

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006 年 6 月 8 日 (08.06.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/059486 A1(51) 国際特許分類:
H01L 51/05 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/021082

(22) 国際出願日: 2005 年 11 月 17 日 (17.11.2005)

(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 2004-349539 2004 年 12 月 2 日 (02.12.2004) JP
特願 2005-245730 2005 年 8 月 26 日 (26.08.2005) 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): 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). 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). 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, 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, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, 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.

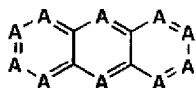
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

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。

(54) Title: ORGANIC THIN-FILM TRANSISTOR MATERIAL, ORGANIC THIN-FILM TRANSISTOR, FIELD EFFECT TRANSISTOR, SWITCHING DEVICE, ORGANIC SEMICONDUCTOR MATERIAL, AND ORGANIC SEMICONDUCTOR FILM

(54) 発明の名称: 有機薄膜トランジスタ材料、有機薄膜トランジスタ、電界効果トランジスタ、スイッチング素子、有機半導体材料及び有機半導体膜



(I)

(57) Abstract: Disclosed is an organic thin-film transistor material having good characteristics for transistors which is suppressed in deterioration over time. Also disclosed are an organic thin-film transistor using the material, a field effect transistor, a switching device, an organic semiconductor material and an organic semiconductor film. The organic thin-film transistor material is characterized by containing a compound represented by the following general formula (1). (1) (In the formula, each A constituting a fused ring of six-membered aromatic rings or six-membered heterocyclic aromatic rings represents C-R, N or P, while at least one A represents N or P; and R represents a hydrogen atom, a halogen atom or a substituent and may form a ring together with another R.)

/ 続葉有 /

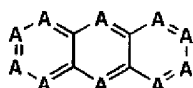


(57) 要約:

本発明は、トランジスタとしての特性が良好であり、更に経時劣化が抑えられた有機薄膜トランジスタ材料、それを用いた有機薄膜トランジスタ、電界効果トランジスタ、スイッチング素子、有機半導体材料及び有機半導体膜を提供する。有機薄膜トランジスタ材料は、下記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする。

【化1】

一般式(1)



(式中、6員芳香環または6員複素芳香環によって形成された縮合環を構成するAはC-R、NまたはPを表し、Aの少なくとも1つはNまたはPであり、Rは水素原子、ハロゲン原子または置換基を表し、他のRと互いに結合して環を形成していてもよい。)

明 細 書

有機薄膜トランジスタ材料、有機薄膜トランジスタ、電界効果トランジスタ、スイッチング素子、有機半導体材料及び有機半導体膜

技術分野

[0001] 本発明は、有機薄膜トランジスタ材料、有機薄膜トランジスタ、電界効果トランジスタ、スイッチング素子、有機半導体材料及び有機半導体膜に関する。

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、基板材料は工程温度に耐える材料でなければならない。

[0007] 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。

[0008] 一方、近年において高い電荷輸送性を有する有機半導体材料として、有機化合物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、非特許文献1。)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。)

[0009] 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って製造する方法も考えられる。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、従って前述の基板の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。透明樹脂基板上にTFT素子を形成し、そのTFT素子により表示媒体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エンと呼ばれるチオフエン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。)、更にはポリチオフエン、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] 従来公知の有機半導体材料として良好なTFT特性が報告されているペンタセン誘導体含有層は、これを蒸着工程を経て形成するのではなく、インクジェット法等の溶液塗布により形成できれば製造上大きなコストメリットが期待できるが、ペンタセン誘導体は種々の有機溶媒への溶解性が十分ではなく、また溶液調製後に結晶化や沈殿生成がおこりやすい等、塗布液安定性が十分ではないという、製造上の問題点が指摘されていた。そこで溶解性向上、塗布液安定性向上を目的として、置換基を導入したペンタセン誘導体を用いた有機TFT材料に関する技術(例えば、特許文献9、10参照。)が開示されている。しかしながら、アルキル基等の導入では十分な溶解性を得ることは難しく、塗布時の温度制御等の操作性等が困難であり、均一な塗膜作製が困難であるという問題があった。

[0012] 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半導体を用いた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。しかしながら、半導体ポリチオフエン類の多くは周囲の酸素によって酸化的にドーブされ、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いと考えられる。この結果、これらの材料が

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。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ドーピングを起こさない、あるいは最小とするよう厳重に注意しなければならない。この予防措置は製造コストを押し上げるため、特に大面積デバイスのための、アモルファスシリコン技術に代わる経済的な技術としてのある種のポリマー半導体を用いるTFTの魅力が削がれてしまう。これら及びその他の欠点は本発明の実施の形態において回避され、あるいは最小となる。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6～8参照。)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:国際公開第03/016599号パンフレット

特許文献10:米国特許出願公開第2003/0105365号明細書

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

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0013] 本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、トランジスタとしての特性が良好であり、更に経時劣化が抑えられた有機薄膜トランジスタ材料、それを

用いた有機薄膜トランジスタ、電界効果トランジスタ、スイッチング素子、有機半導体材料及び有機半導体膜を提供することである。

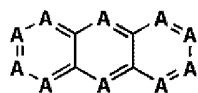
課題を解決するための手段

[0014] 本発明の上記目的は、下記の構成により達成された。

(1) 下記一般式(1)で表される縮合多環芳香族複素環化合物を含有することを特徴とする有機薄膜トランジスタ材料。

[0015] [化1]

一般式(1)

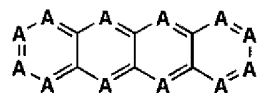


[0016] (式中、Aはそれぞれ独立に非金属原子を表す。但し、複数のAのうち少なくとも1つは炭素原子以外の原子である。また、Aで表される非金属原子のうち2以上が炭素であり、かつ、それぞれが置換基を有するとき、置換基同士は互いに結合して環を形成してもよい。)

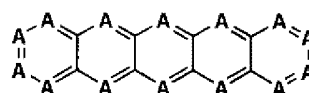
(2) 前記一般式(1)で表される縮合多環芳香族複素環化合物が下記一般式(2)、(3)または(4)で表される化合物であることを特徴とする前記(1)に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

[0017] [化2]

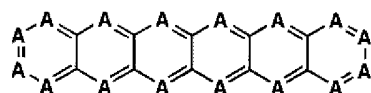
一般式(2)



一般式(3)



一般式(4)



[0018] (一般式(2)、(3)、(4)中、Aはそれぞれ独立に非金属原子を表す。但し、複数のAのうち少なくとも1つは炭素原子以外の原子である。)

(3) 前記AがN、PまたはC-R(Rは水素原子、ハロゲン原子または置換基を表し、他のRと互いに結合して環を形成していてもよい。)であることを特徴とする前記(1)または(2)に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

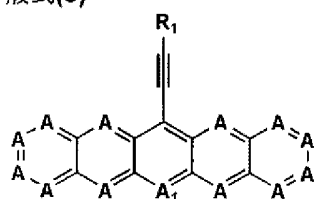
(4) 前記AがNまたはC-R(Rは水素原子、ハロゲン原子または置換基を表し、他のRと互いに結合して環を形成していてもよい。)であることを特徴とする前記(1)～(3)のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

(5) 前記Aが表すC-Rのうち少なくとも1つが、 $C-C\equiv C-R_1$ (R_1 は置換基を表す。)であることを特徴とする前記(1)～(4)のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

(6) 前記一般式(1)で表される縮合多環芳香族複素環化合物が下記一般式(5)で表される化合物であることを特徴とする前記(1)に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

[0019] [化3]

一般式(5)



[0020] (一般式(5)中、Aは前記一般式(1)のAと同義であり、 A_1 は非金属原子を表し、 R_1 は置換基を表す。)

(7) 前記Aおよび A_1 がNまたはC-R(Rは水素原子、ハロゲン原子または置換基を表し、他のRと互いに結合して環を形成していてもよい。)であることを特徴とする前記(6)に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

(8) 前記 A_1 が $C-C\equiv C-R_1$ (R_1 は前記一般式(5)の R_1 と同義)であることを特徴とする前記(6)または(7)に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

(9) 前記(1)～(8)のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ材料を半導体層に用いることを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

(10) 有機電荷輸送性材料と該有機電荷輸送性材料に直接または間接に接するゲート電極から構成され、該ゲート電極及び前記有機電荷輸送性材料の間に電位を

印加することで、前記有機電荷輸送性材料中の電流を制御する電界効果トランジスタにおいて、該有機電荷輸送性材料が前記(1)～(8)のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ材料であることを特徴とする電界効果トランジスタ。

(11)前記(9)に記載の有機薄膜トランジスタまたは前記(10)に記載の電界効果トランジスタを用いることを特徴とするスイッチング素子。

(12)前記一般式(1)～(5)のいずれかで表される化合物を含有することを特徴とする有機半導体材料。

(13)前記(12)に記載の有機半導体材料を含有することを特徴とする有機半導体膜。

(14)前記(12)に記載の有機半導体材料を有機溶媒に溶解または分散し、得られた溶液または分散液を塗布、乾燥することによって形成されることを特徴とする有機半導体膜。

発明の効果

[0021] 本発明により、トランジスタとしての特性が良好であり、更に経時劣化が抑えられた有機薄膜トランジスタ材料、それを用いた有機薄膜トランジスタ、電界効果トランジスタ、スイッチング素子、有機半導体材料及び有機半導体膜を提供することができた。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の有機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。

