることから、基板等に塗布する方法によっても、
薄膜を形成することができる。前記有機溶媒としては、水；メタノール、エタノール、イ
ソプロピルアルコール、ブタノール等のアルコール溶媒；ベンゼン、トルエン、キシレン、
クロロベンゼン、*o*-ジクロロベンゼン、トリクロロベンゼン、フルオロベンゼン等の芳
香族炭化水素溶媒；ジクロロメタン、クロロホルム、1, 2-ジクロロエタン、1, 1',
25 2, 2'-テトラクロロエタン、テトラクロロエチレン、四塩化炭素等のハロゲン化脂肪
族炭化水素溶媒；ジエチルエーテル、ジオキサン、テトラヒドロフラン、アニソール等の
エーテル溶媒；ペンタン、ヘキサン、ペンタン、オクタン、シクロヘキサン等の脂肪族炭
化水素溶媒；アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノ
ン等のケトン溶媒；酢酸エチル、酢酸ブチル等のエステル溶媒；アセトニトリル、プロピ
30 オニトリル、メトキシアセトニトリル、グルタロジニトリル、ベンゾニトリル等のニトリ
ル溶媒；および、ジメチルスルホキサイド、スルホラン、N, N-ジメチルホルムアミド、
N, N-ジメチルアセトアミド、N-メチル-2-ピロリドン等の非プロトン性極性溶媒
が挙げられ、芳香族炭化水素溶媒、ハロゲン化脂肪族炭化水素溶媒およびエーテル溶媒が
好ましく、トルエン、キシレン、*o*-ジクロロベンゼン、ジクロロメタン、クロロホルム
35 およびテトラヒドロフランがより好ましい。2種以上の有機溶媒を組み合わせ用いるこ
とができる。

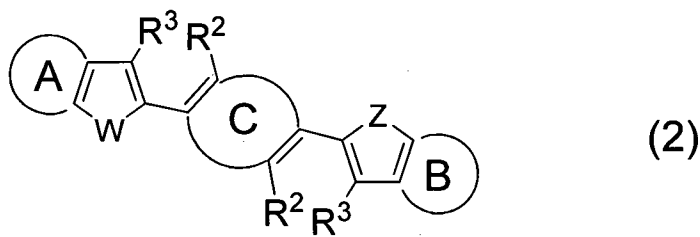
化合物（１）を有機溶媒に溶解させることにより得られる溶液中の化合物（１）の濃度は、通常０．００１～５０重量％であり、０．０１～１０重量％が好ましく、０．１～５重量％がより好ましい。

- ５ 上記溶液は、後述する薄膜（有機半導体活性層）のキャリア移動度を著しく損なわない範囲であれば、酸化防止剤、安定剤等の添加剤を含有していてもよい。

上記溶液は、例えば、有機溶媒に、化合物（１）を、通常１０～２００℃、好ましくは２０～１５０℃で溶解させることにより、調製することができる。

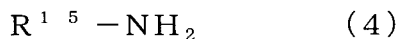
- １０ 以下、化合物（１）の製造方法について説明する。

環構造Ｃが式（Ｃ１）で示されるベンゼン環であり、ＸおよびＹが $N-(R^5)$ である化合物（１）は、例えば、式（２）：



- （式中、環構造Ａ、環構造Ｂ、ＷおよびＺは、それぞれ上記と同一の意味を表わし、環構造Ｃは、式（Ｃ１）で示されるベンゼン環であり、 R^2 および R^3 は、それぞれ独立して、ハロゲン原子を表わす。）

で示される化合物（以下、化合物（２）と略記する。）と、式（４）：

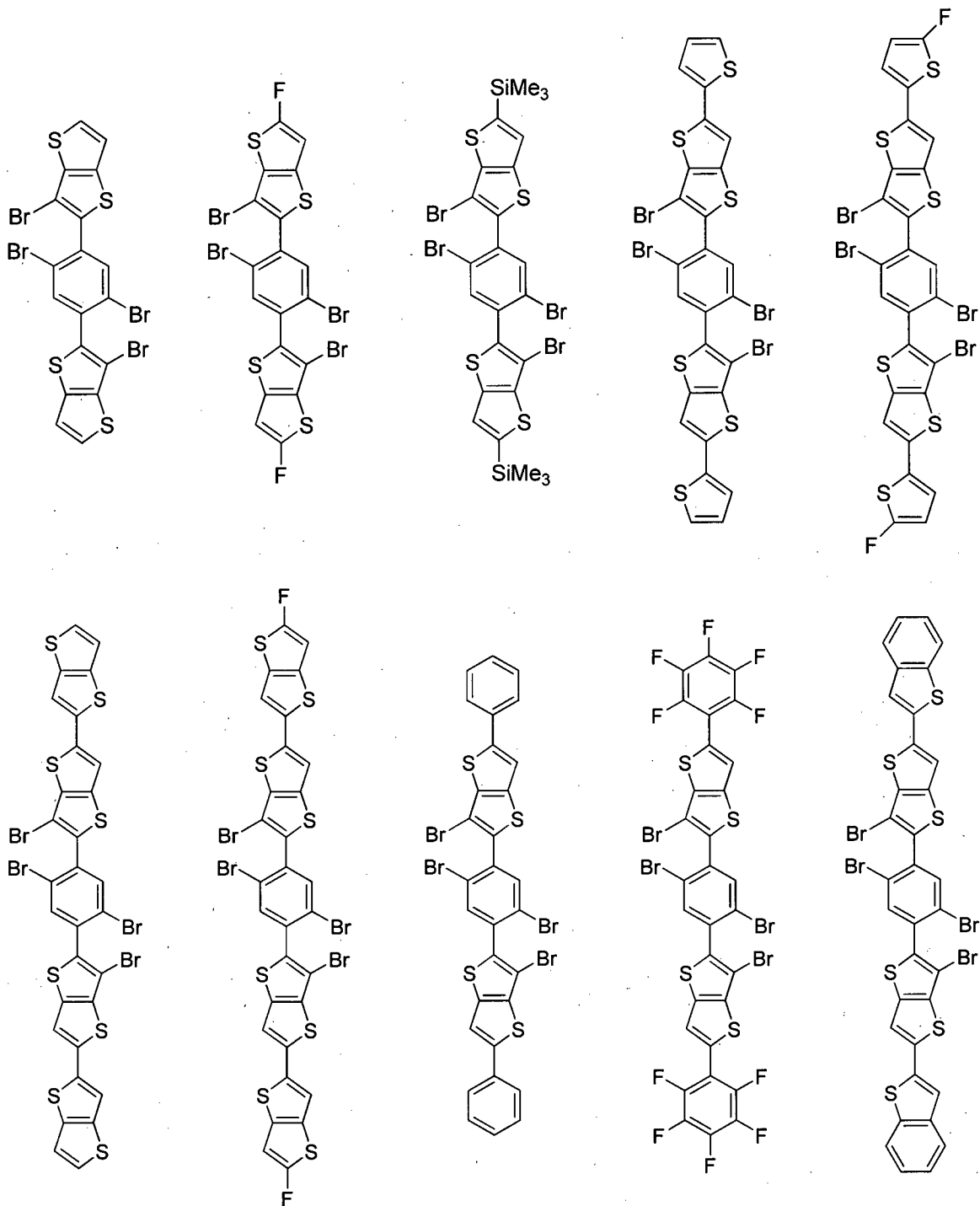


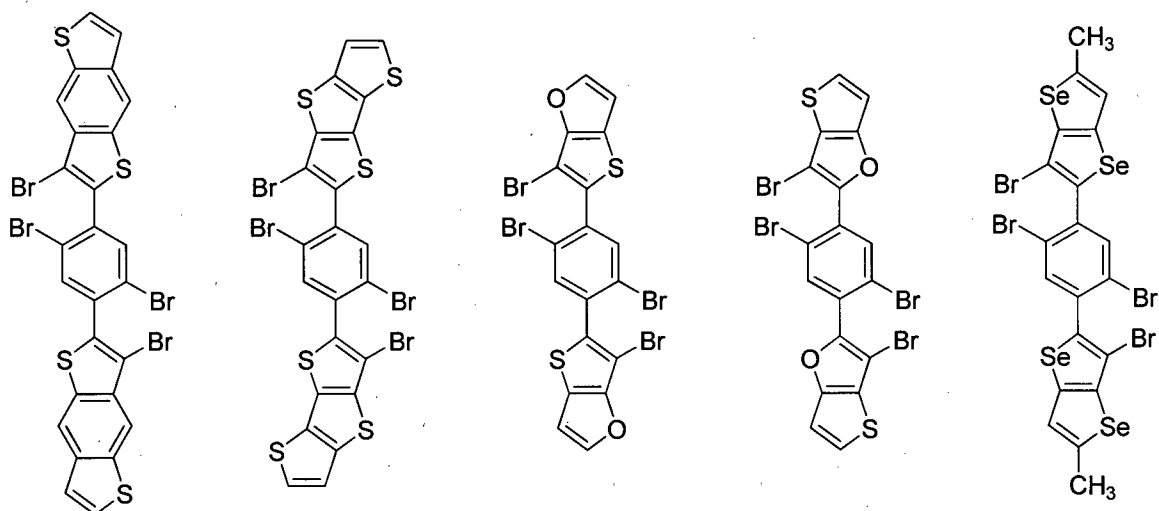
（ R^{15} は、上記と同じ定義である。）

- ２０ で示されるアミン化合物（以下、アミン化合物（４）と略記する。）との反応により製造することができる。

R^2 および R^3 で示されるハロゲン原子としては、臭素およびヨウ素が挙げられる。

化合物（２）としては、下記の化合物が挙げられる。





化合物（２）とアミン化合物（４）との反応は、有機溶媒中で行うことが好ましい。有機溶媒としては、上記反応に不活性な有機溶媒であればよく、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素溶媒、クロロベンゼン、*o*-ジクロロベンゼン等のハロゲン化芳香族炭化水素溶媒、ヘキサン、ヘプタン等の脂肪族炭化水素溶媒、クロロホルム、１，２-ジクロロエタン等のハロゲン化脂肪族炭化水素溶媒、メタノール、イソプロパノール、*t*-ブタノール等の炭素数１～４のアルコール溶媒、および、テトラヒドロフラン、ジオキサン、ジメトキシエタン等のエーテル溶媒が挙げられ、芳香族炭化水素溶媒および脂肪族炭化水素溶媒が好ましく、芳香族炭化水素溶媒がより好ましく、トルエンおよびキシレンが特に好ましい。二種以上の有機溶媒を組み合わせてもよい。

アミン化合物（４）の使用量は、化合物（２）１モルに対して、通常１～５０モルであり、２～２０モルが好ましく、２～１５モルがより好ましい。

有機溶媒に化合物（２）を溶解させたとき、得られる溶液中の化合物（２）が、溶媒１リットル当たり、通常０．０００１～２０モル、好ましくは、０．００１～１０モル、より好ましくは、０．０１～５モルとなるような量の溶媒が用いられる。

化合物（２）とアミン化合物（４）の反応は、パラジウム触媒および塩基の存在下で行われることが好ましい。

パラジウム触媒の使用量は、化合物（２）１モルに対して、パラジウム原子換算で、通常０．０００１～０．３モルであり、０．０００１～０．２モルが好ましい。

パラジウム触媒は、通常、配位子とパラジウム化合物とを、有機溶媒中で接触させることにより調製することができる。反応に先立って、配位子とパラジウム化合物とを有機溶媒中で接触させることにより調製したパラジウム触媒を、反応に用いてもよい。また、配位子とパラジウム化合物とを反応系内で接触させることにより、反応系中でパラジウム触媒を調製してもよい。

配位子としては、パラジウムに配位可能であって、かつ、有機溶媒に可溶であればよく、単座配位子、多座配位子およびカルベン配位子が挙げられ、単座配位子が好ましく、単座

ホスフィン配位子がより好ましい。

単座ホスフィン配位子としては、トリ（*n*-ブチル）ホスフィン、トリ（*t*-ブチル）
ホスフィン、トリシクロヘキシルホスフィン、トリフェニルホスフィン、トリ（*o*-トリ
5 ル）ホスフィン、トリナフチルホスフィン、ジフェニルナフチルホスフィンおよびジシク
ロヘキシルナフチルホスフィンが挙げられ、トリ（*t*-ブチル）ホスフィンが好ましい。

二座配位子としては、2，2'-ビス（ジフェニルホスフィノ）-1，1'-ビナフチ
ル、1，2-ビス（ジフェニルホスフィノ）エタン、1，3-ビス（ジフェニルホスフィ
10 ノ）プロパン、1，4-ビス（ジフェニルホスフィノ）ブタン、1，1'-（ジフェニル
ホスフィノ）フェロセン、4，5-ビス（ジフェニルホスフィノ）-9，9-ジメチルキ
サンテン、2，2'-ビス（ジフェニルホスフィノ）ジフェニルエーテル、5，5'-ビ
ス（ジフェニルホスフィノ）-4，4'-ビ（1，3-ベンゾジオキソール）等の2つの
リン原子を有する二座ホスフィン配位子、および、2-（*N*，*N*-ジメチルアミノ）-2'
-（ジシクロヘキシルアミノ）ビフェニル等の1つの窒素原子と1つのリン原子を有する
二座アミノホスフィン配位子が挙げられる。

