(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5419337号
(P5419337)
(45)発行日　平成26年2月19日(2014.2.19)　(24)登録日　平成25年11月29日(2013.11.29)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 51/30	(2006.01)	H01L	29/28	250H
H01L 51/05	(2006.01)	H01L	29/28	100A
H01L 29/786	(2006.01)	H01L	29/78	618B
H01L 51/50	(2006.01)	H05B	33/14	B
C07C 43/20	(2006.01)	H05B	33/22	D

請求項の数 6　(全 23 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2007-258060(P2007-258060)
(22)出願日　平成19年9月2日(2007.9.2)
(65)公開番号　特開2009-57360(P2009-57360A)
(43)公開日　平成21年3月19日(2009.3.19)
審査請求日　平成22年9月2日(2010.9.2)

前置審査

(73)特許権者　503360115
独立行政法人科学技術振興機構
埼玉県川口市本町四丁目１番８号
(74)代理人　100099759
弁理士　青木　篤
(74)代理人　100077517
弁理士　石田　敬
(74)代理人　100087413
弁理士　古賀　哲次
(74)代理人　100093665
弁理士　蛯谷　厚志
(74)代理人　100102990
弁理士　小林　良博
(74)代理人　100089901
弁理士　吉井　一男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ネマティック液晶性有機半導体材料

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

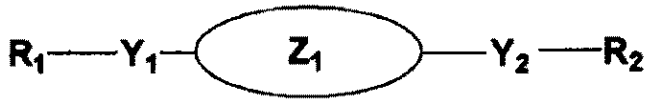
Ｌ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造（Ｚ１）、および当該骨格構造の末端に液晶性を発現する末端構造を有し、且つ下記構造式を有する棒状分子の有機半導体材料であって；

該有機化合物の熱分解温度以下の作動温度において、少なくとも一種類のネマティック液晶相状態を有し、

Ｔｉｍｅ－ｏｆ－ｆｌｉｇｈｔ（ＴＯＦ）法による過渡光電流測定に基づく電荷の走行時間から求めた、該有機化合物の移動度の値が10^{-4} cm^2／Ｖｓ以上であり、

【化１】

〔化学式１〕



…1

（化学式１において、Ｒ１とＲ２は、それぞれ独立に炭素数８～１５の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であり、化学式１の骨格構造のいずれかの部位に結合していることを特徴とし、Ｙ１又はＹ２を介さずにＺ１に結合してもよい。Ｙ１とＹ２は、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、－ＣＯ－基、－ＯＣＯ－基、－ＣＯＯ－基、－Ｎ＝ＣＨ－基、－ＣＯＮＨ－基、－ＮＨ－基、－ＮＨＣＯＯ－基及び－CH_2－基から選ばれる。）、且つ

３～１５ｍｏｌ％の炭化水素化合物で希釈した試料の移動度が、希釈前の試料の移動度より小さく観測されることを特徴とする有機半導体材料。

【請求項２】

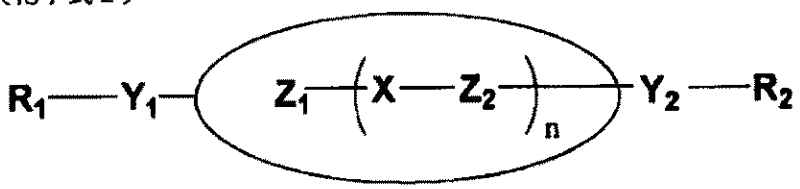
Ｌ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造（Ｚ１、Ｚ２）、および当該骨格構造の末端に液晶性を発現する末端構造を有し、且つ下記構造式を有する棒状分子の有機半導体材料であって；

該有機化合物の熱分解温度以下の作動温度において、少なくとも一種類のネマティック液晶相状態を有し、

Ｔｉｍｅ－ｏｆ－ｆｌｉｇｈｔ（ＴＯＦ）法による過渡光電流測定に基づく電荷の走行時間から求めた、該有機化合物の移動度の値が10^{-4}ｃｍ^2／Ｖｓ以上であり、

【化２】

〔化学式２〕



…2

（化学式２において、Ｒ１とＲ２は、炭素数８～１５の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であり、化学式２の骨格構造のいずれかの部位に結合していることを特徴とし、Ｒ１とＲ２は、Ｙ１又はＹ２を介さずにＺ１、Ｚ２に結合してもよい。Ｙ１とＹ２は、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、－ＣＯ－基、－ＯＣＯ－基、－ＣＯＯ－基、－Ｎ＝ＣＨ－基、－ＣＯＮＨ－基、－ＮＨ－基、－ＮＨＣＯＯ－基及び－CH_2－基から選ばれる。Ｘは、炭素数１～２２の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であってもよいし、又は、Ｘは存在せずに直接Ｚ１とＺ２とが結合していてもよい。ｎ＝１以上の整数を表す。Ｚ１とＺ２は同じＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造または、異なるＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造でも良い。）、

、且つ

３～１５ｍｏｌ％の炭化水素化合物で希釈した試料の移動度が、希釈前の試料の移動度より小さく観測されることを特徴とする有機半導体材料。

【請求項３】

請求項１または２のいずれか１項に記載の有機半導体材料を液晶セルにつめた低分子ネマティック液晶物質を試料として、Ｔｉｍｅ－ｏｆ－ｆｌｉｇｈｔ（ＴＯＦ）法による過渡光電流の測定を行い、電荷の走行時間から炭化水素化合物で希釈しない試料の移動度の値が10^{-4}ｃｍ^2／Ｖｓ以上で、かつ、炭化水素化合物で希釈した試料の移動度の値が

10^{-4} cm^2／Ｖｓより小さいことを特徴とする有機半導体材料。

【請求項４】

請求項１または２のいずれか１項に記載の有機半導体材料からなる有機半導体層と、基板とを少なくとも有することを特徴とする有機半導体構造物。

【請求項５】

少なくとも基板、ゲート電極、ゲート絶縁層、有機半導体層、ドレイン電極、及びソース電極を有する有機半導体装置であって、前記有機半導体層が、請求項１または２のいずれか１項に記載の液晶性有機半導体材料で形成されていることを特徴とする有機半導体装置。

【請求項６】

少なくとも基板、一対の電極、有機半導体層を有する有機半導体装置であって、前記有機半導体層が、請求項１または２のいずれか１項に記載の液晶性有機半導体材料で形成されていることを特徴とする有機半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、液晶性を示す有機半導体材料に関し、特に、光学的に均一な大面積の材料の形成が可能で、かつ、分子配向による高い移動度と流動性を併せ持つネマティック液晶性を示す新しい有機半導体材料の実現方法、有機半導体構造物に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

近年、低コスト、軽量、衝撃に対する信頼性などの点から、有機半導体層を電気的な活性層に用いた有機半導体デバイスが注目され、有機トランジスタ、光センサ、有機発光素子、太陽電池などの開発が進められている。これらのデバイスの有機半導体材料には、一般には、非液晶性の有機半導体材料のアモルファス薄膜や多結晶薄膜が用いられている。

【０００３】

１９９０年代になって、コア部に芳香族系部位をもつ、カラム状の分子凝集体を形成するディスコティック液晶や層状の凝集体を形成するスメクティック液晶物質が従来、広く有機半導体として用いられてきたアモルファス有機半導体が示す移動度をはるかに上回る、電子や正孔による高速の伝導を示すことが見出されて以来、これらの液晶物質が高品質な有機半導体となりうることが認識され、有機半導体部材への適用も検討されはじめた。

【特許文献１】特開平１１－２４１０６９

【０００４】

しかしながら、よく知られているように、これらの液晶物質では広い面積にわたって、単一の分子配向をもつドメインからなる液晶相を形成することは困難であるため、ドメインごとに分子配向が異なるポリドメイン構造を用いてデバイスの作製が行なわれている。このため、作製されるデバイスは光学的には不均一で、偏光を取り扱う光学的に活性なデバイスの作製に適用するとは不向きであった。

【０００５】

この問題を解決するための手段として、単一な分子配向を実現しやすいネマティック液晶物質、中でも、分子配向が容易な低分子量のネマティックを有機半導体として用いることが有効である。しかし、

