

(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
2015年9月11日(11.09.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/133373 A1

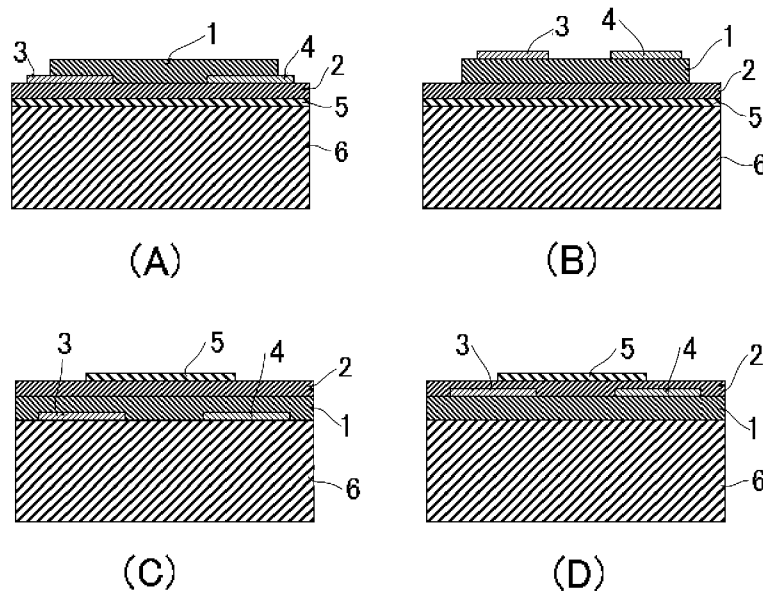
- (51) 国際特許分類:
H01L 29/786 (2006.01) *H01L 51/05* (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) *H01L 51/30* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/055705
- (22) 国際出願日: 2015年2月26日(26.02.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-045167 2014年3月7日(07.03.2014) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 滝沢 裕雄(TAKIZAWA, Hiroo); 〒2588577 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 永田 裕三(NAGATA, Yuzo); 〒2588577 神奈川県足柄上
- 郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 飯田 敏三, 外(IIDA, Toshizo et al.); 〒1050004 東京都港区新橋3丁目1番10号 石井ビル3階 Tokyo (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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: THIN-FILM TRANSISTOR

(54) 発明の名称: 薄膜トランジスタ

[図1]



(57) Abstract: A thin-film transistor having, on a substrate, a gate electrode, a semiconductor layer, a gate insulating layer provided between the gate electrode and the semiconductor layer, a source electrode and a drain electrode provided in contact with the organic semiconductor layer and coupled together through the semiconductor layer, the gate insulating layer containing an organic polymer not having an amide bond and an imide bond. The water content ratio of the gate insulating layer is 0.01-1000 ppm.

(57) 要約: 基板上に、ゲート電極と、半導体層と、ゲート電極と半導体層との間に設けられたゲート絶縁層と、半導体層に接して設けられ、半導体層を介して連結されたソース電極及びドレイン電極とを有する薄膜トランジスタであって、ゲート絶縁層がアミド結合及びイミド結合を有さない有機高分子を含有し、且つ、ゲート絶縁層の含水率が0.01~1000ppmである、薄膜トランジスタ。

WO 2015/133373 A1



ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 薄膜トランジスタ

技術分野

[0001] 本発明は、薄膜トランジスタに関する。

背景技術

[0002] 液晶ディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ及び電気泳動型ディスプレイ等の表示装置の多くは薄膜トランジスタ（以下、「ＴＦＴ」ともいう。）が表示スイッチングデバイスとして組み込まれている。ＴＦＴは、基板上に、ゲート電極、半導体層、ゲート電極と半導体層の間に設けられたゲート絶縁層からなる構造体を有しており、さらに半導体層に接してソース電極及びドレイン電極が設けられている。ＴＦＴは、ゲート電極に電圧を印加することで駆動する。ゲート電極に電圧を印加することで半導体中の電子又はホールからなるキャリア量をコントロールし、ソース電極－ドレイン電極間に流れる電流が制御される。

[0003] ＴＦＴに用いる半導体には、従来からアモルファスもしくは多結晶の薄膜シリコンといった無機半導体が用いられてきた。しかし、ＴＦＴの半導体層を無機半導体で形成する場合、真空プロセスや３００℃以上の高温プロセスを要し、生産性の向上には制約がある。

これに対し近年では、有機半導体を用いたＴＦＴも普及してきている。有機半導体層は、インクジェット、スピンコート、フレキソ印刷等の方法により成膜できるため、成膜プロセスをより低温で、高速・効率的に、低コストで行うことができる。

[0004] 半導体層に有機半導体を用いたＴＦＴの多くは、ゲート絶縁層としてシリコンを熱酸化した酸化ケイ素を用いている。酸化ケイ素膜を用いる場合、その上に形成する有機半導体のキャリア伝導性能を十分に引き出すために、通常は酸化ケイ素膜表面をヘキサメチルジシラザン（ＨＭＤＳ）やオクタデシルトリクロロシラン（ＯＴＳ）等により処理し、表面を撥水性にする。この

表面処理により、酸化ケイ素膜表面のヒドロキシル基がクエンチされ、また、ゲート絶縁膜の表面エネルギーが低下して半導体の結晶性が向上するため、キャリア移動度が向上する。しかし、HMDSやOTSは、ゲート絶縁膜表面で凝集したりポリマー化したりすることがある。そうすると半導体が結晶成長しにくくなり、十分なキャリア移動度が得られない。

また、ゲート絶縁膜を有機高分子化合物で形成したTFETも知られており、例えば特許文献1には、ゲート絶縁層にポリイミドで形成したTFETが記載されている。この特許文献1には、ポリイミドからなるゲート絶縁層の吸水量を 0.65 mg/cm^3 以下とすることで、TFETの電界効果移動度と on/off 比（電流増幅率）を良好化することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-303271号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、優れたキャリア移動度と高い電流増幅率とを両立し、スイッチング動作をより速く確実に行うことができ、しかも、閾値電圧が低く消費電力も抑えた薄膜トランジスタを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは上記課題に鑑み鋭意検討を重ねた。その結果、ゲート絶縁層に特定の有機高分子を含有する薄膜トランジスタにおいて、ゲート絶縁層の含水率を特定の範囲内とすると、優れた電流増幅率（ on/off 比）を示すことを見い出した。さらに、含水率が上記特定の範囲内にあるゲート絶縁層を有するTFETは、電流増幅率と通常は正の相関を示す閾値電圧が意外にも低く抑えられ、且つ、キャリア移動度も向上することを見い出した。本発明はこれらの知見に基づき完成されるに至った。

[0008] 上記の課題は以下の手段により達成された。

〔１〕

基板上に、ゲート電極と、半導体層と、ゲート電極と半導体層との間に設けられたゲート絶縁層と、半導体層に接して設けられ、半導体層を介して連結されたソース電極及びドレイン電極とを有する薄膜トランジスタであって、

ゲート絶縁層がアミド結合及びイミド結合を有さない有機高分子化合物を含有し、且つ、前記ゲート絶縁層の含水率が $0.01 \sim 1000 \text{ ppm}$ である、薄膜トランジスタ。

〔２〕

ゲート絶縁層の含水率が $0.05 \sim 100 \text{ ppm}$ である、〔１〕に記載の薄膜トランジスタ。

〔３〕

ゲート絶縁層の含水率が $0.05 \sim 20 \text{ ppm}$ である、〔１〕に記載の薄膜トランジスタ。

〔４〕

上記ゲート絶縁層の含水率が、薄膜トランジスタの製造において、ゲート絶縁層を形成した後にゲート絶縁層を乾燥処理に付して調整される、〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の薄膜トランジスタ。

〔５〕

上記有機高分子化合物が、ポリビニルフェノール、ノボラック樹脂、ポリスチレン、ポリ（メタ）アクリレート、エポキシ樹脂、エポキシ（メタ）アクリレート樹脂、ポリビニルアルコール、フッ素樹脂、ポリシクロオレフィン、ポリシルセスキオキサン、ポリシロキサン、ポリエステル、ポリエーテルスルホン、及びポリエーテルケトンから選ばれる有機高分子化合物である、〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の薄膜トランジスタ。

〔６〕

上記有機高分子化合物が、ポリビニルフェノール、ポリスチレン、ポリ（メタ）アクリレート、エポキシ（メタ）アクリレート樹脂、フッ素樹脂、ポ

リシクロオレフィン、ポリシルセスキオキサン、及びポリシロキサンから選ばれる有機高分子化合物である、〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の薄膜トランジスタ。

〔７〕

半導体層が有機半導体を含む、〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の薄膜トランジスタ。

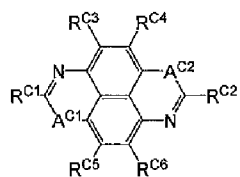
〔８〕

有機半導体が、下記一般式（Ｃ）～（Ｔ）のいずれかで表される、〔７〕に記載の薄膜トランジスタ。

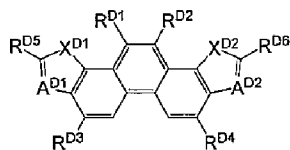
[0009]

[化1]

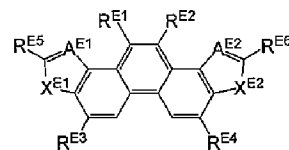
一般式(C)



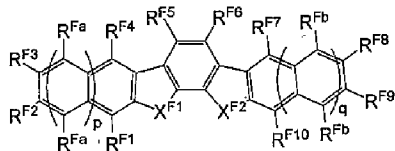
一般式(D)



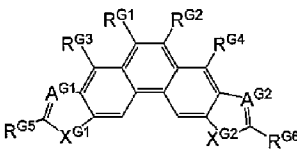
一般式(E)



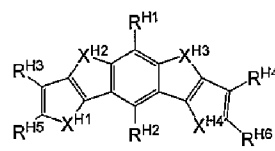
一般式(F)



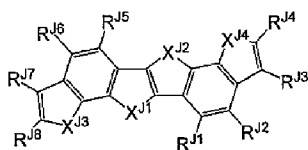
一般式(G)



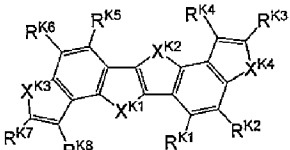
一般式(H)



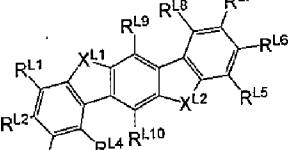
一般式(J)



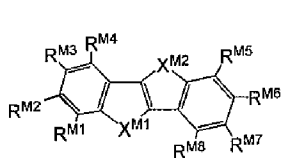
一般式(K)



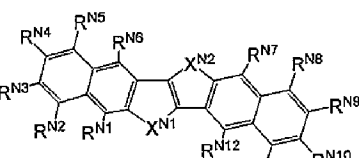
一般式(L)



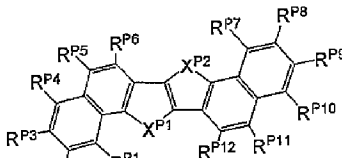
一般式(M)



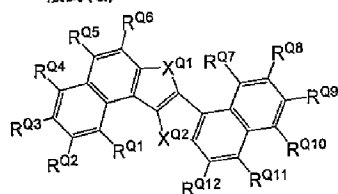
一般式(N)



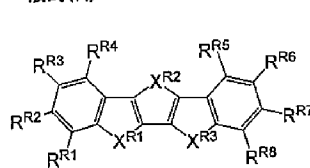
一般式(P)



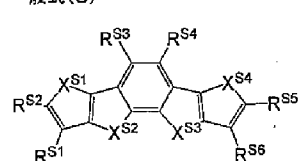
一般式(Q)



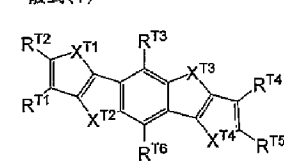
一般式(R)



一般式(S)



一般式(T)



[0010] 一般式(C)中、 A^{C1} 、 A^{C2} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 $R^{C1} \sim R^{C6}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{C1} \sim R^{C6}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(D)中、 X^{D1} 及び X^{D2} は $N R^{D9}$ 、酸素原子又は硫黄原子を表す。

A^{D1} は CR^{D7} 又は窒素原子を表し、 A^{D2} は CR^{D8} 又は窒素原子を表し、 R^{D9} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基又はアシル基を表す。 $R^{D1} \sim R^{D8}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{D1} \sim R^{D8}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(E)中、 X^{E1} 及び X^{E2} は酸素原子、硫黄原子又は NR^{E7} を表す。 A^{E1} 及び A^{E2} は CR^{E8} 又は窒素原子を表す。 $R^{E1} \sim R^{E8}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{E1} \sim R^{E8}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(F)中、 X^{F1} 及び X^{F2} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 $R^{F1} \sim R^{F10}$ 、 R^{Fa} 及び R^{Fb} は水素原子又は置換基を表し、 $R^{F1} \sim R^{F10}$ 、 R^{Fa} 及び R^{Fb} のうち少なくとも一つは一般式(W)で表される置換基である。 p 及び q は0～2の整数を表す。

一般式(G)中、 X^{G1} 及び X^{G2} は NR^{G9} 、酸素原子又は硫黄原子を表す。 A^{G1} は CR^{G7} 又は窒素原子を表し、 A^{G2} は CR^{G8} 又は窒素原子を表す。 R^{G9} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アシル基、アリーール基又はヘテロアリーール基を表し、 $R^{G1} \sim R^{G8}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{G1} \sim R^{G8}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(H)中、 $X^{H1} \sim X^{H4}$ は NR^{H7} 、酸素原子又は硫黄原子を表し、 R^{H7} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アシル基、アリーール基又はヘテロアリーール基を表す。 $R^{H1} \sim R^{H6}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{H1} \sim R^{H6}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(J)中、 X^{J1} 及び X^{J2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{J9} を表す。 X^{J3} 及び X^{J4} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 $R^{J1} \sim R^{J9}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{J1} \sim R^{J9}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(K)中、 X^{K1} 及び X^{K2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は N

R^{K9} を表す。 X^{K3} 及び X^{K4} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 $R^{K1} \sim R^{K9}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{K1} \sim R^{K9}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(L)中、 X^{L1} 及び X^{L2} は酸素原子、硫黄原子又は $N R^{L11}$ を表す。 $R^{L1} \sim R^{L11}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{L1} \sim R^{L11}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(M)中、 X^{M1} 及び X^{M2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{M9}$ を表す。 $R^{M1} \sim R^{M9}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{M1} \sim R^{M9}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(N)中、 X^{N1} 及び X^{N2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{N13}$ を表す。 $R^{N1} \sim R^{N13}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{N1} \sim R^{N13}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(P)中、 X^{P1} 及び X^{P2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{P13}$ を表す。 $R^{P1} \sim R^{P13}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{P1} \sim R^{P13}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(Q)中、 X^{Q1} 及び X^{Q2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{Q13}$ を表す。 $R^{Q1} \sim R^{Q13}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{Q1} \sim R^{Q13}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(R)中、 X^{R1} 、 X^{R2} 及び X^{R3} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{R9}$ を表す。 $R^{R1} \sim R^{R9}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{R1} \sim R^{R9}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(S)中、 X^{S1} 、 X^{S2} 、 X^{S3} 及び X^{S4} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{S7}$ を表す。 $R^{S1} \sim R^{S7}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{S1} \sim R^{S7}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

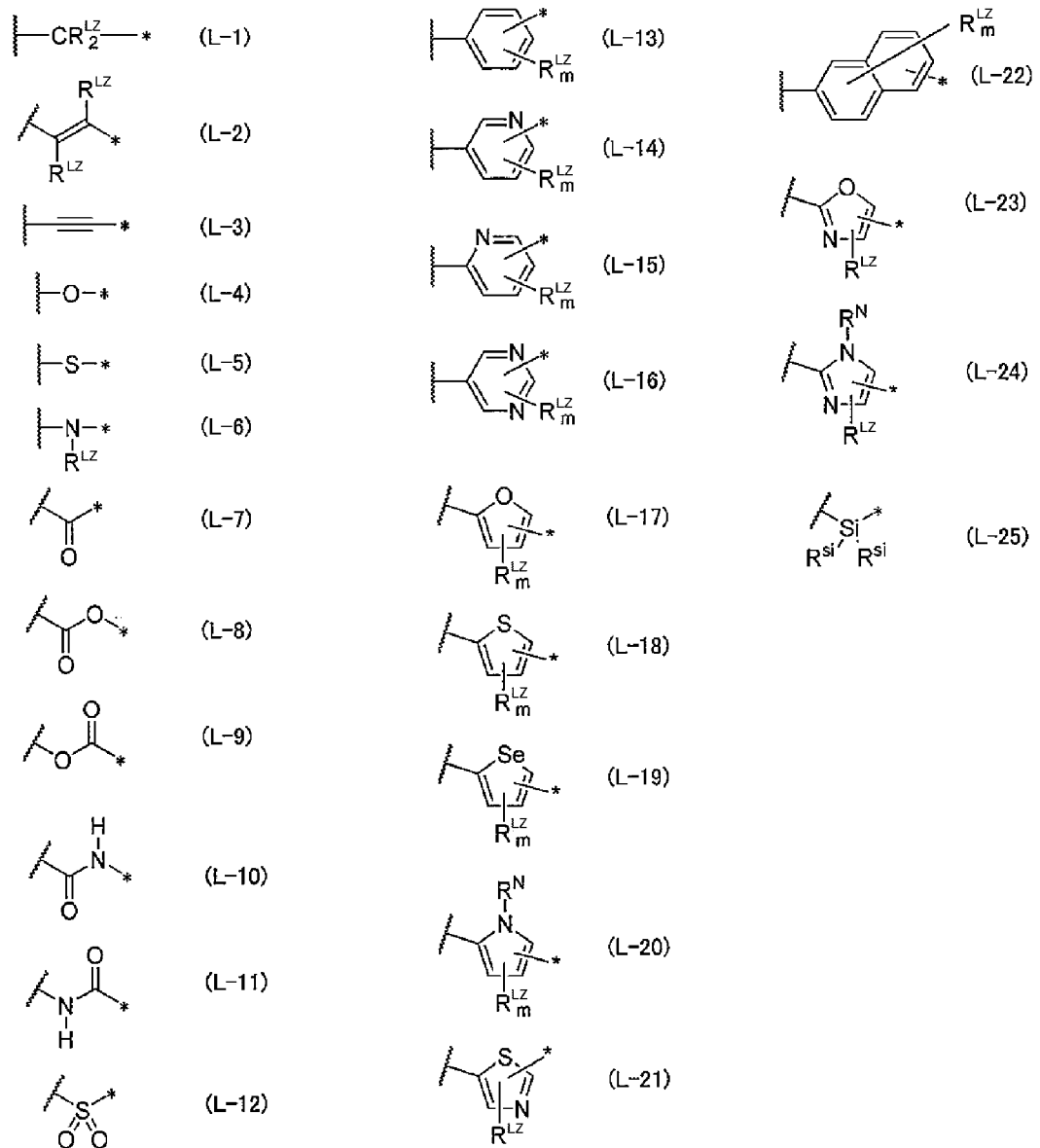
一般式(T)中、 X^{T1} 、 X^{T2} 、 X^{T3} 及び X^{T4} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{T7}$ を表す。 $R^{T1} \sim R^{T7}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{T1} \sim R^{T7}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(W) : $-L-R^W$

一般式 (W) 中、L は下記一般式 (L-1) ~ (L-25) のいずれかで表される 2 価の連結基又は 2 以上の下記一般式 (L-1) ~ (L-25) のいずれかで表される 2 価の連結基が結合した 2 価の連結基を表す。

R^W は置換又は無置換のアルキル基、シアノ基、ビニル基、エチニル基、オキシエチレン基、オキシエチレン単位の繰り返し数 v が 2 以上のオリゴオキシエチレン基、シロキサン基、ケイ素原子数が 2 以上のオリゴシロキサン基、あるいは、置換又は無置換のトリアルキルシリル基を表す。

[0011] [化2]



[0012] 一般式 (L-1) ~ (L-25) 中、波線部分は上記一般式 (C) ~ (T

）で表される各骨格を形成するいずれかの環との結合位置を表す。 $*$ は R^w との連結位置または一般式（L-1）～（L-25）の波線部分との結合位置を表す。

一般式（L-13）における m は4を表し、一般式（L-14）及び（L-15）における m は3を表し、一般式（L-16）～（L-20）における m は2を表し、（L-22）における m は6を表す。

一般式（L-1）、（L-2）、（L-6）及び（L-13）～（L-19）及び（L-21）～（L-24）における R^{LZ} はそれぞれ独立に水素原子又は置換基を表す。

R^N は水素原子又は置換基を表し、 R^{Si} はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アルケニル基又はアルキニル基を表す。

〔9〕

有機半導体が、一般式（C）、（F）、（J）及び（L）のいずれかで表される、〔8〕に記載の薄膜トランジスタ。

[0013] 本明細書において、特定の符号で表示された置換基や連結基等（以下、置換基等という）が複数あるとき、あるいは複数の置換基等を同時もしくは択一的に規定するときには、それぞれの置換基等は互いに同一でも異なってもよいことを意味する。このことは、置換基等の数の規定についても同様である。また、式中に同一の表示で表された複数の部分構造の繰り返しがある場合は、各部分構造ないし繰り返し単位は同一でも異なってもよい。また、特に断らない限り、複数の置換基等が近接（特に隣接）するときにはそれらが互いに連結したり縮環したりして環を形成していてもよい意味である。

[0014] 本明細書において化合物（ポリマーを含む）の表示については、当該化合物そのもののほか、その塩、そのイオンを含む意味に用いる。また、目的の効果を奏する範囲で、構造の一部を変化させたものを含む意味である。

[0015] 本明細書において置換・無置換を明記していない置換基（連結基についても同様）については、目的の効果を損なわない範囲で、その基にさらに置換

基を有していてもよい意味である。これは置換・無置換を明記していない化合物についても同義である。

[0016] 本明細書において「ppm」は質量基準である。

なお、本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

発明の効果

[0017] 本発明の薄膜トランジスタは、優れたキャリア移動度を示し、且つ、電流増幅率も高められているため、スイッチング動作をより速く、より確実に行うことができ、しかも閾値電圧が低く、消費電力も抑えられる。

[0018] 本発明の上記及び他の特徴及び利点は、適宜添付の図面を参照して、下記の記載からより明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の薄膜トランジスタの好ましい形態を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明について詳細に説明する。

[0021] [薄膜トランジスタ]

本発明の薄膜トランジスタ（以下、単に「本発明のTFT」という。）の形態を以下に説明する。

[0022] 本発明のTFTは、基板上に、ゲート電極と、半導体層と、上記ゲート電極と上記半導体層との間に設けられたゲート絶縁層と、上記半導体層に接して設けられ、上記半導体を介して連結されたソース電極及びドレイン電極とを有する。ゲート電極に電圧が印加されると、ソース電極ードレイン電極間の半導体層と隣接する層との界面に電流の流路（チャンネル）が形成される。すなわち、ゲート電極に印加される入力電圧に応じて、ソース電極とドレイン電極との間を流れる電流が制御される。

[0023] 本発明のTFTの好ましい形態を図面に基づいて説明する。各図面に示されるTFTは、本発明の理解を容易にするための模式図であり、各部材のサイズないし相対的な大小関係等は説明の便宜上大小を変えている場合があり

、実際の関係をもそのまま示すものではない。また、本発明で規定する事項以外はこれらの図面に示された外形、形状に限定されるものでもない。例えば、図1（A）及び（B）において、ゲート電極は必ずしも基板のすべてを覆っている必要はなく、基板の中央部分に設けられた形態も、本発明のTF Tの形態として好ましい。

図1（A）～（D）は、各々、本発明のTF Tの代表的な好ましい形態を模式的に表わす縦断面図である。図1（A）～（D）において、1は半導体層、2はゲート絶縁層、3はソース電極、4はドレイン電極、5はゲート電極、6は基板を示す。

また、図1（A）は、ボトムゲート・ボトムコンタクト型、図1（B）は、ボトムゲート・トップコンタクト型、図1（C）はトップゲート・ボトムコンタクト型、図1（D）はトップゲート・トップコンタクト型のTF Tを示している。本発明のTF Tには上記4つの形態のすべてが包含される。図示を省略するが、各TF Tの図面最上部（基板6に対して反対側）には、オーバーコート層が形成されている場合もある。

[0024] [基板]

基板は、TF T及びその上に作製される表示パネル等を支持できるものであればよい。基板は、表面に絶縁性があり、シート状で、表面が平坦であれば特に限定されない。

[0025] 基板の材料として、無機材料を用いてもよい。無機材料からなる基板として、例えば、ソーダライムガラス、石英ガラス等の各種ガラス基板や、表面に絶縁膜が形成された各種ガラス基板、表面に絶縁膜が形成された石英基板、表面に絶縁膜が形成されたシリコン基板、サファイヤ基板、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル等の各種合金や各種金属からなる金属基板、金属箔、紙等を挙げることができる。

基板がステンレスシート、アルミ箔、銅箔又はシリコンウェハ等の導電性あるいは半導体性の材料で形成されている場合、通常は、表面に絶縁性の高分子材料あるいは金属酸化物等を塗布又は積層して用いられる。

[0026] また、基板の材料として、有機材料を用いてもよい。例えば、ポリメチルメタクリレート（ポリメタクリル酸メチル、PMMA）やポリビニルアルコール（PVA）、ポリビニルフェノール（PVP）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリイミド、ポリアミド、ポリアセタール、ポリカーボネート（PC）、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）、ポリエチルエーテルケトン、ポリオレフィン、ポリシクロオレフィンに例示される有機ポリマーから構成された可撓性を有するプラスチック基板（プラスチックフィルム、プラスチックシートともいう）を挙げることができる。また雲母で形成したものも挙げることができる。

