

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-198822  
(P2008-198822A)

(43) 公開日 平成20年8月28日(2008.8.28)

| (5) Int.Cl.             | F I                  | テーマコード (参考) |
|-------------------------|----------------------|-------------|
| HO 1 L 21/20 (2006.01)  | HO 1 L 21/20         | 4 K 0 3 0   |
| C 2 3 C 16/48 (2006.01) | C 2 3 C 16/48        | 4 M 1 0 4   |
| HO 1 L 21/285 (2006.01) | HO 1 L 21/285 C      | 5 F 1 1 0   |
| HO 1 L 21/02 (2006.01)  | HO 1 L 21/02 Z       | 5 F 1 5 2   |
| HO 1 L 21/336 (2006.01) | HO 1 L 29/78 6 2 7 C |             |

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-33111 (P2007-33111)  
(22) 出願日 平成19年2月14日 (2007.2.14)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100095728  
弁理士 上柳 雅誉  
(74) 代理人 100127661  
弁理士 官坂 一彦  
(72) 発明者 田中 英樹  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
Fターム(参考) 4K030 BA02 BA17 BB14 FA12 LA15  
4M104 AA01 AA08 AA09 BB02 BB17  
CC01 CC05 DD16 DD43 DD48  
DD81 DD91 FF13 GG09 HH20

最終頁に続く

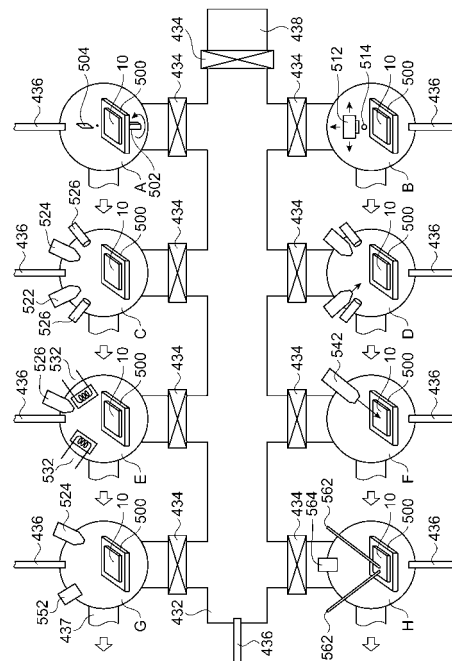
(54) 【発明の名称】 パターン形成方法、電子装置の製造方法、および電子装置の製造装置

(57) 【要約】

【課題】低コストの表面処理方法を提供して、電子装置の試作等に要するコストを削減する。

【解決手段】エネルギービーム照射手段412と、ガス排気手段と、基板10を保持可能な基板保持手段418と、を内部に備える真空処理室402と、ガス供給手段と、ガス排気手段と、基板10を保持可能な基板保持手段418と、を備え、基板保持手段418で保持された基板10上に液材を供給する液材供給手段422とを備える液材供給室404と、真空処理室402と液材供給室404との間を連絡する搬送路と、上記通路を開閉するゲートバルブと、真空処理室402と液材供給室404との間を基板10を搬送可能な搬送手段436と、上記真空処理室および上記液材処理室の少なくともどちらか一方に連通する基板搬入口438と、を備えることを特徴とする電子装置の製造装置。

【選択図】 図11



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

エネルギービーム照射手段と、第 1 ガス排気手段と、基板を保持可能な第 1 基板保持手段と、を内部に備える真空処理室と、

第 1 ガス供給手段と、第 2 ガス排気手段と、前記基板を保持可能な第 2 基板保持手段と、を備え、前記第 2 基板保持手段で保持された前記基板上に液材を供給する液材供給手段を備える液材供給室と、

前記真空処理室と前記液材供給室との間を連絡する搬送路と、

前記搬送路を開閉する第 1 ゲートバルブと、

前記真空処理室と前記液材供給室との間を前記基板を搬送可能な搬送手段と、

前記真空処理室および前記液材供給室の少なくともどちらか一方に連通する基板搬入口と、

を備えることを特徴とする電子装置の製造装置。

**【請求項 2】**

前記エネルギービームは第 1 電子ビームであることを特徴とする請求項 1 に記載の電子装置の製造装置。

**【請求項 3】**

前記真空処理室はガス供給源を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電子装置の製造装置。

**【請求項 4】**

前記エネルギービームは収束イオンビームであることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の電子装置の製造装置。

**【請求項 5】**

少なくとも前記レーザービーム照射手段と第 3 ガス排気手段と前記基板を保持可能な第 3 基板保持手段とを備えており、第 2 ゲートバルブを介して前記搬送路と連通するレーザーアニール室をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電子装置の製造装置。

**【請求項 6】**

少なくとも加熱手段と第 2 ガス供給手段と第 4 ガス排気手段と前記基板を保持可能な第 4 基板保持手段とを備えており、前記搬送路と第 3 ゲートバルブを介して連通する加熱室をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電子装置の製造装置。

**【請求項 7】**

第 2 電子ビームを発生し、当該第 2 電子ビームで前記基板上を照射可能な電子ビーム照射手段と、照射された前記第 2 電子ビームが前記基板上で反射して生じる第 3 電子ビームを検出する検出部と、を備える電子顕微鏡室をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電子装置の製造装置。

**【請求項 8】**

外部の測定器と電氣的に導通し、前記基板上の所定の部分に接触可能なプローブ針と、前記基板を保持可能な第 5 基板保持手段と、を備え、前記搬送路と第 4 ゲートバルブを介して連通するナノプローブ室をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電子装置の製造装置。

**【請求項 9】**

基板上の第 1 の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、

前記第 1 の領域に機能性材料と溶媒とを含む液材を滴下する液材滴下工程と、を有し、

前記照射工程と前記液材滴下工程との間は、前記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とするパターン形成方法。

**【請求項 10】**

基板上の第 1 の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、

前記ダングリングボンドと結合して当該結合により親液性表面を形成する性質を有するガスを供給することにより、機能性材料と溶媒とを含む液材に対する前記第 1 の領域の親液性を高めるガス処理工程と、

前記第 1 の領域に前記液材を滴下する滴下工程と、  
を含み、

前記照射工程と前記ガス処理工程との間、および前記ガス処理工程と前記滴下工程との間は、前記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とするパターン形成方法。

10

【請求項 1 1】

基板上の、第 1 の領域以外の領域である第 2 の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、

前記ダングリングボンドと結合して当該結合により撥液性表面を形成する性質を有するガスを供給することにより、機能性材料と溶媒とを含む液材に対する前記第 2 の領域の撥液性を高めるガス処理工程と、

前記第 1 の領域に前記液材を滴下する滴下工程と、  
を含み、

前記照射工程と前記ガス処理工程との間、および前記ガス処理工程と前記滴下工程との間は、前記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とするパターン形成方法。

20

【請求項 1 2】

基板上の第 1 の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、

前記第 1 の領域に機能性材料と溶媒とを含む液材を滴下した後に前記溶媒を除去して、前記機能性材料を含む薄膜を形成する薄膜形成工程と、  
を有し、

前記照射工程と前記薄膜形成工程との間は、前記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする電子装置の製造方法。

30

【請求項 1 3】

基板上の第 1 の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、

前記ダングリングボンドと結合して、当該結合により親液性表面を形成する性質を有するガスを供給することにより、機能性材料と溶媒とを含む液材に対する前記第 1 の領域の親液性を高めるガス処理工程と、

前記第 1 の領域に前記液材を滴下した後に前記溶媒を除去して、前記機能性材料を含む薄膜を形成する薄膜形成工程と、  
を有し、

前記照射工程と前記ガス処理工程との間、および前記ガス処理工程と前記薄膜形成工程との間は、前記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする電子装置の製造方法。

