

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 12 月 22 日 (22.12.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/122277 A1

(51) 国際特許分類: H01L 29/786, 51/00 // C07D 333/10

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/010323

(22) 国際出願日: 2005 年 6 月 6 日 (06.06.2005)

(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2004-172317 2004 年 6 月 10 日 (10.06.2004) JP
特願2005-138357 2005 年 5 月 11 日 (11.05.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタホールディングス株式会社 (KONICA MINOLTA HOLDINGS, INC.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

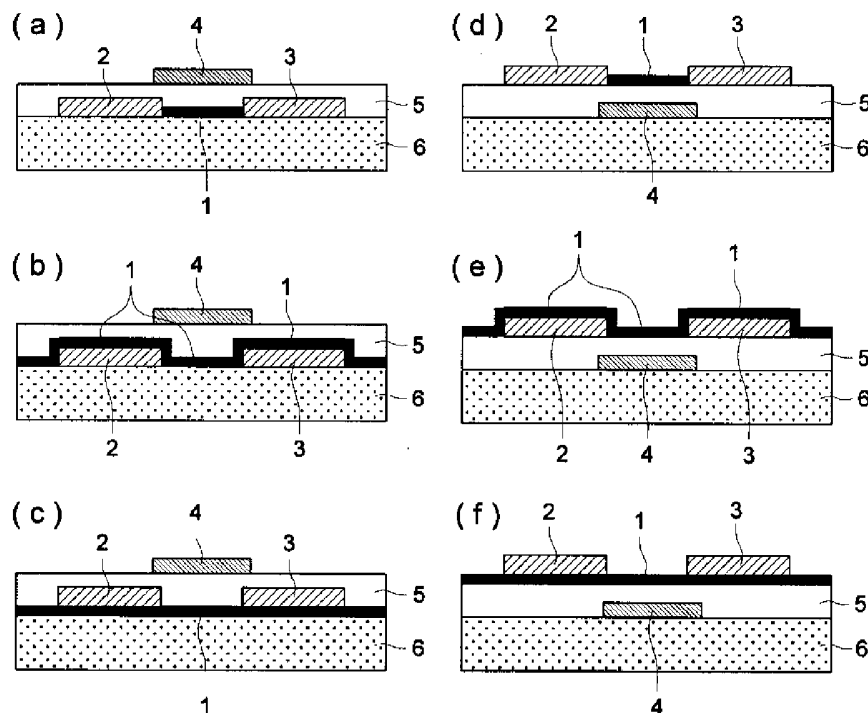
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 達夫 (TANAKA, Tatsuo) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 平井 桂 (HIRAI, Katsura) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 竹村 千代子 (TAKEMURA, Chiyoko) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 片倉 利恵 (KATAKURA, Rie) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 北 弘志 (KITA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC THIN FILM TRANSISTOR

(54) 発明の名称: 有機薄膜トランジスタ



(57) Abstract: Disclosed is an organic thin film transistor which is characterized by containing a thiophene oligomer in a semiconductor layer, which thiophene oligomer has a partial structure wherein a thiophene ring having a substituent and at least two or more unsubstituted thiophene rings are in succession while containing 3-40 thiophene rings in one molecule.

[続葉有]



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

- (57) 要約: 置換基を有するチオフェン環と、無置換のチオフェン環が少なくとも 2 つ以上連続している部分構造とを有し、且つ、1 分子中に 3 個～40 個のチオフェン環を含有するチオフェンオリゴマーを半導体層に含むことを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

明 細 書

有機薄膜トランジスタ

技術分野

[0001] 本発明は、有機薄膜トランジスタに関する。

背景技術

[0002] 情報端末の普及に伴い、コンピュータ用のディスプレイとしてフラットパネルディスプレイに対するニーズが高まっている。また、更に情報化の進展に伴い、従来紙媒体で提供されていた情報が電子化されて提供される機会が増え、薄くて軽い、手軽に持ち運びが可能なモバイル用表示媒体として、電子ペーパーあるいはデジタルペーパーへのニーズも高まりつつある。

[0003] 一般に平板型のディスプレイ装置においては液晶、有機EL、電気泳動などを利用した素子を用いて表示媒体を形成している。またこうした表示媒体では画面輝度の均一性や画面書き換え速度などを確保するために、画像駆動素子としてアクティブ駆動素子(TFT素子)を用いる技術が主流になっている。例えば、通常のコンピュータディスプレイではガラス基板上にこれらTFT素子を形成し、液晶、有機EL素子等が封止されている。

[0004] ここでTFT素子には主にa-Si(アモルファスシリコン)、p-Si(ポリシリコン)などの半導体を用いることができ、これらのSi半導体(必要に応じて金属膜も)を多層化し、ソース、ドレイン、ゲート電極を基板上に順次形成していくことでTFT素子が製造される。こうしたTFT素子の製造には通常、スパッタリング、その他の真空系の製造プロセスが必要とされる。

[0005] しかしながら、このようなTFT素子の製造では真空チャンバーを含む真空系の製造プロセスを何度も繰り返して各層を形成せざるを得ず、装置コスト、ランニングコストが非常に膨大なものとなっていた。例えば、TFT素子では通常、それぞれの層の形成のために、真空蒸着、ドーピング、フォトリソグラフィ、現像等の工程を何度も繰り返す必要があり、何十もの工程を経て素子を基板上に形成している。スイッチング動作の要となる半導体部分に関してもp型、n型等、複数種類の半導体層を積層している。こうし

た従来のSi半導体による製造方法ではディスプレイ画面の大型化のニーズに対し、真空チャンバー等の製造装置の大幅な設計変更が必要とされるなど、設備の変更が容易ではない。

[0006] また、このような従来からのSi材料を用いたTFT素子の形成には高い温度の工程が含まれるため、基板材料には工程温度に耐える材料であるという制限が加わることになる。このため実際上はガラスを用いざるをえず、先に述べた電子ペーパーあるいはデジタルペーパーといった薄型ディスプレイを、こうした従来知られたTFT素子を利用して構成した場合、そのディスプレイは重く、柔軟性に欠け、落下の衝撃で割れる可能性のある製品となってしまう。ガラス基板上にTFT素子を形成することに起因するこれらの特徴は、情報化の進展に伴う手軽な携行用薄型ディスプレイへのニーズを満たすにあたり望ましくないものである。

[0007] 一方、近年において高い電荷輸送性を有する有機化合物として、有機半導体材料の研究が精力的に進められている。これらの化合物は有機EL素子用の電荷輸送性材料のほか、有機レーザー発振素子(例えば、例えば非特許文献1参照)や、多数の論文にて報告されている有機薄膜トランジスタへの応用が期待されている(例えば、非特許文献2参照)。

[0008] これら有機半導体デバイスを実現できれば、比較的低い温度での真空ないし低圧蒸着による製造プロセスの簡易化や、更にはその分子構造を適切に改良することによって、溶液化できる半導体を得る可能性があると考えられ、有機半導体溶液をインク化することによりインクジェット方式を含む印刷法による製造も考えられる。これらの低温プロセスによる製造は、従来のSi系半導体材料については不可能と考えられてきたが、有機半導体を用いたデバイスにはその可能性があり、したがって前述の基板耐熱性に関する制限が緩和され、透明樹脂基板上にも、例えばTFT素子を形成できる可能性がある。

[0009] 透明樹脂基板上にTFT素子を形成し、そのTFT素子により表示材料を駆動させることができれば、ディスプレイを従来のものよりも軽く、柔軟性に富み、落としても割れない(もしくは非常に割れにくい)ディスプレイとすることができるであろう。

[0010] しかしながら、こうしたTFT素子を実現するための有機半導体としてこれまでに検討

されてきたのは、ペンタセンやテトラセンといったアセン類(例えば、特許文献1参照。)、鉛フタロシアニンを含むフタロシアニン類、ペリレンやそのテトラカルボン酸誘導体といった低分子化合物(例えば、特許文献2参照。)や、 α -チエニールもしくはセクシチオフェンと呼ばれるチオフェン6量体を代表例とする芳香族オリゴマー(例えば、特許文献3参照。)、ナフタレン、アントラセンに5員の複素芳香環が対称に縮合した化合物(例えば、特許文献4参照。)、モノ、オリゴ及びポリジチエノピリジン(例えば、特許文献5参照。)、更にはポリチオフェン、ポリチエニレンビニレン、ポリ-p-フェニレンビニレンといった共役高分子など限られた種類の化合物(例えば、非特許文献1～3参照。)でしかなく、高いキャリア移動度を示す新規な電荷輸送性材料を用いた半導体性組成物の開発が待望されていた。