15 市販されている配位子を用いてもよいし、公知の方法により製造した配位子を用いても
よい。

配位子の使用量は、パラジウム化合物に含まれるパラジウム原子1モルに対して、通常
0.5～20モルである。

20 パラジウム化合物としては、酢酸パラジウム、塩化パラジウム、ジクロロビス（アセト
ニトリル）パラジウム、パラジウムアセチルアセトナート、ジクロロ（シクロオクター1，
5-ジェン）パラジウム、ジブロモビス（ベンゾニトリル）パラジウム、ジ- μ -クロロ
ビス（ π -アリル）ジパラジウム、ジクロロビス（ピリジン）パラジウム、ジクロロビス
（トリフェニルホスフィン）パラジウム、ジクロロ-〔1，1'-ビス（ジフェニルホス
フィノ）フェロセン〕パラジウム・ジクロロメタン錯体等の2価のパラジウム化合物、お
25 よび、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム、トリス（ジベンジリデンアセト
ン）ジパラジウム・クロロホルム錯体、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジ
ウム等の0価のパラジウム化合物が挙げられ、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラ
ジウムおよびトリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム・クロロホルム錯体が好まし
30 い。市販されているパラジウム化合物を用いてもよいし、公知の方法により製造したパラ
ジウム化合物を用いてもよい。

塩基としては、水酸化カルシウム等のアルカリ土類金属水酸化物；炭酸カリウム、炭酸
ナトリウム、炭酸セシウム等のアルカリ金属炭酸塩；炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、
炭酸バリウム等のアルカリ土類金属炭酸塩；リン酸リチウム、リン酸カリウム、リン酸ナ
トリウム等のアルカリ金属リン酸塩；および、ナトリウムメトキシド、ナトリウムエトキ
35 シド、ナトリウム*t*-ブトキシド、カリウムメトキシド、カリウムエトキシド、カリウム
t-ブトキシド、リチウム*t*-ブトキシド等のアルカリ金属アルコキシド；が挙げられ、

アルカリ金属炭酸塩およびアルカリ金属アルコキシドが好ましく、アルカリ金属アルコキシドがより好ましく、炭素数1～6のアルカリ金属アルコキシドが特に好ましい。二種以上の塩基を組み合わせて用いてもよい。

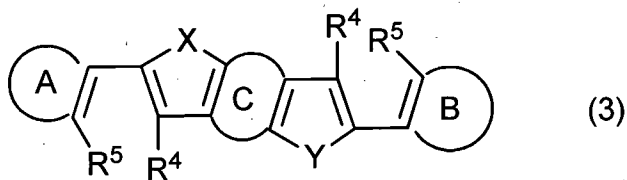
塩基の使用量は、化合物(2) 1モルに対して、通常0.1～25モルであり、1～20モルが好ましく、2～10モルがより好ましい。塩基の使用量が、化合物(2) 1モルに対して、0.1モル以上であると、未反応のアミン化合物(4)の量が減少する傾向があることから好ましい。

反応温度は、通常0℃～反応混合物の還流温度の範囲であり、40～200℃が好ましい。反応時間は、通常1分～120時間である。

所定時間反応を行った後、例えば、反応混合物に、水または希塩酸を加えることにより、反応をクエンチすることができる。反応をクエンチした後、抽出、洗浄等の通常の後処理操作を行うことにより、化合物(1)を取り出すことができる。取り出した化合物(1)は、再結晶、昇華、各種クロマトグラフィ等の通常の前製手段により、さらに精製することができる。

化合物(2)は、例えば、特開2008-081494号公報等に記載された方法により製造することができる。

環構造Cが式(C1)で示されるベンゼン環であり、WおよびZが、独立して、N-(R¹、R⁵)である化合物(1)は、例えば、式(3)

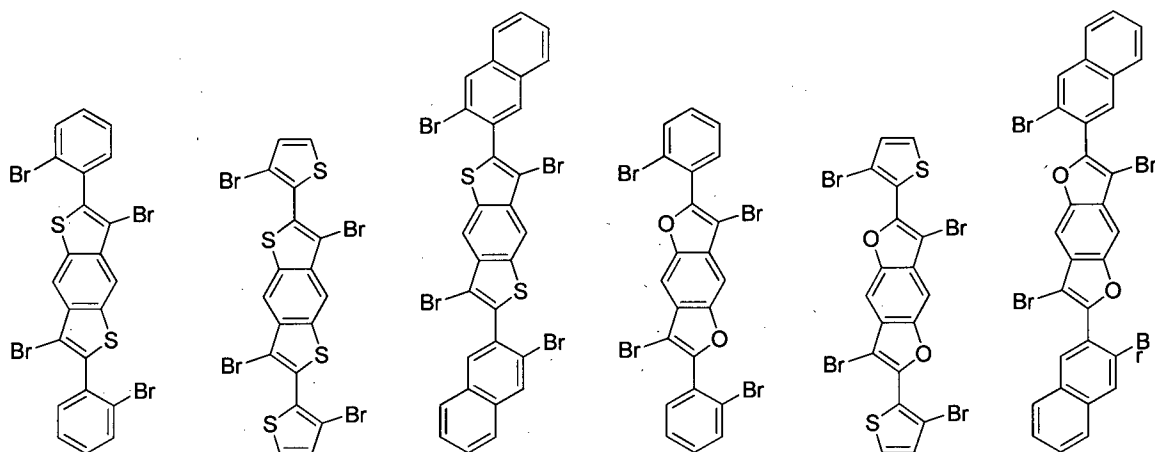


(式中、環構造A、環構造B、XおよびYは上記と同一の意味を表わし、環構造Cは、式(C1)で示されるベンゼン環であり、R⁴およびR⁵は、独立して、ハロゲン原子を表わす。)

で示される化合物(以下、化合物(3)と略記する。)とアミン化合物(4)との反応により製造することができる。

R⁴およびR⁵で示されるハロゲン原子としては、臭素およびヨウ素が挙げられる。

化合物(3)としては、下記化合物が挙げられる。



化合物（３）とアミン化合物（４）との反応は、有機溶媒中で行うことが好ましい。有機溶媒としては、上記反応に不活性な有機溶媒であればよく、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素溶媒、クロロベンゼン、*o*-ジクロロベンゼン等のハロゲン化芳香族炭化水素溶媒、ヘキサン、ヘプタン、ジメトキシエタン等の脂肪族炭化水素溶媒、クロロホルム、*1, 2*-ジクロロエタン等のハロゲン化脂肪族炭化水素溶媒、メタノール、イソプロパノール、*t*-ブタノール等の炭素数１～４のアルコール溶媒、および、テトラヒドロフラン、ジオキサン等のエーテル溶媒が挙げられ、芳香族炭化水素溶媒および脂肪族炭化水素溶媒が好ましく、芳香族炭化水素溶媒がより好ましく、トルエンおよびキシレンが特に好ましい。二種以上の有機溶媒を組み合わせてもよい。

式（４）で示されるアミン化合物の使用量は、化合物（３）１モルに対して、通常１～５０モルであり、２～２０モルが好ましく、２～１５モルがより好ましい。

有機溶媒に化合物（３）を溶解させたとき、得られる溶液中の化合物（３）が、溶媒１リットル当たり、通常０．０００１～２０モル、好ましくは、０．００１～１０モル、より好ましくは、０．０１～５モルとなるような量の溶媒が用いられる。

化合物（３）とアミン化合物（４）との反応は、パラジウム触媒および塩基の存在下で行われることが好ましい。

パラジウム触媒の使用量は、化合物（３）１モルに対して、パラジウム原子換算で、通常０．０００１～０．３モルであり、０．０００１～０．２モルが好ましい。

パラジウム触媒は、通常、配位子とパラジウム化合物とを、有機溶媒中で接触させることにより調製することができる。反応に先立って、配位子とパラジウム化合物とを有機溶媒中で接触させることにより調製したパラジウム触媒を、反応に用いてもよい。また、配位子とパラジウム化合物とを反応系内で接触させることにより、反応系中でパラジウム触媒を調製してもよい。

配位子としては、前記化合物（２）とアミン化合物（４）との反応において用いられる配位子と同様のものが挙げられる。パラジウム化合物も、前記化合物（２）とアミン化合物（４）との反応において用いられるパラジウム化合物と同様のものが挙げられる。塩基

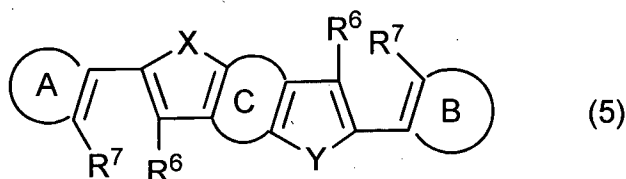
も、前記化合物(2)とアミン化合物(4)との反応において用いられる塩基と同様のものが挙げられる。

塩基の使用量は、化合物(3) 1モルに対して、通常0.1～25モルであり、好ましくは1～20モルであり、より好ましくは2～10モルである。塩基の使用量が、化合物(3) 1モルに対して、0.1モル以上であると、未反応のアミン化合物の量が減少する傾向があることから好ましい。

化合物(3)とアミン化合物(4)との反応の反応温度は、通常0℃～反応混合物の還流温度の範囲であり、好ましくは40～200℃である。反応時間は、通常1分～120時間である。

所定時間反応を行った後、例えば、反応混合物に、水または希塩酸を加えることにより、反応をクエンチすることができる。反応をクエンチした後、抽出、洗浄等の通常の後処理操作を行うことにより、化合物(1)を取り出すことができる。取り出した化合物(1)は、再結晶、昇華、各種クロマトグラフィ等の通常の前製手段により、さらに精製することができる。

化合物(3)は、例えば、式(5)：

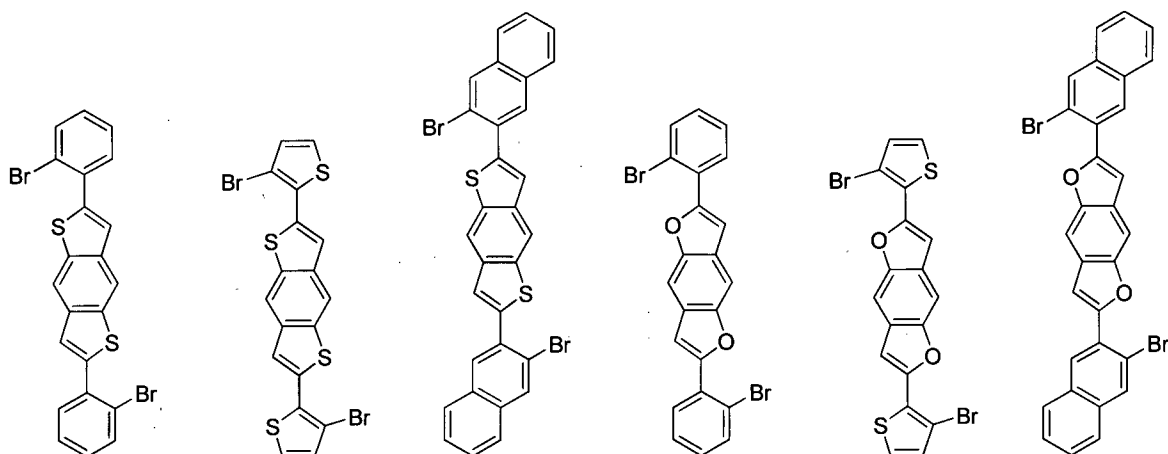


(式中、環構造A、環構造B、環構造C、XおよびYは、式(3)の定義と同じ定義であり、 R^6 および R^7 は、独立して、水素原子またはハロゲン原子を表わす。ただし、 R^6 および R^7 のいずれか1つは水素原子である。)

で示される化合物(以下、化合物(5)と略記する。)とハロゲン化剤との反応により製造することができる。

R^6 および R^7 で示されるハロゲン原子としては、臭素原子およびヨウ素原子が挙げられる。

化合物(5)としては、下記の化合物が挙げられる。



化合物 (5) は、例えば、Synth. Met. 2002, 130, 139、J. Org. Chem. 2003, 68, 9813、J. Am. Chem. Soc. 2007, 129, 12386、Org. Lett. 2008, 10, 4323、J. Org. Chem. 2005, 70, 10292等に記載された方法に従って製造することができる。

化合物 (5) とハロゲン化剤との反応は、有機溶媒中で行うことが好ましい。有機溶媒としては、化合物 (3) とアミン化合物 (4) との反応において用いられる有機溶媒と同様のものが挙げられ、トルエン、クロロホルム、四塩化炭素およびN, N-ジメチルホルムアミドが好ましい。