40

【請求項 1 4】

基板上の、第 1 の領域以外の領域である第 2 の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、

前記基板を形成する材料とは反応せず、前記ダングリングボンドとは結合して表面を撥液性にする性質を有するガスを供給して、機能性材料と溶媒とを含む液材に対する前記第 2 の領域の撥液性を高めるガス処理工程と、

前記ダングリングボンドと結合して、当該結合により撥液性表面を形成する性質を有するガスを供給することにより、前記液材に対する前記第 2 の領域の撥液性を高めるガス処理工程と、

50

前記第 1 の領域に前記液材を滴下した後に前記溶媒を除去して、前記機能性材料を含む薄膜を形成する薄膜形成工程と、  
を有し、

前記照射工程と前記ガス処理工程との間、および前記ガス処理工程と前記薄膜形成工程との間は、前記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする電子装置の製造方法。

【請求項 15】

前記薄膜形成工程の後に、前記薄膜の周縁部に収束イオンビームを照射して、当該周縁部を整形するリファイン工程をさらに含むことを特徴とする請求項 12 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の電子装置の製造方法。

10

【請求項 16】

前記機能性材料がシリコンであり、前記薄膜がシリコン層であることを特徴とする請求項 12 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の電子装置の製造方法。

【請求項 17】

前記シリコン層にレーザービームを照射して結晶化する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 16 に記載の電子装置の製造方法。

【請求項 18】

ゲート電極が形成された前記基板の上に、少なくともシリコンを含有する液材を塗布し、固体化および酸化することによりシリコン酸化膜を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 17 に記載の電子装置の製造方法。

20

【請求項 19】

収束イオンビームを用いて、前記シリコン層の一部であるチャンネル層上に前記シリコン酸化膜を介して局所的に導電性物質を積層して、前記ゲート電極を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 18 に記載の電子装置の製造方法。

【請求項 20】

層間絶縁膜の一部を収束イオンビームを用いて局所的に除去して、前記チャンネル層上の前記ゲート電極と重ならない領域にコンタクトホールを形成する工程と、

前記コンタクトホール内に導電性物質を充填してソース電極およびドレイン電極を形成する工程と、

をさらに含むことを特徴とする請求項 19 に記載の電子装置の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はパターン形成方法、電子装置の製造方法、および電子装置の製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子等の電子装置の形成工程における、導電性材料等の機能性材料からなる薄膜のパターンを形成する方法として、液材を滴下する手法が提案されている。ガラス等からなる基板表面に、機能性材料と溶媒とからなる液材を滴下し、溶媒を乾燥除去して薄膜パターンを形成する手法である。従来から薄膜パターンの形成に用いられているフォトリソグラフィ法に比較して、大掛かりな設備を必要とせず、材料の使用量も少なくてすむという利点がある。

40

しかしながら、滴下された液材は、溶媒を除去するまでの間が不安定な状態にあるため、滴下された液材が基板表面で大きく広がるといった問題が生じ得る。また、滴下直後の形状がそのまま膜パターンの輪郭に残ってしまうという問題も生じ得る。かかる問題を抑制する手段として、基板表面のパターンを形成すべき領域以外の領域に撥液性処理を行い、滴下された液材がパターンを形成すべき領域外へ広がることを抑制する手法がある。

このような撥液処理としては、例えばシランカップリング剤処理など、表面自由エネルギーの高い化合物を使用する方法が知られている（例えば特許文献 1 および 2 を参照）。

50

シランカップリング剤による表面処理は安定的な撥液性領域を形成できるため、その後の滴下工程を自由な雰囲気中で行えるという利点がある。

【0003】

【特許文献1】特開2004-200244号公報

【特許文献2】特開2005-109184号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、シランカップリング剤による表面処理は薬剤自体が比較的高価であることから、当該手法を用いた電子装置のコスト上昇要因となっていた。また、処理に比較的時間を要するため、電子装置の試作に適用しづらいという問題があった。

本発明はかかる課題を解決するものであり、その目的は、低コストの表面処理方法を提供して、電子装置の試作等に要するコストを削減することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明にかかる電子装置の製造装置は、エネルギービーム照射手段と、第1ガス排気手段と、基板を保持可能な第1基板保持手段と、を内部に備える真空処理室と、第1ガス供給手段と、第2ガス排気手段と、上記基板を保持可能な第2基板保持手段と、を備え、上記第2基板保持手段で保持された上記基板上に液材を供給する液材供給手段を備える液材供給室と、上記真空処理室と上記液材供給室との間を連絡する搬送路と、上記搬送路を開閉する第1ゲートバルブと、上記真空処理室と上記液材供給室との間を上記基板を搬送可能な搬送手段と、上記真空処理室および上記液材供給室の少なくともどちらか一方に連通する基板搬入口と、を備えることを特徴とする。

【0006】

かかる構成によれば、エネルギービーム照射手段により上記基板上のパターンを形成すべき領域を選択的に照射してダングリングボンドを形成し、当該領域を親液性にできる。そして当該基板を大気に晒すことなく液材供給室へ搬送し、上記領域に液材を滴下し、溶媒を除去することで、上記領域にのみ薄膜を形成できる。したがって、かかる構成により基板表面の処理を簡素化でき、液材の滴下による薄膜パターンの形成を低コストで実施できる。

【0007】

好ましくは、上記エネルギービームは第1電子ビームであることを特徴とする。

電子ビームは収束性が高いので、上記パターンを形成すべき領域を高い精度で選択でき、高精細な薄膜パターンを形成できる。

【0008】

また、好ましくは、上記真空処理室はガス供給源を備えることを特徴とする。

かかる構成によれば、上記パターンを形成すべき領域以外の領域をエネルギービームで照射してダングリングボンドを形成した後、当該領域に別途ガスを反応させて、当該領域の表面の性質を改質できる。その結果、ダングリングボンドが形成された表面に比べてより安定的な表面を形成することで上記液材供給室中の気体の影響を抑制でき、高精細な薄膜パターンの形成を高い再現性で行うことが可能となる。

【0009】

また、好ましくは、上記エネルギービームは収束イオンビームである。

かかる構成により、上記真空処理室内でも薄膜のパターニングが可能となる。また、上記ガス供給源からアシストガスを供給しつつ上記収束イオンビームを照射することで、上記基板表面に薄膜を形成することも可能となる。したがって、上記製造装置内で実施できる工程の範囲を広げることができる。

【0010】

また、好ましくは、上記電子装置の製造装置は、少なくとも上記レーザービーム照射手段と第3ガス排気手段と前記基板を保持可能な第3基板保持手段とを備えており、第2ゲ

10

20

30

40

50

ートバルブを介して上記搬送路と連通するレーザーアニール室をさらに備える。

かかる構成により、上記液材供給室で形成した薄膜に同一装置内でアニール処理を施すことができる。したがって、上記製造装置内で実施できる工程の範囲をさらに広げることができる。

【0011】

また、好ましくは、上記電子装置の製造装置は、少なくとも加熱手段と第2ガス供給手段と第4ガス排気手段と上記基板を保持可能な第4基板保持手段とを備えており、上記搬送路と第3ゲートバルブを介して連通する加熱室をさらに備える。

かかる構成により、上記液材供給室で形成した薄膜に同一装置内で加熱による酸化処理等を施すことができる。したがって、上記製造装置内で実施できる工程の範囲を広げることができる。

10

【0012】

また、好ましくは、上記電子装置の製造装置は、第2電子ビームを発生し当該第2電子ビームで上記基板上を照射可能な電子ビーム照射手段と、照射された上記第2電子ビームが上記基板上で反射して生じる第3電子ビームを検出する検出部と、を備える電子顕微鏡室をさらに備える。

