(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7日(07.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/208923 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 29/786 (2006.01) *H01L 51/05* (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/019327

(22) 国際出願日： 2017年5月24日(24.05.2017)

(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 2016-108689 2016年5月31日(31.05.2016) JP
特願 2016-184138 2016年9月21日(21.09.2016) JP
特願 2016-184139 2016年9月21日(21.09.2016) JP

(71) 出願人:凸版印刷株式会社(**TOPPAN PRINTING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東１丁目５番１号 Tokyo (JP).

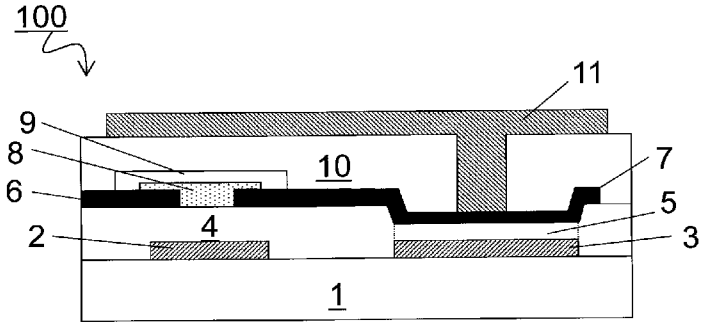
(72) 発明者:池田 典昭(**IKEDA Noriaki**).

(74) 代理人:特許業務法人 小笠原特許事務所 (**OGASAWARA PATENT OFFICE**); 〒5640063 大阪府吹田市江坂町１丁目２３番１０１号 大同生命江坂ビル１３階 Osaka (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, JP, KE, KG, KH, KN,

(54) **Title:** ORGANIC THIN FILM TRANSISTOR AND IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称： 有機薄膜トランジスタおよび画像表示装置



(57) **Abstract:** Provided are: an organic thin film transistor which is produced with use of a printing method, and which is able to be stably driven by ensuring the capacitance of a capacitor and thereby maintaining the voltage holding ratio even in cases where a sufficient capacitor electrode area is not able to be ensured; and an image display device. This organic thin film transistor has, on an insulating substrate, at least a gate electrode, a capacitor electrode, a first insulating layer that is formed so as to cover at least the gate electrode, a second insulating layer that is formed so as to cover at least a part of the capacitor electrode, a source electrode, a drain electrode and a semiconductor layer that contains an organic semiconductor material. This organic thin film transistor is configured such that the film thickness of the second insulating layer is thinner than the film thickness of the first insulating layer.

(57) 要約：印刷法を用いて製造された有機薄膜トランジスタにおいて、十分なキャパシタ電極面積が確保できない場合においても、キャパシタの静電容量を確保することで、電圧保持率を維持し、安定的に駆動可能な有機薄膜トランジスタおよび画像表示装置を提供する。 有機薄膜トランジスタは、絶縁性の基板上に少なくともゲート電極と、キャパシタ電極と、少なくとも前記ゲート電極を覆うように形成された第一の絶縁層と、少なくともキャパシタ電極の一部を覆うように形成された第二の絶縁層と、ソース電極と、ドレイン電極と、有機半導体材料を含む半導体層を有する有機薄膜トランジスタであって、第二の絶縁層の膜厚が、第一の絶縁膜の膜厚よりも薄く形成されている。

WO 2017/208923 A1

［続葉有］

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).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 有機薄膜トランジスタおよび画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、有機薄膜トランジスタおよび画像表示装置に関するものである。

背景技術

[0002] 薄膜トランジスタは液晶表示装置（ＬＣＤ）、有機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）表示装置、電子ペーパー表示装置などの、アクティブマトリクス方式の表示装置やセンサーなどに広く使用されている。

[0003] 薄膜トランジスタに用いられる半導体材料としては、非晶質シリコンや多結晶シリコンあるいは酸化物半導体などを用いたものが主流となっており、これらの半導体材料を用いた薄膜トランジスタは、真空成膜法を用いて成膜した後にフォトリソグラフィ法などによりパターニングを行い製造されることが一般的である。

[0004] 近年、半導体層として有機材料を用いた有機薄膜トランジスタが注目を集めている。有機薄膜トランジスタにおいては、半導体材料、導電性材料および絶縁性材料などの溶液を塗布・印刷技術などのウェット成膜法を用いることにより、低温でのプラスチック基板上へのデバイス形成、および低コストでのデバイス製造の可能性があることや、印刷法は成膜とパターニングの工程を同時に行うことから、従来のフォトリソグラフィプロセスを用いる真空成膜プロセスと比較して、材料利用効率が高く、現像、エッチング工程を必要としないことから、環境負荷が少ないという点でも期待されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１５－１４２０９１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 有機薄膜トランジスタの印刷法による形成においては、薄膜トランジスタの各層の特徴に合わせて様々な印刷方法が用いられるが、従来のフォトリソグラフィプロセスと比較してアライメント精度やパターニング精度の面で劣るため、トランジスタの製造歩留まりを考慮して、薄膜トランジスタの各層の寸法に余裕を持たせて設計することが好ましい。

[0007] しかしながら、寸法に余裕を持たせて設計すると、薄膜トランジスタ部の面積が大きくなるため、高精細の薄膜トランジスタパターンを作製することが困難となる。また、薄膜トランジスタ部の面積が大きくなることにより、薄膜トランジスタを用いたアクティブマトリクス方式の画像表示装置などの駆動の補助容量として機能するキャパシタ電極の面積が制限されるため、十分な容量を得ることが困難となる。

[0008] アクティブマトリクス方式の画像表示装置において、薄膜トランジスタに設置されるキャパシタは、各画素の書込み時において、電圧保持を補助する役割を担っており、容量が不足すると選択時間における電圧保持率が低下するため、書込み電圧を高くする、もしくは書込み回数を多くするなどの対策が必要となり、結果的に、画像表示装置の書込み時間の増加や消費電力の増大を招くこととなる。

[0009] 本発明は、以上の点を鑑みなされたものであり、印刷法を用いて製造された有機薄膜トランジスタにおいて、十分なキャパシタ電極面積が確保できない場合においても、キャパシタの静電容量を確保することで、電圧保持率を維持し、安定的に駆動可能な有機薄膜トランジスタおよび画像表示装置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

[0010] 上記課題を解決するための本発明の一局面は、絶縁性の基板上に少なくともゲート電極と、キャパシタ電極と、少なくともゲート電極を覆うように形成された第一の絶縁層と、少なくともキャパシタ電極の一部を覆うように形成された第二の絶縁層と、ソース電極と、ドレイン電極と、有機半導体材料

を含む半導体層を有する有機薄膜トランジスタであって、第二の絶縁層の膜厚が、第一の絶縁膜の膜厚よりも薄く形成されている、有機薄膜トランジスタである。

[0011] また、本発明の他の局面は、絶縁性の基板上に少なくともゲート電極と、キャパシタ電極と、少なくとも前記ゲート電極を覆うように形成された第一の絶縁層と、少なくともキャパシタ電極の一部を覆うように形成された第二の絶縁層と、ソース電極と、ドレイン電極と、有機半導体材料を含む半導体層を有する有機薄膜トランジスタであって、第二の絶縁層の誘電率が第一の絶縁層の誘電率よりも大きい、有機薄膜トランジスタである。

[0012] また、第一の絶縁層は絶縁材料を２層以上積層して形成してもよい。

[0013] また、第二の絶縁層は絶縁材料を２層以上積層して形成してもよい。

[0014] また、第二の絶縁層が多層からなっていれば、その層の一部を第一の絶縁層と同じ材料および組成で形成してもよい。

[0015] また、本発明の他の局面は、絶縁性の基板上に少なくともソース電極と、ドレイン電極と、有機半導体材料を含む半導体層と、ソース電極および半導体層を覆うように形成された第一の絶縁層と、少なくともドレイン電極の一部を覆うように形成された第二の絶縁層と、ゲート電極と、キャパシタ電極と、を有する有機薄膜トランジスタであって、第二の絶縁層の膜厚が、第一の絶縁層の膜厚よりも薄いことを特徴とする、有機薄膜トランジスタである。

[0016] また、第二の絶縁層の誘電率が、第一の絶縁層の誘電率よりも大きくてもよい。

[0017] また、第一の絶縁層は、絶縁材料を２層以上積層して形成してもよい。

[0018] また、第二の絶縁層は、絶縁材料を２層以上積層して形成してもよい。

[0019] また、本発明の他の局面は、上述の有機薄膜トランジスタを用いた画像表示装置である。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、印刷法を用いて製造された有機薄膜トランジスタにおい

て、十分なキャパシタ電極面積が確保できない場合においても、キャパシタの静電容量を確保することで、電圧保持率を維持し、安定して駆動可能な素子特性を示す有機薄膜トランジスタおよび画像表示装置を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図１は、本発明の第１の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図2]図２は、本発明の第２の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図3]図３は、本発明の第３の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図4]図４は、本発明の第４の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図5]図５は、本発明の第５の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図6]図６は、本発明の第６の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図7]図７は、本発明の第７の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図8]図８は、本発明の第８の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図9]図９は、本発明の第９の実施形態に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図10]図１０は、比較例１に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図11]図１１は、比較例２に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である。

[図12]図１２は、比較例３に係る有機薄膜トランジスタの概略断面図である

。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ、説明する。なお各実施の形態において、同一または対応する構成要素については同一の符号を付け、実施の形態の間において重複する説明は省略する。

[0023] （第１の実施形態）

図１は、本発明の第１の実施の形態に係る有機薄膜トランジスタ１００を示す概略断面図である。

[0024] 有機薄膜トランジスタ１００は、絶縁性の基板１の上に形成されたゲート電極２とキャパシタ電極３と、少なくともゲート電極２を覆うように形成された第一の絶縁層４と、少なくともキャパシタ電極３の一部を覆うように形成された第二の絶縁層５と、ソース電極６とドレイン電極７と、有機半導体材料からなる半導体層８を少なくとも備えている。また半導体層８を保護するための保護層９も好適に用いられる。

[0025] また、有機薄膜トランジスタ１００に層間絶縁膜１０と、画素電極１１と、図示しない表示要素と、図示しない対向電極と、図示しない第二の基板とを設けることにより、画像表示装置とすることができる。対向電極および第二の基板は使用する表示要素の種類によりその構造は適宜変更することができる。

[0026] 以下、有機薄膜トランジスタ１００の各構成要素について、有機薄膜トランジスタ１００の製造工程に沿って説明する。

[0027] 初めに、基板１を準備する。基板１の材料としては、ポリカーボネート、ポリエチレンサルファイド、ポリエーテルスルホン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、シクロオレフィンポリマー、トリアセチルセルロース、ポリビニルフルオライドフィルム、エチレン－テトラフルオロエチレン共重合樹脂、耐候性ポリエチレンテレフタレート、耐候性ポリプロピレン、ガラス繊維強化アクリル樹脂フィルム、ガラス繊維強化ポリカーボネート、ポリイミド、フッ素系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、ガラ

ス、石英ガラスなどを使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単独で使用してもよいが、２種以上を積層した複合の基板１として使用することもできる。

