

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2007年10月11日 (11.10.2007)

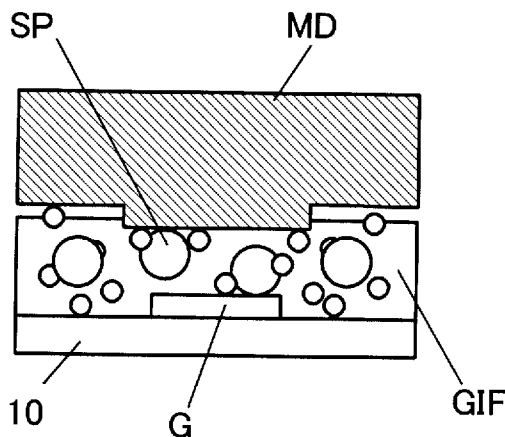
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/114254 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 29/786 (2006.01) H01L 21/336 (2006.01)  
H01L 21/283 (2006.01) H01L 51/05 (2006.01)  
H01L 21/312 (2006.01) H01L 51/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/056870
- (22) 国際出願日: 2007年3月29日 (29.03.2007)
- (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2006-090940 2006年3月29日 (29.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社 (PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1538654 東京都目黒区目黒1丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中馬 隆 (CHUMAN, Takashi) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番2号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP). 大田 悟 (OHTA, Satoru) [JP/JP]; 〒3502288 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番2号 パイオニア株式会社 総合研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 藤村 元彦 (FUJIMURA, Motohiko); 〒1040045 東京都中央区築地4丁目1番1号 東劇ビル 藤村合同特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ORGANIC THIN FILM TRANSISTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 有機薄膜トランジスタ及びその製造方法



(57) Abstract: An organic thin film transistor is provided with separately arranged source electrode and drain electrode; an organic semiconductor layer arranged between the source electrode and the drain electrode; and a gate electrode arranged to face the organic semiconductor layer between the source electrode and the drain electrode by having a gate insulating film in between. The organic thin film transistor is also provided with a spacer having a height which defines the thickness of the gate insulating film between the organic semiconductor layer and the gate electrode. The gate insulating film is formed by an imprinting method.

(57) 要約: 有機薄膜トランジスタは、有機薄膜トランジスタは、互いに分離して設けられたソース電極及びドレイン電極と、ソース電極及びドレイン電極の間に介在する有機半導体層と、ソース電極及びドレイン電極の間の有機半導体層に対向してゲート絶縁膜を介して配置されたゲート電極と、を

有する有機薄膜トランジスタであって、有機半導体層とゲート電極との間におけるゲート絶縁膜の膜厚を規定する高さを有するスペーサを有する。ゲート絶縁膜はインプリンティング法により成膜される。

WO 2007/114254 A1

## 明 細 書

### 有機薄膜トランジスタ及びその製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、有機薄膜トランジスタ及びその製造方法に関する。

#### 背景技術

[0002] 近年、有機薄膜トランジスタの研究開発が盛んに行われており、その応用の一例として、フレキシブルディスプレイへの応用が期待されている。その中で有機エレクトロルミネッセンス(EL)素子を有機薄膜トランジスタでアクティブマトリクス駆動させるという研究が行われている。

[0003] 有機薄膜トランジスタのMOS構造の1つには、基板上にゲート電極を設け、ゲート電極を覆うようにその上にゲート絶縁膜を形成し、ゲート絶縁膜の上にソース電極とドレイン電極を互いに離して設け、その後、ソース電極及びドレイン電極の間のゲート絶縁膜上に有機半導体膜を積層して構成されたボトムコンタクト型のものが知られている。

[0004] また、有機物のメリットを最大限に活かすため、印刷技術による有機薄膜トランジスタの形成が試みられており、そのためゲート絶縁膜材料としても高分子のような溶剤に溶ける材料が検討されている。しかし、自発光素子である有機EL素子を駆動するためには、比較的大電流が必要である。そのために高誘電率の高分子ゲート絶縁膜が必要である。

[0005] それを形成するために、シアノエチルプルランといったシアノ基含有の高誘電率の高分子や、高分子に単に誘電率の高い金属酸化物のナノ粒子を分散させたゲート絶縁膜を塗布法により形成することが検討されている(特許文献1参照)。ナノ粒子には、少なくとも1方向の長さが500nm未満の粒子が含まれる。

[0006] 塗布法によれば、高誘電率無機化合物を溶媒に分散した分散液を所定基板上に塗布した後、溶媒成分を揮発させることでゲート絶縁膜を形成するか或いは、シリカ前駆体などの溶解液中に高誘電率無機化合物粒子を分散させた分散液を塗布し、焼成することにより、ゲート絶縁膜を得ることができる。

特許文献1:特開2002-110999号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 有機薄膜トランジスタにおいてゲート絶縁膜に用いるべき高誘電率の高分子材料の種類はあまり多くなく、また高分子では耐電圧性に劣るため、結果的にゲート絶縁膜の膜厚が厚くなり、高誘電率と耐電圧が相殺されるようになる。さらに高誘電率の高分子は溶剤に溶けにくく、印刷による形成は難しくなる。また、高誘電率の金属酸化物のナノ粒子を分散させた溶液を単に塗布しゲート絶縁膜を成膜する従来技術では、成膜後に表面に突き出したナノ粒子により、ゲート絶縁膜の表面が粗くなってしまい、有機薄膜トランジスタの性能が低下する問題が生じる。

[0008] そこで本発明は、有機半導体層及びゲート絶縁膜の界面の滑面性を含む性能を改善させた有機薄膜トランジスタ及びその製造方法を提供することが一例として挙げられる。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明の有機薄膜トランジスタは、互いに分離して設けられたソース電極及びドレイン電極と、前記ソース電極及びドレイン電極の間に介在する有機半導体層と、前記ソース電極及びドレイン電極の間の前記有機半導体層に対向してゲート絶縁膜を介して配置されたゲート電極と、を有する有機薄膜トランジスタであって、前記有機半導体層とゲート電極との間における前記ゲート絶縁膜の膜厚を規定する高さを有するスペーサを有することを特徴とする。

[0010] 本発明の有機薄膜トランジスタの製造方法は、互いに分離して設けられたソース電極及びドレイン電極と、前記ソース電極及びドレイン電極の間に介在する有機半導体層と、前記ソース電極及びドレイン電極の間の前記有機半導体層に対向してゲート絶縁膜を介して配置されたゲート電極と、を有する有機薄膜トランジスタの製造方法であって、

