

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4851036号
(P4851036)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年10月28日(2011.10.28)

(51) Int.Cl.

B81C 1/00
GO2B 26/10

F 1

B81C 1/00
GO2B 26/10 104Z

請求項の数 53 (全 136 頁)

(21) 出願番号 特願2001-509997 (P2001-509997)
 (86) (22) 出願日 平成12年7月13日 (2000.7.13)
 (65) 公表番号 特表2003-504221 (P2003-504221A)
 (43) 公表日 平成15年2月4日 (2003.2.4)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/019127
 (87) 國際公開番号 WO2001/004638
 (87) 國際公開日 平成13年1月18日 (2001.1.18)
 審査請求日 平成19年6月15日 (2007.6.15)
 (31) 優先権主張番号 09/352,025
 (32) 優先日 平成11年7月13日 (1999.7.13)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 598126782
 アイオーエヌ ジオフィジカル コーポレーション
 アメリカ合衆国 77042-2839
 テキサス、ヒューストン、シティウェスト
 ブルバード 2105, スイート 4
 OO
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100064447
 弁理士 岡部 正夫
 (74) 代理人 100085176
 弁理士 加藤 伸晃
 (74) 代理人 100106703
 弁理士 産形 和央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】併合マスクの微細加工プロセス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- (a) 基板を提供し、
- (b) 第1マスキング材層を前記基板上に塗布し、
- (c) 第1マスキング材層をパターニングし、
- (d) 前記基板の露出部を薄くエッチングし、
- (e) 前記基板の露出部に、少なくとも前記第1マスキング材層と少なくとも同じ厚さの第2マスキング材層を塗布し、
- (f) 前記第2マスキング材層をパターニングし、
- (g) 前記基板の露出部をエッチングし、
- (h) 前記第2マスキング材層の露出部をエッチングし、
- (i) 前記基板の露出部をエッチングするステップを含む3次元構造体の製造方法。

【請求項 2】

第1マスキング材は窒化珪素を含み、第2マスキング材は二酸化珪素を含む請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

第2マスキング材層を塗布するステップは、基板の局部酸化を含む請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記基板の露出部をエッチングするステップが、基板の露出部のウェットエッチングを

10

20

含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 2 マスキング材層をパターニングするステップと、前記基板の露出部をエッチングするステップとの間に、

- 前記基板上に第 3 マスキング材層を塗布するステップと、
- 前記第 3 マスキング材層をパターニングするステップと、
- 前記第 2 マスキング材の露出部をエッチングするステップと、
- 前記基板上に第 4 マスキング材層を塗布するステップと、
- 前記基板の露出部をエッチングするステップと、
- 前記第 4 マスキング材を除去するステップと、

を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 6】

前記第 1 マスキング材層をパターニングするステップを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

- (1) 基板を提供し、
- (2) 前記基板上に第 1 マスキング材層を塗布し、
- (3) 前記第 1 マスキング材層上に、第 2 マスキング材層を塗布し、
- (4) 前記第 2 マスキング材層をパターニングし、
- (5) 前記パターニングされた第 2 マスキング材層によって覆われていない部分上に、少なくとも前記第 1 及び第 2 マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第 3 マスキング材層を塗布し、
- (6) 前記第 1 及び第 3 マスキング材層をパターニングし、
- (7) 前記基板の露出部をエッチングし、
- (8) 前記第 1 及び第 3 マスキング材層の露出部をエッチングし、
- (9) 前記基板の露出部をエッチングするステップを含む 3 次元構造体の製造方法。

20

【請求項 8】

前記基板の露出部をエッチングするステップが、前記基板の露出部を薄くエッチングするステップを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

30

- (1) 基板を提供し、
- (2) 前記基板上に第 1 マスキング材層を塗布し、
- (3) 前記第 1 マスキング材層上に、第 2 マスキング材層を塗布し、
- (4) 前記第 2 マスキング材層をパターニングし、
- (5) 前記第 1 マスキング材層をパターニングし、
- (6) 前記パターニングされた第 2 マスキング材層によって覆われていない部分上に、少なくとも前記第 1 及び第 2 マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第 3 マスキング材層を塗布し、
- (7) 前記第 1 及び第 3 マスキング材層をパターニングし、
- (8) 前記基板の露出部をエッチングし、
- (9) 前記第 1 及び第 3 マスキング材層の露出部をエッチングし、
- (10) 前記基板の露出部をエッチングするステップを含む 3 次元構造体の製造方法。

40

【請求項 10】

前記第 1 マスキング材は二酸化珪素を含み、前記第 2 マスキング材は窒化珪素を含み、前記第 3 マスキング材は二酸化珪素を含む請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 マスキング材層を塗布するステップは、基板の熱酸化を含む請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 3 マスキング材層を塗布するステップは、基板の局部酸化を含む請求項 9 に記載

50

の方法。

【請求項 1 3】

前記基板の露出部をエッティングするステップが、基板の露出部のウェットエッティングを含む請求項9に記載の方法。

【請求項 1 4】

- (1) 基板を提供し、
- (2) 前記基板上に第1マスキング材層を塗布し、
- (3) 前記第1マスキング材層上に、第2マスキング材層を塗布し、
- (4) 前記第2マスキング材層をパターニングし、
- (5) 前記第1マスキング材層をパターニングし、
- (6) 前記基板の露出部を薄くエッティングし、
- (7) パターニングされた前記第2マスキング材層によって覆われていない部分上に、少なくとも前記第1及び第2マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第3マスキング材層を塗布し、
- (8) 前記第1及び第3マスキング材層をパターニングし、
- (9) 前記基板の露出部をエッティングし、
- (10) 前記第1及び第3マスキング材層の露出部をエッティングし、
- (11) 前記基板の露出部をエッティングするステップを含む3次元構造体の製造方法。

【請求項 1 5】

前記第1マスキング材は二酸化珪素を含み、前記第2マスキング材は窒化珪素を含み、前記第3マスキング材は二酸化珪素を含む請求項1 4に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記第1マスキング材層を塗布するステップは、基板の熱酸化を含む請求項1 4に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第3マスキング材層を塗布するステップは、基板の局部酸化を含む請求項1 4に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記基板の露出部をエッティングするステップが、基板の露出部のウェットエッティングを含む請求項1 4に記載の方法。

【請求項 1 9】

- (1) 基板を提供し、
- (2) 前記基板上に第1マスキング材層を塗布し、
- (3) 前記第1マスキング材層をパターニングし、
- (4) 前記基板の露出部上に、前記第1マスキング材層と少なくとも同じ厚さである第2マスキング材層を塗布し、
- (5) 前記第2マスキング材層の厚さ方向にその一部を複数回パターニングし、
- (6) 前記基板の露出部をエッティングし、
- (7) 前記第2マスキング材層の露出部の厚さ方向にその一部をエッティングし、
- (8) 前記基板の露出部をエッティングし、
- (9) ステップ(7)及び(8)を複数回繰り返すステップを含む3次元構造体の製造方法。

【請求項 2 0】

前記ステップ(4)の前に、前記基板の露出部をエッティングするステップをさらに含む、請求項1 9に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記ステップ(2)が、前記基板上に第3マスキング材層を塗布し、前記第3マスキング材層上に第1マスキング材層を塗布するステップを含む、請求項1 9に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記ステップ(4)の前に、前記第3マスキング材層の露出部をエッティングし、前記基

板の露出部を薄くエッティングするステップを含む、請求項2_1に記載の方法。

【請求項 2_3】

前記ステップ(4)が、前記基板の露出部上に、少なくとも前記第1及び第3マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第2マスキング材層を塗布するステップを含む、請求項2_1に記載の方法。

【請求項 2_4】

前記ステップ(5)が、前記第2及び第3マスキング材層の厚さ方向にその一部を複数回パターニングするステップを含む、請求項2_2に記載の方法。

【請求項 2_5】

前記ステップ(4)の前に、前記第3マスキング材層をパターニングするステップを含む、請求項2_1に記載の方法。 10

【請求項 2_6】

前記ステップ(4)が、前記基板の露出部上に、少なくとも前記第1及び第3マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第2マスキング材層を塗布するステップを含む、請求項2_5に記載の方法。

【請求項 2_7】

前記ステップ(5)が、前記第2及び第3マスキング材層の一部を複数回パターニングするステップを含む、請求項2_5に記載の方法。

【請求項 2_8】

前記ステップ(4)の前に、前記基板の露出部をエッティングするステップをさらに含む、請求項2_1に記載の方法。 20

【請求項 2_9】

前記ステップ(4)は、前記基板の露出部上に、少なくとも前記第1及び第3マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第2マスキング材層を塗布するステップを含む、請求項2_8に記載の方法。

【請求項 3_0】

前記ステップ(5)が、前記第2及び第3マスキング材層の一部を複数回パターニングするステップを含む、請求項2_8に記載の方法。

【請求項 3_1】

(1) 基板を提供し、
 (2) 前記基板上に第1マスキング材層を塗布し、
 (3) 前記第1マスキング材層をパターニングし、
 (4) 前記基板の露出部上に、少なくとも前記第1のマスキング材層と少なくとも同じ厚さである第2マスキング材層を塗布し、
 (5) 前記第2マスキング材層の厚さ方向にその一部を複数回パターニングし、
 (6) 前記基板上に第3マスキング材層を塗布し、
 (7) 前記第3マスキング材層をパターニングし、
 (8) 前記第3マスキング材層をエッティングし、
 (9) 前記基板の露出部をエッティングし、

(10) 前記第2マスキング材層の露出部の厚さ方向にその一部をエッティングし、
 (11) 前記基板の露出部をエッティングし、
 (12) 前記ステップ(10)及び(11)を複数回繰り返すステップを含む3次元構造体の製造方法。 40

【請求項 3_2】

前記ステップ(4)の前に、前記基板の露出部をエッティングするステップを含む、請求項3_1に記載の方法。
【請求項 3_3】

前記ステップ(2)が、第4マスキング材層を前記基板上に塗布し、前記第1マスキング材層を前記第4マスキング材層上に塗布するステップを含む、請求項3_2に記載の方法。
 。

【請求項 3 4】

前記基板の露出部は薄くエッティングされる、請求項3 3に記載の方法。

【請求項 3 5】

前記ステップ(2)が、第4マスキング材層を前記基板上に塗布し、前記第1マスキング材層を前記第4マスキング材層上に塗布するステップを含む、請求項3 1に記載の方法。
10

【請求項 3 6】

前記ステップ(4)が、少なくとも前記第1及び第4マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第2マスキング材層を、前記基板の露出部上に塗布するステップを含む、請求項3 5に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記ステップ(5)が、前記第2及び第4マスキング材層の厚さ方向にその一部を複数回パターニングするステップを含む、請求項3 5に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記ステップ(4)の前に、前記第4マスキング材層をパターニングするステップを含む、請求項3 5に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記ステップ(4)が、少なくとも前記第1及び第4マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第2マスキング材層を、前記基板の露出部上に塗布するステップを含む、請求項3 8に記載の方法。
20

【請求項 4 0】

前記第2マスキング材層を塗布するステップが、前記基板の局部酸化を含む、請求項3 9に記載の方法。

【請求項 4 1】

前記ステップ(5)が、前記第2及び第4マスキング材層の厚さ方向にその一部を複数回パターニングするステップを含む、請求項3 8に記載の方法。

【請求項 4 2】

前記第1マスキング材層は窒化珪素を含み、前記第2マスキング材層は二酸化珪素を含み、前記第3マスキング材層はフォトレジスト材を含み、前記第4マスキング材層は二酸化珪素を含む、請求項3 8に記載の方法。
30

【請求項 4 3】

前記ステップ(4)の前に、前記基板の露出部をエッティングする、請求項3 5に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記ステップ(4)が、少なくとも前記第1及び第4マスキング材層の厚さを組み合わせたものと少なくとも同じ厚さである第2マスキング材層を、前記基板の露出部に塗布する、請求項4 3に記載の方法。

【請求項 4 5】

前記ステップ(5)が、前記第2及び第4マスキング材層の厚さ方向にその一部を複数回パターニングするステップを含む、請求項4 3に記載の方法。
40

【請求項 4 6】

前記第1マスキング材層は窒化珪素を含み、前記第2マスキング材層は二酸化珪素を含み、前記第3マスキング材層はフォトレジスト材を含み、前記第4マスキング材層は二酸化珪素を含む、請求項3 5に記載の方法。

【請求項 4 7】

前記ステップ(7)及び(8)の間にさらに、前記基板の露出部をエッティングするステップを含む、請求項3 5に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記ステップ(7)及び(8)の間にさらに、前記基板の露出部をエッティングし、前記第2マスキング材層の露出部をエッティングするステップを含む、請求項3 5に記載の方法
50

。

【請求項 4 9】

前記ステップ(7)及び(8)の間にさらに、前記基板の露出部を複数回エッティングするステップをさらに含む、請求項3 5に記載の方法。

【請求項 5 0】

前記ステップ(7)及び(8)の間にさらに、前記基板の露出部をエッティングし、前記第2マスキング材層の露出部をエッティングし、前記基板の露出部をエッティングすることをさらに含む、請求項3 5に記載の方法。

【請求項 5 1】

前記ステップ(7)及び(8)の間にさらに、前記第2マスキング材層の露出部をエッティングするステップを含む、請求項3 5に記載の方法。 10

【請求項 5 2】

前記ステップ(7)及び(8)の間にさらに、前記第2マスキング材層の露出部をエッティングし、前記基板の露出部をエッティングするステップを含む、請求項3 5に記載の方法

。

【請求項 5 3】

前記第1マスキング材層は窒化珪素を含み、前記第2マスキング材層は二酸化珪素を含み、前記第3マスキング材層はフォトレジスト材を含む、請求項3 1に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

20

(発明の背景)

本発明は微細加工された3次元構造体に関するもので、特に微細加工された移動可能な構造体に関するものである。

【0 0 0 2】

通常のバーコードスキャナはレーザービームで表面をスキャンするために使用する。また、通常のバーコードスキャナは、レーザービームのスキャンを可能にするように発振されるミラーを主に用いる。通常のバーコードスキャナ用ミラーは比較的大型であり、精密でない。

【0 0 0 3】

30

小型で、より精密なバーコードミラーを製造するために、微細加工プロセスは一般的に、微細加工されるシリコン基板で利用される。しかし通常、微細加工プロセスは多くの制約を受ける。

【0 0 0 4】

例えば、フォトリソグラフィック・パターニング及びエッティングの持続的な繰り返しを利用する初期平面状の基板の微細加工において、集積回路の製造に利用した通常のフォトリソグラフィック・パターニング方法に対する適切なエッティングの深さより大きいエッティングの深さの変化を達成するように、基板をエッティングすることが特に好ましい。基板のエッティングの深さの変化は光学リソグラフィ装備の焦点の深さを超える場合もある。また、エッティングの深さの変化は、通常の基板上のフォトレジストを放射技術を利用する均一な薄膜のフォトレジスト層の適用を阻害するのに十分に大きいはずである。もし顕著なフォトグラフィを有する表面にフォトレジストが行なわれれば、フォトレジストの完成時の厚さは1000%以上まで変化するはずである。結果的に、薄いフォトレジスト領域の露出過多により不均一なフォトレジストにおける精密形状のリソグラフィは難しい。しかし、典型的な微細加工の適用において、顕著なフォトグラフィを有するそうした基板には連続的なパターンが特に好ましい。 40

【0 0 0 5】

付加的な問題は基板の一面及び以後に微細加工される基板の他面より比較的深い凹溝が形成される間に発生する。通常の自動ウェハハンドリング装置の典型的な真空チャックは、不均一な微細加工面によりそうしたウェハを持てなくなる。

【0 0 0 6】

50

微細加工の幾つかの難しさを克服するために、多数のいわゆる併合マスクの微細加工プロセスが開発された。併合マスクの微細加工プロセスにおける典型的な処理ステップは、基板上に全てのエッチングマスクを形成するステップと、続いて基板を微細加工するステップを含む。この方法において、エッチングマスクは実質的に平面の表面上に形成されて、比較的一定で均一な膜の厚さを形成する。しかし、通常の併合マスクの微細加工プロセスは依然として多くの制約を受ける。

【0007】

本発明は微細加工プロセスに残存する一つ以上の制約を克服するために開示する。

【0008】

(発明の要約)

10

本発明の一つの側面によれば、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層をパターニングし、(6)基板の露出部をエッチングし、(7)第2マスキング材の露出部をエッチングし、及び(8)基板の露出部をエッチングすることを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。

【0009】

本発明の他の側面によれば、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層をパターニングし、基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、基板の露出部をエッチングし、第2マスキング材の露出部をエッチングし、及び基板の露出部をエッチングすることを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。

20

【0010】

また、本発明の他の側面によれば、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層をパターニングし、基板の露出部を薄膜エッチングし、基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、基板の露出部をエッチングし、第2マスキング材の露出部をエッチングし、及び基板の露出部をエッチングすることを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。

【0011】

30

また、本発明の他の側面によれば、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層上に第2マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層をパターニングし、第2マスキング材のパターン層で覆われない部分上に、少なくとも第1及び第2マスキング材層の総合厚さほど厚い第3マスキング材層を塗布し、第1及び第3マスキング材層をパターニングし、基板の露出部をエッチングし、第1及び第3マスキング材層の露出部をエッチングし、及び基板の露出部をエッチングすることを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。

【0012】

さらに、本発明の他の側面によれば、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層上に第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、第1マスキング材層をパターニングし、第2マスキング材のパターン層で覆われない部分上に、少なくとも第1及び第2マスキング材層の総合厚さほど厚い第3マスキング材層を塗布し、第1及び第3マスキング材層をパターニングし、基板の露出部をエッチングし、第1及び第3マスキング材層の露出部をエッチングし、及び基板の露出部をエッチングすることを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。

40

【0013】

さらに、本発明の他の側面によれば、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層上に第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、第1マスキング材層をパターニングし、基板の露出部を薄膜エッチングし、第2マスキング材のパターン層で覆われない部分上に、少なくとも第1及び第2マスキング

50

材層の総合厚さほど厚い第3マスキング材層を塗布し、第1及び第3マスキング材層をパターニングし、基板の露出部をエッチングし、第1及び第3マスキング材層の露出部をエッチングし、及び基板の露出部をエッチングすることを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。

【0014】

またさらに、本発明の他の側面によれば、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層をパターニングし、第1マスキング材のパターン層上に第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、基板の露出部をドライエッチングし、第1マスキング材のパターン層の露出部をエッチングし、及び基板の露出部をドライエッチングすることを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。 10

【0015】

またさらに、本発明の他の側面によれば、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングし、(6)基板の露出部をエッチングし、(7)第2マスキング材層の露出厚さ部をエッチングし、(8)基板の露出部をエッチングし、(9)ステップ(7)と(8)とを複数回繰り返すことを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。

【0016】

またさらに、本発明の他の側面によれば、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層をパターニングし、(6)基板上に第3マスキング材層を塗布し、(7)第3マスキング材層をパターニングし、(8)第3マスキング材層をエッチングし、(9)基板の露出部をエッチングし、(10)第2マスキング材層の露出部をエッチングし、(11)基板の露出部をエッチングすることを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。 20

【0017】

またさらに、本発明の他の側面によれば、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングし、(6)基板上に第3マスキング材層を塗布し、(7)第3マスキング材層をパターニングし、(8)第3マスキング材層をエッチングし、(9)基板の露出部をエッチングし、(10)第2マスキング材層の露出部の厚さ部をエッチングし、(11)基板の露出部をエッチングし、(12)ステップ(10)と(11)とを複数回繰り返すことを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。 30

【0018】

またさらに、本発明の他の側面によれば、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングし、(4)基板上に第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層をパターニングし、(6)第2マスキング材層をエッチングし、(7)基板の露出部をエッチングし、(8)第1マスキング材層の露出厚さ部をエッチングし、(9)基板の露出部をエッチングし、(10)ステップ(8)と(9)とを複数回繰り返すことを含む、3次元構造体の製造方法が提供される。 40

【0019】

またさらに、本発明の他の側面によれば、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層をパターニングし、第1マスキング材のパターン層上に第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、第1時間の間、基板の第1露出部グループをドライエッチングし、第1マスキング材層の露出部をエッチングし、及び第2時間の間、基板の第2露出部グループをドライエッチングすることを含み、第 50

1時間及び第2時間は、基板の露出部の大きさの関数である3次元構造体の製造方法が提供される。

【0020】

また、本発明の他の側面によれば、併合マスクの微細加工プロセスを利用する基板のウェットエッティングと併合マスクの微細加工プロセスを利用する基板のドライエッティングを含む、基板の微細加工方法が提供される。

【0021】

また、本発明の他の側面によれば、基板上に耐エッティング液性の物質層を塗布し、この層の他の領域を異なる比で侵食して複数の厚さ層を塗布することを含む基板を微細加工するのに使用するための複数のマスキング層を生成する方法が提供される。 10

【0022】

さらに、本発明の他の側面によれば、異なる異方性を有する他のエッティング液の化合物を使用することを含む、基板の微細加工方法が提供される。

【0023】

またさらに、本発明の他の側面によれば、第2エッティング工程から第1エッティング工程を分離することを含む、基板の微細加工方法が提供される。

【0024】

また、本発明の他の側面によれば、ミラー、上部キャップと下部キャップを有するミラー組立体が提供される。ミラーはミラー支持構造体、ミラー支持構造体に結合された一組のT字状のヒンジとT字状のヒンジに結合されたミラー板を備える。ミラー板は、このミラー板の移動を制限するための一つ以上の移動ストッパーを備える。上部キャップはミラーの一面に結合する。上部キャップはミラー板の光反射を可能にする開口及びミラー板の移動を制限するために上部キャップ支持構造体に結合された一つ以上の移動ストッパーを備える。下部キャップはミラーの他面に結合する。この下部キャップは、開口とミラー板の移動を制限するために下部キャップ支持構造体に結合された一つ以上の移動ストッパーを有する下部キャップ支持構造体を備える。ミラーは併合マスクの微細加工プロセスを含むプロセスを利用して製造する。 20

【0025】

さらに、本発明の他の側面によれば、ミラー組立体は、サポート構造体、このサポート構造体に結合された一組のT字状のヒンジ、及びT字状のヒンジに結合されたミラー板を備える。ミラー板は、ミラー板の移動を制限するための一つ以上の移動ストッパーを備える。ミラーは併合マスクの微細加工プロセスを含むプロセスを利用して製造する。 30

【0026】

またさらに、本発明の他の側面によれば、一つ以上のT字状のスプリングと、このT字状のスプリングに結合された質量体とを含む装置が提供される。この装置は、併合マスクの微細加工プロセスを利用して製造される。

【0027】

(好適な実施例の詳細な説明)

微細加工構造体を形成するための併合マスクの微細加工方法が提供される。併合マスクの微細加工方法は、好ましくは、バーコード判読器に使用するミラー組立体を製造するのに用いられる。ミラー組立体は、T字状ヒンジを備える微細加工3次元ミラーを含むことが好ましい。ミラー組立体は、ミラーの移動を制限する一つ以上の移動ストッパーをさらに含むことが好ましい。ミラー組立体は、入射及び反射されたレーザー光線のクリッピング(clippling)を最小化するための一つ以上のテーパーエッジ面とカットアウト(cut-out)をさらに含むことが好ましい。 40

【0028】

図1は、光線115がレーザー走査装置から発散されてターゲット120にぶつかるバーコードスキャナ100などのレーザー走査装置の断面図である。光線は、ターゲット120により反射されたり散乱される。バーコードスキャナ100は、レーザー光源105とミラー組立体110とを含む。バーコードスキャナ100の作動中に、ミラー組立体11 50

0の光反射部111でレーザー光線115を反射させることによって、ミラー組立体110の光反射部111は、レーザー光線115がバーコード符号120のような表面を走査できるように振動することが好ましい。反射光125は、ウィンドウ165を介してバー¹⁰コードスキャナ100に進入し、光検出器160により検出される。レーザー光源165は、従来市販のレーザー光線115を発生できるいろいろな装置を含むことができる。

【0029】

バーコードスキャナ100は、使用者インターフェース、制御及びデータ処理のための追加特徴部を含むことができる。このような特徴部としては、中央処理ユニット140の部品であるプロセッサー130及びメモリー装置135と、ミラー110を振動させるのに使われる電圧を発生するための制御器145と、キーパッド150のようなデータ記入装置及び液晶ディスプレー155のようなデータディスプレー装置とを備えることができる。本発明によって製造されたミラー組立体110は、図2ないし図19を参照して後述する。

【0030】

図2を参照すれば、好ましい実施例において、ミラー組立体110は、上部キャップ205、ミラー210、下部キャップ215及びベース部材220を含む。上部キャップ205は、レーザー光線115がミラー210で反射され得るようにする開口を含む。このような方式において、ミラー210は、上部キャップ205と下部キャップ215により囲まれて保護される。サブアセンブリーは、上部キャップ205と、ミラー210と、成形された後、ベース部材220上に装着された下部キャップ215とを含む。²⁰

【0031】

上部キャップ205と下部キャップ215は、例えば、シリコンガラス、セラミックまたはプラスチックのように従来市販の多様な材料で製造することができる。好ましい実施例において、上部キャップ205は、シリコンウェハを微細加工して製造される。

【0032】

図3ないし図5は、上部、下部、左及び右支持部材305、315、325及び335を含むフレーム301を備える上部キャップ205の好ましい実施例の多様な図面を図示している。上部及び下部移動ストッパー部材310と320は、上部及び下部支持部材305及び315にそれぞれ連結される。左及び右支持部材325と335は、入射光のクリッピングを最小化するために、対応する左及び右リムカットアウト330と340を含む。³⁰

【0033】

上部キャップフレーム301は、上部キャップ205のための全体支持構造を提供する。フレーム301の厚さは、例えば、約400ないし600ミクロンであり、質量の小さいコンパクト構造を提供するために、好ましい厚さは、約390ないし400ミクロンである。

【0034】

上部移動ストッパー310は、好ましくはミラー210の平面に対して垂直の方向(Z 方向)にミラー210の反射部の移動を制限する。上部移動ストッパー310は、好ましくは上部支持部材305からほぼ直角方向に延長する。好ましい実施例において、上部移動ストッパー310は、上部支持部材305の平面内に配置される。上部移動ストッパー310の厚さは、例えば、約340ないし580ミクロンであり得る。好ましい実施例において、上部移動ストッパー310の厚さは、最適の衝撃保護、移動の自由及び質量の小さいコンパクト構造を提供するために、約350ないし380ミクロンである。⁴⁰

【0035】

図4を参照すれば、特に好ましい実施例において、上部移動ストッパー310の下部面310bは、上部支持部材305の下部面305bの高さの下側に凹設されている。このような方式において、上部移動ストッパー310の下部面310bは、ミラー210の反射面の高さの上側に配置されることが好ましい。上部移動ストッパー部材310の長さは、例えば、約800ないし2800ミクロンであり得る。好ましい実施例において、上部移⁵⁰

動ストッパー部材 310 の長さは、約 2000ないし 2500 ミクロンである。特に好ましい実施例において、上部移動ストッパー部材 310 の長さは、ミラーのミラー収集板 610 と約 300 ミクロンだけ重畠するように選択される。

【0036】

下部移動ストッパー 320 は、下部支持部材 315 からほぼ直角方向に延長し、上部移動ストッパー 310 と実質的に同一になっている。開口 345 は、光がミラー 210 の反射面で反射され得るようにする。開口 345 は、左リムカットアウト 330 と右リムカットアウト 340 を含むことが好ましい。左及び右リムカットアウト 330 と 340 は、ミラー 210 の反射面を囲む状態で対向側部に配置される。このような方式で、左及び右リムカットアウト 330 と 340 は、ミラー 210 の反射面に対する光学的接近を提供する。

10

【0037】

好ましい実施例において、上部キャップフレーム 301、移動ストッパー 310 と 320、リムカットアウト 330 と 340 及び開口 345 は、ミラー 210 の反射面に対する光学的接近を容易にするために、いずれもテーパーエッジ 350a と 350b を含む（図 5）。テーパーエッジ 350a と 350b のテーパー角度は、ミラー 210 の反射面のエッジ部分に向けて所定の角度で伝達されたレーザー光線の反射を最も容易にするために、約 50ないし 60 度であることが好ましい。

【0038】

図 6 は、本発明の一実施例によって製造されたミラーまたはミラー組立体 210 の平面図を示している。ミラー 210 は、支持部材 602、604、606 及び 608 を備えるフレームまたはミラー支持構造体 600 を含む。ミラー 210 は、反射面 628、上部 T 字状ヒンジ 612、下部 T 字状ヒンジ 614、上部左移動ストッパー突起 616、上部右移動ストッパー突起 618、下部左移動ストッパー突起 620、下部右移動ストッパー突起 622、開口 624、導電層 626 及び反射面 628 を備えるミラー収集板 610 をさらに含む。

20

【0039】

ミラーフレーム 600 は、ミラー 210 のための全体支持構造を提供する。フレーム 600 の厚さは、例えば、約 400ないし 600 ミクロンであり、質量の小さいコンパクト構造を提供するために、好ましい厚さは、約 400ないし 450 ミクロンである。好ましい実施例において、支持部材 602、604、606 及び 608 は、サイン波入力の半分である約 2000 g / 0.5 m² の衝撃荷重を最適に吸収するために、約 500ないし 2500 ミクロンに達する効果的な光線長さと約 8,000 μm²ないし 160,000 μm² の断面積を提供する。

30

【0040】

ミラー収集板 610 は、上部 T 字状ヒンジ 612 と下部 T 字状ヒンジ 614 に連結される。このような方式において、ミラー収集板 610 は、軸 630 を中心に回転し、すなわち前記軸を中心にはじり運動をする。好ましい実施例において、前記軸 630 は、実質的にミラー収集板 610 の中心線に沿って位置し、T 字状ヒンジ 612 と 614 の中心と一致し、これによりバネのための共同回転軸を提供する。反射面 628 は、ミラー収集板 610 の上部 632 に連結される。このような方式において、軸 630 を中心とするミラー収集板 610 の回転は、固定レーザーからのレーザー光線が多数の方向に反射面 628 で反射されるようにする。

40

【0041】

ミラー収集板 610 の厚さは、例えば、約 100ないし 600 ミクロンであり、質量を小さくし、かつ効果的なミラー 210 の固有周波数を最大化するために、好ましい厚さは、約 100ないし 250 ミクロンである。

【0042】

反射面 628 は、例えば金、銀またはアルミニウムのように従来市販のいろいろな光反射面からなることができる。好ましい実施例において、反射面 628 は、反射される光エネルギーの量を最適化するために、金からなる。好ましい実施例において、反射面 628 の

50

表面粗さは、反射される光エネルギーの量を最適化するために、反射光の約0.1波長より小さくなる。

【0043】

図7と図8は、図6のミラーの断面図を示し、図9は、図6の底面図を示す。図7ないし図9に示すように、好ましい実施例において、ミラー収集板610の下部634は、上部移動ストッパー710、下部移動ストッパー部材715及び空洞720を含む。上部移動ストッパー710は、ミラー収集板610の下部634から延長する。上部移動ストッパー710は、好ましくはミラー収集板610のZ方向移動を制限する。上部移動ストッパー710は、好ましくはミラー収集板610の下部634からほぼ直角方向に延長する。上部移動ストッパー710は、例えば、約200ないし400ミクロンの距離だけミラー収集板610の下部634から延長し、ミラー収集板610の移動を最適に制限するためには、約200ないし250ミクロンの好ましい距離だけ延長することができる。好ましい実施例において、上部移動ストッパー710は、軸630を中心に位置し、空洞720の一側部上に隣接するように配置される。下部移動ストッパー715は、好ましくは前述の上部移動ストッパー710と同様である。10

【0044】

空洞720は、ミラー収集板610の下部内に延長し、ミラー収集板610の質量を減少させる。このような方式で、ミラー210の垂れが低減される。好ましい実施例において、空洞の深さ及び容積は、200ないし500ミクロン及び 8×10^{-6} ないし 1×10^{-9} μm^3 である。好ましい実施例において、空洞720は、軸630を中心に位置し、ミラー収集板610の裏面側634内に配置される。20

【0045】

一般的なバーコードスキャナ用例の場合、レーザー光線の回転精密度は、ミラー収集板610がヒンジ自体により誘発された重力トルクを受ける時、1.3内にあるように要求されることもできる。この場合、トルク $T = mg * h / 2$ であり、ここで、mgは、ミラー収集板の重量であり、hは、ミラー収集板の厚さである。ミラーの精密度は、指示精密度とミラーの垂れと相関関係がある。T字状ヒンジ612と614のねじりバネ定数K_rは、ミラー収集板610の共振周波数F及びミラー収集板610の大きさと質量により決定される。重力トルクによるミラーの傾斜角θは、関係式 $\theta = T / K_r$ により決定される。したがって、ミラー収集板610の厚さと質量は、1.3°未満のミラー傾斜角を提供するように選択されることが好ましい。好ましい実施例において、ミラー収集板610の厚さと質量は、ミラー収集板610の厚さを減少させて、ミラー収集板610内に一つ以上の空洞を設けることによって減少する。30

【0046】

上部T字状ヒンジ612は、左支持部材606、右支持部材608及びミラー収集板610の上部に連結される。上部T字状ヒンジ612は、好ましくは垂直支持部材644(ビームまたはレッグ)と第2または水平支持部材646(T部材)を含む。水平支持部材646は、左支持部材606と右支持部材608により対向端部に支持されることが好ましい。好ましい実施例において、水平支持部材646は、左支持部材606と右支持部材608の両方に対してほぼ直角である。垂直支持部材644は、水平支持部材646に連結される。好ましい実施例において、垂直支持部材644は、水平支持部材646に対してほぼ直角である。垂直支持部材644は、水平支持部材646の中央点に連結される。垂直支持部材644は、軸630に沿って位置する。垂直支持部材644の長さ、幅及び厚さは、例えば、各々約100ないし250ミクロン、2ないし100ミクロン及び2ないし100ミクロンである。好ましい実施例において、垂直支持部材644の長さ、幅及び厚さは、各々約800ないし1000ミクロン、8ないし15ミクロン及び8ないし15ミクロンである。垂直支持部材644のねじりバネ定数は、例えば、約 2×10^{-9} ないし 10×10^{-7} lbf-ft/radian であり得る。好ましい実施例において、垂直支持部材644のねじりバネ定数は、約 2×10^{-8} ないし 10×10^{-8} lbf-ft/radian である。水平支持部材646の長さ、幅及び厚さは、例えば、各々約40

500ないし450ミクロン、6ないし100ミクロン及び6ないし100ミクロンであり得る。好ましい実施例において、水平支持部材646の長さ、幅及び厚さは、例えば、各々約2200ないし2500ミクロン、15ないし25ミクロン及び15ないし25ミクロンである。

【0047】

下部T字状ヒンジ614は、左支持部材606、右支持部材608及びミラー収集板610の下部に連結される。下部T字状ヒンジ614の構造は、上部T字状ヒンジ612と同様である。

【0048】

図6aないし6cに示すように、本発明に係るT字状ヒンジの他の実施例は、加速ローディング状態を感知するのに向上した感度を提供する。¹⁰ 図6aで、T字状ヒンジ612aは、ジグザグ形態を有する垂直支持部材644aと、実質的に線形形態を有する水平支持部材646aとを含む。図6bで、T字状ヒンジ612bの他の実施例は、偏心された位置で水平支持部材646bに連結された垂直支持部材644bを含む。図6cで、T字状ヒンジ612と614のいずれか又は双方は、水平支持部材646cと鋭角に交差し、かつ、偏心された位置で水平支持部材646cに連結される垂直支持部材644cを備えるT字状ヒンジ612cを含むように変形される。

【0049】

上部左移動ストッパー616は、ミラー収集板610の上部左部分から延長し、それに連結される。上部左移動ストッパー616は、好ましくはミラー収集板610のX方向移動を制限する。²⁰ 上部左移動ストッパー616は、ミラー収集板610の平面に配置されることが好ましい。好ましい実施例において、上部左移動ストッパー部材616は、ミラー収集板610からほぼ直角方向に延長する。上部左移動ストッパー部材616の厚さは、例えば、約200ないし600ミクロンであり得る。好ましい実施例において、上部左移動ストッパー616の厚さは、衝撃保護及び質量の小さい弾性のコンパクト構造を最適に提供するために、約250ないし350ミクロンである。上部左移動ストッパー部材616の長さは、例えば、約500ないし2000ミクロンであり得る。好ましい実施例において、上部左移動ストッパー616の長さは、約900ないし1100ミクロンである。特に好ましい実施例において、上部左移動ストッパー部材616の上部面は、ミラー収集板610の上部面と平行する。特に好ましい実施例において、上部左移動ストッパー616の下部面は、ミラー収集板610の下部面と平行する。³⁰

【0050】

上部右と下部左及び下部右移動ストッパー618、620及び622は、上部左移動ストッパー部材616と実質的に同一である。これらの停止部材は、ミラー収集板610周囲の対応位置に配置される。

【0051】

移動ストッパー616、618、620及び622は、好ましくは製造及び作動中にミラー収集板610に対してオーバースイング及びX軸衝撃保護を提供する。⁴⁰ 好ましい実施例において、移動ストッパー部材616、618、620及び622は、ミラー収集板610の一体部品として形成される。好ましい実施例で、移動ストッパー616、618、620及び622は、約500ミクロンより大きい効果的な光線長さと、約40,000 μm^2 ないし240,000 μm^2 の断面積を提供するので、サイン波入力の半分である約2000g/0.5mSの衝撃荷重を最適に吸収することができる。

【0052】

開口624は、好ましくはミラー収集板610が軸630を中心に回転できるようにする。⁵⁰ 開口624の壁636は、好ましくはミラー収集板610のx方向とy方向移動を制限する。開口624は、好ましくは上部638、中央部640及び下部642を含む。開口624の上部638は、好ましくは上部T字状ヒンジ612及び上部左と右移動ストッパー616と618を収容する。開口624の中央部640は、好ましくはミラー収集板610を収容する。開口624の下部642は、好ましくは下部T字状ヒンジ614と下

部左及び下部右移動ストッパー 620 と 622 を収容する。

【0053】

開口 624 の中央部 640 の壁は、例えば、約 30ないし 150 ミクロンの距離だけミラー収集板 610 の対向エッジから離隔することができる。好ましい実施例において、開口 624 の中央部 640 の壁は、ミラー収集板 610 の x 方向と y 方向移動を最適に最小化するために、約 60ないし 100 ミクロンの距離だけミラー収集板 610 の対向エッジから離隔されている。好ましい実施例において、x 方向の間隙は、ミラー収集板 610 を衝撃から最適に保護するために、y 方向と相異なるようになっている。好ましい実施例において、ミラー収集板 610 と開口 624 の中央部 640 との間の間隙は、約 15ないし 45 ミクロンの y 方向間隔、及び約 50ないし 180 ミクロンの x 方向間隔を提供するので、ミラー収集板 610 上の衝撃荷重を最適に制限することができる。10

【0054】

導電層 626 は、好ましくはミラー 210 の上部面の外周部に連結される。導電層 626 は、好ましくは導電性電気通路を提供する。導電層 626 は、例えば、金、アルミニウムまたは銀のように従来市販の多様な材料で製造することができる。好ましい実施例において、導電層 626 は、金で製造される。好ましい実施例において、導電層 626 は、チタニウムからなる中間層により下部基板に取り付けられる。

【0055】

ミラー 210 は、例えば、シリコン、メッキ金属またはプラスチックのように従来市販の多様な材料で製造することができる。好ましい実施例において、ミラー 210 は、本願明細書に開示した微細加工の実施例のいずれか一つを利用したり、それらの組合を利用して、シリコンウェハを微細加工することによって製造される。20

【0056】

好ましい実施例において、束縛されない自立型ミラー収集板 610 は、T 字状ヒンジ 612 と 614 により周囲の支持フレーム 600 に連結される。好ましい実施例において、移動ストッパー突起 616、618、620 及び 622 は、ミラー収集板 610 に対してオーバースイング保護を提供する。好ましい実施例において、深さが 200 ミクロンの異方性のディップ反応性イオンエッティング (DRIE) 方法を用いて X 軸衝撃保護と Y 軸衝撃保護のために非常に精密でかつ狭い間隙を形成することができ、この場合、ミラー収集板 610 は、X 軸と Y 軸の並進または平行運動のために、すなわちミラー面の平面でフレーム 602、604、606 及び 608 内に完全に限定されることが好ましい。本技術分野と本願明細書の利点について通常の知識を有する者なら、用語 DRIE が基板のディップ反応性イオンエッティングを称するものであることがわかるはぞであり。好ましい実施において、DRIE 工程は、実質的に本願明細書に参照として合体される米国特許出願第 5,498,312 号と第 5,501,893 号に開示されたものとして提供される。T 字状ヒンジ 612 と 614 は、好ましくは収集板 610 に X 軸と Y 軸方向に最適の並進運動を提供し、ミラー収集板 610 は、フレーム 602、604、606 及び 608 により衝撃停止すると同時に、T 字状ヒンジ 612 と 614 内で応力水準を低く維持することによって破損を防止する。好ましい実施例において、T 字状ヒンジ 612 と 614 は、X 軸と Y 軸方向に比較的従属的ながらも軸 630 を中心とする回転運動に対して充分の剛性を有していて、ミラー収集板 610 の共振周波数を達成することができる。3040

【0057】

したがって、本発明の好ましい実施例で、ミラー収集板 610 は、一対のヒンジ 612 と 614 により支持され垂設されている。これらのヒンジは、共同ヒンジ軸 630 を中心とするミラー収集板 610 のねじり運動または回転と、それぞれの x、y 及び z 方向へのミラー収集板の運動を許容する。ヒンジ部材 646 とフレーム 601 との間の間隙または間隔 647 は、ミラー収集板 610 の y 方向移動を許容する反面に、停止部材 616、618、620 及び 621 とフレーム 601 との間の間隔 611 は、x 方向移動を許容する。x 方向と y 方向の移動は、時々平行または並進運動として見なされ、ヒンジは、バネとして見なされる。また、ビーム 644 と 628 は、ミラー収集板 610 が z 方向に移動でき50

るようとする。T字状ヒンジは、ミラー収集板のy方向運動に必要な許容度を提供し、これは、ミラー収集板610により発生したy軸衝撃荷重に対するヒンジの衝撃耐性を向上させる。従来技術は、直線型ビームヒンジ、すなわち部材646のようなT字状部材無しにフレームに連結されたビームを一般的に使用する。そのような直線型ビームヒンジは、y軸衝撃荷重によりねじりが破損される傾向がある。また、T字状ヒンジ612と614のビームまたはレッグ644と648は、衝撃荷重によりz方向に移動する。部材646と650は、ねじり回転することができるから、ヒンジの部材644と648で誘発された応力を減少させるが、この応力は、直線型ビームヒンジで誘発された応力より小さいと判明された。応力減少量は、縦横比であるヒンジ612と614の「アスペクト比」と相関関係がある。

10

【0058】

図7ないし図9に示すように、ミラー210は、好ましくは全体ウェハ厚さ（例えば、400ミクロン）である部分602、604、606及び608と、ウェハ半分厚さ（例えば、200ミクロン）である部分610を含む。ミラー収集板610中央の空洞720は、好ましくはミラー収集板610の下部面634から下側に150ミクロンエッティングされ、T字状ヒンジ612と614の厚さは、好ましくは約8ないし15ミクロンとなる。半分厚さのミラー収集板610は、ディップ反応性イオンエッティングの量を減少させ、かつ、ミラー収集板610の位置正確度を向上させる。好ましくは、ミラー収集板610の中央でエッティングされた空洞720は、ミラー収集板610の位置正確度を向上させて、実質的に共振周波数を変更させることなく、ミラー収集板610の質量を減少させるのに主として利用される。

20

【0059】

ミラー収集板610の裏面は、好ましくは全体ウェハ厚さ（例えば、400ミクロン）のz移動ストッパー部材710と715を含む。ミラー収集板610の厚さは、好ましくは200ミクロンであるから、より厚い移動ストッパー部材710と715は、下部キャップ215の移動ストッパー突起1010と1020に対して50ミクロンの間隙を最適に維持でき、z方向に衝撃保護を提供するのに役に立つ。約3mm×3mmの最小x-y平面寸法を有するミラー収集板610が好ましい。

【0060】

他の実施例において、図6dに示すように、ミラー210の左及び右支持部材606と608は、ミラー収集板610の対向側部上に配置されたカットアウト660aと660bをさらに含む。このような方式で、ミラー収集板610と左及び右支持部材606と608との間の空気通路に対する抵抗による粘性減衰量が減少する。このような方式において、ミラー210の周波数反応特性が向上する。

30

【0061】

図10ないし12に示すように、下部キャップ215は、下部キャップを支持するための下部キャップフレーム1000を含む。下部キャップフレーム1000は、図3に示した上部キャップに対して前述したように支持部材と上部及び下部移動ストッパー部材を含む。下部キャップは、上部左ビーム1035、上部右ビーム1040、下部左ビーム1045、下部右ビーム1050、上部導電面1055、下部導電面1060及び開口1065をさらに備えることができる。

40

【0062】

下部キャップフレーム1000の厚さは、例えば、約400ないし600ミクロンであり、質量の小さいコンパクト構造を提供するために、好ましい厚さは、約400ないし450ミクロンである。

【0063】

上部移動ストッパー部材1010は、好ましくはミラー210反射部のz方向移動を制限する。上部移動ストッパー部材1010は、好ましくは上部支持部材1005からほぼ直角方向に延長する。好ましい実施例において、上部移動ストッパー部材1010は、上部支持部材1005の平面内に配置される。上部移動ストッパー1010の厚さは、例えば

50

、約350ないし550ミクロンであり得る。好ましい実施例において、上部移動ストッパー部材1010は、質量の小さいコンパクト構造を提供するために、約350ないし380ミクロンである。特に好ましい実施例において、上部移動ストッパー1010の上部面1010aは、上部支持部材1005の上部面1005aの高さの下側に凹設される。このような方式で、上部移動ストッパー部材1010の上部面1010aは、ミラー210のミラー収集板610の高さの下側に配置されることが好ましい。上部移動ストッパー部材1010の長さは、例えば、約1200ないし2800ミクロンであり得る。好ましい実施例において、上部移動ストッパー部材1010の長さは、約2000ないし2500ミクロンである。特に好ましい実施例において、上部移動ストッパー部材1010の長さは、ミラーのミラー収集板610と約300ミクロンだけ重畠するように選択される。

10

【0064】

下部移動ストッパー部材1020は、下部支持部材1015からほぼ直角方向に延長することが好ましい。下部移動ストッパー部材1020は、前述した上部移動ストッパー部材1010と実質的に同一である。

