

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5103448号  
(P5103448)

(45) 発行日 平成24年12月19日 (2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日 (2012.10.5)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 51/30 (2006.01)

HO 1 L 29/786 (2006.01)

HO 1 L 51/05 (2006.01)

CO 8 G 61/12 (2006.01)

HO 1 L 29/28 2 5 O G

HO 1 L 29/78 6 1 8 B

HO 1 L 29/28 1 0 0 A

CO 8 G 61/12

請求項の数 6 (全 27 頁)

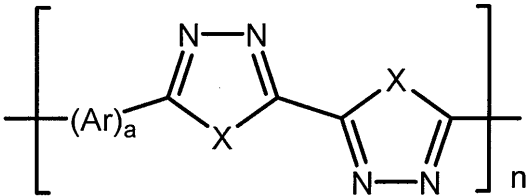
(21) 出願番号	特願2009-187132 (P2009-187132)	(73) 特許権者	596170170
(22) 出願日	平成21年8月12日 (2009.8.12)		ゼロックス コーポレーション
(65) 公開番号	特開2010-45366 (P2010-45366A)		XEROX CORPORATION
(43) 公開日	平成22年2月25日 (2010.2.25)		アメリカ合衆国、コネチカット州 068
審査請求日	平成24年8月9日 (2012.8.9)		56、ノーウォーク、ビーオーボックス
(31) 優先権主張番号	12/193, 152		4505、グローバー・アヴェニュー 4
(32) 優先日	平成20年8月18日 (2008.8.18)		5
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100075258
			弁理士 吉田 研二
早期審査対象出願		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	ユニン リー
			シンガポール共和国 シンガポール ウェ
			スト コースト クレセント #05-0
			4 16
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ポリマー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記式 (I) の半導体ポリマーであって、  
【化 1】



10

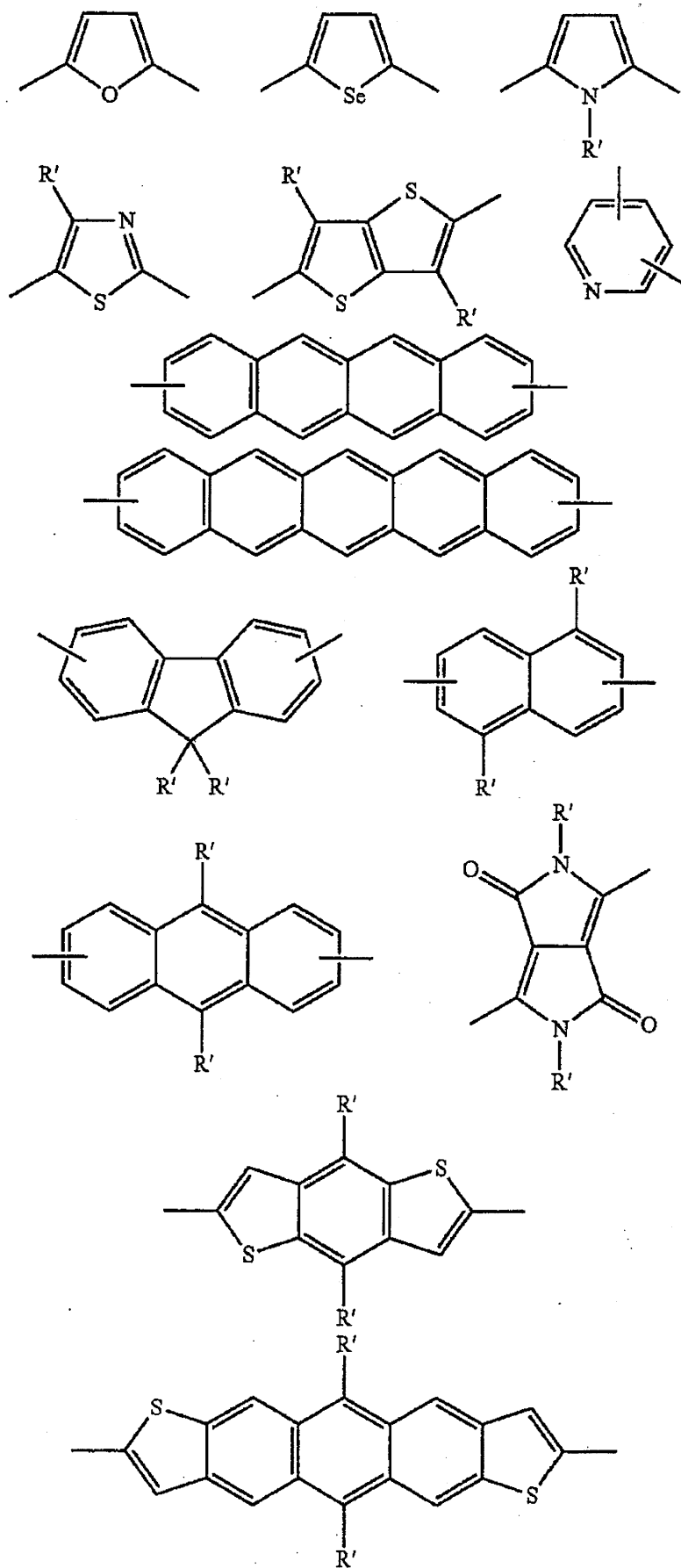
式 (I)

上記式 (I) 中、X は、独立に、S、Se、O および NR から選択され、R は、独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリールおよび -CN から選択され、

a は、1 ~ 約 10 の整数であり、  
n は、2 ~ 約 5,000 の整数であり、  
各 Ar は、下記式及びこれらの組み合わせから選択される共役二価部分であり、

20

## 【化 2 - 1】



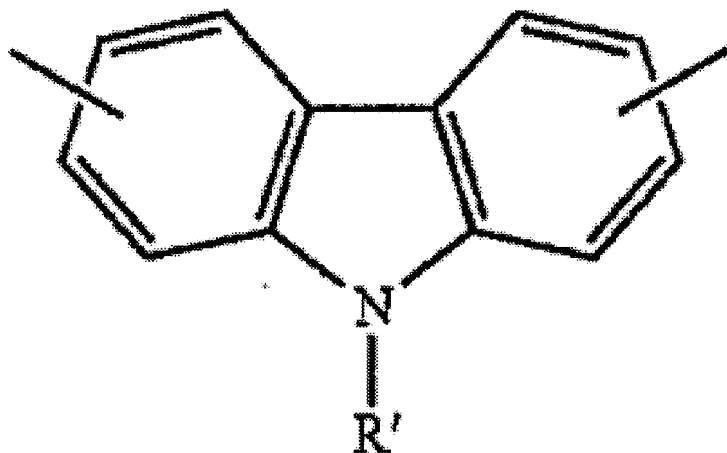
10

20

30

40

【化 2 - 2】



10

上記式中、 $R'$  は、独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリールまたは  $-CN$  から選択され、前記二価部分は、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリール、ハロゲン、 $-CN$  または  $-NO_2$  を用いて末端部を置換することができる、  
ことを特徴とする半導体ポリマー。

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の半導体ポリマーであって、 $X$  は、独立に、 $S$  及び  $O$  から選択されることを特徴とする半導体ポリマー。

【請求項 3】

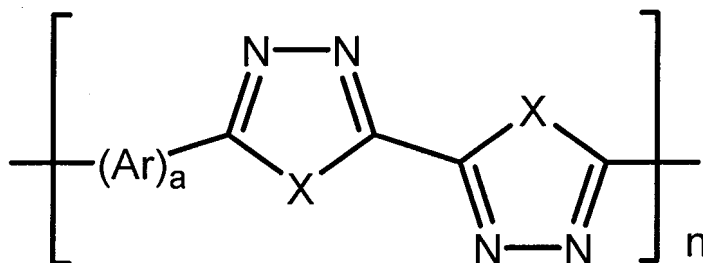
請求項 1 に記載の半導体ポリマーであって、各  $X$  は、 $O$  であることを特徴とする半導体ポリマー。