[0028] 基板１が有機物フィルムである場合は、有機薄膜トランジスタ１００の耐久性を向上させるために透明のガスバリア層（図示せず）を形成することもできる。ガスバリア層としては酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化珪素（ＳｉＯ）、窒化珪素（ＳｉＮ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）、炭化珪素（ＳｉＣ）およびダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）などが挙げられるがこれらに限定されるものではない。また、これらのガスバリア層は２層以上積層して使用することもできる。ガスバリア層は有機物フィルムを用いた基板１の片面だけに形成してもよいし、両面に形成しても構わない。ガスバリア層は真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、レーザーアブレーション法、プラズマＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法、ホットワイヤーＣＶＤ法およびゾルーゲル法などを用いて形成することができるが本発明ではこれらに限定されるものではない。

[0029] また、基板１上に形成されるゲート電極２およびキャパシタ電極３の基板１との密着性を向上させるために密着層を設けることもできるし、基板１表面に表面処理などを施しても良い。

[0030] 次に、基板１上に、ゲート電極２及びキャパシタ電極３を形成する。ゲート電極２、キャパシタ電極３、ソース電極６およびドレイン電極７は、電極部分と配線部分とが明確に分かれている必要はなく、以下では特に各有機薄膜トランジスタの構成要素として電極と呼称している。

[0031] ゲート電極２およびキャパシタ電極３には、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、モリブデン（Ｍｏ）、銀（Ａｇ）、クロム（Ｃｒ）、チタン（Ｔｉ）、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、タングステン（W）、マンガン（Ｍｎ）などの金属材料や、酸化インジウム（ＩｎＯ）、酸化スズ（ＳｎＯ）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）、酸化インジウム亜鉛（ＩＺＯ）などの導電性金属酸化物材料を用いることができるが、これらに限定さ

れるものではない。これらの材料は単層で用いても構わないし、積層および合金として用いても構わない。

[0032] ゲート電極２およびキャパシタ電極３の形成には、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、導電性材料の前駆体などを使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、それらをインク化して、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。パターニングは、例えばフォトリソグラフィ法を用いてパターン形成部分をレジストなどにより保護し、エッチングによって不要部分を除去して行うこともできるし、印刷法などを用いて直接パターニングすることもできるが、これについてもこれらの方法に限定されず、公知一般のパターニング方法を用いることができる。

[0033] 次に、少なくともゲート電極２を覆うように第一の絶縁層４を形成する。

[0034] 第一の絶縁層４には、酸化珪素（ＳｉＯｘ）、酸化アルミニウム（ＡｌＯｘ）、酸化タンタル（ＴａＯｘ）、酸化イットリウム（ＹＯｘ）、酸化ジルコニウム（ＺｒＯｘ）、酸化ハフニウム（ＨｆＯｘ）などの酸化物系絶縁材料や窒化珪素（ＳｉＮｘ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）や、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等のポリアクリレート、ポリビニルアルコール（ＰＶＡ）、ポリビニルフェノール（ＰＶＰ）などの有機系絶縁材料や、自己組織化膜等の材料を使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単層または２層以上積層してもよいし、無機系－有機系のハイブリッド薄膜としても良いし、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0035] 第一の絶縁層４に自己組織化膜を用いる場合は、異なる自己組織化材料を積層する多層膜構造とすることで、絶縁層の誘電率や絶縁性を制御することが可能である。さらに、自己組織化した多層膜を繰り返し構造とすることで、絶縁性を高めることも可能である。また、第一の絶縁層４表面に形成される半導体層８の種類に合わせて表面の官能基を選択し、表面エネルギーを制

御することで、有機薄膜トランジスタ１００の性能を向上することも可能である。

[0036] 第一の絶縁層４は、有機薄膜トランジスタ１００および画像表示装置２００におけるリーク電流を抑えるために、その抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0037] 次に、キャパシタ電極３上に第二の絶縁層５を形成する。第二の絶縁層５は、少なくともキャパシタ電極３の一部を覆うように形成され、第二の絶縁層５上においてキャパシタ電極３と重畳するように形成されるドレイン電極７によってキャパシタ構造を成すことで、有機薄膜トランジスタ１００を用いた画像表示装置のキャパシタとして機能する。なお、第一の絶縁層４及び第二の絶縁層５の形成は、この順序に限定されず、第二の絶縁層５を形成した後に第一の絶縁層４の形成を行ってもよい。

[0038] 第二の絶縁層５には、酸化珪素（ＳｉＯｘ）、酸化アルミニウム（ＡｌＯｘ）、酸化タンタル（ＴａＯｘ）、酸化イットリウム（ＹＯｘ）、酸化ジルコニウム（ＺｒＯｘ）、酸化ハフニウム（ＨｆＯｘ）などの酸化物系絶縁材料や窒化珪素（ＳｉＮｘ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）や、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等のポリアクリレート、ポリビニルアルコール（ＰＶＡ）、ポリビニルフェノール（ＰＶＰ）などの有機系絶縁材料や、自己組織化膜等の材料を使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単層または２層以上積層してもよいし、無機系－有機系のハイブリッド薄膜としても良いし、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0039] 第二の絶縁層５に自己組織化膜を用いる場合は、異なる自己組織化材料を積層する多層膜構造とすることで、絶縁層の誘電率や絶縁性を制御することが可能である。さらに、自己組織化した多層膜を繰り返し構造とすることで、絶縁性を高めることも可能である。

[0040] 第二の絶縁層５は、有機薄膜トランジスタ１００および画像表示装置におけるリーク電流を抑えるために、その抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ま

しくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0041] 第二の絶縁層５は、有機薄膜トランジスタ１００において、キャパシタ電極３およびドレイン電極７を絶縁することでキャパシタ構造を形成しており、キャパシタの容量を確保するために、その膜厚は第一の絶縁層４と比較して薄くすることが好ましい。有機薄膜トランジスタ１００においては、第二の絶縁層５を第一の絶縁層４よりも薄膜で形成することにより、第一の絶縁層４におけるリーク電流を低く抑えながらキャパシタの静電容量を増加させることが可能となる。

[0042] 第二の絶縁層５は、第一の絶縁層４と同様の材料および組成を用いてよいし、異なる材料を用いても良くこれらに限定されることなく、様々な組合せで形成することが可能である。

[0043] 第二の絶縁層５の材料に第一の絶縁層４よりも比誘電率の高い材料を用いることにより、キャパシタの静電容量を増加させることが可能となる。第一の絶縁層４の比誘電率は２以上、５以下であることが好ましい。また、第二の絶縁層５の比誘電率は、３以上、好ましくは５以上、さらに好ましくは、２０以上であることが好ましいが、これらに限定されるものではない。

[0044] 第一の絶縁層４および第二の絶縁層５の形成方法は、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、金属錯体などを前駆体として使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、スリットコート法、スピンコート方、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。

[0045] 次に、第一の絶縁層４および第二の絶縁層５上に、ソース電極６およびドレイン電極７を形成する。ソース電極６およびドレイン電極７は、先に示したゲート電極２およびキャパシタ電極３と同様の材料および方法によって形成することができる。

[0046] ソース電極６およびドレイン電極７については、半導体層８よりもソース電極６およびドレイン電極７を先に形成するボトムコンタクト構造としても

良いし、半導体層８の形成後に、ソース電極６およびドレイン電極７を形成するトップコンタクト構造としても良い。

[0047] また、ボトムコンタクト構造を適用する場合においては、ソース電極６およびドレイン電極７は、半導体層８との電気的接続における接触抵抗を低下させるために、表面処理などを行うことができる。

[0048] 次に、第一の絶縁層４、ソース電極６およびドレイン電極７上に半導体層８を形成する。半導体層８には、ペンタセン、およびそれらの誘導体のような低分子半導体やポリチオフェン、ポリアリルアミン、フルオレンビチオフェン共重合体、およびそれらの誘導体のような高分子有機半導体材料を用いることができるが、これらに限定されるものではない。

[0049] 半導体層８は、有機半導体材料を溶解または分散させた溶液をインクとして用いる凸版印刷、スクリーン印刷、インクジェット法、ノズルプリンティングなどのウェット成膜方法で形成することができるが、これらに限定されるものではなく、公知一般の方法を使用することも可能である。

[0050] 有機薄膜トランジスタ１００は、外部の影響から半導体層８を保護するための保護層９を好適に設けることができる。

[0051] 保護層９を設ける場合は、少なくとも半導体層８のチャネル領域を覆うように形成することが好ましい。

[0052] 保護層９の材料としては、酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化イットリウム、酸化ハフニウム、ハフニウムアルミネート、酸化ジルコニウム、酸化チタン等の無機材料、または、ＰＭＭＡ（ポリメチルメタクリレート）等のポリアクリレート、ＰＶＡ（ポリビニルアルコール）、ＰＶＰ（ポリビニルフェノール）、フッ素系樹脂等の絶縁材料が挙げられるがこれらに限定されるものではない。

[0053] 保護層９の材料については、有機薄膜トランジスタ１００のリーク電流を低く抑えるためにその抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0054] 保護層９は、保護層材料またはその前駆体を溶解または分散させた溶液を

用いて、インクジェット法、凸版印刷法、平版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法のいずれかの方法によって形成される。これらの保護層９は単層として用いても構わないし、２層以上積層して用いることもできる。また成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0055] 有機薄膜トランジスタ１００を用いた画像表示装置とする際は、層間絶縁膜１０、画素電極１１、図示しない表示要素、図示しない対向電極、図示しない対向基板が好適に設けられる。

[0056] 層間絶縁膜１０は、ソース電極６と画素電極１１とを絶縁することで、画素電極１１を介したソース－ドレイン間のリークを防止することを主な目的として形成される。

[0057] 層間絶縁膜１０の材料としては、酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化イットリウム、酸化ハフニウム、ハフニウムアルミネート、酸化ジルコニウム、酸化チタン等の無機材料、または、ＰＭＭＡ（ポリメチルメタクリレート）等のポリアクリレート、ＰＶＡ（ポリビニルアルコール）、ＰＶＰ（ポリビニルフェノール）、フッ素系樹脂等の絶縁材料が挙げられるがこれらに限定されるものではない。

[0058] 層間絶縁膜１０の材料については、有機薄膜トランジスタ１００のリーク電流を低く抑えるためにその抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0059] 層間絶縁膜１０は、保護層材料またはその前駆体を溶解または分散させた溶液を用いて、インクジェット法、凸版印刷法、平版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法のいずれかの方法によって形成される。これらの層間絶縁膜１０は単層として用いても構わないし、２層以上積層して用いることもできる。また成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0060] 画素電極１１は画像表示装置の開口率を向上させることを目的に形成される。

[0061] 画素電極１１は、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、モリブデン（Ｍｏ）、銀（Ａｇ）、クロム（Ｃｒ）、チタン（Ｔｉ）、金（Ａｕ）、白金（Ｐ

ｔ）、タングステン（Ｗ）、マンガン（Ｍｎ）などの金属材料や、酸化インジウム（ＩｎＯ）、酸化スズ（ＳｎＯ）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）、酸化インジウム亜鉛（ＩＺＯ）などの導電性金属酸化物材料を用いることができるが、これらに限定されるものではない。これらの材料は単層で用いても構わないし、積層および合金として用いても構わない。

[0062] 画素電極１１は、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、導電性材料の前駆体などを使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、それらをインク化して、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。パターニングは、例えばフォトリソグラフィ法を用いてパターン形成部分をレジストなどにより保護し、エッチングによって不要部分を除去して行うこともできるし、印刷法などを用いて直接パターニングすることもできるが、これについてもこれらの方法に限定されず、公知一般のパターニング方法を用いることができる。