符号の説明

- [0023]
- 1 有機半導体層
 - 2 ソース電極
 - 3 ドレイン電極
 - 4 ゲート電極
 - 5 絶縁層
 - 6 支持体
 - 7 ゲートバスライン
 - 8 ソースバスライン

- 10 有機TFTシート
- 11 有機TFT
- 12 出力素子
- 13 蓄積コンデンサ
- 14 垂直駆動回路
- 15 水平駆動回路

発明を実施するための最良の形態

- [0024] 本発明の有機薄膜トランジスタ(TFT)材料においては、請求の範囲第1～5項のいずれか1項に規定される構成を用いることにより、薄膜トランジスタ用途に有用な有機TFT材料を得ることができる。また、該有機TFT材料を用いて作製した本発明の有機薄膜トランジスタ(TFT)、本発明の電界効果トランジスタはキャリア移動度が高く、ゲート電圧を変化させた際の最大電流値と最小電流値の比、即ちON/OFF特性が良好である等、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。また、該有機TFTまたは該電界効果トランジスタを用いて作製されたスイッチング素子は、良好なスイッチング特性を示すことが判った。
- [0025] 有機TFT材料としてはペンタセンがよく知られて入るが、ペンタセンは不溶性のため従来は蒸着によってしか膜を形成できず、塗布膜を作成することは難しい。ペンタセンの溶解性を向上させるために、国際公開第03/016599号パンフレットに記載されているように適当な置換基を導入することが行われているが、合成上難易度が高い。
- [0026] 一方で、PHT(ポリヘキシルチオフェン)に代表されるチオフェンポリマーのような塗布可能な材料が提案されているが、分子量分布を持つポリマーでは塗布膜を形成した場合 π スタックの形成が部分的であり、分子配列が乱れている部分が多く、満足できるTFT性能を得るには不十分であった。
- [0027] それに対しヘテロ原子を含有する本発明に係る化合物は、 π スタックを形成しやすく魅力的なTFT性能を有している。更に合成上置換基を導入することが容易であり、そのため種々の置換基を導入し溶解性を向上させ、適当な溶媒に溶解し塗布することが可能である。

[0028] また、本発明に係る化合物が構成する芳香環内に—N=なる電子吸引性基を含む場合は、同一分子内でわずかに電荷の偏りが生じる。この正負の電荷の偏りは、分子が配列する際分子間に弱い静電的引力を生じさせ、分子同士のパッキングを促進させる効果があることが判明した。このような本発明に係る化合物はより結晶性の高い膜を形成し、その結果、塗布膜の移動度を高いものとできるのみならず、酸素や水分等の劣化因子が浸透しにくい薄膜となり、耐久性を向上できたものと推定される。

[0029] さらに本発明に係る化合物は分子が弱い電子吸引性を帯びることで高い酸化安定性を有しており、また、電子的に吸引性のエチニル基を導入することにより酸化に対する耐性はより向上した。この効果は縮合多環芳香族複素環を構成する芳香環の、特に電子的に活性な両末端の芳香環以外の環に導入した場合により高い効果があった。

以上によって、酸化安定性が高く、高移動度の材料を提供することが可能となった。

[0030] 《有機薄膜トランジスタ材料》

本発明の有機薄膜トランジスタ材料について説明する。

[0031] 前記一般式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)においては、化合物55、74、77、78、79、81のような一般式(1)、(2)、(3)、(4)を部分構造として、2価の連結基または単なる結合手で連結したものも含む。即ち、連結基または単なる結合手に結合した一般式(1)、(2)、(3)、(4)を、前記一般式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)においてAがCRで表されるとき、CR部分のRで表される置換基と考えればよい。

[0032] 前記一般式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)において、Aは6員芳香環または6員複素芳香環によって形成された縮合環を構成し、且つC—R、N(窒素)またはP(リン)を表し、Aの少なくとも1つはNまたはPである。またA₁はC—R、NまたはPを表し、Rは前記一般式(1)のRと同義である

Rが表す置換基としては、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)、アリール基(例えば、フェ

ニル基、ナフチル基等)、芳香族複素環基(例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、チアゾリル基、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、

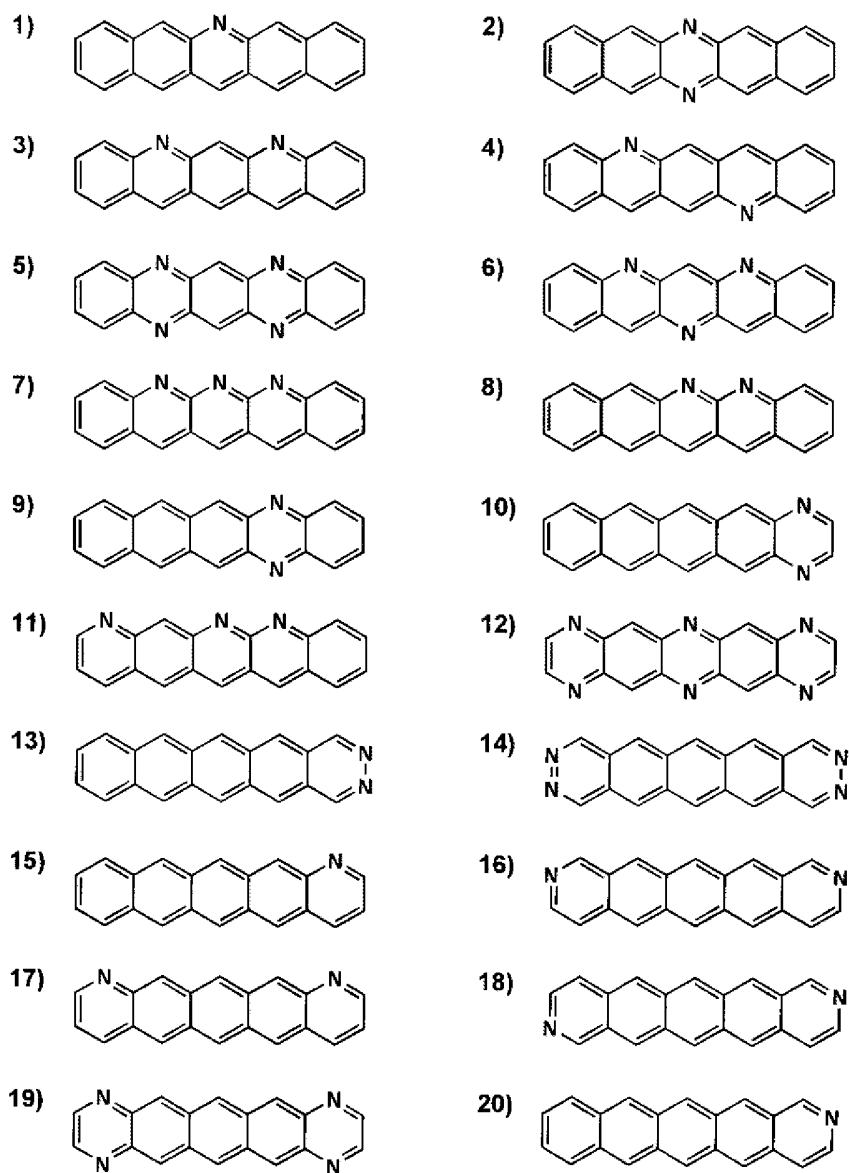
フェニルカルボニルアミノ基、ナフチルカルボニルアミノ基等)、カルバモイル基(例えば、アミノカルボニル基、メチルアミノカルボニル基、ジメチルアミノカルボニル基、プロピルアミノカルボニル基、ペンチルアミノカルボニル基、シクロヘキシルアミノカルボニル基、オクチルアミノカルボニル基、2-エチルヘキシルアミノカルボニル基、ドデシルアミノカルボニル基、フェニルアミノカルボニル基、ナフチルアミノカルボニル基、2-ピリジルアミノカルボニル基等)、ウレイド基(例えば、メチルウレイド基、エチルウレイド基、ペンチルウレイド基、シクロヘキシルウレイド基、オクチルウレイド基、ドデシルウレイド基、フェニルウレイド基、ナフチルウレイド基、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(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、ニトロ基、ヒドロキシル基、メルカプト基、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。

