

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6286024号
(P6286024)

(45) 発行日 平成30年2月28日(2018.2.28)

(24) 登録日 平成30年2月9日(2018.2.9)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 2 7 C
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 2 6 C
GO 3 F 9/00 (2006.01)	GO 3 F 9/00 Z
GO 2 F 1/1368 (2006.01)	GO 2 F 1/1368

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-506454 (P2016-506454)	(73) 特許権者	306037311
(86) (22) 出願日	平成27年2月27日(2015.2.27)		富士フイルム株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/055806		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(87) 国際公開番号	W02015/133391	(74) 代理人	100080159
(87) 国際公開日	平成27年9月11日(2015.9.11)		弁理士 渡辺 望穂
審査請求日	平成28年8月10日(2016.8.10)	(74) 代理人	100090217
(31) 優先権主張番号	特願2014-45244 (P2014-45244)		弁理士 三和 晴子
(32) 優先日	平成26年3月7日(2014.3.7)	(74) 代理人	100152984
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 伊東 秀明
		(74) 代理人	100148080
			弁理士 三橋 史生
		(72) 発明者	中村 誠吾
			神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
			富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トランジスタの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フィルムを基板とするトランジスタの製造において、
3つ以上のアライメントマークが形成された基板を用い、
前記アライメントマークを検出して、前記アライメントマークの検出結果に応じて、前記基板の湿度制御によって前記基板の伸縮を制御する伸縮制御処理を、1回以上、行うことを特徴とするトランジスタの製造方法。

【請求項2】

前記トランジスタの製造が、少なくとも、ゲート電極の形成工程、ゲート絶縁膜の形成工程、半導体層の形成工程、ならびに、ソース電極およびドレイン電極の形成工程を含み

10

、前記ゲート電極の形成工程、ゲート絶縁膜の形成工程、半導体層の形成工程、ならびに、ソース電極およびドレイン電極の形成工程の少なくとも1つの工程の途中あるいは前に、前記伸縮制御処理を行う請求項1に記載のトランジスタの製造方法。

【請求項3】

前記アライメントマークの検出結果から、前記アライメントマークのズレの大きさを検出して、前記アライメントマークのズレの大きさと、前記基板の吸湿膨張係数とから、前記基板の湿度制御を行う請求項1または2に記載のトランジスタの製造方法。

【請求項4】

前記基板をキャリアに固定して前記トランジスタの製造を行うものであり、前記基板を

20

キャリアに固定した状態で、前記基板の吸湿膨張係数を知見しておき、前記知見した基板の吸湿膨張係数を用いて、前記基板の湿度制御を行う請求項 3 に記載のトランジスタの製造方法。

【請求項 5】

前記伸縮制御処理による基板の湿度を保った状態で、印刷法もしくはフォトリソ法を用いるパターン露光を行うことにより、トランジスタの製造におけるパターン形成を行う請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のトランジスタの製造方法。

【請求項 6】

前記基板に湿度を制御したガスを吹き付けることにより、前記湿度制御による前記伸縮制御処理を行う請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のトランジスタの製造方法。

10

【請求項 7】

長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、前記アライメントマークの検出を行い、前記アライメントマークの検出位置の下流において前記伸縮制御処理を行い、前記伸縮制御処理の下流においてトランジスタの製造におけるパターン形成を行う請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のトランジスタの製造方法。

【請求項 8】

前記基板が、支持体にガスバリア膜を形成してなるガスバリアフィルムであって、前記ガスバリア膜が、有機層と無機層とを交互に 1 層以上積層してなるものである請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のトランジスタの製造方法。

【請求項 9】

前記無機層が、窒化ケイ素膜である請求項 8 に記載のトランジスタの製造方法。

20

【請求項 10】

有機半導体層の形成工程を含む請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のトランジスタの製造方法。

【請求項 11】

最初に行う前記伸縮制御処理よりも前に、前記基板の熱処理を行う請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のトランジスタの製造方法。

【請求項 12】

前記アライメントマークの形成工程を含み、前記アライメントマークを、トランジスタの製造における最下層のパターンを行う際に形成する請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載のトランジスタの製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラスチックフィルム等のフィルムを基板として用いるトランジスタの製造方法に関する。詳しくは、パターンズレを生じることなくソース電極やドレイン電極等を形成できるトランジスタの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

軽量化やフレキシブル化等が可能であることから、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイに用いられる TFT (薄膜トランジスタ)、RFID (RF タグ) やメモリなどの論理回路を用いる装置等に、プラスチックフィルム等のフィルム基板が用いられている。

40

【0003】

TFT 等のトランジスタは、微細な電極等を形成してなる微細構造を有する。従って、トランジスタの製造する際には、 μm オーダの精度で電極等をパターン形成する必要がある。

周知のように、トランジスタの製造では、加熱や溶液の塗布等を伴う工程も多い。ところが、フィルム、特にプラスチックフィルムは、従来より基板として用いられているガラス等に比して、温度や湿度による伸縮が大きい。

そのため、フィルムを基板として用いる場合には、基板の伸縮に起因して、トランジス

50

タを構成する部材のパターンズレ（位置ズレ）が生じてしまい、適正なトランジスタを安定して製造することができない。

【0004】

このような基板の伸縮（歪み）によらず、パターンズレを生じることなく適正な微細パターンを形成する方法として、特許文献1や特許文献2に示されるような、アライメントマークを用いる方法が知られている。

【0005】

この方法は、基板表面の四隅などに、位置合わせを行うための目印となるアライメントマークを形成しておく。その上で、電極等のパターンの形成に先立って、アライメントマークの位置を検出する。なお、パターンの形成には、パターン露光も含まれる。

基板に形成したアライメントマークの位置は、当然、既知である。従って、検出したアライメントマークの位置や間隔と、もとのアライメントマークの形成位置や間隔との違いから、アライメントマークの位置ズレすなわち基板の伸縮を検出できる。従って、アライメントマークの検出結果に応じて、アライメントマークに対して適正な位置にパターンを形成するように、パターンを再設定（再演算）し、再設定したパターンに応じて、例えば、インクジェットやレーザビーム露光等によってパターンを形成することで、パターンズレの無いトランジスタを作製できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-110048号公報

【特許文献2】国際公開第2009/130791号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

アライメントマークを利用することにより、トランジスタを構成する各部材のパターンズレを無くして、例えば、ソース電極およびドレイン電極と、ソース電極との位置関係等が適正なトランジスタを製造できる。

【0008】

しかしながら、アライメントマークを用いる従来の方法では、アライメントマークの検出結果に応じて、各パターンの位置を再設定する必要があるため、トランジスタの製造コストが高くなってしまう。

また、フォトリソグラフィを利用するトランジスタの製造においては、フォトマスクを用いた露光によるパターンの形成が行われる。しかしながら、アライメントマークの検出結果に応じて、形成するパターンの位置を再設定する方法は、フォトマスクを用いる方法には利用できない。あるいは、アライメントマークの検出結果に応じて、形成するパターンの位置を再設定する方法を、フォトマスクを用いる方法に利用するためには、1つのパターンに対して、多数の種類フォトマスクを用意する必要がある。

【0009】

本発明の目的は、このような従来技術の問題点を解決することにより、フィルムを基板として用いるトランジスタの製造において、アライメントマークを利用することにより、各構成部材のパターンズレが無い、位置関係が適正なトランジスタを製造でき、しかも、アライメントマークの検出結果に応じたパターンの再設定が不要で、フォトマスクの使用も可能なトランジスタの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

このような目的を達成するために、本発明のトランジスタの製造方法は、フィルムを基板とするトランジスタの製造において、

3つ以上のアライメントマークが形成された基板を用い、

アライメントマークを検出して、アライメントマークの検出結果に応じて、基板の伸縮

10

20

30

40

50

を制御する伸縮制御処理を、1回以上、行うことを特徴とするトランジスタの製造方法を提供する。

【0011】

このような本発明のトランジスタの製造方法において、トランジスタの製造が、少なくとも、ゲート電極の形成工程、ゲート絶縁膜の形成工程、半導体層の形成工程、ならびに、ソース電極およびドレイン電極の形成工程を含み、ゲート電極の形成工程、ゲート絶縁膜の形成工程、半導体層の形成工程、ならびに、ソース電極およびドレイン電極の形成工程の少なくとも1つの工程の途中あるいは前に、伸縮制御処理を行うのが好ましい。

また、伸縮制御処理が、基板の温度制御および基板の湿度制御の少なくとも一方であるのが好ましい。

10

また、アライメントマークの検出結果から、アライメントマークのズレの大きさを検出して、アライメントマークのズレの大きさと、基板の線膨張係数および吸湿膨張係数の少なくとも一方とから、基板の温度制御および基板の湿度制御の少なくとも一方を行うのが好ましい。