かかる構成により電子装置の製造のプロセス途中での寸法の測定や形状の評価等が可能となる。したがって電子装置の試作等に要する時間を短縮できる。

【0013】

また、好ましくは、上記電子装置の製造装置は、外部の測定器と電気的に導通し、上記基板上の所定の部分に接触可能なプローブ針と、上記基板を保持可能な第5基板保持手段と、を備え、上記搬送路と第4ゲートバルブを介して連通するナノプローブ室をさらに備える。

20

かかる構成により電子装置の製造のプロセス途中での特性評価が可能となる。したがって電子装置の試作および評価等に要する時間を短縮できる。

【0014】

上記課題を解決するために、本発明にかかるパターン形成方法は、基板上の第1の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、上記第1の領域に機能性材料と溶媒とを含む液材を滴下する液材滴下工程と、を有し、上記照射工程と上記液材滴下工程との間は、上記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする。雰囲気中で保持することを特徴とする。

30

【0015】

かかるパターン方法によれば、基板上の任意の領域を親液性にして、当該性質を保ったまま当該領域に液材を滴下できる。したがって、高精細なパターンを低コストで形成できる。

【0016】

また、上記課題を解決するために、本発明にかかるパターン形成方法は、基板上の第1の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、上記ダングリングボンドと結合して当該結合により親液性表面を形成する性質を有するガスを供給することにより、機能性材料と溶媒とを含む液材に対する上記第1の領域の親液性を高めるガス処理工程と、上記第1の領域に上記液材を滴下する滴下工程と、を含み、上記照射工程と上記ガス処理工程との間、および上記ガス処理工程と上記滴下工程との間は、上記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする。

40

【0017】

かかるパターン方法によれば、パターンを形成すべき第1の領域をダングリングボンドによるよりも安定的な親液性にできる。そして上記基板をコントロールされた雰囲気中で保持することにより、当該性質が劣化することを抑制しつつ当該基板上に液材を滴下できる。したがって、低コストかつ高い再現性で高精細なパターンを形成できる。

【0018】

また、上記課題を解決するために、本発明にかかるパターン形成方法は、基板上の、第

50

1の領域以外の領域である第2の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、上記ダングリングボンドと結合して当該結合により撥液性表面を形成する性質を有するガスを供給することにより、機能性材料と溶媒とを含む液材に対する上記第2の領域の撥液性を高めるガス処理工程と、上記第1の領域に上記液材を滴下する滴下工程と、を含み、上記照射工程と上記ガス処理工程との間、および上記ガス処理工程と上記滴下工程との間は、上記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする。

【0019】

かかるパターン方法によれば、パターンを形成すべき第1の領域の周囲を撥液性にできる。そして上記基板をコントロールされた雰囲気中で保持することにより、当該性質が劣化することを抑制しつつ当該基板上に液滴を滴下できる。したがって、低コストかつ高い再現性で高精細なパターンを形成できる。

10

【0020】

上記課題を解決するために、本発明にかかる電子装置の製造方法は、基板上の第1の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、上記第1の領域に機能性材料と溶媒とを含む液材を滴下した後に上記溶媒を除去して、上記機能性材料を含む薄膜を形成する薄膜形成工程と、を有し、上記照射工程と上記薄膜形成工程との間は、上記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする。

【0021】

かかる製造方法によれば、マスク等を用いずに形成した薄膜パターンを出発点として電子装置を形成できる。したがって、薄膜パターンを構成要素に含む電子装置を、比較的 low コストで製造できる。

20

【0022】

また、上記課題を解決するために、本発明にかかる電子装置の製造方法は、基板上の第1の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、上記ダングリングボンドと結合して、当該結合により親液性表面を形成する性質を有するガスを供給することにより、機能性材料と溶媒とを含む液材に対する上記第1の領域の親液性を高めるガス処理工程と、上記第1の領域に上記液材を滴下した後に上記溶媒を除去して、上記機能性材料を含む薄膜を形成する薄膜形成工程と、を有し、上記照射工程と上記ガス処理工程との間、および上記ガス処理工程と上記薄膜形成工程との間は、上記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする。

30

【0023】

かかる製造方法によれば、パターンを形成すべき第1の領域をダングリングボンドによるよりも安定的な親液性にできる。したがって、薄膜パターンを構成要素に含む電子装置を比較的 low コストかつ高い再現性で製造できる。

【0024】

また、上記課題を解決するために、本発明にかかる電子装置の製造方法は、基板上の、第1の領域以外の領域である第2の領域にエネルギービームを照射してダングリングボンドを形成する照射工程と、上記基板を形成する材料とは反応せず、上記ダングリングボンドとは結合して表面を撥液性にする性質を有するガスを供給して、機能性材料と溶媒とを含む液材に対する上記第2の領域の撥液性を高めるガス処理工程と、上記ダングリングボンドと結合して、当該結合により撥液性表面を形成する性質を有するガスを供給することにより、上記液材に対する上記第2の領域の撥液性を高めるガス処理工程と、上記第1の領域に上記液材を滴下した後に上記溶媒を除去して、上記機能性材料を含む薄膜を形成する薄膜形成工程と、を有し、上記照射工程と上記ガス処理工程との間、および上記ガス処理工程と上記薄膜形成工程との間は、上記基板を大気に晒さずコントロールされた雰囲気中で保持することを特徴とする。

40

【0025】

かかる製造方法によれば、パターンを形成すべき第1の領域の周囲を撥液性にした後、

50

液滴を滴下するため、より一層高精細な薄膜パターンを形成し、当該薄膜パターンを出発点として電子装置を形成できる。したがって、より一層高精細な薄膜パターンを構成要素に含む電子装置を低コストかつ高い再現性で製造できる。

【0026】

好ましくは、上記薄膜形成工程の後に、上記薄膜の周縁部に収束イオンビームを照射して、当該周縁部を整形するリファイン工程をさらに含むことを特徴とする。

かかる製造方法によれば、表面の性状を変化させて得た精細な薄膜パターンをさらに整形するため、より一層高精細な電子装置を低コストで製造できる。

【0027】

また、好ましくは、上記機能性材料がシリコンであり、上記薄膜がシリコン層であることを特徴とする。

かかる製造方法により得られるシリコンパターンをチャンネル層として用いることで、基板上に薄膜トランジスタを形成できる。

【0028】

また、好ましくは、上記シリコン層にレーザービームを照射して結晶化する工程をさらに含むことを特徴とする。

かかる方法により、上記シリコン層をチャンネル層とする薄膜トランジスタの電気的特性を向上させることができる。

【0029】

また、好ましくは、ゲート電極が形成された上記基板上に、少なくともシリコンを含有する液材を塗布し、固体化および酸化することによりシリコン酸化膜を形成する工程をさらに含む。

また、収束イオンビームを用いて、上記シリコン層の一部であるチャンネル層上に上記シリコン酸化膜を介して局所的に導電性物質を積層して、上記ゲート電極を形成する工程をさらに含むことが好ましい。

【0030】

さらに、層間絶縁膜の一部を収束イオンビームを用いて局所的に除去して、上記チャンネル層上の上記ゲート電極と重ならない領域にコンタクトホールを形成する工程と、上記コンタクトホール内に導電性物質を充填してソース電極およびドレイン電極を形成する工程を、をさらに含むことが好ましい。

【0031】

これらの製造方法により、同一の装置内で実施可能な工程の範囲を拡大でき、低コストで電子装置の試作および評価が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。なお、以下に示す各図においては、各構成要素を図面上で認識され得る程度の大きさとするため、各構成要素の寸法や比率を実際のものとは適宜に異ならせてある。

【0033】

(パターン形成方法)