【0065】

上部左ビーム1035は、製造工程中にミラー210のミラー収集板610を支持し、そのz方向移動を制限することが好ましい。このような方式で、不完全なミラー210が製造工程中に衝撃や予期しない故障から保護され、工程装備から落下することが保護される。上部左ビーム1035は、好ましくは左支持部材1025からほぼ直角方向に延長する。好ましい実施例において、上部左ビーム1035は、左支持部材1025の平面内に配置される。上部左ビームの厚さは、例えば、約150ないし250ミクロンであり得る。好ましい実施例において、上部左ビーム1035の厚さは、質量の小さいコンパクト構造を最適に提供するために、約200ないし220ミクロンである。特に好ましい実施例において、上部左ビーム1035の上部面は、左支持部材1025の上部面1025aの高さの下側に凹設される。このような方式で、上部左ビーム1035の上部面は、ミラー210の上部左移動ストッパー部材616の高さの下側に配置されることが好ましい。上部左ビーム1035の長さは、例えば、約1500ないし2200ミクロンであり得る。好ましい実施例において、上部左ビーム1035の長さは、約1800ミクロンである。

20

【0066】

上部右と下部左及び下部右ビーム1040、1045及び1050は、上部左ビーム1035と実質的に同一である。これらのビームは、対応する支持部材の平面内に配置される。

30

【0067】

上部導電面1055は、下部キャップ215の上部面の外周部に連結されることが好ましい。上部導電面1055は、好ましくは導電性電気通路を提供する。また、上部導電面1055は、後続する下部キャップ215のミラー210に対する圧着のための接着リングを提供することが好ましい。上部導電面1055は、例えば、金、アルミニウムまたは銀のように従来市販の多様な材料で製造することができる。好ましい実施例において、上部導電面1055は、金で製造される。好ましい実施例において、上部導電面1055は、チタニウムからなる中間層を用いて下部キャップ215に取り付けられる。下部導電面1060は、好ましくは下部キャップ215の下部面の外周部に連結され、上部導電面1055と実質的に同一である。

40

【0068】

好ましい実施例において、導電面1055と1060は、下部キャップ215の露出した表面全てを一定に被覆する。

【0069】

開口1065は、好ましくはベース部材220の駆動パッド電極1310と1315が静電気力により駆動されるようにし、ミラー210のミラー収集板610の位置を感知できるようにする。開口1065は、ミラー210のミラー収集板610より大きい略長方形の開口からなることが好ましい。

50

【0070】

図13ないし図15に示すように、好ましい実施例において、ベース部材220は、下部板1305、左駆動パッド電極1310、右駆動パッド電極1315、フレーム1300、導電層1340及び導電性経路1345、1350及び1355を含む。

【0071】

下部板1305とフレーム1300は、ベース部材220と共に構造的に支持する。ベース部材220は、好ましくは下部キャップ215、ミラー210及び上部キャップ205を支持する。

【0072】

下部板1305は、例えばセラミック、シリコンまたはガラスのように従来市販の多様な材料で製造されるソリッド部材からなることが好ましい。好ましい実施例において、下部板1305の厚さは、約200ないし400ミクロンである。10

【0073】

左駆動パッド電極1310は、下部板1305に連結される。左駆動パッド電極1310は、好ましくはミラー210のミラー収集板610が静電気力を用いて駆動できるようにし／したり、ミラー210のミラー収集板610の位置が感知され得るようにする。このような方式において、ミラー210のミラー収集板610は、軸630を中心に振動する。好ましい実施例において、左駆動パッド電極1310は、導電性経路1350に連結される導電層1310aを含む。このような方式で、電気的接続が導電層1310aに提供されることができる。導電層1310aは、例えば、金属、ポリシリコンまたは導電性エポキシのように従来市販の多様な材料で製造することができる。好ましい実施例において、導電層1310aは、金属で製造される。20

【0074】

左駆動パッド電極1310は、約 3×10^6 ないし $10 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ の上部表面積を有することができる。好ましい実施例において、左駆動パッド電極1310の上部表面積は、ミラー210のミラー収集板610を最適に駆動させるために、約 $4.5 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ である。左駆動パッド電極1310は、好ましくは下部板1305からほぼ直角方向に延長する。左駆動パッド電極1310は、例えば、約50ないし200ミクロンに達する距離だけ下部板1305から延長することができる。好ましい実施例において、左駆動パッド電極1310は、約50ないし100ミクロンに達する距離だけ下部板1305から延長する。特に好ましい実施例において、左駆動パッド電極1310の上部は、ミラー210のミラー収集板610の下部間の間隙が約300ないし400ミクロンである。30

【0075】

右駆動パッド電極1315は、左駆動パッド電極1310と実質的に同一である。好ましい実施例において、左及び右駆動パッド電極1310と1315は、軸630から実質的に等距離に配置される。

【0076】

上部支持部材1320は、下部板1305、左支持部材1330、右支持部材1335及び導電層1340に連結される。上部支持部材1320の長さ、幅及び高さは、例えば、約4000ないし6000ミクロン、400ないし600ミクロン及び400ないし600ミクロンである。好ましい実施例において、上部支持部材1320の長さ、幅及び高さは、約4900ミクロン、375ミクロン及び400ミクロンである。40

【0077】

左支持部材1330は、下部板1305、上部支持部材1320、下部支持部材1325及び導電層1340に連結される。左支持部材1330の長さ、幅及び高さは、例えば、約6000ないし9000ミクロン、400ないし600ミクロン及び400ないし600ミクロンである。好ましい実施例において、左支持部材1330の長さ、幅及び高さは、約6800ミクロン、375ミクロン及び400ミクロンである。

【0078】

下部支持部材1325は、上部支持部材1320と実質的に同一であり、右支持部材1350

35は、左支持部材1330と実質的に同一である。

【0079】

好みの実施例において、下部板1305、上部支持部材1320、下部支持部材1325、左支持部材1330及び右支持部材1335は、一体に形成される。

【0080】

導電層1340は、ベース部材220の上部面の外周部から延長する。導電層1340は、好みのミラー210のミラー収集板610を駆動させるのに使用するための導電性電気通路を提供する。導電層220は、例えば金属、ポリシリコンまたは導電性エポキシのように従来市販の多様な材料で製造することができる。好みの実施例において、導電層1340は、金で製造される。導電層1340は、従来の方法を用いて導電性経路1345に連結されることもできる。10

【0081】

下部板220は、従来の種々の製造方法を用いて、例えば、セラミック、シリコンまたはガラスのように従来市販の多様な材料で製造することができる。好みの実施例において、ベース部材220は、本願明細書に開示した微細加工の実施例のいずれか一つを利用したり、それらの組合を利用して、セラミック基板を微細加工し/加工したり、厚膜プリントすることで製造される。

【0082】

ベース部材220は、好みの駆動パッド電極1310と1315を用いて静電気作動及び容量位置感知のためにミラー収集板610に対する電極接近を提供する。静電気作動と容量位置感知の構成及び作動は、この技術分野に広く公知されている。20

【0083】

下部キャップ215に対するベース部材220の導電性エポキシ接着と組合して、ベース部材220の外周部の金属リング1340は、好みのベース部材220と下部キャップ215との間に電気的接触を提供する。好みの実施例において、ウェハ接着工程は、好みの下部キャップ215がミラー収集板610と直接電気的接触され得るようにする。したがって、ミラー収集板610は、好みのベース部材220を用いて電気的に接近、制御及び監視することができる。ベース部材220上の電極駆動パッドとミラー接触金属化部分1310a、1315a及び1340は、従来の厚膜貫通孔技法を用いてベース部材220の裏面上の電気的接触パッドに連結され、これは、ミラー組立体110の表面実装構成要素を有効にする。30

【0084】

これから図16を参照すれば、上部キャップ205とミラー210を含むサブ組立体が図示されている。図16に示すように、上部キャップ205の移動ストッパー部材310は、ミラー収集板610をz軸衝撃から保護するとともに、ミラー収集板610の反射面628のシャドーイング/重畠を最小化する。また、上部キャップ205の側部リムカットアウト330は、ミラー収集板610の反射面628に対する光路を最大化させる。

【0085】

図17を参照すれば、下部キャップ215とベース部材220を含むサブ組立体が図示されている。図17に示すように、移動ストッパー突起1010と1020は、ミラー収集板610をz軸衝撃から保護すると共に、駆動パッド電極1310と1315の駆動領域を最大化させる。40

【0086】

図18を参照して、ミラー組立体110の追加的な衝撃保護形態を説明する。図18に示すように、上部キャップ205と下部キャップ215の内壁全ては、テーパー壁を含む。好みの実施例において、ミラー収集板610は、両方向に約14°程度平面から外れるように回転される。好みの実施例において、ミラー収集板610と上部キャップ205、下部キャップ215及びミラー210の支持構造の内壁との間の隙間は、-14°ないし+14°の回転の場合、約60±10ミクロンである。また、図18に示すように、移動ストッパー部材320と1020は、ミラー収集板610をz軸衝撃から保護する。好50

ましい実施例において、ミラー収集板 610 と移動ストッパー部材 320 と 1020との間の間隙は、約 20ないし 60 ミクロンである。

【0087】

図 18 に示すように、上部キャップ 205 の移動ストッパー突起 310 と 320 は、ミラー 210 を z 軸衝撃から保護すると共に、ミラー収集板 610 のシャドーイング / 重量を最小化し、これにより微細ミラーに対する外部レーザーの光学的接近を提供する。移動ストッパー突起 310 と 320 は、好ましくは上部キャップ 205 から約 20ないし 60 ミクロン程度凹設されており、これは、ミラー収集板 610 と移動ストッパー突起 310 と 320 との間の間隙を z 方向に約 20ないし 60 ミクロンに設定する。上部キャップ 205 の内周部周りのテーパー壁は、好ましくはミラー収集板 610 が平面を外して回転される入力衝撃の間、ミラー収集板 610 を捕獲するためのものである。上部キャップ 205 の左及び右リムカットアウト 330 と 340 は、好ましくはクリッピング減少を提供する。下部キャップ 215 の移動ストッパー突起 1010 と 1020 は、好ましくはミラー収集板 610 を z 軸から保護すると共に、駆動パッド電極 1310 と 1315 の表面積を最大化させる。下部キャップ 205 と 215 の移動ストッパー突起の構成は、好ましくは z 軸並進運動からミラー収集板 610 を抑制させると共に、軸 630 を中心とするミラー収集板 610 のねじり回転を促進させる。また、下部キャップ 215 は、好ましくは製造工程中に不完全なミラーの取り扱いを容易にするために、ビーム 1025、1040、1045 及び 1050 を含む。

【0088】

図 6、図 6a、図 6b 及び図 6c に示すように、T 字状ヒンジ 612 と 614 は、回転バネ定数を並進バネ定数から分離させる。このような方式で、ミラー収集板 610 は、振動と衝撃荷重から最適に保護される。

【0089】

これから図 19 を参照して、入射レーザー光線の反射を最適化するためのミラー組立体 110 の追加的な形態を説明する。センサー組立体 110 の例示的な用例において、入射レーザー光線 A は、45° の角度にミラー収集板 610 に指向され、反射光 B を発生させる。±10° の走査範囲の場合、反射されたレーザー光線の境界は、光線 B' と B である。レーザー光線のクリッピングを防止するために、上部キャップ 205 のテーパー壁とリムカットアウト 330 と 340 は、入射及び反射されたレーザー光線のクリッピングを最小化させる。このような特徴は、入射レーザー光線が入射レーザー光線 A' または反射されたレーザー光線 B を発生させるように配置される場所に特に有利である。

【0090】

図 18 と 19 に示すように、下部キャップ 215 のテーパー壁は、ミラー収集板 610 に対する最適の衝撃保護を提供し、上部キャップ 205 のテーパー壁は、入射及び反射されたレーザー光線のクリッピングを最小化させる。また、上部キャップ 205 のリムカットアウト 330 と 340 は、入射及び反射されたレーザー光線のシャドーイング及びクリッピングを最小化させる。

【0091】

前述したミラー組立体は、ミラー、上部キャップ及び下部キャップを含む。ミラーは、ミラー支持構造体、ミラー支持構造体に結合された一対の T 字状ヒンジ及び T 字状ヒンジに連結されたミラー板を含む。ミラー板は、その移動を制限するための一つ以上の移動ストッパー部材を含む。上部キャップは、ミラー板で光が反射され得るようにする開口と、ミラー板の移動を制限するために上部キャップ支持構造体に連結された一つ以上の移動ストッパー部材とを備える上部キャップ支持構造体を含む。下部キャップは、ミラーの他の側部に連結される。下部キャップは、開口とミラー板の移動を制限するために、下部キャップ支持構造体に連結された一つ以上の移動ストッパー部材を備える下部キャップ支持構造体を含む。好ましい実施例において、ミラー支持構造体は、上部支持部材、下部支持部材、右支持部材及び左支持部材を含む。好ましい実施例において、ミラー支持構造体は、開口を含む。好ましい実施例において、支持構造体の開口は、対向配置された一対のカット

10

20

30

40

50

アウトを含む。好ましい実施例において、支持構造体の開口は、ミラー板に対して相補的な形態を取る。好ましい実施例において、支持構造体開口のエッジとミラー板との間の間隔は、15ないし180ミクロンである。好ましい実施例において、一対のT字状ヒンジは、上部T字状ヒンジと、この上部T字状ヒンジに対して対向関係に配置された下部T字状ヒンジとを含む。好ましい実施例において、ミラー板は、第1の側部と第2の側部、板部材の第1の側部に連結された反射面、板部材の第2の側部に形成された空洞及び板部材の第2の側部に連結された一対の移動ストッパー部材を備える板部材を含む。好ましい実施例において、板部材の空洞は、V字状断面を含む。好ましい実施例において、ミラー板は、板部材と、この板部材から延長する一つ以上の移動ストッパー部材とを含む。好ましい実施例において、移動ストッパー部材は、板部材の平面に配置される。好ましい実施例において、板部材の平面内に配置された板部材の移動ストッパー部材は、約500ないし2000ミクロン及び200ないし600ミクロンの長さ及び厚さを有する。好ましい実施例において、板部材の平面から延長する板部材の移動ストッパー部材は、約200ないし250ミクロンの長さを有する。好ましい実施例において、ミラー板は、板部材と、この板部材から延長する多数の移動ストッパー部材とを含む。好ましい実施例において、板部材の平面内に配置された少なくとも一つの板部材の移動ストッパー部材と少なくとも一つの移動ストッパー部材は、板部材の平面から延長する。好ましい実施例において、各T字状ヒンジは、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2の部材とを含む。好ましい実施例において、第1の部材と第2の部材は、ほぼ直角である。好ましい実施例において、第1のヒンジ部材の長さ、幅及び厚さは、約500ないし4500ミクロン、10ないし100ミクロン及び10ないし100ミクロンである。好ましい実施例において、第2のヒンジ部材の長さ、幅及び厚さは、約400ないし1800ミクロン、2ないし35ミクロン及び2ないし35ミクロンである。好ましい実施例において、各T字状ヒンジは、ねじりバネを提供する。好ましい実施例において、バネ定数は、約 2×10^{-9} ないし 10×10^{-7} lbf·ft/radianである。好ましい実施例において、上部キャップの移動ストッパー部材は、上部キャップ支持構造体の平面内に配置される。好ましい実施例において、上部キャップ移動ストッパー部材の厚さは、上部キャップ支持構造体の厚さより小さい。好ましい実施例において、上部キャップ支持構造体の開口は、対向配置された一対のカットアウトを含む。好ましい実施例において、カットアウトは、テーパー壁を含む。好ましい実施例において、テーパー壁のテーパー角度は、約55ないし60度である。好ましい実施例において、上部キャップ開口は、テーパー壁を含む。好ましい実施例において、テーパー壁のテーパー角度は、約55ないし60度である。好ましい実施例において、下部キャップ移動ストッパー部材は、下部キャップ支持構造体の平面内に配置される。好ましい実施例において、下部キャップ移動ストッパー部材の厚さは、下部キャップ支持構造体の厚さより小さい。好ましい実施例において、下部キャップ開口は、テーパー壁を含む。好ましい実施例において、テーパー壁のテーパー角度は、約55ないし60度である。好ましい実施例において、ミラー組立体は、下部キャップに連結されたベース部材をさらに含む。好ましい実施例において、ベース部材は、ミラー板を作動させるための一つ以上の駆動パッドを含む。好ましい実施例において、ベース部材は、ミラー板の位置を感知するための一つ以上の感知部材を含む。好ましい実施例において、下部キャップは、製造工程中にミラー板を支持するための一つ以上の支持部材をさらに含む。好ましい実施例において、上部キャップ移動ストッパー部材の長さ及び厚さは、約800ないし2800ミクロン及び340ないし580ミクロンである。好ましい実施例において、下部キャップ移動ストッパー部材の長さ及び厚さは、約800ないし2800ミクロン及び340ないし580ミクロンである。好ましい実施例において、一つ以上のT字状ヒンジは、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2の部材とを含み、前記第2の部材は、第1の部材に対して直角を成す。好ましい実施例において、一つ以上のT字状ヒンジは、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2部材とを含み、前記第2の部材は、ジグザグ型である。好ましい実施例において、一つ以上のT字状ヒンジは、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2の部材とを含み、前記第2の部材は、第1の部材の中

心から偏心されている。好ましい実施例において、一つ以上のT字状ヒンジは、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2の部材とを含み、この第2の部材は、第1の部材と鋭角で交差される。好ましい実施例において、各T字状ヒンジは、互いに分離された並進バネ定数と回転バネ定数を含む。

【0092】

また、前述したミラー組立体は、支持構造体、この支持構造体に連結された一対のT字状ヒンジ及びこのT字状ヒンジに連結されるミラー板を含む。ミラー板は、その移動を制限するための一つ以上の移動ストッパーを含む。好ましい実施例において、各T字状ヒンジは、分離された回転バネ定数と並進バネ定数を含む。好ましい実施例において、支持構造体は、上部支持部材、下部支持部材、右支持部材及び左支持部材を含む。好ましい実施例において、支持構造体は、開口を含む。好ましい実施例において、開口は、対向配置された一対のカットアウトを含む。好ましい実施例において、開口は、ミラー板に対して相補的な形態を取る。好ましい実施例において、開口エッジとミラー板間の間隔は、約15ないし180ミクロンである。好ましい実施例において、一対のT字状ヒンジは、上部T字状ヒンジと、この上部T字状ヒンジに対して対向関係に配置された下部T字状ヒンジとを含む。好ましい実施例において、ミラー板は、第1の側部と第2の側部、板部材の第1側部に連結される反射面、板部材の第2の側部内に形成された空洞及び板部材の第2側部に連結される一対の移動ストッパーを備える板部材を含む。好ましい実施例において、空洞は、V字状断面を含む。好ましい実施例において、ミラー板は、板部材と、この板部材から延長する一つ以上の移動ストッパーとを含む。好ましい実施例において、移動ストッパーは、板部材の平面内に配置される。好ましい実施例において、板部材の平面内に配置された移動ストッパーの長さ及び厚さは、約500ないし2000ミクロン及び200ないし600ミクロンである。好ましい実施例において、移動ストッパーは、板部材の平面から延長する。好ましい実施例において、板部材の平面から延長する移動ストッパーの長さは、約200ないし250ミクロンである。好ましい実施例において、ミラー板は、板部材と、この板部材から延長する多数の移動ストッパーとを含む。好ましい実施例において、各T字状ヒンジは、第1の部材とこの第1の部材に連結された第2の部材を含む。好ましい実施例において、第1の部材と第2の部材は、ほぼ直角を成す。好ましい実施例において、第1の部材の長さ、幅及び厚さは、約500ないし4500ミクロン、10ないし100ミクロン及び10ないし100ミクロンである。好ましい実施例において、第2の部材の長さ、幅及び厚さは、約400ないし1800ミクロン、20ないし35ミクロン及び2ないし35ミクロンである。好ましい実施例において、各T字状ヒンジは、ねじりバネを提供する。好ましい実施例において、バネ定数は、約 2×10^{-9} ないし 10×10^{-7} 1bf-ft/radianである。好ましい実施例において、一つ以上のT字状ヒンジは、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2の部材とを含み、前記第2の部材は、第1部材に対して直角をなす。好ましい実施例において、一つ以上のT字状ヒンジは、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2の部材とを含み、前記第2の部材は、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2の部材とを含み、前記第2の部材は、第1の部材の中心から偏心される。好ましい実施例において、一つ以上のT字状ヒンジは、第1の部材と、この第1の部材に連結された第2の部材とを含み、前記第2の部材は、第1の部材と鋭角で交差される。好ましい実施例において、ミラー組立体は、本願明細書に開示した併合マスクの微細加工処理（プロセス）を一つ以上利用して製造される。

【0093】

また、前述した装置は、一つ以上のT字状バネと、このT字状バネに連結された質量体とを含む。好ましい実施例において、前記質量体は、反射面を含む。好ましい実施例において、質量体は、質量体の移動を制限するための一つ以上の移動ストッパーを含む。好ましい実施例において、装置は、質量体の上部に連結された上部キャップをさらに含み、前記上部キャップは、質量体の移動を制限するための一つ以上の移動ストッパーを含む。好ましい実施例において、装置は、質量体の下部に連結された下部キャップをさらに含み、前

10

20

30

40

50

記下部キャップは、質量体の移動を制限するための一つ以上の移動ストッパーを含む。好ましい実施例において、装置は、質量体の上部に連結された上部キャップと、質量体の下部に連結された下部キャップとをさらに含み、前記上部キャップと下部キャップは、質量体の移動を制限するための一つ以上の移動ストッパーを各々含む。好ましい実施例において、装置は、本願明細書に開示した併合マスクの微細加工処理を一つ以上利用して製造される。好ましい実施例において、各T字状ヒンジは、分離された回転バネ定数と並進バネ定数を含む。好ましい実施例において、装置は、加速度計を備える。好ましい実施例において、装置は、ジャイロスコープを備える。

【0094】

また、前述した装置はハウジング、質量体及びハウジングに対して質量体を連結させるための一つ以上のバネを含む。各バネは、回転バネ定数と並進バネ定数を含む。回転バネ定数は、並進バネ定数から分離される。好ましい実施例において、バネは、基板を微細加工するステップを含むプロセスにより製造される。好ましい実施例において、ハウジング、質量体及びバネは、基板を微細加工するステップを含むプロセスにより製造される。好ましい実施例において、各バネは、多数のバネを備える。好ましい実施例において、各バネは、T字状である。好ましい実施例において、装置は、上部キャップカットアウトを含むハウジングの上部に連結された上部キャップと、下部キャップカットアウトを含むハウジングの下部に連結された下部キャップとをさらに含む。上部及び下部キャップカットアウトは、質量体がその休止位置から回転される時、質量体の移動を制限する。好ましい実施例において、各カットアウトは、テーパー型側壁を含む。好ましい実施例において、テーパー型側壁は、約15ないし45度の角度で垂直方向に回転される。

10

【0095】

前述した質量体をハウジング内に弾性的に支持する方法は、並進バネ定数と回転バネ定数を有する一つ以上のバネを使用して、質量体をハウジングに連結するステップと、並進バネ定数を回転バネ定数から分離させるステップとを含む。好ましい実施例において、バネは、基板を微細加工するステップを含むプロセスにより製造される。好ましい実施例において、ハウジング、質量体及びバネは、基板を微細加工するステップを含むプロセスにより製造される。好ましい実施例において、各バネは、多数のバネを備える。好ましい実施例において、各バネは、T字状である。好ましい実施例において、方法は、質量体が休止位置から回転される時、質量体の移動を制限するステップをさらに含む。好ましい実施例において、質量体が休止位置から回転される時、質量体の移動を制限するステップは、質量体が休止位置から回転される時、質量体の並進を制限するステップを含む。

20

【0096】

また、前述した質量体をハウジング内に弾性的に支持する方法は、質量体のX、Y及びZ方向への並進運動を制限するステップと、質量体の回転を制限するステップとを含む。好ましい実施例において、ハウジングと質量体は、基板を微細加工するステップを含むプロセスにより製造される。好ましい実施例において、方法は、質量体が休止位置から回転される時、質量体の移動を制限するステップをさらに含む。好ましい実施例において、回転体が休止位置から回転される時、質量体の移動を制限するステップは、質量体が休止位置から回転される時、質量体の並進を制限するステップを含む。

30

【0097】

また、前述した装置は、ハウジングと、このハウジングに弾性的に連結された質量体を含み、前記質量体は、その回転及び並進運動を制限するための一つ以上の移動ストッパーを含む。好ましい実施例において、ハウジングは、質量体の並進運動を制限する質量体を収容するための開口を含む。好ましい実施例において、装置は、ハウジングの上部に連結された上部キャップと、ハウジングの下部に連結された下部キャップとをさらに含む。上部キャップと下部キャップは、質量体がハウジング内の休止位置を離れて回転される時、質量体の移動を制限する。好ましい実施例において、上部キャップと下部キャップは、カットアウトを含む。好ましい実施例において、各カットアウトは、テーパー型側壁を含む。好ましい実施例において、テーパー型側壁は、約15ないし45度の角度で垂直方向に回

40

50

転される。

【 0 0 9 8 】

また、前述した装置は、開口を備えるハウジングを含み、この開口は、一つ以上のカットアウトとハウジングに弾性的に連結された反射面を含む。好ましい実施例において、各カットアウトは、テーパー型側壁を含む。好ましい実施例において、テーパー型側壁は、約15ないし45度の角度で垂直方向に回転される。好ましい実施例において、ハウジングと反射面は、基板を微細加工するステップを含むプロセスにより製造される。

【 0 0 9 9 】

また、前述した光線を反射する方法は、反射面を提供するステップと、入射及び反射された光線のクリッピングを最小化するために一つ以上のカットアウトを含む反射面に接近するための光路を提供するステップとを含む。好ましい実施例において、光路は、約15ないし45度の角度で垂直方向に回転される側壁を含む。好ましい実施例において、光路と反射面は、基板を微細加工するステップを含むプロセスにより製造される。

10

【 0 1 0 0 】

図20を参照すれば、好ましい実施例において、ミラー組立体1110の製造方法は、(1)ミラーウェハプロセス2005、(2)セラミックベースウェハプロセス2010、(3)上部／下部キャップウェハプロセス2015、(4)キャップウェハをミラーウェハに金で接着し、ミラーウェハスタッツクを形成するステップ2020、(5)セラミックベースウェハをミラーウェハスタッツク導電性エポキシで接着し、パッケージ型ミラーウェハスタッツクを形成するステップ2025、(6)パッケージ型ミラーウェハスタッツクをダイシングするステップ2030及び(7)パッケージ型ミラーダイを検査するステップ2035を含む。

20

【 0 1 0 1 】

ミラーウェハプロセス2005は、好ましくはミラー210を提供する。好ましい実施例において、図21aと21bに示すように、ミラーウェハプロセス2005は、好ましくは、(1)ステップ2105でシリコンウェハを提供し、(2)ステップ2110でシリコンウェハの両面上に二酸化珪素からなるパッド層を成長させ、(3)ステップ2115でシリコンウェハの両面に窒化珪素層を塗布し、(4)ステップ2120でシリコンウェハの裏面上に窒化珪素層をパターニングし、(5)ステップ2125でシリコンウェハの裏面上に二酸化珪素からなる露出領域をエッチングし、(6)ステップ2130でシリコンウェハの裏面上にシリコンからなる露出領域を薄膜エッチングし、(7)ステップ2135で窒化珪素層で覆われないウェハの裏面領域上に二酸化珪素層のフィールド層を成長させ、(8)ステップ2140でシリコンウェハの裏面上に二酸化珪素からなるフィールド層をパターニングし、(9)ステップ2150でシリコンウェハの裏面上にシリコンの露出部をKOHエッチングし、(10)ステップ2155でシリコンウェハの裏面上に二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッチングし、(11)ステップ2160でシリコンウェハの裏面上にシリコンの露出部をKOHエッチングし、シリコンウェハの両面上に窒化珪素層を剥離し、(12)ステップ2165でシリコンウェハの全面上に二酸化珪素層の露出部を写真エッチングし、(13)ステップ2170でシリコンウェハの両面上の二酸化珪素層をエッチングし、(14)ステップ2175でシリコンウェハの全面上に金を蒸着し、(15)ステップ2180でシリコンウェハの全面上の金層を写真エッチング及びエッチングし、(16)ステップ2185でシリコンウェハの全面にフォトレジスト層を塗布し、(17)ステップ2190でシリコンウェハの全面上のフォトレジスト層を写真エッチング及びエッチングし、(18)ステップ2192でシリコンウェハの全面上にシリコンの露出部を深い反応性イオンエッチング(DRIE)し、(19)ステップ2194でシリコンウェハの全面上に二酸化珪素層の露出部をエッチングし、(20)ステップ2196でシリコンウェハの全面上にシリコンの露出部を深い反応性イオンエッチング(DRIE)し、及び(21)ステップ2198でシリコンウェハの全面上にフォトレジスト層をプラズマで剥離するステップを含む。

30

【 0 1 0 2 】

40

50

この分野と本願明細書の利点に対して通常の知識を有する者なら分かるように、パターニングとは、材料層または基板にパターンを生成するために、従来の写真エッチングとエッチングを連続作業することを指す。この分野と本願明細書の利点に対して通常の知識を有する者なら分かるように、エッチングとは、材料層または基板の露出部の少なくとも一部を除去することを指す。

【0103】

好ましい実施例において、D R I E プロセスは、実質的に米国特許出願第5,498,312号と第5,501,893号に開示されたものが提供され、その開示内容は、本願明細書に参照として合体される。

【0104】

図22に示すように、プロセスステップ2105で、シリコンウェハ2205は、表面2205aと裏面2205bを有するように提供される。好ましい実施例において、シリコンウェハ2205は、400ミクロン厚さのシリコンウェハからなる。好ましい実施例において、シリコンウェハ2205は、シリコンウェハ2205の表面上にホウ素ドーピングされたe p iのドーピングを収容する。厚くドーピングされたホウ素珪素層は、K OHのためのエッチングストッパーを形成する。好ましい実施例において、シリコンウェハ2205の表面上にホウ素ドーピングされたe p iのドーピングは、約7ミクロンの深さをもって提供される。

【0105】

好ましい実施例において、上部／下部キャップ及びミラー／ウェハに対する出発材料の仕様は、二重面研磨、 400 ± 7.5 ミクロンの厚さ制御及びホウ素の $10^{18} \mu\text{m}^{-3}$ のドーピング濃度である。ミラー／ウェハの場合、出発ウェハは、好ましくは表面上に7ミクロンの厚くホウ素ドーピングされたe p iで蒸着された後、略400ミクロンの出発厚さでさらに研磨される。好ましい実施例において、除去されたミラー収集板610からセラミックベース部材220への電気的接続は、ミラー／ウェハと下部キャップウェハの厚さにより行われる。これらのウェハの高いドーピング濃度は、ミラー／下部キャップ及び下部キャップ／ベース部材金属化部分間に良好な抵抗の電気的接触を最適に提供する。他の実施例において、下部キャップ220の二重面注入とミラー210の裏面注入が提供される。

【0106】

プロセスステップ2110で、二酸化珪素のパッド層2210aと2210bは、シリコンウェハ2205の両面上に成長される。二酸化珪素のパッド層2210aと2210bは、従来に工業的に利用可能な多くのプロレスを利用して成長することができる。好ましい実施例において、二酸化珪素のパッド層2210aと2210bは、熱酸化処理により成長される。二酸化珪素のパッド層2210aと2210bは、例えば、300ないし10000オングストロームの深さまで成長される。好ましい実施例において、二酸化珪素のパッド層2210aと2210bは、約3000ないし6000オングストロームの深さまで成長される。パッド層2210aと2210bは、窒化珪素層2215aと2215b及びシリコンウェハ2205の表面間に、二酸化珪素のバッファ層を提供する。

【0107】

プロセスステップ2115で、窒化珪素層2215aと2215bは、二酸化珪素のパッド層2210aと2210b上に塗布される。窒化珪素層2215aと2215bは、従来に工業的に利用可能な多くのプロセスを利用して蒸着することができる。窒化珪素層2215aと2215bは、化学的気相蒸着法により蒸着される。窒化珪素層2215aと2215bは、例えば1000ないし20000オングストロームの深さまで塗布することができる。好ましい実施例において、窒化珪素層2215aと2215bは、約1200ないし1500オングストロームの深さまで塗布される。

【0108】

図23に示すように、プロレスステップ2120で、窒化珪素層2215bをエッチングし、二酸化珪素のパッド層2210bの一部を露出させる。窒化珪素層2215bのエッチングされない部分は、エッチングされないまま残っているシリコンウェハの裏面220

10

20

30

40

50

5 b の領域を保護するが、このような領域は、好ましくはミラー収集板 610 のミラー 210 と、移動ストッパー 710 と 715 に対する支持構造体を含む。

【0109】

図 23 a に示すように、プロセスステップ 2125 で、二酸化珪素のパッド層 2210 b の露出部をエッティングし、シリコンウェハの裏面の一部を露出させる。

【0110】

図 23 b に示すように、プロセスステップ 2130 と 2135 で、シリコンウェハの裏面 2205 の露出部をエッティングした後、窒化珪素層 2215 b で覆われないシリコンウェハの裏面 2205 の領域上に二酸化珪素のフィールド層 2210 c を成長させる。好ましい実施例において、シリコンウェハの裏面 2205 の薄いエッティングの厚さは、酸化フィールド層 2210 c の成長を容易にするために、約 0.5 ないし 1.5 である。好ましい実施例において、二酸化珪素のフィールド層 2210 c の厚さは、二酸化珪素のパッド層 2210 a と窒化珪素層 2210 b とを組み合わせた厚さより大きいか同様である。

10

【0111】

図 24 に示すように、プロセスステップ 2140 で、二酸化珪素のフィールド層 2210 c の露出部をエッティングし、シリコンウェハ 2205 の裏面 2205 b の一部を露出させる。このようなシリコンウェハ 2205 の裏面 2205 b の露出部は、後続処理ステップで 7 ミクロン厚さの epi 層までエッティングされる。好ましい実施例において、7 ミクロン厚さの epi 層は、化学エッティングストッパーを提供する。

20

【0112】

二酸化珪素と窒化珪素のエッティングされた層 2210 c と 2215 b は、好ましくは多数のエッティング深さのためのエッティングマスクを提供する。好ましい実施例において、シリコンウェハ 2205 の露出部は、まず二酸化珪素のエッティングされたフィールド層 2210 c の開口を介して第 1 深さにエッティングされる。好ましい実施例において、次いで、二酸化珪素のエッティングされたフィールド層 2210 c の露出部は除去される。好ましい実施例において、次いで、シリコンウェハの露出部は、窒化珪素のエッティングされた層 2215 b の開口を介して第 2 深さにエッティングされる。このような方式において、処理ステップ 2110 ないし 2160 は、好ましくは局部的な珪素の酸化 (LOCOS) による併合マスクの微細加工処理を提供する。この分野と本願明細書の利点に対して通常の知識を有する者なら分かるように、LOCOS は、二酸化珪素を基板上に局部的に成長させることを指す。他の実施例においては、追加マスキング層を用意し、微細加工が深さをさらにエッティングできるようにする。他の実施例において、マスキング層は、二酸化珪素と窒化珪素の交差層からなる。

30

【0113】

図 25 と 26 に示すように、ステップ 2150 でシリコンウェハの裏面 2205 b は、KOH を用いてエッティングされる。好ましい実施例において、シリコンウェハの裏面 2205 b は、KOH を用いて 190 ミクロンの深さまでエッティングされる。KOH エッティングプロセスは、好ましくはヒンジ 612 と 614、ミラー収集板 610、及びミラー収集板 610 の空洞 720 を形成する。

40

【0114】

図 27 と 28 に示すように、プロレスステップ 2155 と 2160 で、シリコンウェハ 2205 の裏面 2205 b 上に二酸化珪素のフィールド層 2210 c の露出部が除去される。次いで、シリコンウェハ 2205 の裏面 2205 b の露出部は、KOH を用いて 200 ミクロンの深さまでエッティングされる。KOH エッティングプロセスは、ヒンジ 612 と 614、ミラー収集板 610 及び収集板 610 の空洞 720 をさらに形成する。最終的に、窒化珪素層 2215 a と 2215 b の残余部分は、シリコンウェハ 2205 の両面から除去される。シリコンウェハ 2205 に設けられた厚くホウ素でドーピングされた epi 層は、KOH プロセスのための化学エッティングストッパーを提供する。このような方式で、ミラー収集板 610 内の空洞 720 と T 字状ヒンジ領域 612 と 614 が形成される。

【0115】

50

他の実施例で、収集板 610 内の空洞 720 は、この空洞 720 を形成するように使われるマスキング層に設けられた開口により形成される。他の実施例で、ミラー収集板 610 内の空洞 720 は、V 字状断面を有する。

【0116】

図 21a に示すように、プロセスステップ 2110 ないし 2160 は、局部的な珪素の酸化 (LOCOS) による併合マスク KOH の微細加工処理を提供するが、この処理は、多数のエッティング抵抗層を塗布し、このエッティング抵抗層をエッティングして多数のマスキング層を提供することによって、シリコンウェハ 2205 をいろいろな相異なるエッティング深さにエッティングするために必要なマスクを提供する。この分野と本願明細書の利点に対して通常の知識を有する者なら分かるように、LOCOS は、珪素を含有する基板または層を局部的に酸化させて、重畠する二酸化珪素層を生成させることを称する。これは、相異なる位相を有する領域がただ一つの写真エッティングと多数のエッティングサイクルにより形成されることができるようとする。

【0117】

図 29a と 29b に示すように、プロセスステップ 2165 と 2170 で、シリコンウェハ 2205 の表面 2205a 上に二酸化珪素のパッド層 2210a をマスキングしエッティングして、シリコンウェハ 2205 の表面 2205a 上にミラー収集板 610 のためのエッティングマスク部分を形成する。シリコンウェハの裏面 2205b 上に二酸化珪素のパッド層 2210b の残余露出部もエッティングされる。

【0118】

図 30a と 図 30b に示すように、プロセスステップ 2175 で、金からなる層 3005 がシリコンウェハ 2205 の表面 2205a に塗布される。金からなる層 3005 は、ミラー収集板 610 の反射面 628 と、上部キャップにミラーを圧着するための外周の導電層 626 を提供するために、プロセスステップ 2180 でパターニングされる。好ましい実施例において、金からなる層 3005 は、チタニウムの中間層を用いてシリコンウェハ 2205 の表面 2205a に取り付けられる。

【0119】

図 30c と 30d に示すように、プロセスステップ 2185 と 2190 で、フォトレジスト層 3010 がシリコンウェハ 2205 の表面 2205a 上に塗布されパターニングされる。次いで、パターニングされたフォトレジスト層 3010 は、T字状ヒンジ 612 と 614 及びミラー収集板 610 をエッティング形成するためのエッティングマスクとして使われる。

【0120】

図 31 と 32 に示すように、プロセスステップ 2192、2194、2196 及び 2198 で、シリコンウェハの表面 2205a の露出部は、シリコンウェハの表面 2205a 上に露出した珪素の深い反応性イオンエッティング (DRIE) を利用してエッティングされ、ミラー収集板 610 を形成する。次いで、二酸化珪素層 2210a の露出部がエッティングされる。シリコンウェハ 2205 の表面 2205a は、深い反応性イオンエッティング (DRIE) を利用して 10 ミクロンの深さまでエッティングされ、T字状ヒンジを形成する。最終的に、フォトレジスト層をシリコンウェハ 2205 の表面 2205a から除去する。好ましい実施例において、ステップ 2192 と 2196 で行われた DRIE は、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角度を有する側壁を提供する。

【0121】

エッティングされたシリコン基板 2205 の表面 2205a 上の二酸化珪素層とフォトレジスト層は、好ましくは多数のエッティング深さのためのエッティングマスクを提供する。好ましい実施例において、シリコンウェハ 2205 の露出部は、まず、エッティングされた二酸化珪素のパッド層 2210a の開口を介して第 1 深さにエッティングされる。好ましい実施例において、次に、エッティングされた二酸化珪素層 2210a の露出部を除去する。好ましい実施例において、次いで、シリコンウェハ 2205 の露出部を、エッティングされたフォトレジスト層の開口を介して第 2 深さまでエッティングする。このような方式で、プロセ

10

20

30

40

50

ステップ 2155ないし2185は、エッティングマスクとしてフォトレジスト層を利用する併合型微細加工処理を提供する。

【0122】

図21aと21bに示すように、また、プロセスステップ2110ないし2160は、ウェットKOH併合マスクの微細加工処理を提供するのに対して、プロセスステップ2165ないし2198は、ドライDRIE併合マスクの微細加工処理を提供する。より一般的には、プロセスステップ2110ないし2160は、(1)シリコン基板を提供し、(2)シリコン基板上に二酸化珪素のバッファ層を塗布し、(3)バッファ層上にマスキング層を塗布し、(4)バッファ及びマスキング層をパターニングし、(5)シリコン基板の露出部を薄膜エッティングし、(6)シリコン基板の露出部上に二酸化珪素のフィールド層を成長させ、(7)二酸化珪素のフィールド層をパターニングし、(8)エッティングマスクとして酸化フィールドを利用してシリコン基板の露出部をエッティングし、(9)二酸化珪素のフィールド層の露出部を除去し、及び(10)エッティングマスクとして窒化珪素を利用してシリコン基板の露出部をエッティングするステップを含む併合マスクの微細加工処理を提供する。より一般的には、プロセスステップ2165ないし2198は、(1)シリコン基板を提供し、(2)シリコン基板上に第1マスキング層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)パターニングされた第1マスキング材層上に第2マスキング層を塗布し、(5)シリコン基板の露出部をエッティングし、(6)第1マスキング材層の露出部を除去し、(7)シリコン基板の露出部をエッティングし、及び(8)第2マスキング材層の露出部を除去するステップを含む併合マスクの微細加工処理を提供する。
。

【0123】

図21aないし32に示すように、好ましい実施例において、ミラー製造プロセスは、表面に7ミクロン厚さの厚くホウ素がドーピングされたepiが蒸着されている400ミクロンのシリコンウェハ2205を提供することによって開示される。次に、ウェットKOHエッティングのためのエッティングマスクを形成するために、シリコンウェハ2205の両面上に蒸着された二酸化珪素膜2210と窒化珪素膜2215を備える。ウェハの裏面上の窒化珪素層2215bは、エッティングされないまま残っている領域(すなわち、ミラーフレーム領域とZ移動ストッパー特徴部)を保護するためにパターニングされる。次いで、露出した下部の酸化パッド層2210bは、シリコンウェハ2205の裏面2205bを露出させるようにエッティングされる。次に、シリコンウェハ2205の裏面2205bの露出部は、約1ミクロン厚さまでエッティングされる。次いで、酸化フィールド層2210cがシリコンウェハ2205の裏面2205b上に成長される。その後、酸化フィールド層2210cは、epi層でエッティングされる領域を露出させるようにパターニングされる。シリコンウェハ2205は、露出したシリコン領域をエッティングし、二酸化珪素または窒化珪素により保護される領域は、エッティングしないウェットKOH腐食液内に配置される。次いで、エッティングされた珪素は、190ミクロンの深さにエッティングされる。次に、露出した二酸化珪素のフィールド層2210cは、エッティングにされ、窒化珪素で保護される領域がエッティングマスクとして残ることになる。次いで、シリコンウェハ2205をウェットKOH腐食液内にさらに配置し、他の200ミクロンをエッティングする。1回のKOHエッティングで以前にエッティングされた領域は、厚くホウ素でドーピングされたepi層に到達される時エッティングが停止し、この領域が空洞720とT字状ヒンジ領域を形成する。厚くドーピングされたホウ素珪素層は、KOHのための化学エッティングストッパーを形成する。したがって、新しく露出したシリコン領域は、この2回のKOHエッティングの間200ミクロンの深さまでエッティングされ、半分厚さのミラー収集板610を形成する。この併合型マスクKOHプロセスは、エッティング位相が異なる領域がただ一つの写真エッティングとエッティングサイクルで形成されることができるようとする。この製造プロセスは、従来の深い空洞写真エッティングと関連した重要な歩留り問題を排除する。

【0124】

図21a、31及び32に示すように、深い反応性イオンエッティング(DRIE)のドラ

10

20

30

40

50

イエッティング微細加工処理は、好ましくはT字状ヒンジ612と614を形成し、フレーム602、604、606及び608からミラー収集板610を分離させるように使われる。好ましい実施例において、DRIEドライエッティングプロセスは、最小の側方向アンダーカッティングを提供し、近接した垂直側壁プロファイルを提供する。このような方式で、DRIEドライエッティングプロセスは、ミラー収集板610のための衝撃移動ストップバーとして最上の機能をするミラー収集板610とフレーム602、604、606及び608との間のX間隙とY間隙を最適に提供する。好ましい実施例において、ミラー収集板610と支持フレーム602、604、606及び608との間のX間隙とY間隙側壁プロファイルは、実質的に垂直である。好ましい実施例において、ミラー収集板610と支持構造体602、604、606及び608間のX間隙とY間隙は、ミラー収集板610のあらゆる回転配向に対して維持される。このような方式で、ミラー収集板610は、フレーム602、604、606及び608により衝撃が停止する。ミラー収集板610またはフレーム602、604、606及び608の側壁の過度なテーパーは、所定の回転角度に対してX間隙またはY間隙が事実上大きくなるようにするので、T字状ヒンジ612と614に対する衝撃保護を多く提供しない。好ましい実施例において、ミラー収集板610またはフレーム602、604、606及び608の側壁の角度は、約54.7°である。10

【0125】

好ましい実施例において、ミラー収集板610のための分離エッティングプロセスと、T字状ヒンジ612と614のためのエッティングは、分離される。典型的な実施例において、T字状ヒンジエッティングの深さは、ただ10ミクロンであり、ミラー収集板分離エッティングの深さは、200ミクロンである。エッティングが同時に行われば、ヒンジ612と614は、ヒンジ612と614の衝撃剛性に影響を及ぼす側方向アンダーカッティング、裏面エッティング及び側壁テーパーに達することができる追加的な190ミクロンエッティングを受ける。20

【0126】

また、ミラー収集板610は、上部／下部キャップ205と215に対するミラーウェハの金取付前に、上部／下部キャップウェハにより保護されないので、ミラー収集板610がDRIEドライエッティングにより分離される時、ミラー収集板610は、割れやすく、X、Y、Z及びシータに自由に移動することができる。したがって、分離されたミラー収集板ウェハの取り扱いは、歩留りに重大な影響を及ぼす。また、ヒンジ612と614が折衷され、DRIEドライエッティング分離プロセス後にミラー収集板610を支持できない或る「不完全な」ミラー210が生ずる可能性が常に存在する。30