また、基板をキャリアに固定してトランジスタの製造を行うものであり、基板をキャリアに固定した状態で、基板の線膨張係数および吸湿膨張係数の少なくとも一方を知見しておき、知見した情報を用いて、基板の温度制御および基板の湿度制御の少なくとも一方を行うのが好ましい。

また、伸縮処理制御による基板の温度および湿度の少なくとも一方を保った状態で、印刷法もしくはフォトリソグラフィを用いるパターン露光を行うことにより、トランジスタの製造におけるパターン形成を行うのが好ましい。

20

また、伸縮制御処理が湿度制御であり、基板に湿度を制御したガスを吹き付けることにより、伸縮制御処理を行うのが好ましい。

また、長尺な基板を長手方向に搬送しつつ、アライメントマークの検出を行い、アライメントマークの検出位置の下流において伸縮制御処理を行い、伸縮制御処理の下流においてトランジスタの製造におけるパターン形成を行うのが好ましい。

また、基板が、支持体にガスバリア膜を形成してなるガスバリアフィルムであって、ガスバリア膜が、有機層と無機層とを交互に1層以上積層してなるものであるのが好ましい。

。

また、無機層が、窒化ケイ素膜であるのが好ましい。

30

また、有機半導体層の形成工程を含むのが好ましい。

また、最初に行う伸縮制御処理よりも前に、基板の熱処理を行うのが好ましい。

さらに、アライメントマークの形成工程を含み、アライメントマークを、トランジスタの製造における最下層のパターンを行う際に形成するのが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

このような本発明によれば、基板に形成したアライメントマークの検出結果に応じて、基板の温度制御や湿度制御などによって、アライメントマークの位置すなわち基板の伸縮を元に戻して、電極等を形成できる。

そのため、本発明の製造方法によれば、電極や配線等のパターンズレが無い適正なトランジスタを安定して製造できる。しかも、アライメントマークの検出結果に応じたパターンの再設定（再演算）が不要であるため、トランジスタの製造コストを低減できる。さらに、本発明の製造方法によれば、1つのフォトリソグラフィで、フォトリソグラフィを用いる方法にも対応できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1(A)～図1(D)は、本発明のトランジスタの製造方法の一例を説明するための概念図である。

【図2】図2(E)～図2(G)は、本発明のトランジスタの製造方法の一例を説明するための概念図である。

50

【図3】図3(A)は、本発明のトランジスタの製造方法をロール・トゥ・ロールによる製造装置に利用した一例の概念図であり、図3(B)は、図3(A)に示す製造装置に用いられる基板の一例の概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明のトランジスタの製造方法について、添付の図面に示される好適例を基に、詳細に説明する。

【0015】

図1(A)～図2(G)に、本発明のトランジスタの製造方法の一例を概念的に示す。

本発明のトランジスタの製造方法は、3つ以上のアライメントマークが形成されたフィルム基板10を用いて、トランジスタを形成するものである。

図1(A)～図2(G)に示す例は、一例として、本発明のトランジスタの製造方法を、アライメントマーク12が形成されたフィルム基板10の上にゲート電極14を形成し、ゲート電極14を覆ってゲート絶縁膜16を形成し、ゲート絶縁膜16の上にソース電極18およびドレイン電極20を形成し、ゲート絶縁膜16ならびにソース電極18およびドレイン電極20の上に半導体層24を形成する、ボトムゲート・ボトムコンタクト型のトランジスタの製造に利用した例である。

しかしながら、本発明は、これに限定はされず、トップゲート・ボトムコンタクト型、ボトムゲート・トップコンタクト型、トップゲート・ボトムコンタクト型など、公知の各種のトランジスタの製造に利用可能である。

【0016】

本発明のトランジスタの製造方法において、フィルム基板10は、シリコン等の金属、セラミック、ガラス、プラスチックなど、いわゆる薄膜トランジスタにおいて基板として利用される、各種の材料からなるフィルム(フィルム状物)が利用可能である。以下の説明では、本発明のトランジスタの製造方法を、単に『本発明の製造方法』とも言う。また、以下の説明では、フィルム基板10を単に『基板10』とも言う。

【0017】

中でも、コスト、可撓性、軽量化、割れない、絶縁性等の点で、プラスチックフィルム(樹脂フィルム)は、基板10として好適に利用される。

プラスチックフィルムの形成材料としては、一例として、ポリエステル樹脂、メタクリル樹脂、メタクリル酸・マレイン酸共重合体、ポリスチレン樹脂、弗素樹脂、ポリイミド、弗素化ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、セルロースアシレート樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリカーボネート樹脂、脂環式ポリオレフィン樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリスルホン樹脂、シクロオレフィンコポリマー、フルオレン環変性ポリカーボネート樹脂、脂環変性ポリカーボネート樹脂、フルオレン環変性ポリエステル樹脂、アクリロイル化合物などの熱可塑性樹脂などが挙げられる。

【0018】

その中でも、このようなプラスチックフィルムを支持体として、その表面にガスバリア膜を形成してなる、ガスバリアフィルムは、基板10としてより好適に利用される。

その中でも特に、このようなプラスチックフィルムを支持体として、その表面に、ガスバリア膜として、アクリル樹脂やメタクリル樹脂等からなる有機層と、酸化ケイ素や窒化ケイ素等からなる無機層とを交互に形成してなる、有機・無機積層型のガスバリアフィルムは、基板10として特に好適に利用される。

基板10として有機・無機積層型のガスバリアフィルムを利用する場合において、有機層および無機層の形成材料は、各種のものが利用可能である。ここで、無機層は、一般的に伸縮に対して弱く、伸縮によってクラックを生じる場合がある。無機層にクラックが生じると、ガスバリア性能の劣化が起こる。そのため、無機層は、窒化ケイ素膜が好ましく、特に、CVDで成膜した窒化ケイ素膜が好ましい。CVDで成膜した窒化ケイ素膜は、膜中に水素原子を含むため、水素結合により高い伸縮性が得られると考えられる。

10

20

30

40

50

なお、基板10として有機-無機積層型のガスバリアフィルムを用いる場合には、最下層は、有機層でも無機層でもよい。また、最上層も、有機層でも無機層でもよい。さらに、有機層と無機層との積層数も、1層ずつであってもよく、複数の有機層および無機層を交互に積層したものでよく、有機層と無機層との数が異なるものでよい。

ガスバリアフィルムの最下層とは、支持体表面に形成される層である。ガスバリアフィルムの最上層とは、支持体と逆側のガスバリアフィルムの表面の層である。

【0019】

基板10としてガスバリアフィルムを用いる場合には、トランジスタは、通常、ガスバリア膜の上に形成するのが好ましい。すなわち、基板10として有機-無機積層型のガスバリアフィルムを用いる場合には、トランジスタは、有機層もしくは無機層の表面に形成するのが好ましい。

10

基板10としてガスバリアフィルムを用いる場合に、トランジスタに対して、ガスバリア膜の内側に支持体が有ると、支持体に含まれる水分や支持体の経時変化が、トランジスタに悪影響を与える可能性が有る。これに対し、トランジスタをガスバリア膜の上に形成することにより、この不都合を回避できる。

【0020】

本発明の製造方法においては、トランジスタの製造に先立ち、基板10の熱処理を行うのが好ましい。

プラスチックフィルムは、通常、延伸を行って製造する。この際、MD方向とTD方向とで、延伸の量が異なる場合が多い。そのため、プラスチックフィルムは、多くの場合、MD方向とTD方向とで熱収縮率が異なる。MD方向とは、プラスチックの製造におけるフィルムの搬送方向であり、TD方向とは、MD方向すなわちフィルムの搬送方向と直交する方向である。

20

後述するが、本発明の製造方法では、好ましい態様として、基板10の温度制御や湿度制御によって、基板10の伸縮を制御する伸縮制御処理を行う。伸縮制御処理とは、言い換えれば、アライメントマークの位置ズレを改善する処理である。

しかしながら、MD方向とTD方向とで熱収縮率が異なると、温度制御や湿度制御による伸縮制御処理を適正に行うことができない。

そのため、本発明の製造方法においては、必要に応じて、トランジスタの製造に先立って、基板10すなわちプラスチックフィルムのMD方向とTD方向との熱収縮を無くするための熱処理(熱収縮枯らし/熱緩和処理)を行うのが好ましい。