【非特許文献１】Ｇ．Ｈ．Ｈｅｉｌｍｅｉｒ ａｎｄ Ｐ．Ｍ．Ｈｅｙｍａｎ：Ｐｈｙｓ．Ｒｅｖ．Ｌｅｔｔ．，１８．５８３（１９６７）．

【非特許文献２】Ｇ．Ｈ．Ｈｅｉｍｅｉｅｒ，Ｌ．Ａ．Ｚａｎｏｎｉ，ａｎｄ Ｌ．Ａ．Ｂｕｒｔｏｎ．Ｈ．"Ｄｙｎａｍｉｃ Ｓｃａｔｔｅｒｉｎｇ：Ｐｒｏｃ．ＩＥＥＥ，５６．１１６２（１９６８）．

【非特許文献３】Ｓ．Ｋｕｓａｂａｙａｓｈｉ ａｎｄ Ｍ．Ｍ．Ｌａｂｅｓ，"Ｃｏｎｄｕｃｔｉｖｉｔｙ ｉｎ Ｌｉｑｕｉｄ Ｃｒｙｓｔａｌｓ"，Ｍｏｌ．Ｃｒｙｓｔ．Ｌｉｑ．Ｃｒｙｓｔ．，７．３９５（１９６９）．

に示されている様に、従来、低分子量のネマティック液晶物質ではイオン伝導のために電子的な伝導を基盤とした電子デバイスには適用することが困難であった。このため、ネマティック液晶物質を有機半導体として用いる際には、イオン伝導を抑制するために、高分子ネマティック液晶やネマティック液晶のガラス相などの固体薄膜を用いることによりこの問題の解決がはかられてきた。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明は、上記要請に基づいてなされたもので、従来、有機半導体として用いることができなかった、芳香族低分子ネマティック液晶物質を有機半導体として液晶相において電子デバイスに適用可能にするための方法を提供することにある。また、そうした方法によって形成された有機半導体構造物を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

芳香族π－電子共役系をコア部にもつ低分子ネマティック液晶物質の電気伝導は、古くからイオン伝導によるもの考えられてきた

【非特許文献４】Ｈ．Ｎａｉｔｏ，Ｍ．Ｏｋｕｄａ，ａｎｄ　Ａ．Ｓｕｇｉｍｕｒａ，Ｐｈｙ．Ｒｅｖ．Ａ４４，Ｒ３４３４（１９９１）

また、

【非特許文献５】Ｍａｓａｈｉｒｏ　Ｆｕｎａｈａｓｈｉ　ａｎｄ　Ｎｏｂｕｙｕｋｉ　Ｔａｍａｏｋｉ，Ｃｈｅｍ．Ｍａｔ．，１９．６０８、（２００７）

によれば、低分子量のネマティック液晶物質では、粘性が小さい、あるいは、電荷の移動に係わるπ－電子共役系のサイズが小さいために、電子伝導よりもイオン伝導が起こり易いとされ、現在でも、その伝導はイオン伝導と考えられている旨が記載されている。実際、この論文では、大きなπ－電子共役系のもつｐｈｅｎｙｌｑｕａｔｅｒｔｈｉｏｐｈｅｎｅをコア部を採用することにより、初めてネマティック相において電子伝導を実現し、このネマティック液晶物質が有機半導体として利用できることを明らかにしている。

【０００８】

本発明者らは低分子ネマティック液晶物質の電荷輸送特性の関する詳細な検討から、イオン伝導が液晶物質の本来の性質によるものではなく、合成等の際に外的に混入した電荷のトラップとなるような不純物がイオン化して、粘性の低いネマティック液晶物質中を泳動することによる起こる現象であることが明らかにした。

【０００９】

本発明は、上記、発見に基づいて、低分子ネマティック液晶物質に含まれる不純物の低減することにより、本来、ネマティック液晶物質が示す電子伝導特性を実現する方法を明らかにし、必要となる精製の目安を与えることにより、上記課題を解決する。

【００１０】

具体的には、カラムクロマトグラフィー、再結晶、蒸留などの通常の有機合成的手段や、昇華などの物理的手段、あるいは、それらを組み合わせて用いることによって精製し、有機半導体としての利用を可能にする純度を測定による評価によって保障するものである。

【００１１】

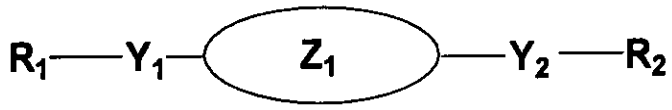
目安となる純度は、液晶セルにつめた低分子ネマティック液晶物質を試料として、Ｔｉｍｅ－ｏｆ－ｆｌｉｇｈｔ（ＴＯＦ）法による過渡光電流の測定を行い、電荷の走行時間から、移動度が10^{-4}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上の値を持つことを確認すること、次に、同一の低分子ネマティック液晶物質を蒸留によって精製した低粘度の炭化水素系の溶媒、例えばｎ－ヘキサン、ｎ－ヘプタン、ｎ－オクタン、ｎ－ノナン、ｎ－デカン、ｎ－ウンデカン、ｎ－ドデカン、ｎ－テトラデカン、ｎ－ペンタデカン、ｎ－ヘキサデカン、ｎ－ヘプタデカン、ｎ－オクタデカンなどを用いて相分離が起きない濃度に希釈したサンプルを液晶セルにつめ、同様に、Ｔｉｍｅ－ｏｆ－ｆｌｉｇｈｔ（ＴＯＦ）法による過渡光電流の測定を行うことによって、電荷の走行時間から求めた移動度が減少することを確認することに

よって、有機半導体としての利用が可能に十分な純度を保証することができる。

【００１２】

上記目的を達成するための本発明の第１形態に係る液晶性有機化合物は、下記化学式１のＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造を有し、当該骨格構造の末端に液晶性を発現する末端構造を有する棒状分子の有機半導体材料（Ｚ１）であり、下記化学式１中にＺ１として含まれることを特徴とする有機化合物。

【化学式１】



…１

（化学式１において、Ｒ１とＲ２）は、それぞれ独立に炭素数０～２２の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であり、化学式１の骨格構造のいずれかの部位に結合していることを特徴とし、Ｙ１又はＹ２を介さずにＺ１に結合してもよい。Ｙ１とＹ２は、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、－ＣＯ－基、－ＯＣＯ－基、－ＣＯＯ－基、－Ｎ＝ＣＨ－基、－ＣＯＮＨ－基、－ＮＨ－基、－ＮＨＣＯＯ－基及び－CH_2－基から選ばれる。）

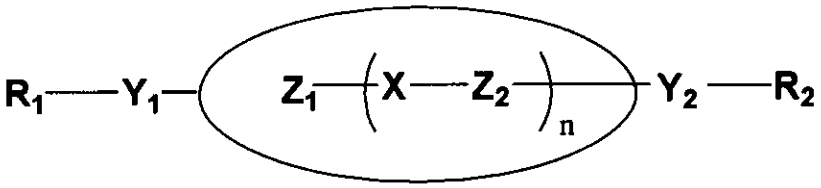
【００１３】

この発明の液晶性有機化合物は、スメクティック液晶相（以下、Ｓｍ相）を利用していたことに加えて、低分子の液晶物質のネマティック液晶相（以下Ｎ相）も液晶相の電子伝導を使用した電荷輸送を実現する液晶性有機化合物を提供することを特徴とすることにより、高い電荷移動度の発現を可能にするＮ相を利用した液晶性有機化合物、及びその液晶性有機化合物を有する有機半導体構造物及び有機半導体装置、及びネマティック相を有する液晶性有機化合物の純度の評価方法を提供することにある。

【００１４】

上記目的を達成するための本発明の第２形態に係る液晶性有機化合物は、下記化学式２のＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造を有し、当該骨格構造の末端に液晶性を発現する末端構造を有する棒状分子の有機半導体材料（Ｚ１）であり、下記化学式２中にＺ１、Ｚ２として含まれることを特徴とする有機化合物。

【化学式２】



…２

（化学式２において、Ｒ１とＲ２は、炭素数０～２２の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であり、化学式２の骨格構造のいずれかの部位に結合していることを特徴とし、Ｒ１とＲ２は、Ｙ１又はＹ２を介さずにＺ１、Ｚ２に結合してもよい。Ｙ１とＹ２は、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、－ＣＯ－基、－ＯＣＯ－基、－ＣＯＯ－基、－Ｎ＝ＣＨ－基、－ＣＯＮＨ－基、－ＮＨ－基、－ＮＨＣＯＯ－基及び－CH_2－基から選ばれる。Ｘは、炭素数１～２２の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であってもよいし、又は、Ｘは存在せずに直接Ｚ１とＺ２とが結合していてもよい。ｎ＝１以上の整数を表す。Ｚ１とＺ２は同じＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造または、異なるＬ個の６π

