

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-123746

(P2009-123746A)

(43) 公開日 平成21年6月4日 (2009. 6. 4)

|                                 |                       |             |
|---------------------------------|-----------------------|-------------|
| (51) Int. Cl.                   | F I                   | テーマコード (参考) |
| <i>H O 1 L 51/30 (2006.01)</i>  | H O 1 L 29/28 2 5 O H | 5 F 1 1 O   |
| <i>H O 1 L 29/786 (2006.01)</i> | H O 1 L 29/78 6 1 8 B |             |
| <i>H O 1 L 51/05 (2006.01)</i>  | H O 1 L 29/28 1 0 0 A |             |

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 61 頁)

|           |                              |          |                           |
|-----------|------------------------------|----------|---------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-293154 (P2007-293154) | (71) 出願人 | 000005887                 |
| (22) 出願日  | 平成19年11月12日 (2007. 11. 12)   |          | 三井化学株式会社                  |
|           |                              |          | 東京都港区東新橋一丁目5番2号           |
|           |                              | (74) 代理人 | 100123788                 |
|           |                              |          | 弁理士 宮崎 昭夫                 |
|           |                              | (74) 代理人 | 100106138                 |
|           |                              |          | 弁理士 石橋 政幸                 |
|           |                              | (74) 代理人 | 100127454                 |
|           |                              |          | 弁理士 緒方 雅昭                 |
|           |                              | (72) 発明者 | 中塚 正勝                     |
|           |                              |          | 千葉県袖ヶ浦市長湊580-32 三井化学株式会社内 |

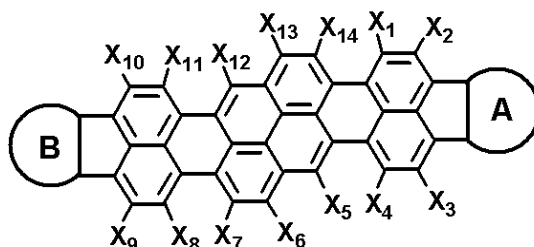
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機トランジスタ

(57) 【要約】

【課題】高い移動度、大きな電流オン/オフ比を有し、保存安定性に優れた有機トランジスタを提供する。

【解決手段】有機半導体層を有する有機トランジスタにおいて、該有機半導体層に一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有してなる有機トランジスタ。



(1)

10

(式中、 $X_1 \sim X_{14}$  はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、直鎖、分岐または環状のアルキル基、直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは置換または未置換のアリール基を表し、環 A および環 B はそれぞれ独立に、置換または未置換のベンゼン環、置換または未置換のナフタレン環、置換または未置換のチオフェン環、あるいは置換または未置換のベンゾ [ b ] チオフェン環を表す)

【選択図】なし

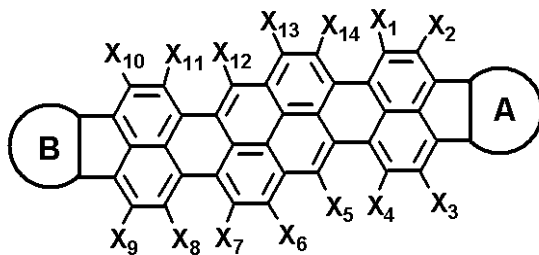
20

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

有機半導体層を有する有機トランジスタにおいて、該有機半導体層に一般式（１）で表される化合物を少なくとも１種含有してなる有機トランジスタ。

## 【化 1】



(1)

10

（式中、 $X_1 \sim X_{14}$  はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、直鎖、分岐または環状のアルキル基、直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは置換または未置換のアリール基を表し、環 A および環 B はそれぞれ独立に、置換または未置換のベンゼン環、置換または未置換のナフタレン環、置換または未置換のチオフェン環、あるいは置換または未置換のベンゾ[*b*]チオフェン環を表す）

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

20

## 【0001】

本発明は、有機トランジスタに関する。さらに詳しくは、特定の有機化合物を有機半導体層に用いてなる有機トランジスタに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、アモルファスシリコンや多結晶シリコンを用いてなる薄膜トランジスタ（TFT）は、液晶表示装置などのフラットパネル表示用のスイッチング素子として広く用いられている。しかし、これらシリコンを用いた薄膜トランジスタの作製に用いられる CVD 装置は、高価であり、大型の薄膜トランジスタ素子の製造は、製造コストの増大を伴うという難点がある。

30

## 【0003】

また、アモルファスシリコンや多結晶シリコンの成膜は、高温下で実施されるため、基板としては、軽量で、フレキシビリティではあるが、耐熱性に乏しいプラスチック材料などは使用できないという難点がある。

## 【0004】

上記問題を解決するために、アモルファスシリコンや多結晶シリコンに代えて、有機化合物をチャネル半導体層（以下、有機半導体層という）に用いた有機トランジスタ（有機薄膜トランジスタ、有機 TFT とも称される）が提案されている（非特許文献 1）。

## 【0005】

有機半導体層を形成する方法としては、例えば、真空蒸着法や塗布法などが知られており、これらの成膜方法によれば、製造コストを抑えつつ、有機トランジスタ素子の大型化が容易となる。

40

## 【0006】

さらには、成膜時に必要となる温度を下げることができ、有機化合物を用いた有機トランジスタでは、基板にプラスチック材料を使用することが可能となり、フレキシブルな表示素子への適用が可能となり、その実用化に期待が集まっている。

## 【0007】

実用的な有機トランジスタは、高い電荷移動度、および大きな電流オン/オフ比などの特性を有している必要がある。ここで「オン/オフ比」という用語は、有機トランジスタがオンであるときのソース電極とドレイン電極間の電流の、有機トランジスタがオフであ

50

るときのソース電極とドレイン電極間の電流に対する比を意味する。

【0008】

さらには、有機トランジスタの実用化に向けては、優れた保存安定性が必要となる。

【0009】

現在までに、有機半導体層に、例えば、ペンタセンを用いた有機トランジスタが提案されている（非特許文献2）。

【0010】

しかし、ペンタセンを用いてなる有機トランジスタは、大気中では有機トランジスタとしての機能は低く、且つ、保存安定性が低いという難点がある。

【0011】

さらに、チオフェンオリゴマー（ $\alpha$ -ヘキサチエニレン）を有機半導体層に用いた有機トランジスタが提案されている（非特許文献3）。しかし、該有機トランジスタも、空気中での保存安定性が低いという難点がある。

【0012】

また、ジベンゾ[a, j]ナフタセン、ジベンゾ[de, qr]ナフタセンは、有機トランジスタの有機半導体層に有用であることが記載されている（特許文献1）。しかし、これらのジベンゾナフタセンを有機半導体層に使用した有機トランジスタは、電荷移動度が低いという難点があることが判明した。

【0013】

現在では、実用化に向け、一層改良された有機トランジスタの開発が求められている。

【非特許文献1】Appl. Phys. Lett., 63, 1372 (1993)

【非特許文献2】Appl. Phys. Lett., 72, 1854 (1998)

【非特許文献3】Science, 268, 270 (1995)

【特許文献1】特表2005-519486号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

現在までに、種々の有機化合物を有機半導体層に用いた有機トランジスタの提案がなされているが、そのいずれもが、実用的に充分満足できる特性を有しているとはいえないものであった。

【0015】

本発明は、上述に鑑み、電荷移動度が高く、大きな電流オン/オフ比を有し、かつ保存安定性に優れた有機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】

本発明者らは、前記課題を解決するため、鋭意検討した結果、一般式(1)で表される炭化水素系化合物を有機半導体層に含有してなる有機トランジスタは、電荷移動度が高く、大きな電流オン/オフ比を有し、かつ保存安定性に優れていることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0017】

すなわち、本発明は、

有機半導体層を有する有機トランジスタにおいて、該有機半導体層に一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有してなる有機トランジスタである。

【0018】

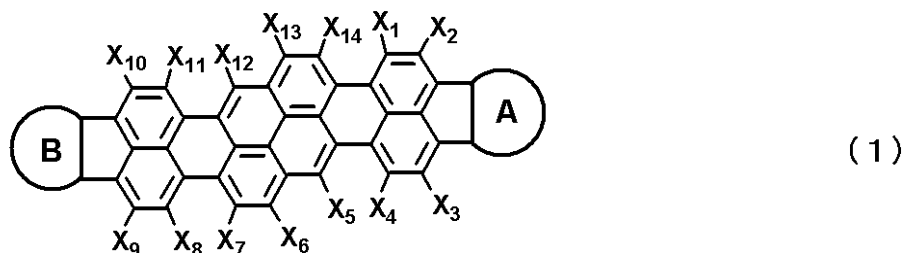
10

20

30

40

## 【化 1】



## 【 0 0 1 9 】

10

(式中、 $X_1 \sim X_{14}$  はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、直鎖、分岐または環状のアルキル基、直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは置換または未置換のアリール基を表し、環 A および環 B はそれぞれ独立に、置換または未置換のベンゼン環、置換または未置換のナフタレン環、置換または未置換のチオフェン環、あるいは置換または未置換のベンゾ [ b ] チオフェン環を表す)

## 【発明の効果】

## 【 0 0 2 0 】

本発明により、電荷移動度が高く、電流のオン / オフ比が大きく、かつ保存安定性に優れた有機トランジスタを提供することが可能になった。

## 【発明を実施するための最良の形態】

20

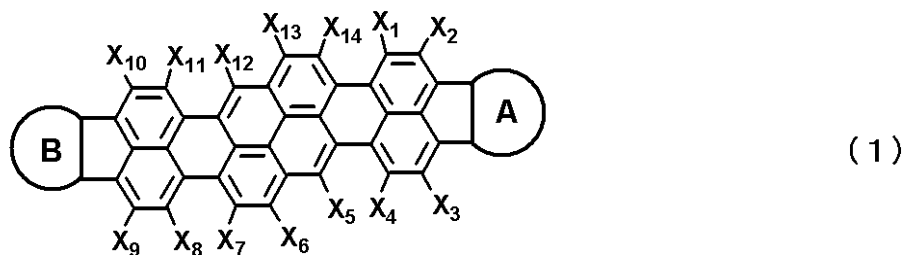
## 【 0 0 2 1 】

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明の有機トランジスタは、有機半導体層に一般式 ( 1 ) で表される化合物を少なくとも 1 種含有してなるものである。

## 【 0 0 2 2 】

## 【化 2】



30

## 【 0 0 2 3 】

(式中、 $X_1 \sim X_{14}$  はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、直鎖、分岐または環状のアルキル基、直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは置換または未置換のアリール基を表し、環 A および環 B はそれぞれ独立に、置換または未置換のベンゼン環、置換または未置換のナフタレン環、置換または未置換のチオフェン環、あるいは置換または未置換のベンゾ [ b ] チオフェン環を表す)

40

## 【 0 0 2 4 】

一般式 ( 1 ) で表される化合物において、 $X_1 \sim X_{14}$  はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、直鎖、分岐または環状のアルキル基、直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは置換または未置換のアリール基を表す。尚、本明細書において、アリール基とは、例えば、フェニル基、ナフチル基などの炭素環式芳香族基、例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基などの複素環式芳香族基を表す。尚、アリール基の置換基としては、ハロゲン原子、炭素数 1 ~ 20 の直鎖、分岐または環状のアルキル基、炭素数 1 ~ 20 の直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは炭素数 4 ~ 20 の前記ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基で置換されていてもよいアリール基などが挙げられる。

## 【 0 0 2 5 】

50

一般式(1)で表される化合物において、より好ましくは、 $X_1 \sim X_{14}$ は水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～20の直鎖、分岐または環状のアルキル基、炭素数1～20の直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは炭素数4～20の置換または未置換のアリール基を表す。

# 【0026】

一般式(1)における $X_1 \sim X_{14}$ の具体例としては、例えば、水素原子；例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子などのハロゲン原子；例えば、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*tert*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、1-メチルペンチル基、4-メチル-2-ペンチル基、3,3-ジメチルブチル基、2-エチルブチル基、*n*-ヘプチル基、1-メチルヘキシル基、シクロヘキシルメチル基、*n*-オクチル基、*tert*-オクチル基、1-メチルヘプチル基、2-エチルヘキシル基、2-プロピルペンチル基、*n*-ノニル基、2,2-ジメチルヘプチル基、2,6-ジメチル-4-ヘプチル基、3,5,5-トリメチルヘキシル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、1-メチルデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-トリデシル基、1-ヘキシルヘプチル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ペンタデシル基、*n*-ヘキサデシル基、*n*-ヘプタデシル基、*n*-オクタデシル基、*n*-エイコシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、4-*tert*-ブチルシクロヘキシル基、シクロヘプチル基。シクロオクチル基などの直鎖、分岐または環状のアルキル基；例えば、メトキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブトキシ基、イソブトキシ基、*sec*-ブトキシ基、*n*-ペンチルオキシ基、ネオペンチルオキシ基、シクロペンチルオキシ基、*n*-ヘキシルオキシ基、3,3-ジメチルブチルオキシ基、2-エチルブチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基、*n*-ヘプチルオキシ基、*n*-オクチルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、*n*-ノニルオキシ基、*n*-デシルオキシ基、*n*-ウンデシルオキシ基、*n*-ドデシルオキシ基、*n*-トリデシルオキシ基、*n*-テトラデシルオキシ基、*n*-ペンタデシルオキシ基、*n*-ヘキサデシルオキシ基、*n*-ヘプタデシルオキシ基、*n*-オクタデシルオキシ基、*n*-エイコシルオキシ基などの直鎖、分岐または環状のアルコキシ基；例えば、フェニル基、2-メチルフェニル基、3-メチルフェニル基、4-メチルフェニル基、4-エチルフェニル基、4-*n*-プロピルフェニル基、4-イソプロピルフェニル基、4-*n*-ブチルフェニル基、4-イソブチルフェニル基、4-*tert*-ブチルフェニル基、4-イソペンチルフェニル基、4-*tert*-ペンチルフェニル基、4-*n*-ヘキシルフェニル基、4-シクロヘキシルフェニル基、4-*n*-ヘプチルフェニル基、4-*n*-オクチルフェニル基、4-*n*-ノニルフェニル基、4-*n*-デシルフェニル基、4-*n*-ウンデシルフェニル基、4-*n*-ドデシルフェニル基、4-*n*-テトラデシルフェニル基、2,3-ジメチルフェニル基、2,4-ジメチルフェニル基、2,5-ジメチルフェニル基、2,6-ジメチルフェニル基、3,4-ジメチルフェニル基、3,5-ジメチルフェニル基、3,4,5-トリメチルフェニル基、2,3,5,6-テトラメチルフェニル基、5-インダニル基、1,2,3,4-テトラヒドロ-5-ナフチル基、1,2,3,4-テトラヒドロ-6-ナフチル基、2-メトキシフェニル基、3-メトキシフェニル基、4-メトキシフェニル基、3-エトキシフェニル基、4-エトキシフェニル基、4-*n*-プロポキシフェニル基、4-イソプロポキシフェニル基、4-*n*-ブトキシフェニル基、4-イソブトキシフェニル基、4-*n*-ペンチルオキシフェニル基、4-*n*-ヘキシルオキシフェニル基、4-シクロヘキシルオキシフェニル基、4-*n*-ヘプチルオキシフェニル基、4-*n*-オクチルオキシフェニル基、4-*n*-ノニルオキシフェニル基、4-*n*-デシルオキシフェニル基、4-*n*-ウンデシルオキシフェニル基、4-*n*-ドデシルオキシフェニル基、4-*n*-テトラデシルオキシフェニル基、2,3-ジメトキシフェニル基、2,4-ジメトキシフェニル基、2,5-ジメトキシフェニル基、3,4-ジメトキシフェニル基、3,5-ジメトキシフェニル基、3,5-ジエトキシフェニル基、2-メトキシ-4-メチルフェニル基、2-

10

20

30

40

50

メトキシ - 5 - メチルフェニル基、2 - メチル - 4 - メトキシフェニル基、3 - メチル - 4 - メトキシフェニル基、3 - メチル - 5 - メトキシフェニル基、  
 2 - フルオロフェニル基、3 - フルオロフェニル基、4 - フルオロフェニル基、2 - クロ  
 ロフェニル基、3 - クロロフェニル基、4 - クロロフェニル基、4 - プロモフェニル基、  
 4 - トリフルオロメチルフェニル基、2, 4 - ジフルオロフェニル基、2, 4 - ジクロロ  
 フェニル基、3, 4 - ジクロロフェニル基、3, 5 - ジクロロフェニル基、2 - メチル -  
 4 - クロロフェニル基、2 - クロロ - 4 - メチルフェニル基、3 - クロロ - 4 - メチルフ  
 ェニル基、2 - クロロ - 4 - メトキシフェニル基、3 - メトキシ - 4 - フルオロフェニル  
 基、3 - メトキシ - 4 - クロロフェニル基、3 - フルオロ - 4 - メトキシフェニル基、2  
 , 3, 4, 5, 6 - ペンタフルオロフェニル基、4 - フェニルフェニル基、3 - フェニル  
 フェニル基、4 - (4' - メチルフェニル)フェニル基、4 - (4' - メトキシフェニル)  
 )フェニル基、1 - ナフチル基、2 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - ナフチル基、4 - エ  
 トキシ - 1 - ナフチル基、6 - n - ブチル - 2 - ナフチル基、6 - メトキシ - 2 - ナフチ  
 ル基、7 - エトキシ - 2 - ナフチル基、2 - フリル基、2 - チエニル基、5 - n - プロピ  
 ル - 2 - チエニル基、5 - n - ヘキシル - 2 - チエニル基、5 - n - デシル - 2 - チエニ  
 ル基、5 - フェニル - 2 - チエニル基、5 - (2' - チエニル) - 2 - チエニル基、3 -  
 チエニル基、2 - ピリジル基、3 - ピリジル基、4 - ピリジル基などの置換または未置換  
 のアリール基を挙げることができる。