30

【0021】

熱処理は、ヒータによる加熱、恒温槽を用いる加熱、温風を用いる加熱等、公知の方法で行えばよい。

また、熱処理の温度や時間等の熱処理の条件は、使用する基板10の形成材料、厚さ等に応じて、トランジスタの製造プロセスを通じてMD方向とTD方向との収縮を無くすることができる条件を、適宜、設定すればよい。一例として、トランジスタの製造プロセス中における最高温度以上の温度で、熱処理を行う条件が例示される。

【0022】

本発明の製造方法は、このような基板10にトランジスタを製造する。

40

ここで、以下に示すトランジスタの製造は、基板10のみを用いて行ってもよい。しかしながら、基板10の形成材料や厚さ等によっては、基板10のみでは、剛性が弱く、基板10の形状が不安定になってしまう場合が有る。

従って、好ましくは、基板10の裏面(トランジスタの非形成面)にガラス板等のキャリア基板を貼着して、トランジスタの製造を行う。これにより、基板10の形状を適正に保った状態で、後述するゲート電極14の形成等を行うことができる。

基板10へのキャリア基板の貼着は、キャリアフィルム(再剥離性能を有するフィルム)等を用いる公知の方法で行えばよい。

【0023】

図示例においては、図1(A)に概念的に示すように、まず、基板10の表面に、ゲー

50

ト電極 14 をパターン形成する。

ゲート電極 14 の形成材料は、薄膜トランジスタでゲート電極として利用されている公知の物が、各種、利用可能である。一例として、アルミニウム、クロム、銅、モリブデン、タングステン、金、銀等の金属、合金、酸化インジウム錫 (ITO) 等の透明導電性酸化物 (TCO)、ポリエチレンジオキシチオフェン - ポリスチレンスルホン酸 (PEDOT- PSS) 等の導電性高分子、これらの積層構造等が例示される。

【0024】

また、ゲート電極 14 の形成方法も、形成材料に応じた公知の方法が、各種、利用可能である。

一例として、スパッタリングや真空蒸着等の気相成膜法 (気相堆積法) とフォトリソグラフィとを利用する方法、気相成膜法とシャドウマスクとを利用する方法、インクジェットなどの印刷による方法等が例示される。シャドウマスクとは、非形成部 (非成膜部) を覆うマスクである。

【0025】

ここで、図示例においては、好ましい態様として、ゲート電極 14 の形成すなわち最下層のパターン形成を行う際に、ゲート電極 14 と一緒にアライメントマーク 12 も形成する。従って、この場合には、ゲート電極 14 とアライメントマーク 12 とは、同時に、同じ材料で形成される。なお、ゲート電極 14 の形成パターンによっては、ゲート電極 14 を、アライメントマークとして利用することも可能である。

これにより、アライメントマークの検出を行わなくても、ゲート電極 14 (最下層のパターン) をアライメントマークとの位置関係を適正にして作製できる。また、ゲート電極 14 と同時にアライメントマークを形成できるため、アライメントマークを別に形成する場合と比較して、工程数を減らすことができる点でも好ましい。

【0026】

しかしながら、本発明の製造方法は、これに限定はされず、先にアライメントマークを形成した後、ゲート電極 14 の形成を行ってもよい。

この場合には、ゲート電極 14 とアライメントマーク 12 とは、同じ材料で形成されても、異なる材料で形成されてもよい。また、ゲート電極 14 とアライメントマーク 12 との形成方法が異なってもよい。

【0027】

なお、ゲート電極 14 と同時にアライメントマーク 12 を形成しない場合において、アライメントマークの形成材料は、薄膜トランジスタでアライメントマークとして利用されている公知の物が、各種、利用可能である。

具体的には、前述のゲート電極 14 の形成材料に加え、各種の染料や顔料を含むインキ等が例示される。

【0028】

また、ゲート電極 14 と同時にアライメントマーク 12 を形成しない場合において、アライメントマークの形成方法は、薄膜トランジスタでアライメントマークの形成方法として利用されている公知の方法が、各種、利用可能である。

具体的には、前述のゲート電極 14 の形成方法等が例示される。

【0029】

アライメントマーク 12 の数は、基板 10 の大きさ等に応じて、適宜、設定すればよいが、基本的に、3 つ以上であればよい。なお、後述する R t o R であれば、基板 10 の大きさは、基板の長さと同幅である。

3 つ以上のアライメントマーク 12 を形成することで、x - y 方向 (2 軸方向) でアライメントマーク 12 の位置ズレすなわち基板 10 の伸縮を検出できるので、後述する伸縮制御処理を適正に行うことが可能になる。

【0030】

アライメントマーク 12 の大きさ、形状、色等も、実施するトランジスタの製造工程や各部位の形成材料等に応じて、後述する伸縮制御処理を行う際に確実に検出できる大きさ

10

20

30

40

50

等を、適宜、設定すればよい。すなわち、アライメントマークは、製造するトランジスタに必要な位置精度が得られる形状およびサイズであればよい。言い換えれば、アライメントマークは、製造するトランジスタに要求される位置精度（アライメント精度）から計算される必要な精度が得られる形状およびサイズであればよい。

さらに、アライメントマーク 12 の形成位置、各アライメントマーク 12 の間隔などの互いの位置関係も、後述する伸縮制御処理によって、アライメントマーク 12 の位置ズレを好適に直せる位置等を、基板 10 の大きさ等に応じて、適宜、設定すればよい。

【0031】

図 1 (A) ~ 図 2 (G) に示すトランジスタの製造において、基板 10 にアライメントマーク 12 およびゲート電極 14 を形成したら、図 1 (B) に概念的に示すように、基板 10、アライメントマーク 12 およびゲート電極 14 を覆って、ゲート絶縁膜 16 すなわち絶縁体層を形成する。

10

【0032】

ゲート絶縁膜 16 の形成材料も、同様に、薄膜トランジスタでゲート絶縁膜として利用されている公知の物が、各種、利用可能である。

一例として、酸化ケイ素 (SiO_x)、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化ゲルマニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ニオブ、酸化タンタル等の金属酸化物、窒化ケイ素 (SiN_x) 等の金属窒化物、窒化酸化ケイ素 (SiO_xN_y) 等の金属窒化酸化物（金属酸化窒化物）、ダイヤモンド状炭素 (DL C) 等の無機材料や各種高分子材料、これらの積層構造等が例示される。

20

【0033】

また、ゲート絶縁膜 16 の形成方法も、材料に応じた公知の各種の形成方法が利用可能である。

一例として、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング等の各種の物理的気相成膜法 (PVD)、原子層堆積法 (ALD 法または ALE 法) を含む各種の化学的気相成膜法 (CVD)、塗布法、印刷法、転写法等が例示される。

なお、ゲート電極 14 を形成する際に、形成装置に対する位置決め、基板 10 に形成したアライメントマーク 12 を利用してもよい。この点に関しては、後述する半導体層 24 やレジスト層 32 の形成等でも同様である。

【0034】

30

ゲート絶縁膜 16 を形成したら、ソース電極 18 およびドレイン電極 20 をパターン形成する。

ソース電極 18 およびドレイン電極 20 の形成材料は、有機薄膜トランジスタで利用されている公知の物が、各種、利用可能である。一例として、前述のゲート電極 14 で例示した各種の材料が例示される。

【0035】

また、ソース電極 18 およびドレイン電極 20 のパターン形成方法も、形成材料に応じた公知の方法が、各種、利用可能である。一例として、前述のゲート電極 14 で例示した各種の方法が例示される。また、ソース電極 18 およびドレイン電極 20 は、電荷注入層等をパターン形成して、その上に形成してもよい。なお、電荷注入層は、p 型半導体の場合は正孔注入層、n 型半導体の場合は電子注入層である。

40

【0036】

図示例においては、気相成膜法とフォトリソグラフィとを利用して、ソース電極 18 およびドレイン電極 20 を形成する。

なお、シャドウマスクを用いる気相堆積による成膜、インクジェットなどの印刷等によってソース電極 18 およびドレイン電極 20 を形成する場合でも、パターン形成を行う前、好ましくはさらにパターンの形成中に、以下に示す温度制御や湿度制御等の伸縮制御処理を行えばよい。

【0037】

前述のようにゲート絶縁膜 16 を形成したら、図 1 (C) に示すように、ゲート絶縁膜

50

16を覆って、ソース電極18およびドレイン電極20となる金属層30を形成する。金属層30は、真空蒸着等の気相堆積法で形成する。

次いで、図1(D)に示すように、金属層30を覆って、フォトレジストからなるレジスト層32を形成する。レジスト層32の形成は、レジスト層32となるフォトレジスト等を含む溶液をスピコート等で塗布し、その後、ポストバークを行う方法等、トランジスタの製造で利用されている公知のレジスト層32の形成方法で行えばよい。