[0033] またRにおいては、他のRと互いに結合して6員環を形成してもよく、該6員環には上記に挙げた置換基で置換してもよい。

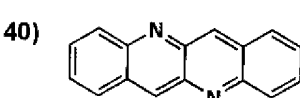
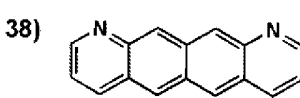
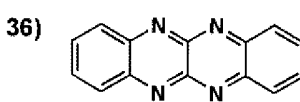
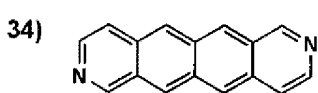
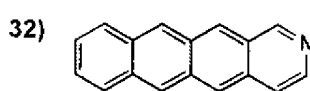
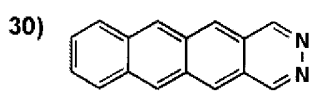
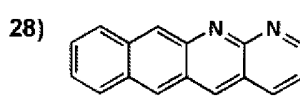
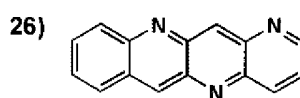
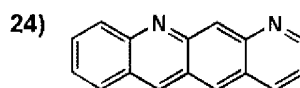
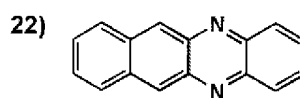
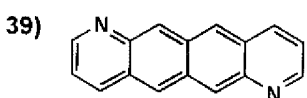
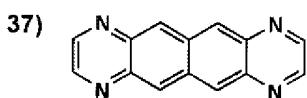
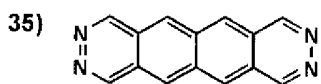
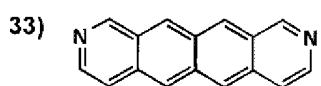
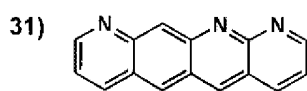
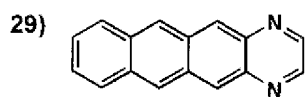
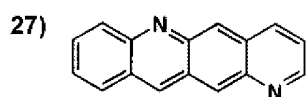
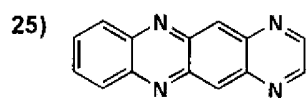
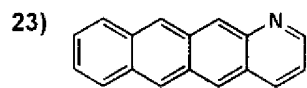
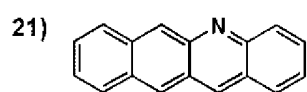
[0034] R_1 が表す置換基としては前述のRが表す置換基が例として挙げられる。

[0035] 以下、本発明に係る前記一般式(1)で表される化合物の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。

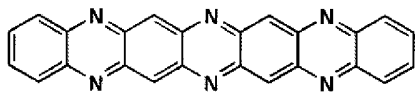
[0036] [化4]



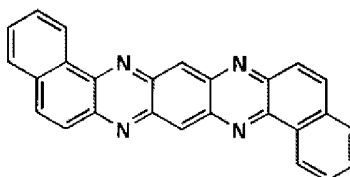
[0037] [化5]



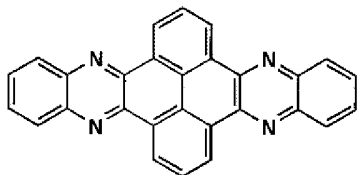
41)



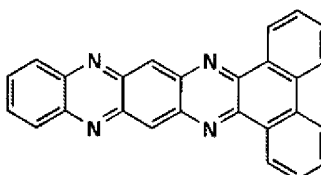
42)



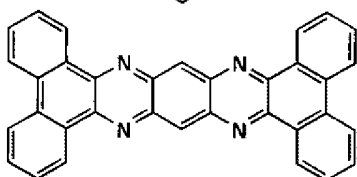
43)



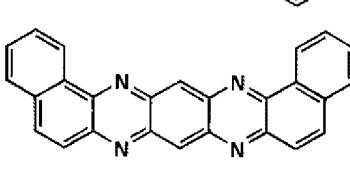
44)



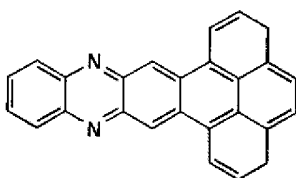
45)



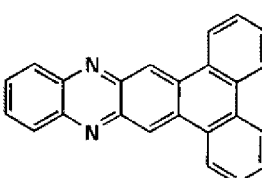
46)



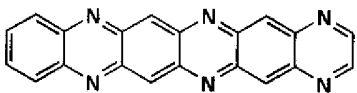
47)



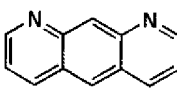
48)



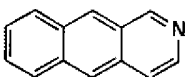
49)



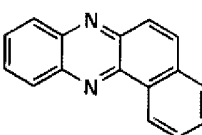
50)



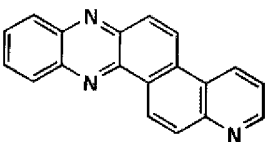
51)



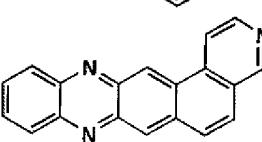
52)



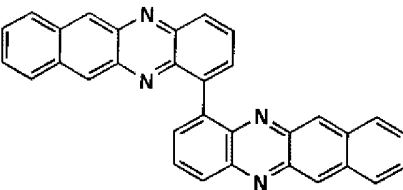
53)

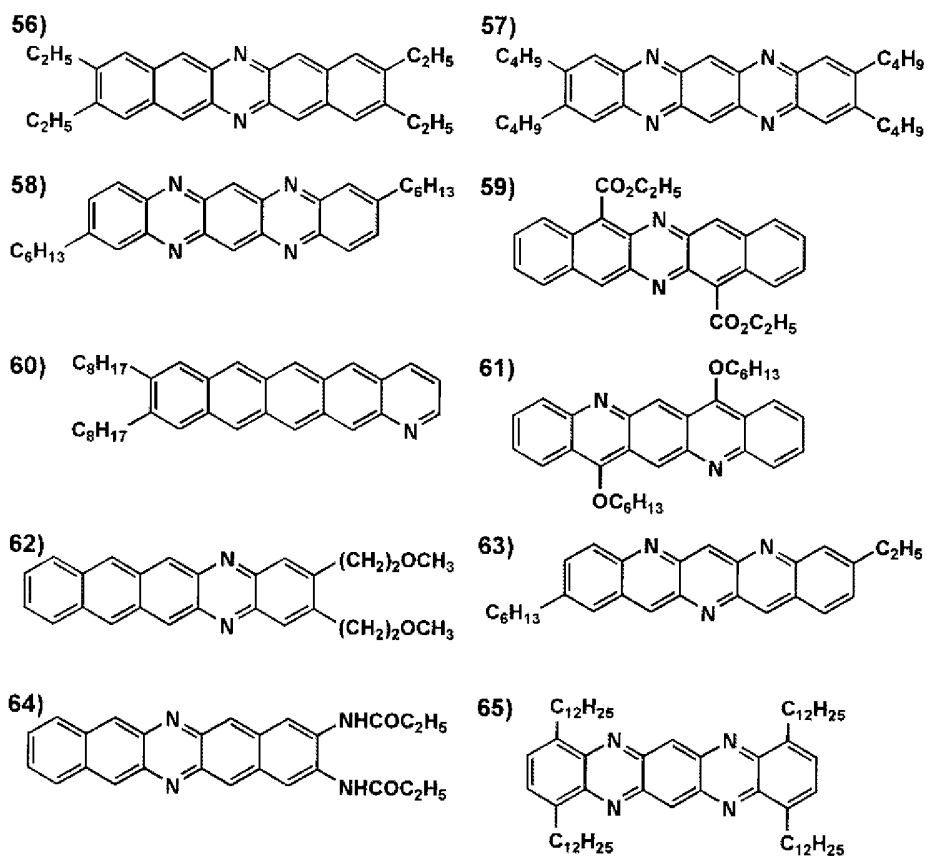


54)

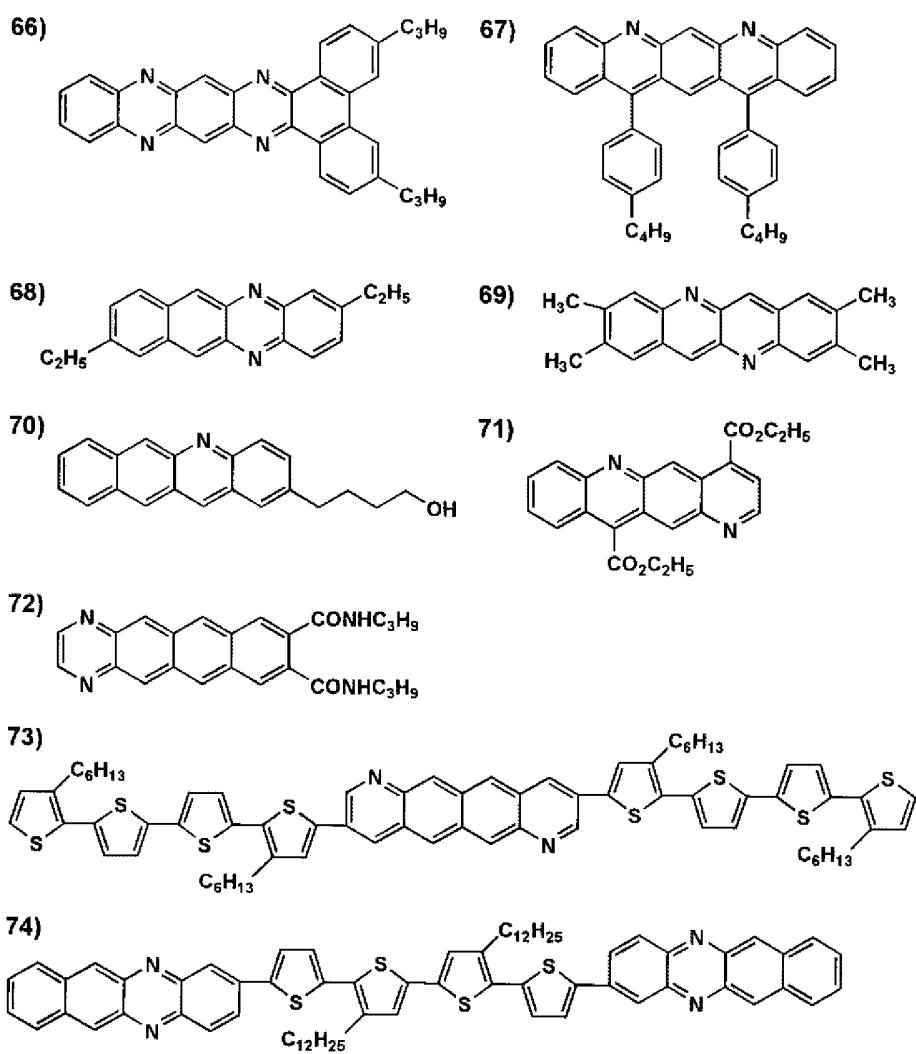


55)