10

## 【0027】

より好ましくは、 $X_1 \sim X_{14}$  は、水素原子、フッ素原子、塩素原子、炭素数 1 ~ 16  
 のアルキル基、炭素数 1 ~ 16 のアルコキシ基、あるいは炭素数 6 ~ 20 のアリール基で  
 ある。

20

## 【0028】

一般式 (1) で表される化合物において、環 A および環 B はそれぞれ独立に、置換また  
 は未置換のベンゼン環、置換または未置換のナフタレン環、置換または未置換のチオフェ  
 ン環、あるいは置換または未置換のベンゾ [b] チオフェン環を表す。

## 【0029】

一般式 (1) で表される化合物において、より好ましくは、環 A および環 B は、ハロゲ  
 ン原子、炭素数 1 ~ 20 の直鎖、分岐または環状のアルキル基、炭素数 1 ~ 20 の直鎖、  
 分岐または環状のアルコキシ基、あるいは炭素数 4 ~ 20 の置換または未置換のアリール  
 基で置換されていてもよいベンゼン環、ハロゲン原子、炭素数 1 ~ 20 の直鎖、分岐また  
 は環状のアルキル基、炭素数 1 ~ 20 の直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは  
 炭素数 4 ~ 20 の置換または未置換のアリール基で置換されていてもよいナフタレン環、  
 ハロゲン原子、炭素数 1 ~ 20 の直鎖、分岐または環状のアルキル基、炭素数 1 ~ 20 の  
 直鎖、分岐または環状のアルコキシ基、あるいは炭素数 4 ~ 20 の置換または未置換のア  
 リール基で置換されていてもよいチオフェン環、あるいはハロゲン原子、炭素数 1 ~ 20  
 の直鎖、分岐または環状のアルキル基、炭素数 1 ~ 20 の直鎖、分岐または環状のアルコ  
 キシ基、あるいは炭素数 4 ~ 20 の置換または未置換のアリール基で置換されていてもよ  
 いベンゾ [b] チオフェン環を表す。

30

## 【0030】

環 A および環 B に置換していてもよい置換基の具体例としては、例えば、 $X_1 \sim X_{14}$   
 で例示したハロゲン原子、直鎖、分岐または環状のアルキル基、直鎖、分岐または環状の  
 アルコキシ基、あるいは置換または未置換のアリール基を例示することができる。

40

## 【0031】

環 A および環 B は置換または未置換のベンゼン環、置換または未置換のナフタレン環、  
 置換または未置換のチオフェン環、あるいは置換または未置換のベンゾ [b] チオフェン  
 環を表し、ベンゼン環はオルト位で縮環したベンゼン環であり、ナフタレン環は、好まし  
 くは、2 位と 3 位で縮環したナフタレン環、あるいは 1 位と 2 位で縮環したナフタレン環  
 であり、チオフェン環は、好ましくは、2 位と 3 位で縮環したチオフェン環であり、ベン  
 ゾ [b] チオフェン環は、好ましくは、2 位と 3 位で縮環したベンゾ [b] チオフェン環

50

である。

【 0 0 3 2 】

本発明の有機トランジスタにおいては、有機半導体層に一般式（１）で表される化合物を少なくとも１種含有することが特徴であり、このことにより、従来にはない、電荷移動度が高く、電流のオン／オフ比が大きく、かつ保存安定性に優れた有機トランジスタを提供することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

本発明に係る一般式（１）で表される化合物の具体例としては、例えば、以下の化合物を挙げることができるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