[0011] また、特開2003-292588号公報、米国特許出願公開第2003/136958号明細書、同2003/160230号明細書、同2003/164495号明細書では「マイクロエレクトロニクス用の集積回路論理素子にポリマーTFTを用いると、その機械的耐久性が大きく向上し、その使用可能寿命が長くなるという記載がある。

[0012] しかし、半導体ポリチオフェン類の多くは、周囲の酸素によって酸化的にドーピングされ、導電率が増大してしまうため、空気に触れると安定ではなく、この結果、これらの材料から製造したデバイスのオフ電流は大きくなり、そのため電流オン/オフ比は小さくなる。

[0013] 従ってこれらの材料の多くは、材料加工とデバイス製造の間に環境酸素を排除して酸化的ドーピングを起こさないか、あるいは、酸化ドーピングの影響が最小とするように厳重に管理することが必要条件であるという問題点がある。

[0014] 従って、酸素に対して強い対抗性を有し、比較的高い電流オン/オフ比を示すエレクトロニックデバイスが望まれている」との記載があり、その解決手段が種々提案されている(例えば、特許文献6～11、非特許文献4参照。)が、改善のレベルは満足できるものではなく、更なる改良が望まれている。

特許文献1:特開平5-55568号公報

特許文献2:特開平5-190877号公報

特許文献3:特開平8-264805号公報

特許文献4:特開平11-195790号公報

特許文献5:特開2003-155289号公報

特許文献6:特開2003-261655号公報

特許文献7:特開2003-264327号公報

特許文献8:特開2003-268083号公報

特許文献9:特開2004-186695号公報

特許文献10:特開2003-264327号公報

特許文献11:特開2003-268083号公報

非特許文献1:『サイエンス』(Science)誌289巻、599ページ(2000)

非特許文献2:『ネイチャー』(Nature)誌403巻、521ページ(2000)

非特許文献3:『アドバンスド・マテリアル』(Advanced Material)誌、2002年、第2号、99ページ

非特許文献4:J. Am. Chem. Soc. , 126, 11, 3378(2004)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0015] 本発明の目的は、キャリア移動度が高く、高耐久性を併せ持つ、有機薄膜トランジスタを提供することである。

課題を解決するための手段

- [0016] 本発明の上記目的は、下記の構成1～6により達成された。

- [0017] (項1)

置換基を有するチオフェン環と、無置換のチオフェン環が少なくとも2つ以上連続している部分構造とを有し、且つ、1分子中に3個～40個のチオフェン環を含有するチオフェンオリゴマーを半導体層に含むことを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

- [0018] (項2)

前記チオフェンオリゴマーに含まれるチオフェン環の環数が3個～20個であることを特徴とする項1に記載の有機薄膜トランジスタ。

- [0019] (項3)

前記チオフェンオリゴマーに含まれるチオフェン環の環数が4個～10個であることを

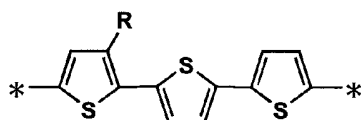
特徴とする項1に記載の有機薄膜トランジスタ。

[0020] (項4)

前記チオフェンオリゴマーが、下記一般式(1)で表される部分構造を有することを特徴とする項1～3のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ。

[0021] [化1]

一般式(1)



[0022] [式中、Rは置換基を表す。]

(項5)

前記チオフェンオリゴマーが、末端基としてチエニル基を持たないことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ。

[0023] (項6)

前記チオフェンオリゴマーの構造中に、Head-to-Head構造を有さないことを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ。

発明の効果

[0024] 本発明により、キャリア移動度が高く、高耐久性を併せ持つ、有機薄膜トランジスタを提供することが出来た。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明に係る有機TFTの構成例を示す図である。

[図2]本発明の有機TFTの概略等価回路図の1例である。

発明を実施するための最良の形態

[0026] 本発明の有機薄膜トランジスタ(以下、有機TFTともいう)においては、請求項1～6のいずれか1項に規定される構成を用いることにより、キャリア移動度が高く、良好なON/OFF特性を示す等、優れたトランジスタ特性を示しながら、且つ、高耐久性であることがわかった。

- [0027] 従来、有機半導体材料としてよく知られているペンタセンは、分子間凝集力が強い
ため高い結晶性を有しており、分子が規則的に配列することが知られている。このた
め、高いキャリア移動度と優れた半導体デバイス特性を発現することが報告されてい
る。しかしながら、ペンタセンは有機溶媒に対して不溶、もしくは難溶のためによつて
塗布による膜の形成が難しいという問題があった。
- [0028] また、無置換セクシチオフェンに代表されるような置換基を持たないチオフェンオリ
ゴマーも、分子間で π スタックを形成し、規則的に配列した構造を形成しやすいが、
ペンタセンと同様に不溶性もしくは難溶性であり、塗布することは難しい。
- [0029] 一方、P3HTに代表されるチオフェンオリゴマーは有機溶媒に可溶であり、塗布や
インクジェット方式による膜の形成が可能である。しかし分子量分布を持つポリマーで
は π スタックの形成が不十分であり、分子配列が乱れた部分が多く存在するために、
満足できるキャリア移動度やon/off比が得られなかった。
- [0030] 本発明の化合物は、溶解性部位である置換基を有するチオフェン環と、 π スタック
形成を促進する無置換チオフェン環の連続した部位というそれぞれの機能を持った
部位を持たせることにより、十分な溶媒溶解性を持ちながら、分子配列性の高い膜を
形成することが可能となった。また分子量をある範囲に調整することにより、分子の配
列性がさらに向上することを見出した。このような材料を半導体層に用いることによつ
て、満足できるTFT性能を有する有機TFTが得ることができた。
- [0031] また、本発明の有機薄膜トランジスタに係る有機半導体材料は、十分な溶媒溶解
性を有するため塗布可能であり、本発明の有機TFTは低温プロセスによる製造が可
能であり、さらに真空系でないためランニングコストが低く、低コストで簡便にトランジ
スタを作成することができる。
- [0032] 以下、本発明に係る各構成要素の詳細について、順次説明する。
- [0033] 《チオフェンオリゴマー》
本発明に係るチオフェンオリゴマーについて説明する。
- [0034] 本発明に係るチオフェンオリゴマーは、置換基を有するチオフェン環と、無置換の
チオフェン環が少なくとも2つ以上連続している部分構造とを有し、且つ、1分子中に
含まれるチオフェン環の環数が3～40であることが特徴であるが、前記チオフェン環

の環数としては、3～20の範囲が好ましく、更に好ましくは、前記チオフエン環の環数が、4～10の範囲に調整されることである。

[0035] 《一般式(1)で表されるチオフエンオリゴマー》

本発明に係る一般式(1)で表されるチオフエンオリゴマーについて説明する。

[0036] 上記の中でも、特に好ましい態様は、チオフエンオリゴマーが前記一般式(1)で表される部分構造を有することである。

[0037] 一般式(1)において、Rで表される置換基としては、例えば、アルキル基(例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等)、シクロアルキル基(例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等)、アルケニル基(例えば、ビニル基、アリル基等)、アルキニル基(例えば、エチニル基、プロパルギル基等)、芳香族炭化水素基(例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ビフェニル基等)、芳香族複素環基(例えば、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(例えば、ピロリジル基、イミダゾリジル基、モルホルル基、オキサゾリジル基等)、アルコキシル基(例えば、メキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等)、シクロアルコキシル基(例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、アリールオキシ基(例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基等)、アルキルチオ基(例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ペ