ハロゲン化剤としては、N-ブロモスクシンイミド、2-ブロモアセトアミド、臭素、ヨウ素、ヨウ素-過ヨウ素酸の組み合わせ、一塩化ヨウ素-過酢酸の組み合わせ、および、ベンジルトリメチルアンモニウムジクロロヨード-塩化亜鉛 (I I) の組み合わせが挙げられ、N-ブロモスクシンイミド、臭素、および、ヨウ素-過ヨウ素酸の組み合わせが好ましい。ハロゲン化剤の使用量は、化合物 (5) 1モルに対して、通常0.1~50モルであり、好ましくは0.5~20モルであり、より好ましくは1~10モルである。

有機溶媒に化合物 (5) を溶解させたとき、得られる溶液中の化合物 (5) が、溶媒1リットル当たり、通常0.0001~20モル、好ましくは、0.001~10モル、より好ましくは、0.01~5モルとなるような量の溶媒が用いられる。

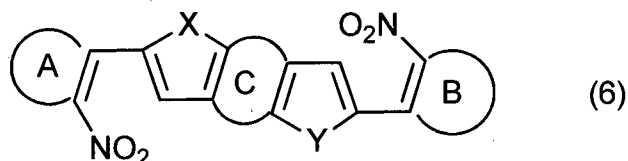
反応が進行しにくい場合は、過酸化ベンゾイルやアゾビスブチロニトリル等の添加剤を触媒量反応系内に加えてもよい。

反応温度は、通常-78℃~反応混合物の還流温度の範囲であり、好ましくは-20℃~50℃である。反応時間は、通常1分~48時間である。

所定時間反応を行った後、例えば、反応混合物に、水または希塩酸を加えることにより、反応をクエンチすることができる。反応をクエンチした後、抽出、洗浄等の通常の後処理操作を行うことにより、化合物 (3) を取り出すことができる。取り出した化合物 (3) は、再結晶、昇華、各種クロマトグラフィ等の通常の前製手段により、さらに精製することができる。

化合物（３）および化合物（５）は、例えば、特開２００８－０８１４９４号公報等に記載された方法により製造することができる。

5 環構造Cが式（C1）で示されるベンゼン環であり、WおよびZが、独立して、N-（R⁵）である化合物（１）は、例えば、式（６）



（式中、環構造A、環構造B、XおよびYは上記と同一の意味を表わし、環構造Cは、式（C1）で示されるベンゼン環を表わす。）

で示される化合物（以下、化合物（６）と略記する。）を環化し、得られた化合物と式（７）：

10 $R^{15} - X^1$ (7)

（R¹⁵は、上記と同一の意味を表わし、X¹はハロゲン原子を表わす。）

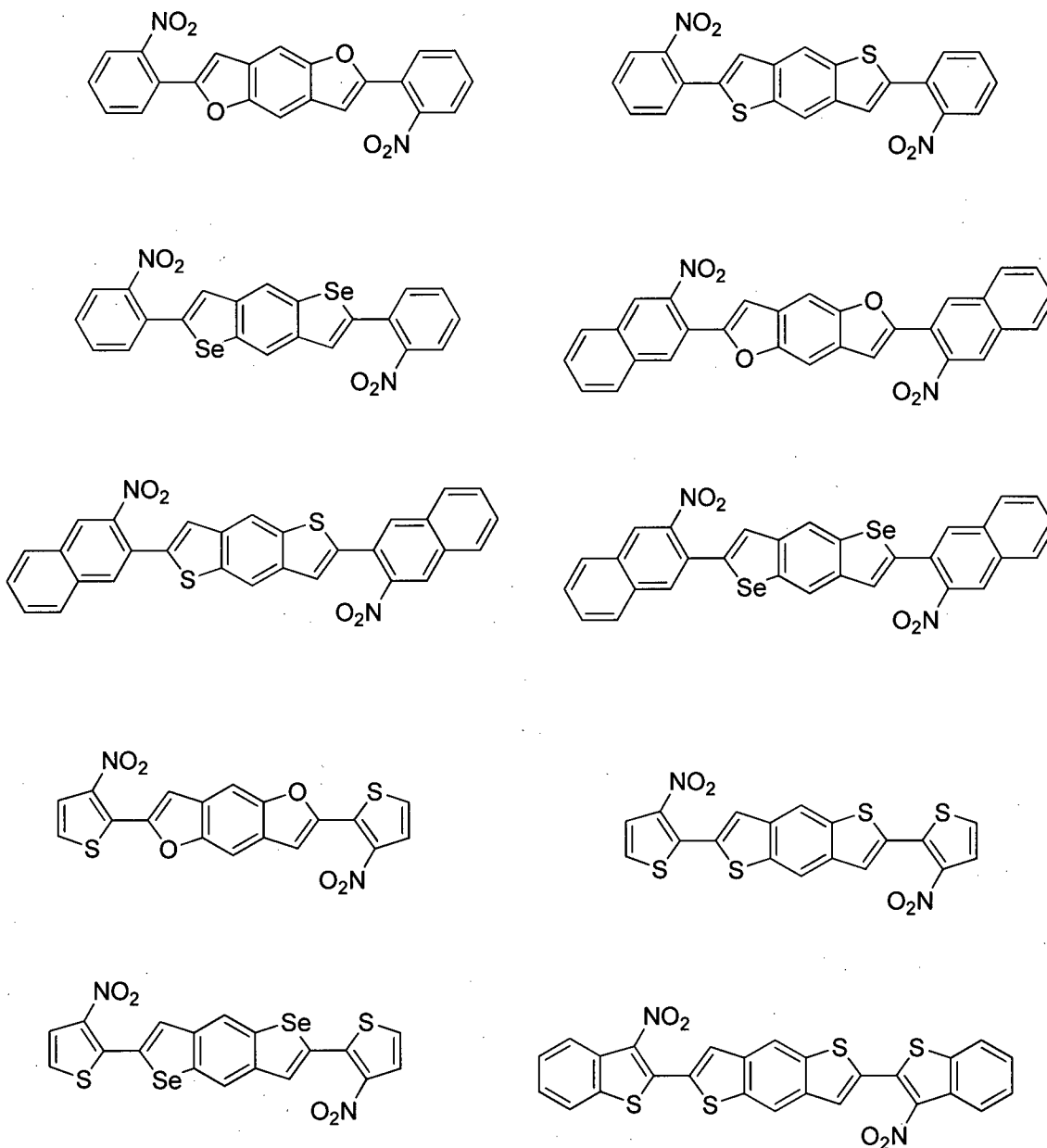
で示される化合物（以下、化合物（７）と略記する。）とを反応させることにより製造することもできる。

X¹で示されるハロゲン原子としては、臭素原子およびヨウ素原子が挙げられる。

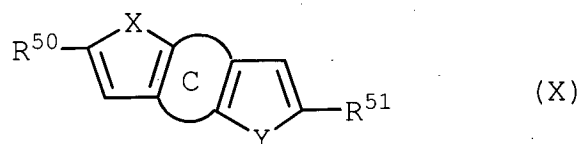
15 化合物（６）の環化反応は、例えば、Org. Lett., 2010, 12, 3164に準拠して、ホスホン酸トリエチル等のホスホン酸エステル類の存在下で、化合物（６）を加熱することにより実施することができる。

化合物（６）の環化反応により得られた化合物と化合物（７）との反応は、通常、アミノ基のアルキル化反応と同様の条件で実施される。

20 化合物（６）としては、下記化合物が挙げられる。



化合物(6)は、例えば、式(X)：



- 5 (式中、XおよびYは上記と同一の意味を表わし、環構造Cは、式(C1)で示されるベンゼン環を表わし、R⁵⁰およびR⁵¹は、独立して、ハロゲン原子を表わす。)で示される化合物(以下、化合物(X)と略記する。)と、式(Y)：



(式中、環構造A上記と同一の意味を表わし、 R^{52} および R^{53} は、独立して、水酸基、炭素数1～10のアルキル基、炭素数1～10のアルコキシ基または炭素数6～20のアリールオキシ基を表わすか、または、 R^{52} および R^{53} が結合して、それらが結合しているホウ素原子と共に、含ホウ素環を形成する。)で示される化合物(以下、化合物(Y)と略記する。)との鈴木カップリング反応により製造することができる。

R^{50} および R^{51} で示されるハロゲン原子としては、塩素原子、臭素原子およびヨウ素原子が挙げられる。

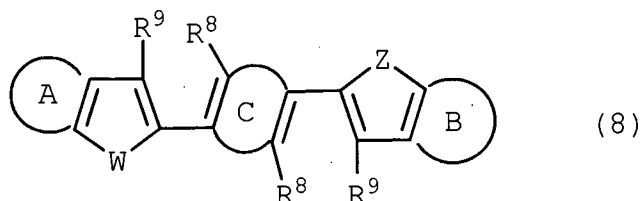
R^{52} および R^{53} で示される炭素数1～10のアルキル基としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、ネオペンチル基、シクロペンチル基、*n*-ヘキシル基、シクロヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、1,2-ジメチルプロピル基等の直鎖状、分岐鎖状または環状のアルキル基が挙げられる。炭素数1～10のアルコキシ基としては、メトキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、*n*-ブトキシ基および*n*-ヘキサノキシ基が挙げられる。炭素数6～20のアリールオキシ基としては、フェノキシ基、1-ナフトキシ基および2-ナフトキシ基が挙げられる。

R^{52} および R^{53} が結合して、それらが結合しているホウ素原子と共に形成する含ホウ素環としては、1,3,2-ジオキサボロラン環、4,4,5,5-テトラメチルー1,3,2-ジオキサボロラン環、5,5-ジメチルー1,3,2-ジオキサボリナン環、1,3,2-ベンゾジオキサボロール環および9-ボラビシクロ3,3,1-ノナン環が挙げられる。

化合物(X)と化合物(Y)の鈴木カップリング反応は、公知の条件で実施することができる。

化合物(X)は、例えば、Chem. Mater. 2010, 22, 5314記載の方法に準拠して、ベンゾ[1,2-*b*:4,5-*b'*]ジヘテロールと*n*-ブチルリチウムとを反応させ、得られた生成物とテトラハロメタンとを反応させることにより製造することができる。

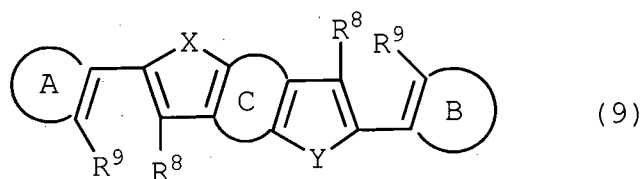
環構造Cが、式(C2)で示されるヘテロ[3,2-*b*]ヘテロール環または式(C3)で示されるベンゾ[1,2-*b*:4,5-*b'*]ジヘテロール環である化合物(1)は、例えば、式(8):



(式中、環構造A、環構造B、WおよびZは前記と同一の意味を表わし、環構造Cは式(C 2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環または式(C 3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、R⁸ およびR⁹ は、独立して、ハロゲン原子を表わす。)

で示される化合物(以下、化合物(8)と略記する。)とアミン化合物(4)とを反応させることにより製造することができる。

また、環構造Cが、式(C 2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環または式(C 3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環である化合物(1)は、式(9):