電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造でも良い。）である。

【００１５】

本発明の液晶性有機化合物は、上記第１ないし第２形態に係る本発明のＮ相を有する液晶性有機化合物において、熱分解温度以下の温度において、少なくとも一種類のネマティック液晶相状態を有することを特徴とする。

【００１６】

この発明によれば、熱分解温度以下の温度で少なくとも一種類のＮ相液晶相状態を有するので、（ｉ）Ｎ相以外のＳｍ相とを組み合わせることも可能となり広い面積で均一且つ柔軟な分子配向薄膜を形成することが可能となる。（ｉｉ）加えて、本発明においては必ずしもＳｍ相を発現する必要がなく、Ｓｍ相以外にＮ相も利用できるため、合成の幅や材料の骨格も拡張できる。（ｉｉｉ）更に、Ｎ相で電子伝導が観測できるということは、純度が高いことを意味しており、Ｎ相の発現する有機材料の純度の評価が可能となる。

【００１７】

上記目的を達成する本発明の有機半導体構造物は、上記本発明の液晶性有機化合物からなる有機半導体層を有する有機半導体構造物であって、前記液晶性有機化合物が、熱分解温度以下の温度において、少なくとも一種類のネマティック液晶相状態を有し、前記有機半導体層が電子移動度１．０×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上、又は、正孔輸送移動度１．０×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上であることを特徴とする。

【００１８】

この発明によれば、有機半導体層を形成するための液晶性有機化合物が熱分解温度以下の温度において、少なくとも一種類のネマティック液晶相状態を有するので、広い面積で均一且つ柔軟な分子配向薄膜を形成することが可能となり、各種光センサ、有機ＥＬ素子、太陽電池やフレキシブルディスプレイ装置等に利用可能な薄膜トランジスタ等のデバイスに応用することができる。

【００１９】

上記目的を達成する本発明の有機半導体装置は、少なくとも基板、ゲート電極、ゲート絶縁層、有機半導体層、ドレイン電極、及びソース電極を有する有機半導体装置、あるいは、少なくとも、基板、一対の電極、有機半導体層からなるを有する有機半導体装置、であって、前記有機半導体層が、請求項１～３のいずれか１項に記載の液晶性有機化合物で形成されていることを特徴とする。

【００２０】

Ｓｍ相以外にＮ相でも高移動度電子伝導発現する液晶性有機化合物を利用することにより、今まで液晶状態の利用範囲がＳｍ相に限定されてたがＮ相にまで拡張可能であり、より広範囲の液晶化温度範囲で利用可能であること。これにより、従来Ｓｍ相に限定されていた液晶状態をＮ相にまで拡張することにより、液晶状態を最大限に生かすことができる。

【００２１】

本発明における有機化合物においては、必ずしもＳｍ相を発現する必要がなく、Ｓｍ相以外にＮ相が利用できるために（Ｎ相さえが発現すれば良い）合成のバリエーションや液晶性有機化合物の骨格も拡張できること。これにより、従来は電荷輸送に不利であったＮ相を発現させにくくするために、Ｓｍ相を優先的に発現させるために、液晶材料のコア部（化学式１のＺ１、化学式２のＺ１、Ｚ２）のアルキル鎖を調節する必要があったが、本発明によりＮ相を発現させるために側鎖のディスオーダーを大きくさせる要因となる短いアルキル基（化学式１のＲ１、Ｒ２、化学式２のＲ１、Ｒ２）の長さが短くても良く、合成のバリエーションや液晶性有機化合物の骨格も拡張が可能となる。

【００２２】

低分子液晶物質のＮ相での電荷輸送は、本質的にイオン伝導が起こるものと考えられてきたが、そのイオン伝導は、▲１▼液晶物質に含まれる不純物による外因的なイオン伝導

であり、▲２▼高純度の物質においては本質的に電子伝導が起こるものと結論される。そのため、Ｎ相を有する有機材料の純度の評価が可能となる。

【００２３】

一般的に精製が十分でない液晶物質では、電子伝導とイオン伝導の共存が見られる。

【００２４】

ここで言うイオン伝導とは、伝導に関わるイオン種は必ずしもイオン性物貢の解離によって生じたイオン種に限られるものではなく、もともと電荷をもたない非イオン性の不純物が正孔や電子を捕獲したり、光イオン化によって生じた不純物イオンもイオンとして同様に伝導に寄与する。すなわち、液晶物質に電子や正孔のトラップとなる不純物が含まれる場合は、イオン化した不純物は前述のイオン伝導チャネルを介して輸送され、イオン伝導を誘起する。

【００２５】

イオン伝導は、一般に、粘性の小さな媒質の中で起こりやすいため、液晶相の中でも、粘性の低いＮ相、ＳｍＡ相、ＳｍＣでは、特に、イオン伝導が起こりやすく、実際にこの場合、ＴＯＦ法による過渡光電流の測定を利用すると、含まれる不純物濃度が０．１ｐｐｍ程度の微量であっても、イオン伝導を観測することができる。数十ｐｐｍ程度を超える不純物が含まれる場合は、電子伝導は完全に消失し、イオン伝導しか観測されなくなる。そのため、従来のＮ相での電荷輸送はこのイオン伝導であるため、Ｎ相で電子伝導が観測できるということは、液晶性有機化合物は純度が高いために、Ｎ相の発現する有機材料の純度の評価が可能なことを提供できる。

【発明の効果】

【００２６】

本発明による低分子ネマティック液晶物質の有機半導体としての適用化は、上記、従来のネマティック液晶物質の有機半導体としての利用を可能にする方法と異なり、高分子化やガラス化によりネマティック液晶物質の固体化や、あるいは、π－電子共役系のサイズの拡大などの分子設計に基づいた材料技術によるのではなく、精製とその精製の目安を評価によって保障するもので、芳香族ネマティック液晶物質であれば、どのような液晶物質であっても、有機半導体として用いることを原理的に可能にするもので、材料面から見ると、特定の低分子ネマティック液晶物質に限られるものではなく、極めて広範な液晶物質を有機半導体としての利用を可能にする。

【００２７】

本発明の液晶性有機化合物によれば、Ｌ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造を有し、当該骨格構造の末端に液晶性を発現する末端構造を有する棒状分子の有機半導体材料（Ｚ１）であり、下記化学式２中にＺ１、Ｚ２として含まれることを特徴とする化学構造を持つ。

【００２８】

本発明の有機半導体構造物及び有機半導体装置によれば、有機半導体層を本発明に係る液晶性有機化合物で形成するので、広い面積で均一且つ柔軟な有機半導体薄膜を形成することが可能となり、フレキシブルディスプレイ装置等に利用可能な薄膜トランジスタ等のデバイスに応用することができる。

【００２９】

本発明の液晶性有機化合物の製造方法によれば、電荷移動度を低下させる原因となる不純物を効果的に除去することができるので、この発明の液晶性有機化合物は、熱分解温度以下の温度で少なくとも一種類のＮ相液晶相状態を有する高い電荷移動度の発現を可能にする液晶性有機化合物を効率的に製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３０】

以下、本発明の液晶性有機化合物及びその製造方法について詳しく説明する。

【００３１】

（液晶性有機化合物）

本発明の有機半導体材料は、棒状の液晶材料であり、その骨格構造（コア構造ともいう。）は、Ｌ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含み、その骨格構造の末端に液晶性を発現する末端構造（ターミナルグループともいう。）を有するものである。

【００３２】

骨格構造を構成する６π電子系芳香環としては、例えば、ベンゼン環、ピリジン環ピリミジン環、ピリダジン環、ピラジン環、トロポロン環等を挙げることができ、１０π電子系芳香環としては、例えば、ナフタレン環、アズレン環、ベンゾフラン環、インドール環、イミダゾール環、ベンゾチアゾール環、ベンゾオキサゾール環、ベンゾイミダゾール環、キノリン環、イソキノリン環、キナゾリン環、キノキサリン環等を挙げることができ、１４π電子系芳香環としては、例えば、フェナントレン環、アントラセン環等を挙げることができる。こうした骨格構造を有する化合物は、

【特許文献２】特開平１０－３１２７１１

に挙げられている。

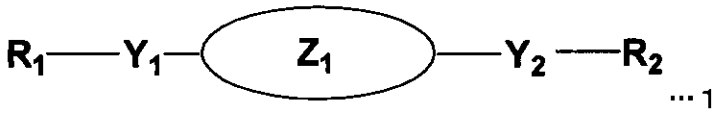
【００３３】

この第１形態に係る液晶性有機化合物においては下記化学式１のＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造を有し、当該骨格構造の末端に液晶性を発現する末端構造を有する棒状分子の有機半導体材料（Ｚ１）であり、下記化学式１中にＺ１として含まれることを特徴とする有機化合物である。