このような可撓性を有するプラスチック基板等を使用すれば、例えば曲面形状を有するディスプレイ装置や電子機器へのTFTの組込みあるいは一体化が可能となる。

[0027] 基板を形成する有機材料は、他の層の積層時や加熱時に軟化し難いことから、ガラス転移点が高いことが好ましく、ガラス転移点が40℃以上であるのが好ましい。また、製造時の熱処理により寸法変化を起こし難く、トランジスタ性能の安定性に優れる点から、線膨張係数が小さいことが好ましい。例えば、線膨張係数が $25 \times 10^{-5} \text{ cm/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 以下である材料が好ましく、 $10 \times 10^{-5} \text{ cm/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 以下である材料がさらに好ましい。

また、基板を構成する有機材料は、TFT作製時に用いる溶媒に対する耐性を有する材料が好ましく、また、ゲート絶縁層及び電極との密着性に優れる材料が好ましい。

さらに、ガスバリア性の高い有機ポリマーからなるプラスチック基板を用いることも好ましい。

基板の少なくとも片面に緻密なシリコン酸化膜等を設けたり、無機材料を蒸着又は積層したりすることも好ましい。

[0028] 基板として、上記の他に、導電性基板（金やアルミニウム等の金属からなる基板、高配向性グラファイトからなる基板、ステンレス鋼製基板等）も挙げることができる。

[0029] 基板には、密着性や平坦性を改善するためのバッファ層、ガスバリア性を向上させるためのバリア膜等の機能性膜、また表面に易接着層等の表面処理層を形成してもよいし、コロナ処理、プラズマ処理、UV／オゾン処理等の表面処理を施してもよい。

[0030] 基板の厚みは、10 mm以下であるのが好ましく、2 mm以下であるのがさらに好ましく、1 mm以下であるのが特に好ましい。また、一方で、0.01 mm以上であるのが好ましく、0.05 mm以上であるのがさらに好ましい。特に、プラスチック基板の場合は、厚みが0.05～0.1 mm程度であるのが好ましい。また、無機材料からなる基板の場合は、厚みが0.1～10 mm程度であるのが好ましい。

[0031] [ゲート電極]

ゲート電極は、TFTのゲート電極として用いられている従来公知の電極を用いることができる。ゲート電極を構成する導電性材料（電極材料ともいう）としては、特に限定されない。例えば、白金、金、銀、アルミニウム、クロム、ニッケル、銅、モリブデン、チタン、マグネシウム、カルシウム、バリウム、ナトリウム、パラジウム、鉄、マンガン等の金属； InO_2 、 SnO_2 、インジウム・錫酸化物（ITO）、フッ素ドープ酸化錫（FTO）、アルミニウムドープ酸化亜鉛（AZO）、ガリウムドープ酸化亜鉛（GZO）等の導電性金属酸化物；ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアセチレン、ポリ（3，4－エチレンジオキシチオフェン）／ポリスチレンスルホン酸（PEDOT／PSS）等の導電性高分子；塩酸、硫酸、スルホン酸等の酸、 PF_6 、 AsF_5 、 FeCl_3 等のルイス酸、ヨウ素等のハロゲン原子、ナトリウム、カリウム等の金属原子等のドーパントを添加した上記導電性高分子、並びに、カーボンブラック、グラファイト粉、金属微粒子等を分散した導電性の複合材料等が挙げられる。これらの材料は、1種のみを用いても、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用してもよい。

また、ゲート電極は、上記導電性材料からなる1層でもよく、2層以上を積層してもよい。

[0032] ゲート電極の形成方法に制限は無い。例えば、真空蒸着法等の物理蒸着法（PVD）、化学蒸着法（CVD法）、スパッタ法、印刷法（塗布法）、転写法、ゾルゲル法、メッキ法等により形成された膜を、必要に応じて所望の形状にパターンニングする方法が挙げられる。

塗布法では、上記材料の溶液、ペースト又は分散液を調製、塗布し、乾燥、焼成、光硬化又はエージング等により、膜を形成し、又は直接電極を形成できる。

また、インクジェット印刷、スクリーン印刷、（反転）オフセット印刷、凸版印刷、凹版印刷、平版印刷、熱転写印刷、マイクロコンタクトプリンティング法等は、所望のパターニングが可能であり、工程の簡素化、コスト低減、高速化の点で好ましい。

スピコート法、ダイコート法、マイクログラビアコート法、ディップコート法を採用する場合も、下記フォトリソグラフィー法等と組み合わせてパターンニングすることができる。

[0033] フォトリソグラフィー法としては、例えば、フォトレジストのパターニングと、エッチング液によるウェットエッチングや反応性のプラズマによるドライエッチング等のエッチングやリフトオフ法等とを組み合わせる方法等が挙げられる。

他のパターンニング方法として、上記材料に、レーザーや電子線等のエネルギー線を照射して、研磨し、又は材料の導電性を変化させる方法も挙げられる。

さらに、基板以外の支持体に印刷したゲート電極用組成物を基板等の下地層の上に転写させる方法も挙げられる。

[0034] ゲート電極の厚みは、任意であるが、1nm以上が好ましく、10nm以上が特に好ましい。また、500nm以下が好ましく、200nm以下が特に好ましい。

[0035] [ゲート絶縁層]

本発明のTFETにおいて、ゲート絶縁層は絶縁性の有機高分子化合物を含

有する。ゲート絶縁層は好ましくは絶縁性の有機高分子化合物で形成される。本発明においてゲート絶縁層を構成する有機高分子化合物はアミド結合及びイミド結合を有さない。ゲート絶縁層は、上記有機高分子化合物を含有する層であれば特に限定されず、単層であってもよいし、多層であってもよい。

[0036] 本発明のTFTを構成するゲート絶縁層は、その含水率が0.01～100ppmである。本発明のTFTにおいて、ゲート絶縁層に含まれる有機高分子化合物はアミド結合及びイミド結合のいずれも有さない。すなわち、ゲート絶縁層の含水率を特定の範囲に低く抑えることでリークパスが形成されにくく、さらに、ゲート絶縁層に含まれる有機高分子化合物がアミド結合やイミド結合といった極性の高い構造（親水性の高い構造）を有さないことで、ゲート絶縁層と水との相互作用も生じにくい。そのため、本発明のTFTはゲート絶縁層の優れた絶縁性に伴い高い電流増幅率を示す。しかも、意外なことに、この電流増幅率は、ゲート絶縁層が本発明で規定する特定量の水分を含有することでさらに高められる。さらに、本発明のTFTは閾値電圧が低い。通常、ゲート絶縁層の絶縁性とTFTの閾値電圧とは正に相関する。すなわち、ゲート絶縁層の絶縁性が高いと閾値電圧も高くなる。しかし、本発明のTFTは、ゲート絶縁層が本発明で規定する特定量の水分を含有することで、ゲート絶縁層の高い絶縁性を維持しながら閾値電圧は低く抑えられる。すなわち、本発明により、少ない消費電力でより確実にスイッチング動作を行うことができるTFTが提供される。さらに本発明のTFTは、ゲート絶縁層に本発明で規定する特定量の水分を含有することでキャリア移動度も良化する。本発明のTFTのゲート絶縁層は、その含水率が0.05～100ppmであることが好ましく、より好ましくは含水率が0.05～50ppm、さらに好ましくは含水率が0.05～20ppm、さらに好ましくは0.05～10ppmである。ゲート絶縁層の含水率は、例えば、TFTの製造においてゲート絶縁層を形成後、乾燥処理等に付することで調整することができる。

[0037] 本発明のTF Tのゲート絶縁層に用いる有機高分子化合物の好ましい例として、例えば、ポリビニルフェノール、ノボラック樹脂、ポリスチレン、ポリ（メタ）アクリレート、エポキシ樹脂、エポキシ（メタ）アクリレート樹脂、ポリビニルアルコール、フッ素樹脂、ポリシクロオレフィン、ポリシルセスキオキサン、ポリシロキサン、ポリエステル、ポリエステル、ポリエーテルスルホン、及びポリエーテルケトンから選ばれる1種又は2種以上が挙げられる。

上記ポリ（メタ）アクリレートとしては、ポリアルキルメタクリレートが好ましく、ポリメチルメタクリレートがより好ましい。上記フッ素樹脂としては、例えば、ポリフッ化ビニリデン、ポリテトラフルオロエチレン、CYTOPに代表される環状フルオロアルキルポリマーを挙げることができる。上記ポリシロキサンとしては、ジアルキルポリシロキサンが好ましく、ポリジメチルシロキサンがより好ましい。

[0038] 本発明のTF Tのゲート絶縁層に用いる有機高分子化合物は、より好ましくはポリビニルフェノール、ポリスチレン、ポリ（メタ）アクリレート、エポキシ（メタ）アクリレート、フッ素樹脂、ポリシクロオレフィン、ポリシルセスキオキサン、及びポリシロキサンから選ばれる1種又は2種以上であり、さらに好ましくはポリビニルフェノール、ポリシルセスキオキサン及びフッ素樹脂から選ばれる1種又は2種以上である。

[0039] 上記例示の有機高分子化合物は、上記例示の有機高分子化合物（ポリマー）の構成成分を構成単位とする共重合体の形態であってもよい。また、上記例示の有機高分子化合物には、所望の置換基を有している形態も含まれる。上記有機高分子化合物は、アルコキシシリル基やビニル基、アクリロイルオキシ基、エポキシ基、メチロール基等の反応性置換基を有する化合物と併用することもできる。

[0040] また、有機高分子化合物を用いてゲート絶縁層を形成する場合、ゲート絶縁層の耐溶剤性や絶縁耐性を増す目的等で、有機高分子化合物を架橋し、硬化させることも好ましい。すなわち、ゲート絶縁層に含まれる上記例示の有

機高分子化合物には、架橋構造を有する形態も含まれる。架橋は、光、熱又はこれら双方を用いて、酸又はラジカルを発生させることにより行うのが好ましい。

[0041] ラジカルを発生させて高分子化合物に架橋構造を導入する場合、光又は熱によりラジカルを発生させるラジカル発生剤として、例えば、特開2013-214649号公報の[0182]～[0186]に記載の熱重合開始剤(H1)及び光重合開始剤(H2)、特開2011-186069号公報の[0046]～[0051]に記載の光ラジカル発生剤、特開2010-285518号公報の[0042]～[0056]に記載の光ラジカル重合開始剤等を好適に用いることができ、好ましくはこれらの内容は本願明細書に組み込まれる。

また、ラジカルを発生させて高分子化合物に架橋構造を導入する場合、特開2013-214649号公報の[0167]～[0177]に記載の「数平均分子量(M_n)が140～5,000であり、架橋性官能基を有し、フッ素原子を有さない化合物(G)」を用いるのが好ましく、これらの内容は好ましくは本願明細書に組み込まれる。

[0042] 酸を発生させて高分子化合物に架橋構造を導入する場合、光により酸を発生させる光酸発生剤として、例えば、特開2010-285518号公報の[0033]～[0034]に記載の光カチオン重合開始剤、特開2012-163946号公報の[0120]～[0136]に記載の酸発生剤、特にスルホニウム塩、ヨードニウム塩等を好ましく使用することができ、好ましくはこれらの内容は本願明細書に組み込まれる。また、熱により酸を発生させる熱酸発生剤(触媒)として、例えば、特開2010-285518号公報の[0035]～[0038]に記載の熱カチオン重合開始剤、特にオニウム塩等や、特開2005-354012号公報の[0034]～[0035]に記載の触媒、特にスルホン酸類及びスルホン酸アミン塩等を好ましく使用することができ、好ましくはこれらの内容は本願明細書に組み込まれる。

また、酸を発生させて高分子化合物に架橋構造を導入する場合、特開 2005-354012 号公報の [0032] ~ [0033] に記載の架橋剤、特に二官能以上のエポキシ化合物、オキセタン化合物、特開 2006-303465 号公報の [0046] ~ [0062] に記載の架橋剤、特に 2 個以上の架橋基を有し、該架橋基の少なくとも一つがメチロール基もしくは NH 基であることを特徴とする化合物、及び、特開 2012-163946 号公報の [0137] ~ [0145] に記載の、ヒドロキシメチル基又はアルコキシメチル基を分子内に 2 個以上有する化合物を用いるのが好ましく、これらの内容は好ましくは本願明細書に組み込まれる。

[0043] ゲート絶縁層を有機高分子で形成する方法としては、例えば、有機高分子を塗工、硬化する方法が挙げられる。塗工方法は、特に限定されず、上記の各印刷法が挙げられる。なかでも、マイクログラビアコート法、ディップコート法、スクリーンコート印刷、ダイコート法又はスピンコート法等のウェットコーティング法が好ましい。

[0044] ゲート絶縁層は、上記の方法以外にも、リフトオフ法、ゾルーゲル法、電着法及びシャドウマスク法のいずれかと、必要に応じてパターニング法とを組合せた方法により、設けることもできる。

[0045] ゲート絶縁層は、コロナ処理、プラズマ処理、UV/オゾン処理等の表面処理を施してもよいが、この場合、処理による表面粗さを粗くしないのが好ましい。好ましくは、ゲート絶縁層表面の算術平均粗さ R_a 又は二乗平均粗さ R_{MS} は 0.5 nm 以下である。

[0046] 本発明の TFT において、ゲート絶縁層は、上記有機高分子化合物を含む絶縁層の 1 層又は 2 層以上から形成されていても良いし、上記有機高分子化合物を含む絶縁層の 1 層又は 2 層以上と、無機絶縁層の 1 層又は 2 層以上とを積層した構造であってもよい。

[0047] 上記無機絶縁層の材料に特に制限はないが、無機酸化物から形成されることが好ましい。無機酸化物としては、特に限定されるものではないが、例えば、酸化ケイ素、窒化ケイ素 (SiN_x)、酸化ハフニウム、酸化チタン、酸

化タンタル、酸化アルミニウム、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化銅、酸化ニッケル等の酸化物、また、 SrTiO_3 、 CaTiO_3 、 BaTiO_3 、 MgTiO_3 、 SrNb_2O_6 のようなペロブスカイト、あるいはこれらの複合酸化物又は混合物等が挙げられる。ここで、酸化ケイ素としては、酸化シリコン (SiO_x) の他に、BPSG、PSG、BSG、AsSG、PbSG、酸化窒化シリコン (SiON)、SOG (スピノングラス)、低誘電率 SiO_2 系材料 (例えば、ポリアリールエーテル、シクロパーフルオロカーボンポリマー及びベンゾシクロブテン、環状フッ素樹脂、ポリテトラフルオロエチレン、フッ化アリールエーテル、フッ化ポリイミド、アモルファスカーボン、有機SOG) を含む。

[0048] ゲート絶縁層を無機酸化物で形成する方法としては、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング又はCVD法等の真空成膜法を用いることができ、また成膜中に任意のガスを用いたプラズマやイオン銃、ラジカル銃等でアシストを行ってもよい。

また、それぞれの金属酸化物に対応する前駆体、具体的には塩化物、臭化物等の金属ハロゲン化物や金属アルコキシド、金属水酸化物等を、アルコールや水中で塩酸、硫酸、硝酸等の酸や水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等の塩基と反応させて加水分解することにより、形成してもよい。このような溶液系のプロセスを用いる場合、上記ウエットコーティング法を用いることができる。

[0049] [自己組織化単分子膜層 (SAM)]

ゲート絶縁層上には、自己組織化単分子膜層を形成することもできる。

自己組織化単分子膜層を形成する化合物としては、自己組織化する化合物であれば特に限定されず、例えば、自己組織化する化合物として、下記式1 Sで表される一種類以上の化合物を用いることができる。



[0050] 式1 S中、 R^{1S} は、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、又は、ヘテロ環基 (チエニル、ピロ

リル、ピリジル、フルオレニル等)のいずれかを表す。

X^S は吸着性又は反応性置換基を表し、具体的には、 $-SiX^4X^5X^6$ 基 (X^4 は、ハライド基又はアルコキシ基を表し、 X^5 、 X^6 はそれぞれ独立にハライド基、アルコキシ基、アルキル基、アリール基を表す。 X^4 、 X^5 、 X^6 はそれぞれ同じであることが好ましく、クロロ基、メトキシ基、エトキシ基であることがより好ましい)、ホスホン酸基 ($-PO_3H_2$)、ホスフィン酸基 ($-PRO_2H$ 、 R はアルキル基)、リン酸基、亜リン酸基、アミノ基、ハライド基、カルボキシ基、スルホン酸基、ホウ酸基 ($-B(OH)_2$)、ヒドロキシ基、チオール基、エチニル基、ビニル基、ニトロ基又はシアノ基のいずれかを表す。

[0051] R^{1S} は、好ましくは分岐しておらず、例えば、直鎖状のノルマルアルキル (n -アルキル) 基や、フェニル基が三個直列に配置された *ter*-フェニル基や、フェニル基のパラ位の両側に n -アルキル基が配置されたような構造が好ましい。また、アルキル鎖の中にエーテル結合を有していてもよく、炭素-炭素の二重結合や三重結合を有していてもよい。

[0052] 自己組織化単分子膜層は、吸着性又は反応性置換基 X^S が、対応するゲート絶縁層表面の反応性部位 (例えば $-OH$ 基) と相互作用、吸着又は反応し結合を形成することにより、ゲート絶縁層上に形成される。分子がより緻密に充填されることにより、自己組織化単分子膜層の表面は、より平滑で表面エネルギーの低い表面を与えることから、上記式 1 S で表される化合物は、主骨格が直線状であり、分子長が揃っていることが好ましい。

[0053] 式 1 S で表される化合物の特に好ましい例として具体的には、例えば、メチルトリクロロシラン、エチルトリクロロシラン、ブチルトリクロロシラン、オクチルトリクロロシラン、デシルトリクロロシラン、オクタデシルトリクロロシラン、フェネチルトリクロロシラン、等のアルキルトリクロロシラン化合物、メチルトリメトキシシラン、エチルトリメトキシシラン、ブチルトリメトキシシラン、オクチルトリメトキシシラン、デシルトリメトキシシラン、オクタデシルトリメトキシシラン等のアルキルトリアルコキシシラン

化合物、アルキルホスホン酸、アリールホスホン酸、アルキルカルボン酸、アリールホスホン酸、アルキルハウ酸基、アリールハウ酸基、アルキルチオール基、アリールチオール基等が挙げられる。

[0054] 自己組織化単分子膜層は、上記化合物を真空下でゲート絶縁層に蒸着する方法、上記化合物の溶液中にゲート絶縁層を浸漬する方法、Langmuir-Blodgett法等を用いて、形成することができる。また、例えば、アルキルクロシラン化合物又はアルキルアルコキシシラン化合物を有機溶媒中に1～10質量％溶解した溶液でゲート絶縁層を処理することにより形成できる。本発明において、自己組織化単分子膜層を形成する方法はこれらに限るものではない。

例えば、より緻密な自己組織化単分子膜層を得る好ましい方法として、Langmuir 19, 1159 (2003) 及び J. Phys. Chem. B 110, 21101 (2006) 等に記載の方法が挙げられる。

[0055] 具体的には、上記化合物を分散させた揮発性の高い乾燥溶媒中にゲート絶縁層を浸漬させて膜を形成し、ゲート絶縁層を取り出し、必要に応じてアニール等の上記化合物とゲート絶縁層の反応工程を行なった後、乾燥溶媒で洗い流してから、乾燥させて自己組織化単分子膜層を形成できる。

乾燥溶媒としては、特に限定されないが、例えば、クロロホルム、トリクロロエチレン、アニソール、ジエチルエーテル、ヘキサン、トルエン等を単独又は混合して用いることができる。

さらに、乾燥雰囲気中又は乾燥気体の吹きつけによって、膜を乾燥させることが好ましい。乾燥気体には窒素等の不活性気体を用いるのが好ましい。このような自己組織化単分子膜層の製造方法を用いることにより、緻密で凝集や欠損のない自己組織化単分子膜層が形成されることから、自己組織化単分子膜層の表面粗さを0.3 nm以下に抑えることができる。

[0056] [半導体層]

<有機半導体層>

有機半導体層は、半導体性を示し、キャリアを蓄積可能な層である。

有機半導体層は、有機半導体を含有する層であればよい。

有機半導体としては、特に限定されず、有機ポリマー及びその誘導体、低分子化合物等が挙げられる。

本発明において、低分子化合物は、有機ポリマー及びその誘導体以外の化合物を意味する。すなわち、繰り返し単位を有さない化合物をいう。低分子化合物は、このような化合物である限り、分子量は特に限定されるものではない。低分子化合物の分子量は、好ましくは300～2000であり、さらに好ましくは400～1000である。

[0057] 低分子化合物としては、縮合多環芳香族化合物が挙げられる。例えば、ナフタセン、ペンタセン（2，3，6，7-ジベンゾアントラセン）、ヘキサセン、ヘプタセン、ジベンゾペンタセン、テトラベンゾペンタセン等のアセン、アントラジチオフエン、ピレン、ベンゾピレン、ジベンゾピレン、クリセン、ペリレン、コロネン、テリレン、オバレン、クオテリレン、サーカムアントラセン、及び、これらの炭素原子の一部をN、S、O等の原子で置換した誘導体又は上記炭素原子に結合している少なくとも1つの水素原子をカルボニル基等の官能基で置換した誘導体（ペリキサントキノキサントテン及びその誘導体を含むジオキサアントラントレン系化合物、トリフェノジオキサジン、トリフェノジチアジン、ヘキサセン-6，15-キノン等）、並びに、上記水素原子を他の官能基で置換した誘導体を挙げることができる。

[0058] また、銅フタロシアニンで代表される金属フタロシアニン、テトラチアペンタレン及びその誘導体、ナフタレン-1，4，5，8-テトラカルボン酸ジイミド、N，N'-ビス（4-トリフルオロメチルベンジル）ナフタレン-1，4，5，8-テトラカルボン酸ジイミド、N，N'-ビス（1H，1H-ペルフルオロオクチル）、N，N'-ビス（1H，1H-ペルフルオロブチル）、N，N'-ジオクチルナフタレン-1，4，5，8-テトラカルボン酸ジイミド誘導体、ナフタレン-2，3，6，7-テトラカルボン酸ジイミド等のナフタレンテトラカルボン酸ジイミド、アントラセン-2，3，

6, 7-テトラカルボン酸ジイミド等のアントラセンテトラカルボン酸ジイミド等の縮合環テトラカルボン酸ジイミド、C₆O、C₇O、C₇6、C₇8、C₈4等のフラーレン及びこれらの誘導体、SWNT等のカーボンナノチューブ、メロシアニン色素、ヘミシアニン色素等の色素とこれらの誘導体等を挙げることもできる。

[0059] さらに、ポリアントラセン、トリフェニレン、キナクリドン等を挙げることもできる。

[0060] また、低分子化合物としては、例えば、4, 4'-ビフェニルジチオール (BPDT)、4, 4'-ジイソシアノビフェニル、4, 4'-ジイソシアノ-p-テルフェニル、2, 5-ビス (5'-チオアセチル-2'-チオフェニル) チオフェン、2, 5-ビス (5'-チオアセトキシル-2'-チオフェニル) チオフェン、4, 4'-ジイソシアノフェニル、ベンジジン (ビフェニル-4, 4'-ジアミン)、TCNQ (テトラシアノキノジメタン)、テトラチアフルバレン (TTF) 及びその誘導体、テトラチアフルバレン (TTF)-TCNQ 錯体、ビスエチレンテトラチアフルバレン (BEDTTTF)-過塩素酸錯体、BEDTTTF-ヨウ素錯体、TCNQ-ヨウ素錯体に代表される電荷移動錯体、ビフェニル-4, 4'-ジカルボン酸、1, 4-ジ (4-チオフェニルアセチリニル)-2-エチルベンゼン、1, 4-ジ (4-イソシアノフェニルアセチリニル)-2-エチルベンゼン、1, 4-ジ (4-チオフェニルエチニル)-2-エチルベンゼン、2, 2''-ジヒドロキシー-1, 1': 4', 1''-テルフェニル、4, 4'-ビフェニルジエタナール、4, 4'-ビフェニルジオール、4, 4'-ビフェニルジイソシアネート、1, 4-ジアセチニルベンゼン、ジエチルビフェニル-4, 4'-ジカルボキシレート、ベンゾ [1, 2-c; 3, 4-c'; 5, 6-c''] トリス [1, 2] ジチオール-1, 4, 7-トリチオン、 α -セキシチオフェン、テトラチアテトラセン、テトラセレノテトラセン、テトラテルテトラセン、ポリ (3-アルキルチオフェン)、ポリ (3-チオフェン- β -エタンスルホン酸)、ポリ (N-アルキルピロール) ポリ (3-アルキ

ルピロール)、ポリ(3,4-ジアルキルピロール)、ポリ(2,2'-チエニルピロール)、ポリ(ジベンゾチオフェンスルフィド)を例示することができる。

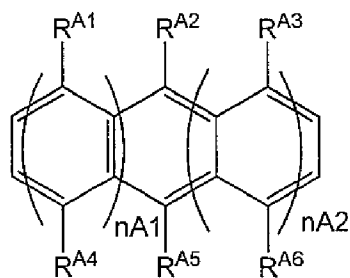
[0061] 有機半導体は低分子化合物が好ましく、なかでも、縮合多環芳香族化合物が好ましい。縮合多環芳香族化合物はキャリア移動度及び耐久性の向上効果が高く、さらには優れた閾値電圧の低減効果をも示す。

