

(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
2017年12月21日(21.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/217080 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 29/786 (2006.01) *H01L 29/417* (2006.01)
H01L 21/28 (2006.01) *H01L 51/05* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/013993

(22) 国際出願日: 2017年4月3日(03.04.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-119382 2016年6月15日(15.06.2016) JP

(71) 出願人: N I S S H A 株式会社(NISSHA CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 Kyoto (JP).

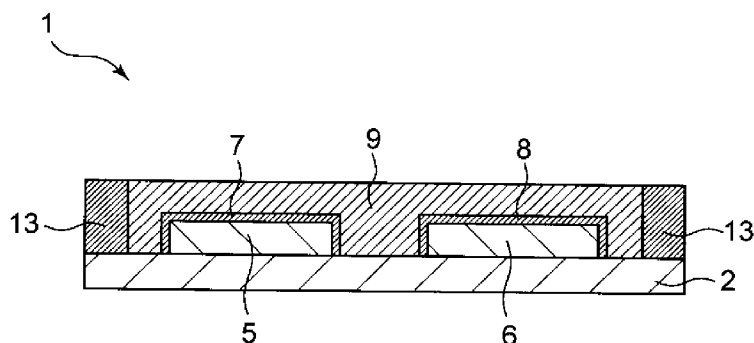
(72) 発明者: 灘 秀明(NADA, Hideaki); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP). 滋野 博誉(SHIGENO, Hirotaka); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP). 黒▲崎▼ 寿文(KUROSAKI, Toshifumi); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: ACTIVE ELEMENT, AND METHOD OF MANUFACTURING ACTIVE ELEMENT

(54) 発明の名称: 能動素子、および能動素子の製造方法



(57) Abstract: [Problem] The purpose of the present invention is to provide an active element with a low energy barrier between an organic semiconductor and an electrode, and a method of manufacturing the same. [Solution] This active element 1 comprises: a base material 2; a first electrode 5 and a second electrode 6 that are formed next to each other on one main surface of the base material 2; surface films 7, 8 formed on the first electrode 5 and the second electrode 6; and an organic semiconductor layer 9 formed on the one main surface of the base material 2 so as to cover at least a region between the first electrode 5 and the second electrode 6. After being in contact with a pH10-12 developing solution for 45 seconds, the surface films 7, 8 each have at least one FT-IR spectral peak in a range of (A) 1000 to 1300 cm^{-1} inclusive and in a range of (B) 1715 to 1750 cm^{-1} inclusive.

[続葉有]

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：【課題】本発明は、有機半導体と電極の間のエネルギー障壁が低い能動素子とその製造方法を提供することを目的とする。【解決手段】本発明の能動素子1は、基材2と、基材2の一方主面上に隣り合って形成されている第1電極5および第2電極6と、第1電極5上および第2電極6上に形成されている表面膜7、8と、基材2の一方主面上であって、少なくとも第1電極5と第2電極6の間の領域を覆うように形成されている有機半導体層9と、を有し、表面膜7、8は、pH10～12の現像液に45秒接触させた後のFT-IRスペクトルのピークが、(A) 1000 cm^{-1} 以上 1300 cm^{-1} 以下と、(B) 1715 cm^{-1} 以上 1750 cm^{-1} 以下の範囲にそれぞれ少なくとも一つ存在している。

明 細 書

発明の名称：能動素子、および能動素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体層に有機半導体を用いた能動素子に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、能動素子の薄型化、フレキシブル化、軽量化、大面積化等の要望が高まるにつれて、基材材料としてはポリエチレンナフタレート（PEN）やポリイミド（PI）等の高分子フィルムが使用されている。これに伴い、半導体層として、当該フィルムの耐熱温度以下で成膜が可能な有機半導体を用いた能動素子が種々開発されている。有機半導体との間のエネルギー障壁を小さくすることにより、高いキャリア注入効率を得られる。電極と有機半導体との間のエネルギー障壁を低くするために、例えば、自己組織化単分子膜処理を施し、電極と有機半導体の間に単分子膜を設けたり（非特許文献1）、有機半導体を含有するインキのぬれ広がりを抑制するためのバンク（隔壁）が形成される（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2008／120351号

非特許文献

[0004] 非特許文献1：岩佐義宏、竹延大志、“有機トランジスタ”、[online]、2008年、応用物理学会、[2016年6月15日検索]、インターネット<URL：<http://www.jsap.or.jp/editorial/KISO-sample/Q0BU0414.pdf>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、従来の方法では自己組織化単分子膜やバンクを形成するための工程数が増加することになる。特にバンクを設ける場合にはマージンを考慮し

て設計する必要がある。より簡便な方法で、電極上に有機半導体インキを均一に広げて素子としての性能のバラツキを抑えるとともに、有機半導体－電極間のエネルギー障壁を低くすることができる能動素子やその製造方法が求められている。

そこで、本発明は、有機半導体と電極の間のエネルギー障壁が低い能動素子とその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成し得た本発明の能動素子は、基材と、該基材の一方主面上に隣り合って形成されている第1電極および第2電極と、第1電極上および第2電極上に形成されている表面膜と、基材の一方主面上であって、少なくとも第1電極と第2電極の間の領域を覆うように形成されている有機半導体層と、を有し、表面膜は、 $\text{pH } 10 \sim 12$ の現像液に45秒接触させた後のFT-IRスペクトルのピークが、(A) 1000 cm^{-1} 以上 1300 cm^{-1} 以下と、(B) 1715 cm^{-1} 以上 1750 cm^{-1} 以下の範囲にそれぞれ少なくとも一つ存在している点に要旨を有する。メカニズムの詳細については必ずしも明らかではないが、表面膜が上記波数範囲にFT-IRスペクトルのピークを有していれば、表面膜上で有機半導体インキが均一にぬれ広がりやすくなるため、能動素子の性能のバラツキを抑制できる。また、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁を低下することができる。なお、FT-IRスペクトルのピークが上記の波数範囲に存在しているとは、表面膜の材料がエステル基を有する樹脂であることを意味している。

[0007] 表面膜は、 $\text{pH } 10 \sim 12$ の現像液に45秒接触させた後のFT-IRスペクトルのピークが、(A) 1000 cm^{-1} 以上 1300 cm^{-1} 以下と、(B1) 1735 cm^{-1} 以上 1750 cm^{-1} 以下の範囲にそれぞれ少なくとも一つ存在していることが好ましい。表面膜が上記波数範囲にFT-IRスペクトルのピークを有していれば、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁の低下をより一層高められる。

[0008] 表面膜の厚みが 1 nm 以上 40 nm 以下であることが好ましい。表面膜の

厚みが1 nm未満であると、有機半導体インキが不均一にぬれ広がるおそれがある。表面膜の厚みが40 nmを超えると、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁が増大するおそれがある。

[0009] 表面膜は、第1電極および第2電極の向かい合う面上にもそれぞれ形成されていることが好ましい。能動素子が、第1電極と第2電極がそれぞれソース電極およびドレイン電極として機能するトランジスタである場合に、チャネル領域付近での有機半導体と電極とのぬれ性の改善や、エネルギー障壁の低下に寄与する。

[0010] 第1電極および第2電極の材料がCuであることが好ましい。導電率が高く安価に得られるCuが工業生産上適している。

[0011] 基材の一方主面上であって、有機半導体層よりも面方向外側に形成されている隔壁を有することが好ましい。基材上で有機半導体インキがぬれ広がり過ぎることを制御できる。

[0012] また、上記目的を達成し得た本発明の能動素子の製造方法は；基材の一方主面上に隣り合う第1電極および第2電極を形成する工程と；基材の一方主面上、第1電極および第2電極の一方主面上にレジスト層を形成する工程と；レジスト層を現像液に接触させて、基材の一方主面上の第1電極と第2電極の間の領域のレジスト層と、第1電極および第2電極上のレジスト層の一部を除去することにより、第1電極上および第2電極上に表面膜を形成する工程と；基材の一方主面上であって、少なくとも第1電極と第2電極の間の領域を覆うように有機半導体層を形成する工程と；を含む点に要旨を有する。本発明の能動素子の製造方法は、性能のバラツキを抑制し、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁を低下する効果を有する電極上の表面膜を、電極上に形成されたレジスト層の一部を除去するという簡便な方法で形成できるため、工業生産上適している。

[0013] 本発明の能動素子の製造方法は、レジスト層を形成する工程の後、レジスト層を現像液に接触させる工程の前に、第1電極および第2電極の間の領域の外側のレジスト層を露光する工程を含み、レジスト層を現像液に接触させ

る工程により、基材の一方主面上の第1電極および第2電極の間の領域の外側に隔壁を形成することが好ましい。これにより、レジスト層のうち露光された部分が隔壁となり、未露光の部分は電極上に形成される表面膜となる。第1電極および第2電極の間の領域の外側のレジスト層を露光する工程を行うことにより、レジスト層を現像液に接触させる工程において隔壁と表面膜を一緒に形成することが可能となり、別途隔壁を設ける工程を省略することができる。

発明の効果

[0014] 本発明の能動素子は、表面膜上で有機半導体インキが均一にぬれ広がりやすくなるため、能動素子の性能のバラツキを抑制できる。また、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁を低下することができる。

また、本発明の能動素子の製造方法は、性能のバラツキを抑制し、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁を低下する効果を有する電極上の表面膜を、電極上に形成されたレジスト層の一部を除去するという簡便な方法で形成できるため、工業生産上適している。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の能動素子の平面図を表す。