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

ルスルフィニル基、エチルスルフィニル基、ブチルスルフィニル基、シクロヘキシルスルフィニル基、2-エチルヘキシルスルフィニル基、ドデシルスルフィニル基、フェニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基、2-ピリジルスルフィニル基等)、アルキルスルホニル基(例えば、メチルスルホニル基、エチルスルホニル基、ブチルスルホニル基、シクロヘキシルスルホニル基、2-エチルヘキシルスルホニル基、ドデシルスルホニル基等)、アリールスルホニル基(例えば、フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、2-ピリジルスルホニル基等)、アミノ基(例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2-エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、ナフチルアミノ基、2-ピリジルアミノ基等)、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、フルオロメチル基、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、ペンタフルオロフェニル基等)、シアノ基、シリル基(例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基、フェニルジエチルシリル基等)等が挙げられる。

[0038] これらの置換基は上記の置換基によって更に置換されていても、複数が互いに結合して環を形成していてもよい。

[0039] 中でも好ましい置換基は、アルキル基であり、更に好ましくは、炭素原子数が2~20のアルキル基であり、特に好ましくは、炭素原子数6~12のアルキル基である。

[0040] また、本発明に係るチオフェンオリゴマーは、置換基を有するチオフェン環と、無置換のチオフェン環が少なくとも2つ以上連続している部分構造とを有するが、チオフェン環以外の芳香族炭化水素環または芳香族複素環を含んでいてもよい。

[0041] ここで、芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環、ビフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセン環、ナфтаセン環、トリフェニレン環、o-テルフェニル環、m-テルフェニル環、p-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナфтаセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンスラアントレン環等が挙げられる。前記芳香族炭化水素環は、更に上記の置換基を有していてもよい。

[0042] また、芳香族複素環としては、例えば、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、

ピロール環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、ベンゾイミダゾール環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、インダゾール環、ベンゾイミダゾール環、ベンゾチアゾール環、ベンゾオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、シンノリン環、キノリン環、イソキノリン環、フタラジン環、ナフチリジン環、カルバゾール環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環(カルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の一つが更に窒素原子で置換されている環を示す)等が挙げられる。前記芳香族複素環は、更に上記の置換基を有していてもよい。

[0043] 《チオフエンオリゴマーの末端基》

本発明に係るチオフエンオリゴマーの末端基について説明する。

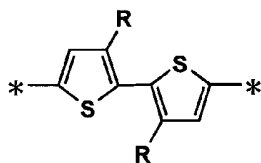
[0044] 本発明に係るチオフエンオリゴマーの末端基は、チエニル基を持たないことが好ましく、また、前記末端基として好ましい基としては、アリール基(例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ビフェニル基等)、アルキル基(例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等)、ハロゲン原子(例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子等)等が挙げられる。

[0045] 《チオフエンオリゴマーの繰り返し単位の立体構造的特性》

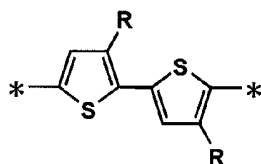
本発明に係るチオフエンオリゴマーは、構造中に、Head-to-Head構造を有さないことが好ましく、それに加えて、更に好ましくは、前記構造中に、Head-to-Tail構造、または、Tail-to-Tail構造を有することである。

[0046] 本発明に係るHead-to-Head構造、Head-to-Tail構造、Tail-to-Tail構造については、例えば、『 π 電子系有機固体』(1998年、学会出版センター発行、日本化学界編)27～32頁、Adv. Mater. 1998, 10, No. 2, 93～116頁等により参照出来るが、ここで、具体的に各々の構造的特徴を下記に示す。

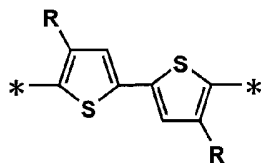
[0047] [化2]

Head-to-Head構造

[0048] [化3]

Head-to-Tail構造

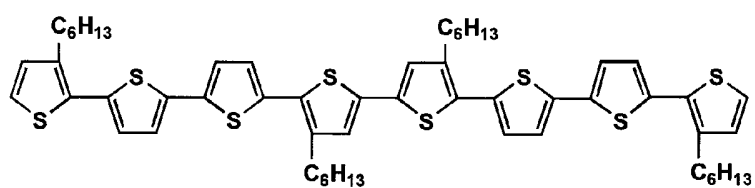
[0049] [化4]

Tail-to-Tail構造

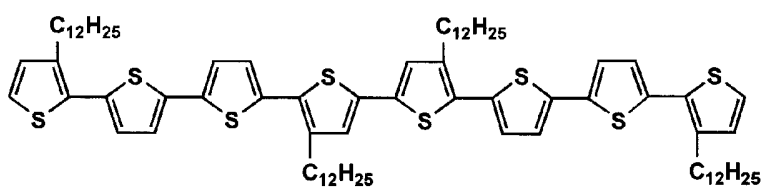
[0050] 以下、本発明に係るチオフエンオリゴマーの具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。

[0051] [化5]