【請求項 4】

下記式 (I) の半導体ポリマーであって、

【化 3】

30



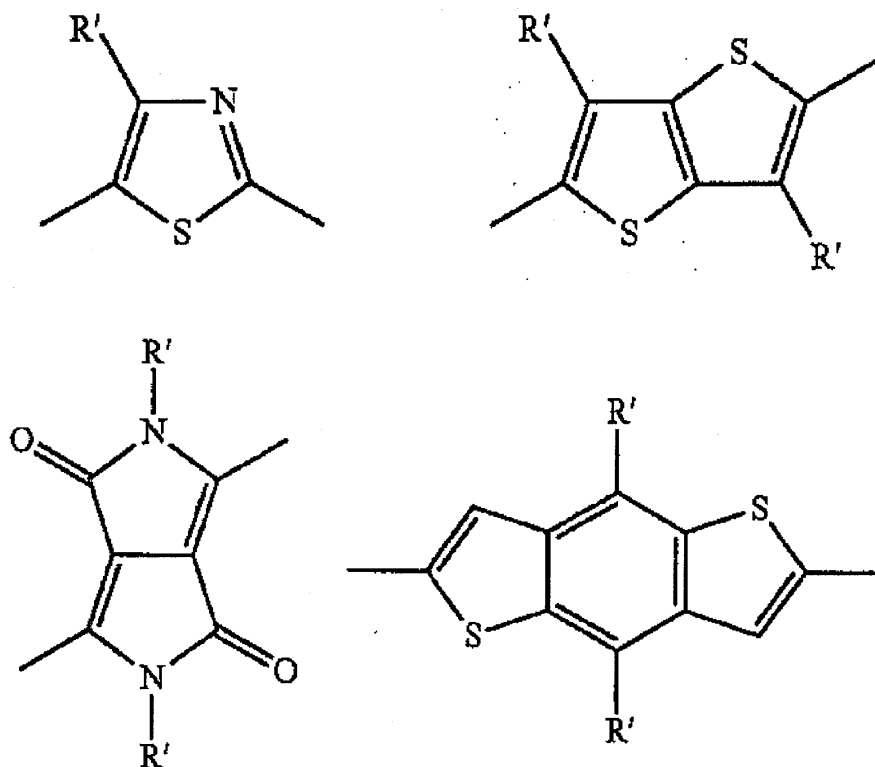
40

式 (I)

上記式 (I) 中、 $X$  は、独立に、 $S$ 、 $Se$ 、 $O$  及び  $NR$  から選択され、 $R$  は、独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリール及び  $-CN$  から選択され、

各  $Ar$  部分は、独立に、下記式より選択され、

## 【化 4】



10

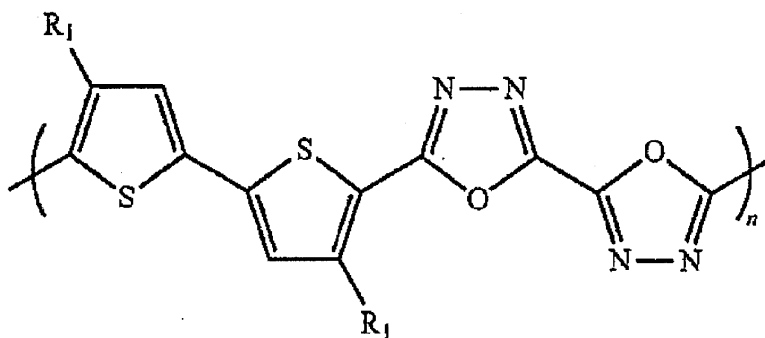
20

a は、1 ~ 約 10 の整数であり、  
n は、2 ~ 約 5, 000 の整数である、  
ことを特徴とする半導体ポリマー。

## 【請求項 5】

下記式 (1) の半導体ポリマーであって、

## 【化 5】



30

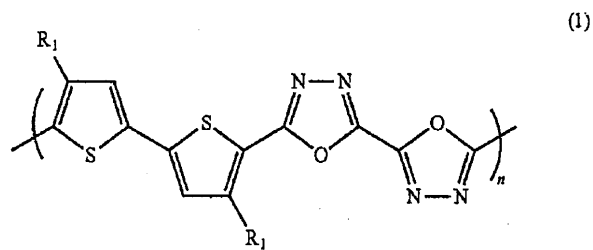
上記式 (1) 中、R<sub>1</sub> は、1 ~ 約 20 個の炭素原子を有するアルキル基、または、約 5  
~ 約 20 個の炭素原子を有するアリールまたはヘテロアリール基である、  
ことを特徴とする半導体ポリマー。

40

## 【請求項 6】

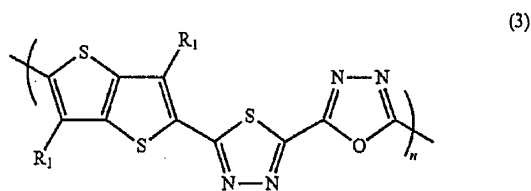
半導体ポリマーであって、前記半導体ポリマーは、下記式 (1)、(3)、(4)、(  
6) ~ (9)、(11) ~ (17)、(19) ~ (25) 及び (27) ~ (32) から構  
成される基から選択され、