【0127】

図21aと21bに示すように、併合型マスクDRIEプロセスは、好ましくはT字状ヒンジ612と614を微細加工してミラー収集板610を分離させるのに使われる。併合型マスクDRIEプロセスは、好ましくは2相のDRIEドライエッティングプロセスのための多様なエッティング領域を形成する複合式二酸化珪素とフォトレジストマスクを含む。好ましい実施例において、露出した二酸化珪素マスクは、DRIEドライエッティングプロセスの第2の相前に剥離される。好ましい実施例において、ミラー収集板分離エッティングは、フォトレジストに形成され、ヒンジ分離領域は、二酸化珪素マスクにより保護される。典型的な実施例において、DRIEドライエッティングプロセスの第1の相は、190ミクロン深さにミラー収集板分離レーンをエッティングする。好ましい実施例において、二酸化珪素マスクは、ウェットエッティングにより選択的に除去される。典型的な実施例において、DRIEドライエッティングプロセスの第2の相は、ミラー収集板610を完全に分離させ、かつ、T字状ヒンジ612と614を分離させるために10ミクロン深さのエッティングを利用する。併合型マスクDRIEドライエッティングプロセスは、深いミラー収集板分離エッティングを浅いT字状ヒンジ分離エッティングから分離させる。これは、2個のエッティングプロセスが近接した垂直側壁プロファイル、最小のアンダーカッティング及び裏面ヒンジエッティングの排除を個別的に最適化できるようにする。4050

【 0 1 2 8 】

他の実施例において、ミラー収集板 610 は、ミラー収集板 610 に構造的支持体を提供し、かつ、任意の不完全なミラー収集板を把持する一時的な裏面ウェハの取付により分離エッティングプロセス後に保護される。

【 0 1 2 9 】

他の実施例において、ミラー収集板 610 は、下部キャップ 215 ウェハを裏面ウェハとして利用することにより、分離エッティングプロセス後に保護される。好ましい実施例において、下部キャップ 215 ウェハは、D R I E ドライエッティングプロセス前にミラー 210 ウェハに金で取り付けられる。他の実施例において、D R I E ドライエッティングプロセスの間、下部キャップ 215 は、ミラー収集板 610 とビーム 1035、1040、1045 及び 1050 に対して構造的支持体を提供し、任意の不完全なミラー収集板 610 を把持して、これらがエッティングチャンバー内に残留することを防止する。好ましい実施例において、上部キャップ 205 は、D R I E ドライエッティングプロセス後にミラーウェハ／下部キャップウェハスタックに金で取り付けられる。

10

【 0 1 3 0 】

ミラー組立体 110 のための製造プロセスは、好ましくは併合型マスク KOH ウェットエッティング、併合型マスク D R I E ドライエッティング、ミラーウェハに対するキャップウェハの金共融接着及びミラーウェハスタックに対するセラミックウェハのウェハ高さの導電性エポキシ取付のプロセスの中から一つ以上を利用する。プロセスモジュールと全体製造プロセスの目的は、生産価格の減少のために、製造性及び歩留りを向上させることである。

20

【 0 1 3 1 】

好ましい実施例において、併合型マスクの D R I E ドライエッティングプロセスは、製造時にミラー 210 を取り扱うための一つ以上の製造オプションをさらに含む。

【 0 1 3 2 】

他の実施例において、ミラーウェハ 210 は、併合型マスク D R I E ドライエッティング処理のための一時的な裏面ウェハに取り付けられる。裏面ウェハは、自動化ウェハ取り扱いにより任意の「不完全な」ミラー収集板を把持する。併合型マスク D R I E ドライエッティングと裏面ウェハの除去後に、両キャップ 205 と 215 は、一つの金取付ステップによりミラーウェハ 210 に取り付けられる。

30

【 0 1 3 3 】

他の他の実施例において、ミラー収集板 610 は、併合型マスク D R I E エッティングプロセス前に下部キャップウェハ 215 に取り付けられる。下部キャップ 215 は、併合型マスク D R I E ドライエッティングプロセスの間、任意の不完全なミラー収集板 610 を把持するので、固有の裏面ウェハとして作用する。併合型マスク D R I E ドライエッティングプロセスの完了後に、上部キャップ 205 は、複合式ミラー／下部キャップウェハスタックに金で取り付けられる。

30

【 0 1 3 4 】

セラミックベースウェハプロセス 2010 は、好ましくはベース部材 220 を提供する。好ましい実施例において、ベース部材 220 は、従来のセラミック加工処理を利用して製造される。

40

【 0 1 3 5 】

上部／下部キャップウェハプロセス 2015 は、好ましくは上部キャップ 205 と下部キャップ 215 を提供する。図 33 に示すように、上部／下部キャップウェハプロセス 2015 は、好ましくは、(1)ステップ 3305 で 400 ミクロン厚さのシリコンウェハの両面上に二酸化珪素層と窒化珪素層を提供し、(2)ステップ 3310 で中央空洞のためのシリコンウェハの表面を写真エッティングし、(3)ステップ 3315 でシリコンウェハの表面上の二酸化珪素のパッド層と窒化珪素層の露出部をエッティングし、(4)ステップ 3320 でシリコンウェハの表面上の露出したシリコン領域を薄膜エッティングし、(5)ステップ 3325 でシリコンウェハ表面の薄膜エッティングされた部分上に二酸化珪素のフ

50

フィールド層を成長させ、(6)ステップ3330で移動ストッパーのためにシリコンウェハの表面を写真エッチングし、(7)ステップ3335でシリコンウェハ表面上の二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッチングし、(8)ステップ3340で移動ストッパーのためにシリコンウェハの裏面を写真エッチングし、(9)ステップ3345でシリコンウェハ裏面上の窒化珪素層と二酸化珪素のパッド層の露出部をエッチングし、(10)ステップ3350でシリコンウェハ両面上の露出した珪素を150ミクロンの深さまでKOHエッチングし、(11)ステップ3350でシリコンウェハ両面上の露出した二酸化珪素のフィールド層をエッチングし、(12)ステップ3360でシリコンウェハ両面上の珪素の露出部を50ミクロンの深さまでKOHエッチングし、(13)ステップ3365でシリコンウェハ両面上の窒化珪素層を剥離し、(14)ステップ3370でシリコンウェハ両面上の露出した二酸化珪素層をエッチングし、(15)ステップ3375で下部キャップの表面上に金からなる層を蒸着し、及び(16)ステップ3380で下部キャップの裏面上に金からなる層を蒸着するステップを含む。
10

【0136】

図34に示すように、プロセスステップ3305で、シリコンウェハ3405は、表面3405aと裏面3405bを有するように設けられる。好ましい実施例において、シリコンウェハ3405は、400ミクロン厚さのシリコンウェハを備える。プロセスステップ3305で、二酸化珪素のパッド層3410aと3410bは、シリコンウェハ3405の両面上に成長される。

【0137】

好ましい実施例において、上部／下部キャップ及びミラーウェハに対する出発材料の仕様は、二重面研磨、 400 ± 7.5 ミクロンの厚さ制御及びホウ素の 10^{18} cm^{-3} のドーピング濃度である。ミラーウェハの場合、出発ウェハは好ましくは表面上に7ミクロンの厚くホウ素ドーピングされたepiが蒸着された後、約400ミクロンの出発厚さにさらに研磨される。好ましい実施例において、分離されたミラー収集板610からセラミックベース部材220への電気的接続は、ミラーウェハと下部キャップウェハの厚さにより行われる。これらのウェハの高いドーピングは、ミラー／下部キャップと下部キャップ／ベース部材金属化部分間に良好な抵抗電気接触を最適に提供する。他の実施例において、下部キャップ220の二重面注入と、ミラー210の裏面注入が提供される。
20

【0138】

二酸化珪素のパッド層3410aと3410bは、従来に工業的に利用可能な多くのプロセスを利用して成長することができる。好ましい実施例において、二酸化珪素のパッド層3410aと3410bは、熱酸化プロセスにより成長される。二酸化珪素のパッド層3410aと3410bは、例えば、約300ないし10000オングストロームの深さまで成長することができる。好ましい実施例において、二酸化珪素のパッド層3410aと3410bは、300ないし600オングストロームの深さまで成長される。次いで、プロセスステップ3305で、窒化珪素層3415aと3415bが二酸化珪素のパッド層3410aと3410b上に塗布される。窒化珪素層3415aと3415bは、従来に工業的に利用可能な多くのプロセスを利用して塗布することができる。好ましい実施例において、窒化珪素層3415aと3415bは、化学的気相蒸着法により塗布することができる。窒化珪素層3415aと3415bは、例えば0.1ないし2ミクロンの深さまで塗布することができる。好ましい実施例において、窒化珪素層3415aと3415bは、約0.12ないし0.15ミクロンの深さまで塗布される。
30

【0139】

図35aに示すように、プロセスステップ3310と3315で、シリコンウェハ3405の表面3405a上の二酸化珪素のパッド層3410aと窒化珪素層3415aは、上部と下部キャップの中央空洞を連続形成するようにパターニングされエッチングされる。

【0140】

図35bに示すように、次いで、プロセスステップ3320と3325で、シリコンウェハ3405の表面3405a上の珪素の露出部は、薄膜エッチングされる。好ましい実施
40

50

50

50

50

50

例において、薄いエッティングの深さは、二酸化珪素のフィールド層の成長を容易にするために約0.5ないし1.5ミクロンとなる。次いで、二酸化珪素のフィールド層3410cは、シリコンウェハ3405の表面3405a上の露出した珪素領域上に成長される。二酸化珪素のフィールド層3410cの厚さは、好ましくは二酸化珪素のパッド層3410aと窒化珪素層3410bとを組み合わせた厚さより大きいか同様である。

【0141】

図36に示すように、プロセスステップ3330と3335で、シリコンウェハ3405の表面3405a上に、二酸化珪素のフィールド層3410cの露出部が上部と下部キャップの移動ストッパーを連続形成するためにパターニングされエッティングされる。

【0142】

図37と38に示すように、プロセスステップ3340と3345で、シリコンウェハ3405の裏面3405b上に、二酸化珪素のパッド層3415aと窒化珪素層3415bが上部及び下部キャップの移動ストッパーと中央空洞を連続形成するようにパターニングされる。

【0143】

図39、39a、39b及び39cに示すように、プロセスステップ3350で、シリコンウェハ3405の裏面上にシリコンの露出部は、150ミクロンの深さまでKOHエッティングされる。これは、上部及び下部キャップに空洞と移動ストッパーを形成する。このようなKOHエッティングプロセスにより、好ましくは厚さが約100ミクロンの珪素の中央薄膜が形成される。

【0144】

図40と41に示すように、プロセスステップ3355で、シリコンウェハ3405の両面上に二酸化珪素のパッド層3410aとフィールド層3410cの露出部がエッティングされる。このエッティングプロセスは、移動ストッパーの上部面の連続リセシングを可能にする。

【0145】

図42、42a、42b及び42cに示すように、プロセスステップ3360で、シリコンウェハ3405の両面上の珪素の露出部は、約50ミクロンの深さまでエッティングされる。これは、上部及び下部キャップの空洞と移動ストッパーを最終形成する。また、好ましくは約50ミクロン程度移動ストッパーの上部面をリセシングする。

【0146】

図43、43a、43b及び43cに示すように、プロセスステップ3365、3370、3375及び3380で、二酸化珪素と窒化珪素の層3410a、3410b、3415a及び3415bの残余部は、シリコンウェハ3405の両面から剥離される。上部キャップ205の場合、これは、好ましくは製造プロセスを完了させる。下部キャップ215の場合、次いで、金からなる層4305aと4305bがシリコンウェハ3405の上部面と下部面に塗布される。好ましい実施例において、金からなる層4305aと4305bは、チタニウムの中間層を利用してシリコン基板3405に取り付けられる。

【0147】

他の実施例において、下部キャップ215の処理は、ビーム1035、1040、1045及び1050を提供するために変形されたマスキングステップを含む。例えば、これらのビームは、ビーム1035、1040、1045及び1050を提供するように、プロセスステップ3330と3340を変更させることによって提供されることができる。

【0148】

図33に示すように、プロセスステップ3305ないし3370は、ウェットKOH-L_{OCOS}併合マスクの微細加工処理を提供する。より一般的には、プロセスステップ3305ないし3370は、(1)シリコン基板を提供し、(2)多数のマスキング層をシリコン基板上に連続的に塗布し、(3)マスキング材層を連続的にパターニングし、(4)露出したシリコン領域を薄膜エッティングし、(5)二酸化珪素のフィールド層を成長させ、(6)二酸化珪素のフィールド層をパターニングし、(7)二酸化珪素のフィールド層

10

20

30

40

50

の露出部をエッティングし、及び(8)シリコン基板の露出部をエッティングするステップを含む併合マスクの微細加工処理を提供する。

【0149】

キャップウェハをミラーに金で取り付けるプロセス2020は、好ましくは上部キャップ205、ミラー210及び下部キャップ215を含むサブ組立体を提供する。図43dを参照すれば、好ましい実施例において、金取付ステップは、ステップ4355で他のウェハのマッチング表面が露出珪素を備えるとともに、マッチングウェハの表面に金からなる層を被覆するステップ、ステップ4360でウェハ等の符合する表面を密接な接触状態に配置するステップ、ステップ4365で符合する表面を共に圧縮するステップ、及びステップ4370で金／共融温度以上にウェハを加熱するステップを含む金共融ウェハ取付プロセス4350を含む。好ましい実施例において、プロセス4350は、ウェハ間に密封取付を提供する。

【0150】

好ましい実施例において、金蒸着ステップの数を最小化し(コストを減少させ)、ミラーの裏面上に金属化部分を形成する深い空洞写真エッティングを排除するために(歩留り)、両上部／下部キャップ205と215、ウェハは、金共融取付を利用してミラー210に取り付けられる。金共融ウェハ取付のために、ウェハ表面は、露出した珪素であり、一つのウェハ表面は、金で被覆され、大きい力を加えてウェハを接触状態で配置して、金／珪素共融点以上に加熱する。金は、露出した珪素ウェハに拡散され、強い密封ウェハ取付を形成する。

【0151】

セラミックベースウェハ220をミラーウェハスタックに導電性エポキシで取り付けるプロセス2025は、好ましくは上部キャップ205、ミラー210、下部キャップ215及びベース部材220を含む組立体を提供する。好ましい実施例において、導電性エポキシ取付プロセスは、従来の導電性エポキシプレフォームの使用を含む。好ましい実施例において、ベース部材220の外周部周りの金属リング1340は、下部キャップ215に対するベース部材220の導電性エポキシ取付と組合して好ましくは下部キャップ215に対する電気的接触を提供する。ウェハ取付プロセスは、好ましくは下部キャップ215がミラー収集板610と直接的に電気的接触ができる。したがって、ミラー収集板610は、好ましくはベース部材220を利用して電気的に接近、制御及び監視することができる。ベース部材220上の電極駆動パッドとミラー接触金属化部分1310a、1315a及び1340は、ミラー組立体110を効果的に実装構成要素に有効にする技法による従来の薄膜貫通孔を利用してベース部材220の裏面上の電気的接触パッドに接続される。

【0152】

パッケージ型ミラーウェハスタック2030のダイシングは、好ましくはミラー組立体110を提供する。好ましい実施例において、ミラー210は、上部キャップ205と下部キャップ215に金で取り付けられる。次いで、このような金取付のサブ組立体は、好ましくはセラミックベース部材220に取り付けられる。上部キャップ205、ミラー210及び下部キャップ215を含む金取付のサブ組立体は、好ましくはウェハ等級の導電性エポキシプレフォームを利用してセラミックベース部材220に取り付けられる。好ましい実施例において、上部キャップ205、ミラー210、下部キャップ215及びベース部材220を含むウェハが4個スタッカされたサブ組立体は、パッケージ型ミラーウェハスタックを形成する。好ましい実施例において、次いで、切削水から4個ウェハスタッカを密封保護するために、ダイシングテープのウェハサイズシートを上部キャップ205と下部キャップ215に塗布する。次いで、従来の自動化切削刃を利用して4個ウェハスタッカを個別パッケージ型ミラーダイにダイシングする。次に、テープを除去する。

【0153】

パッケージ型ミラーダイの試験プロセス2035は、好ましくはミラー組立体110の電気的、光学的及び機械的性能を検査する。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 4 】

前述したミラー組立体は、好ましくは半分厚さの微細ミラー、珪素のT字状ヒンジ及びウェハの高さに微細加工されたシリコンの上部／下部キャップを含む。ミラー組立体は、好ましくは費用減少と製造性向上のための設計、(2)向上されたミラー位置精密度(すなわち、「垂れ」と位置精密度の組合)、(3)衝撃工程をより要求する強い衝撃保護、及び(4)レーザークリッピング問題をアドレシングしつつ、ミラーの包装(パッケージング)などの技術的要素を含む。

【 0 1 5 5 】

ミラー組立体110の製造プロセスは、重要な多数の製造費用減少を含む。

第一に、微細加工された珪素キャップウェハ205と215は、従来のパッケージングに比べてパッケージングの材料費用を非常に低減させる。例えば、上部／下部キャップ205と215は、ウェハの高さに取り付けられるが、これは、バッチプロセスである。これは、従来のダイの高さ(部品)組立体プロセスより費用がより一層効率的である。

【 0 1 5 6 】

第二に、半分厚さのミラー収集板610は、好ましくは(高価の)ウェットエッチング技術と(安価の)ドライエッチング技術の均衡的な組合により達成される。典型的な実施例において、珪素ヒンジ／半分厚さのミラープロセスは、通常全体厚さのミラープロセスに比べてDRIEエッチング時間が72%減少する。

【 0 1 5 7 】

第三に、ダイサイズは、ミラーのフレーム領域を最小化させる分最小化される。また、典型的な実施例において、上部／下部キャップウェハの二重面ウェットエッチングの使用は、側壁テーパーを最小化させ、この側壁テーパーにより上部キャップレーザークリッピング問題を最適にアドレシングしつつ、ダイサイズが20%減少する。

【 0 1 5 8 】

また、ミラー組立体110は、位置精密度と衝撃存続性と関連して多数の場所を提供する。

【 0 1 5 9 】

例えば、色々な典型的なバーコードスキナ用例において、レーザー光線の回転位置精度は、ミラーが横断ミラー、自体誘発された重力トルク、トルク = $T = m g * h / 2$ (ここで、 $m g$ = ミラー自重、 h = ミラー厚さ)を必要とする時、1.3°以内となるよう

30
要求されることができる。ミラー収集板610の位置精密度は、指示精密度と「垂れ」成分で構成される。ミラー収集板610の回転バネ定数 K_r と質量は、ミラー共振周波数 F とミラーサイズにより予め決定されるので、ミラー収集板610の傾斜角 θ は、関係式 $\theta = T / K_r$ により決定される。典型的な実施例において、ミラー収集板610の傾斜角は、全体厚さミラーの場合、1.3°より大きい。典型的な実施例において、ミラー収集板610の精密度のうち位置精密度は、ねじりバネ定数を増加させて、共振周波数を50Hzに増加させることによって(すなわち、ミラー傾斜角を減少させることによって)向上される。半分厚さのミラー収集板設計と裏面ミラー収集板の空洞エッチングは、T字状ヒンジ612と614周囲のミラー収集板自重を減少させることによって、典型的な位置精密度が達成される能够性がある。

【 0 1 6 0 】

図19に示すように、典型的な実施例において、入射レーザーは、ラインAに沿って45°角度でミラー収集板の表面上に照射され、ラインBに沿ってさらに空間に反射される。典型的な実施例において、レーザー光線は、約500ミクロンの幅と1000ミクロンの長さである有限スポットサイズを有する。500ミクロン幅のレーザー光線の中心は、ラインAとBに沿って位置する。典型的な実施例において、ミラー収集板610は、±10°を走査するように要求される。このような典型的な実施例において、反射されたレーザー光線の走査範囲境界は、B' と B'' である。レーザークリッピングを防止するために、光路に沿って妨害物が存在しない必要がある。上部／下部キャップ205と215の二重面ウェットエッチングの使用は、上部／下部キャップ205と210の内部エッジに二重

10

20

30

40

50

面テープを提供し、これは、レーザークリッピングを最小化し、「キャップ把持」衝撃保護を提供する。さらに、「キャップ把持」は、好ましくはミラー収集板 610 が平面から離れて回転される時、10ないし100ミクロンに達する×方向間隙の変化を調節する。このような方式で、「キャップ把持」は、好ましくはサイン波入力の半分である最大約 2000 g / 1.1 m s の衝撃保護を提供する。最終的に、上部キャップ 205 の左及び右リムカットアウト 330 と 340 は、好ましくは光路に沿う妨害経路とクリッピング効果を最小化させる。

【0161】

典型的な実施例において、右クリッピングを防止するために、傷のない光路が B" ± 250 に限定されるカラム空間に提供され、これは、レーザー光線をミラー収集板 610 に対して完璧に整列するのに問題にならない。クリッピング問題は、手動スキャナエンジン組立型の作動で誤整列が大きい時に生じ、レーザー光源をミラー中心線から右または左に移動させる。図 19 に示すように、右で最上のラインは、ライン B" に平行したライン B'" であり得る。B" をミラー収集板 610 の平面と交差させることにより、600ミクロンのクリッピング距離が発生する。したがって、右半分上においてミラー収集板 610 の使用可能部分は、1250ミクロン (2.5 mm のミラーサイズの 50%) - 600ミクロン (クリッピング距離) = 650ミクロンである。右に対して許容可能な誤整列は、650ミクロン - 250ミクロン (50% のレーザースポットサイズ) = 400ミクロン (16 mils) である。同様に、典型的な実施例において、左のクリッピングは、240ミクロンであり、左に対して許容可能な誤整列は、760ミクロン (30 mils) だけ大きいことができる。レーザー / ミラー整列が 16 mils より大きければ、クリッピング問題は存在しない。さらに、レーザーの位置精度が向上すれば、収集領域が減少することができ、左 / 右キャップリムのカッティングが相応に減少することができるので、ミラーダイのサイズを非常に減少させることができる機会が提供される。このような線形位置精度は、光源の角度位置精度と 45° で結合される。例えば、装着角度が 55° になると、レーザークリッピングは非常に悪くなる。

【0162】

典型的な実施例において、上部キャップウェハの移動ストッパー突起 310 と 320 は、ミラー収集板 610 を y 方向に 300ミクロンだけオーバーシャドウする。典型的な実施例において、Z 方向移動ストッパーとして役割をするためには、移動ストッパー突起 310 と 320 に最小の重畠が要求される。したがって、典型的な実施例において、ミラー収集板の使用可能領域は、1250ミクロン (2.5 mm ミラーサイズの 50%) - 300ミクロン (クリッピング距離) = 900ミクロンであり、許容可能な誤整列は、950ミクロン - 500ミクロン (レーザースポットサイズの 50%) = 450ミクロン (18 mils) である。

【0163】

レーザークリッピング影響を緩和させるための一つの方法としては、レーザー光源を 45° 未満の角度で装着することである。表 1 に示すように、色々な典型的な実施例において、レーザー装着角度とクリッピング長さ間の関係は、次に示される通りである。

【表 1】

10

20

30

40

表1

装着角度	クリッピング (ミクロン)		上部キャップリムウェハ (ミクロン)	
	左	右	左	右
45	240	600	200	50
40	180	430	200	50
35	80	280	200	50
28	0	100	200	50
35	180	280	300	50
25	0	100	200	100

【0164】

典型的な実施例において、ミラー組立体110に対する衝撃存続性事項は、サイン波の半分である2,000g、1.0ms期間である。これは、100%反射される6ピット下降と相関関係がある。これが微細加工装置に対する要求衝撃事項である。さらに、この典型的な事項は、従来の外部バーコードスキヤナ生産パッケージの固有衝撃吸水性を考慮しない露出包装されたミラー組立体110に関するものである。典型的な実施例において、ミラー組立体110は、多様な衝撃保護形態を利用してこのような厳重な要件を満足させる。例えば、前述したように、ミラー収集板610は、好ましくはX軸またはY軸にミラー収集板610の平面での並進衝撃入力に対してフレーム602、604、606及び608により衝撃が保護される。前述したように、上部／下部キャップ205と215の移動ストッパー突起310、320、1010及び1020は、好ましくはZ方向で平面から離れた並進衝撃入力に対してミラー収集板610の衝撃を保護する。ミラー収集板610を提供するのに最も難しい衝撃保護は、ミラー収集板610が平面から離れて回転されるあいだの並進衝撃である。典型的な3mm×3mmのミラー収集板610の場合、ミラー収集板610が7.5°以上に回転される時、半分厚さのミラー収集板610は、フレーム602、604、606及び608の平面から離れており、これにより、フレーム602、604、606及び608は、X軸成分を有する衝撃入力に対してこれ以上衝撃保護を提供することができない。このような状況の場合、上部／下部キャップのテーパー型内周壁205と215は、好ましくはミラー収集板610を把持する（「キャップ把持」）。任意の回転度に対して、半分厚さミラー収集板610の所定部分が常にT字状ヒンジ612と614近くのフレーム602、604、606及び608の平面内にあるので、フレーム602、604、606及び608は、衝撃入力のY軸成分に対して続いて衝撃保護を提供する。

【0165】

さらに、図18に示すように、上部／下部キャップ205と215の内部テーパー状壁は、ミラー収集板610がフレーム602、604、606及び608の平面から離れて回転される時、X軸成分の衝撃入力に対してミラー収集板610に衝撃保護を提供する。これらの衝撃保護設計形態は、いずれも好ましくはミラー収集板610に3次元衝撃保護を提供し、ミラー収集板が3方向軸中の任意の軸、方向軸の任意の組合方向、及びミラー収集異なる±14°まで回転される任意の方向軸の組合方向でサイン衝撃入力の半分である2000g/1.0msを耐えることができるようとする。

【0166】

好みの実施例において、ミラー収集板610に取り付けられた補助移動ストッパー突起

10

20

30

40

50

616、618、620及び622の主目的は、作動中にミラー収集板610に対してオーバースイング保護を提供することである。典型的な実施例において、これらの200ミクロン厚さの移動ストッパー突起616、618、620及び622の衝撃保護性能（並進及び回転衝撃入力の任意の組合の場合）は、2000g / 0.5mSである。「キャップ把持」設計の追加は、好ましくはこのような衝撃保護を2000g / 1.0mSの衝撃水準に向上させる。補助移動ストッパー616、618、620及び622は、2次的な目的を満足させ、この2次的な目的は、製作プロセス中に、特にミラー収集板610を分離させるDRIEエッティング後、上部／下部キャップウェハ取付プロセス前に発生する正常な取り扱いの場合露出したミラーウェハに対して一部制限された衝撃保護を提供することである。

10

【0167】

他の実施例において、ミラー組立体は、例えば、ニューヨーク州ニューヨークに所在するCRC出版社のMarc Madou, Fundamentals Of Microfabrication, Volume A43, pp. 466に開示されたように、広く公知された方式でさらに変更され、可変静電容量加速度系を提供することができる。

【0168】

他の実施例において、例えばJan Soderkvist, Micromachined Gyroscopes, Sensors and Actuators, Vol. A43, 1994, pp. 65-71と、H. Hashimoto, C. Cabuz, K. Minami and M. Esashi, Silicon Resonant Angular Rate Sensor Using Electromagnetic Excitation And Capacitive Detection, Journal Of Micromechanics and Microengineering, Volume 5, No. 3, 1995, pp. 219-225に開示されたように、ミラー組立体110は、広く公知された方式でさらに変更され、ジャイロスコープを提供することができる。

20

【0169】

図44を参照すれば、シリコンの局部酸化（localized oxidation of silicon、LOCOS）併合マスクの微細加工処理（プロセス）4400に係る複数の他の実施例が示されている。これらのプロセス4400のうちいずれかが、少なくともミラー210の一部及び/または上部及び下部キャップ205と215を塗布するのに用いられる。図44に示すように、LOCOS併合マスクの微細加工処理4400は（1）ステップ4405でシリコンウェハを提供し、（2）ステップ4410でシリコンウェハの表面上に二酸化珪素のバッファ層を（選択的に）成長させ、（3）ステップ4415でシリコンウェハ上に窒化珪素層を塗布し、（4）ステップ4420で窒化珪素層をパターニングし、（5）ステップ4425で二酸化珪素のバッファ層の露出部にパターンを（選択的に）塗布し、（6）ステップ4430でシリコンウェハの表面の露出部を（選択的に）薄膜エッティングし、（7）ステップ4435で窒化珪素のパターン層で覆われないシリコンウェハの部分に二酸化珪素のフィールド層を成長させ（二酸化珪素のフィールド層は少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい）、（8）ステップ4440で二酸化珪素層をパターニングし、（9）ステップ4445でシリコンウェハの露出部をエッティングし、（10）ステップ4450で二酸化珪素層の露出部を除去し、（11）ステップ4455でシリコンウェハの露出部をエッティングし、（12）ステップ4460で二酸化珪素及び窒化珪素の残余部を除去するステップを含むことが好ましい。この方法において、基板を複数のエッティング深さにエッティングするために、5個の選択的なLOCOS併合マスクの微細加工処理の実施例が提供される（請求項7、9、14に相当）。

30

【0170】

本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、パターニングとは、物質または基板の層にパターンを形成するために通常のフォトリソグラフィー及びエッティングの

40

50

連続的な動作を行うことをいう。また、本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、エッティングとは物質または基板の層の少なくとも一部を除去することをいう。

【0171】

プロセス4400の好ましい実行において、パターニング動作の数を最小化するためにステップ4420、4425、4430及び4440の全てのエッティングステップに対するマスキング層として、同様なフォトレジスト層が用いられる。また、ステップ4420、4425、4430A及び4440で各パターニングに対して別のフォトレジストパターニングが用いられる。

【0172】

プロセス4400の好ましい実施例において、ステップ4445と4455でシリコンウェハの露出部のエッティングはKOHの使用により提供される。

【0173】

図44及び45a-45iを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、LOCOS併合マスクの微細加工処理の第1実施例は、(1)図45aに示すように、ステップ4405でシリコンウェハ4500を提供し、(2)図45bに示すように、ステップ4415でシリコンウェハ4500上に窒化珪素層4505を塗布し、(3)図45cに示すように、ステップ4420で窒化珪素層4505をパターニングし、(4)図45dに示すように、ステップ4435で窒化珪素のパターン層4505で覆われないシリコンウェハ4500の部分に二酸化珪素のフィールド層4510を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は少なくとも窒化珪素層ほど厚いことが好ましい)、(5)図45eに示すように、ステップ4440で二酸化珪素層4510をパターニングし、(6)図45fに示すように、ステップ4445でシリコンウェハ4500の露出部をエッティングし、(7)図45gに示すように、ステップ4450で二酸化珪素層4510の露出部を除去し、(8)図45hに示すように、ステップ4455でシリコンウェハ4500の露出部をエッティングし、(9)図45iに示すように、ステップ4460で二酸化珪素及び窒化珪素層4505と4510の残余部を除去するステップを含む。

【0174】

LOCOS併合マスクの微細加工処理4400の第1実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層4505の厚さ、及び約0.2ないし3ミクロン範囲である二酸化珪素層4510の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0175】

図44及び46a-46iを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層は使用しなしが、シリコンウェハの露出部の薄膜エッティングを行うLOCOS併合マスクの微細加工処理の第2実施例(請求項1)は、(1)図46aに示すように、ステップ4405でシリコンウェハ4600を提供し、(2)図46bに示すように、ステップ4415でシリコンウェハ4600上に窒化珪素層4605を塗布し、(3)図46cに示すように、ステップ4420で窒化珪素層4605をパターニングし、(4)図46dに示すように、ステップ4430でシリコンウェハ4600の表面の露出部を薄膜エッティングし、(5)図46eに示すように、ステップ4435で窒化珪素のパターン層4605で覆われないシリコンウェハ4600の部分に二酸化珪素のフィールド層4610を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は少なくとも窒化珪素層ほど厚いことが好ましい)、(6)図46fに示すように、ステップ4440で二酸化珪素層4610をパターニングし、(7)図46gに示すように、ステップ4445でシリコンウェハ4600の露出部をエッティングし、(8)図46hに示すように、ステップ4450で二酸化珪素層4610の露出部を除去し、(9)図46iに示すように、ステップ4455でシリコンウェハ4600の露出部をエッティングし、(10)図46jに示すように、ステップ4460で二酸化珪素及び窒化珪素層4605と4610の残余部を除去するステップを含む。

【0176】

LOCOS併合マスクの微細加工処理4400の第2実施例の好ましい実行において、約

10

20

30

40

50

0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層4605の厚さ、約0.5ないし1ミクロン範囲であるシリコンウェハ4600の露出部の薄膜エッチングの深さ、及び約0.2ないし3ミクロン範囲である二酸化珪素層4610の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0177】

図44及び47a-47iを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、単独でパターンされないLOCOS併合マスクの微細加工処理の第3実施例は、(1)図47aに示すように、ステップ4405でシリコンウェハ4700を提供し、(2)図47bに示すように、ステップ4410でシリコンウェハ4700の表面上に二酸化珪素のバッファ層4705を成長させ、(3)図47cに示すように、ステップ4415でシリコンウェハ4700上に窒化珪素層4710を塗布し、(4)図47dに示すように、ステップ4420で窒化珪素層4710をパターニングし、(5)図47eに示すように、ステップ4435で窒化珪素のパターン層で覆われないシリコンウェハ4700の部分に二酸化珪素のフィールド層4715を成長させ(二酸化珪素層4715は少なくとも窒化珪素層4710と二酸化珪素のバッファ層4705の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図47fに示すように、ステップ4440で二酸化珪素層4705と4715をパターニングし、(7)図47gに示すように、ステップ4445でシリコンウェハ4700の露出部をエッチングし、(8)図47hに示すように、ステップ4450で二酸化珪素層4705と4715の露出部を除去し、(9)図47iに示すように、ステップ4455でシリコンウェハ4700の露出部をエッチングし、(10)図47jに示すように、ステップ4460で二酸化珪素及び窒化珪素層4705、4710及び4715の残余部を除去するステップを含む。
10

【0178】

LOCOS併合マスクの微細加工処理4400の第3実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロン範囲である窒化珪素層4705の厚さ、約0.1ないし2ミクロン範囲である窒化珪素層4710の厚さ、及び約0.2ないし3ミクロン範囲である二酸化珪素層4715の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0179】

図44及び48a-48kを参照すれば、単独でパターンされる二酸化珪素のバッファ層を有するLOCOS併合マスクの微細加工処理の第4実施例は、(1)図48aに示すように、ステップ4405でシリコンウェハ4800を提供し、(2)図48bに示すように、ステップ4410でシリコンウェハ4800の表面上に二酸化珪素のバッファ層4805を成長させ、(3)図48cに示すように、ステップ4415でシリコンウェハ4800上に窒化珪素層4810を塗布し、(4)図48dに示すように、ステップ4420で窒化珪素層4810をパターニングし、(5)図48eに示すように、ステップ4425で二酸化珪素のバッファ層4805の露出部をパターニングし、(6)図48fに示すように、ステップ4435で窒化珪素のパターン層4810で覆われないシリコンウェハ4800の部分に二酸化珪素のフィールド層4815を成長させ(二酸化珪素層4815は少なくとも窒化珪素層4810と二酸化珪素のバッファ層4805の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7)図48gに示すように、ステップ4440で二酸化珪素層4805と4815をパターニングし、(8)図48hに示すように、ステップ4445でシリコンウェハ4800の露出部をエッチングし、(9)図48iに示すように、ステップ4450で二酸化珪素層4805と4815の露出部を除去し、(10)図48jに示すように、ステップ4455でシリコンウェハ4800の露出部をエッチングし、(11)図48kに示すように、ステップ4460で二酸化珪素及び窒化珪素層4805、4810及び4815の残余部を除去するステップを含む。
30
40

【0180】

LOCOS併合マスクの微細加工処理4400の第4実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロン範囲である窒化珪素層4805の厚さ、約0.1ないし1.8ミクロン範囲である窒化珪素層4810の厚さ、及び約0.2ないし3.0ミクロン範囲
50

である二酸化珪素層 4 8 1 5 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0181】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 4 4 0 0 の第 4 実施例の好ましい実行においては、ステップ 4 4 2 5 で二酸化珪素のバッファ層 4 8 0 5 の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層 4 8 1 0 が用いられる。

【0182】

図 4 4 及び 4 9 a - 4 9 i を参照すれば、単独でパターンされる二酸化珪素のバッファ層及びシリコンウェハの薄膜エッチングを有する LOCOS 併合マスクの微細加工処理の第 5 実施例は、(1) 図 4 9 a に示すように、ステップ 4 4 0 5 でシリコンウェハ 4 9 0 0 を提供し、(2) 図 4 9 b に示すように、ステップ 4 4 1 0 でシリコンウェハ 4 9 0 0 の表面上に二酸化珪素のバッファ層 4 9 0 5 を成長させ、(3) 図 4 9 c に示すように、ステップ 4 4 1 5 でシリコンウェハ 4 9 0 0 上に窒化珪素層 4 9 1 0 を塗布し、(4) 図 4 9 d に示すように、ステップ 4 4 2 0 で窒化珪素層 4 9 1 0 をパターニングし、(5) 図 4 9 e に示すように、ステップ 4 4 2 5 で二酸化珪素のバッファ層 4 9 0 5 の露出部をパターニングし、(6) 図 4 9 f に示すように、ステップ 4 4 3 0 でシリコンウェハ 4 9 0 0 の表面の露出部を薄膜エッチングし、(7) 図 4 9 g に示すように、ステップ 4 4 3 5 で窒化珪素のパターン層 4 9 1 0 で覆われないシリコンウェハ 4 9 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 4 9 1 5 を成長させ(二酸化珪素層 4 9 1 5 は少なくとも窒化珪素層 4 9 1 0 と二酸化珪素のバッファ層 4 9 0 5 の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8) 図 4 9 h に示すように、ステップ 4 4 4 0 で二酸化珪素層 4 9 0 5 と 4 9 1 5 をパターニングし、(9) 図 4 9 i に示すように、ステップ 4 4 4 5 でシリコンウェハ 4 9 0 0 の露出部をエッチングし、(10) 図 4 9 j に示すように、ステップ 4 4 5 0 で二酸化珪素層 4 9 0 5 と 4 9 1 5 の露出部を除去し、(11) 図 4 9 k に示すように、ステップ 4 4 5 5 でシリコンウェハ 4 9 0 0 の露出部をエッチングし、(12) 図 4 9 l に示すように、ステップ 4 4 6 0 で二酸化珪素及び窒化珪素層 4 9 0 5 、 4 9 1 0 及び 4 9 1 5 の残余部を除去するステップを含む。

【0183】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 4 4 0 0 の第 5 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロン範囲である窒化珪素層 4 9 0 5 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 4 9 1 0 の厚さ、約 0.5 ないし 1 ミクロン範囲であるシリコンウェハ 4 9 0 0 の露出部の薄膜エッチングの深さ、及び約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素層 4 9 1 5 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0184】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 4 4 0 0 の第 4 実施例の好ましい実行においては、ステップ 4 4 2 5 で二酸化珪素のバッファ層 4 9 0 5 の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層 4 9 1 0 が用いられる。

【0185】

図 5 0 を参照すれば、シリコンの局部酸化 (LOCOS) 併合マスクの微細加工処理 (プロセス) 5 0 0 0 に係る複数の他の実施例が示されている。好ましい実施例において、これらのプロセス 5 0 0 0 のうち、一つは少なくともミラー 2 1 0 の一部及び / または上部、及び下部キャップ 2 0 5 と 2 1 5 を塗布するのに用いられる。図 5 0 に示すように、LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 0 0 0 は、(1) ステップ 5 0 0 5 でシリコンウェハを提供し、(2) ステップ 5 0 1 0 でシリコンウェハの表面上に二酸化珪素のバッファ層を(選択的に)成長させ、(3) ステップ 5 0 1 5 でシリコンウェハ上に窒化珪素層を塗布し、(4) ステップ 5 0 2 0 で窒化珪素層をパターニングし、(5) ステップ 5 0 2 5 で二酸化珪素のバッファ層の露出部にパターンを(選択的に)塗布し、(6) ステップ 5 0 3 0 でシリコンウェハの表面の露出部を(選択的に)薄膜エッチングし、(7) ステップ 5 0 3 5 で窒化珪素のパターン層で覆われないシリコンウェハの部分に二酸化珪素のフィールド層を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8) ステップ 5 0 4 0

で二酸化珪素層をパターニングし、(9)ステップ5045で二酸化珪素層の厚さのパターニングを所定の複数回繰り返し、(10)ステップ5050でシリコンウェハの露出部をエッチングし、(10)ステップ5055で二酸化珪素層(等)の露出部を除去し、(12)ステップ5060でシリコンウェハの露出部をエッチングし、最後に(13)ステップ5065で間連続に酸化エッチング及びシリコンエッチングを所定の複数回繰り返すステップを含む。この方法において、基板を複数のエッチング深さにエッチングするために、5個の選択的なLOCOS併合マスクの微細加工処理の実施例が提供される。

【0186】

本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、パターニングとは、物質または基板の層にパターンを形成するために通常のフォトリソグラフィー及びエッチングの連続的な動作を行うことをいう。また、本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、エッチングとは物質または基板の層の少なくとも一部を除去することをいう。

10

【0187】

プロセス5000の好ましい実施例において、ステップ5050と5060でシリコンウェハの露出部のエッチングはKOHの使用により提供される。

図50及び51a-51kを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、LOCOS併合マスクの微細加工処理の第1実施例は、(1)図51aに示すように、ステップ5005でシリコンウェハ5100を提供し、(2)図51bに示すように、ステップ5015でシリコンウェハ上に窒化珪素層5105を塗布し、(3)図51cに示すように、ステップ5020で窒化珪素層5105をパターニングし、(4)図51dに示すように、ステップ5035で窒化珪素のパターン層5105で覆われないシリコンウェハ5100の部分に二酸化珪素のフィールド層5110を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(5)図51eに示すように、ステップ5040と5045で二酸化珪素層5110を繰り返してパターニングし、(6)図51fに示すように、ステップ5050でシリコンウェハ5100の露出部をエッチングし、(7)図51gに示すように、ステップ5055で二酸化珪素層5110の露出部を除去し、(8)図51hに示すように、ステップ5060でシリコンウェハ5100の露出部をエッチングし、(9)図51iと51jに示すように、ステップ5065で酸化エッチング及びシリコンエッチングを繰り返し、(9)図51kに示すように、窒化珪素層5105の残余部を除去するステップを含む。

20

【0188】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第1実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層5105の厚さ、及び約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層5110の厚さの処理パラメーターが用いられる。

30

【0189】

図50及び52a-521を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を使用しなしが、シリコンウェハの露出部の薄膜エッチングを行うLOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第2実施例は、(1)図52aに示すように、ステップ5005でシリコンウェハ5200を提供し、(2)図52bに示すように、ステップ5015でシリコンウェハ5200上に窒化珪素層5205を塗布し、(3)図52cに示すように、ステップ5020で窒化珪素層5205をパターニングし、(4)図52dに示すように、ステップ5030でシリコンウェハ5200の露出部を薄膜エッチングし、(5)図52eに示すように、ステップ5035で窒化珪素のパターン層5205で覆われないシリコンウェハ5200の部分に二酸化珪素のフィールド層5210を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図52fに示すように、ステップ5040と5045で二酸化珪素層5210を繰り返してパターニングし、(7)図52gに示すように、ステップ5050で

40

50

シリコンウェハ5200の露出部をエッティングし、(8)図52hに示すように、ステップ5055で二酸化珪素層5210の露出部を除去し、(9)図52iに示すように、ステップ5060でシリコンウェハ5200の露出部をエッティングし、(10)図52jと52kに示すように、ステップ5065で酸化エッティング及びシリコンエッティングを繰り返し、(11)図52lに示すように、窒化珪素層5205の残余部を除去するステップを含む。

【0190】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第2実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層5205の厚さ、約0.5ないし1ミクロン範囲であるシリコンウェハ5200の厚さ、及び約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層5315の厚さの処理パラメーターが用いられる。10

【0191】

図50及び53a-53iを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、単独でパターンされないLOCOS併合マスクの微細加工処理の第3実施例は、(1)図53aに示すように、ステップ5005でシリコンウェハ5300を提供し、(2)図53bに示すように、ステップ5010で二酸化珪素のバッファ層5305を塗布し、(3)図53cに示すように、ステップ5015でシリコンウェハ5300上に窒化珪素層5310を塗布し、(4)図53dに示すように、ステップ5020で窒化珪素層5310をパターンングし、(5)図53eに示すように、ステップ5035で窒化珪素のパターン層5310で覆われないシリコンウェハ5300の部分に二酸化珪素のフィールド層5315を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図53fに示すように、ステップ5040と5045で二酸化珪素層5305と5315を繰り返してパターンングし、(7)図53gに示すように、ステップ5050でシリコンウェハ5300の露出部をエッティングし、(8)図53hに示すように、ステップ5055で二酸化珪素層5305と5315の露出部を除去し、(9)図53iに示すように、ステップ5060でシリコンウェハ5300の露出部をエッティングし、(10)図53jと53kに示すように、ステップ5065で酸化エッティング及びシリコンエッティングを繰り返し、(11)図53lに示すように、二酸化珪素と窒化珪素層5305と5310の残余部を除去するステップを含む。20

【0192】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第3実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1.0ミクロン範囲である二酸化珪素のバッファ層5305の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層5310の厚さ、及び約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層5315の厚さの処理パラメーターが用いられる。30

【0193】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第3実施例の好ましい実行においては、ステップ5025で二酸化珪素のバッファ層5305の露出部をパターンングするために、エッティングマスクとして窒化珪素のパターン層5310が用いられる。40

【0194】

図50及び54a-54mを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、単独でパターンされるLOCOS併合マスクの微細加工処理の第4実施例は、(1)図54aに示すように、ステップ5005でシリコンウェハ5400を提供し、(2)図54bに示すように、ステップ5010で二酸化珪素のバッファ層5405を塗布し、(3)図54cに示すように、ステップ5015でシリコンウェハ5400上に窒化珪素層5410を塗布し、(4)図54dに示すように、ステップ5020で窒化珪素層5410をパターンングし、(5)図54eに示すように、ステップ5025で二酸化珪素のバッファ層5405をパターンングし、(6)図54fに示すように、ステップ5035で窒化珪素のパターン層5410で覆われないシリコンウェハ5400の部分に二酸化珪素のフィールド層5415を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の
50

選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7)図54gに示すように、ステップ5040と5045で二酸化珪素層5405と5415を繰り返してパターニングし、(8)図54hに示すように、ステップ5050でシリコンウェハ5400の露出部をエッチングし、(9)図54iに示すように、ステップ5055で二酸化珪素層5405と5415の露出部を除去し、(10)図54jに示すように、ステップ5060でシリコンウェハ5400の露出部をエッチングし、(11)図54kと54lに示すように、ステップ5065で酸化エッチング及びシリコンエッチングを繰り返し、(12)図54mに示すように、二酸化珪素と窒化珪素層5405と5410の残余部を除去するステップを含む。

【0195】

10

LOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第4実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1.0ミクロン範囲である二酸化珪素のバッファ層5405の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である窒化珪素層5410の厚さ、及び約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層5415の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0196】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第4実施例の好ましい実行においては、ステップ5025で二酸化珪素のバッファ層5405の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層5410が用いられる。