基板上にゲート電極を形成する工程と、

前記ゲート電極上にゲート絶縁膜を形成する工程と、

前記ゲート絶縁膜上に互いに分離したソース電極及びドレイン電極を形成する工

程と、

前記ソース電極及びドレイン電極の対向端部及びその近傍上に前記有機半導体層を形成する工程と、を含み、

前記ゲート絶縁膜を形成する工程において、前記有機半導体層とゲート電極との間における前記ゲート絶縁膜の膜厚を規定する高さを有するスペーサを設けるとともに、インプリンティング法により、少なくとも前記ソース電極及び前記ドレイン電極間の前記有機半導体層上のチャンネルが生成される部位の表面を前記スペーサの高さに規定して、前記ゲート絶縁膜を形成することを特徴とする。

- [0011] 以上の構成によれば、ゲート絶縁膜の膜厚を規定する高さを有するスペーサを設けているので、インプリンティング法によるゲート絶縁膜の膜厚制御精度が向上する。さらに、スペーサとして、第1のナノ粒子の平均粒径より大なる平均粒径の第2のナノ粒子を分散した高分子組成物を用いることにより、ゲート絶縁膜は、インプリンティング法により表面滑面化が可能となり、かつ容易にその膜厚を制御することができる。すなわち、インプリンティング法にて作製した高分子のゲート絶縁膜は、スピコート成膜したゲート絶縁膜GIFと比較して比誘電率は同等であるが、表面粗度が改善される。また、有機薄膜トランジスタにおいては移動度が向上し、さらに、プロセス温度が200℃以下であり、プラスチックフィルム基板にも応用可能である。

#### 図面の簡単な説明

- [0012] [図1]本発明による実施形態の有機TFTの概略断面図である。
- [図2]本発明による実施形態の有機TFT構造を示す部分拡大断面図である。
- [図3]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。
- [図4]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。
- [図5]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。
- [図6]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。

[図7]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。

[図8]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。

[図9]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。

[図10]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。

[図11]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程における基板の部分断面図である。

[図12]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程におけるモールドの部分断面図である。

[図13]本発明による実施形態の有機TFT製造方法の工程におけるモールドの部分断面図である。

[図14]本発明による他の実施形態の有機TFTの概略断面図である。

[図15]本発明による他の実施形態の有機TFTの概略断面図である。

[図16]本発明による他の実施形態の有機TFTの概略断面図である。

## 符号の説明

- [0013]    10   基板  
          S   ソース電極  
          D   ドレイン電極  
          OSF   有機半導体膜  
          G   ゲート電極  
          GIF   ゲート絶縁膜  
          FF   隔壁部  
          SLS   傾斜面

## 発明を実施するための形態

- [0014]    以下に本発明の実施形態の有機薄膜トランジスタ(有機TFT)及びその製造方法

を図面を参照しつつ説明する。

[0015] 図1は有機TFTの断面図を示す。

[0016] 図1は、ボトムコンタクト型有機TFTの構造の一例を示す。有機TFTは、互いに分離して設けられた対向するソース電極S及びドレイン電極Dと、ソース電極及びドレイン電極の間にチャンネルを形成できるように積層された有機半導体からなる有機半導体膜OSFと、ソース電極S及びドレイン電極Dの間の有機半導体膜OSFに電界を印加せしめるゲート電極Gと、を含み、ゲート電極Gを覆いソース電極S及びドレイン電極Dから絶縁するゲート絶縁膜GIFを有している。

[0017] 図1及び図2に示すようにゲート絶縁膜GIFは高誘電率を有する誘電体のナノ粒子NPとこれらを分散させる母材の高分子PMとを含み、さらにスペーサSPを含む。本実施形態においては、スペーサSPはかかる小粒径のナノ粒子NPの平均粒径よりも大なる平均粒径を有する第2の誘電体のナノ粒子又はナノ粒子凝集体である。ゲート絶縁膜におけるスペーサSP(第2の誘電体のナノ粒子又はナノ粒子凝集体)の密度は、小粒径のナノ粒子NPの密度と比較して100万分の1以上10分の1以下である。スペーサSP及びナノ粒子NPの材料は例えば同一の材料で構成できるが、互いに異なる材料で構成してもよい。

[0018] スペーサSPについて、ゲート絶縁膜GIFの膜厚は通常50～1000nmであるので、その高さ(粒径)は50～1000nmである。スペーサの密度が相対的に低いのでスペーサには比誘電率2以上の材料でも有効である。

[0019] ゲート絶縁膜GIFの膜厚を規定するスペーサの高さ(粒径)は、小粒径のナノ粒子NPの平均粒径の2倍以上、好ましくは10倍以上であることが望ましい。小粒径のナノ粒子NPはスペーサSPの高さ(粒径)よりも小なる平均粒径を有し、その比誘電率は3以上好ましくは10以上であることが好ましい。

[0020] 小粒径のナノ粒子NP及びスペーサSPとなる大粒径のナノ粒子の形状としては、特に制限されず、球状の他に、平板状、針状、不定形などいずれであってもよい。小粒径のナノ粒子NPは、一般に、その平均粒径が500nmよりも大きいと、ゲート絶縁膜GIF中の分散(誘電率)が不均一になり得るが、100nm以下では問題がない。誘電率が低下しない範囲の平均粒径例えば5nm以上の小粒径のナノ粒子NPを使用す