【００３４】

（化学式３において、Ｒ１とＲ２は、それぞれ独立に炭素数０～２２の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であり、化学式１の骨格構造のいずれかの部位に結合していることを特徴とし、Ｙ１又はＹ２を介さずにＺ１に結合してもよい。Ｙ１とＹ２は、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、－ＣＯ－基、－ＯＣＯ－基、－ＣＯＯ－基、－Ｎ＝ＣＨ－基、－ＣＯＮＨ－基、－ＮＨ－基、－ＮＨＣＯＯ－基及び－CH_2－基から選ばれる。）

【化学式３】

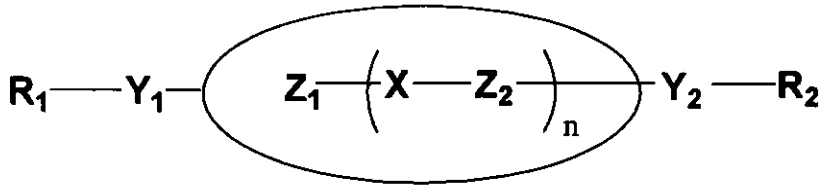


…１

【００３５】

また、本発明の第２形態に係る液晶性有機化合物は、下記化学式４のＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造を有し、当該骨格構造の末端に液晶性を発現する末端構造を有する棒状分子の有機半導体材料であり、下記化学式２中にＺ１、Ｚ２として含まれることを特徴とする有機化合物である。

【化学式４】



…２

【００３６】

（化学式４において、Ｒ１とＲ２は、炭素数０～２２の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であり、化学式２の骨格構造のいずれかの部位に結合してい

ることを特徴とし、Ｒ１とＲ２は、Ｙ１又はＹ２を介さずにＺ１、Ｚ２に結合してもよい。Ｙ１とＹ２は、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、－ＣＯ－基、－ＯＣＯ－基、－ＣＯＯ－基、－Ｎ＝ＣＨ－基、－ＣＯＮＨ－基、－ＮＨ－基、－ＮＨＣＯＯ－基及び－CH_2－基から選ばれる。Ｘは、炭素数１～２２の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であってもよいし、又は、Ｘは存在せずに直接Ｚ１とＺ２とが結合していてもよい。ｎ＝１以上の整数を表す。Ｚ１とＺ２は同じＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造または、異なるＬ個の６π電子系芳香環、Ｍ個の１０π電子系芳香環、Ｎ個の１４π電子系芳香環（ただし、Ｌ、Ｍ、Ｎはそれぞれ０～４の整数を表わし、Ｌ＋Ｍ＋Ｎ＝１～４とする。）を含む骨格構造でも良い。）である。

【００３７】

上述した第１形態及び第２形態に係る液晶性有機化合物において、Ｒ１、Ｒ２は、炭素数が０～１５の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であることが好ましい。炭素数が０～１５のＲ１、Ｒ２を有する液晶性有機化合物は、液晶相（Ｎ相、Ｓｍ相）を発現し易く、且つ液晶化温度範囲を広くすることができるという利点がある。炭素数が、１５以上であると溶解性が悪くなり精製が困難になり易い、液晶化温度が高くなりすぎ、熱分解の恐れが生じるので好ましくない。

【００３８】

炭素数１～２２の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素の具体例としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、ｔｅｒｔ－ブチル、ペンチル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、ドデシル、トリデシル、テトラデシル、ペンタデシル、ヘキサデシル、ヘプタデシル、オクタデシル、ノナデシル、イコシル、エイコシル、ヘンイコシル、ヘンエイコシル、ドコシル、エテン、プロペン、ブテン、ペンテン、ヘキセン、ヘプテン、オクテン、ノネン、デセン、ウンデセン、ドデセン、トリデセン、テトラデセン、ペンタデセン、ヘキサデセン、ヘプタデセン、オクタデセン、ノナデセン、イコセン、エイコセン、ヘンイコセン、ヘンエイコセン、ドコセン、エチン、プロピン、ブチン、ペンチン、ヘキシン、ヘプチン、オクチン、ノニン、デシン、ウンデシン、ドデシン、トリデシン、テトラデシン、ヘンタデシン、ヘキサデシン、ヘプタデシン、オクタデシン、ノナデシン、イコシン、エイコシン、ヘンイコシン、ヘンエイコシン、ドコシン、シクロペンチル、シクロヘキシル、シクロヘプチル等を挙げることができる。また、好ましく用いられる炭素数８～１５の直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素の具体例としては、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、ドデシル、トリデシル、テトラデシル、ペンタデシル、ペンテン、ヘキセン、ヘプテン、オクテン、ノネン、デセン、ウンデセン、ドデセン、トリデセン、プロピン、ブチン、ペンチン、ヘキシン、ヘプチン、オクチン、ノニン、デシン、ウンデシン、ドデシン、トリデシン、テトラデシン、ペンタデシン、シクロペンチル、シクロヘキシル、シクロヘプチル等を挙げることができる。

【００３９】

上述した第１形態及び第２形態に係る液晶性有機化合物において、Ｙ１及びＹ２が、酸素原子、硫黄原子、－ＣＯ－基、－ＯＣＯ－基、－ＣＯＯ－基、－Ｎ＝ＣＨ－基、－ＣＯＮＨ－基、－ＮＨ－基、－ＮＨＣＯＯ－基及び－CH_2－基から選ばれることが、化学的な安定性の点で好ましく、酸素原子、－ＣＯ－基、－ＯＣＯ－基、－ＣＯＯ－基、－CH_2－基から選ばれることがより好ましい。

【００４０】

本発明の液晶性有機化合物は、熱分解温度以下の温度において、少なくとも一種類のネマティック液晶相状態を有している。ここで、「熱分解温度以下の温度」とは、液晶性有機化合物がそれ自身熱分解されない温度条件の下で、の意味であり、具体的には、本発明の液晶性有機化合物は、２００℃以下の温度範囲で液晶相を呈することができる。なお、熱分解温度は本発明の技術的範囲に含まれる個々の液晶性有機化合物によって異なる。ま

た、「少なくとも一種類のネマティック液晶相状態を有している」とは、本発明の液晶性有機化合物の熱分解温度以下の温度条件下（すなわち、ネマティック液晶相と複数の液晶相もしくは最低一種類のネマティック液晶相を持っている、という意味である。例えば、ネマティック（以下、Ｎともいう）、スメクティック（以下、Ｓｍともいう）液晶相としてはＳｍＡ相、ＳｍＢ相、ＳｍＣ相、…等々の複数種類の液晶状態が知られている。

【００４１】

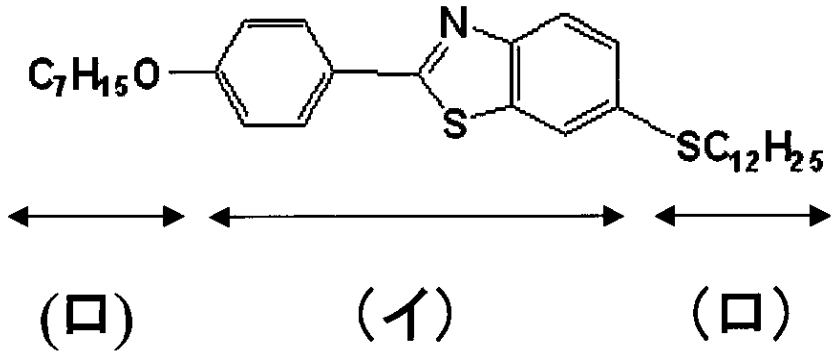
液晶性有機化合物で形成される有機半導体層は、ホッピング伝導に基づいた高い電子と正孔についていずれも高速の電荷輸送能が発現する、という電荷移動特性を有している。この理由は以下のように考えられる。