【0197】

20

図50及び55a-55nを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、単独でパターンされるLOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第5実施例は、(1)図55aに示すように、ステップ5005でシリコンウェハ5500を提供し、(2)図55bに示すように、ステップ5010で二酸化珪素のバッファ層5505を塗布し、(3)図55cに示すように、ステップ5015でシリコンウェハ5500上に窒化珪素層5510を塗布し、(4)図55dに示すように、ステップ5020で窒化珪素層5510をパターニングし、(5)図55eに示すように、ステップ5025で二酸化珪素のバッファ層5505をパターニングし、(6)図55fに示すように、ステップ5030でシリコンウェハ5500の露出部を薄膜エッチングし、(7)図55gに示すように、ステップ5035で窒化珪素のパターン層5510で覆われないシリコンウェハ5500の部分に二酸化珪素のフィールド層5515を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8)図55hに示すように、ステップ5040と5045で二酸化珪素層5505と5515を繰り返してパターニングし、(9)図55iに示すように、ステップ5050でシリコンウェハ5500の露出部をエッチングし、(10)図5jに示すように、ステップ5055で二酸化珪素層5505と5515の露出部を除去し、(11)図5kに示すように、ステップ5060でシリコンウェハ5500の露出部をエッチングし、(12)551と55mに示すように、ステップ5065で酸化エッチング及びシリコンエッチングを繰り返し、(13)図55nに示すように、二酸化珪素と窒化珪素層5505と5510の残余部を除去するステップを含む。

30

【0198】

40

LOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第4実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1.0ミクロン範囲である二酸化珪素のバッファ層5505の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層5510の厚さ、約0.5ないし1ミクロン範囲であるシリコンウェハ5500の露出部の薄膜エッチングの厚さ、及び約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層5515の厚さの処理パラメーターが用いられる。

LOCOS併合マスクの微細加工処理5000の第5実施例の好ましい実行においては、ステップ5025で二酸化珪素のバッファ層5505の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層5510が用いられる。

【0199】

50

図 5 6 a と 5 6 b を参照すれば、シリコンの局部酸化（LOCOS）併合マスクの微細加工処理（プロセス）5 6 0 0 に係る複数の他の実施例が示されている。これらのプロセス 5 6 0 0 のうち一つが、少なくともミラー 2 1 0 の一部及び / または上部及び下部キャップ 2 0 5 と 2 1 5 を塗布するのに用いられる。図 5 6 a と 5 6 b に示すように、LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 は（1）ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハを提供し、（2）ステップ 5 6 0 4 でシリコンウェハの表面上に二酸化珪素のバッファ層を（選択的に）成長させ、（3）ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェハの表面上に窒化珪素層を塗布し、（4）ステップ 5 6 0 8 でシリコンウェハ上に窒化珪素層を塗布し、（5）ステップ 5 6 1 0 で二酸化珪素のバッファ層の露出部をパターニングし、（6）ステップ 5 6 1 2 でシリコンウェハの露出部を（選択的に）薄膜エッチングし、（7）ステップ 5 6 1 4 で窒化珪素のパターン層で覆われないシリコンウェハの部分に二酸化珪素のフィールド層を成長させ（二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい）、（8）ステップ 5 6 1 6 で二酸化珪素層を繰り返してパターニングし、（9）ステップ 5 6 1 8 でエッチングマスクとしてフォトレジストを用いるシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッチングし、（10）ステップ 5 6 2 0 でシリコンウェハ上にフォトレジスト層を（選択的に）塗布及びパターニングし、（11）ステップ 5 6 2 2 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッチングし、（12）ステップ 5 6 2 4 で二酸化珪素層の露出部を（選択的に）除去し、（13）ステップ 5 6 2 6 でシリコンウェハの露出部の一部を（選択的に）エッチングし、（14）ステップ 5 6 2 8 でフォトレジスト層を除去し、（15）ステップ 5 6 3 0 でシリコンウェハの露出部をエッチングし、（16）ステップ 5 6 3 2 で二酸化珪素層の露出部をエッチングし、（17）ステップ 5 6 3 4 でシリコンウェハの露出部をエッチングする。もし LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 が、ステップ 5 6 1 8 でエッチングマスクとしてフォトレジストを使わず実行されれば、プロセスフロアーは図 4 4 に示すようなものが理想的である。また、LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 がステップ 5 6 1 8 でエッチングマスクとしてフォトレジストを使用して実行されれば、エッチングマスクとしてフォトレジストの使用を含めて、複数のエッチング深さに基板をエッチングするために、付加的な 3 5 個の選択的な LOCOS 併合マスクの微細加工処理の実施例が提供される。

【0200】

30

本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、パターニングとは、物質または基板の層にパターンを形成するために通常のフォトリソグラフィー及びエッチングの連続的な動作を行うことをいう。また、本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、エッチングとは物質または基板の層の少なくとも一部を除去することをいう。

【0201】

プロセス 5 6 0 0 の好ましい実施例において、ステップ 5 6 3 0 と 5 6 3 4 でシリコンウェハの露出部のエッチングは KOH の使用により提供される。

プロセス 5 6 0 0 の好ましい実行において、ステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 で DRIE を利用するシリコンウェハの露出部のエッチングが提供される。プロセス 5 6 0 0 の好ましい実行において、エッチングステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 では水平に対して 90° ± 4.5° の角を有する側壁を提供する。

【0202】

40

図 5 6 a、5 6 b と 5 7 a ないし 5 7 1 を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 実施例は、（1）図 5 7 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハ 5 7 0 0 を提供し、（2）図 5 7 b に示すように、ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェハ 5 7 0 0 上に窒化珪素層 5 7 0 5 を塗布し、（3）図 5 7 c に示すように、ステップ 5 6 0 8 で窒化珪素層 5 7 0 5 をパターニングし、（4）図 5 7 d に示すように、ステップ 5 6 1 4 で窒化珪素のパターン層 5 7 0 5 で覆われないシリコンウェハ 5 7 0 0 の

50

部分に二酸化珪素のフィールド層 5710 を成長させ（二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい）、（5）図 57e に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 5710 をパターニングし、（6）図 57f に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 5700 上にフォトレジスト層 5715 を塗布及びパターニングし、（7）図 57g に示すように、ステップ 5622 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハの露出部をエッチングし、（8）図 57h に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 5715 を除去し、（9）図 57i に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェハ 5700 の露出部をエッチングし、（10）図 57j に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 5710 の露出部をエッチングし、（11）図 57k に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 5700 の露出部をエッチングし、及び（12）図 57l に示すように、窒化珪素層 5705 の残余部を除去するステップを含む。
10

【0203】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 1 実施例の好ましい実行において、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 5705 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素層 5710 の厚さ、及び約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 5715 の厚さ処理パラメーターが用いられる。

【0204】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 1 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で DRIE を含め、水平に対して 90E ± 45E の角を有する側壁を提供する。
20

【0205】

図 56a、56b と 58a ないし 58m を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 2 実施例は、（1）図 58a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 5800 を提供し、（2）図 58b に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 5800 上に窒化珪素層 5805 を塗布し、（3）図 58c に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 5805 をパターニングし、（4）図 58d に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 5805 で覆われないシリコンウェハ 5800 の部分に二酸化珪素のフィールド層 5810 を成長させ（二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい）、（5）図 58e に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 5810 をパターニングし、（6）図 58f に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 5800 上にフォトレジスト層 5815 を塗布及びパターニングし、（7）図 58g に示すように、ステップ 5622 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 5800 の露出部をエッチングし、（8）図 58h に示すように、ステップ 5624 で二酸化珪素層 5810 の露出部をエッチングし、（9）図 58i に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 5815 を除去し、（10）図 58j に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェハ 5800 の露出部をエッチングし、（11）図 58k に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 5810 の露出部をエッチングし、（12）図 58l に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 5800 の露出部をエッチングし、及び（13）図 58m に示すように、窒化珪素層 5805 の残余部を除去するステップを含む。
30

【0206】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 2 実施例の好ましい実行において、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 5805 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素層 5810 の厚さ、及び約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 5815 の厚さ処理パラメーターが用いられる。
40

【0207】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 2 実施例の好ましい実行においては、
50

ステップ 5622 と 5626 で D R I E を含め、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

【0208】

図 56 a、56 b と 59 a ないし 59 m を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 3 実施例は、(1) 図 59 a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 5900 を提供し、(2) 図 59 b に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 5900 上に窒化珪素層 5905 を塗布し、(3) 図 59 c に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 5905 をパターニングし、(4) 図 59 d に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 5905 で覆われないシリコンウェハ 5900 の部分に二酸化珪素のフィールド層 5910 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(5) 図 59 e に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 5910 をパターニングし、(6) 図 59 f に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 5900 上にフォトレジスト層 5915 を塗布及びパターニングし、(7) 図 59 g に示すように、ステップ 5622 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 5900 の露出部をエッチングし、(8) 図 59 h に示すように、ステップ 5626 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 5900 の露出部をエッチングし、(9) 図 59 i に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 5915 を除去し、(10) 図 59 j に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェハ 5900 の露出部をエッチングし、(11) 図 59 k に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 5910 の露出部をエッチングし、(12) 図 59 l に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 5900 の露出部をエッチングし、及び(13) 図 59 m に示すように、窒化珪素層 5905 の残余部を除去するステップを含む。
10

【0209】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 3 実施例の好ましい実行において、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 5905 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素層 5910 の厚さ、及び約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 5915 の厚さ処理パラメーターが用いられる。

【0210】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 3 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で D R I E を含め、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。
30

【0211】

図 56 a、56 b と 60 a ないし 60 n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 4 実施例は、(1) 図 60 a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 6000 を提供し、(2) 図 60 b に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 6000 上に窒化珪素層 6005 を塗布し、(3) 図 60 c に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 6005 をパターニングし、(4) 図 60 d に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 6005 で覆われないシリコンウェハ 6000 の部分に二酸化珪素のフィールド層 6010 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(5) 図 60 e に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 6010 をパターニングし、(6) 図 60 f に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 6000 上にフォトレジスト層 6015 を塗布及びパターニングし、(7) 図 60 g に示すように、ステップ 5622 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 6000 の露出部をエッチングし、(8) 図 60 h に示すように、ステップ 5624 で二酸化珪素層 6010 の露出部をエッチングし、(9) 図 60 i に示すように、ステップ 5626 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 6000 の露出部をエッ
40

チングし、(10)図60jに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層6015を除去し、(11)図60kに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ6000の露出部をエッチングし、(12)図60lに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6010の露出部をエッチングし、(13)図60mに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ6000の露出部をエッチングし、及び(14)図60nに示すように、窒化珪素層6005の残余部を除去するステップを含む。

【0212】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第4実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層6005の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層6010の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層6015の厚さ処理パラメーターが用いられる。 10

【0213】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第4実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626でDRIEを含め、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

【0214】

図56a、56bと61aないし611を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第5実施例は、(1)図61aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ6100を提供し、(2)図61bに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ6100上に窒化珪素層6105を塗布し、(3)図61cに示すように、ステップ5608で窒化珪素層6105をパターニングし、(4)図61dに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層6105で覆われないシリコンウェハ6100の部分に二酸化珪素のフィールド層6110を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(5)図61eに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層6110をパターニングし、(6)図61fに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ6100上にフォトレジスト層6115を塗布及びパターニングし、(7)図61gに示すように、ステップ5624でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ6100の露出部をエッチングし、(8)図61hに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層6115を除去し、(9)図61iに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ6100の露出部をエッチングし、(10)図61jに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6110の露出部をエッチングし、(11)図61kに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ6100の露出部をエッチングし、及び(12)図61lに示すように、窒化珪素層6105の残余部を除去するステップを含む。 20

【0215】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第5実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層6105の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層6110の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層6115の厚さ処理パラメーターが用いられる。 30

【0216】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第5実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626でDRIEを含め、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。 40

【0217】

図56a、56bと62aないし62mを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第6実施例は、(1)図62aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ6200を提供し、(2)図62bに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ6200上に窒化珪素層6205を塗布し、(3)図62cに示すように、ステ 50

ツップ5608で窒化珪素層6205をパターニングし、(4)図62dに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層6205で覆われないシリコンウェハ6200の部分に二酸化珪素のフィールド層6210を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(5)図62eに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層6210をパターニングし、(6)図62fに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ6200上にフォトレジスト層6215を塗布及びパターニングし、(7)図62gに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層6210の露出部をエッチングし、(8)図62hに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェハ6200の露出部をエッティングし、(9)図62iに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層6215を除去し、(10)図62jに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ6200の露出部をエッティングし、(11)図62kに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6210の露出部を除去し、(12)図62lに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ6200の露出部をエッティングし、及び(13)図62mに示すように、窒化珪素層6205の残余部を除去するステップを含む。
【0218】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第6実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626でDRIEを含め、水平に対して90E±45Eの角を有する側壁を提供する。

【0219】
LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第6実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層6205の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層6210の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層6215の厚さ処理パラメーターが用いられる。

【0220】
図56a、56bと63aないし63lを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、エッティングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第7実施例は、(1)図63aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ6300を提供し、(2)図63bに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ6300上に窒化珪素層6305を塗布し、(3)図63cに示すように、ステップ5608で窒化珪素層6305をパターニングし、(4)図63dに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層6305で覆われないシリコンウェハ6300の部分に二酸化珪素のフィールド層6310を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(5)図63eに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層6310をパターニングし、(6)図63fに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ6300上にフォトレジスト層6315を塗布及びパターニングし、(7)図63gに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェハ6300の露出部をエッティングし、(9)図63hに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層6315を除去し、(10)図63iに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ6300の露出部をエッティングし、(11)図63jに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6310の露出部を除去し、(12)図63kに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ6300の露出部をエッティングし、及び(13)図63lに示すように、窒化珪素層6305の残余部を除去するステップを含む。

【0221】
LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第7実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層6305の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層6310の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層6315の厚さ処理パラメーターが用いられる。

【0222】

10

20

30

40

50

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 7 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 で行われるエッチングは D R I E を含み、水平に対して 9 0 E ± 4 5 E の角を有する側壁を提供する。

【 0 2 2 3 】

図 5 6 a、5 6 b と 6 4 a ないし 6 4 m を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングする L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 8 実施例は、(1) 図 6 4 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハ 6 4 0 0 を提供し、(2) 図 6 4 b に示すように、ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェハ 6 4 0 0 上に窒化珪素層 6 4 0 5 を塗布し、(3) 図 6 4 c に示すように、ステップ 5 6 0 8 で窒化珪素層 6 4 0 5 をパターニングし、(4) 図 6 4 d に示すように、ステップ 5 6 1 0 でシリコンウェハ 6 4 0 0 の露出部を薄膜エッチングし、(5) 図 6 4 e に示すように、ステップ 5 6 1 4 で窒化珪素のパターン層 6 4 0 5 で覆われないシリコンウェハ 6 4 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 6 4 1 0 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6) 図 6 4 f に示すように、ステップ 5 6 1 6 で二酸化珪素層 6 4 1 0 をパターニングし、(7) 図 6 4 g に示すように、ステップ 5 6 2 0 でシリコンウェハ 6 4 0 0 上にフォトレジスト層 6 4 1 5 を塗布及びパターニングし、(8) 図 6 4 h に示すように、ステップ 5 6 2 2 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 6 4 0 0 の露出部をエッチングし、(9) 図 6 4 i に示すように、ステップ 5 6 2 8 でフォトレジスト層 6 4 1 5 を除去し、(1 0) 図 6 4 j に示すように、ステップ 5 6 3 0 でシリコンウェーハ 6 4 0 0 の露出部をエッチングし、(1 1) 図 6 4 k に示すように、ステップ 5 6 3 2 で二酸化珪素層 6 4 1 0 の露出部を除去し、(1 2) 図 6 4 l に示すように、ステップ 5 6 3 4 でシリコンウェハ 6 4 0 0 の露出部をエッチングし、及び(1 3) 図 6 4 m に示すように、窒化珪素層 6 4 0 5 の残余部を除去するステップを含む。 10

【 0 2 2 4 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 8 実施例の好ましい実行において、約 0 . 1 ないし 2 . 0 ミクロン範囲である窒化珪素層 6 4 0 5 の厚さ、約 0 . 2 ないし 3 . 0 ミクロン範囲である二酸化珪素層 6 4 1 0 の厚さ、約 1 ないし 1 0 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 6 4 1 5 の厚さ、及び 0 . 5 ないし 1 ミクロン範囲であるシリコンウェハ 6 4 0 0 の露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。 20

【 0 2 2 5 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 8 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 で行われるエッチングは D R I E を含み、水平に対して 9 0 E ± 4 5 E の角を有する側壁を提供する。 30

【 0 2 2 6 】

図 5 6 a、5 6 b と 6 5 a ないし 6 5 n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングする L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 9 実施例は、(1) 図 6 5 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハ 6 5 0 0 を提供し、(2) 図 6 5 b に示すように、ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェハ 6 5 0 0 上に窒化珪素層 6 5 0 5 を塗布し、(3) 図 6 5 c に示すように、ステップ 5 6 0 8 で窒化珪素層 6 5 0 5 をパターニングし、(4) 図 6 5 d に示すように、ステップ 5 6 1 0 でシリコンウェハ 6 5 0 0 の露出部を薄膜エッチングし、(5) 図 6 5 e に示すように、ステップ 5 6 1 4 で窒化珪素のパターン層 6 5 0 5 で覆われないシリコンウェハ 6 5 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 6 5 1 0 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6) 図 6 5 f に示すように、ステップ 5 6 1 6 で二酸化珪素層 6 5 1 0 をパターニングし、(7) 図 6 5 g に示すように、ステップ 5 6 2 0 でシリコンウェハ 6 5 0 0 上にフォトレジスト層 6 5 1 5 を塗布及びパターニングし、(8) 図 6 5 h に示すように、ステップ 5 6 2 2 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 6 5 0 0 の露出部をエッチングし、(9) 図 6 5 i に示すように、ステップ 5 6 2 40

4で二酸化珪素層6510の露出部をエッティングし、(10)図65jに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層6515を除去し、(11)図65kに示すように、ステップ5630でシリコンウェーハ6500の露出部をエッティングし、(12)図65lに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6510の露出部を除去し、(13)図65mに示すように、ステップ5634でシリコンウェーハ6500の露出部をエッティングし、及び(14)図65nに示すように、窒化珪素層6505の残余部を除去するステップを含む。

【0227】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第9実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層6505の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層6510の厚さ、約0.5ないし1.0ミクロン範囲であるフォトレジスト層6515の厚さ、及び0.5ないし1ミクロン範囲であるシリコンウェーハ6500の露出部の薄膜エッティングの深さの処理パラメーターが用いられる。10

【0228】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第9実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して 90° $\pm 45^{\circ}$ Eの角を有する側壁を提供する。

【0229】

図56a、56bと66aないし66nを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、シリコンウェーハの露出部を薄膜エッティングするLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第10実施例は、(1)図66aに示すように、ステップ5602でシリコンウェーハ6600を提供し、(2)図66bに示すように、ステップ5606でシリコンウェーハ6600上に窒化珪素層6605を塗布し、(3)図66cに示すように、ステップ5608で窒化珪素層6605をパターニングし、(4)図66dに示すように、ステップ5610でシリコンウェーハ6600の露出部を薄膜エッティングし、(5)図66eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層6605で覆われないシリコンウェーハ6600の部分に二酸化珪素のフィールド層6610を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図66fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層6610をパターニングし、(7)図66gに示すように、ステップ5620でシリコンウェーハ6600上にフォトレジスト層5615を塗布及びパターニングし、(8)図66hに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェーハ6600の露出部をエッティングし、(9)図66iに示すように、ステップ5626で二酸化珪素層6600の露出部をエッティングし、(10)図66jに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層6615を除去し、(11)図66kに示すように、ステップ5630でシリコンウェーハ6600の露出部をエッティングし、(12)図66lに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6610の露出部を除去し、(13)図66mに示すように、ステップ5634でシリコンウェーハ6600の露出部をエッティングし、及び(14)図66nに示すように、窒化珪素層6605の残余部を除去するステップを含む。20

【0230】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第10実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層6605の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層6610の厚さ、約1ないし1.0ミクロン範囲であるフォトレジスト層6615の厚さ、及び0.5ないし1ミクロン範囲であるシリコンウェーハ6400の露出部の薄膜エッティングの深さの処理パラメーターが用いられる。40

【0231】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第10実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して 90° $\pm 45^{\circ}$ Eの角を有する側壁を提供する。50

【0232】

図56a、56bと67aないし670を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングするLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第11実施例は、(1)図67aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ6700を提供し、(2)図67bに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ6700上に窒化珪素層6705を塗布し、(3)図67cに示すように、ステップ5608で窒化珪素層6705をパターニングし、(4)図67dに示すように、ステップ5610でシリコンウェハ6700の露出部を薄膜エッチングし、(5)図67eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層6705で覆われないシリコンウェハ6700の部分に二酸化珪素のフィールド層6710を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図67fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層6710をパターニングし、(7)図67gに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ6700上にフォトレジスト層6715を塗布及びパターニングし、(8)図67hに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ6700の露出部をエッチングし、(9)図67iに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層6710の露出部をエッチングし、(10)図67jに示すように、ステップ5626で二酸化珪素層6700の露出部をエッチングし、(11)図67kに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層6715を除去し、(12)図67lに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ6700の露出部をエッチングし、(13)図67mに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6710の露出部を除去し、(14)図67nに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ6700の露出部をエッチングし、及び(15)図67oに示すように、窒化珪素層6705の残余部を除去するステップを含む。

【0233】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第11実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層6705の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層6710の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層6715の厚さ、及び0.5ないし1ミクロン範囲であるシリコンウェハ6400の露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。

【0234】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第11実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッチングはDRIEを含み、水平に対して90°±45°の角を有する側壁を提供する。

【0235】

図56a、56bと68aないし68mを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングするLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第12実施例は、(1)図68aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ6800を提供し、(2)図68bに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ6800上に窒化珪素層6805を塗布し、(3)図68cに示すように、ステップ5608で窒化珪素層6805をパターニングし、(4)図68dに示すように、ステップ5610でシリコンウェハ6800の露出部を薄膜エッチングし、(5)図68eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層6805で覆われないシリコンウェハ6800の部分に二酸化珪素のフィールド層6810を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図68fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層6810をパターニングし、(7)図68gに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ6800上にフォトレジスト層6815を塗布及びパターニングし、(8)図68hに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層6810の露出部をエッチングし、(9)図68iに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層6815を除去し、(10)図68jに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ6800の露出部をエッチングし、(11)図68kに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6810を除去し、(12)図68lに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ6800の露出部をエッチングし、(13)図68mに示すように、ステップ5636でシリコンウェハ6800の露出部をエッチングする。

0) 図 6 8 j に示すように、ステップ 5 6 3 0 でシリコンウェーハ 6 8 0 0 の露出部をエッチングし、(1 1) 図 6 8 k に示すように、ステップ 5 6 3 2 で二酸化珪素層 6 8 1 0 の露出部を除去し、(1 2) 図 6 8 l に示すように、ステップ 5 6 3 4 でシリコンウェーハ 6 8 0 0 の露出部をエッチングし、及び(1 3) 図 6 8 m に示すように、窒化珪素層 6 8 0 5 の残余部を除去するステップを含む。

【 0 2 3 6 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 2 実施例の好ましい実行において、約 0 . 1 ないし 2 . 0 ミクロン範囲である窒化珪素層 6 8 0 5 の厚さ、約 0 . 2 ないし 3 . 0 ミクロン範囲である二酸化珪素層 6 8 1 0 の厚さ、約 1 ないし 1 0 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 6 8 1 5 の厚さ、及び約 0 . 5 ないし 1 ミクロン範囲であるシリコンウェーハの露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。 10

【 0 2 3 7 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 2 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 で行われるエッチングは D R I E を含み、水平に対して 9 0 E ± 4 5 E の角を有する側壁を提供する。

【 0 2 3 8 】

図 5 6 a、5 6 b と 6 9 a ないし 6 9 n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層の使用なしで、シリコンウェーハの露出部を薄膜エッチングする L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 3 実施例は、(1) 図 6 9 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェーハ 6 9 0 0 を提供し、(2) 図 6 9 b に示すように、ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェーハ 6 9 0 0 上に窒化珪素層 6 9 0 5 を塗布し、(3) 図 6 9 c に示すように、ステップ 5 6 0 8 で窒化珪素層 6 9 0 5 をパターニングし、(4) 図 6 9 d に示すように、ステップ 5 6 1 0 でシリコンウェーハ 6 9 0 0 の露出部を薄膜エッチングし、(5) 図 6 9 e に示すように、ステップ 5 6 1 4 で窒化珪素のパターン層 6 9 0 5 で覆われないシリコンウェーハ 6 9 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 6 9 1 0 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6) 図 6 9 f に示すように、ステップ 5 6 1 6 で二酸化珪素層 6 9 1 0 をパターニングし、(7) 図 6 9 g に示すように、ステップ 5 6 2 0 でシリコンウェーハ 6 9 0 0 上にフォトレジスト層 6 9 1 5 を塗布及びパターニングし、(8) 図 6 9 h に示すように、ステップ 5 6 2 4 で二酸化珪素層 6 9 1 0 の露出部をエッチングし、(9) 図 6 9 i に示すように、ステップ 5 6 2 6 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェーハ 6 9 0 0 の露出部をエッチングし、(1 0) 図 6 9 j に示すように、ステップ 5 6 2 8 でフォトレジスト層 6 9 1 5 を除去し、(1 1) 図 6 9 k に示すように、ステップ 5 6 3 0 でシリコンウェーハ 6 9 0 0 の露出部をエッチングし、(1 2) 図 6 9 l に示すように、ステップ 5 6 3 2 で二酸化珪素層 6 9 1 0 の露出部を除去し、(1 3) 図 6 9 m に示すように、ステップ 5 6 3 4 でシリコンウェーハ 6 9 0 0 の露出部をエッチングし、及び(1 4) 図 6 9 n に示すように、窒化珪素層 6 9 0 5 の残余部を除去するステップを含む。 20

【 0 2 3 9 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 3 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 で行われるエッチングは D R I E を含み、水平に対して 9 0 E ± 4 5 E の角を有する側壁を提供する。 40

【 0 2 4 0 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 3 実施例の好ましい実行において、約 0 . 1 ないし 2 . 0 ミクロン範囲である窒化珪素層 6 9 0 5 の厚さ、約 0 . 2 ないし 3 . 0 ミクロン範囲である二酸化珪素層 6 9 1 0 の厚さ、約 1 ないし 1 0 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 6 9 1 5 の厚さ、及び約 0 . 5 ないし 1 ミクロン範囲であるシリコンウェーハの露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。

【 0 2 4 1 】

図 5 6 a、5 6 b と 7 0 a ないし 7 0 m を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、

エッティングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第14実施例は、(1)図70aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ7000を提供し、(2)図70bに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ7000上に窒化珪素層7005を塗布し、(3)図70cに示すように、ステップ5608で窒化珪素層7005をパターニングし、(4)図70dに示すように、ステップ5610でシリコンウェハ7000の露出部を薄膜エッティングし、(5)図70eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層7005で覆われないシリコンウェハ7000の部分に二酸化珪素のフィールド層7010を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図70fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層7010をパターニングし、(7)図70gに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ7000上にフォトレジスト層7015を塗布及びパターニングし、(8)図70hに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェハ7000の露出部をエッティングし、(9)図70iに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層7015を除去し、(10)図70jに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ7000の露出部をエッティングし、(11)図70kに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層7010の露出部を除去し、(12)図70lに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ7000の露出部をエッティングし、及び(13)図70mに示すように、窒化珪素層7005の残余部を除去するステップを含む。

【0242】

10

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第14実施例の好ましい実行において、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層7005の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素層7010の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層7015の厚さ、及び約0.5ないし1ミクロン範囲であるシリコンウェハの露出部の薄膜エッティングの深さの処理パラメーターが用いられる。

【0243】

20

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第14実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して90°±45°の角を有する側壁を提供する。

図56a、56bと71aないし71mを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッティングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第15実施例は、(1)図71aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ7100を提供し、(2)図71bに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ7100上に窒化珪素層7105を塗布し、(3)図71cに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ7100上に窒化珪素層7110を塗布し、(4)図71dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層7110をパターニングし、(5)図71eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層7110で覆われないシリコンウェハ7100の部分に二酸化珪素のフィールド層7115を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図71fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層7105と7110をパターニングし、(7)図71gに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ7100上にフォトレジスト層7120を塗布及びパターニングし、(8)図71hに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェハ7100の露出部をエッティングし、(9)図71iに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層7120を除去し、(10)図71jに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ7100の露出部をエッティングし、(11)図71kに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層7105と7115の露出部を除去し、(12)図71lに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ7100の露出部をエッティングし、及び(13)図71mに示すように、窒化珪素層7105、7110及び7115の残余部を除去するステップを含む。

30

40

50

【0244】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 5 実施例の好ましい実行において、約 0 . 0 3 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 7 1 0 5 の厚さ、約 0 . 1 ないし 2 . 0 ミクロン範囲である窒化珪素層 7 1 1 0 の厚さ、約 0 . 2 ないし 3 . 0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 7 1 1 5 の厚さ、及び約 1 ないし 1 0 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 7 1 2 0 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0245】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 5 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 で行われるエッチングは D R I E を含み、水平に対して 9 0 E ± 4 5 E の角を有する側壁を提供する。10

【0246】

図 5 6 a、5 6 b と 7 2 a ないし 7 2 n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 6 実施例は、(1) 図 7 2 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハ 7 2 0 0 を提供し、(2) 図 7 2 b に示すように、7 7 7 7 7 ステップ 5 6 0 4 でシリコンウェハ 7 2 0 0 上に窒化珪素層 7 2 0 5 を塗布し、(3) 図 7 2 c に示すように、ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェハ 7 2 0 0 上に窒化珪素層 7 2 1 0 を塗布し、(4) 図 7 2 d に示すように、ステップ 5 6 0 8 で窒化珪素層 7 2 1 0 をパターニングし、(5) 図 7 2 e に示すように、ステップ 5 6 1 4 で窒化珪素のパターン層 7 2 1 0 で覆われないシリコンウェハ 7 2 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 7 2 1 5 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6) 図 7 2 f に示すように、ステップ 5 6 1 6 で二酸化珪素層 7 2 0 5 と 7 2 1 0 をパターニングし、(7) 図 7 2 g に示すように、ステップ 5 6 2 0 でシリコンウェハ 7 2 0 0 上にフォトレジスト層 7 2 2 0 を塗布及びパターニングし、(8) 図 7 2 h に示すように、ステップ 5 6 2 2 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 7 2 0 0 の露出部をエッチングし、(9) 図 7 2 i に示すように、ステップ 5 6 2 4 で二酸化珪素層 7 2 0 5 と 7 2 1 5 の露出部をエッチングし、(10) 図 7 2 j に示すように、ステップ 5 6 2 8 でフォトレジスト層 7 2 2 0 を除去し、(11) 図 7 2 k に示すように、ステップ 5 6 3 0 でシリコンウェーハ 7 2 0 0 の露出部をエッチングし、(12) 図 7 2 l に示すように、ステップ 5 6 3 2 で二酸化珪素層 7 2 0 5 と 7 2 1 5 の露出部を除去し、(13) 図 7 2 m に示すように、ステップ 5 6 3 4 でシリコンウェハ 7 2 0 0 の露出部をエッチングし、及び(14) 図 7 2 n に示すように、窒化珪素層 7 2 0 5 、7 2 1 0 及び 7 2 1 5 の残余部を除去するステップを含む。20

【0247】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 6 実施例の好ましい実行において、約 0 . 0 3 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 7 2 0 5 の厚さ、約 0 . 1 ないし 2 . 0 ミクロン範囲である窒化珪素層 7 2 1 0 の厚さ、約 0 . 2 ないし 3 . 0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 7 2 1 5 の厚さ、及び約 1 ないし 1 0 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 7 2 2 0 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0248】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 6 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 で行われるエッチングは D R I E を含み、水平に対して 9 0 E ± 4 5 E の角を有する側壁を提供する。40

【0249】

図 5 6 a、5 6 b と 7 3 a ないし 7 3 n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 1 7 実施例は、(1) 図 7 3 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハ 7 3 0 0 を提供し、(2) 図 7 3 b に示すように、ステップ 5 6 0 4 でシリコンウ50

エハ7300上に窒化珪素層7305を塗布し、(3)図73cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ7300上に窒化珪素層7310を塗布し、(4)図73dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層7310をパターニングし、(5)図73eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層7310で覆われないシリコンウェハ7300の部分に二酸化珪素のフィールド層7315を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図73fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層7305と7310をパターニングし、(7)図73gに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ7300上にフォトレジスト層7320を塗布及びパターニングし、(8)図73hに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ7300の露出部をエッチングし、(9)図73iに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ7300の露出部をエッチングし、(10)図73jに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層7320を除去し、(11)図73kに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ7300の露出部をエッチングし、(12)図73lに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層7305と7315の露出部を除去し、(13)図73mに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ7300の露出部をエッチングし、及び(14)図73nに示すように、窒化珪素層7305、7310及び7315の残余部を除去するステップを含む。
10

【0250】

20

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第17実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層7305の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層7310の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層7315の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層7320の厚さの処理パラメーターが用いられる。
。

【0251】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第17実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッチングはDRIEを含み、水平に対して90°±45°の角を有する側壁を提供する。
30

【0252】

図56a、56bと74aないし74oを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第18実施例は、(1)図74aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ7400を提供し、(2)図74bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ7400上に窒化珪素層7405を塗布し、(3)図74cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ7400上に窒化珪素層7410を塗布し、(4)図74dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層7410をパターニングし、(5)図74eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層7410で覆われないシリコンウェハ7400の部分に二酸化珪素のフィールド層7415を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図74fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層7405と7415をパターニングし、(7)図74gに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ7400上にフォトレジスト層7420を塗布及びパターニングし、(8)図74hに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ7400の露出部をエッチングし、(9)図74iに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層7405と7415の露出部をエッチングし、(10)図74jに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ7400の露出部をエッチングし、(11)図74kに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層7420を除去し、(12)図74lに示すように、
40
50

ステップ 5630 でシリコンウェーハ 7400 の露出部をエッティングし、(13) 図 74 m に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 7405 と 7415 の露出部を除去し、(14) 図 74 n に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェーハ 7400 の露出部をエッティングし、及び(15) 図 74 o に示すように、窒化珪素層 7405、7410 及び 7415 の残余部を除去するステップを含む。

【0253】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 18 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 7405 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 7410 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 7415 の厚さ、及び約 1 ないし 10 0 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 7420 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0254】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 18 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッティングは DRIE を含み、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

【0255】

図 56 a、56 b と 75 a ないし 75 m を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッティングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 19 実施例は、(1) 図 75 a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェーハ 7500 を提供し、(2) 図 75 b に示すように、ステップ 5604 でシリコンウェーハ 7500 上に窒化珪素層 7505 を塗布し、(3) 図 75 c に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェーハ 7500 上に窒化珪素層 7510 を塗布し、(4) 図 75 d に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 7510 をパターニングし、(5) 図 75 e に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 7510 で覆われないシリコンウェーハ 7500 の部分に二酸化珪素のフィールド層 7515 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6) 図 75 f に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 7505 と 7510 をパターニングし、(7) 図 75 g に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェーハ 7500 上にフォトレジスト層 7520 を塗布及びパターニングし、(8) 図 75 h に示すように、ステップ 5624 で二酸化珪素層 7505 と 7510 の露出部をエッティングし、(9) 図 75 i に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 7520 を除去し、(10) 図 75 j に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 7500 の露出部をエッティングし、(11) 図 75 k に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 7505 と 7515 の露出部を除去し、(12) 図 75 l に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェーハ 7500 の露出部をエッティングし、及び(13) 図 75 m に示すように、窒化珪素層 7505、7510 及び 7515 の残余部を除去するステップを含む。

【0256】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 19 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 7505 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 7510 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 7515 の厚さ、及び約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 7520 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0257】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 19 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッティングは DRIE を含み、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

【0258】

10

20

30

30

40

40

50

図 5 6 a、5 6 b と 7 6 a ないし 7 6 n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 2 0 実施例は、(1) 図 7 6 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハ 7 6 0 0 を提供し、(2) 図 7 6 b に示すように、ステップ 5 6 0 4 でシリコンウェハ 7 6 0 0 上に窒化珪素層 7 6 0 5 を塗布し、(3) 図 7 6 c に示すように、ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェハ 7 6 0 0 上に窒化珪素層 7 6 1 0 を塗布し、(4) 図 7 6 d に示すように、ステップ 5 6 0 8 で窒化珪素層 7 6 1 0 をパターニングし、(5) 図 7 6 e に示すように、ステップ 5 6 1 4 で窒化珪素のパターン層 7 6 1 0 で覆われないシリコンウェハ 7 6 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 7 6 1 5 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6) 図 7 6 f に示すように、ステップ 5 6 1 6 で二酸化珪素層 7 6 0 5 と 7 6 1 5 をパターニングし、(7) 図 7 6 g に示すように、ステップ 5 6 2 0 でシリコンウェハ 7 6 0 0 上にフォトレジスト層 7 6 2 0 を塗布及びパターニングし、(8) 図 7 6 h に示すように、ステップ 5 6 2 4 で二酸化珪素層 7 6 0 5 と 7 6 1 5 の露出部をエッチングし、(9) 図 7 6 i に示すように、ステップ 5 6 2 6 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 7 6 0 0 の露出部をエッチングし、(10) 図 7 6 j に示すように、ステップ 5 6 2 8 でフォトレジスト層 7 6 2 0 を除去し、(11) 図 7 6 k に示すように、ステップ 5 6 3 0 でシリコンウェーハ 7 6 0 0 の露出部をエッチングし、(12) 図 7 6 l に示すように、ステップ 5 6 3 2 で二酸化珪素層 7 6 0 5 と 7 6 1 5 の露出部を除去し、(13) 図 7 6 m に示すように、ステップ 5 6 3 4 でシリコンウェハ 7 6 0 0 の露出部をエッチングし、及び(14) 図 7 6 n に示すように、窒化珪素層 7 6 0 5 、7 6 1 0 及び 7 6 1 5 の残余部を除去するステップを含む。
10

【 0 2 5 9 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 2 0 実施例の好ましい実行において、約 0 . 0 3 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 7 6 0 5 の厚さ、約 0 . 1 ないし 2 . 0 ミクロン範囲である窒化珪素層 7 6 1 0 の厚さ、約 0 . 2 ないし 3 . 0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 7 6 1 5 の厚さ、及び約 1 ないし 1 0 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 7 6 2 0 の厚さの処理パラメーターが用いられる。
20

【 0 2 6 0 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 2 0 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 6 2 2 と 5 6 2 6 で行われるエッチングは D R I E を含み、水平に対して 9 0 E ± 4 5 E の角を有する側壁を提供する。
30

【 0 2 6 1 】

図 5 6 a、5 6 b と 7 7 a ないし 7 7 m を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 2 1 実施例は、(1) 図 7 7 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハ 7 7 0 0 を提供し、(2) 図 7 7 b に示すように、ステップ 5 6 0 4 でシリコンウェハ 7 7 0 0 上に窒化珪素層 7 7 0 5 を塗布し、(3) 図 7 7 c に示すように、ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェハ 7 7 0 0 上に窒化珪素層 7 7 1 0 を塗布し、(4) 図 7 7 d に示すように、ステップ 5 6 0 8 で窒化珪素層 7 7 1 0 をパターニングし、(5) 図 7 7 e に示すように、ステップ 5 6 1 4 で窒化珪素のパターン層 7 7 1 0 で覆われないシリコンウェハ 7 7 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 7 7 1 5 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6) 図 7 7 f に示すように、ステップ 5 6 1 6 で二酸化珪素層 7 7 0 5 と 7 7 1 0 をパターニングし、(7) 図 7 7 g に示すように、ステップ 5 6 2 0 でシリコンウェハ 7 7 0 0 上にフォトレジスト層 7 7 2 0 を塗布及びパターニングし、(8) 図 7 7 h に示すように、ステップ 5 6 2 6 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 7 7 0 0 の露出部をエッチングし、(9) 図 7 7 i に示すように、ステップ 5 6 2 8 でフォトレジスト層 7 7 2 0 を除去し、(10) 図 7 7 j に示すように、
40

、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 7700 の露出部をエッティングし、(11) 図 77k に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 7705 と 7715 の露出部を除去し、(12) 図 77l に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェーハ 7700 の露出部をエッティングし、及び(13) 図 77m に示すように、窒化珪素層 7705、7710 及び 7715 の残余部を除去するステップを含む。

【0262】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 21 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 7705 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 7710 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 7715 の厚さ、及び約 1 ないし 10 0 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 7720 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0263】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 21 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッティングは DRIE を含み、水平に対して 90° ± 45° の角を有する側壁を提供する。

【0264】

図 56a、56b と 78a ないし 78n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッティングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 22 実施例は、(1) 図 78a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェーハ 7800 を提供し、(2) 図 78b に示すように、ステップ 5604 でシリコンウェーハ 7810 上に窒化珪素層 7805 を塗布し、(3) 図 78c に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェーハ 7800 上に窒化珪素層 7810 を塗布し、(4) 図 78d に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 7810 をパターニングし、(5) 図 78e に示すように、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファパッド層 7805 をパターニングし、(6) 図 78f に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 7810 で覆われないシリコンウェーハ 7810 の部分に二酸化珪素のフィールド層 7815 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7) 図 78g に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 7805 と 7815 をパターニングし、(8) 図 78h に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェーハ 7800 上にフォトレジスト層 7820 を塗布及びパターニングし、(9) 図 78i に示すように、ステップ 5622 でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェーハ 7800 の露出部をエッティングし、(10) 図 78j に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 7820 を除去し、(11) 図 78k に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 7800 の露出部をエッティングし、(12) 図 78l に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 7805 及び 7815 の露出部を除去し、(13) 図 78m に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェーハ 7800 の露出部をエッティングし、及び(14) 図 78n に示すように、窒化珪素層 7805、7810 及び 7815 の残余部を除去するステップを含む。

【0265】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 22 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 7805 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 7810 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 7815 の厚さ、及び約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 7820 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0266】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 22 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッティングは DRIE を含み、水平に対して 90° ± 45° の角を有する側壁を提供する。

10

20

30

30

40

50

【0267】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第22実施例の好ましい実行においては、ステップ5610で二酸化珪素のバッファ層7805の露出部をパターニングするために、エッティングマスクとして窒化珪素のパターン層7810が用いられる。

【0268】

図56a、56bと79aないし79oを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッティングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第23実施例は、(1)図79aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ7900を提供し、(2)図79bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ7900上に窒化珪素層7905を塗布し、(3)図79cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ7900上に窒化珪素層7910を塗布し、(4)図79dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層7910をパターニングし、(5)図79eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のバッファパッド層7905をパターニングし、(6)図79fに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層7910で覆われないシリコンウェハ7900の部分に二酸化珪素のフィールド層7915を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7)図79gに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層7905と7915をパターニングし、(8)図79hに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ7900上にフォトレジスト層7920を塗布及びパターニングし、(9)図79iに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェハ7900の露出部をエッティングし、(10)図79jに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層7905と7915の露出部をエッティングし、(11)図79kに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層7920を除去し、(12)図79lに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ7900の露出部をエッティングし、(13)図79mに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層7905と7915の露出部を除去し、(14)図79nに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ7900の露出部をエッティングし、及び(15)図79oに示すように、窒化珪素層7905、7910及び7915の残余部を除去するステップを含む。

【0269】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第23実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層7905の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層7910の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層7915の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層7920の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0270】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第23実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して90°±45°の角を有する側壁を提供する。

【0271】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第23実施例の好ましい実行においては、ステップ5610で二酸化珪素のバッファ層7905の露出部をパターニングするために、エッティングマスクとして窒化珪素のパターン層7910が用いられる。

【0272】

図56a、56bと80aないし80oを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッティングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第24実施例は、(1)図80aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ8000を提供し、(2)図80bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ8000上に窒化珪素層8005を塗布し、(3)図80cに示すように、ステップ

10

20

30

40

50

5606でシリコンウェハ8000上に窒化珪素層8010を塗布し、(4)図80dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層8010をパターニングし、(5)図80eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のバッファパッド層8005をパターニングし、(6)図80fに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層8010で覆われないシリコンウェハ8000の部分に二酸化珪素のフィールド層8015を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7)図80gに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層8005と8015をパターニングし、(8)図80hに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ8000上にフォトレジスト層8020を塗布及びパターニングし、(9)図80iに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ8000の露出部をエッチングし、(10)図80jに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ8000の露出部をエッチングし、(11)図80kに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層8020を除去し、(12)図80lに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ8000の露出部をエッチングし、(13)図80mに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層8005と8015の露出部を除去し、(14)図80nに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ8000の露出部をエッチングし、及び(15)図80oに示すように、窒化珪素層8005、8010及び8015の残余部を除去するステップを含む。
10

【0273】

20

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第24実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層8005の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層8010の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層8015の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層8020の厚さの処理パラメーターが用いられる。
。

【0274】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第24実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッチングはDRIEを含み、水平に対して90°±45°の角を有する側壁を提供する。
30

【0275】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第24実施例の好ましい実行においては、ステップ5610で二酸化珪素のバッファ層8005の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層8010が用いられる。
。

【0276】

図56a、56bと81aないし81pを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第25実施例は、(1)図81aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ8100を提供し、(2)図81bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ8100上に窒化珪素層8105を塗布し、(3)図81cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ8100上に窒化珪素層8110を塗布し、(4)図81dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層8110をパターニングし、(5)図81eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のバッファパッド層8105をパターニングし、(6)図81fに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層8110で覆われないシリコンウェハ8100の部分に二酸化珪素のフィールド層8115を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7)図81gに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層8105と8115をパターニングし、(8)図81hに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ8100上にフォトレジスト層8120を塗布及びパターニングし、(9)図81iに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ8100の露出部をエッチングし、(10)図81jに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ8100の露出部をエッチングし、(11)図81kに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層8120を除去し、(12)図81lに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ8100の露出部をエッチングし、(13)図81mに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層8105と8115の露出部を除去し、(14)図81nに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ8100の露出部をエッチングし、及び(15)図81oに示すように、窒化珪素層8105、8110及び8115の残余部を除去するステップを含む。
40

50

相のエッティング液を使用してシリコンウェハ 8100 の露出部をエッティングし、(10) 図 81j に示すように、ステップ 5624 で二酸化珪素層 8105 と 8115 の露出部をエッティングし、(11) 図 81k に示すように、ステップ 5626 でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェハ 8100 の露出部をエッティングし、(12) 図 81l に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 8120 を除去し、(13) 図 81m に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 8100 の露出部をエッティングし、(14) 図 81n に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 8105 と 8115 の露出部を除去し、(15) 図 81o に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 8100 の露出部をエッティングし、及び(16) 図 81p に示すように、窒化珪素層 8105、8110 及び 8115 の残余部を除去するステップを含む。

10

【0277】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 25 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 8105 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 8110 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 8115 の厚さ、及び約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 8120 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0278】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 25 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッティングは DRIE を含み、水平に対して 90° ± 45° の角を有する側壁を提供する。

