

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 1 月 9 日(09.01.2014)



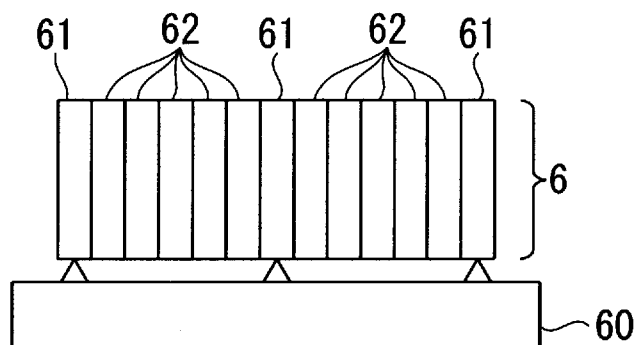
(10) 国際公開番号
WO 2014/006700 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/40 (2006.01) *H01L 51/30* (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) *H01L 51/42* (2006.01)
H01L 29/786 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
H01L 51/05 (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/067074
- (22) 国際出願日: 2012 年 7 月 4 日(04.07.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社(Sharp Kabushiki Kaisha) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 哲二 (ITO H Tetsuji) [JP/—]. 青森 繁 (AOMORI Shigeru) [JP/—].
- (74) 代理人: 船山 武, 外(FUNAYAMA Takeshi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING ORGANIC THIN FILM

(54) 発明の名称: 有機薄膜の製造方法

[図2C]



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing: an organic thin film in which the orientation of organic molecules has been controlled and which has a sufficient function; a process for producing the organic thin film; and an organic electronic device and a display device which are obtained using the organic thin film. This process is for producing an organic thin film on a substrate and comprises a step in which first organic molecules are vertically and scatteringly disposed on the substrate by chemical bonding and a step in which second organic molecules are introduced over the substrate and arranged with respect to the first organic molecules to form a thin film.

(57) 要約: 本発明は、有機分子の配向性が制御されて十分な機能を有する有機薄膜及びその製造方法、並びに該有機薄膜を用いた有機電子デバイス及び表示装置を提供することを課題とする。本発明は、基材上に設けられた有機薄膜の製造方法であって、基材上に第一の有機分子を化学結合させて立設し、点在させる工程と、基材上に第二の有機分子を導入し、第一の有機分子に対して第二の有機分子を配列させて、薄膜を形成する工程と、を有する。



WO 2014/006700 A1

明 細 書

発明の名称：

有機薄膜の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、有機薄膜及びその製造方法、並びに該有機薄膜を用いた電界効果トランジスタ、有機発光素子、太陽電池、表示装置用アレイ及び表示装置に関する。

背景技術

[0002] ユビキタス情報社会を迎え、情報端末としてフレキシブル、軽量、かつ安価なデバイスが求められている。さらに、このような情報端末としてのアプリケーションを想定した場合、大量生産のみならず、様々なユーザーの要求に対して迅速に対処できるプロセスが必要となる。こうしたデバイスやプロセスは、従来からあるシリコン系デバイス技術の延長ではその要望に十分に対応できない。そこで近年、このような要望に応え得る技術として、有機材料を半導体等に用いた電子デバイス技術の研究が盛んに行われている。その中でも、有機半導体材料を用いた有機トランジスタ（O F E T）、有機発光ダイオード（O L E D）、有機太陽電池などの有機電子デバイスが注目され、その一部ではすでに実用化が始まっている。

[0003] このような有機電子デバイスがその機能を発現するためには、基本構造として有機薄膜を備えることが必要となる。例えば、一般的な有機薄膜トランジスタは、ゲート電極上に絶縁体層が設けられ、さらに絶縁体層上に、有機半導体薄膜からなる層が設けられた構造を有する。ここでは、有機薄膜トランジスタを例に挙げたが、有機薄膜は半導体であるか否かによらず、各種デバイスに幅広く応用されており、産業上極めて重要なものである。

[0004] 有機電子デバイスでは、構成する分子の配向性が、デバイスの機能発現に際して極めて重要な要素となる。有機単結晶は、配向の欠損が殆ど無く、有

機電子デバイスとしては理想的であるが、所望のサイズの単結晶を作成しデバイス上に配置することは極めて困難であり、例えば、単結晶トランジスタはごく一部の有機半導体材料のみでしか実現出来ていない。一方、有機薄膜は、真空蒸着法などのドライプロセスや、スピコート法、印刷法などのウェットプロセスで作製されるが、その作製条件によっては、有機分子が多様な形態で凝集するため、所望の有機薄膜が得られるように、分子の配向性を制御することは容易ではない。これは、薄膜形成に用いるような有機分子では、分子間力が主にファンデルワールス力であり、比較的弱い力であるため、有機分子が基材との相互作用に強く影響されることが一因である。

[0005] 有機分子を配列させる方法としては、自己組織化単分子膜（以下、SAM膜と略記する）の技術を利用したものが例示できる。SAM膜とは、有機分子が自己整合的に秩序性を持って集積された単分子膜のことであり、SAM膜と、SAM膜に隣接する膜（基材）とは、化学結合により連結される。例えば、長鎖アルキル基からなるSAM膜は、トランジスタのゲート絶縁膜における濡れ性の改善や、電極における接触抵抗低減のための表面修飾剤として一般に用いられている。また、有機半導体分子を含むSAM膜は、通常の溶液プロセスで容易に広い面積で作製でき、基材と有機半導体分子とが強固な化学結合によって連結可能なことから、フレキシブルデバイスへの応用が期待される。例えば、これまでに、シランカップリング部位を有するオリゴチオフェンを用いて基材上にSAM膜を形成し、このSAM膜を備えたトランジスタデバイスは、 $0.04 \text{ cm}^2 / (\text{Vs})$ の移動度を示すことが開示されている（非特許文献1参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Nature，第455巻，956（2008）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、同様の π 電子共役系を有する有機分子であって、配向の欠損が無いオリゴチオフェン単結晶を用いたトランジスタ（「Appl. Phys. Lett.」, 第73巻, (1998)」参照）では、 $0.5 \text{ cm}^2 / (\text{Vs})$ の移動度を示しており、非特許文献1に記載されたトランジスタデバイスは、これに比べて一桁小さな移動度しか示さない。その主たる原因としては、トランジスタの活性層となるSAM膜において、有機半導体分子がその特性を十分に発揮できる最適な分子配列の周期性と、有機半導体分子が実際に基材と連結された状態での分子配列の周期性とが整合していないこと（ミスマッチング）が考えられる。有機半導体分子は、通常カップリング剤を介して基材と連結されるが、その場合、カップリング部位によって分子配列の周期性が決定される。このミスマッチングについて、図1を参照しながらより具体的に説明する。

[0008] 図1において、有機分子63は、シランカップリング部位63aを介して基材60と連結され、単分子膜である有機薄膜6'を形成している。なお、ここでは判り易くするために、有機分子63を長方形で示している。そして、シランカップリング部位63aにおける、隣り合うケイ素原子（Si）間の距離 L_a によって、隣り合う有機分子63間の距離が決定され、分子配列の周期は L_b となる。そして、実質的に L_a 及び L_b はほぼ等しくなり、その値は約 $4.3 \text{ \AA}$ （オングストローム）であることが知られている（「An Introduction to Ultrathin Organic Film, 257, Academic press 1991」参照）。

これに対して、有機分子63が π 電子共役系を有する場合、隣り合う有機分子63の間で分子間相互作用が最大になると考えられる分子間の距離は、理論上、 π 電子共役分子のファンデルワールス半径の和である約 $3.4 \text{ \AA}$ であり、例えば、有機分子63が上記のオリゴチオフェンである場合など、ファンデルワールス半径が大きい硫黄原子が含まれることを考慮しても約 $3.6 \text{ \AA}$ に過ぎない。このように、従来の有機薄膜6'では、有機分子63の分子配列の周期 L_b （約 $4.3 \text{ \AA}$ ）は、前記分子間相互作用が最大になる分子間

の距離（約 3.4 ～ 3.6 Å）よりも大きいために、隣り合う有機分子 63 間での分子間相互作用が不十分となり、有機薄膜 6' が所望の機能を発現できないと考えられる。なお、ここでは、有機分子が π 電子共役系を有する場合について説明したが、 π - π 相互作用以外の分子間相互作用を発現する有機分子についても、同様の問題点がある。

[0009] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、有機分子の配向性が制御されて十分な機能を有する有機薄膜及びその製造方法、並びに該有機薄膜を用いた有機電子デバイス及び表示装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0010] (1) 本発明の第 1 の態様は、基材上に設けられた有機薄膜の製造方法であって、前記基材上に第一の有機分子を化学結合させて立設し、点在させる工程と、前記基材上に第二の有機分子を導入し、前記第一の有機分子に対して前記第二の有機分子を配列させて、薄膜を形成する工程と、を有する有機薄膜の製造方法である。

[0011] (2) 本発明の第 1 の態様において、前記第一の有機分子に対して前記第二の有機分子を分子間相互作用により配列させても良い。

[0012] (3) 本発明の第 1 の態様において、前記第一及び第二の有機分子が、 π 電子共役系を有しても良い。

[0013] (4) 本発明の第 1 の態様において、前記第一の有機分子が溶解された溶液を前記基材と接触させて、前記第一の有機分子を前記基材上に化学結合させても良い。

[0014] (5) 本発明の第 1 の態様において、前記第一の有機分子が溶解された溶液の濃度により、前記基材上に化学結合された前記第一の有機分子の密度を調節しても良い。

[0015] (6) 本発明の第 1 の態様において、前記第一の有機分子が溶解された溶液と前記基材との接触時間により、前記基材上に化学結合された前記第一の有機分子の密度を調節しても良い。

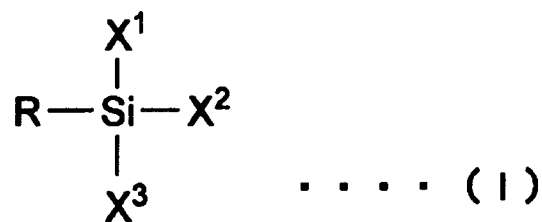
[0016] (7) 本発明の第 1 の態様において、前記第二の有機分子が溶解された溶

液を塗布することで、前記第二の有機分子を前記基材上に導入しても良い。

[0017] (8) 本発明の第1の態様において、前記第二の有機分子を蒸着させることで、前記基材上に導入しても良い。

[0018] (9) 本発明の第1の態様において、前記基材が親水性基を有し、前記第一の有機分子が、下記一般式(1)で表される有機ケイ素化合物であっても良い。

[0019] [化1]



(式中、Rは π 電子共役系を有する有機基であり； X^1 、 X^2 及び X^3 はそれぞれ独立して、これらが結合しているケイ素原子(Si)と前記親水性基との反応で離脱する基である。)

[0020] (10) 本発明の第2の態様は、基材上に設けられた有機薄膜であって、前記基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜である。

[0021] (11) 本発明の第2の態様において、前記第一の有機分子に対して前記第二の有機分子が分子間相互作用により配列されても良い。

[0022] (12) 本発明の第2の態様において、前記第一及び第二の有機分子が、 π 電子共役系を有しても良い。

[0023] (13) 本発明の第2の態様において、前記第一の有機分子が含まれる溶液と前記基材との接触により、前記第一の有機分子が前記基材上に化学結合されても良い。

[0024] (14) 本発明の第2の態様において、前記第一の有機分子が含まれる溶液の濃度により、前記基材上に化学結合された前記第一の有機分子の密度が調節されても良い。

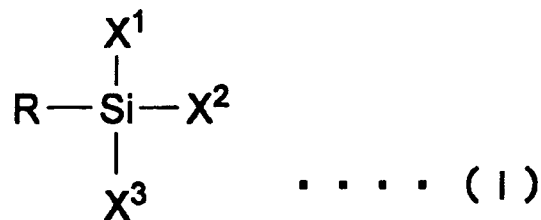
[0025] (15) 本発明の第2の態様において、前記第一の有機分子が含まれる溶液と前記基材との接触時間により、前記基材上に化学結合された前記第一の有機分子の密度が調節されても良い。

[0026] (16) 本発明の第2の態様において、前記第二の有機分子が含まれる溶液の塗布により、前記第二の有機分子が前記基材上に導入され、配列されても良い。

[0027] (17) 本発明の第2の態様において、前記第二の有機分子が蒸着により、前記基材上に導入され、配列されても良い。

[0028] (18) 本発明の第2の態様において、前記基材が親水性基を有し、前記第一の有機分子が、下記一般式(1)で表される有機ケイ素化合物であっても良い。

[0029] [化2]



(式中、Rは π 電子共役系を有する有機基であり； X^1 、 X^2 及び X^3 はそれぞれ独立して、これらが結合しているケイ素原子(Si)と前記親水性基との反応で離脱する基である。)

[0030] (19) 本発明の第3の態様は、有機半導体層を備えた電界効果トランジスタであって、基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記有機半導体層として備えた電界効果トランジスタである。

[0031] (20) 本発明の第3の態様において、ゲート電極、ゲート絶縁膜、ソース電極、ドレイン電極及び有機半導体層を備え、前記有機半導体層が、前記ゲート絶縁膜を介して前記ゲート電極と対向するように設けられており、前

記ソース電極及びドレイン電極が、前記有機半導体層上に接するように設けられても良い。

[0032] (21) 本発明の第3の態様において、ゲート電極、ゲート絶縁膜、ソース電極、ドレイン電極及び有機半導体層を備え、前記有機半導体層が、前記ゲート絶縁膜を介して前記ゲート電極と対向するように設けられており、前記ソース電極及びドレイン電極が、前記ゲート絶縁膜上に設けられても良い。

[0033] (22) 本発明の第4の態様は、基材上に一对の電極を備え、前記一对の電極間に、少なくともキャリア輸送層及び発光層を備えた有機発光素子であって、前記基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記キャリア輸送層として備えた有機発光素子である。

[0034] (23) 本発明の第5の態様は、基材上に一对の電極を備え、前記一对の電極間に、p型半導体層及びn型半導体層を備えた太陽電池であって、前記基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記p型半導体層及び／又はn型半導体層として備えたことを特徴とする太陽電池である。

[0035] (24) 本発明の第6の態様は、基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記有機半導体層として備えた電界効果トランジスタをスイッチング素子として備えた表示装置用アレイである。

[0036] (25) 本発明の第7の態様は、画像信号を発生して出力する画像信号出力部と、前記画像信号に基づいて電流又は電圧を発生する駆動部と、発生した前記電流又は電圧により発光する発光部と、を備えた表示装置であって、

前記発光部が、前記基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記キャリア輸送層として備えた有機発光素子である表示装置である。

発明の効果

[0037] 本発明によれば、有機分子の配向性が制御されて十分な機能を有する有機薄膜及びその製造方法、並びに該有機薄膜を用いた有機電子デバイス及び表示装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]有機薄膜における分子配列の周期性のミスマッチングを説明するための模式図である。

[図2A]本発明に係る有機薄膜の製造方法を説明するための第1の模式図である。

[図2B]本発明に係る有機薄膜の製造方法を説明するための第2の模式図である。

[図2C]本発明に係る有機薄膜の製造方法を説明するための第3の模式図である。

[図3]第一の有機分子が基材とシロキサン結合を形成して結合している様子を例示する模式図である。

[図4]第一の有機分子が含まれる液体を用いて、第一の有機分子を基材上に点在させる場合について、液体中における第一の有機分子の濃度と仕事関数との関係を例示するグラフである。