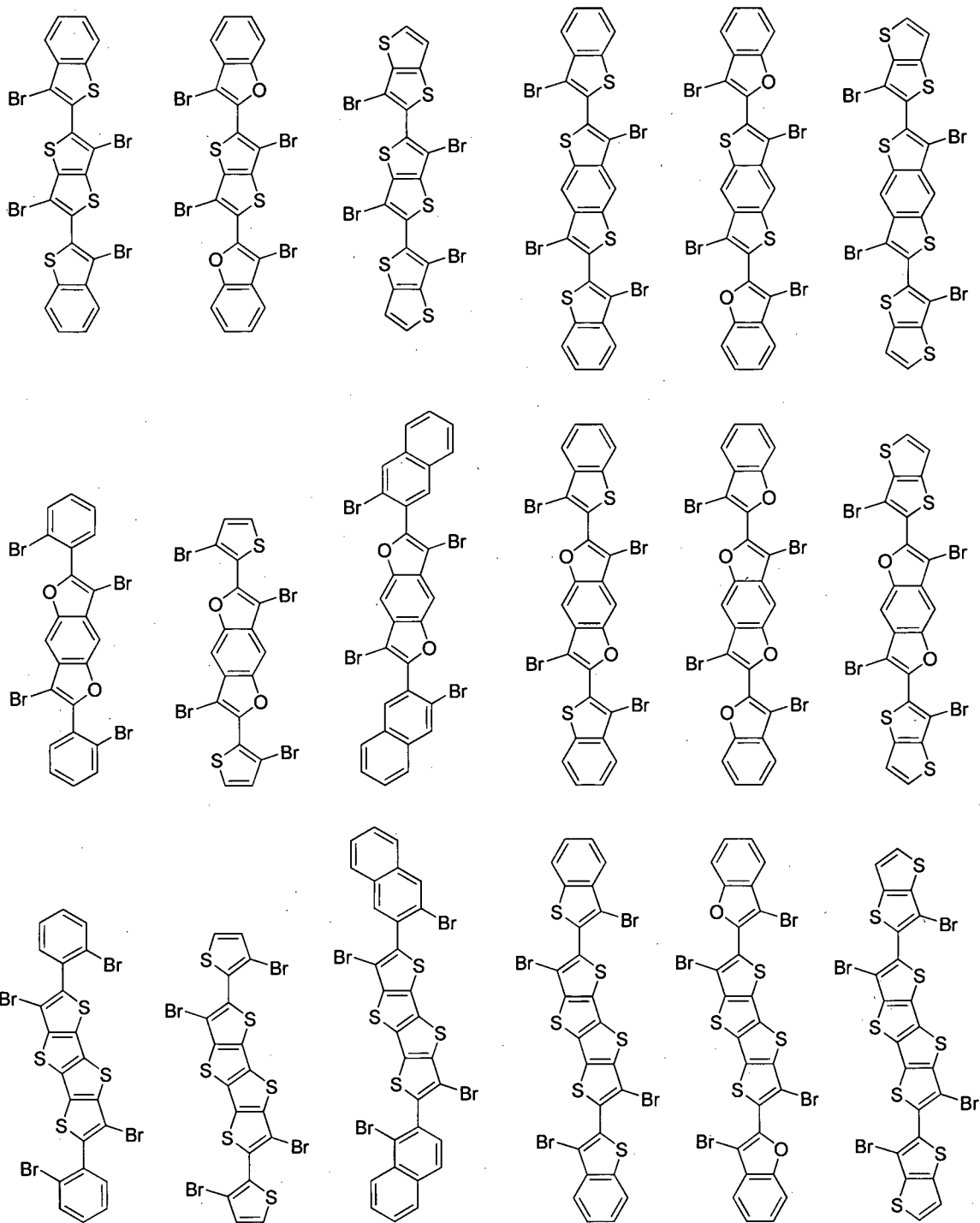


(式中、環構造A、環構造B、WおよびZは前記と同一の意味を表わし、環構造Cは式(C 2)で示されるヘテロ[3, 2-b]ヘテロール環または式(C 3)で示されるベンゾ[1, 2-b: 4, 5-b']ジヘテロール環であり、R⁸ およびR⁹ は、上記と同一の意味を表わす。)

で示される化合物(以下、化合物(9)と略記する。)とアミン化合物(4)とを反応させる方法によっても製造することができる。

R⁸ およびR⁹ で示されるハロゲン原子としては、臭素原子およびヨウ素原子が挙げられる。

化合物(8) および化合物(9)としては、下記化合物が挙げられる。



化合物(8)とアミン化合物(4)との反応、および、化合物(9)とアミン化合物(4)との反応は、前記した化合物(2)とアミン化合物(4)との反応と同様にして実施することができる。

5

アミン化合物(4)の使用量は、化合物(8)または化合物(9) 1モルに対して、通常1~50モルであり、好ましくは2~20モルであり、より好ましくは2~15モルで

ある。

有機溶媒に化合物（８）または化合物（９）を溶解させたとき、得られる溶液中の化合物（８）または化合物（９）が、溶媒１リットル当たり、通常０．０００１～２０モル、好ましくは、０．００１～１０モル、より好ましくは、０．０１～５モルとなるような量の溶媒が用いられる。

上記反応は、パラジウム触媒および塩基の存在下で行われることが好ましい。

パラジウム触媒の使用量は、化合物（８）または化合物（９）１モルに対して、パラジウム原子換算で、通常０．０００１～０．３モルであり、好ましくは０．０００１～０．２モルである。

パラジウム触媒は、通常、配位子とパラジウム化合物とを、有機溶媒中で接触させることにより調製することができる。反応に先立って、配位子とパラジウム化合物とを有機溶媒中で接触させることにより調製したパラジウム触媒を、反応に用いてもよい。また、配位子とパラジウム化合物とを反応系内で接触させることにより、反応系中でパラジウム触媒を調製してもよい。

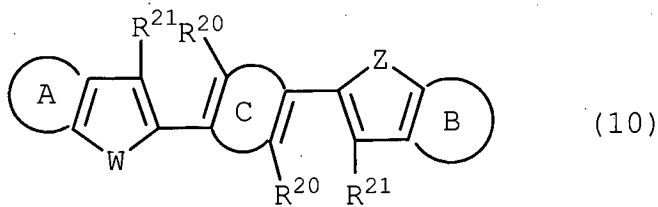
配位子としては、前記化合物（２）とアミン化合物（４）との反応において用いられる配位子と同様のものが挙げられる。パラジウム化合物も、前記化合物（２）とアミン化合物（４）との反応において用いられるパラジウム化合物と同様のものが挙げられる。塩基も、前記化合物（２）とアミン化合物（４）との反応において用いられる塩基と同様のものが挙げられる。

塩基の使用量は、化合物（８）または化合物（９）１モルに対して、通常０．１～２５モルであり、好ましくは１～２０モルであり、より好ましくは２～１０モルである。塩基の使用量が、化合物（８）または化合物（９）１モルに対して、０．１モル以上であると、未反応のアミン化合物の量が減少する傾向があることから好ましい。

化合物（３）とアミン化合物（４）との反応の反応温度は、通常０℃～反応混合物の還流温度の範囲であり、好ましくは４０～２００℃である。反応時間は、通常１分～１２０時間である。

所定時間反応を行った後、例えば、反応混合物に、水または希塩酸を加えることにより、反応をクエンチすることができる。反応をクエンチした後、抽出、洗浄等の通常の後処理操作を行うことにより、化合物（１）を取り出すことができる。取り出した化合物（１）は、再結晶、昇華、各種クロマトグラフィ等の通常の前製手段により、さらに精製することができる。

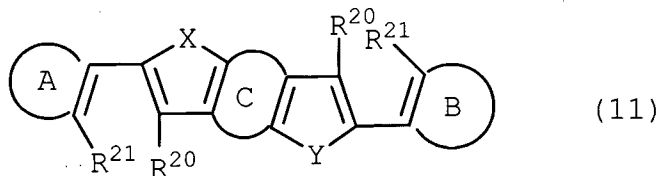
化合物（８）は、例えば、式（１０）：



(式中、環構造A、環構造B、環構造C、WおよびZは上記と同一の意味を表わし、 R^{20} および R^{21} は、独立して、水素原子またはハロゲン原子を表わす。ただし、 R^{20} および R^{21} のうちのいずれか1つは水素原子である。)

5 で示される化合物（以下、化合物（10）と略記する。）とハロゲン化剤との反応により製造することができる。

化合物 (9) は、例えば、式 (11)：

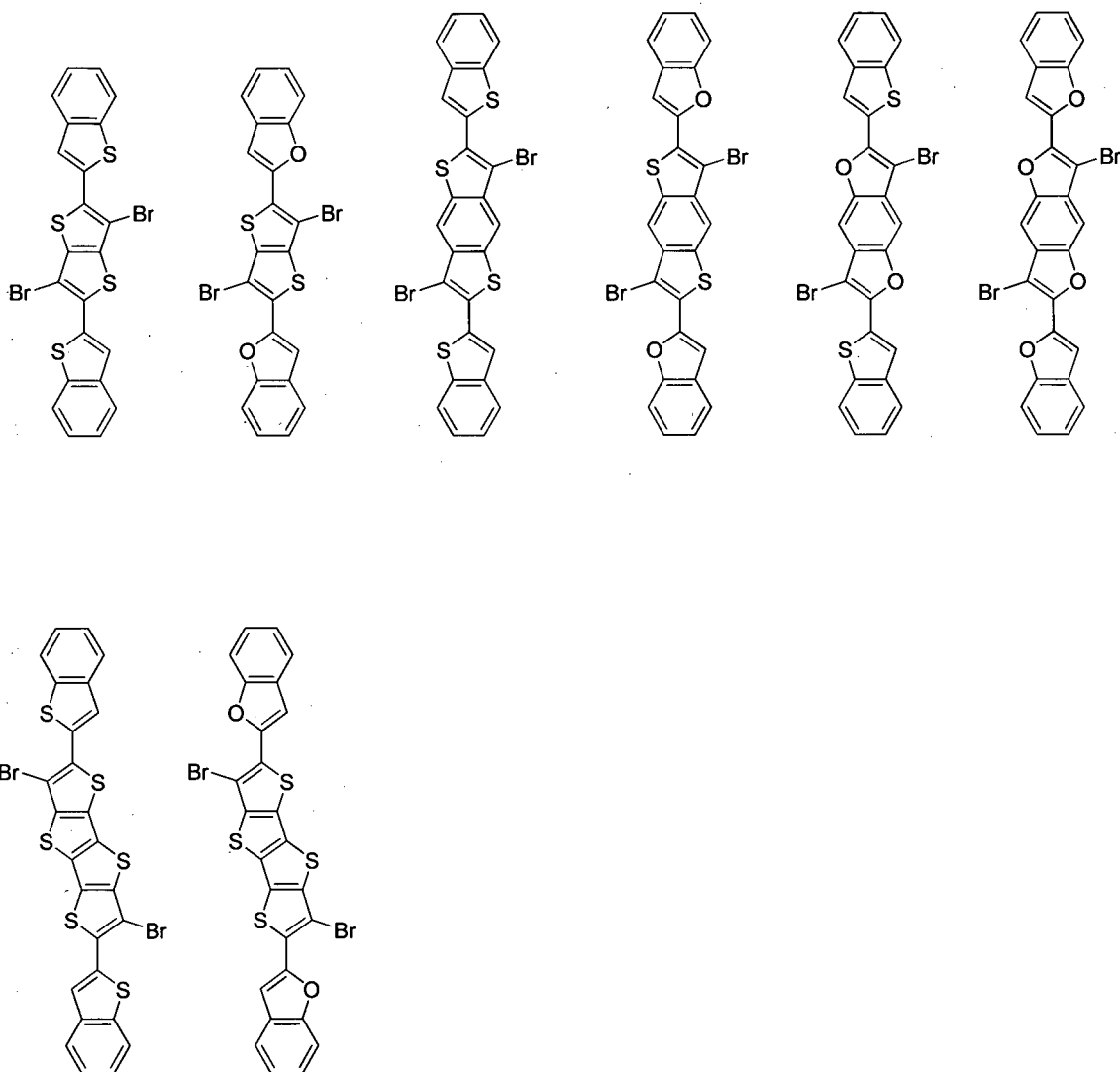


10 (式中、環構造A、環構造B、環構造C、X、Y、 $R^{2,0}$ および $R^{2,1}$ は、上記と同一の意味を表わす。)

で示される化合物（以下、化合物（11）と略記する。）と、ハロゲン化剤との反応により製造することができる。

R^{2-0} および R^{2-1} で示されるハロゲン原子としては、臭素原子およびヨウ素原子が挙げられる。

15 化合物（10）および化合物（11）としては、下記化合物が挙げられる。



化合物(10)および化合物(11)は、例えば、Synth. Met. 2002, 130, 139、J. Org. Chem. 2003, 68, 9813、J. Am. Chem. Soc. 2007, 129, 12386、Org. Lett. 2008, 10, 4323
 5 等に記載された方法に従い、製造することができる。

化合物(10)とハロゲン化剤との反応、および、化合物(11)とハロゲン化剤との反応は、それぞれ、有機溶媒中で行うことが好ましい。

有機溶媒としては、前記した化合物(5)とハロゲン化剤との反応において用いられる
 10 有機溶媒と同様の有機溶媒が挙げられ、トルエン、クロロホルム、四塩化炭素およびN,N-ジメチルホルムアミドが好ましい。

ハロゲン化剤の使用量は、化合物(10)または化合物(11)1モルに対して、通常0.1~50モルであり、好ましくは0.5~20モルであり、より好ましくは1~10モルである。

有機溶媒に化合物（１０）または化合物（１１）を溶解させたとき、得られる溶液中の化合物（１０）または化合物（１１）が、溶媒１リットル当たり、通常０．０００１～２０モル、好ましくは、０．００１～１０モル、より好ましくは、０．０１～５モルとなるような量の溶媒が用いられる。

５ ハロゲン化剤としては、Ｎ－ブロモスクシンイミド、２－ブロモアセトアミド、臭素、ヨウ素、ヨウ素－過ヨウ素酸の組み合わせ、一塩化ヨウ素－過酢酸の組み合わせ、および、ベンジルトリメチルアンモニウムジクロロヨージド－塩化亜鉛（ＩＩ）の組み合わせなどが挙げられ、Ｎ－ブロモスクシンイミド、臭素、および、ヨウ素－過ヨウ素酸の組み合わせである。