【化 6】



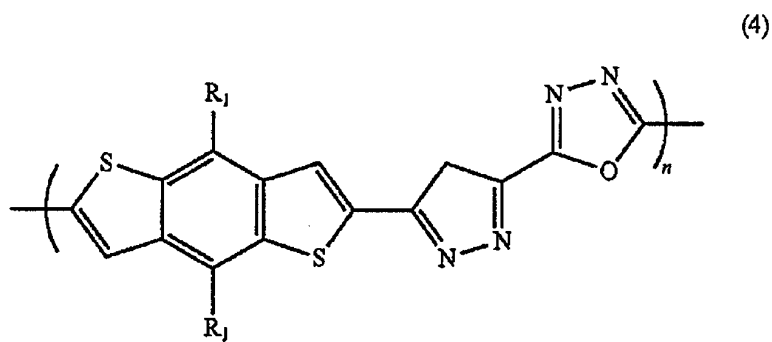
【化 7】

10



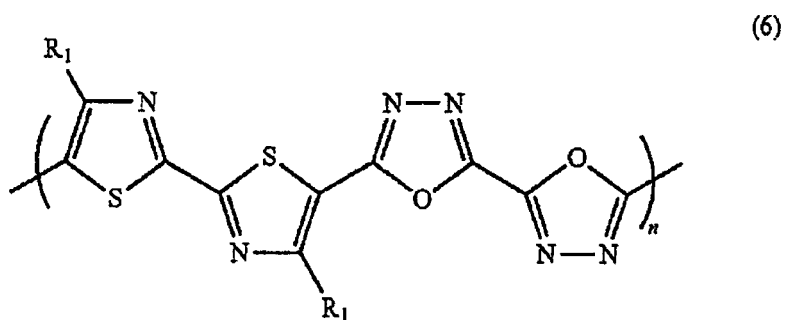
【化 8】

20



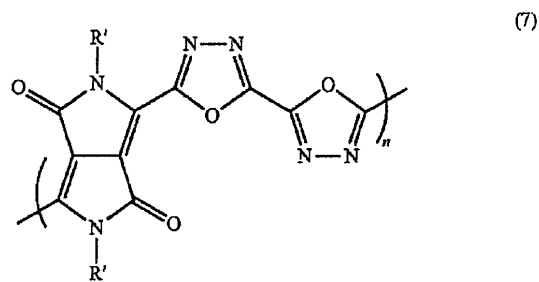
【化 9】

30



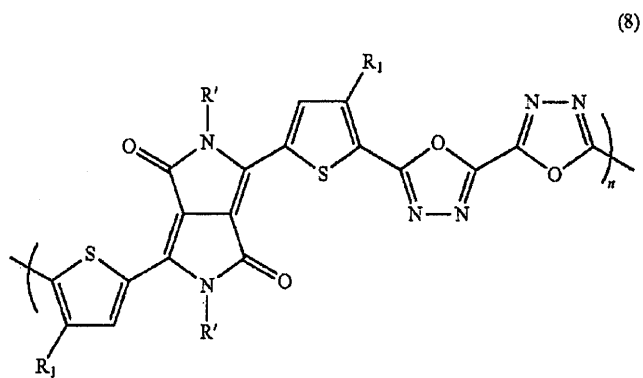
40

【化 1 0】



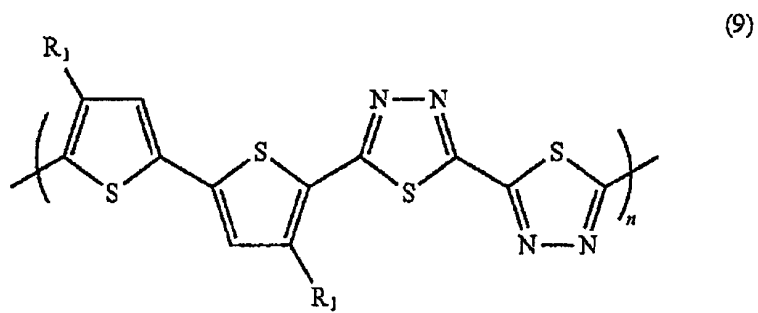
10

【化 1 1】



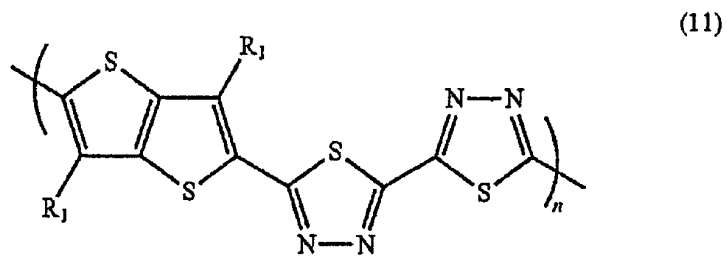
20

【化 1 2】



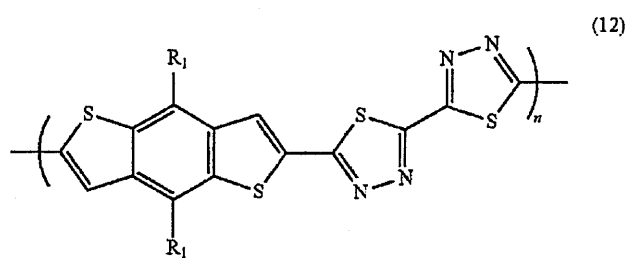
30

【化 1 3】



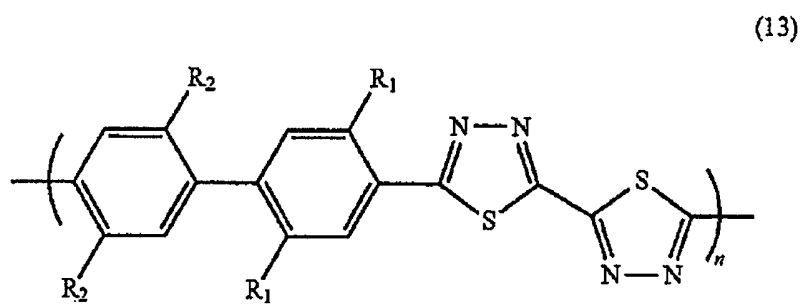
40

【化 1 4】



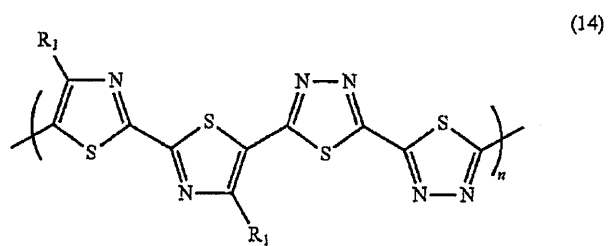
10

【化 1 5】



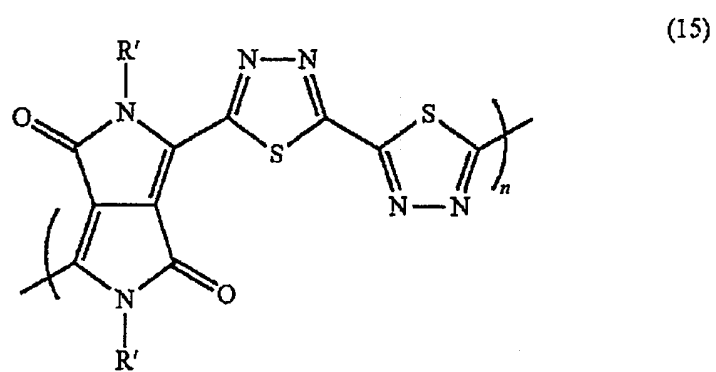
20

【化 1 6】



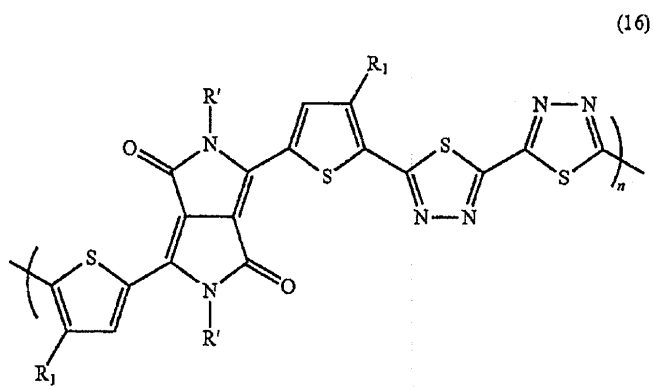
30

【化 1 7】



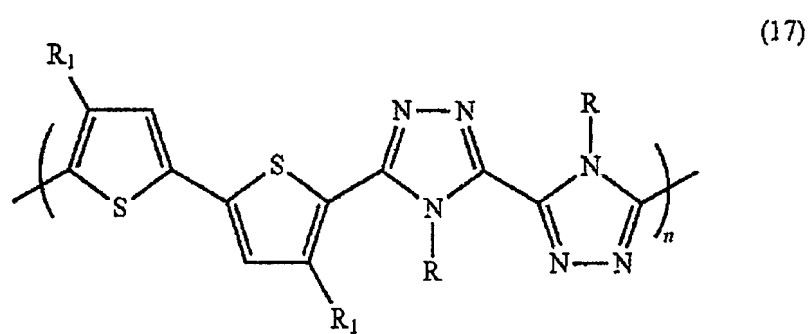
40

【化 1 8】



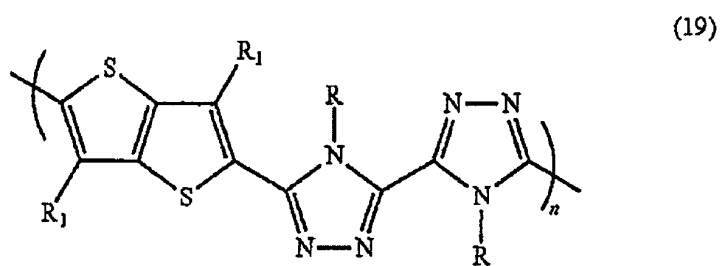
10

【化 1 9】



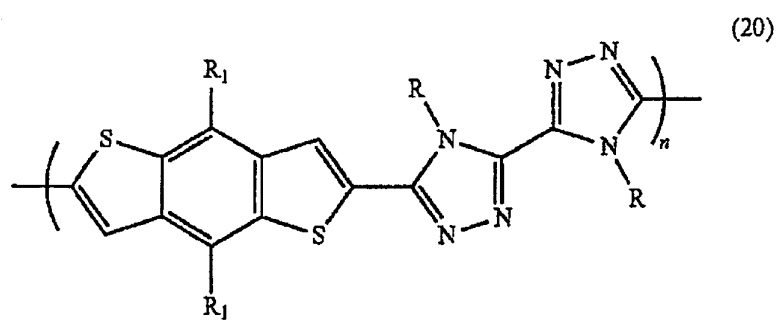
20

【化 2 0】



30

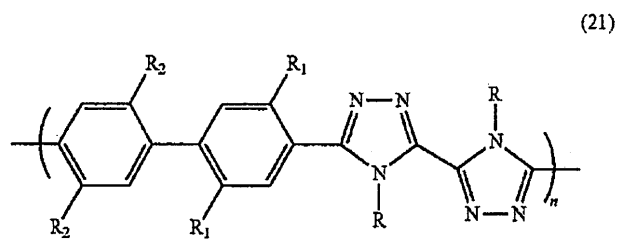
【化 2 1】



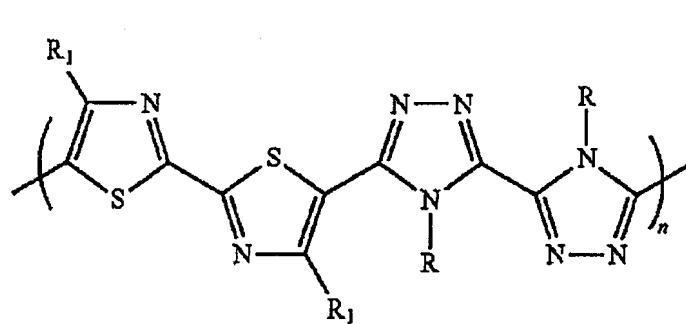
40



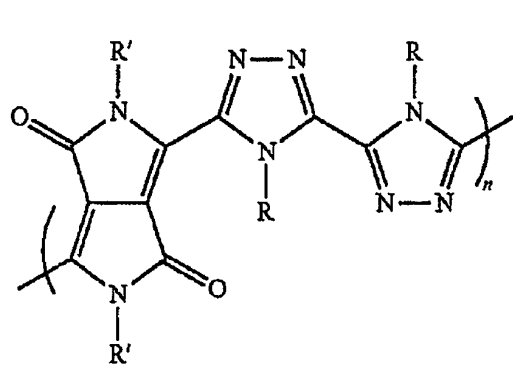
【化 2 2】



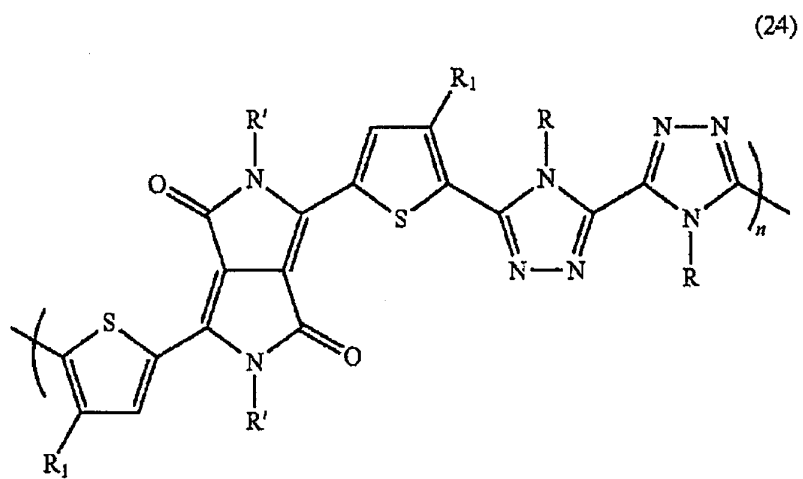
【化 2 3】



【化 2 4】

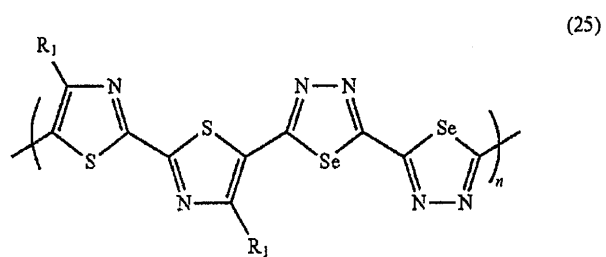


【化 2 5】



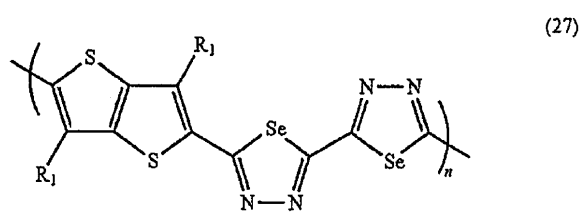
10

【化 2 6】



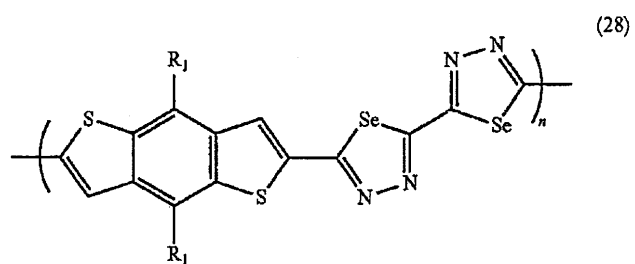
20

【化 2 7】



30

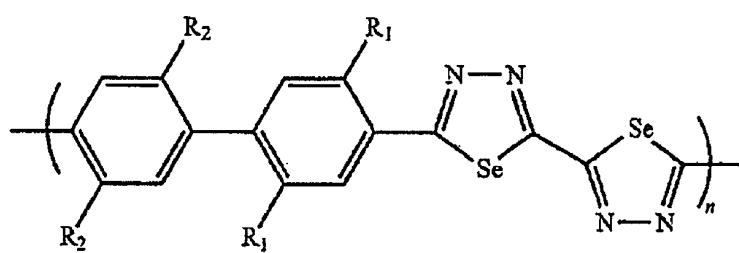
【化 2 8】



40

【化 2 9】

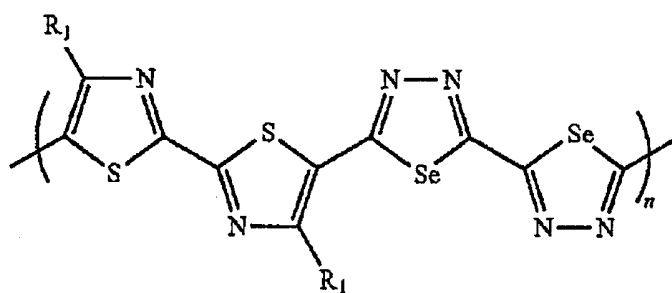
(29)



10

【化 3 0】

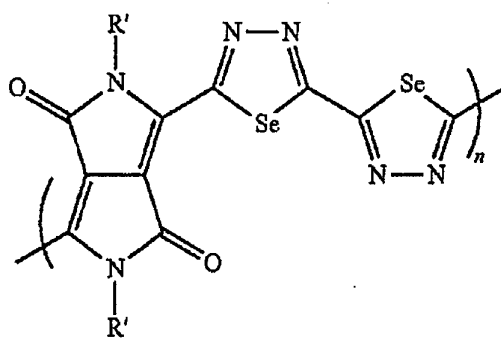
(30)



20

【化 3 1】

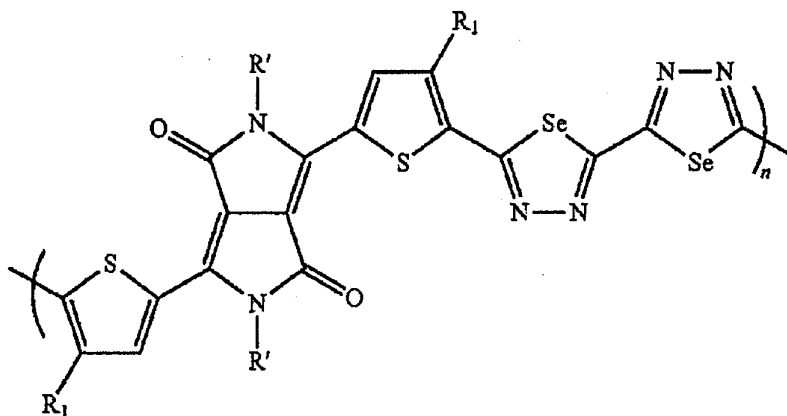
(31)



40

## 【化 3 2】

(32)



10

上記式中、 $R$ 、 $R^1$ 、 $R_1$ 及び $R_2$ は、独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリール、 $-CN$ またはこれらの混合物から選択される、ことを特徴とする半導体ポリマー。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、様々な実施形態において、薄膜トランジスタ（「TFT」）などの電子デバイスにおける使用に適している組成物およびプロセスに関する。本発明はまた、このような組成物およびプロセスを用いて製造される構成要素または層、ならびにこのような材料を含む電子デバイスに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