[図2]図1に示した能動素子のI-I断面図を表す。

[図3]本発明の能動素子の他の例の断面図を表す。

[図4]本発明の能動素子のさらに他の例の平面図を表す。

[図5]図4に示した能動素子のV-V断面図を表す。

[図6]本発明の能動素子のさらに他の例の断面図を表す。

[図7]本発明の能動素子の断面図の変形例を表す。

[図8]本発明の能動素子の断面図の変形例を表す。

[図9]本発明の能動素子の断面図の変形例を表す。

[図10]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図11]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図12]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図13]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図14]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図15]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図16]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図17]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図18]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図19]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

[図20]本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明に関して、図面を参照しつつ具体的に説明するが、本発明はもとより図示例に限定される訳ではなく、前、後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

[0017] 1. 能動素子

本発明において能動素子は、信号増幅や整流を行う素子であり、例えばトランジスタ、サイリスタ、ダイオード等の素子である。これらの応用例としては、例えば、ディスプレイ、タッチパネル、太陽電池、半導体レーザ、圧力センサー、生体センサー等がある。

[0018] 本発明において能動素子は、厚み方向と面方向を有する。能動素子の厚み方向は、基材、第1電極、第2電極、有機半導体層が積層される方向であり、能動素子の面方向は、厚み方向と直交する方向である。

[0019] 図1は、本発明の能動素子の平面図を表し、図2は、図1に示した能動素子のⅠⅠ－ⅠⅠ断面図を表す。図1～図2に示すように、本発明の能動素子1は、基材2と、第1電極5および第2電極6と、表面膜7、8と、有機半導体層9と、を有する。

[0020] 基材2は、一方主面と他方主面を有しており、第1電極5、第2電極6、有機半導体層9を支持するために設けられる。

[0021] 基材2は、例えば、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエチレン

テレフタレート（PET）、ポリイミド（PI）等の高分子フィルムからなるフレキシブル基板や、ガラス基板等のリジッド基板が好ましく用いられる。

[0022] 基材2の折れや破れを防止するために、基材2の厚みは、例えば5 μm 以上であることが好ましく、10 μm 以上であることがより好ましく、18 μm 以上であることがさらに好ましい。他方、能動素子1の薄型化の観点からは、基材2の厚みは、200 μm 以下であることが好ましく、150 μm 以下であることがより好ましく、125 μm 以下であることがさらに好ましい。

[0023] 後述するように、基材2が絶縁層を兼ねるフィルムの場合には、基材2の厚みは、10 μm 以下であることが好ましく、7 μm 以下であることがより好ましく、5 μm 以下であることがさらに好ましく、0.1 μm 以上であることが好ましく、0.5 μm 以上であることがより好ましく、1 μm 以上であることがさらに好ましい。

[0024] 図1に示すように、本発明の能動素子1は、基材2の一方主面上に隣り合って形成されている第1電極5および第2電極6とを有する。

[0025] 第1電極5、第2電極6、後述する第3電極11（以下、まとめて「電極」と称することがある）は能動素子1を動作させるために電氣的に接続されるものであり、例えば、能動素子1がトランジスタの場合には、第1電極5はソース電極に相当し、第2電極6はドレイン電極に相当し、第3電極11はゲート電極に相当する。

[0026] 電極の材料は、例えば、Cu、Al、Ag、C、Ni、Au、ITO、ZnO、IGZO、IGZO、カーボンナノチューブ、グラフェン、グラファイト等の導電性材料を用いることができる。特に、導電率が高く安価に得られるCuが工業生産上適している。

[0027] 電極は、例えば、フォトリソグラフィ法や印刷法によって形成することができる。第1電極5と第2電極6の相対位置の精度を向上させる観点からは、第1電極5および第2電極6は、フォトリソグラフィ法によって形成され

ることが好ましい。

[0028] 電極の厚みは、必要な導電率を確保するために、例えば、5 nm以上であることが好ましく、10 nm以上であることがより好ましく、20 nm以上であることがさらに好ましい。電極の厚みの上限は特に制限されないが、能動素子1全体の厚みが増大するのを抑制し、フォトリソグラフィ法を用いる場合にエッチング時間を短縮する観点から、例えば、1 μ m以下であることが好ましく、700 nm以下であることがより好ましく、500 nm以下であることがさらに好ましい。

[0029] 第1電極と第2電極は隣り合って形成されていればよく、第1電極の一つの辺と第2電極の一つの辺が対向して配置されていてもよい。例えば、図2では、第1電極5の一辺5Cと、第2電極の一辺6Cが対向するように配置されている。

[0030] 図3は、本発明の能動素子の他の例の断面図を表す。図3に示すように、第1電極5または第2電極6は積層されていてもよい。詳細には、第1電極5は、基材2の一方主面上に形成されている下側第1電極5Aと、下側第1電極5A上に形成されている上側第1電極5Bとを有していてもよい。第1電極5と同様に、第2電極6は、基材2の一方主面上に形成されている下側第2電極6Aと、下側第2電極6A上に形成されている上側第2電極6Bとを有していてもよい。下側に配置される電極材料と、上側に配置される電極材料を適切に選択することにより能動素子1の性能を高められる。

[0031] 第1電極5と第2電極6の間隔は特に制限されないが、例えば第1電極5がソース電極で、第2電極6がドレイン電極であるトランジスタの場合には、第1電極5と第2電極6の間の長さであるチャネル長は20 μ m以下であることが好ましく、15 μ m以下であることがより好ましく、10 μ m以下であることがさらに好ましい。チャネル長が短いほど、トランジスタの処理速度と集積度を高めることができる。

[0032] 表面膜7、8は、第1電極5上および第2電極6上に形成されるものである。有機半導体インキのぬれ広がりを均一にする効果を有するため、能動素

子1の性能のバラツキを抑制できる。また、表面膜7、8は電極と有機半導体の間のエネルギー障壁を低下させる効果も有する。ここで、第1電極5上および第2電極6上とは、厚み方向における第1電極5の上側および第2電極6の上側である。

[0033] 表面膜7、8は、 $\text{pH } 10 \sim 12$ の現像液に45秒接触させた後のFTIRスペクトルのピークが、(A) 1000 cm^{-1} 以上 1300 cm^{-1} 以下と、(B) 1715 cm^{-1} 以上 1750 cm^{-1} 以下の範囲にそれぞれ少なくとも一つ存在している。メカニズムの詳細については必ずしも明らかではないが、表面膜7、8が上記波数範囲にFTIRスペクトルのピークを有していれば、表面膜7、8上で有機半導体インキが均一にぬれ広がりやすくなるため、能動素子1の性能のバラツキを抑制できる。また、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁を低下することができる。なお、FTIRスペクトルのピークが上記の波数範囲に存在しているとはつまり、表面膜7、8の材料がエステル基を有する樹脂であることを意味している。

[0034] 従来、電極表面に自己組織化単分子膜を設けたり、基材上にバンクを設けるには、電極を形成する工程とは別に単分子膜やバンクを設ける工程が必要であった。これに対して、本発明では、隔壁の形成に用いられるドライフィルムレジストや液体レジスト等の感光性樹脂組成物（感光性樹脂以外に硬化剤、溶剤等を含む。以下、単に「感光性樹脂」ということがある）を表面膜7、8とすることができる。このため、隔壁の形成工程で表面膜7、8の形成が可能となり、別途単分子膜やバンクを設ける工程を省略することができる。

[0035] 表面膜7、8の材料としては、脂肪族エステル、ギ酸エステル、芳香族エステル、ラクトン等が挙げられる。具体的には、例えば、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ウレタン樹脂、ビニルエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシエステル樹脂、ポリエステル樹脂、アリル樹脂またはこれらの組み合わせ等が挙げられる。

[0036] 表面膜7、8は、 $\text{pH } 10 \sim 12$ の現像液に45秒接触させた後のFTIR

I Rスペクトルのピークが、(A) 1000 cm^{-1} 以上 1300 cm^{-1} 以下と、(B1) 1735 cm^{-1} 以上 1750 cm^{-1} 以下の範囲にそれぞれ少なくとも一つ存在していることが好ましい。表面膜7、8が上記波数範囲にFT-I Rスペクトルのピークを有していれば、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁の低下をより一層高められる。一般に、脂肪族エステルが上記波数範囲にピークを有するため、表面膜は脂肪族エステルを含むことが好ましい。

[0037] 表面膜7、8は電極の防錆効果も有していることが好ましい。防錆機能を付与するために、表面膜7、8には防錆剤が添加されていてもよい。当該防錆剤としては、すでに防錆剤として公知に用いられる材料が使用され、具体例としては、例えばイミダゾール、トリアゾール、ベンゾトリアゾール、ベンズイミダゾール、ベンズチアゾール、ピラゾールなどを用いるとよい。また、これらのハロゲン、アルキル、フェニル置換体などの単環または多環式のアゾール類、アニリンなどの芳香族アミン類、アルキルアミンなどの脂肪族アミン、これらの塩などが挙げられ、また、特に本記載の材料に制限する必要はない。

[0038] 表面膜7、8には、エポキシ系、ウレタン系、アクリル系などの熱硬化性樹脂や、ウレタンアクリレート系、シアノアクリレート系などの紫外線硬化型樹脂等の硬化剤が含まれていてもよい。

[0039] 表面膜7、8の形成方法は、グラビア、スクリーン、オフセットなどの汎用の印刷法のほか、各種コーターによる方法、塗装、ディッピングなどの方法、ドライフィルムレジスト法などの各種方法により全面形成した後に露光・現像してパターンニングするとよい。中でも、表面膜7、8はドライフィルムレジスト法により形成されることが好ましい。