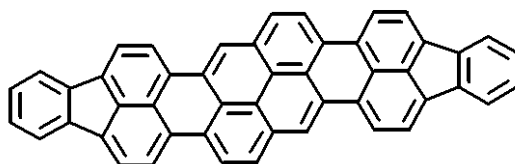
【 0 0 3 4 】

10

【 化 3 】

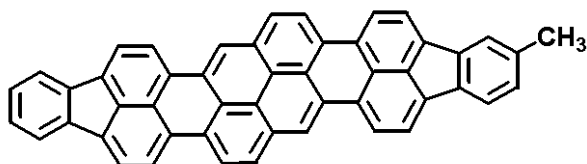
例示化合物番号

1



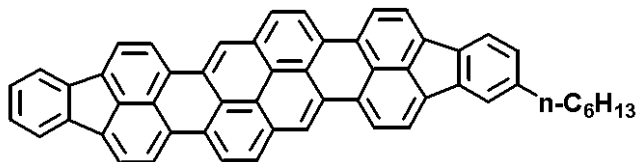
20

2



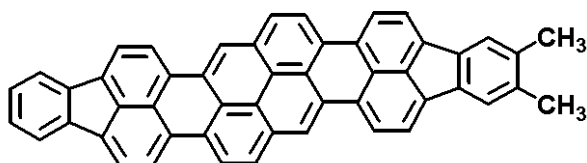
30

3



40

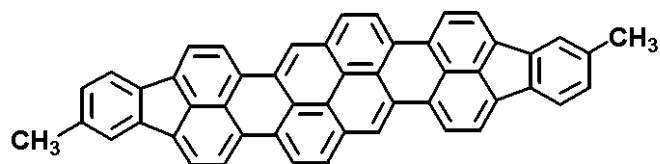
4



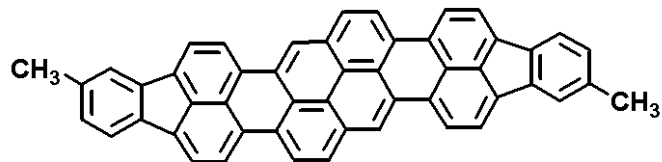
【 0 0 3 5 】

【化 4】

5

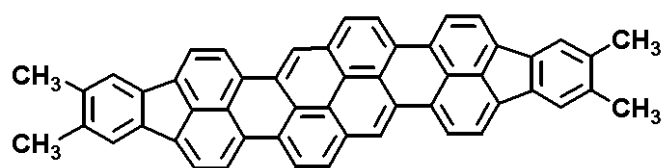


6



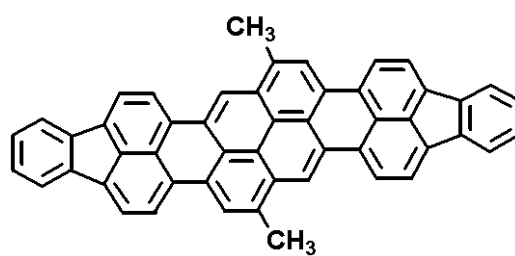
10

7



20

8

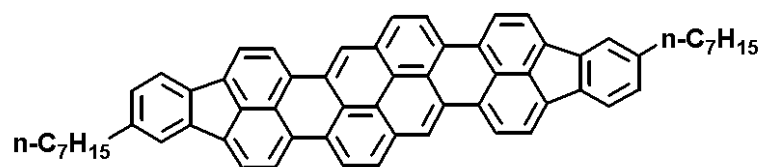


30

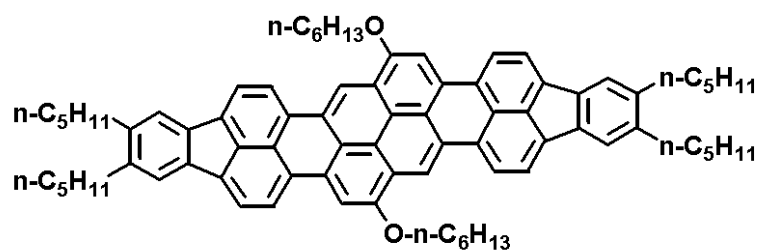
【 0 0 3 6 】

【化 5】

9

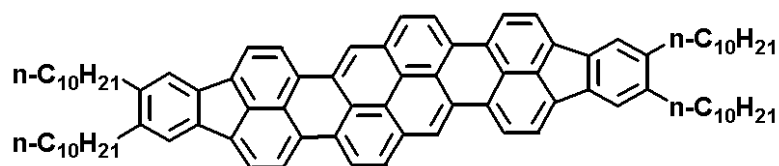


10



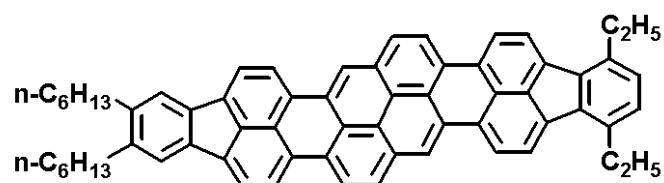
10

11



20

12

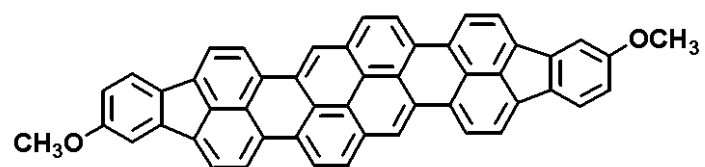


30

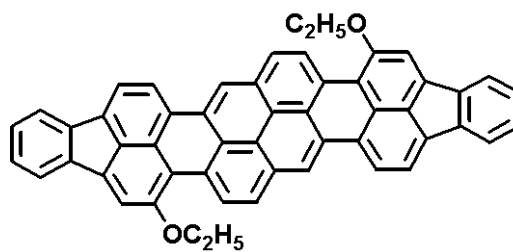
【 0 0 3 7 】

【化 6】

13

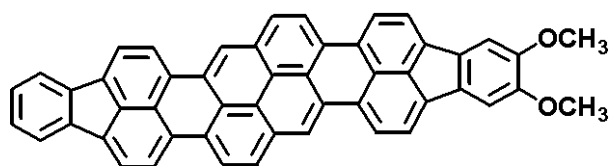


14



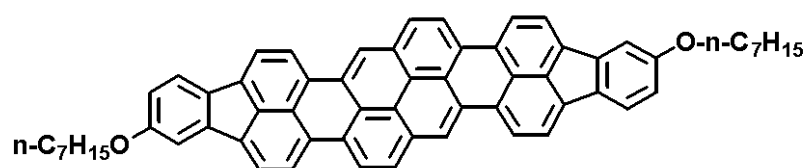
10

15



20

16

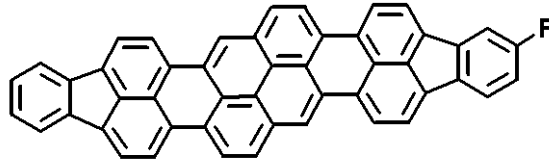


30

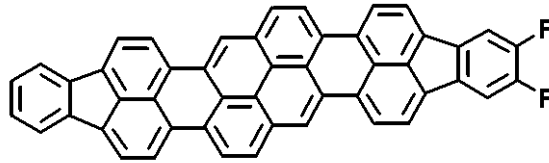
【 0 0 3 8 】

【化 7】

17

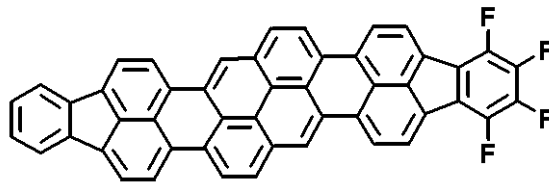


18



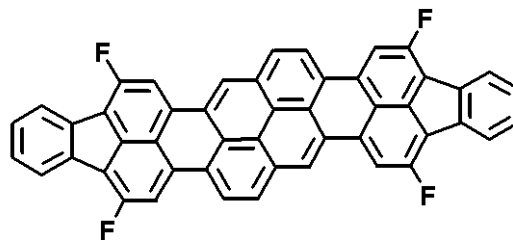
10

19



20

20

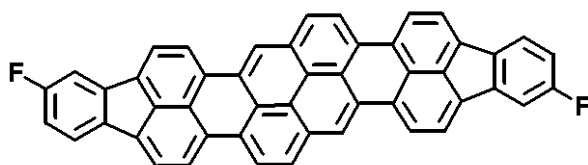


30

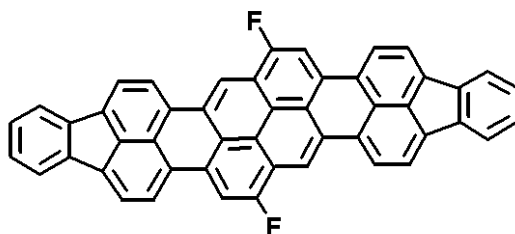
【 0 0 3 9 】

【化 8】

21

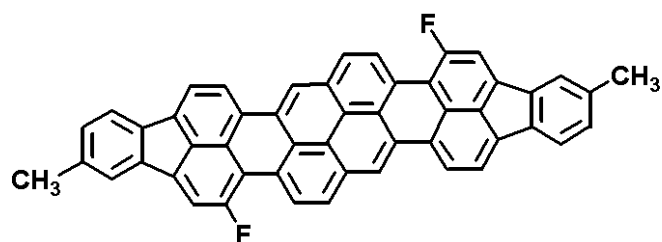


22



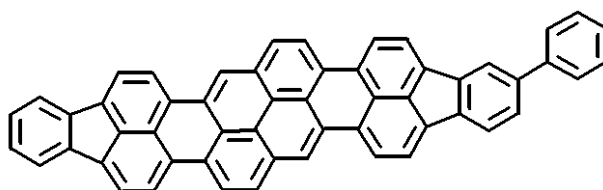
10

23



20

24

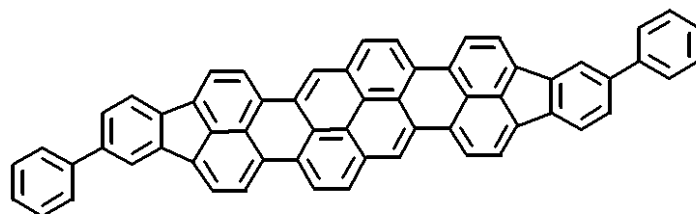


30

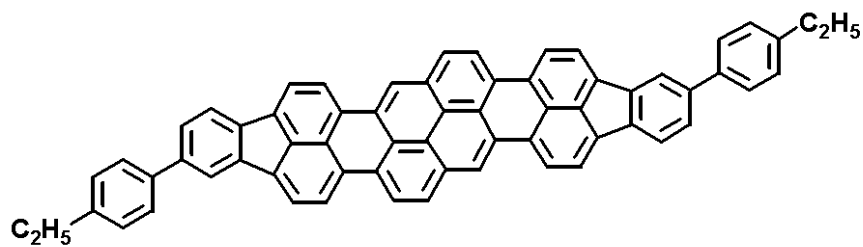
【 0 0 4 0 】

【化 9】

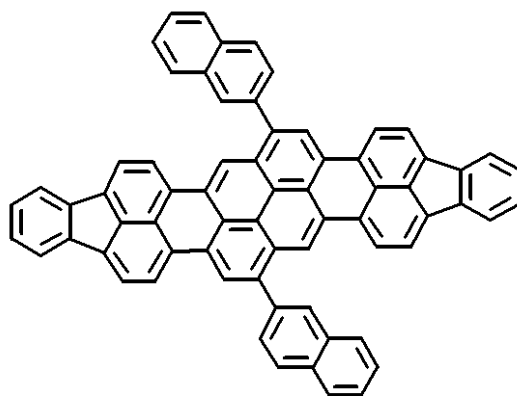
25



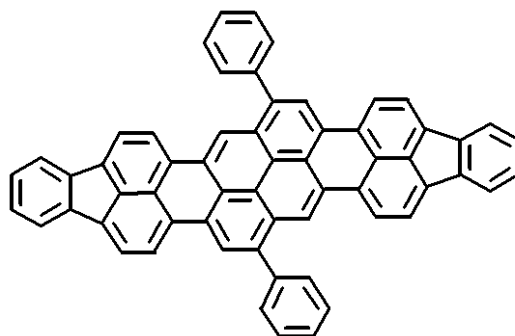
26



27



28



10

20

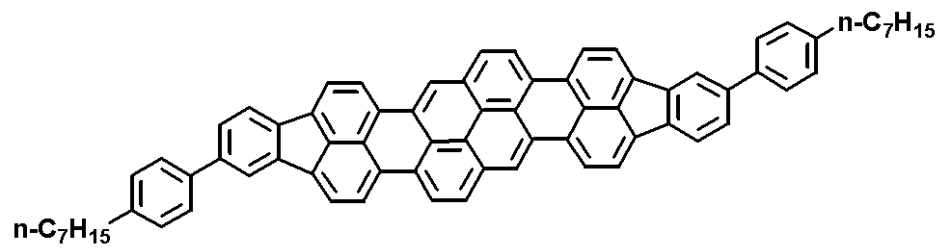
30

40

【 0 0 4 1 】

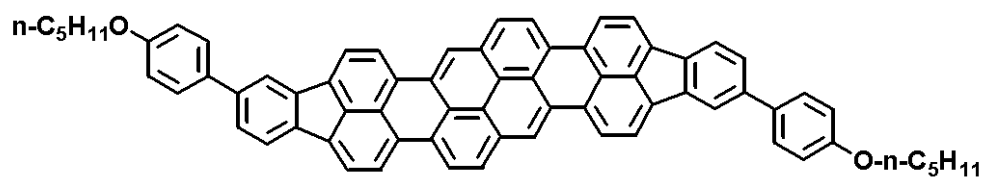
【化 1 0】

29



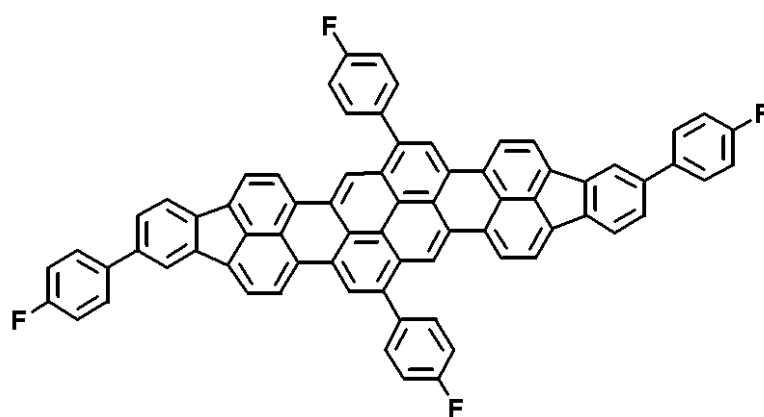
10

30



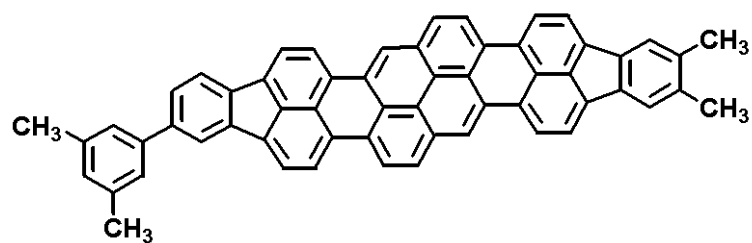
20

31



30

32

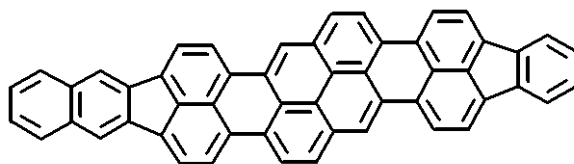


40

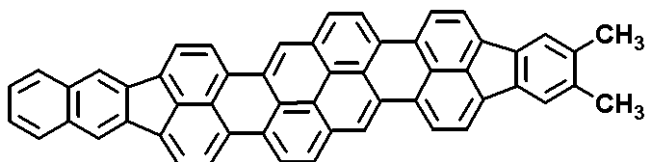
【 0 0 4 2】

【化 1 1】

33

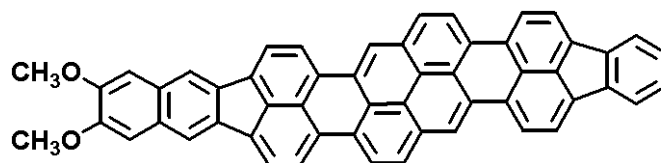


34



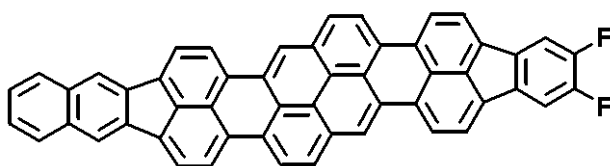
10

35



20

36

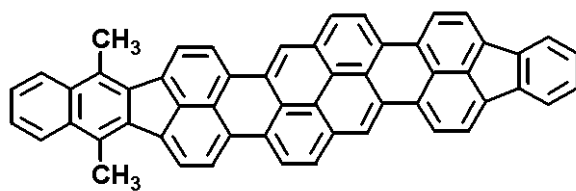


30

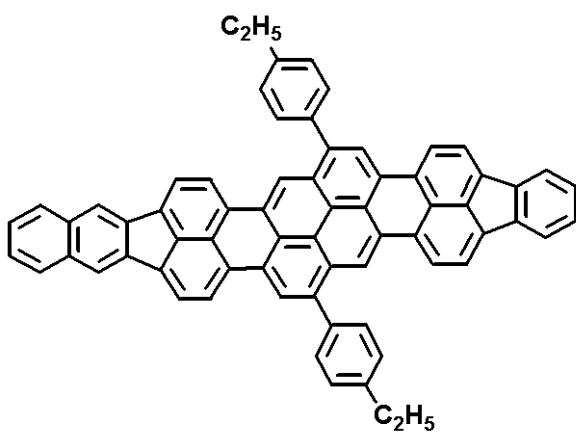
【 0 0 4 3】

【化 1 2】

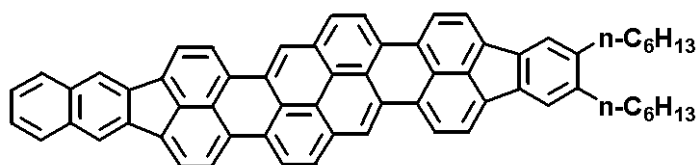
37



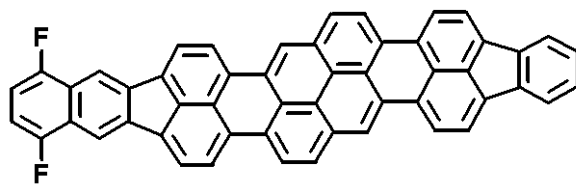
38



39



40



【 0 0 4 4】

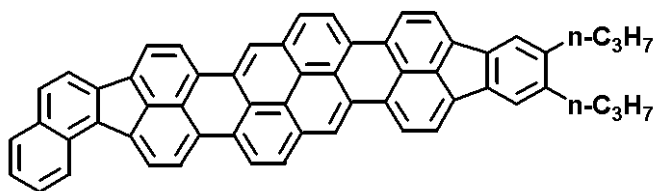
10

20

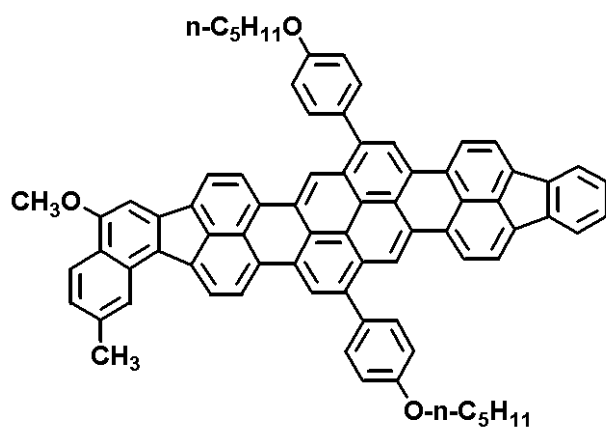
30

【化 1 3】

41



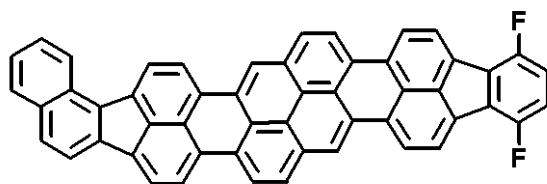
42



10

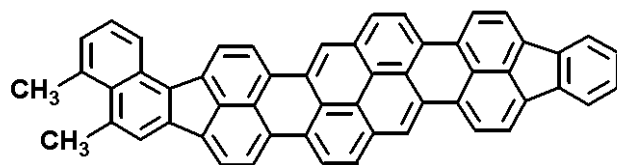
20

43



30

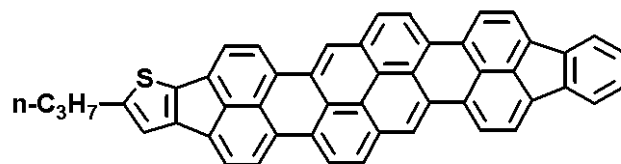
44



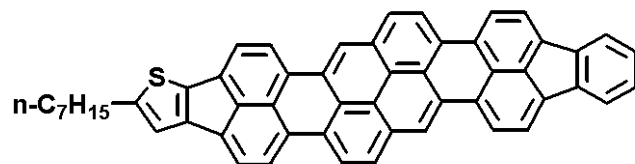
【 0 0 4 5】

【化 1 4】

45

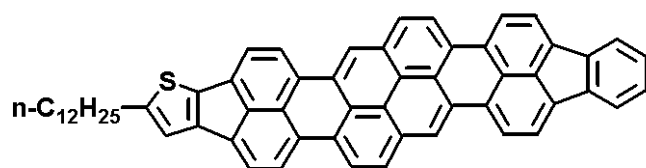


46



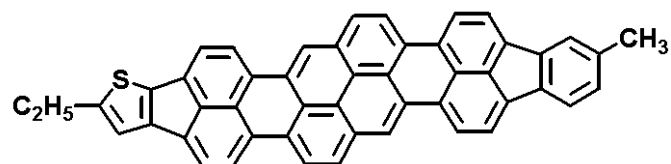
10

47



20

48

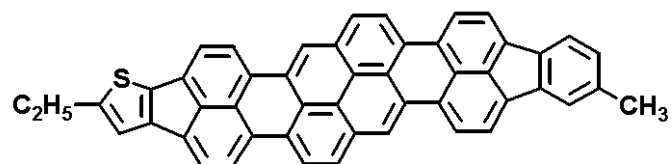


30

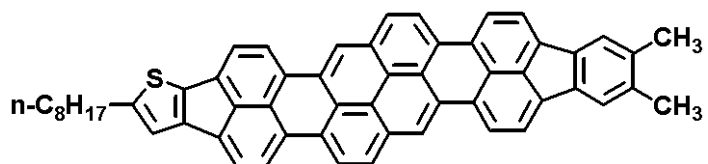
【 0 0 4 6 】

【化 1 5】

49

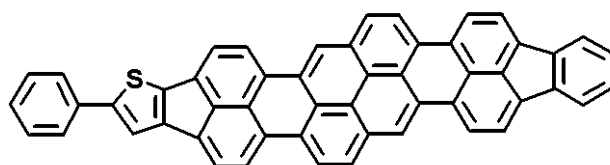


50



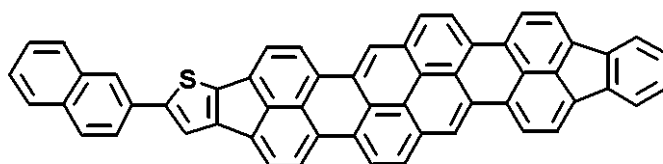
10

51



20

52

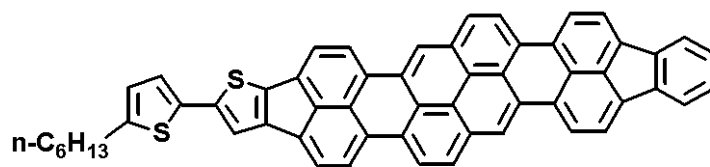


30

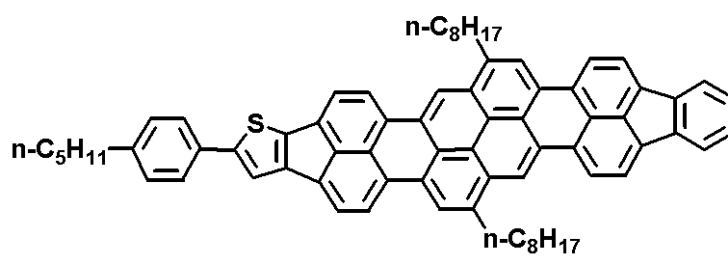
【 0 0 4 7 】

【化 1 6】

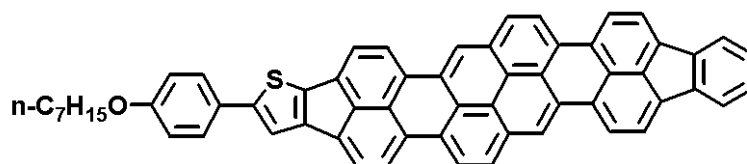
53



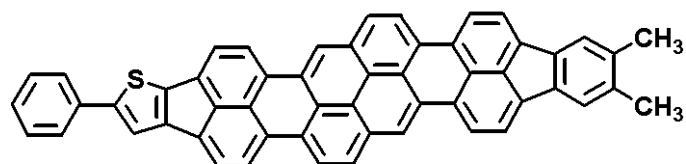
54



55



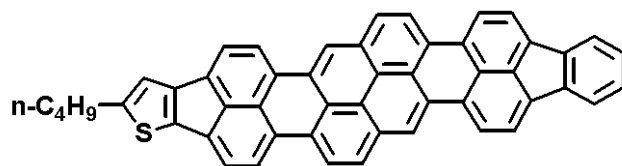
56



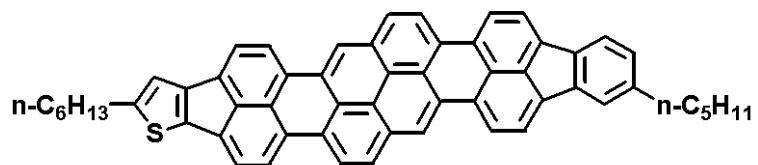
【 0 0 4 8 】

【化 1 7】

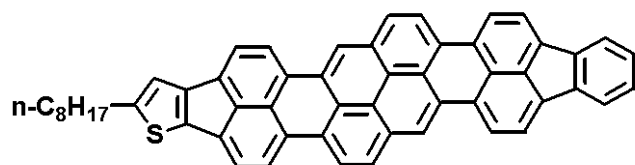
57



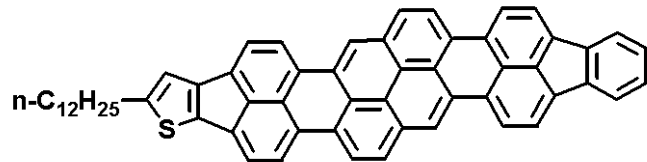
58



59



60



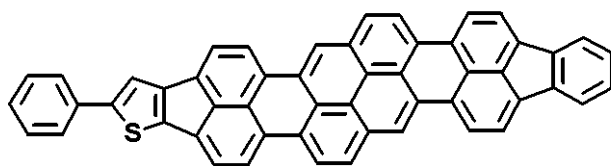
【 0 0 4 9 】

10

20

30

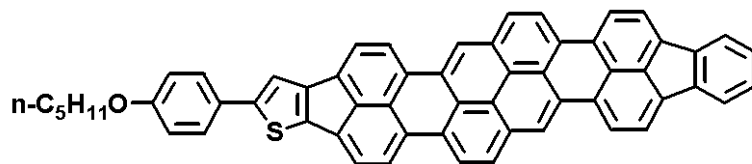
61

CCCCc1ccc(cc1)-c2sc3c(c2)c4ccc5c3ccc6c4ccc7c5ccc8c6ccc9c7ccc10c8ccc11c9ccc12c10ccc11CCCCCCCCCc1ccc(cc1)-c2c3cc4c(cc3c5ccc6cc7ccccc7c6c5s2)C8=CC=CC=C8