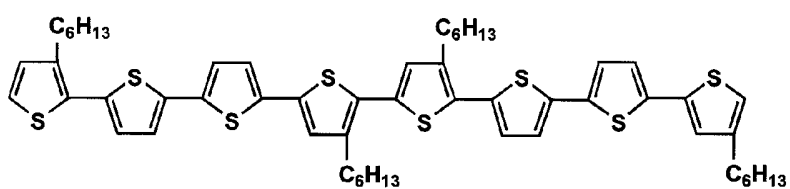
<1>



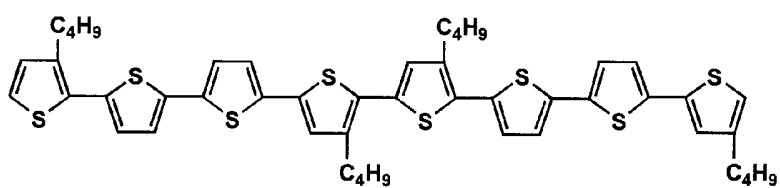
<2>



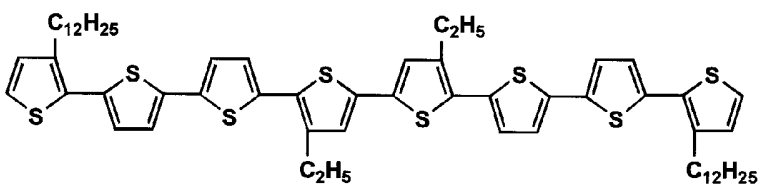
<3>



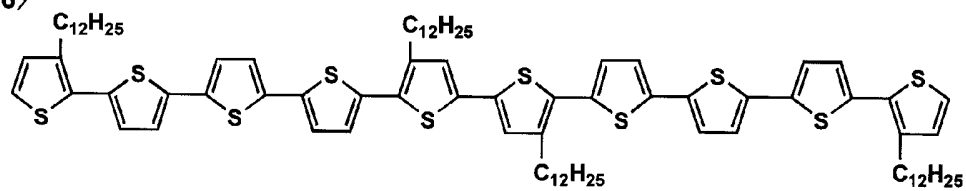
<4>



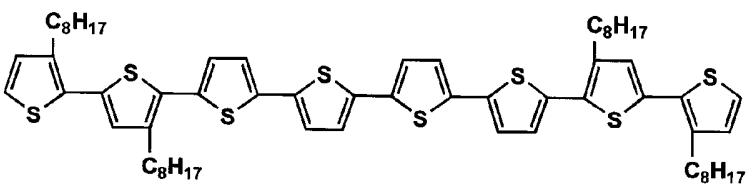
<5>



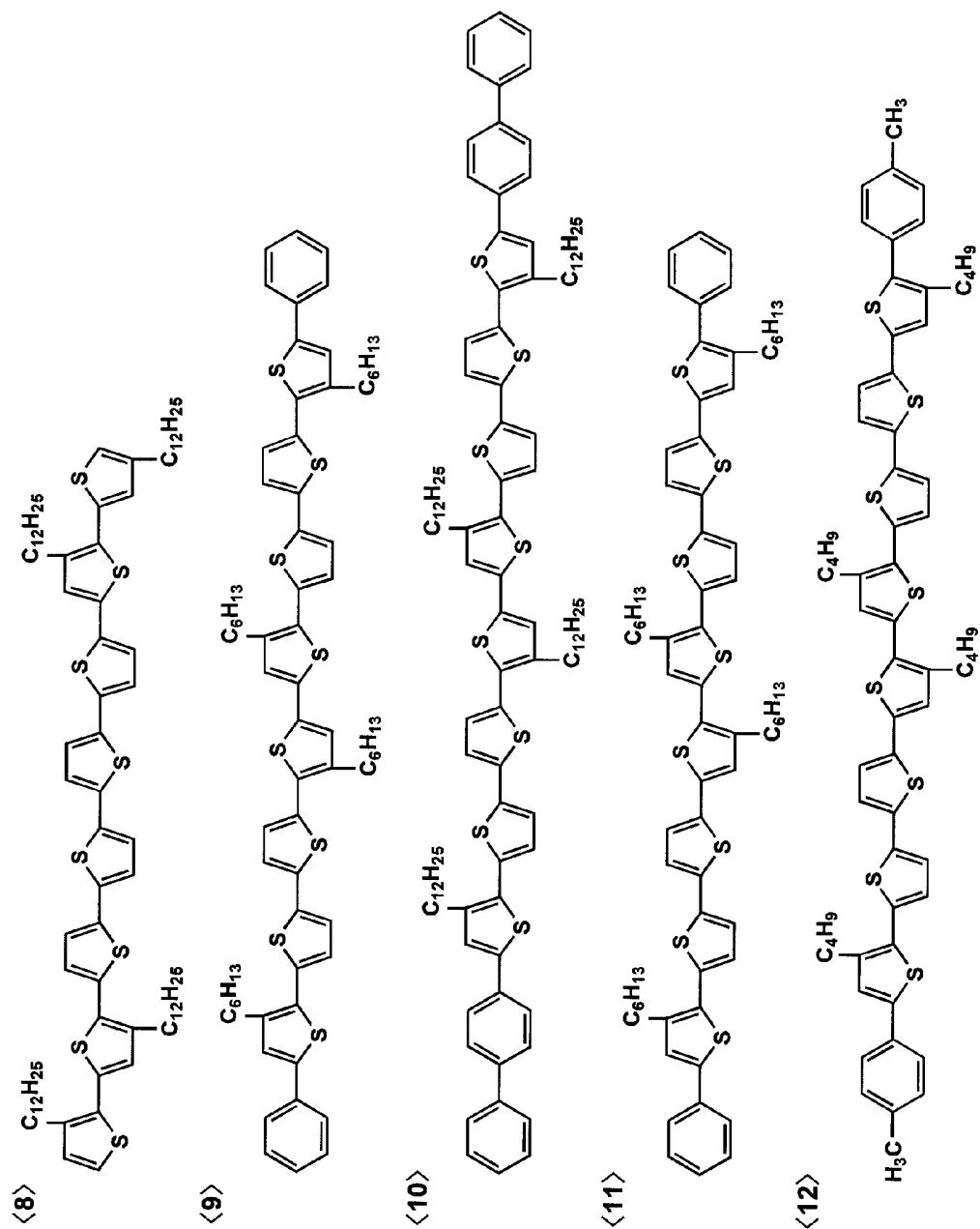
<6>



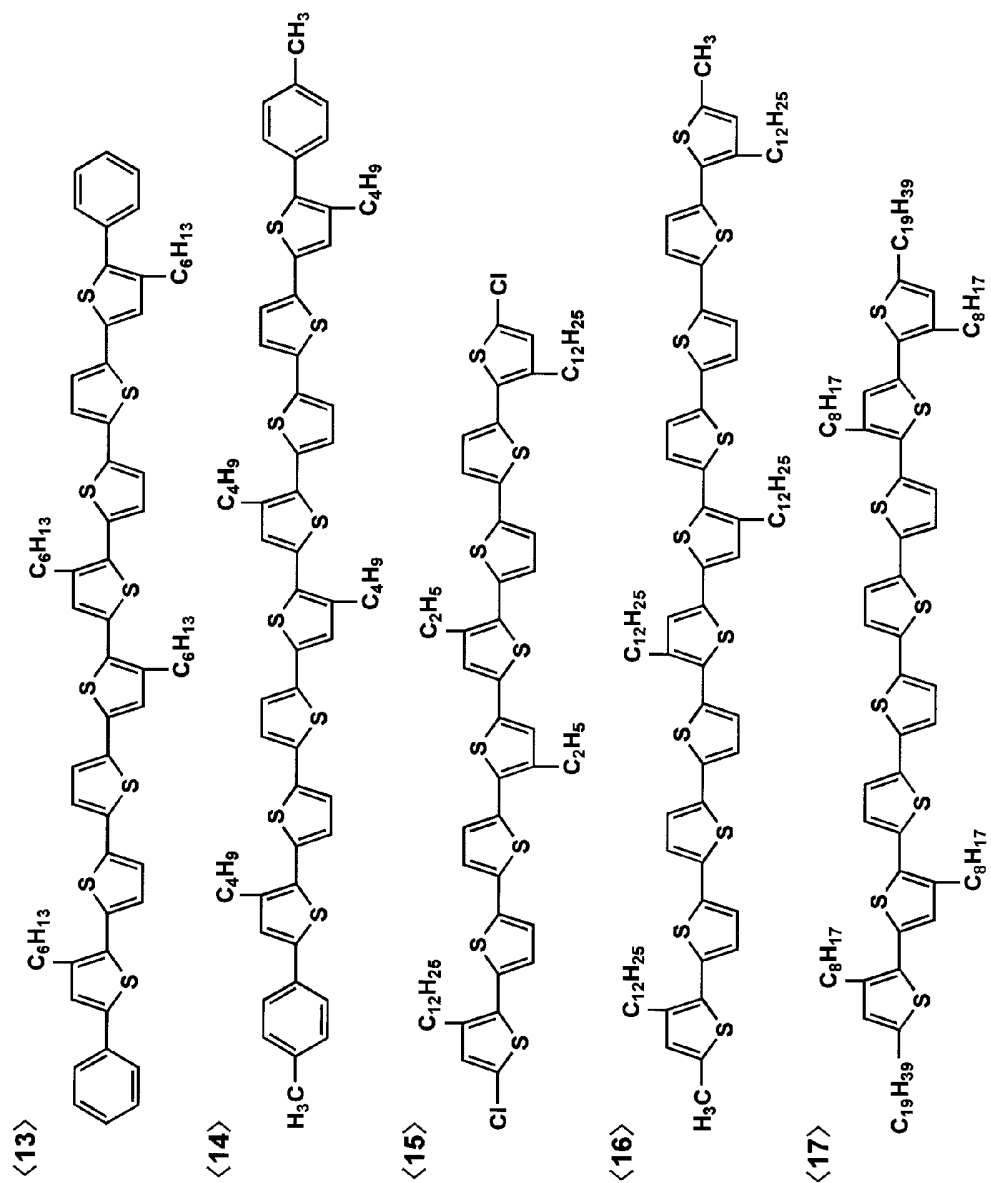
<7>



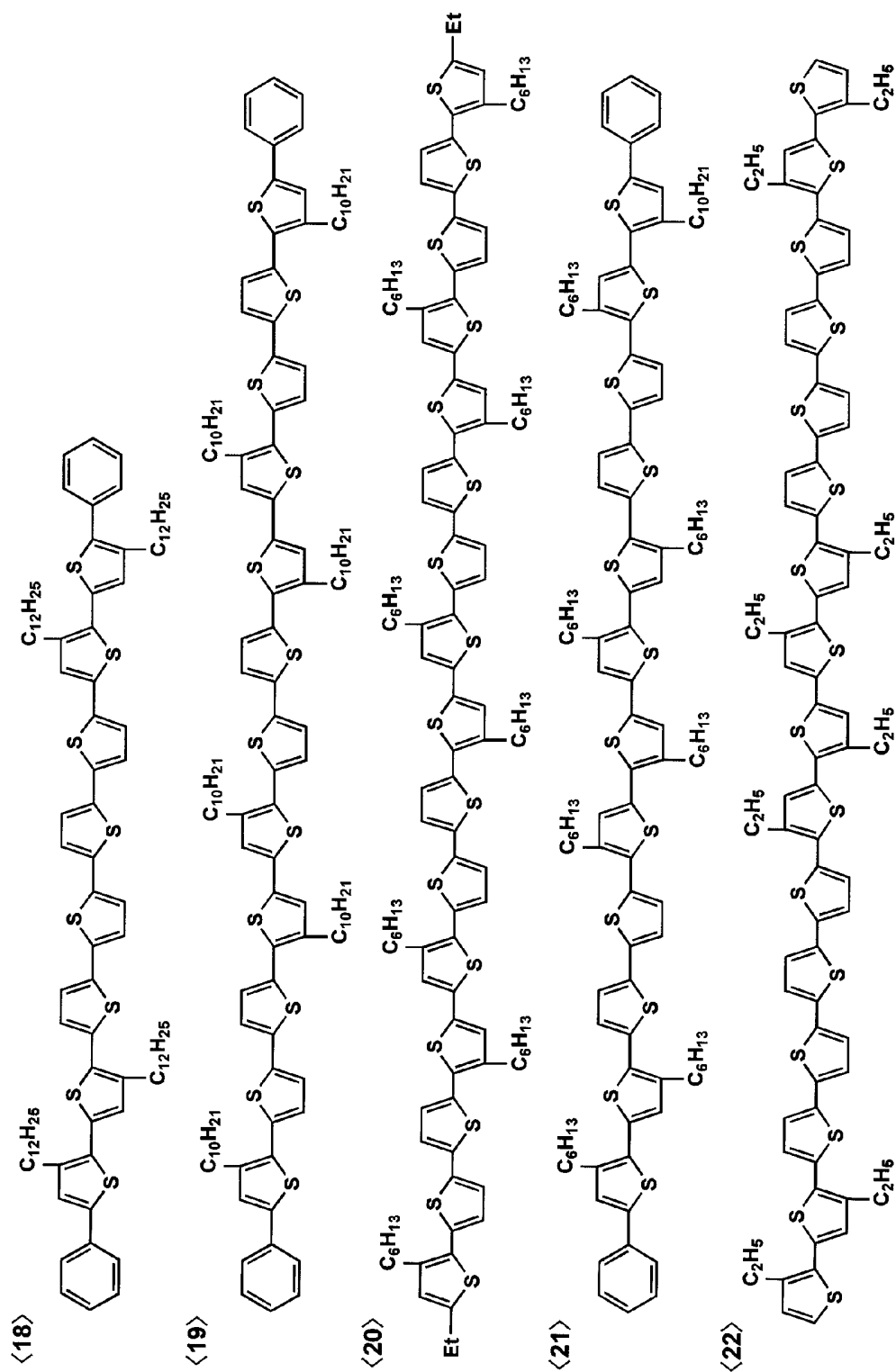
[0052] [化6]



[0053] [化7]

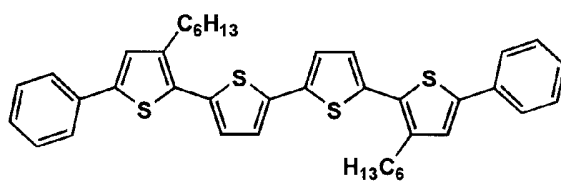


[0054] [化8]

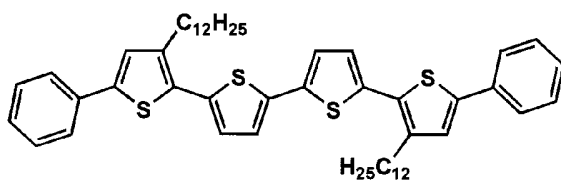


[0055] [化9]