[0040] 表面膜7、8の厚みは、 1 nm 以上であることが好ましく、 3 nm 以上がより好ましく、 5 nm 以上がさらに好ましい。表面膜7、8の厚みが 1 nm 未満であると、有機半導体インキが不均一にぬれ広がるおそれがある。また、表面膜7、8の厚みは、 40 nm 以下であることが好ましく、 30 nm 以

下がより好ましく、20 nm以下がさらに好ましい。表面膜7、8の厚みが40 nmを超えると、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁が増大するおそれがある。

[0041] 表面膜7、8は、第1電極5および第2電極6の向かい合う面上にもそれぞれ形成されていることが好ましい。能動素子1が、第1電極5と第2電極6がそれぞれソース電極およびドレイン電極として機能するトランジスタである場合に、チャネル領域付近での有機半導体と電極とのぬれ性の改善や、エネルギー障壁の低下に寄与する。

[0042] 図2に示すように、表面膜7、8は、それぞれ第1電極5、第2電極6の表面全体に形成されていてもよい。これにより、有機半導体と電極とのエネルギー障壁が低下する面積を広くすることができるため好ましい。

[0043] 第1電極5に形成されている表面膜7と、第2電極6に形成されている表面膜8の厚みは同じであってもよく、異なってもよい。また、表面膜7、8は、部分的に厚みが異なってもよく、全体にわたって一定であってもよい。なお、表面膜7、8は一層であってもよく、複数の層が積層されていてもよい。

[0044] 表面膜7、8のぬれ性が、第1電極5および第2電極6のぬれ性よりも大きいことが好ましい。本発明において、表面膜のぬれ性とは、有機半導体層を形成する有機半導体インキの表面膜に対するぬれ性を意味する。表面膜のぬれ性が高いほど、表面膜上にある有機半導体インキは面方向にぬれ広がりやすくなる。同様に、電極のぬれ性とは、有機半導体層を形成する有機半導体インキの電極に対するぬれ性を意味する。

[0045] ぬれ性は、具体的には以下の指標によって評価することができる。

(1) 接触角

接触角は、液体面と固体面のなす角度であり、JIS R 3257:1999 基板ガラス表面のぬれ性試験方法に基づき測定される。液体の有機半導体インキの接触角が直接的に測定されることが望ましいが、より簡便にぬれ性を評価するために、有機半導体インキの接触角が水の接触角に比例す

るとみなして、水の接触角を測定してもよい。

[0046] 表面膜上で有機半導体インキが面方向にぬれ広がりやすくするために、表面膜と有機半導体インキの接触角度は30度以下であることが好ましく、20度以下がより好ましく、10度以下がさらに好ましい。

[0047] (2) 表面自由エネルギー

ぬれ性の指標として固体表面の分子間力を数値化した表面自由エネルギー γS (単位: N/m) を用いることもできる。表面自由エネルギーは接触角と測定液の表面張力の値を用いて、以下の拡張Fowkes式(1)とYoung式(2)から求めることができる。なお、接触角の測定液は純水、流動パラフィン、グリセリン、ヨウ化メチレン、*n*-ヘキサデカン、 α -ブロモナフタレンなどから選択することができる。

$$\gamma L (1 + \cos \theta) / 2 = (\gamma S_d \times \gamma L_d)^{1/2} + (\gamma S_p \times \gamma L_p)^{1/2} + (\gamma S_h \times \gamma L_h)^{1/2} \cdots (1)$$

$$\gamma S = \gamma S_d + \gamma S_p + \gamma S_h \cdots (2)$$

γL : 測定液の表面張力

γL_d : 測定液の表面張力分散成分

γL_p : 測定液の表面張力極性成分

γL_h : 測定液の表面張力水素結合成分

γS : 表面自由エネルギー

γS_d : 表面自由エネルギー分散成分

γS_p : 表面自由エネルギー極性成分

γS_h : 表面自由エネルギー水素結合成分

[0048] 表面膜の表面自由エネルギーが大きければ、有機半導体インキの表面膜に対する接着力は大きくなるため、有機半導体インキは表面膜上で面方向にぬれ広がりやすくなる。したがって、表面膜の表面自由エネルギーは、電極よりも大きいことが好ましい。

[0049] 基材2上で有機半導体インキがぬれ広がり過ぎることを制御するために隔壁13が設けられてもよい。図4は本発明の能動素子のさらに他の例の平面

図を表し、図5は、図4に示した能動素子のV-V断面図を表す。例えば、図4～図5に示すように、基材2の一方主面上であって、有機半導体層9よりも面方向外側に形成されている隔壁13を有していてもよい。隔壁13は基材2の一方主面上であって、有機半導体層9よりも面方向外側で、かつ第1電極5および第2電極6が形成されている領域とは異なる領域に形成されてもよい。図6は、本発明の能動素子のさらに他の例の断面図を表す。図6に示すように、隔壁13は、基材2の一方主面上であって、有機半導体層9よりも面方向外側であれば、第1電極5上または第2電極6上に形成されていてもよい。電極上に形成される隔壁13には絶縁性材料を用いる。例えば、基材2の一方主面上、第1電極上および第2電極上にレジストを形成した後、隔壁を形成したい部分を露光し、電極上の表面膜を形成したい部分を未露光とする。レジストに現像液を接触させると、レジストの露光部分が隔壁13となり、未露光の部分はレジストの一部が表面膜7、8として第1電極5上および第2電極6上に残る。

[0050] 隔壁13が形成される位置は特に制限されないが、隔壁13が導電材料から形成される場合には、第1電極5および第2電極6と絶縁する必要がある。したがって、隔壁13が導電材料の場合、図4～図5に示すように、隔壁13は第1電極5および第2電極6と接していないことが好ましい。すなわち、隔壁13は、基材2の面方向において、第1電極5および第2電極6よりも外側に配置されることが好ましい。

[0051] 図4に示すように、隔壁13は、有機半導体層9を可能な限り取り囲むように配置されることが好ましい。これにより、有機半導体インキのぬれ広がりを確実に堰き止めることができる。

[0052] 図4の平面図では、有機半導体層9の全周を取り囲む口の字形状の隔壁13が示されている。しかし、隔壁13の形状を単純にする観点からは、平面視において、2つの帯状の隔壁13が第1電極5および第2電極6から形成されるチャネル領域の上側および下側に平行に設けられてもよい。

[0053] 隔壁13は、少なくとも1つ設けられていればよく、複数設けられていて

もよい。多様な電極形状を考慮しつつ有機半導体インキのぬれ広がりを堰き止めるためには、隔壁13が複数形成されていてもよい。隔壁13が複数形成されている場合、一の隔壁と他の隔壁の配置関係は制限されず、例えば、一の隔壁と他の隔壁を対向して配置することもできる。

[0054] 隔壁13は、電極と同様に、Cu、Al、Ag、C、Ni、Au、ITO、ZnO、IGZO、IGZO、カーボンナノチューブ、グラフェン、グラファイト等の導電材料から形成されていてもよく、表面膜7、8と同様の材料から形成されていてもよい。プロセス数の削減の観点からは、「2. 能動素子の製造方法」の項で後述するように、隔壁13は、表面膜7、8と同じ材料から形成されることが好ましい。

[0055] 隔壁13を越えて面方向外側に有機半導体インキが広がることを防止するために、隔壁13は、第1電極5上および第2電極6上の表面膜7、8の高さ以上に形成されていることが好ましく、第1電極5上および第2電極6上の表面膜7、8よりも高く形成されていることがより好ましい。

[0056] また、有機半導体インキが表面膜7、8上ではぬれ広がるが、隔壁13では堰き止められることが好ましい。したがって、表面膜7、8のぬれ性が、隔壁13のぬれ性よりも大きいことが好ましい。

[0057] 図7～図9は、図5に示した能動素子の断面図の変形例を表す。図7に示すように、本発明の能動素子1は、有機半導体層9上に形成されている絶縁層10と、絶縁層10上に形成されている第3電極11と、を有していてもよい。第1電極5をソース電極、第2電極6をドレイン電極、第3電極11をゲート電極とすると、ソース電極およびドレイン電極に対してゲート電極が上側に配置されるトップゲート型のトランジスタを構成することができる。

[0058] 図8に示すように、本発明の能動素子1は、基材2の一方主面上に形成されている第3電極11と、第3電極11上に形成されている絶縁層10と、を有していてもよい。この場合、第1電極5および第2電極6は絶縁層10上に形成される。第1電極5をソース電極、第2電極6をドレイン電極、第

3電極11をゲート電極とすると、ソース電極およびドレイン電極に対してゲート電極は下側（基材2に近い側）に配置されるボトムゲート型のトランジスタを構成することができる。

[0059] 能動素子1がトランジスタの場合、絶縁層10はゲート絶縁膜として機能する。絶縁層10は、 SiO_2 、 SiON 等の絶縁性材料から好ましく形成される。

[0060] 漏れ電流の抑制の観点から、絶縁層10の厚みは、200nm以上であることが好ましく、250nm以上であることがより好ましく、300nm以上であることがさらに好ましい。他方、能動素子1の微細化の観点からは、絶縁層10の厚みは600nm以下であることが好ましく、550nm以下であることがより好ましく、500nm以下であることがさらに好ましい。

[0061] 図9に示すように、本発明の能動素子1は、基材2の他方主面上に形成されている第3電極11を有していてもよい。第1電極5をソース電極、第2電極6をドレイン電極、第3電極11をゲート電極とすると、基材2がゲート絶縁膜を兼ねているトランジスタを構成することができる。