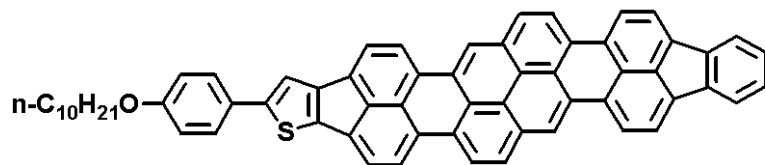
【 0 0 5 0 】

【化 1 9】

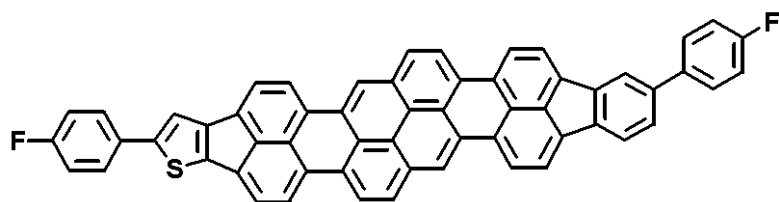
65



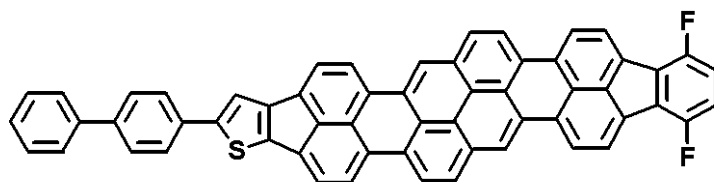
66



67



68



【 0 0 5 1】

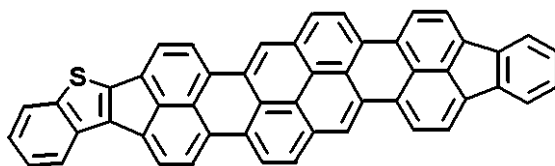
10

20

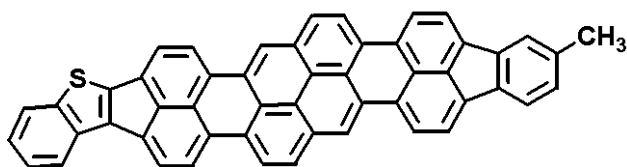
30

【化 2 0】

69

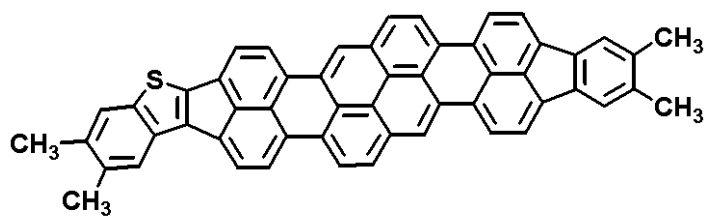


70



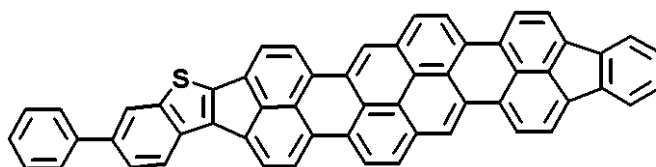
10

71



20

72

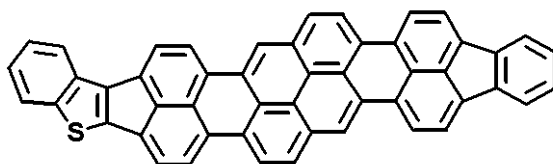


30

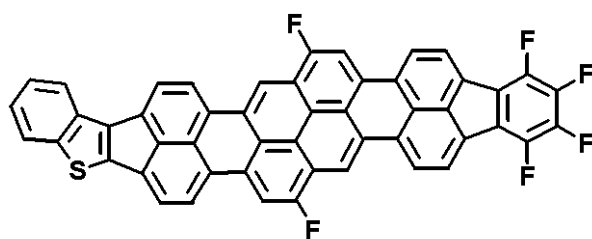
【 0 0 5 2】

【化 2 1】

73

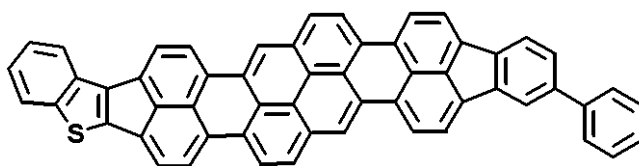


74



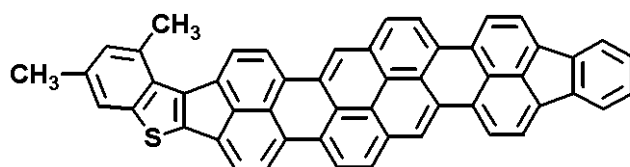
10

75



20

76

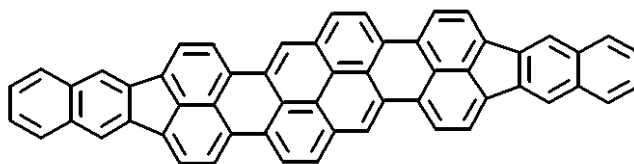


30

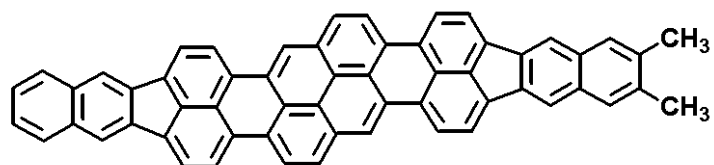
【 0 0 5 3 】

【化 2 2】

77

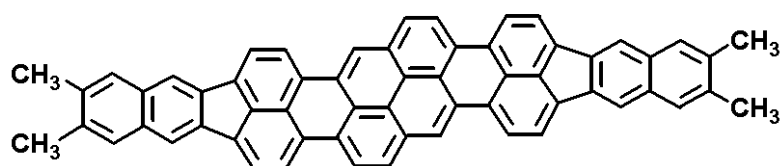


78



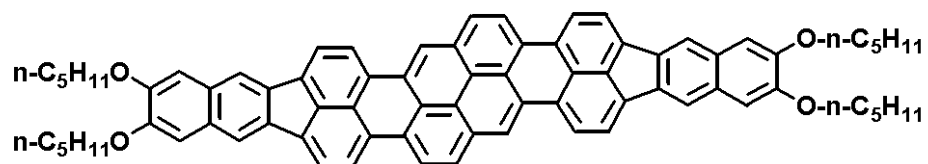
10

79



20

80

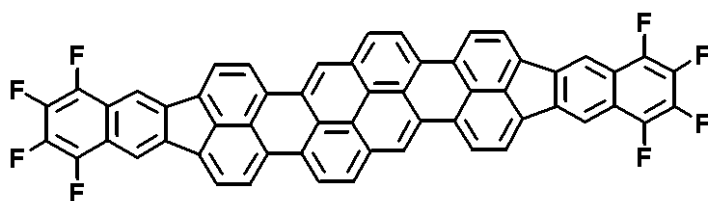


30

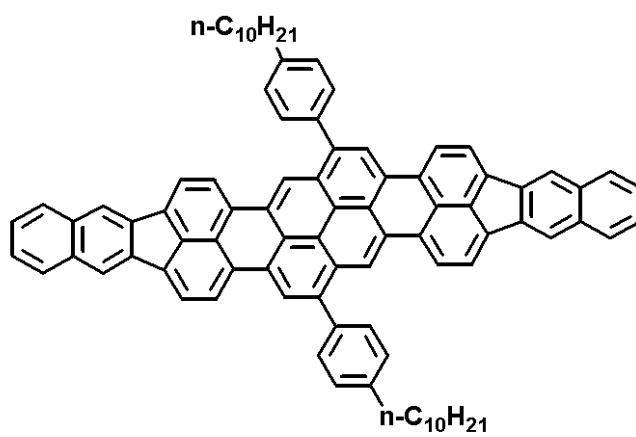
【 0 0 5 4】

【化 2 3】

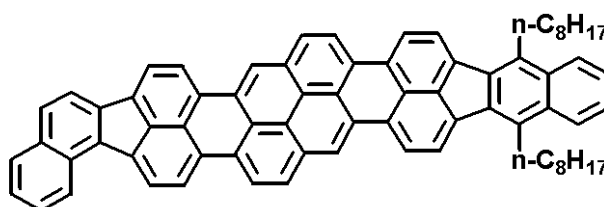
81



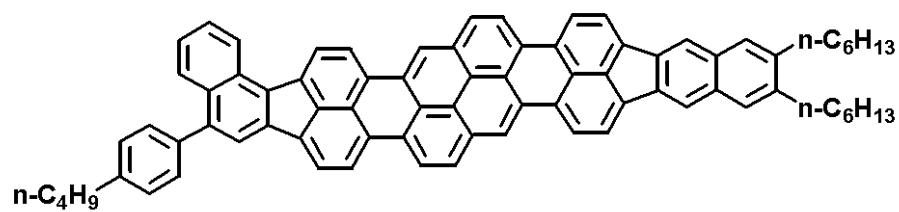
82



83



84



【 0 0 5 5】

10

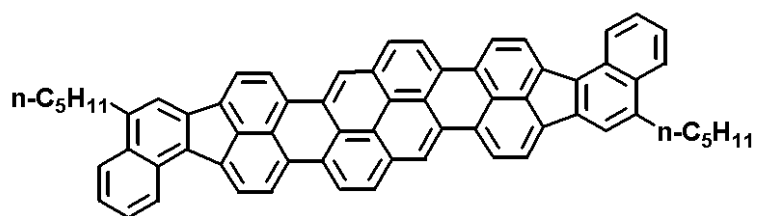
20

30

40

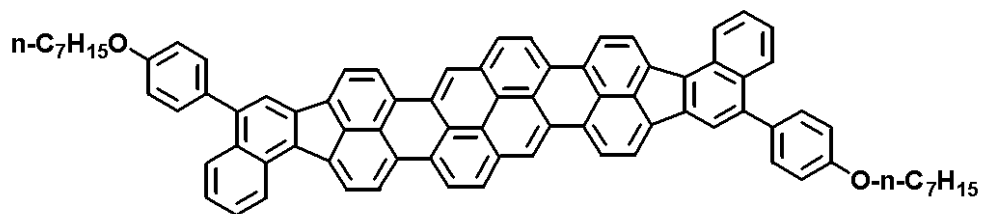
【化 2 4】

85



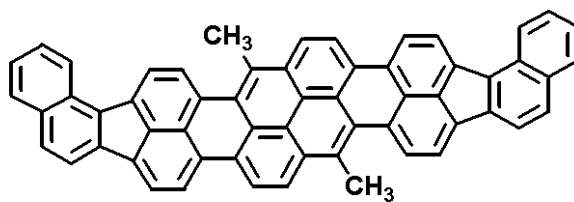
10

86



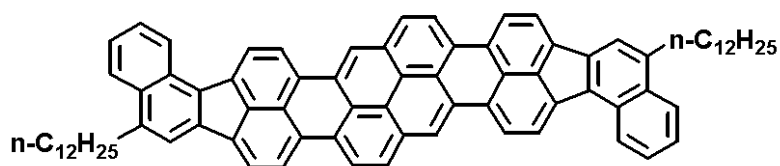
20

87



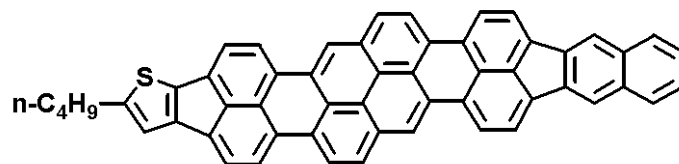
30

88

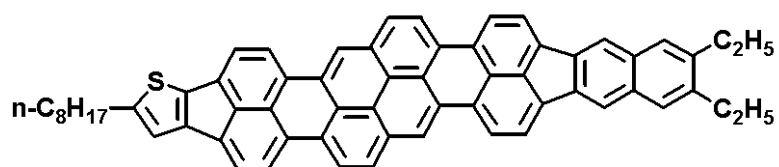


【 0 0 5 6】

89

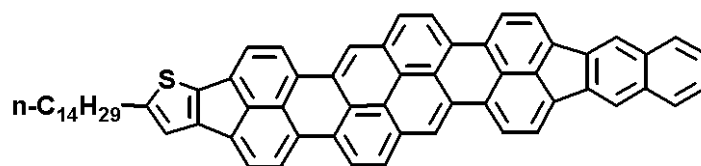


90



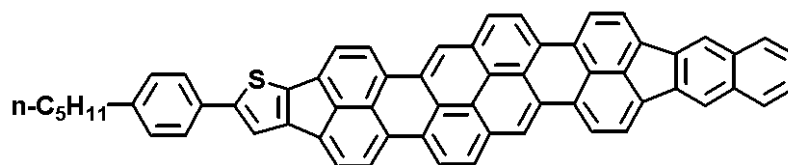
10

91



20

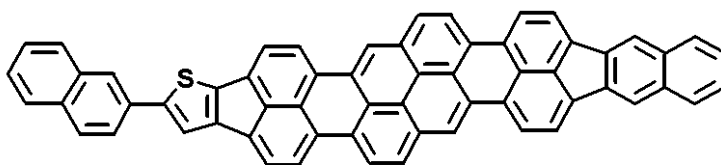
92



30

【 0 0 5 7 】

93

CCCCCCCCCc1ccc(cc1)-c2c3cc4cc5cc6cc7cc8cc9ccccc9c8cc6cc5cc4cc3s2

10

CCCCCc1ccc(cc1)-c2c3cc4cc5cc6cc7cc8cc9ccccc9c2c3cc4cc5cc6cc7cc8c10cc11cc12cc13cc14cc15cc16cc17cc18cc19cc20cc21cc22cc23cc24cc25cc26cc27cc28cc29cc30cc31cc32cc33cc34cc35cc36cc37cc38cc39cc40cc41cc42cc43cc44cc45cc46cc47cc48cc49cc50cc51cc52cc53cc54cc55cc56cc57cc58cc59cc60cc61cc62cc63cc64cc65cc66cc67cc68cc69cc70cc71cc72cc73cc74cc75cc76cc77cc78cc79cc80cc81cc82cc83cc84cc85cc86cc87cc88cc89cc90cc91cc92cc93cc94cc95cc96cc97cc98cc99cc100cc101cc102cc103cc104cc105cc106cc107cc108cc109cc110cc111cc112cc113cc114cc115cc116cc117cc118cc119cc120cc121cc122cc123cc124cc125cc126cc127cc128cc129cc130cc131cc132cc133cc134cc135cc136cc137cc138cc139cc140cc141cc142cc143cc144cc145cc146cc147cc148cc149cc150cc151cc152cc153cc154cc155cc156cc157cc158cc159cc160cc161cc162cc163cc164cc165cc166cc167cc168cc169cc170cc171cc172cc173cc174cc175cc176cc177cc178cc179cc180cc181cc182cc183cc184cc185cc186cc187cc188cc189cc190cc191cc192cc193cc194cc195cc196cc197cc198cc199cc200cc201cc202cc203cc204cc205cc206cc207cc208cc209cc210cc211cc212cc213cc214cc215cc216cc217cc218cc219cc220cc221cc222cc223cc224cc225cc226cc227cc228cc229cc230cc231cc232cc233cc234cc235cc236cc237cc238cc239cc240cc241cc242cc243cc244cc245cc246cc247cc248cc249cc250cc251cc252cc253cc254cc255cc256cc257cc258cc259cc260cc261cc262cc263cc264cc265cc266cc267cc268cc269cc270cc271cc272cc273cc274cc275cc276cc277cc278cc279cc280cc281cc282cc283cc284cc285cc286cc287cc288cc289cc290cc291cc292cc293cc294cc295cc296cc297cc298cc299cc300cc301cc302cc303cc304cc305cc306cc307cc308cc309cc310cc311cc312cc313cc314cc315cc316cc317cc318cc319cc320cc321cc322cc323cc324cc325cc326cc327cc328cc329cc330cc331cc332cc333cc334cc335cc336cc337cc338cc339cc340cc341cc342cc343cc344cc345cc346cc347cc348cc349cc350cc351cc352cc353cc354cc355cc356cc357cc358cc359cc360cc361cc362cc363cc364cc365cc366cc367cc368cc369cc370cc371cc372cc373cc374cc375cc376cc377cc378cc379cc380cc381cc382cc383cc384cc385cc386cc387cc388cc389cc390cc391cc392cc393cc394cc395cc396cc397cc398cc399cc400cc401cc402cc403cc404cc405cc406cc407cc408cc409cc410cc411cc412cc413cc414cc415cc416cc417cc418cc419cc420cc421cc422cc423cc424cc425cc426cc427cc428cc429cc430cc431cc432cc433cc434cc435cc436cc437cc438cc439cc440cc441cc442cc443cc444cc445cc446cc447cc448cc449cc450cc451cc452cc453cc454cc455cc456cc457cc458cc459cc460cc461cc462cc463cc464cc465cc466cc467cc468cc469cc470cc471cc472cc473cc474cc475cc476cc477cc478cc479cc480cc481cc482cc483cc484cc485cc486cc487cc488cc489cc490cc491cc492cc493cc494cc495cc496cc497cc498cc499cc500cc501cc502cc503cc504cc505cc506cc507cc508cc509cc510cc511cc512cc513cc514cc515cc516cc517cc518cc519cc520cc521cc522cc523cc524cc525cc526cc527cc528cc529cc530cc531cc532cc533cc534cc535cc536cc537cc538cc539cc540cc541cc542cc543cc544cc545cc546cc547cc548cc549cc550cc551cc552cc553cc554cc555cc556cc557cc558cc559cc560cc561cc562cc563cc564cc565cc566cc567cc568cc569cc570cc571cc572cc573cc574cc575cc576cc577cc578cc579cc580cc581cc582cc583cc584cc585cc586cc587cc588cc589cc590cc591cc592cc593cc594cc595cc596cc597cc598cc599cc600cc601cc602cc603cc604cc605cc606cc607cc608cc609cc610cc611cc612cc613cc614cc615cc616cc617cc618cc619cc620cc621cc622cc623cc624cc625cc626cc627cc628cc629cc630cc631cc632cc633cc634cc635cc636cc637cc638cc639cc640cc641cc642cc643cc644cc645cc646cc647cc648cc649cc650cc651cc652cc653cc654cc655cc656cc657cc658cc659cc660cc661cc662cc663cc664cc665cc666cc667cc668cc669cc670cc671cc672cc673cc674cc675cc676cc677cc678cc679cc680cc681cc682cc683cc684cc685cc686cc687cc688cc689cc690cc691cc692cc693cc694cc695cc696cc697cc698cc699cc700cc701cc702cc703cc704cc705cc706cc707cc708cc709cc710cc711cc712cc713cc714cc715cc716cc717cc718cc719cc720cc721cc722cc723cc724cc725cc726cc727cc728cc729cc730cc731cc732cc733cc734cc735cc736cc737cc738cc739cc740cc741cc742cc743cc744cc745cc746cc747cc748cc749cc750cc751cc752cc753cc754cc755cc756cc757cc758cc759cc760cc761cc762cc763cc764cc765cc766cc767cc768cc769cc770cc771cc772cc773cc774cc775cc776cc777cc778cc779cc780cc781cc782cc783cc784cc785cc786cc787cc788cc789cc790cc791cc792cc793cc794cc795cc796cc797cc798cc799cc800cc801cc802cc803cc804cc805cc806cc807cc808cc809cc810cc811cc812cc813cc814cc815cc816cc817cc818cc819cc820cc821cc822cc823cc824cc825cc826cc827cc828cc829cc830cc831cc832cc833cc834cc835cc836cc837cc838cc839cc840cc841cc842cc843cc844cc845cc846cc847cc848cc849cc850cc851cc852cc853cc854cc855cc856cc857cc858cc859cc860cc861cc862cc863cc864cc865cc866cc867cc868cc869cc870cc871cc872cc873cc874cc875cc876cc877cc878cc879cc880cc881cc882cc883cc884cc885cc886cc887cc888cc889cc890cc891cc892cc893cc894cc895cc896cc897cc898cc899cc900cc901cc902cc903cc904cc905cc906cc907cc908cc909cc910cc911cc912cc913cc914cc915cc916cc917cc918cc919cc920cc921cc922cc923cc924cc925cc926cc927cc928cc929cc930cc931cc932cc933cc934cc935cc936cc937cc938cc939cc940cc941cc942cc943cc944cc945cc946cc947cc948cc949cc950cc951cc952cc953cc954cc955cc956cc957cc958cc959cc960cc961cc962cc963cc964cc965cc966cc967cc968cc969cc970cc971cc972cc973cc974cc975cc976cc977cc978cc979cc980cc981cc982cc983cc984cc985cc986cc987cc988cc989cc990cc991cc992cc993cc994cc995cc996cc997cc998cc999

