

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5362942号  
(P5362942)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 21/336 (2006.01) HO 1 L 29/78 6 1 8 A  
 HO 1 L 29/786 (2006.01) HO 1 L 29/28  
 HO 1 L 51/05 (2006.01)

請求項の数 9 (全 22 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-161181 (P2005-161181)                  (22) 出願日 平成17年6月1日(2005.6.1)                  (65) 公開番号 特開2005-354051 (P2005-354051A)                  (43) 公開日 平成17年12月22日(2005.12.22)                  審査請求日 平成20年5月26日(2008.5.26)                  (31) 優先権主張番号 10/864,570                  (32) 優先日 平成16年6月8日(2004.6.8)                  (33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 502096543                  パロ・アルト・リサーチ・センター・イン                  コーポレーテッド                  Palo Alto Research                  Center Incorporated                  アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94                  304、パロ・アルト、コヨーテ・ヒル・                  ロード 3333</p> <p>(74) 代理人 110001210                  特許業務法人YKI国際特許事務所</p> <p>(72) 発明者 マイケル エル チャビニック                  アメリカ合衆国 カリフォルニア マウン                  テン ビュー ブッシュ ストリート 2                  45 アpartment 7</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 トランジスタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

チャンネル領域を挟むよう基層上に形成されたソースコンタクト及びドレインコンタクトと、

前記ソースコンタクトを覆う第1改質被覆、前記ドレインコンタクトを覆う第2改質被覆、並びに前記チャンネル領域内で前記基層を覆う第3改質被覆を含む改質被覆と、

前記ソースコンタクト及び前記ドレインコンタクトと電氣的に接触するよう、且つ前記ソースコンタクトから前記チャンネル領域下の前記基層部分を経て前記ドレインコンタクトに跨っており前記改質被覆の表面のうち少なくとも一部を含む受容面に接触するよう、前記チャンネル領域上方に配置された半導体領域と、

を備え、

複数の前記改質被覆を形成することによって、前記受容面のうち前記チャンネル領域内の部分における表面エネルギーが前記受容面のうち前記ソースコンタクト上方の部分における表面エネルギー及び前記受容面のうち前記ドレインコンタクト上方の部分における表面エネルギーのそれぞれに比べて大きいか又は等しくなるようにし、

前記第1改質被覆及び前記第2改質被覆は第1物質からなり、前記第3改質被覆は前記第1物質とは異なる第2物質からなり、

前記ソースコンタクト及び前記ドレインコンタクトは金属からなり、

前記第1改質被覆及び前記第2改質被覆は有機チオール材料からなるトランジスタ。

【請求項2】

前記第 1 改質被覆、前記第 2 改質被覆、及び前記第 3 改質被覆は、すべて同一の表面エネルギーを有する、請求項 1 に記載のトランジスタ。

【請求項 3】

前記第 1 改質被覆は第 1 の表面エネルギーを有し、  
前記第 2 改質被覆は前記第 1 の表面エネルギーを有し、  
前記第 3 改質被覆は前記第 1 の表面エネルギーよりも高い第 2 の表面エネルギーを有する、  
請求項 1 に記載のトランジスタ。

【請求項 4】

前記半導体領域は半導体印刷流体から形成され、  
前記第 3 改質被覆は前記半導体印刷流体に対して比較的濡れにくい、請求項 1 に記載のトランジスタ。 10

【請求項 5】

前記基層は二酸化シリコンの層からなり、  
前記第 3 改質被覆はトリクロロシラン材料からなる、請求項 1 に記載のトランジスタ。

【請求項 6】

前記受容面は前記第 1 改質被覆及び前記第 2 改質被覆を含み、  
前記第 1 改質被覆は第 1 単分子層からなり、  
前記第 2 改質被覆は第 2 単分子層からなる、請求項 1 に記載のトランジスタ。

【請求項 7】

前記基層が、前記チャンネル領域の下に配置されるゲートコンタクトの上方に形成された誘電体層を含む、請求項 1 に記載のトランジスタ。 20

【請求項 8】

前記半導体領域及び前記半導体領域により覆われない前記受容面の部分の上方に形成された誘電体層と、  
前記チャンネル領域の上方の前記誘電体層上に形成されたゲートコンタクトと、  
をさらに含む、請求項 1 に記載のトランジスタ。

【請求項 9】

前記トランジスタはトランジスタアレイに含まれ、  
前記トランジスタアレイは複数のトランジスタからなり、  
前記複数のトランジスタはそれぞれ、該トランジスタ用に設けられた素子を含む、請求項 1 に記載のトランジスタ。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般には電子素材処理に関し、より詳細には薄膜トランジスタ (TF T) アレイ印刷システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

昨今の装置の中には、液晶 (LCD) を用いた画像表示装置やコンピュータ用表示装置等、大規模な TF T アレイが組み込まれるものがある。この場合の TF T アレイは一般にアクティブマトリクスバックプレーンと呼ばれ、表示媒体の制御に用いられる。ここに、組込先装置が大きければ TF T アレイのサイズは大きくなり、同時に TF T アレイ内での接続関係や TF T アレイ外との接続関係が複雑になる。サイズが大きく接続関係が複雑な TF T アレイは、従来型の半導体処理プロセス、即ち真空チャンパの中で実行されるチャンパベースのプロセスでは、製造しがたい。 40

【0003】

そのため、これに代わる TF T 製造技術を開発することが重要となっており、中でも、オフセット印刷やジェット印刷によってトランジスタを印刷する、という技術が有望視されている。チャンパベースのプロセス技術においては使用できる基板素材の種類や環境条 50

件設定が限られていたが、かかる集積回路（ＩＣ）印刷技術を用いた場合、そういった事項に関する制限が課せられなくなるため、大抵はトランジスタの製造コストを抑えることができ且つ製造面での柔軟性乃至自由度が高まる。

【 0 0 0 4 】

従来におけるＩＣ印刷プロセスの流れの一例を、断面を示す図１Ａ、図１Ｂ及び図１Ｃにより段階を追って示す。まず、図１Ａにおいては、基板１１０上にゲート１３０が形成されており、更に誘電体１２０がこれらを覆っている。誘電体１２０上には、ソースコンタクト１４０とドレインコンタクト１５０との間にチャネル領域１０１が形成されるよう、またチャネル領域１０１の位置がゲート１３０の上方となるよう、ソースコンタクト１４０及びドレインコンタクト１５０が形成されている。

10

【 0 0 0 5 】

次に、半導体印刷液を印刷等の手法によりチャネル領域１０１内に堆積させる。即ち、図１Ｂに示すように、ソースコンタクト１４０の表面１４０－Ｓから誘電体１２０の表面１２０－Ｓを経てドレインコンタクト１５０の表面１５０－Ｓに至る部位に、半導体印刷液を堆積させる。図中、１６０'は半導体印刷液が堆積されている部分を表している。半導体印刷液は印刷可能で且つ乾燥させるとその後半導体素材が残る液体であり、従って、印刷液部分１６０'を乾燥させれば、図１Ｃに示すように、ＴＦＴ１００の活性領域を構成する半導体領域（以下これを「半導体活性領域」とも呼ぶ）１６０が形成される。

【 0 0 0 6 】

【特許文献１】米国特許第６５６９７０７号明細書

20

【特許文献２】米国特許第６４３３３５９号明細書

【特許文献３】米国特許第４６９０７１５号明細書

【非特許文献１】Shimoda et al., "Inkjet Printing of Light-Emitting Polymer Displays", MRS Bulletin, November 2003, pp.821-827

【非特許文献２】Salleo et al., "Polymer Thin-Film Transistors with Chemically Modified Dielectric Interfaces", Applied Physics Letters, Vol. 81, No. 23, December 2, 2002, pp.4383-4385

【非特許文献３】Street et al., "Contact Effects in Polymer Transistors", Applied Physics Letters, Vol. 81, No. 15, October 7, 2002, pp.2887-2889

【非特許文献４】Bain et al., "Formation of Monolayer Films by the Spontaneous Assembly of Organic Thiols from Solution onto Gold", J.Am.Chem.Soc., 1989, pp.321-335

30

【非特許文献５】Wasserman et al., "Structure and Reactivity of Alkylsiloxane Monolayers Formed by Reaction of Alkyltrichlorosilanes on Silicon Substrates", Langmuir, 1989, American Chemical Society, pp.1074-1087

【非特許文献６】Burns et al., "Inkjet Printing of Polymer Thin-Film Transistor Circuits", MRS Bulletin, November 2003, pp.829-834

【発明の開示】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、このような手順で製造された従来型印刷ＴＦＴ１００においては、しばしば、スプレッドアウトと呼ばれる形状的な不具合が発生する。スプレッドアウトとは、乾燥後にチャネル領域１０１内に残る半導体素材が不均一な層をなしていること、例えば層の厚みが不均一であったり、層に孔が開いていたり、層がとぎれていることである。例えば図１Ｃに示すように半導体領域１６０にて層のとぎれ１６０－Ｂが生じている場合、トランジスタとしての性能が貧弱なものになるか或いは正常に動作しなくなり得る。

40

【 0 0 0 8 】

発明者の知見によれば、印刷液部分１６０'を乾燥させたときにスプレッドアウトが生じる原因は、誘電体１２０が有する表面エネルギーが、ソースコンタクト１４０やドレインコンタクト１５０が有する表面エネルギーに対し、通常は大きく異なることである。即ち、ソースコンタクト１４０及びドレインコンタクト１５０は通常はある種の金属により形成

50

されており、従ってこれらは本質的に濡れやすい（表面エネルギーが大きい）。これに対して、誘電体120の表面120-S即ち半導体印刷液が堆積される面は、通常、濡れにくい（表面エネルギーが小さい）面である必要がある。これは、ある種の半導体印刷液から良好な結晶構造を有する半導体領域160が得られるようにするため、である。

【0009】

表面エネルギーに関しこの種の非対称性があるとき半導体領域160にスプレッドアウト例えば図1C中のとぎれ160-Bが生じやすいのは、チャンネル領域101内にある誘電体120の表面120-S即ち比較的濡れにくい面から、コンタクト140及び150の表面140-S及び150-S即ち比較的濡れやすい面へと、半導体印刷液乃至印刷液部分160'が吸い寄せられやすいからである。従って、印刷液部分160'のスプレッドアウトという現象を防止するには、コンタクト140及び150上に物理的な障壁を設けて半導体印刷液乃至印刷液部分160'の吸い寄せを妨げるか、或いは半導体印刷液を過分に（即ち所要量より多く）印刷してチャンネル領域101内の半導体領域160にとぎれや孔が生じないようにすればよい。しかしながら、こういった防止策は、一般に、印刷トランジスタ製造プロセスにて費やされるコストや当該プロセスの複雑度がかなり増してしまうことから、好ましくないものであるといえる。