20

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 25 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファ層 8105 の露出部をパターニングするために、エッティングマスクとして窒化珪素のパターン層 8110 が用いられる。

【0279】

図 56a、56b と 82a ないし 82n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッティングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 26 実施例は、(1) 図 82a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 8200 を提供し、(2) 図 82b に示すように、ステップ 5604 でシリコンウェハ 8200 上に窒化珪素層 8205 を塗布し、(3) 図 82c に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 8200 上に窒化珪素層 8210 を塗布し、(4) 図 82d に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 8210 をパターニングし、(5) 図 82e に示すように、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファパッド層 8205 をパターニングし、(6) 図 82f に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 8210 で覆われないシリコンウェハ 8200 の部分に二酸化珪素のフィールド層 8215 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7) 図 82g に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 8205 と 8215 をパターニングし、(8) 図 82h に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 8200 上にフォトレジスト層 8220 を塗布及びパターニングし、(9) 図 82i に示すように、ステップ 5624 で二酸化珪素層 8205 と 8215 の露出部をエッティングし、(10) 図 82j に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 8220 を除去し、(11) 図 82k に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 8200 の露出部をエッティングし、(12) 図 82l に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 8205 と 8215 の露出部を除去し、(13) 図 82m に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 8200 の露出部をエッティングし、及び(14) 図 82n に示すように、窒化珪素層 8205、8210 及び 8215 の残余部を除去するステップを含む。

30

【0280】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 26 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 8205 の厚さ

40

50

、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層8210の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層8215の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層8220の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0281】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第26実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して $90^{\circ} \pm 45^{\circ}$ の角を有する側壁を提供する。

【0282】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第26実施例の好ましい実行においては、ステップ5610で二酸化珪素のバッファ層8205の露出部をパターニングするために、エッティングマスクとして窒化珪素のパターン層8210が用いられる。

【0283】

図56a、56bと83aないし83oを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッティングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第27実施例は、(1)図83aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ8300を提供し、(2)図83bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ8300上に二酸化珪素層8305を塗布し、(3)図83cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ8300上に窒化珪素層8310を塗布し、(4)図83dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層8310をパターニングし、(5)図83eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のバッファパッド層8305をパターニングし、(6)図83fに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層8310で覆われないシリコンウェハ8300の部分に二酸化珪素のフィールド層8315を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7)図83gに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層8305と8315をパターニングし、(8)図83hに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ8300上にフォトレジスト層8320を塗布及びパターニングし、(9)図83iに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層8305と8315の露出部をエッティングし、(10)図83jに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェハ8300の露出部をエッティングし、(11)図83kに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層8320を除去し、(12)図83lに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ8300の露出部をエッティングし、(13)図83mに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層8305と8315の露出部を除去し、(14)図83nに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ8300の露出部をエッティングし、及び(15)図83oに示すように、二酸化珪素及び窒化珪素層8305、8310及び8315の残余部を除去するステップを含む。

【0284】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第27実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層8305の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層8310の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層8315の厚さ、及び約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層8320の厚さの処理パラメーターが用いられる。

【0285】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第27実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して $90^{\circ} \pm 45^{\circ}$ の角を有する側壁を提供する。

【0286】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第27実施例の好ましい実行においては

10

20

30

30

40

50

、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファ層 8305 の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層 8310 が用いられる。

【0287】

図 56a、56b と 84a ないし 84n を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、エッチングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 28 実施例は、(1) 図 84a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 8400 を提供し、(2) 図 84b に示すように、ステップ 5604 でシリコンウェハ 8400 上に窒化珪素層 8405 を塗布し、(3) 図 84c に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 8400 上に窒化珪素層 8410 を塗布し、(4) 図 84d に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 8410 をパターニングし、(5) 図 84e に示すように、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファパッド層 8405 をパターニングし、(6) 図 84f に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 8410 で覆われないシリコンウェハ 8400 の部分に二酸化珪素のフィールド層 8415 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(7) 図 84g に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 8405 と 8415 をパターニングし、(8) 図 84h に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 8400 上にフォトレジスト層 8420 を塗布及びパターニングし、(9) 図 84i に示すように、ステップ 5626 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 8400 の露出部をエッチングし、(10) 図 84j に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 8420 を除去し、(11) 図 84k に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 8400 の露出部をエッチングし、(12) 図 84l に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 8405 と 8415 の露出部を除去し、(13) 図 84m に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 8400 の露出部をエッチングし、及び(14) 図 84n に示すように、窒化珪素層 8405、8410 及び 8415 の残余部を除去するステップを含む。
10
20

【0288】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 28 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 8405 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 8410 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 8415 の厚さ、及び約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 8420 の厚さの処理パラメーターが用いられる。
30

【0289】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 28 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッチングは DRIE を含み、水平に対して 90° ± 45° の角を有する側壁を提供する。
40

【0290】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 28 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファ層 8405 の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層 8410 が用いられる。
40

【0291】

図 56a、56b と 85a ないし 85o を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングし、及びエッチングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 29 実施例は、(1) 図 85a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 8500 を提供し、(2) 図 85b に示すように、ステップ 5604 でシリコンウェハ 8500 上に窒化珪素層 8505 を塗布し、(3) 図 85c に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 8500 上に窒化珪素層 8510 を塗布し、(4) 図 85d に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 8510 をパターニングし、(5) 図 85e に示すように、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファパッド層 8505 をパターニングし、(6) 図 85f に示すように、
50

ステップ 5612 でシリコンウェハ 8500 の露出部を薄膜エッチングし、(7) 図 85g に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 8510 で覆われないシリコンウェハ 8500 の部分に二酸化珪素のフィールド層 8515 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8) 図 85h に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 8505 と 8515 をパターニングし、(9) 図 85i に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 8500 上にフォトレジスト層 8520 を塗布及びパターニングし、(10) 図 85j に示すように、ステップ 5622 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 8500 の露出部をエッチングし、(11) 図 85k に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 8520 を除去し、(12) 図 85l に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェハ 8500 の露出部をエッチングし、(13) 図 85m に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 8505 と 8515 の露出部を除去し、(14) 図 85n に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 8500 の露出部をエッチングし、及び(15) 図 85o に示すように、窒化珪素層 8505、8510 及び 8515 の残余部を除去するステップを含む。
10

【0292】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 29 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 8505 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 8510 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 8515 の厚さ、約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 8520 の厚さ、及び約 0.5 ないし 1 ミクロンの範囲のシリコンウェハ 8500 の露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。
20

【0293】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 29 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッチングは DRIE を含み、水平に対して 90° ± 45° の角を有する側壁を提供する。

【0294】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 29 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファ層 8505 の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層 8510 が用いられる。
30

【0295】

図 56a、56b と 86a ないし 86p を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングし、及びエッチングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 30 実施例は、(1) 図 86a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 8600 を提供し、(2) 図 86b に示すように、ステップ 5604 でシリコンウェハ 8600 上に窒化珪素層 8605 を塗布し、(3) 図 86c に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 8600 上に窒化珪素層 8610 を塗布し、(4) 図 86d に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 8610 をパターニングし、(5) 図 86e に示すように、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファパッド層 8605 をパターニングし、(6) 図 86f に示すように、ステップ 5612 でシリコンウェハ 8600 の露出部を薄膜エッチングし、(7) 図 86g に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 8610 で覆われないシリコンウェハ 8600 の部分に二酸化珪素のフィールド層 8615 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8) 図 86h に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 8605 と 8615 をパターニングし、(9) 図 86i に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 8600 上にフォトレジスト層 8620 を塗布及びパターニングし、(10) 図 86j に示すように、ステップ 5622 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ 8600 の露出部をエッチングし、(11) 図 86k に示すよ
40
50

うに、ステップ 5624 で二酸化珪素層 8605 と 8615 の露出部をエッチングし、(12) 図 861 に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 8620 を除去し、(13) 図 86m に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 8600 の露出部をエッチングし、(14) 図 86n に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 8605 と 8615 の露出部を除去し、(15) 図 86o に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェーハ 8600 の露出部をエッチングし、及び(16) 図 86p に示すように、窒化珪素層 8605、8610 及び 8615 の残余部を除去するステップを含む。

【0296】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 30 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 8605 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 8610 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 8615 の厚さ、約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 8620 の厚さ、及び約 0.5 ないし 1 ミクロンの範囲のシリコンウェーハ 8600 の露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。

10

【0297】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 30 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッチングは DRIE を含み、水平に対して 90° ± 45° の角を有する側壁を提供する。

20

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 30 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5612 でマスキング層としてフォトレジストを使用して、シリコンウェーハ 8600 の露出部の薄膜エッチングが行われる。

【0298】

図 56a、56b と 87a ないし 87p を参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、シリコンウェーハの露出部を薄膜エッチングし、及びエッチングマスクとしてフォトレジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 31 実施例は、(1) 図 87a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェーハ 8700 を提供し、(2) 図 87b に示すように、ステップ 5604 でシリコンウェーハ 8700 上に窒化珪素層 8705 を塗布し、(3) 図 87c に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェーハ 8700 上に窒化珪素層 8710 を塗布し、(4) 図 87d に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 8710 をパターニングし、(5) 図 87e に示すように、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファパッド層 8705 をパターニングし、(6) 図 87f に示すように、ステップ 5612 でシリコンウェーハ 8700 の露出部を薄膜エッチングし、(7) 図 87g に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 8710 で覆われないシリコンウェーハ 8700 の部分に二酸化珪素のフィールド層 8715 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8) 図 87h に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 8705 と 8715 をパターニングし、(9) 図 87i に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェーハ 8700 上にフォトレジスト層 8720 を塗布及びパターニングし、(10) 図 87j に示すように、ステップ 5622 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェーハ 8700 の露出部をエッチングし、(11) 図 87k に示すように、ステップ 5626 でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェーハ 8700 の露出部をエッチングし、(12) 図 87l に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 8720 を除去し、(13) 図 87m に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 8700 の露出部をエッチングし、(14) 図 87n に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 8705 と 8715 の露出部を除去し、(15) 図 87o に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェーハ 8700 の露出部をエッチングし、及び(16) 図 87p に示すように、窒化珪素層 8705、8710 及び 8715 の残余部を除去するステップを含む。

30

【0299】

40

50

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第31実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層8705の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層8710の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層8715の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層8720の厚さ、及び約0.5ないし1ミクロンの範囲のシリコンウェハ8700の露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。

【0300】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第31実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッチングはDRIEを含み、水平に対して90°±45°の角を有する側壁を提供する。10

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第31実施例の好ましい実行においては、ステップ5612でマスキング層としてフォトレジストを使用して、シリコンウェハ8600の露出部の薄膜エッチングが行われる。

【0301】

図56a、56bと88aないし88qを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングし、及びエッチングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第32実施例は、(1)図88aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ8800を提供し、(2)図88bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ8800上に窒化珪素層8805を塗布し、(3)図88cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ8800上に窒化珪素層8810を塗布し、(4)図88dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層8810をパターニングし、(5)図88eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のバッファパッド層8805をパターニングし、(6)図88fに示すように、ステップ5612でシリコンウェハ8800の露出部を薄膜エッチングし、(7)図88gに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層8810で覆われないシリコンウェハ8800の部分に二酸化珪素のフィールド層8815を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8)図88hに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層8805と8815をパターニングし、(9)図88iに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ8800上にフォトレジスト層8820を塗布及びパターニングし、(10)図88jに示すように、ステップ5622でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ8800の露出部をエッチングし、(11)図88kに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層8805と8815の露出部をエッチングし、(12)図88lに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ8800の露出部をエッチングし、(13)図88mに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層8820を除去し、(14)図88nに示すように、ステップ5630でシリコンウェーハ8800の露出部をエッチングし、(15)図88oに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層8805と8815の露出部を除去し、(16)図88pに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ8800の露出部をエッチングし、及び(17)図88qに示すように、窒化珪素層8805、8810及び8815の残余部を除去するステップを含む。203040

【0302】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第32実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層8805の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層8810の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層8815の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層8820の厚さ、及び約0.5ないし1ミクロンの範囲のシリコンウェハ8800の露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。50

【0303】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第32実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第32実施例の好ましい実行においては、ステップ5612でマスキング層としてフォトレジストを使用して、シリコンウェハ8600の露出部の薄膜エッティングが行われる。

【0304】

図56a、56bと89aないし89oを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、シリコンウェハの露出部を薄膜エッティングし、及びエッティングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第33実施例は、(1)図89aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ8900を提供し、(2)図89bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ8900上に窒化珪素層8905を塗布し、(3)図89cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ8900上に窒化珪素層8910を塗布し、(4)図89dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層8910をパターニングし、(5)図89eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のバッファパッド層8905をパターニングし、(6)図89fに示すように、ステップ5612でシリコンウェハ8900の露出部を薄膜エッティングし、(7)図89gに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層8910で覆われないシリコンウェハ8900の部分に二酸化珪素のフィールド層8915を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8)図89hに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層8905と8915をパターニングし、(9)図89iに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ8900上にフォトレジスト層8920を塗布及びパターニングし、(10)図89jに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層8905と8915の露出部をエッティングし、(11)図89kに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層8920を除去し、(12)図89lに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ8900の露出部をエッティングし、(13)図89mに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層8905と8915の露出部を除去し、(14)図89nに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ8900の露出部をエッティングし、及び(15)図89oに示すように、窒化珪素層8905、8910及び8915の残余部を除去するステップを含む。

【0305】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第33実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層8905の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層8910の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層8915の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層8920の厚さ、及び約0.5ないし1ミクロンの範囲のシリコンウェハ8900の露出部の薄膜エッティングの深さの処理パラメーターが用いられる。

【0306】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第33実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

【0307】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第33実施例の好ましい実行においては、ステップ5612でマスキング層としてフォトレジストを使用して、シリコンウェハ8600の露出部の薄膜エッティングが行われる。

【0308】

図56a、56bと90aないし90pを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、

10

20

30

40

50

シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングし、及びエッチングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第34実施例は、(1)図90aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ9000を提供し、(2)図90bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ9000上に窒化珪素層9005を塗布し、(3)図90cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ9000上に窒化珪素層9010を塗布し、(4)図90dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層9010をパターニングし、(5)図90eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のバッファパッド層9005をパターニングし、(6)図90fに示すように、ステップ5612でシリコンウェハ9000の露出部を薄膜エッチングし、(7)図90gに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層9010で覆われないシリコンウェハ9000の部分に二酸化珪素のフィールド層9015を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8)図90hに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層9005と9015をパターニングし、(9)図90iに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ9000上にフォトレジスト層9020を塗布及びパターニングし、(10)図90jに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層9005と9015の露出部をエッチングし、(11)図90kに示すように、ステップ5626でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハ9000の露出部をエッチングし、(12)図90lに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層9020を除去し、(13)図90mに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ9000の露出部をエッチングし、(14)図90nに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層9005と9015の露出部を除去し、(15)図90oに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ9000の露出部をエッチングし、及び(16)図90pに示すように、窒化珪素層9005、9010及び9015の残余部を除去するステップを含む。
10
20

【0309】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第34実施例の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層9005の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層9010の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層9015の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層9020の厚さ、及び約0.5ないし1ミクロンの範囲のシリコンウェハ9000の露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。
30

【0310】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第34実施例の好ましい実行においては、ステップ5622と5626で行われるエッチングはDRIEを含み、水平に対して90E±45Eの角を有する側壁を提供する。

【0311】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第34実施例の好ましい実行においては、ステップ5612でマスキング層としてフォトレジストを使用して、シリコンウェハ8600の露出部の薄膜エッチングが行われる。
40

【0312】

図56a、56bと91aないし91oを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、シリコンウェハの露出部を薄膜エッチングし、及びエッチングマスクとしてフォトレジストを使用するLOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第35実施例は、(1)図91aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ9100を提供し、(2)図91bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ9100上に窒化珪素層9105を塗布し、(3)図91cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ9100上に窒化珪素層9110を塗布し、(4)図91dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層9110をパターニングし、(5)図91eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のバッファパッド層9105をパターニングし、(6)図91fに示すように、50

ステップ 5612 でシリコンウェハ 9100 の露出部を薄膜エッチングし、(7) 図 91g に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 9110 で覆われないシリコンウェハ 9100 の部分に二酸化珪素のフィールド層 9115 を成長させ(二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(8) 図 91h に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 9105 と 9115 をパターニングし、(9) 図 91i に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 9100 上にフォトレジスト層 9120 を塗布及びパターニングし、(10) 図 91j に示すように、ステップ 5624 で二酸化珪素層 9105 と 9115 の露出部をエッチングし、(11) 図 91k に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 9120 を除去し、(12) 図 91l に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェーハ 9100 の露出部をエッチングし、(13) 図 91m に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 9105 と 9115 の露出部を除去し、(14) 図 91n に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 9100 の露出部をエッチングし、及び(15) 図 91o に示すように、窒化珪素層 9105、9110 及び 9115 の残余部を除去するステップを含む。
10

【0313】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 35 実施例の好ましい実行において、約 0.03 ないし 1 ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層 9105 の厚さ、約 0.1 ないし 2.0 ミクロン範囲である窒化珪素層 9110 の厚さ、約 0.2 ないし 3.0 ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層 9115 の厚さ、約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトレジスト層 9120 の厚さ、及び約 0.5 ないし 1 ミクロンの範囲のシリコンウェハ 9100 の露出部の薄膜エッチングの深さの処理パラメーターが用いられる。
20

【0314】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 35 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5622 と 5626 で行われるエッチングは DRIE を含み、水平に対して 91E ± 45E の角を有する側壁を提供する。

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 35 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5610 で二酸化珪素のバッファ層 9005 の露出部をパターニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層 9010 が用いられる。
30

【0315】

他の実施例において、例えば(1)イソプロピルアルコールと混ざり合った水溶性 KOH、(2)テトラメチルアンモニウムヒドロキシド、(3)エチレンジアミンとピロカテコールの混合物、(4)水溶性セシウムヒドロキシド(5)エチレンジアミンピロカテコールと水の混合物、(6)エタノールアミン、没食子酸、及び水の混合物、または(7)ヒドラジン等のウェット異方性エッチング液が KOH の代わりに用いられる。

【0316】

他の実施例において、二酸化珪素のマスキング層で KOH エッチングが使われれば、二酸化珪素の厚膜は連続でパターン及び薄膜化されて多重厚さの構造体を生成する。次に、例えば、窒化珪素または炭化珪素のように他のマスキング材層が塗布及びパターンされる。次に、このマスキング層の合成は併合マスクを提供する。
40

【0317】

他の実施例において、DRIE と KOH とが結合され、他のマスキング層が DRIE の使用でパターンされる間、多数のマスキング層が KOH を使用してパターンされる。次に、基板に複数のエッチング深さの構造を塗布するためにマスク除去ステップと、分散された DRIE と KOH との合成エッチングステップが基板として用いられる。

【0318】

他の実施例において、気相またはプラズマエッチングが DRIE との合成に用いられる。この方法において、複数のフォトレジスト層または金属マスキング層と合成されるフォトレジスト層を有する併合マスクを提供できる。
50

【0319】

他の実施例において、D R I E 及びプラズマエッティングが選択的に用いられる。

【0320】

他の実施例において、ダイアモンド、S i C、金属及びポリマーを含むマスキング材がウエットエッティングとドライエッティングとの組合の利用と共に用いられる。

【0321】

他の実施例において、他のマスキング層を提供するために多重厚さの耐エッティング物質層の経時的な侵食が用いられる。

【0322】

他の実施例において、例えば、ジフッ化キセノン、トリフッ化塩素、トリフッ化プロム、
7フッ化プロム、または7フッ化ヨウ素が、D R I E の代りに、または更に用いられる。
10

【0323】

他の実施例において、例えば、シリコンカーバイド、多結晶ダイアモンド、耐エッティング液性のポリマー、またはアルミニウムのようなマスキング材が二酸化珪素、及びまたは窒化珪素の代りに用いられる。

【0324】

次に、図92aと92bに示し実施例では、複数のエッティング深さを持って選択的にエッティングマスクとしてフォトレジストの使用を含む、シリコンの局部酸化（L O C O S）併合マスクの微細加工処理（プロセス）9200に係る複数の他の実施例を説明する。プロセス9200は実質的に図50-910に基づいて前述したように、プロセス5000と5600との結合である。好ましい実施例において、これらのプロセス9200の一つは少なくともミラー210の一部及び／または上部及び下部キャップ205と215を塗布するのに用いられる。図92aと92bに示すように、L O C O S併合マスクの微細加工処理9200は、好ましくは、（1）ステップ9202でシリコンウェハを提供し、（2）ステップ9204でシリコンウェハの表面上に二酸化珪素のバッファ層を（選択的に）成長させ、（3）ステップ9206でシリコンウェハ上に窒化珪素層を塗布し、（4）ステップ9208で窒化珪素層をパターニングし、（5）ステップ9210で二酸化珪素のバッファ層の露出部にパターンを（選択的に）パターニングし、（6）ステップ9212でシリコンウェハの表面の露出部を（選択的に）薄膜エッティングし、（7）ステップ9214で窒化珪素パターン層で覆われないシリコンウェハの部分に二酸化珪素のフィールド層を成長させ（二酸化珪素のフィールド層は、少なくとも窒化珪素層と二酸化珪素の選択的なバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい）、（8）ステップ9216で二酸化珪素層をパターニングし（エッティング深さは二酸化珪素層の全体厚さのわずかである）、（9）ステップ9218でステップ9216を所定の複数回繰り返し、（10）ステップ9220でエッティングマスクとしてフォトレジストを使用してシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッティングし、（11）ステップ9222でシリコンウェハ上のフォトレジスト層を（選択的に）塗布及びパターニングし、（12）ステップ9224でプラズマまたは気相のエッティング液を使用してシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッティングし、（13）ステップ9226で二酸化珪素層の露出部を（選択的に）除去し、（14）ステップ9228でシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッティングし、（15）ステップ9230でフォトレジスト層を除去し、（16）ステップ9232でシリコンウェハの露出部をエッティングし、（17）ステップ9234で二酸化珪素層の露出部をエッティングし（エッティング深さは二酸化珪素層の全体厚さのわずかである）、（18）ステップ9236でシリコンウェハの露出部をエッティングし、（19）ステップ9234と9236を所定の回数繰り返すことを含む。
20
30
40

【0325】

本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、パターニングとは、物質または基板の層にパターンを形成するために通常のフォトリソグラフィー及びエッティングの連続的な動作を行うことをいう。また、本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、エッティングとは物質または基板の層の少なくとも一部を除去することをいう
50

。

【0326】

プロセス9200の好ましい実行において、約0.03ないし1ミクロンの範囲である二酸化珪素のパッドバッファ層の厚さ、約0.1ないし2.0ミクロン範囲である窒化珪素層の厚さ、約0.2ないし3.0ミクロン範囲である二酸化珪素のフィールド層の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトレジスト層の厚さ、及び約0.5ないし1ミクロンの範囲のシリコンウェハの露出部の薄膜エッ칭の深さ、及び二酸化珪素層の部分エッ칭が約0.01ないし3ミクロンの範囲であるエッ칭深さに対して1ないし10回繰り返され、かつシリコン基板の部分エッ칭が約1ないし500ミクロンの範囲であるエッ칭深さに対して1ないし10回繰り返される処理パラメーターが用いられる。10

【0327】

プロセス9200の好ましい実行においては、ステップ9224と9228で行われるエッ칭はDRIEを含み、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。プロセス9200の好ましい実施例において、ステップ9232と9236で行われたエッ칭はKOHエッ칭を含むことが好ましい。

【0328】

プロセス9200の好ましい実施例においては、ステップ9232と9236でシリコンウェハの露出部のエッ칭はKOHを使用して提供する。

【0329】

図93aと93bを参照して、複数のエッ칭深さを持って他の多様なマスキング材の使用を含み、選択的にエッチングマスクとしてフォトレジストの使用を含む、併合マスク微細加工処理（プロセス）9300に係る、幾つかの他の実施例を説明する。プロセス9300はLOCOSの他の多様な方法を除いて、他の多様なマスキング材の付加面でプロセス9200と実質的に同一である。好ましい実施例において、これらのプロセス9300の一つは少なくともミラー210の一部及び／または上部及び下部キャップ205と215を塗布するのに用いられる。図93aと93bに示すように、併合マスクの微細加工処理9300は、好ましくは、（1）ステップ9302でシリコンウェハを提供し、（2）ステップ9304で幾つかの他の物質のうちの一つのマスキング層を塗布し、（3）ステップ9306でマスキング層をパターニングして（エッチング深さはマスキング層の全体厚さのわずかである）、（4）ステップ9308でステップ9306を所定の回数繰り返し、（5）ステップ9310でエッチングマスクとしてフォトレジストを使用してシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッチングし、（6）ステップ9312でシリコンウェハ上のフォトレジスト層を塗布及び（選択的に）パターンし、（7）ステップ9314でプラズマまたは気相のエッチング液を使用してシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッチングし、（8）ステップ9316でマスキング層の露出部を（選択的に）除去し、（9）ステップ9318でシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッチングし、（10）ステップ9320でフォトレジスト層を除去し、（11）ステップ9322でシリコンウェハの露出部をエッチングし、（12）ステップ9324でマスキング層の露出部をエッチングし（エッチング深さはシリコンウェハの全体厚さの一部のわずである）、（13）ステップ9326でシリコンウェハの露出部をエッチングし（エッチング深さはシリコンウェハの全体厚さのわずかである）、（14）ステップ9328でステップ9324と9326を所定の回数繰り返すことを含む。30

【0330】

本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、パターニングとは、物質または基板の層にパターンを形成するために通常のフォトリソグラフィー及びエッチングの連続的な動作を行うことをいう。また、本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、エッチングとは物質または基板の層の少なくとも一部を除去することをいう。

【0331】

50

20

30

40

50

プロセス9300の好ましい実行において、二酸化珪素層の部分エッティングが約0.01ないし3ミクロンの範囲であるエッティング深さに対して1ないし10回繰り返され、かつシリコン基板の部分エッティングが約1ないし500ミクロンの範囲であるエッティング深さに対して1ないし10回繰り返される処理パラメーターが用いられる。

【0332】

プロセス9300の好ましい実行においては、ステップ9314と9318で行われるエッティングはDRIEを含み、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。プロセス9300の好ましい実施例において、ステップ9322と9326で行われたエッティングはKOHエッティングを含むことが好ましい。

【0333】

プロセス9300の好ましい実施例においては、ステップ9322と9326でシリコンウェハの露出部のエッティングはKOHを使用して提供する。

【0334】

以下、図94-95hを参照して、基板に複数のエッティング深さを提供するための併合マスク処理(プロセス)9400の実施例を説明する。好ましい実施例において、プロセス9400は(1)図95aに示すように、ステップ9405でシリコン基板9500を提供し、(2)図95bに示すように、ステップ9410でシリコン基板9500上に第1マスキング材層9505を蒸着し、(3)図95cに示すように、ステップ9415で第1マスキング材層9505をパターニングし、(4)図95dに示すように、ステップ9420でシリコン基板9500上に第2マスキング材層9510を蒸着し、(5)図95eに示すように、ステップ9425で第2マスキング材層9510をパターニングし、(6)図95fに示すように、ステップ9430で第1深さにシリコン基板9500の露出部9500aをエッティングし、(7)図95gに示すように、ステップ9435で第1マスキング材層9505の露出部をエッティングし、及び(8)図95hに示すように、ステップ9440で第2深さにシリコン基板9500の露出部9500a、9500b及び9500cの露出部をエッティングすることを含む。

【0335】

本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、パターニングとは、物質または基板の層にパターンを形成するために通常のフォトリソグラフィー及びエッティングの連続的な動作を行うことをいう。また、本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、エッティングとは物質または基板の層の少なくとも一部を除去することをいう。

【0336】

好ましい実施例において、図95e-95hに示すように、シリコン基板9500の露出部9500a、9500b及び9500cの露出部は略同一な幅を有する。この方法の好ましい実施例において、領域9500aは領域9500bと9500cより深い最終エッティング深さを持つ。

【0337】

プロセス9400の好ましい実行において、第1マスキング材は二酸化珪素を含み、第2マスキング材はフォトレジストを含み、第1マスキング材の厚さは約1000ないし6000オングストロームの範囲を有し、第2マスキング材の厚さは約3ないし4ミクロンの範囲を有し、第1エッティング深さは約10ないし250ミクロンの範囲を有して、第2エッティング深さは約10ないし300ミクロンの範囲を持つ。プロセス9400の他の実施例において、第1マスキング材は金属を含んで第2マスキング材は耐エッティング液性のポリマーを含む。

【0338】

プロセス9400の好ましい実行においては、ステップ9430と9440で実行されたエッティングはDRIEまたはプラズマエッティングを含んで、水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

【0339】

10

20

30

40

50

図96ないし97hを参照して、シリコン基板をエッティングするための併合マスクプロセス9600の実施例を説明する。プロセス9600の好ましい実行において、好ましい実施例において、プロセス9400は(1)図97aに示すように、ステップ9605でシリコン基板9700を提供し、(2)図97bに示すように、ステップ9610でシリコン基板9700上に第1マスキング材層9705を蒸着し、(3)図95cに示すように、ステップ9615で第1マスキング材層9705をパターニングし、(4)図97dに示すように、ステップ9620でシリコン基板9700上に第2マスキング材層9712を蒸着し、(5)図97eに示すように、ステップ9625で第2マスキング材層9710をパターニングし、(6)図97fに示すように、第1時間の間、シリコン基板9700の露出部をエッティングし、(7)図97gに示すように、第1マスキング材層9705の露出部をエッティングし、(8)図97hに示すように、第2時間の間、シリコン基板9700の露出部をエッティングすることを含む。この方法において、シリコン基板9700の全てのエッティング領域のエッティング深さは実質的に同一である。
10

【0340】

本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、パターニングとは、物質または基板の層にパターンを形成するために通常のフォトリソグラフィー及びエッティングの連続的な動作を行うことをいう。また、本技術分野における通常の知識を有する者が認知するように、エッティングとは物質または基板の層の少なくとも一部を除去することをいう。
。

【0341】

好ましい実施例において、図97e - 97hに示すように、シリコン基板9700の露出部9700aの幅は、9700bと9700cより小さい幅を有する。この方法の好ましい実施例において、領域9700a、9700bと9700cは実質的に同一な最終エッティング深さを持つ。好ましい実施例において、大きい露出部9700bと9700cより小さな露出部9700aが時々エッティングされる場合、エッティング時間は実質的に同一な最終のエッティング深さを提供するために、シリコン基板9700の露出部9700a、9700b及び9700cの幅は実質的に幅の関数として適用される。
20

【0342】

プロセス9600の好ましい実行において、第1マスキング材は二酸化珪素を含み、第2マスキング材はフォトレジストを含み、第1マスキング材の厚さは約1000ないし6000オングストロームの範囲を有して、第2マスキング材の厚さは約3ないし4ミクロンの範囲を有し、第1時間は約5ないし30分の範囲であり、第2時間は約30分ないし2時間の範囲である。また、好ましい実施例において、第1時間及び第2時間は異なる幅を有する基板の他の領域に対するエッティング比を測定することによって経験的に決定することが一般的である。
30

【0343】

プロセス9600の他の実施例において、第1マスキング材は二酸化珪素、金属または耐エッティング液性のポリマーである。プロセス9600の他の実施例において、第2マスキング材はフォトレジストまたは耐エッティング液性のポリマーである。
40

【0344】

プロセス9600の好ましい実行においては、ステップ9630と9640で実行されたエッティングはDRIEまたはプラズマエッティングを含んで、水平に対して90E ± 45Eの角を有する側壁を提供する。

【0345】

好ましい実施例において、プロセス9600はシリコンの広い露出領域よりは狭い露出領域がエッティングされる、プラズマドライエッティングのいわゆるマイクロロード効果を除去するために使用する。したがって、プロセス9600は、相異なる露出領域を有してシリコン基板で実質的に同一な最終エッティング深さを有する複数のエッティング領域を提供する。この方法において、他の形式のエッティングだけでなく、プラズマドライエッティングのマイクロロード効果を適切に克服することができる。
50

【0346】

例えば、図49-97hに示すように、ここに開示した併合マスクの微細加工処理の幾つかの他の実施例において、シリコン基板のエッティングは多様な方法を利用して実行できる。例えば、シリコンをエッティングするためにプラズマで生成された活性イオンを使用することができる。シリコンをエッティングするためにプラズマで使用したガスの例としては、六フッ化硫黄、塩素、プロムが含まれる。いわゆるディープ反応性イオンエッティング(DRIE)とも呼ばれる高アスペクト比を有するトレンチエッティングは、例えば、トレンチの側壁上にパッシベーション層を塗布するために使用したガスを有する六フッ化硫黄のようなエッティングガスのタイムマルチプルレックスである。 C_4F_8 はシリコン側壁のパッシベーションために使用したガスの一例である。シリコンをエッティングするための他の方法はプラズマによる活性化がなくても、発生するシリコンエッティング用に十分な反応性ガスを使用することである。シリコンエッティング用反応性ガスの例としては、ジフッ化キセノン、トリフッ化塩素、トリフッ化プロム、7フッ化プロム、または7フッ化ヨウ素が含まれる。併合マスクを利用してシリコンをエッティングするためのその他の方法では液状のエッティング液の使用を含む。液体は異方性形態で単結晶シリコンをエッティングできる。シリコンのウェット異方性エッティング液の例には、例えば水酸化カリウム(KOH)、イソプロピルアルコールと混ざり合った水溶性KOH、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド、水溶性セシウムヒドロキシド、エチレンジアミン、ピロカテコール、及び水の混合物、エタノールアミン、没食子酸、及び水の混合物を含む。液体は単結晶シリコンを等方的にエッティングできる。シリコンの等方性エッティング液の例では、硝酸、フッ化アンモニウム及び水を含む。

【0347】

図44-97hに例示するように、本発明の併合マスクの微細加工処理に対する幾つかの他の実施例においては、例えば、方法の合成によってシリコン基板のエッティングが実行できる。例えば、シリコン基板のエッティングは一つのウェット異方性エッティング液で行うことができ、続いて、シリコン基板は異なる異方性エッティング液またはエッティングチャンバーに挿入できる。エッティング液の混合液の使用に関する好ましい実施例は(1)比較的高いシリコンエッティング比の利益を達成するためにシリコンをエッティングする水溶性KOH、及び、つづいて(2)軽くドーピングされた単結晶シリコンと実質的なホウ素ドーピングを有する単結晶シリコン間のエッティング比の大きい割合を達成するために、シリコンをエッティングするイソプロピルアルコールと混ざり合った水溶性KOHの使用を含む。好ましい実施例において、エッティングプロセスは(1)ウェットエッティング液、プラズマエッティング液、及び気相の反応性エッティング液のあるクラスのうちいずれかのエッティング液、及び(2)3個のクラスの一つから他のエッティング液に取り替えることを含む。好ましい実施例において、シリコンエッティング方法の変更は複数回発生できる。エッティング液間の取り替えは特定の微細加工構造に対する所望のエッティングプロピルを生成するように、他のエッティング特性の利益を持ってくることが好ましい。

【0348】

図44-97hに例示するように、本発明の併合マスク微細加工処理に対する幾つかの他の実施例において、シリコン基板のエッティングに対する好ましい実施例では、マスキング材に大きな侵食を与えるエッティング方法を選択する。

図44に示す複数の実施例において、ウェットエッティング液、プラズマエッティング液、及び気相の反応性エッティング液の3個のクラスのうち、いずれかのシリコンエッティング液は、シリコンエッティングステップ4445と4455全てに対して好ましい。また、図44を参照すれば、ウェットエッティング液、プラズマエッティング液、及び気相の反応性エッティング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッティング液は、光学薄膜シリコンエッティングステップ4430のために使用することができるが、好ましい実施例ではプラズマエッティング液を使用する。

【0349】

図50を参照すると、複数の実施例において、ウェットエッティング液、プラズマエッTING

グ液、及び気相の反応性エッティング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッティング液は、シリコンエッティングステップ5050、5060及び5065に対して好ましい。シリコンのエッティング比より比較的低いエッティング比を有するウェットエッティング液としては、テトラメチルアンモニウムヒドロキシドのクラスのうちのいずれかが好ましい。

【0350】

図56a - 56bを参照すると、複数の他の実施例において、ウェットエッティング液、プラズマエッティング液、及び気相の反応性エッティング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッティング液は、シリコンエッティングステップ5630と5634に対して好ましい。プラズマエッティング液または気相の反応性エッティング液からのシリコンエッティング液は、シリコンエッティングステップ5622と5626に対して好ましい。

10

【0351】

図92a - 92bを参照すると、複数の他の実施例において、ウェットエッティング液、プラズマエッティング液、及び気相の反応性エッティング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッティング液は、シリコンエッティングステップ9232、9236及び9238に対して好ましい。プラズマエッティング液または気相の反応性エッティング液からのシリコンエッティング液は、シリコンエッティングステップ9224と9228に対して好ましい。

【0352】

図93a - 93bを参照すると、複数の他の実施例において、ウェットエッティング液、プラズマエッティング液、及び気相の反応性エッティング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッティング液は、シリコンエッティングステップ9322、9326及び9328に対して好ましい。プラズマエッティング液または気相の反応性エッティング液からのシリコンエッティング液は、シリコンエッティングステップ9314と9318に対して好ましい。

20

【0353】

図94ないし97hを参照すると、複数の他の実施例において、好ましいシリコンエッティング方法はプラズマエッティング液であり、かつ特定の好ましいエッティング方法はシリコンの側壁をパッシベーチングするためのガス及びエッティングガスのタイムマルチプレックスである。

【0354】

図44 - 97hに示すように、併合マスクの微細加工処理はウェハの一面について行われる特徴を有しているが、好ましい実施例においてこれらのプロセスは、ウェハの両面について行なわれることができる。この方法において、エッティングはウェハの両面に提供される。

30

【0355】

開示した3次元構造体の製造方法は、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層をパターニングし、(6)基板の露出部をエッティングし、(7)第2マスキング材の露出部をエッティングし、及び(8)基板の露出部をエッティングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、基板の露出部をエッティングすることを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部は薄膜エッティングを含む。好ましい実施例において、ステップ(2)は、基板上に第3マスキング材層を塗布し、第3マスキング材層上に第1マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第3マスキング材層を塗布するステップは、基板の熱酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第3マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層の塗布は基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第3マスキング材層をパターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、第3マスキング材層をパターニングすることを含む。好ましい実施例において、基板の露出部のエッティングは薄膜エッティングを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第3マスキング材

40

50

層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層を塗布するステップは、基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第3マスキング材層をパターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、基板の露出部をエッチングすることを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部は薄膜エッチングを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第3マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層を塗布するステップは、基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第3マスキング材層をパターニングすることを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は窒化珪素を含み、第2マスキング材は二酸化珪素を含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は窒化珪素を含み、第2マスキング材は二酸化珪素を含み、第3マスキング材は二酸化珪素を含む。好ましい実施例において、ステップ(6)と(8)は、基板の露出部のウェットエッチングを含む。
10

【0356】

開示した3次元構造体の製造方法は、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層をパターニングし、第1マスキング材のパターン層上に第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、基板の露出部をドライエッチングし、第1マスキング材のパターン層の露出部をエッチングし、及び基板の露出部をドライエッチングすることを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材層の塗布は基板の熱酸化を含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は二酸化珪素、金属、及び耐エッチング液性のポリマーからなるグループより選択され、第2マスキング材はフォトレジスト及び耐エッチング液性のポリマーからなるグループより選択される。好ましい実施例において、ドライエッチングはディープ反応性イオンエッチングを含む。

【0357】

開示した3次元構造体の製造方法は、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングし、(6)基板の露出部をエッチングし、(7)第2マスキング材層の露出厚さ部をエッチングし、(8)基板の露出部をエッチングし、(9)ステップ(7)と(8)とを複数回繰り返すことを含む(請求項19に相当)。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、基板の露出部をエッチングすることを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部は薄膜エッチングされる。好ましい実施例において、ステップ(2)は、基板上に第3マスキング材層を塗布し、第3マスキング材層上に第1マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第3マスキング材層の塗布は基板の熱酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第3マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層の塗布は基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第3マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、第3マスキング材層をパターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第3マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材層の塗布は基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第3マスキング材層の一部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、基板の露出部をエッチングすることを更に含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第3マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材層の塗布は基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第3マスキング材層

10

20

30

40

50

の一部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は窒化珪素を含み、第2マスキング材は二酸化珪素を含み、第3マスキング材はフォトレジスト材料を含む。好ましい実施例において、ステップ(6)と(8)は、基板の露出部のウェットエッチングを含む。

【0358】

開示した3次元構造体の製造方法は、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層をパターニングし、(6)基板上に第3マスキング材層を塗布し、(7)第3マスキング材層をパターニングし、(8)第3マスキング材層をエッチングし、(9)基板の露出部をエッチングし、(10)第2マスキング材層の露出部をエッチングし、(11)基板の露出部をエッチングすることを含む。好ましい実施例において、第1、第2及び第3マスキング材は、窒化珪素を含み、二酸化珪素、フォトレジスト材料を含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、基板の露出部をエッチングすることを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部は薄膜エッチングを含む。好ましい実施例において、ステップ(2)は、基板上に第4マスキング材層を塗布し、第4マスキング材層上に第1マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第4マスキング材層の塗布は基板の熱酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第4マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層の塗布は、基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第4マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、第4マスキング材層をパターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第4マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層の塗布は、基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第4マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、基板の露出部をエッチングすることを更に含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第4マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層の塗布は基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第4マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は窒化珪素を含み、第2マスキング材は二酸化珪素を含み、第3マスキング材はフォトレジスト材料を含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は窒化珪素を含み、第2マスキング材は二酸化珪素を含み、第3マスキング材はフォトレジスト材料を含んで、及び第4マスキング材は二酸化珪素を含む。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、基板の露出部のエッチングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部は薄膜エッチングされる。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、基板の露出部のエッチング、及び第2マスキング材層の露出部のエッチングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部のエッチングはドライエッチングを含む。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、基板の露出部のエッチングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、基板の露出部のエッチング、及び第2マスキング材層の露出部のエッチング、基板の露出部のエッチングを行なうことを更に含む。ましい実施例において、基板の露出部はドライエッチングされる。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、第2マスキング材層の露出部のエッチングを行なうことを更に含む。ましい実施例において、基板の露出部はドライエッチングされる。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、第2マスキング材層の露出部のエッチング、及び基板の露出部

10

20

30

40

50

部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(9)と(11)は基板の露出部のウェットエッティングを含む。

【0359】

開示した3次元構造体の製造方法は、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層をパターニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスキング材層ほど厚い第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングし、(6)基板上に第3マスキング材層を塗布し、(7)第3マスキング材層をパターニングし、(8)第3マスキング材層をエッティングし、(9)基板の露出部をエッティングし、(10)第2マスキング材層の露出部の厚さ部をエッティングし、(11)基板の露出部をエッティングし、及び(12)ステップ(10)と(11)とを複数回繰り返すことを含む。好ましい実施例において、第1、第2及び第3マスキング材は、窒化珪素を含み、二酸化珪素、フォトレジスト材料を含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、基板の露出部をエッティングすることを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部は薄膜エッティングを含む。好ましい実施例において、ステップ(2)は、基板上に第4マスキング材層を塗布し、第4マスキング材層上に第1マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第4マスキング材層の塗布は基板の熱酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第4マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層の塗布は、基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第4マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)より前に、第4マスキング材層をパターニングすることを含む。好ましい実施例において、ステップ(4)は、基板の露出部上に、少なくとも第1及び第4マスキング材層の総合厚さほど厚い第2マスキング材層を塗布することを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層の塗布は、基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第4マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、第2マスキング材層の塗布は基板の局部酸化を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)は、第2及び第4マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングすることを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は窒化珪素を含み、第2マスキング材は二酸化珪素を含み、第3マスキング材はフォトレジスト材料を含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は窒化珪素を含み、第2マスキング材は二酸化珪素を含み、第3マスキング材はフォトレジスト材料を含んで、及び第4マスキング材は二酸化珪素を含む。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、基板の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、基板の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、基板の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、基板の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、第2マスキング材層の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、ステップ(7)と(8)との間に、第2マスキング材層の露出部のエッティング、及び基板の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出

10

20

30

40

50

部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(9)と(11)は基板の露出部のウェットエッティングを含む。

【0360】

開示した3次元構造体の製造方法は、(1)基板を提供し、(2)基板上に第1マスキング材層を塗布し、(3)第1マスキング材層の厚さ部を複数回パターニングし、(4)基板上に第2マスキング材層を塗布し、(5)第2マスキング材層をパターニングし、(6)第2マスキング材層をエッティングし、(7)基板の露出部をエッティングし、(8)第1マスキング材層の露出厚さ部をエッティングし、(9)基板の露出部をエッティングし、及び(10)ステップ(8)と(9)とを複数回繰り返すことを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は炭化珪素、窒化珪素、多結晶ダイアモンド、及び耐エッティング液性のポリマーからなるグループより選択される。好ましい実施例において、好ましい実施例において、第2マスキング材はフォトレジスト材料を含む。好ましい実施例において、ステップ(5)と(6)との間に、基板の露出部のエッティングを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部をエッティングするステップは、基板の露出部のドライエッティングを含む。好ましい実施例において、ステップ(5)と(6)との間に、基板の露出部のエッティング、及び第2マスキング材層の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(5)と(6)との間に、基板の露出部のエッティングを複数回行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(5)と(6)との間に、基板の露出部のエッティング、及び第2マスキング材層の露出部のエッティング、基板の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(5)と(6)との間に、第2マスキング材層の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、ステップ(5)と(6)との間に、第2マスキング材層の露出部のエッティング、及び基板の露出部のエッティングを行なうことを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部はドライエッティングされる。好ましい実施例において、ステップ(7)と(9)はウェットエッティングを含む。

10

20

30

【0361】

開示した3次元構造体の製造方法は、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層をパターニングし、第1マスキング材のパターン層上に第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、基板の露出部をドライエッティングし、第1マスキング材のパターン層の露出部をエッティングし、及び基板の露出部をドライエッティングすることを含む。好ましい実施例において、ドライエッティングはディープ反応性イオンエッティングを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は二酸化珪素、金属、及び耐エッティング液性のポリマーからなるグループより選択され、第2マスキング材はフォトレジスト及び耐エッティング液性のポリマーからなるグループより選択される。

【0362】

開示した3次元構造体の製造方法は、基板を提供し、基板上に第1マスキング材層を塗布し、第1マスキング材層をパターニングし、第1マスキング材のパターン層上に第2マスキング材層を塗布し、第2マスキング材層をパターニングし、第1時間の間、基板の第1露出部グループをドライエッティングし、第1マスキング材層の露出部をエッティングし、及び第2時間の間、基板の第2露出部グループをドライエッティングすることを含み、第1時間及び第2時間は、基板の露出部の大きさの関数であることを含む。好ましい実施例において、基板の第1露出部グループは第1断面積を有する露出部を含み、基板の第2露出部グループは第1及び第2断面積を有する露出部を含む。好ましい実施例において、ドライエッティングは、ディープ反応性イオンエッティングを含む。好ましい実施例において、第1マスキング材は二酸化珪素、金属、及び耐エッティング液性のポリマーからなるグループより選択され、第2マスキング材はフォトレジスト及び耐エッティング液性のポリマーからなるグループより選択される。