薄膜トランジスタ（TFT）は、たとえばセンサ、イメージスキャナおよび電子ディスプレイデバイスを含めた現代エレクトロニクスにおける基本構成要素である。現在主流のシリコン技術を用いるTFT回路は、一部の用途には、特に、高いスイッチング速度が必須ではないディスプレイ（たとえば、アクティブマトリックス液晶モニタまたはテレビ）用バックプレーンスイッチング回路などの大面積電子デバイスには、コストがかかりすぎることがある。シリコンをベースとするTFT回路の高コストは主に、資本集約的シリコン製造設備の、また同様に、厳密に制御された環境下における複雑な高温高真空フォトリソグラフィ作製プロセスの使用によるものである。製造コストがはるかに低だけでなく、物理的にコンパクトであること、軽量であること、可撓性を有することなど魅力ある機械的特性も有するTFTを作製することが一般に望まれる。有機薄膜トランジスタ（OTFT）は、高いスイッチング速度または高密度を必要としないそれら用途に適していることがある。

30

40

## 【0003】

TFTは一般に、支持基板と、3つの導電性電極（ゲート、ソースおよびドレイン電極）と、チャネル半導体層と、半導体層からゲート電極を分離する電気絶縁性ゲート誘電体層とで構成される。

## 【0004】

公知のTFTの性能を向上させることが望ましい。少なくとも3つの特性、移動度、電流オン/オフ比およびしきい値電圧によって性能を測定することができる。移動度は $\text{cm}^2/\text{Vs}$ を単位として測定され、より高い移動度が望まれる。より高い電流オン/オフ比が望まれる。しきい値電圧は、電流の流れを可能とするためにゲート電極に印加する必要

50

があるバイアス電圧に関係している。一般に、可能な限りゼロ（０）に近いしきい値電圧が望まれる。

【０００５】

p型半導体材料は広く研究されているが、n型半導体材料にはあまり重きが置かれていない。高い電子移動度と空気中での安定性とを有するn型有機半導体、とりわけ溶解処理可能な（solution processable）n型半導体は、p型半導体と比較すると空気に敏感で合成が困難であるため希少である。n型半導体は、ホールの代わりに電子を輸送するため、低い最低空分子軌道（LUMO）エネルギー準位が必要となる。低LUMO準位を実現するために、フルオロアルキル、シアノ、アシル、イミド基などの電子求引基が、一部のn型有機半導体に適用されてきた。しかしながら、これらの電子求引基は、アセン類、フタロシアニン類、オリゴチオフエン類などの共役コア（conjugated core）についての置換基または側鎖としてしか使用することができず、線状n型半導体ポリマーを構成するための共役二価結合自体として使用することができない。報告されている大部分の高移動度の空気中で安定するn型半導体が小分子化合物であり、最大性能を実現するために費用のかかる真空蒸着技法を用いてしか加工することしかできない。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【０００６】

【非特許文献１】ムスバ・イチカワ（Musuba Ichikawa）ら、「Electron transport with mobility above 10<sup>-3</sup> cm<sup>2</sup>/Vs in amorphous film of co-planar bipyridyl-substituted oxadiazole」、phys. stat. sol. (RRL) 1, No. 1 R37-39 (2007), 3 pgs.