[0062] 縮合多環芳香族化合物は、式(A1)～(A4)のいずれかで表されるアセン、及び、下記一般式(C)～(T)のいずれかで表される化合物が好ましく、下記一般式(C)～(T)のいずれかで表される化合物がより好ましい。

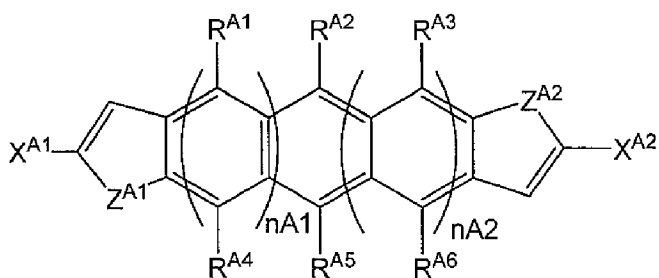
[0063] 縮合多環芳香族化合物として好ましいアセンは、下記式(A1)又は(A2)で表されるものである。

[0064] [化3]

一般式(A1)



一般式(A2)



[0065] 式中、R^{A1}～R^{A6}、X^{A1}及びX^{A2}は、水素原子又は置換基を表す。

Z^{A1}及びZ^{A2}は、S、O、Se又はTeを表す。

nA1及びnA2は0～3の整数を表す。ただし、nA1及びnA2が同時に0になることはない。

[0066] R^{A1}～R^{A6}、X^{A1}及びX^{A2}で各々表される置換基としては、特に限定されないが、アルキル基(例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、tert-ブチル、ペンチル、tert-ペンチル、ヘキシル、オクチル、tert-オクチル、ドデシル、トリデシル、テトラデシル、ペンタデシル等)、シクロアルキル基(例えば、シクロペンチル、シクロヘキシル等)、

アルケニル基（例えば、ビニル、アリル、1-プロペニル、2-ブテニル、1,3-ブタジエニル、2-ペンテニル、イソプロペニル等）、アルキニル基（例えば、エチニル、プロパルギル等）、芳香族炭化水素基（芳香族炭素環基、アリール基等ともいい、例えば、フェニル、p-クロロフェニル、メシチル、トリル、キシリル、ナフチル、アントリル、アズレニル、アセナフテニル、フルオレニル、フェナントリル、インデニル、ピレニル、ビフェニリル等）、芳香族複素環基（ヘテロアリール基ともいい、例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、フリル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、トリアゾリル基（例えば、1,2,4-トリアゾール-1-イル基、1,2,3-トリアゾール-1-イル基等）、オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルバゾリル基（カルボリニル基のカルボリン環を構成する炭素原子の一つが窒素原子で置き換わったものを示す）、キノキサリニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キナゾリニル基、フタラジニル基等）、複素環基（ヘテロアリール環基等ともいい、例えば、ピロリジル基、イミダゾリジル基、モルホリル基、オキサゾリジル基等）、アルコキシ基（例えば、メトキシ、エトキシ、プロピルオキシ、ペンチルオキシ、ヘキシルオキシ、オクチルオキシ、ドデシルオキシ等）、シクロアルコキシ基（例えば、シクロペンチルオキシ、シクロヘキシルオキシ等）、アリールオキシ基（例えば、フェノキシ、ナフチルオキシ等）、アルキルチオ基（例えば、メチルチオ、エチルチオ、プロピルチオ、ペンチルチオ、ヘキシルチオ、オクチルチオ、ドデシルチオ等）、シクロアルキルチオ基（例えば、シクロペンチルチオ、シクロヘキシルチオ等）、アリールチオ基（例えば、フェニルチオ、ナフチルチオ等）、アルコキシカルボニル基（例えば、メチルオキシカルボニル、エチルオキシカルボニル、ブチルオキシカルボニル、オクチルオキシカルボニル、ドデシルオキシ

カルボニル等)、アリールオキシカルボニル基(例えば、フェニルオキシカルボニル、ナフチルオキシカルボニル等)、スルファモイル基(例えば、アミノスルホニル、メチルアミノスルホニル、ジメチルアミノスルホニル、ブチルアミノスルホニル、ヘキシルアミノスルホニル、シクロヘキシルアミノスルホニル、オクチルアミノスルホニル、ドデシルアミノスルホニル、フェニルアミノスルホニル、ナフチルアミノスルホニル、2-ピリジルアミノスルホニル等)、アシル基(例えば、アセチル、エチルカルボニル、プロピルカルボニル、ペンチルカルボニル、シクロヘキシルカルボニル、オクチルカルボニル、2-エチルヘキシルカルボニル、ドデシルカルボニル、フェニルカルボニル、ナフチルカルボニル、ピリジルカルボニル等)、アシルオキシ基(例えば、アセチルオキシ、エチルカルボニルオキシ、ブチルカルボニルオキシ、オクチルカルボニルオキシ、ドデシルカルボニルオキシ、フェニルカルボニルオキシ等)、アミド基(例えば、メチルカルボニルアミノ、エチルカルボニルアミノ、ジメチルカルボニルアミノ、プロピルカルボニルアミノ、ペンチルカルボニルアミノ、シクロヘキシルカルボニルアミノ、2-エチルヘキシルカルボニルアミノ、オクチルカルボニルアミノ、ドデシルカルボニルアミノ、フェニルカルボニルアミノ、ナフチルカルボニルアミノ等)、カルバモイル基(例えば、アミノカルボニル、メチルアミノカルボニル、ジメチルアミノカルボニル、プロピルアミノカルボニル、ペンチルアミノカルボニル、シクロヘキシルアミノカルボニル、オクチルアミノカルボニル、2-エチルヘキシルアミノカルボニル、ドデシルアミノカルボニル、フェニルアミノカルボニル、ナフチルアミノカルボニル、2-ピリジルアミノカルボニル等)、ウレイド基(例えば、メチルウレイド、エチルウレイド、ペンチルウレイド、シクロヘキシルウレイド、オクチルウレイド、ドデシルウレイド、フェニルウレイド、ナフチルウレイド、2-ピリジルアミノウレイド等)、スルフィニル基(例えば、メチルスルフィニル、エチルスルフィニル、ブチルスルフィニル、シクロヘキシルスルフィニル、2-エチルヘキシルスルフィニル、ドデシルスルフィニル、フェニルスルフィニル、ナフチルス

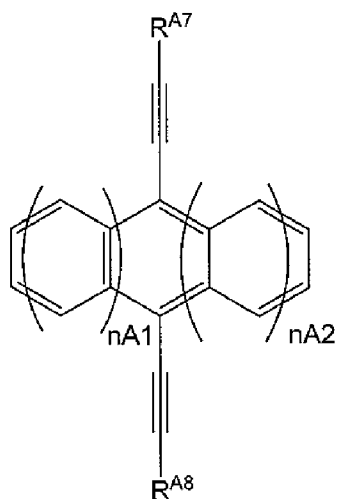
ルフィニル、2-ピリジルスルフィニル等)、アルキルスルホニル基(例えば、メチルスルホニル、エチルスルホニル、ブチルスルホニル、シクロヘキシルスルホニル、2-エチルヘキシルスルホニル、ドデシルスルホニル等)、アリールスルホニル基(フェニルスルホニル、ナフチルスルホニル、2-ピリジルスルホニル等)、アミノ基(例えば、アミノ、エチルアミノ、ジメチルアミノ、ブチルアミノ、シクロペンチルアミノ、2-エチルヘキシルアミノ、ドデシルアミノ、アニリノ、ナフチルアミノ、2-ピリジルアミノ等)、ハロゲン原子(例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子等)、フッ化炭化水素基(例えば、フルオロメチル、トリフルオロメチル、ペンタフルオロエチル、ペンタフルオロフェニル等)、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基、シリル基(例えば、トリメチルシリル、トリイソプロピルシリル、トリフェニルシリル、フェニルジエチルシリル等)、下記一般式(SG1)で表される基(ただし、 X^A はGe又はSn)等が挙げられる。

これらの置換基は、さらに置換基を複数有していてもよい。複数有していてもよい置換基としては、上記、 $R^{A1} \sim R^{A6}$ で表される置換基が挙げられる。

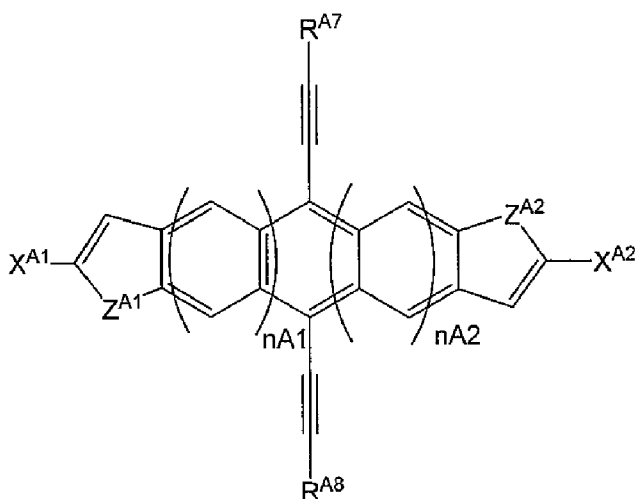
[0067] 上記アセンのなかでも、下記式(A3)又は(A4)で表されるものがより好ましい。

[0068] [化4]

一般式(A3)



一般式(A4)



[0069] 式中、 R^{A7} 、 R^{A8} 、 X^{A1} 及び X^{A2} は、水素原子又は置換基を表す。 R^{A7} 、 R^{A8} 、 X^{A1} 及び X^{A2} は同じであっても異なってもよい。 R^{A7} 及び R^{A8} で表される置換基は式(A1)及び(A2)の $R^{A1} \sim R^{A6}$ として採用しうる置換基として上記で列挙したものが好ましい。

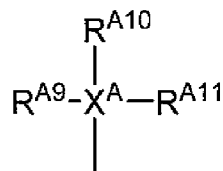
Z^{A1} 及び Z^{A2} は、S、O、Se又はTeを表す。

n_{A1} 及び n_{A2} は0～3の整数を表す。ただし、 n_{A1} と n_{A2} が同時に0になることはない。

[0070] 式(A3)又は(A4)において、 R^{A7} 及び R^{A8} は、下記式(SG1)で表されるものが好ましい。

[0071] [化5]

一般式(SG1)



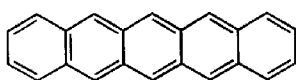
[0072] 式中、 $R^{A9} \sim R^{A11}$ は置換基を表す。 X^A はSi、Ge又はSnを表す。 $R^{A9} \sim R^{A11}$ で表される置換基は、式(A1)及び(A2)の $R^{A1} \sim R^{A6}$ として採用しうる置換基として上記で列挙したものであることが好ましい。

[0073] 以下に、式(A1)～(A4)で表されるアセン又はアセン誘導体の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

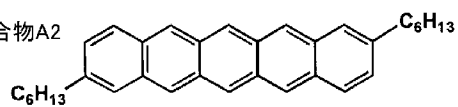
[0074]

[化6]

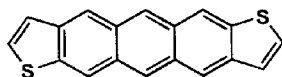
化合物A1



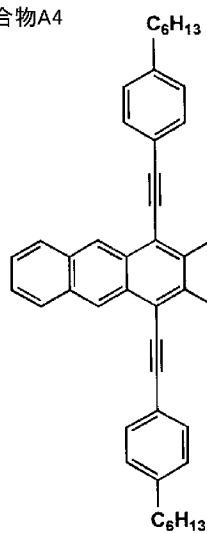
化合物A2



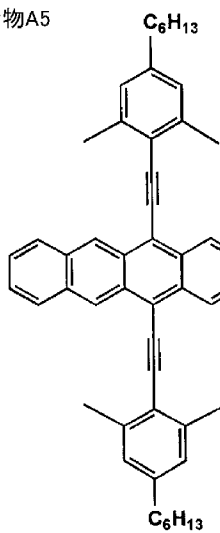
化合物A3



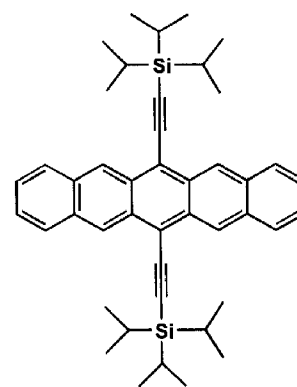
化合物A4



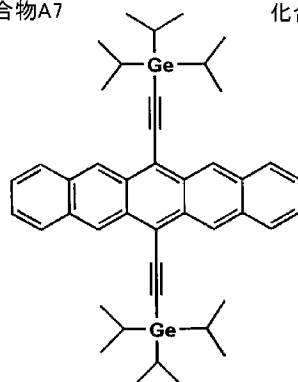
化合物A5



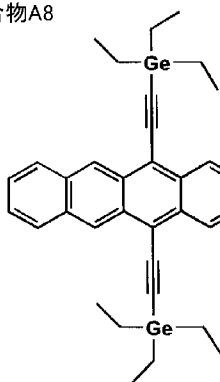
化合物A6



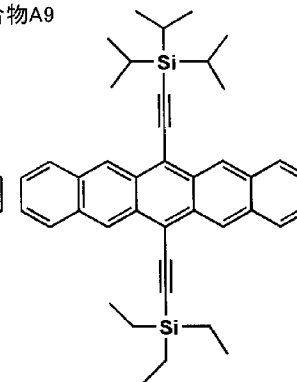
化合物A7



化合物A8



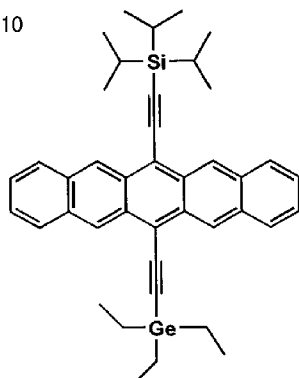
化合物A9



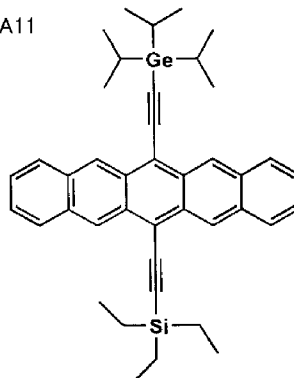
[0075]

[化7]

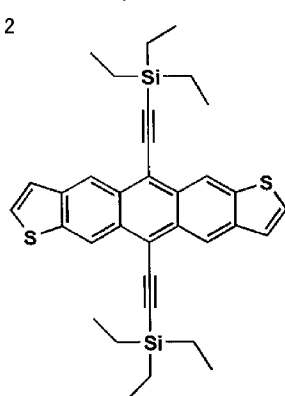
化合物A10



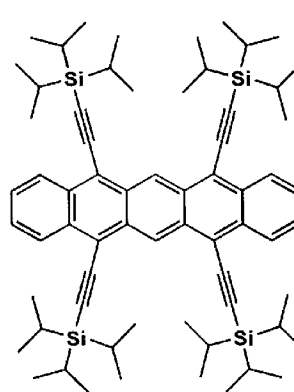
化合物A11



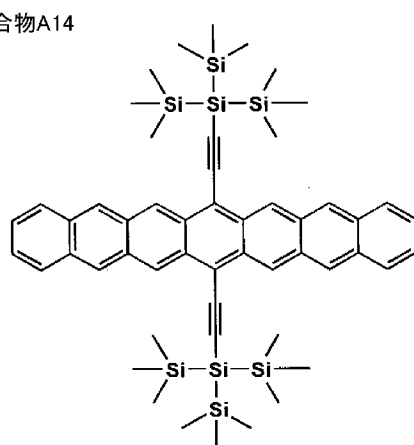
化合物A12



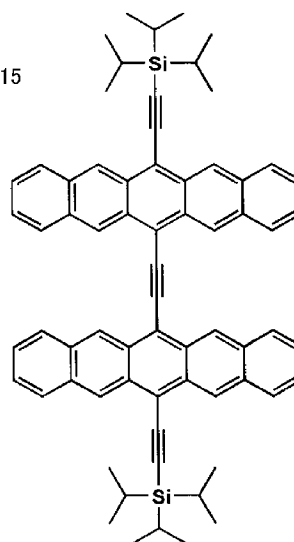
化合物A13



化合物A14



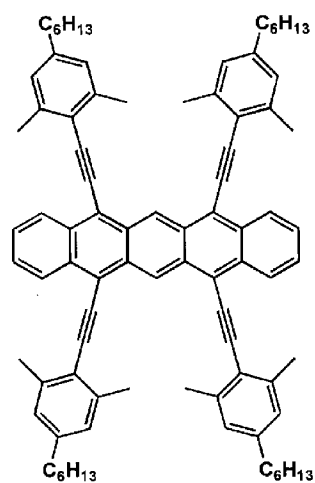
化合物A15



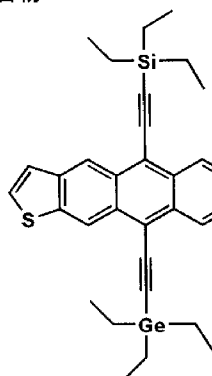
[0076]

[化8]

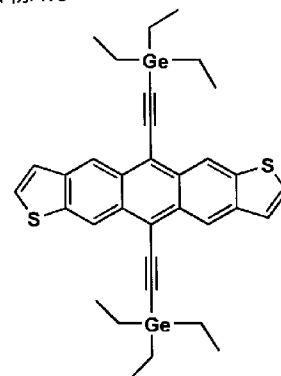
化合物A16



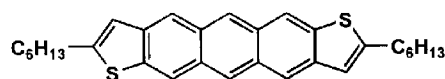
化合物A17



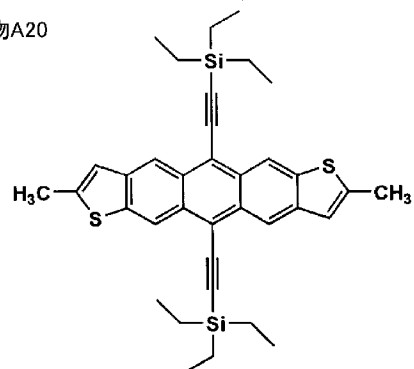
化合物A18



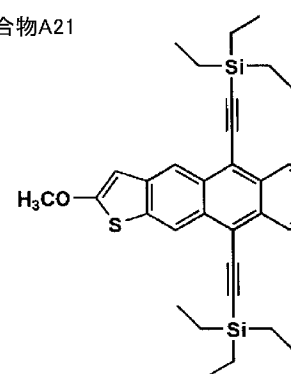
化合物A19



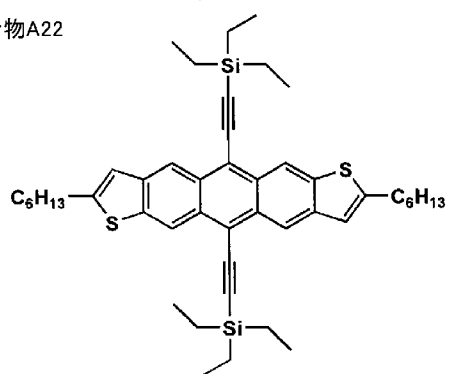
化合物A20



化合物A21

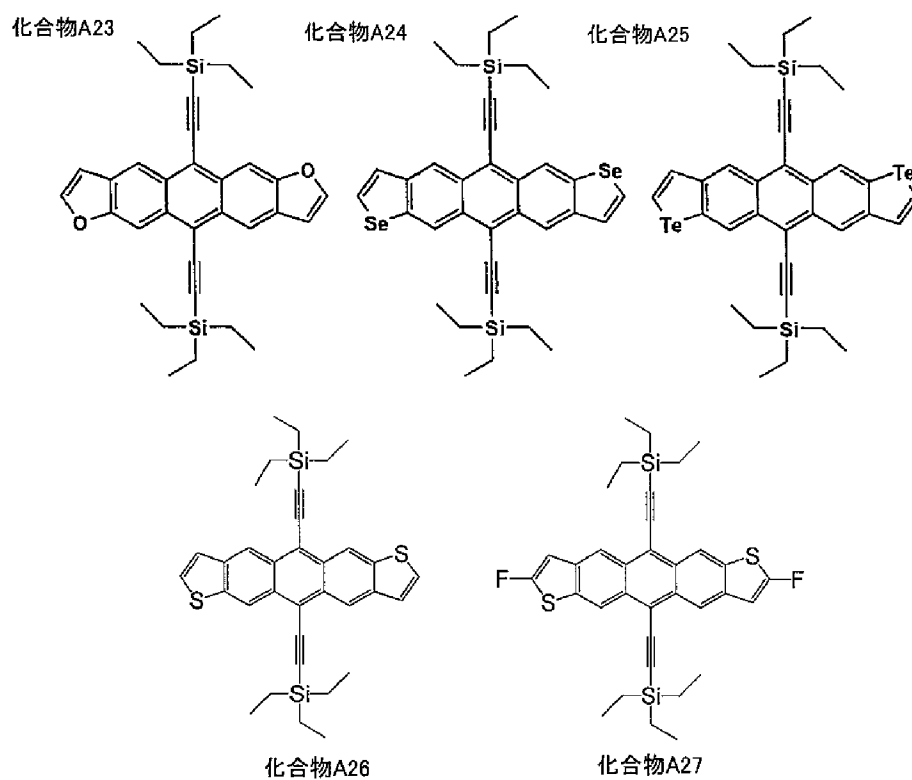


化合物A22



[0077]

[化9]

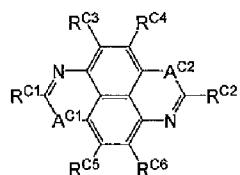


[0078] 縮合多環芳香族化合物としては、さらに、下記一般式（C）～（T）で表される化合物も好ましい。

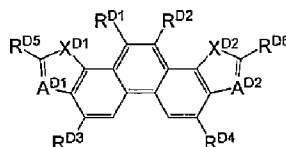
[0079]

[化10]

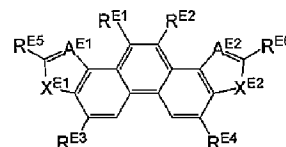
一般式(C)



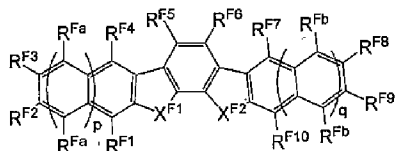
一般式(D)



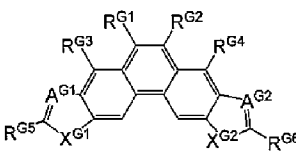
一般式(E)



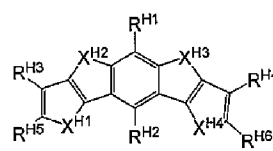
一般式(F)



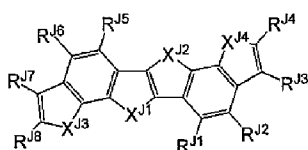
一般式(G)



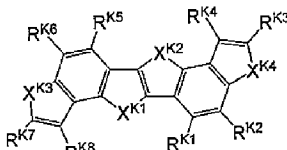
一般式(H)



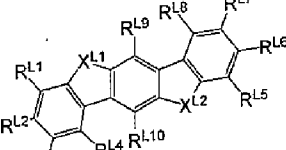
一般式(J)



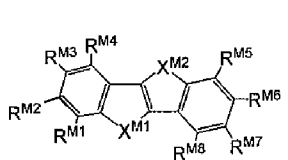
一般式(K)



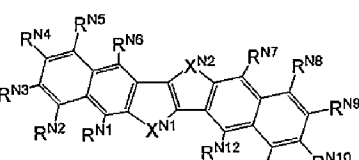
一般式(L)



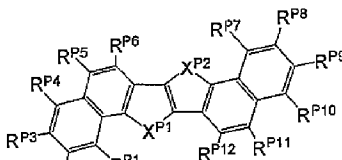
一般式(M)



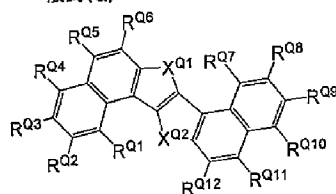
一般式(N)



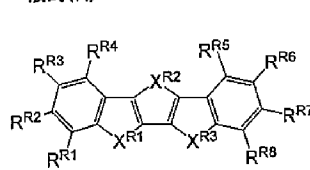
一般式(P)



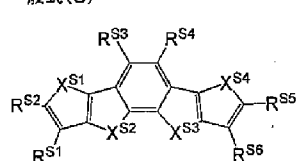
一般式(Q)



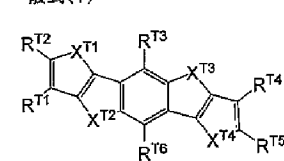
一般式(R)



一般式(S)



一般式(T)



[0080] 一般式(C)中、 A^{C1} 、 A^{C2} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。好ましくは A^{C1} 、 A^{C2} 共に酸素原子、硫黄原子を表し、より好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{C1} \sim R^{C6}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{C1} \sim R^{C6}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式 (D) 中、 X^{D1} 及び X^{D2} は NR^{D9} 、酸素原子又は硫黄原子を表す。 A^{D1} は CR^{D7} 又は N 原子を表し、 A^{D2} は CR^{D8} 又は N 原子を表し、 R^{D9} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基又はアシル基を表す。 $R^{D1} \sim R^{D8}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{D1} \sim R^{D8}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (E) 中、 X^{E1} 及び X^{E2} は酸素原子、硫黄原子又は NR^{E7} を表す。 A^{E1} 及び A^{E2} は CR^{E8} 又は窒素原子を表す。 $R^{E1} \sim R^{E8}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{E1} \sim R^{E8}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