ることが望ましい。

- [0021] ゲート絶縁膜のナノ粒子NPを分散させる高分子PMは熱又は光照射により変成する硬化又は熱可塑性樹脂である。
- [0022] ナノ粒子NPを高分子PM中に分散させたゲート絶縁膜GIFの形成において、インプリティング法を用いることにより、ゲート絶縁膜GIF表面のナノ粒子による粗度増加に起因する有機TFTの性能低下を防ぐことができる。すなわち、インプリティング工程において、有機半導体層とゲート電極との間におけるゲート絶縁膜の膜厚(有機半導体層のチャンネルが生成される部位の膜厚)を規定する高さを有するスペーサSPを設けて、ゲート絶縁膜を形成する。本実施形態においては、スペーサ(最大粒径のナノ粒子)はインプリティング工程の押圧力によって機能する。さらに、インプリティング法により有機半導体層上のチャンネルが生成される部位の表面(後の界面)を滑面化するとともにパターニングを同時に行うことができる。なお、有機TFTはソース電極S及びドレイン電極Dとゲート絶縁膜GIFとの間に離型剤が設けられていてもよい。
- [0023] ここでインプリティング法とは、モールド(型)に刻み込んだ寸法が数十nm～数百nmの凹凸を、熱可塑性又は熱硬化性の樹脂などの被加工基板に押し付けてモールドの凹凸形状を転写するナノオーダーの3次元構造の成形加工技術である。インプリティング法には、熱(Thermal)式と光硬化(UV)式とがある。転写の工程は数分で終了し、同じ形状の部品を短時間で大量に作り出せる。インプリント技術で使うモールドは通常、半導体微細加工の技術など電子線露光技術とエッチング技術を使って製作する。
- [0024] モールドの材料として、Siなどの半導体や、金属、金属酸化物、ダイヤモンドが有効である。インプリティングでは熱硬化樹脂又は熱可塑樹脂により加熱及び冷却を通してゲート絶縁膜をパターニングできるが、さらに、紫外線などの感光性の高分子又は感光性組成物を用いて、インプリティングする方法も有効である。そのときのモールドとしては石英、サファイアなどの紫外線を透過するものが有効である。基板も紫外線を透過するものが有効である。
- [0025] 本実施形態のインプリティング法を用いた有機薄膜TFT製造方法の一例を説明する。

- [0026] 図3に示すように、洗浄した基板10上にゲート電極Gを形成する(ステップ1)。
- [0027] 次に、図4に示すように、基板10及びゲート電極G上にゲート絶縁膜GIFの高分子溶液を塗布し、乾燥する(ステップ2)。このゲート絶縁膜を塗布する工程ではスピコート法などが利用でき、所定のナノ粒子及びスペーサが含まれる高分子溶液が予め調製され、その粘度は、例えば、 $1\text{mPa}\cdot\text{s}\sim 100\text{Pa}\cdot\text{s}$ に調節される。ゲート絶縁膜GIFの高分子溶液基板への塗布量は、乾燥後のゲート絶縁膜GIFの膜厚がスペーサの高さ(粒径)を超える量である。
- [0028] つぎに、図5に示すように、微少な凹凸が形成されたモールドMDを用意し(ステップ3)、減圧雰囲気において、図6に示すように、ゲート絶縁膜GIFの表面に圧着し、有機半導体層のチャンネルが生成される部位の表面を滑面化する(ステップ4)。
- [0029] つぎに、図7に示すように、モールドMDをゲート絶縁膜GIFの表面に圧着した状態で、熱(又は光)などの輻射RADを基板10及びモールドMDに供給して、一定時間保持して溶液を変性させてゲート絶縁膜GIFに写し取る(ステップ5)。
- [0030] そして、冷却後、図8に示すように、モールドMDを基板10から取り除く(ステップ6)。
- [0031] つぎに、図9に示すように、有機半導体層のチャンネルが生成される部位を含む部分以外のゲート絶縁膜GIFの不要な部分を基板10から取り除く(ステップ7)。このようにしてゲート絶縁膜GIFを形成する。
- [0032] つぎに、図10に示すように、写し取られたゲート絶縁膜GIFの滑面化された表面上に亘って、互いに分離したソース電極S及びドレイン電極Dを蒸着する(ステップ8)。
- [0033] 次に、有機半導体層の液状化された材料の液滴をソース電極S及びドレイン電極D間の凹部に供給して、これを乾燥して有機半導体膜OSFを形成し、図11に示すように、MOS構造の有機TFTを形成する(ステップ9)。また、自己組織化方法により有機半導体層OSFを形成することもできる。
- [0034] 上記の有機TFT製造方法では、図5に示すようにチャンネルが生成される部位の表面(ソース電極及びドレイン電極の対向端部の間すなわち凹部)のみ周囲よりも突出した平坦部であるチャンネル成型面CFSをモールドMDに設け、インプリティング法を用いて、チャンネル成型面CFSの圧着による平滑化を達成しているが、これに加えて、

図12に示すように、チャネル成型面CFSを突出させない平坦なモールドMDを使用できる。この実施形態では、所定膜厚のゲート電極Gを基板10上に形成してあるので、インプリンティング法にて平坦なモールドMDをゲート絶縁膜GIFの全面に圧着してもゲート電極G上の表面(チャネルが生成される部位)を滑面化しパターンニングすることが可能である。

[0035] さらに加えて、図13に示すモールドMDのように、突出したチャネル成型面CFSの周囲に傾斜面SLSを設けてさらに高い突出部とすることにより、モールドMDのより深く押圧で、ゲート絶縁膜GIFの凹部及び隔壁部FFを形成することも可能である。

[0036] この実施形態、すなわち、モールドMDに突出部の傾斜面SLSを設けることにより、隔壁部FFからチャネルが生成される部位へ向かう傾斜面SLSも形成することができる。モールドMDの傾斜面SLSにより、以下の効果がある。

[0037] 得られたMOS構造の有機TFTにおいて、図14に示すように、ゲート絶縁膜を介したゲート電極とソース及びドレイン電極との重なり部分OLは寄生容量となり回路特性を阻害させる要因となりうる。その寄生容量を緩和するためゲート電極幅に対してソース及びドレイン電極の位置を重ならない位置( $OL \approx 0$ )に合せる必要があったため(図1参照)、ゲート電極Gの線幅はチャネル長(ソース電極S及びドレイン電極Dの対向端部OPEの間)とほぼ同一にする必要があった。このためソースドレイン電流を流すためチャネル長を数 $\mu\text{m}$ まで短くすると、ゲート電極Gの配線抵抗も大きくなるという問題があった。また、ソース電極S及びドレイン電極D間のゲート絶縁膜GIF上に有機半導体膜OSFを形成するために、有機半導体溶液を微量分注できかつ正確な位置に液滴を吐出することが可能なインクジェット技術が適用され得るが、細い線幅のチャネル長に、高い液滴着弾精度が求められる課題があった。

[0038] 図14に示すモールドの傾斜面に起因する隔壁FFの存在により、その凹部rcsの傾斜面が液滴着弾サイトとして機能することになり、着弾精度向上の効果を奏する。さらに、隔壁部FFの厚さを従来の塗布によるゲート絶縁膜のチャネル部膜厚よりも厚くできるので、有機TFTのゲート電極とソース及びドレイン電極との重なりに起因する寄生容量が抑制できる。よって、ゲート電極Gの線幅を広く確保でき低配線抵抗化への促進効果をも奏する。このように、本実施形態によれば、ゲート絶縁膜及び有機半導