【００４２】

図１は、従来の液晶性有機化合物が自己組織化してなる有機半導体層の一例を示すモデル図である。

【００４３】

【化学式５】



【００４４】

図１より従来の液晶性有機化合物は、例えば２－（４′－ヘプチルオキシフェニル）－６－ドデシルチオベンゾチアゾール（以下、７Ｏ－ＰＢＴ－Ｓ１２と略記する）。７Ｏ－ＰＢＴ－Ｓ１２は、Ｃｒｙｓｔ３（結晶相３）６２℃　Ｃｒｙｓｔ２（結晶相２）７７℃　Ｃｒｙｓｔ１（結晶相１）８７．９℃　ＳｍＡ（スメクティックＡ相）９９．７℃　Ｉｓｏ（等方相）の相転移温度を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。また、本材料はＳｍＡで正孔は1×10^{-4}ｃｍ^2／Ｖｓ、エレクトロンで1×10^{-4}ｃｍ^2／Ｖｓの両極性の電子伝導が発現する。更に、Ｃｒｙｓｔ１においては、正孔で8×10^{-3}ｃｍ^2／Ｖｓの電子伝導が発現する材料である。

【００４５】

本液晶材料は７Ｏ－ＰＢＴ－Ｓ１２では両側鎖の炭化水素直鎖、分岐鎖又は環状構造を有する飽和又は不飽和炭化水素であるアルキル鎖の存在（ロ）により自己組織化を起こし、極めて秩序的に配向する。有機半導体層には、そうした液晶性有機化合物により高い自己組織性を有した分子凝集部分である領域（イ）が形成される。その領域（イ）においては、液晶性有機化合物の剛直な骨格部位（上記の化学式１及び２におけるＺ１とＺ２）が、隣接する液晶性有機化合物と極めて小さな距離で隣接する。その結果、液晶性有機化合物の領域（イ）では、分子間のπ電子軌道の重なりが大きくなることにより、ホッピング伝導に基づいた高速の電子伝導と高速のホール伝導が起こるので、形成された有機半導体層は、高い電荷輸送特性を示すこととなる。なお、この場合における骨格同士の間隔は、０．３～０．５ｎｍ程度である。

【００４６】

また、本発明のＮ相における電荷輸送においても、Ｎ相は１軸の分子配向をもつ凝集相であるが、配向秩序は一般に小さいため、平均的な分子間距離は７～９Å程度となる。この値はＳｍ相における分子間距離３～６Åに比べるとはるかに大きいものの、隣接する分子への電荷の移動は十分に起こりうる距離である。実際、固体のアモルファス物質中では

分子間距離が１０Åを超える場合であっても電子伝導が観測される。よって高純度に精製した液晶材料のＮ相においては、上記のような伝導も十分に考えられる。

【００４７】

これまでの例から見ると、液晶相における移動度が10^{-3}～10^{-4}ｃｍ^2／Ｖｓを超える場合は電子伝導と考えて良いが、一般に、移動度の値やその温度依存性のデータだけでは、観測された伝導がイオン伝導であるか、電子伝導であるかを判断することは難しい。実験的にこれを区別する最も簡便な方法は、炭化水素などの電子伝導に関わらない粘性の小さな液体を用いて液晶物質を希釈し、希釈前後での移動度を比較することである。電子伝導の場合は、希釈によって電荷の移動に関わる分子間距離が増大するため、移動度の減少が見られ、イオン伝導の場合は希釈による粘性の減少のために、移動度は増大することになる。

【００４８】

本発明で用いられる液晶性有機化合物は、例えば

【特許文献２】特開平１０－３１２７１１

に記載されているような液晶材料などでＮ相が発現するものが挙げられる。

【００４９】

本発明の液晶性有機化合物は、最終的に形成される有機半導体層に要求される特性を考慮して選定される。選定基準の特性としては、電子又は正孔の電荷移動度が最低でも１．０×10^{-4}ｃｍ^2／Ｖ・ｓ以上である。ここでいう電荷移動度とは、単位電界、１秒あたりの電荷の移動速度のことをいい、Ｔｉｍｅ　ｏｆ　ｆｌｉｇｈｔ法（以下、ＴＯＦ法という）により測定できる。

【００５０】

以上、本発明の液晶性有機化合物によれば、

【特許文献２】特開平１０－３１２７１１

に記載されているような化学構造でＮ相を持つ。こうした液晶性有機化合物は、Ｓｍ相のみならずＮ相も電荷輸送相として広い温度範囲で液晶相を示すと共に、高い電荷移動度の発現を可能にすることができる。

【００５１】

（有機半導体構造物）

本発明の有機半導体構造物は、上記本発明の液晶性有機化合物からなる有機半導体層を有するものであり、その液晶性有機化合物が熱分解温度以下の温度で少なくとも一種類のネマティック液晶相状態を有し、有機半導体層が電子移動度１．０×10^{-4}ｃｍ^2／Ｖ・ｓ以上、又は、正孔輸送移動度１．０×10^{-4}ｃｍ^2／Ｖ・ｓ以上であることに特徴を有している。

【００５２】

有機半導体層は、本発明の液晶性有機化合物を配向させることにより形成される。配向手段としては、液晶性有機化合物を、例えばポリイミド系材料からなる液晶配向層上に積層したり、微少な凹凸を表面に有した硬化性樹脂からなる液晶配向層上に積層したりすることにより行うことができる。

【００５３】

上述した液晶性有機化合物は、液晶状態を維持する温度以上において流動性を有するので、その状態で塗布することができる。こうした方法によれば、優れた電荷移動特性を有する大面積の有機半導体層を極めて容易に形成することができる。このときの塗布方法としては、各種の塗布方法および印刷方法を適用できる。

【００５４】

本発明の有機半導体構造物は、第一の態様として基板、液晶配向層、有機半導体層を順次積層したものを挙げることができ、第二の態様として、基板、有機半導体層、液晶配向層を順次積層したものを挙げることができ、第三の態様として、基板、液晶配向層、有機半導体層、液晶配向層を順次積層したものを挙げることができる。本発明においては、有機半導体層を、配向処理を施した層と接する形態となるように構成することによって、液

晶性有機化合物を構成する液晶相に高い配向性を付与することができる。

【００５５】

以上説明したように、本発明の有機半導体構造物は、広い温度範囲で高次の液晶相を示す液晶性有機化合物からなる有機半導体層を含むので、その有機半導体層は、液晶としての柔軟性を保持する均一な分子配向薄膜として使用することができる。また、その有機半導体層は、広い温度範囲において、液晶相を示すので、分子性結晶相に近い形態の密なパッキング構造を実現することができ、望ましくは１．０×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上の高い電荷移動特性を示すことができる。その結果、広い面積で均一且つ柔軟な分子配向薄膜を形成することが可能となり、光センサ、有機ＥＬ素子、太陽電池、やフレキシブルディスプレイ装置等に利用可能な薄膜トランジスタ等のデバイスに応用することができる。

【００５６】

（有機半導体装置）

図２は、本発明の有機半導体装置のトランジスタの一例を示す断面図である。本発明の有機半導体装置１０は、少なくとも基板１１、ゲート電極１２、ゲート絶縁層１３、有機半導体層１４、ドレイン電極１５及びソース電極１６で構成される。この有機半導体装置１０は、有機半導体層１４が、上述した本発明の有機半導体構造物を構成する液晶性有機化合物で形成されている。

【００５７】

本発明の有機半導体装置１０の構成の一例としては、基板１１上に、ゲート電極１２、ゲート絶縁層１３、配向した有機半導体層１４、ドレイン電極１５とソース電極１６、保護膜（図示しない。）の順に構成される逆スタガー構造、又は、基板１１上に、ゲート電極１２、ゲート絶縁層１３、ドレイン電極１５とソース電極１６、有機半導体層１４、保護膜（図示しない。）の順に構成されるコプラナー構造、を挙げることができる。こうした構成からなる有機半導体装置１０は、ゲート電極１２に印加される電圧の極性に応じて、蓄積状態又は空乏状態の何れかで動作する。

【００５８】

本発明の有機半導体装置の他の態様として、（ｉ）基板／ゲート電極／ゲート絶縁層（液晶配向層を兼ねる。）／ソース・ドレイン電極／液晶性有機半導体層（／保護層）、（ｉｉ）基板／ゲート電極／ゲート絶縁層／ソース・ドレイン電極／液晶配向層／液晶性有機半導体層（／保護層）、（ｉｉｉ）基板／ゲート電極／ゲート絶縁層（液晶配向層を兼ねる）／液晶性有機半導体層／ソース・ドレイン電極／（保護層）、（ｉｖ）基板／ゲート電極／ゲート絶縁層（液晶配向層を兼ねる）／液晶性有機半導体層／ソース・ドレイン電極がパターニングされた基板（保護層を兼ねる）、（ｖ）基板／ソース・ドレイン電極／液晶性有機半導体層／ゲート絶縁層（液晶配向層を兼ねる）／ゲート電極／基板（保護層を兼ねる）、（ｖｉ）基板（配向層を兼ねる）／ソース・ドレイン電極／液晶性有機半導体層／ゲート絶縁層／ゲート電極／基板（保護層を兼ねる）、又は、（ｖｉｉ）基板／ゲート電極／ゲート絶縁層／ソース・ドレイン電極／液晶性有機半導体層／基板（配向層を兼ねる）、とすることもできる。