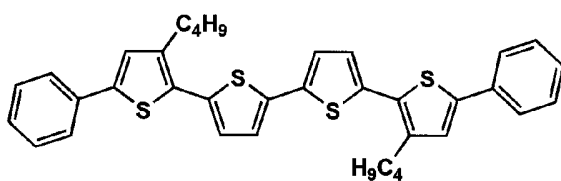
<23>



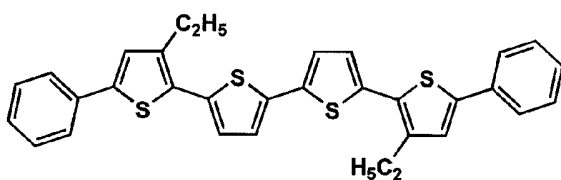
<24>



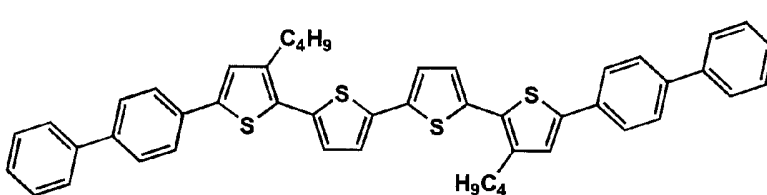
<25>



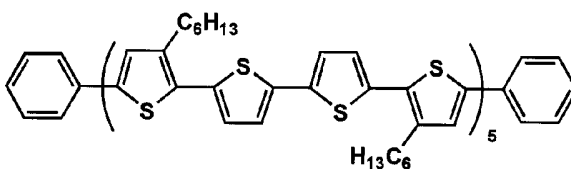
<26>



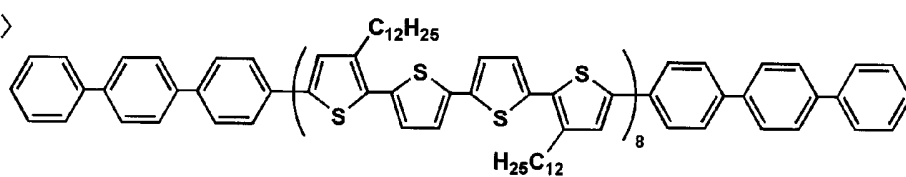
<27>



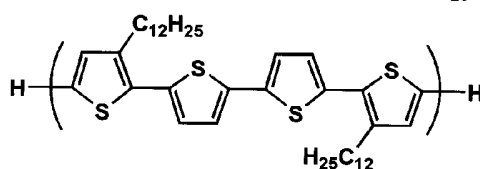
<28>



<29>



<30>

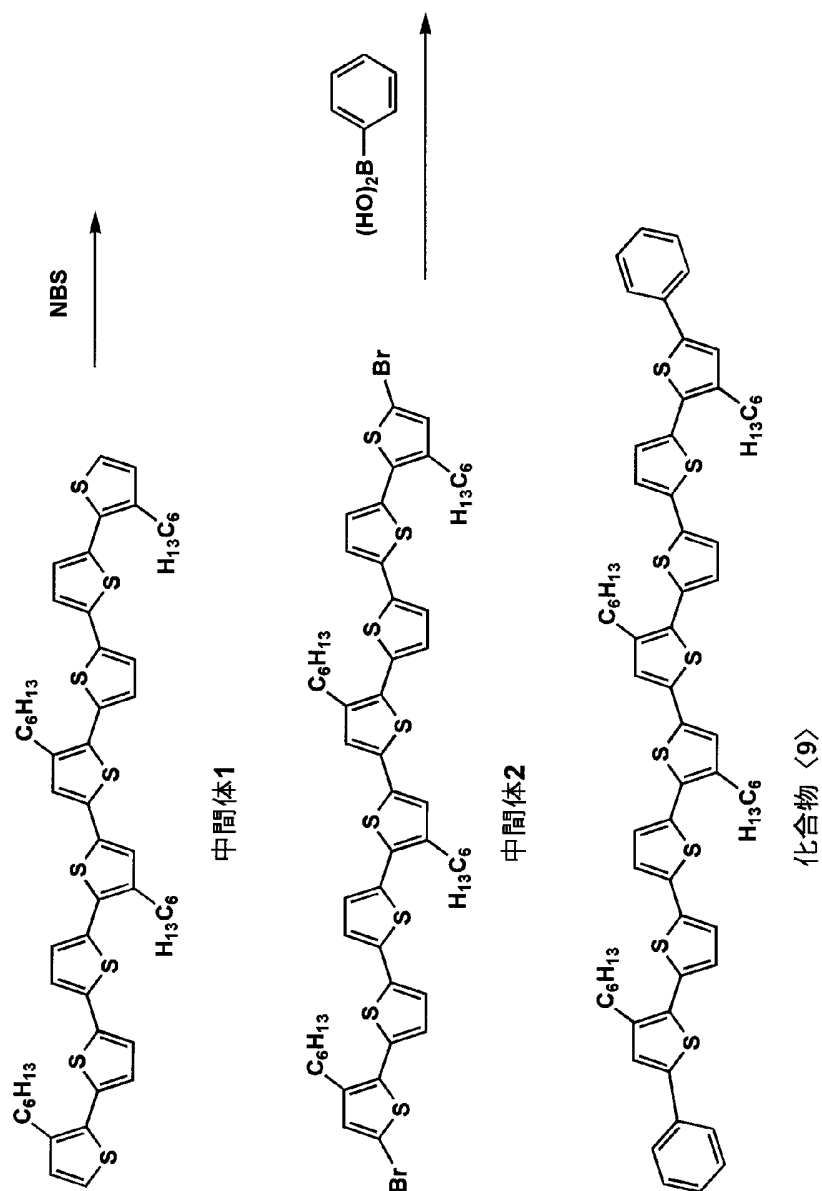


[0056] 本発明に係るチオフエンオリゴマーの合成の一例を下記に示す。また、本発明に係るチオフエンオリゴマーの合成は、従来公知の方法を参照して合成可能である。

[0057] 《化合物9の合成》

化合物9の合成は、以下に示すように、中間体2を合成し、次いで、前記中間体2を用いて、化合物9を合成した。

[0058] [化10]