１０ 反応が進行しにくい場合は、過酸化ベンゾイルやアゾビスブチロニトリルなどの添加剤を触媒量反応系中に加えてもよい。

反応温度は、通常－７８℃～反応混合物の還流温度の範囲であり、好ましくは－２０℃～５０℃である。反応時間は、通常１分～４８時間である。

１５ 所定時間反応を行った後、例えば、反応混合物に水を加えることにより、反応をクエンチすることができる。反応をクエンチした後、抽出、洗浄等の通常の後処理操作を行うことにより、化合物（１）を取り出すことができる。取り出した化合物（１）は、再結晶、昇華、各種クロマトグラフィ等の通常の前製手段により、さらに精製することができる。

化合物（８）および化合物（９）は、例えば、特開２００８－０８１４９４号公報に記載された方法によっても製造することができる。

２０ 本発明の化合物（１）は有機溶媒に可溶なことから、化合物（１）と有機溶媒とを含む溶液は、後述する本発明の薄膜（有機半導体活性層）を塗布成膜加工によって調製し得ることから好ましい。

２５ 化合物（１）を溶解し得る有機溶媒としては、ベンゼン、トルエン、キシレン、テトラリン、メシチレン、クロロベンゼン、*o*－ジクロロベンゼン、トリクロロベンゼン、フルオロベンゼン、アニソール等の芳香族炭化水素溶媒、ジクロロメタン、クロロホルム、１，２－ジクロロエタン、１，１’，２，２’－テトラクロロエタン、テトラクロロエチレン、四塩化炭素等のハロゲン化脂肪族炭化水素溶媒、ジエチルエーテル、ジオキサン、テトラヒドロフラン等のエーテル溶媒、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、シクロヘキサン等の脂肪族炭化水素溶媒、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル等のエステル溶媒、アセトニトリル、プロピオニトリル、メトキシアセトニトリル、グルタロジニトリル、ベンゾニトリル等のニトリル溶媒、および、ジメチルスルホキシド、スルホラン、*N*，*N*－ジメチルホルムアミド、*N*，*N*－ジメチルアセトアミド、*N*－メチル－２－ピロリドン等の非プロトン性極性溶媒が挙げられる。中でも、トルエン、キシレン、テトラリン、メシチレン、クロロベンゼン、*o*－ジクロロベンゼン、ジクロロメタン、クロロホルムおよびテトラヒ

３５

ドロフランが好ましい。二種以上の有機溶媒を組み合わせることもできる。

化合物（１）が溶解した溶液における化合物（１）の濃度は、通常０．００１～５０重量％であり、０．０１～１０重量％が好ましく、０．１～５重量％がより好ましい。

該溶液は、化合物（１）のみを含んでもよいし、後述する薄膜のキャリア移動度を著しく損なわない範囲であれば、酸化防止剤、安定剤、化合物（１）とは異なる有機半導体材料、有機絶縁性材料等を含んでもよい。

化合物（１）とは異なる有機半導体材料としては、低分子材料でもよいし、高分子材料でもよい。高分子材料は、高分子を架橋反応させたものであってもよい。好ましくは、高分子材料が挙げられる。具体例としては、ポリアセチレンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリチエニレンビニレンおよびその誘導体、ポリフェニレンおよびその誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリピロールおよびその誘導体、ポリアニリンおよびその誘導体、ポリトリアルールアミンおよびその誘導体、ポリキノリンおよびその誘導体、ペリレンおよびその誘導体、テトラセンおよびその誘導体、ペンタセンおよびその誘導体、フタロシアニンおよびその誘導体等が挙げられる。本発明の薄膜において、化合物（１）とは異なる有機半導体材料と化合物（１）との合計１００重量％に対する化合物（１）の含有量は、１０重量％以上が好ましく、２０重量％以上がより好ましい。

前記有機絶縁性材料としては、低分子材料でもよいし、高分子材料でもよい。高分子材料は、高分子を架橋反応がさせたものであってもよい。好ましくは、高分子材料が挙げられる。具体例としては、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリジメチルシロキサン、ナイロン、ポリイミド、環状オレフィンコポリマー、エポキシポリマー、セルロース、ポリオキシメチレン、ポリオレフィン系ポリマー、ポリビニル系ポリマー、ポリエステル系ポリマー、ポリエーテル系ポリマー、ポリアミド系ポリマー、フッ素系ポリマー、生分解性プラスチック、フェノール系樹脂、アミノ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、シリコーン樹脂、および、各種ポリマーユニットを組み合わせたコポリマーが挙げられる。本発明の薄膜において、有機絶縁性材料と化合物（１）との合計１００重量％に対する化合物（１）の含有量は、１０重量％以上が好ましく、２０重量％以上がより好ましい。

化合物（１）と有機溶媒とを含む溶液は、溶媒に化合物（１）を、通常１０℃～２００℃程度、好ましくは２０℃～１５０℃程度で混合し、溶解させることにより、調製することができる。

続いて、本発明の薄膜および有機半導体デバイスについて説明する。

本発明の薄膜は、化合物（１）を含む薄膜であり、化合物（１）のみからなる薄膜が好

ましい。薄膜の厚みは、通常 $1\text{ nm} \sim 10\text{ }\mu\text{ m}$ であり、好ましくは $5\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{ m}$ である。

本発明の薄膜は、発光性を示す場合があり、その場合には、発光性薄膜として用いることができる。ここで、“発光性薄膜”とは、光や電氣的刺激の条件下で発光する薄膜を意味する。

- 5 発光性薄膜は、発光素子の材料として有用であり、発光性薄膜を有する発光素子は、本発明の一つである。本発明の発光素子は、有機発光ダイオード等の材料として有用である。ここで、“発光素子”とは、発光性薄膜を用いたデバイスのことを意味する。

- また、本発明の薄膜は、半導体と同様の導電性を示す場合があり、その場合には、導電性薄膜として用いることができる。ここで、“導電性薄膜”とは、光や電氣的刺激の条件下で導電性を示す薄膜を意味する。半導体と同様の導電性を示す導電性薄膜を、有機半導体活性層として用いることがある。導電性薄膜は、後述の有機トランジスタ等の有機半導体デバイス等の材料として有用である。
- 10

- 本発明の薄膜の形成方法としては、塗布成膜加工が挙げられる。ここで、塗布成膜加工とは、前述したように、化合物（１）を溶媒に溶解し、得られた溶液を基板または絶縁体層に塗布する工程を有する成膜加工を意味する。
- 15

塗布の方法としては、キャストイング法、ディップコート法、ダイコーター法、ロールコーター法、バーコーター法、スピンコート法、インクジェット法、スクリーン印刷法、オフセット印刷法、および、マイクロコンタクト印刷法が挙げられる。これらの手法は、単独で用いてもよいし、２種以上を組み合わせ用いてもよい。

- 20 化合物（１）および有機溶媒を含む溶液を、基板または絶縁層に塗布して塗布膜を形成した後、該塗布膜に含有されている溶媒を除去することにより、基板上または絶縁層上に薄膜が形成される。有機溶媒は、通常、自然乾燥、加熱乾燥、減圧乾燥、通風乾燥等により、除去される。これら二種以上の乾燥を組み合わせ、有機溶媒を除去してもよい。操作が簡便である点で、自然乾燥または加熱乾燥が好ましい。有機溶媒の除去は、例えば、大気下で放置またはホットプレートで基板を加熱（例えば、 $40^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは、 $50^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ）することにより、実施される。
- 25

- 本発明の薄膜は、化合物（１）が溶媒に分散している分散液を用いて塗布成膜加工により形成することもできる。この場合も、上述の化合物（１）の溶液を用いる塗布成膜加工と同様に実施できる。この場合は、前記有機溶媒に加え、水も溶媒として用いることができる。
- 30

本発明の薄膜は、上記の塗布成膜加工等の簡便な方法により形成することができる。

- 本発明の薄膜は、化合物（１）を、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD法、分子線エピタキシャル成長法等の真空プロセスに供して薄膜を形成する方法によっても形成することができる。
- 35

真空蒸着法による薄膜の形成方法は、化合物（１）をルツボや金属ボート中で真空下、

加熱し、蒸発した化合物（１）を基板もしくは絶縁体材料に蒸着させる方法である。蒸着時の真空度は、通常 1×10^{-1} Pa 以下、好ましくは 1×10^{-3} Pa 以下である。蒸着時の基板温度は、通常 $0^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $20^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ である。蒸着速度は、通常 $0.001 \text{ nm/sec} \sim 10 \text{ nm/sec}$ であり、好ましくは $0.01 \text{ nm/sec} \sim 1 \text{ nm/sec}$ である。

上記塗布成膜加工または上記真空プロセスにより得られる化合物（１）を含有する薄膜の膜厚は、有機半導体デバイスの素子構造により適宜調節することができるが、好ましくは $1 \text{ nm} \sim 10 \mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $5 \text{ nm} \sim 1 \mu\text{m}$ である。

本発明の有機トランジスタは、本発明の薄膜を有機半導体活性層として含む。該有機トランジスタは、本発明の化合物（１）を含んでいるので、高いキャリア移動度、好ましくは、 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上のキャリア移動度を示す。ここで、キャリア移動度は、パラメータアナライザ等を用いて、ドレイン電流およびゲート電圧を測定し、その測定結果と下記式（a）とから算出することができる。

$$I_d = (W/2L) \mu C_i (V_g - V_t)^2 \quad (a)$$

（式中、 I_d は、電気的特性の飽和領域におけるドレイン電流を、 L は、有機トランジスタのチャネル長を、 W は、有機トランジスタのチャネル幅を、 C_i は、ゲート絶縁膜の単位面積当たりの容量を、 V_g は、ゲート電圧を、 V_t は、ゲート電圧のしきい値電圧を、それぞれ表わす。）

本発明の有機トランジスタとしては、有機電界効果トランジスタが挙げられる。

有機電界効果トランジスタは、通常、ソース電極およびドレイン電極が有機半導体活性層（以下、半導体層と略記する。）に接した構造を有しており、さらに、ソース電極およびドレイン電極、または、半導体層に、絶縁層（誘電体層）が接し、該絶縁層にゲート電極が接していればよい。

かかる有機トランジスタの素子構造としては、下記（１）～（４）の構造が挙げられる。

- （１）基板／ゲート電極／絶縁体層／ソース電極・ドレイン電極／半導体層からなる構造；
- （２）基板／ゲート電極／絶縁体層／半導体層／ソース電極・ドレイン電極からなる構造；
- （３）基板／半導体層＋ソース電極・ドレイン電極／絶縁体層／ゲート電極からなる構造；
- （４）基板／ソース電極（またはドレイン電極）／半導体層＋絶縁体層＋ゲート電極／ドレイン電極（またはソース電極）からなる構造、

各構造において該半導体層が二層以上存在する場合、同一平面内に、それぞれの半導体層を設けてもよいし、半導体層を積層してもよい。上記各構造において、ソース電極、ドレイン電極およびゲート電極は、それぞれ２つ以上存在してもよい。

本発明の有機トランジスタにおいて、ソース電極、ドレイン電極およびゲート電極を構成する材料は、有機トランジスタ分野で一般的に用いられる導電性材料であれば限定されず、具体的には、白金、金、銀、ニッケル、クロム、銅、鉄、錫、アンチモン鉛、タンタ

ル、インジウム、パラジウム、テルル、レニウム、イリジウム、アルミニウム、ルテニウム、ゲルマニウム、モリブデン、タングステン、酸化スズ・アンチモン、酸化インジウム・スズ (ITO)、フッ素ドープ酸化亜鉛、亜鉛、炭素、グラファイト、グラッシーカーボン、銀ペースト及びカーボンペースト、リチウム、ベリリウム、ナトリウム、マグネシウム、

5 カリウム、カルシウム、スカンジウム、チタン、マンガン、ジルコニウム、ガリウム、ニオブ、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、アルミニウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム混合物、リチウム/アルミニウム混合物、および、酸化モリブデンが挙げられ、

10 白金、金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、インジウム、ITO、炭素および酸化モリブデンが好ましい。ドーピング等で導電率を向上させた公知の導電性ポリマー、導電性ポリアニリン、導電性ポリピロール、導電性ポリチオフェン、ポリエチレンジオキシチオフェンとポリスチレンスルホン酸の錯体も好適である。中でも、半導体層との接触面において電気抵抗が少ないものが好ましい。二種以上の電極材料を組み合わせ用いてもよい。

15 電極の膜厚は、材料によっても異なるが、通常0.1 nm~10 μmであり、好ましくは0.5 nm~5 μmであり、より好ましくは1 nm~3 μmである。また、ゲート電極が、基板を兼ねる場合は、ゲート電極の膜厚は、上記の膜厚よりも大きくてもよい。