【0038】

レジスト層32を形成したら、基板10に形成したアライメントマーク12を検出して、基板10の伸縮を制御する伸縮制御処理を行う。

アライメントマーク12の検出は、CCDセンサ等の撮像素子を用いる方法、アライナー等と同様に顕微鏡を利用する方法等、アライメントマークを利用する薄膜トランジスタの製造で利用されている各種の方法が利用可能である。

なお、アライメントマーク12の検出は、表面すなわちトランジスタの形成面から行っても、裏面から行ってもよい。

【0039】

図示例においては、一例として、ここまでの製造工程での加熱や加湿(温度変化や湿度変化)等によって、図1(D)に概念的に示すように、基板10が収縮して、アライメントマーク12の位置ズレが生じていたとする。

これに対応して、図2(E)に概念的に示すように、フォトマスク34を用いるパターン露光すなわちパターン形成(パターンニング)を行う前に、レジスト層32を形成した基板10を温度調節手段40に載置して、基板10を加熱して伸長させて、基板10のアライメントマーク12とフォトマスク34のアライメントマーク36とを一致させる。

なお、基板10が伸長していた場合には、基板10を冷却して収縮させることにより、基板10のアライメントマーク12とフォトマスク34のアライメントマーク36とを一致させる。

さらに、必要に応じて、基板10および/またはフォトマスク34を移動して、基板10とフォトマスク34との位置および/または角度を合わせる。

【0040】

次いで、この加熱状態を保ったまま、フォトマスク34によってレジスト層32の露光を行う。

フォトマスク34のアライメントマーク36は、レジスト層32を露光する際における面方向の位置が、基板10に形成したアライメントマーク12と一致するように形成されている。そのため、加熱による基板10のアライメントマーク12とフォトマスク34のアライメントマーク36とを一致させること、すなわちアライメントマーク12の位置ズレを改善することによって、基板10の伸縮を改善して、アライメントマーク12を形成した時と同じ状態にできる。

従って、この加熱によるアライメントマーク12の位置の改善によって、符号32aで示すソース電極18およびドレイン電極20の形成位置に正確に対応して、レジスト層32をパターン露光できる。すなわち、パターンズレを生じることなく、ゲート電極14に対して適正な位置に、ソース電極18およびドレイン電極20を形成できる。

【0041】

特許文献1や特許文献2に示されるように、フィルム基板を用いるトランジスタの製造において、アライメントマークを利用して、パターンズレを生じることなく電極等を形成することが知られている。

従来のアライメントマークを利用するトランジスタの製造方法では、アライメントマークの検出結果に応じて、パターンを再設定し、再設定したパターンに応じて電極等を形成することにより、パターンズレを防止している。しかしながら、このような従来の方法では、アライメントマークの検出結果に応じたパターンの再設定を行うため、トランジスタの製造コストが向上してしまう。また、アライメントマークの検出結果に応じて、形成するパターンを再設定する方法は、フォトマスクを用いる方法には利用できず、あるいは、

10

20

30

40

50

1つのパターンに対して、多数のフォトマスクを用意する必要がある。

【0042】

これに対して、本発明の製造方法では、基板10に形成したアライメントマーク12の検出結果に応じて、基板10自身を伸長あるいは収縮させる、基板10の伸縮制御処理を行って、アライメントマーク12の位置ズレを改善して、パターン形成を行う。すなわち、アライメントマーク12の検出結果に応じて、基板10を伸長あるいは収縮させてアライメントマーク12の位置ズレを改善することにより、基板10をアライメントマーク12の形成時の状態に戻して、パターン形成を行う。

従って、本発明の製造方法によれば、パターンズレを生じることなく電極等をパターン形成できるのみならず、パターンの再設定を不要にして、トランジスタの製造コストを低減できる。また、本発明の製造方法によれば、1つのフォトマスクで、フォトマスクによるパターン露光が可能である。

10

【0043】

図示例においては、アライメントマーク12の検出結果に応じて、温度調節手段40によって基板10を加熱あるいは冷却することによって、アライメントマーク12の位置ズレを改善している。すなわち、温度制御によって、伸縮制御処理を行う。

温度制御による伸縮制御処理は、一例として、アライメントマーク12の位置ズレ量と、基板10の線膨張係数(熱膨張係数)との関係を知見しておき、例えば、アライメントマーク12の位置ズレ量と、この位置ズレを改善するための加熱温度/冷却温度との関係とを示すテーブル(LUT)や演算式を作成し、このテーブルや演算式を用いて、基板10の温度制御を行う方法が例示される。

20

【0044】

なお、前述のように、基板10にキャリア基板を貼着して、本発明の製造方法を行う場合も有る。

この場合には、キャリア基板に基板10を貼着(固定)した状態で、基板10の線膨張係数を知見して、アライメントマーク12の位置ズレ量と、この位置ズレを改善するための加熱温度/冷却温度との関係とを示すテーブルや演算式を作成するのが好ましい。

【0045】

温度制御による伸縮制御処理は、このテーブルや演算式のみを用いて行ってもよい。

しかしながら、好ましくは、温度制御による伸縮制御処理を行った状態でアライメントマーク12を再検出して、アライメントマーク12が位置ズレしている場合には、さらに温度調節を行って、アライメントマークを検出し、アライメントマーク12が、位置ズレ無く、適正な位置に有ることを確認した後に、パターン露光(パターン形成)を行うのが好ましい。

30

【0046】

また、図示例においては、基板10のアライメントマーク12とフォトマスク34のアライメントマーク36とを一致させることで、基板10のアライメントマーク12の位置ズレを改善している。

しかしながら、本発明は、この方法以外にも、各アライメントマーク12の間隔を検出して、適正な間隔となるように基板10の温度を制御する方法、基板10の端部からの距離など各アライメントマーク12の位置を検出して、各アライメントマーク12の位置が適正な位置となるように基板10の温度を制御する方法、これらを併用する方法等で、基板10のアライメントマーク12の位置ズレを改善してもよい。

40

【0047】

図示例においては、好ましい態様として、温度調節手段40に基板10を載置した状態で、フォトマスク34による露光を行っている。本発明は、これに限定はされず、温度調節手段40で伸縮制御処理を行ったら、温度制御手段から基板10取り外して、フォトマスク34による露光を行ってもよい。

しかしながら、図示例のように、温度制御を行った状態すなわち伸縮制御処理における基板温度を保った状態で、フォトマスク34等によるパターン露光、シャドウマスクを用

50

いる気相堆積による成膜、インクジェットなどの印刷を行って、パターン形成を行うことにより、より適正にアライメントマーク12の位置ズレを無くした状態で、パターン形成を行うことが可能になる。

【0048】

なお、以上の点に関しては、後述する湿度制御による伸縮制御処理でも、同様である。

【0049】

基板10の温度制御方法(温度調節方法)も、ヒータやホットプレートを利用する方法、温度調節媒体の循環による方法、ペルチェ素子を用いる方法、公知のフィルム状物(シート状物)温度制御方法が、各種、利用可能である。

【0050】

さらに、レジスト層32のパターン露光の方法は、フォトマスク34を用いる方法以外にも、光ビーム走査による方法等の公知の各種の方法が利用可能である。

【0051】

アライメントマーク12の検出結果に応じて、アライメントマーク12の位置ズレを改善する処理すなわち基板10の伸縮を制御する伸縮制御処理は、図示例のような温度制御以外にも、基板10の湿度制御も好適に利用される。

なお、本発明の製造方法において、湿度制御は、水分のみならずレジスト層32を形成するための溶液等に用いられる溶剤も対象とする。従って、基板10の加湿および除湿とは、水分のみならず、基板10における溶剤含有量の制御を含んでもよい。

【0052】

湿度制御の方法も、公知のフィルム状物の湿度制御方法(湿度調節方法)が、各種、利用可能である。

一例として、基板10を乾燥したガスあるいは湿らせたガス(加湿ガス)を吹き付ける方法、高湿雰囲気中あるいは乾燥雰囲気中に保持する方法、真空環境での脱水等が例示される。なお、基板10としてガスバリアフィルムを用いる場合には、ガスの吹き付けは、ガスバリア膜と逆側(支持体側)から行う必要が有る。