[0059] (中間体2の合成)

J. Phys. Chem. , 99, 10, 1995, 3218-3224に従って合成した中間体1(構造式は示していない)6gをジクロロメタン240mlと酢酸120mlの混合溶媒中に溶解し、室温でN-ブロモスクシンイミド2gを分割して加えた。

[0060] 還流下で3時間攪拌した後、室温まで戻し得られた反応混合物を5質量%水酸化カリウム水溶液、水、飽和食塩水で洗った。溶媒を留去したのち、カラムクロマトグラフィーにて目的物を単離し、中間体2(構造式は示していない)を3.8g得た(収率55%)。

[0061] (化合物9の合成)

窒素雰囲気下、THF40ml中に中間体2を1.2g、フェニルボロン酸を0.5g、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)を0.3g、20質量%炭酸カリウム水溶液1mlを加え、還流下72時間攪拌した。得られた反応混合物を水、飽和食塩水で洗った後、溶媒を留去し、カラムクロマトグラフィーにより化合物12を0.4g得た(収率36%)。得られた化合物9の分子構造は、¹H-NMR(核磁気共鳴スペクトル)及び質量スペクトル測定を行い、目的物であることを確認した。更に、HPLC測定より99%以上の純度であることを確認した。

[0062] 化合物9以外の他の化合物も同様にして合成できる。

[0063] 《有機薄膜トランジスタ(有機TFTともいう)》

本発明の有機薄膜トランジスタ(有機TFT)について説明する。

[0064] 本発明に係る有機半導体材料は、有機薄膜トランジスタ(有機TFT)に用いられることにより、良好に駆動する有機TFTを提供することができる。有機TFT(有機薄膜トランジスタ)は、支持体上に、半導体層として有機半導体チャンネルで連結されたソース電極とドレイン電極を有し、その上にゲート絶縁層を介してゲート電極を有するトップゲート型と、支持体上にまずゲート電極を有し、ゲート絶縁層を介して有機半導体チャンネルで連結されたソース電極とドレイン電極を有するボトムゲート型に大別される。

[0065] 本発明に係るチオフェンオリゴマーを有機TFTの半導体層に設置するには、真空蒸着により基板上に設置することもできるが、適切な溶剤に溶解し必要に応じ添加剤を加えて調製した溶液をキャストコート、スピンコート、印刷、インクジェット法、アブレーション法等によって基板上に設置するのが好ましい。

[0066] この場合、本発明に係る有機半導体化合物を溶解する溶剤は、該有機半導体化合物を溶解して適切な濃度の溶液が調製できるものであれば格別の制限はないが、

具体的にはジエチルエーテルやジイソプロピルエーテル等の鎖状エーテル系溶媒、テトラヒドロフランやジオキサンなどの環状エーテル系溶媒、アセトンやメチルエチルケトン等のケトン系溶媒、クロロホルムや1, 2-ジクロロエタン等のハロゲン化アルキル系溶媒、トルエン、o-ジクロロベンゼン、ニトロベンゼン、m-クレゾール等の芳香族系溶媒、N-メチルピロリドン、2硫化炭素等を挙げることができる。

[0067] 本発明において、ソース電極、ドレイン電極及びゲート電極を形成する材料は導電性材料であれば特に限定されず、白金、金、銀、ニッケル、クロム、銅、鉄、錫、アンチモン鉛、タンタル、インジウム、パラジウム、テルル、レニウム、イリジウム、アルミニウム、ルテニウム、ゲルマニウム、モリブデン、タングステン、酸化スズ・アンチモン、酸化インジウム・スズ(ITO)、フッ素ドープ酸化亜鉛、亜鉛、炭素、グラファイト、グラッシーカーボン、銀ペーストおよびカーボンペースト、リチウム、ベリリウム、ナトリウム、マグネシウム、カリウム、カルシウム、スカンジウム、チタン、マンガン、ジルコニウム、ガリウム、ニオブ、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、アルミニウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム混合物、リチウム/アルミニウム混合物等が用いられるが、特に、白金、金、銀、銅、アルミニウム、インジウム、ITOおよび炭素が好ましい。あるいはドーピング等で導電率を向上させた公知の導電性ポリマー、例えば、導電性ポリアニリン、導電性ポリピロール、導電性ポリチオフェン、ポリエチレンジオキシチオフェンとポリスチレンスルホン酸の錯体なども好適に用いられる。中でも半導体層との接触面において電気抵抗が少ないものが好ましい。

[0068] 電極の形成方法としては、上記を原料として蒸着やスパッタリング等の方法を用いて形成した導電性薄膜を、公知のフォトリソグラフ法やリフトオフ法を用いて電極形成する方法、アルミニウムや銅などの金属箔上に熱転写、インクジェット等によるレジストを用いてエッチングする方法がある。また導電性ポリマーの溶液あるいは分散液、導電性微粒子分散液を直接インクジェットによりパターンニングしてもよいし、塗工膜からリソグラフやレーザーアブレーションなどにより形成してもよい。更に導電性ポリマーや導電性微粒子を含むインク、導電性ペーストなどを凸版、凹版、平版、スクリーン印

刷などの印刷法でパターニングする方法も用いることができる。

- [0069] ゲート絶縁層としては種々の絶縁膜を用いることができるが、特に比誘電率の高い無機酸化物皮膜が好ましい。無機酸化物としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタン、酸化スズ、酸化バナジウム、チタン酸バリウムストロンチウム、ジルコニウム酸チタン酸バリウム、ジルコニウム酸チタン酸鉛、チタン酸鉛ランタン、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム、フッ化バリウムマグネシウム、チタン酸ビスマス、チタン酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ニオブ酸ビスマス、トリオキサイドイットリウムなどが挙げられる。それらのうち好ましいのは酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタンである。窒化ケイ素、窒化アルミニウム等の無機窒化物も好適に用いることができる。
- [0070] 上記皮膜の形成方法としては、真空蒸着法、分子線エピタキシャル成長法、イオンクラスタービーム法、低エネルギーイオンビーム法、イオンプレーティング法、CVD法、スパッタリング法、大気圧プラズマ法などのドライプロセスや、スプレーコート法、スピコート法、ブレードコート法、ディップコート法、キャスト法、ロールコート法、バーコート法、ダイコート法などの塗布による方法、印刷やインクジェットなどのパターニングによる方法などのウェットプロセスが挙げられ、材料に応じて使用できる。
- [0071] ウェットプロセスは、無機酸化物の微粒子を、任意の有機溶剤あるいは水に必要な応じて界面活性剤などの分散補助剤を用いて分散した液を塗布、乾燥する方法や、酸化物前駆体、例えば、アルコキシド体の溶液を塗布、乾燥する、いわゆるゾルゲル法が用いられる。これらのうち好ましいのは、大気圧プラズマ法とゾルゲル法である。
- [0072] 大気圧下でのプラズマ製膜処理による絶縁膜の形成方法は、大気圧または大気圧近傍の圧力下で放電し、反応性ガスをプラズマ励起し、基材上に薄膜を形成する処理で、その方法については特開平11-61406号公報、同11-133205号公報、特開2000-121804号公報、同2000-147209号公報、同2000-185362号公報等に記載されている(以下、大気圧プラズマ法とも称する)。これによって高機能性の薄膜を、生産性高く形成することができる。
- [0073] また有機化合物皮膜としては、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリレート、光ラジカル重合系、光カチオン重合系の光硬化性樹脂、あるいはアクリロニトリル成