電極膜の形成方法としては、公知の種々の方法が挙げられる。具体的には、真空蒸着法、スパッタ法、塗布法、熱転写法、印刷法、ゾルゲル法などが挙げられる。成膜時または成

20 膜後に、パターニングを必要に応じて行うことが好ましい。パターニングの方法としても、種々の方法を用いることができる。具体的には、フォトリソグラフィ法などが挙げられる。また、インクジェット印刷、スクリーン印刷、オフセット印刷、凸版印刷などの印刷法、マイクロコンタクトプリンティング法などのソフトリソグラフィーの手法なども挙げられる。二種以上のパターニング

25 方法を組み合わせパターニングを行うことも可能である。

本発明の有機トランジスタに用いられるソース電極およびドレイン電極は、表面処理が施されていてもよい。本発明の薄膜（有機半導体活性層）と接触する電極表面に表面処理が施されていると、該薄膜を含む有機トランジスタのトランジスタ特性が向上する傾向があることから好ましい。表面処理としては、1-オクチルチオール、1-パーフルオロオクチルチオール、1-オクタデシルチオール、1-パーフルオロオクタデシルチオール等のチオール基（-SH）を有する飽和炭化水素化合物、ベンゼンチオール、パーフルオロベンゼンチオール等のチオール基を有する芳香族化合物、チエニルチオール、パーフルオロチエニルチオール等のチオール基を有する複素環芳香族化合物等のチオール化合物を、

30 アルコール溶媒に溶解させることにより調製される溶液に、上記電極を浸漬する方法が挙げられる。

35

絶縁層としては、無機酸化物や有機化合物皮膜などの種々の絶縁膜を用いることができる。無機酸化物としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタン、酸化スズ、酸化バナジウム、チタン酸バリウムストロンチウム、ジルコニウム酸チタン酸
5 バリウム、ジルコニウム酸チタン酸鉛、チタン酸鉛ランタン、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム、フッ化バリウムマグネシウム、チタン酸ビスマス、チタン酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ニオブ酸ビスマスおよびトリオキサイドイットリウムが挙げられ、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタルおよび酸化チタンが好ましい。また、窒化ケイ素、窒化アルミニウム等の無機窒化物も
10 挙げられる。有機化合物皮膜としては、ポリスチレン、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリレート、光ラジカル重合系または光カチオン重合系の光硬化性樹脂、アクリロニトリルに由来する構造単位を含有する共重合体、ポリビニルフェノール、ポリビニルアルコール、ノボラック樹脂およびシアノエチルプルランが挙げられ、ポリスチレン、ポリイミド、ポリビニルフェノールおよびポリビニルアルコールが好ましい。

15 二種以上の絶縁層材料を組み合わせ使用してもよい。

絶縁層の膜厚は、材料によっても異なるが、通常 $0.1\text{ nm}\sim 100\text{ }\mu\text{ m}$ であり、好ましくは $0.5\text{ nm}\sim 50\text{ }\mu\text{ m}$ であり、より好ましくは $5\text{ nm}\sim 10\text{ }\mu\text{ m}$ である。

絶縁層の形成方法としては、公知の種々の方法を用いることができる。具体的には、スピ
20 ンコーティング、スプレーコーティング、ディップコーティング、キャスト、バーコート、ブレードコーティングなどの塗布法、スクリーン印刷、オフセット印刷、インクジェットなどの印刷法、真空蒸着法、分子線エピタキシャル成長法、イオンクラスタービーム法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、大気圧プラズマ法、CVD法などのドライプロセス法が挙げられる。ゾルゲル法やアルミニウム上のアルマイト、シリコンの熱酸化膜のように金属上に酸化物膜を形成する方法も挙げられる。

25 基板としては、ガラス、紙、石英、セラミック、フレキシブルな樹脂等の基板材料から構成された板またはシートが挙げられる。樹脂シートとしては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリア
30 リレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）およびセルロースアセテートプロピオネート（CAP）が挙げられる。基板の厚さは、 $1\text{ }\mu\text{ m}\sim 10\text{ mm}$ が好ましく、 $5\text{ }\mu\text{ m}\sim 5\text{ mm}$ がより好ましい。

半導体層と接触する絶縁体層や基板として、表面処理を行った絶縁体層や基板を用いてもよい。半導体層が積層される絶縁体層上に表面処理を行うことにより、素子のトランジスタ特性を向上させることができる。表面処理としては、ヘキサメチルジシラザン、オク
35 タデシルトリクロロシラン、オクチルトリクロロシラン、フェネチルトリクロロシランなどによる疎水化処理、塩酸、硫酸、過酸化水素水などによる酸処理、水酸化ナトリウム、

水酸化カリウム、水酸化カルシウム、アンモニアなどによるアルカリ処理、オゾン処理、フッ素化処理、酸素やアルゴンなどのプラズマ処理、ラングミュラー・ブロジェット膜の形成処理、その他の絶縁体等や半導体の薄膜の形成処理、機械的処理、コロナ放電などの電氣的処理、繊維などを利用したラビング処理などが挙げられ、二種以上の処理方法を組み合わせて使用してもよい。

表面処理を行う方法としては、真空蒸着法、スパッタ法、塗布法、印刷法、ゾルゲル法などが挙げられる。

半導体層上に樹脂もしくは無機化合物からなる保護膜を設けてもよい。保護膜を形成することにより、外気の影響を抑制することができ、トランジスタの駆動を安定化することができる。

本発明の有機トランジスタは、液晶表示素子、有機電界発光素子、電子ペーパー、センサー、RFIDs (radio frequency identification cards) などの有機デバイスに使用することができる。

実施例

以下、実施例により、本発明を具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。

なお、反応の進行は、ガスクロマトグラフィ分析および／または高速液体クロマトグラフィ分析により、確認した。各分析の条件は以下のとおりである。

<ガスクロマトグラフィ分析>

装置：島津製作所製GC2010

カラム：J & Wサイエンティフィック社製DB-1 (内径：0.25 mm、長さ：30 m)

<高速液体クロマトグラフィ分析>

装置：島津製作所製LC10AT

カラム：化学物質評価機構製L-column ODS (内径：4.6 mm、長さ：15 cm)

リサイクル分取高速液体クロマトグラフィ精製は、以下の装置およびカラムを用いて行った。

装置：日本分析工業社製LC-250HS

カラム：日本分析工業社製JAIGEL-ODS-AP-50L (内径：50 mm、長さ：25 cm)

得られた生成物は、¹H-NMR、HRMSおよび／またはLC-HRMSの測定結果に基づいて同定した。

¹H-NMR測定の装置：日本電子株式会社製EX270またはBRUKER社製DPX300

HRMS測定装置：日本電子株式会社製JMS-T100GC

LC-HRMS測定装置：Applied Biosystems社製QSTAR XL
(カラム：化学物質評価機構製L-column ODS (内径：4.6mm、長さ：15cm))

5

[実施例1：3, 6-ジブロモ-2, 5-ジヨードチエノ [3, 2-b] チオフェンの製造]

2, 5-ジブロモチエノ [3, 2-b] チオフェンは、チエノ [3, 2-b] チオフェンとN-ブロモコハク酸イミドとを反応させることにより、調製した (Dalton Trans., 2005, 874参照)。

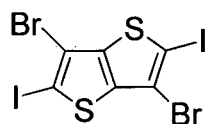
10

3, 6-ジブロモチエノ [3, 2-b] チオフェンを、2, 5-ジブロモチエノ [3, 2-b] チオフェンとリチウムジイソプロピルアミドとを反応させることにより、調製した (Org. Lett., 2007, 9, 1005参照)。

15

攪拌子、温度計およびコンデンサーを取り付けた1000mL 4つ口フラスコに、3, 6-ジブロモチエノ [3, 2-b] チオフェン12.00g、ヨウ素8.18g、ヨウ素酸3.54g、硫酸0.39g、四塩化炭素132ml、酢酸264mlおよび水41mlを仕込んだ。得られた混合物を、窒素雰囲気下、45℃で、20時間攪拌した。得られた混合物に、ヨウ素0.45gおよびヨウ素酸0.20gを加え、さらに窒素雰囲気下、45℃で10時間攪拌した。得られた反応混合物を室温まで冷却した後、濾過した。得られた固体を、水およびメタノールで洗浄した後、減圧下で乾燥し、さらに、再結晶 (溶媒：モノクロロベンゼン) を行い、下記式で示される3, 6-ジブロモ-2, 5-ジヨードチエノ [3, 2-b] チオフェンの白色結晶19.5gを、収率88%で得た。

20



$^1\text{H-NMR}$ (δ , CDCl_3) 測定の結果、 ^1H のピークは検出されなかった。

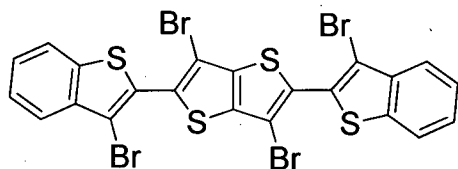
25

[実施例2：3, 6-ジブロモ-2, 5-ビス (3-ブロモベンゾ [b] チオフェン-2-イル) -チエノ [3, 2-b] チオフェンの製造]

30

攪拌子、温度計、コンデンサーおよび滴下ロートを取り付けた500mL 4つ口フラスコに、2, 3-ジブロモベンゾ [b] チオフェン22.5g (アルドリッチ製) を仕込んだ。フラスコ内を窒素置換した後、脱水テトラヒドロフラン230mlをシリンジにより加え、室温で、溶液を得た。得られた溶液を-30℃まで冷却した後、同温度で、イソプロピルマグネシウムブロミドのテトラヒドロフラン溶液 (濃度：1.00M、東京化成製) 76.3mlを45分かけて加えた。得られた混合物を同温度で30分間攪拌した。得られた溶液を-50℃まで冷却した後、塩化亜鉛のジエチルエーテル溶液 (濃度：1.00

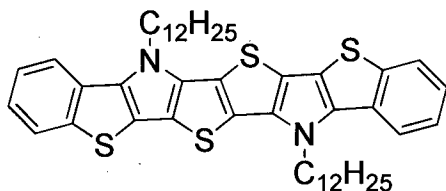
M、アルドリッチ製) 76. 3 ml を、同温度で、20 分かけて加えた。得られた混合物を同温度で10 分間攪拌した。得られた混合物を室温まで徐々に昇温した後、溶媒を減圧下で除去し、白色結晶を得た。得られた結晶に、3, 6-ジブロモ-2, 5-ジヨードチエノ [3, 2-b] チオフェン 14. 0 g およびテトラキストリフェニルホスフィン 2. 7 g (東京化成製) を加えた。フラスコ内を窒素置換した後、脱水テトラヒドロフラン 230 ml をシリンジにより加えた。得られた混合物を、還流下、7 時間攪拌した。得られた溶液を室温まで冷却した後、1 規定塩酸およびトルエンを加えた。得られた混合物を濾過した。得られた固体を、水およびメタノール洗浄した後、乾燥し、下記式で示される 3, 6-ジブロモ-2, 5-ビス (3-ブロモベンゾ [b] チオフェン-2-イル) -チエノ [3, 2-b] チオフェンの黄色結晶 13. 3 g を得た。3, 6-ジブロモ-2, 5-ジヨードチエノ [3, 2-b] チオフェンに対する収率は 73% であった。



HRMS (EI+): found 719. 6175 (calcd. for $C_{22}H_8Br_4S_4$: 719. 6201)

[実施例 3]

攪拌子、温度計およびコンデンサーを取り付けた 1000 mL 4 口フラスコに、窒素雰囲気下で、3, 6-ジブロモ-2, 5-ビス (3-ブロモベンゾ [b] チオフェン-2-イル) -チエノ [3, 2-b] チオフェン 9. 00 g、トリス (ジベンジリデンアセトン) ジパラジウム 2. 29 g、ラセミ-2, 2'-ビス (ジフェニルホスフィノ) -1, 1'-ビナフチル 6. 23 g、ドデシルアミン 25. 48 g、ナトリウム *tert*-ブトキシド 10. 57 g および脱水トルエン 450 ml を仕込んだ。得られた混合物を、窒素雰囲気下で、還流するまで昇温した後、24 時間還流させた。得られた反応混合物を室温まで冷却した後、水を加え、トルエンで抽出した。得られた有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した後、ろ過した。得られた濾液を減圧下で濃縮した。得られた残渣を、容積比 0. 2% のトリエチルアミンが添加されたヘキサンとトルエンの混合溶媒を用いたシリカゲルクロマトグラフィにより精製した。得られた固体をトルエンで再結晶した。得られた結晶を、さらにリサイクル分取高速液体クロマトグラフィ (移動層: テトラヒドロフランとアセトニトリルの混合溶媒) で精製して、下記式で示される化合物の白黄色結晶 2. 44 g を得た。収率: 25%。



$^1\text{H-NMR}$ (δ /ppm, テトラヒドロフラン- d_8): 0.86 (t, 6H)、1.25
5 5~1.65 (m, 36H)、2.00~2.13 (m, 4H)、4.67 (t, 4H)、7.25 (t, 2H)、7.39 (t, 2H)、7.86 (d, 2H)、7.95 (d, 2H)