[0063] また、画素電極１１に不透明な材料を用いることにより、半導体層８への外部からの光照射を防ぐことも可能となる。

[0064] 表示要素は、液晶、電気泳動粒子、または電気泳動粒子を含んだマイクロカプセルや有機エレクトロルミネッセンスなどが使用できる。画像表示装置においては、反射型、透過型のどちらに限定されることなく、これら公知一般の表示要素を使用することが可能である。また、使用する表示要素によっては、１画素内に有機薄膜トランジスタ１００を複数設置する構成を利用することも可能である。

[0065] 表示要素は、対向電極を形成した対向基板上に形成した後に、画素電極１１まで形成された有機薄膜トランジスタ１００と合わせて、画像表示装置としても良いし、画素電極１１上に形成した後に、対向電極おおび対向基板を積層して画像表示装置としても良く、使用する表示要素に合わせて、その工程を選択することが可能である。

[0066]（第２の実施形態）

図２は、本発明の第２の実施の形態に係る有機薄膜トランジスタ１１０を示す概略断面図である。

[0067] 有機薄膜トランジスタ１００と有機薄膜トランジスタ１１０との相違点は、第二の絶縁層５の形成される領域である。図２に示すように、第二の絶縁層５は、キャパシタ電極３とゲート電極２とを同時に覆うように積層される。また、第一の絶縁層４は、第二の絶縁層５の上からゲート電極２を覆うように積層されている。

[0068] 第一の絶縁層４及び第二の絶縁層５をこのように形成することで、第二の絶縁層５の膜厚を、第一の絶縁層４と比較して薄くできるため、第一の絶縁層４におけるリーク電流を低く抑えながらキャパシタの静電容量を増加させることが可能となる。

[0069]（第３の実施形態）

図３は、本発明の第３の実施の形態に係る有機薄膜トランジスタ１２０を示す概略断面図である。

[0070] 有機薄膜トランジスタ１００と有機薄膜トランジスタ１２０との相違点は、第二の絶縁層５の膜厚及び第二の絶縁層５に用いる材料である。図２に示すように、第二の絶縁層５は、キャパシタ電極３を覆うように形成され、その膜厚は、第一の絶縁層４と同じである。また、第二の絶縁層５は、第一の絶縁層４より誘電率の高い材料により形成されている。

[0071] 第二の絶縁層５の材料に第一の絶縁層４よりも誘電率の高い材料を用いることにより、両者の膜厚が同じであっても、第一の絶縁層４におけるリーク電流を低く抑えながらキャパシタの静電容量を増加させることが可能となる。

[0072]（第４の実施形態）

図４は、本発明の第４の実施形態に係る有機薄膜トランジスタ１３０を示す概略断面図である。

[0073] 有機薄膜トランジスタ１３０は、絶縁性の基板１の上に形成されたゲート

電極２とキャパシタ電極３と、少なくともゲート電極２を覆うように形成された第一の絶縁層４と、少なくともキャパシタ電極３の一部を覆うように形成された第二の絶縁層５と、ソース電極６とドレイン電極７と、有機半導体材料を含む半導体層８とを、少なくとも備えている。また、半導体層８を保護するための保護層９も好適に用いられる。

[0074] また、有機薄膜トランジスタ１３０に、層間絶縁膜１０と、画素電極１１と、図示しない表示要素と、図示しない対向電極と、図示しない第二の基板とを設けることにより、画像表示装置とすることができる。対向電極および第二の基板は、使用する表示要素の種類によりその構造は適宜変更することができる。

[0075] 以下、有機薄膜トランジスタ１３０の各構成要素について、有機薄膜トランジスタ１３０の製造工程に沿って説明する。

[0076] 初めに、基板１を準備する。基板１の材料としては、ポリカーボネート、ポリエチレンサルファイド、ポリエーテルスルホン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、シクロオレフィンポリマー、トリアセチルセルロース、ポリビニルフルオライドフィルム、エチレン－テトラフルオロエチレン共重合樹脂、耐候性ポリエチレンテレフタレート、耐候性ポリプロピレン、ガラス繊維強化アクリル樹脂フィルム、ガラス繊維強化ポリカーボネート、ポリイミド、フッ素系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、ガラス、石英ガラスなどを使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単独で使用してもよいが、２種以上を積層した複合の基板１として使用することもできる。

[0077] 基板１が有機物フィルムである場合は、有機薄膜トランジスタ１３０の耐久性を向上させるために透明のガスバリア層（図示せず）を形成することもできる。ガスバリア層としては、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化珪素（ＳｉＯ）、窒化珪素（ＳｉＮ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）、炭化珪素（ＳｉＣ）、およびダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、これらのガスバリア層は、２

層以上積層して使用することもできる。ガスバリア層は、有機物フィルムを用いた基板１の片面だけに形成してもよいし、両面に形成しても構わない。ガスバリア層は、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、レーザーアブレーション法、プラズマＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法、ホットワイヤーＣＶＤ法、およびゾルーゲル法などを用いて形成することができるが、これらに限定されるものではない。

[0078] また、基板１上に形成されるゲート電極２およびキャパシタ電極３の基板１との密着性を向上させるために密着層を設けることもできるし、基板１の表面に表面処理などを施しても良い。

[0079] 次に、基板１上に、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成する。ゲート電極２、キャパシタ電極３、ソース電極６、およびドレイン電極７は、電極部分と配線部分とが明確に分かれている必要はなく、以下では特に各有機薄膜トランジスタの構成要素として電極と呼称している。

[0080] ゲート電極２およびキャパシタ電極３には、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、モリブデン（Ｍｏ）、銀（Ａｇ）、クロム（Ｃｒ）、チタン（Ｔｉ）、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、タングステン（Ｗ）、マンガン（Ｍｎ）などの金属材料や、酸化インジウム（ＩｎＯ）、酸化スズ（ＳｎＯ）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）、酸化インジウム亜鉛（ＩＺＯ）などの導電性金属酸化物材料を用いることができるが、これらに限定されるものではない。これらの材料は単層で用いても構わないし、積層および合金として用いても構わない。

[0081] ゲート電極２およびキャパシタ電極３の形成には、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、導電性材料の前駆体などを使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、それらをインク化して、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。パターニングは、例えばフォトリソグラフィ法を用いてパターン形成部分をレジス

トなどにより保護し、エッチングによって不要部分を除去して行うこともできるし、印刷法などを用いて直接パターニングすることもできるが、これについてもこれらの方法に限定されず、公知一般のパターニング方法を用いることができる。

[0082] 次に、少なくともゲート電極２を覆うように、第一の絶縁層４を形成する。

[0083] 第一の絶縁層４には、酸化珪素（ＳｉＯｘ）、酸化アルミニウム（ＡｌＯｘ）、酸化タンタル（ＴａＯｘ）、酸化イットリウム（ＹＯｘ）、酸化ジルコニウム（ＺｒＯｘ）、酸化ハフニウム（ＨｆＯｘ）などの酸化物系絶縁材料や窒化珪素（ＳｉＮｘ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）や、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等のポリアクリレート、ポリビニルアルコール（ＰＶＡ）、ポリビニルフェノール（ＰＶＰ）などの有機系絶縁材料や、自己組織化膜等の材料を使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単層または２層以上積層してもよいし、無機系－有機系のハイブリッド薄膜としても良いし、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0084] 第一の絶縁層４に自己組織化膜を用いる場合は、異なる自己組織化材料を積層する多層膜構造とすることで、絶縁層の誘電率や絶縁性を制御することが可能である。さらに、自己組織化した多層膜を繰り返し構造とすることで、絶縁性を高めることも可能である。また、第一の絶縁層４の表面に形成される半導体層８の種類に合わせて表面の官能基を選択し、表面エネルギーを制御することで、有機薄膜トランジスタ１３０の性能を向上することも可能である。

[0085] 第一の絶縁層４は、有機薄膜トランジスタ１３０および画像表示装置におけるリーク電流を抑えるために、その抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0086] 次に、キャパシタ電極３上に、第二の絶縁層５を形成する。第二の絶縁層５は、少なくともキャパシタ電極３の一部を覆うように形成され、第二の絶

縁層５上においてキャパシタ電極３と重畳するように形成されるドレイン電極７によってキャパシタ構造を成すことで、有機薄膜トランジスタ１３０を用いた画像表示装置の電圧保持容量として機能する。なお、第一の絶縁層４および第二の絶縁層５の形成は、この順序に限定されず、第二の絶縁層５を形成した後に第一の絶縁層４の形成を行ってもよい。

[0087] 第二の絶縁層５には、酸化珪素（ＳｉＯｘ）、酸化アルミニウム（ＡｌＯｘ）、酸化タンタル（ＴａＯｘ）、酸化イットリウム（ＹＯｘ）、酸化ジルコニウム（ＺｒＯｘ）、酸化ハフニウム（ＨｆＯｘ）などの酸化物系絶縁材料や窒化珪素（ＳｉＮｘ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）や、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等のポリアクリレート、ポリビニルアルコール（ＰＶＡ）、ポリビニルフェノール（ＰＶＰ）などの有機系絶縁材料や、自己組織化膜等の材料を使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単層または２層以上積層してもよいし、無機系－有機系のハイブリッド薄膜としても良いし、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0088] 第二の絶縁層５に自己組織化膜を用いる場合は、異なる自己組織化材料を積層する多層膜構造とすることで、絶縁層の誘電率や絶縁性を制御することが可能である。さらに、自己組織化した多層膜を繰り返し構造とすることで、絶縁性を高めることも可能である。

[0089] 第二の絶縁層５は、有機薄膜トランジスタ１３０および画像表示装置におけるリーク電流を抑えるために、その抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0090] 第二の絶縁層５は、有機薄膜トランジスタ１３０において、キャパシタ電極３およびドレイン電極７を絶縁することでキャパシタ構造を形成しており、キャパシタの容量を確保するために、その誘電率を第一の絶縁層４と比較して大きくすることが好ましい。有機薄膜トランジスタ１３０においては、第二の絶縁層５の誘電率を第一の絶縁層４の誘電率よりも大きくすることにより、キャパシタの静電容量を増加させることが可能となる。第一の絶縁層

４の比誘電率は、２以上かつ５以下であることが好ましい。また、第二の絶縁層５の比誘電率は、３以上、好ましくは５以上、さらには２０以上であることが好ましいが、これらに限定されるものではない。

[0091] 第二の絶縁層５が多層からなる場合においては、第二の絶縁層５の一部に第一の絶縁層４と同じ材料および組成を用いてよいし、全て異なる材料を用いても良い。これらに限定されることなく、様々な組合せで形成することが可能である。

[0092] 第二の絶縁層５の膜厚を第一の絶縁層４よりも薄くすることにより、第一の絶縁層４におけるゲートリーク電流を低く抑えながらキャパシタの静電容量をさらに増加させることが可能となる。

[0093] 第一の絶縁層４および第二の絶縁層５の形成方法は、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、金属錯体などを前駆体として使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、スリットコート法、スピンコート方、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。

[0094] 次に、第一の絶縁層４および第二の絶縁層５上に、ソース電極６およびドレイン電極７を形成する。ソース電極６およびドレイン電極７は、先に示したゲート電極２およびキャパシタ電極３と同様の材料および方法によって形成することができる。