40

50

【0363】

前述した基板の微細加工方法は基板のウェットエッティング及び基板のドライエッティングを含む。好ましい実施例において、ウェットエッティングはウェット併合マスクの微細加工処理を含む。好ましい実施例において、その方法は二酸化珪素と窒化珪素から構成したマスキング層の使用を含む。好ましい実施例において、ドライエッティングはドライ併合マスクの微細加工処理を含む。好ましい実施例において、その方法は二酸化珪素とフォトレジストから構成したマスキング層の使用を含む。

【0364】

前述した基板を微細加工するために複数のマスキング層を生成する方法は、基板上に耐エッティング液性の物質層を塗布すること、及び複数の厚さ層を塗布するために他のエッティング比で層の他の領域を侵食することを含む。10

【0365】

また、前述した基板の微細加工方法は異なる異方性を有する他のエッティング液の混合液を使用することも含む。

【0366】

また、前述した基板の微細加工方法は第2エッティングプロセスから第1エッティングプロセスを分離することも含む。

【0367】

以上で、本発明の例示的な実施例を図面に基づいて説明したが、幅広い範囲の修正、変更及び置換が前述した内容によって達成できる。また、場合によっては、本発明の幾つかの特徴は相応する他の特徴の使用がなくても使用できる。したがって、添付した特許請求の範囲は本発明の範囲と一貫性がある方式で幅広く解析るべきである。20

【図面の簡単な説明】

【図1】 バーコードスキャナで使用するためミラー組立体及びレーザーの模式図である。

【図2】 図1のミラー組立体の好ましい略側面図である。

【図3】 図2のミラー組立体の上部キャップの平面図である。

【図4】 図3の上部キャップの断面図である。

【図5】 図3の上部キャップの断面図である。

【図6】 図2のミラー組立体のミラーの平面図である。30

【図7A】 図2のミラー組立体のヒンジの他の実施形態の平面図である。

【図8B】 図2のミラー組立体のヒンジの他の実施形態の平面図である。

【図9C】 図2のミラー組立体のヒンジの他の実施形態の平面図である。

【図10D】 図2のミラー組立体のヒンジの他の実施形態の平面図である。

【図11】 図7は図6のミラーの断面図である。

【図12】 図8は図6のミラーの断面図である。

【図13】 図9は図6のミラーの底面図である。

【図14】 図10は図2のミラー組立体の下部キャップの平面図である。

【図15】 図11は図10の下部キャップの断面図である。

【図16】 図12は図10の下部キャップの断面図である。40

【図17】 図13は図2のミラー組立体の基底部材の平面図である。

【図18】 図14は図13の基底部材の断面図である。

【図19】 図15は図13の基底部材の断面図である。

【図20】 図16は図2のミラー組立体の上部キャップ及びミラーの平面図である。

【図21】 図17は図2のミラー組立体の下部キャップ及び基底部材の平面図である。

【図22】 図18はミラー収集版の振動を示す図16のミラー組立体の断面図である。

【図23】 図19はレーザービームのクリッピングを最小化するためのテーパー面の使用を示す図18のミラー粗立体の断面図である。

【図24】 図20は図2のミラー粗立体の製造を示すフローチャートである。

【図25A】 図2のミラー組立体の製造を示すフローチャートである。50

【図26B】 図2のミラー組立体の製造を示すフローチャートである。

【図27】 図22はその表面及び裏面に二酸化珪素及び窒化珪素を有するシリコンウェハの断面図である。

【図28】 シリコンウェハの裏面の窒化フォトリソグラフィー及びエッティングを示す図面である。

【図29a】 二酸化珪素のパッド層の露出領域のエッティングを示す図面である。

【図30b】 図23aのシリコンウェハのシリコンの露出領域上のフィールド酸化層の成長を示す図面である。

【図31】 図24はシリコンウェハの裏面を二酸化珪素フォトリソグラフィー及びエッティングする合成図である。 10

【図32】 図25は図24のシリコンウェハの裏面をKOHエッティングする図面である。

【図33】 図26は図25のシリコンウェハの断面図である。

【図34】 図27は図25のシリコンウェハの裏面の二酸化珪素の露出されたシリコンをエッティングし、及びシリコンウェハの裏面の露出層をKOHエッティングして、及びシリコンウェハの二酸化珪素と窒化珪素との全てを剥離する図面である。

【図35】 図28は図27のシリコンウェハの断面図である。

【図36a】 図27のシリコンウェハの表面の二酸化珪素層の断面図である。

【図37b】 図29aのシリコンウェハの断面図である。

【図38a】 図29aのシリコンウェハの表面を金蒸着、金リソグラフィー及び金エッティングする図面である。 20

【図39b】 図30aのシリコンウェハの断面図である。

【図40c】 図30aのシリコンウェハの表面上にフォトレジスト層を適用してパターニングする図面である。

【図41d】 図30dは図30cのシリコンウェハの断面図である。

【図42】 図31は露出されたシリコンをディープ反応性イオンエッティング、露出された二酸化珪素をエッティング、露出されたシリコンをディープ反応性イオンエッティング、及び図30cのシリコンウェハの表面からフォトレジストを除去する図面である。

【図43】 図32は図31のシリコンウェハの断面図である。

【図44】 図2のミラー組立体の上部及び下部キャップの製造を示すフローチャートである。 30

【図45】 図34はその表面と裏面に二酸化珪素のパッド層及び窒化珪素層を有するシリコンウェハの断面図である。

【図46a】 図34のシリコンウェハの表面の窒化珪素層及び二酸化珪素のパッド層及び窒化珪素層をフォトリソグラフィー及びエッティングする図面である。

【図47b】 図35aのシリコンウェハのシリコンの露出領域の二酸化珪素フィールド層を成長させる図面である。

【図48】 図36は図35bのシリコンウェハの表面での二酸化珪素フィールド層をフォトリソグラフィー及びエッティングを示す図面である。

【図49】 図37は図36のシリコンウェハの背面の窒化珪素層をフォトリソグラフィー及びエッティングする図面である。 40

【図50】 図38は図37のシリコンウェハの裏面の二酸化珪素層をフォトリソグラフィー及びエッティングする図面である。

【図51】 図38のシリコンウェハの表面及び裏面のシリコンの露出領域を、150ミクロンの深さにKOHエッティングする図面である。

【図52a】 図39のシリコンウェハの断面図である。

【図53b】 図39のシリコンウェハの断面図であり、図39cは図39のシリコンウェハの断面図である。

【図54c】 図39のシリコンウェハの断面図である。

【図55】 図40は図39のシリコンウェハの表面の二酸化珪素フィールド層の露出部 50

をエッティングする図面である。

【図 5 6】 図 4 1 は図 4 0 のシリコンウェハの裏面の二酸化珪素層の露出部をエッティングする図面である。

【図 5 7】 図 4 1 のシリコンウェハの表面及び裏面を、50ミクロンの深さにシリコンの露出領域を KOH エッティングする図面である。

【図 5 8 a】 図 4 2 のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 b】 図 4 2 のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 c】 図 4 2 のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 1】 図 4 3 は図 4 2 のシリコンウェハの両面における金箔の適用を示す図面である。

10

【図 6 2 a】 図 4 3 のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 b】 図 4 3 のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 c】 図 4 3 のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 d】 上部 / 下部キャップをミラーに結合するためのプロセスの一実施例を示すフロー チャートである。

【図 6 6】 図 4 4 は LOCOS 併合マスクの微細加工処理の多様な他の実施形態に対するフロー チャートである。

【図 6 7 a】 図 4 5 a はシリコンウェハの断面図である。

【図 6 8 b】 窒化珪素層を含む図 4 5 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 9 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 4 5 b のシリコンウェハの断面図である。

20

【図 7 0 d】 シリコンウェハの露出部における二酸化珪素層の成長後に図 4 5 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 7 1 e】 図 4 5 e は二酸化珪素層をパターニングした後図 4 5 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 7 2 f】 図 4 5 f はシリコンウェハの露出部をエッティングした後図 4 5 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 7 3 g】 図 4 5 g は二酸化珪素層の露出部を除去した後図 4 5 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 7 4 h】 シリコンウェハの露出部をエッティングした後図 4 5 g のシリコンウェハの断面図である。

30

【図 7 5 i】 窒化珪素層を除去した後図 4 5 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 7 6 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 7 7 b】 窒化珪素層を含む図 4 6 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 7 8 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 4 6 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 7 9 d】 シリコンウェハの露出部における二酸化珪素層の成長後に図 4 6 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 8 0 e】 シリコンウェハの露出部における二酸化珪素層の成長後に図 4 6 d のシリコンウェハの断面図である。

40

【図 8 1 f】 二酸化珪素層をパターニングした後図 4 6 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 8 2 g】 シリコンウェハの露出部をエッティングした後図 4 6 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 8 3 h】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図 4 6 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 8 4 i】 シリコンウェハの露出部をエッティングした後図 4 6 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 8 5 j】 窒化珪素層を除去した後図 4 6 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 8 6 a】 シリコンウェハの断面図である。

50

【図 8 7 b】 二酸化珪素バッファ層を含む図 4 7 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 8 8 c】 二酸化珪素バッファ層上の窒化珪素層を含む図 4 7 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 8 9 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 4 7 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 9 0 e】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における二酸化珪素層の成長後に図 4 7 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 9 1 f】 二酸化珪素層をパターニングした後図 4 7 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 9 2 g】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 4 7 f のシリコンウェハの断面図である。 10

【図 9 3 h】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図 4 7 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 9 4 i】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 4 7 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 9 5 j】 二酸化珪素層及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 4 7 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 9 6 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 9 7 b】 図 4 8 b は二酸化珪素バッファ層を含む図 4 8 a のシリコンウェハの断面図である。 20

【図 9 8 c】 二酸化珪素バッファ層上に窒化珪素層を含む図 4 8 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 9 9 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 4 8 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 0 0 e】 二酸化珪素バッファ層の露出部をパターニングした後図 4 8 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 0 1 f】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における二酸化珪素層の成長後に図 4 8 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 0 2 g】 二酸化珪素層をパターニングした後図 4 8 f のシリコンウェハの断面図である。 30

【図 1 0 3 h】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 4 8 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 0 4 i】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図 4 8 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 0 5 j】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 4 8 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 0 6 k】 二酸化珪素層及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 4 8 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 0 7 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 1 0 8 b】 二酸化珪素バッファ層を含む図 4 9 a のシリコンウェハの断面図である。 40

【図 1 0 9 c】 二酸化珪素バッファ層上に窒化珪素層を含む図 4 9 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 1 0 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 4 9 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 1 1 e】 二酸化珪素バッファ層の露出部をパターニングした後図 4 9 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 1 2 f】 シリコンウェハの断面図である。

【図 1 1 3 g】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における二酸化珪素層の成長後に図 4 9 f のシリコンウェハの断面図である。 50

【図114h】 二酸化珪素層をパターニングした後図49gのシリコンウェハの断面図である。

【図115i】 シリコンウェハの露出部をエッティングした後図49hのシリコンウェハの断面図である。

【図116j】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図49iのシリコンウェハの断面図である。

【図117k】 シリコンウェハの露出部をエッティングした後図49jのシリコンウェハの断面図である。

【図118l】 二酸化珪素層及び窒化珪素層の残余部を除去した後図49kのシリコンウェハの断面図である。

【図119】 図50は複数のエッティング深くを有するLOCOS併合マスクの微細加工処理の複数の実施形態を示すフローチャートである。

【図120a】 図51aはシリコンウェハの断面図である。

【図121b】 窒化珪素層を含む図51aのシリコンウェハの断面図である。

【図122c】 窒化珪素をパターニングした後図51bのシリコンウェハの断面図である。

【図123d】 図51dはシリコンの露出部上の酸化フィールド層の成長後図51cのシリコンウェハの断面図である。

【図124e】 酸化フィールド層上での複数のパターニング動作の実行後に図51dのシリコンウェハの断面図である。

【図125f】 シリコンウェハの露出部をエッティングした後図51eのシリコンウェハの断面図である。

【図126g】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図51fのシリコンウェハの断面図である。

【図127h】 シリコンの露出部をエッティングした後図51gのシリコンウェハの断面図である。

【図128i】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図51hのシリコンウェハの断面図である。

【図129j】 図51jはシリコンの露出部をエッティングした後図51iのシリコンウェハの断面図である。

【図130k】 窒化珪素の露出部をエッティングした後図51jのシリコンウェハの断面図である。

【図131a】 シリコンウェハの断面図である。

【図132b】 窒化珪素層を含む図52aのシリコンウェハの断面図である。

【図133c】 窒化珪素をパターニングした後図52bのシリコンウェハの断面図である。

【図134d】 シリコンの露出部上の薄膜エッティング後に図52cのシリコンウェハの断面図である。

【図135e】 シリコンの露出部上で酸化フィールド層の成長後に図52dのシリコンウェハの断面図である。

【図136f】 酸化フィールド層上でパターニング動作を実行した後図52eのシリコンウェハの断面図である。

【図137g】 シリコンの露出部をエッティングした後図52fのシリコンウェハの断面図である。

【図138h】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図52gのシリコンウェハの断面図である。

【図139i】 シリコンの露出部をエッティングした後図52hのシリコンウェハの断面図である。

【図140j】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図52iのシリコンウェハの断面図である。

10

20

30

40

50

【図141k】シリコンの露出部をエッティングした後図52jのシリコンウェハの断面図である。

【図142l】窒化珪素層の露出部をエッティングした後図52kのシリコンウェハの断面図である。

【図143a】シリコンウェハの断面図である。

【図144b】窒化珪素のパッド層を含む図53aのシリコンウェハの断面図である。

【図145c】窒化珪素層を含む図53bのシリコンウェハの断面図である。

【図146d】窒化珪素層をパターニングした後図53cのシリコンウェハの断面図である。

【図147e】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後に図53dのシリコンウェハの断面図である。 10

【図148f】二酸化珪素層上で複数のパターニング動作を実行した後図53eのシリコンウェハの断面図である。

【図149g】シリコンの露出部をエッティングした後図53fのシリコンウェハの断面図である。

【図150h】二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図53gのシリコンウェハの断面図である。

【図151i】シリコンの露出部をエッティングした後図53hのシリコンウェハの断面図である。

【図152j】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図53iのシリコンウェハの断面図である。 20

【図153k】シリコンの露出部をエッティングした後図53jのシリコンウェハの断面図である。

【図154l】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図53kのシリコンウェハの断面図である。

【図155a】シリコンウェハの断面図である。

【図156b】二酸化珪素のパッド層を含む図54aのシリコンウェハの断面図である。

【図157c】窒化珪素層を含む図54bのシリコンウェハの断面図である。

【図158d】窒化珪素層をパターニングした後図54cのシリコンウェハの断面図である。 30

【図159e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図54dのシリコンウェハの断面図である。

【図160f】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後に図54eのシリコンウェハの断面図である。

【図161g】二酸化珪素層上で複数のパターニング動作を実行した後図54fのシリコンウェハの断面図である。

【図162h】シリコンの露出部をエッティングした後図54gのシリコンウェハの断面図である。

【図163i】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図54hのシリコンウェハの断面図である。 40

【図164j】シリコンの露出部をエッティングした後図54iのシリコンウェハの断面図である。

【図165k】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図54jのシリコンウェハの断面図である。

【図166l】シリコンの露出部をエッティングした後図54kのシリコンウェハの断面図である。

【図167m】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図54lのシリコンウェハの断面図である。

【図168a】シリコンウェハの断面図である。 50

【図169b】 二酸化珪素のパッド層を含む図55aのシリコンウェハの断面図である。

【図170c】 窒化珪素層を含む図55bのシリコンウェハの断面図である。

【図171d】 窒化珪素層をパターニングした後図55cのシリコンウェハの断面図である。

【図172e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図55dのシリコンウェハの断面図である。

【図173f】 シリコンの露出領域の薄膜エッチング後に図55eのシリコンウェハの断面図である。

【図174g】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後に図55fのシリコンウェハの断面図である。 10

【図175h】 二酸化珪素層上で複数のパターニング動作を実行した後図55gのシリコンウェハの断面図である。

【図176i】 シリコンの露出部をエッチングした後図55hのシリコンウェハの断面図である。

【図177j】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図55iのシリコンウェハの断面図である。

【図178k】 シリコンの露出部をエッチングした後図55jのシリコンウェハの断面図である。

【図179l】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図55kのシリコンウェハの断面図である。 20

【図180m】 シリコンの露出部をエッチングした後図55lのシリコーンウェハの断面図である。

【図181n】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図55mのシリコンウェハの断面図である。

【図182a】 シリコンのシリコンのディープ反応性イオンエッチング用マスクとしてフォトレジストを使用することを含む、LOCOS併合マスクの微細加工処理の複数の実施形態を示すフローチャートである。

【図183b】 シリコンのシリコンのディープ反応性イオンエッチング用マスクとしてフォトレジストを使用することを含む、LOCOS併合マスクの微細加工処理の複数の実施形態を示すフローチャートである。 30

【図184a】 シリコンウェハの断面図である。

【図185b】 窒化珪素層を含む図57aのシリコンウェハの断面図である。

【図186c】 窒化珪素層をパターニングした後図57bのシリコンウェハの断面図である。

【図187d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図57cのシリコンウェハの断面図である。

【図188e】 酸化フィールド層をパターニングした後図57dのシリコンウェハの断面図である。

【図189f】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図57eのシリコンウェハの断面図である。 40

【図190g】 シリコンの露出部をエッチングした後図57fのシリコンウェハの断面図である。

【図191h】 フォトレジストを除去した後図57gのシリコンウェハの断面図である。

【図192i】 シリコンの露出部をエッチングした後図57hのシリコンウェハの断面図である。

【図193j】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッチングした後図57iのシリコンウェハの断面図である。

【図194k】 シリコンの露出部をエッチングした後図57jのシリコンウェハの断面

50

図である。

【図1951】 窒化珪素層の露出部をエッティングした後図57kのシリコンウェハの断面図である。

【図196a】 シリコンウェハの断面図である。

【図197b】 窒化珪素層を含む図58aのシリコンウェハの断面図である。

【図198c】 窒化珪素層をパターニングした後図58bのシリコンウェハの断面図である。

【図199d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図58cのシリコンウェハの断面図である。

【図200e】 酸化フィールド層をパターニングした後図58dのシリコンウェハの断面図である。 10

【図201f】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図58eのシリコンウェハの断面図である。

【図202g】 シリコンの露出部をエッティングした後図58fのシリコンウェハの断面図である。

【図203h】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図58gのシリコンウェハの断面図である。

【図204i】 フォトレジストを除去した後図58hのシリコンウェハの断面図である。 20

【図205j】 シリコンの露出部をエッティングした後図58iのシリコンウェハの断面図である。

【図206k】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図58jのシリコンウェハの断面図である。

【図207l】 シリコンの露出部をエッティングした後図58kのシリコンウェハの断面図であり、

【図208m】 窒化珪素層の露出部をエッティングした後図58lのシリコンウェハの断面図である。

【図209a】 シリコンウェハの断面図である。

【図210b】 窒化珪素層を含む図59aのシリコンウェハの断面図である。

【図211c】 窒化珪素層をパターニングした後図59bのシリコンウェハの断面図である。 30

【図212d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図59cのシリコンウェハの断面図である。

【図213e】 酸化フィールド層をパターニングした後図59dのシリコンウェハの断面図である。

【図214f】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図59eのシリコンウェハの断面図である。

【図215g】 シリコンの露出部をエッティングした後図59fのシリコンウェハの断面図である。

【図216h】 シリコンの露出部をエッティングした後図59gのシリコンウェハの断面図である。 40

【図217i】 フォトレジストを除去した後図59hのシリコンウェハの断面図である。

【図218j】 シリコンの露出部をエッティングした後図59iのシリコンウェハの断面図である。

【図219k】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図59jのシリコンウェハの断面図である。

【図220l】 図59lはシリコンの露出部をエッティングした後図59kのシリコンウェハの断面図である。

【図221m】 窒化珪素層の露出部をエッティングした後図59lのシリコンウェハの断面図である。 50

面図である。

【図222a】シリコンウェハの断面図である。

【図223b】窒化珪素層を含む図60aのシリコンウェハの断面図である。

【図224c】窒化珪素層をパターニングした後図60bのシリコンウェハの断面図である。

【図225d】シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図60cのシリコンウェハの断面図である。

【図226e】酸化フィールド層をパターニングした後図60dのシリコンウェハの断面図である。

【図227f】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図60eのシリコンウェハの断面図である。 10

【図228g】シリコンの露出部をエッチングした后図60fのシリコンウェハの断面図である。

【図229h】二酸化珪素の露出部をエッチングした后図60gのシリコンウェハの断面図である。

【図230i】シリコンの露出部をエッチングした后図60hのシリコンウェハの断面図である。

【図231j】フォトレジストを除去した后図60iのシリコンウェハの断面図である。

【図232k】シリコンの露出部をエッチングした后図60jのシリコンウェハの断面図である。 20

【図233l】二酸化珪素フィールド層の露出部をエッチングした后図60kのシリコンウェハの断面図である。

【図234m】シリコンの露出部をエッチングした后図60lのシリコンウェハの断面図である。

【図235n】窒化珪素層の露出部をエッチングした后図60mのシリコンウェハの断面図である。

【図236a】シリコンウェハの断面図である。

【図237b】窒化珪素層を含む図61aのシリコンウェハの断面図である。

【図238c】窒化珪素層をパターニングした后図61bのシリコンウェハの断面図である。 30

【図239d】シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長后図61cのシリコンウェハの断面図である。

【図240e】酸化フィールド層をパターニングした后図61dのシリコンウェハの断面図である。

【図241f】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした后図61eのシリコンウェハの断面図である。

【図242g】シリコンの露出部をエッチングした后図61fのシリコンウェハの断面図である。

【図243h】二酸化珪素フィールド層の露出部をエッチングした后図61gのシリコンウェハの断面図である。 40

【図244i】シリコンの露出部をエッチングした后図61gのシリコンウェハの断面図である。

【図245j】フォトレジストを除去した后図61iのシリコンウェハの断面図である。

【図246k】シリコンの露出部をエッチングした后図61jのシリコンウェハの断面図である。

【図247l】二酸化珪素フィールド層の露出部をエッチングした后図61kのシリコンウェハの断面図である。

【図248a】シリコンウェハの断面図である。 50

- 【図249b】 窒化珪素層を含む図62aのシリコンウェハの断面図である。
- 【図250c】 窒化珪素層をパターニングした後図62bのシリコンウェハの断面図である。
- 【図251d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図62cのシリコンウェハの断面図である。
- 【図252e】 酸化フィールド層をパターニングした後図62dのシリコンウェハの断面図である。
- 【図253f】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図62eのシリコンウェハの断面図である。
- 【図254g】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図62fのシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図255h】 シリコンの露出部をエッティングした後図62gのシリコンウェハの断面図である。
- 【図256i】 フォトレジストの露出部をエッティングした後図62hのシリコンウェハの断面図である。
- 【図257j】 シリコンの露出部をエッティングした後図62iのシリコンウェハの断面図である。
- 【図258k】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図62jのシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図259l】 シリコンの露出部をエッティングした後図62kシリコンウェハの断面図である。
- 【図260m】 窒化珪素層の露出部をエッティングした後図62lのシリコンウェハの断面図である。
- 【図261a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図262b】 窒化珪素層を含む図63aのシリコンウェハの断面図である。
- 【図263c】 窒化珪素層をパターニングした後図63bのシリコンウェハの断面図である。
- 【図264d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図63cのシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図265e】 酸化フィールド層をパターニングした後図63dのシリコンウェハの断面図である。
- 【図266f】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図63eのシリコンウェハの断面図である。
- 【図267g】 シリコンの露出部をエッティングした後図63fのシリコンウェハの断面図である。
- 【図268h】 フォトレジストの露出部をエッティングした後図63gのシリコンウェハの断面図である。
- 【図269i】 シリコンの露出部をエッティングした後図63hのシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図270j】 二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図63iのシリコンウェハの断面図である。
- 【図271k】 シリコンの露出部をエッティングした後図63jシリコンウェハの断面図である。
- 【図272l】 窒化珪素層の露出部をエッティングした後図63kのシリコンウェハの断面図である。
- 【図273a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図274b】 窒化珪素層を含む図64aのシリコンウェハの断面図である。
- 【図275c】 窒化珪素層をパターニングした後図64bのシリコンウェハの断面図である。 50
- 【図276d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図64cのシリコ

ンウェハの断面図である。

【図277e】シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図64dのシリコンウェハの断面図である。

【図278f】酸化フィールド層をパターニングした後図64eのシリコンウェハの断面図である。

【図279g】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図64fのシリコンウェハの断面図である。

【図280h】シリコンの露出部をエッティングした後図64gのシリコンウェハの断面図である。

【図281i】フォトレジストの露出部をエッティングした後図64hのシリコンウェハの断面図である。 10

【図282j】シリコンの露出部をエッティングした後図64iのシリコンウェハの断面図である。

【図283k】二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした後図64jのシリコンウェハの断面図である。

【図284l】シリコンの露出部をエッティングした後図64kのシリコンウェハの断面図である。

【図285m】窒化珪素層の露出部をエッティングした後図64lのシリコンウェハの断面図である。

【図286a】シリコンウェハの断面図である。 20

【図287b】窒化珪素層を含む図65aのシリコンウェハの断面図である。

【図288c】窒化珪素層をパターニングした後図65bのシリコンウェハの断面図である。

【図289d】シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図65cのシリコンウェハの断面図である。

【図290e】シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図65dのシリコンウェハの断面図である。

【図291f】酸化フィールド層をパターニングした後図65eのシリコンウェハの断面図である。

【図292g】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした后図65fのシリコンウェハの断面図である。 30

【図293h】シリコンの露出部をエッティングした后図65gのシリコンウェハの断面図である。

【図294i】二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッティングした后図65hのシリコンウェハの断面図である。

【図295j】フォトレジストの露出部をエッティングした后図65iのシリコンウェハの断面図である。

【図296k】シリコンの露出部をエッティングした后図65jのシリコンウェハの断面図である。

【図297l】二酸化珪素フィールド層の露出部をエッティングした后図65kのシリコンウェハの断面図である。 40

【図298m】シリコンの露出部をエッティングした后図65lのシリコンウェハの断面図である。

【図299n】窒化珪素層の露出部をエッティングした后図65mのシリコンウェハの断面図である。

【図300a】シリコンウェハの断面図である。

【図301b】窒化珪素層を含む図66aのシリコンウェハの断面図である。

【図302c】窒化珪素層をパターニングした后図66bのシリコンウェハの断面図である。

【図303d】シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長后図66cのシリコ 50

ンウェハの断面図である。

【図304e】シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図66dのシリコンウェハの断面図である。

【図305f】酸化フィールド層をパターニングした後図66eのシリコンウェハの断面図である。

【図306g】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図66fのシリコンウェハの断面図である。

【図307h】シリコンの露出部をエッティングした後図66gのシリコンウェハの断面図である。

【図308i】シリコンの露出部をエッティングした後図66hのシリコンウェハの断面図である。
10

【図309j】フォトレジスト層を除去した後図66iのシリコンウェハの断面図である。

【図310k】シリコンの露出部をエッティングした後図66jのシリコンウェハの断面図である。

【図311l】二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッティングした後図66kのシリコンウェハの断面図である。

【図312m】シリコンの露出部をエッティングした後図66lのシリコンウェハの断面図である。

【図313n】窒化珪素層の露出部をエッティングした後図66mのシリコンウェハの断面図である。
20

【図314a】シリコンウェハの断面図である。

【図315b】窒化珪素層を含む図67aのシリコンウェハの断面図である。

【図316c】窒化珪素層をパターニングした後図67bのシリコンウェハの断面図である。

【図317d】シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図67cのシリコンウェハの断面図である。

【図318e】シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図67dのシリコンウェハの断面図である。

【図319f】酸化フィールド層をパターニングした後図67eのシリコンウェハの断面図である。
30

【図320g】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした后図67fのシリコンウェハの断面図である。

【図321h】シリコンの露出部をエッティングした后図67gのシリコンウェハの断面図である。

【図322i】二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッティングした后図67hのシリコンウェハの断面図である。

【図323j】シリコンの露出部をエッティングした后図67iのシリコンウェハの断面図である。

【図324k】フォトレジスト層を除去した后図67jのシリコンウェハの断面図である。
40

【図325l】シリコンの露出部をエッティングした后図67kのシリコンウェハの断面図である。

【図326m】二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッティングした后図67lのシリコンウェハの断面図である。

【図327n】シリコンの露出部をエッティングした后図67mのシリコンウェハの断面図である。

【図328o】窒化珪素層の露出部をエッティングした后図67nのシリコンウェハの断面図である。

【図329a】シリコンウェハの断面図である。
50

- 【図330b】 窒化珪素層を含む図68aのシリコンウェハの断面図である。
- 【図331c】 窒化珪素層をパターニングした後図68bのシリコンウェハの断面図である。
- 【図332d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図68cのシリコンウェハの断面図である。
- 【図333e】 シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図68dのシリコンウェハの断面図である。
- 【図334f】 酸化フィールド層をパターニングした後図68eのシリコンウェハの断面図である。
- 【図335g】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図68fのシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図336h】 二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッチングした後図68gのシリコンウェハの断面図である。
- 【図337i】 フォトレジスト層を除去した後図68hのシリコンウェハの断面図である。
- 【図338j】 シリコンの露出部をエッチングした後図68iのシリコンウェハの断面図である。
- 【図339k】 二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッチングした後図68jのシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図340l】 シリコンの露出部をエッチングした後図68kのシリコンウェハの断面図である。
- 【図341m】 図68mは窒化珪素層の露出部をエッチングした後図68lのシリコンウェハの断面図である。
- 【図342a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図343b】 窒化珪素層を含む図69aのシリコンウェハの断面図である。
- 【図344c】 窒化珪素層をパターニングした後図69bのシリコンウェハの断面図である。
- 【図345d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図69cのシリコンウェハの断面図である。
- 【図346e】 シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図69dのシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図347f】 酸化フィールド層をパターニングした後図69eのシリコンウェハの断面図である。
- 【図348g】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図69fのシリコンウェハの断面図である。
- 【図349h】 二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッチングした後図69gのシリコンウェハの断面図である。
- 【図350i】 シリコンの露出部をエッチングした後図69hのシリコンウェハの断面図である。
- 【図351j】 フォトレジスト層を除去した後図69iのシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図352k】 シリコンの露出部をエッチングした後図69jのシリコンウェハの断面図である。
- 【図353l】 二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッチングした後図69kのシリコンウェハの断面図である。
- 【図354m】 シリコンの露出部をエッチングした後図69lのシリコンウェハの断面図である。
- 【図355n】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図69mのシリコンウェハの断面図である。
- 【図356a】 シリコンウェハの断面図である。 50

- 【図357b】 窒化珪素層を含む図70aのシリコンウェハの断面図である。
- 【図358c】 窒化珪素層をパターニングした後図70bのシリコンウェハの断面図である。
- 【図359d】 シリコンの露出層における酸化フィールド層の成長後図70cのシリコンウェハの断面図である。
- 【図360e】 シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図70dのシリコンウェハの断面図である。
- 【図361f】 酸化フィールド層をパターニングした後図70eのシリコンウェハの断面図である。
- 【図362g】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図70fのシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図363h】 シリコンの露出部をエッチングした後図70gのシリコンウェハの断面図である。
- 【図364i】 フォトレジスト層を除去した後図70hのシリコンウェハの断面図である。
- 【図365j】 シリコンの露出部をエッチングした後図70iのシリコンウェハの断面図である。
- 【図366k】 二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッチングした後図70jのシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図367l】 シリコンの露出部をエッチングした後図70kのシリコンウェハの断面図である。
- 【図368m】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図70lのシリコンウェハの断面図である。
- 【図369a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図370b】 二酸化珪素のパッド層を含む図71aのシリコンウェハの断面図である。
- 【図371c】 窒化珪素層を含む図71bのシリコンウェハの断面図である。
- 【図372d】 窒化珪素層をパターニングした後図71cのシリコンウェハの断面図である。
- 【図373e】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図71dのシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図374f】 二酸化珪素層をパターニングした後図71eのシリコンウェハの断面図である。
- 【図375g】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図71fのシリコンウェハの断面図である。
- 【図376h】 シリコンの露出部をエッチングした後図71gのシリコンウェハの断面図である。
- 【図377i】 フォトレジスト層を除去した後図71hのシリコンウェハの断面図である。
- 【図378j】 シリコンの露出部をエッチングした後図71iのシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図379k】 二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッチングした後図71jのシリコンウェハの断面図である。
- 【図380l】 図71lはシリコンの露出部をエッチングした後図71kのシリコンウェハの断面図である。
- 【図381m】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図71lのシリコンウェハの断面図である。
- 【図382a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図383b】 二酸化珪素のパッド層を含む図72aのシリコンウェハの断面図である。

- 【図384c】 窒化珪素層を含む図72bのシリコンウェハの断面図である。
- 【図385d】 窒化珪素層をパターニングした後図72cのシリコンウェハの断面図である。
- 【図386e】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図72dのシリコンウェハの断面図である。
- 【図387f】 二酸化珪素層をパターニングした後図72eのシリコンウェハの断面図である。
- 【図388g】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図72fのシリコンウェハの断面図である。
- 【図389h】 シリコンの露出部をエッティングした後図72gのシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図390i】 二酸化珪素のフィールド層の露出部をエッティングした後図72hのシリコンウェハの断面図である。
- 【図391j】 フォトレジスト層を除去した後図72iのシリコンウェハの断面図である。
- 【図392k】 シリコンの露出部をエッティングした後図72jのシリコンウェハの断面図である。
- 【図393l】 二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図72kのシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図394m】 シリコンの露出部をエッティングした後図72lのシリコンウェハの断面図である。
- 【図395n】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図72mのシリコンウェハの断面図である。
- 【図396a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図397b】 二酸化珪素のパッド層を含む図73aのシリコンウェハの断面図である。
- 【図398c】 は窒化珪素層を含む図73bのシリコンウェハの断面図である。
- 【図399d】 窒化珪素層をパターニングした後図73cのシリコンウェハの断面図である。
- 【図400e】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図73dのシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図401f】 二酸化珪素層をパターニングした後図73eのシリコンウェハの断面図である。
- 【図402g】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図73fのシリコンウェハの断面図である。
- 【図403h】 シリコンの露出部をエッティングした後図73gのシリコンウェハの断面図である。
- 【図404i】 シリコンの露出部をエッティングした後図73hのシリコンウェハの断面図である。
- 【図405j】 フォトレジスト層を除去した後図73iのシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図406k】 シリコンの露出部をエッティングした後図73jのシリコンウェハの断面図である。
- 【図407l】 二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図73kのシリコンウェハの断面図である。
- 【図408m】 シリコンの露出部をエッティングした後図73lのシリコンウェハの断面図である。
- 【図409n】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図73mのシリコンウェハの断面図である。
- 【図410a】 シリコンウェハの断面図である。 50

【図411b】 二酸化珪素のパッド層を含む図74aのシリコンウェハの断面図である。

【図412c】 窒化珪素層を含む図74bのシリコンウェハの断面図である。

【図413d】 窒化珪素層をパターニングした後図74cのシリコンウェハの断面図である。

【図414e】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図74dのシリコンウェハの断面図である。

【図415f】 二酸化珪素層をパターニングした後図74eのシリコンウェハの断面図である。

【図416g】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図74fのシリコンウェハの断面図である。 10

【図417h】 シリコンの露出部をエッチングした後図74gのシリコンウェハの断面図である。

【図418i】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図74hのシリコンウェハの断面図である。

【図419j】 シリコンの露出部をエッチングした後図74iのシリコンウェハの断面図である。

【図420k】 フォトレジスト層を除去した後図74jのシリコンウェハの断面図である。

【図421l】 シリコンの露出部をエッチングした後図74kのシリコンウェハの断面図である。 20

【図422m】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図74lのシリコンウェハの断面図である。

【図423n】 シリコンの露出部をエッチングした後図74mのシリコンウェハの断面図である。

【図424o】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図74nのシリコンウェハの断面図である。

【図425a】 シリコンウェハの断面図である。

【図426b】 二酸化珪素のパッド層を含む図75aのシリコンウェハの断面図である。 30

【図427c】 窒化珪素層を含む図75bのシリコンウェハの断面図である。

【図428d】 窒化珪素層をパターニングした後図75cのシリコンウェハの断面図である。

【図429e】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図75dのシリコンウェハの断面図である。

【図430f】 二酸化珪素層をパターニングした後図75eのシリコンウェハの断面図である。

【図431g】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図75fのシリコンウェハの断面図である。。

【図432h】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図75gのシリコンウェハの断面図である。 40

【図433i】 フォトレジスト層を除去した後図75hのシリコンウェハの断面図である。

【図434j】 シリコンの露出部をエッチングした後図75iのシリコンウェハの断面図である。

【図435k】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図75jのシリコンウェハの断面図である。

【図436l】 シリコンの露出部をエッチングした後図75kのシリコンウェハの断面図である。

【図437m】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図75lのシリコンウ 50

エハの断面図である。

【図438a】シリコンウェハの断面図である。

【図439b】二酸化珪素のパッド層を含む図76aのシリコンウェハの断面図である。

【図440c】窒化珪素層を含む図76bのシリコンウェハの断面図である。

【図441d】窒化珪素層をパターニングした後図76cのシリコンウェハの断面図である。

【図442e】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図76dのシリコンウェハの断面図である。

【図443f】二酸化珪素層をパターニングした後図76eのシリコンウェハの断面図である。
10

【図444g】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図76fのシリコンウェハの断面図である。

【図445h】二酸化珪素層の露出部を除去した後図76gのシリコンウェハの断面図である。

【図446i】シリコンの露出部をエッチングした後図76hのシリコンウェハの断面図である。

【図447j】フォトレジスト層を除去した後図76iのシリコンウェハの断面図である。

【図448k】図76kはシリコンの露出部をエッチングした後図76jのシリコンウェハの断面図である。
20

【図449l】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図76kのシリコンウェハの断面図である。

【図450m】シリコンの露出部をエッチングした後図76lのシリコンウェハの断面図である。

【図451n】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図76mのシリコンウェハの断面図である。

【図452a】シリコンウェハの断面図である。

【図453b】二酸化珪素のパッド層を含む図77aのシリコンウェハの断面図である。
30

【図454c】窒化珪素層を含む図77bのシリコンウェハの断面図である。

【図455d】窒化珪素層をパターニングした後図77cのシリコンウェハの断面図である。

【図456e】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図77dのシリコンウェハの断面図である。

【図457f】図77fは二酸化珪素層をパターニングした後図77eのシリコンウェハの断面図である。

【図458g】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図77fのシリコンウェハの断面図である。

【図459h】シリコンの露出部をエッチングした後図77gのシリコンウェハの断面図である。
40

【図460i】フォトレジスト層を除去した後図77hのシリコンウェハの断面図である。

【図461j】シリコンの露出部をエッチングした後図77iのシリコンウェハの断面図である。

【図462k】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図77jのシリコンウェハの断面図である。

【図463l】シリコンの露出部をエッチングした後図77kのシリコンウェハの断面図である。

【図464m】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図77lのシリコンウ
50

エハの断面図である。

【図465a】シリコンウェハの断面図である。

【図466b】二酸化珪素のパッド層を含む図78aのシリコンウェハの断面図である。

【図467c】窒化珪素層を含む図78bのシリコンウェハの断面図である。

【図468d】窒化珪素層をパターニングした後図78cのシリコンウェハの断面図である。

【図469e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図78dのシリコンウェハの断面図である。

【図470f】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図78eのシリコンウェハの断面図である。 10

【図471g】二酸化珪素層をパターニングした後図78fのシリコンウェハの断面図である。

【図472h】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図78gのシリコンウェハの断面図である。

【図473i】シリコンの露出部をエッチングした後図78hのシリコンウェハの断面図である。

【図474j】フォトレジスト層を除去した後図78iのシリコンウェハの断面図である。

【図475k】シリコンの露出部をエッチングした後図78jのシリコンウェハの断面図である。 20

【図476l】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図78kのシリコンウェハの断面図である。

【図477m】シリコンの露出部をエッチングした後図78lのシリコンウェハの断面図である。

【図478n】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図78mのシリコンウェハの断面図である。

【図479a】シリコンウェハの断面図である。

【図480b】二酸化珪素のパッド層を含む図79aのシリコンウェハの断面図である。 30

【図481c】窒化珪素層を含む図79bのシリコンウェハの断面図である。

【図482d】窒化珪素層をパターニングした後図79cのシリコンウェハの断面図である。

【図483e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図79dのシリコンウェハの断面図である。

【図484f】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図79eのシリコンウェハの断面図である。

【図485g】二酸化珪素層をパターニングした後図79fのシリコンウェハの断面図である。

【図486h】シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図79gのシリコンウェハの断面図である。 40

【図487i】シリコンの露出部をエッチングした後図79hのシリコンウェハの断面図である。

【図488j】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図79iのシリコンウェハの断面図である。

【図489k】フォトレジスト層を除去した後図79jのシリコンウェハの断面図である。

【図490l】シリコンの露出部をエッチングした後図79kのシリコンウェハの断面図である。

【図491m】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図79lのシリコンウェハの 50

断面図である。

【図492n】 図79nはシリコンの露出部をエッチングした後図79mのシリコンウェハの断面図である。

【図493o】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図79nのシリコンウェハの断面図である。

【図494a】 シリコンウェハの断面図である。

【図495b】 二酸化珪素のパッド層を含む図80aのシリコンウェハの断面図である。

【図496c】 窒化珪素層を含む図80bのシリコンウェハの断面図である。

【図497d】 窒化珪素層をパターニングした後図80cのシリコンウェハの断面図である。 10

【図498e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図80dのシリコンウェハの断面図である。

【図499f】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図80eのシリコンウェハの断面図である。

【図500g】 二酸化珪素層をパターニングした後図80fのシリコンウェハの断面図である。

【図501h】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図80gのシリコンウェハの断面図である。

【図502i】 シリコンの露出部をエッチングした後図80hのシリコンウェハの断面図である。 20

【図503j】 シリコンの露出部をエッチングした後図80iのシリコンウェハの断面図である。

【図504k】 フォトレジスト層を除去した後図80jのシリコンウェハの断面図である。

【図505l】 シリコンの露出部をエッチングした後図80kのシリコンウェハの断面図である。

【図506m】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図80lのシリコンウェハの断面図である。

【図507n】 シリコンの露出部をエッチングした後図80mのシリコンウェハの断面図である。 30

【図508o】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図80nのシリコンウェハの断面図である。

【図509a】 シリコンウェハの断面図である。

【図510b】 二酸化珪素のパッド層を含む図81aのシリコンウェハの断面図である。

【図511c】 窒化珪素層を含む図81bのシリコンウェハの断面図である。

【図512d】 窒化珪素層をパターニングした後図81cのシリコンウェハの断面図である。

【図513e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図81dのシリコンウェハの断面図である。 40

【図514f】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図81eのシリコンウェハの断面図である。

【図515g】 二酸化珪素層をパターニングした後図81fのシリコンウェハの断面図である。

【図516h】 シリコンウェハ上にフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図81gのシリコンウェハの断面図である。

【図517i】 シリコンの露出部をエッチングした後図81hのシリコンウェハの断面図である。

【図518j】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図81jのシリコンウェハの

50

断面図である。

【図519k】シリコンの露出部をエッチングした後図81iのシリコンウェハの断面図である。

【図520l】フォトレジスト層を除去した後図81kのシリコンウェハの断面図である。

【図521m】シリコンの露出部をエッチングした後図81lのシリコンウェハの断面図である。

【図522n】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図81mのシリコンウェハの断面図である。

【図523o】シリコンの露出部をエッチングした後図81nのシリコンウェハの断面図である。 10

【図524p】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図81oのシリコンウェハの断面図である。

【図525a】シリコンウェハの断面図である。

【図526b】二酸化珪素のパッド層を含む図82aのシリコンウェハの断面図である。 15

【図527c】窒化珪素層を含む図82bのシリコンウェハの断面図である。

【図528d】窒化珪素層をパターニングした後図82cのシリコンウェハの断面図である。

【図529e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図82dのシリコンウェハの断面図である。 20

【図530f】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図82eのシリコンウェハの断面図である。

【図531g】二酸化珪素層をパターニングした後図82fのシリコンウェハの断面図である。

【図532h】シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図82gのシリコンウェハの断面図である。

【図533i】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図82hのシリコンウェハの断面図である。

【図534j】フォトレジスト層を除去した後図82iのシリコンウェハの断面図である。 30

【図535k】シリコンの露出部をエッチングした後図82jのシリコンウェハの断面図である。

【図536l】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図82kのシリコンウェハの断面図である。

【図537m】シリコンの露出部をエッチングした後図82lのシリコンウェハの断面図である。

【図538n】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図82mのシリコンウェハの断面図である。

【図539a】シリコンウェハの断面図である。 40

【図540b】二酸化珪素のパッド層を含む図83aのシリコンウェハの断面図である。

【図541c】窒化珪素層を含む図83bのシリコンウェハの断面図である。

【図542d】窒化珪素層をパターニングした後図83cのシリコンウェハの断面図である。

【図543e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図83dのシリコンウェハの断面図である。

【図544f】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図83eのシリコンウェハの断面図である。

【図545g】二酸化珪素層をパターニングした後図83fのシリコンウェハの断面図 50

である。

【図 5 4 6 h】シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図 8 3 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 7 i】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図 8 3 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 8 j】シリコンの露出部をエッティングした後図 8 3 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 9 k】フォトレジスト層を除去した後図 8 3 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 5 0 l】シリコンの露出部をエッティングした後図 8 3 k のシリコンウェハの断面図である。 10

【図 5 5 1 m】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図 8 3 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 5 2 n】シリコンの露出部をエッティングした後図 8 3 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 5 3 o】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 8 3 n のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 5 4 a】シリコンウェハの断面図である。

【図 5 5 5 b】二酸化珪素のパッド層を含む図 8 4 a のシリコンウェハの断面図である。 20

【図 5 5 6 c】窒化珪素層を含む図 8 4 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 5 7 d】窒化珪素層をパターニングした後図 8 4 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 5 8 e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 8 4 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 5 9 f】窒化珪素のパターン層で覆われない部分における酸化フィールド層の成長後図 8 4 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 6 0 g】二酸化珪素層をパターニングした後図 8 4 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 6 1 h】シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図 8 4 g のシリコンウェハの断面図である。 30