[0081] 一般式 (F) 中、 X^{F1} 及び X^{F2} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。好ましくは X^{F1} 及び X^{F2} は酸素原子、硫黄原子を表し、より好ましくは、硫黄原子を表す。 $R^{F1} \sim R^{F10}$ 、 R^{Fa} 及び R^{Fb} は水素原子又は置換基を表す。 $R^{F1} \sim R^{F10}$ 、 R^{Fa} 及び R^{Fb} のうち少なくとも一つは一般式 (W) で表される置換基である。 p 及び q は 0 ～ 2 の整数を表す。

一般式 (G) 中、 X^{G1} 及び X^{G2} は NR^{G9} 、酸素原子又は硫黄原子を表す。 A^{G1} は CR^{G7} 又は N 原子を表す。 A^{G2} は CR^{G8} 又は N 原子を表す。 R^{G9} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アシル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。 $R^{G1} \sim R^{G8}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{G1} \sim R^{G8}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

[0082] 一般式 (H) 中、 $X^{H1} \sim X^{H4}$ は、 NR^{H7} 、酸素原子又は硫黄原子を表す。 $X^{H1} \sim X^{H4}$ は、好ましくは硫黄原子を表す。 R^{H7} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アシル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。 $R^{H1} \sim R^{H6}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{H1} \sim R^{H6}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

[0083] 一般式 (J) 中、 X^{J1} 及び X^{J2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{J9} を表す。 X^{J3} 及び X^{J4} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 X^{J1} 、 X^{J2} 、 X^{J3} 及び X^{J4} は好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{J1} \sim R^{J9}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{J1} \sim R^{J9}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W)

) で表される置換基である。

一般式 (K) 中、 X^{K1} 及び X^{K2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{K9}$ を表す。 X^{K3} 及び X^{K4} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 X^{K1} 、 X^{K2} 、 X^{K3} 及び X^{K4} は好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{K1} \sim R^{K9}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{K1} \sim R^{K9}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (L) 中、 X^{L1} 及び X^{L2} は酸素原子、硫黄原子又は $N R^{L11}$ を表す。 X^{L1} 及び X^{L2} は好ましくは酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{L1} \sim R^{L11}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{L1} \sim R^{L11}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

[0084] 一般式 (M) 中、 X^{M1} 及び X^{M2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{M9}$ を表す。 X^{M1} 及び X^{M2} は好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{M1} \sim R^{M9}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{M1} \sim R^{M9}$ のうち少なくとも 1 つは下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (N) 中、 X^{N1} 及び X^{N2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{N13}$ を表す。 X^{N1} 及び X^{N2} は好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{N1} \sim R^{N13}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{N1} \sim R^{N13}$ のうち少なくとも 1 つは下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (P) 中、 X^{P1} 及び X^{P2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{P13}$ を表す。 X^{P1} 及び X^{P2} は好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{P1} \sim R^{P13}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{P1} \sim R^{P13}$ のうち少なくとも 1 つは下記一般式 (W) で表される置換基である。

[0085] 一般式 (Q) 中、 X^{Q1} 及び X^{Q2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{Q13}$ を表す。 X^{Q1} 及び X^{Q2} は好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{Q1} \sim R^{Q13}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{Q1} \sim R^{Q13}$ のうち少なくとも 1 つは下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (R) 中、 X^{R1} 、 X^{R2} 及び X^{R3} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は $N R^{R9}$ を表す。 X^{R1} 、 X^{R2} 及び X^{R3} は好ましくは硫黄原子を表す。 R^{R1}

～ R^{R9} は水素原子又は置換基を表す。 $R^{R1} \sim R^{R9}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

[0086] 一般式(S)中、 X^{S1} 、 X^{S2} 、 X^{S3} 及び X^{S4} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{S7} を表す。 X^{S1} 、 X^{S2} 、 X^{S3} 及び X^{S4} は好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{S1} \sim R^{S7}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{S1} \sim R^{S7}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(T)中、 X^{T1} 、 X^{T2} 、 X^{T3} 、及び X^{T4} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{T7} を表す。 X^{T1} 、 X^{T2} 、 X^{T3} 及び X^{T4} は好ましくは硫黄原子を表す。 $R^{T1} \sim R^{T7}$ は水素原子又は置換基を表す。 $R^{T1} \sim R^{T7}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

[0087] 以下に、上記一般式(C)～(T)において、水素原子又は置換基を表す、 $R^{C1} \sim R^{C6}$ 、 $R^{D1} \sim R^{D8}$ 、 $R^{E1} \sim R^{E8}$ 、 $R^{F1} \sim R^{F10}$ 、 R^{Fa} 及び R^{Fb} 、 $R^{G1} \sim R^{G8}$ 、 $R^{H1} \sim R^{H6}$ 、 $R^{J1} \sim R^{J9}$ 、 $R^{K1} \sim R^{K9}$ 、 $R^{L1} \sim R^{L11}$ 、 $R^{M1} \sim R^{M9}$ 、 $R^{N1} \sim R^{N13}$ 、 $R^{P1} \sim R^{P13}$ 、 $R^{Q1} \sim R^{Q13}$ 、 $R^{R1} \sim R^{R9}$ 、 $R^{S1} \sim R^{S7}$ 及び $R^{T1} \sim R^{T7}$ (以下、置換基 $R^C \sim R^T$ という)について、説明する。

[0088] 置換基 $R^C \sim R^T$ が、とりうる置換基として、ハロゲン原子、アルキル基(メチル、エチル、プロピル、ブチル、ペンチル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、ドデシル、トリデシル、テトラデシル、ペンタデシル等の炭素数1～40のアルキル基、ただし、2,6-ジメチルオクチル、2-デシルテトラデシル、2-ヘキシルドデシル、2-エチルオクチル、2-デシルテトラデシル、2-ブチルデシル、1-オクチルノニル、2-エチルオクチル、2-オクチルテトラデシル、2-エチルヘキシル、シクロアルキル、ビスシクロアルキル、トリシクロアルキル等を含む)、アルケニル基(1-ペンテニル、シクロアルケニル、ビスシクロアルケニル等を含む)、アルキニル基(1-ペンチニル、トリメチルシリルエチニル、トリエチルシリルエチニル、トリ-*i*-プロピルシリルエチニル、2-*p*-プロピルフェニルエチニル等を含む)、アリール基(フェニル、ナフチル、*p*-ペンチルフェニル、3,4-ジペンチルフェニル、*p*-ヘプトキシフェニル

、3, 4-ジヘプトキシフェニルの炭素数6～20のアリール基等を含む)
、複素環基（ヘテロ環基といってもよい。2-ヘキシルフラニル等を含む）
、シアノ基、ヒドロキシ基、ニトロ基、アシル基（ヘキサノイル、ベンゾイル等を含む。）、アルコキシ基（ブトキシ等を含む）、アリールオキシ基、シリルオキシ基、ヘテロ環オキシ基、アシルオキシ基、カルバモイルオキシ基、アミノ基（アニリノ基を含む）、アシルアミノ基、アミノカルボニルアミノ基（ウレイド基含む）、アルコキシ及びアリールオキシカルボニルアミノ基、アルキル及びアリールスルホニルアミノ基、メルカプト基、アルキル及びアリールチオ基（メチルチオ、オクチルチオ等を含む）、ヘテロ環チオ基、スルファモイル基、スルホ基、アルキル及びアリールスルフィニル基、アルキル及びアリールスルホニル基、アルキル及びアリールオキシカルボニル基、カルバモイル基、アリール及びヘテロ環アゾ基、イミド基、ホスフィノ基、ホスフィニル基、ホスフィニルオキシ基、ホスフィニルアミノ基、ホスホノ基、シリル基（ジトリメチルシロキシメチルブトキシ基等）、ヒドラジノ基、ウレイド基、ボロン酸基（ $-B(OH)_2$ ）、ホスファト基（ $-OP(O)(OH)_2$ ）、スルファト基（ $-OSO_3H$ ）、その他の公知の置換基が挙げられる。

[0089] これら置換基は、さらに上記置換基を有していてもよい。

[0090] これらの中でも、置換基 $R^C \sim R^T$ がとりうる置換基として、アルキル基、アリール基、アルケニル基、アルキニル基、複素環基、アルコキシ基、アルキルチオ基、後述の一般式（W）で表される基が好ましく、炭素数1～12のアルキル基、炭素数6～20のアリール基、炭素数2～12のアルケニル基、炭素数2～12のアルキニル基、炭素数1～11のアルコキシ基、炭素数5～12の複素環基、炭素数1～12のアルキルチオ基、後述の一般式（W）で表される基がより好ましく、後述の一般式（W）で表される基が特に好ましく、後述の一般式（W）で表される基がより特に好ましい。

[0091] 上記 R^{D9} 、 R^{G9} 及び R^{H7} の、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アシル基、アリール基は、それぞれ、置換基 $R^C \sim R^T$ がとりうる置換基で説

明した、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アシル基、アリール基と同義である。

また、ヘテロアリール基は、 $R^{A1} \sim R^{A6}$ の置換基で説明したヘテロアリール基と同義である。

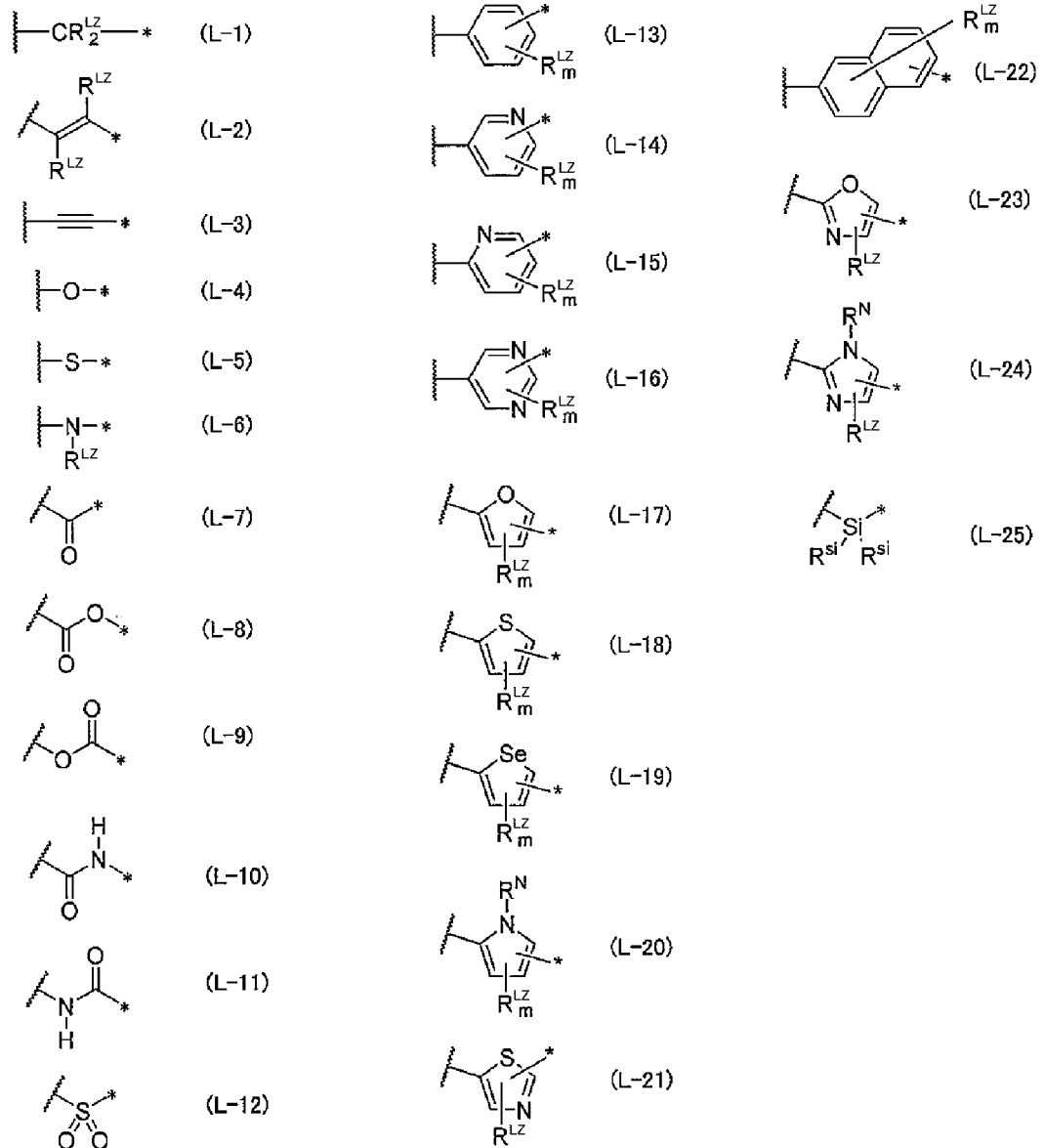
[0092] 一般式 (W) : $-L-R^W$ で表される基について説明する。

[0093] 一般式 (W) 中、Lは下記一般式 (L-1) ~ (L-25) のいずれかで表される2価の連結基又は下記一般式 (L-1) ~ (L-25) のいずれかで表される2価の連結基が2つ以上（好ましくは2~10個、より好ましくは2~6個、さらに好ましくは2又は3個）結合した2価の連結基を表す。

R^W は置換又は無置換のアルキル基、シアノ基、ビニル基、エチニル基、オキシエチレン基、オキシエチレン単位の繰り返し数 v が2以上のオリゴオキシエチレン基、シロキサン基、ケイ素原子数が2以上のオリゴシロキサン基、あるいは、置換又は無置換のトリアルキルシリル基を表す。

[0094]

[化11]



[0095] 一般式 (L-1) ~ (L-25) 中、波線部分は上記一般式 (C) ~ (T) で表される各骨格を形成するいずれかの環との結合位置を表す。なお、本明細書中、L が一般式 (L-1) ~ (L-25) のいずれかで表される 2 価の連結基が 2 つ以上結合した 2 価の連結基を表す場合、波線部分は上記一般式 (C) ~ (T) で表される各骨格を形成するいずれかの環との結合位置及び一般式 (L-1) ~ (L-25) で表される 2 価の連結基のいずれかとの結合位置を表してもよい。

*は R^w との結合位置または一般式 (L-1) ~ (L-25) の波線部分と

の結合位置を表す。

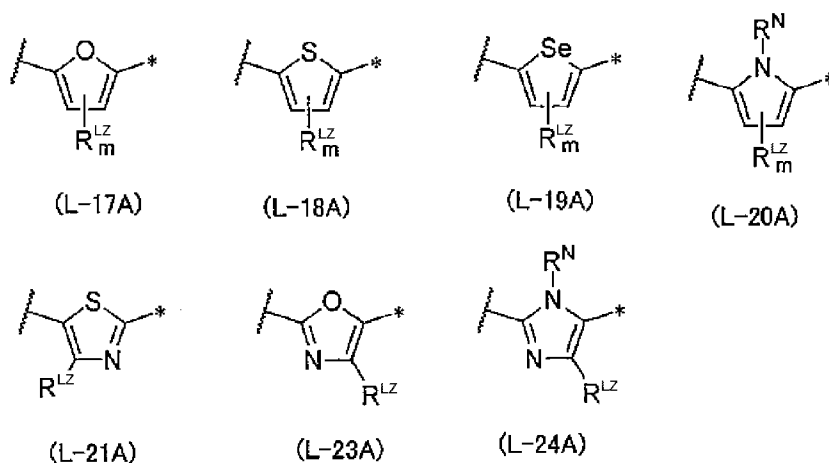
一般式 (L-13) における m は 4 を表し、一般式 (L-14) 及び (L-15) における m は 3 を表し、一般式 (L-16) ~ (L-20) における m は 2 を表し、(L-22) における m は 6 を表す。

一般式 (L-1)、(L-2)、(L-6) 及び (L-13) ~ (L-19) 及び (L-21) ~ (L-24) における R^{LZ} はそれぞれ独立に水素原子又は置換基を表し、一般式 (L-1) 及び (L-2) 中の R^{LZ} はそれぞれ L に隣接する R^W と結合して縮合環を形成してもよい。

R^N は水素原子又は置換基を表し、 R^{Si} はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アルケニル基又はアルキニル基を表す。

[0096] この中でも、一般式 (L-17) ~ (L-21)、(L-23) 及び (L-24) で表される 2 価の連結基は、下記一般式 (L-17A) ~ (L-21A)、(L-23A) 及び (L-24A) で表される 2 価の連結基であることがより好ましい。

[0097] [化12]



[0098] ここで、置換又は無置換のアルキル基、オキシエチレン基、オキシエチレン単位の繰り返し数 v が 2 以上のオリゴオキシエチレン基、シロキサン基、ケイ素原子数が 2 以上のオリゴシロキサン基、あるいは、置換又は無置換のトリアルキルシリル基が置換基の末端に存在する場合は、一般式 (W) における $-R^W$ 単独と解釈することもでき、一般式 (W) における $-L-R^W$ と解

釈することもできる。

本発明では、主鎖が炭素数 N 個の置換又は無置換のアルキル基が置換基の末端に存在する場合は、置換基の末端から可能な限りの連結基を含めた上で一般式 (W) における $-L-R^W$ と解釈することとし、一般式 (W) における $-R^W$ 単独とは解釈しない。具体的には「一般式 (W) における L に相当する $(L-1)$ 1 個」と「一般式 (W) における R^W に相当する主鎖が炭素数 $N-1$ 個の置換又は無置換のアルキル基」とが結合した置換基として解釈する。例えば、炭素数 8 のアルキル基である n -オクチル基が置換基の末端に存在する場合、2 個の R^{L-2} が水素原子である $(L-1)$ 1 個と、炭素数 7 の n -ヘプチル基とが結合した置換基として解釈する。また、一般式 (W) で表される置換基が炭素数 8 のアルコキシ基である場合、 $-O-$ である一般式 $(L-4)$ で表される連結基 1 個と、2 個の R^{L-2} が水素原子である $(L-1)$ で表される連結基 1 個と、炭素数 7 の n -ヘプチル基とが結合した置換基として解釈する。

一方、本発明では、オキシエチレン基、オキシエチレン単位の繰り返し数 v が 2 以上のオリゴオキシエチレン基、シロキサン基、ケイ素原子数が 2 以上のオリゴシロキサン基、あるいは、置換又は無置換のトリアルキルシリル基が置換基の末端に存在する場合は、置換基の末端から可能な限りの連結基を含めた上で、一般式 (W) における R^W 単独と解釈する。例えば、 $-(OCH_2CH_2)-(OCH_2CH_2)-(OCH_2CH_2)-OCH_3$ 基が置換基の末端に存在する場合、オキシエチレン単位の繰り返し数 v が 3 のオリゴオキシエチレン基単独の置換基として解釈する。

[0099] L が一般式 $(L-1) \sim (L-25)$ のいずれかで表される 2 価の連結基が結合した連結基を形成する場合、一般式 $(L-1) \sim (L-25)$ のいずれかで表される 2 価の連結基の結合数は 2～4 であることが好ましく、2 又は 3 であることがより好ましい。

[0100] 一般式 $(L-1)$ 、 $(L-2)$ 、 $(L-6)$ 及び $(L-13) \sim (L-24)$ 中の置換基 R^{L-2} としては、一般式 (C)～(T) の置換基 $R^C \sim R^T$ が採

りうる置換基として例示したものを挙げることができる。その中でも一般式 (L-6) 中の置換基 R^{L2} はアルキル基であることが好ましく、(L-6) 中の R^{L2} がアルキル基である場合は、該アルキル基の炭素数は 1~9 であることが好ましく、4~9 であることが化学的安定性、キャリア輸送性の観点からより好ましく、5~9 であることがさらに好ましい。(L-6) 中の R^{L2} がアルキル基である場合は、該アルキル基は直鎖アルキル基であることが、キャリア移動度を高めることができる観点から好ましい。

R^N としては、置換基 $R^C \sim R^T$ が採りうる置換基として例示したものを挙げることができる。その中でも R^N としては水素原子又はメチル基が好ましい。

R^{Si} は、アルキル基であることが好ましい。 R^{Si} がとり得るアルキル基としては特に制限はないが、 R^{Si} がとり得るアルキル基の好ましい範囲は R^W がシリル基である場合に該シリル基がとり得るアルキル基の好ましい範囲と同様である。 R^{Si} がとり得るアルケニル基としては特に制限はないが、置換又は無置換のアルケニル基が好ましく、分枝アルケニル基であることがより好ましく、該アルケニル基の炭素数は 2~3 であることが好ましい。 R^{Si} がとり得るアルキニル基としては特に制限はないが、置換又は無置換のアルキニル基が好ましく、分枝アルキニル基であることがより好ましく、該アルキニル基の炭素数は 2~3 であることが好ましい。

[0101] L は、一般式 (L-1) ~ (L-5)、(L-13)、(L-17) もしくは (L-18) のいずれかで表される 2 価の連結基、又は一般式 (L-1) ~ (L-5)、(L-13)、(L-17) もしくは (L-18) のいずれかで表される 2 価の連結基が 2 以上結合した 2 価の連結基であることが好ましく、一般式 (L-1)、(L-3)、(L-13) もしくは (L-18) のいずれかで表される 2 価の連結基又は一般式 (L-1)、(L-3)、(L-13) もしくは (L-18) で表される 2 価の連結基が 2 以上結合した 2 価の連結基であることがより好ましく、(L-1)、(L-3)、(L-13) もしくは (L-18) で表される 2 価の連結基、あるいは一般式 (L-3)、(L-13) 又は (L-18) のいずれか 1 つで表される 2 価の

連結基と一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基が結合した 2 価の連結基であることが特に好ましい。一般式 (L-3)、(L-13) 又は (L-18) のいずれか 1 つで表される 2 価の連結基と一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基が結合した 2 価の連結基は、一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基が R^W側に結合することが好ましい。

化学的安定性、キャリア輸送性の観点から一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基を含む 2 価の連結基であることが特に好ましく、一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基であることがより特に好ましく、L が一般式 (L-18) 及び (L-1) で表される 2 価の連結基であり、(L-1) を介して R^Wと結合し、R^Wが置換又は無置換のアルキル基であることがさらにより特に好ましく、L が一般式 (L-18A) 及び (L-1) で表される 2 価の連結基であり、(L-1) を介して R^Wと結合し、R^Wが置換又は無置換のアルキル基であることがさらにより特に好ましい。

[0102] 一般式 (W) において、R^Wは、好ましくは、置換又は無置換のアルキル基である。一般式 (W) において、R^Wに隣接する L が一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基である場合は、R^Wは置換又は無置換のアルキル基、オキシエチレン基、オキシエチレン単位の繰り返し数が 2 以上のオリゴオキシエチレン基、シロキサン基、ケイ素原子数が 2 以上のオリゴシロキサン基であることが好ましく、置換又は無置換のアルキル基であることがより好ましい。

一般式 (W) において、R^Wに隣接する L が一般式 (L-2) 及び (L-4) ~ (L-25) で表される 2 価の連結基である場合は、R^Wは置換又は無置換のアルキル基であることがより好ましい。

一般式 (W) において、R^Wに隣接する L が一般式 (L-3) で表される 2 価の連結基である場合は、R^Wは置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のシリル基であることが好ましい。

[0103] R^Wが置換又は無置換のアルキル基の場合、炭素数は 4 ~ 17 であることが好ましく、6 ~ 14 であることが化学的安定性、キャリア輸送性の観点からより好ましく、6 ~ 12 であることがさらに好ましい。R^Wが上記の範囲の長

鎖アルキル基であること、特に長鎖の直鎖アルキル基であることが、分子の直線性が高まり、キャリア移動度を高めることができる観点から好ましい。

R^W がアルキル基を表す場合、直鎖アルキル基でも、分枝アルキル基でも、環状アルキル基でもよいが、直鎖アルキル基であることが、分子の直線性が高まり、キャリア移動度を高めることができる観点から好ましい。

これらの中でも、一般式 (W) における R^W と L の組み合わせとしては、一般式 (C) ~ (T) の L が一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基であり、かつ、 R^W が直鎖の炭素数 4 ~ 17 のアルキル基であるか；あるいは、L が一般式 (L-3)、(L-13) 又は (L-18) のいずれか 1 つで表される 2 価の連結基と一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基が結合した 2 価の連結基であり、かつ、 R^W が直鎖のアルキル基であることが、キャリア移動度を高める観点から好ましい。

[0104] L が一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基であり、かつ、 R^W が直鎖の炭素数 4 ~ 17 のアルキル基である場合、 R^W が直鎖の炭素数 6 ~ 14 のアルキル基であることがキャリア移動度を高める観点からより好ましく、直鎖の炭素数 6 ~ 12 のアルキル基であることが特に好ましい。

[0105] L が一般式 (L-3)、(L-13) 又は (L-18) のいずれか 1 つで表される 2 価の連結基と一般式 (L-1) で表される 2 価の連結基が結合した 2 価の連結基であり、かつ、 R^W が直鎖のアルキル基である場合、 R^W が直鎖の炭素数 4 ~ 17 のアルキル基であることがより好ましく、直鎖の炭素数 6 ~ 14 のアルキル基であることが化学的安定性、キャリア輸送性の観点からより好ましく、直鎖の炭素数 6 ~ 12 のアルキル基であることがキャリア移動度を高める観点から特に好ましい。

一方、有機溶媒への溶解度を高める観点からは、 R^W が分枝アルキル基であることが好ましい。

[0106] R^W が置換基を有するアルキル基である場合の該置換基としては、ハロゲン原子等を挙げることができ、フッ素原子が好ましい。なお、 R^W がフッ素原子を有するアルキル基である場合は該アルキル基の水素原子が全てフッ素原子