[0062] 図2に示すように、有機半導体層9は、基材2の一方主面上であって、少なくとも第1電極5と第2電極6の間の領域を覆うように形成されている。有機半導体層9は、能動素子1がトランジスタの場合にはチャネル領域として機能する。有機半導体層9の材料としては、例えば、ペンタセン、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ポリアセチレン、ポリチオフェン、フラーレン、カーボンナノチューブ等を用いることができる。

[0063] 有機半導体層9の厚みの上限は特に制限されないが、薄型の能動素子1を得るためには、有機半導体層9の厚みは、例えば、200nm以下であることが好ましく、150nm以下であることがより好ましく、100nm以下であることがさらに好ましい。

[0064] 有機半導体層9は、印刷法によって好ましく形成される。詳細には、有機半導体の分子を塗布用の有機溶媒に分散させた混合液体（以下、「有機半導体インキ」と称する）を、基材2に塗布した後、乾燥させることにより形成

される。

[0065] 印刷法によって有機半導体層 9 が形成される場合、有機溶媒としては、例えばメシチレン、トルエン、クロロホルム、p-ジイソプロピルベンゼン、ベンジルアルコールやこれらの混合溶媒を用いることができる。

[0066] 2. 能動素子の製造方法

図 10～図 20 は、本発明の能動素子の製造方法を示す工程断面図を表す。本発明の能動素子の製造方法は、(1) 基材の一方主面上に隣り合う第 1 電極および第 2 電極を形成する工程と、(2) 基材の一方主面上、第 1 電極および第 2 電極の一方主面上にレジスト層を形成する工程と、(3) レジスト層を現像液に接触させて、基材の一方主面上の第 1 電極と第 2 電極の間の領域のレジスト層と、第 1 電極および第 2 電極上のレジスト層の一部を除去することにより、第 1 電極上および第 2 電極上に表面膜を形成する工程と、(4) 基材の一方主面上であって、少なくとも第 1 電極と第 2 電極の間の領域を覆うように有機半導体層を形成する工程と、を含むものである。各工程の詳細について説明する。

[0067] (1) 第 1 電極および第 2 電極の形成工程

図 10 に示すように、基材 2 を準備する。図示していないが、基材 2 の主面上には、密着層、平坦化層、光学調整層等が形成されてもよい。また、基材 2 には、端子電極やビア電極を形成するために、基材 2 を厚み方向に貫通する貫通孔（図示せず）を形成してもよい。貫通孔の形成には、針状物による穿刺、パンチング、レーザー加工等を用いることができる。

[0068] 図 11 に示すように、基材 2 の一方主面上に第 1 導電層 3 を形成する。第 1 導電層 3 は、ソース電極、ドレイン電極、ゲート電極、端子電極、ビア電極等の各種電極を形成するためのものである。

[0069] 第 1 導電層 3 を形成する方法は特に限定されず、例えば、真空蒸着法やスパッタリング法を用いることができる。また、基材 2 に厚み方向に貫通する貫通孔が形成されない場合には、箔状に形成された導電性材料を貼り付けることにより第 1 導電層 3 を成膜することもできる。図示していないが、第 1

導電層 3 上にさらに第 2 導電層を形成してもよい。これにより、電極を積層構造にすることができるため、上側と下側で電極材料および形状を独立して設計できるため、良好な動作特性と安価な材料の選択可能性を両立できるものである。

[0070] 第 1 導電層 3 や図示しない第 2 導電層の材料は、例えば、Cu、Al、Ag、C、Ni、Au、ITO、ZnO、IGZO、IGZO、カーボンナノチューブ、グラフェン、グラファイト等の導電性材料を用いることができる

[0071] 第 1 導電層上にマスク層を形成する。マスク層の具体的な形成方法は以下のとおりである。図 12 に示すように、第 1 導電層 3 の上に、ドライフィルムレジストや液体レジスト等の感光性樹脂組成物（感光性樹脂以外に硬化剤、溶剤等を含む。以下、単に「感光性樹脂（レジスト）」という）20 を塗布する。感光性樹脂には、露光部分が現像液に対して不溶性となるネガ型と、露光部分が現像液に対して可溶性となるポジ型があるが、以下ではネガ型の感光性樹脂を例にして説明する。第 1 導電層上にレジストが塗布され、当該レジストの上から電子ビームや光（紫外線）を照射して、レジストに所定の回路形状を描画する。レジストには、第 1 電極と第 2 電極（例えば、トランジスタの場合には、ソース電極とドレイン電極）の形状が描画される。

[0072] 露光装置（図示していない）を用いて、基材 2 の一方主面側からレジストを露光することによって、レジストに対して回路形状の転写、焼き付けを行う。

[0073] レジストに現像液を接触させることによって、各レジストの未露光部分は現像液に対して溶解する。その結果、図 13 に示すように、レジスト露光部分がマスク層 20a、20b として第 1 導電層 3 上に残る。

[0074] マスク層は、ドライフィルムレジストや液体レジストで形成することができるが、ドライフィルムレジストで形成されていることが好ましい。マスク層が液体レジストで形成されている場合と比較して、レジストを塗布した後の溶剤乾燥が不要なため、生産性が高められる。

[0075] 第 1 導電層 3 をエッチング液に接触させる。この操作によって、図 14 に

示すように、第1導電層3のマスク層で覆われていない領域が除去される。

[0076] 第1電極5、第2電極6上に形成されたマスク層20a、20bを剥離液に接触させて溶解することにより、第1電極5および第2電極6を覆うマスク層20a、20bを剥離する。その結果、図15に示すように、基材2の一方主面上に隣り合う第1電極5と、第2電極6が形成される。

[0077] (2) レジスト層の形成工程

図16に示すように、基材2の一方主面上、第1電極5および第2電極6の一方主面上にレジスト層12を形成する。レジスト層12は、上記マスク層20a、20bと同様にドライフィルムレジストや液体レジスト等の感光性樹脂を塗布することにより形成できる。

[0078] 露光装置（図示していない）を用いて、基材2の一方主面側からレジスト層12を露光することによって、レジスト層12に対して回路形状の転写、焼き付けを行う。

[0079] (3) 表面膜の形成工程

レジスト層12に現像液を接触させることによって、基材2の一方主面上の第1電極5と第2電極6の間の領域にあるレジスト層12と、第1電極5および第2電極6上のレジスト層12の一部とを除去する。これにより、第1電極5と第2電極6の間の領域に、後述する工程で有機半導体層9を形成できる。図17に示すように、レジスト層12は現像液に対して溶解するが、レジスト層12の一部が表面膜7、8として第1電極5上および第2電極6上に残る。このように表面膜7、8を形成することで、表面膜7、8上では有機半導体インキが均一に広がりやすくなり、能動素子1の性能のバラツキを抑制できる。また、表面膜7、8は、有機半導体と電極との間のエネルギー障壁を低下することができるという効果も有する。本発明はこのような表面膜7、8を電極上に形成されたレジスト層12の一部を除去するという簡便な方法で形成できるため、工業生産上適している。

[0080] (4) 有機半導体層の形成工程

基材2の一方主面上であって、少なくとも第1電極5と第2電極6の間の

領域を覆うように有機半導体層 9 を形成する。これにより、第 1 導電層 3 が除去された基材 2 の一方の主面上に有機半導体層 9 が形成された能動素子 1 を製造することができる。

[0081] 必須ではないが、次に示すように基材 2 上で有機半導体層 9 がぬれ広がり過ぎることを防止するための隔壁 13 を形成してもよい。すなわち、(2) レジスト層の形成工程の後、(3) レジスト層を現像液に接触させる工程（表面膜の形成工程）の前に、(5) 第 1 電極 5 および第 2 電極 6 の間の領域の外側のレジスト層 12 を露光する。そして、(3) レジスト層 12 を現像液に接触させる工程により、基材 2 の一方主面上の第 1 電極 5 および第 2 電極 6 の間の領域の外側に隔壁 13 を形成してもよい。これにより、レジスト層 12 のうち露光された部分が隔壁 13 となり、未露光の部分は電極上に形成される表面膜 7、8 となる。工程 (5) を行うことにより、工程 (3) において隔壁 13 と表面膜 7、8 を一緒に形成することが可能となり、別途隔壁 13 を設ける工程を省略することができる。

[0082] トップゲート型のトランジスタを得るために、工程 (4) の後、次の工程 (6) を実施することができる。

[0083] (6) 有機半導体層上に絶縁層を形成し、絶縁層上に第 3 電極を形成する工程

図 19 に示すように有機半導体層 9 上に絶縁層 10 を形成する。次いで、図 20 に示すように、絶縁層 10 上に第 3 電極 11 を形成する。

[0084] このように、工程 (6) を実施することにより、第 1 電極 5、第 2 電極 6、第 3 電極 11 がそれぞれソース電極、ドレイン電極、ゲート電極に相当するトップゲート型のトランジスタを製造することができる。

[0085] 図示していないが、ボトムゲート型のトランジスタを得るために、工程 (1) の前に以下の工程 (7) を実施することができる。

[0086] (7) 基材の一方主面上に第 3 電極を形成し、第 3 電極上に絶縁層を形成する工程 基材 2 を準備し、基材 2 の一方主面上に第 3 電極 11 を形成する。第 3 電極 11 の形成は、印刷法やフォトリソグラフィ法を用いることができ

る。フォトリソグラフィ法を用いる場合には、第1電極5、第2電極6の形成と同様に、第3導電層（図示せず）を形成した後、第3導電層上に所望の形状のマスク層を形成し、第3導電層をエッチング液に接触させることにより、第3電極11を形成する。次いで、第3電極11上に絶縁層10を形成する。