体層のチャンネルが生成される部位の界面平滑化の達成と、寄生容量を低減しかつインクジェット液滴着弾に有効なバンク機能の達成に貢献する。よって、本実施形態の有機TFTはアクティブマトリクス駆動素子に好適である。例えば、有機TFTを使用している技術、有機ELディスプレイ、液晶ディスプレイ、ICタグなどに好適である。

[0039] 上記実施形態では、インプリンティング法にて表面を滑面化しパターニングするナノ粒子を含む高分子ゲート絶縁膜において、2種類以上の粒径の異なるナノ粒子を用い、その最大粒径のナノ粒子すなわちスペーサがゲート絶縁膜GIFの膜厚を規定する構成であるが、スペーサを予め基板又はゲート電極に固設しておいてもよい。例えば、図15に示すように、基板10上のゲート電極G上に上記所定高さの錐状のスペーサSPを予め設けておき、上記図4以降に示す工程を通して有機薄膜TFTを製造できる。また、図16に示すように、ゲート電極G近傍の基板10に上記所定高さの錐状のスペーサSPを予め設けておき、上記図4以降に示す工程を通して有機薄膜TFTを製造できる。図に示すような基板10から離れるに従って先細となる錐状のスペーサSPの傾斜面SLSにより、モールドMDのチャンネル成型面CFSの圧着時の小粒径のナノ粒子NPの逃げを促す効果がある。

[0040] (基板)

基板10はガラスの他、PES、PCなどのプラスチック基板や、ガラスとプラスチックの貼り合わせ基板でもよく、また基板表面にアルカリバリア膜や、ガスバリア膜がコートされてもよい。プラスチック基板としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン-2,6-ナフタレート、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェノキシエーテル、ポリアリレート、フッ素樹脂、ポリプロピレンなどのフィルムが適用できる。

[0041] (有機TFT)

ゲート絶縁膜GIFの母材の高分子として、ポリビニルフェノールとメチル化メラミンホルムアルデヒド共重合体の混合物、又は、ポリメチルメタアクリレートを用いたが、これに限定されることはなく、絶縁性であればよい。その他の例として、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリフッ化ビニリデン、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルサルフォン、ポリイミド、フェノールノボラック、ポリ

アミド、ベンゾシクロブテン、ポリクロロピレン、ポリエステル、ポリオキシメチレン、ポリサルフォン、エポキシ樹脂、ポリビニルアルコールなど、ポリアクリレートなどの樹脂が使用できる。その他、熱又は光で硬化する樹脂も有効である。

- [0042] ゲート絶縁膜GIF中に分散する高誘電率を有する小粒径のナノ粒子NPとして、例えば、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ などの3以上好ましくは10以上の比誘電率を有する高い誘電率のものを用いる。すなわち、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{PbTiO}_3$ 、 $\text{CaTiO}_3$ 、 $\text{MgTiO}_3$ 、 $\text{BaZrO}_3$ 、 $\text{PbZrO}_3$ 、 $\text{SrZrO}_3$ 、 $\text{CaZrO}_3$ 、 $\text{LaTiO}_3$ 、 $\text{LaZrO}_3$ 、 $\text{BiTiO}_3$ 、 $\text{LaPbTiO}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ などがナノ粒子に好適である。これらを2種類以上混合してもよい。
- [0043] ゲート電極G又はソース／ドレイン電極S、Dとしては、例えば、Cr単独、又は、Cr／Auを用いられるが、その材料は特に限定されることはなく、十分な導電性があればよい。すなわち、Pt、Au、W、Ru、Ir、Al、Sc、Ti、V、Mn、Fe、Co、Ni、Zn、Ga、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Rh、Pd、Ag、Cd、Ln、Sn、Ta、Re、Os、Tl、Pb、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどの金属単体もしくは積層もしくはその化合物でもよい。また、ITO、IZOのような金属酸化物類、ポリアニリン類、ポリチオフェン類、ポリピロール類などの共役性高分子化合物を含む有機導電材料でもよい。
- [0044] 有機半導体膜OSFの有機半導体としては、半導体特性を示す有機材料であればよく、例えば低分子系材料ではペンタセン、フタロシアニン系誘導体、ナフタロシアニン系誘導体、アゾ化合物系誘導体、ペリレン系誘導体、インジゴ系誘導体、キナクリドン系誘導体、アントラキノン類などの多環キノン系誘導体、シアニン系誘導体、フラーレン類誘導体、あるいはインドール、カルバゾール、オキサゾール、インオキサゾール、チアゾール、イミダゾール、ピラゾール、オキサアジアゾール、ピラズリン、チアチアゾール、トリアゾールなどの含窒素環式化合物誘導体、ヒドラジン誘導体、トリフェニルアミン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、スチルベン類、アントラキノン、ジフェノキノンなどのキノン化合物誘導体、アントラセン、ピレン、フェナントレン、コロネンなどの多環芳香族化合物誘導体などである。高分子材料では、ポリパラフェニレンなどの芳香族系共役性高分子、ポリアセチレンなどの脂肪族系共役性高分子、ポリピノールやポリチオフェン率の複素環式共役性高分子、ポリアニリン類やポリフェニレンサルフ

アイドなどの含ヘテロ原子共役性高分子、ポリ(フェニレンビニレン)やポリ(アニーレンビニレン)やポリ(チェニレンビニレン)などの共役性高分子の構成単位が交互に結合した構造を有する複合型共役系高分子などの炭素系共役高分子が用いられる。また、ポリシラン類やジシラニレンアリレン高分子類、(ジシラニレン)エチニレン高分子類、(ジシラニレン)エチニレン高分子類のようなジシラニレン炭素系共役性高分子構造などのオリゴシラン類と炭素系共役性構造が交互に連鎖した高分子類などが用いられる。他にもリン系、窒素系などの無機元素からなる高分子鎖でもよく、さらにフタロシアナートポリシロキサンのような高分子鎖の芳香族系配位子が配位した高分子類、ペリレンテトラカルボン酸のようなペリレン類を熱処理して縮環させた高分子類、ポリアクリロニトリルなどのシアノ基を有するポリエチレン誘導体を熱処理して得られるラダー型高分子類、さらにペロブスカイト類に有機化合物がインターカレートした複合材料を用いてもよい。