いずれの方法でも、基板10を収縮させる場合には除湿(乾燥)するように、基板10を伸長させる場合には加湿するように、湿度制御を行う。

【0053】

なお、本発明の製造方法においては、温度制御および湿度制御の両方を行って、伸縮制御処理を行ってもよい。

さらに、伸縮制御方法は、温度制御および湿度制御以外にも、基板10を引っ張ることで伸長して、アライメントマーク12の位置ズレを改善する方法も、利用可能である。

【0054】

このようにしてレジスト層32をパターン露光したら、レジスト層32を現像して、符号32aで示す領域を残してレジスト層32を除去する。次いで、残ったレジスト層32をマスクにして金属層30のエッチングを行って、図2(F)に示すように、ソース電極18およびドレイン電極20を形成する。

ここで、図示例においては、アライメントマーク12の検出結果に応じて、温度制御によって基板10を伸縮させる伸縮制御処理を行い、アライメントマーク12の位置ズレを改善した上で、レジスト層32のパターン露光を行っている。従って、パターンズレを生じることなく、ソース電極18およびドレイン電極20を形成できる。

【0055】

ソース電極18およびドレイン電極20を形成したら、図2(G)に示すように、ソース電極18およびドレイン電極20と、ゲート絶縁膜16とを覆って半導体層24を形成して、トランジスタを完成する。あるいは、さらに、封止層によって封止を行って、トランジスタを完成してもよい。

半導体層24の形成材料は、アモルファスシリコン、多結晶シリコン、有機半導体材料、酸化物半導体等、薄膜トランジスタで利用されている、各種の材料が利用可能である。

中でも、軽量化、低コスト化、柔軟化等の点で、6,13-ビス(トリイソプロピルシ

10

20

30

40

50

リルエチニル)ペンタセン(TIPSペンタセン)等のペンタセン誘導体、5,11-ビス(トリエチルシリルエチニル)アントラジチオフエン(TESADT)等のアントラジチオフエン誘導体、ベンゾジチオフエン(BDT)誘導体、ジオクチルベンゾチエノベンゾチオフエン(C₈-BTBT)等のベンゾチエノベンゾチオフエン(BTBT)誘導体、ジナフトチエノチオフエン(DNTT)誘導体、ジナフトベンゾジチオフエン(DNBDT)誘導体、6,12-ジオキサアントラントレン(ペリキサントキノキサントレン)誘導体、ナフタレントトラカルボン酸ジイミド(NTCDI)誘導体、ペリレントトラカルボン酸ジイミド(PTCDI)誘導体、ポリチオフエン誘導体、ポリ(2,5-ビス(チオフエン-2-イル)チエノ[3,2-b]チオフエン)(PBTTT)誘導体、テトラシアノキノジメタン(TCNQ)誘導体、オリゴチオフエン類、フタロシアニン類、フラレン類等の有機半導体材料は、好適に利用される。

10

【0056】

半導体層24の形成方法も、塗布法や気相堆積法、これらの成膜方法とフォトリソグラフィとの組み合わせ、インクジェットなどの印刷による方法等、薄膜トランジスタの製造において半導体層の形成に利用されている、公知の各種の方法が利用可能である。

【0057】

図1(A)~図2(G)に示す方法では、ボトムゲート-ボトムコンタクト型のトランジスタの製造において、ソース電極18およびドレイン電極20のパターン形成すなわちレジスト層32のパターン露光を行う際に、アライメントマーク12を検出して、その検出結果に応じて、アライメントマーク12の位置ズレを改善する処理すなわち基板10の伸縮を制御する伸縮制御処理を行っている。

20

しかしながら、本発明は、これ以外にも、前述のボトムゲート-ボトムコンタクト型のトランジスタのみならず、トップゲート-ボトムコンタクト型、ボトムゲート-トップコンタクト型、および、トップゲート-ボトムコンタクト型等の各種のトランジスタの製造において、ゲート電極の形成時、ゲート絶縁膜の形成時、半導体層の形成時、ソース電極およびドレイン電極の形成時等に、アライメントマーク12を検出して、その検出結果に応じて基板10の伸縮を制御する伸縮制御処理を行ってもよい。

【0058】

具体的には、伸縮制御処理は、パターン形成を伴う工程において、パターン形成に対応して行うのが好ましい。

30

特に、ボトムゲート型のトランジスタの製造におけるソース電極およびドレイン電極のパターン形成や、トップゲート型のトランジスタの製造におけるゲート電極のパターン形成など、上層あるいは下層のパターンとのパターンズレが問題になり、高精度なパターン形成が要求される工程に対応して、伸縮制御処理を行うのが好ましい。

【0059】

なお、伸縮制御処理は、トランジスタの製造において1回のみ行ってもよく、あるいは、ゲート電極の形成、ゲート絶縁膜の形成、半導体層の形成、ソース電極およびドレイン電極の形成などの複数の工程に対応して、複数回の伸縮制御処理を行ってもよい。

【0060】

図1(A)~図2(G)に示す例は、いわゆるバッチ式によるトランジスタの製造であるが、本発明の製造方法は、いわゆるロール・トゥ・ロール(RtoR)によるトランジスタの製造でも、利用可能である。

40

周知のように、RtoRとは、長尺な基板(被処理物)を巻回してなるロールから、基板を送り出し、長手方向に搬送しつつ、塗布組成物の塗布や乾燥等を行い、処理済の基板をロール状に巻き取る製造方法である。

【0061】

図3(A)に、本発明の製造方法を実施するRtoRによる製造装置の一例を概念的に示す。

図3(A)に示す製造装置48は、長尺な被処理材50をロール状に巻回してなる被処理材ロール50Rから被処理材50を引き出して、長手方向に搬送しつつパターン形成を

50

行い、描画を行った処理済材 5 2 をロール状に巻回して処理済材ロール 5 2 R とするものである。

このような製造装置 4 8 は、基本的に、マーク検出部 5 4 と、伸縮制御部 5 6 と、パターン形成部 5 8 とを有して構成される。なお、製造装置 4 8 は、これらの部材以外にも、被処理材 5 0 等を適正に搬送するための搬送ローラ対やガイド部材、各種のセンサ等、公知の R t o R による装置が有する各種の部材を有してもよい。

【 0 0 6 2 】

製造装置 4 8 において、被処理材 5 0 は、例えば、図 1 (B) に示す、基板 1 0 の上にゲート電極 1 4 およびゲート絶縁膜 1 6 を形成してなる物や、図 1 (D) に示す、基板 1 0 の上にゲート電極 1 4、ゲート絶縁膜 1 6、金属層 3 0 およびレジスト層 3 2 を形成してなる物が例示される。中でも、図 3 (B) に示すような基板 6 0 に、ゲート電極 1 4 のパターンを形成してなる被処理材 5 0 や、ゲート絶縁膜 1 6 を形成してなる被処理材 5 0 が、好ましく例示される。この際において、ゲート絶縁膜 1 6 は、パターン化されたものでもよく、非パターンのものでよい。

10

また、図 3 (B) に示すように、被処理材 5 0 の基板 6 0 には、長手方向の同位置において、幅方向の両端部近傍に、長手方向に等間隔でアライメントマーク 1 2 が形成されている。なお、この長尺な基板 6 0 も、トランジスタの製造に先立ち、熱処理が施されるのが好ましい。さらに、この長尺な基板 6 0 にも、裏面にキャリア基板を貼着して、トランジスタの製造を行ってもよい。

【 0 0 6 3 】

20

図 3 の製造装置 4 8 は、アライメントマーク 1 2 の位置ズレの改善およびパターン形成のみを行う。なお、アライメントマーク 1 2 の位置ズレの改善は、温度調節および/または湿度調節によって行う。

しかしながら、本発明の製造方法を R t o R に利用する場合には、これ以外にも、パターン形成を含む複数の工程あるいはトランジスタ製造の全工程を、1 回のロールからの被処理材 5 0 の送り出し、および、処理済の被処理材 5 0 のロールへの巻取りの間に行ってもよい。

例えば、1 回のロールからの被処理材 5 0 の送り出し、および、処理済の被処理材 5 0 のロールへの巻取の間に、レジスト液の塗布、プリベーク (塗布したレジスト液からの溶媒の乾燥除去)、アライメントマーク 1 2 の位置ズレの改善 (温度/湿度調節)、および、パターン形成を、連続的に行ってもよい。

30

【 0 0 6 4 】

製造装置 4 8 において、被処理材 5 0 の搬送方向の被処理材ロール 5 0 R の下流には、マーク検出部 5 4 が配置される。以下の説明では、被処理材 5 0 の搬送方向の下流を、単に『下流』とも言う。

マーク検出部 5 4 は、被処理材 5 0 の基板 6 0 に形成されたアライメントマーク 1 2 を検出して、検出結果を伸縮制御部 5 6 の制御部 5 6 a に送る。マーク検出部 5 4 によるアライメントマーク 1 2 の検出方法は、公知の各種の手段が利用可能であり、例えば C C D センサ等の撮像素子を用いてアライメントマーク 1 2 を検出すればよい。