【非特許文献２】シルビア・ジャニエツ（Silvia Janietz）ら、「フルオレンおよび1, 3, 4-ヘテロジアゾール部分を有するn型コポリマー」、Macromol. Chem. Phys. 2004, 205, 187-198

【非特許文献３】ブルックス・エイ・ジョーンズ（Brooks A. Jones）ら、「アリーレンジイミド半導体の軌道エネルギー特性の調節 n型電荷輸送の室温での安定性を目的とした物質設計（Tuning Orbital Energetics in Arylene Diimide Semiconductors. Materials Design for Ambient Stability of n-Type Charge Transport）」、J. Am. Chem. Soc. 2007, 129, 15259-15278.

【非特許文献４】ジェイ・ベッテンハウゼン（J. Bettenhausen）ら、「電荷輸送物質としてのオキシジアゾールおよびフェニルキノキサリン」、Synthetic Metals 91 (1997) 223-228.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明は、様々な実施形態において、半導体ポリマーに、また半導体ポリマーを含む半導体層を有する薄膜トランジスタに関する。これらの半導体ポリマーは、空気中で安定な高い移動度を有するn型半導体材料あるいはn型およびp型両方の半導体材料である。

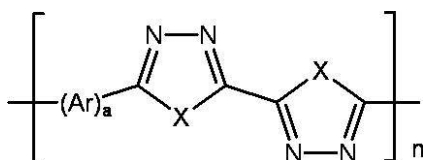
【課題を解決するための手段】

【０００８】

諸実施形態において、下記式（Ⅰ）の半導体ポリマーが開示される。

【０００９】

【化１】



式（Ⅰ）

【００１０】

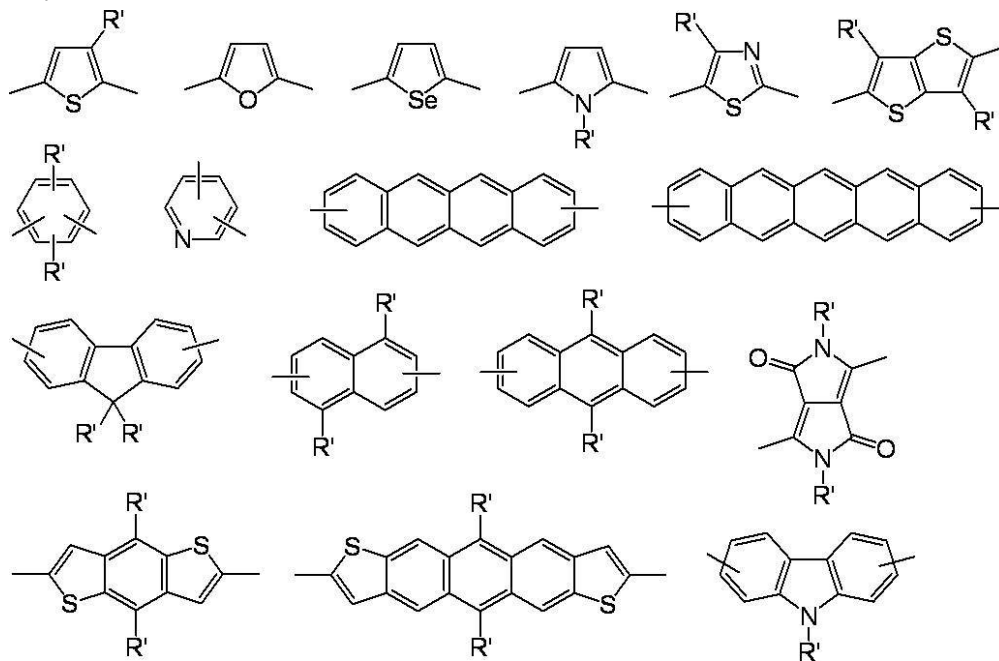
式(Ⅰ)中、Xは、独立に、S、Se、OおよびNRから選択され、Rは、独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリールおよび-CNから選択され、Arは、独立に共役二価部分であり、aは、1～約10の整数であり、nは、2～約5,000の整数である。

【0011】

各Arは、下記式から選択される共役二価部分である。

【0012】

【化2】



【0013】

上記各式中、R'は、独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリール、-CNなど、またはこれらの混合物から選択される。特定の諸実施形態において、R'はアルキルである。この共役二価部分Arは、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリール、水素、-CN、-NO<sub>2</sub>など、またはこれらの混合物を用いて、適用可能な場合には一度、二度または何度も置換することができる。

【0014】

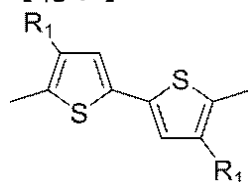
この半導体ポリマーは、真空に対して3.5 eV以下、または4.0 eV以下、または4.5 eV以下のLUMOを有することができる。

【0015】

一部の実施形態において、Arは下記であってもよい。

【0016】

【化3】



【0017】

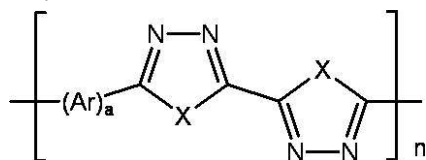
上記式中、R<sub>1</sub>は、1～約18個の炭素原子を有するアルキル基、または約5～約20個の炭素原子を有するアリール基もしくはヘテロアリール基である。

【0018】

他の諸実施形態において、下記式(Ⅰ)の半導体ポリマーが開示される。

【0019】

## 【化 4】



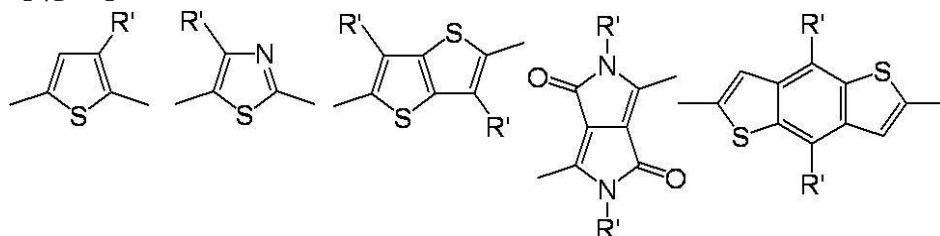
式 ( I )

## 【 0 0 2 0 】

上記式 ( I ) 中、X は、独立に、S、Se、O および NR から選択され、R は、独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリールおよび - C 10

## 【 0 0 2 1 】

## 【化 5】



## 【 0 0 2 2 】

上記式中、R' は、独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリールおよび - C N から選択される。また、上記式 ( I ) 中、a は、1 ~ 約 1 0 の整数であり、n は、2 ~ 約 5 , 0 0 0 の整数である。 20

## 【 0 0 2 3 】

また、このプロセスによって製造する半導体層および / または薄膜トランジスタも、さらなる諸実施形態に含まれる。

## 【 0 0 2 4 】

本明細書に開示の例示的諸実施形態のこれらの、また他の非限定的な特性を、以下により詳細に説明する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 2 5 】

【図 1】TF T の第 1 の例示的な実施形態を示す図である。

【図 2】TF T の第 2 の例示的な実施形態を示す図である。

【図 3】TF T の第 3 の例示的な実施形態を示す図である。

【図 4】TF T の第 4 の例示的な実施形態を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 2 6 】

本明細書中に開示されている構成要素、プロセスおよび装置のより完全な理解を、添付の図面を参照することによって得ることができる。これらの図面は単に、便宜性に基づく、また本開発を実証する容易性に基づく概略図にすぎず、したがって、本開発のデバイス 40 もしくは構成要素の相対的なサイズおよび寸法を示すものではなく、かつ / または例示的な諸実施形態の範囲を定義もしくは限定するものではない。

## 【 0 0 2 7 】

明確にするために特定の用語を以下の説明において使用しているが、これらの用語は、図における説明のために選択した諸実施形態の特定の構造を指しているにすぎず、本明細書に開示の範囲を定義または限定するものではない。図面および以下の説明において、同じ数字表示は同じ機能の構成要素を指すことを理解されたい。

## 【 0 0 2 8 】

本発明の開示は、以下でさらに説明する式 ( I ) の半導体ポリマーに関する。これらの半導体ポリマーは、薄膜トランジスタまたは有機薄膜トランジスタ ( OT F T ) の半導体 50

層における使用に特に適している。このようなトランジスタは、多くの異なる構成を有することができる。

【 0 0 2 9 】

図 1 は、第 1 の O T F T の実施形態または構成を示す。O T F T 1 0 は、ゲート電極 3 0 および誘電体層 4 0 に接触している基板 2 0 を備える。ここではゲート電極 3 0 を基板 2 0 内に示してあるが、本構成である必要はない。しかし、誘電体層 4 0 によりソース電極 5 0、ドレイン電極 6 0 および半導体層 7 0 からゲート電極 3 0 が分離されることがいくらか重要である。ソース電極 5 0 は半導体層 7 0 と接触している。ドレイン電極 6 0 もまた、半導体層 7 0 と接触している。半導体層 7 0 は、ソースおよびドレイン電極 5 0 および 6 0 を覆って、またソースおよびドレイン電極 5 0 および 6 0 間を通る。任意に適用される界面層 8 0 が、誘電体層 4 0 と半導体層 7 0 との間に位置する。