10

【0010】

このように、トランジスタ上に物理的封じ込め手段を設けることなく高品質な印刷トランジスタを得ることが可能なシステム及び方法を、提供することが望まれている。

【0011】

そこで、本発明の一実施形態に係るトランジスタにおいては、チャンネル領域を挟むよう基層上に形成されたソースコンタクト及びドレインコンタクトと、ソースコンタクトを覆う第1改質被覆、ドレインコンタクトを覆う第2改質被覆、並びにチャンネル領域内で基層を覆う第3改質被覆のうち少なくとも何れかを含む改質被覆と、ソースコンタクト及びドレインコンタクトと電氣的に接触するよう、且つソースコンタクトからチャンネル領域下の基層部分を経てドレインコンタクトに跨っており改質被覆の表面のうち少なくとも一部を含む受容面に接触するよう、チャンネル領域上方に配置された半導体領域と、を設け、1個又は複数個の改質被覆を形成することによって、受容面のうちチャンネル領域内の部分における表面エネルギーが受容面のうちソースコンタクト上方の部分における表面エネルギー及び受容面のうちドレインコンタクト上方の部分における表面エネルギーのそれぞれに比べて大きい又は実質的に等しくなるようにしている。

20

30

【0012】

また、本発明の一実施形態に係るトランジスタ製造方法においては、チャンネル領域を挟むソースコンタクトとドレインコンタクトよりなるコンタクトペアを基層上に形成するステップと、ソースコンタクトからチャンネル領域下の基層部分を経てドレインコンタクトに跨っており改質被覆の表面のうち少なくとも一部を含む受容面が形成されるように、且つ受容面が所定の表面エネルギー分布を有することとなるよう選択された一種類又は複数種類の改質剤により、チャンネル領域内で基層を覆う第1改質被覆及びコンタクトペアを覆う第2改質被覆のうち少なくとも一方を含む改質被覆を形成するステップと、受容面上に半導体印刷液を堆積させるステップと、チャンネル領域、ソースコンタクトの一部及びドレインコンタクトの一部の上方に半導体領域を形成させるべく半導体印刷液を乾燥させるステップと、を実行することとしている。

40

【0013】

本発明の一実施形態に係るトランジスタアレイ製造方法においては、チャンネル領域を挟むソースコンタクトとドレインコンタクトよりなるコンタクトペアを基層上に複数個形成するステップと、ソースコンタクトからチャンネル領域下の基層部分を経てドレインコンタクトに跨っており改質被覆の表面のうち少なくとも一部を含む受容面がコンタクトペア毎に形成されるように、且つ受容面が所定の表面エネルギー分布を有することとなるよう選択された一種類又は複数種類の改質剤により、チャンネル領域内で基層を覆う第1改質被覆及びコンタクトペアを覆う第2改質被覆のうち少なくとも一方を含む改質被覆をコンタクト

50

ペア毎に形成するステップと、コンタクトペア毎に形成された受容面上に半導体印刷液を堆積させるステップと、何れかのコンタクトペアと電氣的に接触する複数個の半導体領域がそれぞれ接触先のコンタクトペアに挟まれるチャンネル領域の上方に形成されるよう半導体印刷液を乾燥させるステップと、を実行することとしている。

【0014】

そして、本発明の一実施形態に係る集積回路製造システムにおいては、蓄蔵している可撓性基板をシステム内へと送給するスプールと、チャンネル領域を挟むソースコンタクトとドレインコンタクトよりなるコンタクトペアを可撓性基板上に複数個形成するモジュールと、所定の第1表面エネルギーを有する第1改質被覆を各コンタクトペア上に形成する処理並びに所定の第2表面エネルギーを有する第2改質被覆を各コンタクトペアにより形成された各チャンネル領域内にて可撓性基板上に形成する処理のうち少なくとも一方を実行することにより改質被覆を含む受容面をコンタクトペア毎に形成するモジュールと、コンタクトペア毎に形成された受容面上に半導体印刷液を堆積させることにより半導体領域を各チャンネル領域上に形成するモジュールと、を設けている。

10

【0015】

なお、ソースコンタクト及びドレインコンタクトは印刷等によって金属から形成できる。ソースコンタクトやドレインコンタクトを覆う改質被覆は、有機チオール(organothiol)系の素材から形成でき、また単分子層として形成できる。酸化シリコン(二酸化シリコン)の層を基層としてコンタクトペアを形成する場合は、この基層を覆う改質被覆を例えばトリクロロシラン(trichlorosilane)系の素材から形成できる。各改質被覆は改質剤を含む改質液中への浸漬や当該改質液のスプレーにより形成できる。その場合、例えば、各改質被覆に含まれる改質剤をそれぞれその被覆先に対してのみ反応性を有するよう選択する。また、基板上にゲート乃至ゲートコンタクトを形成しその上を誘電体の層で覆い更にその上にコンタクトペア(及び随所の改質被覆)を形成した構造においては、コンタクトペア(及び設ける場合はチャンネル領域内改質被覆)にとり誘電体の層が基層となるのに対し、基板上にコンタクトペア(及び随所の改質被覆)を形成しその上を誘電体の層で覆い更にその上にゲート乃至ゲートコンタクトを形成した構造においては、コンタクトペア(及び設ける場合はチャンネル領域内改質被覆)にとり基板が基層となる。ゲート乃至ゲートコンタクトの位置は、前者の場合はチャンネル領域の下方となり後者の場合はチャンネル領域の上方となる。半導体領域の形成は半導体印刷液を堆積させることを通じて実現でき、半導体印刷液の堆積はジェット印刷等により実現できる。可撓性基板上に形成した複数個のトランジスタはセパレータにより個々に切断して別個の可撓性回路とすればよい。

20

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の第1実施形態に係る印刷TF T等の印刷トランジスタ乃至印刷半導体素子(以下「印刷TF T」と略記するが本発明は印刷にもTF Tにも限定されない)の形成プロセス乃至製造方法を、図2A、図2B、図2C、図2D及び図2Eに示す断面を参照しつつ段階を追って説明する。この実施形態を含め、本発明においては、印刷TF Tの構成要素における表面特性例えば表面エネルギーを調整することにより、印刷TF Tの品質及び精度を高め、ひいてはその製造コストの低減と性能の向上とを達成している。

40

【0017】

本実施形態においては、印刷TF Tの形成に当たり、まず基板210上にゲート230が形成され、更に誘電体220によりこれらが覆われ、誘電体220上にソースコンタクト240及びドレインコンタクト250よりなるコンタクトペアが形成される。ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250は、その間にチャンネル領域201が形成されるよう、且つチャンネル領域201がゲート230の上方に位置することとなるよう、形成する。これにより、図2Aに示す中間段階となる。なお、誘電体220やソースコンタクト240及びドレインコンタクト250の形成手法としては、従来型のチャンバースプロセス技術やIC印刷技術を含め、様々な手法を用いることができる。同様に、基板210は、シリコンウェハや可撓性プラスチックフィルムを含め、様々な基板素材から形成

50

できる。

【0018】

ここに、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250や誘電体220の素材にもよるが、ソースコンタクト240の表面240-Sが有する表面エネルギーやドレインコンタクト250の表面250-Sが有する表面エネルギーは、誘電体220の表面220-Sが有する表面エネルギーとは異なるのが普通である。例えば、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250をアルミニウム、銅、金の金属(或いはドーパドポリシリコン等の素材)から形成した場合、その表面240-S及び250-Sが濡れやすい面となるのに対し、誘電体220を無機酸化物や絶縁性ポリマ等の素材から形成した場合、その表面220-Sが有する表面エネルギーは、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250の表面240-S及び250-Sが有するそれよりも小さくなる。

10

【0019】

先に図1A、図1B及び図1Cを用いて示した説明から明らかなように、ソースコンタクトからチャンネル領域を経てドレインコンタクトにかけ表面エネルギーがこのように分布していると、引き続き半導体印刷プロセスを理想的な状態で実行できず、理想からほど遠い印刷TFIになり得る。そこで、本実施形態を含め、本発明の様々な実施形態においては、1個又は複数個の改質被覆(modifier coating)を設け、かかる不都合な表面エネルギー分布パターンを克服するようにしている。この点に関し、図2B及び図2Cを用いて詳細に説明する。

【0020】

20

まず、本実施形態にて改質被覆として被覆する改質剤(modifier)は、被覆対象面に対して反応性を有する化学的構成部分(moiety)を含んでいる。即ち、面のうちの被覆したい部位に対してのみ反応性を有する改質剤、或いはそういった改質剤の分子乃至化合物を含む液である改質液(modifier fluid)を用いれば、部位毎に質が異なる面即ちヘテロジェニアな面を、部位選択的に被覆することができる。具体的には、誘電体220に対しては反応性を有するがソースコンタクト240及びドレインコンタクト250に対しては反応性を有していない改質液を用いれば、単純な浸漬プロセスやスプレイプロセスによって誘電体220の表面220-Sの上だけに、図2Bに示すように改質被覆221を形成できる。例えば、誘電体220が酸化シリコンでありソースコンタクト240及びドレインコンタクト250が金属であるなら、アルキルトリクロロシラン(alkyl trichlorosilane)やアルキルトリメトキシシラン(alkyl trimethoxysilane)を含む液を改質液として用いればよい。なお、改質被覆221を含め本願中で述べる各改質被覆は、気相成長や直接印刷を含め様々な手法により形成できる。

30

【0021】

本実施形態における改質被覆221は、自集型単分子層(self-assembled monolayer: SAM)と呼ばれる単分子層として形成できる。即ち、所望の改質剤分子(例えばアルキルトリクロロシラン)を溶媒(例えばヘキサデカン(hexadecane)やトルエン(toluene))に溶かし、その上の様々な構造もろとも基板210をその溶液の容器内に浸漬するか或いはその溶液をその基板210上にスプレイすれば、改質剤分子が誘電体220の露出面上のみに集まってSAMを形成し、その結果として改質被覆221が当該露出面上のみに形成される。この場合の改質剤分子はソースコンタクト240及びドレインコンタクト250に対しては反応性を有していないため、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250上には被覆が形成されない。

40

【0022】

同様にして、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250の表面240-S及び250-S上にも、図2Cに示すように部位選択的に、それぞれ改質被覆241又は251を形成できる。この場合には、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250に対しては反応性を有するが改質被覆221に対しては反応性を有していない物質(ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250がパラジウムや金等のように耐久性の高い(coinage)金属である場合は例えば有機チオール(organothiol))を改質剤として

50

用いることによって、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250の表面240-S及び250-S上のみ改質被覆241及び251を形成することができる。このようにして形成された受容面202、即ち図中破線で示す面上には、引き続き工程において半導体印刷液が堆積される。

#### 【0023】

注記すべきことに、改質被覆221、241及び251を形成するための各改質剤は、覆う先を自ら選択する（自分が反応性を有している相手だけを覆う）という性質を有している。そのため、これら改質被覆221、241及び251を形成する順序は様々に定めることができる。例えば、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250の表面240-S及び250-S上への改質被覆241及び251の形成を、誘電体220の表面220-S上への改質被覆221の形成に先だって行ってもよい。更に注記すべきことに、誘電体220が一般にソースコンタクト240及びドレインコンタクト250とは異なる素材から形成されているため、改質被覆221もまた一般に改質被覆241及び251とは異なる物質乃至組成となる。無論、ソースコンタクト240及びドレインコンタクト250が互いに異なる素材から形成されている場合等においては、改質被覆241及び251もまた互いに異なる物質乃至組成となり得る。