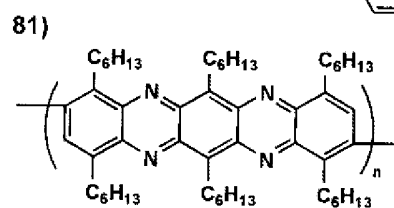
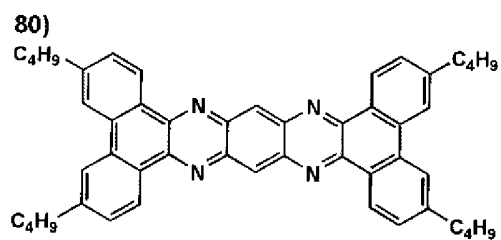
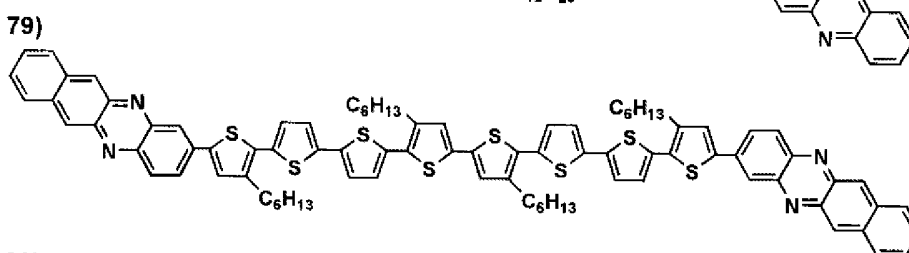
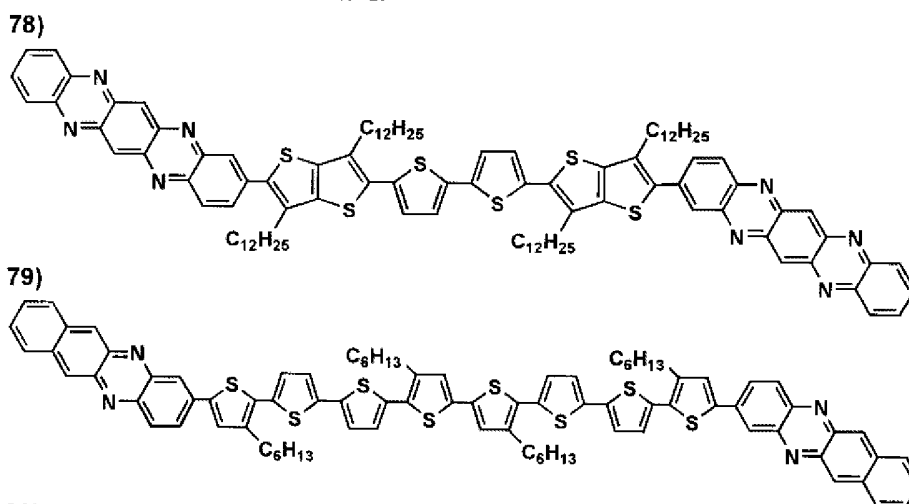
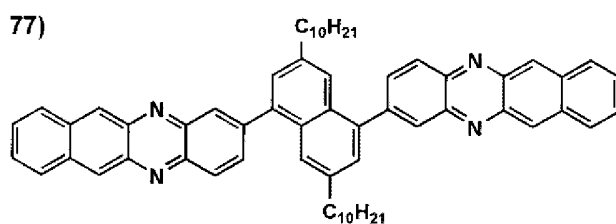
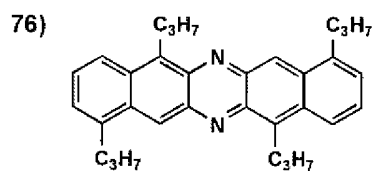
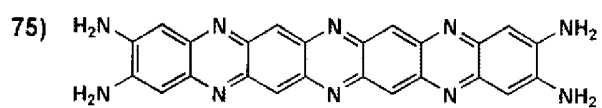




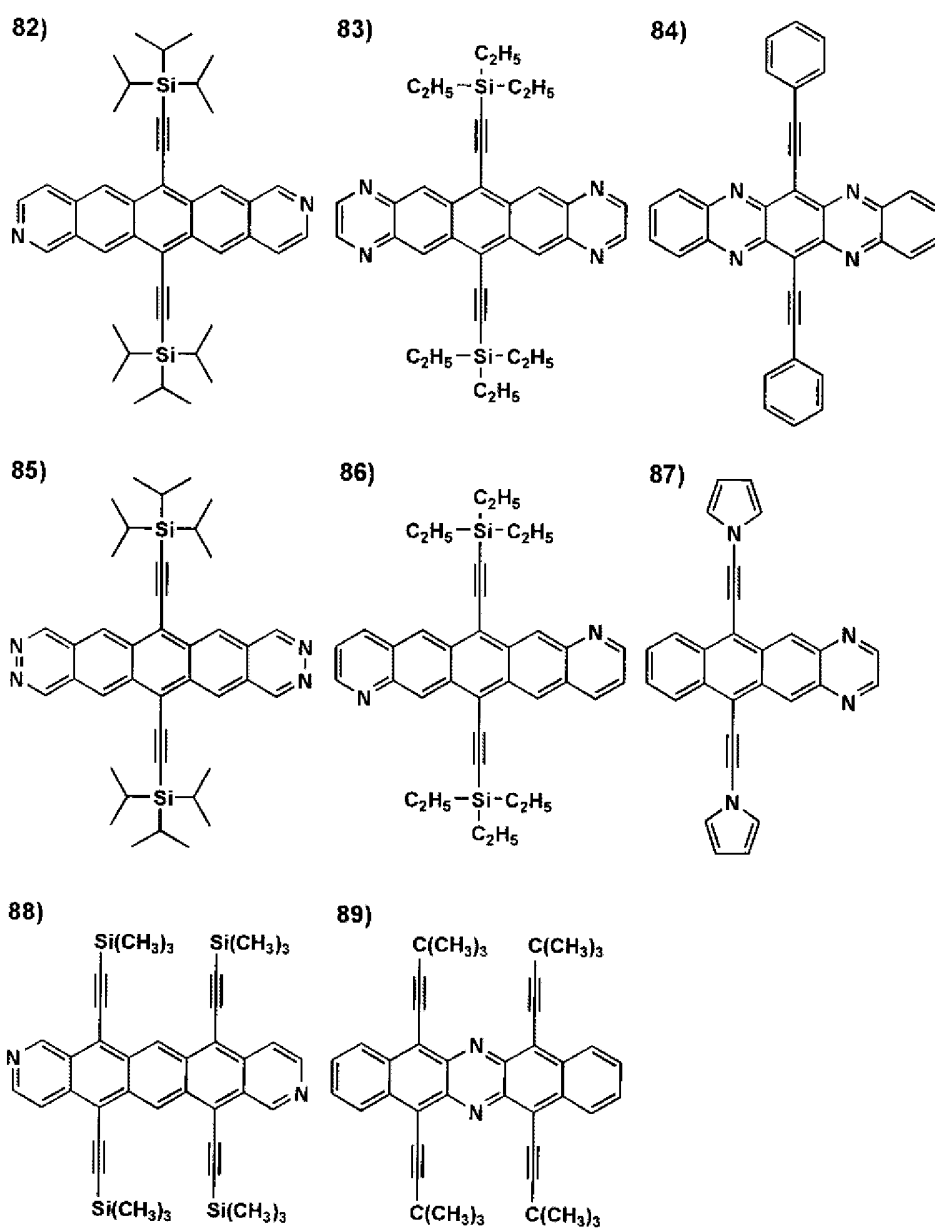
[0040] [化8]



[0041] [化9]

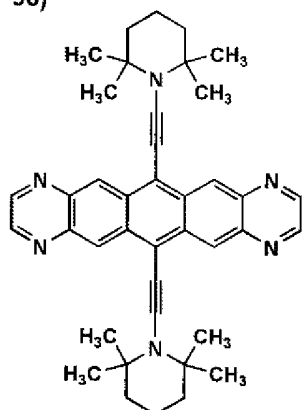


[0042] [化10]

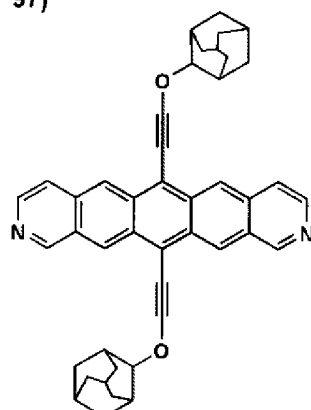


[0043] [化11]

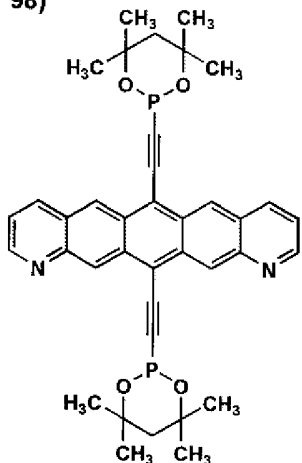
96)