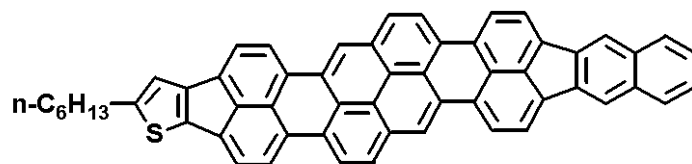
20

CCCCCCCCc1ccc2c(c1)c3cc4cc5cc6cc7cc8cc9ccccc9c8c7c6c5cc4cc3c2s1

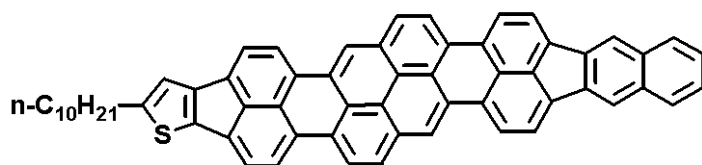
30

【 0 0 5 8 】

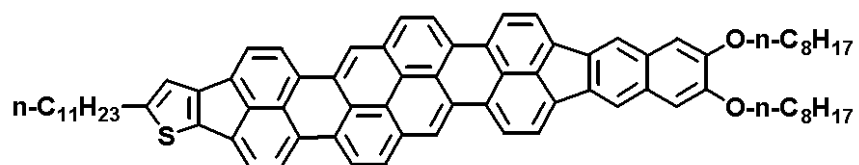
97



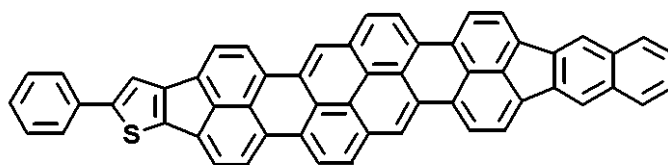
98



99



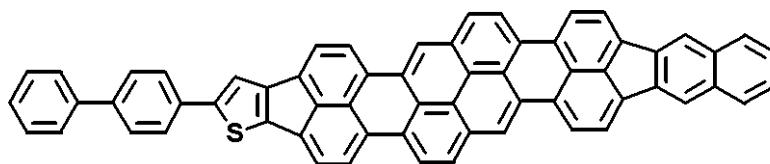
100



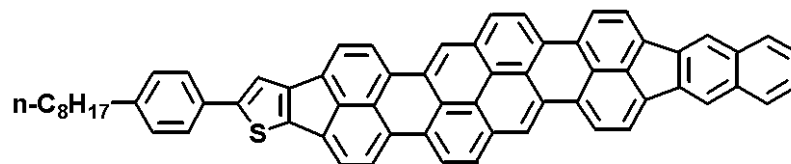
【 0 0 5 9 】

【化 2 8】

101

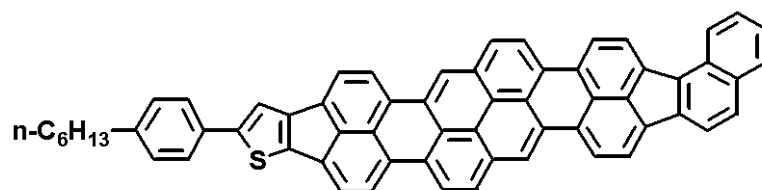


102



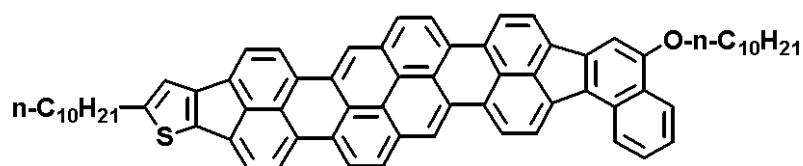
10

103



20

104

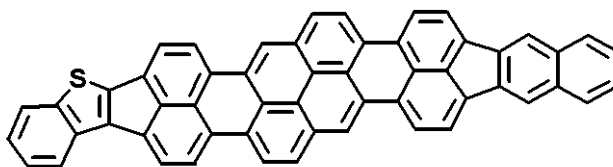


【 0 0 6 0 】

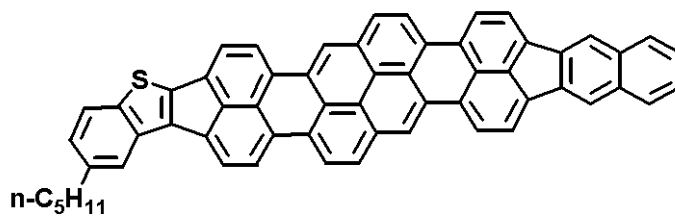
30

【化 2 9】

105

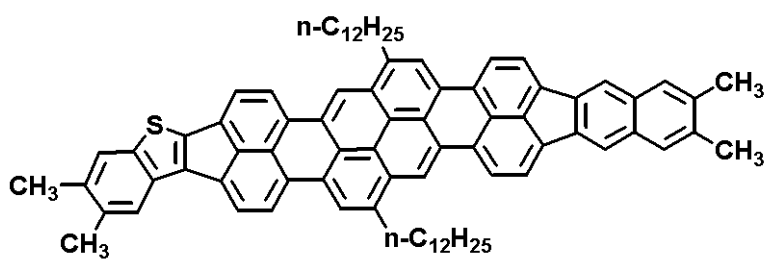


106



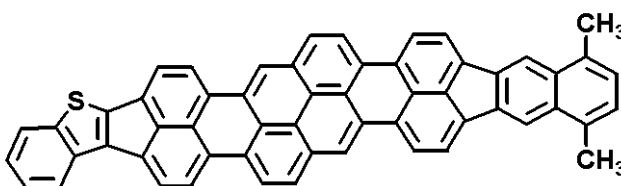
10

107



20

108

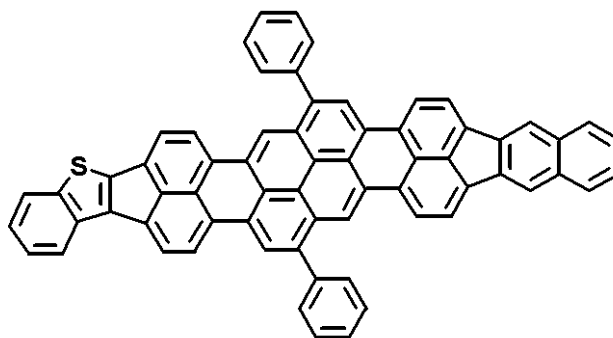


30

【 0 0 6 1】

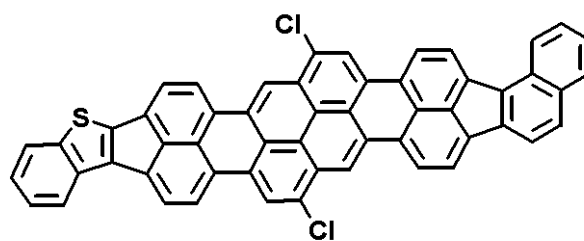
【化 3 0】

109



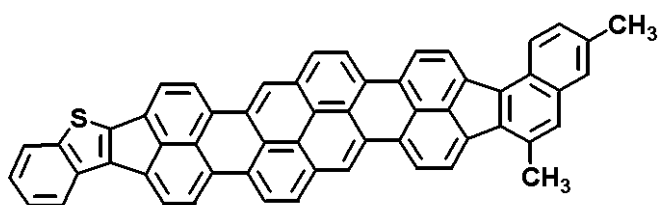
10

110



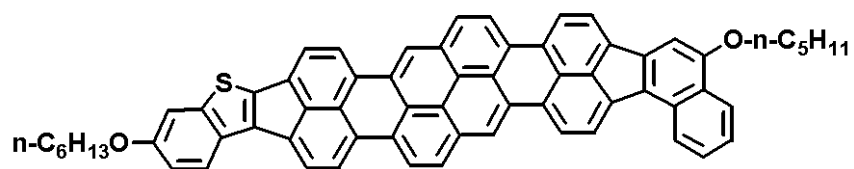
20

111



30

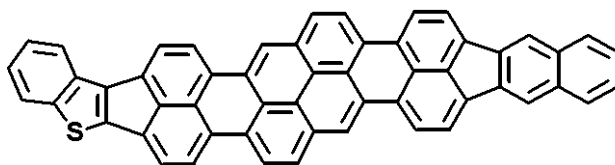
112



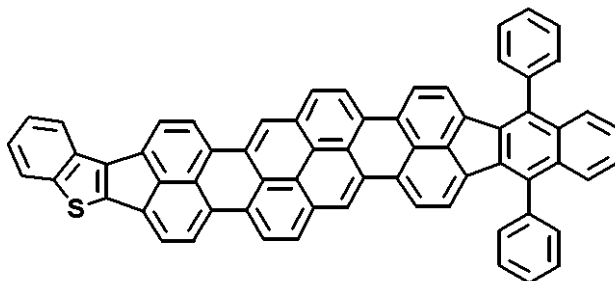
【 0 0 6 2】

【化 3 1】

113

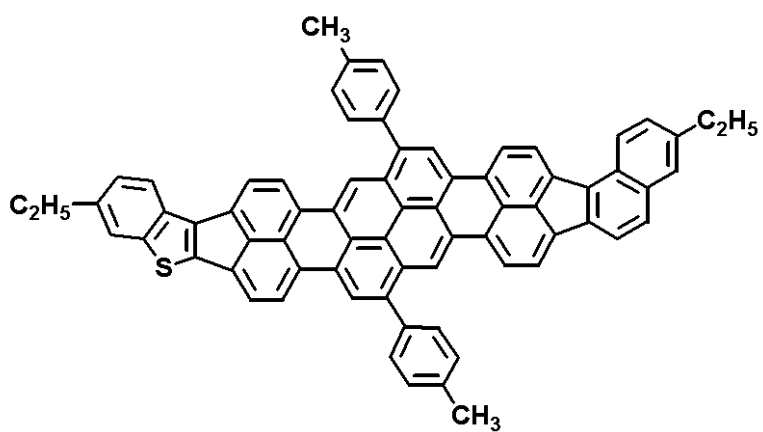


114



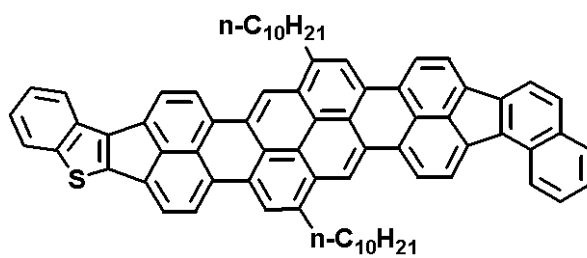
10

115



20

116

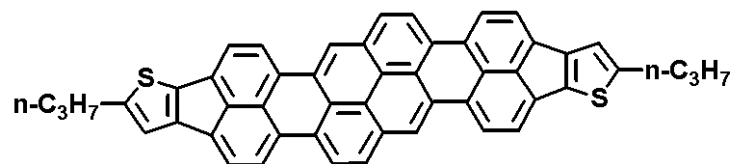


30

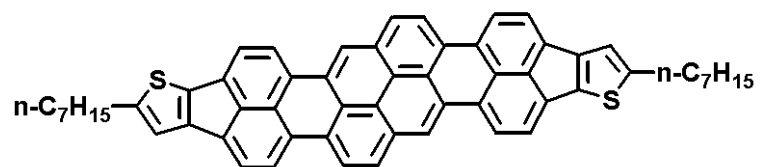
【 0 0 6 3 】

【化 3 2】

117

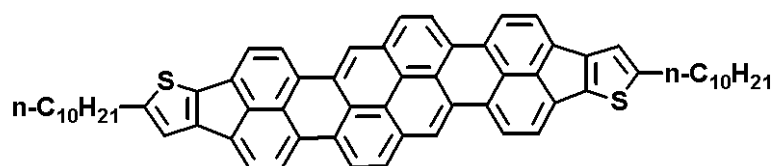


118



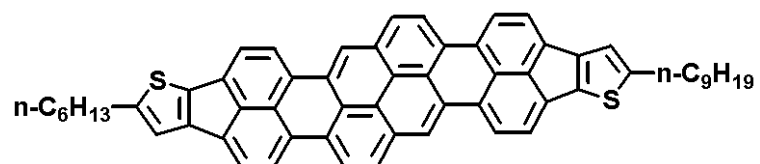
10

119



20

120

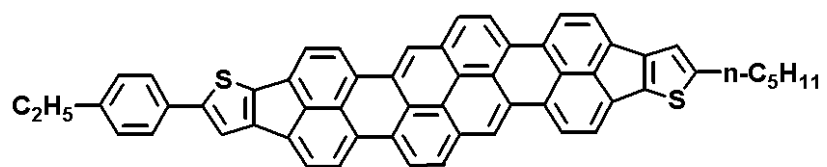


30

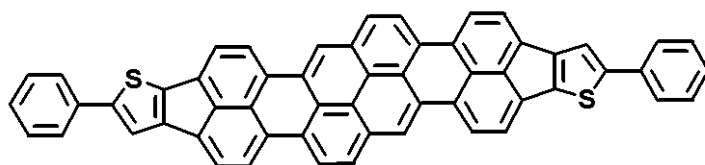
【 0 0 6 4】

【化 3 3】

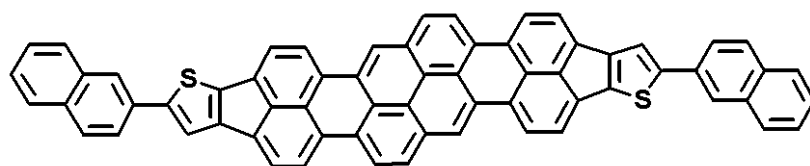
121



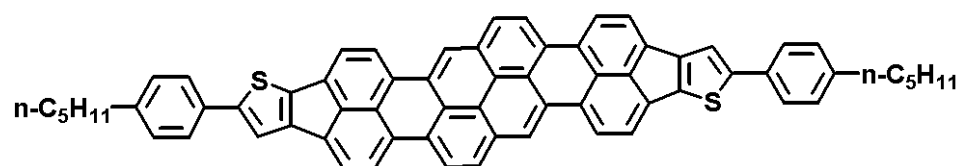
122



123



124



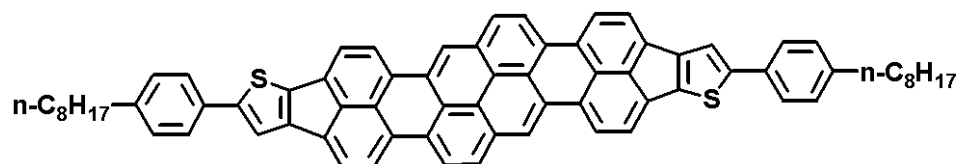
【 0 0 6 5 】

10

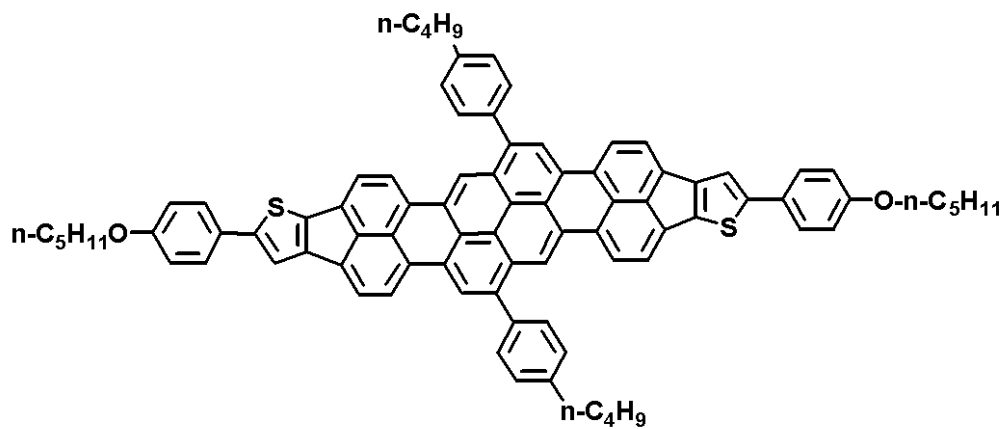
20

30

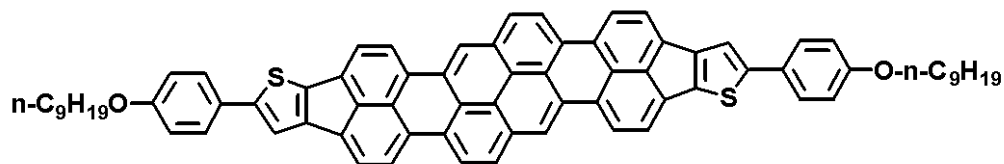
125



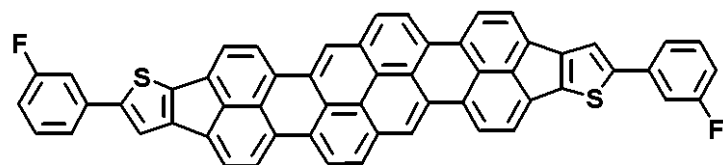
126



127

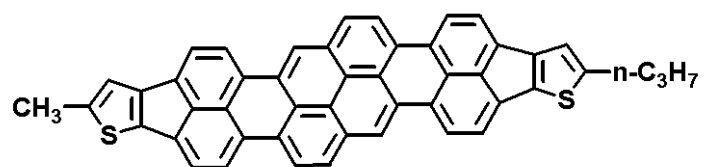


128

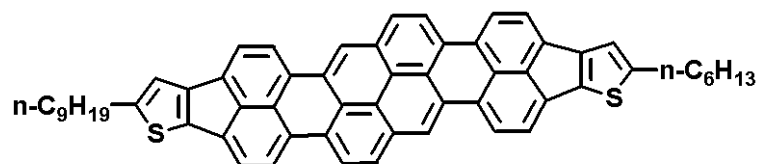


【 0 0 6 6 】

129

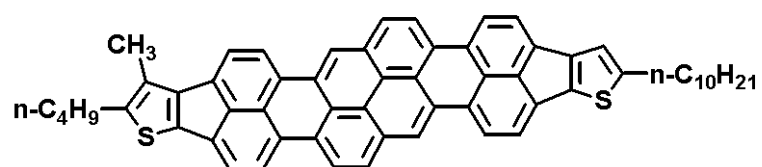


130



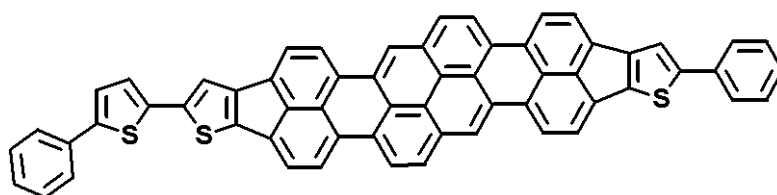
10

131



20

132

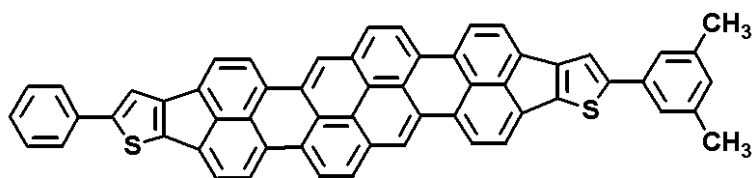


30

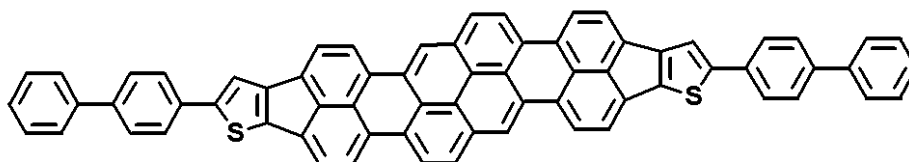
【 0 0 6 7 】

【化 3 6】

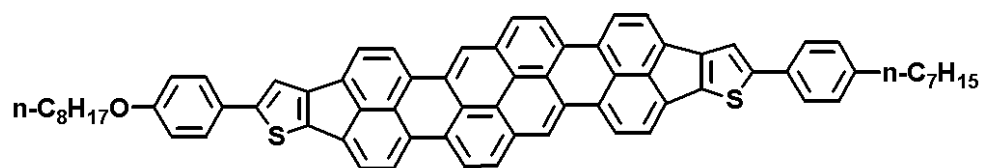
133



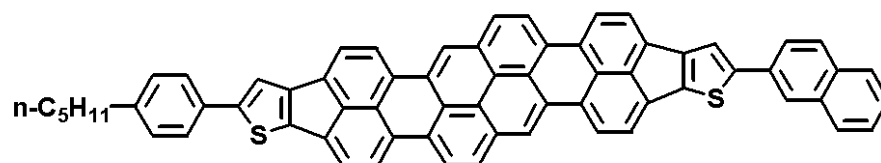
134



135



136



【 0 0 6 8 】

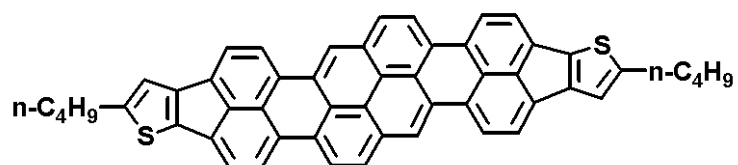
10

20

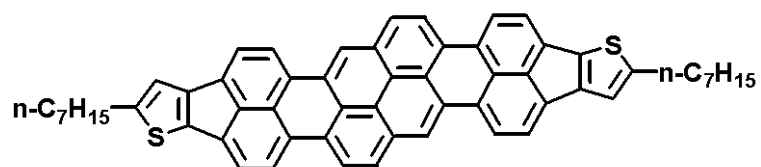
30

【化 3 7】

137

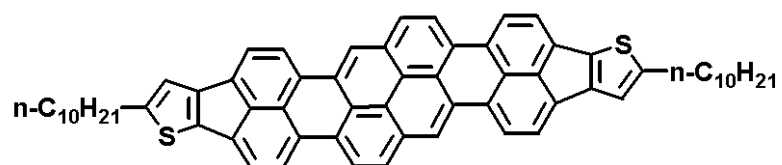


138



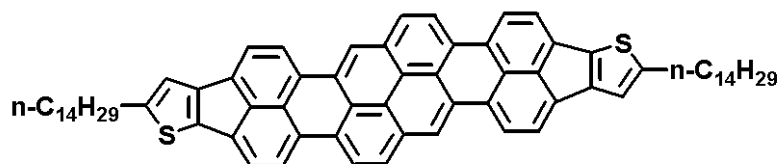
10

139



20

140

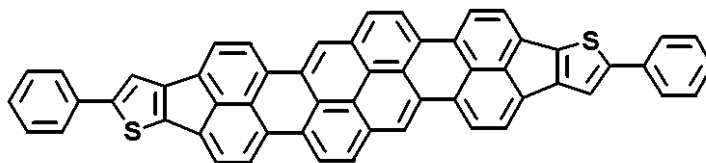


30

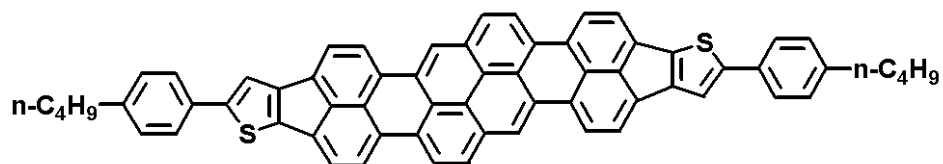
【 0 0 6 9 】

【化 3 8】

141

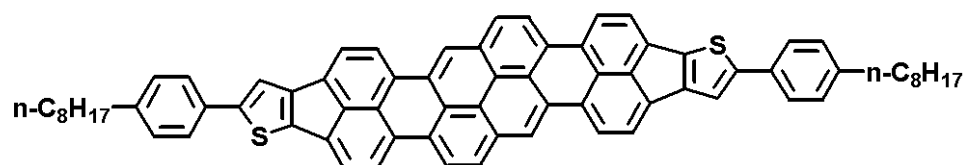


142



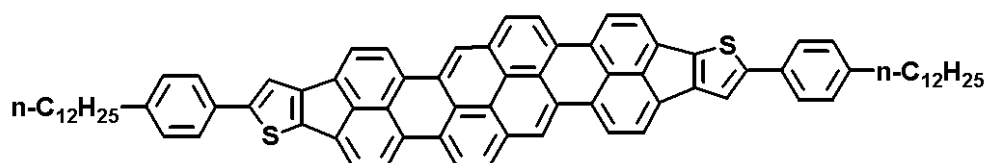
10

143



20

144

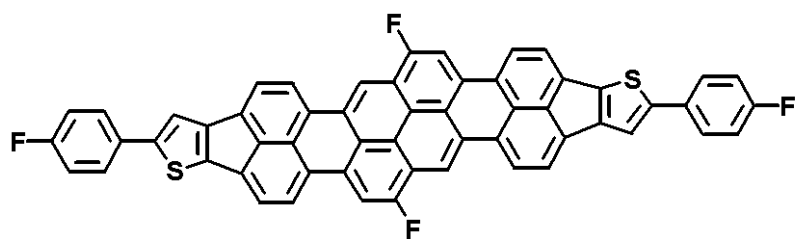


30

【 0 0 7 0 】

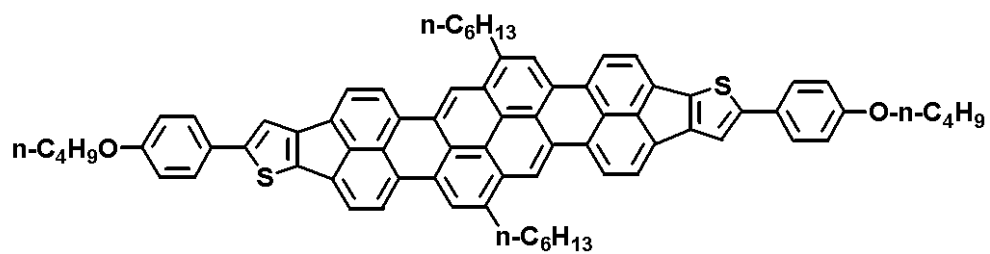
【化 3 9】

145



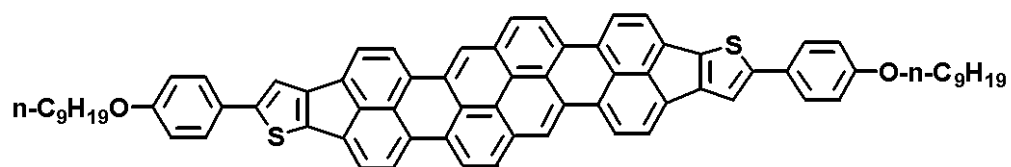
10

146



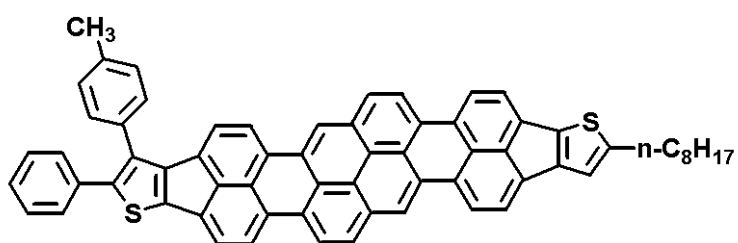
20

147



30

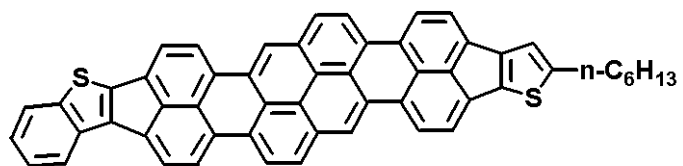
148



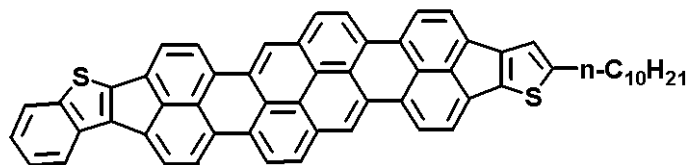
【 0 0 7 1】

【化 4 0】

149

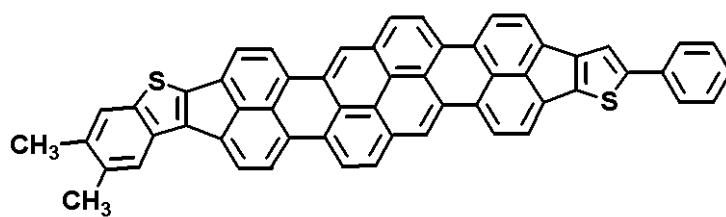


150



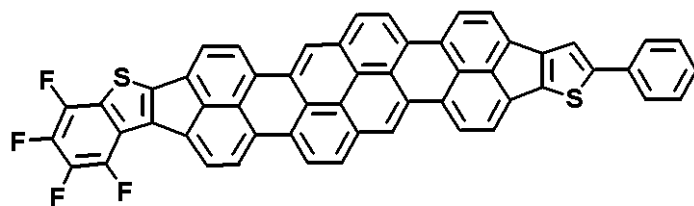
10

151



20

152

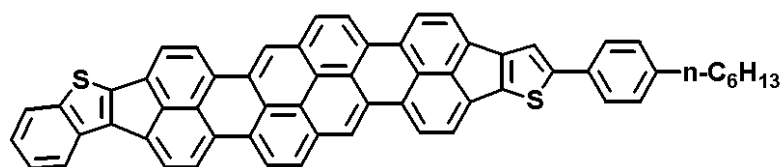


30

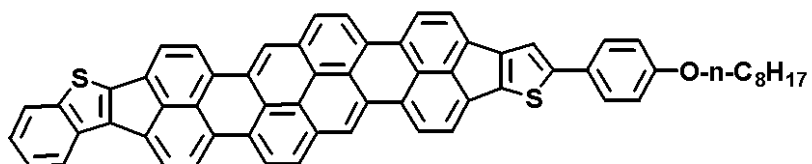
【 0 0 7 2】

【化 4 1】

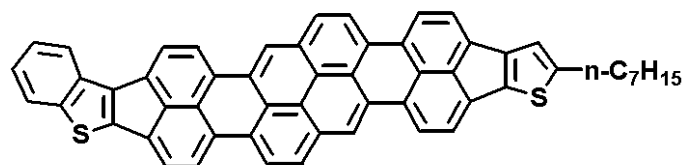
153



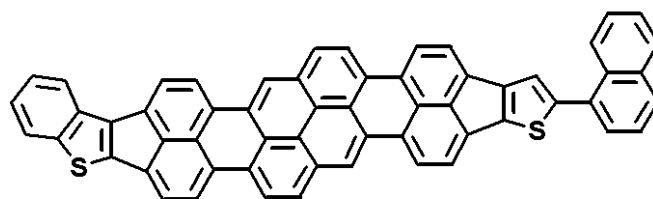
154



155



156



【 0 0 7 3 】

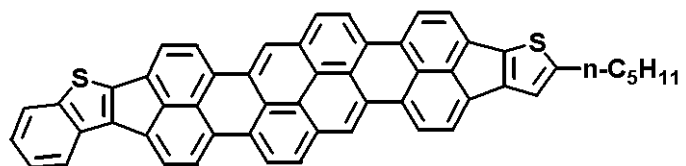
10

20

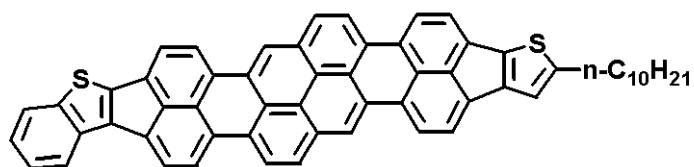
30

【化 4 2】

157

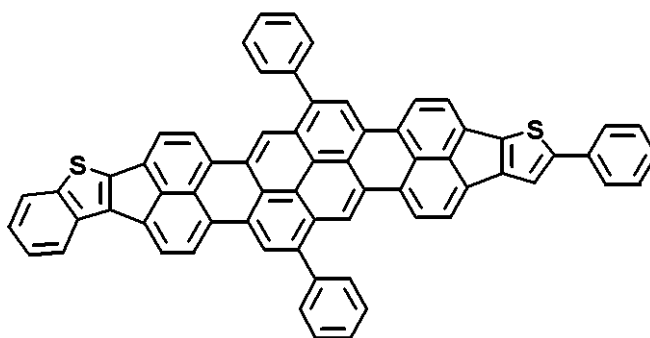


158



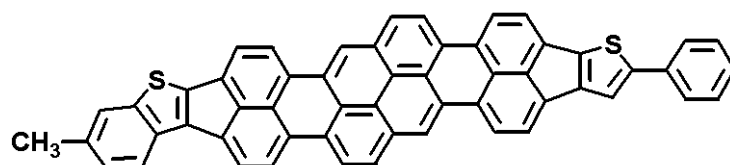
10

159



20

160

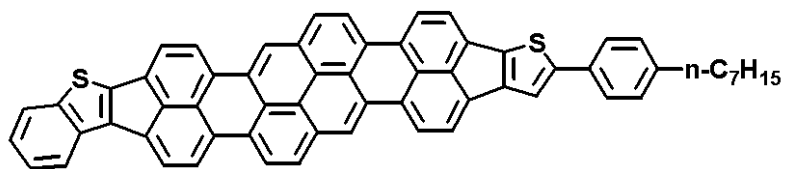


30