10

#### 【0024】

また、本実施形態における改質被覆241及び251は単分子層として形成することができる。改質被覆241及び251を単分子層として形成すれば、それぞれソースコンタクト240及びドレインコンタクト250の電気的特性に対する改質被覆241及び251の影響を、最小限に抑えることができる。即ち、単分子層は分子1個分の厚みしかない層であるため、電気信号はさしたる劣化や減衰を受けずに改質被覆241及び251を通り抜けることができる。

20

#### 【0025】

改質被覆221、241及び251を設けているのは、受容面202のうちチャンネル領域201内にある部分における表面特性例えば表面エネルギー、受容面202のうちソースコンタクト240上方にある部分における表面特性例えば表面エネルギー、並びに受容面202のうちドレインコンタクト250上方にある部分における表面特性例えば表面エネルギーを、所望値に設定できるようにするためである。より具体的には、受容面202の各所における表面エネルギーを改質剤乃至改質液の素材や組成の選択等により調整することによって、印刷TFTの活性領域たる半導体領域（例えば図2E中の半導体活性領域260）が形成される部位における表面エネルギー分布パターンを所望のパターン、例えば均一な半導体領域を形成するのに適するパターンとすることができる。

30

#### 【0026】

例えば、本実施形態においては、改質被覆221、241及び251を形成するための各改質剤乃至改質液の素材乃至組成は、改質被覆221、241及び251の表面エネルギー特性が互いに実質同一となるよう選択されている。改質被覆221、241及び251をそのように形成した上で、ジェット印刷等の手法を用い図2Dに示すように半導体印刷液260'を受容面202上に堆積させると、この半導体印刷液260'は自らの表面張力によってひとかたまりになる。なお、図示した半導体印刷液260'はソースコンタクト240からチャンネル領域201を経てドレインコンタクト250に跨っているが、これは一例に過ぎず、受容面202のうちチャンネル領域201内にある部分のみに半導体印刷液260'を堆積させるようにしてもよいし、受容面202のうちチャンネル領域201内にある部分とソースコンタクト240及びドレインコンタクト250のうち一方の上にある部分のみに半導体印刷液260'を堆積させるようにしてもよい。何れにせよ、半導体印刷液260'は乾燥プロセス中にソースコンタクト240及びドレインコンタクト250双方の上に延び広がっていく。

40

#### 【0027】

半導体印刷液260'は例えば担体液及びその中に入ったある種の半導体素材から構成されており、懸濁液、分散液、溶液、その他の液状物を以て半導体印刷液260'とする

50

ことができる。半導体印刷液 260' として用いることができるのは、これに限られるものではないが、P3HT 即ちポリ(3-ヘキシルチオフェン)(poly(3-hexylthiophene)) や、PQT-12 即ちポリ[5,5'-ビス(3-ドデシル-2-チエニル)-2,2'-ビチオフェン](poly[5,5'-bis(3-dodecyl-2-thienyl)-2,2'-bithiophene])等の半導体ポリマをクロロベンゼン(chlorobenzene)等の有機溶媒に溶かしたものである。無機半導体ナノパーティクルの分散液乃至コロイド等も、半導体印刷液 260' として用いることができる。誘電体 220、ソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 における表面エネルギーの相違が改質被覆 221、241 及び 251 により隠されているため、この相違により半導体印刷液 260' がチャンネル領域 201 から押し出されることはない。

10

#### 【0028】

このように半導体印刷液 260' は各種内部表面張力によってその場所に集まるため、これを乾燥させれば図 2E に示す半導体活性領域 260 を得ることができる。半導体活性領域 260 は半導体素材からなるとぎれや孔のない層であり、その厚みや質はチャンネル領域 201 の全体に亘り比較的均一である。即ち、チャンネル領域 201 上方における半導体活性領域 260 の厚みはソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 上方における半導体活性領域 260 の厚みよりも大きいか少なくとも同程度である。従って、最終的に得られる印刷 TFT 200 は、トランジスタとして信頼性良く動作するものとなる。注記すべきことに、図示した例では半導体活性領域 260 の一部(図中の 242 及び 252)が改質被覆 241 及び 251 の上方まで延びているため、半導体活性領域 260 とソ

20

#### 【0029】

また、本発明の第 2 実施形態においては、ソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 上に形成されている改質被覆 241 及び 251 の表面エネルギーが誘電体 220 の上方に形成されている改質被覆 221 の表面エネルギーより小さくなるよう、改質被覆 221、240 及び 250 を形成するための各改質剤乃至改質液の素材乃至組成が選択されている。そのため、受容面 202 のうちソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 上方にある部分は受容面 202 のうちチャンネル領域 201 内にある部分と比べて濡れにくい。

30

#### 【0030】

従って、チャンネル領域 201 並びにソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 上方に堆積させた半導体印刷液が第 1 実施形態における半導体印刷液 260' に比べチャンネル領域 201 付近にこじんまりとまとまるため、これを乾燥させれば、図 2F に示すように、主としてチャンネル領域 201 上方にくっきりとまとまった比較的均一な半導体活性領域 260-2 が形成され、ひいては印刷 TFT 200-2 が形成される。注記すべきことに、本実施形態においては第 1 実施形態に比べて不均一な表面エネルギー分布を形成した上で半導体活性領域 260-2 を形成しているため、改質被覆 241 及び 251 のうち半導体活性領域 260-2 により被覆される部分 242-2 及び 252-2 が、第 1 実施形態における対応部分(図 2E 中の 242 及び 252)に比べて狭くなる。しかしながら、チャンネル領域 201 全体に亘り十分な(即ち荷電キャリアを通すのに十分な)半導体活性領域 260-2 が形成されている限り両者間の所要電氣的接触を実現できるため、半導体活性領域 260-2 とコンタクト 240 及び 250 との間の界面 242-2 及び 252-2 が非常に狭くても大抵は印刷 TFT 200-2 を適切に動作させることができる。また、非常に狭いにしる界面 242-2 及び 252-2 は確実に形成することができる。例えば、本発明に係る印刷 TFT を IC 印刷システムにより製造する場合を例とすると、その IC 印刷システムにおける最小液滴サイズがチャンネル長(図中横方向に沿ったチャンネル領域 201 の寸法)の所望値より大きければ、半導体活性領域 260-2 とソースコン

40

50

タクト 240 及びドレインコンタクト 250 との間の接触のうちいくらかの部分は、半導体印刷液をチャンネル領域 201 上に堆積させる動作乃至操作それ自体によって自動的に、形成されることとなる（これは第 1 実施形態でも同様である）。

#### 【0031】

このように、第 2 実施形態における改質被覆 221、241 及び 251 は半導体印刷プロセスにて半導体活性領域を自動的に位置決めする機能を有している。言い換えれば、第 2 実施形態においては半導体活性領域の位置決め機能が第 1 実施形態に比べ強化乃至高精度化されている。総じて言うと、第 1 及び第 2 実施形態にて誘電体 220 上方並びにソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 上方の双方に改質被覆を形成しているのは表面エネルギー分布パターンを最大限柔軟に設定できるようにするためであり、また第 2 実施形態においてはそれらの改質被覆による表面エネルギー分布パターンを利用して位置決め機能を強化している。しかしながら、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、例えばソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 上方だけに改質被覆を形成する実施形態（図 2G 参照）や、誘電体 220 上方だけに改質被覆を形成する実施形態（図 2H 参照）もあり得る。

10

#### 【0032】

例えば、図 2G に示す第 3 実施形態に係る印刷 TFT 200 - 3 は、図 2E に示した印刷 TFT 200 とほぼ同様の構成であるが、誘電体 220 上に改質被覆が形成されていない点で異なっている。また、本実施形態においては、改質被覆 241 及び 251 の濡れにくさが誘電体 220 の濡れにくさと同程度となるよう（改質被覆 241 及び 251 の表面エネルギーが誘電体 220 のそれと同程度となるよう）、改質被覆 241 及び 251 を形成するための改質剤乃至改質液の素材乃至組成を選択している。このように均一な表面エネルギー分布パターンが、受容面、即ち改質被覆 241 から誘電体 220 のうちチャンネル領域 201 下にある部分を経て改質被覆 251 に跨る面に形成されているため、図 2E に示した第 1 実施形態と同様の理由で、印刷により形成される半導体活性領域 260 - 1 の層の厚みがチャンネル領域 201 全体において相対的に大きくなる。また、同様に誘電体 220 上に改質被覆を設けない構成において、誘電体 220 に比べて濡れにくくなるよう改質被覆 241 及び 251 を形成（改質剤乃至改質液の素材乃至組成を選択）すれば、図 2F に示した第 2 実施形態と同様、受容面にて半導体活性領域 260 - 1 を自動的に位置決めする機能が実現される。

20

30

#### 【0033】

また、図 2H に示す第 4 実施形態に係る印刷 TFT 200 - 4 は、図 2E に示した印刷 TFT 200 とほぼ同様の構成であるが、ソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 上に改質被覆が形成されていない点で異なっている。また、本実施形態においては、改質被覆 221 の濡れやすさがソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 の濡れやすさと同程度となるよう（改質被覆 221 の表面エネルギーがソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 のそれと同程度となるよう）、改質被覆 221 を形成するための改質剤乃至改質液の素材乃至組成を選択している。このように均一な表面エネルギー分布パターンが、受容面、即ちソースコンタクト 240 から改質被覆 221 のうちチャンネル領域 201 内にある部分を経てドレインコンタクト 250 に跨る面に形成されているため、図 2E に示した第 1 実施形態と同様の理由で、チャンネル領域 201 全体に亘り比較的均一でとぎれや孔のない半導体活性領域 260 - 2 の層を印刷によって得ることができる。また、同様にソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 上に改質被覆を設けない構成において、ソースコンタクト 240 及びドレインコンタクト 250 に比べて濡れやすくなるよう改質被覆 221 を形成（改質剤乃至改質液の素材乃至組成を選択）すれば、図 2F に示した第 2 実施形態と同様、受容面にて半導体活性領域 260 - 2 を自動的に位置決めする機能が実現される。注記すべきことに、このようにして半導体活性領域 260 - 2 を形成するために使用する素材としては、その堆積場所である改質被覆 221 が濡れやすいにもかかわらず良好な結晶構造を形成できるような素材を、選択しなければならない。