10

【 0 0 3 0 】

図 2 は、第 2 の O T F T の実施形態または構成を示す。O T F T 1 0 は、ゲート電極 3 0 および誘電体層 4 0 に接触している基板 2 0 を備える。半導体層 7 0 は誘電体層 4 0 を覆って、または誘電体層 4 0 の上に設置され、ソース電極 5 0 およびドレイン電極 6 0 から誘電体層 4 0 を分離する。任意に適用される界面層 8 0 が、誘電体層 4 0 と半導体層 7 0 との間に位置する。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、第 3 の O T F T の実施形態または構成を示す。O T F T 1 0 は、ゲート電極としても働き、また誘電体層 4 0 と接触している基板 2 0 を備える。半導体層 7 0 は誘電体層 4 0 を覆って、または誘電体層 4 0 の上に設置され、ソース電極 5 0 およびドレイン電極 6 0 から誘電体層 4 0 を分離する。任意に適用される界面層 8 0 が、誘電体層 4 0 と半導体層 7 0 との間に位置する。

20

【 0 0 3 2 】

図 4 は、第 4 の O T F T の実施形態または構成を示す。O T F T 1 0 は、ソース電極 5 0、ドレイン電極 6 0 および半導体層 7 0 と接触している基板 2 0 を備える。半導体層 7 0 は、ソース電極 5 0 およびドレイン電極 6 0 を覆って、またソース 5 0 およびドレイン電極 6 0 の間を通る。誘電体層 4 0 が半導体層 7 0 の上にある。ゲート電極 3 0 が誘電体層 4 0 の上にあり、半導体層 7 0 と接触していない。任意に適用される界面層 8 0 が、誘電体層 4 0 と半導体層 7 0 との間に位置する。

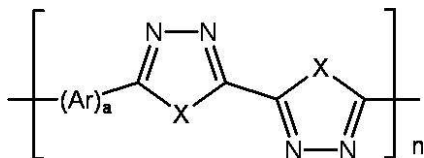
30

【 0 0 3 3 】

諸実施形態において、下記式 ( I ) の半導体ポリマーが開示される。

【 0 0 3 4 】

【 化 6 】



式 ( I )

40

【 0 0 3 5 】

式 ( I ) 中、X は独立に、S、S e、O および N R から選択され、R は独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリールおよび - C N から選択され、A r は独立に共役二価部分であり、a は 1 ~ 約 1 0 の整数であり、n は 2 ~ 約 5 , 0 0 0 の整数である。

【 0 0 3 6 】

特定の諸実施形態において、式 ( I ) 中、X は独立に S および O から選択される。X が硫黄である場合、半導体材料は、ピチアジアゾール ( bithiadiazole ) 材料と見なすことができる。X が酸素である場合、半導体材料は、ピオキサジアゾール ( bioxadiazole ) 材料と見なすことができる。

50

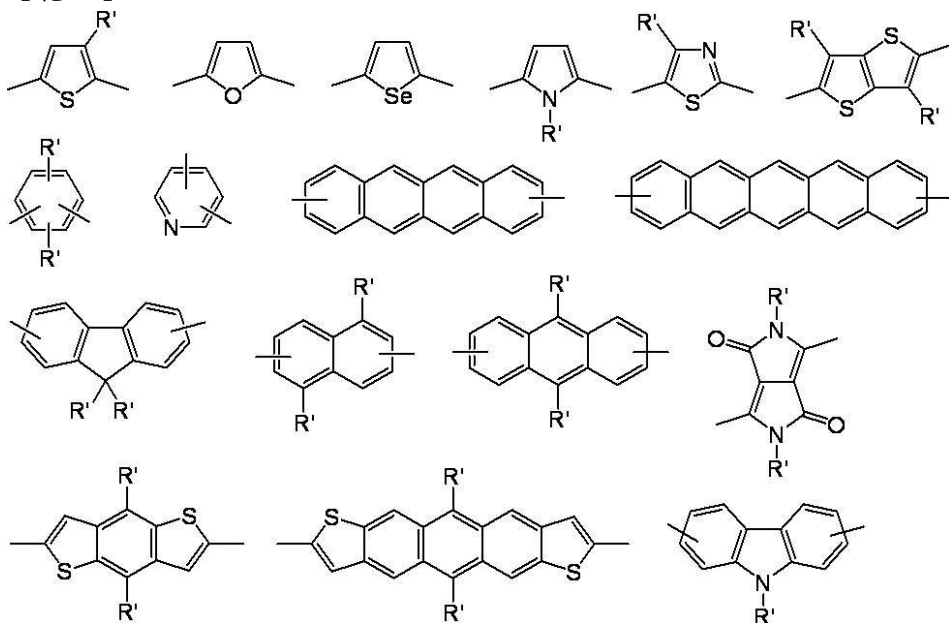


【 0 0 3 7 】

式(Ⅰ)中、各Ar部分は、下記式およびそれらの組合せから選択される二価部分でよい。

【 0 0 3 8 】

【化 7】



【 0 0 3 9 】

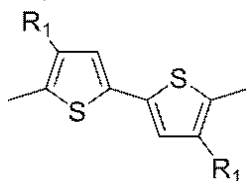
上記式中、R' は独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリール、-CN など、またはこれらの混合物から選択される。特定の諸実施形態において、R' はアルキルである。この共役二価部分 Ar は、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリール、水素、-CN、-NO<sub>2</sub> など、またはこれらの混合物を用いて、適用可能な場合には一度、二度または何度も末端部を置換することができる。「Ar」は部分の存在を示し、「a」は部分の数を示すことに留意されたい。言い換えると、本明細書中でさらに明らかになるように、異なる様々な Ar 部分が存在することがある。

【 0 0 4 0 】

一部の実施形態において、 $A_r$  は下記式であってもよい。

【 0 0 4 1 】

【化 8】



【 0 0 4 2 】

上記式中、 $R_1$  は、1 ~ 約 18 個の炭素原子を有するアルキル基、または約 5 ~ 約 20 個の炭素原子を有するアリールもしくはヘテロアリール基である。Ar の意味を参照すると、ここでは  $a = 2$  である。Ar 部分は共に、側鎖を 1 つ有するチオフェンであるが、 $R_3$  側鎖は、一方のチオフェンの 3 - 炭素上に、また他方のチオフェンの 4 - 炭素上にある。

【 0 0 4 3 】

他の特定の諸実施形態において、各 A r 部分は独立に下記式から選択される。

【 0 0 4 4 】

The image displays five chemical structures of heterocyclic compounds, each with an R' substituent. From left to right: 1. A thiophene ring with an R' group at the 2-position. 2. An imidazole ring with an R' group at the 2-position. 3. An indole ring with an R' group at the 3-position. 4. A pyrrole ring with an R' group at the 2-position. 5. A naphthalene ring with R' groups at the 1 and 8 positions.

特定の諸実施形態において、半導体ポリマーは、真空に対して3.5 eV以下のLUMOを有する。より具体的な諸実施形態において、半導体ポリマーは、真空に対して4.0 eV以下または4.5 eV以下のLUMOを有する。

10

【 0 0 4 7 】

【 0 0 4 8 】

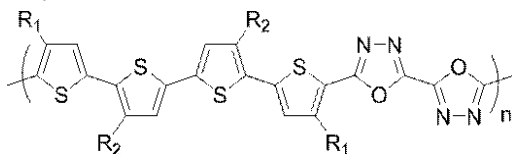
20

【 0 0 5 0 】

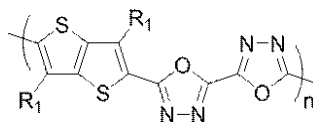
\*c1cc(s1)-c2cc(s2)-c3nc4c(nc3o4)oc5nc6c(nc5n6)oc7cc(s7)c1

30

【化 1 1】

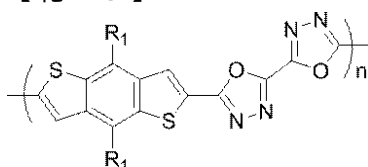


【化 1 2】



40

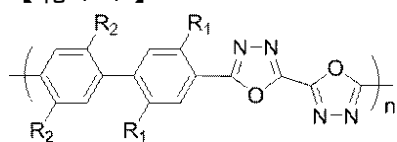
【化 1 3】



50

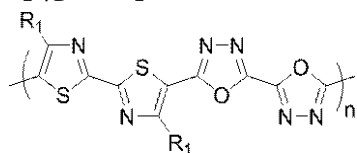
(4)

【化 1 4】



(5)

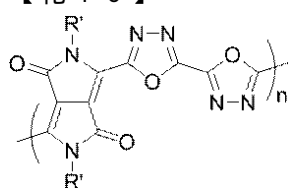
【化 1 5】



10

(6)