[0095] ソース電極６およびドレイン電極７については、半導体層８よりもソース電極６およびドレイン電極７を先に形成するボトムコンタクト構造としても良いし、半導体層８の形成後に、ソース電極６およびドレイン電極７を形成するトップコンタクト構造としても良い。

[0096] また、ボトムコンタクト構造を適用する場合においては、ソース電極６およびドレイン電極７は、半導体層８との電気的接続における接触抵抗を低下させるために、表面処理などを行うことができる。

[0097] 次に、第一の絶縁層４、ソース電極６およびドレイン電極７上に半導体層

８を形成する。半導体層８には、ペンタセン、およびその誘導体のような低分子半導体やポリチオフェン、ポリアリルアミン、フルオレンビチオフェン共重合体、およびそれらの誘導体のような高分子有機半導体材料を用いることができるが、これらに限定されるものではない。

[0098] 半導体層８は、有機半導体材料を溶解または分散させた溶液をインクとして用いる凸版印刷、スクリーン印刷、インクジェット法、ノズルプリンティングなどのウェット成膜方法で形成することができるが、これらに限定されるものではなく、公知一般の方法を使用することも可能である。

[0099] 有機薄膜トランジスタ１３０は、外部の影響から半導体層８を保護するための保護層９を好適に設けることができる。

[0100] 保護層９を設ける場合は、少なくとも半導体層８のチャネル領域を覆うように形成することが好ましい。

[0101] 保護層９の材料としては、酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化イットリウム、酸化ハフニウム、ハフニウムアルミネート、酸化ジルコニウム、酸化チタン等の無機材料、または、ＰＭＭＡ（ポリメチルメタクリレート）等のポリアクリレート、ＰＶＡ（ポリビニルアルコール）、ＰＶＰ（ポリビニルフェノール）、フッ素系樹脂等の有機系絶縁材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[0102] 保護層９の材料については、有機薄膜トランジスタ１３０のリーク電流を低く抑えるためにその抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0103] 保護層９は、保護層材料またはその前駆体を溶解または分散させた溶液を用いて、インクジェット法、凸版印刷法、平版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法のいずれかの方法によって形成される。これらの保護層９は、単層として用いても構わないし、２層以上積層して用いることもできる。また、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0104] 有機薄膜トランジスタ１３０を用いた画像表示装置とする際は、層間絶縁膜１０、画素電極１１、図示しない表示要素、図示しない対向電極、図示し

ない対向基板が好適に設けられる。

[0105] 層間絶縁膜１０は、ソース電極６と画素電極１１とを絶縁することで、画素電極１１を介したソース－ドレイン間のリークを防止することを主な目的として形成される。

[0106] 層間絶縁膜１０の材料としては、酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化イットリウム、酸化ハフニウム、ハフニウムアルミネート、酸化ジルコニウム、酸化チタン等の無機材料、または、ＰＭＭＡ（ポリメチルメタクリレート）等のポリアクリレート、ＰＶＡ（ポリビニルアルコール）、ＰＶＰ（ポリビニルフェノール）、フッ素系樹脂等の絶縁材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[0107] 層間絶縁膜１０の材料については、有機薄膜トランジスタ１３０のリーク電流を低く抑えるためにその抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0108] 層間絶縁膜１０は、保護層材料またはその前駆体を溶解または分散させた溶液を用いて、インクジェット法、凸版印刷法、平版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法のいずれかの方法によって形成される。これらの層間絶縁膜１０は、単層として用いても構わないし、２層以上積層して用いることもできる。また、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0109] 画素電極１１は、画像表示装置の開口率を向上させることを目的に形成される。

[0110] 画素電極１１は、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、モリブデン（Ｍｏ）、銀（Ａｇ）、クロム（Ｃｒ）、チタン（Ｔｉ）、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、タングステン（Ｗ）、マンガン（Ｍｎ）などの金属材料や、酸化インジウム（ＩｎＯ）、酸化スズ（ＳｎＯ）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）、酸化インジウム亜鉛（ＩＺＯ）などの導電性金属酸化物材料を用いることができるが、これらに限定されるものではない。これらの材料は単層で用いても構わないし、積層および合金として用いても構わない。

[0111] 画素電極１１は、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、導電性材料の前駆体などを使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、それらをインク化して、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。パターニングは、例えばフォトリソグラフィ法を用いてパターン形成部分をレジストなどにより保護し、エッチングによって不要部分を除去して行うこともできるし、印刷法などを用いて直接パターニングすることもできるが、これについてもこれらの方法に限定されず、公知一般のパターニング方法を用いることができる。

[0112] また、画素電極１１に不透明な材料を用いることにより、半導体層８への外部からの光照射を防ぐことも可能となる。

[0113] 表示要素は、液晶、電気泳動粒子、または電気泳動粒子を含んだマイクロカプセルや有機エレクトロルミネッセンスなどが使用できる。画像表示装置においては、反射型、透過型のどちらに限定されることなく、これら公知一般の表示要素を使用することが可能である。また、使用する表示要素によっては、１画素内に有機薄膜トランジスタ１３０を複数設置する構成を利用することも可能である。

[0114] 表示要素は、対向電極を形成した対向基板上に形成した後に、画素電極１１まで形成された有機薄膜トランジスタ１３０と合わせて、画像表示装置としても良いし、画素電極１１上に形成した後に、対向電極および対向基板を積層して画像表示装置としても良く、使用する表示要素に合わせて、その工程を選択することが可能である。

[0115] （第５の実施形態）

図５は、本発明の第５の実施形態に係る有機薄膜トランジスタ１４０を示す概略断面図である。

[0116] 有機薄膜トランジスタ１３０と有機薄膜トランジスタ１４０との相違点は、第二の絶縁層５が形成される領域である。図５に示すように、第二の絶縁層５は、キャパシタ電極３とゲート電極２とを同時に覆うように積層される

。また、第一の絶縁層４は、第二の絶縁層５の上からゲート電極２を覆うように積層されている。

[0117] 第一の絶縁層４および第二の絶縁層５をこのように形成することで、第一の絶縁層４の表面性を変化させることなく、薄膜トランジスタのチャネル部に蓄積される電荷量を増やすことが可能となるため、キャパシタ容量の増加だけでなく、薄膜トランジスタのオン電流を増加させることも可能となる。

[0118] （第６の実施形態）

図６は、本発明の第６の実施形態に係る有機薄膜トランジスタ１５０を示す概略断面図である。

[0119] 有機薄膜トランジスタ１３０と有機薄膜トランジスタ１５０との相違点は、第一の絶縁層４が形成される領域である。図６に示すように、第一の絶縁層４は、ゲート電極２とキャパシタ電極３とを同時に覆うように形成される。また、第二の絶縁層５は、第一の絶縁層４の上からキャパシタ電極３を覆うように積層されている。また、第二の絶縁層５は、第一の絶縁層４より誘電率の高い材料により形成されている。

[0120] 第二の絶縁層５の材料に第一の絶縁層４よりも誘電率の高い材料を用いることにより、リーク電流を低く抑えながらキャパシタの静電容量を増加させることが可能となる。

[0121] （第７の実施形態）

図７は、本発明の第７の実施形態に係る有機薄膜トランジスタ１６０を示す概略断面図である。

[0122] 有機薄膜トランジスタ１６０は、絶縁性の基板１の上に形成されたソース電極６とドレイン電極７と、有機半導体材料を含む半導体層８と、ソース電極６および半導体層８を覆うように形成された第一の絶縁層４と、少なくともドレイン電極７の一部を覆うように形成された第二の絶縁層５と、ゲート電極２と、キャパシタ電極３とを、少なくとも備えている。

[0123] また、有機薄膜トランジスタ１６０に、層間絶縁膜１０と、画素電極１１と、図示しない表示要素と、図示しない対向電極と、図示しない第二の基板

とを設けることにより、画像表示装置とすることができる。対向電極および第二の基板は、使用する表示要素の種類によりその構造は適宜変更することができる。

[0124] 以下、有機薄膜トランジスタ１６０の各構成要素について、有機薄膜トランジスタ１６０の製造工程に沿って説明する。

[0125] 初めに、基板１を準備する。基板１の材料としては、ポリカーボネート、ポリエチレンサルファイド、ポリエーテルスルホン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、シクロオレフィンポリマー、トリアセチルセルロース、ポリビニルフルオライドフィルム、エチレン－テトラフルオロエチレン共重合樹脂、耐候性ポリエチレンテレフタレート、耐候性ポリプロピレン、ガラス繊維強化アクリル樹脂フィルム、ガラス繊維強化ポリカーボネート、ポリイミド、フッ素系樹脂、環状ポリオレフィン系樹脂、ガラス、石英ガラスなどを使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単独で使用してもよいが、２種以上を積層した複合の基板１として使用することもできる。

[0126] 基板１が有機物フィルムである場合は、有機薄膜トランジスタ１６０の耐久性を向上させるために透明のガスバリア層（図示せず）を形成することもできる。ガスバリア層としては、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化珪素（ＳｉＯ）、窒化珪素（ＳｉＮ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）、炭化珪素（ＳｉＣ）、およびダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、これらのガスバリア層は、２層以上積層して使用することもできる。ガスバリア層は、有機物フィルムを用いた基板１の片面だけに形成してもよいし、両面に形成しても構わない。ガスバリア層は、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、レーザーアブレーション法、プラズマＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法、ホットワイヤーＣＶＤ法、およびゾルーゲル法などを用いて形成することができるが、これらに限定されるものではない。

[0127] また、基板１上に形成されるソース電極６、ドレイン電極７、および半導体層８の基板１との密着性を向上させるために密着層を設けることもできるし、基板１の表面に表面処理などを施しても良い。

[0128] 次に、基板１上に、ソース電極６およびドレイン電極７を形成する。ソース電極６、ドレイン電極７、ゲート電極２、およびキャパシタ電極３は、電極部分と配線部分とが明確に分かれている必要はなく、以下では特に各有機薄膜トランジスタの構成要素として電極と呼称している。

[0129] ソース電極６およびドレイン電極７には、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、モリブデン（Ｍｏ）、銀（Ａｇ）、クロム（Ｃｒ）、チタン（Ｔｉ）、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、タングステン（Ｗ）、マンガン（Ｍｎ）などの金属材料や、酸化インジウム（ＩｎＯ）、酸化スズ（ＳｎＯ）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）、酸化インジウム亜鉛（ＩＺＯ）などの導電性金属酸化物材料を用いることができるが、これらに限定されるものではない。これらの材料は単層で用いても構わないし、積層および合金として用いても構わない。

[0130] ソース電極６およびドレイン電極７の形成には、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、導電性材料の前駆体などを使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、それらをインク化して、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。パターニングは、例えばフォトリソグラフィ法を用いてパターン形成部分をレジストなどにより保護し、エッチングによって不要部分を除去して行うこともできるし、印刷法などを用いて直接パターニングすることもできるが、これについてもこれらの方法に限定されず、公知一般のパターニング方法を用いることができる。

[0131] ソース電極６およびドレイン電極７については、半導体層８よりもソース電極６およびドレイン電極７を先に形成するボトムコンタクト構造としても良いし、半導体層８の形成後に、ソース電極６およびドレイン電極７を形成

するトップコンタクト構造としても良い。

[0132] また、ボトムコンタクト構造を適用する場合においては、ソース電極６およびドレイン電極７は、半導体層８との電気的接続における接触抵抗を低下させるために、表面処理などを施すことができる。