図1～図3に、本発明にかかるパターン形成方法を具体化した実施形態として、インクジェット法を用いて、石英基板(以下、「基板」と称する。)上に機能性材料としての多結晶シリコンの薄膜パターンを形成する方法を示す。なおインクジェット法とは、パターン形成材料が溶解又は分散された液材を滴下した後、溶媒を乾燥除去してパターンを形成する手法である。

【0034】

(第1の実施形態)

図1は第1の実施形態にかかるパターン形成方法を示すものであり、基板表面にダンダリングボンドを形成することにより親液性を向上させて、基板上に高精細なパターンを形成するものである。

10

20

30

40

50

## 【0035】

まず図1(a)に示すように、真空雰囲気中に保持している基板10上のパターンを形成すべき第1の領域100に、エネルギービームとしての電子ビーム106を照射する。電子ビームに替えてイオンビーム、又は電磁波のビームを照射してもよい。基板10を構成する石英(酸化シリコン= $\text{SiO}_2$ )の酸素原子104は、基板10表面では水素原子と共有結合していることが多い。当該共有結合に上述する電子ビーム106が照射されると、衝撃により水素原子が強制的に分離される。その結果、第1の領域100には結合に関与しない電子が生じ、結合手が形成される。当該結合手がダングリングボンド102である。なお、基板10表面の酸素原子104が水素原子と結合していない場合においても、上記照射の衝撃により電子の一部が飛ばされてダングリングボンドは形成され得る。

10

## 【0036】

次に図1(b)に示すように、第1の領域に機能性材料としてのシリコン化合物を溶媒に分散して得られる機能性液材108をインクジェット装置のノズル110から滴下する。上述したように第1の領域はダングリングボンド102が形成されているため、周囲の領域に比べて親液性が相対的に向上している。したがって、上記液材は第1の領域以外の領域、すなわち第1の領域100の周辺の領域に流出することが抑制される。

## 【0037】

上記シリコン化合物は、一般式 $\text{Si}_n\text{H}_m$ (ここで、 $n$ は5以上の整数を表し、 $m$ は $n$ または $2n-2$ または $2n$ の整数)で表される水素とシリコンの化合物である。 $n$ が5以上20以下であるものが好ましく、 $n$ が5又は6であるものがより好ましい。

20

また、本実施形態の液材に用いる溶媒は、溶質であるシリコン化合物を溶解し、当該シリコン化合物と反応しないものであれば特に限定されない。具体的には、トルエン、キシレン等の炭化水素系溶媒、あるいはエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル等のエーテル系溶媒が好ましい。

## 【0038】

次に図1(c)に示すように、基板10上に滴下された機能性液材108から溶媒を乾燥除去して固形化する。100 から200 に加熱することで溶媒を乾燥除去できる。そしてさらに300 まで加熱することで、シリコン化合物を熱分解して、シリコンの微粒子からなる薄膜パターン112を得ることができる。

## 【0039】

最後に図1(d)に示すように、薄膜パターン112にレーザービーム114を照射して溶融再結晶化させて、多結晶シリコン膜116に変換する。レーザービームを照射する工程は窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガス、もしくはこれらの不活性ガスに水素などの還元性ガスを混入したガス等の、酸素を含まない雰囲気中で行うことが好ましい。

30

## 【0040】

本実施形態にかかるパターン形成方法によれば、基板10上に液材を滴下する前にパターンを形成すべき第1の領域100を親液性にするため、所定の膜厚の多結晶シリコン膜を形成するために十分な量の液材を滴下した場合でも、第1の領域100の周囲へ流出することが抑制される。また上述の、基板10上の一部の領域を選択的に親液性とする工程を電子ビームの照射で行うため、フォトマスク等を用いずに実施できる。したがって、上述する照射を行わずに液材を滴下する態様に比べて高精細なパターンをコストの上昇を抑制しつつ得ることができる。

40

なお、溶媒を乾燥除去後にさらに加熱することにより、レーザービームを用いずに、多結晶シリコン膜を得ることも可能である。

## 【0041】

(第2の実施形態)

図2は、第2の実施形態にかかるパターン形成方法を示すものである。第1の実施形態とは、電子ビームの照射により形成したダングリングボンド102をそのまま利用するのではなく、他のガスを作用させて、安定性および親液性が向上したパターンを得る点で異なっている。以下、図に基づいて各工程を述べる。

50

## 【 0 0 4 2 】

まず図 2 ( a ) に示すように、第 1 の実施形態と同様に真空雰囲気中に保持した基板 1 0 上のパターンを形成すべき第 1 の領域 1 0 0 に、エネルギービームとしての電子ビーム 1 0 6 を照射する。第 1 の領域 1 0 0 の表面において、基板 1 0 を構成する酸化シリコン (  $\text{SiO}_2$  ) の酸素原子 1 0 4 と共有結合している水素原子が衝撃により強制的に分離されてダングリングボンド 1 0 2 が形成される。

## 【 0 0 4 3 】

次に図 2 ( b ) に示すように、基板 1 0 を  $\text{NH}_3$  ガス 1 2 0 雰囲気中に晒す。電子ビームは真空中 ( 真空チャンパー内 ) で照射するので、照射後に当該チャンパー内に  $\text{NH}_3$  ガス 1 2 0 を導入すれば、ダングリングボンド 1 0 2 が形成された基板 1 0 の表面が  $\text{NH}_3$  ガス 1 2 0 に晒される。 $\text{NH}_3$  ガス 1 2 0 はダングリングボンド 1 0 2 と結合して  $\text{NH}$  基 1 2 2 を形成する。 $\text{NH}$  基 1 2 2 はダングリングボンド 1 0 2 に比べて安定的なため、ダングリングボンド 1 0 2 による親液性表面よりも安定的かつ親液性が向上した表面が形成される。その態様を図 4 ( a ) ~ 図 4 ( c ) に示す。

## 【 0 0 4 4 】

図 4 ( a ) に示すように、基板表面は、酸素原子が水素原子と結合して  $\text{OH}$  基が形成されている。その状態に電子ビームを照射すると、図 4 ( b ) に示すように衝撃により水素原子が飛ばされて、残った酸素原子は電気的に活性なラジカル状態となる。かかる表面に  $\text{NH}_3$  ガスを作用させると、図 4 ( c ) に示すように酸素原子と  $\text{NH}_3$  分子が結合して  $\text{NH}$  基が形成される。 $\text{NH}$  基が形成された表面は、ダングリングボンドが形成された表面に比べて、上述のシリコン化合物を溶媒に分散して得られる機能性液材 1 0 8 に対する親液性が向上する。

## 【 0 0 4 5 】

ダングリングボンド 1 0 2 を形成した後、図 2 ( c ) に示すように第 1 の領域 1 0 0 に機能性材料としてのシリコン化合物を溶媒に分散して得られる機能性液材 1 0 8 を、インクジェット装置のノズル 1 1 0 から滴下する。上述したように第 1 の領域 1 0 0 は親液性が向上しているため、機能性液材 1 0 8 は第 1 の領域 1 0 0 以外の領域に流出することが抑制される。

## 【 0 0 4 6 】

次に図 2 ( d ) に示すように、上記第 1 の実施形態と同様に、基板 1 0 上に滴下された機能性液材 1 0 8 から溶媒を乾燥除去してシリコンの微粒子からなる薄膜パターン 1 1 2 を得る。

## 【 0 0 4 7 】

最後に図 2 ( e ) に示すように、薄膜パターン 1 1 2 にレーザービーム 1 1 4 を照射して熔融再結晶化させて、多結晶シリコン膜 1 1 6 を得る。