[0087] 工程（7）を実施することによって、図8に示すように、第1電極5、第2電極6、第3電極11がそれぞれソース電極、ドレイン電極、ゲート電極に相当するボトムゲート型のトランジスタを製造することができる。

実施例

[0088] （検証）

本発明の能動素子と、表面膜が形成されない従来の能動素子の特性を比較するために、仕事関数、F T - I Rスペクトル、T F T特性を計測した。

[0089] （1）仕事関数

（1-1）試料の作製

30×30mmの大きさのポリエチレンナフタレート（PEN）基材の一方主面上に、Cuからなる導電層を形成し、パターンレジストをラミネートし、露光、現像後、エッチング、剥離することで電極を形成した試料A1～A7を作製した。

実施例1～2では、試料A1～A2には防錆剤入りレジストをラミネートし、露光、現像し、電極上に表面膜を形成した。比較例1～3では試料A3～A5に従来のパターンレジストをラミネートし、露光、現像後に、エッチング、剥離した。比較例4として未加工の試料を用いた。比較例5では、試料A7をSAM処理液（10mM、ペンタフルオロベンゼンチオール、溶媒：イソプロピルアルコール）に5分間浸漬してSAM処理を行い、電極に自己組織化単分子膜を形成した。

[0090] （1-2）測定方法

表1のとおり、現像時間を変化させたときの仕事関数を測定した。仕事関数の測定には、理研計器株式会社 大気中光電子分光装置AC3を用いた。

[0091] (1-3) 測定結果

測定結果を表1に示す。実施例1～2は、比較例1～3と比べて仕事関数が大きかった。この結果から、の防錆剤入りのレジストを用いると、比較例5の自己組織化単分子膜が設けられた場合と同程度の仕事関数が得られることが分かった。したがって、防錆剤入りレジストの残渣を表面膜として電極上に形成することによって、仕事関数が有利な方向に変化することがわかった。

[0092] [表1]

	試料No.	種類	現像時間	仕事関数(eV)
実施例1	A1	防錆剤入りレジスト形成	標準の1/2	6.03
実施例2	A2	防錆剤入りレジスト形成	標準	6.18
比較例1	A3	パターンレジスト形成	標準の1/2	5.11
比較例2	A4	パターンレジスト形成	標準	5.15
比較例3	A5	パターンレジスト形成	標準の2倍	5.17
比較例4	A6	未加工	—	5.21
比較例5	A7	SAM処理	—	6.11

[0093] (2) FT-IRスペクトル

(2-1) 試料の作製

30×30mmの大きさのポリエチレンナフタレート(PEN)基材の一方主面上に、Cuからなる導電層を形成し、パターンレジストをラミネートし、露光、現像後、エッチング、剥離することで電極を形成した試料B1～B4を作製した。実施例3～4では、試料B1～B2に防錆剤入りレジストをラミネートし、露光、現像し、電極上に表面膜を形成した。比較例6として未加工の試料B3を用いた。比較例7は比較例5と同様の方法で、試料B4の電極に自己組織化単分子膜を形成した。

[0094] (2-2) 測定方法

試料B1～B4について、FT-IRスペクトルの測定を行った。測定に

は、Thermo Fisher Scientific社のNicolet（登録商標）iS（登録商標）10 FT-IR 分光装置を用いた。

[0095] (2-3) 測定結果

測定結果を表2に示す。実施例3～4にはエステルに帰属するピークが確認されたが、比較例6～7では確認されなかった。したがって、実施例3～4に係る防錆剤入りレジストはエステルを含んでいることが分かった。

[0096] [表2]

	試料No.	種類	現像時間	エステルに帰属するピークの波数(cm^{-1})
実施例3	B1	防錆剤入りレジスト形成	標準の1/2	1724、1151
実施例4	B2	防錆剤入りレジスト形成	標準	1737、1178
比較例6	B3	未加工	—	ピークなし
比較例7	B4	SAM処理	—	ピークなし

[0097] (3) TFT特性

(3-1) 試料の作製

実施例5；PEN基材の一方主面上にCuからなる導電層を形成し、パターンレジストをラミネートし、露光、現像、エッチング、剥離し、ソース電極およびドレイン電極、その他の配線を形成する。仕事関数及びFT-IRスペクトルの測定で用いたものと同じ防錆剤入りレジストをラミネート、露光、現像し、ソース電極およびドレイン電極上に表面膜を形成し、チャンネル部を取り囲むように隔壁を形成した。次いで、ディスペンサーを使用して有機半導体インキを隔壁内に塗布した。さらに、ゲート絶縁膜を形成して、Cuを材料とするゲート電極を蒸着により形成し、試料C1とした。なお、使用した有機半導体インキはdif-TES-ADT 0.1wt% 溶媒；メシチレンであった。

[0098] 比較例8；PEN基材の一方主面上にCuからなる導電層を形成し、パターンレジストをラミネートし、露光、現像、エッチング、剥離し、ソース電極およびドレイン電極、その他の配線を形成した。ディスペンサーを使用し

て、チャネル部を取り囲むようにフッ素樹脂からなる隔壁を形成した。次いで、ディスペンサーを使用して有機半導体インキを隔壁内に塗布した。さらに、ゲート絶縁膜を形成して、Cuを材料とするゲート電極を蒸着により形成し、試料C2とした。

[0099] 比較例9；PEN基材の一方主面上にCuからなる導電層を形成し、パターンレジストをラミネートし、露光、現像、エッチング、剥離し、ソース電極およびドレイン電極、その他の配線を形成する。ディスペンサーを使用して、チャネル部を取り囲むようにフッ素樹脂からなる隔壁を形成した。ソース電極およびドレイン電極をSAM処理液（10mM、ペンタフルオロベンゼンチオール、溶媒：イソプロピルアルコール）に5分間浸漬し、ソース電極およびドレイン電極に自己組織化単分子膜を形成した。次いで、ディスペンサーを使用して有機半導体インキを隔壁内に塗布した。さらに、ゲート絶縁膜を形成して、Cuを材料とするゲート電極を蒸着により形成し、試料C3とした。

[0100] (3-2) 測定方法

ゲート電圧ードレイン電流特性（伝達特性）はKEITHLEY社製、4200-SCS型 半導体パラメータ・アナライザによって測定した。伝達特性の測定条件は、ドレイン電圧が-20V、ゲート電圧の走査範囲が10V~-20Vであった。移動度は求められた伝達特性から算出した。

[0101] (3-3) 測定結果

表3に最大ドレイン電流（A）、移動度（ $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ ）、 On/Off 比を測定した結果を示す。実施例5に係る試料C1の最大ドレイン電流は、比較例9に係る試料C3と同程度であった。また、移動度は、実施例5が比較例8~9の結果を上回ったことから、実施例5に係る試料C1はスイッチ速度の高い素子として作動することが期待できる。他方、試料C1の On/Off 比については改善の余地があることがわかった。

[0102]

[表3]

	試料No.	種類	現像時間	最大ドレイン 電流(A)	移動度 ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$)	On/Off比
実施例5	C1	防錆剤入りレジスト形成	標準	1.1E-07	3.0E-02	3.5E+06
比較例8	C2	未加工	—	2.2E-08	8.0E-03	4.1E+06
比較例9	C3	SAM処理	—	1.7E-07	1.8E-02	8.2E+06

[0103] 検証の結果から、防錆剤入りレジストを表面膜として用いた場合、SAM処理を行った場合と同程度の仕事関数が得られることがわかった。また、そのような表面膜は、FT-IRスペクトルのピークの位置からエステルを含

むと考えられることがわかった。さらに、このような表面膜が形成された電極を有する能動素子は、最大ドレイン電流や移動度が高いものであった。

符号の説明

- [0104] 1 : 能動素子
2 : 基材
3 : 第1導電層
5 : 第1電極
6 : 第2電極
7、8 : 表面膜
9 : 有機半導体層
10 : 絶縁層
11 : 第3電極
12 : レジスト層
13 : 隔壁
20 : レジスト
20a、20b : マスク層

請求の範囲

- [請求項1] 基材と、
 該基材の一方主面上に隣り合って形成されている第1電極および第2電極と、
 前記第1電極上および前記第2電極上に形成されている表面膜と、
 前記基材の一方主面上であって、少なくとも前記第1電極と前記第2電極の間の領域を覆うように形成されている有機半導体層と、を有し、
 前記表面膜は、 $\text{pH } 10 \sim 12$ の現像液に45秒接触させた後のFT-IRスペクトルのピークが、(A) 1000 cm^{-1} 以上 1300 cm^{-1} 以下と、(B) 1715 cm^{-1} 以上 1750 cm^{-1} 以下の範囲にそれぞれ少なくとも一つ存在していることを特徴とする能動素子。
- [請求項2] 前記表面膜は、 $\text{pH } 10 \sim 12$ の現像液に45秒接触させた後のFT-IRスペクトルのピークが、(A) 1000 cm^{-1} 以上 1300 cm^{-1} 以下と、(B1) 1735 cm^{-1} 以上 1750 cm^{-1} 以下の範囲にそれぞれ少なくとも一つ存在している請求項1に記載の能動素子。
- [請求項3] 前記表面膜の厚みが 1 nm 以上 40 nm 以下である請求項1または2に記載の能動素子。
- [請求項4] 前記表面膜は、前記第1電極および前記第2電極の向かい合う面上にもそれぞれ形成されている請求項1～3のいずれか一項に記載の能動素子。
- [請求項5] 前記第1電極および前記第2電極の材料がCuである請求項1～4のいずれか一項に記載の能動素子。
- [請求項6] 前記基材の一方主面上であって、前記有機半導体層よりも面方向外側に形成されている隔壁を有する請求項1～5のいずれか一項に記載の能動素子。