[0133] 次に、絶縁性の基板１、ソース電極６、およびドレイン電極７上に、半導体層８を形成する。半導体層８には、ペンタセン、およびそれらの誘導体のような低分子半導体やポリチオフェン、ポリアリルアミン、フルオレンビチオフェン共重合体、およびそれらの誘導体のような高分子有機半導体材料を用いることができるが、これらに限定されるものではない。

[0134] 半導体層８は、有機半導体材料を溶解または分散させた溶液をインクとして用いる凸版印刷、スクリーン印刷、インクジェット法、ノズルプリンティングなどのウェット成膜方法で形成することができるが、これらに限定されるものではなく、公知一般の方法を使用することも可能である。

[0135] 次に、少なくともソース電極６および半導体層８を覆うように、第一の絶縁層４を形成する。

[0136] 第一の絶縁層４には、酸化珪素（ＳｉＯｘ）、酸化アルミニウム（ＡｌＯｘ）、酸化タンタル（ＴａＯｘ）、酸化イットリウム（ＹＯｘ）、酸化ジルコニウム（ＺｒＯｘ）、酸化ハフニウム（ＨｆＯｘ）などの酸化物系絶縁材料や窒化珪素（ＳｉＮｘ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）や、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等のポリアクリレート、ポリビニルアルコール（ＰＶＡ）、ポリビニルフェノール（ＰＶＰ）などの有機系絶縁材料などを使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単層または２層以上積層してもよいし、無機系－有機系のハイブリッド薄膜としても良いし、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0137] 第一の絶縁層４は、有機薄膜トランジスタ１６０および画像表示装置におけるリーク電流を抑えるために、その抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0138] 次に、ドレイン電極７上に、第二の絶縁層５を形成する。第二の絶縁層５

は、少なくともドレイン電極７の一部を覆うように形成され、第二の絶縁層５上においてドレイン電極７と重畳するように形成されるキャパシタ電極３によってキャパシタ構造を成すことで、有機薄膜トランジスタ１６０を用いた画像表示装置のキャパシタとして機能する。なお、第一の絶縁層４および第二の絶縁層５の形成は、この順序に限定されず、第二の絶縁層５を形成した後に第一の絶縁層４の形成を行ってもよい。

[0139] 第二の絶縁層５には、酸化珪素（ＳｉＯｘ）、酸化アルミニウム（ＡｌＯｘ）、酸化タンタル（ＴａＯｘ）、酸化イットリウム（ＹＯｘ）、酸化ジルコニウム（ＺｒＯｘ）、酸化ハフニウム（ＨｆＯｘ）などの酸化物系絶縁材料や窒化珪素（ＳｉＮｘ）、酸化窒化珪素（ＳｉＯＮ）や、ポリメチルメタクリレート（ＰＭＭＡ）等のポリアクリレート、ポリビニルアルコール（ＰＶＡ）、ポリビニルフェノール（ＰＶＰ）などの有機系絶縁材料や、自己組織化膜等の材料を使用することができるが、これらに限定されるものではない。これらは単層または２層以上積層してもよいし、無機系－有機系のハイブリッド薄膜としても良いし、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0140] 第二の絶縁層５に自己組織化膜を用いる場合は、異なる自己組織化材料を積層する多層膜構造とすることで、絶縁層の誘電率や絶縁性を制御することが可能である。さらに、自己組織化した多層膜を繰り返し構造とすることで、絶縁性を高めることも可能である。

[0141] 第二の絶縁層５は、有機薄膜トランジスタ１６０および画像表示装置におけるリーク電流を抑えるために、その抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0142] 第二の絶縁層５は、有機薄膜トランジスタ１６０において、ドレイン電極７およびキャパシタ電極３を絶縁することでキャパシタ構造を形成しており、キャパシタの容量を確保するために、その膜厚は第一の絶縁層４と比較して薄くすることが好ましい。有機薄膜トランジスタ１６０においては、第二の絶縁層５を第一の絶縁層４よりも薄膜で形成することにより、第一の絶縁

層４の形成されるトランジスタ部におけるリーク電流を低く抑えながらキャパシタの静電容量を増加させることが可能となる。

[0143] 第二の絶縁層５は、第一の絶縁層４と同様の材料および組成を用いてよいし、異なる材料を用いても良くこれらに限定されることなく、様々な組合せで形成することが可能である。

[0144] 第二の絶縁層５の材料に第一の絶縁層４よりも比誘電率の高い材料を用いることにより、キャパシタの静電容量をさらに増加させることが可能となる。第一の絶縁層４の比誘電率は、２以上かつ５以下であることが好ましい。また、第二の絶縁層５の比誘電率は、３以上、好ましくは５以上、さらには２０以上であることが好ましいが、これらに限定されるものではない。

[0145] 第一の絶縁層４および第二の絶縁層５の形成方法は、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、金属錯体などを前駆体として使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、スリットコート法、スピンコート方、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。

[0146] 次に、第一の絶縁層４および第二の絶縁層５上に、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成する。ゲート電極２およびキャパシタ電極３は、先に示したソース電極６およびドレイン電極７と同様の材料および方法によって形成することができる。

[0147] 有機薄膜トランジスタ１６０を用いた画像表示装置とする際は、層間絶縁膜１０、画素電極１１、図示しない表示要素、図示しない対向電極、図示しない対向基板が好適に設けられる。

[0148] 層間絶縁膜１０は、ゲート電極２およびキャパシタ電極３と画素電極９とを絶縁することで、画素電極９を介したゲートードレイン間およびキャパシタードレイン間のリークを防止することを主な目的として形成される。

[0149] 層間絶縁膜１０の材料としては、酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化イットリウム、酸化ハフニウム、ハフニウムアルミネート、酸化

ジルコニウム、酸化チタン等の無機材料、または、ＰＭＭＡ（ポリメチルメタクリレート）等のポリアクリレート、ＰＶＡ（ポリビニルアルコール）、ＰＶＰ（ポリビニルフェノール）、フッ素系樹脂等の絶縁材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[0150] 層間絶縁膜１０の材料については、有機薄膜トランジスタ１６０のリーク電流を低く抑えるためにその抵抗率が10^{11}Ωｃｍ以上、より好ましくは10^{14}Ωｃｍ以上であることが望ましい。

[0151] 層間絶縁膜１０は、保護層材料またはその前駆体を溶解または分散させた溶液を用いて、インクジェット法、凸版印刷法、平版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法のいずれかの方法によって形成される。これらの層間絶縁膜９は、単層として用いても構わないし、２層以上積層して用いることもできる。また、成長方向に向けて組成を傾斜したものでも構わない。

[0152] 画素電極１１は、画像表示装置の開口率を向上させることを目的に形成される。

[0153] 画素電極１１は、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、モリブデン（Ｍｏ）、銀（Ａｇ）、クロム（Ｃｒ）、チタン（Ｔｉ）、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、タングステン（Ｗ）、マンガン（Ｍｎ）などの金属材料や、酸化インジウム（ＩｎＯ）、酸化スズ（ＳｎＯ）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）、酸化インジウム亜鉛（ＩＺＯ）などの導電性金属酸化物材料を用いることができるが、これらに限定されるものではない。これらの材料は単層で用いても構わないし、積層および合金として用いても構わない。

[0154] 画素電極１１は、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法や、導電性材料の前駆体などを使用するゾルーゲル法やナノ粒子を使用する方法、それらをインク化して、スクリーン印刷、凸版印刷、インクジェット法などのウェット成膜法で形成する方法などが使用できるが、これらに限定されず、公知一般の方法を用いることができる。パターニングは、例えばフォトリソグラフィ法を用いてパターン形成部分をレジストなどにより保護し、エッチング

によって不要部分を除去して行うこともできるし、印刷法などを用いて直接パターニングすることもできるが、これについてもこれらの方法に限定されず、公知一般のパターニング方法を用いることができる。

[0155] また、画素電極１１に不透明な材料を用いることにより、半導体層８への外部からの光照射を防ぐことも可能となる。

[0156] 表示要素は、液晶、電気泳動粒子、または電気泳動粒子を含んだマイクロカプセルや有機エレクトロルミネッセンスなどが使用できる。画像表示装置においては、反射型、透過型のどちらに限定されることなく、これら公知一般の表示要素を使用することが可能である。また、使用する表示要素によっては、１画素内に有機薄膜トランジスタ１６０を複数設置する構成を利用することも可能である。

[0157] 表示要素は、対向電極を形成した対向基板上に形成した後に、画素電極１１まで形成された有機薄膜トランジスタ１６０と合わせて、画像表示装置としても良いし、画素電極１１上に形成した後に、対向電極および対向基板を積層して画像表示装置としても良く、使用する表示要素に合わせて、その工程を選択することが可能である。

[0158] （第８の実施形態）

図８は、本発明の第８の実施形態に係る有機薄膜トランジスタ１７０を示す概略断面図である。

[0159] 有機薄膜トランジスタ１６０と有機薄膜トランジスタ１７０との相違点は、第二の絶縁層５が形成される領域である。図８に示すように、第一の絶縁層４は、半導体層８を覆うように積層される。また、第二の絶縁層５は、第一の絶縁層４の上から、ソース電極６および半導体層８、さらにドレイン電極７の一部の領域を覆うように積層される。

[0160] 第一の絶縁層４および第二の絶縁層５をこのように形成することで、ドレイン電極７およびキャパシタ電極３により形成されるキャパシタ部分の膜厚を半導体層８の形成されているトランジスタ部の膜厚よりも薄くできるため、トランジスタ部のリーク電流を低く抑えながらキャパシタの静電容量を増

加させることが可能となる。

[0161] （第９の実施形態）

図９は、本発明の第９の実施形態に係る有機薄膜トランジスタ１８０を示す概略断面図である。

[0162] 有機薄膜トランジスタ１６０と有機薄膜トランジスタ１８０との相違点は、第一の絶縁層４と第二の絶縁層５の膜厚および第二の絶縁層５に用いる材料である。図９に示すように、第二の絶縁層５は、ドレイン電極７の一部を覆うように形成され、その膜厚は、第一の絶縁層４よりも薄く形成される。また、第二の絶縁層５は、第一の絶縁層４より誘電率の高い材料により形成されている。

[0163] 第二の絶縁層５の材料に第一の絶縁層４よりも誘電率の高い材料を用いることにより、キャパシタの静電容量をさらに増加させることが可能となる。

実施例 １

[0164] 実施例１として、図１に示す有機薄膜トランジスタ１００を作製した。

[0165] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、ＤＣマグネトロンスパッタを用いてモリブデン（Ｍｏ）を４００ｎｍの膜厚で成膜し、フォトリソグラフィ法により所望の形状にパターニングを行い、ゲート電極２およびキャパシタ電極３とした。

[0166] ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した基板に、感光性アクリル樹脂をスリットコート法で塗布し、露光、現像を行い所望の形状にパターニングし、２００℃で焼成を行い、第二の絶縁層５を形成した。その後、第二の絶縁層５と同様の方法で第一の絶縁層４を形成した。第一の絶縁層４の膜厚は１μｍ、第二の絶縁層５の膜厚は０．５μｍとした。感光性アクリル樹脂の比誘電率は３．４である。

[0167] つづいて、銀ナノ粒子を分散させた溶液をインクとして、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0168] その後、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１