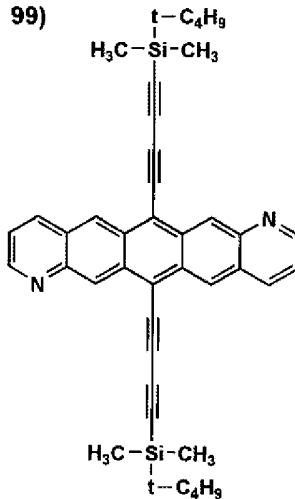
97)



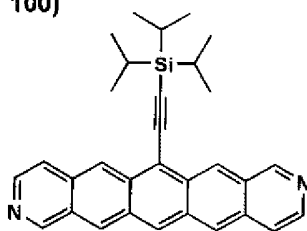
98)



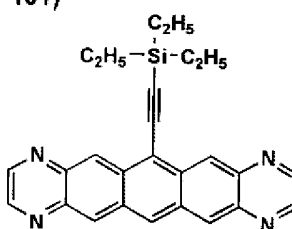
99)



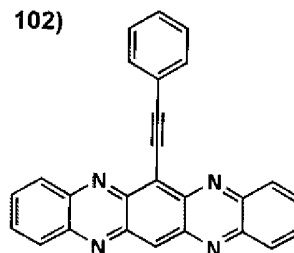
100)



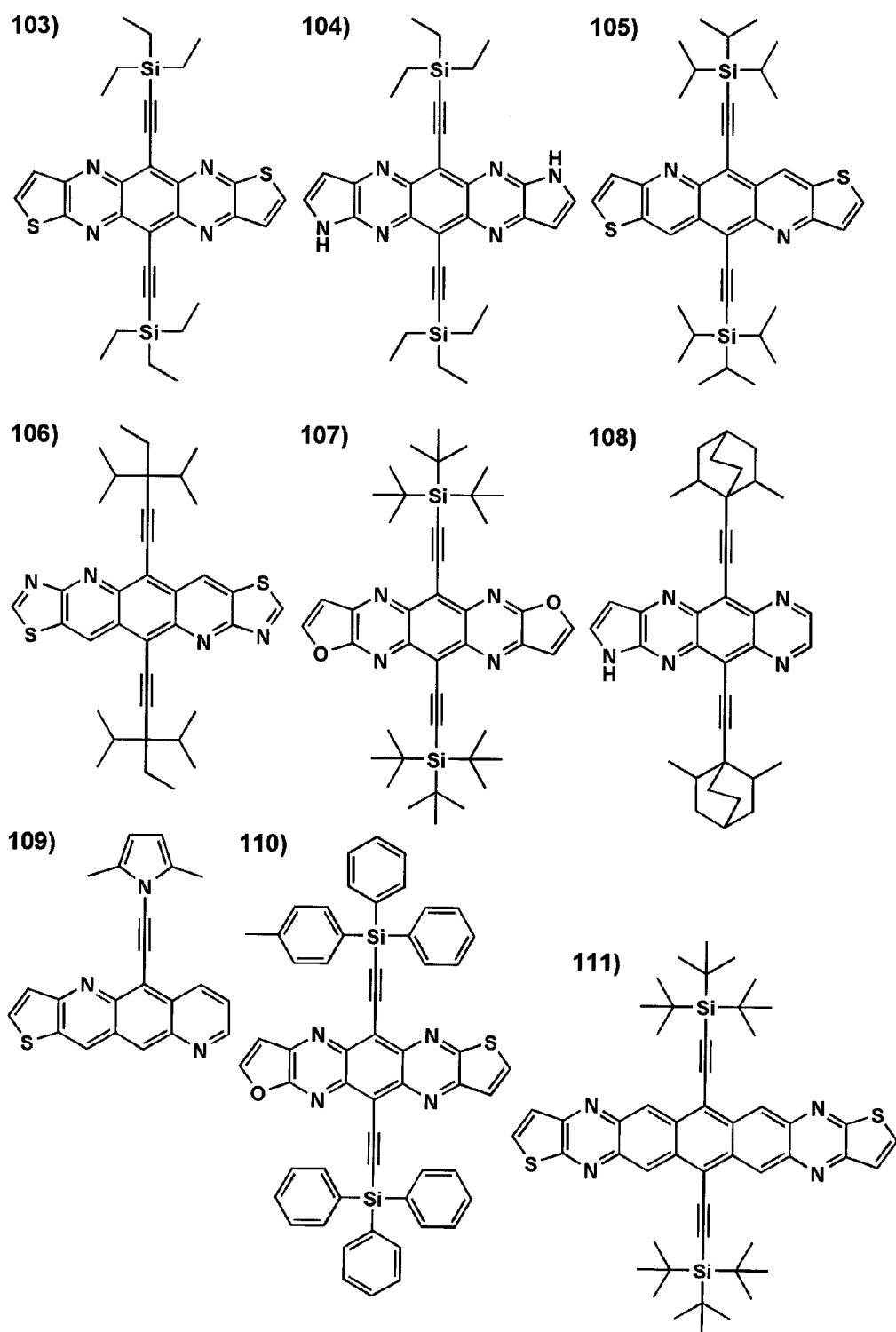
101)

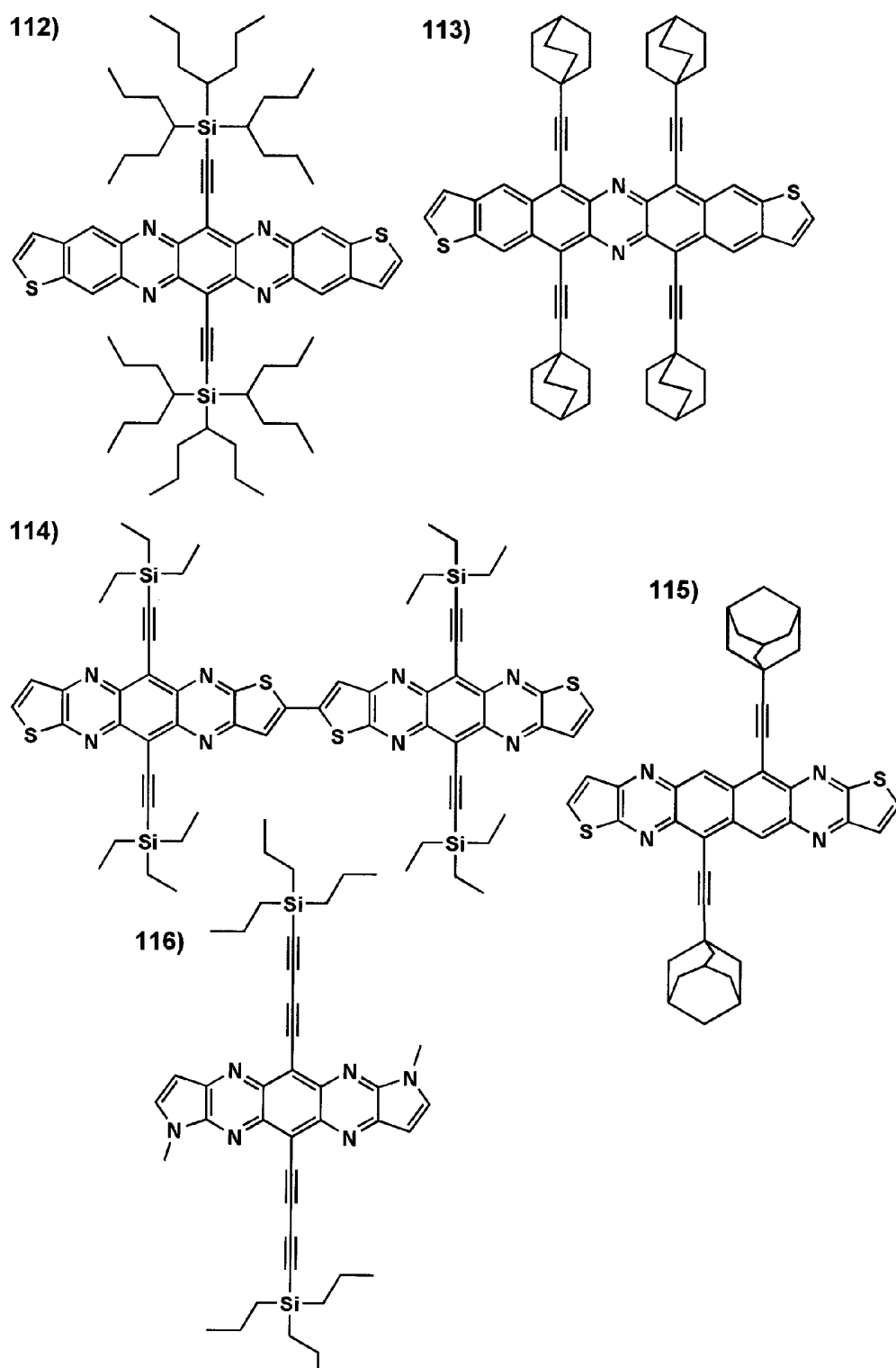


102)