40

50

## 【 0 0 3 4 】

また、印刷 T F T のアレイが形成されるよう、本発明に係る改質被覆付き印刷 T F T を形成することもできる。図 2 I に、本発明の一実施形態に係る印刷 T F T のアレイ A 2 0 0 の断面を示す。このアレイ A 2 0 0 は例えば表示装置のバックプレーンに適した印刷 T F T アレイとして構成することができ、図 2 E に示した印刷 T F T 2 0 0 と同様の構成を有する印刷 T F T 2 0 0 - 1、2 0 0 - 2 及び 2 0 0 - 3 を有している。これを形成するに際しては、コンタクトペアを複数個形成した上で受容面がコンタクトペア毎に形成されるよう改質被覆をコンタクトペア毎に形成し、半導体印刷液をコンタクトペア毎に堆積させて乾燥させる。注記すべきことに、ここでは 3 個の印刷 T F T 2 0 0 - 1、2 0 0 - 2 及び 2 0 0 - 3 を横並びに配置しているが、本発明を実施するに際し印刷 T F T の個数や配置は適宜設定することができる。更に注記すべきことに、ここでは印刷 T F T 2 0 0 - 1、2 0 0 - 2 及び 2 0 0 - 3 が印刷 T F T 2 0 0 と同様の構成を有する例を示しているが、本発明を実施するに際し、印刷 T F T 2 0 0 - 1、2 0 0 - 2 及び 2 0 0 - 3 のトランジスタ構造は、表面エネルギー分布パターンを設定するための改質被覆を備えるものである限りどのような構造とすることもできる（例えば図 2 F に示した印刷 T F T 2 0 0 - 2、図 2 G に示した印刷 T F T 2 0 0 - 3 或いは図 2 H に示した印刷 T F T 2 0 0 - 4 と同様の構造とすることができる）。

10

## 【 0 0 3 5 】

図 3 に、本発明の一実施形態に係る印刷 T F T の頂面の顕微鏡映像を示す。この図に示す印刷 T F T は図 2 F に示した印刷 T F T 2 0 0 - 1 と同様の構成を有する印刷 T F T であり、ゲート 3 3 0 上に形成された被覆付き誘電体層 3 2 0 と、被覆付き誘電体層 3 2 0 上に形成された被覆付きソースコンタクト 3 4 0 及び被覆付きドレインコンタクト 3 5 0 と、被覆付きソースコンタクト 3 4 0 及び被覆付きドレインコンタクト 3 5 0 に挟まれるようゲート 3 3 0 上方に形成された半導体活性領域 3 6 0 とを、有している。注記すべきことに、図 3 に示す顕微鏡映像においては、実際は被覆付き誘電体層 3 2 0 により被覆されているゲート 3 3 0 を含め、例示のため印刷 T F T 構造全体を示してある。

20

## 【 0 0 3 6 】

被覆付き誘電体層 3 2 0 は誘電体素材上に第 1 の改質被覆を形成した構造を有しており（図 2 B 参照）、被覆付きソースコンタクト 3 4 0 及び被覆付きドレインコンタクト 3 5 0 はそれぞれ金属コンタクト上に第 1 の改質被覆とは異なる素材乃至組成による第 2 の改質被覆を形成した構造を有している（図 2 C 参照）。注記すべきことに、誘電体素材上に金属コンタクトを形成してから第 1 の改質被覆を形成して被覆付き誘電体層 3 2 0 を得、その上で第 2 の改質被覆を形成して被覆付きソースコンタクト 3 4 0 及び被覆付きドレインコンタクト 3 5 0 を得ているため、第 2 の改質被覆により覆われるのは厳密に言うと第 1 の改質被覆により覆われていない部分であり、誘電体素材の一部を含み得る。

30

## 【 0 0 3 7 】

改質剤乃至改質液の素材乃至組成は、被覆付きソースコンタクト 3 4 0 及び被覆付きドレインコンタクト 3 5 0 を構成している改質被覆が被覆付き誘電体層 3 2 0 を構成している改質被覆に比べて濡れにくくなるよう、選択されている。従って、例えば IC 印刷システムによりゲート 3 3 0、被覆付きソースコンタクト 3 4 0 及び被覆付きドレインコンタクト 3 5 0 上に半導体印刷液を滴下すると、先に図 2 F を参照して説明した理由と同様の理由で、その液滴は被覆付きソースコンタクト 3 4 0 と被覆付きドレインコンタクト 3 5 0 との間のチャンネル領域内に概ね流れ込んで堆積し、結果としてゲート 3 3 0 に対してびったりと位置決めされた半導体活性領域 3 6 0 が形成されることとなる。

40

## 【 0 0 3 8 】

以上、特定の構造を有する印刷 T F T 乃至そのアレイを本発明に従い形成する実施形態に関し、図 2 A ~ 図 3 を参照して例示説明を行った。しかしながら、IC 印刷プロセス等において表面エネルギー分布パターンを調整するため改質剤乃至改質液を利用し改質被覆を形成するという手法は、他の構造を有する印刷 T F T 乃至そのアレイに対しても適用できる。それによって、当該他の構造を有する印刷 T F T 乃至そのアレイにおいても、半導体

50

領域が印刷等により好適に形成されるよう、半導体領域形成に関する管理を行うことができる。そこで、他の構造を有する印刷TF Tを本発明に従い形成する印刷TF T形成プロセス、並びにそれにより形成される第5実施形態に係る印刷TF T 400について、図4A、図4B、図4C、図4D、図4E、図4F及び図4Gに示す断面を参照して説明する。

#### 【0039】

図4Aに示す断面においては、ソースコンタクト440とドレインコンタクト450との間にチャンネル領域401が形成されるよう、基板410上にソースコンタクト440及びドレインコンタクト450が形成されており、図4Bに示す断面においては、改質被覆411が基板410の表面410-S上に形成されている。即ち、図2A～図2Hに示した各実施形態においては基板210がゲート230に対して基層となり基板210上の誘電体220がソースコンタクト240、ドレインコンタクト250及び改質被覆221に対して基層となっていたのに対し、本実施形態では基板410がソースコンタクト440及びドレインコンタクト450並びに次に述べる改質被覆411に対して基層となっている。本実施形態における改質被覆411は基板410に対してのみ反応性を有するよう形成されており（例えば改質被覆411を形成するための改質剤乃至改質液の素材乃至組成がそのように選択されており）、従ってソースコンタクト440及びドレインコンタクト450の表面440-S及び450-S上は改質被覆411により覆われないで残る。本実施形態においては、後に図4Dに示す半導体印刷液460'に対する改質被覆411の濡れやすさを抑える（例えばそのようになるよう改質被覆411を形成するための改質剤乃至改質液の素材乃至組成を選択する）ことにより、半導体活性領域の印刷形成品質を高めることができる。

#### 【0040】

次に、図4Cに示す断面においては、ソースコンタクト440及びドレインコンタクト450の表面440-S及び450-S上に、それぞれ改質被覆441又は451が形成されている。改質被覆441及び451は互いに同じ改質液を用いて形成できる。ソースコンタクト440及びドレインコンタクト450に対してのみ反応性を有する素材乃至組成の改質剤乃至改質液を用いれば、浸漬プロセスやスプレイプロセスによって改質被覆441及び451を形成することができる。また、図2B及び図2Cを参照して説明した第1実施形態と同様、本実施形態における改質被覆411、441及び451を形成するための各改質剤も被覆部位を自ら選択するという部位選択的な性質を有しているため、これらの改質被覆411、441及び451を形成する順序は様々に設定することができる。更に、本実施形態における改質被覆441及び451もSAMとして形成することができ、そのようにすればソースコンタクト440及びドレインコンタクト450に対する改質被覆441及び451の電気的影響を最小限に抑えることができる。これまでの段階で、図中破線で示すように、半導体印刷液460'が堆積されることとなる受容面402が形成される。

#### 【0041】

また、本実施形態においては、改質被覆411、441及び451を形成するための各改質剤乃至改質液の素材乃至組成は、改質被覆411、441及び451の表面エネルギー特性が互いに実質同一となるよう即ち濡れやすさが同程度となるよう選択することも、また改質被覆411の表面エネルギーが改質被覆441及び451の表面エネルギーより大きくなるよう即ち改質被覆441及び451が改質被覆411に比べて濡れにくくなるよう選択することも、可能である。従って、図4Dに示すように受容面402上に半導体印刷液460'を堆積させたとき、この半導体印刷液460'はその場所にとどまってひとかたまりになり（表面エネルギー分布パターンが均一の場合）又はチャンネル領域401内へと吸い寄せられる（改質被覆441及び451が改質被覆411に比べて濡れにくい場合）。何れにせよ、本実施形態によれば、図4Eに示すように、比較的厚みのある半導体活性領域460がチャンネル領域401の上方に形成されることとなる。

#### 【0042】

そして、図 4 F に示す断面においては図 4 E に示した構造の上方に誘電体 4 2 0 が形成されており、図 4 G に示す断面においては誘電体 4 2 0 のうちチャンネル領域 4 0 1 の上方にある部分の上にゲートコンタクト 4 3 0 を形成することによって印刷 T F T 4 0 0 が形成されている。半導体印刷液 4 6 0 ' を用いこのようなプロセスを経て形成される印刷 T F T 4 0 0 は、高品質の印刷 T F T である。注記すべきことに、本実施形態におけるソースコンタクト 4 4 0、ドレインコンタクト 4 5 0 及びゲートコンタクト 4 3 0 は何れも I C 印刷技術を用いて形成できるため、印刷 T F T 4 0 0 を製造するに当たりチャンバースプロセスを用いる必要はない。

#### 【 0 0 4 3 】

図 5 に、図 2 A ~ 図 2 H 及び図 4 A ~ 図 4 G に示した各実施形態に係る印刷 T F T や図 2 I に示したアレイを形成するための I C 印刷プロセスの流れを示す。一例として、図 2 E に示した第 1 実施形態に係る印刷 T F T 2 0 0 を形成する場合を考えると、この場合、まず、ゲート及び誘電体形成ステップ 5 1 0 において、基板 2 1 0 上にゲート乃至ゲートコンタクト 2 3 0 が形成されその上方に誘電体 2 2 0 が層として形成される。次に、ソースコンタクト及びドレインコンタクト形成ステップ 5 2 0 においては、ソースコンタクト 2 4 0 とドレインコンタクト 2 5 0 の間にチャンネル領域 2 0 1 が形成されるよう且つこのチャンネル領域 2 0 1 がゲート乃至ゲートコンタクト 2 3 0 の上方に位置することとなるよう、ソースコンタクト 2 4 0 及びドレインコンタクト 2 5 0 が誘電体 2 2 0 上に形成される。これら、ソースコンタクト 2 4 0、ドレインコンタクト 2 5 0 及びゲート乃至ゲートコンタクト 2 3 0 は、I C 印刷技術を用いて形成することができる。