[図5]第一の実施形態に係る電界効果トランジスタの要部を例示する概略断面図である。

[図6]第二の実施形態に係る電界効果トランジスタの要部を例示する概略断面図である。

[図7]第三の実施形態に係る電界効果トランジスタの要部を例示する概略断面

図である。

[図8]第四の実施形態に係る電界効果トランジスタの要部を例示する概略断面図である。

[図9A]図5に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第1の概略断面図である。

[図9B]図5に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第2の概略断面図である。

[図9C]図5に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第3の概略断面図である。

[図9D]図5に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第4の概略断面図である。

[図10A]図6に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第1の概略断面図である。

[図10B]図6に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第2の概略断面図である。

[図10C]図6に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第3の概略断面図である。

[図10D]図6に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第4の概略断面図である。

[図10E]図6に示す電界効果トランジスタの製造方法を説明するための第5の概略断面図である。

[図11]本発明に係る太陽電池の要部を例示する概略断面図である。

[図12A]図11に示す太陽電池の製造方法を説明するための第1の概略断面図である。

[図12B]図11に示す太陽電池の製造方法を説明するための第2の概略断面図である。

[図12C]図11に示す太陽電池の製造方法を説明するための第3の概略断面図である。

[図12D]図 1 1 に示す太陽電池の製造方法を説明するための第 4 の概略断面図である。

[図13]本発明に係る有機発光素子の要部を例示する概略断面図である。

[図14A]図 1 3 に示す有機発光素子の製造方法を説明するための第 1 の概略断面図である。

[図14B]図 1 3 に示す有機発光素子の製造方法を説明するための第 2 の概略断面図である。

[図14C]図 1 3 に示す有機発光素子の製造方法を説明するための第 3 の概略断面図である。

[図14D]図 1 3 に示す有機発光素子の製造方法を説明するための第 4 の概略断面図である。

[図14E]図 1 3 に示す有機発光素子の製造方法を説明するための第 5 の概略断面図である。

[図14F]図 1 3 に示す有機発光素子の製造方法を説明するための第 6 の概略断面図である。

[図14G]図 1 3 に示す有機発光素子の製造方法を説明するための第 7 の概略断面図である。

[図15A]本発明に係る表示装置用アレイの要部を例示する平面図である。

[図15B]本発明に係る表示装置用アレイの要部を例示する拡大平面図である。

[図15C]本発明に係る表示装置用アレイの要部を例示する図であって、図 1 5 B の C - C 線における断面図である。

[図15D]本発明に係る表示装置用アレイの要部を例示する図であって、図 1 5 B の D - D 線における断面図である。

[図16A]本発明に係る表示装置用アレイにおける有機半導体装置の製造方法を説明するための第 1 の概略断面図である。

[図16B]本発明に係る表示装置用アレイにおける有機半導体装置の製造方法を説明するための第 2 の概略断面図である。

[図16C]本発明に係る表示装置用アレイにおける有機半導体装置の製造方法を

説明するための第３の概略断面図である。

[図16D]本発明に係る表示装置用アレイにおける有機半導体装置の製造方法を説明するための第４の概略断面図である。

[図16E]本発明に係る表示装置用アレイにおける有機半導体装置の製造方法を説明するための第５の概略断面図である。

[図17A]本発明に係る表示装置の要部を例示する平面図である。

[図17B]本発明に係る表示装置の要部を例示する図であって、１画素の等価回路図である。

[図17C]本発明に係る表示装置の要部を例示する概略図であって、１画素の平面図である。

発明を実施するための形態

[0039] <有機薄膜及びその製造方法>

本発明に係る有機薄膜の製造方法は、基材上に設けられた有機薄膜の製造方法であって、前記基材上に第一の有機分子を化学結合させて立設し、点在させる工程（以下、「点在化工程」と略記する）と、前記基材上に第二の有機分子を導入し、前記第一の有機分子に対して前記第二の有機分子を配列させて、薄膜を形成する工程（以下、「成膜工程」と略記する）と、を有することを特徴とする。かかる製造方法について、以下、図２Ａ～図２Ｃを参照しながら詳しく説明する。

[0040] [点在化工程]

図２Ａ～図２Ｃは、本発明に係る有機薄膜の製造方法を説明するための模式図である。

点在化工程では、図２Ａ及び図２Ｂに示すように、基材６０上に、第一の有機分子６１を化学結合させて立設し、点在させる。本工程では、第一の有機分子６１が基材６０上に点在するだけなので、第一の有機分子６１は薄膜を形成しない。なお、図２Ａ～図２Ｃでは判り易くするために、第一の有機分子６１を長方形で、第一の有機分子６１と基材６０との結合部位を三角形で、それぞれ示している。

[0041] 基材60は、有機薄膜の用途に応じて任意に選択できる。例えば、有機半導体薄膜を製造する場合には、薄膜の材質、デバイスの構成及び性能等を考慮して、基材60を適宜選択すればよく、具体的な材質としては、シリコン単結晶、多結晶シリコン、アモルファスシリコン、ゲルマニウム（Ge）等の元素半導体；ガリウムヒ素（GaAs）、インジウムガリウムヒ素（InGaAs）、セレン化亜鉛（ZnSe）等の化合物半導体；石英ガラス等のガラス；ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルサルホン（PES）、ポリテトラフルオロエチレン等の絶縁性高分子化合物が例示できる。

また、第一の有機分子61が結合できるものであれば、基材60として薄膜を用いてもよい。すなわち、第一の有機分子61を結合させて、二層構造の薄膜とすることもできる。

[0042] また、基材60は、その表面に酸化シリコン（SiO₂）、酸化アルミニウム（Al₂O₃）、酸化インジウムスズ（ITO）、酸化亜鉛（ZnO）等の金属酸化膜が形成されていてもよい。

そして、好ましい基材60としては、水酸基（-OH）、カルボキシル基（-C(=O)-OH）、アミノ基（-NH₂）、ヒドロキシルアミノ基（-NHOH）、イミノ基（=NH）、チオール基（-SH）等の活性水素を有する親水性基が表面に露出された、親水化処理されたものが例示できる。

親水化処理は、例えば、過酸化水素及び濃硫酸を含む溶液中に未処理の基材を浸漬することで行うことができる。また、前記金属酸化膜が表面に形成された基材を、UVオゾン処理、酸化プラズマ処理等することでも行うことができる。

[0043] 基材60は、単層構造及び複数層構造のいずれでもよく、複数層構造である場合には、層数も特に限定されず、すべてが同じ材質でもよいし、すべてが異なる材質でもよく、一部が異なる材質でもよい。

[0044] 基材60は、フィルム状又はプレート状であることが好ましく、厚さは目的に応じて適宜選択すればよいが、0.1～3mmであることが好ましい。

[0045] 第一の有機分子 6 1 は、後述する第二の有機分子 6 2 を配列させ、且つ基材 6 0 の表面と化学結合するものであれば特に限定されず、第二の有機分子 6 2 との間で分子間相互作用を発現するものが好ましい。ここで、分子間相互作用としては、 π - π 相互作用、ファンデルワールス力による相互作用、水素結合による相互作用、クーロン力による相互作用（電荷-電荷相互作用）、電荷移動相互作用等が例示できる。そして、第一の有機分子 6 1 としては、半導体分子も好ましい。

また、第一の有機分子 6 1 は、基材 6 0 との結合部位が、分子の末端又はその近傍にあるものが好ましく、基材 6 0 との結合部位が一つであるものが好ましい。

[0046] 第一の有機分子 6 1 としては、有機ケイ素化合物が好ましく、基材 6 0 とシロキサン結合（-Si-O-）を形成して結合するものがより好ましい。図 3 は、第一の有機分子 6 1 が基材 6 0 とシロキサン結合（-Si-O-）を形成して結合している様子を例示する模式図である。ここでは、基材 6 0 として、表面に酸化シリコン（SiO₂）の膜が形成されたものを示しており、一部で水酸基（-OH）が露出され、親水化されている。そして、第一の有機分子 6 1 は、その構造中のケイ素原子が基材 6 0 上の水酸基と反応してシロキサン結合を形成し、シランカップリング部位 6 1 a を形成している。これは、基材 6 0 として、表面が親水化処理されたものを用いれば、いずれも同様である。なお、シランカップリング部位 6 1 a の一つのケイ素原子は第一の有機分子 6 1 に由来し、シランカップリング部位 6 1 a の三つの酸素原子は基材 6 0 に由来する。

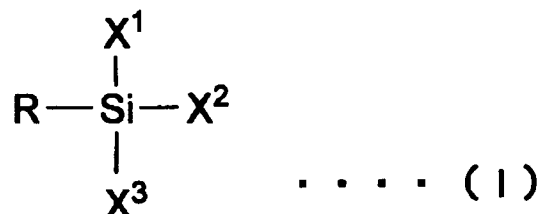
一方、シランカップリング部位 6 1 a の三つの酸素原子は、基材 6 0 上で三脚状に、基材 6 0 のケイ素原子と結合していると考えられる。これにより、第一の有機分子 6 1 が基材 6 0 の表面に対して略垂直な方向に分子鎖を伸ばして結合する効果が促進されることが考えられる。

なお、第一の有機分子は、基材に結合することで、この結合に関与した部位の構造が一部変化するが、本明細書においては便宜上、基材に結合後も第

一の有機分子と称する。

[0047] 第一の有機分子 61 は、下記一般式 (I) で表される有機ケイ素化合物（以下、有機ケイ素化合物 (I) と略記する）であることが好ましい。

[0048] [化3]



（式中、Rは π 電子共役系を有する有機基であり； X^1 、 X^2 及び X^3 はそれぞれ独立して、これらが結合しているケイ素原子（Si）と前記親水性基との反応で離脱する基である。）

[0049] 式中、Rは π 電子共役系を有する有機基であり、後述する第二の有機分子との間で、分子間相互作用（ $\pi-\pi$ 相互作用）により $\pi-\pi$ スタッキング構造を形成し得る基である。

前記有機基は、 π 電子共役系を有していれば特に限定されず、各種芳香族基を有する基が例示できる。

[0050] 前記芳香族基は、単環状及び多環状のいずれでもよく、芳香族炭化水素基及び芳香族複素環式基のいずれでもよい。

前記芳香族炭化水素基としては、ベンゼン（ C_6H_6 ）、ナフタレン（ C_{10}H_8 ）、アントラセン（ $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ ）、テトラセン（ $\text{C}_{18}\text{H}_{12}$ ）、ピレン（ $\text{C}_{16}\text{H}_{10}$ ）、ペンタセン（ $\text{C}_{22}\text{H}_{14}$ ）、コロネン（ $\text{C}_{24}\text{H}_{12}$ ）等の単環状又は多環状の芳香族炭化水素から、一つ以上の水素原子を除いた基が例示できる。除かれる水素原子の数は、Rにおける前記芳香族炭化水素基の位置や数等に応じて決定されるものであり、特に限定されない。

前記芳香族複素環式基は、芳香族環を構成する原子としてヘテロ原子を有するものであれば特に限定されず、前記ヘテロ原子としては、窒素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子等が例示できる。芳香族複素環式基としてよ

り具体的には、単環状又は多環状の芳香族複素環化合物から、一つ以上の水素原子を除いた基が例示でき、好ましい前記芳香族複素環化合物としては、チオフェン、フタロシアニン金属錯体が例示できる。ここで、錯体を構成する金属としては、遷移金属が例示できる。除かれる水素原子の数は、Rにおける前記芳香族複素環式基の位置や数等に応じて決定されるものであり、特に限定されない。

[0051] 前記有機基は、芳香族基のみからなるものでもよいし、脂肪族基、原子、イオン等の芳香族基以外の基を有していてもよい。前記原子、イオンで好ましいものとしては、金属原子、金属イオンが例示できる。

前記有機基が有する芳香族基の数は特に限定されないが、例えば、芳香族基が単環状である場合には、複数であることが好ましく、3以上であることがより好ましく、実用性も考慮すると3～6であることが好ましい。

前記有機基が有する芳香族基の数が複数である場合には、これら芳香族基は、互いに直接結合していてもよいし、連結基を介して間接的に結合していてもよく、直接結合したものと間接的に結合したものとが混在していてもよい。このような、単環状の芳香族基を複数有する構造で好ましいものとしては、複数のチオフェンが互いに直接結合したオリゴチオフェン又はポリチオフェン、複数のベンゼンが互いに直接結合したオリゴフェニレン又はポリフェニレン、複数のベンゼンがビニレン基（ $-C=C-$ ）を介して互いに結合したオリゴビニレンフェニレン又はポリビニレンフェニレン等から、一つ以上の水素原子を除いた構造が例示できる。

[0052] 式中、 X^1 、 X^2 及び X^3 はそれぞれ独立して、これらが結合しているケイ素原子（Si）と親水性基との反応で離脱する基である。すなわち、有機ケイ素化合物（I）中のケイ素原子と、基材が有する親水性基とが反応した時に、前記ケイ素原子との結合が切断される離脱基であり、加水分解性基であることが好ましい。

好ましい $X^1 \sim X^3$ としては、ハロゲン原子、アルコキシ基が例示できる。

前記ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原

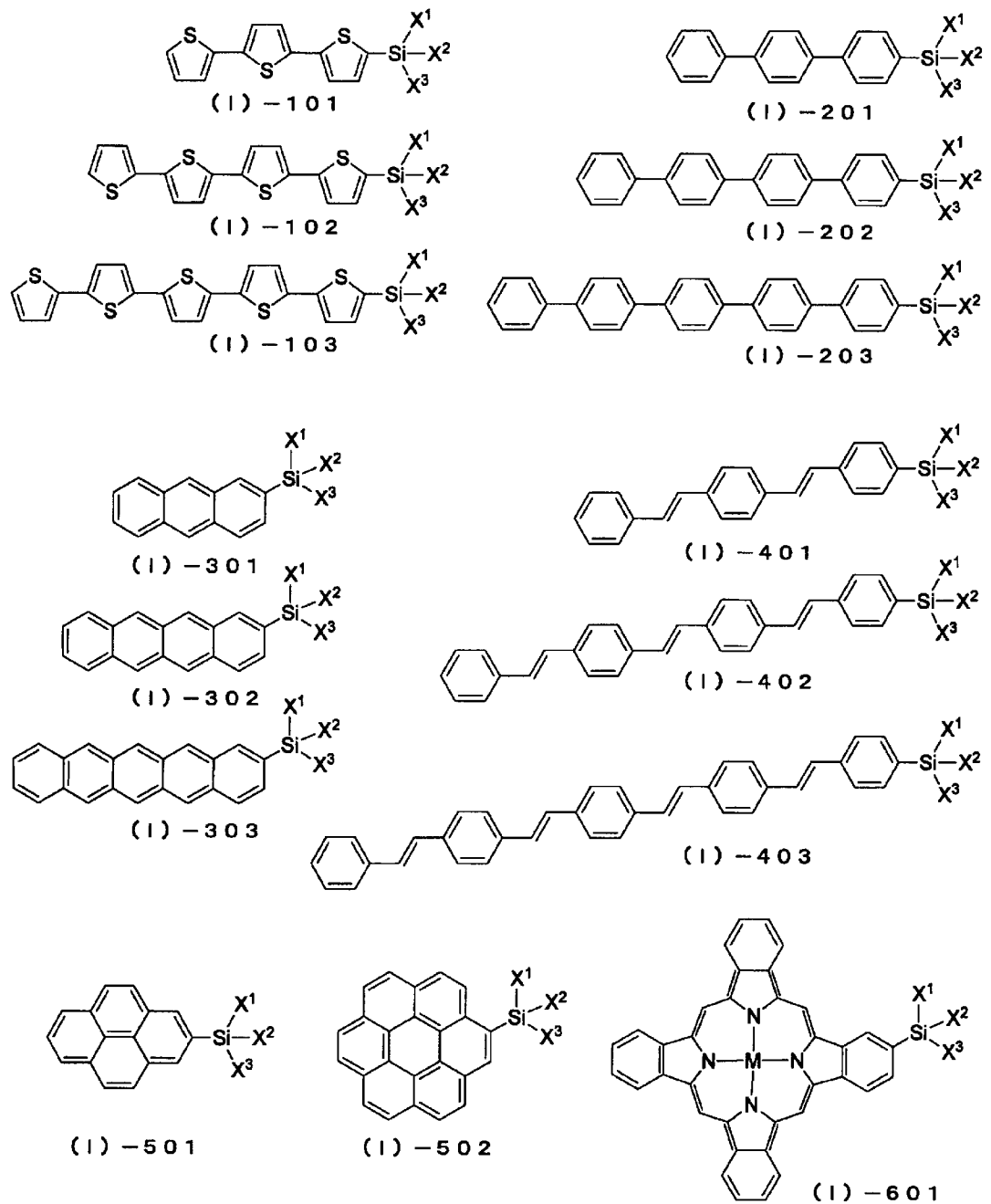
子が例示できる。

前記アルコキシ基は、低級アルコキシ基が好ましく、炭素数 1 ～ 5 のアルコキシ基が例示でき、炭素数が 1 ～ 3 であることがより好ましく、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基が例示できる。

[0053] 好ましい有機ケイ素化合物 (I) としては、下記一般式で表されるものが例示できる。

[0054]

[化4]



(式中、 X^1 、 X^2 及び X^3 はそれぞれ独立して、これらが結合しているケイ素原子 (Si) と前記親水性基との反応で離脱する基であり；Mは遷移金属原子である。)

[0055] 式中、 X^1 、 X^2 及び X^3 は、一般式 (I) における X^1 、 X^2 及び X^3 と同じ

である。

式中、Mは遷移金属原子であり、銅原子が好ましい。

[0056] 上記で例示した有機ケイ素化合物(1)は、通常p型半導体としての性質を示すが、これら化合物の芳香族環を構成している一つ以上の水素原子をフッ素原子、塩素原子、トリフルオロメチル基($-\text{CF}_3$)、シアノ基($-\text{C}\equiv\text{N}$)等の電子求引性基で置換することにより、n型有機半導体として用いることもできる。

[0057] 第一の有機分子61は、一種でもよいし二種以上でもよく、二種以上である場合、その組み合わせ及び比率は特に限定されないが、有機薄膜の配向性をより向上させるためには、一種であることが好ましい。

[0058] 第一の有機分子61は、基材60と接触させることで、基材60上に化学結合させることができるが、好ましくは第一の有機分子61が含まれる液体、より好ましくは第一の有機分子61が溶解された溶液を基材60と接触させるとよい。

基材60と結合した第一の有機分子61は、基材60上で分子鎖を上方向に伸ばすようにして立ち上がった状態で存在する。そして、基材60の表面が親水化処理されている場合に、よりこの状態をとり易いと考えられる。最も好ましいのは、第一の有機分子61が基材60の表面に対して略垂直方向に伸びた状態である。

[0059] 第一の有機分子61が、例えば、前記有機ケイ素化合物(1)等のように加水分解性基を有する場合、第一の有機分子61は水の存在下で加水分解され、自己縮合反応を起こすことがある。そこで、このような第一の有機分子61を含む液体を用いる場合、溶媒成分として無水のものを用いるか、または、第一の有機分子61の濃度を低くすることが好ましく、これらの条件を共に満たすことがより好ましい。