[請求項7] 基材の一方主面上に隣り合う第1電極および第2電極を形成する工程と、

 前記基材の一方主面上、前記第1電極および前記第2電極の一方主面上にレジスト層を形成する工程と、

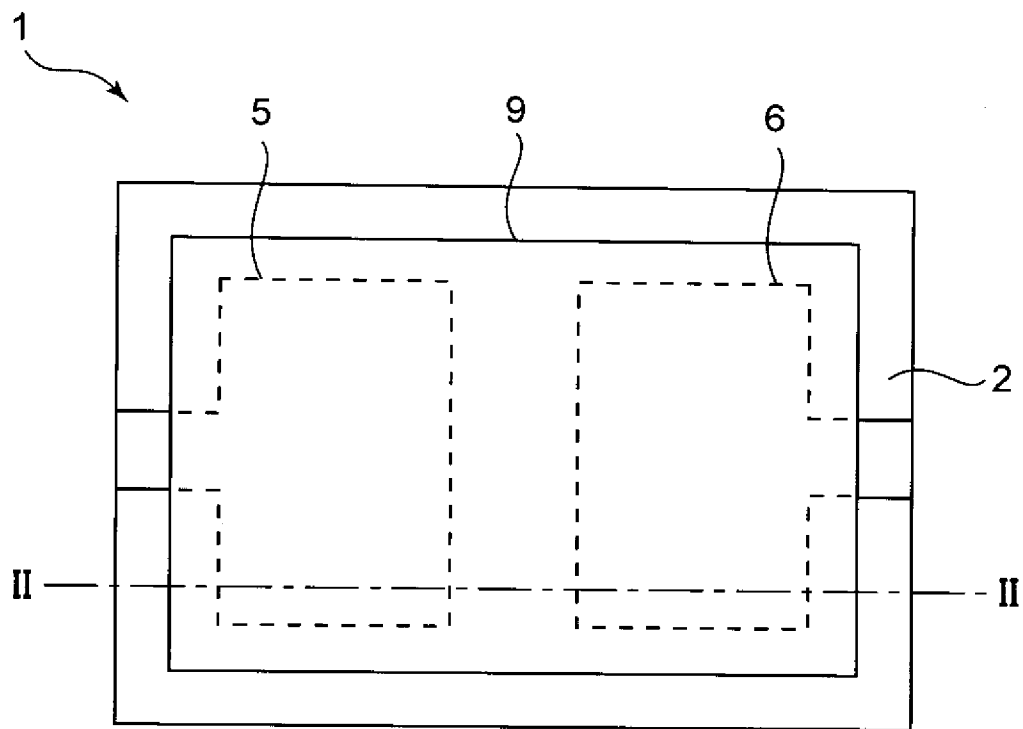
 前記レジスト層を現像液に接触させて、前記基材の一方主面上の前記第1電極と前記第2電極の間の領域のレジスト層と、前記第1電極および前記第2電極上のレジスト層の一部を除去することにより、第1電極上および第2電極上に表面膜を形成する工程と、

 前記基材の一方主面上であって、少なくとも前記第1電極と前記第2電極の間の領域を覆うように有機半導体層を形成する工程と、を含むことを特徴とする能動素子の製造方法。

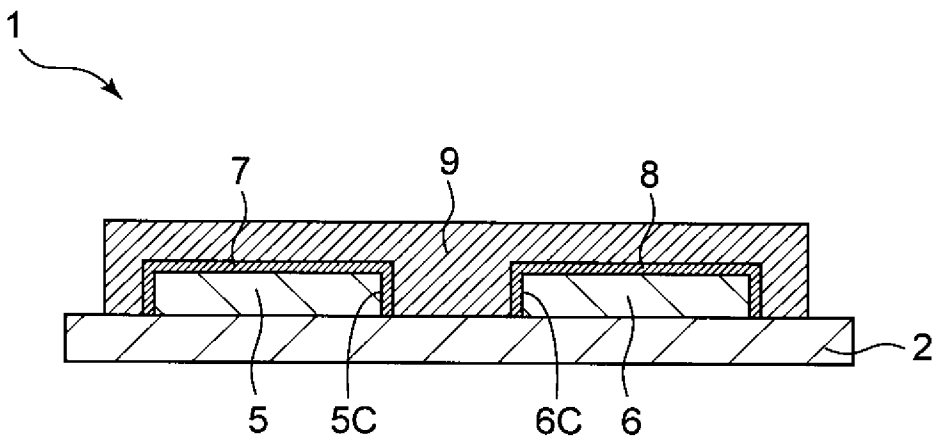
[請求項8] レジスト層を形成する工程の後、前記レジスト層を前記現像液に接触させる工程の前に、前記第1電極および前記第2電極の間の領域の外側のレジスト層を露光する工程を含み、

 前記レジスト層を前記現像液に接触させる工程により、前記基材の一方主面上の前記第1電極および前記第2電極の間の領域の外側に隔壁を形成する請求項7に記載の能動素子の製造方法。

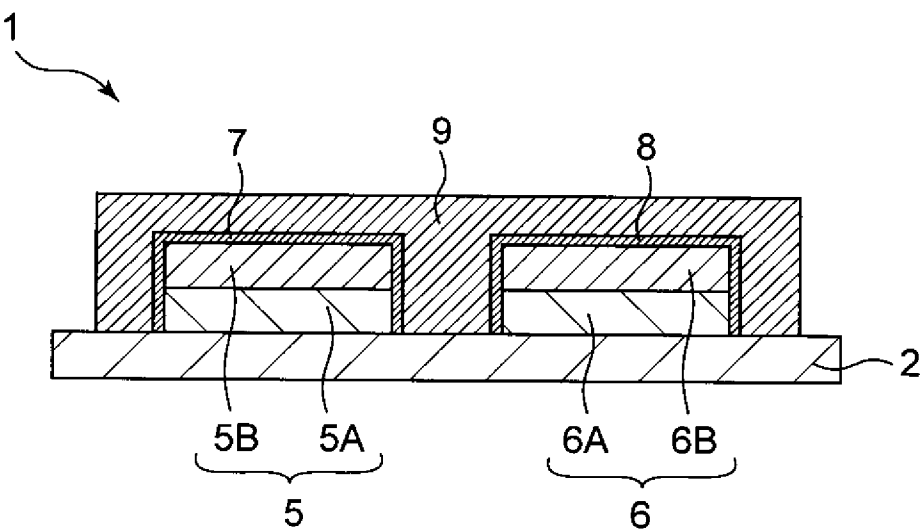
[図1]



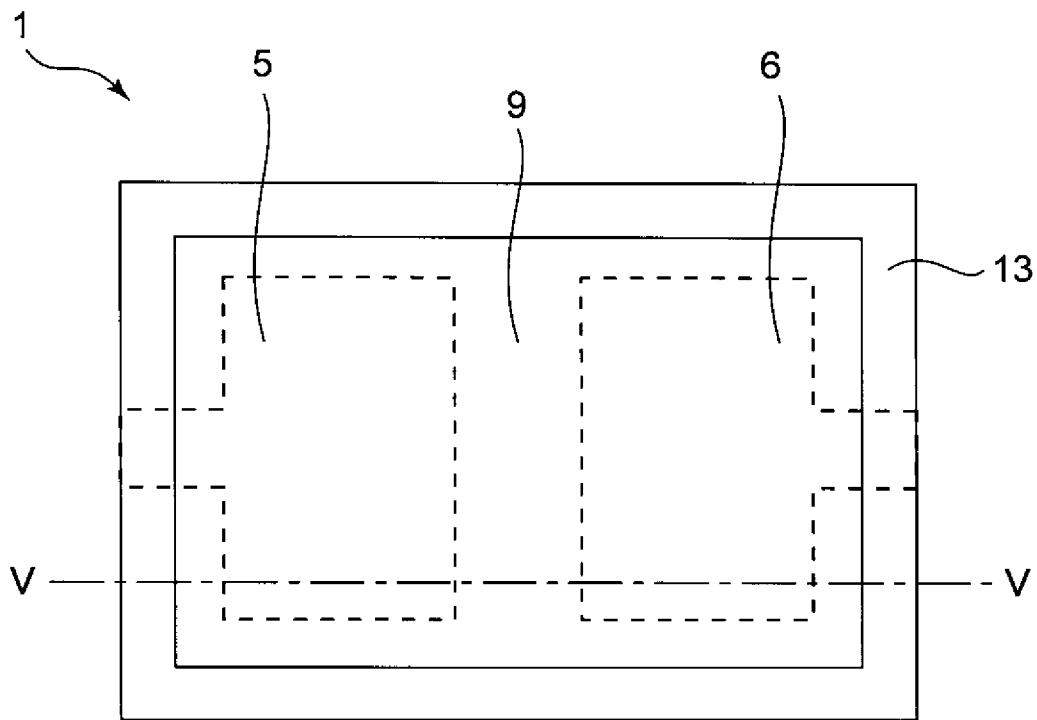
[図2]