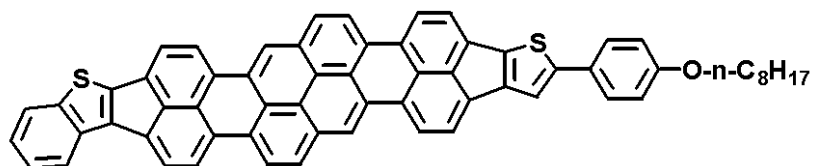
【 0 0 7 4】

【化 4 3】

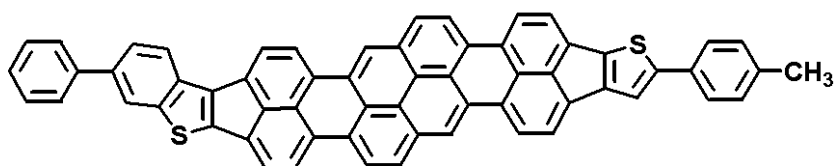
161



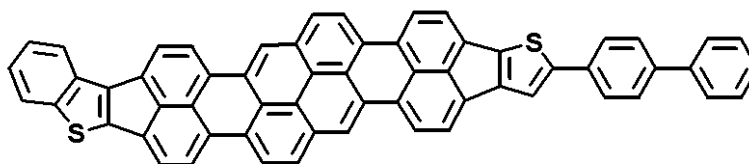
162



163



164



【 0 0 7 5 】

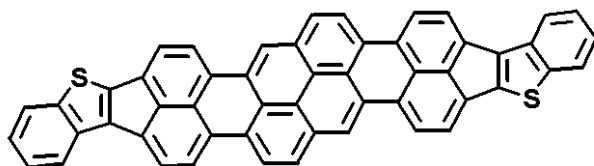
10

20

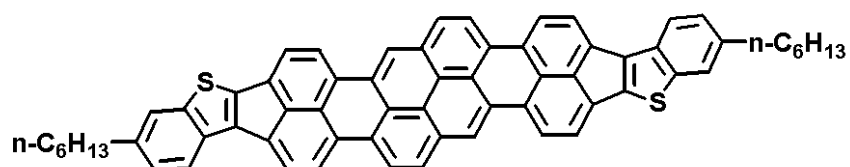
30

【化 4 4】

165

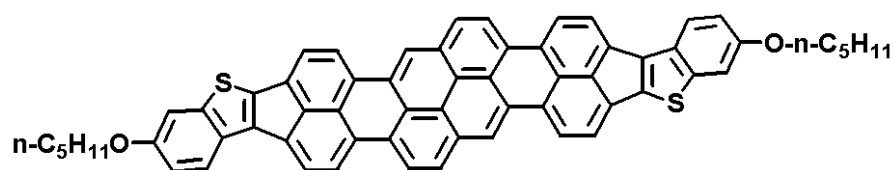


166



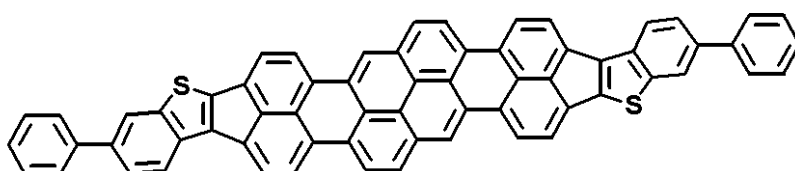
10

167



20

168

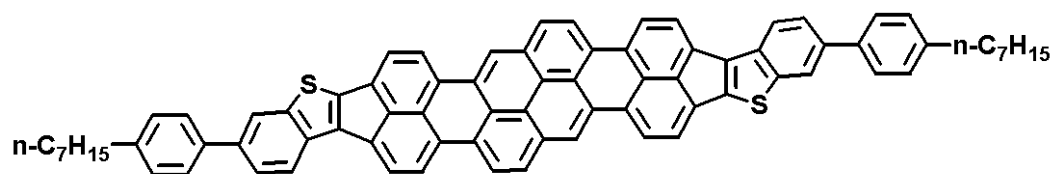


30

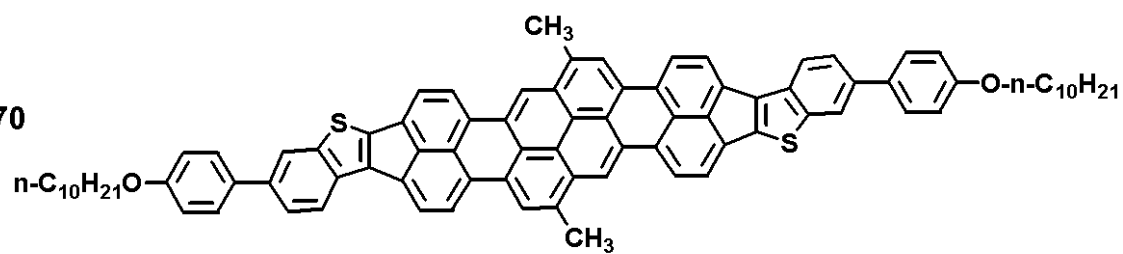
【 0 0 7 6 】

【化 4 5】

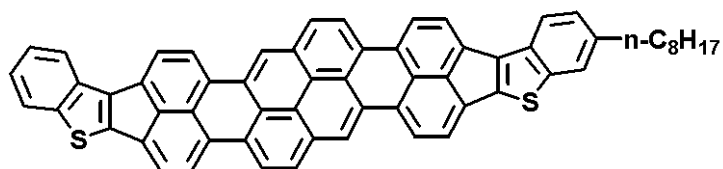
169



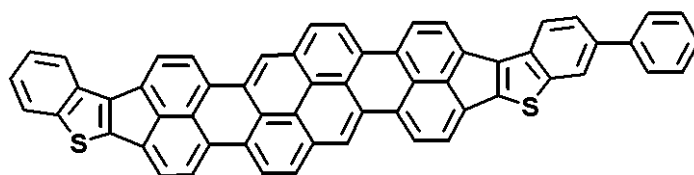
170



171



172



【 0 0 7 7 】

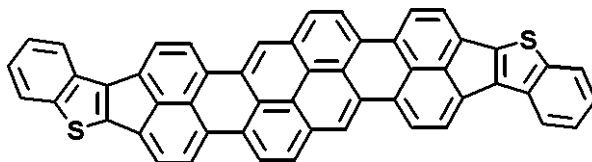
10

20

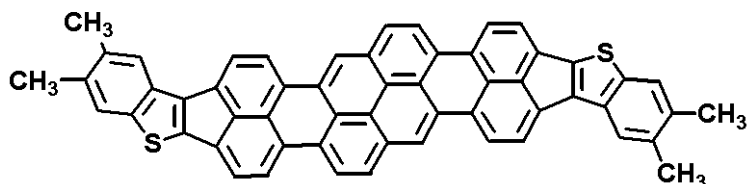
30

## 【化 4 6】

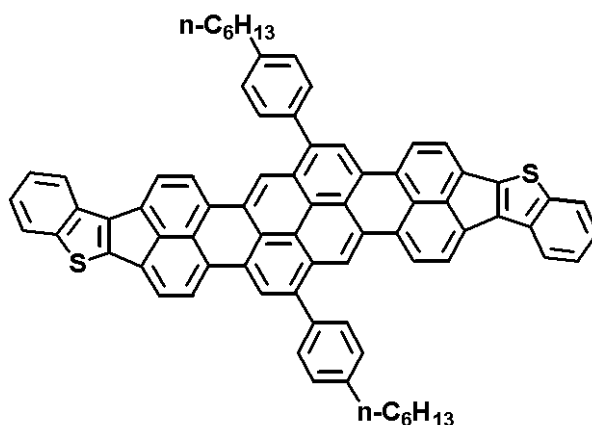
173



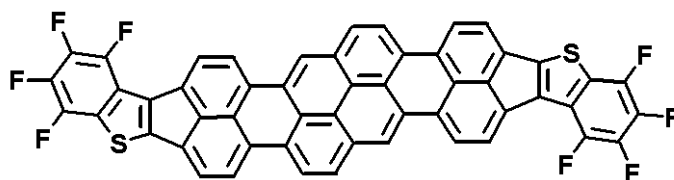
174



175



176



## 【 0 0 7 8 】

本発明に係る一般式（１）で表される化合物は、それ自体公知の方法を参考にして製造することができる。

## 【 0 0 7 9 】

すなわち、例えば、一般式（２）で表される化合物を、パラジウム触媒（例えば、トリフェニルフォスフィンパラジウムクロライド、酢酸パラジウム）を塩基の存在下で作用させ、閉環することにより製造することができる〔例えば、Chem. Rev., 107、174（2007）に記載の方法を参考にすることができる〕。

## 【 0 0 8 0 】

尚、一般式（２）で表される化合物は、例えば、一般式（３）で表される化合物に、パラジウム触媒（例えば、トリフェニルフォスフィンパラジウムクロライド）および塩基の存在下、一般式（４）および一般式（５）で表される化合物を作用させることにより製造することができる〔例えば、Chem. Rev., 95、2457（1995）に記載の

10

20

30

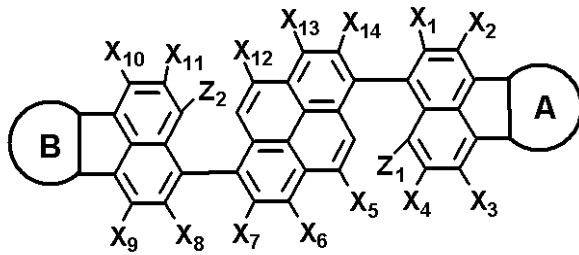
40

50

方法を参考にすることができる】。

【 0 0 8 1 】

【 化 4 7 】

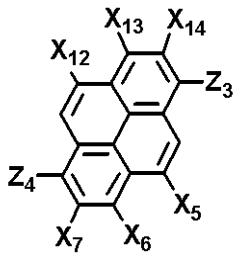


(2)

10

【 0 0 8 2 】

【 化 4 8 】

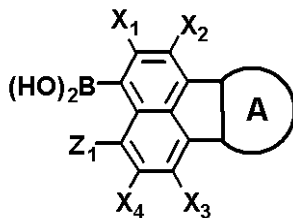


(3)

20

【 0 0 8 3 】

【 化 4 9 】

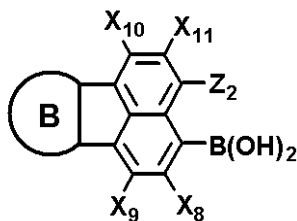


(4)

30

【 0 0 8 4 】

【 化 5 0 】



(5)

40

【 0 0 8 5 】

〔式中、 $X_1 \sim X_{14}$ 、環 A および環 B は一般式 (1) の場合と同じ意味を表し、 $Z_1 \sim Z_4$  はハロゲン原子を表す〕

【 0 0 8 6 】

一般式 (2) ~ 一般式 (5) において、 $Z_1 \sim Z_4$  で表されるハロゲン原子は、好ましくは、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子である。

【 0 0 8 7 】

尚、本発明に係る一般式 (1) で表される化合物は、場合により使用した溶媒 (例えば、トルエンなどの芳香族炭化水素系溶媒) との溶媒和を形成した型で製造されることがあるが、本発明の有機トランジスタには、一般式 (1) で表される化合物の無溶媒和物は勿論、このような溶媒和物をも使用することができる。一般式 (1) で表される化合物を、

50

有機トランジスタに使用する場合、再結晶法、カラムクロマトグラフィー法、昇華精製法などの精製方法、あるいはこれらの方法を併用して、純度を高めた化合物を使用することは好ましいことである。

【0088】

有機トランジスタは、通常、ソース電極、ドレイン電極およびゲート電極、およびゲート絶縁層、有機半導体層を有して成るものであり、本発明の有機トランジスタにおいては、該有機半導体層に一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有してなるものである。

【0089】

本発明の有機トランジスタの形態について、図面を参照しながら説明する。

10

【0090】

図1は本発明の有機トランジスタの一形態を示す模式的断面図である。この有機トランジスタの形態においては、基板11上にゲート電極21が設けられ、そのゲート電極上にゲート絶縁層31が積層されており、その上に所定の間隔で形成されたソース電極61およびドレイン電極41が形成されており、さらにその上に有機半導体層51が積層されている(ボトムゲート・ボトムコンタクト構造)。

【0091】

図2に示した有機トランジスタの形態においては、基板12上にゲート電極22が設けられ、そのゲート電極上にゲート絶縁層32が積層されており、その上に有機半導体層52が積層されており、さらにその上に、所定の間隔でソース電極62およびドレイン電極42が形成されている(ボトムゲート・トップコンタクト構造)。

20

【0092】

また、図3に示した有機トランジスタの形態においては、基板13の上に、所定の間隔でソース電極63およびドレイン電極43が形成されており、その上に有機半導体層53が積層されており、その上にゲート絶縁層33が積層されており、さらにその上にゲート電極23が設けられている(トップゲート・ボトムコンタクト構造)。

【0093】

図4に示した有機トランジスタの形態においては、基板14の上に、有機半導体層54が積層されており、その上に、所定の間隔でソース電極64およびドレイン電極44が形成されており、その上にゲート絶縁層34が積層されており、さらにその上にゲート電極24が設けられている(トップゲート・トップコンタクト構造)。

30

【0094】

このような構成を有する有機トランジスタでは、有機半導体層がチャネル領域を形成しており、ゲート電極に印加される電圧で、ソース電極とドレイン電極の間に流れる電流が制御されることによってオン/オフ動作する。

【0095】

本発明の有機トランジスタに使用する基板としては、特に限定するものではないが、一般には、ガラス、石英、シリコン単結晶、多結晶シリコン、アモルファスシリコン、プラスチック基板などを用いることができる。さらには、これらを組み合わせた複合基板も用いることができ、一層構造でも、多層構造の形態でもよい。

40

【0096】

プラスチック基板としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルスルホン、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、トリアセチルセルロース、セルロースアセテートプロピオネートなどからなる基板が挙げられる。

【0097】

尚、導電性のある基板、例えば、シリコンを基板に用いた場合、その基板はゲート電極を兼ねることもできる。

【0098】

本発明の有機トランジスタにおいて、ソース電極、ドレイン電極、およびゲート電極に

50

用いる材料としては特に限定するものではなく、導電性の材料であれば任意に用いることができる。

【0099】