[0060] 第一の有機分子61は、基材60上で互いに接近し過ぎないように所定の距離において基材60と接触させることで、点在させることができる。

第一の有機分子61が含まれる液体を用いて、第一の有機分子61を基材

60上に点在させる場合、基材60上における第一の有機分子61の密度（点在の程度）は、例えば、前記液体中における第一の有機分子61の濃度、又は前記液体と基材60との接触時間により、容易に調節できる。具体的には、前記濃度を低くすることで密度を小さくでき、前記接触時間を短くすることで密度を小さくできる。

[0061] 通常、基材上における分子の密度（分子密度）は、直接測定することが困難である。そこで、分子密度と相関があることが知られている、基材表面の仕事関数の変化を評価することで、分子密度を間接的に評価する手法が適用される。

例えば、基材上の分子がダイポールモーメント μ を有すると考えた場合、基材上の分子密度 d と、ダイポールモーメント μ による基材表面の仕事関数の変化量 ΔWF とは、下記式（1）で表される関係を有する。

$$\Delta WF = \mu d / 2 \varepsilon_0 \quad \cdots \cdots (1)$$

（式中、 d は基材上の分子密度であり； μ は分子が有するダイポールモーメントであり； ΔWF はダイポールモーメント μ による基材表面の仕事関数の変化量であり； ε_0 は真空中での誘電率である。）

一方、基材表面を構成する材料自身が有する仕事関数を WF_0 とすると、分子が結合された基材表面の仕事関数 WF は下記式（2）で表される。

$$WF = WF_0 + \Delta WF \quad \cdots \cdots (2)$$

（式中、 WF は分子が結合された基材表面の仕事関数であり； WF_0 は基材表面を構成する材料自身が有する仕事関数であり； ΔWF はダイポールモーメント μ による基材表面の仕事関数の変化量である。）

式（2）において、 WF_0 は定数であり、 ΔWF は基材上の分子密度 d と比例関係にあるので、仕事関数 WF の変化を評価することによって、基材上の分子密度 d の変化を評価できる。

[0062] ここで、上記のように、第一の有機分子が含まれる液体を用いて、第一の有機分子を基材上に点在させる場合、第一の有機分子が基材上に結合する反応は、基材と第一の有機分子との反応速度式によって表すことができ、前記

液体中における第一の有機分子の濃度と処理時間（反応時間、接触時間）によって変化する。そこで、前記式（２）の ΔWF に反応速度式を組み込むと、下記式（３）が得られる。

$$WF = WF_0 + WF_{sat} \{1 - \exp(-k \times t \times Z_1)\} \quad \dots (3)$$

（式中、 WF_{sat} は高濃度領域又は長時間処理での飽和仕事関数であり； t は処理時間であり； k は反応速度定数であり； Z_1 は第一の有機分子の濃度であり； WF 及び WF_0 は前記と同じである。）

WF_0 は前記と同じであるが、濃度がゼロの時の仕事関数と言い換えることができる。

また、 k は反応速度定数であり、第一の有機分子と基材の種類（材料）によって決定される値である。 Z_1 は液体中における第一の有機分子の濃度である。

[0063] したがって、ある特定の材料においては、第一の有機分子の濃度と処理時間を変化させることによって、基材に結合する第一の有機分子の数が変わるので、これが仕事関数の変化として評価できる。図４は、処理時間を一定（１分）とした場合の、第一の有機分子の濃度と仕事関数との関係を例示するグラフである。単位「 μM 」は「 $\mu mol/L$ 」を示す。なお、図４のグラフは一例に過ぎず、第一の有機分子の濃度と仕事関数との関係は、これに限定されるものではない。このグラフは、第一の有機分子の濃度を調節することで、仕事関数を調節できることを示しており、したがって、この仕事関数と相関がある基材表面の分子密度も調節できることになる。基材上における第一の有機分子の密度を小さくしたい場合には、図４のグラフから、仕事関数の変化が小さくなる濃度域を選択すればよいことになる。このグラフからは、例えば、第一の有機分子の好ましい濃度として、 $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2} \mu mol/L$ の範囲が選択できる。なお、ここでは、処理時間を一定とした場合について説明したが、反対に、第一の有機分子の濃度を一定とした場合には、処理時間を調節することで、同様に基材表面の分子密度も調節できる。例えば、図４のグラフを作成した時の反応条件において、第一の有機

分子の濃度を一定 ($1 \times 10^{-4} \mu\text{mol/L}$) として、処理時間と仕事関数との関係を求めることができ、この時のグラフからは、1～100分が好ましい処理時間として選択できる。

[0064] [成膜工程]

次いで、成膜工程では、図2Cに示すように、第一の有機分子61が点状に存在している基材60上に、第二の有機分子62を導入し、第一の有機分子61に対して第二の有機分子62を配列させて、薄膜6を形成する。本工程で、第二の有機分子62が第一の有機分子61と共に配列することで、初めて薄膜が形成される。

[0065] 第二の有機分子62は、基材60上に化学結合する必要は無く、第一の有機分子61に対して配列するものであれば特に限定されず、第一の有機分子61との間で及び／又は第二の有機分子62同士で分子間相互作用を発現するものが好ましい。ここで、「分子間相互作用」とは、第一の有機分子61の場合と同様である。そして、第二の有機分子62としては、半導体分子も好ましい。第二の有機分子62として、具体的には、第一の有機分子61において基材60と結合する基が、基材60と結合しないその他の基で置換されたものが例示でき、前記その他の基が水素原子であるものが好ましい。

そして、特に好ましい第二の有機分子62は、下記一般式(II)で表される有機ケイ素化合物（以下、有機ケイ素化合物(II)と略記する）である。



（式中、Rは π 電子共役系を有する有機基である。）

[0066] 式中、Rは、前記一般式(I)におけるRと同じである。すなわち、有機ケイ素化合物(II)は、有機ケイ素化合物(I)において、一般式「 $-\text{Si}^1\text{X}^1\text{X}^2\text{X}^3$ 」で表される基が水素原子(-H)で置換されたものである。

したがって、第二の有機分子62としては、第一の有機分子61と同様に、p型半導体としての性質を示す化合物を用いることができるが、該化合物の芳香族環を構成している一つ以上の水素原子をフッ素原子、塩素原子、ト

リフルオロメチル基 ($-\text{CF}_3$)、シアノ基 ($-\text{C}\equiv\text{N}$) 等の電子求引性基で置換することにより、n型有機半導体として用いてもよい。

[0067] 第二の有機分子62は、一種でもよいし二種以上でもよく、二種以上である場合、その組み合わせ及び比率は特に限定されないが、有機薄膜の配向性をより向上させるためには、一種であることが好ましい。

[0068] 第二の有機分子62は、例えば、第一の有機分子61との間で $\pi-\pi$ 相互作用等の分子間相互作用により、スタッキング構造を形成すると共に、第二の有機分子62同士の間でも同様にスタッキング構造を形成した場合に、基材60上で配向性がより良好に制御されて、薄膜を形成する。このような観点から、第二の有機分子62としては、スタッキング構造がより強固となる点から、 π 電子共役系を有する骨格など、分子間相互作用を発現する部位が、組み合わせる第一の有機分子61と同じであるものが好ましい。

また、上記のように薄膜を形成するためには、例えば、薄膜を形成できる限り、第二の有機分子62を基材60に導入し続け、第二の有機分子62を密に配列させればよく、過剰量の第二の有機分子62を導入するのが最も簡便な方法である。

[0069] 第二の有機分子62の導入方法は特に限定されないが、好ましくは第二の有機分子62が含まれる液体、より好ましくは第二の有機分子62が溶解された溶液を基材60と接触させる方法が例示できる。そして、第二の有機分子62の導入時には、第一の有機分子61を基材60上に化学結合させる場合とは異なり、精密な条件の調節は不要であり、より低コストの方法が適用できる。第二の有機分子62が含まれる液体を用いる場合、好ましい第二の有機分子62の導入方法としては、浸漬法、塗布法、インクジェット法等の各種印刷法が例示でき、キャスト法、スピンコート法等の塗布法がより好ましい。

また、好ましい第二の有機分子62の導入方法としては、第二の有機分子62が含まれる液体を用いない方法として、蒸着法も例示できる。

[0070] 導入された第二の有機分子62は、点在している第一の有機分子61に対

して、好ましくは分子間相互作用により配列し、基材60上で分子鎖を上方向に伸ばすようにして立ち上がった状態で存在する。そして、基材60の表面が親水化処理されている場合に、よりこの状態をとり易いと考えられる。最も好ましいのは、第二の有機分子62が基材60の表面に対して略垂直方向に伸びた状態である。また、第二の有機分子62は、基材60上の第一の有機分子61を含む層（第一層）を形成するだけでなく、さらに第一層の上部に積層して複数層を形成していてもよい。

[0071] 成膜工程後、形成された有機薄膜は、必要に応じて適宜周知の方法に従って、洗浄等を行ってもよい。

[0072] 上記製造方法により、基材60上に第一の有機分子61が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子62が、第一の有機分子61に対して配列されてなる有機薄膜6が得られる。有機薄膜6の厚さは、第一の有機分子61及び第二の有機分子62の大きさ（分子長）により決定され、特に限定されるものではない。

有機薄膜6は、従来のSAM膜とは異なり、第一の有機分子61及び第二の有機分子62について、最適な分子配列の周期性と、実際の分子配列の周期性との不整合（ミスマッチング）が生じないので、配向の乱れや欠陥が抑制され、十分な機能を有する緻密な膜となる。第一及び第二の有機分子は、 π 電子共役系を有する場合、例えば、 π 電子共役系ではなくアルキル基等を有する有機分子よりも、分子の厚さと幅との比が大きく、動径半径が大きくなると考えられる。その結果、通常であれば、配列構造の自由度が高まり、配向の乱れや欠陥が多い薄膜になると考えられる。しかし、本発明に係る有機薄膜では、上記理由により、このような問題点が生じない。

また、第一の有機分子61及び第二の有機分子62の大きさによらず、配向性が制御された有機薄膜6が得られるので、種々の有機分子を用いることができ、汎用性が高い。

[0073] <電界効果トランジスタ>

本発明に係る電界効果トランジスタは、有機半導体層を備えた電界効果ト

ランジスタであって、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である前記有機薄膜を、前記有機半導体層として備えたことを特徴とする。そして、かかる有機半導体層を備えたこと以外は、従来の電界効果トランジスタと同様の構成とすることができる。本発明に係る電界効果トランジスタは、前記有機薄膜を備えたことで、高速動作が可能となる。

前記有機薄膜は、例えば、先に例示した第一及び第二の有機分子を用いた場合、主に p 型半導体層として利用されるが、上記のようにフッ素原子等の電子吸引性が強い置換基が導入された有機分子を用いた場合や、電極の材料の選択によっては、n 型半導体層として機能させることも可能である。

以下、図面を参照しながら説明する。

[0074] 図 5 は、第一の実施形態に係る電界効果トランジスタの要部を例示する概略断面図である。

ここに示す電界効果トランジスタ 1 A は、基板 1 1 上に、ゲート電極 1 2、ゲート絶縁膜 1 3、有機半導体層 1 6、ソース電極 1 4 及びドレイン電極 1 5 が積層され、概略構成されている。より具体的には、基板 1 1 上の一部にゲート電極 1 2 が設けられ、さらにゲート電極 1 2 を覆うように、基板 1 1 上にゲート絶縁膜 1 3 が設けられ、ゲート絶縁膜 1 3 上に有機半導体層 1 6 が設けられている。そして、有機半導体層 1 6 上には、これに接するようにソース電極 1 4 及びドレイン電極 1 5 が離間して設けられている。有機半導体層 1 6 は、ゲート絶縁膜 1 3 を介してゲート電極 1 2 と対向するように設けられている。

電界効果トランジスタ 1 A は、ボトムゲート・トップコンタクト型構造のトランジスタ構造を有する。

[0075] 基板 1 1 の材質は、デバイスの構成及び性能等に応じて適宜選択できる。例えば、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；ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルサルホン（PES）、ポリテトラフルオロエチレン等の絶縁性の高分子化合物等が例示できる。

基板 11 は一種の材質からなる単層構造でもよいし、二種以上の材質が積層された複数層構造でもよい。

[0076] ゲート電極 12 の材質は特に限定されず、当該分野で通常使用されるものでよい。具体的には、金、白金、銀、銅、アルミニウム、タンタル、ドーパシリコン等の低抵抗の金属；3，4-ポリエチレンジオキシチオフェン（以下、PEDOTと略記する）／ポリスチレンサルフォネイト（以下、PSSと略記する）等の有機導電体等が例示できる。

[0077] ソース電極 14、ドレイン電極 15 の材質としては、p 型有機半導体に対しては、有機半導体分子の最高占有分子軌道（HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital）レベル、n 型有機半導体に対しては、有機半導体分子の最低非占有分子軌道（LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital）レベルに仕事関数を有するものが例示できる。

HOMOレベルに近い材質としては、金、白金、銀、又はこれらの一種以上を含む合金等の比較的仕事関数が高い金属；インジウム・スズ酸化物（ITO）、酸化亜鉛（ZnO）等の透明酸化物導電体；PEDOT／PSS等の有機導電体が例示できる。

LUMOレベルに近い材質としては、アルミニウム、チタン、アルカリ金属、又はこれらの一種以上を含む合金等の比較的仕事関数が低い金属等が例示できる。前記アルカリ金属としては、リチウム、ナトリウム、カリウム等が例示できる。

[0078] ソース電極 14 及びドレイン電極 15 は、その表面に有機分子等からなる表面修飾層が設けられていてもよい。表面修飾層は、例えば、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 の表面に表面修飾剤を作用させることで形成できる。

[0079] ゲート電極 12、ソース電極 14、ドレイン電極 15 の膜厚は、特に限定されず、通常のトランジスタにおける膜厚であればよく、目的に応じて適宜調節することが好ましい。

例えば、材質が金属である場合には、30～200 nmであることが好ましい。

これら電極は、材質に応じて、例えば、蒸着、スパッタ、塗布等で成膜できる。

[0080] ゲート絶縁膜13の材質は、誘電率が高く、薄膜形成時にピンホール等の欠陥が生じにくいものが好ましい。誘電率が高いことで、電界効果トランジスタの閾値をより低減できる。また、薄膜形成時にピンホール等の欠陥を少なくすることで、ゲート絶縁膜13の機能低下が抑制され、特性がより良好な電界効果トランジスタが得られる。

また、ゲート絶縁膜13は、第一の有機分子が良好に化学結合できるように、例えば、シランカップリング剤を構成するアルコキシシラン、ハロゲノシラン等の基（例えば、有機ケイ素化合物（I）において、一般式「 $-SiX^1X^2X^3$ 」で表される基）との反応性に優れる水酸基等の反応性基を、少なくとも表面に有することが好ましい。

このような材質の膜としては、シリコン酸化膜、五酸化タンタル膜、酸化アルミニウム膜等の無機絶縁膜；ポリビニルフェノール膜等の有機絶縁膜等が例示できる。

ゲート絶縁膜13の膜厚は、単位面積あたりの静電容量が大きくなるように設定することが好ましく、また、膜厚を薄くすることで、電界効果トランジスタの閾値電圧をより低減できる。そして、ゲート絶縁膜13の膜厚は、材質の比誘電率、絶縁性等に応じて適宜調節することが好ましく、例えば、50～300 nmであることが好ましい。このようにすることで、単位面積あたりの静電容量を大きくでき、かつ電界効果トランジスタの閾値電圧を低減できる。

ゲート絶縁膜13は、材質に応じて、例えば、蒸着、スパッタ、塗布等で成膜できる。

[0081] 有機半導体層16は、上記の本発明に係る有機薄膜である。

有機半導体層16の膜厚は、1～100 nmであることが好ましい。

有機半導体層 16 は、上記のように、薄膜を構成する第一及び第二の有機分子の配向性が制御され、十分な機能を有する。

[0082] 図 6 は、第二の実施形態に係る電界効果トランジスタの要部を例示する概略断面図である。なお、図 6 において、図 5 に示すものと同様の構成要素には、図 5 の場合と同様の符号を付し、その詳細な説明は省略する。これは、以降の図においても同様である。

ここに示す電界効果トランジスタ 1B は、基板 11 上に、ゲート電極 12、ゲート絶縁膜 13、ソース電極 14、ドレイン電極 15 及び有機半導体層 16 が積層され、概略構成されている。より具体的には、基板 11 上の一部にゲート電極 12 が設けられ、さらにゲート電極 12 を覆うように、基板 11 上にゲート絶縁膜 13 が設けられている。そして、ゲート絶縁膜 13 上には、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 が離間して設けられ、さらにソース電極 14 及びドレイン電極 15 間のゲート絶縁膜 13 上に、有機半導体層 16 が設けられている。有機半導体層 16 は、ゲート絶縁膜 13 を介してゲート電極 12 と対向するように設けられている。電界効果トランジスタ 1B は、ボトムゲート・ボトムコンタクト型のトランジスタ構造を有する。

[0083] ゲート絶縁膜 13 は、電界効果トランジスタ 1A と同様に、水酸基等の反応性基を、少なくとも表面に有することが好ましい。さらに、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 上には有機半導体層 16 が設けられるので、これら電極の表面には、表面修飾層として親水性の膜が設けられていることが好ましい。

また、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 は、密着層（図示略）を介してゲート絶縁膜 13 上に形成してもよい。密着層の材質としては、クロム等が例示できる。

[0084] 本発明に係る電界効果トランジスタは、図 5～6 に示すものに限定されず、これらの構成の一部が変更されたものでもよい。例えば、以下に示すものが挙げられる。