で置換されてパーフルオロアルキル基を形成してもよい。ただし、 R^W は無置換のアルキル基であることが好ましい。

[0107] R^W がエチレンオキシ基又はオリゴエチレンオキシ基の場合、 R^W が表す「オリゴオキシエチレン基」とは本明細書中、 $-(OCH_2CH_2)_vOY$ で表される基のことを言う（オキシエチレン単位の繰返し数 v は2以上の整数を表し、末端の Y は水素原子又は置換基を表す）。なお、オリゴオキシエチレン基の末端の Y が水素原子である場合はヒドロキシ基となる。オキシエチレン単位の繰返し数 v は2～4であることが好ましく、2～3であることがさらに好ましい。オリゴオキシエチレン基の末端のヒドロキシ基は封止されていること、すなわち Y が置換基を表すことが好ましい。この場合、ヒドロキシ基は、炭素数が1～3のアルキル基で封止されること、すなわち Y が炭素数1～3のアルキル基であることが好ましく、 Y がメチル基やエチル基であることがより好ましく、メチル基であることが特に好ましい。

[0108] R^W が、シロキサン基又はオリゴシロキサン基の場合、シロキサン単位の繰返し数は2～4であることが好ましく、2～3であることがさらに好ましい。また、 S_i 原子には、水素原子やアルキル基が結合することが好ましい。 S_i 原子にアルキル基が結合する場合、アルキル基の炭素数は1～3であることが好ましく、例えば、メチル基やエチル基が結合することが好ましい。 S_i 原子には、同一のアルキル基が結合してもよく、異なるアルキル基又は水素原子が結合してもよい。また、オリゴシロキサン基を構成するシロキサン単位はすべて同一であっても異なってもよいが、すべて同一であることが好ましい。

[0109] R^W に隣接する L が一般式(L-3)で表される2価の連結基である場合、 R^W が置換又は無置換のシリル基であることも好ましい。 R^W が置換又は無置換のシリル基である場合はその中でも、 R^W が置換シリル基であることが好ましい。シリル基の置換基としては特に制限はないが、置換又は無置換のアルキル基が好ましく、分枝アルキル基であることがより好ましい。 R^W がトリアルキルシリル基の場合、 S_i 原子に結合するアルキル基の炭素数は1～3で

あることが好ましく、例えば、メチル基やエチル基やイソプロピル基が結合することが好ましい。Si原子には、同一のアルキル基が結合してもよく、異なるアルキル基が結合してもよい。R^Wがアルキル基上にさらに置換基を有するトリアルキルシリル基である場合の該置換基としては、特に制限はない。

[0110] 一般式(W)において、L及びR^Wに含まれる炭素数の合計は5～18であることが好ましい。L及びR^Wに含まれる炭素数の合計が上記範囲の下限値以上であると、キャリア移動度が高くなり、駆動電圧を低くなる。L及びR^Wに含まれる炭素数の合計が上記範囲の上限値以下であると、有機溶媒に対する溶解性が高くなる。

L及びR^Wに含まれる炭素数の合計は5～14であることが好ましく、6～14であることがより好ましく、6～12であることが特に好ましく、8～12であることがより特に好ましい。

[0111] 一般式(C)～(T)で表される各化合物において置換基R^C～R^Tのうち、一般式(W)で表される基は1～4個であることが、キャリア移動度を高め、有機溶媒への溶解性を高める観点から好ましく、1又は2個であることがより好ましく、2個であることが特に好ましい。

[0112] 置換基R^C～R^Tのうち、一般式(W)で表される基の位置に特に制限はない。

一般式(C)で表される化合物においては、R^{C1}、R^{C2}、R^{C3}、R^{C6}のいずれかが一般式(W)で表される基であることが好ましく、R^{C1}とR^{C2}との両方又はR^{C3}とR^{C6}の両方が一般式(W)で表される基であることがより好ましい。

一般式(D)で表される化合物においては、R^{D6}が一般式(W)で表される基であることが好ましく、R^{D5}とR^{D6}との両方が一般式(W)で表される基であることがより好ましい。

一般式(E)で表される化合物においては、R^{E6}が一般式(W)で表される基であることが好ましく、R^{E5}とR^{E6}との両方が一般式(W)で表される

基であることがより好ましい。また、 R^{E5} 及び R^{E6} が一般式(W)で表される基以外の置換基である場合、2つの R^{E7} が一般式(W)で表される基であるのも好ましい。

[0113] 一般式(F)で表される化合物においては、 R^{F2} 、 R^{F3} 、 R^{F8} 及び R^{F9} のうち少なくとも一つは一般式(W)で表される置換基であるのが好ましい。

一般式(G)で表される化合物においては、 R^{G5} 又は R^{G6} が一般式(W)で表される基であることが、キャリア移動度を高め、有機溶媒への溶解性を高める観点から好ましい。

一般式(H)で表される化合物においては、 R^{H4} 又は R^{H6} が一般式(W)で表される基であるのが好ましく、 R^{H4} 又は R^{H6} 、及び、 R^{H3} 又は R^{H5} が一般式(W)で表される基であるのがより好ましい。

[0114] 一般式(J)で表される化合物においては、 R^{J8} が一般式(W)で表される基であるのが好ましく、 R^{J8} と R^{J4} との両方が一般式(W)で表される基であるのがより好ましい。

一般式(K)で表される化合物においては、 R^{K7} が一般式(W)で表される基であるのが好ましく、 R^{K7} と R^{K3} との両方が一般式(W)で表される基であるのがより好ましい。

一般式(L)で表される化合物においては、 R^{L2} 、 R^{L3} 、 R^{L6} 及び R^{L7} のうち少なくとも一つが一般式(W)で表される基であるのがより好ましい。

[0115] 一般式(M)で表される化合物においては、 R^{M2} が一般式(W)で表される基であるのが好ましく、 R^{M2} と R^{M6} との両方が一般式(W)で表される基であるのがより好ましい。

一般式(N)で表される化合物においては、 R^{N3} が一般式(W)で表される基であるのが好ましく、 R^{N3} と R^{N9} との両方が一般式(W)で表される基であるのがより好ましい。

一般式(P)で表される化合物においては、 R^{P2} 又は R^{P3} が一般式(W)で表される基であるのが好ましく、 R^{P2} と R^{P8} との両方又は R^{P3} と R^{P9} との両方が一般式(W)で表される基であるのがより好ましい。

[0116] 一般式 (Q) で表される化合物においては、 R^{Q3} が一般式 (W) で表される基であるのが好ましく、 R^{Q3} と R^{Q9} との両方が一般式 (W) で表される基であるのがより好ましい。

一般式 (R) で表される化合物においては、 R^{R2} が一般式 (W) で表される基であるのが好ましく、 R^{R2} と R^{R7} との両方が一般式 (W) で表される基であるのがより好ましい。

[0117] 一般式 (S) で表される化合物においては、 R^{S2} が一般式 (W) で表される基であるのが好ましく、 R^{S2} と R^{S5} との両方が一般式 (W) で表される基であるのがより好ましい。

一般式 (T) で表される化合物においては、 R^{T2} が一般式 (W) で表される基であるのが好ましく、 R^{T2} と R^{T5} との両方が一般式 (W) で表される基であるのがより好ましい。

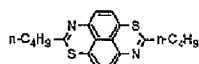
[0118] 置換基 $R^C \sim R^T$ のうち、一般式 (W) で表される基以外の置換基は、0 ～ 4 個であることが好ましく、0 ～ 2 個であることがより好ましい。

[0119] 以下に、一般式 (C) ～ 式 (T) で表される各化合物の具体例を以下に示すが、本発明で用いることができる化合物は、これらの具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

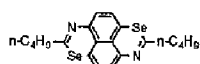
[0120] 一般式 (C) で表される化合物 C の具体例を示す。

[0121]

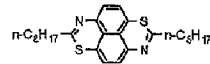
[化13]



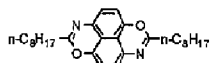
化合物C1



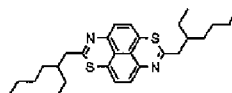
化合物C2



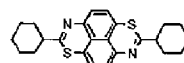
化合物C3



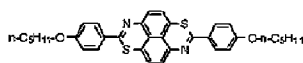
化合物C4



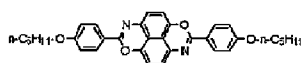
化合物C5



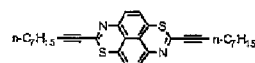
化合物C6



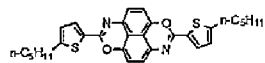
化合物C7



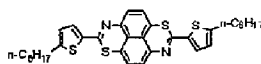
化合物C8



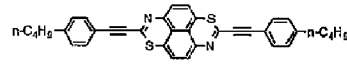
化合物C9



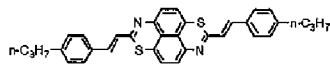
化合物C10



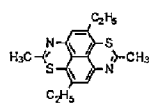
化合物C11



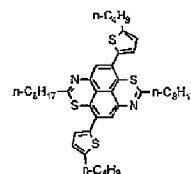
化合物C12



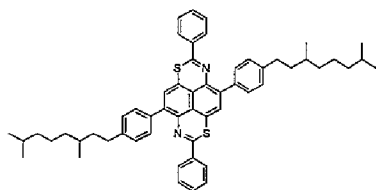
化合物C13



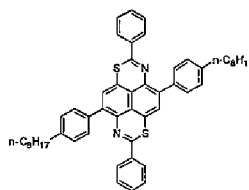
化合物C14



化合物C15



化合物C16



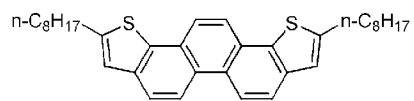
化合物C17

[0122] 一般式 (C) で表される化合物は、分子量が 3000 以下であることが好ましく、2000 以下であることがより好ましく、1000 以下であることがさらに好ましく、850 以下であることが特に好ましい。分子量が上記範囲内にあると、溶媒への溶解性を高めることができる。

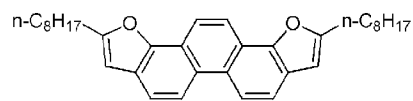
一方で、薄膜の膜質安定性の観点からは、分子量は 300 以上であることが好ましく、350 以上であることがより好ましく、400 以上であることがさらに好ましい。

[0123] 一般式 (D) で表される化合物Dの具体例を示す。

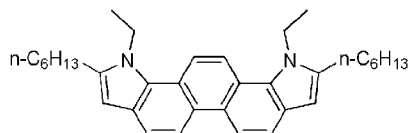
[0124] [化14]



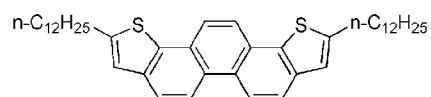
化合物D1



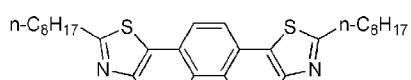
化合物D2



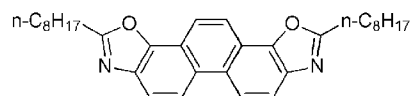
化合物D3



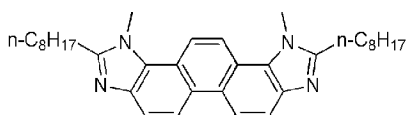
化合物D4



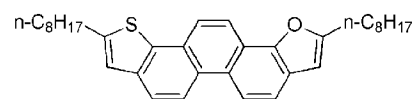
化合物D5



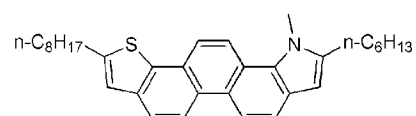
化合物D6



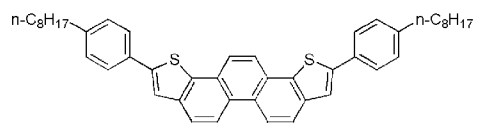
化合物D7



化合物D8



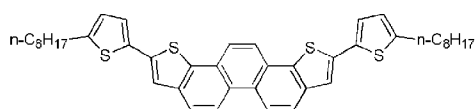
化合物D9



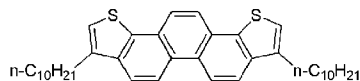
化合物D10

[0125]

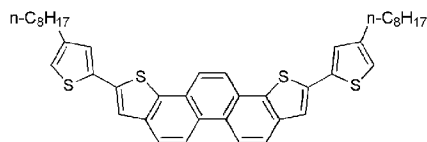
[化15]



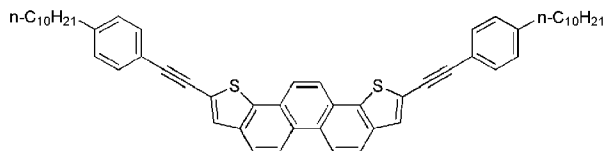
化合物D11



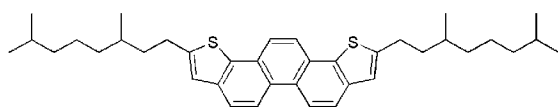
化合物D12



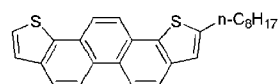
化合物D13



化合物D14



化合物D15



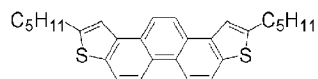
化合物D16

[0126] 一般式 (D) で表される化合物の分子量は、上限が一般式 (C) で表される化合物と同じであるのが、溶媒への溶解性を高めることができ、好ましい。一方で、薄膜の膜質安定性の観点からは、分子量は400以上であることが好ましく、450以上であることがより好ましく、500以上であることがさらに好ましい。

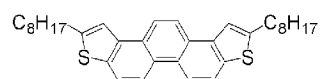
[0127] 一般式 (E) で表される化合物E、一般式 (F) で表される化合物F、一般式 (G) で表される化合物G及び一般式 (H) で表される化合物Hそれぞれの具体例を、順に示す。

[0128]

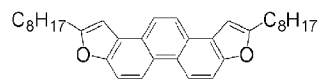
[化16]



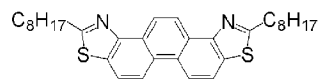
化合物E1



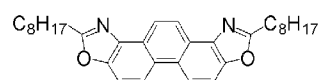
化合物E2



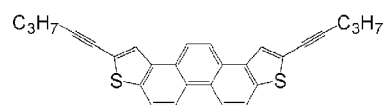
化合物E3



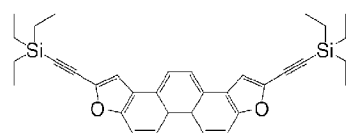
化合物E4



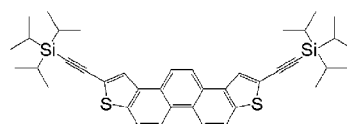
化合物E5



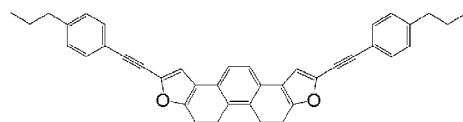
化合物E6



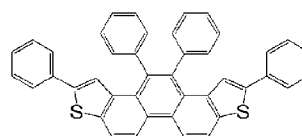
化合物E7



化合物E 8



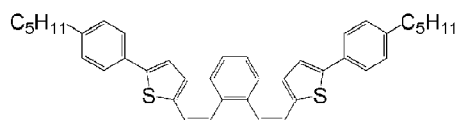
化合物E9



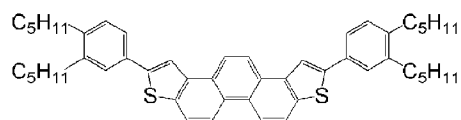
化合物E10

[0129]

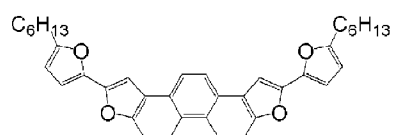
[化17]



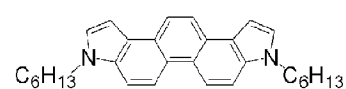
化合物E11



化合物E12

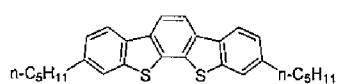


化合物E13

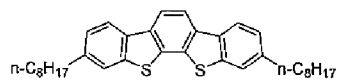


化合物E14

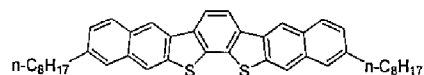
[0130] [化18]



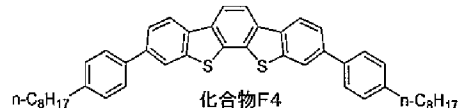
化合物F1



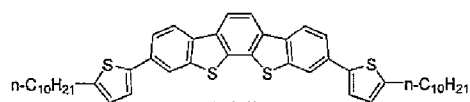
化合物F2



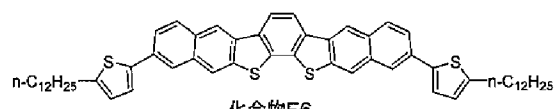
化合物F3



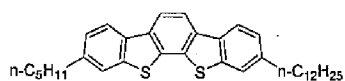
化合物F4



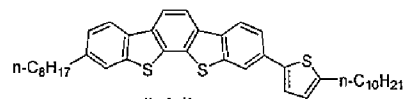
化合物F5



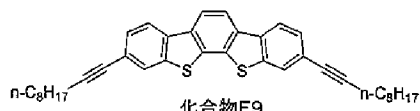
化合物F6



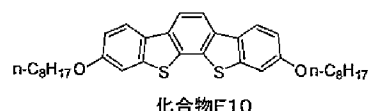
化合物F7



化合物F8



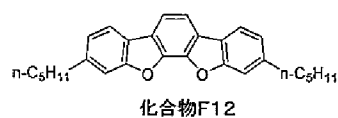
化合物F9



化合物F10



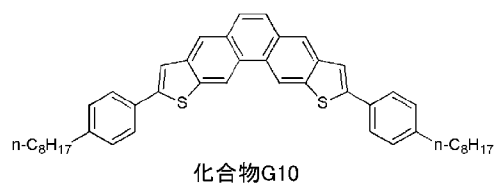
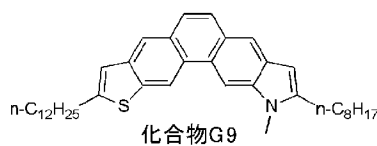
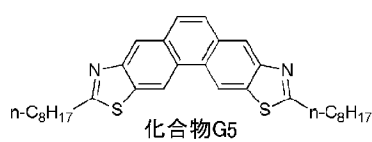
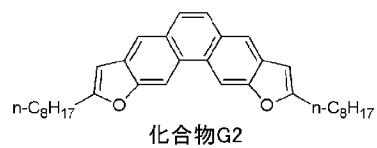
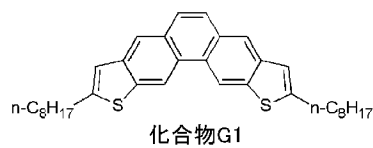
化合物F11



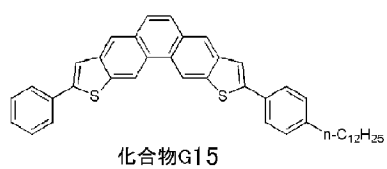
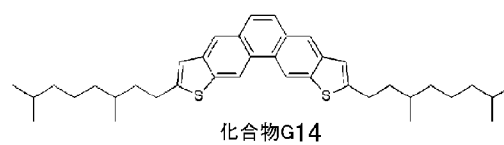
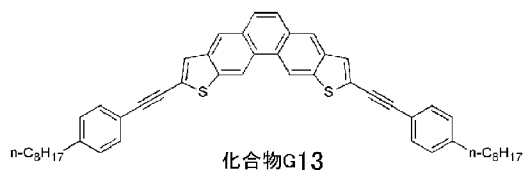
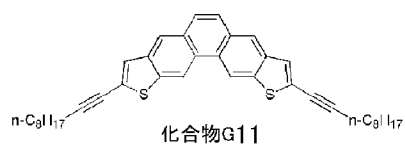
化合物F12

[0131]

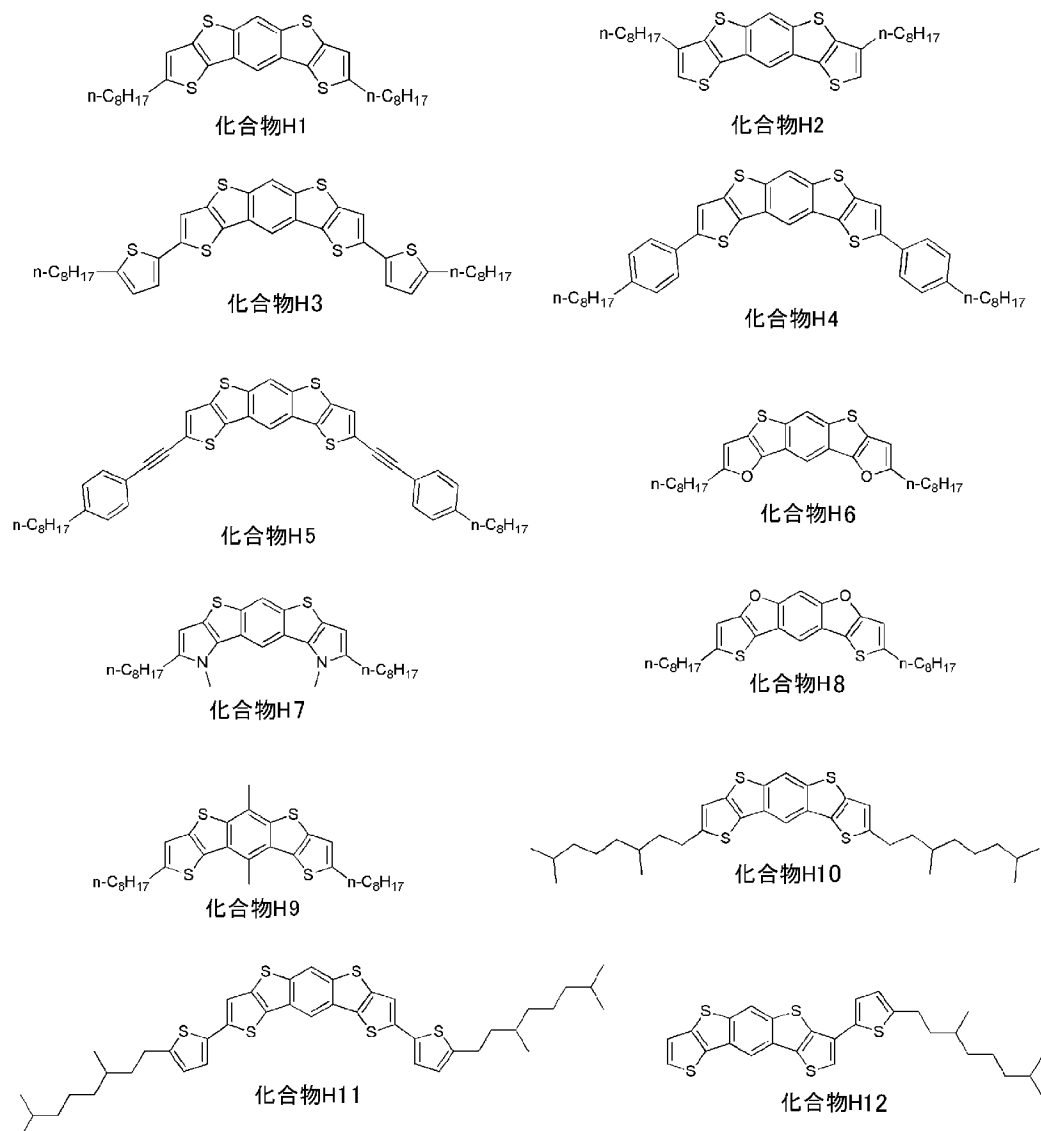
[化19]



[0132] [化20]



[0133] [化21]

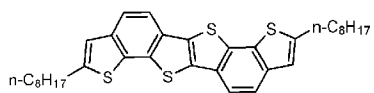


[0134] 上記化合物E、化合物F、化合物G及び化合物Hの分子量は、それぞれ、上限が一般式（C）で表される化合物Cと同じであるのが、溶媒への溶解性を高めることができ、好ましい。一方で、薄膜の膜質安定性の観点から、分子量の下限は一般式（D）で表される化合物と同じである。

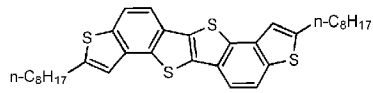
[0135] 一般式（J）及び一般式（K）で表される化合物J及び化合物Kの具体例を示す。

[0136]

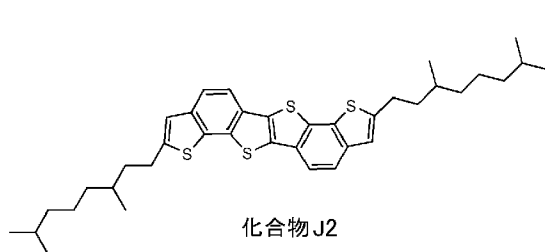
[化22]