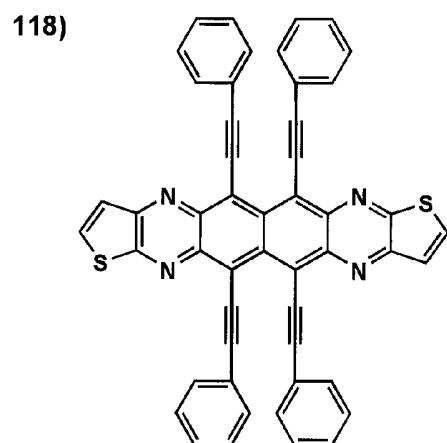
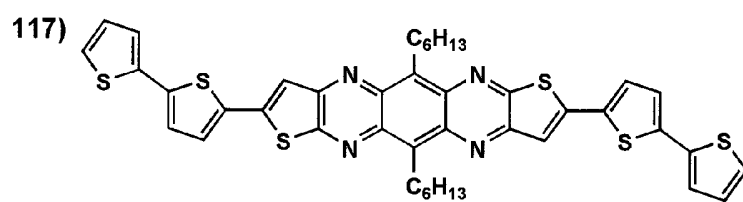


[0045] [化13]



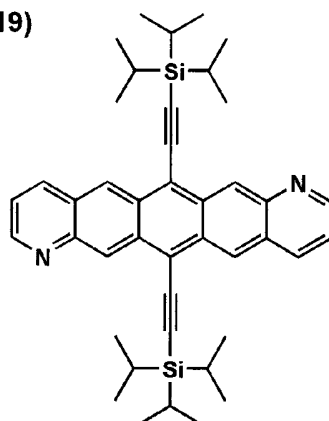


[0047] [化15]

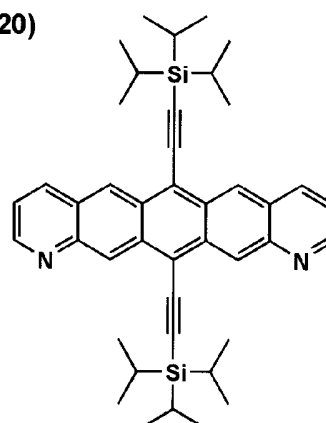


[0048] [化16]

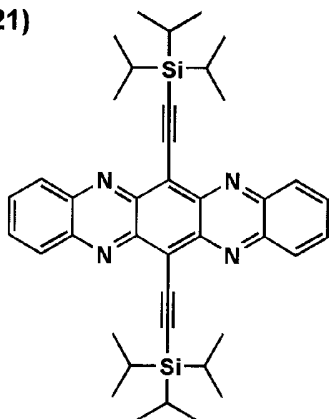
119)



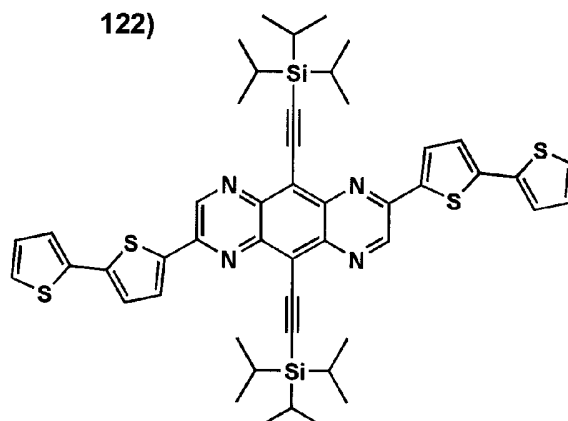
120)



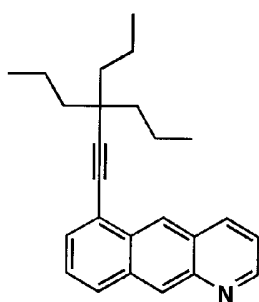
121)



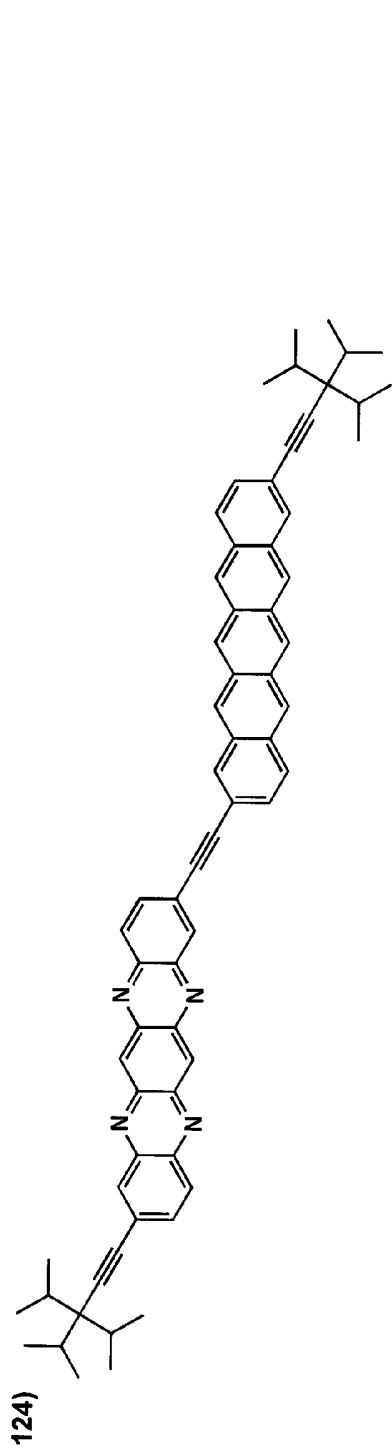
122)

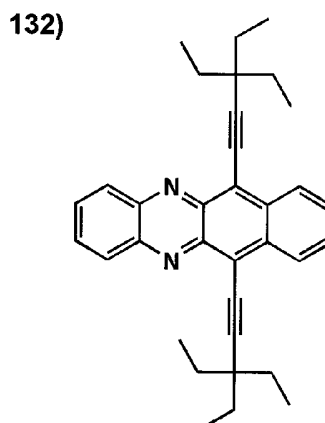
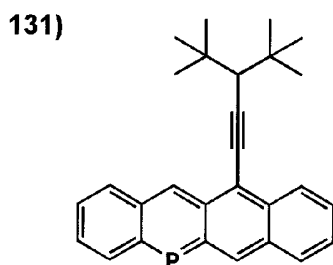
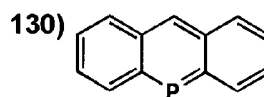
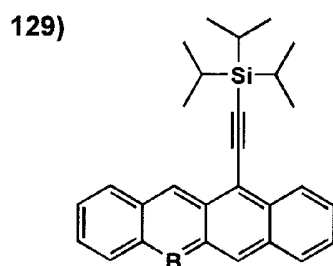
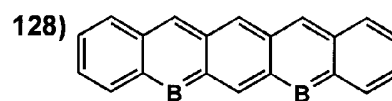
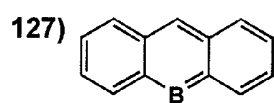


123)



[0049] [化17]





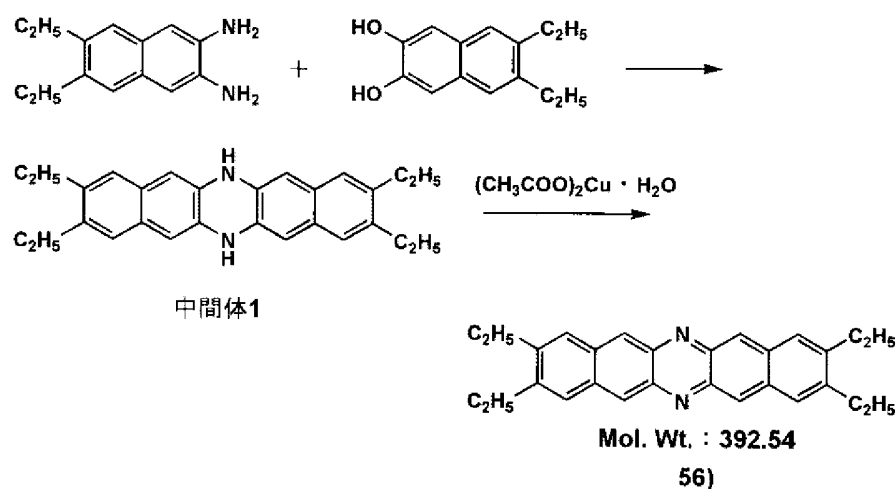
[0051] 本発明に係る前記一般式(1)で表される化合物の合成の一例として、化合物56の合成例を下記に示すが、本発明はこれらに限定されない。

[0052] 合成例1

化合物56の合成

[0053] [化19]

化合物56)の合成



[0054] 中間体1の合成

窒素雰囲気下、6, 7-ジエチルナフタレン-2, 3-ジアミン、10g (0. 047mol)と6, 7-ジエチル-ナフタレン-2, 3-ジオール、10g (0. 047mol)を混合し、180℃で1時間攪拌する。得られた混合物を水洗し、更にカラムクロマトグラフィーで精製し、中間体1を14. 4g得た(収率78%)。

[0055] 化合物56の合成

中間体1、5g (0. 013mol)加えたピリジン溶液50mlを、酢酸銅・二水和物5gを加えたピリジン溶液150mlに添加し、100℃で2時間攪拌した。得られた反応混合物を室温まで戻した後、メタノールを加え、析出物を濾取した。水、メタノールで洗浄した後、乾燥し、カラムクロマトグラフィーにより化合物56を3. 7g得た(収率73%)。