(1) 図 7 に例示するように、基板 11 上に有機半導体層 16 が設けられ

、有機半導体層 16 上に、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 が離間して設けられ、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 間の有機半導体層 16 上に、ゲート絶縁膜 13 及びゲート電極 12 がこの順で設けられた電界効果トランジスタ 1C（第三の実施形態）。

（11）図 8 に例示するように、基板 11 上にソース電極 14 及びドレイン電極 15 が離間して設けられ、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 上を覆うように、基板 11 上に有機半導体層 16 が設けられ、有機半導体層 16 上にゲート絶縁膜 13 が設けられ、ゲート絶縁膜 13 上の一部にゲート電極 12 が設けられた電界効果トランジスタ 1D（第四の実施形態）。

[0085] 電界効果トランジスタ 1C 及び 1D においては、基板 11 上に有機半導体層 16 が設けられるので、基板 11 の材質は上記の基材 60（図 1～3）と同様であることが好ましい。

さらに、電界効果トランジスタ 1D においては、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 上に有機半導体層 16 が設けられるので、これら電極の表面に、表面修飾層として親水性の膜が設けられていることが好ましい。

なお、電界効果トランジスタ 1C 及び 1D のように、ゲート絶縁膜 13 上にゲート絶縁膜 13 に接して有機半導体層 16 が設けられていない場合には、ゲート絶縁膜 13 の表面は、必ずしも水酸基等の反応性基を有する必要は無く、この場合、ゲート絶縁膜 13 の材質としては、上記のもの以外に、さらに、シリコン窒化膜等の無機絶縁膜；ポリイミド膜、パリレン膜等の有機絶縁膜等が例示できる。

[0086] 本発明に係る電界効果トランジスタは、例えば、以下の方法で製造できる。

まず、図 5 に示す電界効果トランジスタ 1A の製造方法について説明する。図 9A～図 9D は、電界効果トランジスタ 1A の製造方法を説明するための概略断面図である。

基板 11 上に、ゲート電極 12 を構成する材質からなる膜を形成し、フォトリソグラフィ及びエッチングにより、前記膜を所望のパターンに形成し

て、図 9 A に示すように、基板 1 1 上の所定箇所にゲート電極 1 2 を形成する。膜の形成方法としては、スパッタリング法が例示できる。

[0087] 次いで、図 9 B に示すように、ゲート電極 1 2 を覆うように基板 1 1 上にゲート絶縁膜 1 3 を形成する。ゲート絶縁膜 1 3 の形成方法としては、スパッタリング法が例示できる。

[0088] 次いで、図 9 C に示すように、ゲート絶縁膜 1 3 上に有機半導体層 1 6 を形成する。有機半導体層 1 6 の形成方法は、上記の有機薄膜の製造方法で説明した通りである。

[0089] 次いで、有機半導体層 1 6 上に、所定の開口部を有する金属マスク（図示せず）を介して真空蒸着法等により、図 9 D に示すように、ソース電極 1 4 及びドレイン電極 1 5 を形成する。

上記工程を行うことで、図 5 に示す電界効果トランジスタ 1 A が得られる。

[0090] 次に、図 6 に示す電界効果トランジスタ 1 B の製造方法について説明する。図 1 0 A ～図 1 0 E は、電界効果トランジスタ 1 A の製造方法を説明するための概略断面図である。

図 9 A、図 9 B を参照して説明した方法と同様の方法で、図 1 0 A、図 1 0 B に示すように、基板 1 1 上にゲート電極 1 2、ゲート絶縁膜 1 3 を形成する。

[0091] 次いで、ゲート絶縁膜 1 3 上に、スピコート法等により、レジスト膜を形成した後、フォトリソグラフィー法で露光及び現像を行うことにより、図 1 0 C に示すように、所定のパターンのフォトレジスト膜 9 0 を形成する。フォトレジスト膜 9 0 は、ソース電極 1 4 及びドレイン電極 1 5 を形成するためのものであり、これらの形状に対応して開口部を有する。

[0092] 次いで、フォトレジスト膜 9 0 を覆うように、ゲート絶縁膜 1 3 上にソース電極 1 4 及びドレイン電極 1 5 の材質からなる金属膜を形成し、フォトレジスト膜 9 0 を除去することにより、図 1 0 D に示すように、ゲート絶縁膜 1 3 上の所定の箇所にソース電極 1 4 及びドレイン電極 1 5 を形成する。こ

の時、前記金属膜を形成する前に、フォトレジスト膜 90 を覆うように、ゲート絶縁膜 13 上に密着層（図示略）を形成しておき、この密着層上に前記金属膜を形成してもよい。密着層の材質としては、クロム等の金属が例示できる。前記金属膜、密着層の形成方法としては、真空蒸着法が例示できる。フォトレジスト膜 90 の除去により、この上に形成された前記金属膜、さらに密着層を形成した場合には、この密着層も、フォトレジスト膜 90 とともに除去される。フォトレジスト膜 90 の除去方法としては、基板 11 をアセトン等の有機溶媒中に浸漬するリフトオフ法が例示できる。

[0093] 次いで、図 10E に示すように、ソース電極 14 及びドレイン電極 15 間のゲート絶縁膜 13 上に有機半導体層 16 を形成する。有機半導体層 16 の形成方法は、上記の有機薄膜の製造方法で説明した通りである。

上記工程を行うことで、図 6 に示す電界効果トランジスタ 1B が得られる。

ソース電極 14 及びドレイン電極 15 の表面に表面修飾層を設ける場合には、図 10D に示すようにソース電極 14 及びドレイン電極 15 を形成した後に、これらの表面に表面修飾剤を作用させて、表面修飾層を形成してから、図 10E に示すように、有機半導体層 16 を形成すればよい。

[0094] <太陽電池>

本発明に係る太陽電池は、基材上に一对の電極を備え、前記一对の電極間に、p 型半導体層及び n 型半導体層を備えた太陽電池であって、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である前記有機薄膜を、前記 p 型半導体層及び／又は n 型半導体層として備えたことを特徴とする。そして、かかる p 型半導体層及び／又は n 型半導体層を備えたこと以外は、従来の太陽電池と同様の構成とすることができる。本発明に係る太陽電池は、前記有機薄膜を備えたことで、光電変換効率が向上する。

前記有機薄膜は、例えば、先に例示した第一及び第二の有機分子を用いた場合、主に p 型半導体層として利用されるが、上記のようにフッ素原子等の電子吸引性が強い置換基が導入された有機分子を用いた場合や、電極の材料

の選択によっては、 n 型半導体層として機能させることも可能である。

以下、図面を参照しながら説明する。

[0095] 図 1 1 は、本発明に係る太陽電池の要部を例示する概略断面図である。

ここに示す太陽電池 2 A は、ガラス基板 2 1 上に、アノード電極 2 2、 p 型半導体層 2 4、 n 型半導体層 2 5 及びカソード電極 2 3 がこの順に積層され、概略構成されている。

すなわち、ガラス基板 2 1 上に、アノード電極 2 2 及びカソード電極 2 3 からなる一对の電極と、該一对の電極間に挟持された、 p n 接合した p 型半導体層 2 4 及び n 型半導体層 2 5 と、が設けられたものである。

[0096] p 型半導体層 2 4 は、公知の材質で形成してもよく、上記の本発明に係る有機薄膜としてもよい。 n 型半導体層 2 5 を前記有機薄膜とする場合には、 p 型半導体層 2 4 は、親水性基等の第一の有機分子が結合できる部位を有していればよい。

p 型半導体層 2 4 の膜厚は、5 ～ 500 nm であることが好ましい。

[0097] n 型半導体層 2 5 は、上記の本発明に係る有機薄膜としてもよい。 n 型半導体層 2 5 を公知の材質で形成する場合、好ましい材質としては、フラーレン；[6, 6] -フェニル C 6 1 酪酸メチルエステル (PCBM) 等のフラーレン誘導体；フタルイミド環を構成している一つ以上の水素原子がフッ素原子で置換されたフッ素化フタロシアニン等が例示できる。前記フッ素化フタロシアニンは、フタルイミド環を構成しているすべての水素原子がフッ素原子で置換されていてもよい。

n 型半導体層 2 5 の膜厚は、5 ～ 500 nm であることが好ましい。

[0098] p 型半導体層 2 4 及び n 型半導体層 2 5 のいずれか一方は、公知のものであってもよい。そして、前記有機薄膜である p 型半導体層 2 4 及び／又は n 型半導体層 2 5 は、薄膜を構成する第一及び第二の有機分子の配向性が制御され、十分な機能を有する。

[0099] p 型半導体層 2 4 を前記有機薄膜とする場合には、アノード電極 2 2 は、第一の有機分子が良好に化学結合できるように、例えば、シランカップリン

グ剤を構成するアルコキシシラン、ハロゲノシラン等の基（例えば、有機ケイ素化合物（I）において、一般式「 $-SiX^1X^2X^3$ 」で表される基）との反応性に優れる水酸基等の反応性基を、少なくとも表面に有することが好ましい。このような材質としては、透明電極であるITO等が例示できる。

アノード電極22の膜厚は、10～500nmであることが好ましい。

[0100] カソード電極23の材質としては、銀、アルミニウム等が例示できる。

カソード電極23の膜厚は、10～500nmであることが好ましい。

[0101] 本発明に係る太陽電池は、例えば、以下の方法で製造できる。

図12A～図12Dは、太陽電池2Aの製造方法を説明するための概略断面図である。

まず、図12Aに示すように、ガラス基板21上にアノード電極22を形成する。

アノード電極22の形成方法としては、スパッタリング法が例示できる。

[0102] 次いで、図12Bに示すように、アノード電極22上にp型半導体層24を形成する。p型半導体層24の形成方法としては、p型半導体層24が前記有機薄膜である場合には、上記の有機薄膜の製造方法が例示でき、前記有機薄膜でない場合には、真空蒸着法が例示できる。

[0103] 次いで、図12Cに示すように、p型半導体層24上にn型半導体層25を形成する。n型半導体層25の形成方法としては、n型半導体層25が前記有機薄膜である場合には、上記の有機薄膜の製造方法が例示でき、前記有機薄膜でない場合には、真空蒸着法が例示できる。

[0104] 次いで、図12Dに示すように、n型半導体層25上にカソード電極23を形成する。カソード電極23の形成方法としては、真空蒸着法が例示できる。

上記工程を行うことで、図11に示す太陽電池2Aが得られる。

[0105] <有機発光素子>

本発明に係る有機発光素子は、基材上に一对の電極を備え、前記一对の電極間に、少なくともキャリア輸送層及び発光層を備えた有機発光素子であつ

て、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である前記有機薄膜を、前記キャリア輸送層として備えたことを特徴とする。そして、かかるキャリア輸送層を備えたこと以外は、従来の有機発光素子と同様の構成とすることができる。本発明に係る有機発光素子は、前記有機薄膜を備えたことで、キャリア輸送特性が向上し、良好な発光特性が得られる。

前記有機薄膜は、例えば、先に例示した第一及び第二の有機分子を用いた場合、主に p 型半導体層として利用されるが、上記のようにフッ素原子等の電子吸引性が強い置換基が導入された有機分子を用いた場合や、電極の材料の選択によっては、n 型半導体層（電子輸送層）として機能させることも可能である。

以下、図面を参照しながら説明する。

[0106] 図 1 3 は、本発明に係る有機発光素子の要部を例示する概略断面図である。

ここに示す有機発光素子 3 A は、ガラス基板 3 1 上に、アノード電極 3 2、有機エレクトロルミネッセンス（以下、有機 E L と略記する）部 3 4 及びカソード電極 3 3 がこの順に積層され、概略構成されている。すなわち、ガラス基板 3 1 上に、アノード電極 3 2 及びカソード電極 3 3 からなる一対の電極と、該一対の電極間に挟持された有機 E L 部 3 4 と、が設けられたものである。

[0107] アノード電極 3 2 及びカソード電極 3 3 は、それぞれ、上記の太陽電池におけるアノード電極及びカソード電極と同様のものである。

[0108] 有機 E L 部 3 4 は、アノード電極 3 2 側からカソード電極 3 3 側へかけて、キャリア（正孔）注入層 3 4 a、キャリア輸送層 3 4 b、発光層 3 4 c、電子輸送層 3 4 d 及び電子注入層 3 4 e がこの順に積層され、概略構成されている。

キャリア注入層 3 4 a、キャリア輸送層 3 4 b、発光層 3 4 c、電子輸送層 3 4 d、電子注入層 3 4 e は、それぞれ単層構造及び多層構造のいずれであってもよい。

[0109] キャリア輸送層 34 b は、上記の本発明に係る有機薄膜である。

キャリア輸送層 34 b の膜厚は、5 ～ 500 nm であることが好ましい。

キャリア輸送層 34 b は、上記のように、薄膜を構成する第一及び第二の有機分子の配向性が制御され、十分な機能を有する。

[0110] キャリア注入層 34 a において、キャリア注入材料は、有機 EL 用又は有機光導電体用として公知のものでよい。好ましいキャリア注入材料としては、酸化バナジウム (V_2O_5)、酸化モリブデン (MoO_3) 等の酸化物や無機 p 型半導体材料；ポリアニリン (PANI)、ポリアニリン-樟脳スルホン酸 (PANI-CSA)、3, 4-ポリエチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンサルフォネイト (PEDOT/PSS)、ポリ(トリフェニルアミン)誘導体 (Poly-TPD)、ポリビニルカルバゾール (PVK)、ポリ(p-フェニレンビニレン) (PPV)、ポリ(p-ナフタレンビニレン) (PNV) 等の高分子材料等が例示できる。

また、キャリア注入層 34 a に適用する材料としては、陽極からのキャリアの注入・輸送をより効率よく行う観点から、キャリア輸送層 34 b に適用するキャリア注入輸送材料よりも、最高被占分子軌道 (HOMO) のエネルギー準位が低い材料が好ましい。

キャリア注入層 34 a の膜厚は、1 ～ 500 nm であることが好ましい。

[0111] 発光層 34 c の材質は、有機 EL 用の公知のものでよく、例えば、低分子発光材料及び高分子発光材料等に分類できる。

前記低分子発光材料の好ましいものとしては、4, 4'-ビス(2, 2'-ジフェニルビニル)-ビフェニル (DPVB) 等の芳香族ジメチリデン化合物；5-メチル-2-[2-[4-(5-メチル-2-ベンゾオキサゾール)フェニル]ビニル]ベンゾオキサゾール等のオキサジアゾール化合物；3-(4-ビフェニルイル)-4-フェニル-5-t-ブチルフェニル-1, 2, 4-トリアゾール (TAZ) 等のトリアゾール誘導体；1, 4-ビス(2-メチルスチリル)ベンゼン等のスチリルベンゼン化合物；フルオレノン誘導体等の蛍光性有機材料等が例示できる。

前記高分子発光材料の好ましいものとしては、ポリ（２－デシルオキシ－１，４－フェニレン）（ＤＯ－ＰＰＰ）等のポリフェニレンビニレン誘導体；ポリ（９，９－ジオクチルフルオレン）（ＰＤＡＦ）等のポリスピロ誘導体等が例示できる。

発光層３４ｃの膜厚は、５～５００ｎｍであることが好ましい。

[0112] 電子輸送層３４ｄ及び電子注入層３４ｅにおいて、電子注入輸送材料は、有機ＥＬ用又は有機光導電体用として公知のものでよい。好ましい電子注入輸送材料としては、ｎ型半導体である無機材料、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、チオピラジンジオキシド誘導体、ベンゾキノン誘導体、ナフトキノン誘導体、アントラキノン誘導体、ジフェノキノン誘導体、フルオレノン誘導体、ベンゾジフラン誘導体等の低分子材料；ポリ（オキサジアゾール）（Ｐｏｌｙ－ＯＸＺ）、ポリスチレン誘導体（ＰＳＳ）等の高分子材料が例示できる。特に、電子注入材料としては、フッ化リチウム（ＬｉＦ）、フッ化バリウム（ＢａＦ₂）等のフッ化物；酸化リチウム（Ｌｉ₂Ｏ）等の酸化物等が例示できる。

また、電子注入層３４ｅに適用する材料としては、陰極からの電子の注入・輸送をより効率よく行う観点から、電子輸送層３４ｄに適用する電子注入輸送材料よりも、最低非占有分子軌道（ＬＵＭＯ）のエネルギー準位が高い材料が好ましい。そして、電子輸送層３４ｄに適用する材料としては、電子注入層３４ｅに適用する電子注入輸送材料よりも、電子の移動度が高い材料が好ましい。

電子輸送層３４ｄの膜厚は、５～５００ｎｍであることが好ましい。また、電子注入層３４ｅの膜厚は、０．１～１００ｎｍであることが好ましい。

[0113] 本発明に係る有機発光素子は、図１３に示すものに限定されず、その構成の一部が変更されたものでもよい。例えば、有機ＥＬ部３４の構成を以下のようにしたものが挙げられる。

（ｉ）アノード電極３２側からカソード電極３３側へかけて、キャリア輸送層、発光層及び電子輸送層がこの順に積層された有機ＥＬ部。

(i i) アノード電極 3 2 側からカソード電極 3 3 側へかけて、キャリア注入層、キャリア輸送層、発光層及び電子輸送層がこの順に積層された有機 EL 部。

(i i i) アノード電極 3 2 側からカソード電極 3 3 側へかけて、キャリア注入層、キャリア輸送層、発光層、キャリア防止層及び電子輸送層がこの順に積層された有機 EL 部。