分を含有する共重合体、ポリビニルフェノール、ポリビニルアルコール、ノボラック樹脂、およびシアノエチルプルラン等を用いることもできる。有機化合物皮膜の形成法としては、前記ウェットプロセスが好ましい。無機酸化物皮膜と有機酸化物皮膜は積層して併用することができる。またこれら絶縁膜の膜厚としては、一般に50nm～3 μ m、好ましくは100nm～1 μ mである。

[0074] また、支持体はガラスやフレキシブルな樹脂製シートで構成され、例えば、プラスチックフィルムをシートとして用いることができる。前記プラスチックフィルムとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート(PC)、セルローストリアセテート(TAC)、セルロースアセテートプロピオネート(CAP)等からなるフィルム等が挙げられる。このように、プラスチックフィルムを用いることで、ガラス基板を用いる場合に比べて軽量化を図ることができ、可搬性を高めることができるとともに、衝撃に対する耐性を向上できる。

[0075] 以下に、本発明の有機TFT材料を用いて形成された有機薄膜を用いた有機TFT(電界効果トランジスタも同様である)について説明する。

[0076] 図1は、本発明に係る有機TFTの構成例を示す図である。同図(a)は、支持体6上に金属箔等によりソース電極2、ドレイン電極3を形成し、両電極間に本発明の有機薄膜トランジスタ材料からなる有機半導体層1を形成し、その上に絶縁層5を形成し、更にその上にゲート電極4を形成して電界効果トランジスタを形成したものである。同図(b)は、有機半導体層1を、(a)では電極間に形成したものを、コート法等を用いて電極及び支持体表面全体を覆うように形成したものを表す。(c)は、支持体6上に先ずコート法等を用いて、有機半導体層1を形成し、その後ソース電極2、ドレイン電極3、絶縁層5、ゲート電極4を形成したものを表す。

[0077] 同図(d)は、支持体6上にゲート電極4を金属箔等で形成した後、絶縁層5を形成し、その上に金属箔等で、ソース電極2及びドレイン電極3を形成し、該電極間に本発明の有機薄膜トランジスタ材料により形成された有機半導体層1を形成する。その他同図(e)、(f)に示すような構成を取ることもできる。

[0078] 図2は、有機TFTシートの概略等価回路図の1例を示す図である。

[0079] 有機TFTシート10はマトリクス配置された多数の有機TFT11を有する。7は各TFT11のゲートバスラインであり、8は各TFT11のソースバスラインである。各TFT11のソース電極には、出力素子12が接続され、この出力12は例えば液晶、電気泳動素子等であり、表示装置における画素を構成する。画素電極は光センサの入力電極として用いてもよい。図示の例では、出力素子として液晶が、抵抗とコンデンサからなる等価回路で示されている。13は蓄積コンデンサ、14は垂直駆動回路、15は水平駆動回路である。

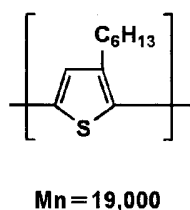
実施例

[0080] 以下、実施例により本発明を説明するが、本発明はこれらに限定されない。

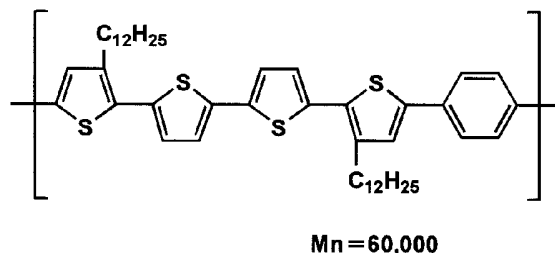
[0081] ここで、実施例に用いる有機半導体化合物の構造式を以下に示す。

[0082] [化11]

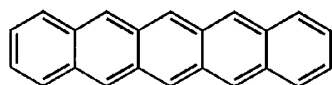
比較化合物(1)



比較化合物(2)



比較化合物(3)



[0083] 実施例1

《有機薄膜トランジスタ1の作製》: 比較例

ゲート電極としての比抵抗 $0.02 \Omega \cdot \text{cm}$ のSiウェハに、厚さ200nmの熱酸化膜を形成してゲート絶縁層とした後、オクタデシルトリクロロシランによる表面処理を行った。

[0084] 次に、有機半導体として、比較化合物1のクロロホルム溶液を窒素ガスでバブリング

することで、溶液中の溶存酸素を除去し、 $1.013 \times 10^2 \text{ kPa}$ の窒素ガス雰囲気下で前記熱酸化膜(酸化珪素被膜)の表面にアプリケータを用いて塗布し、キャスト膜(膜厚20nm)を形成した。室温で乾燥させた後、 N_2 ガス雰囲気中で熱処理を施した。

[0085] 更に、この膜の表面にマスクを用いて金を蒸着し、ソース電極及びドレイン電極を形成した。以上により、チャネル長 $L=30 \mu\text{m}$ 、チャネル幅 $W=1\text{mm}$ の有機薄膜トランジスタ1(比較例)を作製した。

[0086] 《有機薄膜トランジスタ2、3の作製》:比較例

有機トランジスタ1の作製において、比較化合物(1)を比較化合物(2)、(3)(ペンタセン、アルドリッチ社製市販試薬を昇華精製して用いた)に各々変更した以外は同様にして、有機薄膜トランジスタ2、3を各々作製した。

[0087] 《有機薄膜トランジスタ4～11の作製》:本発明

有機トランジスタ1の作製において、比較化合物(1)の代わりに、表1に記載の、本発明に係る有機半導体材料に変更した以外は同様にして、有機薄膜トランジスタ4～11(本発明)を各々作製した。

[0088] 得られた有機薄膜トランジスタ1～11について、以下の評価を行った。

[0089] 《キャリア移動度評価及びON/OFF比の評価》

得られた有機薄膜トランジスタ1～11の各々について、作製直後と大気中で1ヶ月放置後の各素子のキャリア移動度とON/OFF比を各々求めた。尚、本発明では、 $I-V$ 特性の飽和領域からキャリア移動度を求め、更に、ドレインバイアス -50V とし、ゲートバイアス -50V および 0V にしたときのドレイン電流値の比率からON/OFF比を求めた。

[0090] 得られた結果を表1に示す。

[0091] [表1]

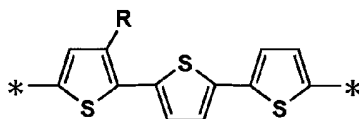
有機TFT 素子No.	有機TFT材料	移動度 (作製直後) (cm^2/Vsec)	ON/OFF比 (作製直後)	移動度 (1ヶ月放置後) (cm^2/Vsec)	ON/OFF比 (1ヶ月放置後)	備 考
1	比較化合物 1	9.6×10^{-3}	1.2×10^3	2.0×10^{-4}	1.1×10^1	比較例
2	比較化合物 2	6.8×10^{-3}	4.2×10^5	1.5×10^{-4}	3.2×10^4	比較例
3	比較化合物 3	3.2×10^{-5}	2.2×10^1	測定不能	測定不能	比較例
4	1	5.1×10^{-2}	4.5×10^5	4.2×10^{-2}	3.1×10^5	本発明
5	2	4.2×10^{-2}	4.2×10^5	3.4×10^{-2}	2.8×10^5	本発明
6	9	4.3×10^{-1}	4.7×10^5	3.6×10^{-1}	4.4×10^5	本発明
7	10	2.1×10^{-1}	3.0×10^5	1.1×10^{-1}	2.8×10^5	本発明
8	19	6.8×10^{-2}	4.8×10^4	4.9×10^{-2}	4.2×10^4	本発明
9	23	4.0×10^{-1}	3.6×10^5	3.0×10^{-1}	3.0×10^5	本発明
10	27	3.7×10^{-1}	2.4×10^5	3.2×10^{-1}	2.3×10^5	本発明
11	30	4.3×10^{-2}	2.4×10^4	3.7×10^{-2}	2.3×10^4	本発明