[0045] さらに、ソース/ドレイン電極間のゲート絶縁膜表面を自己組織化単分子膜で被覆することもできる。例えば、HMDS(:ヘキメチルジシラサン、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiNHSi}(\text{CH}_3)_3$ )で処理し、それらの単分子膜を成膜することが好ましい。そのほかに、ソース/ドレイン電極間のゲート絶縁膜表面以外を、OTS(:オクタデシルトリクロロシラン $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}\text{SiCl}_3$ )膜処理によって、疎水膜を設けた構成でも有効である。

[0046] 形成された回路及び有機TFTを覆うように、窒化シリコンなどの窒化物の無機系、高分子系などによる膜封止がなされる。窒化酸化シリコンなどの窒化酸化物、酸化シリコンや酸化アルミニウムなどの酸化物、炭化シリコンなどの炭化物からなる無機物封止膜による封止や、その他に、高分子及び無機膜の多層封止でもよい。

## 実施例

[0047] 有機TFTでアクティブ駆動する有機ELパネルを作製し、その特性を評価した。

[0048] (実施例1)

ガラス基板上にゲート絶縁膜にゲート電極としてCrを成膜し、エッチングによりパターンニングした。その上に、高誘電率化合物である $\text{Ta}_2\text{O}_5$ の第1のナノ粒子の第1の粒径(平均粒径50nm)より大なる第2の粒径(平均粒径300nm)の第2のナノ粒子(スパーサ)と7wt%のポリビニルフェノール(Mw=20000)8wt%とメチル化ポリメラミ

ン-ホルムアルデヒド共重合体 ( $M_n=511$ ) 4wt%を混合した溶液をスピコート2000rpmにより塗布し、100℃2分で乾燥した。次に、この膜にゲート絶縁膜のパターンを施したSiモールドを0.5MPaの圧力で押し付け、Siモールドに200℃に加熱し、5分で硬化した。硬化後、未硬化部分をエタノールにより超音波洗浄により除去し、ゲート絶縁膜のパターンを得た。このゲート絶縁膜の膜厚を段差計にて確認すると300nmであった。次いで、フォトリソグラフィーによりパターニングしたAuからなるソース電極、ドレイン電極を形成した。最後に、有機半導体層として、ペンタセンを真空蒸着により成膜し、有機TFTを作製した。

[0049] (実施例2)

ガラス基板上に、ゲート絶縁膜にゲート電極としてCrを成膜し、エッチングによりパターニングした。その上に、高誘電率化合物である $Ta_2O_5$ の第1のナノ粒子の第1の粒径(平均粒径50nm)より大なる第2の粒径(平均粒径300nm)の第2のナノ粒子(スペーサ)と5wt%のポリメチルメタクリレート(PMMA) ( $M_w=93000$ )を混合した溶液をスピコート2000rpmにより塗布し、100℃、2分で乾燥した。次に、基板を200℃に加熱し、この膜にゲート絶縁膜のパターンを施したSiモールドを0.5MPaの圧力で押し付け、ゲート絶縁膜のパターンを得た。このゲート絶縁膜の膜厚を段差計にて確認すると300nmであった。次いで、酸素リアクティブイオンエッチングにより残ったPMMAを除去する。次いで、フォトリソグラフィーによりパターニングしたAuからなるソース電極、ドレイン電極を形成した。最後に、有機半導体層として、ペンタセンを真空蒸着により成膜し、有機TFTを作製した。

[0050] 以上のように、本実施形態によれば、有機TFT構造において、トランジスタ特性を決めるうえで重要な要素であるゲート絶縁膜の膜厚を精度良く制御することが可能となる。本発明の構成のように、膜厚制御用のナノ粒子を入れることによりインプリント時に容易にゲート絶縁膜の膜厚を制御することができるので、高分子をゲート絶縁膜として用いている有機TFTにおいて、有機TFTの性能を劣化させることなく、高誘電率のゲート絶縁膜を達成することができる。

## 請求の範囲

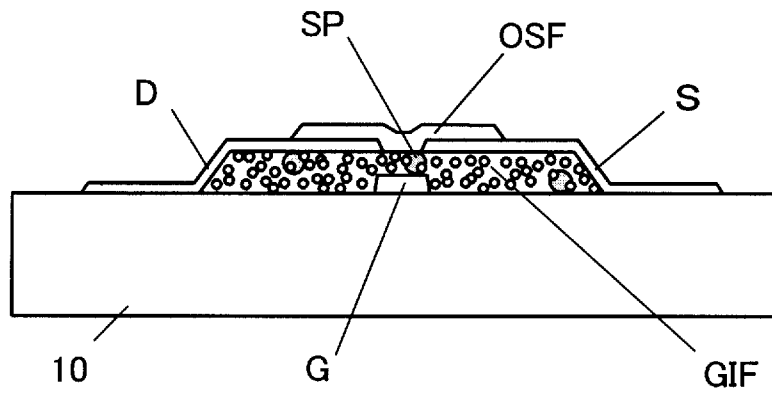
- [1] 互いに分離して設けられたソース電極及びドレイン電極と、前記ソース電極及びドレイン電極の間に介在する有機半導体層と、前記ソース電極及びドレイン電極の間の前記有機半導体層に対向してゲート絶縁膜を介して配置されたゲート電極と、を有する有機薄膜トランジスタであって、前記有機半導体層とゲート電極との間における前記ゲート絶縁膜の膜厚を規定する高さを有するスペーサを有することを特徴とする有機薄膜トランジスタ。
- [2] 前記ゲート絶縁膜は前記スペーサの高さよりも小なる平均粒径を有する誘電体のナノ粒子を含むことを特徴とする請求項1記載の有機薄膜トランジスタ。
- [3] 前記ゲート絶縁膜は前記誘電体のナノ粒子を分散させる高分子を含み、前記高分子は少なくとも熱又は光照射により変成する硬化又は熱可塑性樹脂であることを特徴とする請求項1又は2記載の有機薄膜トランジスタ。
- [4] 前記スペーサの高さは、前記誘電体のナノ粒子の粒径の2倍以上、好ましくは10倍以上であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の有機薄膜トランジスタ。
- [5] 前記スペーサ及び前記誘電体のナノ粒子は、3以上好ましくは10以上の比誘電率を有することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の有機薄膜トランジスタ。
- [6] 前記スペーサは前記誘電体のナノ粒子の平均粒径よりも大なる平均粒径を有する第2の誘電体のナノ粒子又はナノ粒子凝集体であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の有機薄膜トランジスタ。
- [7] 前記ゲート絶縁膜における前記第2の誘電体のナノ粒子又はナノ粒子凝集体の密度は、前記誘電体のナノ粒子の密度と比較して100万分の1以上10分の1以下であることを特徴とする請求項6記載の有機薄膜トランジスタ。
- [8] 互いに分離して設けられたソース電極及びドレイン電極と、前記ソース電極及びドレイン電極の間に介在する有機半導体層と、前記ソース電極及びドレイン電極の間の前記有機半導体層に対向してゲート絶縁膜を介して配置されたゲート電極と、を有する有機薄膜トランジスタの製造方法であって、  
基板上にゲート電極を形成する工程と、