(i v) アノード電極 3 2 側からカソード電極 3 3 側へかけて、キャリア注入層、キャリア輸送層、発光層、キャリア防止層、電子輸送層及び電子注入層がこの順に積層された有機 EL 部。

(v) アノード電極 3 2 側からカソード電極 3 3 側へかけて、キャリア注入層、キャリア輸送層、電子防止層、発光層、キャリア防止層、電子輸送層及び電子注入層がこの順に積層された有機 EL 部。

[0114] 前記キャリア防止層及び電子防止層は、有機 EL 用として公知のものでよく、それぞれ単層構造及び多層構造のいずれであってもよい。

[0115] 本発明に係る有機発光素子は、例えば、以下の方法で製造できる。

図 1 4 A～図 1 4 G は、有機発光素子 3 A の製造方法を説明するための概略断面図である。

まず、図 1 4 A に示すように、ガラス基板 3 1 上にアノード電極 3 2 を形成する。

アノード電極 3 2 の形成方法としては、スパッタリング法が例示できる。

[0116] 次いで、図 1 4 B に示すように、アノード電極 3 2 上にキャリア注入層 3 4 a を形成する。キャリア注入層 3 4 a の形成方法としては、スピンコート法が例示できる。

[0117] 次いで、図 1 4 C に示すように、キャリア注入層 3 4 a 上にキャリア輸送層 3 4 b を形成する。キャリア輸送層 3 4 b の形成方法は、上記の有機薄膜の製造方法で説明した通りである。

[0118] 次いで、図 1 4 D に示すように、キャリア輸送層 3 4 b 上に発光層 3 4 c を形成する。発光層 3 4 c の形成方法としては、真空蒸着法が例示できる。

[0119] 次いで、図 1 4 E に示すように、発光層 3 4 c 上に電子輸送層 3 4 d を形成する。

電子輸送層 3 4 d の形成方法としては、真空蒸着法が例示できる。

[0120] 次いで、図 1 4 F に示すように、電子輸送層 3 4 d 上に電子注入層 3 4 e を形成する。電子注入層 3 4 e の形成方法としては、真空蒸着法が例示できる。

[0121] 次いで、図 1 4 G に示すように、電子注入層 3 4 e 上にカソード電極 3 3 を形成する。カソード電極 3 3 の形成方法としては、真空蒸着法が例示できる。

上記工程を行うことで、図 1 3 に示す有機発光素子 3 A が得られる。

[0122] <表示装置用アレイ>

本発明に係る表示装置用アレイは、前記電界効果トランジスタをスイッチング素子として備えたことを特徴とする。そして、かかる電界効果トランジスタを備えたこと以外は、従来の表示装置用アレイと同様の構成とすることができる。本発明に係る表示装置用アレイは、前記電界効果トランジスタを備えたことで、高速動作が可能となる。

以下、図面を参照しながら説明する。

[0123] 図 1 5 A ～図 1 5 D は、本発明に係る表示装置用アレイの要部を例示する概略図であり、図 1 5 A は平面図、図 1 5 B は拡大平面図、図 1 5 C は図 1 5 B の C - C 線における断面図、図 1 5 D は図 1 5 B の D - D 線における断面図である。

ここに示す表示装置用アレイ 4 A は、図 6 に示す電界効果トランジスタ 1 B を備えた有機半導体装置 4 2 をマトリクス状に配置することで、画像表示装置の駆動用アレイとして用いたものである。

表示装置用アレイ 4 A は、透明な基板 1 1 上に設けられたゲート配線 4 0、ソース配線 4 1、画素電極 4 3、及びこれらに電氣的に接続された電界効果トランジスタ 1 B を備えた有機半導体装置 4 2 から概略構成されている。ゲート配線 4 0 は、図 6 におけるゲート電極 1 2 を構成するとともに、それ

への接続配線ともなっている。

そして、ゲート配線40上にゲート絶縁膜13を介してソース電極14及びドレイン電極15が離間して設けられ、さらにソース電極14及びドレイン電極15間のゲート絶縁膜13上に、有機半導体層16が設けられている。また、ドレイン電極15は、画素電極43と接続され、駆動用アレイとして構成されている。

[0124] 有機半導体装置42は、例えば、ソース配線41及び画素電極43を形成する工程を有すること以外は、電界効果トランジスタ1Bの場合と同様の方法で製造できる。具体的には、以下の通りである。図16A～図16Eは、有機半導体装置42の製造方法を説明するための概略断面図である。

まず、図10A～図10Cを参照して説明した方法と同様の方法で、図16A～図16Cに示すように、基板11上にゲート配線40（ゲート電極12）、ゲート絶縁膜13を順次形成し、次に所定のパターンのフォトリソ膜90を形成する。ゲート絶縁膜13は、ゲート配線40の表面を覆い、基板11上の全面を覆うように形成し、次いで所定のパターンにエッチングする。

次いで、図10Dを参照して説明した方法と同様の方法で、図16Dに示すように、ソース電極14及びドレイン電極15を形成する。さらに、ソース電極14に接触するようにソース配線41を、ドレイン電極15に接触するように画素電極43を、それぞれゲート絶縁膜13上に形成する。ソース配線41及び画素電極43は、例えば、銀（Ag）等の金属を材質とし、各種印刷法により形成できる。

次いで、図10Eを参照して説明した方法と同様の方法で、図16Eに示すように、ソース電極14及びドレイン電極15間のゲート絶縁膜13上に有機半導体層16を形成する。有機半導体層16の形成方法は、上記の有機薄膜の製造方法で説明した通りである。

上記工程を行うことで、有機半導体装置42が得られる。

そして、得られた有機半導体装置42は、マトリクス状に配置することで

、表示装置用アレイ 4 A が得られる。

[0125] ここでは、電界効果トランジスタとして電界効果トランジスタ 1 B を用いた例を示しているが、その他の電界効果トランジスタも用いることができ、その構成に応じて、有機半導体装置の構成を調節すればよい。

本発明に係る表示装置用アレイは、例えば、液晶表示装置や有機 E L 表示装置等の画像表示装置の駆動用として好適である。

[0126] <表示装置>

本発明に係る表示装置は、画像信号を発生して出力する画像信号出力部と、前記画像信号に基づいて電流又は電圧を発生する駆動部と、発生した前記電流又は電圧により発光する発光部と、を備えた表示装置であって、前記発光部が、前記有機発光素子であることを特徴とする。そして、かかる有機発光素子を備えたこと以外は、従来の表示装置と同様の構成とすることができる。

本発明に係る表示装置は、前記有機発光素子を備えたことで、良好な発光特性が得られる。

以下、図面を参照しながら説明する。

[0127] 図 1 7 A ~ 図 1 7 C は、本発明に係る表示装置の要部を例示する概略図であり、図 1 7 A は平面図、図 1 7 B は 1 画素の等価回路図、図 1 7 C は 1 画素の平面図である。

ここに示す表示装置 5 A は、本発明に係る有機発光素子 3 を有機 E L 表示装置の素子として用いた有機 E L 表示装置である。

表示装置 5 A においては、複数の走査線（ゲート配線）5 0 と、複数の信号線（ソース配線）5 1 とが縦横に配されたマトリクスが形成されており、それぞれの交差部に 1 つの画素が設けられた画素アレイが形成されている。画素アレイの周囲領域には、走査線 5 0 に接続された走査線駆動回路（ゲートドライバ）5 5 と、信号線 5 1 に接続された信号線駆動回路（ソースドライバ）5 6 が、それぞれ配置されている。そして、前記走査線駆動回路 5 5 及び信号線駆動回路 5 6 には、画像表示を行うためのタイミング信号や R G

B輝度信号等の画像信号を供給するためのコントローラ57が接続され、さらに走査線50及び信号線51に与える信号電圧を供給するための電源回路59が接続されている。コントローラ57には、表示装置5Aに対して外部より水平・垂直同期信号や画像信号を与えるための外部処理装置58が接続されている。

表示装置5Aを構成する画素アレイの1画素は、図17Bに示すように、走査線50及び信号線51に接続されたスイッチング用トランジスタ52、画素を駆動するための駆動用トランジスタ53、並びに保持容量54を備え、駆動用トランジスタ53に有機発光素子3（有機EL素子）からなる画素部が接続されている。有機発光素子3は、駆動電流又は電圧により発光する。

スイッチング用トランジスタ52及び駆動用トランジスタ53は、例えば、一般的な多結晶シリコンを半導体として用いたトランジスタ等で構成できる。以上により表示装置5Aが構成されている。

有機発光素子3としては、図13に示す有機発光素子3Aをはじめとして、本発明に係る素子であれば、いずれも用いることができる。

実施例

[0128] 以下、具体的実施例により、本発明についてより詳細に説明する。ただし、本発明は以下に示す実施例に何ら限定されるものではない。

[0129] <有機半導体薄膜の製造>

[実施例1]

厚さ300nmの酸化シリコン膜（ SiO_2 ）を表面に有するSi基板（厚さ：1mm）において、UVオゾン処理によって、前記酸化膜表面を親水化処理した。次いで、不活性ガス雰囲気下において、前記式（3）の関係に基づいて決定された濃度のクォーターチオフェントリクロロシラン（前記一般式（1）-102で表される有機ケイ素化合物において、 X^1 、 X^2 及び X^3 が塩素原子であるもの）の無水トルエン溶液（濃度： $1 \times 10^{-3} \mu\text{mol/L}$ ）に、親水化処理した前記Si基板を1分間浸漬し、ゆっくりと引き上げ、

溶媒洗浄を行い、S i 基板上にクォーターチオフエンを結合させた。

次いで、クォーターチオフエンが結合した前記S i 基板に、スピコート法（回転数1500rpm）でクォーターチオフエン（第二の有機分子）のクロロホルム飽和溶液を塗布し、有機半導体薄膜を形成した。得られた有機半導体薄膜の膜厚は約2nmであった。

この薄膜を原子間力顕微鏡（AFM）により観察したところ、有機分子の配向性が制御され、グレインのない均一な薄膜であることが確認できた。

[0130] <電界効果トランジスタの製造>

[実施例2]

図9A～図9Dを参照して説明した製造方法により、図5に示す電界効果トランジスタ1Aを製造した。より具体的には、以下の通りである。

基板11としては、ガラス基板（コーニング社製、Eagle2000、厚さ：0.5mm）を用いた。

ゲート電極12の材質は、アルミニウム（Al）に対して10%のシリコン（Si）を添加したAlSi合金とした。そして、このAlSi合金からなる金属ターゲットを用いたスパッタリング法により、基板11上に、AlSi合金からなる膜厚40nmの金属膜を形成した。この金属膜のパターニングは、フォトリソグラフィー及びエッチングで行った。

ゲート絶縁膜13の材質は、酸化シリコン（SiO₂）とし、スパッタリング法により、膜厚300nmの酸化シリコン膜を形成した。

有機半導体層16は、実施例1と同様の材質及び方法で形成した。有機半導体層16の膜厚は2nmであった。

ソース電極14及びドレイン電極15の材質は金（Au）とし、金属マスクを介して真空蒸着法により、膜厚40nmのAu膜を形成した。この時、ソース電極14及びドレイン電極15間の間隔（チャネル長）は50μmであり、対向する電極の長さ（チャネル幅）は1000μmであった。

得られた電界効果トランジスタ1Aについて、電界効果移動度を測定したところ、 $8 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。実施例1と同様の方法で作製した

有機半導体薄膜を有機半導体層としたことにより、高い特性の電界効果トランジスタが得られた。

[0131] [実施例3]

図10A～図10Eを参照して説明した製造方法により、図6に示す電界効果トランジスタ1Bを製造した。より具体的には、以下の通りである。

基板11としては、ガラス基板（コーニング社製、Eagle 2000、厚さ：0.5mm）を用いた。

ゲート電極12の材質は、アルミニウム（Al）に対して10%のシリコン（Si）を添加したAlSi合金とした。そして、このAlSi合金からなる金属ターゲットを用いたスパッタリング法により、基板11上に、AlSi合金からなる膜厚40nmの金属膜を形成した。この金属膜のパターニングは、フォトリソグラフィー及びエッチングで行った。

ゲート絶縁膜13の材質は、酸化シリコン（SiO₂）とし、スパッタリング法により、膜厚300nmの酸化シリコン膜を形成した。

フォトレジスト膜90は、膜厚を4μmとし、リフトオフプロセス用のネガ型フォトレジスト（日本ゼオン社製、ZPN1150）を用いて、スピンコート法により成膜した後、フォトリソグラフィー法で形成した。

真空蒸着法によって、膜厚2nmのクロム（Cr）からなる密着層、及び膜厚40nmの金（Au）からなる金属膜を順次成膜し、アセトン等の有機溶媒中に基板11を浸漬するリフトオフ法により、フォトレジスト膜90及びその上に形成された不要なAu膜／Cr膜を除去して、ソース電極14及びドレイン電極15を形成した。この時、ソース電極14及びドレイン電極15間の間隔（チャネル長）は20μmであり、対向する電極の長さ（チャネル幅）は1000μmであった。

有機半導体層16は、第一の有機分子としてクォーターチオフェントリクロロシランに代えて2-トリクロロシリルペンタセンを、第二の有機分子としてクォーターチオフェンに代えてペンタセンをそれぞれ使用し、ペンタセンをスピンコート法に代えて蒸着法で導入したこと以外は、実施例1と同様

の方法で形成した。有機半導体層 16 の膜厚は 3 nm であった。

得られた電界効果トランジスタ 1 B について、実施例 2 と同様の方法で電界効果移動度を測定したところ、 $6 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。実施例 1 と同様の方法で作製した有機半導体薄膜を有機半導体層としたことにより、高い特性の電界効果トランジスタが得られた。

[0132] <太陽電池の製造>

[実施例 4]

図 12 A ~ 図 12 D を参照して説明した製造方法により、図 11 に示す太陽電池 2 A を製造した。より具体的には、以下の通りである。

ガラス基板 21 としては、「コーニング社製、Eagle 2000、厚さ：0.5 mm」を用いた。

アノード電極 22 としては、膜厚 150 nm の ITO 膜を、スパッタリング法によりガラス基板 21 上に形成した。

p 型半導体層 24 は、第一の有機分子としてクォーターチオフェントリクロロシランに代えてキンクエチオフェントリクロロシラン（前記一般式 (I) - 103 で表される有機ケイ素化合物において、 X^1 、 X^2 及び X^3 が塩素原子であるもの）を使用したこと以外は、実施例 1 と同様の方法で形成した。

p 型半導体層 24 の膜厚は 10 nm であった。

n 型半導体層 25 としては、膜厚 20 nm のパーフルオロフタロシアニンからなる膜を、真空蒸着法により形成した。

カソード電極 23 としては、膜厚 100 nm の Al 膜を、真空蒸着法により形成した。

得られた太陽電池 2 A について、AM1.5 の擬似太陽光を照射し、正極 - 負極間の電圧 - 電流特性を評価し、変換効率を算出したところ、0.1% であり、光電変換することを確認できた。

[0133] <有機発光素子の製造>

[実施例 5]

図 14 A ~ 図 14 G を参照して説明した製造方法により、図 13 に示す有

有機発光素子 3 A を製造した。より具体的には、以下の通りである。

ガラス基板 3 1 としては、「コーニング社製、Eagle 2000、厚さ：0.5 mm」を用いた。

アノード電極 3 2 としては、膜厚 150 nm の ITO 膜を、スパッタリング法によりガラス基板 3 1 上に形成した。

キャリア注入層 3 4 a は、PEDOT/PSS (Bytron-P、バイエル社製) をスピンコート法 (回転数 1500 rpm) でアノード電極 3 2 上に載せることで形成し、膜厚を約 50 nm とした。

キャリア輸送層 3 4 b は、第一の有機分子としてクォーターチオフエントリクロロシランに代えてターチオフエントリクロロシラン (前記一般式 (I) - 101 で表される有機ケイ素化合物において、 X^1 、 X^2 及び X^3 が塩素原子であるもの) を、第二の有機分子としてクォーターチオフエンに代えてターチオフエンをそれぞれ使用したこと以外は、実施例 1 と同様の方法で形成した。キャリア輸送層 3 4 b の膜厚は 2 nm であった。

発光層 3 4 c は、キャリア輸送層 3 4 b 上に、4, 4'-N, N'-ジカルバゾルービフェニル (CBP) 及びトリス (2-フェニルピリジン) イリジウム ($\text{Ir}(\text{PPY})_3$) を、それぞれ異なる蒸着源から共蒸着させる真空蒸着法によって形成した。形成した発光層 3 4 c 中の $\text{Ir}(\text{PPY})_3$ の濃度は、6.5 質量% であった。また、膜厚は 30 nm であった。

電子輸送層 3 4 d は、発光層 3 4 c 上にトリス (8-ヒドロキシキノリンアルミニウム) (Alq_3) を真空蒸着させることで形成し、膜厚を 40 nm とした。

電子注入層 3 4 e は、電子輸送層 3 4 d 上に酸化リチウム (Li_2O) を真空蒸着させることで形成し、膜厚を 0.5 nm とした。

カソード電極 3 3 は、電子注入層 3 4 e 上にアルミニウム (Al) を真空蒸着させることで形成し、膜厚を 150 nm とした。

得られた有機発光素子 3 A について、陽極-陰極間に電圧を印加し、発光スペクトルを評価したところ、 $\text{Ir}(\text{PPY})_3$ からの発光が観測された。