#### 【 0 0 4 4 】

また、図 4 G に示した第 5 実施形態に係る印刷 T F T 4 0 0 を形成する場合は、ゲート及び誘電体形成ステップ 5 1 0 を実行せずにソースコンタクト及びドレインコンタクト形成ステップ 5 2 0 に進む（即ちゲート及び誘電体形成ステップ 5 1 0 は本発明の実施に当たり必須ではない）。ソースコンタクト及びドレインコンタクト形成ステップ 5 2 0 においては、ソースコンタクト 4 4 0 とドレインコンタクト 4 5 0 の間にチャンネル領域 4 0 1 が形成されるよう、基板 4 1 0 上にソースコンタクト 4 4 0 及びドレインコンタクト 4 5 0 が形成される。これらソースコンタクト 4 4 0 及びドレインコンタクト 4 5 0 は I C 印刷技術を用いて形成することができる。

#### 【 0 0 4 5 】

ゲート及び誘電体形成ステップ 5 1 0 を実行したか否かにかかわらず、ソースコンタクト及びドレインコンタクト形成ステップ 5 2 0 実行後は、チャンネル領域やコンタクトを改質剤により被覆する処置を実行する（その際に用いる各改質剤乃至改質液の素材乃至組成は、引き続き半導体印刷液堆積処置を実行する上で望ましい表面エネルギー分布パターンが得られるよう、選択する）。例えば、第 1 又は第 5 実施形態に係る印刷 T F T 2 0 0 又は 4 0 0 を製造する際には、チャンネル領域処置ステップ 5 3 0 において、チャンネル領域 2 0 1 又は 4 0 1 を含め誘電体 2 2 0 又は基板 4 1 0 上の露出部分に、第 1 改質被覆 2 2 1 又は 2 4 1 が形成され、ソース及びドレイン処置ステップ 5 4 0 において、ソースコンタクト 2 4 0 若しくは 4 4 0 及びドレインコンタクト 2 5 0 若しくは 4 5 0 上に、第 2 改質被覆 2 4 1 若しくは 4 4 1 及び 2 5 1 若しくは 4 5 1 が形成される。

#### 【 0 0 4 6 】

また、先にも述べたように改質被覆を形成するための改質剤には部位選択的な性質があるため、その反応性が適切に選択乃至設定されている改質剤をそれぞれ用いる限り、チャンネル領域処置ステップ 5 3 0 とソース及びドレイン処置ステップ 5 4 0 の実行順序を入れ替えることができ、或いはチャンネル領域処置ステップ 5 3 0 とソース及びドレイン処置ステップ 5 4 0 とを同時実行することができる。更に、ソース及びドレイン処置ステップ 5 4 0 にてソースコンタクト及びドレインコンタクト上に形成される改質被覆を単分子層例えば S A M とすれば、その改質被覆が被覆先のコンタクト（ソースコンタクト又はドレインコンタクト）による電氣的接続性に対して及ぼす影響を、最小限に抑えることができる。

## 【 0 0 4 7 】

続く活性領域印刷ステップ 5 5 0 においては、半導体印刷液 2 6 0 ' 又は 4 6 0 ' をチャネル領域 2 0 1 又は 4 0 1 の上方に印刷・堆積させ乾燥させる。ここに、先に図 2 C ~ 図 2 F 及び図 4 C ~ 図 4 E を参照して説明したように、チャネル領域を被覆する改質被覆やソースコンタクト及びドレインコンタクトを被覆する改質被覆を形成するに当たっては、半導体活性領域形成を成功裏に行える表面エネルギー分布パターンが形成されるよう、改質剤乃至改質液の素材乃至組成が選択されている。従って、半導体印刷液 2 6 0 ' 又は 4 6 0 ' がチャネル領域 2 0 1 又は 4 0 1 から逃げ出すこと（例えばソースコンタクト及びドレインコンタクト上に偏在すること）はないため、同ステップ又はこれに続く図示しないステップにおいて半導体印刷液 2 6 0 ' 又は 4 6 0 ' を乾燥させれば、チャネル領域全体に亘り比較的厚みがありとぎれや孔のない半導体活性領域乃至半導体構造物 2 6 0 又は 4 6 0 が形成される。

10

## 【 0 0 4 8 】

図 2 E に示した第 1 実施形態に係る印刷 T F T 2 0 0 の製造プロセスは、この時点で以て実質的に終了するが、図 4 G に示した第 5 実施形態に係る印刷 T F T 4 0 0 の製造プロセスは更に続き、誘電体及びゲート形成ステップ 5 6 0 が実行される（従ってこの誘電体及びゲート形成ステップ 5 6 0 は本発明の実施に当たり必須ではない）。誘電体及びゲート形成ステップ 5 6 0 においては、半導体活性領域 4 6 0 が誘電体 4 2 0 の層によって覆われ、更にチャネル領域 4 0 1 の上方にゲートコンタクト 4 3 0 が形成される。

20

## 【 0 0 4 9 】

なお、本発明を実施するに当たりステップ 5 3 0 及び 5 4 0 のうちチャネル領域処置ステップ 5 3 0 を省略すれば、ソースコンタクト及びドレインコンタクト上にのみ改質被覆が形成されている印刷 T F T を得ることができ（図 2 G 参照）、ステップ 5 3 0 及び 5 4 0 のうちソース及びドレイン処置ステップ 5 4 0 を省略すれば、ソースコンタクト及びドレインコンタクトが形成されている面（例えば基板の表面や基板上にある誘電体の表面）上にのみ改質被覆が形成されている印刷 T F T を得ることができる（図 2 H 参照）。更に、図 5 に示した流れ中の何れのステップにおいてもチャンバベースプロセスが必要でないため、本発明の実施形態に係る製造方法は連続ロール処理システムにより実行することができる。

30

## 【 0 0 5 0 】

図 6 に、本発明の一実施形態に係る I C 印刷システム例えば連続ロール処理システム 6 0 0 を模式的に示す。この連続ロール処理システム 6 0 0 は、スプール 6 1 0、被覆前処理モジュール 6 3 0、被覆処理モジュール 6 4 0、被覆後処理モジュール 6 5 0、セパレータ 6 6 0 及び移送システム 6 7 0 を備えている。スプール 6 1 0 上には、そのロールを捲回実装する等の形態で、可撓性基板 6 2 0 が蓄蔵されている。可撓性基板 6 2 0 は、例えば、これに限られるものではないが、薄膜ガラスシート、マイラー（商品名：Mylar）、ポリイミド (polyimide)、ポリエチレンナフタレート (PEN: polyethylene naphthalate) 等の基板である。

40

## 【 0 0 5 1 】

連続ロール処理システム 6 0 0 を動作させると、スプール 6 1 0 上の可撓性基板 6 2 0 がスプール 6 1 0 から被覆前処理モジュール 6 3 0 へと送給される（例えばロールがほどかれ吐き出される）。被覆前処理モジュール 6 3 0 は、その下地になるトランジスタ構造乃至構成要素と共に、それぞれチャネル領域を挟むソースコンタクトとドレインコンタクトよりなる複数個のコンタクトペアを、可撓性基板 6 2 0 上に形成するモジュールである。例えば図 2 A に示すように、可撓性基板 6 2 0（図 2 A 中では基板 2 1 0 と表現）上にゲート乃至ゲートコンタクト 2 3 0 及び誘電体 2 2 0 の層を形成し、その上にソースコンタクト 2 4 0 及びドレインコンタクト 2 5 0 を形成する。或いは、図 4 A に示すように可撓性基板 6 2 0（図 4 A では基板 4 1 0 と表現）上に直接に、ソースコンタクト 4 4 0 及びドレインコンタクト 4 5 0 を形成してもよい。注記すべきことに、被覆前処理モジュール 6 3 0 は、所望の規模乃至並列度にてプロセス乃至動作を実行乃至実施できるよう、幾

50

つかのサブモジュールから構成することができる。この点は、後述の被覆処理モジュール 640 及び被覆後処理モジュール 650 についても同様である。

【0052】

この後、可撓性基板 620 は被覆処理モジュール 640 に入る。本実施形態における被覆処理モジュール 640 は、可撓性基板 620 上に 1 個又は複数個の改質被覆を形成するモジュールであって、2 個のサブモジュール 641 及び 642 から構成されている。これらのサブモジュール 641 及び 642 は、例えばソースコンタクト及びドレインコンタクト上に改質被覆を形成する処理を一方のサブモジュールにより実行し、ソースコンタクト及びドレインコンタクトが形成されている面（基板表面又は誘電体表面）上に別の種類の改質被覆を形成する処理を他方のサブモジュールにより実行することが可能なよう（図 2 B、図 2 C、図 4 B 及び図 4 C 参照）、構成されている。必要な場合は、サブモジュール 641 及び 642 のうち一方のみを用いてソースコンタクト及びドレインコンタクト上だけ或いはソースコンタクト及びドレインコンタクトが形成されている面上だけに改質被覆を形成することもできる。また、被覆処理モジュール 640 は、ソースコンタクト及びドレインコンタクト上だけに改質被覆を形成するよう（図 2 G 参照）、或いはソースコンタクト及びドレインコンタクトが形成されている面上だけに改質被覆を形成するよう（図 2 H 参照）、構成することもできる。一般的に表現すれば、被覆処理モジュール 640 は、所定の第 1 表面エネルギーを有する第 1 改質被覆を各コンタクトペア上に形成する処理と、所定の第 2 表面エネルギーを有する第 2 改質被覆を各チャネル領域内にて基層上に形成する処理と、のうち少なくとも一方を実行することにより、改質被覆を含む受容面をコンタクトペア毎に形成するモジュールであるといえる。

10

20

【0053】

また、先に述べた通り各改質被覆を形成するための各改質剤には部位選択的な性質があるため、連続ロール処理システム 600 を実現するのに適した被覆処理モジュール 640 を、浸漬装置或いはスプレイ装置によって実現することができる。例えば、図中の破断描写部分から看取できるように、被覆処理サブモジュール 641 においては、改質液 641 - M を可撓性基板 620 上に単純にスプレイすることによって、可撓性基板 620 上の構造物のうち改質液 641 - M が反応性を有している構造物の上に、改質被覆を形成している。また、可撓性基板 620 上の構造物の上方に SAM を形成するよう、被覆処理モジュール 640 を構成することもできる。

30

【0054】

1 個又は複数個の改質被覆が形成された可撓性基板 620 は被覆後処理モジュール 650 に送られる。被覆後処理モジュール 650 は、受容面上に半導体印刷液を印刷・堆積させ（或いは更に乾燥させ）ることにより、半導体活性領域を可撓性基板 620 上特に各チャネル領域上に形成するモジュールである（図 2 D、図 2 E、図 4 D 及び図 4 E 参照）。被覆後処理モジュール 650 においては、その他の必要なトランジスタ構成要素や接続要素（例えば図 4 F 及び図 4 G 中の誘電体 420 やゲートコンタクト 430）も、形成される。これによって、可撓性基板 620 上で印刷 IC が完成する。

【0055】

そして、可撓性基板 620 はセパレータ 660 に送られる。セパレータ 660 は可撓性基板 620 を切断することによって単体の可撓性回路 680 を複数個形成する。これらの可撓性回路 680 は移送システム 670 によって検査、梱包その他の工程に送られる。以上述べたことから明らかなように、図 5 に示した IC 印刷プロセスにより製造できる回路であればどのような回路でも、可撓性回路 680 として製造することができる。例えば、表示装置用の大規模 TFT アレイをこの可撓性回路 680 として実現することができ、そのようにした場合は、電子新聞や電子雑誌を製造する際に用いるものと同様の（非チャンパベース）連続ロールプロセスによって表示装置を安価に製造することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図 1 A】印刷 TFT の従来型製造方法における一段階を示す断面図である。