LC-HRMS (APPI+): found 767.3553 (calcd for $\text{C}_{46}\text{H}_{59}\text{N}_2\text{S}_4$: 767.3556)

[薄膜および該薄膜を有機半導体活性層とする有機トランジスタの製造例1]

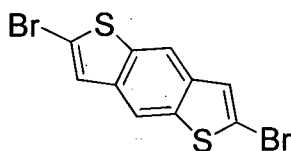
10 ガラス基板上に、リフトオフプロセスまたはフォトリソグラフィを用いて、クロムおよび金を、この順に蒸着して、ソースおよびドレイン電極を設けた。クロム層の厚さは5 nm、金層の厚さは40 nmであった。基板をアセトンおよびイソプロピルアルコールでの超音波洗浄し、乾燥し、酸素プラズマでクリーニングを行い、さらに、80℃で5分間加熱した。チャンネル幅は2 mm、チャンネル長は50 μm であった。チャンネル部分にフェネチルトリクロロシラン処理を行い、電極部分にペンタフルオロベンゼンチオール処理を行った後、窒素雰囲気下で、前記[実施例3]で製造した化合物の0.5重量/容積%のテトラリン溶液を滴下し、スピコート法により薄膜(有機半導体活性層)を形成した。次に、
15 該薄膜の上に、フッ素系ポリマーを含有する溶液を滴下し、スピコート法により絶縁層を形成した。この時の薄膜の厚さは25 nm、絶縁層の厚さは300 nmであった。絶縁層の上にシャドーマスクを用いて、クロムおよびアルミニウムを、この順に蒸着してゲート電極を設け、図2に示すような有機トランジスタを製造した。クロム層の厚さは5 nm、アルミニウム層の厚さは200 nmであった。

得られた有機トランジスタの電気特性を測定した。その結果、あるゲート電圧(V_g)において、ドレイン電圧(V_d)に対するドレイン電流(I_d)の変化曲線は、良好であり、高いドレイン電圧において飽和領域を有していた。また、ゲート電極に印加する負のゲート電圧を増加させると、負のドレイン電流も増加することから、得られた有機トランジスタは、p型の有機トランジスタであることを確認した。さらに、有機トランジスタのキャリア移動度 μ を、前記式(a)により算出したところ、キャリア移動度は、0.25 cm^2/Vs であった。
25

[実施例4: 5, 5'-ジブロモベンゾ[1, 2-b; 4, 5-b']ジチオフェンの製造]

Chem. Mater., 2010, 22, 5314に記載の方法を参考にして、以下のように、5, 5'-ジブロモベンゾ[1, 2-b; 4, 5-b']ジチオフェンを製造した。

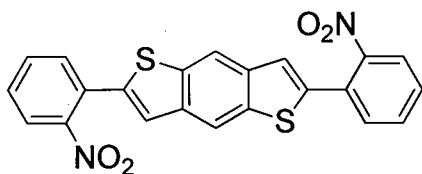
攪拌子および温度計を備えた反応容器に、ベンゾ [1, 2-b ; 4, 5-b'] ジチオフェンの結晶 0.88 g を加え、該容器内を窒素置換した。該容器に脱水テトラヒドロフラン 220 ml を加え、結晶を室温 (約 25℃) で溶解させた。得られた溶液を、-78℃ まで冷却した後、t-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (濃度: 1.59 M、関東化学製) 8.73 ml を約 -78℃ を維持しながら 5 分間かけて加えた。得られた混合物を、同温度でさらに 1 時間攪拌し、反応混合物 A を得た。四臭化炭素 4.60 g (東京化成製) を脱水テトラヒドロフラン 20 ml に溶解することにより得られた溶液を、-78℃ に調整された反応混合物 A に、10 分かけて加えた。得られた混合物を同温度でさらに 4 時間攪拌した。得られた反応混合物を室温まで昇温した後、クロロホルムと水を加えて、十分に攪拌した。ラジオライトをコーティングした濾過器で、得られた混合物を濾過し、不溶物を除去した。得られた濾液を分液した。得られた有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した後、濾過した。得られた濾液を減圧下で濃縮し、下記式で示される 5, 5'-ジブロモベンゾ [1, 2-b ; 4, 5-b'] ジチオフェンの黄褐色結晶 2.01 g を得た。



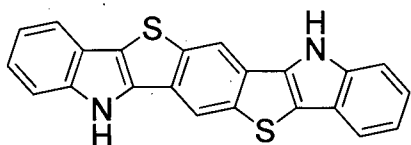
$^1\text{H-NMR}$ (δ / ppm, CDCl_3): 7.34 (s, 2H), 8.03 (s, 2H)

[実施例 5 : 5, 5'-ビス (2-ニトロフェニル) ベンゾ [1, 2-b ; 4, 5-b'] ジチオフェンの製造]

攪拌子、温度計およびコンデンサーを備えた 4 つ口フラスコに、窒素雰囲気下で、5, 5'-ジブロモベンゾ [1, 2-b ; 4, 5-b'] ジチオフェン 1.70 g、2-(4, 4, 5, 5-テトラメチル-1, 3, 2-ジオキサボロラン-2-イル) ニトロベンゼン 3.65 g (和光純薬製)、酢酸パラジウム 0.11 g (アルドリッチ製)、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2', 6'-ジメトキシビフェニル 0.40 g (アルドリッチ製)、リン酸三カリウム 15.55 g およびテトラヒドロフラン 170 mL を仕込んだ。得られた混合物を、窒素雰囲気下で、還流するまで加熱した後、4 時間還流させた。得られた反応混合物を室温まで冷却した後、減圧下で溶媒を除去した。濃縮残渣に水を加えた後、濾過した。得られた固体を、水およびメタノールで洗浄した後、減圧下で乾燥し、下記式で示される 5, 5'-ビス (2-ニトロフェニル) ベンゾ [1, 2-b ; 4, 5-b'] ジチオフェンの褐色結晶 1.69 g を得た。収率: 80%。

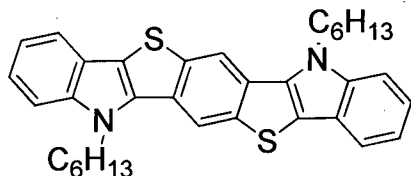


5 攪拌子、温度計およびコンデンサーを備えた4つ口フラスコに、5, 5'-ビス(2-ニトロフェニル)ベンゾ[1, 2-b; 4, 5-b']ジチオフェン1.60gを仕込み、フラスコ内を窒素置換した。亜リン酸トリエチル100mLを加えた後、得られた混合物を、窒素雰囲気下で還流するまで加熱し、5時間還流させた。得られた反応混合物を室温まで冷却した後、濾過した。得られた固体をメタノールで洗浄した後、減圧下で乾燥し、
10 下記式で示される化合物の黄褐色結晶0.51gを得た。収率：37%。



¹H-NMR (δ / p p m、テトラヒドロフラン-d₈): 7. 1 7 (t × d, 2H)、7. 2 7 (t × d, 2H)、7. 5 5 (d, 2H)、7. 7 3 (d, 2H)、8. 4 6 (s, 2H)、11. 1 3 (s, 2H)

攪拌子、温度計およびコンデンサーを備えた4つ口フラスコに、前記〔実施例6〕で得た化合物0.43g、1-ヨードヘキサン1.49g（東京化成製）、40重量%テトラブチルアンモニウムヒドロキシド水溶液0.08g（東京化成製）、10重量%水酸化ナトリウム水溶液9.34gおよびテトラヒドロフラン26mLを仕込んだ。得られた混合物を、窒素雰囲気下で還流するまで加熱した後、4時間還流させた。得られた反応混合物を室温まで冷却した後、水とトルエンを加え、分液した。得られた有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した後、ろ過した。得られた濾液を減圧下で濃縮した。得られた残渣を、容積比0.2%のトリエチルアミンが添加されたヘキサンとトルエンの混合溶媒を用いたシリカゲルクロマトグラフィで精製した。得られた固体の再結晶（溶媒：トルエン）を行い、下記式で示される化合物の黄色結晶0.13gを得た。収率：21%。



¹H-NMR (δ/ppm、テトラヒドロフラン-d₈): 0.91 (t, 6H)、1.28~1.61 (m, 12H)、1.95~2.10 (m, 4H)、4.79 (t, 4H)、7.19 (t, 2H)、7.34 (t, 2H)、7.63 (d, 2H)、7.71 (d, 2H)、

8. 71 (s, 2H)

LC-HRMS (APPI+): found 537.2392 (calcd. for $C_{34}H_{37}N_2S_2$: 537.2392)

5 [薄膜および該薄膜を有機半導体活性層とする有機トランジスタの製造例2]

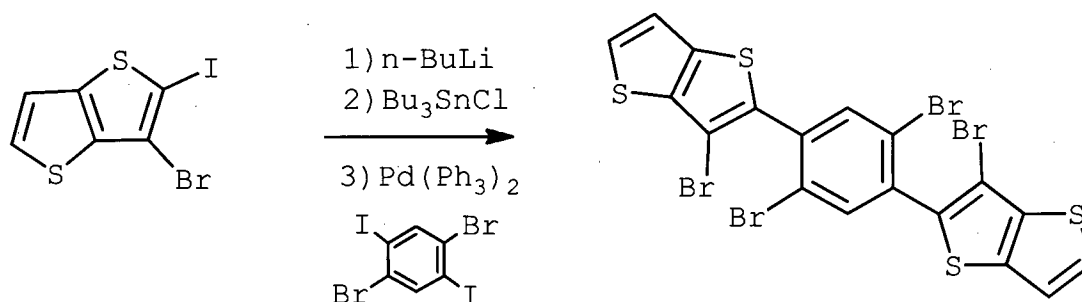
ゲート電極となる高濃度にドーピングされたn-型シリコン基板(図2の31)の表面を熱酸化し、300nmのシリコン酸化膜(図2の32)を形成した。次に、フォトリソグラフィ法によって、クロム層および金層を、前記シリコン酸化膜上に、順次積層し、チャネル長100 μ m、チャネル幅1mmのソース電極(図2の33)とドレイン電極(図2の34)を作製した。得られた基板をアセトンで10分間超音波洗浄した後、オゾンUVを30分間照射した。続いて、フェニルエチルトリクロロシランを含むトルエン溶液に、前記のUV照射された基板を2分間浸漬することにより、基板表面をシラン処理した。

前記[実施例7]で製造した化合物を0.7重量%の濃度で含有するキシレン溶液を作製し、当該キシレン溶液をメンブランフィルターで濾過して塗布液を調製した。

15 得られた塗布液を、前記のシラン処理された基板のシリコン酸化膜、ソース電極およびドレイン電極の表面上にスピコート法により塗布した。窒素雰囲気下、塗布液を塗布された面を上にした前記基板を50℃のホットプレート上にて30分間乾燥させることにより、約25nmの厚さを有する薄膜(有機半導体活性層、図2の35)を形成し、図2に記載の有機トランジスタを作成した。

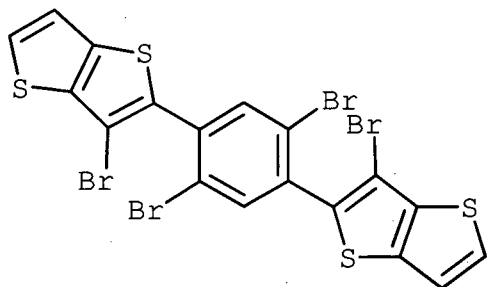
20 当該有機トランジスタについて、ソース・ドレイン間電圧 V_{sd} を-40Vに設定し、ゲート電圧 V_g を20~-40Vに変化させた条件で、トランジスタ特性を測定した。かかる測定により得られた伝達特性から算出した、当該有機トランジスタのキャリア移動度は $6.1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。

25 [実施例8]



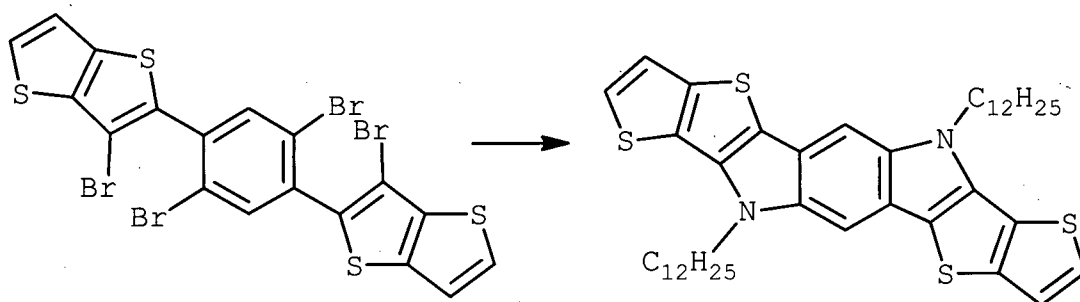
30 3-ブロモ-2-ヨードチエノ[3,2-b]チオフェン(10mmol)のテトラヒドロフラン溶液30mLを-78℃に冷却し、n-ブチルリチウム(1.6M、ヘキサン溶液)(10mmol)を滴下し、得られる混合物を1時間攪拌する。得られる溶液に、 Bu_3SnCl (10mmol)を滴下し、得られる混合物を攪拌した後、25℃まで昇温