【 0 0 6 5 】

40

マーク検出部 5 4 の下流には、伸縮制御部 5 6 が配置される。伸縮制御部 5 6 は、基板 6 0 の伸縮を制御する前述の伸縮制御処理を行うものであり、制御部 5 6 a と、温度調節手段 5 6 b とから構成される。

【 0 0 6 6 】

制御部 5 6 a は、マーク検出部 5 4 によるアライメントマークの検出結果から、温度調節手段 5 6 b が行う温度調節を決定する部位である。

すなわち、制御部 5 6 a には、基板 6 0 に形成されたアライメントマーク 1 2 の正確な位置、および、前述のアライメントマーク 1 2 の位置ズレ量と、この位置ズレを改善するための加熱温度/冷却温度との関係を示すテーブルを記憶している。基板 6 0 に形成されたアライメントマーク 1 2 の正確な位置としては、一例として、幅方向および長手方向の

50

アライメントマーク 1 2 の間隔等が例示される。

制御部 5 6 a は、マーク検出部 5 4 によるアライメントマークの検出結果から、アライメントマーク 1 2 の位置ズレ量を検出する。次いで、テーブルを用いて、位置ズレ量から温度調節手段 5 6 b による加熱温度あるいは冷却温度を決定し、温度調節手段 5 6 b に指示を出す。

【 0 0 6 7 】

温度調節手段 5 6 b は、公知の加熱 / 冷却手段であり、制御部 5 6 a から送られた加熱温度あるいは冷却温度に応じて、被処理材 5 0 (基板 6 0) を加熱もしくは冷却する。

なお、温度調節手段 5 6 b による温度調節は、パターン形成部 5 8 の上流までであってもよい。しかしながら、図示例の製造装置 4 8 においては、温度調節手段 5 6 b は、好ましい態様として、パターン形成部 5 8 によるパターン形成領域まで、被処理材 5 0 の温度調節 (湿度調節) を行う。

【 0 0 6 8 】

なお、先のバッチ式によるトランジスタの製造と同様、製造装置 4 8 による伸縮制御処理も、温度制御に限定はされず、湿度制御等も利用可能である。

この場合には、製造装置 4 8 には、温度調節手段 5 6 b に変えて、乾燥ガスや加湿ガスを被処理材 5 0 (基板 6 0) に吹き付けるガスの吹き付け手段等が設けられる。また、制御部 5 6 a には、アライメントマーク 1 2 の位置ズレ量と、この位置ズレを改善するための加湿 / 除湿 (乾燥) との関係を示すテーブルが記憶される。

【 0 0 6 9 】

パターン形成部 5 8 は、トランジスタの製造における各種のパターン形成に利用される公知の手段によって、トランジスタを製造するためのパターン形成を行うものである。

例えば、製造装置 4 8 が、図 1 (B) に示す、基板 1 0 の上にゲート電極 1 4 およびゲート絶縁膜 1 6 を形成してなる物を被処理材 5 0 とする装置である場合には、パターン形成部 5 8 としては、ソース電極 1 8 およびドレイン電極 2 0 をパターン形成するための、被処理材 5 0 の幅方向 (搬送方向と直交する方向) にノズル列を有するインクジェットプリンタが例示される。

あるいは、製造装置 4 8 が、図 1 (D) に示す、基板 1 0 の上にゲート電極 1 4、ゲート絶縁膜 1 6、金属層 3 0 およびレジスト層 3 2 を形成してなる物を被処理材 5 0 とする装置である場合には、パターン形成部 5 8 としては、レジスト層 3 2 をパターン露光するための、被処理材 5 0 の幅方向に光ビームを走査する光ビーム走査装置が例示される。

また、被処理材 5 0 (レジスト層 3 2 等) にパターン露光を行う場合には、パターン形成部 5 8 は、フォトマスクを利用する露光装置であってもよい。

【 0 0 7 0 】

なお、製造装置 4 8 においては、パターン形成部 5 8 の上流の温度調節手段 5 6 b による温度制御領域に、さらに、第 2 のアライメント検出部を配置し、第 2 のアライメント検出部によるアライメントマーク 1 2 の検出結果から、温度調節手段 5 6 b による温度調節を補正するようにしてもよい。

【 0 0 7 1 】

以下、製造装置 4 8 の作用を説明する。

製造装置 4 8 において、被処理材ロール 5 0 R から引き出され、長手方向に搬送されると、マーク検出部 5 4 が基板 6 0 に形成されたアライメントマーク 1 2 を検出し、アライメントマーク 1 2 の検出結果を伸縮制御部 5 6 の制御部 5 6 a に送る。

制御部 5 6 a は、アライメントマークの検出結果から、アライメントマーク 1 2 の位置ズレ量を検出し、前述のテーブルを用いて、温度調節手段 5 6 b による加熱温度あるいは冷却温度を決定し、温度調節手段 5 6 b に指示を出す。

温度調節手段 5 6 b は、制御部 5 6 a からの指示に応じて、被処理材 5 0 を加熱もしくは冷却する。これにより、基板 6 0 が伸縮して伸縮制御処理され、アライメントマークの位置ズレが改善される。さらに、温度調節を行った後、必要に応じて、インクジェットヘッドやフォトマスクの位置および / または角度を調節して、被処理材 5 0 とパターン形成

10

20

30

40

50

部 5 8 との位置および / または角度を合わせる。

パターン形成部 5 8 は、長手方向に搬送され、温度調節手段 5 6 b によって温度調節された被処理材 5 0 にパターン形成を行う。ここで、被処理材 5 0 は、温度調節手段 5 6 b による温度調節によって、アライメントマークの位置ズレが改善されている。従って、パターン形成部 5 8 は、パターンズレを生じることなく、被処理材 5 0 の適正な位置にパターンを形成できる。

パターンを形成された処理済材 5 2 は、次いで、処理済材ロール 5 2 R にロール状に巻回される。

【 0 0 7 2 】

以上、本発明のトランジスタの製造方法について詳細に説明したが、本発明は、上述の例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行ってもよいのは、もちろんである。

【実施例】

【 0 0 7 3 】

以下、本発明の具体的実施例を挙げ、本発明のトランジスタの製造方法について、より詳細に説明する。

【 0 0 7 4 】

[実施例 1 および比較例 1]

基板として、5 × 5 c m のガスバリアフィルムを用意した。

このガスバリアフィルムは、厚さ 1 0 0 μ m のポリエチレンナフタレート (P E N) フィルムを支持体として、表面に、厚さ 2 μ m のアクリル系ポリマーからなる有機層を有し、この有機層の上に、プラズマ C V D 法によって形成した厚さ 3 0 n m の窒化ケイ素からなる無機層を有する、前述の有機 - 無機積層型のガスバリアフィルムである。

まず、この基板に、1 5 0 ° の熱処理を 2 4 時間行った。次いで、熱処理を行った基板の裏面 (P E N フィルム側) に、キャリアフィルムを用いて、キャリア基板としてガラス板を貼着した。

【 0 0 7 5 】

この基板の無機層側の表面に、真空蒸着によって厚さ 5 0 n m の金薄膜を成膜した。

この金薄膜の上に、レジスト層を形成した。レジスト層は、スピコートによって形成した。

レジスト層を形成した基板を、顕微鏡のステージに載置した。この顕微鏡のステージは、加熱冷却機構を有する。ステージ上に載置した基板の上に、アライメントマークに対応する遮光部を有するガラスマスクを重ねて、ステージ上で紫外線による露光を行った。

露光後、顕微鏡のステージから基板を取り外し、現像によってアライメントマークの形成部以外のレジストを除去した。その後、エッチングを行って金薄膜を除去し、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

【 0 0 7 6 】

このようにして作製した基板を、室温で 2 4 時間、放置した。

放置後、同じ顕微鏡のステージに基板を載置し、露光を行ったガラスマスクを重ねて、顕微鏡によって、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、3 μ m であった (比較例 1) 。

なお、本例におけるアライメントマークの位置ズレとは、基板の 1 つのアライメントマークを、ガラスマスクのアライメントマークを重ねた状態における、他の 3 つのアライメントマークの位置ズレの平均である。

【 0 0 7 7 】

次いで、顕微鏡のステージの加熱冷却機構を駆動して、基板を 2 8 0 ° に加熱した。基板を加熱した後、同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、1 μ m 未満であった (実施例 1) 。

【 0 0 7 8 】

[実施例 2 および比較例 2]