電極材料としては、例えば、酸化インジウムスズ合金（ITO）、酸化スズ（NESA）、金、銀、白金、銅、インジウム、アルミニウム、マグネシウム、ニッケル、クロム、鉄、錫、タンタル、パラジウム、テルル、イリジウム、ルテニウム、ゲルマニウム、タングステン、リチウム、ベリリウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、亜鉛、マグネシウム／インジウム合金、マグネシウム／銅合金、マグネシウム／銀合金、マグネシウム／アルミニウム合金、クロム／モリブデン合金、アルミニウム／リチウム合金、アルミニウム／スカンジウム／リチウム合金、ナトリウム／カリウム合金などの金属や合金、さらには、フッ素ドーパ酸化亜鉛、導電率を向上させたシリコン単結晶、多結晶シリコン、アモルファスシリコン等のシリコン系材料、カーボンブラック、グラファイト、グラッシーカーボン等の炭素材料などを挙げることができ、より好ましくは、酸化インジウムスズ合金、金、銀、白金、銅、インジウム、アルミニウム、導電率を向上させたシリコン系材料、炭素材料である。これらはバルク状、薄片状、微粒子状など様々な形態で利用できる。

10

【0100】

また、電極材料としては、ドーピング処理などで導電率を向上させた導電性ポリマー（例えば、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアセチレン、ポリパラフェニレン、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）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。

20

【0101】

尚、これらの電極材料は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0102】

ソース電極、ドレイン電極は、上に挙げた電極材料の中でも、有機半導体層との接触面において電気抵抗が小さいものが好ましい。

【0103】

各電極の形成方法としては、特に限定するものではないが、例えば、導電性の材料を、蒸着やスパッタリングなどの方法を用いて形成することができ、リソグラフィやエッチング処理により、所望の形状にパターニングできる。

【0104】

また、導電性ポリマーや導電性微粒子を用いて電極を形成する場合には、導電性ポリマーの溶液あるいは分散液、導電性微粒子の分散液を、インクジェット法によりパターニングしてもよく、塗工膜からリソグラフィやレーザーアブレーションなどにより形成してもよい。さらには、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（銀ペースト、カーボンペーストなど）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を用いることもできる。

30

【0105】

ソース電極、ドレイン電極の膜厚は、特に限定するものではないが、一般に、数nm～数百μmの範囲に設定することが好ましく、より好ましくは、1nm～100μmであり、さらに好ましくは、10nm～20μmである。

40

【0106】

尚、ソース電極、ドレイン電極は、互いに対向するように配置されるが、その間隔（チャンネル長）は、一般に、数百nm～数mmの範囲に設定することが好ましく、より好ましくは、100nm～1mmであり、さらに好ましくは、1μm～500μmである。

【0107】

ゲート絶縁層に使用する材料としては、種々の絶縁材料を用いることができ、無機絶縁体あるいは有機高分子化合物が好ましい。

【0108】

無機絶縁体としては、酸化ケイ素（SiO<sub>2</sub>）、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、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

50

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を挙げることができ、より好ましくは、酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタンである。

【 0 1 0 9 】

無機絶縁体からなるゲート絶縁層の形成方法としては、例えば、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、さらには、スプレーコート法、スピンコート法、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、エアーナイフ法、スライドホッパー法、エクストリュージョン法などの塗布法、各種印刷法やインクジェット法などのウェットプロセスを挙げることができ、使用する材料の特性に応じて適宜選択して適用することができる。また、シリコン系材料をゲート電極として用い、有機半導体層形成前にゲート絶縁層を形成する場合には、熱酸化法で形成してもよい。

10

【 0 1 1 0 】

ゲート絶縁層に用いる有機高分子化合物としては、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリレート、光ラジカル重合系の光硬化性樹脂、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、ポリスチレン、ノボラック樹脂、ポリフッ化ビニリデン、シアノエチルプルランなどを用いることができる。有機高分子化合物を用いたゲート絶縁層の形成法としては、ウェットプロセスが好ましい。

20

【 0 1 1 1 】

ゲート絶縁層に使用する絶縁材料は、単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【 0 1 1 2 】

尚、ゲート絶縁層と有機半導体層の界面は、例えば、ヘキサメチルジシラザン、オクタデシルトリメトキシシラン、オクチルトリクロロシラン、オクタデシルトリクロロシラン、ベンジルトリクロロシランなどで処理されていてもよく、さらに、有機高分子化合物をゲート絶縁層に使用し、ゲート絶縁層を形成した後に有機半導体層を形成する場合は、有機高分子化合物からなるゲート絶縁層上にラビング処理を施してから有機半導体層を形成するようにしてもよい。

30

【 0 1 1 3 】

ゲート絶縁層の膜厚は、特に限定するものではないが、一般に、数nm～数十μmの範囲に設定することが好ましく、より好ましくは、5nm～10μmであり、さらに好ましくは、10nm～5μmである。

【 0 1 1 4 】

本発明の有機トランジスタは、有機半導体層に一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有してなるものであり、一般式(1)で表される化合物は、単独で使用してもよく、複数併用してもよい。

40

【 0 1 1 5 】

さらに、有機半導体層は、一般式(1)で表される化合物と、他の化合物(例えば、ポリアセチレン誘導体、ポリチオフエン誘導体、ポリチエニレンビニレン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリピロール誘導体、ポリアニリン誘導体、ポリキノリン誘導体、ペリレン誘導体、テトラセン誘導体、ペンタセン誘導体、フタロシアニン誘導体など)を併用して形成されていてもよい。この場合、一般式(1)で表される化合物の含有量は、20重量%以上が好ましく、50重量%以上になるように調製することがより好ましい。

【 0 1 1 6 】

50

本発明の有機トランジスタは、p型（正孔がキャリアとして機能する）の有機トランジスタ、またはn型（電子がキャリアとして機能する）の有機トランジスタとして機能するが、好ましくは、p型の有機トランジスタとして使用するのが好ましい。

【0117】

有機半導体層の形成方法としては、特に限定するものではなく、公知の形成方法を用いることができる。

【0118】

形成方法としては、例えば、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、プラズマ重合法などのドライプロセス、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、LB法（ラングミュア・プロジユット法）、各種印刷法、インクジェット法などのウェットプロセスを挙げることができる。