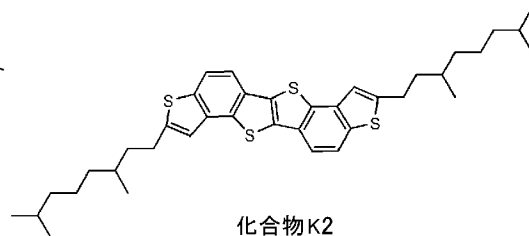
化合物J1



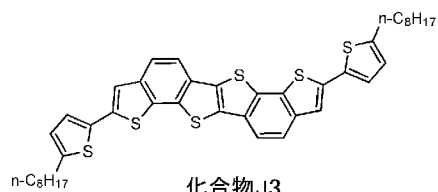
化合物K1



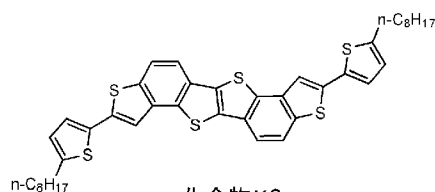
化合物J2



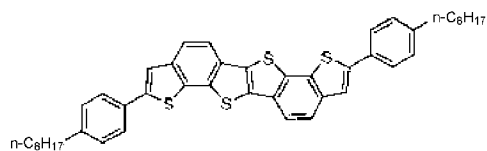
化合物K2



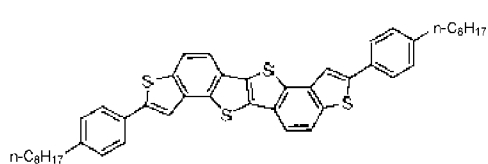
化合物J3



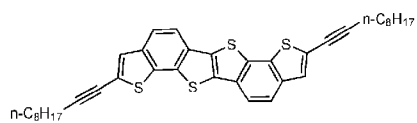
化合物K3



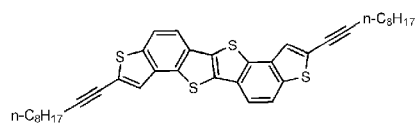
化合物J4



化合物K4



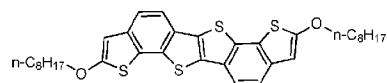
化合物J5



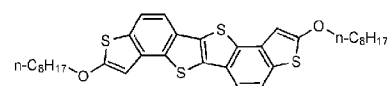
化合物K5

[0137]

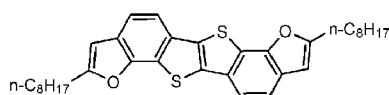
[化23]



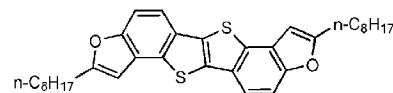
化合物 J6



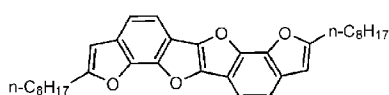
化合物 K6



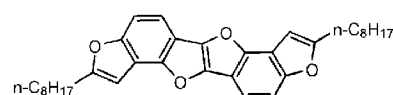
化合物 J7



化合物 K7



化合物 J8



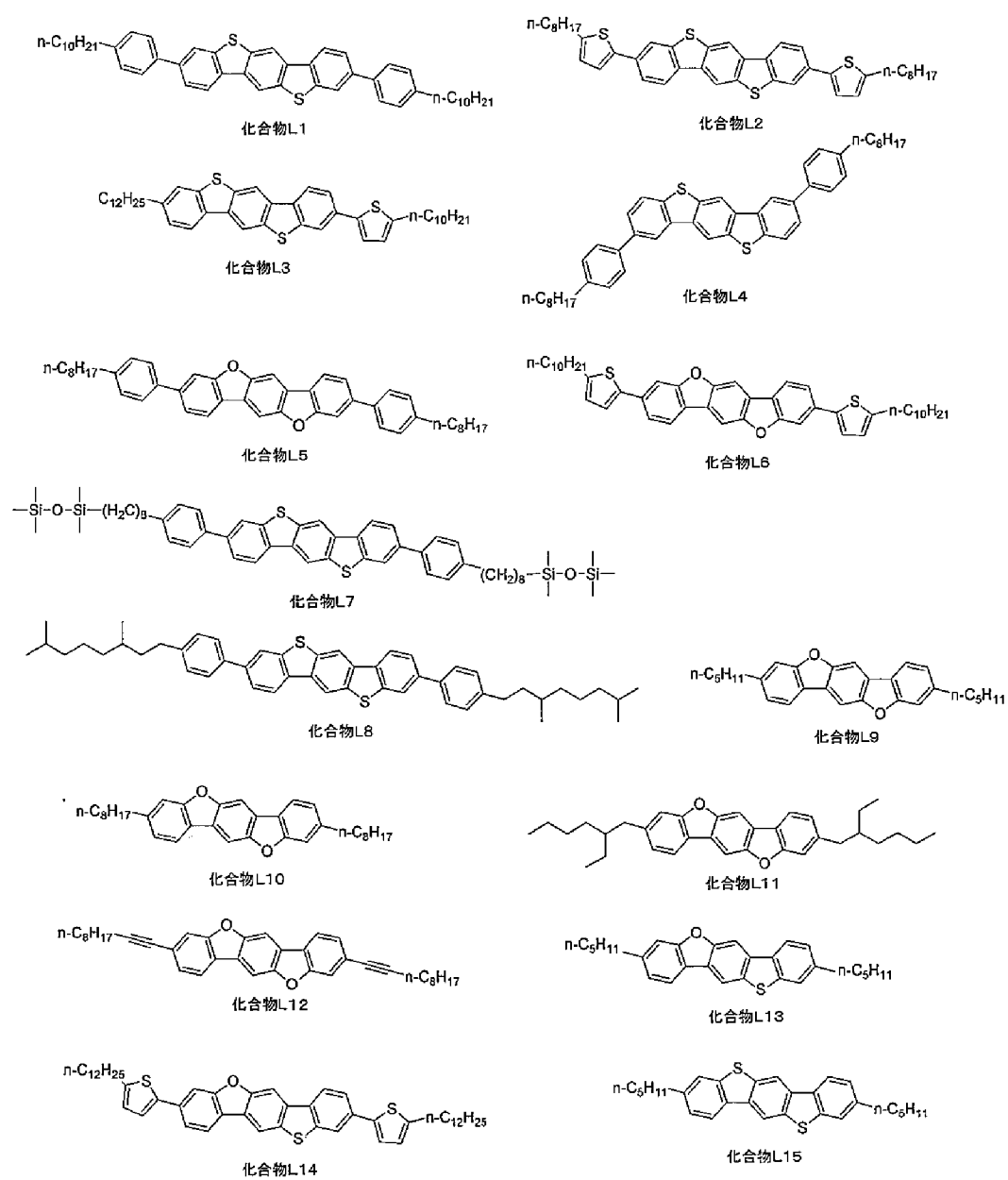
化合物 K8

[0138] 上記化合物 J 及び化合物 K の分子量は、それぞれ、上限が一般式 (C) で表される化合物 C と同じであるのが、溶媒への溶解性を高めることができ、好ましい。一方で、薄膜の膜質安定性の観点から、分子量の下限は一般式 (D) で表される化合物と同じである。

[0139] 一般式 (L) で表される化合物 L、一般式 (M) で表される化合物 M、一般式 (N) で表される化合物 N、一般式 (P) で表される化合物 P 及び一般式 (Q) で表される化合物 Q それぞれの具体例を、順に示す。

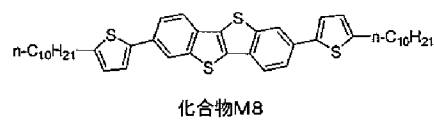
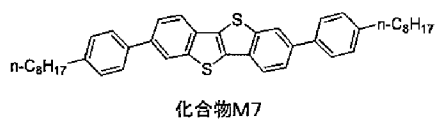
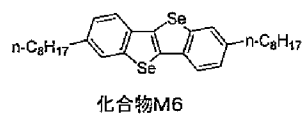
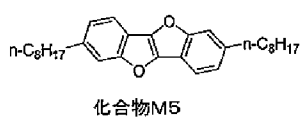
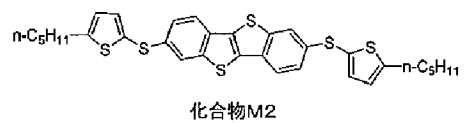
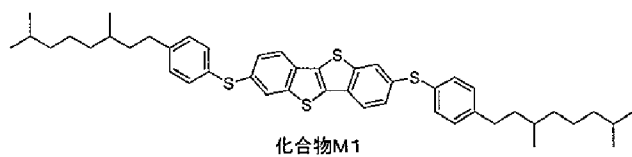
[0140]

[化24]

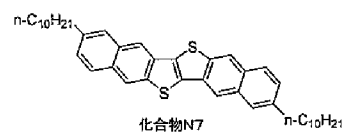
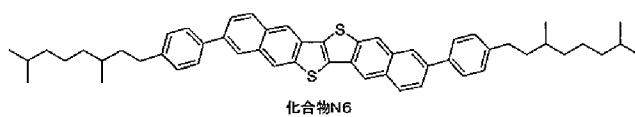
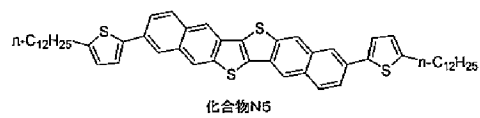
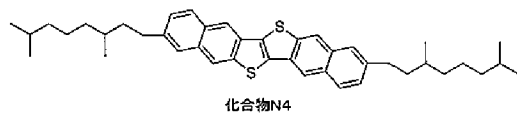
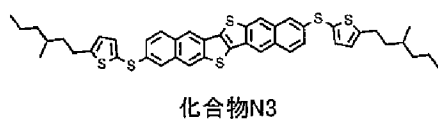
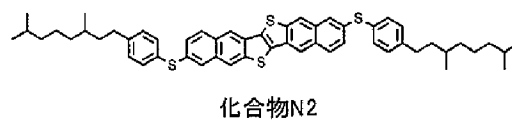
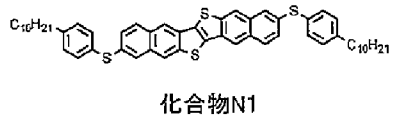


[0141]

[化25]

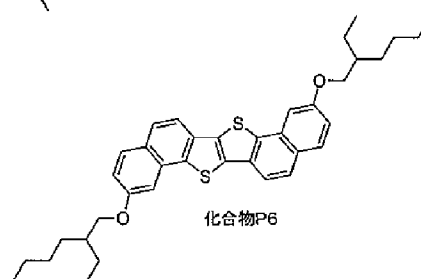
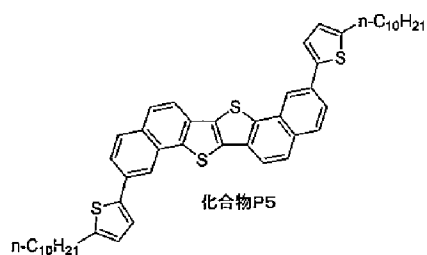
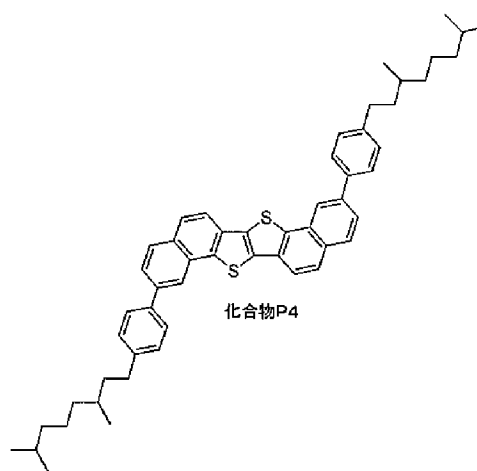
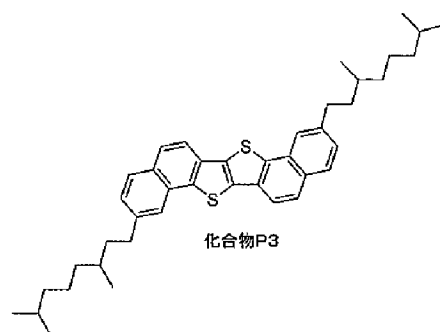
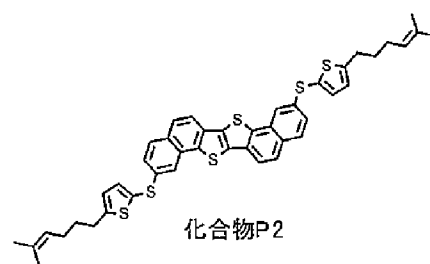
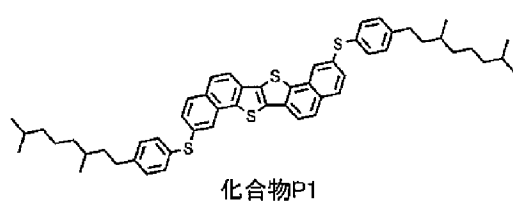


[0142] [化26]



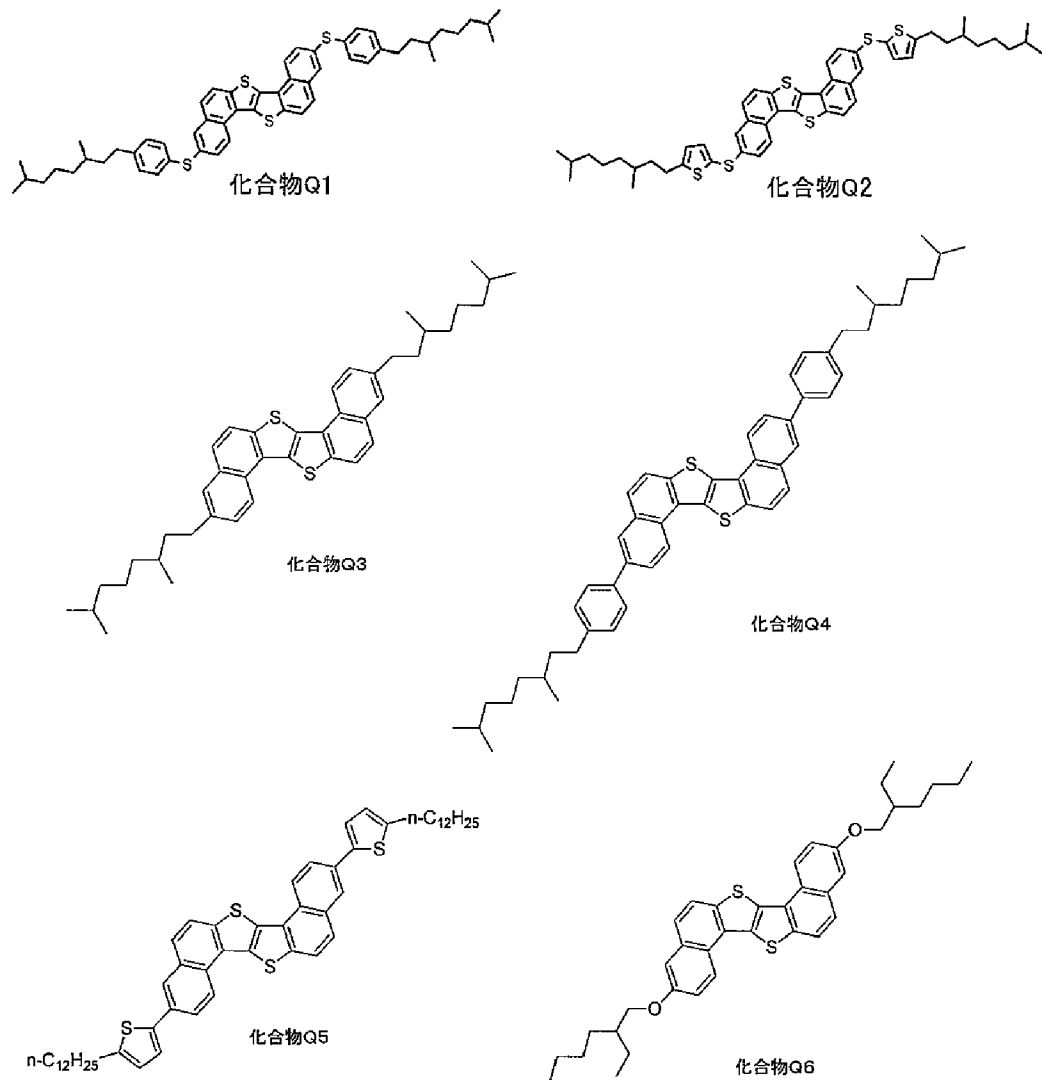
[0143]

[化27]



[0144]

[化28]

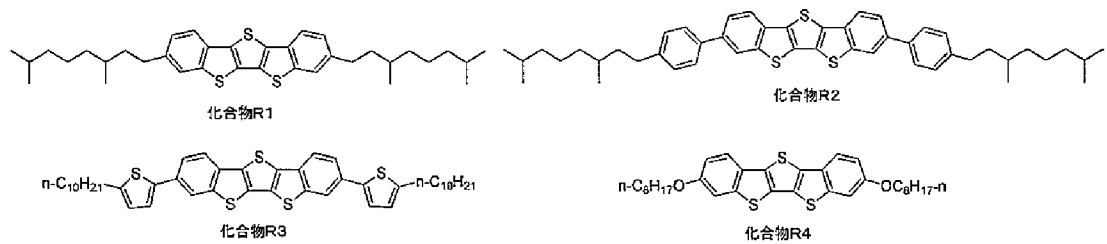


[0145] 上記化合物L、化合物M、化合物N、化合物P及び化合物Qの分子量は、それぞれ、上限が一般式（C）で表される化合物Cと同じであるのが、溶媒への溶解性を高めることができ、好ましい。一方で、薄膜の膜質安定性の観点から、分子量の下限は一般式（D）で表される化合物と同じである。

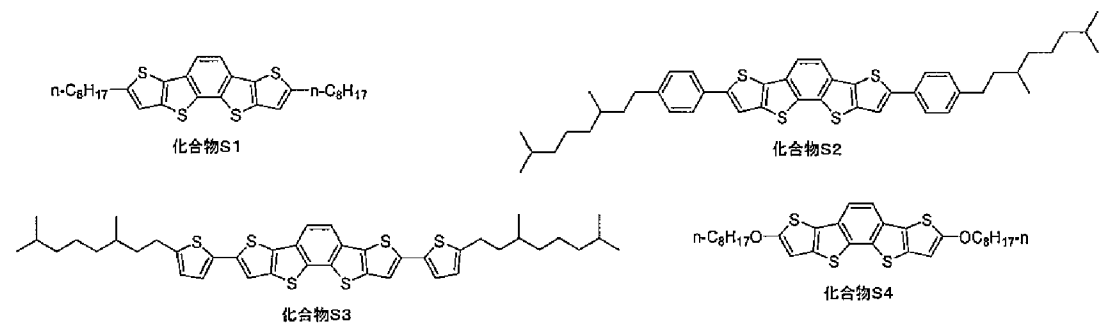
[0146] 一般式（R）で表される化合物R、一般式（S）で表される化合物S及び一般式（T）で表される化合物Tそれぞれの具体例を、順に示す。

[0147]

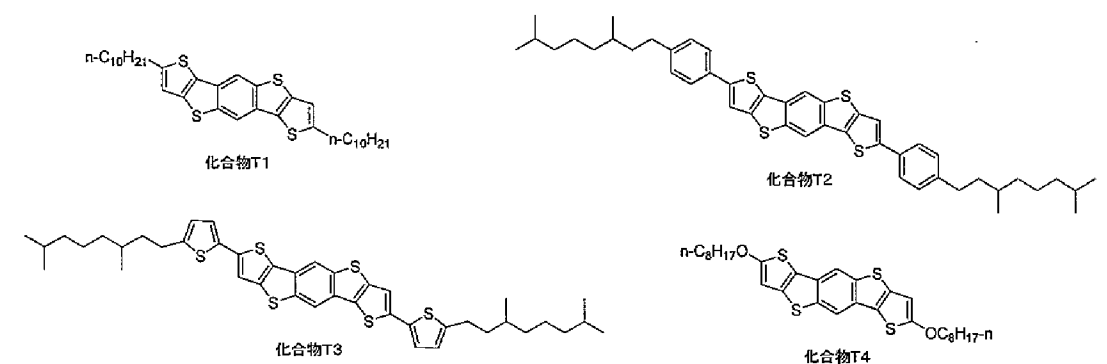
[化29]



[0148] [化30]



[0149] [化31]



[0150] 上記化合物R、化合物S及び化合物Tの分子量は、それぞれ、上限が一般式(C)で表される化合物Cと同じであるのが、溶媒への溶解性を高めることができ、好ましい。一方で、薄膜の膜質安定性の観点から、分子量の下限は一般式(D)で表される化合物と同じである。

[0151] 有機ポリマー及びその誘導体としては、例えば、ポリピロール及びその置換体、ポリジケトピロール及びその置換体、ポリチオフェン及びその誘導体、ポリイソチアナフテン等のイソチアナフテン、ポリチエニレンビニレン等のチエニレンビニレン、ポリ(p-フェニレンビニレン)等のポリ(p-フ

エニレンビニレン)、ポリアニリン及びその誘導体、ポリアセチレン、ポリジアセチレン、ポリアズレン、ポリピレン、ポリカルバゾール、ポリセレンフェン、ポリフラン、ポリ(p-フェニレン)、ポリインドール、ポリピリダジン、ポリテルロフェン、ポリナフタレン、ポリビニルカルバゾール、ポリフェニレンスルフィド、ポリビニレンスルフィド等のポリマー及び縮合多環芳香族化合物の重合体等を挙げることができる。

ポリチオフェン及びその誘導体としては、特に限定されないが、例えば、ポリチオフェンにヘキシル基を導入したポリ-3-ヘキシルチオフェン(P3HT)、ポリエチレンジオキシチオフェン、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリスチレンスルホン酸(PEDOT/PSS)等が挙げられる。

また、これらのポリマーと同じ繰返し単位を有するオリゴマー(例えば、オリゴチオフェン)を挙げることができる。

[0152] また、有機ポリマーとして、下記一般式(C)～(T)で表される化合物が繰返し構造を有する高分子化合物が挙げられる。

このような高分子化合物としては、一般式(C)～(T)で表される化合物が少なくとも1つ以上のアリーレン基、ヘテロアリーレン基(チオフェン、ビチオフェン等)を介して繰返し構造を示す π 共役ポリマーや、一般式(C)～(T)で表される化合物が高分子主鎖に側鎖を介して結合したペンダント型ポリマーが挙げられる。高分子主鎖としては、ポリアクリレート、ポリビニル、ポリシロキサン等が好ましく、側鎖としては、アルキレン基、ポリエチレンオキシド基等が好ましい。ペンダント型ポリマーの場合、高分子主鎖は置換基 $R^C \sim R^T$ の少なくとも1つが重合性基由来の基を有し、これが重合してなるものであってもよい。

[0153] これらの有機ポリマーは、重量平均分子量が3万以上であることが好ましく、5万以上であることがより好ましく、10万以上であることがさらに好ましい。重量平均分子量が上記下限値以上とすることにより、分子間相互作用を高めることができ、高い移動度が得られる。

[0154] <無機半導体層>

半導体層を形成する無機半導体材料としては、特に限定されないが、塗布型半導体が好ましく、その好ましい例として酸化物半導体が挙げられる。

酸化物半導体としては、金属酸化物からなるものであれば特に限定されない。酸化物半導体からなる半導体層は、酸化物半導体前駆体、すなわち熱酸化等の変換処理によって金属酸化物からなる半導体材料に変換される材料を用いて形成するのが好ましい。

酸化物半導体は特に限定されるものではないが、例えば、酸化インジウム、ガリウム亜鉛、酸化インジウムガリウム、酸化インジウムスズ亜鉛、酸化ガリウム亜鉛、酸化インジウムスズ、酸化インジウム亜鉛、酸化スズ亜鉛、酸化亜鉛、酸化スズ、例えば、 InGaZnO_x 、 InGaO_x 、 InSnZnO_x 、 GaZnO_x 、 InSnO_x 、 InZnO_x 、 SnZnO_x （いずれも $x > 0$ ）、 ZnO 、 SnO_2 が挙げられる。

[0155] 上記酸化物半導体前駆体としては、例えば、金属の硝酸塩、金属のハロゲン化物、アルコキシドが挙げられる。上記酸化物半導体前駆体が含有する金属は、例えば、Li、Be、B、Na、Mg、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Mo、Cd、In、Ir、Sn、Sb、Cs、Ba、La、Hf、Ta、W、Tl、Pb、Bi、Ce、Pr、Nd、Pm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luからなる群から選ばれる少なくとも1種が挙げられる。

酸化物半導体前駆体の具体例としては、例えば、硝酸インジウム、硝酸亜鉛、硝酸ガリウム、硝酸スズ、硝酸アルミニウム、塩化インジウム、塩化亜鉛、塩化スズ（2価）、塩化スズ（4価）、塩化ガリウム、塩化アルミニウム、トリ－i－プロポキシインジウム、ジエトキシ亜鉛、ビス（ジピバロイルメタナト）亜鉛、テトラエトキシスズ、テトラ－i－プロポキシスズ、トリ－i－プロポキシガリウム、トリ－i－プロポキシアルミニウムが挙げられる。

[0156] [ソース電極、ドレイン電極]

本発明のTFTにおいて、ソース電極は、配線を通じて外部から電流が流入する電極である。また、ドレイン電極は、配線を通じて外部に電流を送り出す電極であり、通常、上記半導体層に接して設けられる。

ソース電極及びドレイン電極の材料としては、従来の薄膜トランジスタに用いられている導電性材料を用いることができ、例えば、上記ゲート電極で説明した導電性材料等が挙げられる。

[0157] ソース電極及びドレイン電極は、それぞれ、上記ゲート電極の形成方法と同様の方法により形成することができる。

[0158] 上記フォトリソグラフィ法としては、リフトオフ法又はエッチング法を採用できる。

特に、ゲート絶縁層がエッチング液や剥離液に対する耐性に優れていることから、ソース電極及びドレイン電極はエッチング法でも好適に形成することができる。エッチング法は、導電性材料を成膜した後に不要部分をエッチングにより除去する方法である。エッチング法によりパターニングすると、レジスト除去時に下地に残った導電性材料の剥がれ、レジスト残渣や除去された導電性材料の下地への再付着を防止でき、電極エッジ部の形状に優れる。この点で、リフトオフ法よりも好ましい。

[0159] リフトオフ法は、下地の一部にレジストを塗布し、この上に導電性材料を成膜し、レジスト等を溶媒により溶出又は剥離等することにより、レジスト上の導電性材料ごと除去して、レジストが塗布されていなかった部分にのみ導電性材料の膜を形成する方法である。