[0134] <表示装置用アレイの製造>

[実施例6]

図16A～図16Eを参照して説明した製造方法により、図15A～図15Dに示す表示装置用アレイ4Aを製造した。より具体的には、以下の通りである。

基板11としては、ガラス基板（コーニング社製、Eagle 2000、厚さ：0.5mm）を用いた。

ゲート配線40の材質は、アルミニウム（Al）に対して10%のシリコン（Si）を添加したAlSi合金とした。そして、このAlSi合金からなる金属ターゲットを用いたスパッタリング法により、基板11上に、AlSi合金からなる膜厚40nmの金属膜を形成した。この金属膜のパターニングは、フォトリソグラフィー及びエッチングで行った。

ゲート絶縁膜13の材質は、酸化シリコン（SiO₂）とし、スパッタリング法により、膜厚300nmの酸化シリコン膜を形成した。

フォトレジスト膜90は、膜厚を4μmとし、リフトオフプロセス用のネガ型フォトレジスト（日本ゼオン社製、ZPN1150）を用いて、スピンコート法により成膜した後、フォトリソグラフィー法で形成した。

真空蒸着法によって、膜厚2nmのクロム（Cr）からなる密着層、及び膜厚40nmの金（Au）からなる金属膜を順次成膜し、アセトン等の有機溶媒中に基板11を浸漬するリフトオフ法により、フォトレジスト膜90及びその上に形成された不要なAu膜／Cr膜を除去して、ソース電極14及びドレイン電極15を形成した。この時、ソース電極14及びドレイン電極15間の間隔（チャンネル長）は20μmであり、対向する電極の長さ（チャンネル幅）は1000μmであった。

ソース配線41及び画素電極43は、Agインクを反転印刷し、180℃で焼成することにより、厚さ50nmで所望のパターンに形成した。

有機半導体層16は、第一の有機分子としてクォーターチオフェントリクロロシランに代えて2-トリクロロシリルペンタセン（前記一般式（I）ー

303で表される有機ケイ素化合物において、 X^1 、 X^2 及び X^3 が塩素原子であるもの)を、第二の有機分子としてクォーターチオフェンに代えてペンタセンをそれぞれ使用し、ペンタセンをスピコート法に代えて蒸着法で導入したこと以外は、実施例1と同様の方法で形成した。有機半導体層16の膜厚は3nmであった。

そして、得られた有機半導体装置42をマトリクス状に配置して、表示装置用アレイ4Aとした。

[0135] <表示装置の製造>

[実施例7]

図13に示す有機発光素子3Aを有機EL表示装置の素子として用い、図17A～図17Cに示す表示装置5Aを製造した。有機発光素子3Aは、実施例5と同様の方法で製造した。

産業上の利用可能性

[0136] 本発明は、電界効果トランジスタ、太陽電池、有機発光素子等の半導体デバイスに利用可能である。

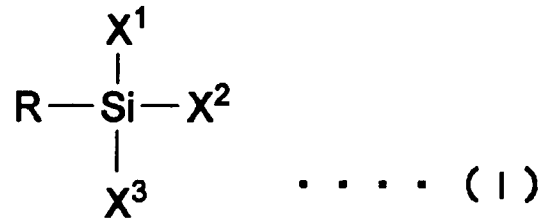
符号の説明

[0137] 1A, 1B・・・電界効果トランジスタ、11・・・基板、12・・・ゲート電極、13・・・ゲート絶縁膜、14・・・ソース電極、15・・・ドレイン電極、16・・・有機半導体層、2A・・・太陽電池、21・・・ガラス基板、22・・・アノード電極、23・・・カソード電極、24・・・p型半導体層、25・・・n型半導体層、3, 3A・・・有機発光素子、31・・・ガラス基板、32・・・アノード電極、33・・・カソード電極、34b・・・キャリア輸送層、34c・・・発光層、4A・・・表示装置用アレイ、40・・・ゲート配線、5A・・・表示装置、55・・・走査線駆動回路（ゲートドライバ）、56・・・信号線駆動回路（ソースドライバ）、57・・・コントローラ、6・・・有機薄膜、60・・・基材、61・・・第一の有機分子、62・・・第二の有機分子

請求の範囲

- [請求項1] 基材上に設けられた有機薄膜の製造方法であって、
 前記基材上に第一の有機分子を化学結合させて立設し、点在させる
 工程と、
 前記基材上に第二の有機分子を導入し、前記第一の有機分子に対し
 て前記第二の有機分子を配列させて、薄膜を形成する工程と、
 を有する有機薄膜の製造方法。
- [請求項2] 前記第一の有機分子に対して前記第二の有機分子を分子間相互作用
 により配列させる請求項1に記載の有機薄膜の製造方法。
- [請求項3] 前記第一及び第二の有機分子が、 π 電子共役系を有する請求項1に
 記載の有機薄膜の製造方法。
- [請求項4] 前記第一の有機分子が溶解された溶液を前記基材と接触させて、前
 記第一の有機分子を前記基材上に化学結合させる請求項1に記載の有
 機薄膜の製造方法。
- [請求項5] 前記第一の有機分子が溶解された溶液の濃度により、前記基材上に
 化学結合された前記第一の有機分子の密度を調節する請求項4に記載
 の有機薄膜の製造方法。
- [請求項6] 前記第一の有機分子が溶解された溶液と前記基材との接触時間によ
 り、前記基材上に化学結合された前記第一の有機分子の密度を調節す
 る請求項4に記載の有機薄膜の製造方法。
- [請求項7] 前記第二の有機分子が溶解された溶液を塗布することで、前記第二
 の有機分子を前記基材上に導入する請求項1に記載の有機薄膜の製造
 方法。
- [請求項8] 前記第二の有機分子を蒸着させることで、前記基材上に導入する請
 求項1に記載の有機薄膜の製造方法。
- [請求項9] 前記基材が親水性基を有し、前記第一の有機分子が、下記一般式（
 1）で表される有機ケイ素化合物である請求項1に記載の有機薄膜の
 製造方法。

[化1]



(式中、Rは π 電子共役系を有する有機基であり； X^1 、 X^2 及び X^3 はそれぞれ独立して、これらが結合しているケイ素原子(Si)と前記親水性基との反応で離脱する基である。)

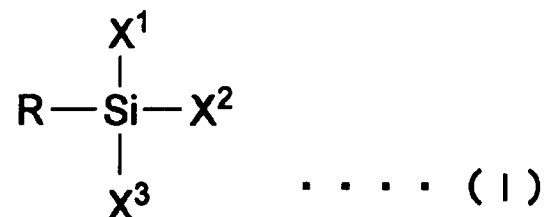
- [請求項10] 基材上に設けられた有機薄膜であって、
 前記基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、
 第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜。
- [請求項11] 前記第一の有機分子に対して前記第二の有機分子が分子間相互作用により配列されてなる請求項10に記載の有機薄膜。
- [請求項12] 前記第一及び第二の有機分子が、 π 電子共役系を有する請求項10に記載の有機薄膜。
- [請求項13] 前記第一の有機分子が含まれる溶液と前記基材との接触により、前記第一の有機分子が前記基材上に化学結合された請求項10に記載の有機薄膜。
- [請求項14] 前記第一の有機分子が含まれる溶液の濃度により、前記基材上に化学結合された前記第一の有機分子の密度が調節された請求項13に記載の有機薄膜。
- [請求項15] 前記第一の有機分子が含まれる溶液と前記基材との接触時間により、前記基材上に化学結合された前記第一の有機分子の密度が調節された請求項13に記載の有機薄膜。
- [請求項16] 前記第二の有機分子が含まれる溶液の塗布により、前記第二の有機

分子が前記基材上に導入され、配列された請求項 10 に記載の有機薄膜。

[請求項17] 前記第二の有機分子が蒸着により、前記基材上に導入され、配列された請求項 10 に記載の有機薄膜。

[請求項18] 前記基材が親水性基を有し、前記第一の有機分子が、下記一般式 (1) で表される有機ケイ素化合物である請求項 10 に記載の有機薄膜。

[化2]



(式中、R は π 電子共役系を有する有機基であり； X^1 、 X^2 及び X^3 はそれぞれ独立して、これらが結合しているケイ素原子 (Si) と前記親水性基との反応で離脱する基である。)

[請求項19] 有機半導体層を備えた電界効果トランジスタであって、 基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、

第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記有機半導体層として備えた電界効果トランジスタ。

[請求項20] ゲート電極、ゲート絶縁膜、ソース電極、ドレイン電極及び有機半導体層を備え、

前記有機半導体層が、前記ゲート絶縁膜を介して前記ゲート電極と対向するように設けられており、

前記ソース電極及びドレイン電極が、前記有機半導体層上に接するように設けられている請求項 19 に記載の電界効果トランジスタ。

[請求項21] ゲート電極、ゲート絶縁膜、ソース電極、ドレイン電極及び有機半導体層を備え、

前記有機半導体層が、前記ゲート絶縁膜を介して前記ゲート電極と対向するように設けられており、

前記ソース電極及びドレイン電極が、前記ゲート絶縁膜上に設けられている請求項19に記載の電界効果トランジスタ。

[請求項22] 基材上に一对の電極を備え、前記一对の電極間に、少なくともキャリア輸送層及び発光層を備えた有機発光素子であって、

前記基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、

第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記キャリア輸送層として備えた有機発光素子。

[請求項23] 基材上に一对の電極を備え、前記一对の電極間に、p型半導体層及びn型半導体層を備えた太陽電池であって、

前記基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、

第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記p型半導体層及び／又はn型半導体層として備えたことを特徴とする太陽電池。

[請求項24] 基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記有機半導体層として備えた電界効果トランジスタをスイッチング素子として備えた表示装置用アレイ。

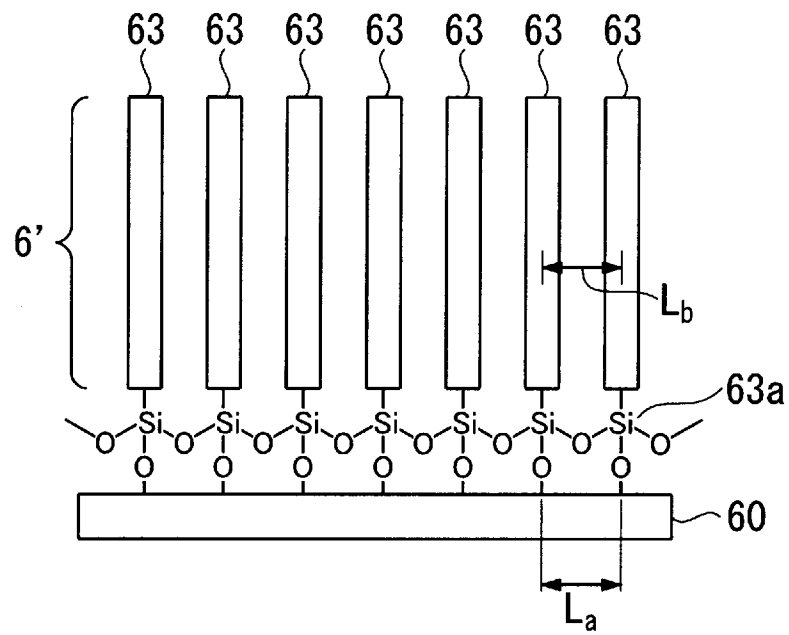
[請求項25] 画像信号を発生して出力する画像信号出力部と、前記画像信号に基づいて電流又は電圧を発生する駆動部と、発生した前記電流又は電圧

により発光する発光部と、を備えた表示装置であって、

前記発光部が、

前記基材上に、第一の有機分子が化学結合により立設及び点在され、第二の有機分子が、前記第一の有機分子に対して配列されてなる有機薄膜において、前記第一及び第二の有機分子が有機半導体分子である有機薄膜を、前記キャリア輸送層として備えた有機発光素子である表示装置。

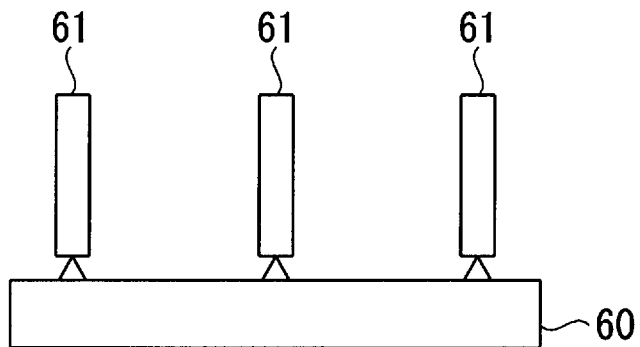
[図1]



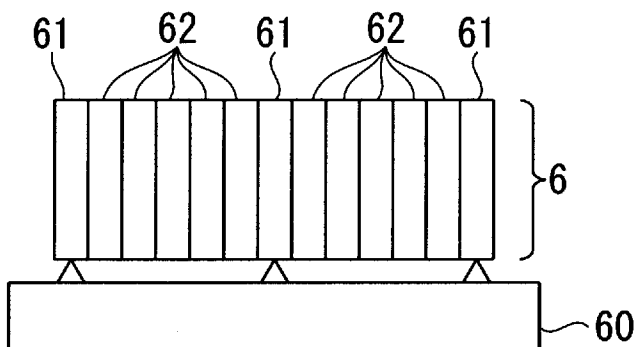
[図2A]



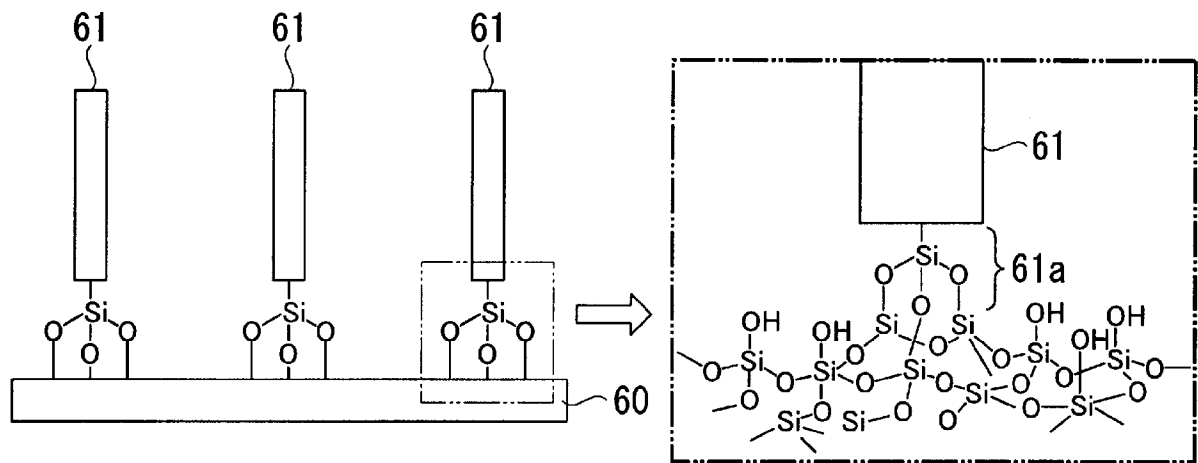
[図2B]



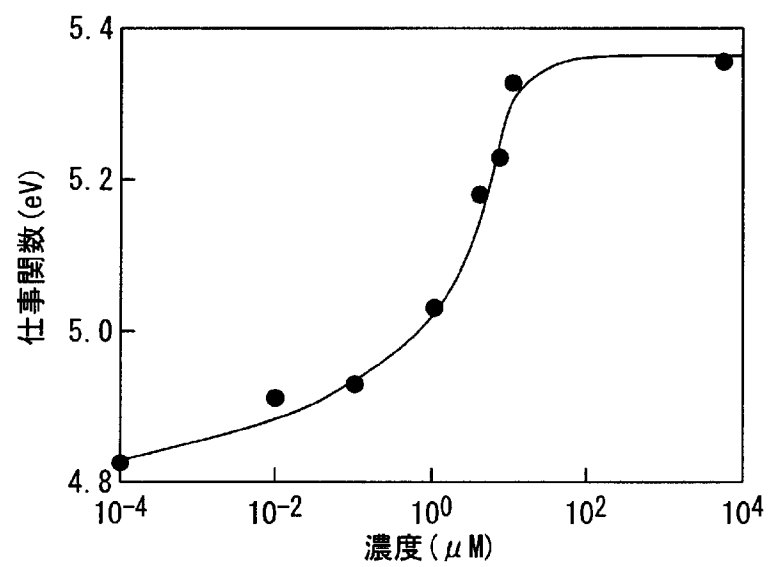
[図2C]



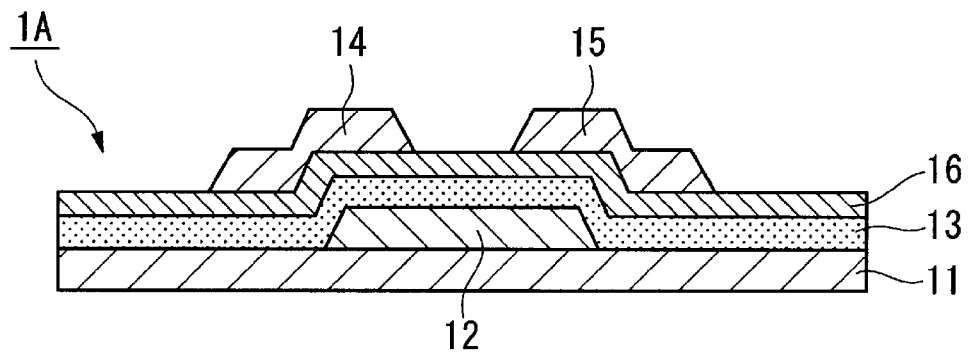
[図3]