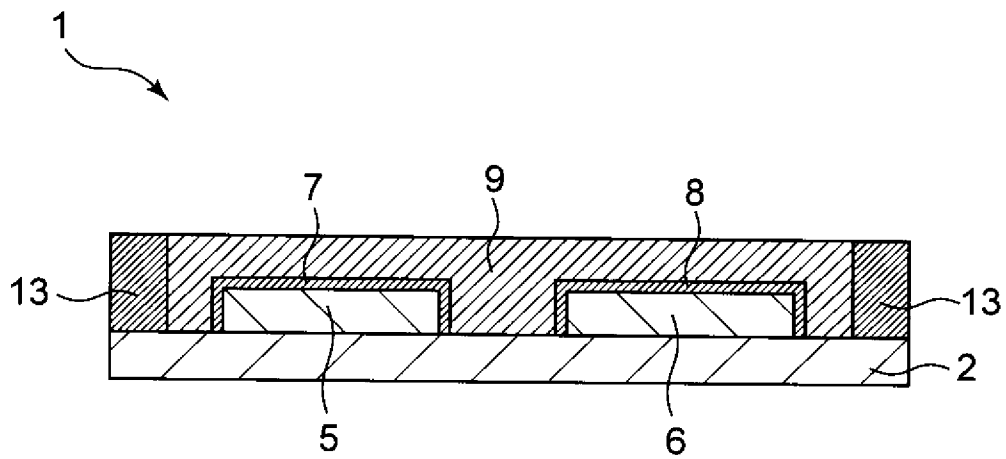
[図3]



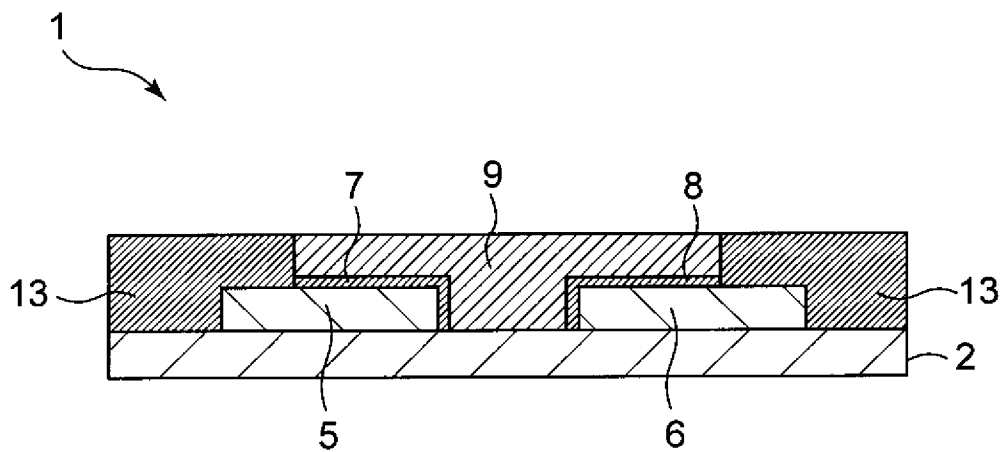
[図4]



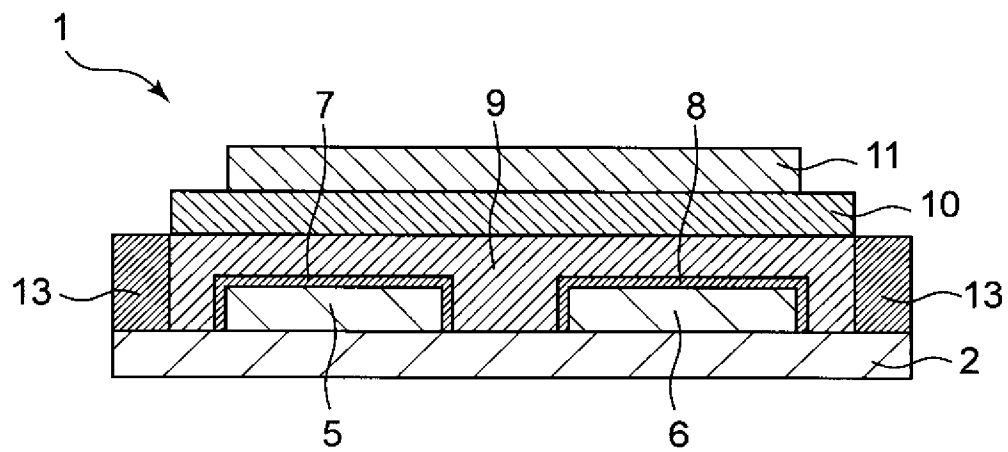
[図5]



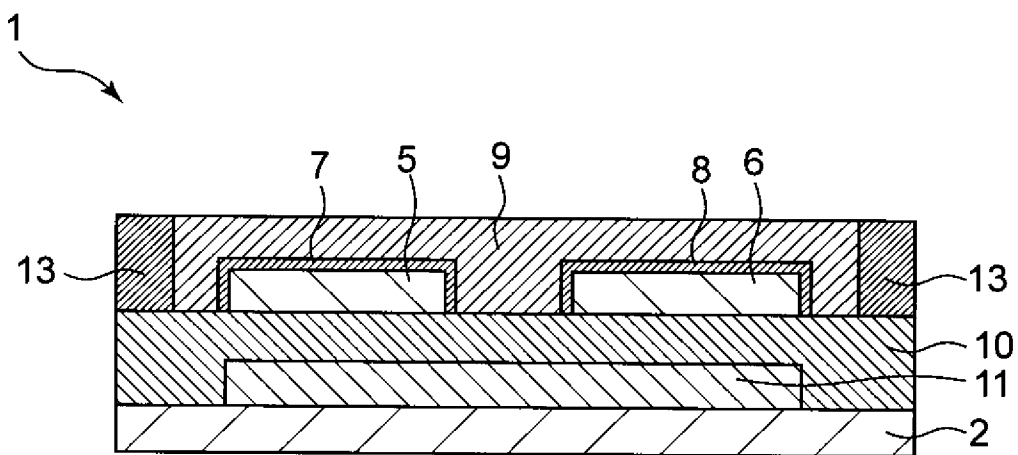
[図6]



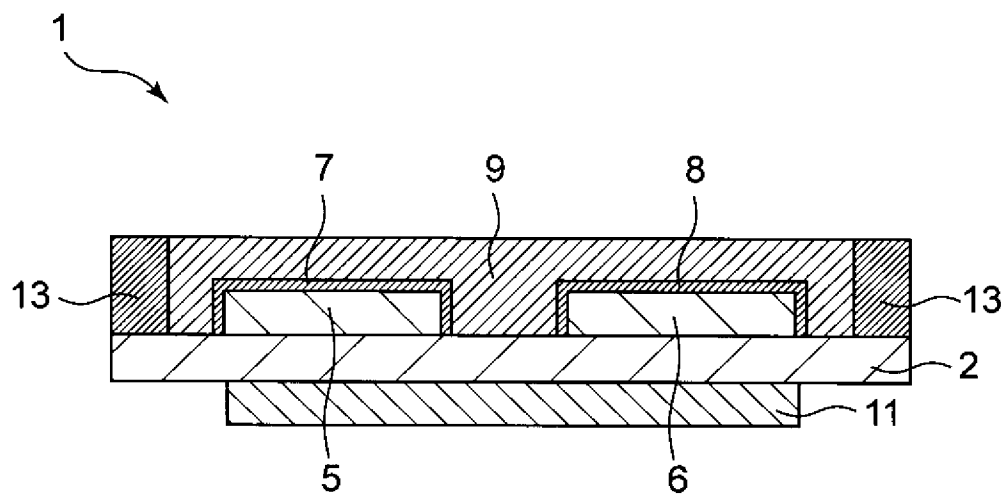
[図7]



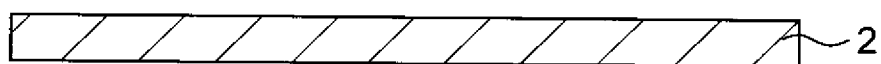
[図8]



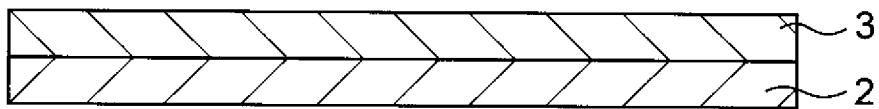
[図9]



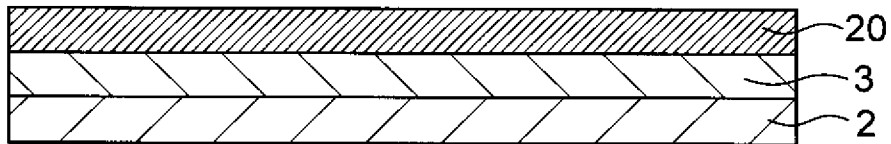
[図10]



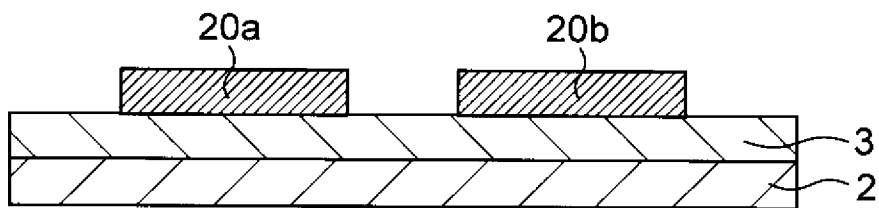
[図11]