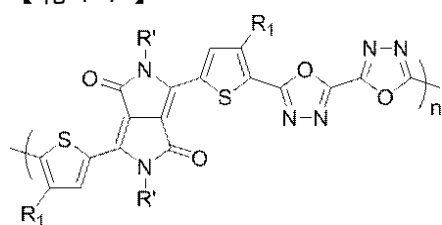
【化 1 6】



20

(7)

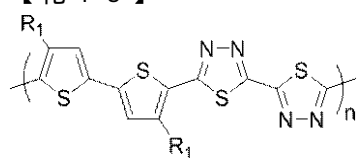
【化 1 7】



30

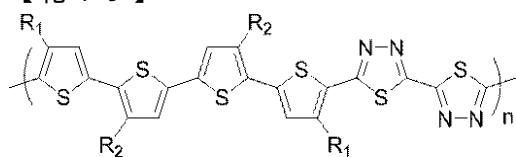
(8)

【化 1 8】



(9)

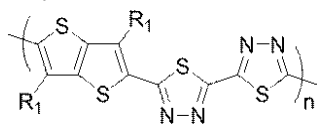
【化 1 9】



40

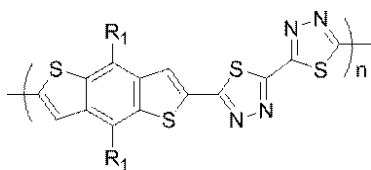
(10)

## 【化 2 0】



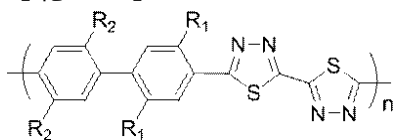
(11)

## 【化 2 1】



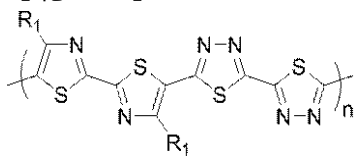
(12)

## 【化 2 2】



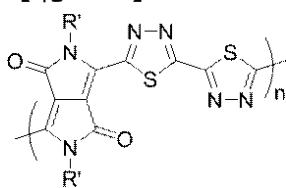
(13)

## 【化 2 3】



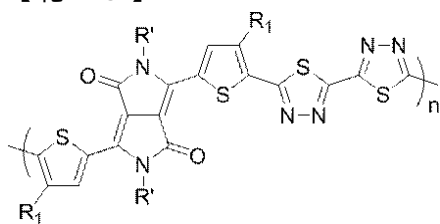
(14)

## 【化 2 4】



(15)

## 【化 2 5】



(16)

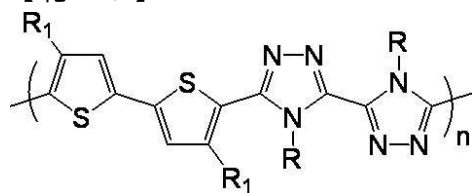
10

20

30

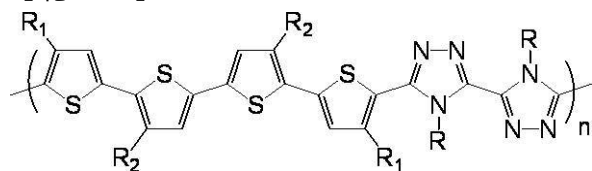
40

【化 2 6】



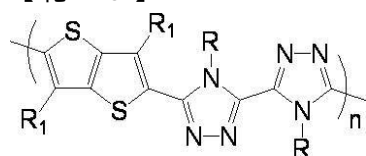
(17)

【化 2 7】



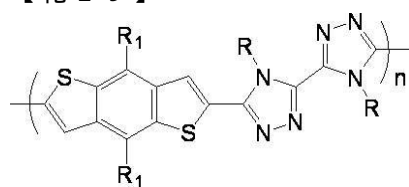
(18)

【化 2 8】



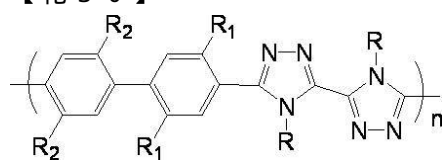
(19)

【化 2 9】



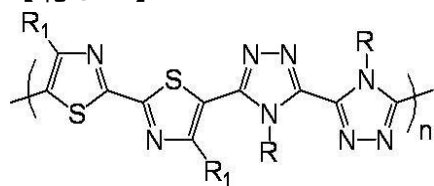
(20)

【化 3 0】



(21)

【化 3 1】



(22)

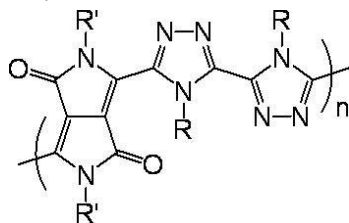
10

20

30

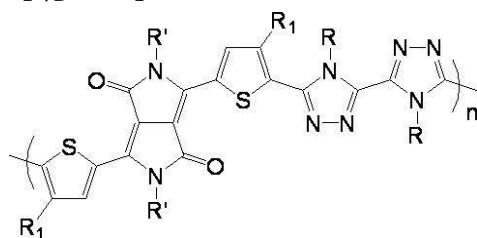
40

【化 3 2】



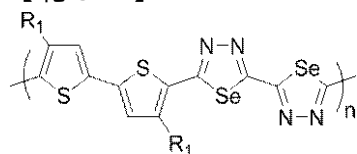
(23)

【化 3 3】



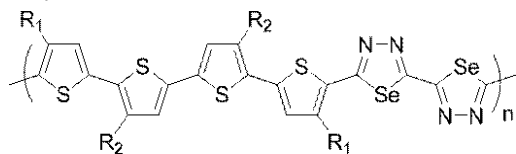
(24)

【化 3 4】



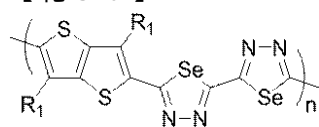
(25)

【化 3 5】



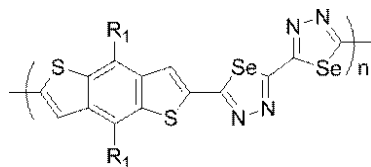
(26)

【化 3 6】



(27)

【化 3 7】



(28)

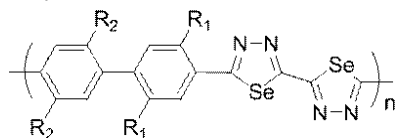
10

20

30

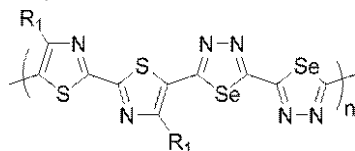
40

## 【化 3 8】



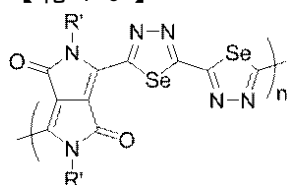
(29)

## 【化 3 9】



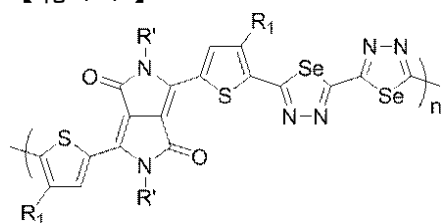
(30)

## 【化 4 0】



(31)

## 【化 4 1】



(32)

## 【 0 0 5 1】

式 ( 1 ) ~ ( 3 2 ) 中、 $R$ 、 $R'$ 、 $R_1$  および  $R_2$  は独立に、水素、アルキル、置換アルキル、アリール、置換アリール、ヘテロアリール、 $-CN$  など、またはこれらの混合物から選択される。特定の一実施形態において、 $R'$  はアルキルである。他の具体的な諸実施形態においては、 $R_1$  は  $R_2$  とは異なる。

## 【 0 0 5 2】

再度、 $Ar$  の意味を参照すると、式 ( 3 2 ) において  $a = 3$  である。これら  $Ar$  部分のうち 2 つは、側鎖 ( この場合もやはり異なる炭素に結合している ) を 1 つ有するチオフェンであり、第 3 の部分はジケトピローロピロールである。

## 【 0 0 5 3】

本明細書に開示の半導体ポリマーは、 $n$  型半導体として適している。これらのポリマーの 1, 3, 4 - ヘテロジアゾール部分は、得られた半導体ポリマーの LUMO を下げる強力な電子求引部分である。ビヘテロジアゾール ( biheterodiazole ) 部分は、モノヘテロジアゾール ( monoheterodiazole ) 部分よりも強い電子受容能を有するべきである。加えて、位置に番号がつけてある以下の図からわかるとおり、ビヘテロジアゾール部分は、5 位および 5' 位 ( the 5 and 5' positions ) を通してポリマーを形成する。