10

20

30

40

50

実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

この基板を、トランジスタの製造工程を想定した模擬プロセスとして、150 の環境に 30 分放置した。

放置後、実施例 1 と同様にアライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、10 μm であった(比較例 2)。

次いで、顕微鏡のステージの加熱冷却機構を駆動して、基板を 35 に加熱した。基板を加熱した後、同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、1 μm 未満であった(実施例 2)。

【0079】

[実施例 3 および比較例 3]

実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

この基板を、トランジスタの製造工程を想定した模擬プロセスとして、水に 5 分浸漬した。

浸漬後、実施例 1 と同様にアライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、6 μm であった(比較例 3)。

次いで、顕微鏡のステージの加熱冷却機構を駆動して、基板を 20 に冷却した。基板を冷却した後、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、1 μm 未満であった(実施例 3)。

【0080】

[実施例 4 および比較例 4]

実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

この基板を、トランジスタの製造工程を想定した模擬プロセスとして、アセトンに 5 分浸漬した。

浸漬後、実施例 1 と同様にアライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、5 μm であった(比較例 4)。

次いで、顕微鏡のステージの加熱冷却機構を駆動して、基板を 20 に冷却した。基板を冷却した後、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、1 μm 未満であった(実施例 4)。

【0081】

[実施例 5 ~ 7]

基板として、ガスバリアフィルムに変えて厚さ 100 μm のポリイミド(P I)フィルムを用いた以外(実施例 5)、

基板として、ガスバリアフィルムに変えて厚さ 100 μm の P E Nフィルムを用いた以外(実施例 6)、

基板として、ガスバリアフィルムに変えて厚さ 100 μm のポリエチレンテレフタレート(P E T)フィルムを用いた以外(実施例 7)、

は、実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

【0082】

各基板を、実施例 1 と同様に、室温で 24 時間、放置した。

放置後、同じ顕微鏡のステージに基板を載置し、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。測定後、顕微鏡のステージの加熱冷却機構を駆動して、

基板を 29 に加熱(実施例 5)、

基板を 27 に加熱(実施例 6)、

基板を 22 に冷却(実施例 7)、した。

基板の温度調節を行った後、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、何れの例も、アライメントマークの位置ズレは、1 μm 未満であった。

結果を、下記の表 1 にまとめて示す。

【0083】

10

20

30

40

【表 1】

表 1	基板	処理	温度制御	位置ズレ
実施例1	ガスバリア	24時間放置	28°C	<1 μm
比較例1	ガスバリア	24時間放置	無し	3 μm
実施例2	ガスバリア	150°C30min	35°C	<1 μm
比較例2	ガスバリア	150°C30min	無し	10 μm
実施例3	ガスバリア	水5min	20°C	<1 μm
比較例3	ガスバリア	水5min	無し	6 μm
実施例4	ガスバリア	アセトン5min	21°C	<1 μm
比較例4	ガスバリア	アセトン5min	無し	5 μm
実施例5	PI	24時間放置	29°C	<1 μm
実施例6	PEN	24時間放置	27°C	<1 μm
実施例7	PET	24時間放置	22°C	<1 μm

【 0 0 8 4 】

表 1 に示されるように、フィルム基板を用いた場合には、模擬プロセスの実施の有無によらず、基板の伸縮によってアライメントマークの位置ズレが生じている。各フィルムの線膨張係数や吸湿膨張係数から、1 の温度変化や、1 % R H の湿度変化が生じて、アライメントマークの位置ズレを生じると考えられる。

また、この特性を利用して、基板の温度制御による伸縮制御処理を行う本発明によれば、アライメントマークの位置ズレを改善して、パターンズレの無いトランジスタを製造できる。

【 0 0 8 5 】

[実施例 8 および比較例 8]

実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

この基板を、実施例 1 と同様に、室温で 2 4 時間、放置した。

放置後、実施例 1 と同様にアライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは 3 μ m であった（比較例 8 ）。

【 0 0 8 6 】

次いで、ステージから基板を取り外し、キャリア基板としてのガラス板を剥離した。

その後、基板に、水に潜らせた空気を、3 0 秒間、吹き付けた。以下、水に潜らせた空気を『加湿空気』とも言う。加湿空気の吹き付けは、P E N フィルム側から行った。

加湿空気を吹き付けた後、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、1 μ m 未満であった（実施例 8 ）。

【 0 0 8 7 】

なお、本例、および、以降の実施例 9 ~ 1 4 では、顕微鏡のステージの加熱冷却機構は駆動していない。

【 0 0 8 8 】

[実施例 9 および比較例 9]

実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

この基板を、トランジスタの製造工程を想定した模擬プロセスとして、1 5 0 の環境に 3 0 分放置した。

放置後、実施例 1 と同様にアライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは 1 0 μ m であった（比較例 9 ）。

次いで、ステージから基板を取り外し、キャリア基板としてのガラス板を剥離した。

その後、P E N フィルム側から、基板に加湿空気を、2 分間、吹き付けた。

加湿空気を吹き付けた後、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、1 μ m 未満であった（実施例 9 ）。

【 0 0 8 9 】

10

20

30

40

50

[実施例 10 および比較例 10]

実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

この基板を、トランジスタの製造工程を想定した模擬プロセスとして、水に 5 分間浸漬した。

浸漬後、実施例 1 と同様にアライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは $6 \mu\text{m}$ であった (比較例 10)。

次いで、ステージから基板を取り外し、キャリア基板としてのガラス板を剥離した。

その後、PEN フィルム側から、基板に乾燥空気を、1 分間、吹き付けた。

乾燥空気を吹き付けた後、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、 $1 \mu\text{m}$ 未満であった (実施例 10)。

【 0090 】

[実施例 11 および比較例 11]

実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

この基板を、トランジスタの製造工程を想定した模擬プロセスとして、アセトンに 5 分間浸漬した。

浸漬後、実施例 1 と同様にアライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは $5 \mu\text{m}$ であった (比較例 11)。

次いで、ステージから基板を取り外し、キャリア基板としてのガラス板を剥離した。

その後、PEN フィルム側から、基板に乾燥空気を、1 分間、吹き付けた。

乾燥空気を吹き付けた後、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、 $1 \mu\text{m}$ 未満であった (実施例 11)。

【 0091 】

[実施例 12 ~ 14]

基板として、ガスバリアフィルムに変えて厚さ $100 \mu\text{m}$ の PI フィルムを用いた以外 (実施例 12)、

基板として、ガスバリアフィルムに変えて厚さ $100 \mu\text{m}$ の PEN フィルムを用いた以外 (実施例 13)、

基板として、ガスバリアフィルムに変えて厚さ $100 \mu\text{m}$ の PET フィルムを用いた以外 (実施例 14)、

は、実施例 1 と同様にして、4 隅に金のアライメントマークを有する基板を作製した。

【 0092 】

各基板を、実施例 1 と同様に、室温で 24 時間、放置した。

放置後、同じ顕微鏡のステージに基板を載置し、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。

次いで、ステージから基板を取り外し、キャリア基板としてのガラス板を剥離した。

その後、

基板に加湿空気を (実施例 12)、

基板に加湿空気を (実施例 13)、

基板に乾燥空気を (実施例 14)、

それぞれ、30 秒間、吹き付けた。

空気を吹き付けた後、実施例 1 と同様に、アライメントマークの位置ズレを測定した。その結果、アライメントマークの位置ズレは、いずれも $1 \mu\text{m}$ 未満であった。

結果を下記の表 2 にまとめて示す。

【 0093 】

10

20

30

40

【表 2】

表 2	基板	処理	湿度制御	位置ズレ
実施例8	ガスバリア	24時間放置	加湿空気	<1 μ m
比較例8	ガスバリア	24時間放置	無し	3 μ m
実施例9	ガスバリア	150°C30min	加湿空気	<1 μ m
比較例9	ガスバリア	150°C30min	無し	10 μ m
実施例10	ガスバリア	水5min	乾燥空気	<1 μ m
比較例10	ガスバリア	水5min	無し	6 μ m
実施例11	ガスバリア	アセトン5min	乾燥空気	<1 μ m
比較例11	ガスバリア	アセトン5min	無し	5 μ m
実施例12	PI	24時間放置	加湿空気	<1 μ m
実施例13	PEN	24時間放置	加湿空気	<1 μ m
実施例14	PET	24時間放置	乾燥空気	<1 μ m

10

【0094】

表 2 に示されるように、基板の温度制御に変えて、基板の湿度を制御することによっても、アライメントマークの位置ズレを改善して、パターンズレの無いトランジスタを製造できる。

20

【0095】

[実施例15]