【図 5 6 2 i】シリコンの露出部をエッティングした後図 8 4 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 6 3 j】フォトレジスト層を除去した後図 8 4 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 6 4 k】シリコンの露出部をエッティングした後図 8 4 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 6 5 l】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図 8 4 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 6 6 m】シリコンの露出部をエッティングした後図 8 4 l のシリコンウェハの断面図である。 40

【図 5 6 7 n】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 8 4 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 6 8 a】シリコンウェハの断面図である。

【図 5 6 9 b】二酸化珪素のパッド層を含む図 8 5 a のシリコンウェハの断面図である。 40

【図 5 7 0 c】窒化珪素層を含む図 8 5 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 7 1 d】窒化珪素層をパターニングした後図 8 5 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 7 2 e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 8 5 d のシリコンウェハ 50

の断面図である。

【図573f】シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図85eのシリコンウェハの断面図である。

【図574g】窒化珪素のパターン層で覆われない部分での酸化フィールド層の成長後図85fのシリコンウェハの断面図である。

【図575h】二酸化珪素層をパターニングした後図85gのシリコンウェハの断面図である。

【図576i】シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図85hのシリコンウェハの断面図である。

【図577j】シリコンの露出部をエッチングした後図85iのシリコンウェハの断面図である。
10

【図578k】フォトレジスト層を除去した後図85jのシリコンウェハの断面図である。

【図579l】シリコンの露出部をエッチングした後図85kのシリコンウェハの断面図である。

【図580m】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図85lのシリコンウェハの断面図である。

【図581n】珪素の露出部をエッチングした後図85mのシリコンウェハの断面図である。

【図582o】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図85nのシリコンウェハの断面図である。
20

【図583a】シリコンウェハの断面図である。

【図584b】二酸化珪素のパッド層を含む図86aのシリコンウェハの断面図である。
。

【図585c】窒化珪素層を含む図86bのシリコンウェハの断面図である。

【図586d】窒化珪素層をパターニングした後図86cのシリコンウェハの断面図である。

【図587e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図86dのシリコンウェハの断面図である。

【図588f】シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図86eのシリコンウェハの断面図である。
30

【図589g】窒化珪素のパターン層で覆われない部分での酸化フィールド層の成長後図86fのシリコンウェハの断面図である。

【図590h】二酸化珪素層をパターニングした後図86gのシリコンウェハの断面図である。

【図591i】シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図86hのシリコンウェハの断面図である。

【図592j】シリコンの露出部をエッチングした後図86iのシリコンウェハの断面図である。

【図593k】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図86jのシリコンウェハの断面図である。
40

【図594l】フォトレジスト層を除去した後図86kのシリコンウェハの断面図である。

【図595m】シリコンの露出部をエッチングした後図86lのシリコンウェハの断面図である。

【図596n】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図86mのシリコンウェハの断面図である。

【図597o】シリコンの露出部をエッチングした後図86nのシリコンウェハの断面図である。

【図598p】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図86oのシリコンウェハの断面図である。
50

エハの断面図である。

【図599a】シリコンウェハの断面図である。

【図600b】二酸化珪素のパッド層を含む図87aのシリコンウェハの断面図である。

【図601c】窒化珪素層を含む図87bのシリコンウェハの断面図である。

【図602d】窒化珪素層をパターニングした後図87cのシリコンウェハの断面図である。

【図603e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図87dのシリコンウェハの断面図である。

【図604f】シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図87eのシリコンウェハの断面図である。 10

【図605g】窒化珪素のパターン層で覆われない部分での酸化フィールド層の成長後図87fのシリコンウェハの断面図である。

【図606h】二酸化珪素層をパターニングした後図87gのシリコンウェハの断面図である。

【図607i】シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図87hのシリコンウェハの断面図である。

【図608j】シリコンの露出部をエッチングした後図87iのシリコンウェハの断面図である。

【図609k】シリコンの露出部をエッチングした後図87jのシリコンウェハの断面図である。 20

【図610l】フォトレジスト層を除去した後図87kのシリコンウェハの断面図である。

【図611m】シリコンの露出部をエッチングした後図87lのシリコンウェハの断面図である。

【図612n】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図87mのシリコンウェハの断面図である。

【図613o】シリコンの露出部をエッチングした後図87nのシリコンウェハの断面図である。

【図614p】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図87oのシリコンウェハの断面図である。 30

【図615a】シリコンウェハの断面図である。

【図616b】二酸化珪素のパッド層を含む図88aのシリコンウェハの断面図である。

【図617c】窒化珪素層を含む図88bのシリコンウェハの断面図である。

【図618d】窒化珪素層をパターニングした後図88cのシリコンウェハの断面図である。

【図619e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図88dのシリコンウェハの断面図である。

【図620f】シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図88eのシリコンウェハの断面図である。 40

【図621g】窒化珪素のパターン層で覆われない部分での酸化フィールド層の成長後図88fのシリコンウェハの断面図である。

【図622h】二酸化珪素層をパターニングした後図88gのシリコンウェハの断面図である。

【図623i】シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図88hのシリコンウェハの断面図である。

【図624j】シリコンの露出部をエッチングした後図88iのシリコンウェハの断面図である。

【図625k】二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図88jのシリコンウェハの 50

断面図である。

【図6261】シリコンの露出部をエッティングした後図88kのシリコンウェハの断面図である。

【図627m】フォトレジスト層を除去した後図88lのシリコンウェハの断面図である。

【図628n】シリコンの露出部をエッティングした後図88mのシリコンウェハの断面図である。

【図629o】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図88nのシリコンウェハの断面図である。

【図630p】シリコンの露出部をエッティングした後図88oのシリコンウェハの断面図である。 10

【図631q】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図88pのシリコンウェハの断面図である。

【図632a】シリコンウェハの断面図である。

【図633b】二酸化珪素のパッド層を含む図89aのシリコンウェハの断面図である。 15

【図634c】窒化珪素層を含む図89bのシリコンウェハの断面図である。

【図635d】窒化珪素層をパターニングした後図89cのシリコンウェハの断面図である。

【図636e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図89dのシリコンウェハの断面図である。 20

【図637f】シリコンの露出層に薄膜エッティングした後図89eのシリコンウェハの断面図である。

【図638g】窒化珪素のパターン層で覆われない部分での酸化フィールド層の成長後図89fのシリコンウェハの断面図である。

【図639h】二酸化珪素層をパターニングした後図89gのシリコンウェハの断面図である。

【図640i】シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図89hのシリコンウェハの断面図である。 25

【図641j】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図89iのシリコンウェハの断面図である。

【図642k】フォトレジスト層を除去した後図89jのシリコンウェハの断面図である。

【図643l】シリコンの露出部をエッティングした後図89kのシリコンウェハの断面図である。

【図644m】二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図89lのシリコンウェハの断面図である。

【図645n】珪素の露出部をエッティングした後図89mのシリコンウェハの断面図である。

【図646o】二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図89nのシリコンウェハの断面図である。 30

【図647a】シリコンウェハの断面図である。

【図648b】二酸化珪素のパッド層を含む図90aのシリコンウェハの断面図である。 35

【図649c】窒化珪素層を含む図90bのシリコンウェハの断面図である。

【図650d】窒化珪素層をパターニングした後図90cのシリコンウェハの断面図である。

【図651e】二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図90dのシリコンウェハの断面図である。 40

【図652f】シリコンの露出層に薄膜エッティングした後図90eのシリコンウェハの

50

断面図である。

【図 6 5 3 g】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分での酸化フィールド層の成長後図 9 0 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 4 h】 二酸化珪素層をパターニングした後図 9 0 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 5 i】 シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図 9 0 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 6 j】 二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図 9 0 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 7 k】 シリコンの露出部をエッティングした後図 9 0 j のシリコンウェハの断面図である。 10

【図 6 5 8 l】 フォトレジスト層を除去した後図 9 0 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 9 m】 シリコンの露出部をエッティングした後図 9 0 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 6 0 n】 二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図 9 0 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 6 1 o】 シリコンの露出部をエッティングした後図 9 0 n のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 6 2 p】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 9 0 o のシリコンウェハの断面図である。 20

【図 6 6 3 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 6 6 4 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 9 1 a のシリコンウェハの断面図である。 25

【図 6 6 5 c】 窒化珪素層を含む図 9 1 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 6 6 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 9 1 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 6 7 e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 9 1 d のシリコンウェハの断面図である。 30

【図 6 6 8 f】 シリコンの露出層に薄膜エッティングした後図 9 1 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 6 9 g】 窒化珪素のパターン層で覆われない部分での酸化フィールド層の成長後図 9 1 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 7 0 h】 二酸化珪素層をパターニングした後図 9 1 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 7 1 i】 シリコンウェハのフォトレジスト層を塗布及びパターニングした後図 9 1 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 7 2 j】 シリコンの露出部をエッティングした後図 9 1 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 7 3 k】 フォトレジスト層を除去した後図 9 1 j のシリコンウェハの断面図である。 40

【図 6 7 4 l】 シリコンの露出部をエッティングした後図 9 1 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 7 5 m】 二酸化珪素層の露出部をエッティングした後図 9 1 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 7 6 n】 シリコンの露出部をエッティングした後図 9 1 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 7 7 o】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 9 1 n のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 7 8 a】 複数のエッティング深さを有して、珪素のディープ反応性イオンエッキン 50

グ用マスクとしてフォトレジストを利用する L O C O S 併合マスクの微細加工処理に係る複数の実施形態を表すフローチャートである。

【図 6 7 9 b】 複数のエッチング深さを有して、珪素のディープ反応性イオンエッティング用マスクとしてフォトレジストを利用する L O C O S 併合マスクの微細加工処理に係る複数の実施形態を表すフローチャートである。

【図 6 8 0 a】 複数のエッチング深さを有して、珪素のディープ反応性イオンエッティング用マスクとしてフォトレジストを利用する併合マスクの微細加工処理に係る複数の実施形態を示すフローチャートである。

【図 6 8 1 b】 複数のエッチング深さを有して、珪素のディープ反応性イオンエッティング用マスクとしてフォトレジストを利用する併合マスクの微細加工処理に係る複数の実施形態を示すフローチャートである。 10

【図 6 8 2】 図 9 4 は複数のエッチング深さにエッチングするための併合マスクの微細加工処理に係る複数の実施形態を表すフローチャートである。

【図 6 8 3 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 6 8 4 b】 第 1 マスキング材の層を含む図 9 5 a のシリコンウェハの断面図である。
。

【図 6 8 5 c】 第 1 マスキング材の層をバターニングした後図 9 5 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 8 6 d】 第 2 マスキング材の層を含む図 9 5 c のシリコンウェハの断面図である。
。

【図 6 8 7 e】 第 2 マスキング材の層をバターニングした後図 9 5 d のシリコンウェハの断面図である。 20

【図 6 8 8 f】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 9 5 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 8 9 g】 第 1 マスキング材の層の露出部をエッチングした後図 9 5 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 9 0 h】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 9 5 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 9 1】 図 9 6 は同様なエッチング深さに亘りに他の大きさの露出領域をエッチングするための併合マスクの機械加工処理の実施形態を示すフローチャートである。 30

【図 6 9 2 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 6 9 3 b】 第 1 マスキング材の層を含む図 9 7 a のシリコンウェハの断面図である。
。

【図 6 9 4 c】 第 1 マスキング材の層をバターニングした後図 9 7 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 9 5 d】 第 2 マスキング材の層を含む図 9 7 c のシリコンウェハの断面図である。
。

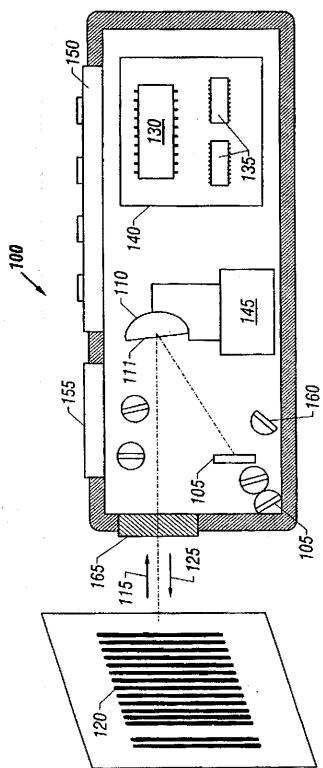
【図 6 9 6 e】 第 2 マスキング材の層をバターニングした後図 9 7 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 9 7 f】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 9 7 e のシリコンウェハの断面図である。 40

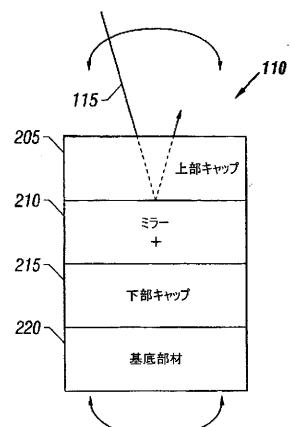
【図 6 9 8 g】 第 1 マスキング材の層の露出部をエッチングした後図 9 7 f のシリコンウェイバーの断面図である。

【図 6 9 9 h】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 9 7 g のシリコンウェハの断面図である。