【００５９】

図３は、本発明の有機半導体装置のもう一つの例を示す断面図である。本発明の有機半導体装置１７は、少なくとも基板１８、電極１９、電極２０、スペーサー２１、有機半導体層２２で構成される。この有機半導体装置１７は、有機半導体層２２が、上述した本発明の有機半導体構造物を構成する液晶性有機化合物で形成されている。電極１９、２０は同一材料で構成されてもよく、また、別材料でもよい。

【００６０】

本発明の有機半導体装置１７によれば、有機半導体層を本発明に係る液晶性有機化合物で形成するので、広い面積で均一且つ柔軟な有機半導体薄膜を形成することが可能となり、各種光センサ、有機ＥＬ素子、太陽電池に利用可能である。

【００６１】

（液晶物質の精製）

本発明における低分子ネマティック液晶の精製では、蒸留、カラムクロマトグラフィー、再結晶などの有機合成的精製手法や、昇華による物理的精製手法を適用することができる。特に、これらの精製法を、単独、あるいは、組み合わせて、２～３回行なうことが、少ない労力によって、効率よく精製を行なうことに有効である。

【００６２】

（純度の確認方法）

Ｔｉｍｅ－ｏｆ－ｆｌｉｇｈｔ法による過渡光電流の測定は、材料中の電荷の移動速度を求め、移動度を決定する方法で、移動速度の異なる電荷がある場合は、その速度の違いに応じた信号を基本的に時間分解して測定することができる方法である。この測定法を用いると、イオン伝導の移動度は一般に10^{-5}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以下であるので、少なくとも電子伝導で輸送される電荷が10^{-4}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上であれば、十分に信号としてその違いを識別できる。さらに、イオン伝導では移動度は媒質の粘度に逆比例するため、粘度の小さい溶媒、例えば、炭化水素などで希釈すると、媒質の粘度の方が大きい場合には希釈された媒質の粘度は小さくなるため移動度は増加する。媒質と希釈溶媒との粘度の差が小さい場合は希釈しても、希釈の有無により移動度には大きな違いは現れないことになる。これに対し、電荷が電子伝導で輸送されている場合には、同様に希釈すると、希釈の割合に応じて移動度は低下する。したがって、この二つの伝導の機構に違いにより、希釈による移動度の変化の方向が逆であるため、明確に、この二つ伝導機構の違いを区別することができることになる。このことについては、

【非特許文献６】Ｈ．　Ｉｉｎｏ，Ｊ．Ｈａｎｎａ　ａｎｄ　Ｄ．Ｈａａｒｅｒ：Ｐｈｙｓ．Ｒｅｖ．Ｂ７２，１９３２０３（２００５）．

に詳しく記載されている。

【００６３】

具体的には、精製した低分子ネマティック液晶とそれを蒸留によって精製した純度の高い、ネマティック液晶相の液晶温度領域の温度よりも高い沸点を持つ粘性の低い溶媒、例えば、ｎ－ヘキサン、ｎ－ヘプタン、ｎ－オクタン、ｎ－ノナン、ｎ－デカン、ｎ－ウンデカン、ｎ－ドデカン、ｎ－テトラデカン、ｎ－ペンタデカン、ｎ－ヘキサデカン、ｎ－ヘプタデカン、ｎ－オクタデカン等の長鎖炭化水素、アルキルベンゼンなどを１～２０モル％程度加え希釈した試料をＩＴＯ電極を設置した液晶セルにつめ、その液晶のネマティック相温度領域の温度で、その液晶物質のもつ吸収係数の大きな領域に発振波長をもつパルスレーザー光で励起し、同一条件（温度、電界強度）で過渡光電流の測定を行い、それぞれ液晶セルにおける移動度を求め、その移動度を比較する。この場合、希釈しない試料の移動度の値が10^{-4}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上で、かつ、その移動度が希釈した試料の移動度に比べて大きい場合は精製が十分と評価できる。一方、希釈しない試料の移動度にくらべて、希釈した試料の移動度が大きくなる場合は、精製が不十分と判断できる。希釈しない試料の移動度の値が希釈した試料の移動度に比べて大きい場合であっても、移動度の値が10^{-4}ｃｍ^{2}／Ｖｓより小さい場合は、その液晶物質のネマティック相での電子伝導の移動度が10^{-4}ｃｍ^{2}／Ｖｓよりも小さいと考えられ、有機半導体として特性が劣ると考えることができる。

【００６４】

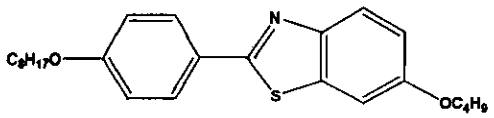
次に実施例を挙げて本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例には限定されない。

【実施例１】

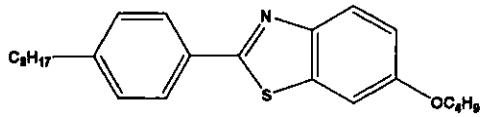
【００６５】

＜２－（４′－オクチルオキシフェニル）－６－ブトキシベンゾチアゾール（以下、８Ｏ－ＰＢＴ－Ｏ４と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞

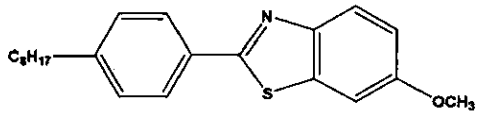
【化学式６】



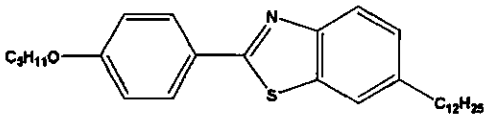
【００６６】
合成した８Ｏ－ＰＢＴ－０４について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ２（結晶相２）４２．７℃　Ｃｒｙｓｔ１（結晶相１）６７．３℃　ＳｍＣ（スメクティックＣ相）１０１℃　Ｎ（ネマティック相）１２３．８℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【００６７】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００６８】
液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、カラムクロマトグラフィー、再結晶を組み合わせて、２～３回行なった。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は１．０×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上であった。
【実施例２】
【００６９】
＜２－（４′－オクチルフェニル）－６－ブトキシベンゾチアゾール（以下、８－ＰＢＴ－Ｏ４と略記する）の液晶相における電荷輸送相特性＞
【化学式７】



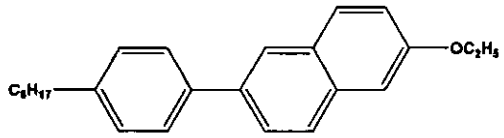
【００７０】
合成した８Ｏ－ＰＢＴ－Ｏ１について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ（結晶相）２０．３℃　Ｎ（ネマティック相）８４．８℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【００７１】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００７２】
液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、カラムクロマトグラフィー、再結晶を組み合わせて、２～３回行なった。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は１．０×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上であった。
【実施例３】
【００７３】
＜２－（４′－オクチルフェニル）－６－メトキシベンゾチアゾール（以下、８－ＰＢＴ－０１と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式８】



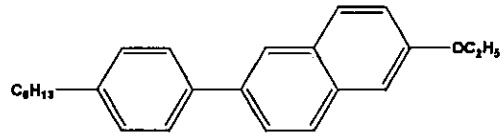
【００７４】
合成した８－ＰＢＴ－Ｏ１について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ（結晶相）５２．７℃　Ｎ（ネマティック相）７３．４℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【００７５】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００７６】
　液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、カラムクロマトグラフィー、再結晶を組み合わせて、２～３回行なった。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は１．１×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上であった。
【実施例４】
【００７７】
　＜２－（４′－ペンチルオキシフェニル）－６－ドデシルベンゾチアゾール（以下、５Ｏ－ＰＢＴ－１２と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式９】



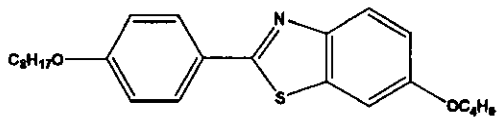
【００７８】
合成した５Ｏ－ＰＢＴ－１２について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ（結晶相）５０．３℃　ＳｍＡ（スメクティックＡ相）７９．２℃　Ｎ（ネマティック相）８６．４℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【００７９】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００８０】
　液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、カラムクロマトグラフィー、再結晶を組み合わせて、２～３回行なった。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は１．０×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上であった。
【実施例５】
【００８１】
　＜２－（４′－オクチルフェニル）－６－エトキシナフタレン（以下、８－ＰＮＰ－Ｏ２と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式１０】