前記ゲート電極上にゲート絶縁膜を形成する工程と、  
前記ゲート絶縁膜上に互いに分離したソース電極及びドレイン電極を形成する工程と、  
前記ソース電極及びドレイン電極の対向端部及びその近傍上に前記有機半導体層を形成する工程と、を含み、  
前記ゲート絶縁膜を形成する工程において、前記有機半導体層とゲート電極との間における前記ゲート絶縁膜の膜厚を規定する高さを有するスペーサを設けるとともに、インプリンティング法により、少なくとも前記ソース電極及び前記ドレイン電極間の前記有機半導体層上のチャンネルが生成される部位の表面を前記スペーサの高さに規定して、前記ゲート絶縁膜を形成することを特徴とする有機薄膜トランジスタの製造方法。

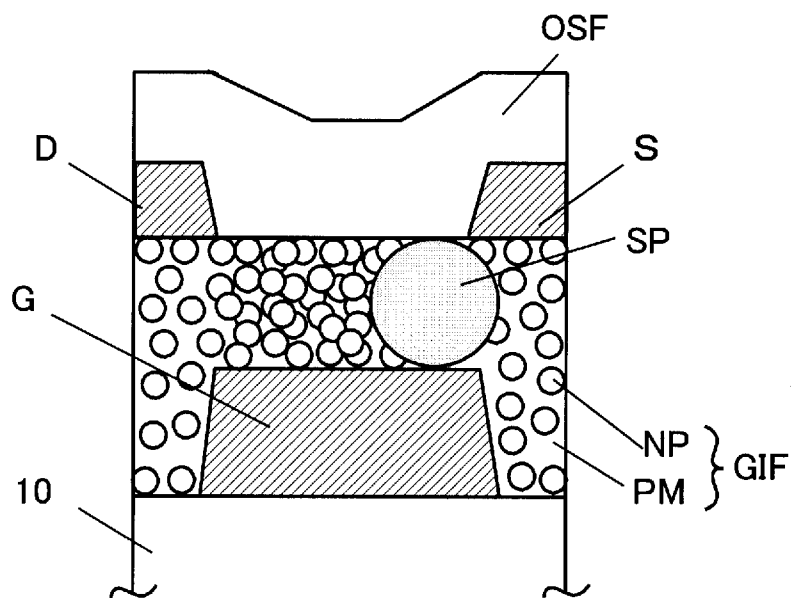
- [9] 前記ゲート絶縁膜を形成する工程において前記有機半導体層上のチャンネルが生成される部位の表面を滑面化するとともにパターニングを同時に行うことを特徴とする請求項8記載の有機薄膜トランジスタの製造方法。
- [10] 前記ゲート絶縁膜は前記スペーサの高さよりも小なる平均粒径を有する誘電体のナノ粒子を含むことを特徴とする請求項8又は9記載の有機薄膜トランジスタの製造方法。
- [11] 前記ゲート絶縁膜は前記誘電体のナノ粒子を分散させる高分子を含み、前記高分子は少なくとも熱又は光照射により変成する硬化又は熱可塑性樹脂であることを特徴とする請求項8～10のいずれかに記載の有機薄膜トランジスタの製造方法。
- [12] 前記スペーサの高さは、前記誘電体のナノ粒子の粒径の2倍以上、好ましくは10倍以上であることを特徴とする請求項8～11のいずれかに記載の有機薄膜トランジスタの製造方法。
- [13] 前記スペーサは前記誘電体のナノ粒子の平均粒径よりも大なる平均粒径を有する第2の誘電体のナノ粒子又はナノ粒子凝集体であることを特徴とする請求項8～12のいずれかに記載の有機薄膜トランジスタの製造方法。
- [14] 前記ゲート絶縁膜における前記第2の誘電体のナノ粒子又はナノ粒子凝集体の密度は、前記誘電体のナノ粒子の密度と比較して100万分の1以上10分の1以下であ

ることを特徴とする請求項13記載の有機薄膜トランジスタの製造方法。

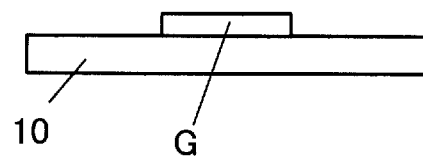
[[図1]]



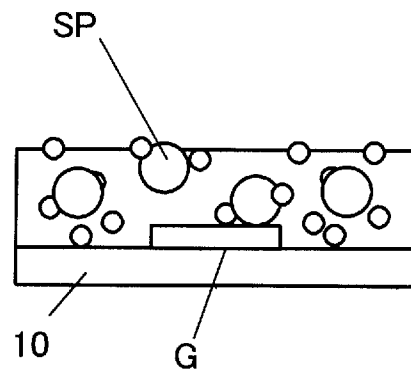
[[図2]]



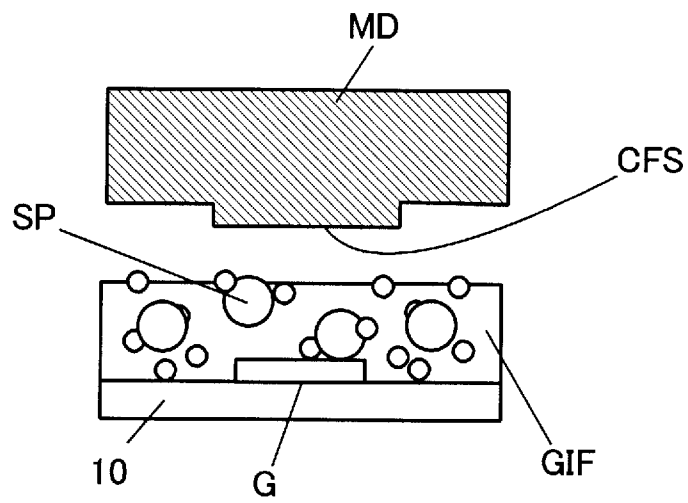
[[図3]]