[0160] ソース電極及びドレイン電極の厚みは、任意であるが、それぞれ、1 nm以上が好ましく、10 nm以上が特に好ましい。また、500 nm以下が好ましく、300 nm以下が特に好ましい。

ソース電極とドレイン電極との間の間隔（チャンネル長）は、任意であるが、100 μ m以下が好ましく、50 μ m以下が特に好ましい。また、チャンネル幅は、5000 μ m以下が好ましく、1000 μ m以下が特に好ましい。

[0161] [オーバーコート層]

本発明のTF Tは、オーバーコート層を有していてもよい。オーバーコート層は、通常、TF Tの表面に保護層として形成される層である。単層構造でも多層構造でもよい。

オーバーコート層は、有機系のオーバーコート層でも無機系のオーバーコート層でもよい。

有機系のオーバーコート層を形成する材料としては、特に限定されないが、例えば、ポリスチレン、アクリル樹脂、ポリビニルアルコール、ポリオレフィン、ポリイミド、ポリウレタン、ポリアセナチレン、エポキシ樹脂等の有機ポリマー、及び、これらの有機ポリマーに架橋性基や撥水基等を導入した誘導体等が挙げられる。これらの有機ポリマーやその誘導体は、架橋成分、フッ素化合物、シリコン化合物等と併用することもできる。

無機系のオーバーコート層を形成する材料としては、特に限定されないが、酸化ケイ素、酸化アルミニウム等の金属酸化物、窒化ケイ素等の金属窒化物等が挙げられる。

これらの材料は、1種を用いても、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用してもよい。

[0162] オーバーコート層の形成方法に制限は無く、公知の各種の方法により形成することができる。

例えば、有機系のオーバーコート層は、例えば、その下地となる層に、オーバーコート層となる材料を含む溶液を塗布後に乾燥させる、オーバーコート層となる材料を含む溶液を塗布、乾燥後に露光、現像してパターンニングする等の方法により形成することができる。なお、オーバーコート層のパターンニングは、印刷法やインクジェット法等により直接形成することもできる。また、オーバーコート層のパターンニング後に、露光や加熱することにより、オーバーコート層を架橋させてもよい。

一方、無機系のオーバーコート層は、スパッタリング法、蒸着法等の乾式法やゾルゲル法のような湿式法により形成することができる。

[0163] [その他の層]

本発明のＴＦＴは、上記以外の層や部材を設けてもよい。

その他の層又は部材としては、例えば、バンク等が挙げられる。バンクは、インクジェット法等により半導体層やオーバーコート層等を形成するときに、吐出液を所定の位置に塞き止める目的等で用いられる。このため、バンクには、通常、撥液性がある。バンクの形成方法としては、フォトリソグラフィ法等によりパターニングした後にフッ素プラズマ法等の撥液処理を施す方法、フッ素化合物等の撥液成分を含む感光性組成物等を硬化させる方法等が挙げられる。

本発明の薄膜トランジスタの場合、ゲート絶縁層が有機層であることから、後者の撥液成分を含む感光性組成物を硬化させる方法が、ゲート絶縁層が撥液処理の影響を受ける可能性がなく、好ましい。なお、バンクを用いずに下地に撥液性のコントラストを持たせてバンクと同じ役割を持たせる技術を用いてもよい。

[0164] [ＴＦＴの用途]

本発明のＴＦＴは好ましくは表示パネルに搭載して使用される。表示パネルとしては、例えば、液晶パネル、有機ＥＬパネル、電子ペーパーパネル等が挙げられる。

実施例

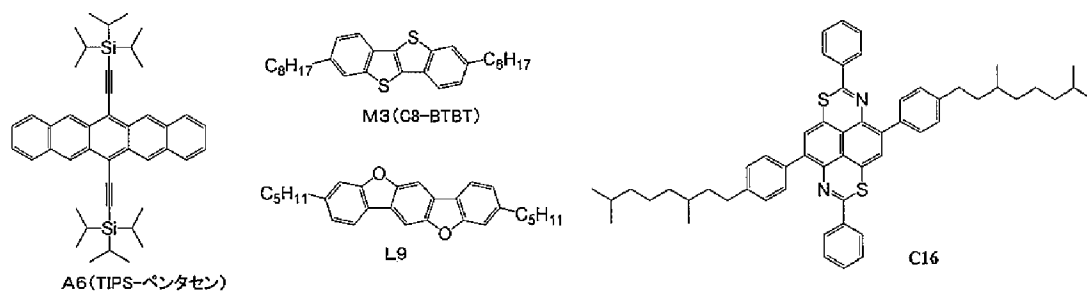
[0165] 以下に実施例に基づき本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

[0166] [合成例]

各例に用いた有機半導体としての化合物を以下に示す。

[0167]

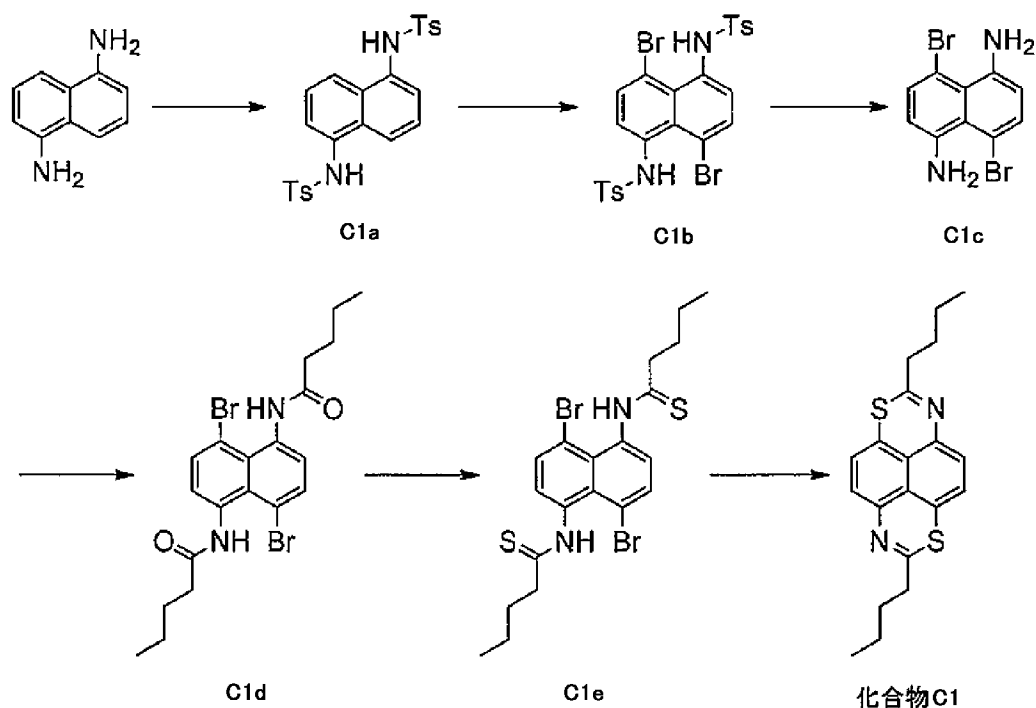
[化32]



[0168] 上記化合物 L 9 は、一般式 (L) で表される化合物であり、応用物理学会
有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌、2011、22、9-1
2.、国際公開第2009/148016号パンフレット等に記載の方法に
準じて、合成した。

[0169] 上記化合物 C 1 6 は、一般式 (C) で表される化合物あり、下記化合物 C
1 の下記合成方法に準じて、合成した。

[0170] [化33]



[0171] (化合物 C 1 a の合成)

1, 5-ジアミノナフタレン (10 g) のピリジン溶液 (125 mL) に
、p-トルエンスルホニルクロリド (34 g) をゆっくりと添加し、室温で

2時間撈拌した。反応液を氷水に注ぎ、析出物を減圧濾過した。得られた粗結晶をメタノールで洗浄し、化合物C 1 a (29 g)を得た。

[0172] (化合物C 1 bの合成)

化合物C 1 a (10 g)の氷酢酸溶液を95℃で加熱撈拌し、そこに氷酢酸10 mLで希釈した臭素(2 mL)をゆっくりと滴下した。10分間反応させ、放冷後にろ過することで粗結晶を灰色固体として得た。粗結晶をニトロベンゼン中で再結晶することで化合物C 1 b (6.8 g)を得た。

[0173] (化合物C 1 cの合成)

化合物C 1 b (5 g)の濃硫酸溶液を室温で24時間撈拌した。反応液を氷水に注ぎ、析出している固体をろ過して回収した。その固体を氷水中に再度分散し、アンモニア水で中和し、化合物C 1 c (0.5 g)を得た。

[0174] (化合物C 1 dの合成)

室温下、化合物C 1 c (2 g)のピリジン溶液にペンタノイルクロリド(バレリン酸クロリド)(2.6 mL)を滴下して2時間撈拌した。氷水に反応液を注ぎ、固体を減圧濾過した。メタノール中に分散し1時間撈拌した後、固体をろ過することで化合物C 1 d (1.39 g)を得た。

[0175] (化合物C 1 eの合成)

THF (360 mL)及びトルエン(72 mL)の混合溶液中に化合物C 1 d (1.2 g)とローソン試薬(1.48 g)を添加した後、加熱還流しながら3時間撈拌した。エバポレーションでTHFのみ除去してトルエン溶液とした後、60℃で1時間撈拌した。その後、不溶物をろ過することで化合物C 1 e (0.5 g)を得た。

[0176] (化合物C 1の合成)

化合物C 1 e (0.4 g)と炭酸セシウム(1.33 g)をジメチルアセトアミド中、120℃で2時間反応させた。反応液を水に注ぎ析出物をろ過した。ろ過した固体をTHF中で再結晶を繰返し、目的化合物C 1 (0.12 g)を合成した。得られた化合物C 1の同定は、¹H-NMR及びMassスペクトルにより行った。

[0177] なお、化合物A6（TIPS-ペンタセン）及び化合物M3（C8-BTBT）は、公知の方法に準じて、合成した。

[0178] [製造例1] ボトムゲート型TFETの作製－1

図1（A）に示すボトムゲート・ボトムコンタクト型のTFETを作製した。基板6として厚さ1mmのドーパシリコン基板（ゲート電極5を兼ねる）を用い、その上にゲート絶縁層2を形成した。

ゲート絶縁層2は以下のように形成した。

市販のポリ（4-ビニルフェノール）6.3gと、架橋剤として2,2-ビス（3,5-ジヒドロキシメチル-4-ヒドロキシ）プロパン2.7gとを、91gの1-ブタノール／エタノール＝1／1の混合溶媒に室温で完全に溶解した。この溶解液をφ0.2μmのPTFE製メンブランフィルタでろ過した。得られたろ液に酸触媒としてジフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスフェート塩を0.1wt%となるように加え、基板6上に塗布し、乾燥して成膜した。その後、100℃に加熱して架橋構造を形成させ、厚さ0.7μmのゲート絶縁層2を形成した。

[0179] 上記で形成したゲート絶縁層2上に、図1（A）に示すようにソース及びドレイン電極としてくし型に配置されたクロム／金（ゲート幅W＝100mm、ゲート長L＝100μm）電極を、マスクを用いて真空蒸着にて形成した。

続いて、ソース電極及びドレイン電極を覆うように、下記表1に示す有機半導体5mgをトルエン1mLに溶解した溶液をスピコートして成膜し、図1（A）に示される形態のTFETを作製した。有機半導体層の厚さは150nmとした。

[0180] [製造例2] ボトムゲート型TFETの作製－2

上記製造例1において、ゲート絶縁層の形成の際に架橋剤及び酸触媒を添加しなかったこと以外は製造例1と同様にしてTFETを製造した。

[0181] [製造例3] ボトムゲート型TFETの作製－3

上記製造例1において、ゲート絶縁層の形成の際にポリ（4-ビニルフェ

ノール）に代えて市販のポリシルセスキオキサンを用い、溶媒としてテトラヒドロフランを用い、架橋剤及び酸触媒を添加しなかったこと以外は製造例 1 と同様にして T F T を製造した。

[0182] [製造例 4] ボトムゲート型 T F T の作製－ 4

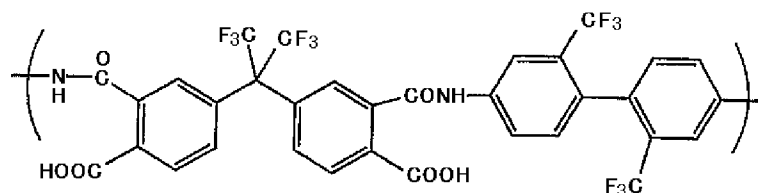
上記製造例 1 において、ゲート絶縁層の形成の際にポリ（４－ビニルフェノール）に代えて市販のフッ素樹脂（C Y T O P）を用い、溶媒に専用のフッ素化溶媒を用い、架橋剤及び酸触媒を添加しなかったこと以外は製造例 1 と同様にして T F T を製造した。

[0183] [製造例 5] ボトムゲート型 T F T の作製－ 5

ゲート絶縁層 2 を下記のように形成したこと以外は上記製造例 1 と同様にして T F T を製造した。

5 w t % 濃度で N－メチルピロリドンに溶解した下記構造単位からなるポリイミド前駆体溶液を 0. 2 μ m のフィルターでろ過し、このろ液を、ゲート電極 5 を形成した基板 6 上に塗布後、1 5 0 °C で 1 0 分間、2 0 0 °C で 2 時間、及び 3 0 0 °C で 6 時間加熱処理して、厚さ 0. 7 μ m のポリイミド膜からなるゲート絶縁層 2 を形成した。

[0184] [化 34]



[0185] [ゲート絶縁層の含水率の調整]

上記製造例 1 ～ 5 において、ゲート絶縁層を形成後、室温、大気下で 1 日～ 1 ヶ月放置させたり（含水率 > 1 0 0 0 p p m の比較例）、温度 1 2 0 °C、真空下で 1 ～ 2 4 時間乾燥させたり（実施例及び含水率 < 0. 0 1 p p m の比較例）して、ゲート絶縁層 2 の含水率を下表に記載する値に調節した。

[0186] [試験例 1] ゲート絶縁層の絶縁性の評価（体積抵抗率の測定）

上記製造例 1 ～ 5 と全く同じにゲート絶縁層を形成し、製造例 1 ～ 5 と全

く同じにゲート絶縁層の含水率を調整した後、その上に厚さ100nmの金電極を真空蒸着により形成した。これをサンプルとして、ソースメジャーユニット237 (Keithley社製)を用いて、体積抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$)を測定した。

[0187] [試験例2] ゲート絶縁層の絶縁性の評価 (比誘電率の測定)

上記製造例1~5と全く同じにゲート絶縁層を形成し、製造例1~5と全く同じにゲート絶縁層の含水率を調整した後、その上に厚さ100nmの金電極を真空蒸着により形成した。これをサンプルとして、誘電体測定システム126096W型 (ソーラトロン社製)を用いて、比誘電率を測定した。

[0188] [試験例3] ゲート絶縁層の含水率の測定

ゲート絶縁層の含水率はカールフィッシャー水分測定装置を用いて測定した。具体的には、ゲート絶縁層を脱水溶媒に溶解して含水率測定用サンプルとした。

[0189] [試験例4] TFTの性能評価

製造例1~5で得られたTFTについて、キャリア移動度とon/off比を下記方法により評価することでTFTの性能を調べた。

[0190] (閾値電圧の測定)

ソース電極ードレイン電極間に-40Vの電圧を印加し、ゲート電圧を40V~-40Vの範囲で変化させ、閾値電圧を測定した。

[0191] (キャリア移動度の評価)

ソース電極ードレイン電極間に-40Vの電圧を印加し、ゲート電圧を40V~-400Vの範囲で変化させ、ドレイン電流 I_d を表わす下記式を用いてキャリア移動度 μ を算出した。

$$I_d = (w/2L) \mu C_i (V_g - V_{th})^2$$

(式中、 L はゲート長、 w はゲート幅、 C_i は絶縁層の単位面積当たりの容量、 V_g はゲート電圧、 V_{th} は閾値電圧)

[0192] (on/off比の評価基準)

ソース電極ードレイン電極間にかかる電圧を-40Vに固定し、 V_g を4

0 V から −40 V までスイープさせた時の $(|I_d| \text{ の最大値}) / (|I_d| \text{ の最小値})$ を On / Off 比とした。

[0193] 結果を下記表 1 に示す。

[0194]

[表1]

表 1

	ゲート絶縁層の 有機高分子 化合物	含水率 (ppm)	体積 抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	比誘電率	半導体：TIPS-ベンゼン			半導体：08-BTBT			半導体：L9			半導体：C16		
					閾値電圧 (V)	移動度 μ (cm^2/Vs)	on/off比	閾値電圧 (V)	移動度 μ (cm^2/Vs)	on/off比	閾値電圧 (V)	移動度 μ (cm^2/Vs)	on/off比	閾値電圧 (V)	移動度 μ (cm^2/Vs)	on/off比
比較例 1-1	ホスフィニルエーテル (架橋)	<0.01	3×10^{16}	3.7	5.5	0.09	8×10^5	5.8	0.10	5×10^5	5.2	0.25	1×10^6	5.5	0.40	2×10^6
実施例 1-1	ホスフィニルエーテル (架橋)	0.6	3×10^{16}	3.8	5.2	0.12	2×10^6	5.5	0.13	8×10^5	4.9	0.30	3×10^6	5.2	0.50	4×10^6
実施例 1-2	ホスフィニルエーテル (架橋)	100	2×10^{16}	3.9	5.3	0.11	1×10^6	5.6	0.12	7×10^5	5.0	0.27	2×10^6	5.3	0.45	3×10^6
実施例 1-3	ホスフィニルエーテル (架橋)	700	1×10^{16}	4.0	5.4	0.10	9×10^5	5.7	0.11	6×10^5	5.1	0.27	1×10^6	5.4	0.45	2×10^6
比較例 1-2	ホスフィニルエーテル (架橋)	1100	3×10^{15}	4.2	5.8	0.08	9×10^4	6.0	0.09	8×10^4	5.4	0.20	7×10^4	5.7	0.30	8×10^4
比較例 2	ホスフィニルエーテル (非架橋)	<0.01	4×10^{16}	3.5	6.0	0.09	7×10^5	6.2	0.10	5×10^5	5.6	0.25	1×10^6	5.8	0.50	2×10^6
実施例 2-1	ホスフィニルエーテル (非架橋)	1.0	4×10^{16}	3.6	5.8	0.10	9×10^5	6.0	0.11	7×10^5	5.4	0.27	3×10^6	5.6	0.55	4×10^6
実施例 2-2	ホスフィニルエーテル (非架橋)	10	3×10^{16}	3.6	5.6	0.12	2×10^6	5.8	0.13	9×10^5	5.2	0.30	5×10^6	5.4	0.60	5×10^6
比較例 3	ホスフィニルエーテル (非架橋)	<0.01	2×10^{16}	3.9	5.3	0.11	6×10^5	5.0	0.12	5×10^5	5.2	0.30	1×10^6	5.4	0.40	2×10^6
実施例 3-1	ホスフィニルエーテル (非架橋)	0.1	2×10^{16}	4.0	5.1	0.12	8×10^5	4.8	0.13	7×10^5	5.0	0.33	3×10^6	5.2	0.45	4×10^6
実施例 3-2	ホスフィニルエーテル (非架橋)	2.0	1×10^{16}	4.0	4.9	0.14	1×10^6	4.7	0.14	8×10^5	4.8	0.35	4×10^6	5.0	0.50	6×10^6
比較例 4	CYT0P	<0.01	5×10^{16}	2.0	5.6	0.11	6×10^5	5.1	0.12	5×10^5	5.4	0.30	1×10^6	5.6	0.40	2×10^6
実施例 4-1	CYT0P	0.05	5×10^{16}	2.1	5.4	0.12	8×10^5	4.9	0.13	6×10^5	5.2	0.32	3×10^6	5.4	0.45	3×10^6
実施例 4-2	CYT0P	0.7	5×10^{16}	2.1	5.3	0.13	1×10^6	4.8	0.14	7×10^5	5.1	0.33	4×10^6	5.3	0.45	4×10^6
比較例 5-1	ホスフィニル (非架橋)	10	2×10^{15}	3.6	6.5	0.04	6×10^4	6.8	0.05	4×10^4	6.3	0.10	3×10^4	7.0	0.20	2×10^4
比較例 5-2	ホスフィニル (非架橋)	700	1×10^{13}	3.8	7.5	0.01	8×10^3	7.7	0.01	6×10^3	8.0	0.05	4×10^3	8.7	0.10	3×10^3

[0195] なお、実施例 1-1 において、有機半導体として、上記 A 2 6、A 2 7、C 1、C 4、C 7、D 1、E 2、F 2、F 5、F 1 0、G 1 2、G 1 4、H 1 0、H 1 1、J 2、J 3、K 2、K 3、L 2、L 5、L 6、L 8、L 1 5、M 8、N 4、P 3、Q 3、R 1、S 1 又は T 1 を用いたこと以外は実施例 1-1 と同様にして、図 1 (A) に示される T F T を、それぞれ、製造した。

製造した T F T それぞれについて、試験例 4 と同様にして、キャリア移動度 μ 、 $O n / O f f$ 比及び閾値電圧 V_{th} を評価した。その結果、いずれも実施例 1-1 と同様に、ゲート絶縁層の含水率が本発明で規定する範囲外のものに比べて、性能に優れる結果となった。

[0196] [製造例 6] トップゲート型 T F T の作製-1

図 1 (C) に示すトップゲート・ボトムコンタクト型の T F T を作製した。ガラス基板 (N E C コーニング社製、O A 1 0) を水で洗浄し、乾燥したものを基板 6 として用いた。このガラス基板上にソース電極及びドレイン電極としてクロム／金電極を、マスクを用いて真空蒸着にて形成した。これにより厚さ 1 0 0 n m のソース電極 3 及びドレイン電極 4 を設けた。ゲート幅 W は 1 0 0 m m、ゲート長 L は 1 0 0 μ m とした。

[0197] 基板 6、ソース電極 3 及びドレイン電極 4 を覆うように、表 2 に記載の有機半導体 5 m g をトルエン 1 m L に溶解した溶液をスピンコートして成膜した。これにより厚さ 1 5 0 n m の有機半導体層を形成した。

[0198] 続いて、有機半導体層を覆うようにゲート絶縁層を形成した。より詳細には、市販のポリ (4-ビニルフェノール) 6. 3 g と、架橋剤として 2, 2-ビス (3, 5-ジヒドロキシメチル-4-ヒドロキシ) プロパン 2. 7 g とを、9 1 g の 1-ブタノール／エタノール = 1 / 1 の混合溶媒に室温で完全に溶解した。この溶解液を ϕ 0. 2 μ m の P T F E 製メンブランフィルタでろ過した。得られたろ液に酸触媒としてジフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスフェート塩を 0. 1 w t % となるように加え、有機半導体層上に塗布し、乾燥して成膜した。その後、1 0 0 °C に加熱して架橋構造を形成さ

せ、厚さ $0.7\mu\text{m}$ のゲート絶縁層2を形成した。

[0199] 続いて、ゲート絶縁層上にAg微粒子水分散液をインクジェット法により塗布し、乾燥して厚さ 200nm のゲート電極を形成した。

[0200] [製造例7] トップゲート型TFETの作製-2

上記製造例6において、ゲート絶縁層の形成の際に架橋剤及び酸触媒を添加しなかったこと以外は製造例1と同様にしてTFETを製造した。

[0201] [製造例8] トップゲート型TFETの作製-3

上記製造例6において、ゲート絶縁層の形成の際にポリ(4-ビニルフェノール)に代えて市販のポリシルセスキオキサンを用い、溶媒としてテトラヒドロフランを用い、架橋剤及び酸触媒を添加しなかったこと以外は製造例1と同様にしてTFETを製造した。

[0202] [製造例9] トップゲート型TFETの作製-4

上記製造例6において、ゲート絶縁層の形成の際にポリ(4-ビニルフェノール)に代えて市販のフッ素樹脂(CYTOP)を用い、溶媒に専用のフッ素化溶媒を用い、架橋剤及び酸触媒を添加しなかったこと以外は製造例1と同様にしてTFETを製造した。

[0203] [製造例10] トップゲート型TFETの作製-5

ゲート絶縁層2を下記のように形成したこと以外は上記製造例6と同様にしてTFETを製造した。

5wt%濃度でN-メチルピロリドンに溶解した、上記製造例5と同様にして調製したポリイミド前駆体溶液のろ液を、有機半導体層上に塗布後、 150°C で10分間、 200°C で2時間、及び 300°C で6時間加熱処理して、厚さ $0.7\mu\text{m}$ のポリイミド膜からなるゲート絶縁層2を形成した。

[0204] [ゲート絶縁層の含水率の調整]

上記製造例1～5において、ゲート絶縁層を形成後、室温、大気下で1日～1ヶ月放置させたり(含水率 $>1000\text{ppm}$ の比較例)、温度 120°C 、真空下で1～24時間乾燥させたり(実施例及び含水率 $<0.01\text{ppm}$ の比較例)して、ゲート絶縁層2の含水率を下表に記載する値に調節した。

[0205] 得られたトップゲート・ボトムコンタクト型ＴＦＴについて、上記試験例１～４と同様にして、ゲート絶縁層の絶縁性及び含水率、並びにＴＦＴの性能を評価した。結果を下記表２に示す。

[0206]

[表2]