## 【 0 0 4 8 】

本実施形態のパターン形成方法は電子ビームの照射により形成したダングリングボンド 1 0 2 に  $\text{NH}_3$  ガス 1 2 0 を作用させた後に液材を滴下することが特徴である。酸素ラジカルに他の分子を結合させているため、真空度が低い雰囲気中でも安定的な親液性表面が得られる。一般に液材を滴下する工程では、溶媒の揮発等により電子ビームを照射するチャンパーほどの真空度を保つことは困難である。しかし、パターンを形成すべき第 1 の領域 1 0 0 は真空度が低い雰囲気中でも親液性が保たれるため、高精細なパターンを高い再現性で形成できる。

## 【 0 0 4 9 】

( 第 3 の実施形態 )

図 3 は、第 3 の実施形態にかかるパターン形成方法を示すものである。第 1、第 2 の実施形態と異なり、パターンを形成すべき第 1 の領域 1 0 0 ではなく、その周囲の第 2 の領域 1 0 1 に電子ビームを照射することが特徴である。以下、各工程を述べる。

## 【 0 0 5 0 】

まず図 3 ( a ) に示すように、真空雰囲気中に保持した基板 1 0 上の、パターンを形成

10

20

30

40

50

すべき第1の領域100以外の領域である第2の領域101に、エネルギービームとしての電子ビーム106を照射する。第2の領域101の表面において、基板10を構成する酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )の酸素原子104と共有結合している水素原子が衝撃により強制的に分離されてダングリングボンド102が形成される。

#### 【0051】

次に図3(b)に示すように、基板10を、ダングリングボンド102と結合して表面を撥液性にする性質を有するガスとしてのエチルベンゼンガス126の雰囲気中に晒す。電子ビームは真空中(真空チャンパー内)で照射するので、照射後に当該チャンパー内にエチルベンゼンガス126を導入する。ダングリングボンド102にエチルベンゼンガス126が結合して $\text{CF}_3$ 基128が形成される。その結果、第2の領域101の表面は、後述するシリコン化合物を溶媒に分散して得られる機能性液材108に対する撥液性が向上する。その態様を図5に示す。

10

#### 【0052】

図5(a)に示すように、基板表面は、酸素原子が水素原子と結合してOH基が形成されている。その状態に電子ビームを照射すると、図5(b)に示すように衝撃により水素原子が飛ばされて、残った酸素原子は電気的に活性なラジカル状態となる。かかる状態の表面にエチルベンゼンガス作用させると、図5(c)に示すように $\text{CF}_3$ 基が生じ、当該領域は撥液性が向上する。

#### 【0053】

次に図3(c)に示すように、第1の実施形態と同様に、第1の領域100に機能性材料としてのシリコン化合物を溶媒に分散して得られる機能性液材108を滴下する。上述したように第2の領域101は機能性液材108に対する撥液性が向上しているため、第1の領域100に滴下された機能性液材108は、第2の領域101、すなわち第1の領域100の周囲の領域へ流出することが抑制される。

20

#### 【0054】

次に図3(d)に示すように、上記第1の実施形態と同様に、基板10上に滴下された液材108から溶媒を乾燥除去して、シリコンの微粒子からなる薄膜パターン112を得る。

#### 【0055】

最後に図3(e)に示すように、上記薄膜パターンにレーザービーム114を照射して溶融再結晶化させて、多結晶シリコン膜116に変換する。

30

#### 【0056】

本実施形態のパターン形成方法は、電子ビームをパターンを形成すべき領域ではなく、当該領域以外の領域に照射することに特徴がある。滴下された機能性液材108を第1の領域100の範囲内に収めようとする力が常に働くので、より一層高精細なパターンを形成できる。

また、酸素ラジカルを発生させて活性化した表面に他の分子を結合させて撥液性の表面を形成しているため、真空度が低い雰囲気中でも安定的な撥液性表面が得られる。したがってより一層高い再現性で、高精細なパターンを形成できる。

#### 【0057】

40

(電子装置の製造方法)

次に、図6~図9を参照して、本発明にかかる電子装置の製造方法について説明する。図6(a)~(d)、図7(a)~(d)、図8(a)~(c)、および図9(a)~(c)は、電子装置としての薄膜トランジスタ(以下、「TFT」と称する。)の製造工程を示す模式断面図である。

#### 【0058】

まず、図6(a)に示すように、基板10上の、TFTを形成すべき第1の領域202の周辺の領域である第2の領域204に、電子ビーム206を照射する。電子の衝撃により基板10表面の酸素原子208と結合していた水素原子、および/または基板10表面の電子が飛ばされて、ダングリングボンド210が形成される。

50

## 【0059】

次に、図6(b)に示すように、基板10を所定の時間、エチルベンゼンガス212雰囲気中に静置する。上述のパターン形成方法の実施形態で述べたように、ダングリングボンド210にエチルベンゼンガスが結合して、 $CF_3$ 基214を形成する。 $CF_3$ 基214はフッ素原子により撥液性を有する。したがって、第2の領域204は、少なくとも後述するシリコン化合物の溶質を溶媒に分散した液材に対する撥液性が高められる。

## 【0060】

次に、図6(c)に示すように、パターンを形成すべき第1の領域202に、シリコン化合物の溶質を溶媒に分散した液材216をインクジェットヘッド218から滴下する。シリコン化合物および溶媒は上記パターン形成方法の第1の実施形態で述べたものが好ましい。

10

## 【0061】

次に、図6(d)に示すように、シリコン化合物の溶質を溶媒に分散した液材216を100ないし200に加熱することで、溶媒を乾燥除去して、シリコンの微粒子からなる薄膜パターン220を得る。

薄膜パターン220は、上述のダングリングボンド210の効果により高精細に形成可能であるが、電子ビーム206を用いてさらに形状を整えることも可能である。薄膜パターン220の周縁部に電子ビーム206を照射することで、形状を小さくする方向に調整(リファイン)可能である。

## 【0062】

次に、図7(a)に示すように、薄膜パターン220にレーザービーム222を照射して加熱することにより薄膜パターン220を溶融再結晶化して、チャンネル層としての多結晶シリコンパターン224を得る。当該レーザー照射は、上記パターン形成方法の第1の実施形態で述べたように、酸素を含まない雰囲気中で行うことが好ましい。

20

## 【0063】

次に、基板10上全面にシリコン薄膜を形成する。まず、図7(b)に示すように、シリコンの微粒子を含有する液材228を、図示しない液材供給源に連通するノズル226から基板10の中央部に滴下する。そして基板10を回転させて均一に分布させるスピンコート法により、液材228を基板10全面に行き渡らせて、シリコンの微粒子を含有する液材228の薄膜を形成する。遠心力で液材を広げるため、基板10表面の性質の差の有無にかかわらず、ほぼ均一な厚さに液材228を分布させることができる。次に、図7(c)に示すように、基板10全体を加熱し、シリコンの微粒子を含有する液材228から溶媒を乾燥除去して、シリコン薄膜230を形成する。

30

## 【0064】

次に、図7(d)に示すように、基板10を酸素分子232を含む雰囲気中で1000以上に加熱することによりシリコン薄膜230を熱酸化して、シリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜234を形成する。なお、加熱温度はWET酸化(酸化炉に水素ガスを燃焼させて得た水蒸気を導入して酸化する手法)の場合は、ほぼ800で行うことができる。

## 【0065】

次に、図8(a)に示すように、多結晶シリコンパターン224上のほぼ中央部にゲート絶縁膜234を介してタンタル等の金属原子を局所的にデポして、ゲート電極248を形成する。上記デポは収束イオンビーム(以下、「FIB」と称する。)を用いて行う。