し、さらに1時間攪拌する。得られる溶液に、ビス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(1mmol)、1,4-ジブロモ-2,5-ジヨードベンゼン(5mmol)を加える。得られる混合物を、65℃で8時間攪拌した後、濃縮し、残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィで精製することにより、下式で示される化合物が得られる。



5

[実施例9]



(2-7)

前記[実施例8]で得られる化合物(5mmol)、n-ドデシルアミン(25mmol)、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム(1mmol)、ナトリウムtert-ブトキシド(50mmol)、(±)-2,2'-ビス(ジフェニルホスフィノ)-1,1'-ビナフチル(4mmol)およびトルエン(100mL)の混合物を、窒素雰囲気下で21時間還流させる。得られる反応混合物を室温まで放冷した後、水を加え、クロロホルムにより抽出する。得られる有機層を硫酸マグネシウムで乾燥し、濾過後、得られる濾液を減圧下濃縮する。得られる混合物をシリカゲルカラムクロマトグラフィで精製することにより、式(2-7)で示される化合物が得られる。昇華により、式(2-7)で示される化合物は精製される。

10

15

[薄膜および該薄膜を有機半導体活性層とする有機トランジスタの製造例3]

オクチルトリクロロシラン処理が行われている200nmのSiO₂熱酸化膜付きnドーパシリコンウエハー上に、有機半導体層を形成するための金属マスクを置き、マスクされているシリコンウエハーを得る。次に、真空度 1×10^{-3} パスカル以下に設定されているチャンバ内に、該ウエハーと、実施例9で得られる式(2-7)で示される化合物が入っているタングステン製のボートとを設置し、該ボートを加熱しながら該ウエハーを室

20

温（24℃）以上150℃以下の範囲に加熱し、金属マスクされていない部分に、式（2-7）で示される化合物の薄膜からなる有機半導体層を形成することができる。

続いて、金属マスクを外した後、ソース電極およびドレイン電極を形成するための金属マスクを有機半導体層の面に置き、膜厚40nmの金の層を同様の真空蒸着法で該有機半導体層上に成膜して、ソース電極およびドレイン電極を形成し、図1に示すような有機トランジスタを製造することができる。

[薄膜および該薄膜を有機半導体活性層とする有機トランジスタの製造例4]

実施例9で得られる式（2-7）で示される化合物をo-キシレンに溶解して、式（2-7）で示される化合物の濃度が0.3重量%の溶液を調製する。

フェネチルトリクロロシラン処理が行っているSiO₂熱酸化膜付きnドープシリコンウエハー上に、有機半導体層を形成するための金属マスクを置き、マスクされているシリコンウエハーを得る。次に、上記溶液を該ウエハーにスピコート法により塗布し、式（2-7）で示される化合物からなる薄膜を形成する。さらに形成される薄膜を80℃にて30分保温し、金属マスクされていない部分に、式（2-7）で示される化合物の薄膜からなる有機半導体層を形成することができる。

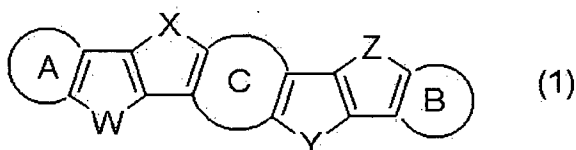
続いて、金属マスクを外した後、ソース電極およびドレイン電極を形成するための金属マスクを有機半導体層の面に置き、膜厚40nmの金の層を同様の真空蒸着法で該有機半導体層上に成膜して、ソース電極およびドレイン電極を形成し、図1に示すような有機トランジスタを製造することができる。

産業上の利用可能性

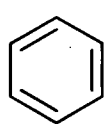
本発明によれば、有機半導体活性層として好適な薄膜を与えることが可能な多環式化合物が提供可能である。

請 求 の 範 囲

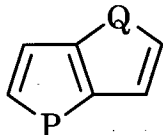
1. 式 (1)



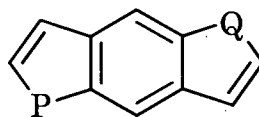
(式中、環構造Cは、式 (C 1) で示されるベンゼン環、式 (C 2) で示されるヘテロ [3, 2-b] ヘテロール環または式 (C 3) で示されるベンゾ [1, 2-b : 4, 5-b'] ジヘテロール環を表わす。



(C1)



(C2)



(C3)

(式中、PおよびQは独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子またはテルル原子を表わし、上記環を構成するベンゼン環は置換基を有していてもよい。)

W、X、YおよびZは、独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子、テルル原子、SO₂、(R^{1 1}) - C - (R^{1 2})、(R^{1 3}) - Si - (R^{1 4}) または N - (R^{1 5}) を表わし、かつ、W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも1つは、N - (R^{1 5}) である。

環構造Aおよび環構造Bは、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性炭素環または置換基を有していてもよい芳香族性複素環を表わし、環構造Cが式 (C 1) で示されるベンゼン環であり、かつ、XおよびYがN - (R^{1 5}) であるときは、環構造Aおよび環構造Bは、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環である。

R^{1 1}、R^{1 2}、R^{1 3} および R^{1 4} は、独立して、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル基または水素原子を表わし、R^{1 5} は独立して、1以上のハロゲン原子を有していてもよいアルキル基を表わす。)

で示される多環式化合物。

2. W、X、YおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子、セレン原子またはN - (R^{1 5}) であり、かつ、W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも1つが、N - (R^{1 5}) である請求項1に記載の多環式化合物。

3. W、X、YおよびZからなる群から選ばれる少なくとも2つが、N - (R^{1 5}) である請求項2に記載の多環式化合物。

4. 環構造Cが、式 (C 2) で示されるヘテロ [3, 2-b] ヘテロール環または式 (C 3) で示されるベンゾ [1, 2-b : 4, 5-b'] ジヘテロール環である請求項1に記載の多環式化合物。

5. 環構造Cが式(C1)で示されるベンゼン環であり、XおよびYが、独立して、 $N-(R^{1-5})$ であり、WおよびZが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよい芳香族性複素環である請求項1に記載の多環式化合物。

5 6. 環構造Cが式(C1)で示されるベンゼン環であり、かつ、XおよびYが、独立して、硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、WおよびZが、独立して、 $N-(R^{1-5})$ である請求項1に記載の多環式化合物。

7. 置換基を有していてもよい芳香族性炭素環が、置換基を有していてもよいベンゼン環または置換基を有していてもよいナフタレン環であり、置換基を有していてもよい芳香族性複素環が、置換基を有していてもよいチオフェン環、置換基を有していてもよいベンゾ[b]-チオフェン環または置換基を有していてもよいチエノ[3, 2-b]-チオフェン環である請求項1~6のいずれかに記載の多環式化合物。

8. 環構造Cが、チエノ[b]-チオフェン環、置換基を有していてもよいベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジチオフェン環または置換基を有していてもよいベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジフラン環である請求項4に記載の多環式化合物。

9. 環構造Cが、チエノ[3, 2-b]-チオフェン環または無置換のベンゾ[1, 2-b:4, 5-b']ジチオフェン環である請求項4に記載の多環式化合物。

10. WおよびXのうち的一方が $N-(R^{1-5})$ であり、他方が硫黄原子、酸素原子またはセレン原子であり、YおよびZのうち的一方が $N-(R^{1-5})$ であり、他方が硫黄原子、酸素原子またはセレン原子である請求項4に記載の多環式化合物。

11. Xが $N-(R^{1-5})$ であり、Wが硫黄原子であり、Yが $N-(R^{1-5})$ であり、Zが硫黄原子である請求項10に記載の多環式化合物。

12. Wが $N-(R^{1-5})$ であり、Xが硫黄原子であり、Zが $N-(R^{1-5})$ であり、Yが硫黄原子である請求項10に記載の多環式化合物。

13. 環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいチオフェン環である請求項5に記載の多環式化合物。

14. XおよびYが同一の $N-(R^{1-5})$ であり、WおよびZが硫黄原子である請求項5に記載の多環式化合物。

15. 環構造Aおよび環構造Bが、独立して、置換基を有していてもよいベンゼン環、置換基を有していてもよいナフタレン環または置換基を有していてもよいチオフェン環である請求項6に記載の多環式化合物。

16. WおよびZが同一の $N-(R^{1-5})$ であり、XおよびYの両方が、硫黄原子または酸素原子である請求項6に記載の多環式化合物。

17. 請求項1~16のいずれかに記載の多環式化合物を含む薄膜。

18. 請求項1~16のいずれかに記載の多環式化合物のみからなる薄膜。

19. 請求項17に記載の薄膜を含む有機トランジスタ。

- 20. 請求項18に記載の薄膜を含む有機トランジスタ。
- 21. 請求項19または請求項20に記載の有機トランジスタを含む有機半導体デバイス。

図 1

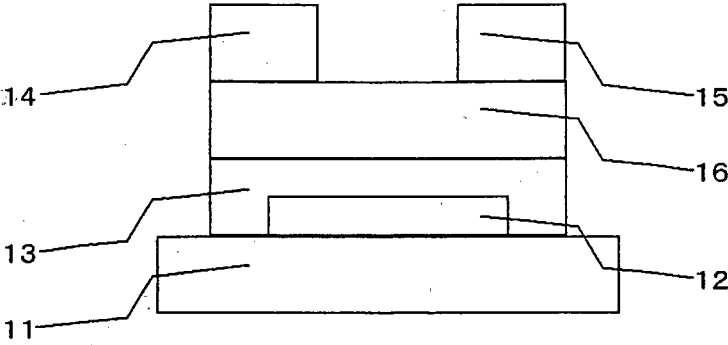
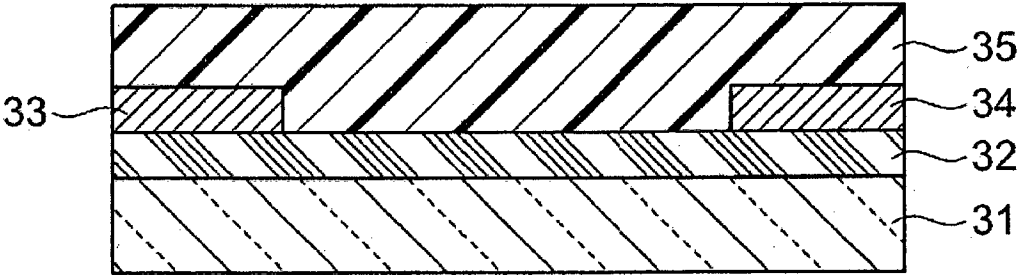


図 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07D495/22(2006.01)i, C07D495/04(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i, H01L51/05(2006.01)i, H01L51/30(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C07D495/22, C07D495/04, H01L29/786, H01L51/05, H01L51/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAPLUS/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO 2010/027106 A1 (Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 11 March 2010 (11.03.2010), entire text; particularly, claims; examples & JP 2010-83884 A	1-21
X/Y	JP 2009-99658 A (Mitsui Chemicals, Inc.), 07 May 2009 (07.05.2009), entire text; particularly, claims; paragraphs [0034] to [0056]; examples (Family: none)	1-3, 5, 7, 14, 17-21/1-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 April, 2011 (06.04.11)

Date of mailing of the international search report
19 April, 2011 (19.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055568

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-10541 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 17 January 2008 (17.01.2008), entire text; particularly, claims; paragraphs [0044] to [0054]; examples (Family: none)	1-21
Y	WO 2008/026602 A1 (Tosoh Corp.), 06 March 2008 (06.03.2008), entire text; particularly, claims; paragraphs [0035] to [0039]; examples & US 2009/261300 A1 & EP 2067782 A1	1-21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C07D495/22(2006.01)i, C07D495/04(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i, H01L51/05(2006.01)i, H01L51/30(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C07D495/22, C07D495/04, H01L29/786, H01L51/05, H01L51/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAplus/REGISTRY (STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, X	WO 2010/027106 A1 (住友化学株式会社) 2010.03.11, 全文、特に請求の範囲、実施例 & JP 2010-83884 A	1-21
X / Y	JP 2009-99658 A (三井化学株式会社) 2009.05.07, 全文、特に特許請求の範囲、段落[0034]-[0056]、実施例 (ファミリーなし)	1-3, 5, 7, 14, 17-21/ 1-21

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三上 晶子

4 P

4 0 4 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 9 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-10541 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2008.01.17, 全文、特に特許請求の範囲、段落[0044]-[0054]、実施例 (ファミリーなし)	1-21
Y	WO 2008/026602 A1 (東ソー株式会社) 2008.03.06, 全文、特に請求の範囲、段落[0035]-[0039]、実施例 & US 2009/261300 A1 & EP 2067782 A1	1-21