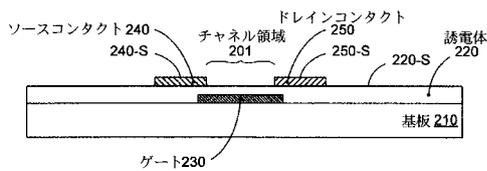
50

- 【図 1 B】 図 1 A に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 1 C】 図 1 B に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 2 A】 本発明の第 1 実施形態に係る印刷 T F T の製造方法における一段階を示す断面図である。
- 【図 2 B】 図 2 A に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 2 C】 図 2 B に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 2 D】 図 2 C に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 2 E】 本発明の第 1 実施形態に係る印刷 T F T を示す断面図である。
- 【図 2 F】 本発明の第 2 実施形態に係る印刷 T F T を示す断面図である。
- 【図 2 G】 本発明の第 3 実施形態に係る印刷 T F T を示す断面図である。
- 【図 2 H】 本発明の第 4 実施形態に係る印刷 T F T を示す断面図である。
- 【図 2 I】 本発明の一実施形態に係る印刷 T F T アレイを示す断面図である。
- 【図 3】 本発明の一実施形態に係る印刷 T F T の頂面図である。
- 【図 4 A】 本発明の第 5 実施形態に係る印刷 T F T の製造方法における一段階を示す断面図である。
- 【図 4 B】 図 4 A に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 4 C】 図 4 B に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 4 D】 図 4 C に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 4 E】 図 4 D に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 4 F】 図 4 E に示した段階より後の段階を示す断面図である。
- 【図 4 G】 本発明の第 5 実施形態に係る印刷 T F T を示す断面図である。
- 【図 5】 本発明の一実施形態に係る I C 印刷プロセスの流れを示すフローチャートである。
- 【図 6】 本発明の一実施形態に係る I C 印刷システムを示す図である。