40

## 【0066】

まず、図示しない真空チャンバー内に基板10を載置して、当該チャンバー内にタンタル等の金属原子を含む反応ガス(以下、「金属ガス」と称する。)242を導入する。そして基板10上のゲート電極を形成すべき領域、すなわち上述した多結晶シリコンパターン224上のほぼ中央部に、ガリウムイオンを用いたFIB244を照射する。FIB244はニードル型の液体金属ガリウム246に電圧を印加して得る。基板10上に吸着した金属ガス242が上記照射により分解されて、タンタル等の金属原子247が堆積する

50

。その結果、FIB 244を照射した領域、すなわち多結晶シリコンパターン 224上のほぼ中央部にゲート電極 248が形成される。

【0067】

次に、図8(b)に示すように、多結晶シリコンパターン 224にリン等の不純物をイオン注入して、ソース領域 252およびドレイン領域 254を形成する。イオン注入もFIBにより行う。

図示するように、イオン源としてガリウムに替わるニードル型のリン 250からFIB 256を引出し、所定の領域にリンイオンを注入する。なお、当該工程でゲート電極 248はイオン注入の際のマスクとしての機能を果たす。

【0068】

次に、図8(c)に示すように基板 10上全面に層間絶縁膜 260を形成する。形成方法は上述したゲート絶縁膜 234の形成と同様の手法による。すなわち、シリコンの微粒子を含有する液材 228を基板 10の中央部に滴下し(図7(b)参照)、基板 10を回転させて均一に分布させた後、溶媒を乾燥除去してシリコン薄膜を得る。そして当該シリコン薄膜を酸素雰囲気中で加熱して、シリコン酸化膜からなる層間絶縁膜 260を得る。

【0069】

次に、図9(a)に示すように、ソース領域 252上、およびドレイン領域 254上にコンタクトホール 262を形成する。コンタクトホール 262の形成もFIBを用いる。図示しないニードル型の液体金属ガリウム 246に電圧を印加して得るFIB 264を得る。そしてFIB 264を基板 10上の所定の領域に照射することにより層間絶縁膜 260およびゲート絶縁膜 234を局所的に除去して、コンタクトホール 262を形成する。コンタクトホール 262によりソース領域 252、およびドレイン領域 254の一部が露出されて、外部との導通が可能となる。

なお上記コンタクトホール 262形成時に、ゲート電極 248を形成するタンタル(等の金属)層の延長上にもコンタクトホールを形成することが好ましい。

【0070】

次に、図9(b)に示すように、コンタクトホール 262内にFIB 278によりAl等の金属原子を堆積して、ソース電極 272およびドレイン電極 274を形成する。ゲート電極 248の形成時と同様に、図示しない真空チャンパー内に基板 10を載置して、当該チャンパー内にAl原子を含む金属ガス 276を導入する。そして、コンタクトホール 262内に、液体金属ガリウム 246に電圧を印加して得るFIB 278を照射して、Al原子 277を堆積する。以上の工程により、基板 10上に請求項に記載した電子装置としてのTF T(薄膜トランジスタ) 290が形成される。

【0071】

最後に、図9(c)に示すように、ソース電極およびドレイン電極にプローブ針 280を接触させる。同時に、上述するゲート電極 248の延長上のコンタクトホール(図示せず)にプローブ針(図示せず)を接触させる。そしてTF T 290の電気的特性を測定する。

以上の製造方法により、基板 10上に電子装置としてのTF T 290を形成し、電気特性の測定を行うことができる。FIBを用いて薄膜の形成あるいはパターニングを行うためフォトリソ等を用いる必要がなくなる。その結果、電子装置の試作と当該試作品の評価を低コストかつ短期間に実施できる。

【0072】

(電子装置の製造装置)

図10に、本発明の第1の実施形態にかかる電子装置の製造装置の模式図を示す。本実施形態にかかる製造装置は、真空処理室 402と、当該真空処理室に連通する液材供給室 404と、を主体として構成されている。

【0073】

真空処理室 402と液材供給室 404との間は搬送路 432で結ばれ、基板 10は基板保持手段 418と共に、搬送路 432内を基板搬送手段としてのトランスファーロード 4

10

20

30

40

50

36で搬送される。搬送路432はゲートバルブ434で区切られ、真空処理室402と液材供給室404双方の室内の真空度等を独立して設定できる。したがって、真空処理室402内で表面の性状を変化させた基板10を、大気に晒すことなく液材供給室404に移送できる。

【0074】

また、液材供給室404は外部と連通する基板搬入口438を備えている。ゲートバルブ434を閉じた状態で当該搬入口を開閉することで、真空処理室402内の雰囲気に影響を与えずに、当該製造装置において基板10の搬入および搬出ができる。

【0075】

真空処理室402は、エネルギービーム照射手段としてのイオン源412、電子源414および複数のガス供給源416を備え、図示しない真空ポンプと連通しており、ゲートバルブ434を閉じた状態で上記真空ポンプを作動させて内部を真空にできる。

そして、基板保持手段418で保持された基板10に、イオン源412および電子源414からFIBおよび電子ビームを照射して、当該基板10表面の性状を変化させることができる。

【0076】

また、真空処理室402はガス供給源416を備えているため、電子ビーム等を基板10に照射した後にガスを作用させて、基板10表面の性状を安定かつ液材の塗布に適した性状に変化させることができる。その結果、基板10上に高精細なパターンを高い再現性で形成できる。

また真空処理室402では、基板10上に薄膜を形成することもできる。ガス供給源416からガスを供給しつつFIBを照射することで、基板10上の任意の領域に薄膜を堆積させることもできる。

【0077】

液材供給室404は、駆動手段426によりX方向およびY方向に移動可能な、液材供給手段としてのインクジェットヘッド422を備えている。基板保持手段418で保持された基板10上に、インクジェットヘッド422から液材424を滴下し、溶媒を乾燥除去する工程を加えることで、当該液材に分散又は溶解している材料からなる薄膜パターンを形成できる。

【0078】

そして、液材供給室404は真空処理室402と同様に図示しない真空ポンプと連通しており、室内を大気中に比べて低圧にすることができる。また室内を満たすガス種も制御できる。したがって、真空処理室402において変化させた基板10の表面の性状が大気により変化することを抑制しつつ、インクジェットヘッド422から液材424を滴下できる。

【0079】

なお、本実施形態では基板10に液材供給手段としてインクジェットヘッド422を用いているが、基板10の中央部にのみ液材を供給するノズルを用いることも可能である。液材供給手段として上記ノズルを用いる場合、いわゆるスピコート法により基板10全面に薄膜を形成した後、真空処理室402内で電子ビームによりパターンニングすることができる。

【0080】

図11に本発明の第2の実施形態にかかる電子装置の製造装置の模式図を示す。本実施形態にかかる製造装置は、搬送路432の両側に各々がゲートバルブ434で区切られた処理室が計8室配置されていることが特徴である。各処理室内には基板保持部500が備えられており、基板10を保持して各種の処理を施すことができる。本装置は上述するTF T 290の製造方法に対応するものであり、上記処理室はそれぞれTF Tの形成に必要な工程の一部を実施できる。全ての処理室を用いることで、基板10上にTF T 290を形成し、さらに電気的特性の評価を行うことができる。

【0081】

各処理室はそれぞれトランスファーロード436を備えており、搬送路432との間で基板10を行き来させることができる。そして搬送路もトランスファーロード436を備えており、基板搬入口438から基板10を搬入又は搬出できる。各々の処理室は図示しない真空排気系と連通する排気口437を有しており、内部を任意の真空度に設定可能である。各々の処理室の機能は以下の通りである。

【0082】

第1の処理室Aは、スピンコート室である。基板保持部500を回転させる回転駆動機構502と、当該回転の中心に液材を滴下可能な、液材供給手段としての液材滴下ノズル504とを備えている。基板10を回転させつつ液材を滴下して、基板10全面に当該液材からなる薄膜を形成できる。なお、液材に含まれる溶媒（又は分散媒）を乾燥除去する工程は別途行う。