重量%濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

実施例 2

[0169] 実施例２として、図２に示す有機薄膜トランジスタ１１０を作製した。

[0170] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、ＤＣマグネトロンスパッタを用いてＭｏを４００ｎｍの膜厚で成膜し、フォトリソグラフィ法により所望の形状にパターニングを行い、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0171] ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した基板１に、酸化アルミニウム（Al_2O_3）を原子層堆積（ＡＬＤ）法を用いて５０ｎｍの膜厚で成膜した。その後、感光性アクリル樹脂をスリットコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法によりパターニングを行い、２００℃で焼成し、第一の絶縁層４となる領域を酸化アルミニウムと感光性アクリル樹脂との積層構造とし、第二の絶縁層５となる領域を酸化アルミニウムのみの層となるように形成した。感光性アクリル樹脂の膜厚は１μｍである。なお電極取り出し部などの不要な酸化アルミニウム層はフォトリソ法およびドライエッチング法を用いて除去した。酸化アルミニウムの比誘電率は９．３、感光性アクリル樹脂の比誘電率は３．４である。

[0172] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0173] その後、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量%濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

実施例 3

[0174] 実施例３として、図３に示す有機薄膜トランジスタ１２０を作製した。

[0175] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、ＤＣマグネトロンスパッタを用いてＭｏを４００ｎｍの膜厚で成膜

し、フォトリソグラフィ法により所望の形状にパターニングを行い、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0176] ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した基板１に、感光性ポリスチレン樹脂をスリットコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法によりパターニングし、２００℃で焼成し、第一の絶縁層４を形成した。続いて実施例１及び２とは比誘電率の異なる感光性アクリル樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ法によりパターニングし、第二の絶縁層５を形成した。第一の絶縁層４および第二の絶縁層５の膜厚はともに１μｍである。第一の絶縁層４の比誘電率は２．５、第二の絶縁層の比誘電率は４．２である。

[0177] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0178] その後、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

実施例 ４

[0179] 実施例４として、図４に示す有機薄膜トランジスタ１３０を作製した。

[0180] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、ＤＣマグネトロンスパッタを用いてモリブデン（Ｍｏ）を４００ｎｍの膜厚で成膜し、フォトリソグラフィ法により所望の形状にパターニングを行い、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0181] ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した基板１に、感光性シリコーン樹脂をスリットコート法で塗布し、露光、現像を行い所望の形状にパターニングし、２００℃で焼成を行い、第一の絶縁層４を形成した。その後、第一の絶縁層４と同様の方法で第二の絶縁層５を形成した。第一の絶縁層４および第二の絶縁層５の膜厚は、ともに１μｍとした。また、第一の絶縁層４の比誘電率は２．５、第二の絶縁層５の比誘電率は、４．２である。

[0182] つづいて、銀ナノ粒子を分散させた溶液をインクとして、インクジェット

法を用いて所望の形状にパターニングし、１８０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0183] その後、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

実施例 5

[0184] 実施例５として、図５に示す有機薄膜トランジスタ１４０を作製した。

[0185] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、ＤＣマグネトロンスパッタを用いてＭｏを４００ｎｍの膜厚で成膜し、フォトリソグラフィ法により所望の形状にパターニングを行い、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0186] ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した基板１に、酸化アルミニウム（Al_2O_3）を原子層堆積法（ＡＬＤ法）を用いて１００ｎｍの膜厚で成膜した。その後、感光性シリコーン樹脂をスリットコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法によりパターニングを行い、２００℃で焼成し、第一の絶縁層４となる領域を酸化アルミニウムと感光性アクリル樹脂との積層構造とし、キャパシタ電極３上の第二の絶縁層５となる領域を酸化アルミニウムのみの層となるように形成した。感光性アクリル樹脂の膜厚は１μｍである。なお、電極取り出し部などの不要な酸化アルミニウム層は、フォトリソ法およびドライエッチング法を用いて除去した。酸化アルミニウムの比誘電率は９．３、感光性シリコーン樹脂の比誘電率は２．５である。

[0187] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１８０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0188] その後、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

実施例 6

[0189] 実施例６として、図６に示す有機薄膜トランジスタ１５０を作製した。

[0190] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、ＤＣマグネトロンスパッタを用いてＭｏを４００ｎｍの膜厚で成膜し、フォトリソグラフィ法により所望の形状にパターニングを行い、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0191] ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した基板１に、感光性シリコーン樹脂をスリットコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法によりパターニングし、２００℃で焼成し、第一の絶縁層４を形成した。第一の絶縁層４の膜厚は、ゲート電極２上は１μｍの膜厚とし、キャパシタ電極３上は０．５μｍの膜厚として形成した。続いて感光性アクリル樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ法によりパターニングし、第二の絶縁層５を０．５μｍの膜厚で形成した。第一の絶縁層４の比誘電率は２．５、第二の絶縁層５の比誘電率は４．２である。

[0192] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１８０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0193] その後、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

実施例 7

[0194] 実施例７として、図７に示す有機薄膜トランジスタ１６０を作製した。

[0195] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、銀（Ａｇ）のナノ粒子を分散させた溶液をインクとして、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0196] ソース電極６およびドレイン電極７を形成した基板１に、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成

した。

[0197] その後、フッ素樹脂をインクジェット法で塗布し、第一の絶縁層４および第二の絶縁層５を形成する。図７に示すように、第二の絶縁層５の膜厚が第一の絶縁層４の膜厚よりも薄くなるように形成した。第一の絶縁層４の膜厚は１μｍ、第二の絶縁層５の膜厚は０．５μｍとした。用いた樹脂の比誘電率は、２．０である。

[0198] つづいて、銀ナノ粒子を分散させた溶液をインクとして、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

実施例 8

[0199] 実施例８として、図８に示す有機薄膜トランジスタ１７０を作製した。

[0200] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、銀（Ａｇ）のナノ粒子を分散させた溶液をインクとして、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0201] ソース電極６およびドレイン電極７を形成した基板１に、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

[0202] その後、半導体層８、ソース電極６、およびドレイン電極７の一部を覆うようにフッ素樹脂をインクジェット法により１μｍの膜厚で塗布し、第一の絶縁層４を形成した。図８に示すように、第二の絶縁層５として酸化アルミニウム（Al_2O_3）を原子層体積法（ＡＬＤ法）を用いて１００ｎｍの膜厚で成膜した。なお、電極の外部との接続部などに成膜された不要な酸化アルミニウム層は、フォトリソ法およびドライエッチング法を用いて除去した。第一の絶縁層４の比誘電率は２．０、第二の絶縁層５の比誘電率は９．３である。

[0203] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて

所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

実施例 9

[0204] 実施例９として、図９に示す有機薄膜トランジスタ１８０を作製した。

[0205] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、銀（Ａｇ）のナノ粒子を分散させた溶液をインクとして、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0206] ソース電極６およびドレイン電極７を形成した基板１のドレイン電極７上の一部に原子層体積法（ＡＬＤ法）を用いて１００ｎｍの膜厚で成膜した後、不要な酸化アルミニウム層を、フォトリソ法およびドライエッチング法を用いて除去し、第二の絶縁層５を形成した。第二の絶縁層５の比誘電率は９．３である。

[0207] 次に、ソース電極６、ドレイン電極７、および基板１の一部にかかるように、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

[0208] その後、半導体層８、ソース電極６、およびドレイン電極７上の一部にフッ素樹脂をインクジェット法により、１μｍの膜厚で塗布し、第一の絶縁層４を形成した。第一の絶縁層４の比誘電率は２．０である。

[0209] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0210] （比較例１）

比較例１として、図１０に示す有機薄膜トランジスタ２００を作製した。

[0211] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、ＤＣマグネトロンスパッタを用いてＭｏを４００ｎｍの膜厚で成膜し、フォトリソグラフィ法により所望の形状にパターニングを行い、ゲート

電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0212] ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した基板１に、実施例１～３とは比誘電率の異なる感光性アクリル樹脂をスリットコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法によりパターニングし、２００℃で焼成し、ゲート電極２およびキャパシタ電極３上に第一の絶縁層４のみを形成した。第一の絶縁層４の膜厚は１μｍ、比誘電率は３．３である。

[0213] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0214] その後、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

[0215] （比較例２）

比較例２として、図１１に示す有機薄膜トランジスタ２１０を作製した。

[0216] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、ＤＣマグネトロンスパッタを用いてＭｏを４００ｎｍの膜厚で成膜し、フォトリソグラフィ法により所望の形状にパターニングを行い、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0217] ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した基板１に、感光性シリコーン樹脂をスリットコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法によりパターニングし、２００℃で焼成し、ゲート電極２およびキャパシタ電極３の上に第一の絶縁層４のみを形成した。第一の絶縁層４の膜厚は１μｍ、比誘電率は２．５である。

[0218] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１８０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0219] その後、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニ

ングし、半導体層８を形成した。

[0220] （比較例３）

比較例３として、図１２に示す有機薄膜トランジスタ２２０を作製した。

[0221] 基板１として厚さ０．７ｍｍの無アルカリガラスを使用した。ガラス基板１上に、銀（Ａｇ）のナノ粒子を分散させた溶液をインクとして、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ソース電極６およびドレイン電極７を形成した。

[0222] ソース電極６およびドレイン電極７を形成した基板１に、有機半導体材料としてポリ（３－ヘキシルチオフェン）を０．１重量％濃度で溶解させたメシチレン溶液をインクジェット法によりパターニングし、半導体層８を形成した。

[0223] その後、半導体層８、ソース電極６、およびドレイン電極７を覆うようにフッ素樹脂をスリットコート法により膜厚１μｍで塗布し、第一の絶縁層４を形成した。第一の絶縁層４の比誘電率は２．０である。

[0224] つづいて、銀ナノ粒子を分散させたインクを、インクジェット法を用いて所望の形状にパターニングし、１５０℃で１時間焼成し、ゲート電極２およびキャパシタ電極３を形成した。

[0225] 以上の工程により、実施例１～９および比較例１～３に係る有機薄膜トランジスタを作製した。実施例１においては、第二の絶縁層５の膜厚を第一の絶縁層４の約半分にすることにより、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２００と比較して２倍とすることができた。実施例２においては、第二の絶縁層５に高誘電率の膜を用いることで、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２００と比較して大幅に増加させることができた。また、実施例３においては、第二の絶縁層５の比誘電率が第一の絶縁層４と比較して高いものを選択することにより、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２００と比較して増加させることができた。いずれの実施例においても、キャパシタの容量を増加させることで、画像表示装置の書込み電圧の保持率を向上させ、安定的に画像表示装置を駆動させることが可能となった。

[0226] 実施例４においては、第一の絶縁層４よりも誘電率の大きい第二の絶縁層５とすることにより、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２１０と比較して１．６倍とすることができた。実施例５においては、第二の絶縁層５に高誘電率の膜を用いることで、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２１０と比較して約７５倍と大幅に増加させることができた。また、実施例６においては、第二の絶縁層５の比誘電率が第一の絶縁層４と比較して高いものを選択することにより、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２１０と比較して約１．６倍に増加させることができた。いずれの実施例においても、キャパシタの容量を増加させることで、画像表示装置の書込み電圧の保持率を向上させ、安定的に画像表示装置を駆動させることが可能となった。