【0119】

ウェットプロセスにより、有機半導体層の形成する場合は、一般式（1）で表される化合物を、溶媒に溶解、または分散させた溶液を用いる。

【0120】

係る溶媒としては、例えば、水、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、ブタノールなどのアルコール系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノンなどのケトン系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチルなどのエステル系溶媒、ジエチルエーテル、ジオキサン、テトラヒドロフラン、アニソールなどのエーテル系溶媒、ヘキサン、オクタン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、クメンなどの炭化水素系溶媒、ジクロロメタン、クロロホルム、ジクロロエタン、テトラクロロエタン、テトラクロロエチレン、クロロベンゼン、フルオロベンゼン、ジクロロベンゼン、トリクロロベンゼンなどのハロゲン化炭化水素系溶媒、アセトニトリル、プロピオニトリル、メトキシアセトニトリル、グルタロジニトリル、ベンゾニトリルなどのニトリル系溶媒、ジメチルスルフォキシド、スルフォラン、N,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、N-メチル-2-ピロリドンなどの非プロトン性極性溶媒などを挙げることができる。これらの溶媒は単独で使用してもよく、あるいは複数併用してもよい。

【0121】

有機半導体層の膜厚に関しては、特に制限するものではないが、一般に、数nm～数十μmの範囲に設定することが好ましく、より好ましくは、1nm～10μmであり、さらに好ましくは、5nm～1μmである。

【0122】

本発明の有機トランジスタにおいては、所望により、有機半導体層はドーピング処理を施されていてもよい。

【0123】

尚、ドーパントとしては、ドナー性ドーパント、アクセプター性ドーパントのいずれも使用可能であり、アクセプター性ドーパントを使用することは好ましい。

【0124】

ドナー性ドーパントとしては、有機半導体層の有機化合物に電子を供与する機能を有する化合物であれば好適に用いることができる。

【0125】

ドナー性ドーパントとしては、例えば、Li、Na、K、Rb、Csなどのアルカリ金属、Ca、Sr、Baなどのアルカリ土類金属、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Ybなどの希土類金属、アンモニウムイオン、 $R_4P^+$ （Rはアルキル基を表す）、 $R_4As^+$ （Rはアルキル基を表す）、 $R_3S^+$ （Rはアルキル基を表す）、アセチルコリンなどが挙げられる。

【0126】

アクセプター性ドーパントとしては、有機半導体層の有機化合物から電子を取り去る

10

20

30

40

50

機能を有する化合物であれば好適に用いることができる。

【0127】

アクセプター性ドーパントとしては、例えば、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{ICl}$ 、 $\text{ICl}_3$ 、 $\text{IBr}$ 、 $\text{IF}$ などのハロゲン化合物、 $\text{PF}_5$ 、 $\text{AsF}_5$ 、 $\text{SbF}_5$ 、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{BBr}_3$ 、 $\text{SO}_3$ などのルイス酸、 $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HNO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HClO}_4$ 、 $\text{FSO}_3\text{H}$ 、 $\text{ClSO}_3\text{H}$ 、 $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$ などのプロトン酸、酢酸、蟻酸、アミノ酸などの有機酸、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{FeOCl}$ 、 $\text{TiCl}_4$ 、 $\text{ZrCl}_4$ 、 $\text{HfCl}_4$ 、 $\text{NbF}_5$ 、 $\text{NbCl}_5$ 、 $\text{TaCl}_5$ 、 $\text{MoCl}_5$ 、 $\text{WF}_6$ 、 $\text{WCl}_6$ 、 $\text{UF}_6$ 、 $\text{LnCl}_3$  ( $\text{Ln} = \text{La}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Nd}$ 、 $\text{Pr}$ などのランタノイドと $\text{Y}$ )などの遷移金属化合物、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{ClO}_4^-$ 、 $\text{PF}_6^-$ 、 $\text{AsF}_6^-$ 、 $\text{SbF}_6^-$ 、 $\text{BF}_4^-$ 、スルホン酸アニオンなどの電解質アニオンなどが挙げられる。

10

【0128】

尚、ドーピング方法としては、有機半導体層を形成した後に、ドーパントを導入する方法、あるいは有機半導体層の形成時に、ドーパントを導入する方法を適用することができる。

【0129】

また、本発明の有機トランジスタは、大気中の酸素、水分などの影響を軽減する目的で、有機トランジスタの外周面の全面、または一部にガスバリア層を設けることもできる。ガスバリア層を形成する材料としては、例えば、ポリビニルアルコール、エチレン-ビニルアルコール共重合体、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデンなどを挙げることができる。さらには、ゲート絶縁層に使用する材料として挙げた無機絶縁体もガスバリア層の形成に用いることができる。

20

【0130】

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

【実施例】

【0131】

以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

30

【0132】

(実施例1)

ゲート電極としての抵抗率 $0.02\ \Omega \cdot \text{cm}$ のシリコン基板に、厚さ $200\ \text{nm}$ の熱酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) を形成した。ここで、シリコン基板自体がゲート電極となり、シリコン基板表面に形成された $\text{SiO}_2$ 層がゲート絶縁層となる。この上に、真空下 ( $5 \times 10^{-4}\ \text{Pa}$ ) で、例示化合物番号1の化合物を、蒸着速度 $0.03\ \text{nm/sec}$ の速度で、 $30\ \text{nm}$ の厚さに蒸着し、有機半導体層を形成した。さらに、この上に、マスクを用いて、金を蒸着してソース電極およびドレイン電極を形成した。尚、ソース電極およびドレイン電極の厚みは $40\ \text{nm}$ であり、チャンネル幅は $5\ \text{mm}$ 、チャンネル長は $20\ \mu\text{m}$ であった。

40

【0133】

以上のように作製した有機トランジスタは、p型のトランジスタ素子としての特性を示した。有機トランジスタの電流-電圧 ( $I-V$ ) 特性の飽和領域から、電荷移動度を求めた。

【0134】

さらに、ドレインバイアス- $50\ \text{V}$ とし、ゲートバイアス- $50\ \text{V}$ および $0\ \text{V}$ にした時のドレイン電流値を測定し、電流のオン/オフ比を求めた。

【0135】

さらに、作製した有機トランジスタ素子を大気中で、 $25^\circ\text{C}$ で、1ヶ月保存した後、再度、電荷移動度と電流のオン/オフ比を測定した。測定結果を第1表に示した。

【0136】

50

## (実施例 2 ~ 20)

実施例 1 において、有機半導体層の形成に際して、例示化合物番号 1 の化合物を使用する代わりに、例示化合物番号 4 の化合物 (実施例 2)、例示化合物番号 17 の化合物 (実施例 3)、例示化合物番号 25 の化合物 (実施例 4)、例示化合物番号 34 の化合物 (実施例 5)、例示化合物番号 46 の化合物 (実施例 6)、例示化合物番号 52 の化合物 (実施例 7)、例示化合物番号 62 の化合物 (実施例 8)、例示化合物番号 69 の化合物 (実施例 9)、例示化合物番号 78 の化合物 (実施例 10)、例示化合物番号 93 の化合物 (実施例 11)、例示化合物番号 100 の化合物 (実施例 12)、例示化合物番号 113 の化合物 (実施例 13)、例示化合物番号 117 の化合物 (実施例 14)、例示化合物番号 123 の化合物 (実施例 15)、例示化合物番号 141 の化合物 (実施例 16)、例示化合物番号 151 の化合物 (実施例 17)、例示化合物番号 160 の化合物 (実施例 18)、例示化合物番号 165 の化合物 (実施例 19)、例示化合物番号 173 の化合物 (実施例 20) を使用した以外は、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタを作製した。

10

## 【0137】

さらに、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタの特性を調べ、結果を第 1 表に示した。

## 【0138】

## (比較例 1)

実施例 1 において、有機半導体層の形成に際して、例示化合物番号 1 の化合物を使用する代わりに、ペンタセンを使用した以外は、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタを作製した。

20

## 【0139】

さらに、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタの特性を調べ、結果を第 1 表に示した。尚、1 ヶ月放置後には、有機トランジスタとしての特性を示さなかった。

## 【0140】

## (比較例 2)

実施例 1 において、有機半導体層の形成に際して、例示化合物番号 1 の化合物を使用する代わりに、 $\alpha$ -ヘキサチエニレンを使用した以外は、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタを作製した。

30

## 【0141】

さらに、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタの特性を調べ、結果を第 1 表に示した。

## 【0142】

## (比較例 3)

実施例 1 において、有機半導体層の形成に際して、例示化合物番号 1 の化合物を使用する代わりに、ジベンゾ [a, j] ナфтаセンを使用した以外は、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタを作製した。

## 【0143】

さらに、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタの特性を調べ、結果を第 1 表に示した。

40

## 【0144】

## (比較例 4)

実施例 1 において、有機半導体層の形成に際して、例示化合物番号 1 の化合物を使用する代わりに、ジベンゾ [d e, q r] ナфтаセンを使用した以外は、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタを作製した。

## 【0145】

さらに、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタの特性を調べ、結果を第 1 表に示した。

## 【0146】

50

## (実施例 21)

ゲート電極としての抵抗率  $0.02 \Omega \cdot \text{cm}$  のシリコン基板に、厚さ  $200 \text{ nm}$  の熱酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) を形成した。ここで、シリコン基板自体がゲート電極となり、シリコン基板表面に形成された  $\text{SiO}_2$  層がゲート絶縁層となる。シリコン基板を  $80^\circ\text{C}$  に加熱しておき、その上に、例示化合物番号 140 の化合物のクロロベンゼン溶液 (濃度:  $10 \text{ 重量}\%$ ) を塗布したところ、クロロベンゼンが蒸発し、 $50 \text{ nm}$  の厚さの例示化合物番号 140 の化合物からなる有機半導体層を形成した。さらに、この上に、マスクを用いて、金を蒸着してソース電極およびドレイン電極を形成した。尚、ソース電極およびドレイン電極の厚みは  $40 \text{ nm}$  であり、チャンネル幅は  $5 \text{ mm}$ 、チャンネル長は  $20 \mu\text{m}$  であった。

さらに、実施例 1 に記載の方法により、有機トランジスタの特性を調べたところ、移動度は、 $4.1 \times 10^{-2} (\text{cm}^2/\text{Vsec})$  であり、電流のオン/オフ比は  $2.8 \times 10^5$  であった。

【0147】

【表 1】

第1表

| 有機トランジスタ | 作製直後                                 |                   | 1ヶ月放置後                               |                   |
|----------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|
|          | 移動度<br>( $\text{cm}^2/\text{Vsec}$ ) | オン/オフ比            | 移動度<br>( $\text{cm}^2/\text{Vsec}$ ) | オン/オフ比            |
| 実施例1     | $7.4 \times 10^{-2}$                 | $3.5 \times 10^5$ | $7.3 \times 10^{-2}$                 | $3.4 \times 10^5$ |
| 実施例2     | $7.2 \times 10^{-2}$                 | $3.8 \times 10^5$ | $7.0 \times 10^{-2}$                 | $3.6 \times 10^5$ |
| 実施例3     | $5.8 \times 10^{-2}$                 | $2.9 \times 10^5$ | $5.6 \times 10^{-2}$                 | $2.8 \times 10^5$ |
| 実施例4     | $6.0 \times 10^{-2}$                 | $3.7 \times 10^5$ | $5.9 \times 10^{-2}$                 | $3.6 \times 10^5$ |
| 実施例5     | $5.6 \times 10^{-2}$                 | $3.5 \times 10^5$ | $5.5 \times 10^{-2}$                 | $3.4 \times 10^5$ |
| 実施例6     | $4.5 \times 10^{-2}$                 | $3.3 \times 10^5$ | $4.3 \times 10^{-2}$                 | $3.2 \times 10^5$ |
| 実施例7     | $4.4 \times 10^{-2}$                 | $2.9 \times 10^5$ | $4.2 \times 10^{-2}$                 | $2.8 \times 10^5$ |
| 実施例8     | $4.6 \times 10^{-2}$                 | $2.8 \times 10^5$ | $4.4 \times 10^{-2}$                 | $2.6 \times 10^5$ |
| 実施例9     | $4.1 \times 10^{-2}$                 | $3.2 \times 10^5$ | $4.0 \times 10^{-2}$                 | $3.0 \times 10^5$ |
| 実施例10    | $6.7 \times 10^{-2}$                 | $2.9 \times 10^5$ | $6.5 \times 10^{-2}$                 | $2.7 \times 10^5$ |
| 実施例11    | $5.8 \times 10^{-2}$                 | $3.6 \times 10^5$ | $5.6 \times 10^{-2}$                 | $3.5 \times 10^5$ |
| 実施例12    | $5.4 \times 10^{-2}$                 | $3.0 \times 10^5$ | $5.2 \times 10^{-2}$                 | $2.8 \times 10^5$ |
| 実施例13    | $4.7 \times 10^{-2}$                 | $3.3 \times 10^5$ | $4.6 \times 10^{-2}$                 | $3.1 \times 10^5$ |
| 実施例14    | $6.2 \times 10^{-2}$                 | $3.6 \times 10^5$ | $6.0 \times 10^{-2}$                 | $3.4 \times 10^5$ |
| 実施例15    | $7.5 \times 10^{-2}$                 | $3.7 \times 10^5$ | $7.3 \times 10^{-2}$                 | $3.5 \times 10^5$ |
| 実施例16    | $6.2 \times 10^{-2}$                 | $2.9 \times 10^5$ | $6.0 \times 10^{-2}$                 | $2.8 \times 10^5$ |
| 実施例17    | $4.6 \times 10^{-2}$                 | $2.8 \times 10^5$ | $4.4 \times 10^{-2}$                 | $2.6 \times 10^5$ |
| 実施例18    | $4.2 \times 10^{-2}$                 | $3.3 \times 10^5$ | $4.1 \times 10^{-2}$                 | $3.1 \times 10^5$ |
| 実施例19    | $5.6 \times 10^{-2}$                 | $2.9 \times 10^5$ | $5.5 \times 10^{-2}$                 | $2.7 \times 10^5$ |
| 実施例20    | $5.3 \times 10^{-2}$                 | $3.5 \times 10^5$ | $5.1 \times 10^{-2}$                 | $3.3 \times 10^5$ |
| 比較例1     | $3.2 \times 10^{-5}$                 | $2.2 \times 10^1$ | 測定不能                                 | 測定不能              |
| 比較例2     | $1.0 \times 10^{-2}$                 | $1.2 \times 10^3$ | $2.0 \times 10^{-4}$                 | $1.1 \times 10^1$ |
| 比較例3     | $2.8 \times 10^{-5}$                 | $2.1 \times 10^5$ | $2.2 \times 10^{-5}$                 | $1.9 \times 10^5$ |
| 比較例4     | $2.1 \times 10^{-5}$                 | $1.8 \times 10^5$ | $1.7 \times 10^{-5}$                 | $1.4 \times 10^5$ |

【0148】

第1表より、本発明の有機トランジスタは、高い電荷移動度、大きな電流オン/オフ比を有し、有機トランジスタとして優れた特性を有しており、さらに経時変化が抑制された、安定性に優れた有機トランジスタであることが明らかである。

【産業上の利用可能性】

【0149】

10

20

30

40

50

本発明の有機トランジスタは、高い電荷移動度、大きな電流オン/オフ比を有し、かつ保存安定性に優れており、液晶表示素子、有機電界発光素子、電子ペーパー、各種センサー、RFIDs (radio frequency identification cards) などに使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0150】

【図1】本発明の有機トランジスタの模式的断面図である。

【図2】本発明の有機トランジスタの模式的断面図である。

【図3】本発明の有機トランジスタの模式的断面図である。

【図4】本発明の有機トランジスタの模式的断面図である。

10

【符号の説明】

【0151】

11：基板

21：ゲート電極

31：ゲート絶縁層

41：ドレイン電極

51：有機半導体層

61：ソース電極

12：基板

20

22：ゲート電極

32：ゲート絶縁層

42：ドレイン電極

52：有機半導体層

62：ソース電極

13：基板

23：ゲート電極

33：ゲート絶縁層

43：ドレイン電極

30

53：有機半導体層

63：ソース電極

14：基板

24：ゲート電極

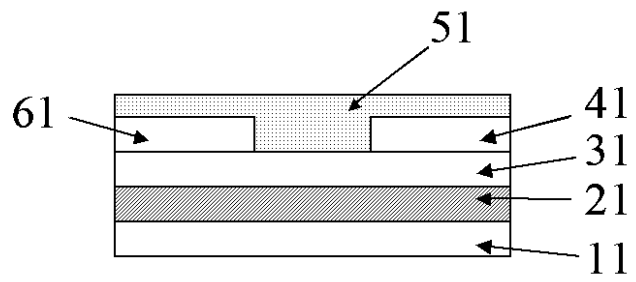
34：ゲート絶縁層

44：ドレイン電極

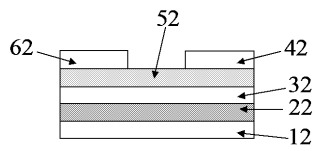
54：有機半導体層

64：ソース電極

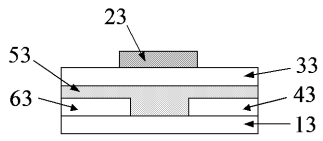
【図 1】



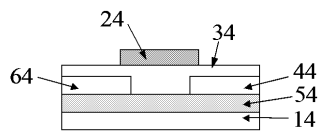
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5F110 AA01 AA05 AA14 BB01 CC01 CC03 CC05 CC07 DD01 DD02  
DD03 DD05 DD13 EE01 EE02 EE03 EE07 EE09 EE42 EE43  
EE44 FF01 FF02 FF03 FF23 FF27 FF28 FF29 GG05 GG24  
GG28 GG29 GG42 GG43 GG44 GG57 HK01 HK02 HK03 HK07  
HK09 HK32 HK33 NN02 NN27