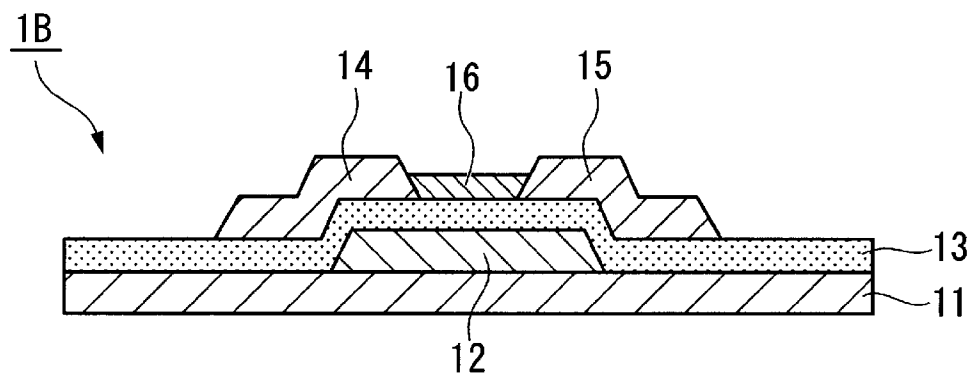
[図4]



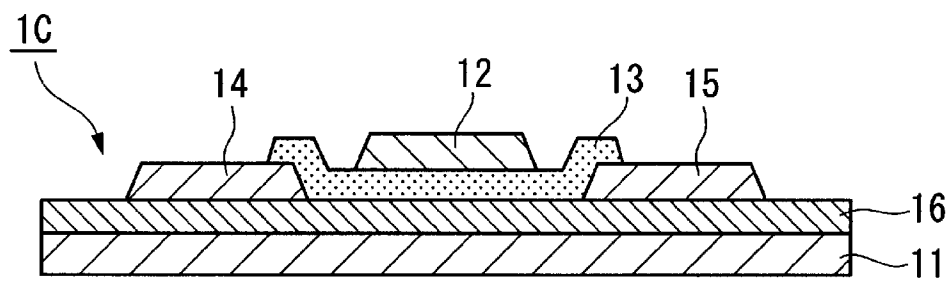
[図5]



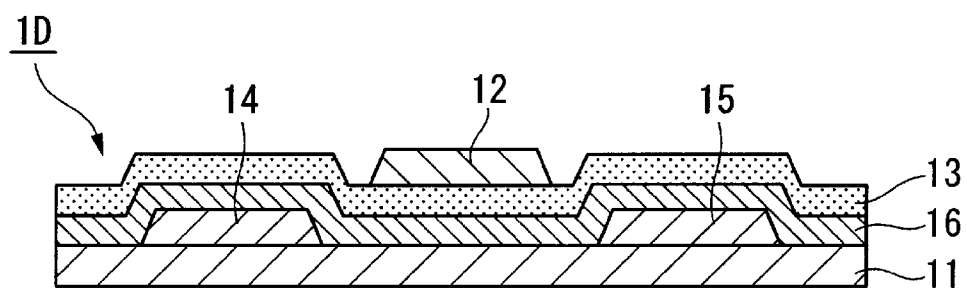
[図6]



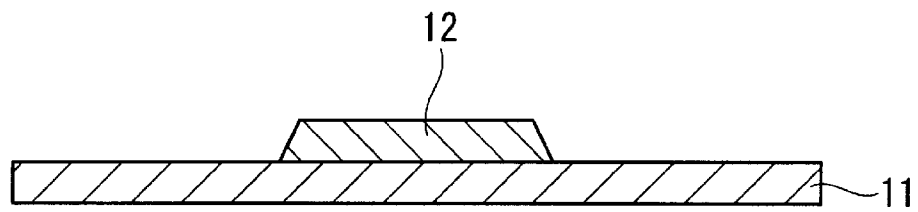
[図7]



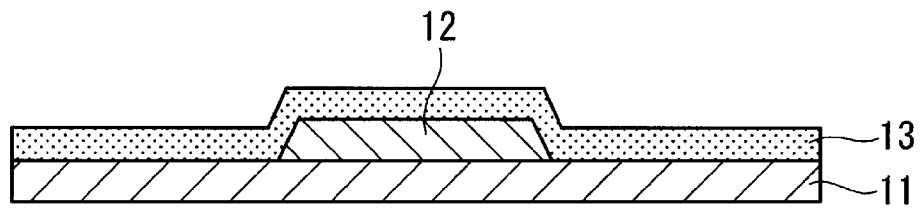
[図8]



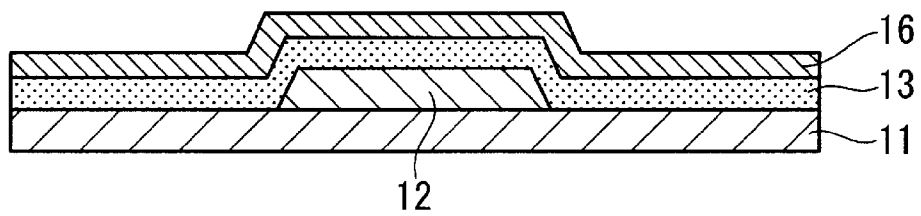
[図9A]



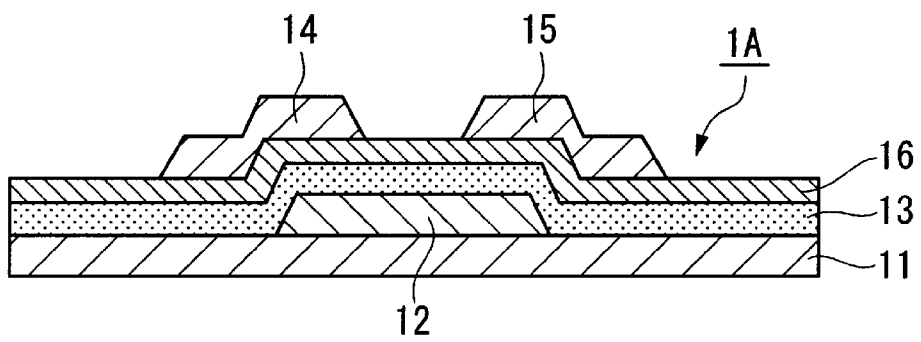
[図9B]



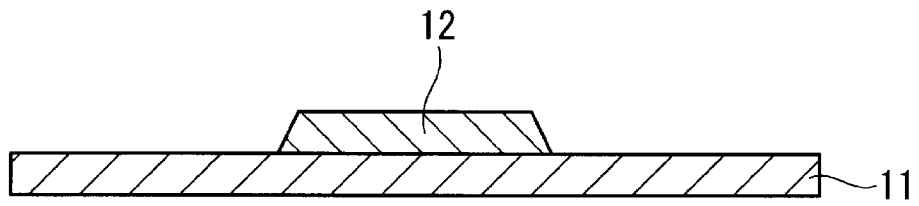
[図9C]



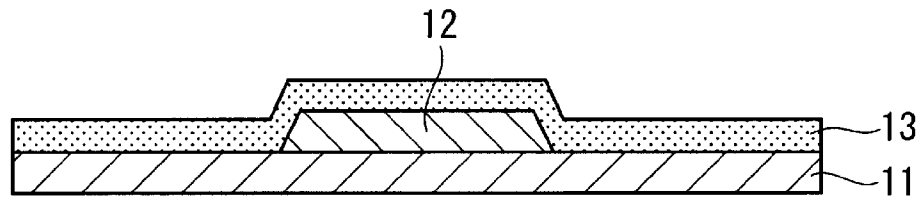
[図9D]



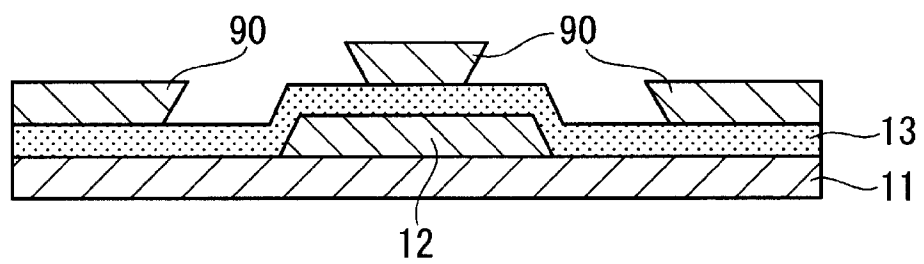
[図10A]



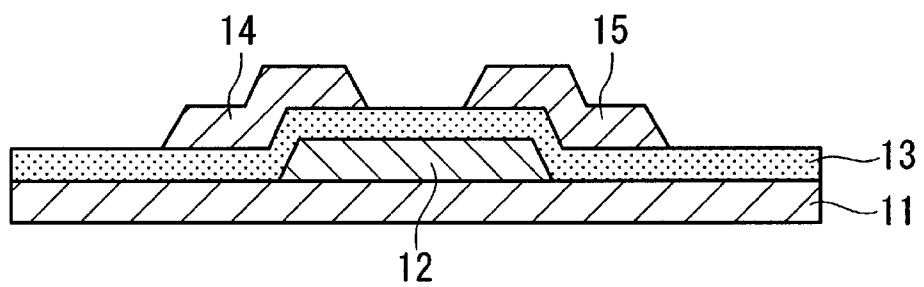
[図10B]



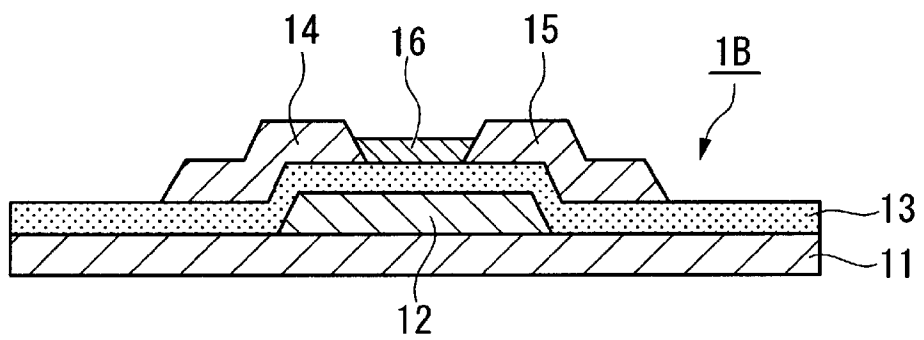
[図10C]



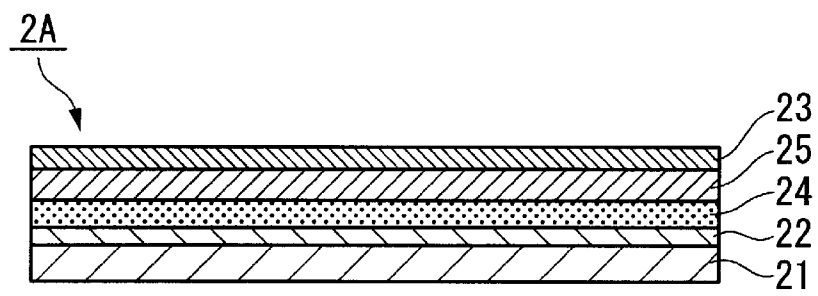
[図10D]



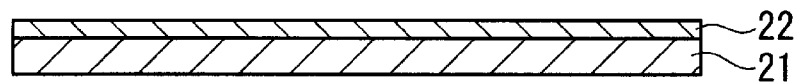
[図10E]



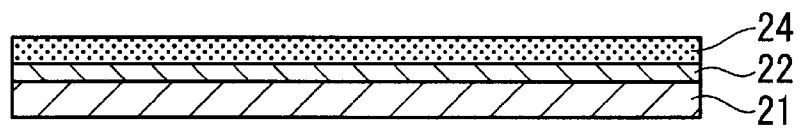
[図11]



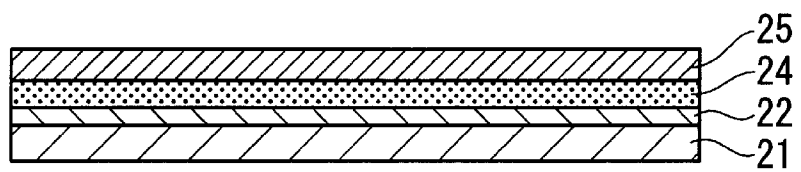
[図12A]



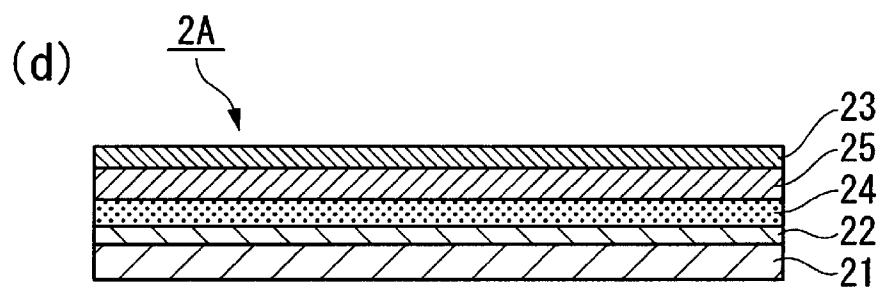
[図12B]



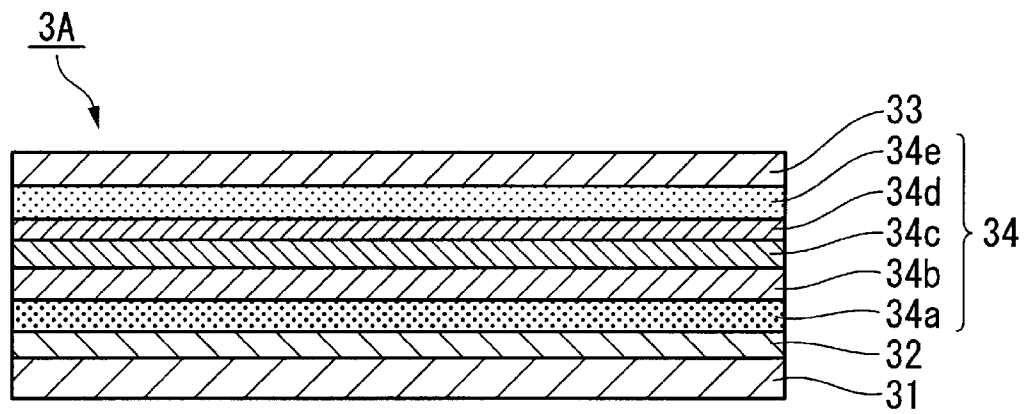
[図12C]



[図12D]



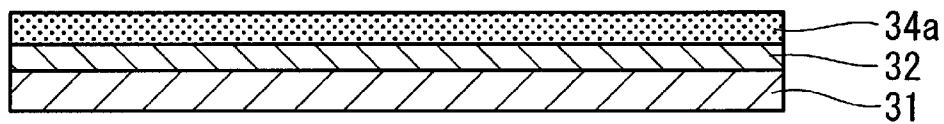
[図13]



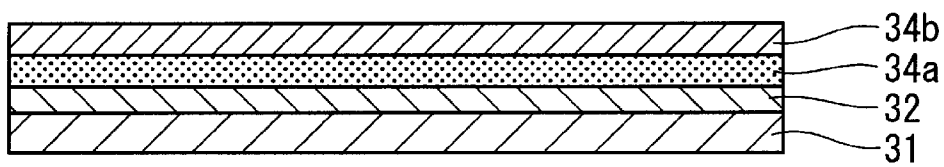
[図14A]



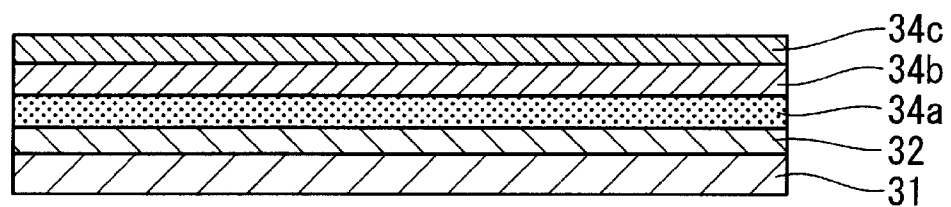
[図14B]



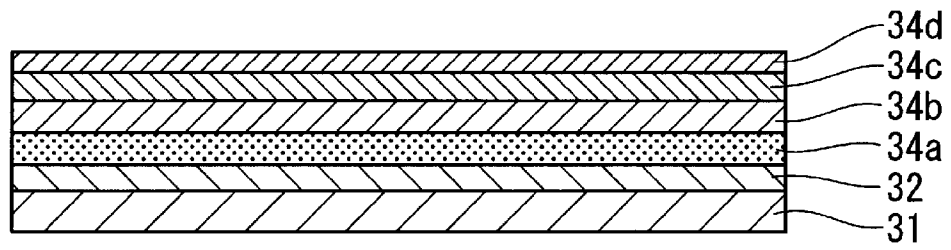
[図14C]