10

【0083】

第2の処理室Bは、インクジェット室である。基板10に垂直な方向をZ方向とした場合にX方向およびY方向に移動可能な、液材供給手段としてのインクジェットヘッド512を備え、基板10上の任意の位置に機能材料を溶質とする液材514を滴下できる。第1の処理室Aと同様に、液材に含まれる溶媒等を乾燥除去する工程は別途行う。

【0084】

第3の処理室Cおよび第4の処理室Dは、真空処理室である。FIBを照射可能なイオン源522、および電子ビームを照射可能な電子源524を備えており、基板10の表面の任意の領域を照射できる。当該照射により、ダングリングボンド（図1等を参照）の形成等を実施することで、当該表面の性状を変化させることができる。

20

また、複数のガス供給源526を備え、ガスを供給しつつFIBを照射することで、基板10表面の任意の領域に、イオン注入、エッチング、薄膜デポ等の処理を施すことができる。

【0085】

第5の処理室Eは、焼成室である。ヒータ532により室内を加熱して、任意の温度で基板10を加熱することができ、基板10上に形成された薄膜の溶融再結晶化あるいは溶媒の乾燥除去等の処理を施すことができる。

またガス供給源526を備え、加熱中に任意のガスを供給できる。例えば酸素ガスを供給しつつ加熱して、基板上のシリコン薄膜をシリコン酸化膜とすることができ、また、窒素ガスを供給しつつ加熱してイオン注入された不純物を活性化させることもできる。

30

【0086】

第6の処理室Fは、レーザーアニール室である。レーザー照射源542より基板10上に形成された薄膜にレーザービームを照射して、加熱、加工、結晶化等の工程を実施できる。したがって、他の処理室を併用することで、基板上に多結晶シリコン層等を形成できる。さらに、上記シリコン層の結晶性を評価するために顕微ラマン測定装置を備えることもできる。

【0087】

第7の処理室Gは、SEM室である。電子源524と検出器552を備え、第1の処理室～第6の処理室を用いて基板上に形成された構造の外観を観察できる。

40

【0088】

第8の処理室Hは、測定室である。外部から操作可能なプローブ針562と顕微鏡564とを備え、第1の処理室～第6の処理室を用いて基板上に形成されたTFT等の電子装置の電極にプローブ針562を接触させることができる。プローブ針562は図示しない電気的特性評価装置に接続されており、基板10上に形成された電子装置の電気的特性を、本実施形態にかかる装置の外部から測定できる。

【0089】

以上述べたように、本実施形態の製造装置は、当該装置のみでTFT等の電子装置を形成し、電気的特性を測定できる。各工程は連続的に実施されるので、非常に短期間でTFTの製造と評価を行える。また、フォトマスクを用いずにパターンを形成するため、寸法

50

等の修正や変更を容易に行うことができる。また、一旦装置内に搬入した基板を外部へ搬出することなく外観の観察等を行うことができ、その結果に基づいてさらなる処理を施すことができるので、処理条件の変更実験等を極めて短期間に実施できる。したがって、本装置を用いることでTFT等の電子装置の製造、特に試作と評価を短期間かつ低コストで実施可能となり、開発力を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】第1の実施形態にかかるパターン形成方法を示す図。

【図2】第2の実施形態にかかるパターン形成方法を示す図。

【図3】第3の実施形態にかかるパターン形成方法を示す図。

【図4】ダングリングボンドとアンモニアガスの反応の態様を示す図。

【図5】ダングリングボンドとエチルベンゼンガスの反応の態様を示す図。

【図6】TFTの製造工程を示す模式断面図。

【図7】TFTの製造工程を示す模式断面図。

【図8】TFTの製造工程を示す模式断面図。

【図9】TFTの製造工程を示す模式断面図。

【図10】本発明の第1の実施形態かかる電子装置の製造装置を示す模式図。

【図11】本発明の第2の実施形態かかる電子装置の製造装置を示す模式図。

【符号の説明】

【0091】

10...基板、100...第1の領域、101...第2の領域、102...ダングリングボンド、104...酸素原子、106...電子ビーム、108...機能性液材、110...ノズル、112...薄膜パターン、114...レーザービーム、116...多結晶シリコン膜、120...NH<sub>3</sub>ガス、122...NH基、126...エチルベンゼンガス、128...CF<sub>3</sub>基、202...第1の領域、204...第2の領域、206...電子ビーム、208...酸素原子、210...ダングリングボンド、212...エチルベンゼンガス、214...CF<sub>3</sub>基、216...シリコン化合物の溶質を溶媒に分散した液材、218...インクジェットヘッド、220...薄膜パターン、222...レーザービーム、224...多結晶シリコンパターン、226...ノズル、228...シリコンの微粒子を含有する液材、230...シリコン薄膜、232...酸素分子、234...ゲート絶縁膜、242...金属ガス、244...FIB、246...液体金属ガリウム、247...金属原子、248...ゲート電極、250...リン、252...ソース領域、254...ドレイン領域、260...層間絶縁膜、262...コンタクトホール、264...FIB、272...ソース電極、274...ドレイン電極、276...金属ガス、277...Al原子、278...FIB、280...プローブ針、290...TFT、402...真空処理室、404...液材供給室、412...イオン源、414...電子源、416...ガス供給源、418...基板保持手段、422...インクジェットヘッド、424...液材、426...駆動手段、432...搬送路、434...ゲートバルブ、436...トランスファローッド、437...排気口、438...基板搬入口、500...基板保持部、502...回転駆動機構、504...液材滴下ノズル、512...インクジェットヘッド、514...液材、522...イオン源、524...電子源、526...ガス供給源、532...ヒータ、542...レーザー照射源、552...検出器、562...プローブ針、564...顕微鏡、A...第1の処理室、B...第2の処理室、C...第3の処理室、D...第4の処理室、E...第5の処理室、F...第6の処理室、G...第7の処理室、H...第8の処理室。