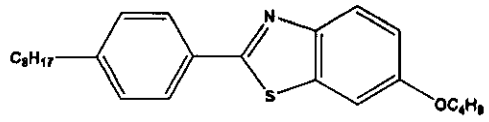
【００８２】
合成した８－ＰＮＰ－Ｏ２について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ２（結晶相２）３５℃　Ｃｒｙｓｔ１（結晶相１）６９．７℃　ＳｍＥ（スメクティックＥ相）１１５．３℃　Ｎ（ネマティック相）１２９．３℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【００８３】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００８４】
　液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、カラムクロマトグラフィー、再結晶を組み合わせて、２～３回行なった。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は１．１×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上であった。
【実施例６】
【００８５】
　＜２－（４′－ヘキシルオキシフェニル）－６－メトキシフェニルナフタレン（以下、６－ＰＮＰ－Ｏ２と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式１１】



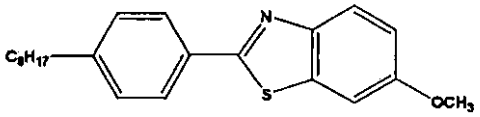
【００８６】
合成した６－ＰＮＰ－Ｏ２について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ（結晶相）６６．３℃　ＳｍＸ（スメクティックＸ相）１２１．４℃　Ｎ（ネマティック相）１３３．５℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【００８７】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００８８】
　液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、カラムクロマトグラフィー、再結晶を組み合わせて、２～３回行なった。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は１．１×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以上であった。
【比較例１】
【００８９】
　＜２－（４′－オクチルオキシフェニル）－６－ブトキシベンゾチアゾール（以下、８Ｏ－ＰＢＴ－Ｏ４と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式１２】



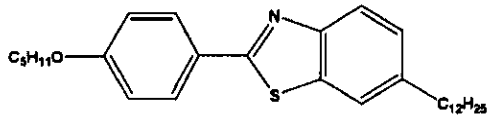
【００９０】
合成した８Ｏ－ＰＢＴ－Ｏ４について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ２（結晶相２）４２．７℃　Ｃｒｙｓｔ１（結晶相１）６７．３℃　ＳｍＣ（スメクティックＣ相）１０１℃　Ｎ（ネマティック相）１２３．８℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【００９１】
　各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００９２】
　液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、試料の精製は、カラムクロマトグラフィーで行った。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は３．０×１０$^{-5}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以下であった。
【比較例２】
【００９３】
　＜２－（４′－オクチルフェニル）－６－ブトキシベンゾチアゾール（以下、８－ＰＢＴ－Ｏ４と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式１３】



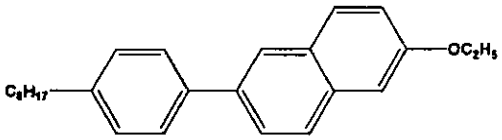
【００９４】
合成した８－ＰＢＴ－Ｏ４について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ（結晶相）２０．３℃　Ｎ（ネマティック相）８４．８℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
　各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００９５】
　液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、試料の精製は、カラムクロマトグラフィーで行った。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴａｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は５．０×１０$^{-5}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以下であった。
【比較例３】
【００９６】
＜２－（４′－オクチルフェニル）－６－メトキシベンゾチアゾール（以下、８－ＰＢＴ－Ｏ１と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式１４】



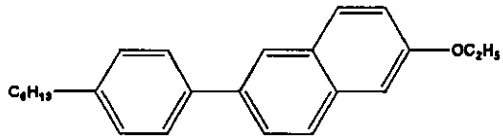
【００９７】
合成した８－ＰＢＴ－Ｏ１について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ（結晶相）５２．７℃　Ｎ（ネマティック相）７３．４℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【００９８】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【００９９】
液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、試料の精製は、カラムクロマトグラフィーで行った。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は４．０×１０$^{-5}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以下であった。
【比較例４】
【０１００】
＜２－（４′－ペンチルオキシフェニル）－６－ドデシルベンゾチアゾール（以下、５Ｏ－ＰＢＴ－１２と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式１５】



【０１０１】
合成した５Ｏ－ＰＢＴ－１２について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ（結晶相）５０．３℃　ＳｍＡ（スメクティックＡ相）７９．２℃　Ｎ（ネマティック相）８６．４℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
　各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【０１０２】
液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、試料の精製は、カラムクロマトグラフィーで行った。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は５．０×１０$^{-5}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以下であった。
【比較例５】
【０１０３】
＜２－（４′－オクチルフェニル）－６－エトキシナフタレン（以下、８－ＰＮＰ－Ｏ２と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式１６】



【０１０４】
合成した８－ＰＮＰ－Ｏ２について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ２（結晶相２）３５℃　Ｃｒｙｓｔ１（結晶相１）６９．７℃　ＳｍＥ（スメクティックＥ相）１１５．３℃　Ｎ（ネマティック相）１２９．３℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【０１０５】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【０１０６】
液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、試料の精製は、カラムクロマトグラフィーで行った。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は５．０×１０$^{-5}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以下であった。
【比較例６】
【０１０７】
＜２－（４′－ヘキシルオキシフェニル）－６－メトキシフェニルナフタレン（以下、６－ＰＮＰ－Ｏ２と略記する）の液晶相における電荷輸送特性＞
【化学式１７】



【０１０８】
合成した６－ＰＮＰ－Ｏ２について、ＤＳＣ（示差型走査熱分析）で相転移温度を測定した結果、相転移温度が「Ｃｒｙｓｔ（結晶相）６６．３℃　ＳｍＸ（スメクティックＸ相）１２１．４℃　Ｎ（ネマティック相）１３３．５℃　Ｉｓｏ（等方相）を示す液晶材料である（降温下５℃／ｍｉｎで測定）。
【０１０９】
各相間の温度は、相転移温度を示している。液晶相の同定はＸ線回折で行なった。
【０１１０】
液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。試料の精製は、試料の精製は、カラムクロマトグラフィーで行った。試料の液晶セルへの注入は、ホットプレート上で加熱した液晶セルに等方相にまで昇温した試料を毛細管現象を利用してセルにしみ込ませた。移動度の測定は、光源３３７ｎｍの窒素レーザーを使用して液晶相でＴｉｍｅ　ｏｆ　Ｆｌｉｇｈｔ法による測定を行なった。このとき、Ｎ相での正孔の移動度は４．０×１０$^{-5}$ｃｍ^{2}／Ｖ・ｓ以下であった。
【０１１１】
（評価方法）
上記の実施例１～６及び比較例１～６で合成したサンプルについて、下記に示す評価項目について試験を行い、そのデータを測定した。
【０１１２】
相転移温度の測定には、ＤＳＣ（示差型走査熱分析、セイコー電子工業ＤＳＣ２２０Ｃ

）を用いた。液晶相の同定には、ホットステージ付きＸ線回折装置（ＲＩＧＡＫＵ　ＲＡＤ－Ｂ，理学電気製）を用いた。電荷移動度の測定は、図３に示す装置を用い、励起光として窒素パルスレーザー（Ｌａｓｅｒ　ｐｈｏｔｏｎｉｃｓＬＮ２０３Ｃ）を用い、Ｔｉｍｅ　ｏｆ　ｆｌｉｇｈｔ法による測定を各液晶相で行った。

【０１１３】

［図５］

精製を十分に行なった実施例１で示した８０－ＰＢＴ－０４の希釈前後でのネマティック相における過渡光電流波形に見られる変化を示す。印下電圧は１００Ｖとした。液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。７２．６ｓｅｃ付近に見られる肩は、電荷が対向電極に到達したことを表しており、移動度は１．１×１０$^{-4}$ｃｍ^{2}／Ｖｓに対応する。ｎ－テトラデカン１０モル％希釈した物では、１０３μｓｅｃ付近に見られる肩は遅い時間領域に移動しており、移動度が減少したことを示している。これは、電子伝導に特徴的な特性である。