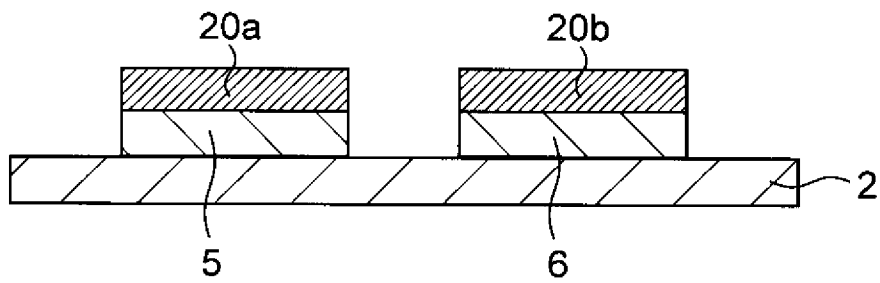
[図12]



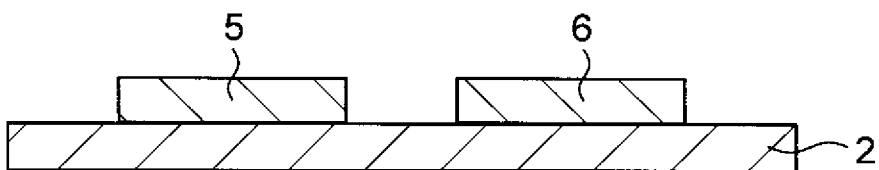
[図13]



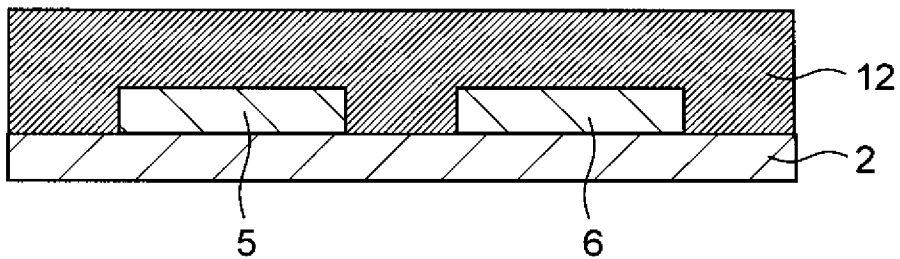
[図14]



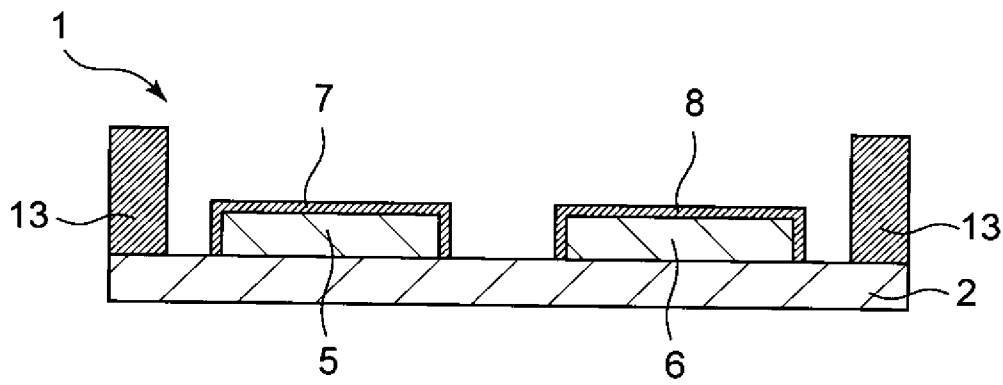
[図15]



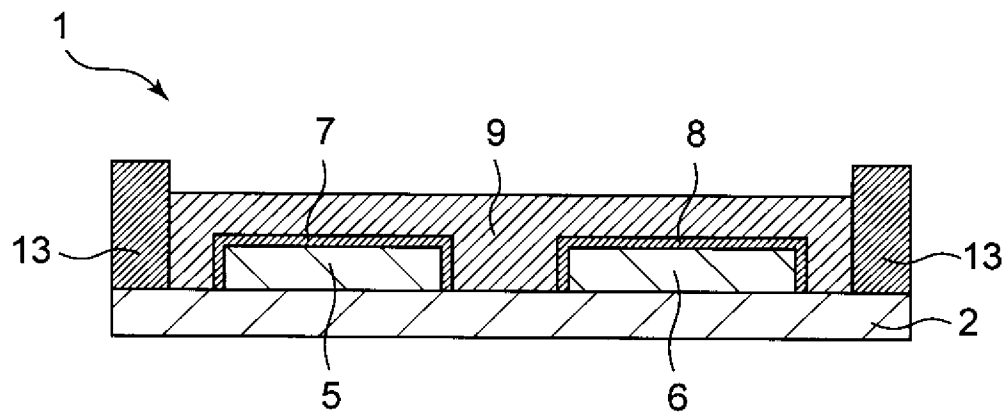
[図16]



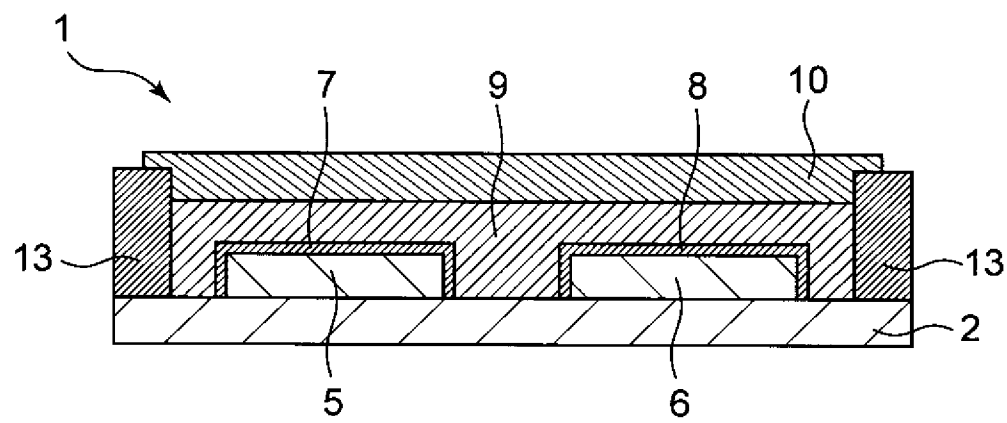
[図17]



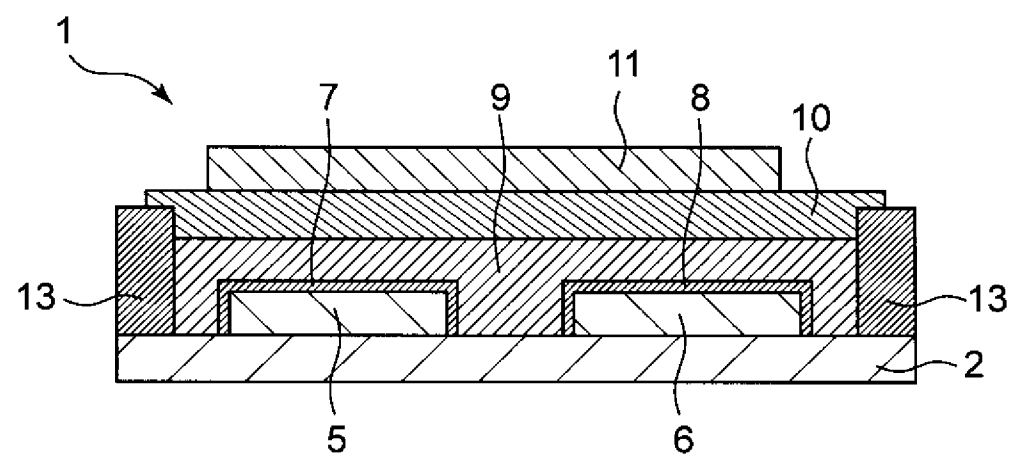
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/013993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L29/786(2006.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L29/417(2006.01)i, H01L51/05(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)

H01L29/786, H01L21/28, H01L29/417, H01L51/05

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2013/061528 A1 (Panasonic Corp.), 02 May 2013 (02.05.2013), paragraphs [0049] to [0104]; fig. 1 to 3 & US 2014/0021457 A1 paragraphs [0060] to [0115]; fig. 1 to 3 & JP 13-61528 A1	7, 8 1-6
X A	WO 2013/046547 A1 (Panasonic Corp.), 04 April 2013 (04.04.2013), paragraphs [0012] to [0018]; fig. 31 to 33 & US 8916863 B2 column 6, line 1 to column 7, line 3; fig. 31 to 33 & CN 103477440 A & JP 13-46547 A1	7, 8 1-6

☒ 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
08 June 2017 (08.06.17)

Date of mailing of the international search report
20 June 2017 (20.06.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/013993

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 2012-234923 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 29 November 2012 (29.11.2012), (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L29/786(2006.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L29/417(2006.01)i, H01L51/05(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（IPC））

Int.Cl. H01L29/786, H01L21/28, H01L29/417, H01L51/05

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	WO 2013/061528 A1（パナソニック株式会社）2013.05.02, 段落 0049-0104, 図 1-3 & US 2014/0021457 A1, 段落 0060-0115, 図 1-3 & JP 13-61528 A1	7, 8 1-6
X A	WO 2013/046547 A1（パナソニック株式会社）2013.04.04, 段落 0012-0018, 図 31-33 & US 8916863 B2, 第6欄1行-第7欄3行, 図 31-33 & CN 103477440 A & JP 13-46547 A1	7, 8 1-6

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

08.06.2017

国際調査報告の発送日

20.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岩本 勉

5 F

9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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 2012-234923 A (大日本印刷株式会社) 2012. 11. 29, (ファミリーなし)	1-8