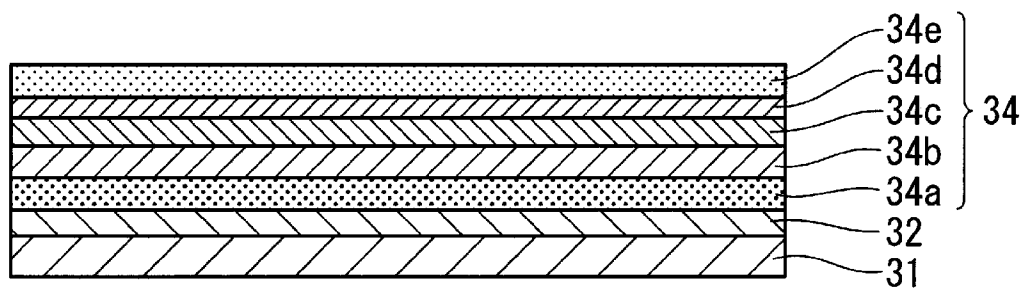
[図14D]



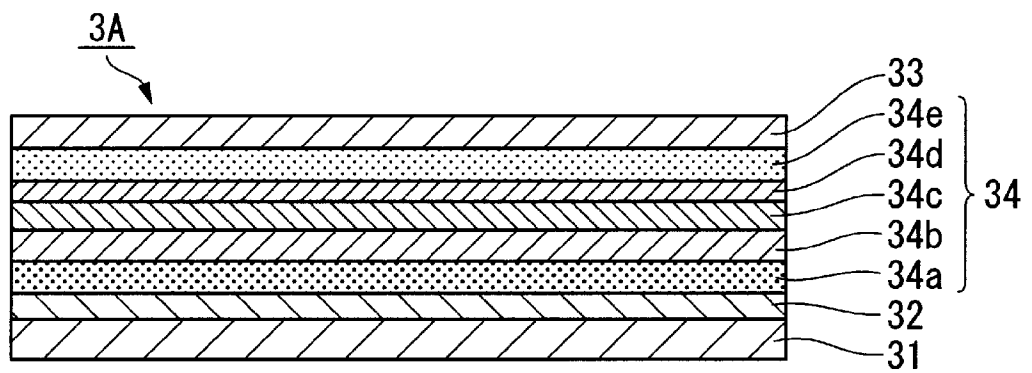
[図14E]



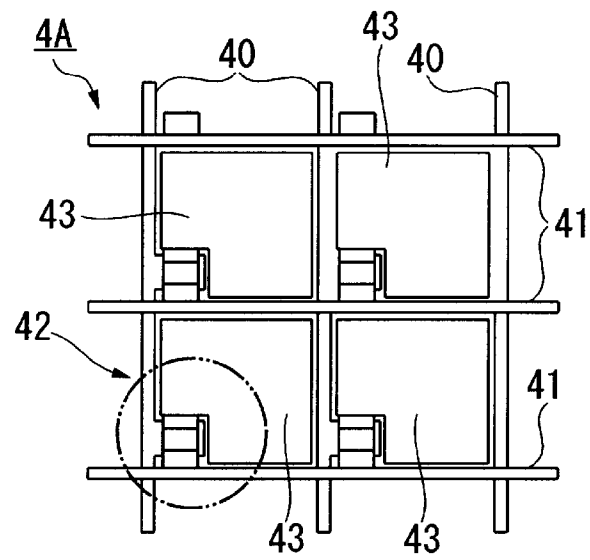
[図14F]



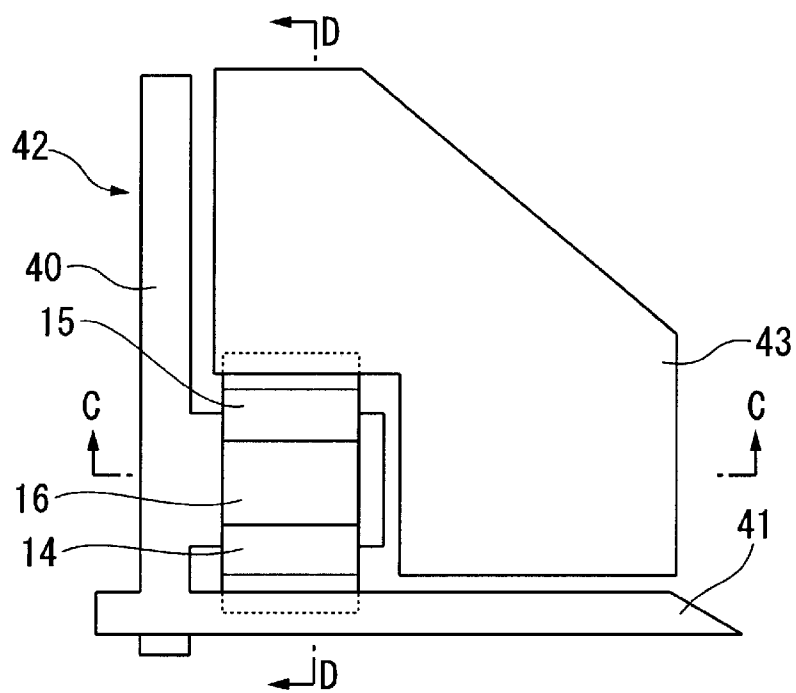
[図14G]



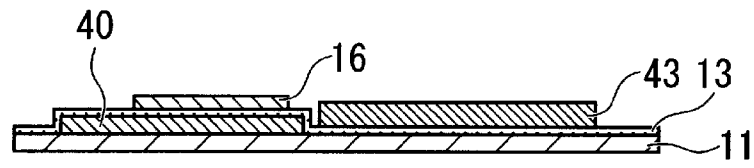
[図15A]



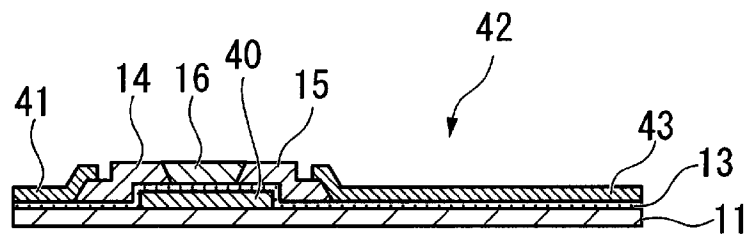
[図15B]



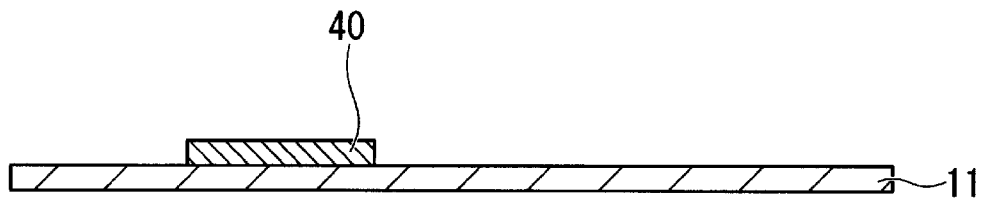
[図15C]



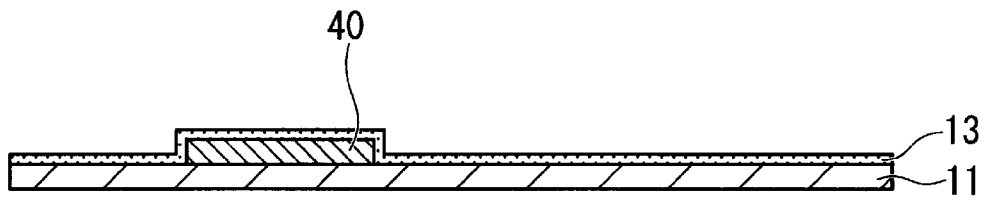
[図15D]



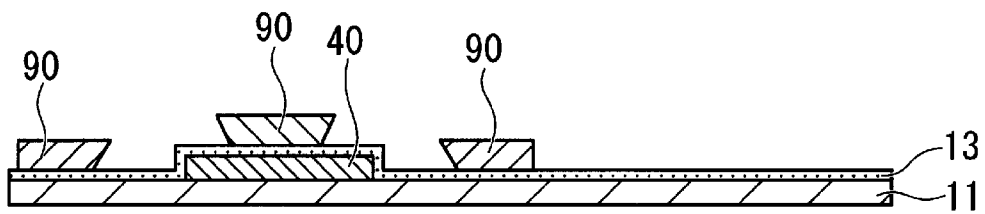
[図16A]



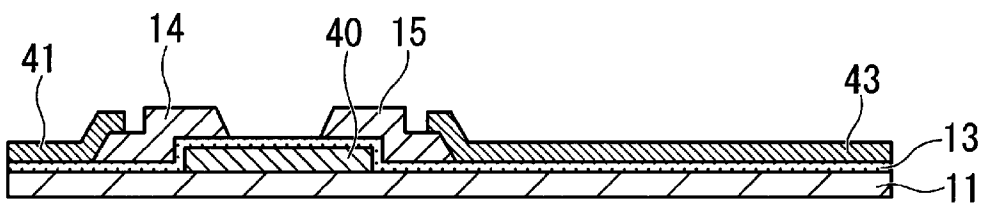
[図16B]



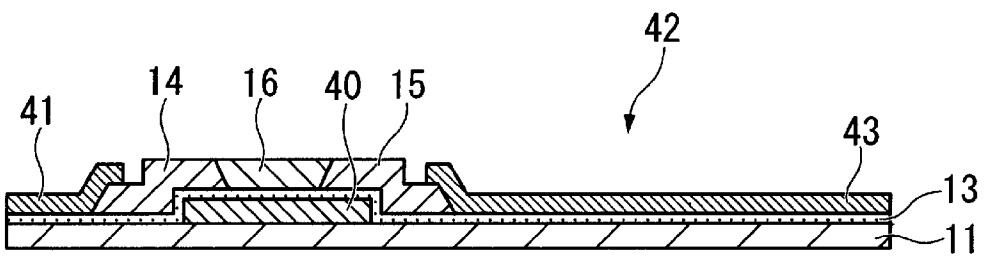
[図16C]



[図16D]

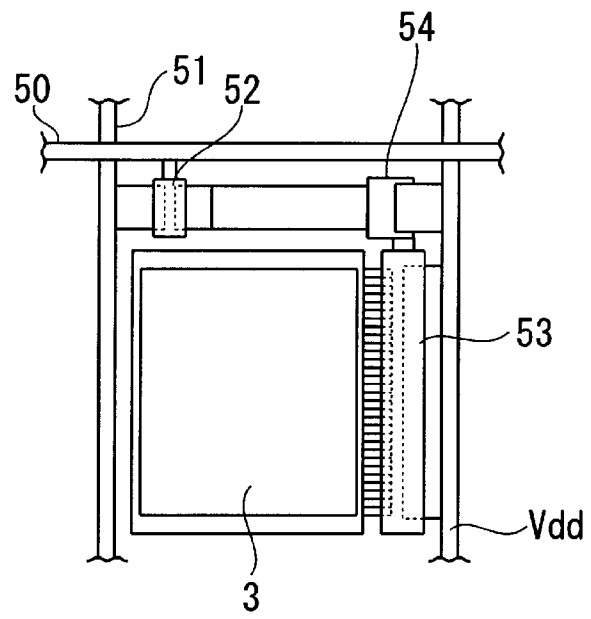


[図16E]



A block diagram showing a system architecture. A central horizontal bar labeled 56 is connected to several components. Above it, a vertical bar 57 is connected via a double-headed arrow to a small rectangle 58. Below bar 56, there is a large rectangular area containing a grid of horizontal and vertical lines. The horizontal lines are collectively labeled 50, and one specific line is labeled 51. To the right of this grid area is a vertical bar labeled 55. A box labeled 59 is connected to both bar 56 and bar 55. Arrows indicate data flow between these components.

[図17C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/067074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/40(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i,
H01L51/05(2006.01)i, H01L51/30(2006.01)i, H01L51/42(2006.01)i, H01L51/50
(2006.01)i, H05B33/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L51/40, H01L21/336, H01L29/786, H01L51/05, H01L51/30, H01L51/42,
H01L51/50, H05B33/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-192724 A (Konica Minolta Holdings, Inc.),	1-4, 7-13, 16-25
Y	21 August 2008 (21.08.2008), paragraphs [0041], [0045], [0060] to [0081] (Family: none)	5, 6, 14, 15
Y	WO 2011/135901 A1 (Sharp Corp.), 03 November 2011 (03.11.2011), paragraph [0039] (Family: none)	5, 6, 14, 15
A	JP 2009-158691 A (Sharp Corp.), 16 July 2009 (16.07.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-25



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 August, 2012 (01.08.12)

Date of mailing of the international search report
14 August, 2012 (14.08.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/067074

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-218244 A (Hitachi, Ltd.), 24 September 2009 (24.09.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2010-272634 A (Sharp Corp.), 02 December 2010 (02.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	WO 2012/077573 A1 (Sharp Corp.), 14 June 2012 (14.06.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/067074

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: JP 2008-192724 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 21 August 2008 (21.08.2008), paragraphs [0041], [0045], [0060] to [0081] (Family: none)

Document 1 discloses a process for producing an organic semiconductor layer which comprises a step in which a self-organized monomolecular film comprising an organic silane compound is formed at a low density on a surface on which the organic semiconductor layer is to be deposited and a step in which an organic semiconductor material is deposited after the formation of the self-organized monomolecular film to thereby form a highly oriented organic semiconductor layer.

(Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/067074

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Here, the step of forming a self-organized monomolecular film shown in document 1 corresponds to the step of vertically and scatteringly disposing first organic molecules which is included in claim 1 of the present application.

The step of forming an organic semiconductor layer in document 1 is a step in which a film comprising organic molecules arranged in some oriented state is formed over the self-organized monomolecular film, which is a film comprising arranged organic molecules. Consequently, the step corresponds to the step of forming a thin film which is included in claim 1 of the present application.

Therefore, the invention of claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1, and does not have a special technical feature.

Further, also each of the inventions of claims 2-4, 7-13 and 16-25 have no special technical feature, since said each invention is not considered to have novelty in the light of the invention disclosed in the document 1 or is relevant to an invention constituted by mere addition of a well-known art even if the invention may be considered to have novelty.

Therefore, three invention groups each having a special technical feature indicated below are involved in claims.

Meanwhile, the inventions of claims 1-4, 7-13 and 16-25 having no special technical feature are classified into invention 1.

(Invention group 1) the inventions of claims 1-4, 7-13 and 16-25
These inventions have no special technical feature.

(Invention 2) the inventions of claims 5 and 14

Inventions in which the density is regulated by means of the concentration of a solution in which first organic molecules have been dissolved.

(Invention 3) the inventions of claims 6 and 15

Inventions in which the density is regulated by means of the time period of contact of the substrate with the solution in which first organic molecules have been dissolved.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L51/40(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i, H01L51/05(2006.01)i, H01L51/30(2006.01)i, H01L51/42(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L51/40, H01L21/336, H01L29/786, H01L51/05, H01L51/30, H01L51/42, H01L51/50, H05B33/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008-192724 A（コニカミノルタホールディングス株式会社） 2008.08.21, 段落【0041】、【0045】、【0060】～【0081】（ファミリーなし）	1-4, 7-13, 16-25
Y		5, 6, 14, 15
Y	WO 2011/135901 A1（シャープ株式会社）2011.11.03, 段落【0039】（ファミリーなし）	5, 6, 14, 15
A	JP 2009-158691 A（シャープ株式会社）2009.07.16, 全文、全図（ファミリーなし）	1-25

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鈴木 聡一郎

5 0

3 8 6 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-218244 A (株式会社日立製作所) 2009.09.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2010-272634 A (シャープ株式会社) 2010.12.02, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-25
A	WO 2012/077573 A1 (シャープ株式会社) 2012.06.14, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-25

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1：JP 2008-192724 A（コニカミノルタホールディングス株式会社）2008.08.21，段落【0041】、【0045】、【0060】～【0081】（ファミリーなし）

文献1には、有機半導体層の製造方法において、前記有機半導体層を堆積させる表面に低い密度で有機シラン化合物からなる自己組織化単分子膜を形成する工程と、前記自己組織化単分子膜の形成後に有機半導体材料を堆積することによって、配向性の高い有機半導体層を形成する工程とを有する製造方法が記載されている。

（特別ページに続きが記載されている。）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(第Ⅲ欄の続き)

ここで、文献1の自己組織化単分子膜を形成する工程は、本願の請求項1に係る発明の第1の有機分子を立設し、点在させる工程に相当する。また、文献1の有機半導体層を形成する工程は、有機分子が配列した膜である自己組織化単分子膜に対して、何らかの配向性をもって配列した有機分子からなる膜を形成する工程であるから、本願の請求項1に係る発明の薄膜を形成する工程に相当するものである。

したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。また、請求項2-4、7-13、16-25に係る各発明についても、文献1に記載された発明に対して新規性が認められないか、新規性が認められるものについても単に周知技術を付加したにすぎないものであるから、いずれにせよ特別な技術的特徴を有しない。

したがって、請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する3の発明群が含まれる。なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1-4、7-13、16-25に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1) 請求項1-4、7-13、16-25に係る発明

当該発明は、特別な技術的特徴を有しない。

(発明2) 請求項5、14に係る発明

第1の有機分子が溶解された溶液の濃度により密度を調整するもの。

(発明3) 請求項6、15に係る発明

第1の有機分子が溶解された溶液と基材の接触時間により密度を調整するもの。