[0092] 表1から、比較の有機薄膜トランジスタ1～3に比べて、本発明の有機薄膜トランジスタ4～11は、作製直後においても優れたトランジスタ特性を示し、且つ、経時劣化が少ないという高い耐久性を併せ持つということが判る。

請求の範囲

- [1] 置換基を有するチオフエン環と、無置換のチオフエン環が少なくとも2つ以上連続している部分構造とを有し、且つ、1分子中に3個～40個のチオフエン環を含有するチオフエンオリゴマーを半導体層に含むことを特徴とする有機薄膜トランジスタ。
- [2] 前記チオフエンオリゴマーに含まれるチオフエン環の環数が3個～20個であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機薄膜トランジスタ。
- [3] 前記チオフエンオリゴマーに含まれるチオフエン環の環数が4個～10個であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機薄膜トランジスタ。
- [4] 前記チオフエンオリゴマーが、下記一般式(1)で表される部分構造を有することを特徴とする請求の範囲第1項～第3項のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ。
- [化1]

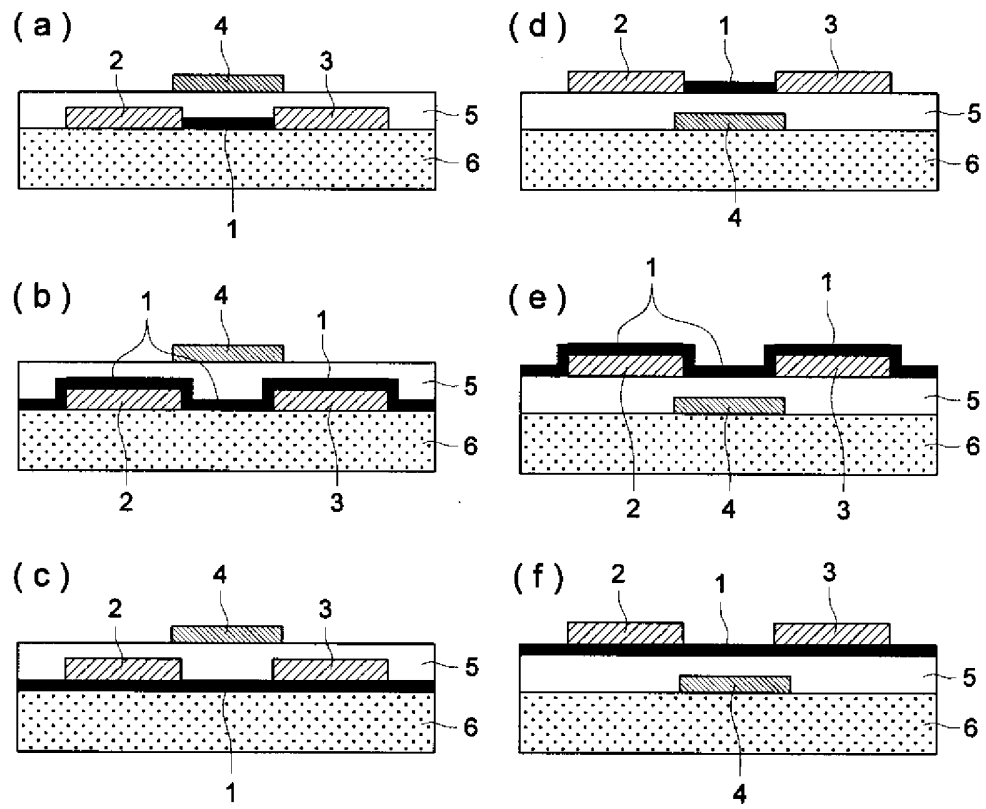
一般式(1)



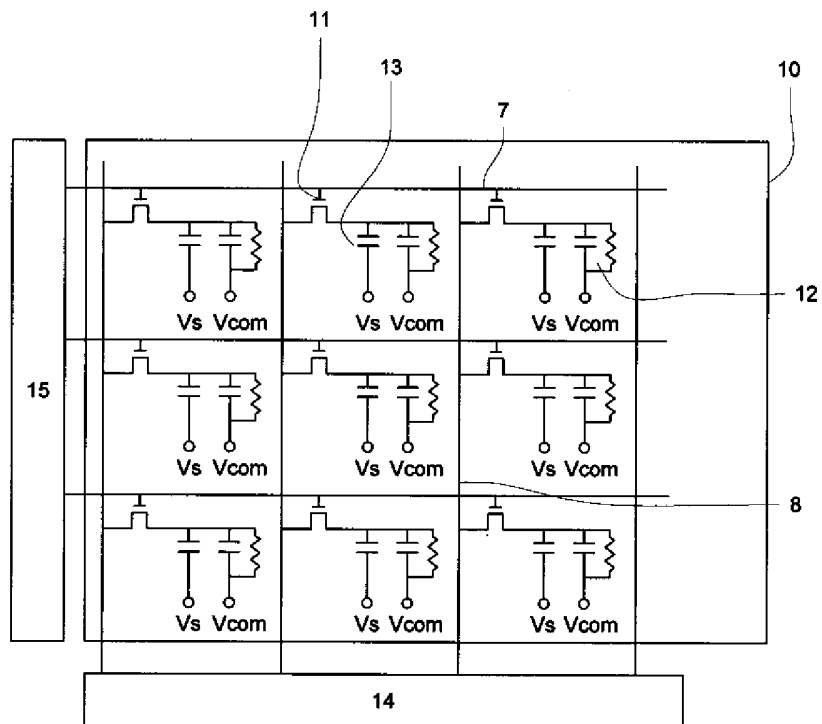
〔式中、Rは置換基を表す。〕

- [5] 前記チオフエンオリゴマーが、末端基としてチエニル基を持たないことを特徴とする請求の範囲第1項～第4項のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ。
- [6] 前記チオフエンオリゴマーの構造中に、Head-to-Head構造を有さないことを特徴とする請求の範囲第1項～第5項のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/010323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L29/786, 51/00//C07D333/10

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)

Int.Cl.⁷ H01L29/786, 51/00

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
Y	JP 2003-261655 A (Xerox Corp.), 19 September, 2003 (19.09.03), & US 2003/160230 A1 & EP 1329475 A1	1-6
Y	JP 2003-268083 A (Xerox Corp.), 25 September, 2003 (25.09.03), & US 2003/166829 A1 & EP 1327646 A1	1-6
Y	JP 2002-100782 A (International Business Machines Corp.), 05 April, 2002 (05.04.02), & US 2002/72618 A1	1-6

☐ 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
26 August, 2005 (26.08.05)Date of mailing of the international search report
13 September, 2005 (13.09.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/010323

Although claims 1-6 include a very large number of compounds, only a few compounds among the claimed compounds are disclosed within the meaning of PCT Article 5. Consequently, claims 1-6 are not fully supported within the meaning of PCT Article 6.

This international search report therefore covers an organic thin film transistor containing a compound <1>, <2>, <9>, <10>, <19>, <23>, <27> or <30> in a semiconductor layer which is disclosed and supported by the description.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ H01L29/786, 51/00 // C07D333/10		
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 (IPC)) Int.Cl. ⁷ H01L29/786, 51/00		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005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 請求の範囲の番号
Y	J P 2003-261655 A (ゼロックス・コーポレーション) 2003.09.19 & US 2003/160230 A1 & EP 1329475 A1	1-6
Y	J P 2003-268083 A (ゼロックス・コーポレーション) 2003.09.25 & US 2003/166829 A1 & EP 1327646 A1	1-6
☒ 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 26.08.2005	国際調査報告の発送日 13.9.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 宮崎 園子 電話番号 03-3581-1101 内線 3498	4 L 9277

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-100782 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 2002. 04. 05 &US 2002/72618 A1	1-6

クレーム 1～6 は、非常に多数の化合物を包含している。しかしながら、PCT 第 5 条の意味において開示されているのは、クレームされた化合物のごくわずかな部分にすぎず、PCT 第 6 条の意味で十分に裏付けられていない。

よって調査は、明細書に開示され、裏付けられている部分、すなわち化合物〈1〉、〈2〉、〈9〉、〈10〉、〈19〉、〈23〉、〈27〉、〈30〉を半導体層に含む有機薄膜トランジスタについて行った。