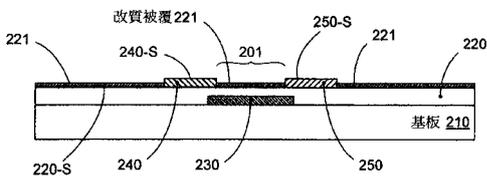
10

20

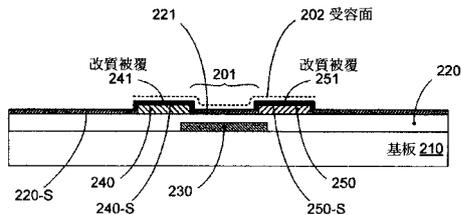
【図 2 A】



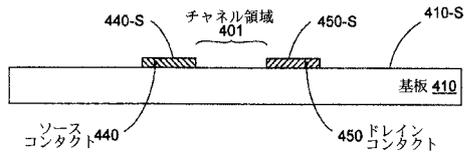
【図 2 B】



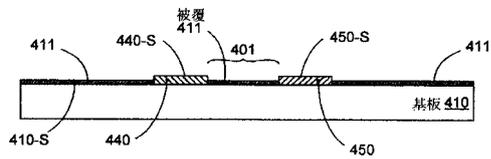
【図 2 C】



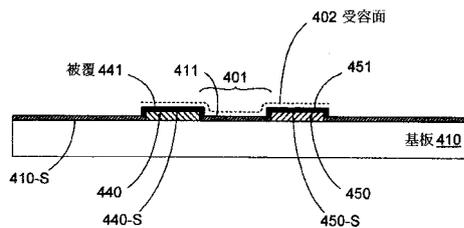
【図 4 A】



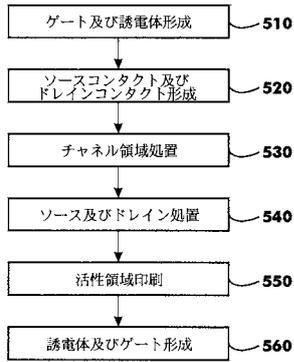
【図 4 B】



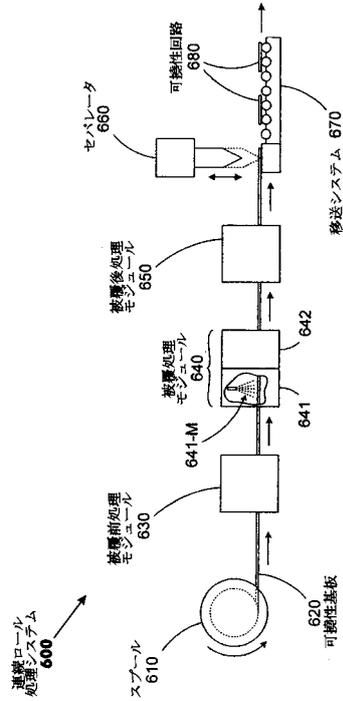
【図 4 C】



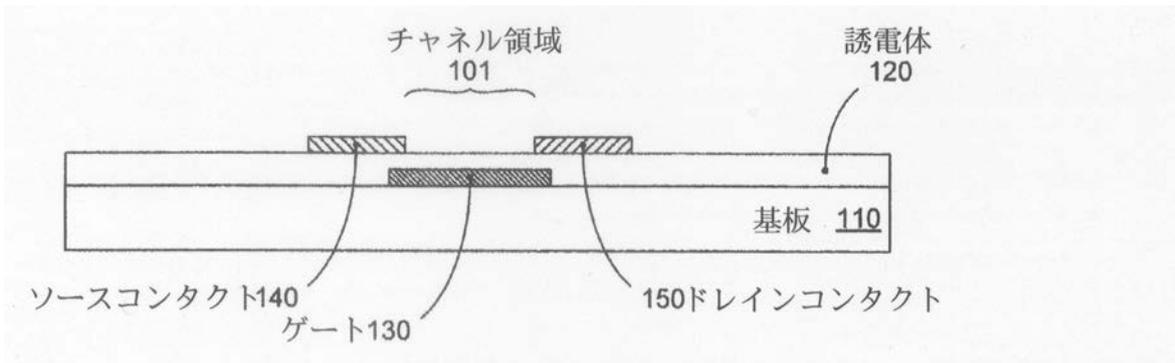
【図5】



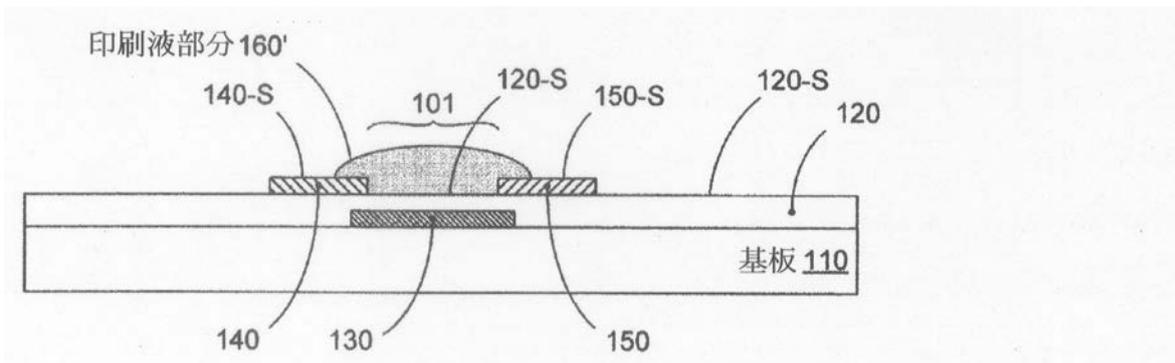
【図6】



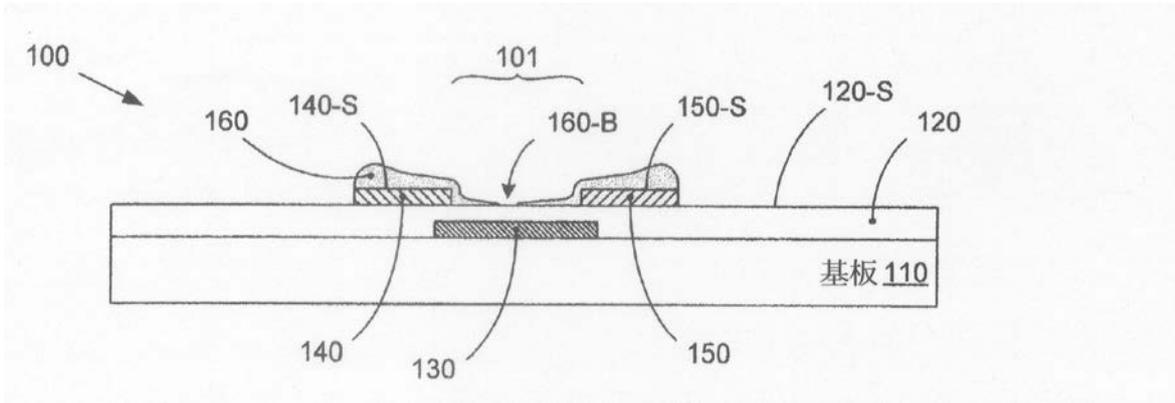
【図1A】



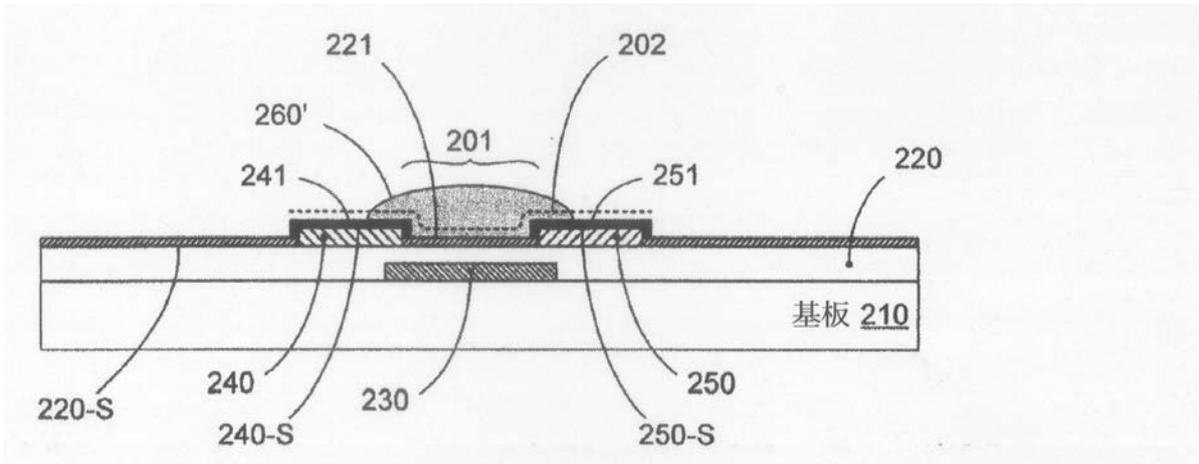
【図1B】



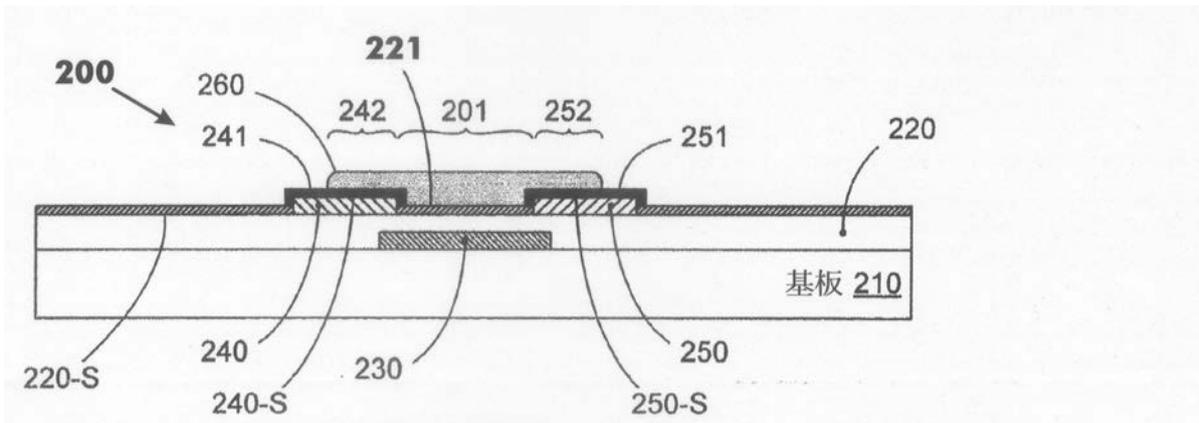
【図 1 C】



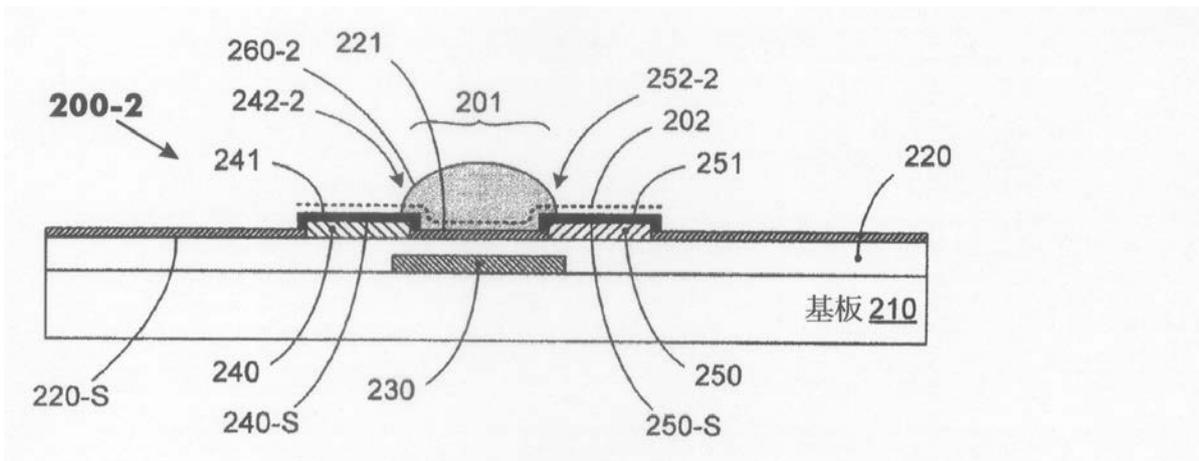