表 2

	ゲート絶縁層の 有機高分子 化合物	含水率 (ppm)	体積 抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	比誘電率	半導体：TIPS-ベンゼン			半導体：C8-BTBT			半導体：L9			半導体：C16		
					閾値電圧 (V)	移動度 μ (cm^2/Vs)	on/off比	閾値電圧 (V)	移動度 μ (cm^2/Vs)	on/off比	閾値電圧 (V)	移動度 μ (cm^2/Vs)	on/off比	閾値電圧 (V)	移動度 μ (cm^2/Vs)	on/off比
比較例 11-1	ホリビニルフェニル (架橋)	<0.01	3×10^{16}	3.7	5.8	0.07	7×10^5	6.1	0.09	4×10^5	5.4	0.20	8×10^5	5.7	0.30	1×10^6
実施例 11-1	ホリビニルフェニル (架橋)	0.6	3×10^{16}	3.8	5.5	0.10	1×10^6	5.8	0.12	7×10^5	5.1	0.27	2×10^6	5.4	0.45	3×10^6
実施例 11-2	ホリビニルフェニル (架橋)	100	2×10^{16}	3.9	5.6	0.09	9×10^5	5.9	0.11	6×10^5	5.2	0.25	1×10^6	5.5	0.40	2×10^6
実施例 11-3	ホリビニルフェニル (架橋)	700	1×10^{16}	4.0	5.7	0.08	8×10^5	6.0	0.10	5×10^5	5.3	0.25	9×10^5	5.6	0.40	2×10^6
比較例 11-2	ホリビニルフェニル (架橋)	1100	3×10^{15}	4.2	6.1	0.06	8×10^4	6.3	0.08	7×10^4	5.7	0.15	6×10^4	5.9	0.25	7×10^4
比較例 12	ホリビニルフェニル (非架橋)	<0.01	4×10^{16}	3.5	6.2	0.07	6×10^5	6.4	0.09	4×10^5	5.7	0.22	9×10^5	5.9	0.45	1×10^6
実施例 12-1	ホリビニルフェニル (非架橋)	1.0	4×10^{16}	3.6	6.0	0.08	9×10^5	6.2	0.11	6×10^5	5.5	0.25	2×10^6	5.7	0.50	3×10^6
実施例 12-2	ホリビニルフェニル (非架橋)	10	3×10^{16}	3.6	5.8	0.10	1×10^6	6.0	0.12	8×10^5	5.3	0.27	4×10^6	5.5	0.55	4×10^6
比較例 13	ホリジルスチレン	<0.01	2×10^{16}	3.9	5.6	0.09	5×10^5	5.3	0.11	4×10^5	5.4	0.27	9×10^5	5.6	0.40	1×10^6
実施例 13-1	ホリジルスチレン	0.1	2×10^{16}	4.0	5.4	0.10	7×10^5	5.1	0.12	6×10^5	5.2	0.30	2×10^6	5.4	0.45	3×10^6
実施例 13-2	ホリジルスチレン	2.0	1×10^{16}	4.0	5.2	0.11	9×10^5	5.0	0.13	7×10^5	5.0	0.33	3×10^6	5.2	0.50	5×10^6
比較例 14	CYTOP	<0.01	5×10^{16}	2.0	5.9	0.09	5×10^5	5.4	0.11	4×10^5	5.6	0.27	9×10^5	5.8	0.40	1×10^6
実施例 14-1	CYTOP	0.05	5×10^{16}	2.1	5.7	0.10	7×10^5	5.2	0.12	6×10^5	5.4	0.30	2×10^6	5.6	0.45	2×10^6
実施例 14-2	CYTOP	0.7	5×10^{16}	2.1	5.6	0.11	9×10^5	5.1	0.13	7×10^5	5.3	0.30	3×10^6	5.5	0.45	3×10^6
比較例 15-1	ホリイミド	10	2×10^{15}	3.6	6.9	0.03	4×10^4	7.2	0.04	3×10^4	6.6	0.08	2×10^4	7.3	0.15	1×10^4
比較例 15-2	ホリイミド	700	1×10^{13}	3.8	7.9	0.01	6×10^3	8.1	0.01	5×10^3	8.3	0.04	3×10^3	9.0	0.08	2×10^3

[0207] なお、実施例 11-1 において、有機半導体として、上記 A26、A27、C1、C4、C7、D1、E2、F2、F5、F10、G12、G14、H10、H11、J2、J3、K2、K3、L2、L5、L6、L8、L15、M8、N4、P3、Q3、R1、S1 又は T1 を用いたこと以外は実施例 11-1 と同様に、図 1 (C) に示される TFT を、それぞれ、製造した。

製造した TFT それぞれについて、試験例 4 と同様に、キャリア移動度 μ 、 O_n/O_{off} 比及び閾値電圧 V_{th} を評価した。その結果、いずれも実施例 11-1 と同様に、ゲート絶縁層の含水率が本発明で規定する範囲外のものに比べて、性能に優れる結果となった。

[0208] 上記の結果から、ゲート絶縁層の含水率が本発明で規定するよりも低いと、TFT の閾値電圧が高くなり、移動度及び o_n/o_{off} 比は劣る結果となった（比較例 1-1、2、3、4；比較例 11-1、12、13、14）。また、ゲート絶縁層の含水率が本発明で規定するよりも高いと、ゲート絶縁層の体積抵抗率が低くなって TFT の o_n/o_{off} 比に劣る結果となり、さらに、移動度が低下し閾値電圧は上昇する結果となった（比較例 1-2、11-2）。

また、ゲート絶縁層に含まれる有機高分子がイミド結合を有する場合には、ゲート絶縁層の含水率が本発明で規定する範囲内であっても TFT の閾値電圧が高かった。また、この TFT は移動度及び o_n/o_{off} 比が低く性能に劣るものであった（比較例 5-1、5-2、15-1、15-2）。

これに対し、ゲート絶縁層が本発明で規定する有機高分子を含有し、且つその含水率が本発明で規定する範囲内にある TFT は、閾値電圧が低く、さらにキャリア移動度と o_n/o_{off} 比が共に高い値を示した。すなわち、本発明の TFT が、優れたキャリア移動度と電流増幅率を両立し、且つ、閾値電圧が低く消費電力をも抑えた TFT であることが示された。

[0209] 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は特に指定しない限り我々の発明を説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付

の請求の範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであると考える。

[0210] 本願は、2014年3月7日に日本国で特許出願された特願2014-045167に基づく優先権を主張するものであり、これはここに参照してその内容を本明細書の記載の一部として取り込む。

符号の説明

- [0211] 1 半導体層
2 ゲート絶縁層
3 ソース電極
4 ドレイン電極
5 ゲート電極
6 基板

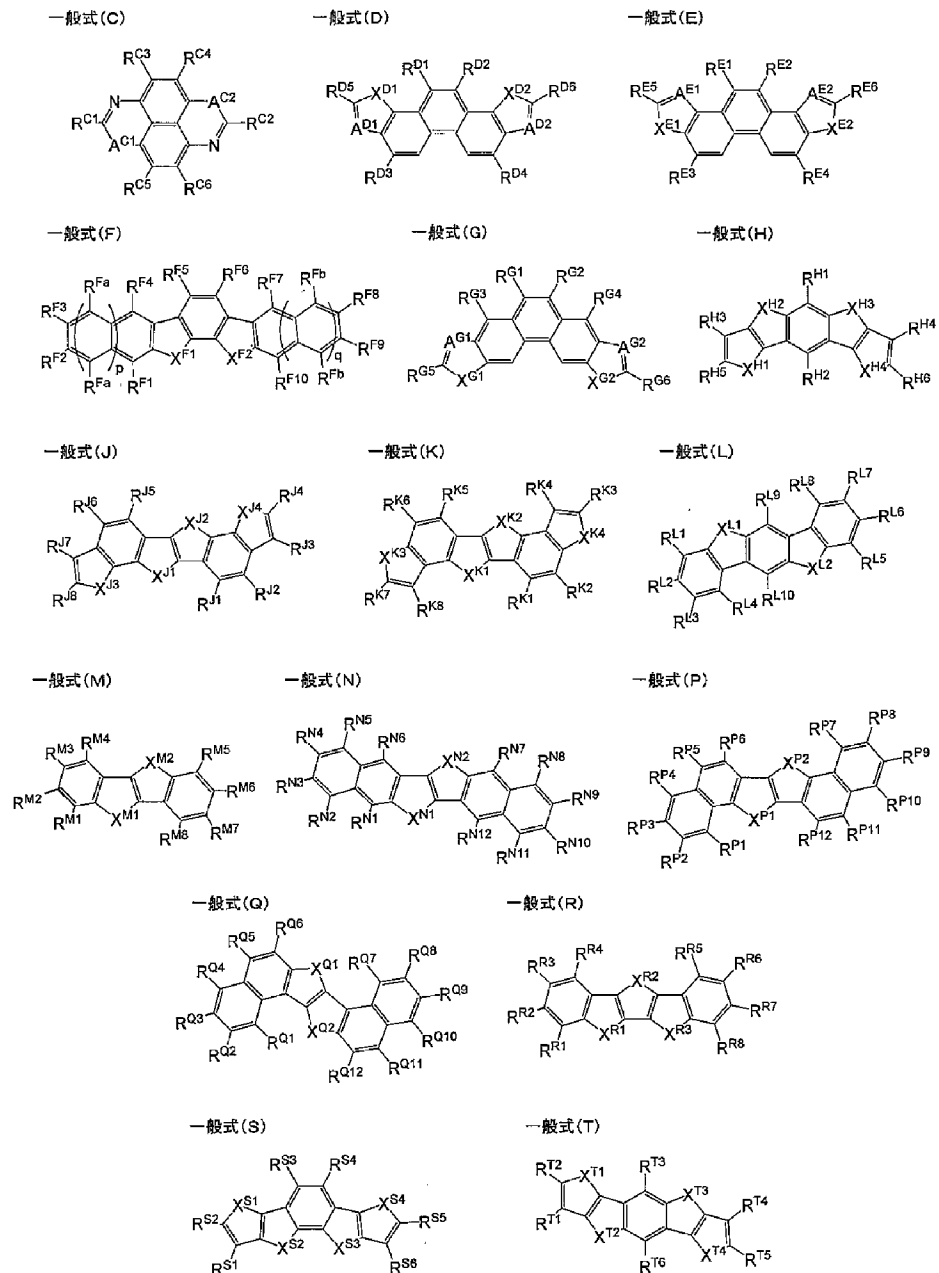
請求の範囲

- [請求項1] 基板上に、ゲート電極と、半導体層と、該ゲート電極と該半導体層との間に設けられたゲート絶縁層と、該半導体層に接して設けられ、該半導体層を介して連結されたソース電極及びドレイン電極とを有する薄膜トランジスタであって、
- 前記ゲート絶縁層がアミド結合及びイミド結合を有さない有機高分子を含有し、且つ、前記ゲート絶縁層の含水率が0.01～1000ppmである、薄膜トランジスタ。
- [請求項2] 前記ゲート絶縁層の含水率が0.05～100ppmである、請求項1に記載の薄膜トランジスタ。
- [請求項3] 前記ゲート絶縁層の含水率が0.05～20ppmである、請求項1に記載の薄膜トランジスタ。
- [請求項4] 前記ゲート絶縁層の含水率が、薄膜トランジスタの製造において、ゲート絶縁層を形成した後に該ゲート絶縁層を乾燥処理に付して調整される、請求項1～3のいずれか1項に記載の薄膜トランジスタ。
- [請求項5] 前記有機高分子化合物が、ポリビニルフェノール、ノボラック樹脂、ポリスチレン、ポリ（メタ）アクリレート、エポキシ樹脂、エポキシ（メタ）アクリレート樹脂、ポリビニルアルコール、フッ素樹脂、ポリシクロオレフィン、ポリシルセスキオキサン、ポリシロキサン、ポリエステル、ポリエーテルスルホン、及びポリエーテルケトンから選ばれる有機高分子化合物である、請求項1～4のいずれか1項に記載の薄膜トランジスタ。
- [請求項6] 前記有機高分子化合物が、ポリビニルフェノール、ポリスチレン、ポリ（メタ）アクリレート、エポキシ（メタ）アクリレート樹脂、フッ素樹脂、ポリシクロオレフィン、ポリシルセスキオキサン、及びポリシロキサンから選ばれる有機高分子化合物である、請求項1～4のいずれか1項に記載の薄膜トランジスタ。
- [請求項7] 前記半導体層が有機半導体を含む、請求項1～6のいずれか1項に

記載の薄膜トランジスタ。

[請求項8] 前記有機半導体が、下記一般式 (C) ~ (T) のいずれかで表される、請求項7に記載の薄膜トランジスタ。

[化1]



一般式 (C) 中、 A^{C1} 、 A^{C2} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 $R^{C1} \sim R^{C6}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{C1} \sim R^{C6}$ のうち少なくとも1つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (D) 中、 X^{D1} 及び X^{D2} は NR^{D9} 、酸素原子又は硫黄原子を表す。 A^{D1} は CR^{D7} 又は窒素原子を表し、 A^{D2} は CR^{D8} 又は窒素原子を表し、 R^{D9} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基又はアシル基を表す。 $R^{D1} \sim R^{D8}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{D1} \sim R^{D8}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (E) 中、 X^{E1} 及び X^{E2} は酸素原子、硫黄原子又は NR^{E7} を表す。 A^{E1} 及び A^{E2} は CR^{E8} 又は窒素原子を表す。 $R^{E1} \sim R^{E8}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{E1} \sim R^{E8}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (F) 中、 X^{F1} 及び X^{F2} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 $R^{F1} \sim R^{F10}$ 、 R^{Fa} 及び R^{Fb} は水素原子又は置換基を表し、 $R^{F1} \sim R^{F10}$ 、 R^{Fa} 及び R^{Fb} のうち少なくとも一つは一般式 (W) で表される置換基である。 p 及び q は 0～2 の整数を表す。

一般式 (G) 中、 X^{G1} 及び X^{G2} は NR^{G9} 、酸素原子又は硫黄原子を表す。 A^{G1} は CR^{G7} 又は窒素原子を表し、 A^{G2} は CR^{G8} 又は窒素原子を表す。 R^{G9} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アシル基、アリール基又はヘテロアリール基を表し、 $R^{G1} \sim R^{G8}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{G1} \sim R^{G8}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (H) 中、 $X^{H1} \sim X^{H4}$ は NR^{H7} 、酸素原子又は硫黄原子を表し、 R^{H7} は水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アシル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。 $R^{H1} \sim R^{H6}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{H1} \sim R^{H6}$ のうち少なくとも 1 つが下記一般式 (W) で表される置換基である。

一般式 (J) 中、 X^{J1} 及び X^{J2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{J9} を表す。 X^{J3} 及び X^{J4} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 $R^{J1} \sim R^{J9}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{J1} \sim R^{J9}$

⁹のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(K)中、 X^{K1} 及び X^{K2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{K9} を表す。 X^{K3} 及び X^{K4} は酸素原子、硫黄原子又はセレン原子を表す。 $R^{K1} \sim R^{K9}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{K1} \sim R^{K9}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(L)中、 X^{L1} 及び X^{L2} は酸素原子、硫黄原子又は NR^{L11} を表す。 $R^{L1} \sim R^{L11}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{L1} \sim R^{L11}$ のうち少なくとも1つが下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(M)中、 X^{M1} 及び X^{M2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{M9} を表す。 $R^{M1} \sim R^{M9}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{M1} \sim R^{M9}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(N)中、 X^{N1} 及び X^{N2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{N13} を表す。 $R^{N1} \sim R^{N13}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{N1} \sim R^{N13}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(P)中、 X^{P1} 及び X^{P2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{P13} を表す。 $R^{P1} \sim R^{P13}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{P1} \sim R^{P13}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(Q)中、 X^{Q1} 及び X^{Q2} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{Q13} を表す。 $R^{Q1} \sim R^{Q13}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{Q1} \sim R^{Q13}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(R)中、 X^{R1} 、 X^{R2} 及び X^{R3} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{R9} を表す。 $R^{R1} \sim R^{R9}$ は水素原子又は置換基を表

し、 $R^{R1} \sim R^{R9}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(S)中、 X^{S1} 、 X^{S2} 、 X^{S3} 及び X^{S4} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{S7} を表す。 $R^{S1} \sim R^{S7}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{S1} \sim R^{S7}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

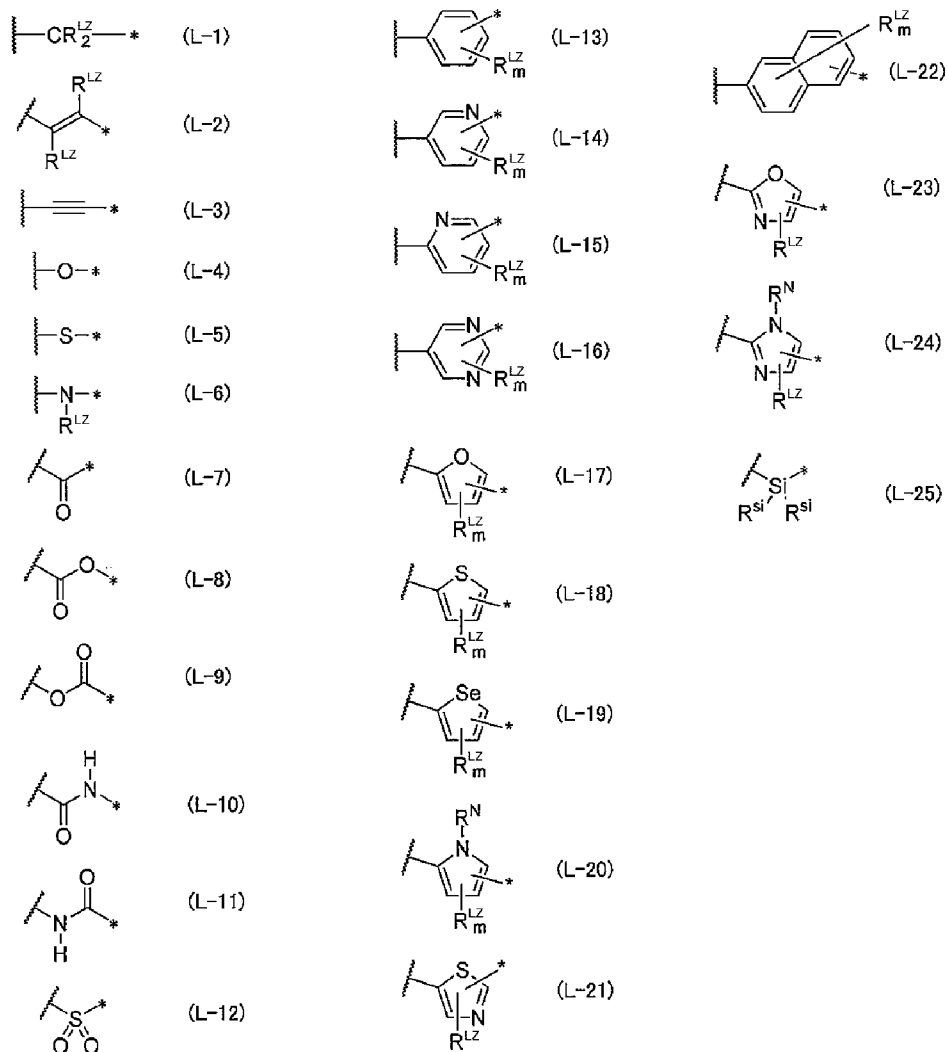
一般式(T)中、 X^{T1} 、 X^{T2} 、 X^{T3} 及び X^{T4} は酸素原子、硫黄原子、セレン原子又は NR^{T7} を表す。 $R^{T1} \sim R^{T7}$ は水素原子又は置換基を表し、 $R^{T1} \sim R^{T7}$ のうち少なくとも1つは下記一般式(W)で表される置換基である。

一般式(W) : $-L-R^W$

一般式(W)中、Lは下記一般式(L-1)～(L-25)のいずれかで表される2価の連結基又は2以上の下記一般式(L-1)～(L-25)のいずれかで表される2価の連結基が結合した2価の連結基を表す。

R^W は置換又は無置換のアルキル基、シアノ基、ビニル基、エチニル基、オキシエチレン基、オキシエチレン単位の繰り返し数 v が2以上のオリゴオキシエチレン基、シロキサン基、ケイ素原子数が2以上のオリゴシロキサン基、あるいは、置換又は無置換のトリアルキルシリル基を表す。

[化2]



一般式 (L-1) ~ (L-25) 中、波線部分は上記一般式 (C) ~ (T) で表される各骨格を形成するいずれかの環との結合位置を表す。*はR^wとの連結位置または一般式 (L-1) ~ (L-25) の波線部分との結合位置を表す。

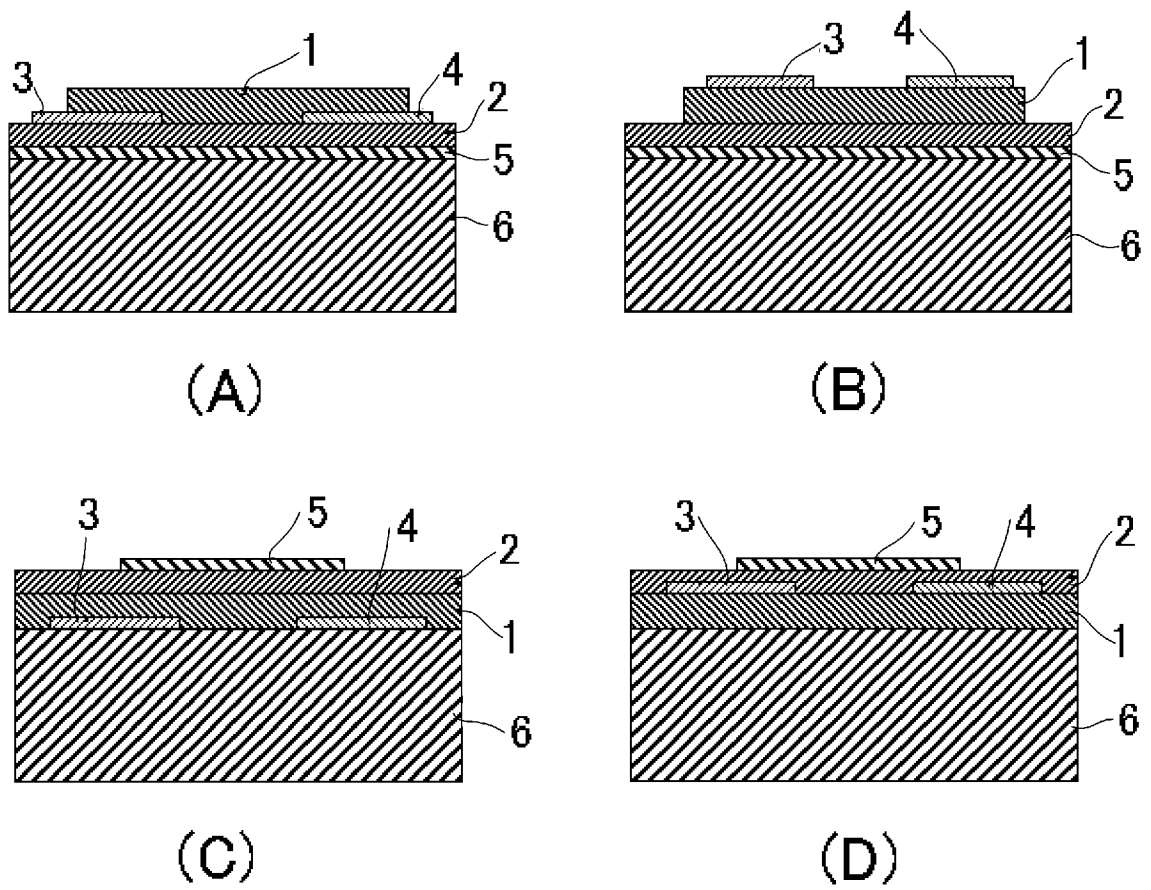
一般式 (L-13) におけるmは4を表し、一般式 (L-14) 及び (L-15) におけるmは3を表し、一般式 (L-16) ~ (L-20) におけるmは2を表し、(L-22) におけるmは6を表す。

一般式 (L-1)、(L-2)、(L-6) 及び (L-13) ~ (L-19) 及び (L-21) ~ (L-24) におけるR^{LZ}はそれぞれ独立に水素原子又は置換基を表す。

R^N は水素原子又は置換基を表し、 R^{s_i} はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アルケニル基又はアルキニル基を表す。

[請求項9] 前記有機半導体が、一般式（C）、（F）、（J）及び（L）のいずれかで表される、請求項8に記載の薄膜トランジスタ。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/055705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L29/786(2006.01)i, H01L21/336(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)

H01L29/786, H01L21/336, 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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-63976 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 26 February 2004 (26.02.2004), paragraphs [0021] to [0056]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7 8, 9
Y	WO 2014/034392 A1 (Fujifilm Corp.), 06 March 2014 (06.03.2014), claims & JP 2014-63969 A	8, 9
Y	WO 2014/034393 A1 (Fujifilm Corp.), 06 March 2014 (06.03.2014), claims & JP 2014-45099 A & TW 201408670 A	8, 9

☐ 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
28 April 2015 (28.04.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L29/786(2006.01)i, H01L21/336(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. H01L29/786, H01L21/336, 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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

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
X Y	JP 2004-63976 A（三菱化学株式会社）2004. 02. 26, 段落 0021-0056、図 1-3（ファミリーなし）	1-7 8, 9
Y	WO 2014/034392 A1（富士フイルム株式会社）2014. 03. 06, 請求の範囲 & JP 2014-63969 A	8, 9
Y	WO 2014/034393 A1（富士フイルム株式会社）2014. 03. 06, 請求の範囲 & JP 2014-45099 A & TW 201408670 A	8, 9

☐ 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

2 8 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

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）

岩本 勉

5 F

9 3 5 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 1 6