## 【 0 0 5 4】

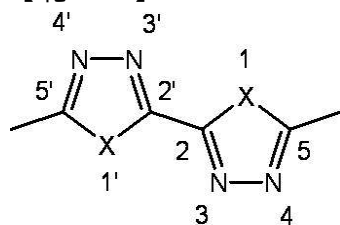
10

20

30

40

## 【化 4 2】



## 【 0 0 5 5 】

その結果、上式の 5 位および 5' 位で形成される結合は、実質的に互いに平行である。これにより、得られた高分子鎖を線状とし、したがって固体状態における分子充填の秩序を高めることが可能となる。この線状構造により、2 つのヘテロジアゾール環と、それらヘテロジアゾール環に連結している隣接する共役単位との間の立体反発も少なくなる。これにより、ポリマーの骨格 (backbone) が高い共平面性を有することが可能となり、それにより分子間 - 相互作用による高秩序の分子充填が重ねて可能となる。

10

## 【 0 0 5 6 】

必要に応じて、半導体層は別の有機半導体材料をさらに含むことができる。他の有機半導体材料の例には、アントラセン、テトラセン、ペンタセン、それらの置換誘導体などのアセン類、ペリレン類、フラーレン類、オリゴチオフェン類、トリアリールアミンポリマー類、ポリインドロカルバゾール、ポリカルバゾール、ポリアセン類、ポリフルオレン、ポリチオフェン類およびそれらの置換誘導体など他の半導体ポリマー類、銅フタロシアニン類、亜鉛フタロシアニン類、それらの置換誘導体などのフタロシアニン類が含まれるが、これらに限定されない。

20

## 【 0 0 5 7 】

半導体層は厚さ約 5 nm ~ 約 1000 nm、特に厚さ約 10 nm ~ 約 100 nm である。この半導体層は、任意の適切な方法によって形成することができる。しかしながら、半導体層は一般に、分散液や溶液などの液体組成物から形成され、その後トランジスタの基板上に堆積される。例示的な堆積方法には、スピンコーティング、ディップコーティング、ブレードコーティング、ロッドコーティング、スクリーン印刷、スタンピング、インクジェット印刷などの液体堆積法、ならびに当技術分野で公知の他の従来のプロセスが含まれる。

30

## 【 0 0 5 8 】

基板は、シリコン、ガラス板、プラスチックフィルムまたはシートが含まれるがこれらに限定されない材料で構成することができる。構造的に可撓性を有するデバイスでは、たとえばポリエステル、ポリカーボネート、ポリイミドシートなどのプラスチック基板を使用することができる。基板の厚さは、約 10 マイクロメートル ~ 10 ミリメートル超でよいが、例示的な厚さは、とりわけ可撓性のプラスチック基板では約 50 マイクロメートル ~ 約 5 ミリメートル、ガラスやシリコンなどの剛性基板では約 0.5 ~ 約 10 ミリメートルである。

## 【 0 0 5 9 】

ゲート電極は、導電性材料で構成される。ゲート電極は、金属薄膜、導電性ポリマー膜、導電性インクもしくは導電性ペーストから作製される導電性膜、または基板自体、たとえば、高濃度にドーパされたシリコンでよい。ゲート電極材料の例には、アルミニウム、金、銀、クロム、酸化インジウムスズ、ポリスチレンスルホン酸塩をドーパしたポリ (3, 4 - エチレンジオキシチオフェン) (PSS - PEDOT) などの導電性ポリマー、およびカーボンブラック / 黒鉛もしくは銀コロイドからなる導電性インク / ペーストが含まれるが、これらに限定されない。ゲート電極は、真空蒸着、金属もしくは導電性金属酸化物のスパッタリング、従来のリソグラフィおよびエッチング、化学気相成長、スピンコーティング、鋳込み成形 (casting) もしくは印刷、または他の堆積プロセスによって作製することができる。ゲート電極の厚さは、金属膜については約 10 ~ 約 500 ナノメートルの範囲に及び、導電性ポリマーについては約 0.5 ~ 約 10 マイクロメートルの範囲に

40

50



及ぶ。

【 0 0 6 0 】

誘電体層は一般に、無機材料膜、有機ポリマー膜または有機 - 無機複合体膜でよい。誘電体層として適切な無機材料の例には、酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコニウムバリウムなどが含まれる。適切な有機ポリマーの例には、ポリエステル類、ポリカーボネート類、ポリ(ビニルフェノール)、ポリイミド類、ポリスチレン類、ポリメタクリレート類、ポリアクリレート類、エポキシ樹脂などが含まれる。誘電体層の厚さは、使用する材料の誘電率に依存し、たとえば、約 10 ナノメートル ~ 約 500 ナノメートルでよい。誘電体層は導電性、すなわち、たとえば 1 センチメートル当たり約  $10^{-12}$  ジーメンス (S/cm) の導電率を有することができる。誘電体層は、ゲート電極を形成する際に説明したそれらのプロセスを含めた、当技術分野で公知の従来のプロセスを用いて形成する。

10

【 0 0 6 1 】

必要に応じて、誘電体層と半導体層との間に界面層を設置することができる。有機薄膜トランジスタにおける電荷輸送は、これら 2 つの層の界面で生じるため、界面層は TFT の特性に影響を及ぼすことがある。例示的な界面層は、2008 年 4 月 11 日に出願された米国特許出願第 12/101,942 号に記載されているようなシランから形成することができる。

【 0 0 6 2 】

ソース電極およびドレイン電極としての使用に適切な典型的な材料には、金、銀、ニッケル、アルミニウム、白金、導電性ポリマー、導電性インクなど、ゲート電極材料が含まれる。具体的な諸実施形態においては、これら電極材料は半導体に対して低い接触抵抗をもたらす。典型的な厚さは、たとえば、約 40 ナノメートル ~ 約 1 マイクロメートルであるが、より具体的な厚さは約 100 ~ 約 400 ナノメートルである。本明細書に開示の OTFT デバイスは半導体チャネルを含む。半導体チャネルの幅は、たとえば、約 5 マイクロメートル ~ 約 5 ミリメートルでよいが、具体的なチャネル幅は約 100 マイクロメートル ~ 約 1 ミリメートルである。半導体チャネルの長さは、たとえば、約 1 マイクロメートル ~ 約 1 ミリメートルでよいが、より具体的なチャネル長は約 5 マイクロメートル ~ 約 100 マイクロメートルである。

20

【 0 0 6 3 】

ソース電極を接地し、たとえば約 0 ボルト ~ 約 80 ボルトのバイアス電圧をドレイン電極に印加して、たとえば約 +10 ボルト ~ 約 -80 ボルトの電圧をゲート電極に印加した場合に半導体チャネルを横断して輸送される電荷キャリアを収集する。これらの電極は、当技術分野で公知の従来のプロセスを用いて形成するまたは堆積させることができる。

30

【 0 0 6 4 】

必要に応じて、光、酸素、水分など、TFT の電気的特性を劣化させることがある環境条件から TFT を保護するために、TFT の上にバリア層を堆積させることもできる。このようなバリア層は当技術分野で公知であり、単純にポリマーで構成することができる。

【 0 0 6 5 】

OTFT の様々な構成要素は、図面からわかるとおり、任意の順序で基板上に堆積させることができる。用語「基板上に」は、各構成要素が基板と直接接触することが必要であると解釈すべきではない。この用語は、基板に対する構成要素の位置を表すと解釈すべきである。しかしながら、一般に、ゲート電極および半導体層は共に、誘電体層と接触しているべきである。加えて、ソース電極およびドレイン電極は共に、半導体層に接触しているべきである。本明細書に開示の方法によって形成される半導体ポリマーを、有機薄膜トランジスタの任意の適切な構成要素上に堆積させて、そのトランジスタの半導体層を形成することができる。

40

【 0 0 6 6 】

得られたトランジスタは、諸実施形態において、 $0.01 \text{ cm}^2/\text{V}$  秒以上の移動度を有することができる。

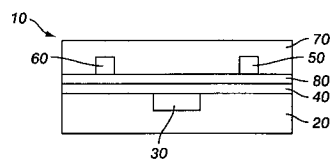
50

## 【符号の説明】

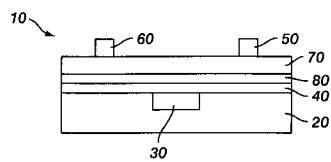
## 【 0 0 6 7 】

1 0    O T F T、2 0    基板、3 0    ゲート電極、4 0    誘電体層、5 0    ソース電極、6 0    ドレイン電極、7 0    半導体層、8 0    界面層。

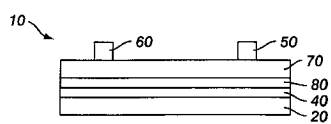
【図 1】



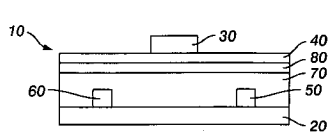
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

審査官 河合 俊英

(56)参考文献 特表2002-524596(JP,A)  
特表2003-530476(JP,A)  
特開2004-196910(JP,A)  
特開2004-149711(JP,A)  
特開2006-241267(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 51/30  
C08G 61/12  
H01L 29/786  
H01L 51/05