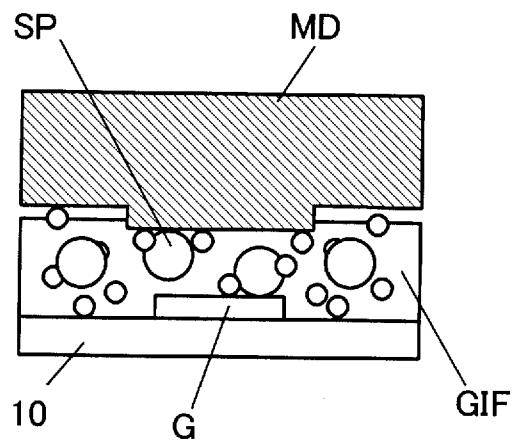
[[図4]]



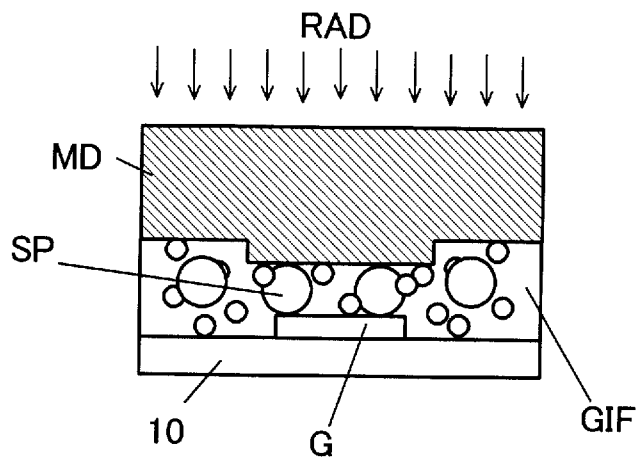
[[図5]]



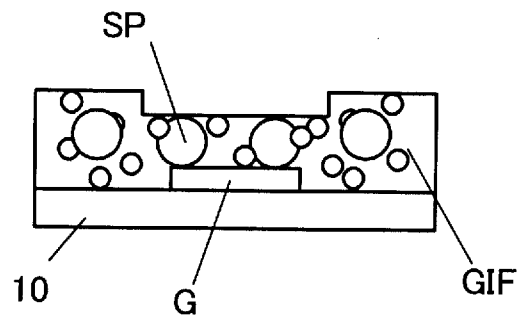
[[図6]]



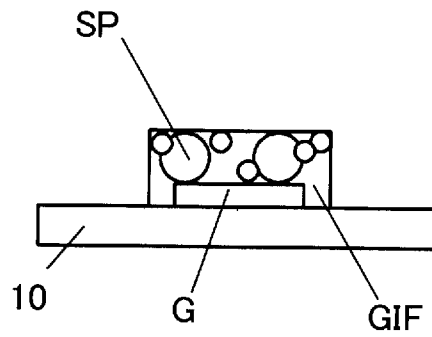
[図7]



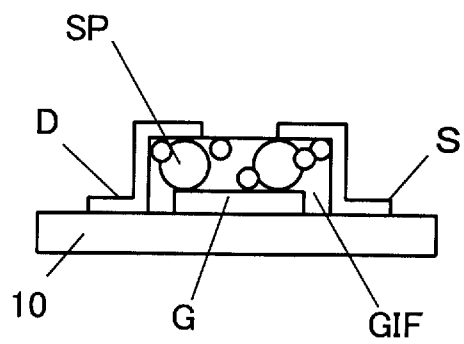
[図8]



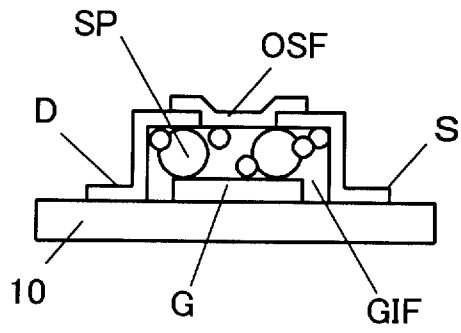
[図9]



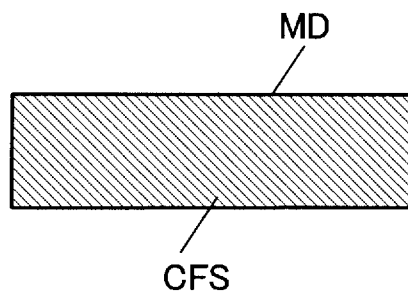
[図10]



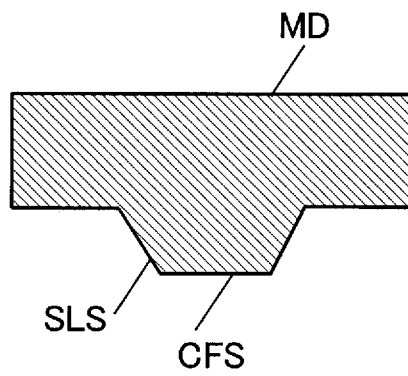
[図11]



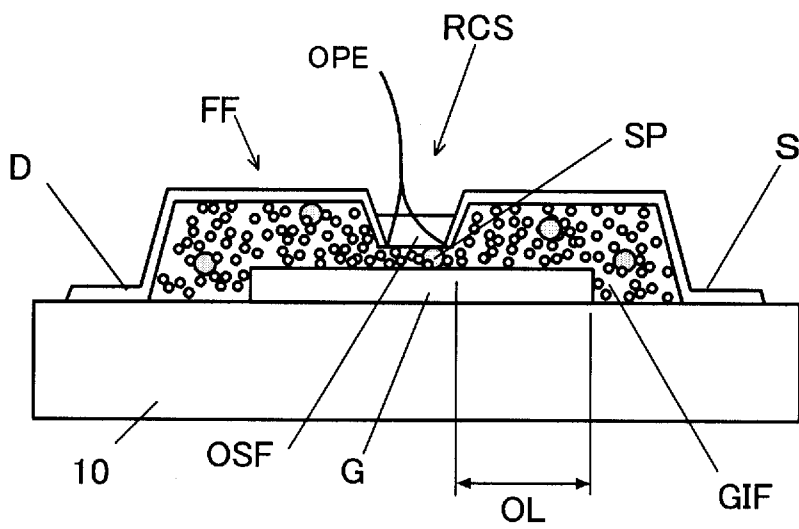
[図12]