[0056] 《有機TFT、電界効果トランジスタ及びスイッチング素子》

本発明の有機TFT、電界効果トランジスタ及びそれらを用いるスイッチング素子について説明する。ここで、スイッチング素子は、その使用形態により有機TFT素子といわれることもあり、また電界効果トランジスタ素子と呼ばれることがある。

[0057] 本発明の有機TFT材料は、有機TFTや電界効果トランジスタのチャネル層に用いられることにより、良好に駆動するスイッチング素子(トランジスタ装置ともいう)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、支持体上にチャネルとして有機半導体チャ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。

[0058] 本発明に係る前記一般式(1)、(2)、(3)または(4)で表される化合物を含有することを特徴とする有機薄膜トランジスタ材料を、有機TFTまたは電界効果トランジスタを用いたスイッチング素子のチャネル(チャネル層ともいう)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ことが好ましい。

[0059] この場合、本発明の有機薄膜トランジスタ材料を溶解する溶剤は、該有機薄膜トランジスタ材料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、ヘキサン、オクタン等の脂肪族炭化水素系溶媒、シクロヘキサン等の環状炭化水素系溶媒、トルエン等の芳香族炭化水素系溶媒等を挙げることができる。

[0060] 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)、フッ素ドーパ酸化亜鉛、亜鉛、炭素、グラファイト、グラッシーカーボン、銀ペースト及びカーボンペースト、リチウム、ベリリウム、ナトリウム、マグネシウム、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及び炭素が好ましい。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。

[0061] 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ンニングする方法も用いることができる。

[0062] 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。

[0063] 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 IPP 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。

- [0064] 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。
- [0065] 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。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。
- [0066] 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、及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。
- [0067] 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。

- [0068] 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電界効果トランジスタについて説明する。
- [0069] 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TFT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。
- [0070] 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TFT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。
- [0071] 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。
- [0072] 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

- [0073] 以下、実施例により本発明を説明するが、本発明の実施態様はこれらに限定されない。

[0074] 実施例1

《有機薄膜トランジスタ1の作製》

ゲート電極としての抵抗率 $0.01\Omega\cdot\text{cm}$ のSiウェハ－に、厚さ $2000\text{\AA}$ 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シランによる表面処理を行った。この様な表面処理を行ったSiウェハー上に、比較化合物〈1〉(ポリ(3-ヘキシルチオフェン)(regioregular、アルドリッチ社製、平均分子量89000、PHT))を窒素雰囲気下で窒素を30分間バブリングしたトルエンに対して0.5質量%の濃度で溶解させ、窒素雰囲気下でスピンコート塗布(回転数2500rpm、15秒)し、自然乾燥することによりキャスト膜(厚さ50nm)を形成して、窒素雰囲気下で50℃、30分間の熱処理を施した。

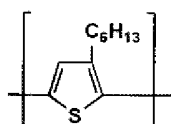
[0075] 更にこの膜の表面にマスクを用いて金を蒸着して、ソース及びドレイン電極を形成した。ソース及びドレイン電極は幅100 μ m、厚さ200nmで、チャンネル幅W=3mm、チャンネル長L=20 μ mの有機薄膜トランジスタ1を作製した。

[0076] 《有機薄膜トランジスタ2の作製》

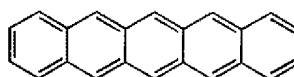
有機薄膜トランジスタ1の作製において、比較化合物〈1〉を比較化合物〈2〉(ペンタセン、アルドリッチ社製市販試薬を昇華精製して用いた)に代えた他は、有機薄膜トランジスタ1と同様の方法で有機薄膜トランジスタ2を作製した。

[0077] [化20]

比較化合物〈1〉



比較化合物〈2〉



[0078] 《有機薄膜トランジスタ3の作製》

比較化合物〈3〉(2, 3, 9, 10-テトラヘキシルペンタセン)は、Organic Letters、vol. 2(2000)、p85に記載の方法で合成した。

[0079] 有機薄膜トランジスタ1の作製において、比較化合物〈1〉を比較化合物〈3〉に変更した以外は同様にして、有機薄膜トランジスタ3を作製した。

[0080] 《有機薄膜トランジスタ4の作製》

有機薄膜トランジスタ1の作製において、比較化合物〈1〉を比較化合物〈4〉(ルブレン、アルドリッチ社製、市販試薬を昇華精製して用いた)に変更した以外は同様にして、有機薄膜トランジスタ4を作製した。

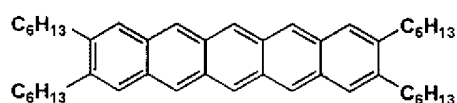
[0081] 《有機薄膜トランジスタ5の作製》

比較化合物〈5〉は、J. Am. Chem. Soc. , vol. 123(2001), p9486, supporting informationに記載の方法で合成した。

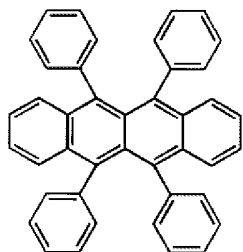
[0082] 有機薄膜トランジスタ1の作製において、比較化合物〈1〉を比較化合物〈5〉に変更した以外は同様にして、有機薄膜トランジスタ5を作製した。

[0083] [化21]

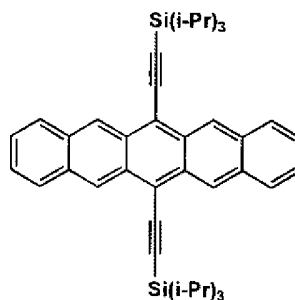
比較化合物 〈3〉



比較化合物 〈4〉



比較化合物 〈5〉



[0084] 《有機薄膜トランジスタ6～14の作製》

有機薄膜トランジスタ1の作製において、比較化合物〈1〉の代わりに、表1に記載の本発明の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6～1314を作製した。

[0085] 《キャリア移動度及びON/OFF値の評価》

得られた有機薄膜トランジスタ1～14について、各素子のキャリア移動度とON/OFF値を、素子作製直後に測定した。なお、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ー50Vとし、ゲートバイアスー50V及び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。

[0086] また同様の評価を、各素子を40℃90%RHの環境室に48時間投入した後、キャリア移動度、ON/OFF比の再測定を行った。

[0087] [表1]

有機TFT	化合物	作製直後		40℃90%RH48時間保管後		備考
		移動度(cm^2/Vsec)	ON/OFF比	移動度(cm^2/Vsec)	ON/OFF比	
1	比較化合物〈1〉	1.0×10^{-2}	1.2×10^3	5.4×10^{-5}	1.0×10^1	比較例
2	比較化合物〈2〉	製膜できず	製膜できず	製膜できず	製膜できず	比較例
3	比較化合物〈3〉	6.0×10^{-2}	3.0×10^3	測定できず	測定できず	比較例
4	比較化合物〈4〉	7.2×10^{-5}	4.0×10^2	測定できず	測定できず	比較例
5	比較化合物〈5〉	9.0×10^{-1}	8.4×10^6	3.7×10^{-3}	1.3×10^3	比較例
6	例示化合物 5)	1.5×10^{-1}	3.9×10^5	8.7×10^{-2}	2.4×10^5	実施例
7	例示化合物 22)	7.4×10^{-2}	3.8×10^5	4.1×10^{-2}	2.5×10^5	実施例
8	例示化合物 56)	3.4×10^{-1}	5.0×10^5	1.4×10^{-1}	4.1×10^5	実施例
9	例示化合物 58)	1.8×10^{-1}	4.5×10^5	8.7×10^{-2}	2.8×10^5	実施例
10	例示化合物 68)	8.7×10^{-2}	3.9×10^5	5.4×10^{-2}	2.3×10^5	実施例
11	例示化合物 73)	2.7×10^{-1}	4.3×10^5	1.1×10^{-1}	2.8×10^5	実施例
12	例示化合物 82)	7.5×10^{-1}	8.2×10^6	3.4×10^{-1}	5.3×10^6	実施例
13	例示化合物 86)	5.9×10^{-1}	5.3×10^6	2.1×10^{-1}	3.0×10^6	実施例
14	例示化合物132)	4.2×10^{-1}	1.8×10^6	1.6×10^{-1}	8.7×10^5	実施例

[0088] 本発明の有機半導体材料を用いて作製した有機薄膜トランジスタ6～14では、作製直後においてキャリア移動度、ON/OFF比ともに優れた特性を示し、且つ耐久試験後においても移動度が 10^{-2} 台以上、ON/OFF比も 10^5 台以上であり、経時劣

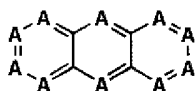
化が少なく高い耐久性を併せ持つということが分かる。

請求の範囲

- [1] 下記一般式(1)で表される縮合多環芳香族複素環化合物を含有することを特徴とする有機薄膜トランジスタ材料。

[化1]

一般式(1)

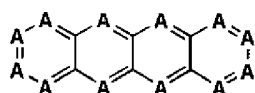


(式中、Aはそれぞれ独立に非金属原子を表す。但し、複数のAのうち少なくとも1つは炭素原子以外の原子である。また、Aで表される非金属原子のうち2以上が炭素であり、かつ、それぞれが置換基を有するとき、置換基同士は互いに結合して環を形成してもよい。)