図 1 (A) ~ 図 2 (G) に示す方法で、実施例 1 と同様の基板 10 の上に、16 個のボトムゲートボトムコンタクト型の有機薄膜トランジスタを作製した。実施例 1 と同様の基板 10 とは、前述のように、PEN フィルムを支持体として、支持体の表面に有機層を有し、有機層の上に無機層を有する、有機 - 無機積層型のガスバリアフィルムである。

【0096】

まず、基板 10 に、実施例 1 と同様の熱処理を行い、裏面にキャリア基板としてガラス板を貼着した。

この基板の無機層側の表面に、真空蒸着によって、厚さ 50 nm のアルミニウム膜を形成した。

30

次いで、フォトリソグラフィを用いるフォトリソグラフィによって、長さ 10 μ m のゲート電極 14 を形成した。また、ゲート電極 14 の形成と同時に、基板 10 の 4 隅に円形のアライメントマーク 12 を形成した。

【0097】

その上にゲート絶縁膜用組成物の PGMEA (プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート) 溶液をスピコートし、150 で 60 分間ベークを行い、膜厚 400 nm のゲート絶縁膜 16 を形成した。ゲート絶縁膜用組成物は、質量比 1 / 1 のポリビニルフェノール / メラミンを用い、PGMEA 溶液は溶液濃度を 2 質量%とした。

次いで、ゲート絶縁膜 16 の上に、金を真空蒸着して、金属層 30 を形成した。さらに、金属層 30 の上に、フォトリソグラフィを含む溶液をスピコートによって塗布して、レジスト層 32 を形成した。

40

【0098】

基板 10 に形成したアライメントマーク 12 に対応するアライメントマーク 36 を有するフォトリソグラフィ 34 を用いて、レジスト層 32 の露光を行った。

なお、露光に先立ち、フォトリソグラフィ 34 のアライメントマーク 36 を用いて、基板 10 のアライメントマーク 12 の位置ズレを検出した。さらに、露光前および露光中に、基板 10 を 36 に加熱した。

【0099】

露光後、レジスト層 32 を現像して不要なレジストを除去し、次いで、エッチングを行

50

って、チャンネル長 5 μm 、チャンネル幅 180 μm のソース電極 18 およびドレイン電極 20 を形成した。

【0100】

ソース電極 18 およびドレイン電極 20、ならびにゲート絶縁膜 16 の上に、厚さ 100 nm となるように有機半導体層 (TIPS-Pentacene) をスピコートで形成した。その後、カッターで素子毎に有機半導体層を分離して、半導体層 24 とした。

さらに、半導体層 24 の上に、封止層形成用組成物 (Cytop CTL-107MK、AGC 社製) をスピコートして、140 で 20 分間ベークを行い、厚さ 2 μm の封止層 (最上層) を形成して、16 個の有機薄膜トランジスタを得た。

【0101】

[実施例 16]

フォトマスク 34 を用いるレジスト層 32 の露光前および露光中における加熱に変えて、キャリア基板としてのガラス板を剥離し、支持体 (PEN フィルム側) から加湿空気を、2 分間、吹き付け、その後、フォトマスク 34 を用いる露光を行い、その後、再度、キャリア基板としてのガラス板を貼着して、これ以降の工程を行った以外は、実施例 15 と同様に、16 個の有機薄膜トランジスタを作製した。

【0102】

[比較例 12]

フォトマスク 34 を用いるレジスト層 32 の露光前および露光中における加熱を行わない以外は、実施例 15 と同様に、16 個の有機薄膜トランジスタを作製した。

【0103】

このようにして作製した有機薄膜トランジスタの各電極と、半導体パラメータ・アナライザ (4155C、Agilent Technologies 社製) に接続されたマニュアルプローバの各端子とを接続して、電界効果トランジスタ (FET) の評価を行なった。

その結果、実施例 15 および実施例 16 は、16 個の有機薄膜トランジスタが、全て、適正に作動した。

これに対し、比較例 12 では、16 個の有機薄膜トランジスタの内、4 個しか適正に作動しなかった。

【0104】

また、有機半導体として、TIPS-Pentacene に変えて C8-BTB T を使い、かつ、封止層を形成しない以外には、実施例 15 および 16、比較例 12 と同様に 16 個の有機薄膜トランジスタを作製し、同様の評価を行った。

その結果、フォトマスク 34 を用いるレジスト層 32 の露光に対応して、実施例 15 と同様の温度制御を行った場合、および、実施例 16 と同様の湿度制御を行った場合には、同様に、16 個の有機薄膜トランジスタが、全て、適正に作動した。

これに対し、比較例 12 と同様に伸長制御処理を行わなかった場合には、同様に、16 個の有機薄膜トランジスタの内、4 個しか適正に作動しなかった。

以上の結果より、本発明の効果は明らかである。

【産業上の利用可能性】

【0105】

フィルムを基板とする薄膜トランジスタの製造に、好適に利用可能である。

【符号の説明】

【0106】

- 10, 60 基板
- 12, 36 アライメントマーク
- 14 ゲート電極
- 16 ゲート絶縁膜
- 18 ソース電極
- 20 ドレイン電極
- 24 半導体層

10

20

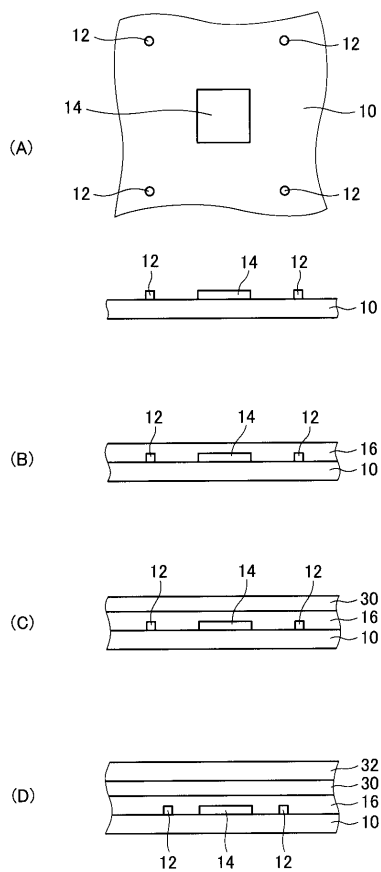
30

40

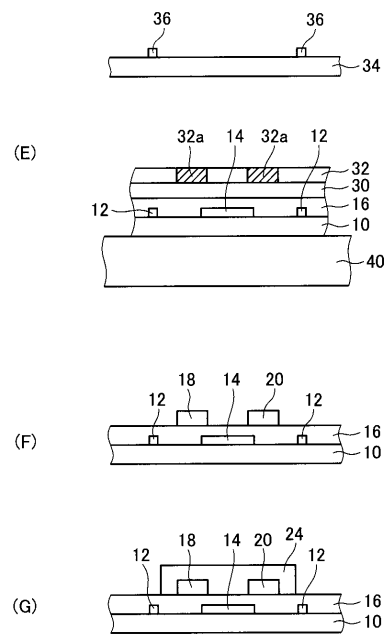
50

- 3 0 金属層
- 3 2 レジスト層
- 3 4 フォトマスク
- 4 8 製造装置
- 5 0 被処理材
- 5 2 処理済材
- 5 4 マーク検出部
- 5 6 伸縮制御部
- 5 6 a 制御部
- 5 6 b 温度調節手段
- 5 8 パターン形成部

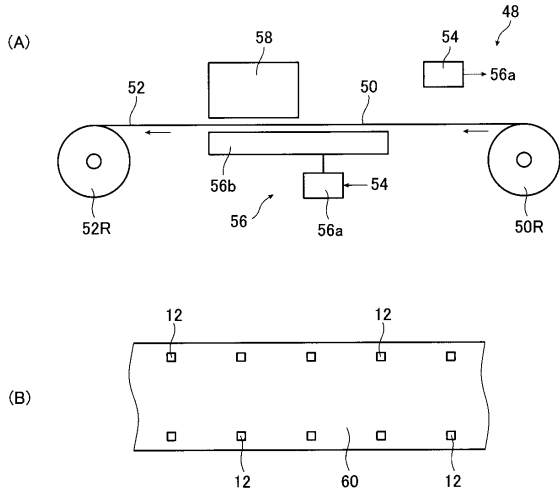
【図 1】



【図 2】



【 図 3 】



フロントページの続き

審査官 岩本 勉

- (56)参考文献 特開2011-022584(JP,A)
特開2012-203151(JP,A)
特開2010-266687(JP,A)
特開2010-073733(JP,A)
特開2012-212722(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027、21/336、29/786
G03F 9/00