[0227] 実施例７においては、第二の絶縁層５の膜厚を第一の絶縁層４の約半分にすることにより、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２２０と比較して２倍とすることができた。実施例８においては、第二の絶縁層５に高誘電率の膜を用いることで、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２２０と比較して大幅に増加させることができた。また、実施例９においては、第二の絶縁層５の比誘電率が第一の絶縁層４と比較して高いものを選択することにより、キャパシタの容量を有機薄膜トランジスタ２２０と比較して増加させることができた。いずれの実施例においても、キャパシタの容量を増加させることで、画像表示装置の書込み電圧の保持率を向上させ、安定的に画像表示装置を駆動させることが可能となった。

[0228] 以上説明したように、本発明によれば、キャパシタ電極３とドレイン電極７との間に形成される第二の絶縁層５の誘電率を大きくすることにより、薄膜トランジスタにおけるリーク電流を低く抑えながらキャパシタ容量を増加させることが可能となる。また、少なくともキャパシタ電極３とドレイン電極７との間に形成される第二の絶縁層５の膜厚を薄くすることで、さらにキャパシタ容量を増加させ、電圧保持率を向上させることが可能となる。

[0229] したがって、本発明によれば、印刷法を用いた有機薄膜トランジスタにお

いて、十分なキャパシタ電極面積が確保できない場合においても、容量を確保することで、電圧保持率を維持し、安定して駆動可能な素子特性を示す有機薄膜トランジスタおよび画像表示装置を提供することが可能となる。

産業上の利用可能性

[0230] 本発明は、画像表示装置、また各種センサーなどに好適に利用可能である。

符号の説明

[0231] １ 基板

２ ゲート電極

３ キャパシタ電極

４ 第一の絶縁層

５ 第二の絶縁層 ６ ソース電極

７ ドレイン電極

８ 半導体層

９ 保護層

１０ 層間絶縁膜

１１ 画素電極

１００～１８０、２００～２２０ 有機薄膜トランジスタ

請求の範囲

[請求項1] 絶縁性の基板上に少なくともゲート電極と、キャパシタ電極と、少なくとも前記ゲート電極を覆うように形成された第一の絶縁層と、少なくとも前記キャパシタ電極の一部を覆うように形成された第二の絶縁層と、ソース電極と、ドレイン電極と、有機半導体材料を含む半導体層を有する有機薄膜トランジスタであって、

前記第二の絶縁層の膜厚が、第一の絶縁膜の膜厚よりも薄い、有機薄膜トランジスタ。

[請求項2] 絶縁性の基板上に少なくともゲート電極と、キャパシタ電極と、少なくとも前記ゲート電極を覆うように形成された第一の絶縁層と、少なくとも前記キャパシタ電極の一部を覆うように形成された第二の絶縁層と、ソース電極と、ドレイン電極と、有機半導体材料を含む半導体層を有する有機薄膜トランジスタであって、

前記第二の絶縁層の誘電率が前記第一の絶縁層の誘電率よりも大きい、有機薄膜トランジスタ。

[請求項3] 前記第一の絶縁層が絶縁材料を２層以上積層してなる、請求項１または２に記載の有機薄膜トランジスタ

[請求項4] 前記第二の絶縁層が絶縁材料を２層以上積層してなる、請求項１ないし３のいずれかに記載の有機薄膜トランジスタ。

[請求項5] 前記第二の絶縁層が多層からなり、当該層の一部は、前記第一の絶縁層と同じ材料および組成である、請求項１ないし４のいずれか一項に記載の有機薄膜トランジスタ。

[請求項6] 絶縁性の基板上に少なくともソース電極と、ドレイン電極と、有機半導体材料を含む半導体層と、前記ソース電極および前記半導体層を覆うように形成された第一の絶縁層と、少なくとも前記ドレイン電極の一部を覆うように形成された第二の絶縁層と、ゲート電極と、キャパシタ電極と、を有する有機薄膜トランジスタであって、

前記第二の絶縁層の膜厚が、前記第一の絶縁層の膜厚よりも薄いこ

とを特徴とする、有機薄膜トランジスタ。

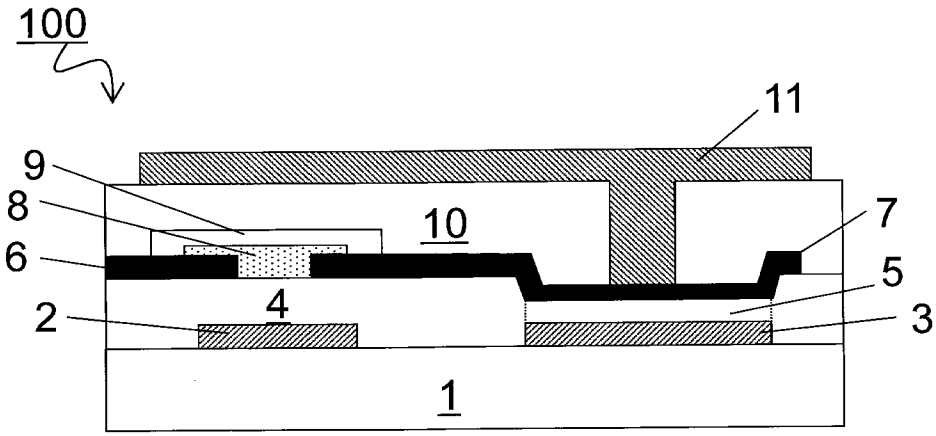
[請求項7] 前記第二の絶縁層の誘電率が、前記第一の絶縁層の誘電率よりも大きいことを特徴とする、請求項６に記載の有機薄膜トランジスタ。

[請求項8] 前記第一の絶縁層が絶縁材料を２層以上積層してなることを特徴とする、請求項６または７に記載の有機薄膜トランジスタ。

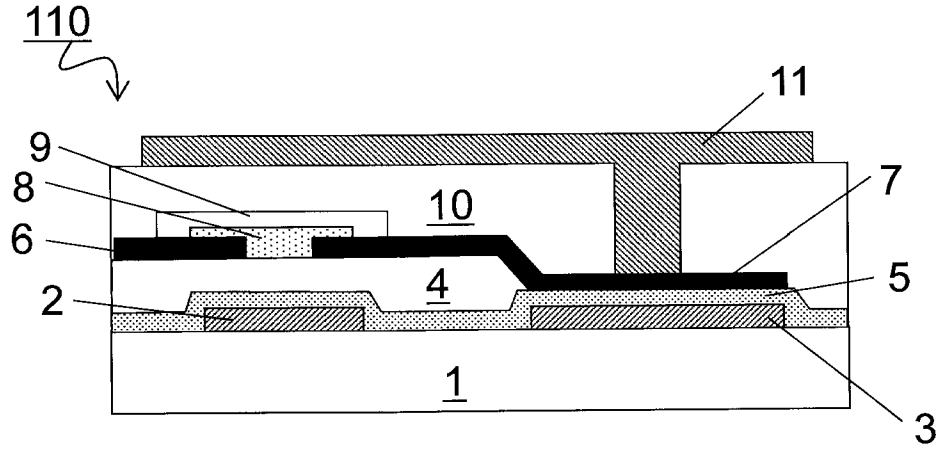
[請求項9] 前記第二の絶縁層が絶縁材料を２層以上積層してなることを特徴とする、請求項６ないし８のいずれか一項に記載の有機薄膜トランジスタ。

[請求項10] 請求項１ないし９のいずれか一項に記載の有機薄膜トランジスタを用いた、画像表示装置。

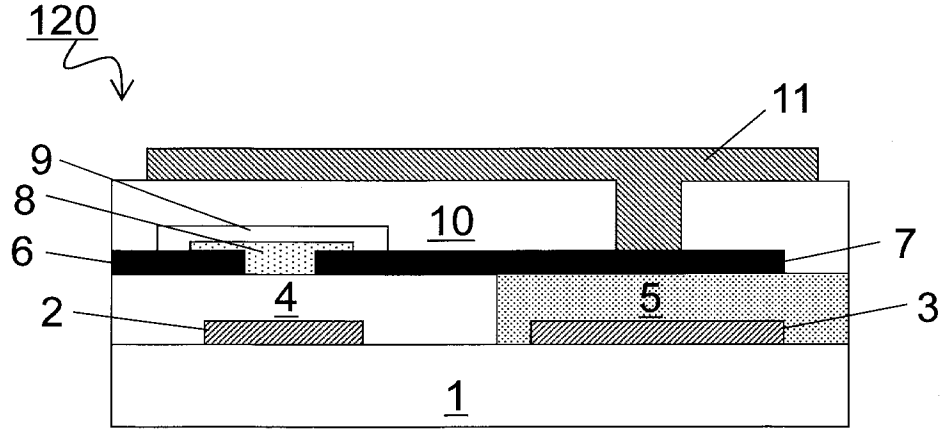
[図1]



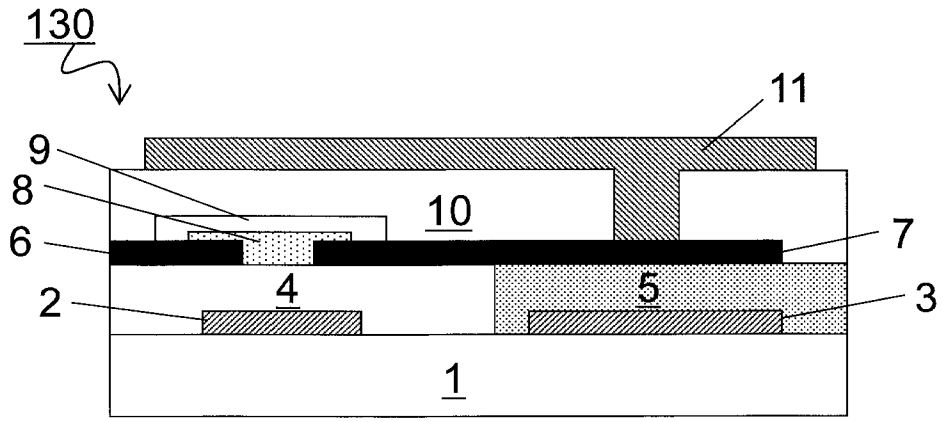
[図2]



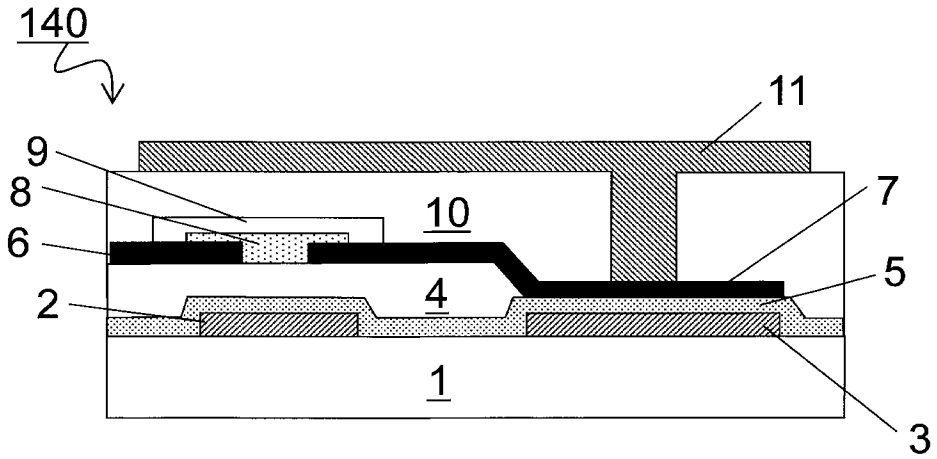
[図3]