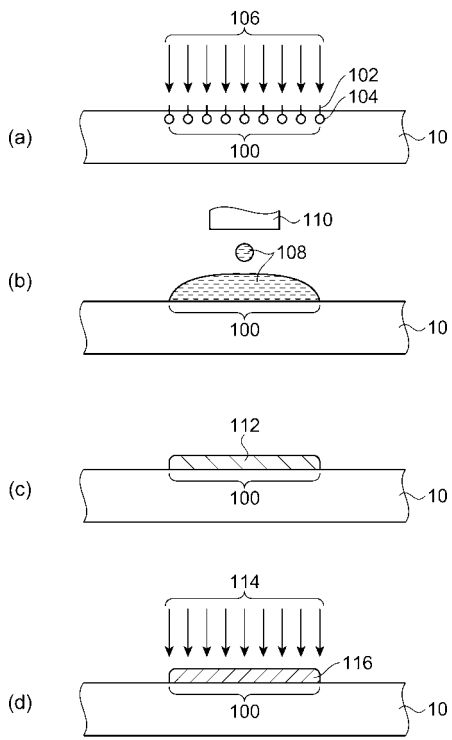
10

20

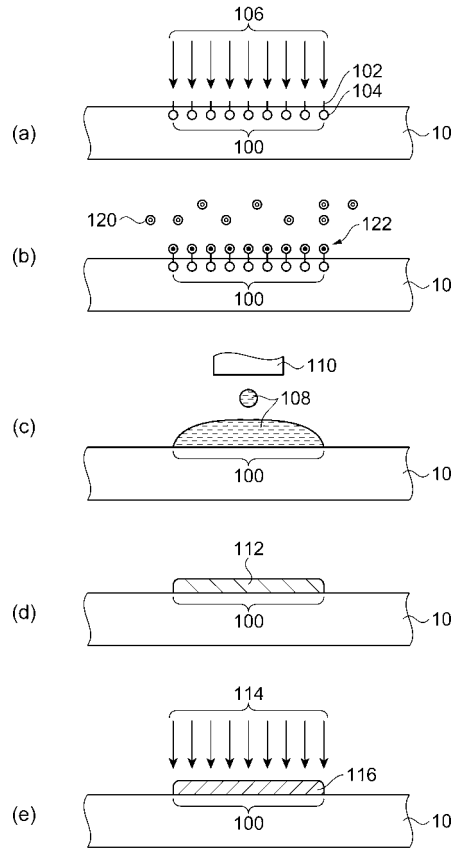
30

40

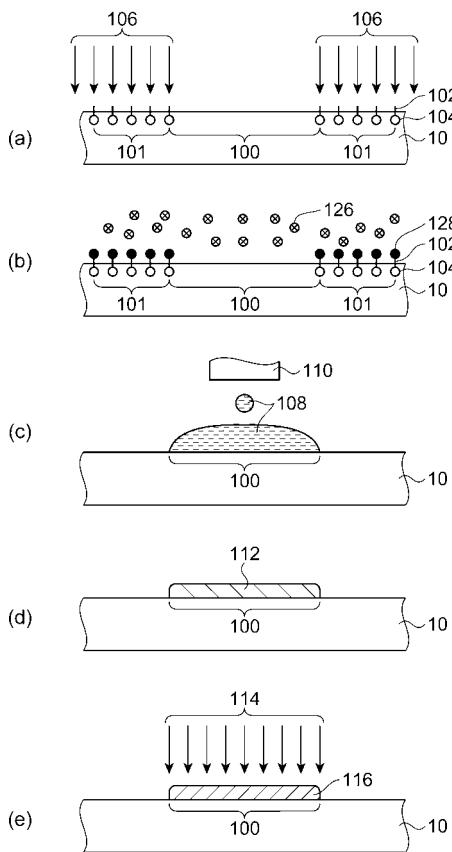
【 図 1 】



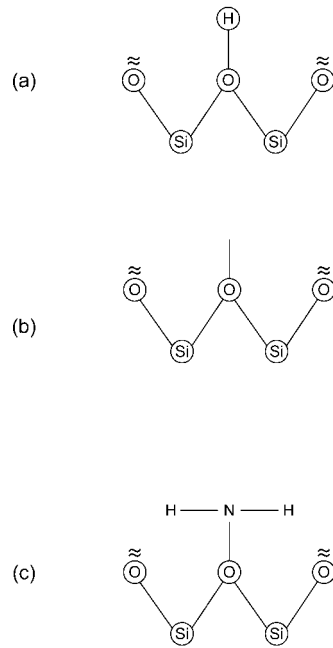
【 図 2 】



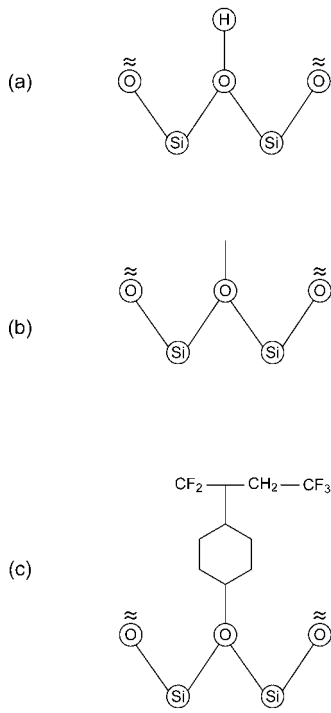
【 図 3 】



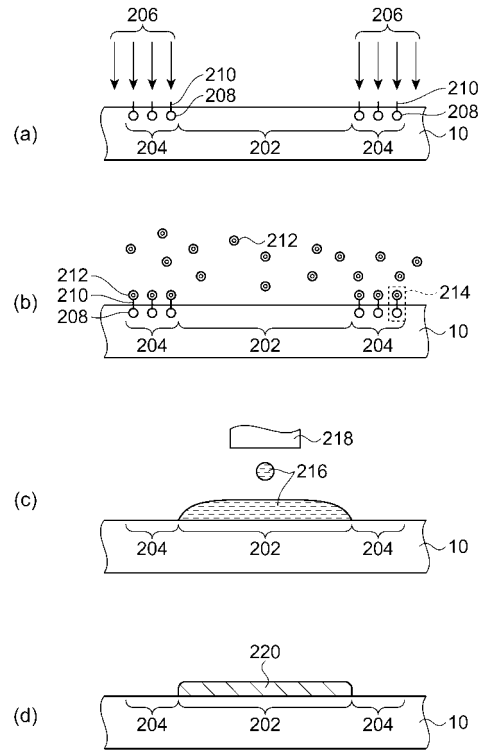
【 図 4 】



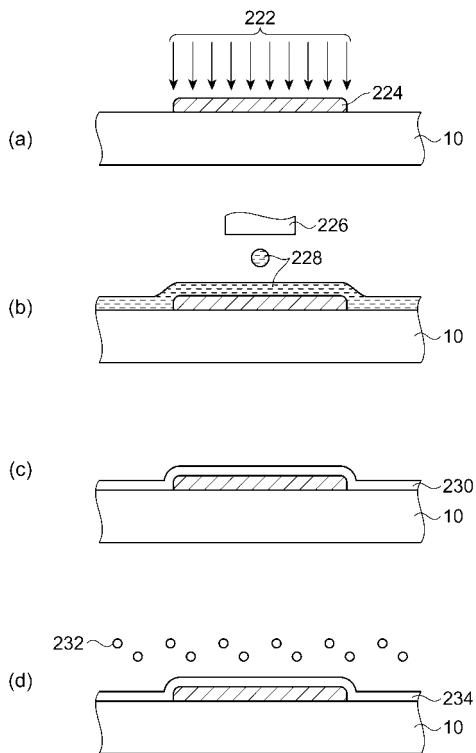
【 図 5 】



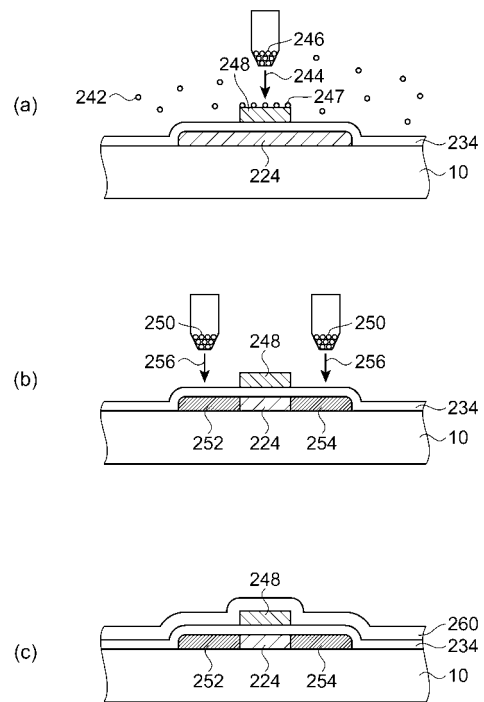
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】





---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**H 0 1 L 29/786 (2006.01)** H 0 1 L 29/78 6 2 7 G

Fターム(参考) 5F110 AA16 AA30 CC02 DD03 EE04 EE42 FF02 FF23 FF27 FF35  
GG02 GG13 GG42 GG57 HJ01 HJ13 HL03 HL14 NN02 NN23  
NN36 NN52 NN57 PP03 PP13 QQ01  
5F152 AA15 BB02 CC03 CC20 CE03 CE18 CE28 CE44 EE15 EE16  
FF01 FF21 FF28