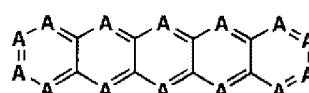
- [2] 前記一般式(1)で表される縮合多環芳香族複素環化合物が下記一般式(2)、(3)または(4)で表される化合物であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

[化2]

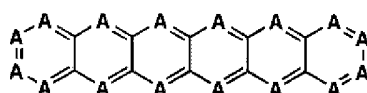
一般式(2)



一般式(3)



一般式(4)



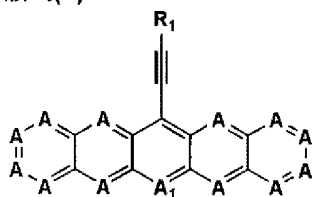
(一般式(2)、(3)、(4)中、Aはそれぞれ独立に非金属原子を表す。但し、複数のAのうち少なくとも1つは炭素原子以外の原子である。)

- [3] 前記AがN、PまたはC-R(Rは水素原子、ハロゲン原子または置換基を表し、他のRと互いに結合して環を形成していてもよい。)であることを特徴とする請求の範囲第1項または2項に記載の有機薄膜トランジスタ材料。

- [4] 前記AがNまたはC-R (Rは水素原子、ハロゲン原子または置換基を表し、他のRと互いに結合して環を形成していてもよい。)であることを特徴とする請求の範囲第1項～3項のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ材料。
- [5] 前記Aが表すC-Rのうち少なくとも1つが、 $C-C\equiv C-R_1$ (R_1 は置換基を表す。)であることを特徴とする請求の範囲第1項～4項のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ材料。
- [6] 前記一般式(1)で表される縮合多環芳香族複素環化合物が下記一般式(5)で表される化合物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材料。

[化3]

一般式(5)



(一般式(5)中、Aは前記一般式(1)のAと同義であり、 A_1 は非金属原子を表し、 R_1 は置換基を表す。)

- [7] 前記Aおよび A_1 がNまたはC-R (Rは水素原子、ハロゲン原子または置換基を表し、他のRと互いに結合して環を形成していてもよい。)であることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の有機薄膜トランジスタ材料。
- [8] 前記 A_1 が $C-C\equiv C-R_1$ (R_1 は前記一般式(5)の R_1 と同義)であることを特徴とする請求の範囲第6項または7項に記載の有機薄膜トランジスタ材料。
- [9] 請求の範囲第1項～8項のいずれか1項に記載の有機薄膜トランジスタ材料を半導体層に用いることを特徴とする有機薄膜トランジスタ。
- [10] 有機電荷輸送性材料と該有機電荷輸送性材料に直接または間接に接するゲート電極から構成され、該ゲート電極及び前記有機電荷輸送性材料の間に電位を印加することで、前記有機電荷輸送性材料中の電流を制御する電界効果トランジスタにおいて、該有機電荷輸送性材料が請求の範囲第1項～8項のいずれか1項に記載

の有機薄膜トランジスタ材料であることを特徴とする電界効果トランジスタ。

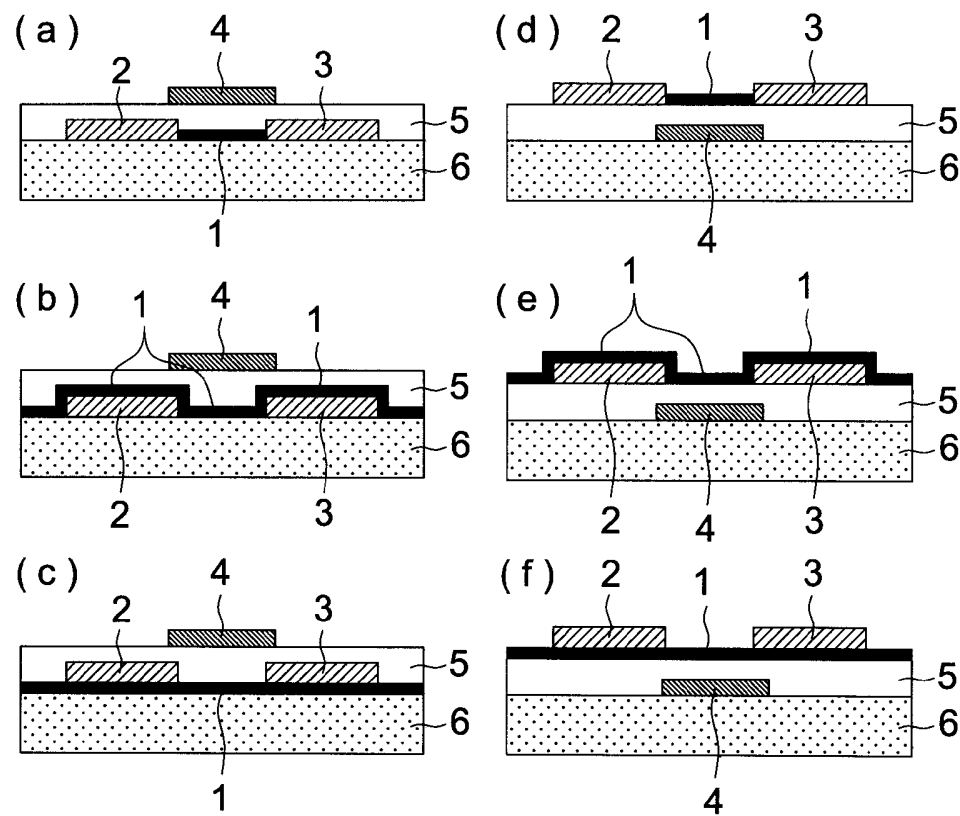
[11] 請求の範囲第9項に記載の有機薄膜トランジスタまたは請求の範囲第10項に記載の電界効果トランジスタを用いることを特徴とするスイッチング素子。

[12] 前記一般式(1)～(5)のいずれかで表される化合物を含有することを特徴とする有機半導体材料。

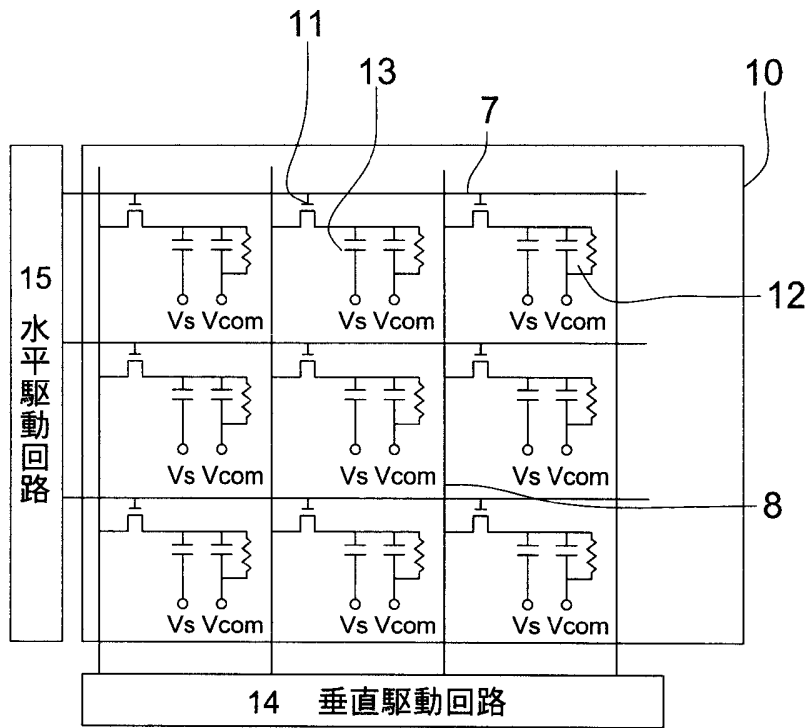
[13] 請求の範囲第12項に記載の有機半導体材料を含有することを特徴とする有機半導体膜。

[14] 請求の範囲第12項に記載の有機半導体材料を有機溶媒に溶解または分散し、得られた溶液または分散液を塗布、乾燥することによって形成されることを特徴とする有機半導体膜。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/021082

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/05(2006.01) , **H01L29/786**(2006.01)

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)

H01L51/05(2006.01) , **H01L29/786**(2006.01)

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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	JP 2004-179249 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 24 June, 2004 (24.06.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
X	JP 2003-155289 A (Merck Patent GmbH.), 27 May, 2003 (27.05.03), Full text; all drawings & US 2003/47719 A1 & EP 1275652 A2	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 February, 2006 (06.02.06)Date of mailing of the international search report
21 February, 2006 (21.02.06)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/021082

Although claims 1-14 include a very large number of compounds, only a few compounds among the claimed compounds, namely organic thin-film transistor materials containing compounds (5), (22), (56), (58), (68), (73), (82), (86) and (132) are disclosed within the meaning of PCT Article 5. Consequently, claims 1-14 are not fully supported within the meaning of PCT Article 6.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L51/05(2006.01), H01L29/786(2006.01)

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. H01L51/05(2006.01), H01L29/786(2006.01)

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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
X	JP 2004-179249 A (三菱化学株式会社) 2004.06.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
X	JP 2003-155289 A (メルク パテント ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフトング) 2003.05.27, 全文, 全図 & US 2003/47719 A1 & EP 1275652 A2	1-14

☐ 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

06.02.2006

国際調査報告の発送日

21.02.2006

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

クレーム1～14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、化合物5)、22)、56)、58)、68)、73)、82)、86)、132)を含有する有機薄膜トランジスタ材料のみであり、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。