【０１１４】

［図６］

精製の不十分な８０－ＰＢＴ－０４例に、比較例１で示した８０－ＰＢＴ－０４の希釈前後でのネマティック相における過渡光電流波形に見られる変化を示す。印下電圧は１００Ｖとした。液晶セルとしては、真空成膜によりＩＴＯ電極（表面抵抗１００～２００Ω／□）を設けたセルギャップ９μｍのガラス基板を用いた。５９６μｓｅｃ付近に見られる肩は、電荷が対向電極に到達したことを表しており、移動度は１．３６×１０$^{-5}$ｃｍ^{2}／Ｖｓに対応する。ｎ－テトラデカンで１０ｍｏｌ％希釈した物では、５７４μｓｅｃ付近に見られる肩は速い時間領域に移動しており、移動度が増加したことを示している。これは、イオン伝導に特徴的な特性である。

【０１１５】

【表１】

	電荷移動度	n-テトラデカンによる移動度の変化
実施例１	１．０×１０$^{-4}$cm^{2}/V・s以上	減少
実施例２	１．０×１０$^{-4}$cm^{2}/V・s以上	減少
実施例３	１．１×１０$^{-4}$cm^{2}/V・s以上	減少
実施例４	１．０×１０$^{-4}$cm^{2}/V・s以上	減少
実施例５	１．１×１０$^{-4}$cm^{2}/V・s以上	減少
実施例６	１．１×１０$^{-4}$cm^{2}/V・s以上	減少
比較例１	３．０×１０$^{-5}$cm^{2}/V・s以下	増加
比較例２	５．０×１０$^{-5}$cm^{2}/V・s以下	増加
比較例３	４．０×１０$^{-5}$cm^{2}/V・s以下	増加
比較例４	５．０×１０$^{-5}$cm^{2}/V・s以下	増加
比較例５	５．０×１０$^{-5}$cm^{2}/V・s以下	増加
比較例６	４．０×１０$^{-5}$cm^{2}/V・s以下	増加

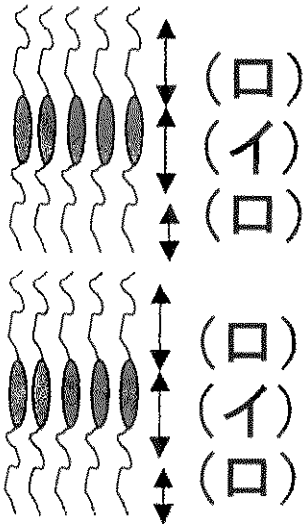
表１は、ｔｉｍｅ－ｏｆ－ｆｌｉｇｈｔ法により、各ネマティック相温度で測定した、精製したネマティック液晶物質の移動度と同じ条件で測定したｎ－テトラデカンで３～１５モル％希釈した場合の液晶物質の示す移動度の変化をまとめたものである。ｎ－テトラデカンによる移動度の変化から、実施例１～６の精製した液晶物質におけるネマティック相における移動度は電子伝導による伝導が起きているものと判断され、有機半導体としての扱うことができる。

【産業上の利用可能性】

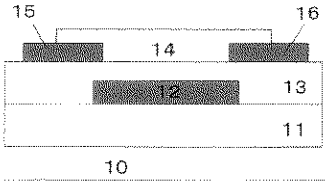
【０１１６】

本発明は、ネマティック液晶物質が、その純度の保証をされれば、通常の固体系の有機半導体材料と同様に、種々の有機電子デバイスに適用可能である。具体的には、光センサ、有機ＥＬ素子、有機トランジスタ、太陽電池、有機電子メモリー素子などに利用できる。特に、分子配向の制御が容易であることから、偏光の受光発光素子として、特徴ある光学的にアクティブな光電子デバイスへの応用が本材料を活かすことになる。
また、光学活性なネマティック液晶物質を用いれば、同様に、円偏光の受光、発光素子にも適用できる。
【図面の簡単な説明】
【０１１７】
【図１】　液晶性有機化合物が自己組織化してなる有機半導体層の一例を示すモデル図である。
【図２】　本発明の有機半導体装置の一例を示す断面図である。
【図３】　本発明の有機半導体装置の一例を示す断面図である。
【図４】　過渡光電流測定法（ＴＯＦ法）の構成図の一例である。
【図５】　精製を十分に行なった試料における過渡光電流波形の図である。
【図６】　精製が不十分な試料における過渡光電流波形の図である。
【符号の説明】
【０１１８】
　１０　有機半導体装置
　１１　基板
　１２　ゲート電極
　１３　ゲート絶縁層
　１４　有機半導体層
　１５　ドレイン電極
　１６　ソース電極
　１７　有機半導体装置
　１８　基板
　１９　電極
　２０　電極
　２１　スペーサー
　２２　液晶性有機半導体材料
　２０１　N_2パルスレーザー
　３０１　試料
　４０１　デジタルオシロスコープ
　２３　精製を十分に行なった８０－ＰＢＴ－Ｏ４でのネマティック相における過渡光電流波形である
　２４　精製を十分に行なった８０－ＰＢＴ－Ｏ４に対してｎ－テトラデカンを１０ｍｏｌ％で希釈した時のネマティック相における過渡光電流波形である
　２５　精製が不十分な８０－ＰＢＴ－Ｏ４でのネマティック相における過渡光電流波形である
　２６　精製が不十分な８０－ＰＢＴ－Ｏ４に対してｎ－テトラデカンを１０ｍｏｌ％で希釈した時のネマティック相における過渡光電流波形である

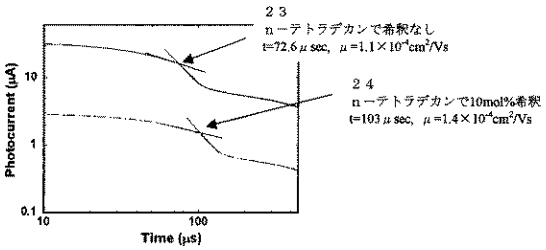
【図１】



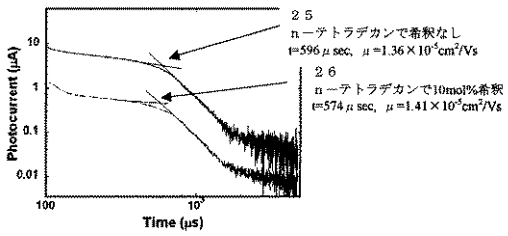
【図２】



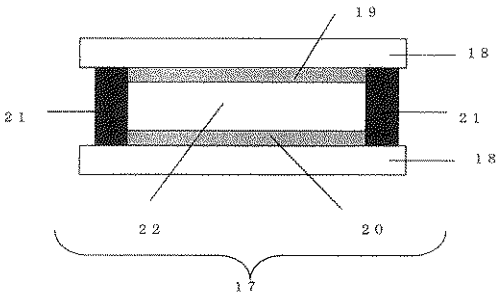
【図５】



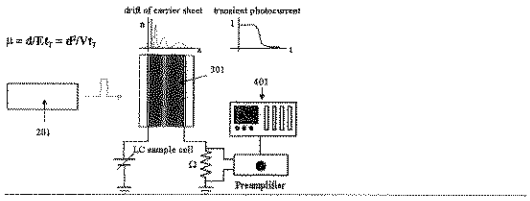
【図６】



【図３】



【図４】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.　　ＦＩ
Ｃ０７Ｄ 277/66 (2006.01)　　Ｃ０７Ｃ 43/20 ＣＳＰＤ
Ｃ０９Ｋ 19/32 (2006.01)　　Ｃ０７Ｄ 277/66
Ｃ０９Ｋ 19/34 (2006.01)　　Ｃ０９Ｋ 19/32
Ｃ０９Ｋ 19/34

(72)発明者　半那　純一
神奈川県横浜市緑区上山２－２９－１２
(72)発明者　徳永　圭治
神奈川県横浜市青葉区あざみ野１－１８－１１　ビューテラスあざみ野Ａ棟４０８号室

審査官　坂崎　恵美子

(56)参考文献　特開２００４－１５３１７７（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２４８９４８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／１０３２００（ＷＯ，Ａ１）
特開２０００－１９２０４３（ＪＰ，Ａ）
欧州特許出願公開第００７６３５３２（ＥＰ，Ａ１）
特開平０８－０２７１３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３２１８２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０３９４８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２５８６８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２９４７８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２９４５３０（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２３１２６０（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１２６６２２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０２５０５９（ＪＰ，Ａ）
Chemical Research in Chinese Universities, １９９２年, Vol.8, No.2, p.164-168
Molecular Crystals and Liquid Crystals, ２００４年, Vol.411, p.1307-1314

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｃ０７Ｃ　４３／２０
Ｃ０７Ｄ　２７７／６６
ＣＡｐｌｕｓ／ＲＥＧＩＳＴＲＹ（ＳＴＮ）