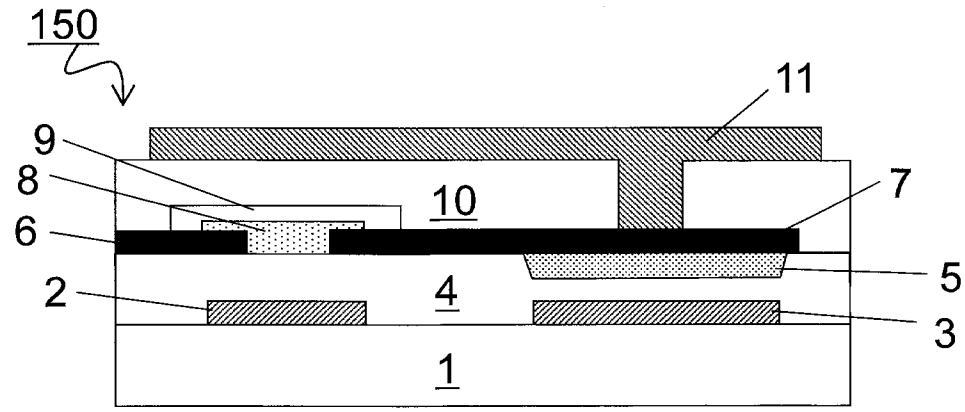
[図4]



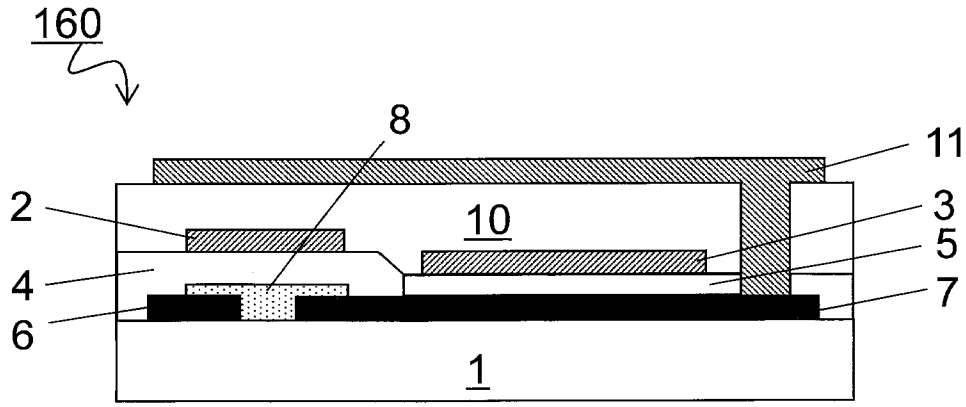
[図5]



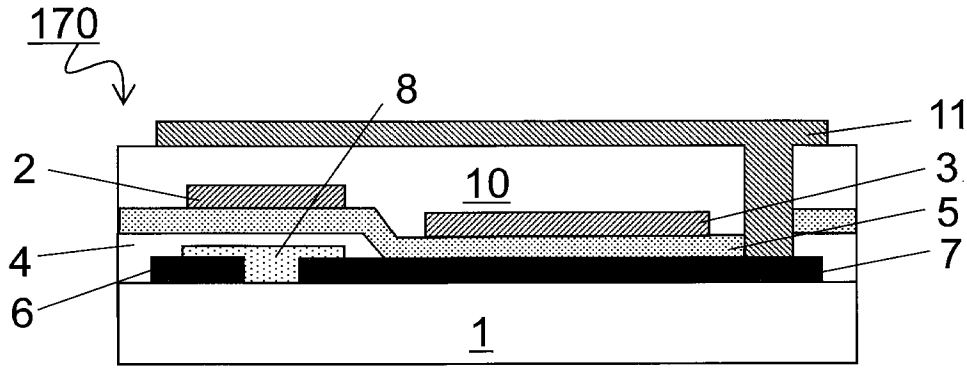
[図6]



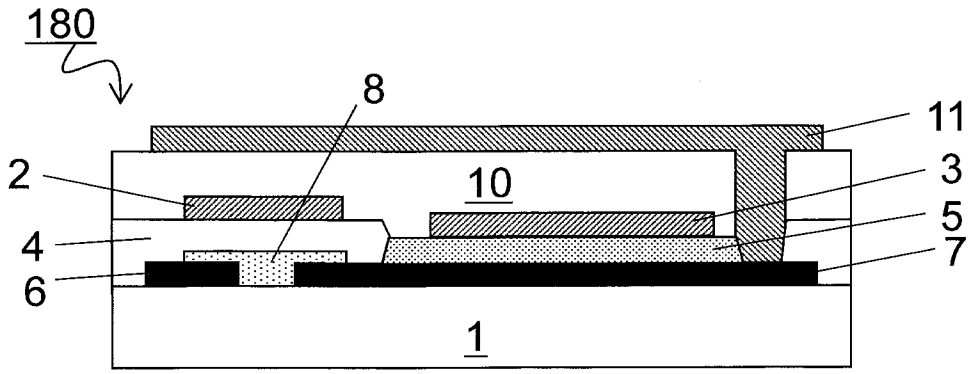
[図7]


160
8
11
2
10
3
5
4
7
6
1

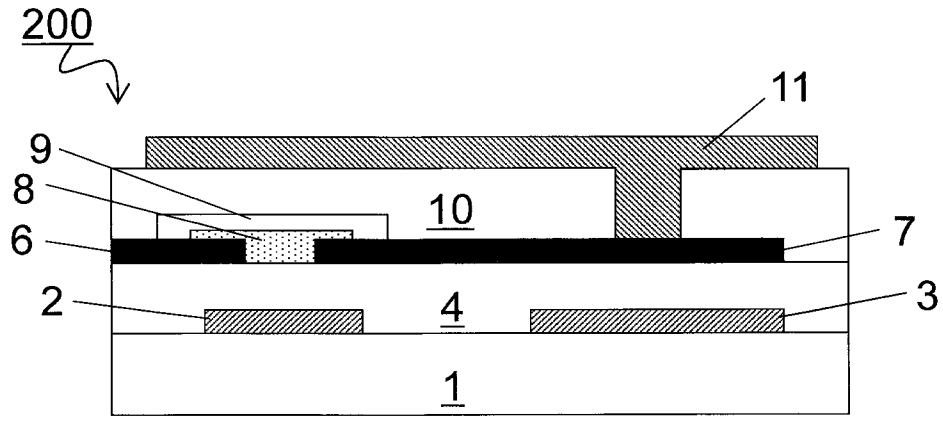
[図8]


170
8
11
2
10
3
5
4
7
6
1

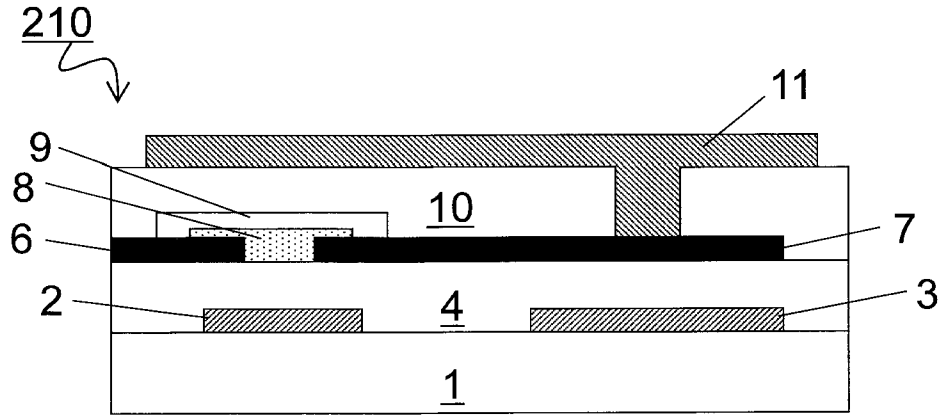
[図9]


180
8
11
2
10
3
5
4
7
6
1

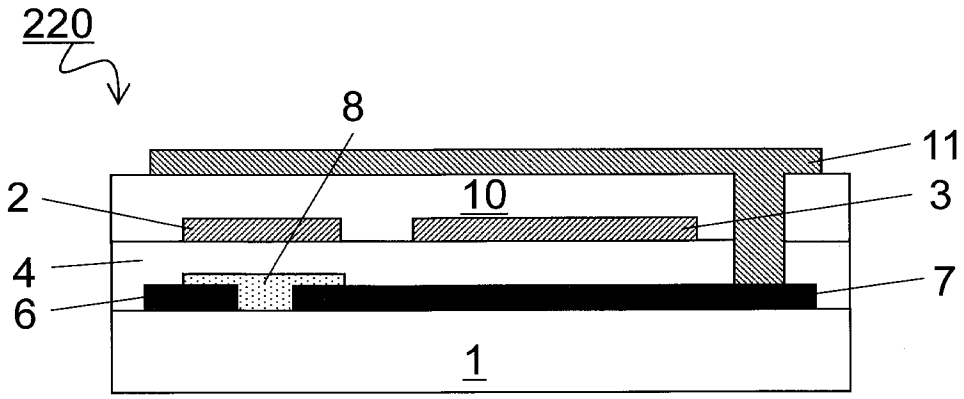
[図10]


200
11
9
8
10
7
6
2
4
3
1

[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/019327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L29/786(2006.01)i, *G09F9/30*(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, G09F9/30, 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 Y	JP 2007-293072 A (Epson Imaging Devices Corp.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraphs [0028] to [0049], [0114], [0115] (Family: none)	1-4,10 5-9
X Y	JP 2007-293073 A (Epson Imaging Devices Corp.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraphs [0025] to [0040], [0105] to [0113], [0115]; fig. 14 (Family: none)	1,4,5,10 5
Y	JP 2010-262006 A (Sony Corp.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0014] to [0022], [0109] to [0150] (Family: none)	6-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
09 August 2017 (09.08.17)	22 August 2017 (22.08.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/019327

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-128623 A (Samsung SDI Co., Ltd.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraphs [0031] to [0039] & US 2006/0091395 A1 paragraphs [0040] to [0049] & KR 10-2006-0037732 A & CN 1773717 A	1,2,10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１９３２７

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, G09F9/30(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, G09F9/30, 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 Y	JP 2007-293072 A (エプソンイメージングデバイス株式会社) 2007.11.08, 段落[0028]-[0049], [0114], [0115] (ファミリーなし)	1-4, 10 5-9
X Y	JP 2007-293073 A (エプソンイメージングデバイス株式会社) 2007.11.08, 段落[0025]-[0040], [0105]-[0113], [0115], [図14] (ファミリーなし)	1, 4, 5, 10 5
Y	JP 2010-262006 A (ソニー株式会社) 2010.11.18, 段落[0014]-[0022], [0109]-[0150] (ファミリーなし)	6-9

☑　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	国際調査報告の発送日
０９．０８．２０１７	２２．０８．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｆ　３４６４
脇水　佳弘
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
X	JP 2006-128623 A (三星エスディアイ株式会社) 2006.05.18, 段落[0031]-[0039] & US 2006/0091395 A1, 段落[0040]-[0049] & KR 10-2006-0037732 A & CN 1773717 A	1, 2, 10