【図 2 D】



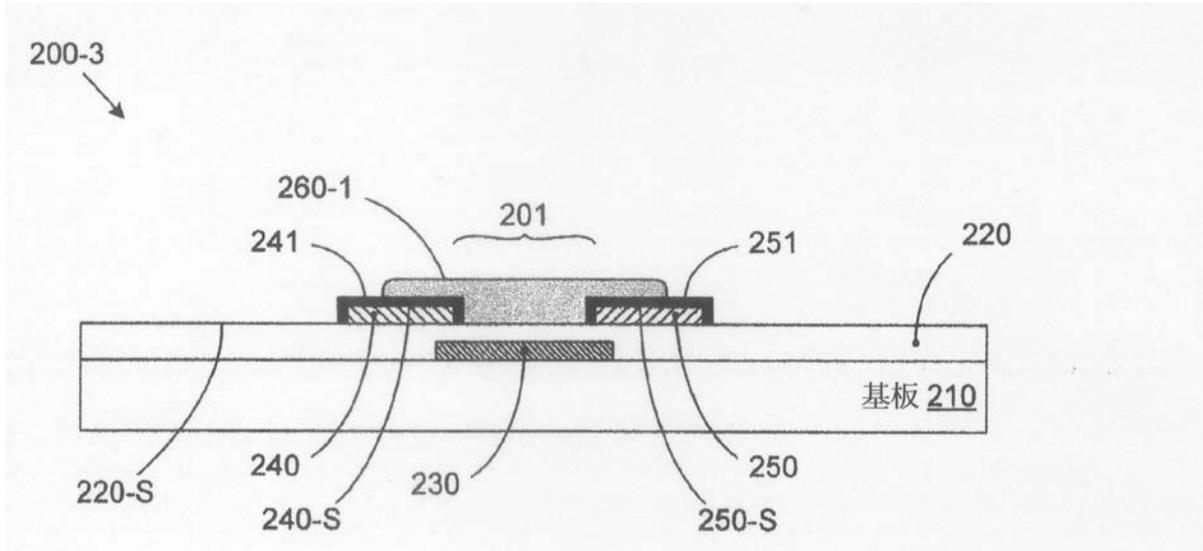
【図 2 E】



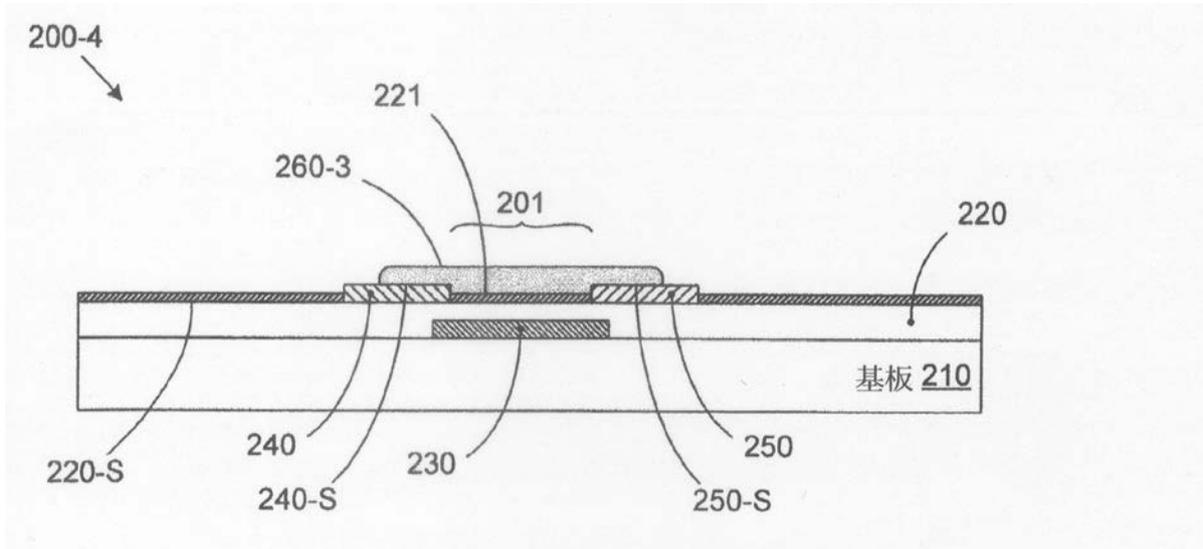
【図 2 F】



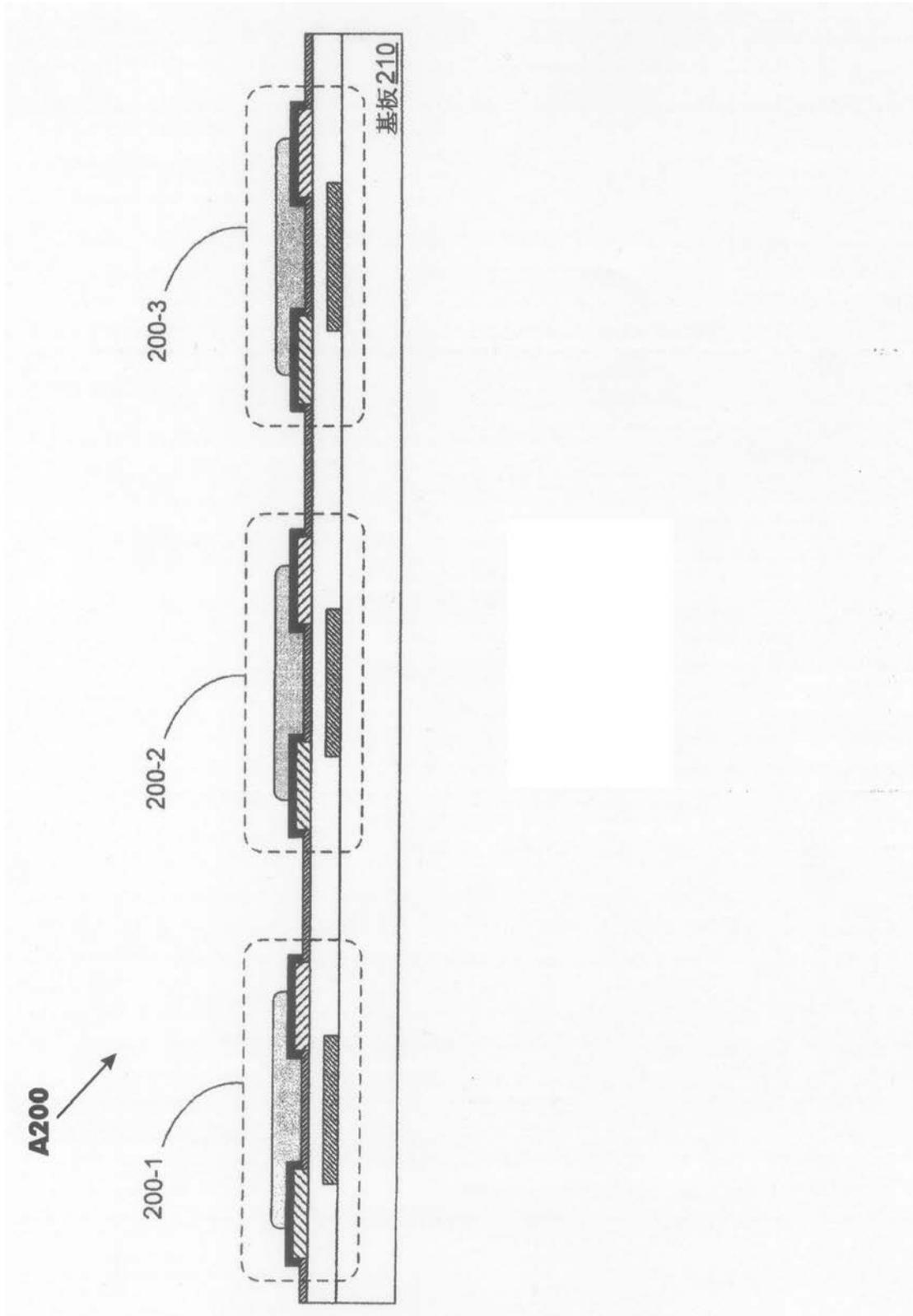
【図 2 G】



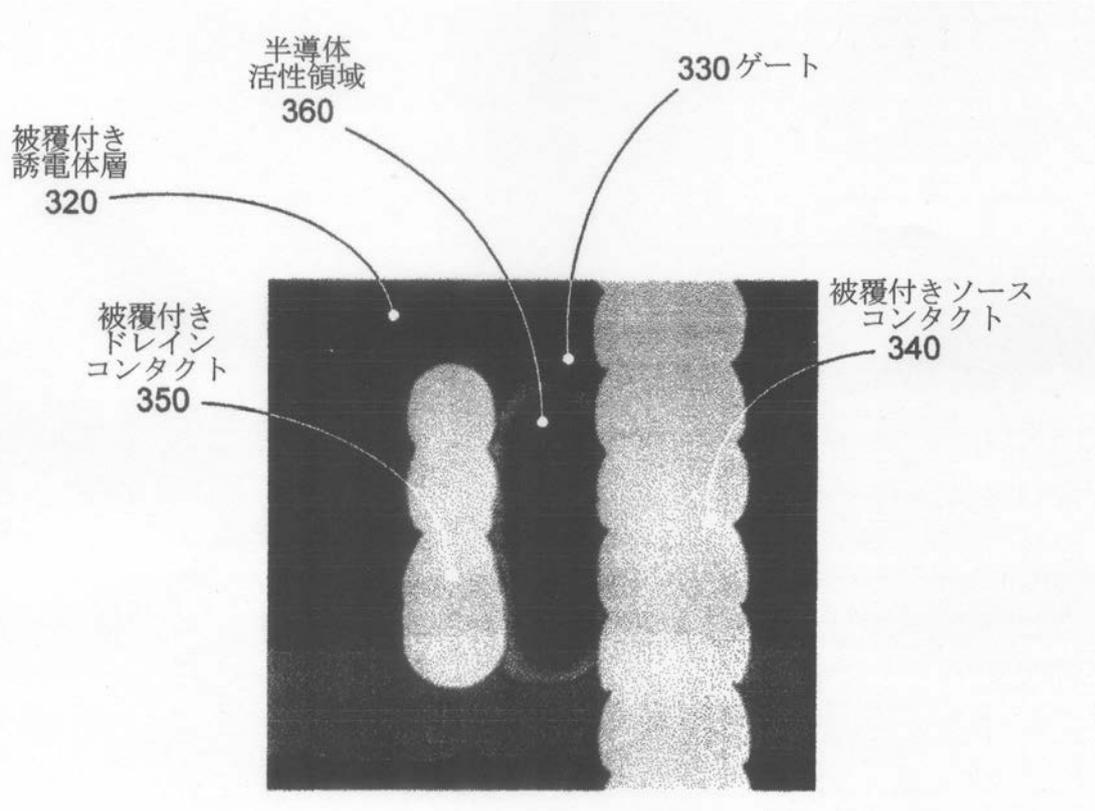
【図 2 H】



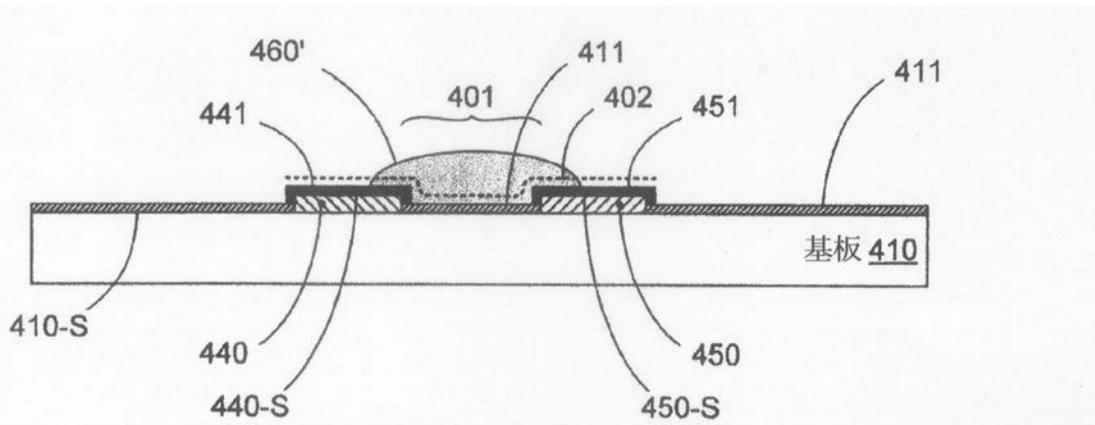
【 図 2 I 】



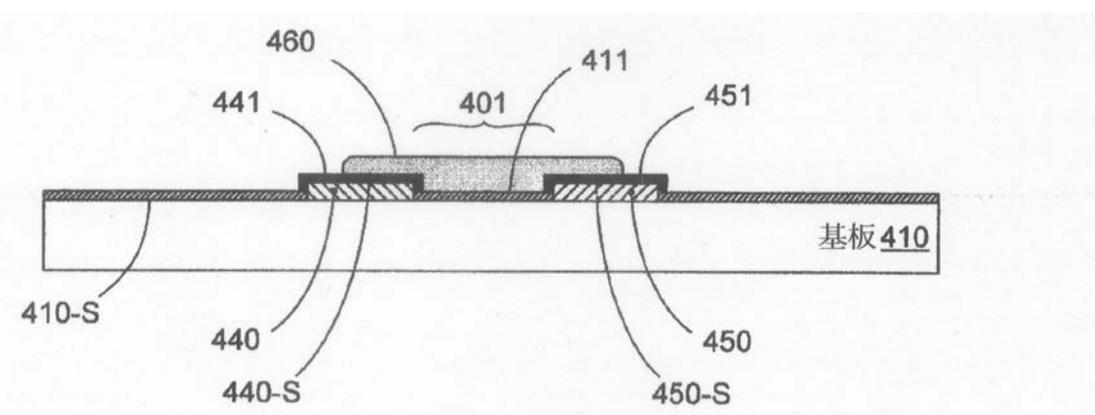
【図3】



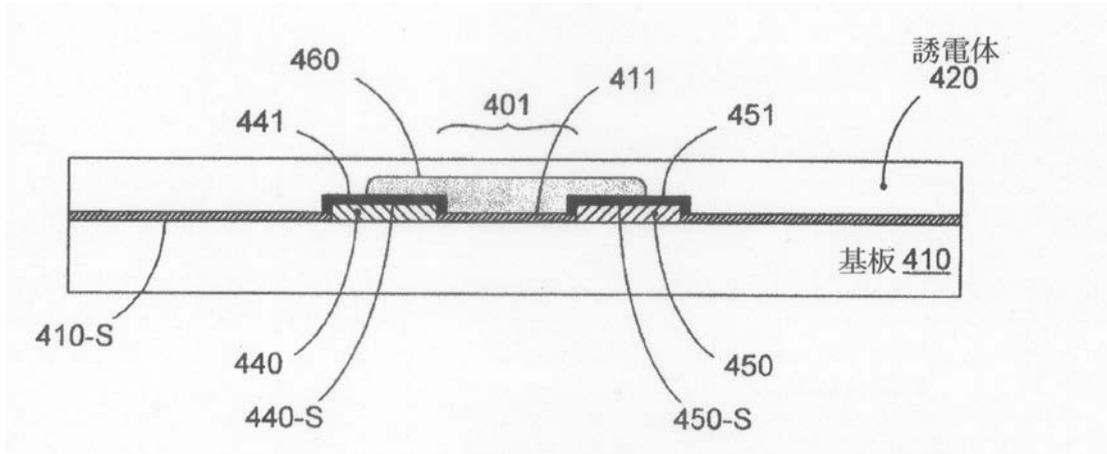
【図4D】



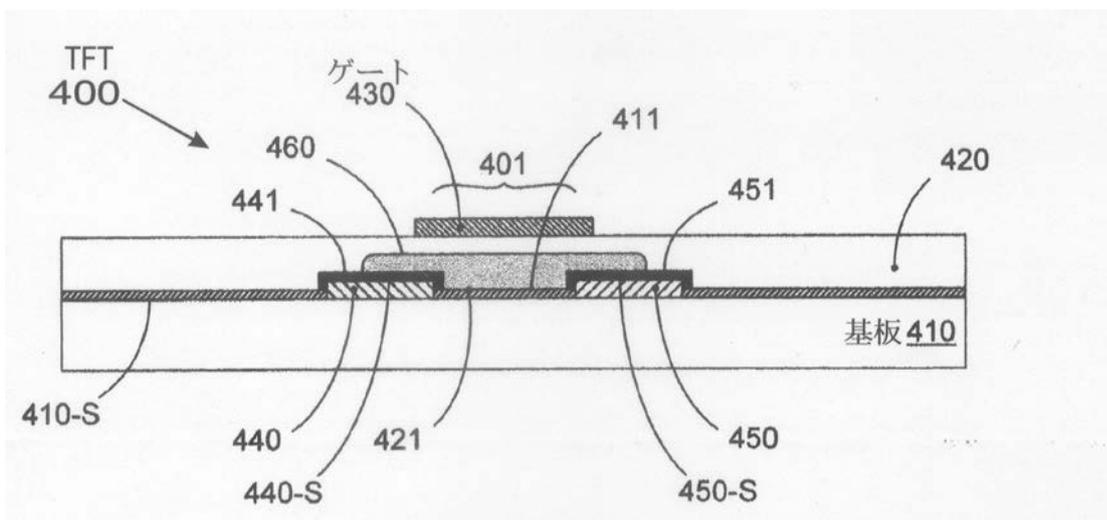
【図4E】



【図4F】



【図4G】



---

フロントページの続き

(72)発明者 アナ シー アリアス

アメリカ合衆国 カリフォルニア サン カルロス ポルトフィーノ ドライブ 4 4 0 4

審査官 宮澤 尚之

(56)参考文献 国際公開第03/007397(WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/336

H01L 29/786

H01L 51/05