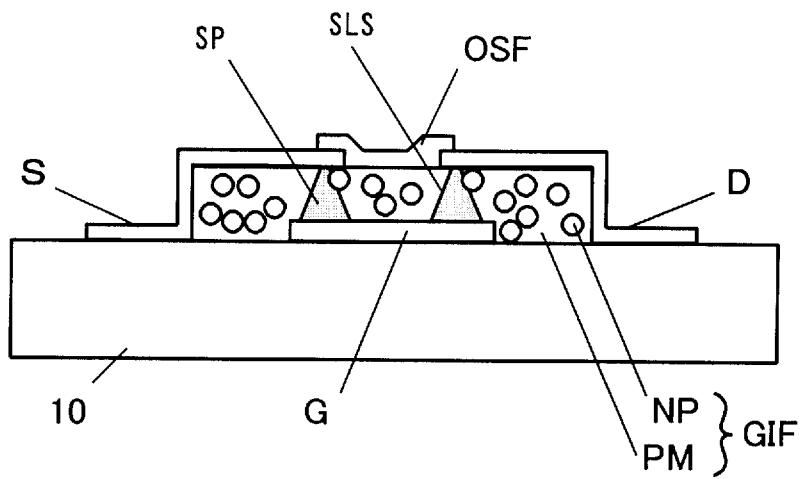
[図13]



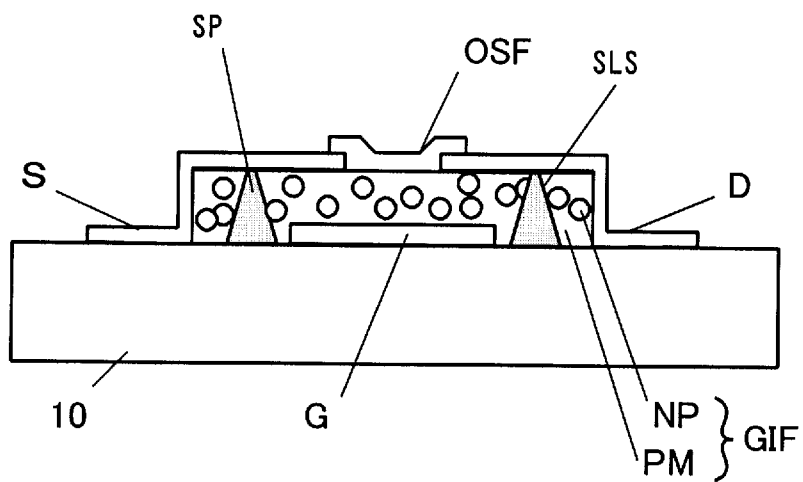
[図14]



[図15]



[図16]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/056870

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L29/786(2006.01)i, H01L21/283(2006.01)i, H01L21/312(2006.01)i,  
H01L21/336(2006.01)i, H01L51/05(2006.01)i, H01L51/30(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, H01L21/283, H01L21/312, H01L21/336, H01L51/05, H01L51/30

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 | 1996-2007 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2007 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2007 |

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<br>A    | JP 2005-268751 A (Lucent Technologies Inc.),<br>29 September, 2005 (29.09.05),<br>Par. Nos. [0036], [0037], [0041]; Figs. 1, 2<br>& EP 1577965 A1 & US 2005/0205861 A1<br>& KR 2005093688 A | 1-5<br>6-14           |
| X<br>A    | JP 2004-241528 A (Ricoh Co., Ltd.),<br>26 August, 2004 (26.08.04),<br>Par. No. [0008]<br>(Family: none)                                                                                     | 1-7<br>8-14           |
| P, A      | WO 2006/104068 A1 (Pioneer Electronic Corp.),<br>05 October, 2006 (05.10.06),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)                                                                  | 1-14                  |

☐ 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  
21 June, 2007 (21.06.07)

Date of mailing of the international search report  
03 July, 2007 (03.07.07)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））</b><br>Int.Cl. H01L29/786(2006.01)i, H01L21/283(2006.01)i, H01L21/312(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i,<br>H01L51/05(2006.01)i, H01L51/30(2006.01)i                               |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |                |
| <b>B. 調査を行った分野</b><br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））<br>Int.Cl. H01L29/786, H01L21/283, H01L21/312, H01L21/336, H01L51/05, H01L51/30                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |                |
| 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<br>日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年<br>日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 0 7 年<br>日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年<br>日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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）                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |                |
| <b>C. 関連すると認められる文献</b>                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |                |
| 引用文献の<br>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<br>請求の範囲の番号                                                                                                                                                                                                           |                |
| X<br>A                                                                                                                                                                                                            | JP 2005-268751 A（ルーセント テクノロジーズ インコーポレーテッド）2005. 09. 29,<br>段落 0036, 0037, 0041, 図 1, 2<br>& EP 1577965 A1 & US 2005/0205861 A1 & KR 2005093688 A | 1-5<br>6-14                                                                                                                                                                                                                |                |
| X<br>A                                                                                                                                                                                                            | JP 2004-241528 A（株式会社リコー）2004. 08. 26,<br>段落 0008（ファミリーなし）                                                                                       | 1-7<br>8-14                                                                                                                                                                                                                |                |
| P, A                                                                                                                                                                                                              | WO 2006/104068 A1（パイオニア株式会社）2006. 10. 05,<br>全文, 全図（ファミリーなし）                                                                                     | 1-14                                                                                                                                                                                                                       |                |
| <input type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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<br>「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<br>「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<br>「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）<br>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「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<br>「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<br>「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<br>「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<br>「&」同一パテントファミリー文献 |                |
| 国際調査を完了した日<br>2 1 . 0 6 . 2 0 0 7                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                  | 国際調査報告の発送日<br>0 3 . 0 7 . 2 0 0 7                                                                                                                                                                                          |                |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（I S A / J P）<br>郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5<br>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）<br>綿引 隆                                                                                                                                                                                                    | 4 M    2 9 3 4 |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                  | 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 2                                                                                                                                                                                    |                |