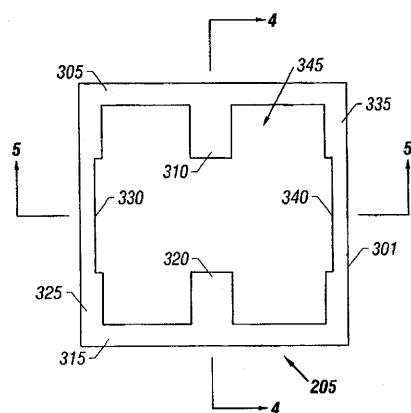
【図1】



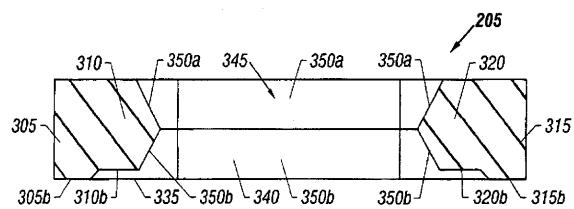
【 図 2 】



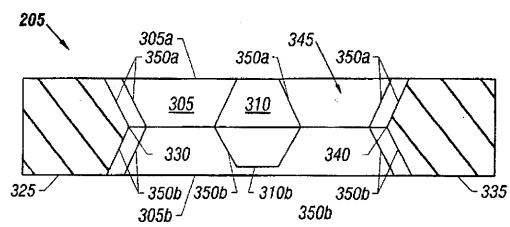
【 図 3 】



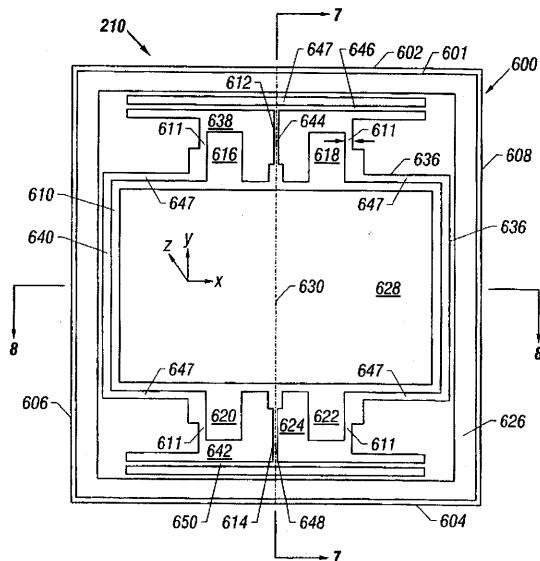
【 図 4 】



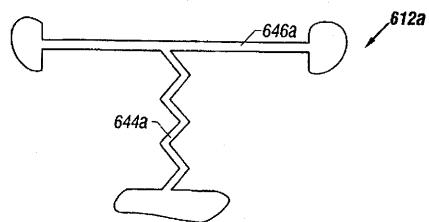
【図5】



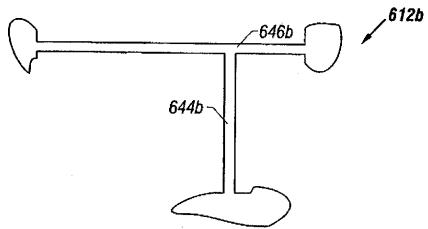
【 四 6 】



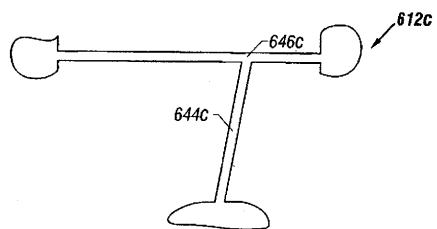
【図 6 A】



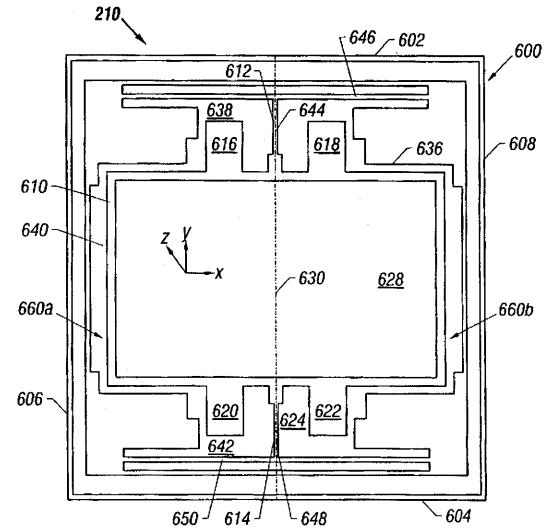
【図 6 B】



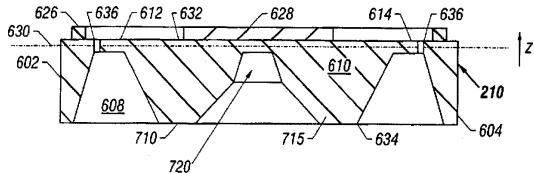
【図 6 C】



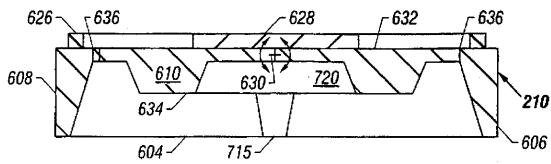
【図 6 D】



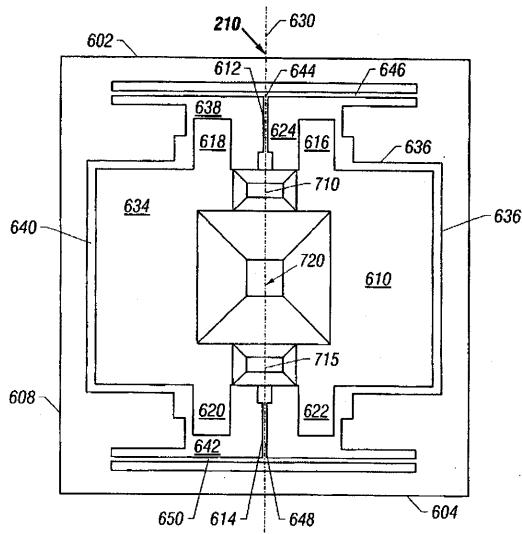
【図7】



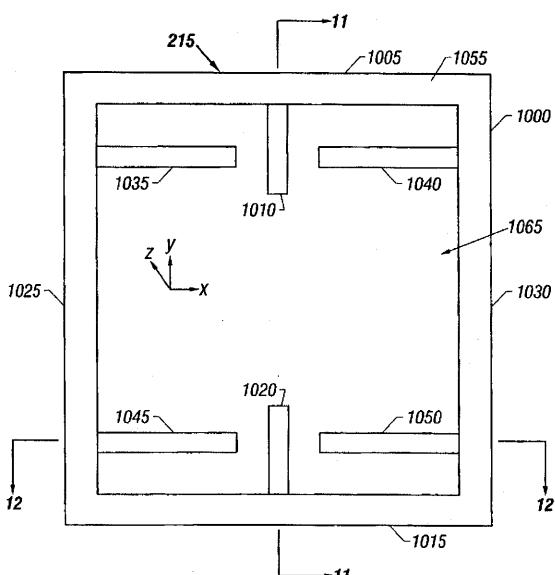
【 四 8 】



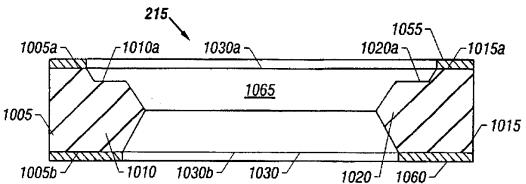
【 図 9 】



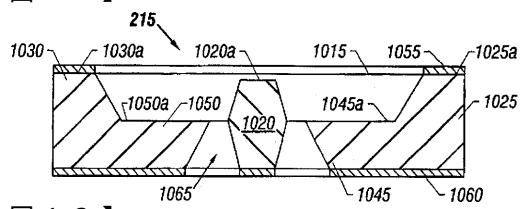
【図10】



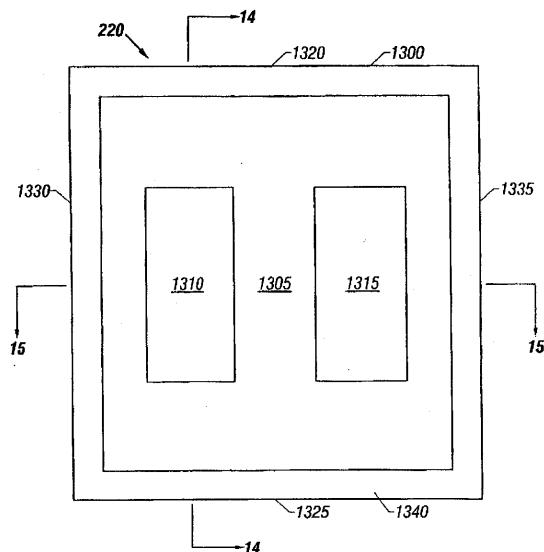
【図 1 1】



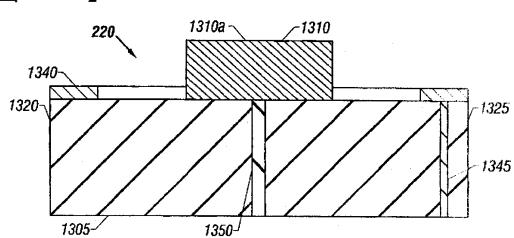
【図12】



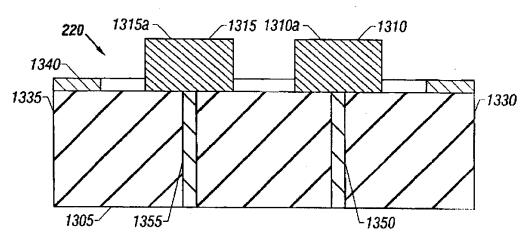
【図13】



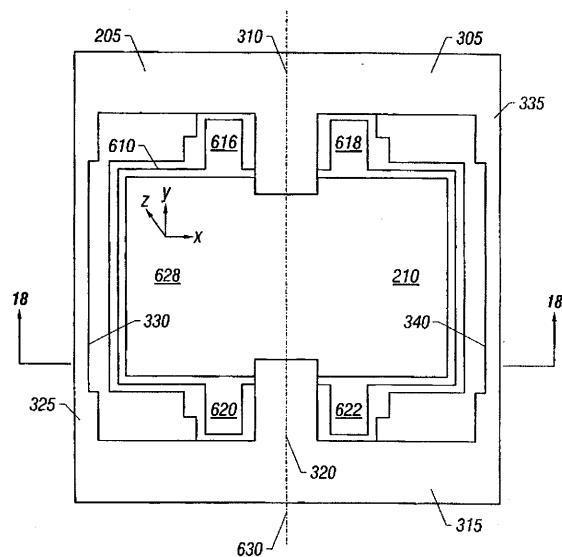
【図14】



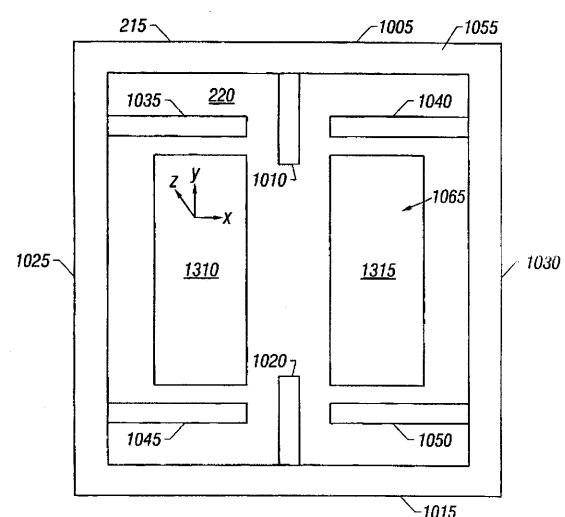
【図15】



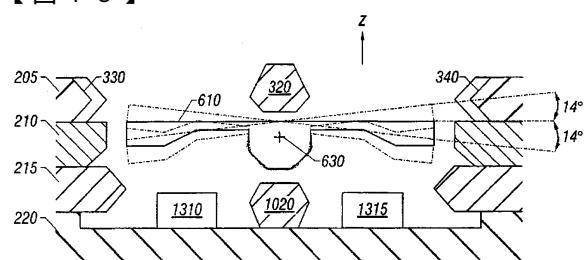
【図16】



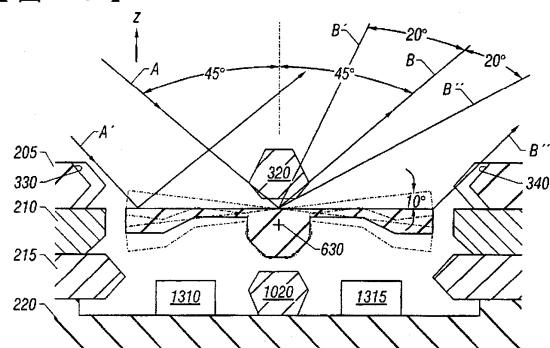
【図17】



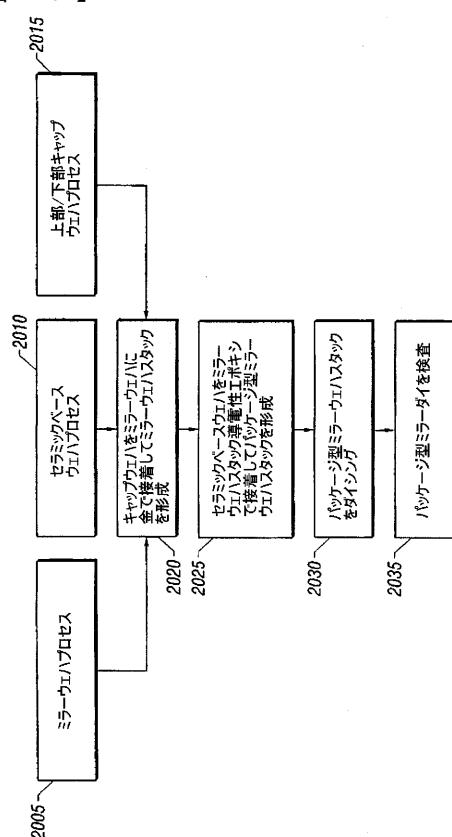
【図18】



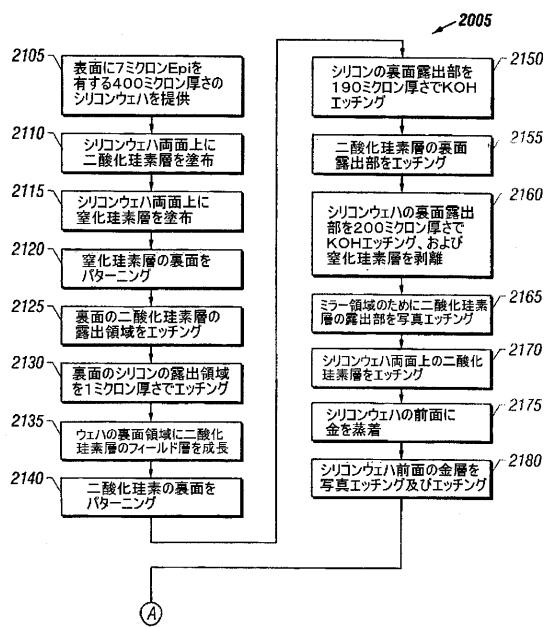
【図19】



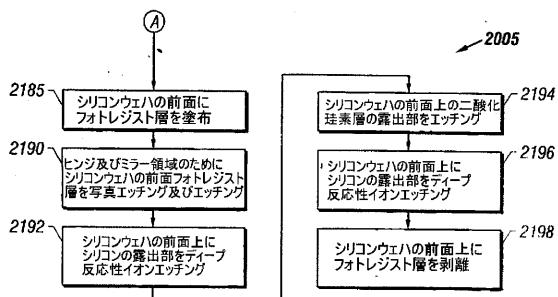
【図20】



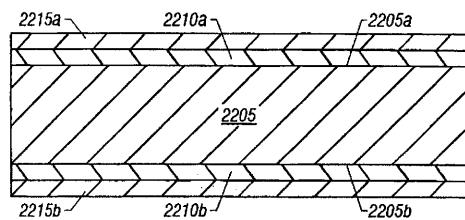
【図21A】



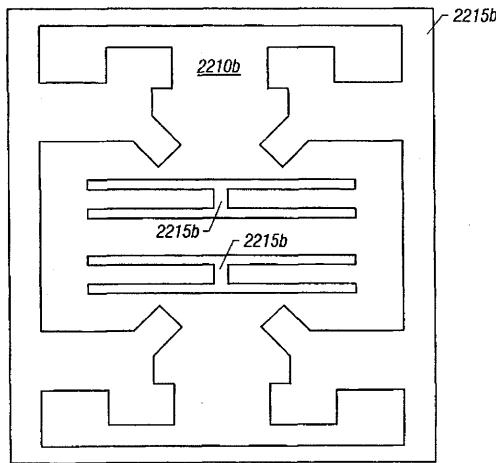
【図21B】



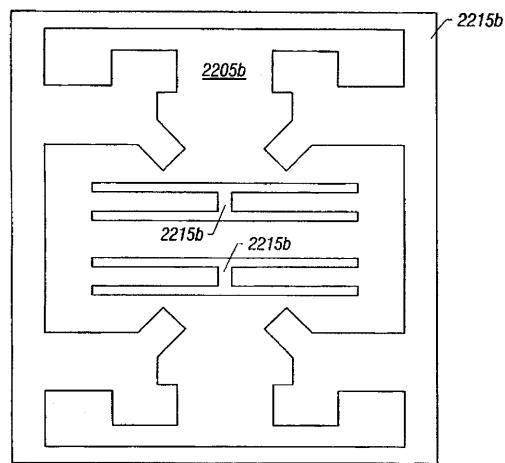
【図22】



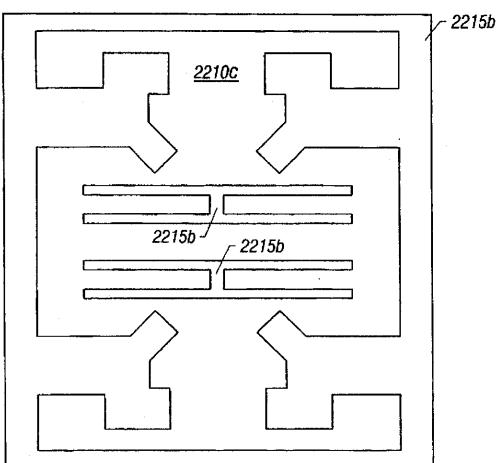
【図23】



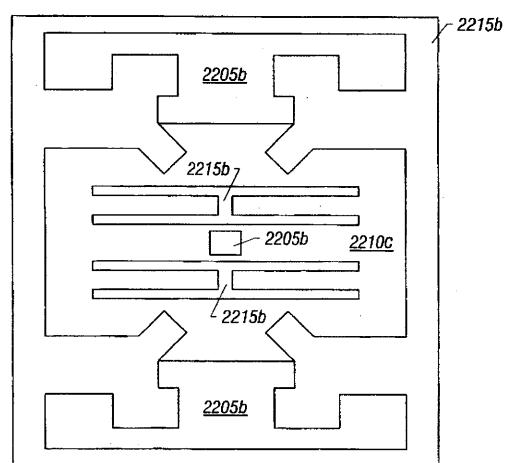
【図23a】



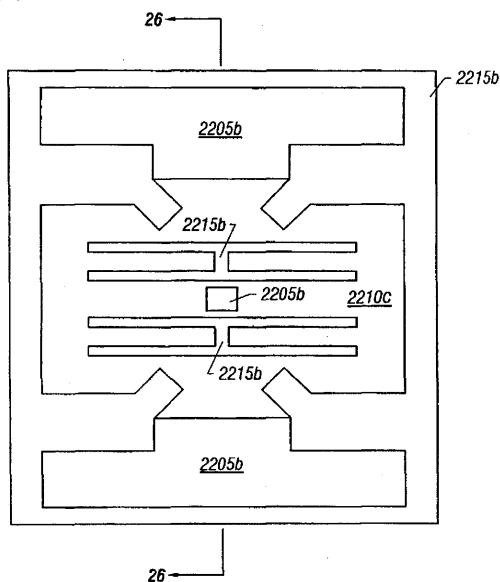
【図23b】



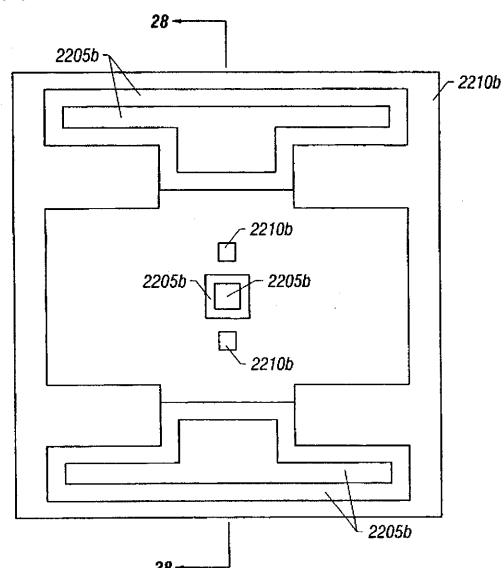
【図24】



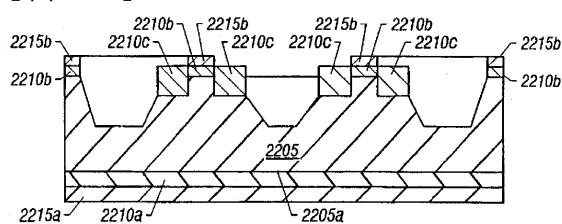
【図25】



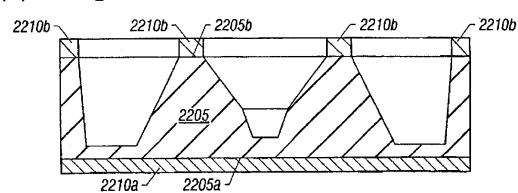
【図27】



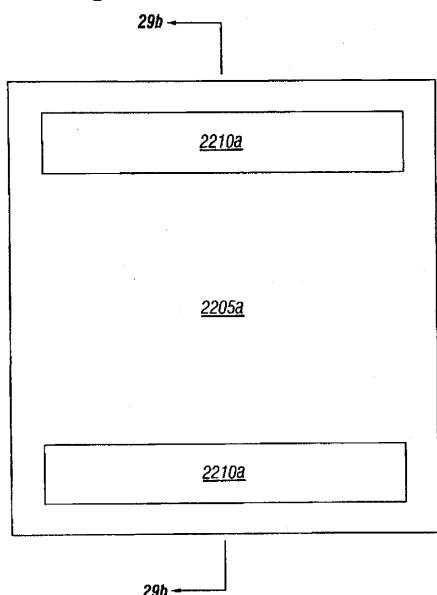
【図26】



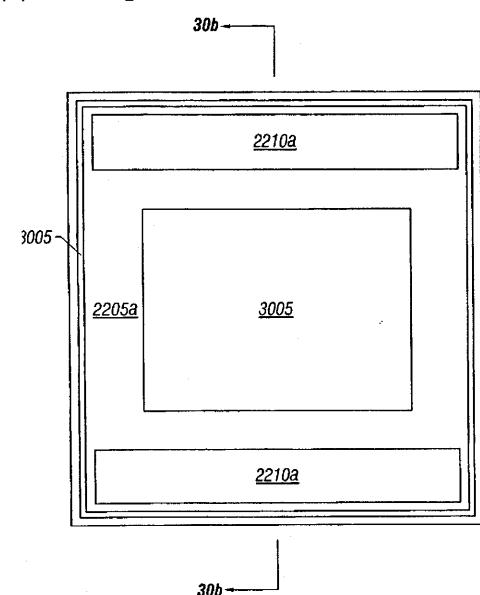
【図28】



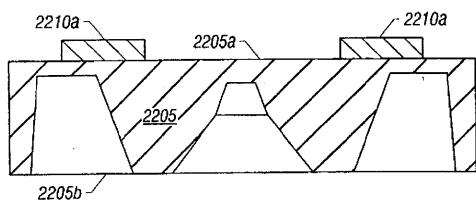
【図29a】



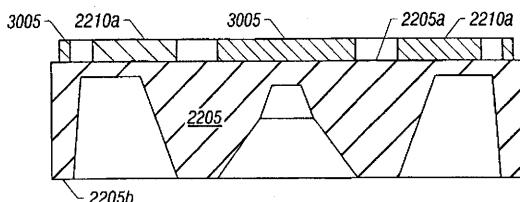
【図30a】



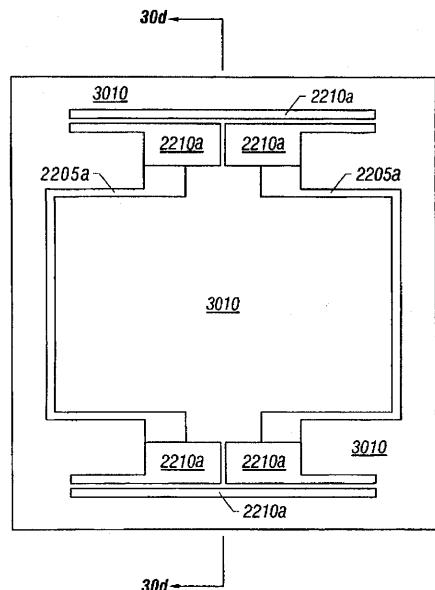
【図29b】



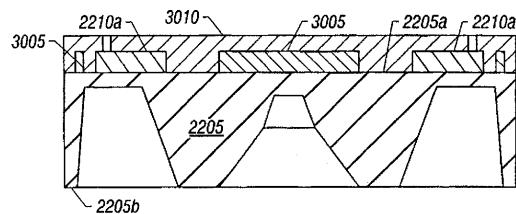
【図30b】



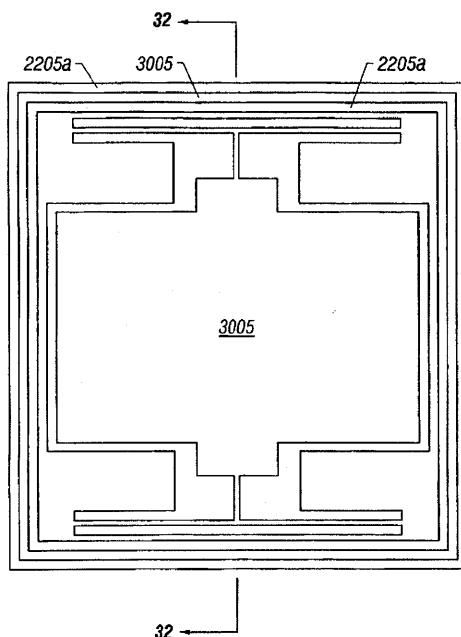
【図 3 0 c】



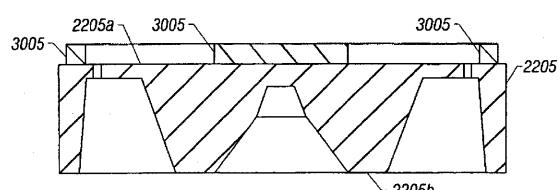
【図 3 0 d】



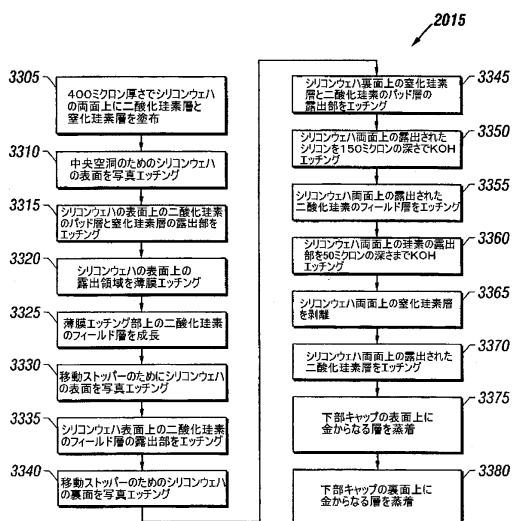
【図 3 1】



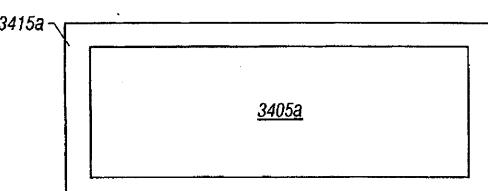
【図 3 2】



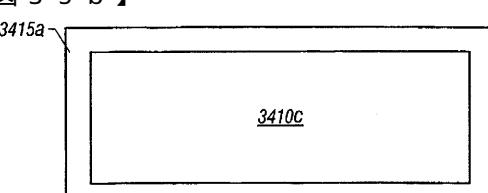
【図 3 3】



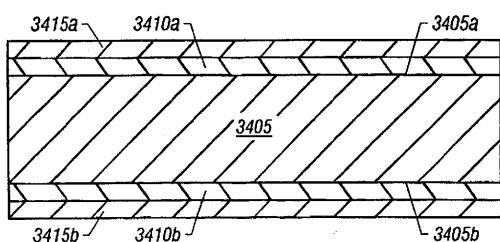
【図 3 5 a】



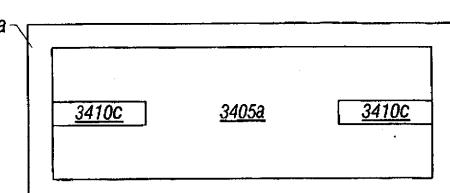
【図 3 5 b】



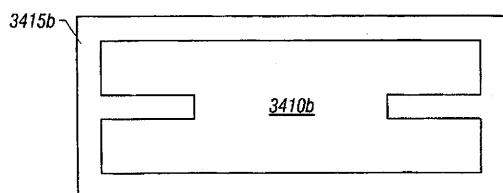
【図 3 4】



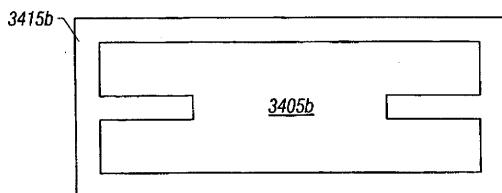
【図 3 6】



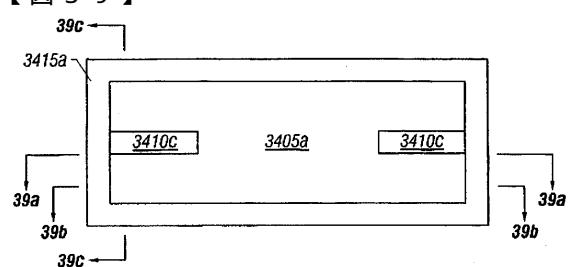
【図37】



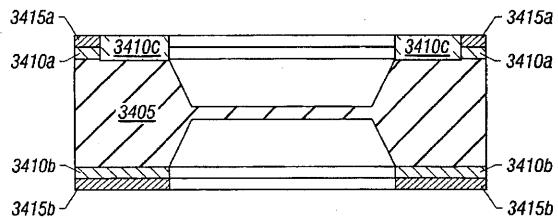
【図38】



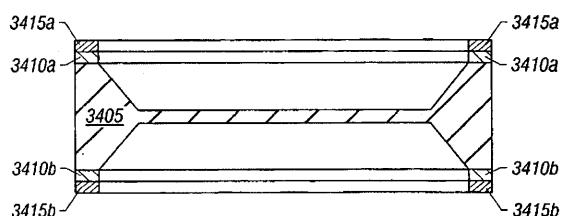
【図39】



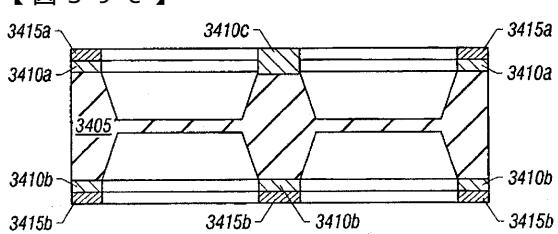
【図39a】



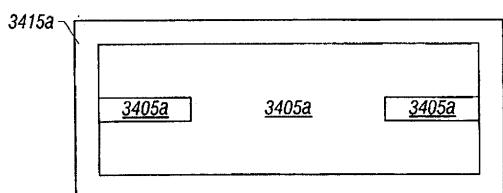
【図39b】



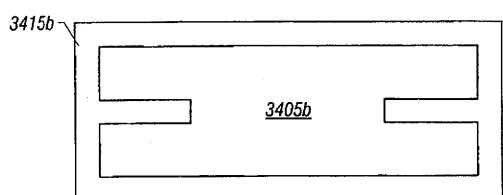
【図39c】



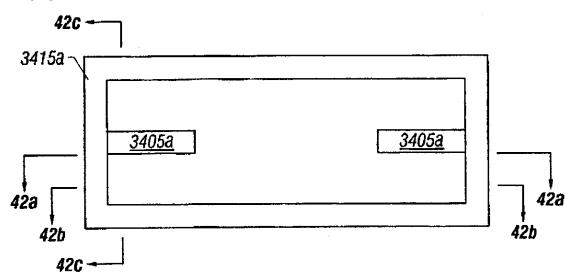
【図40】



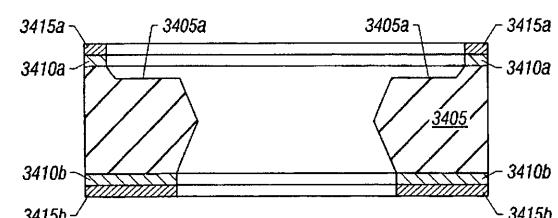
【図41】



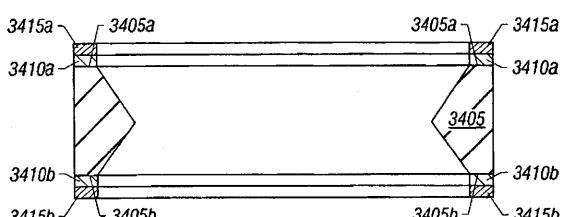
【図42】



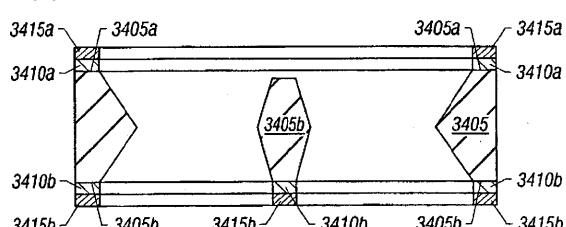
【図42a】



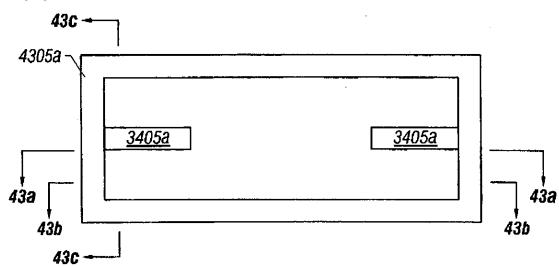
【図42b】



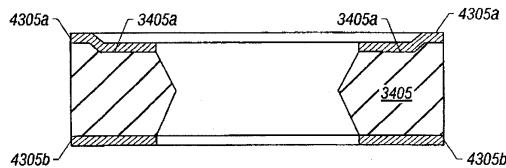
【図42c】



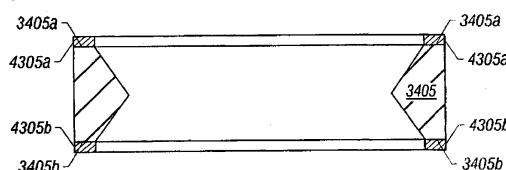
【図43】



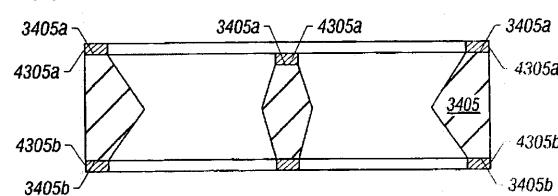
【図43a】



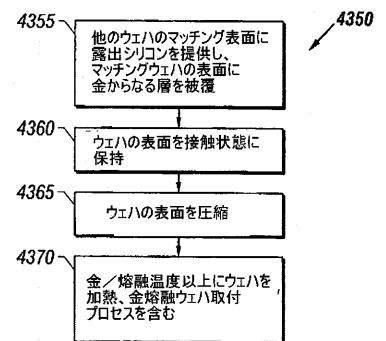
【図43b】



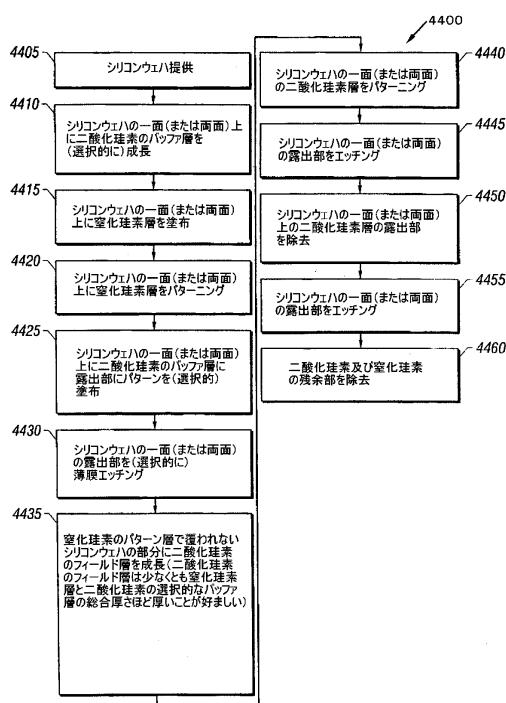
【図43c】



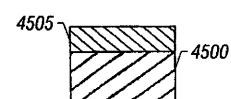
【図43d】



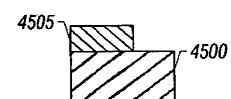
【図44】



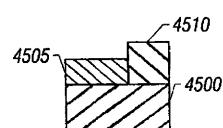
【図45b】



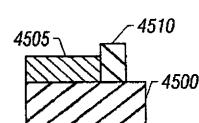
【図45c】



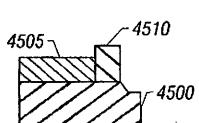
【図45d】



【図45e】



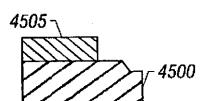
【図45f】



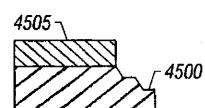
【図45a】



【図45g】



【図45h】



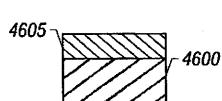
【図45i】



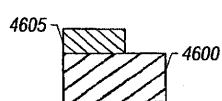
【図46a】



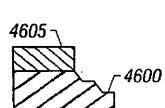
【図46b】



【図46c】



【図46i】



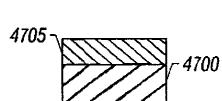
【図46j】



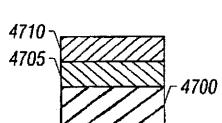
【図47a】



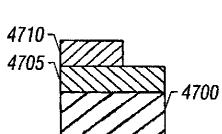
【図47b】



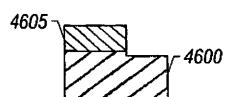
【図47c】



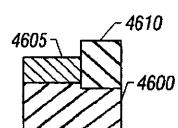
【図47d】



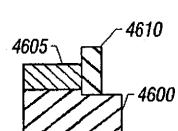
【図46d】



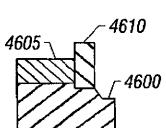
【図46e】



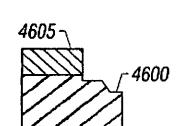
【図46f】



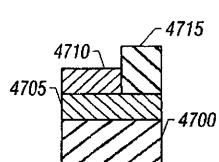
【図46g】



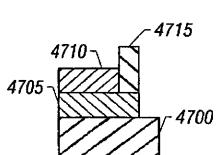
【図46h】



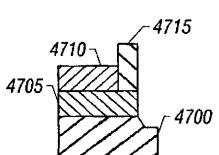
【図47e】



【図47f】



【図47g】



【図 4 7 h】

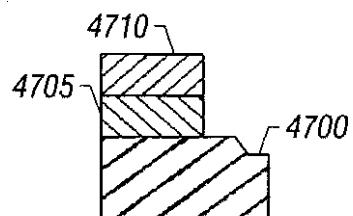


FIG. 47h

【図 4 7 i】

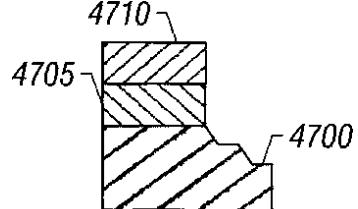


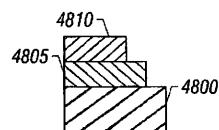
FIG. 47i

【図 4 7 j】

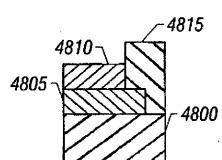


FIG. 47j

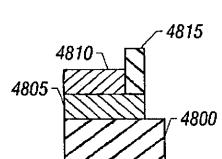
【図 4 8 e】



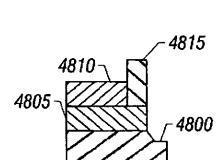
【図 4 8 f】



【図 4 8 g】



【図 4 8 h】



【図 4 8 a】



FIG. 48a

【図 4 8 b】

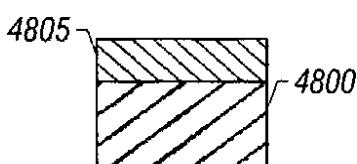
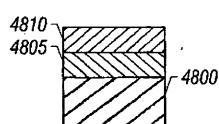
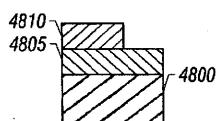


FIG. 48b

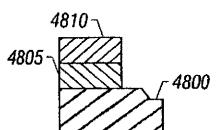
【図 4 8 c】



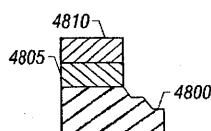
【図 4 8 d】



【図 4 8 i】



【図 4 8 j】



【図 4 8 k】



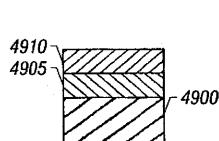
【図 4 9 a】



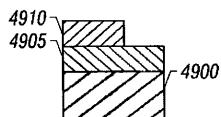
【図 4 9 b】



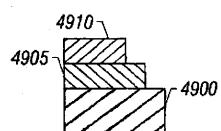
【図 4 9 c】



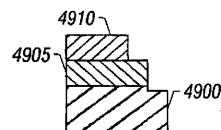
【図 4 9 d】



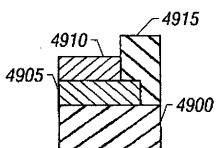
【図 4 9 e】



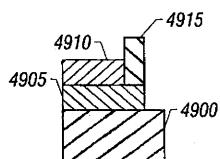
【図 4 9 f】



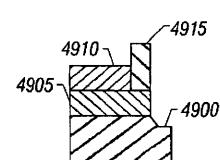
【図 4 9 g】



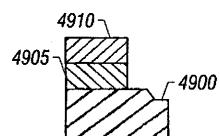
【図 4 9 h】



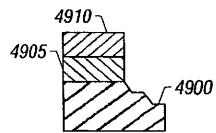
【図 4 9 i】



【図 4 9 j】



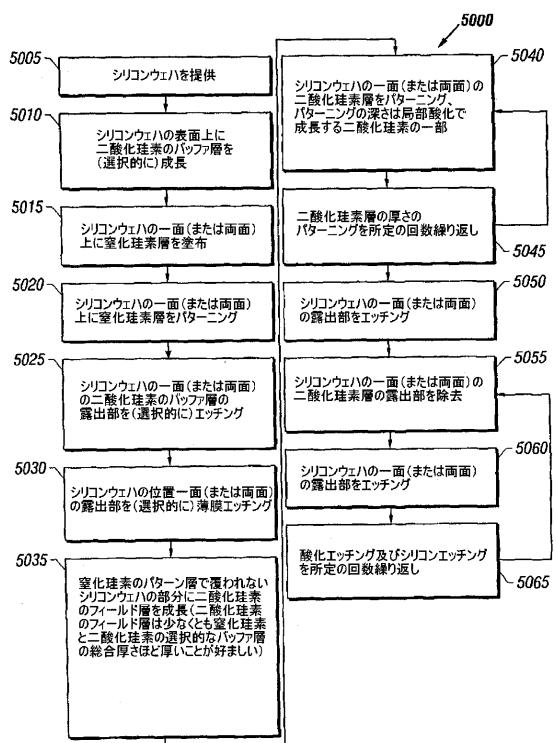
【図 4 9 k】



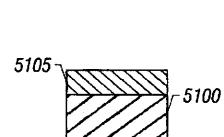
【図 4 9 l】



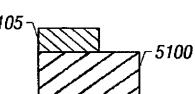
【図 5 0】



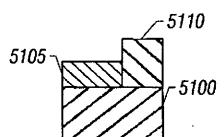
【図 5 1 b】



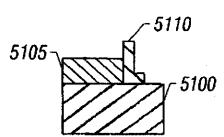
【図 5 1 c】



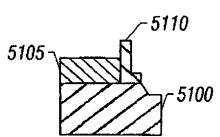
【図 5 1 d】



【図 5 1 e】



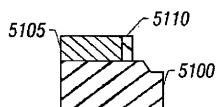
【図 5 1 f】



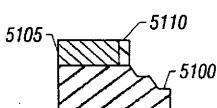
【図 5 1 a】



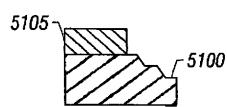
【図 5 1 g】



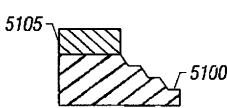
【図 5 1 h】



【図 5 1 i】



【図 5 1 j】



【図 5 1 k】



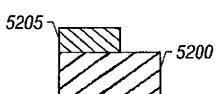
【図 5 2 a】



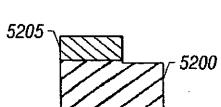
【図 5 2 b】



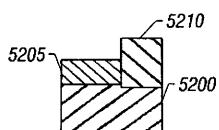
【図 5 2 c】



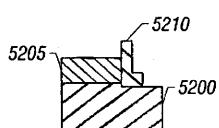
【図 5 2 d】



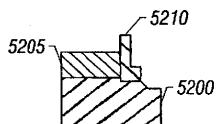
【図 5 2 e】



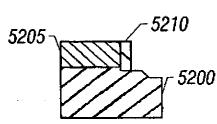
【図 5 2 f】



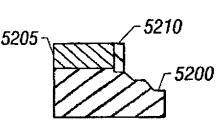
【図 5 2 g】



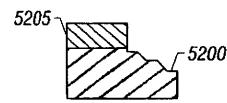
【図 5 2 h】



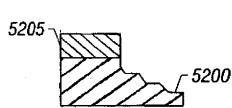
【図 5 2 i】



【図 5 2 j】



【図 5 2 k】



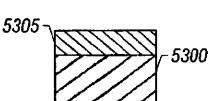
【図 5 2 l】



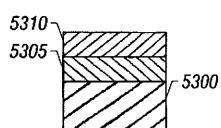
【図 5 3 a】



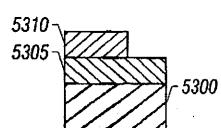
【図 5 3 b】



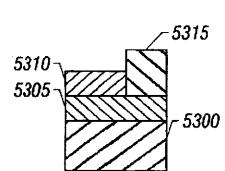
【図 5 3 c】



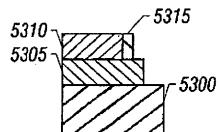
【図 5 3 d】



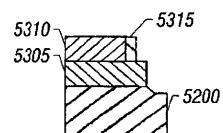
【図 5 3 e】



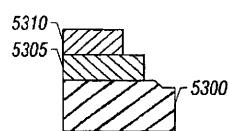
【図 5 3 f】



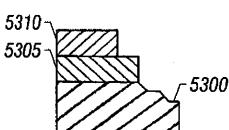
【図 5 3 g】



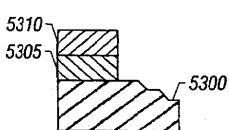
【図 5 3 h】



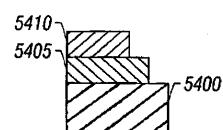
【図 5 3 i】



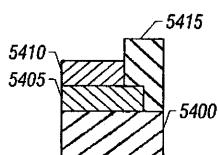
【図 5 3 j】



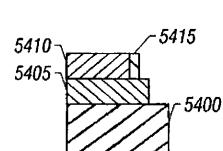
【図 5 4 e】



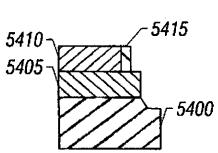
【図 5 4 f】



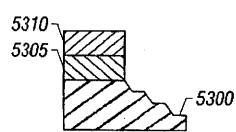
【図 5 4 g】



【図 5 4 h】



【図 5 3 k】



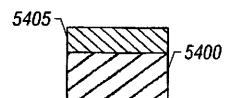
【図 5 3 l】



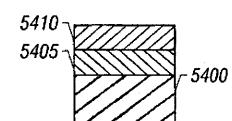
【図 5 4 a】



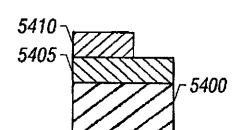
【図 5 4 b】



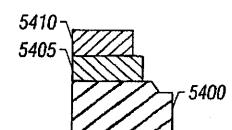
【図 5 4 c】



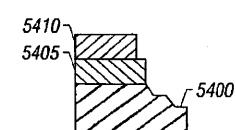
【図 5 4 d】



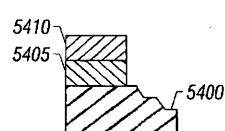
【図 5 4 i】



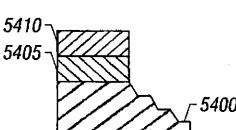
【図 5 4 j】



【図 5 4 k】



【図 5 4 l】



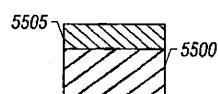
【図 5 4 m】



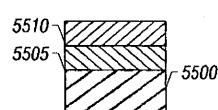
【図 5 5 a】



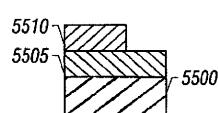
【図 5 5 b】



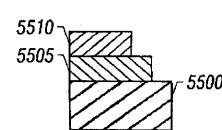
【図 5 5 c】



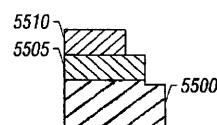
【図 5 5 d】



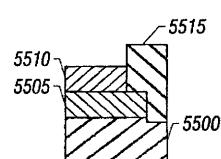
【図 5 5 e】



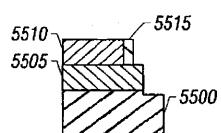
【図 5 5 f】



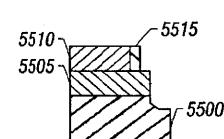
【図 5 5 g】



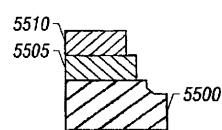
【図 5 5 h】



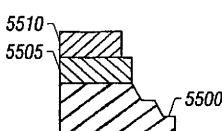
【図 5 5 i】



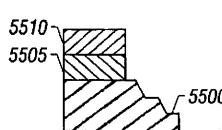
【図 5 5 j】



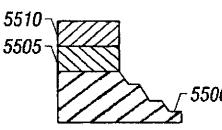
【図 5 5 k】



【図 5 5 l】



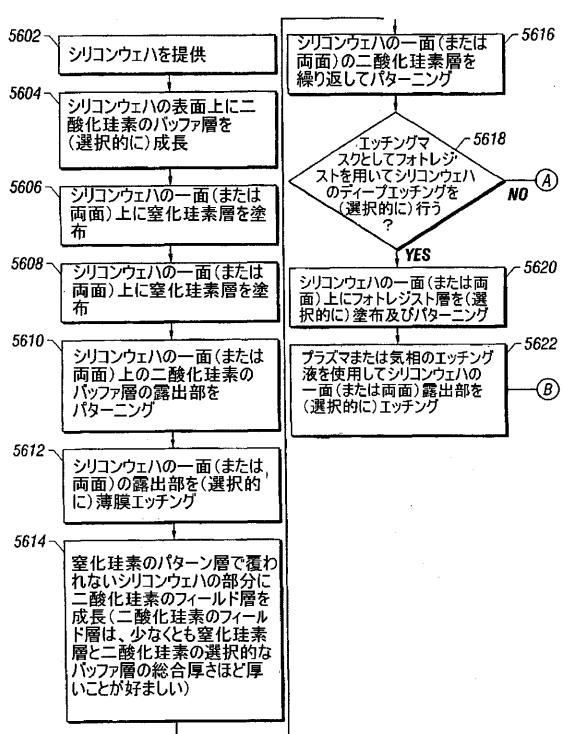
【図 5 5 m】



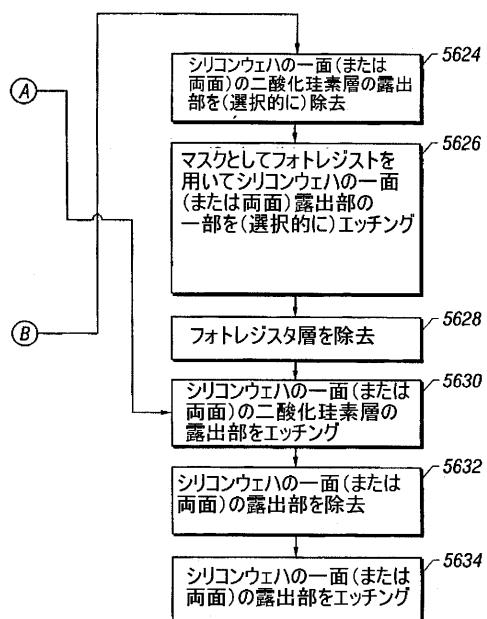
【図 5 5 n】



【図 5 6 a】



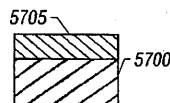
【図 5 6 b】



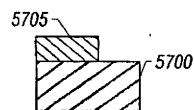
【図 5 7 a】



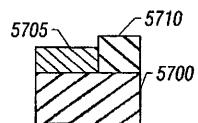
【図 5 7 b】



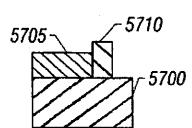
【図 5 7 c】



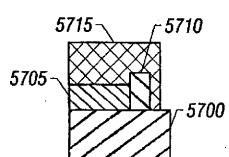
【図 5 7 d】



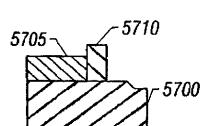
【図 5 7 e】



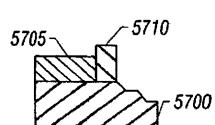
【図 5 7 f】



【図 5 7 h】



【図 5 7 i】



【図 5 7 j】



【図 5 7 k】



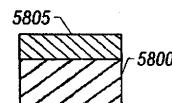
【図 5 7 l】



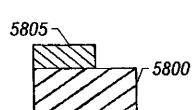
【図 5 8 a】



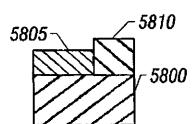
【図 5 8 b】



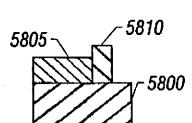
【図 5 8 c】



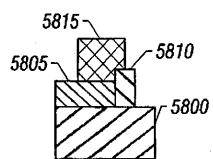
【図 5 8 d】



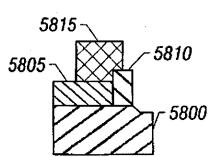
【図 5 8 e】



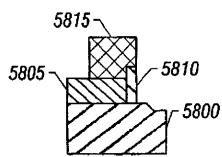
【図 5 8 f】



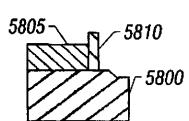
【図 5 8 g】



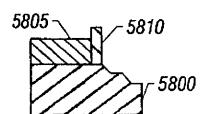
【図 5 8 h】



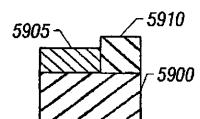
【図 5 8 i】



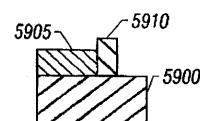
【図 5 8 j】



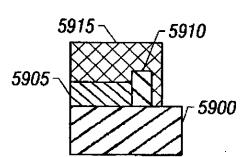
【図 5 9 d】



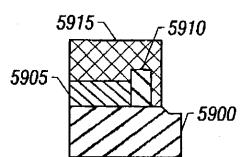
【図 5 9 e】



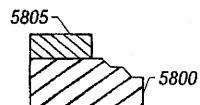
【図 5 9 f】



【図 5 9 g】



【図 5 8 k】



【図 5 8 l】



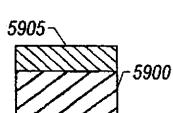
【図 5 8 m】



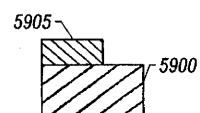
【図 5 9 a】



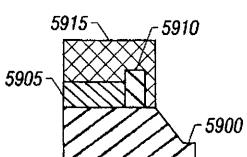
【図 5 9 b】



【図 5 9 c】



【図 5 9 h】



【図 5 9 i】

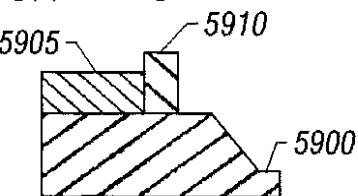


FIG. 59i

【図 5 9 j】

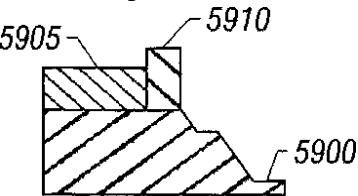


FIG. 59j

【図 59 k】

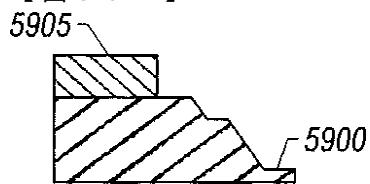


FIG. 59k

【図 59 l】

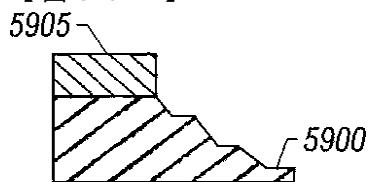


FIG. 59l

【図 59 m】

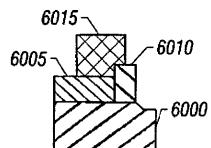


FIG. 59m

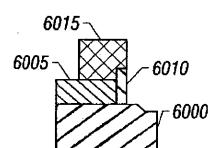
【図 60 a】



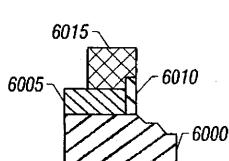
【図 60 g】



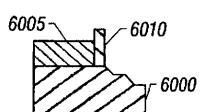
【図 60 h】



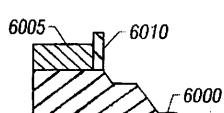
【図 60 i】



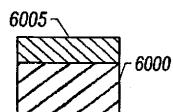
【図 60 j】



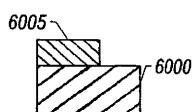
【図 60 k】



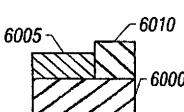
【図 60 b】



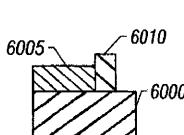
【図 60 c】



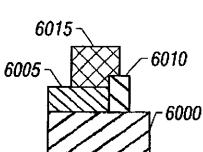
【図 60 d】



【図 60 e】



【図 60 f】



【図 60 l】



【図 60 m】



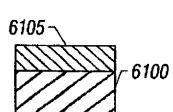
【図 60 n】



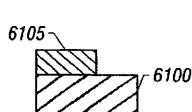
【図 61 a】



【図 61 b】



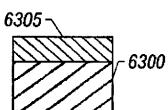
【図 61 c】



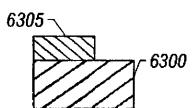
【図 6 3 a】



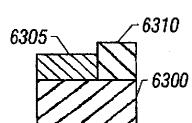
【図 6 3 b】



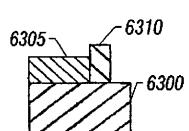
【図 6 3 c】



【図 6 3 d】



【図 6 3 e】



【図 6 3 k】



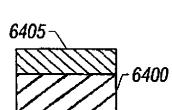
【図 6 3 l】



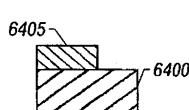
【図 6 4 a】



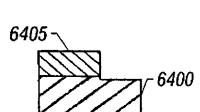
【図 6 4 b】



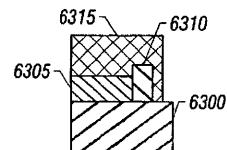
【図 6 4 c】



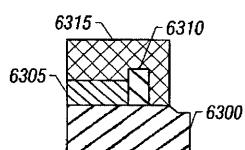
【図 6 4 d】



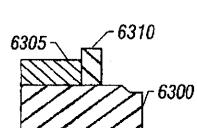
【図 6 3 f】



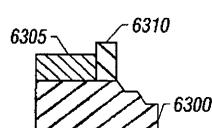
【図 6 3 g】



【図 6 3 h】



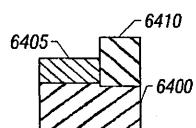
【図 6 3 i】



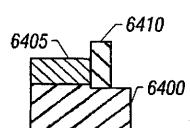
【図 6 3 j】



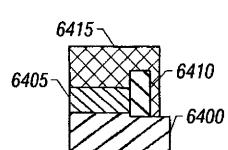
【図 6 4 e】



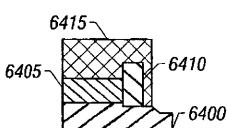
【図 6 4 f】



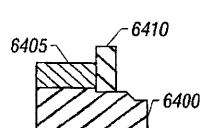
【図 6 4 g】



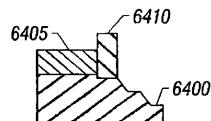
【図 6 4 h】



【図 6 4 i】



【図 64 j】



【図 64 k】



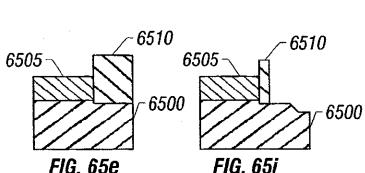
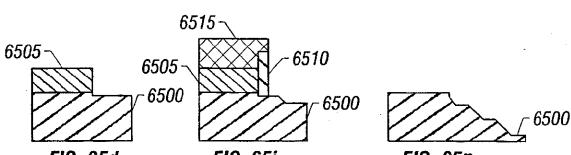
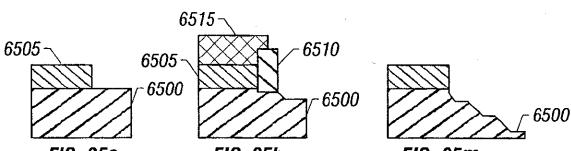
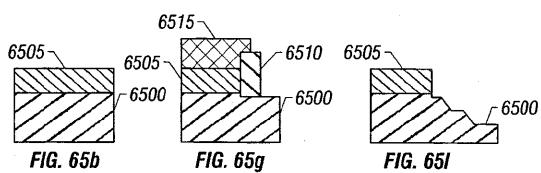
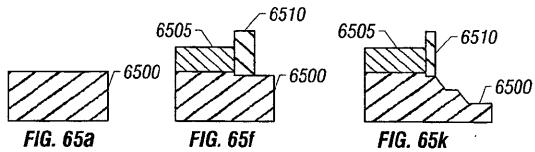
【図 64 l】



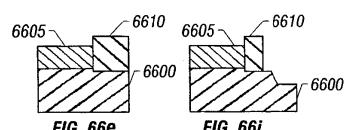
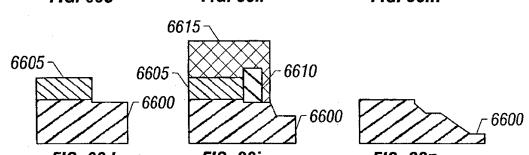
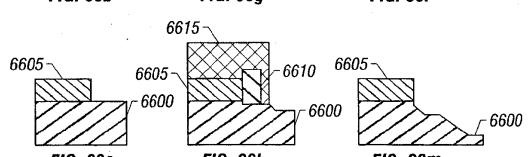
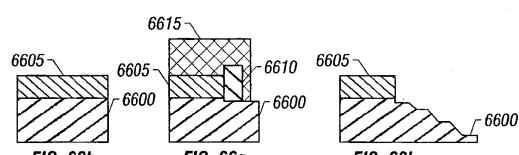
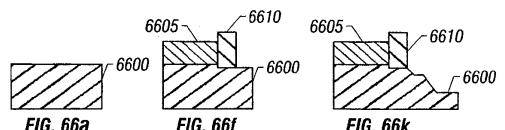
【図 64 m】



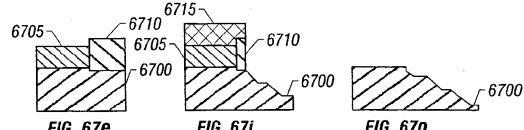
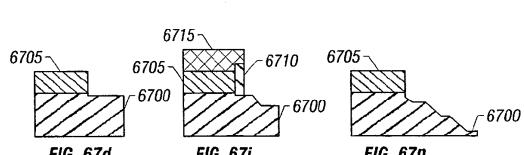
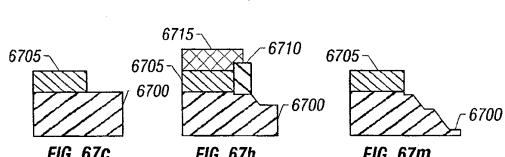
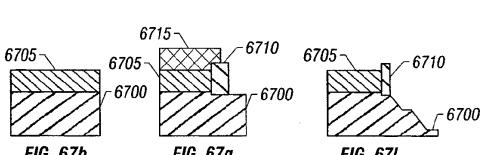
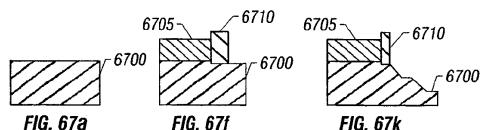
【図 65 a - n】



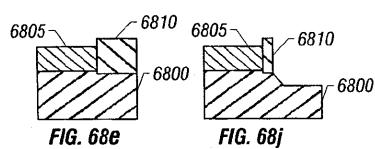
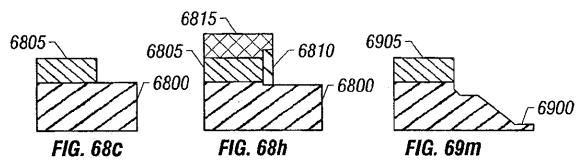
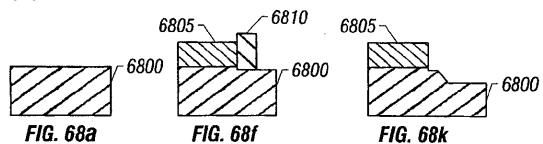
【図 66 a - n】



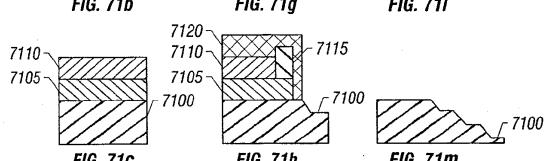
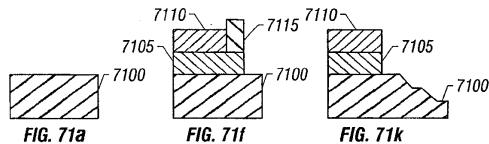
【図 67 a - o】



【図 6.8a - 6.9n】



【図7-1a-m】



The image contains two diagrams labeled FIG. 71d and FIG. 71i. Both diagrams show a cross-section of a component. Each cross-section features a central vertical column with diagonal hatching. To the left of this column is a horizontal rectangular block with diagonal hatching, labeled 7105 above and 7110 below. To the right of the central column is another horizontal rectangular block with diagonal hatching, labeled 7100 below and 7115 above. FIG. 71d shows a simple connection where the right block sits directly on top of the left block. FIG. 71i shows a more complex connection where the right block is offset to the right, creating a stepped profile.

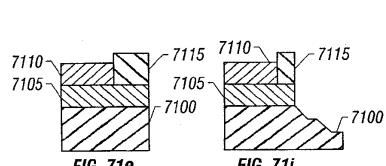
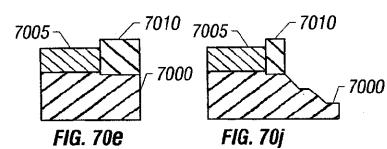
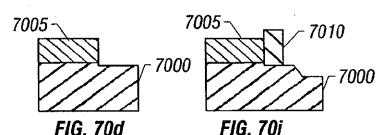
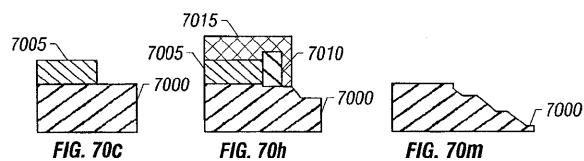
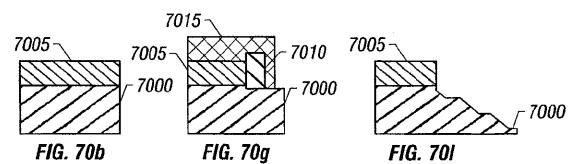
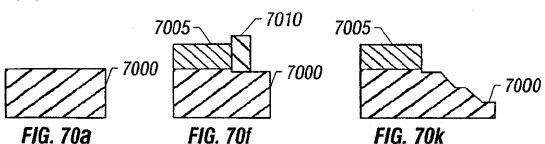
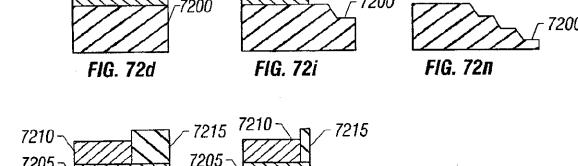
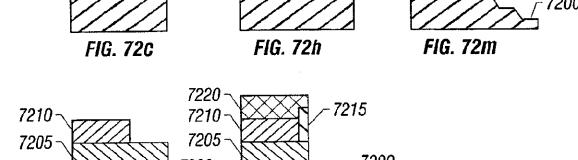
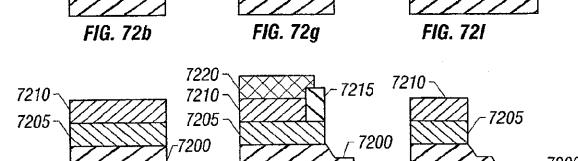
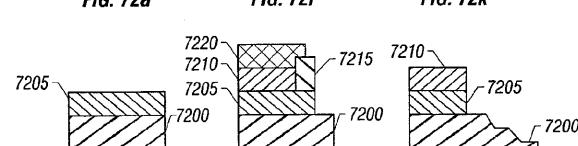
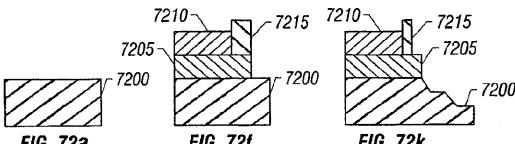


Fig. 7f
Fig. 7g

【図70a-m】

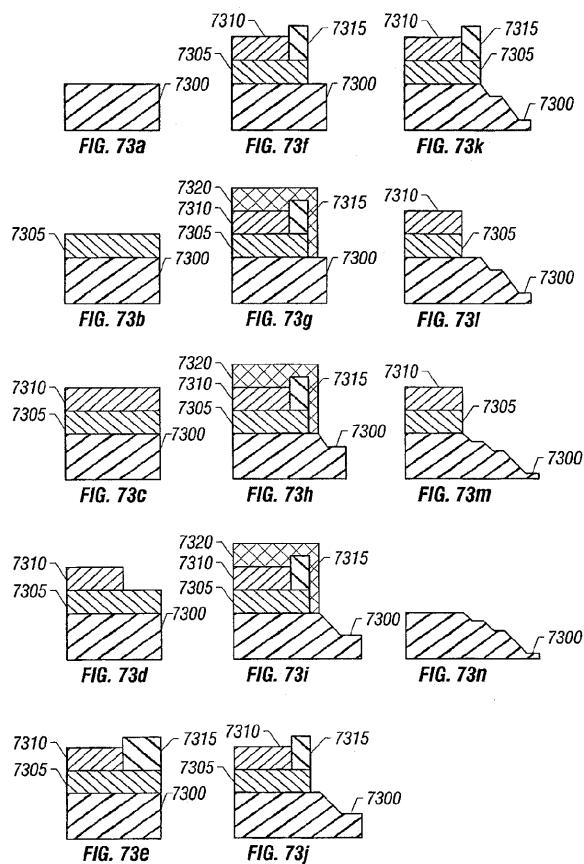


【図7.2.a-n】

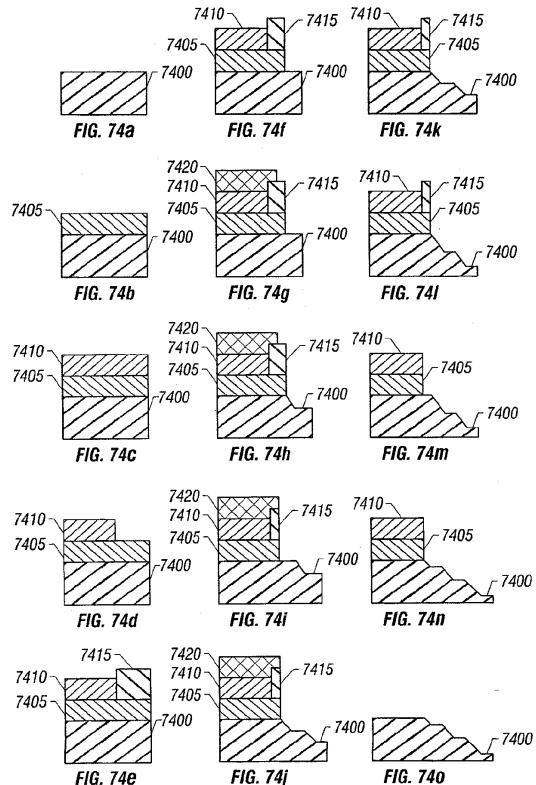


A diagram consisting of three vertical columns of diagonal hatching. The first column has a label '7200' at its base. The second column has a label '7200' at its top. The third column has a label '7200' at its base.

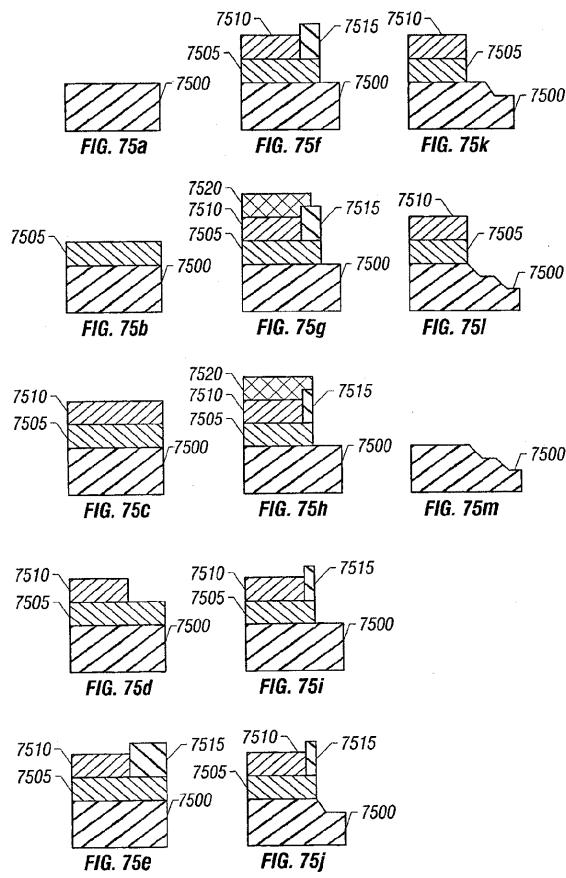
【図 7 3 a - n】



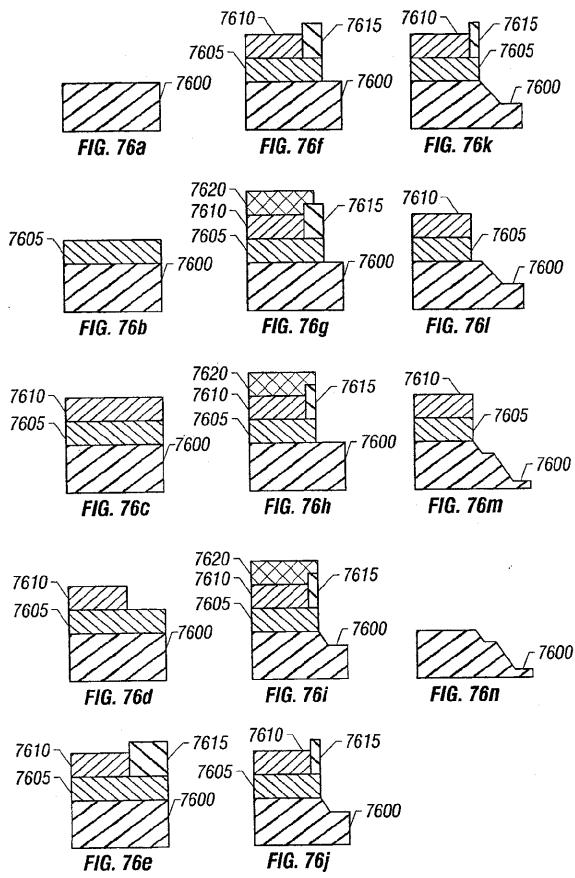
【図 7 4 a - o】



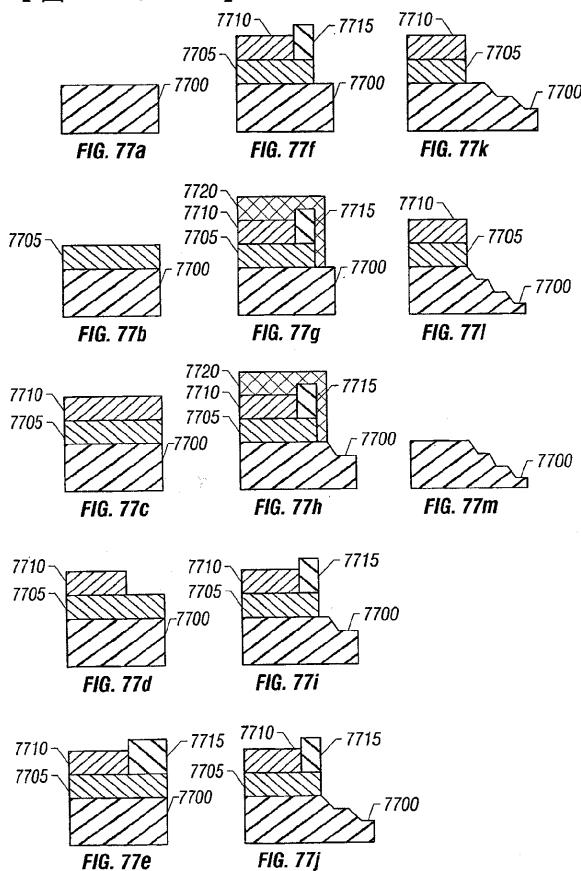
【図 7 5 a - m】



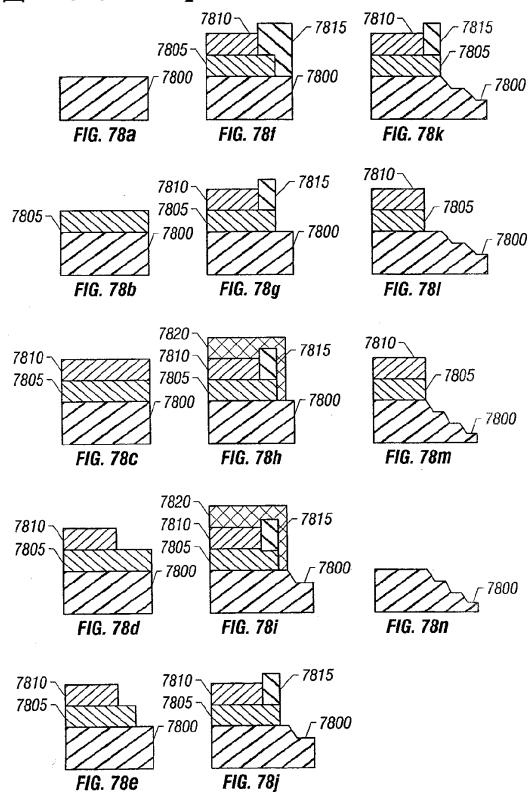
【図 7 6 a - n】



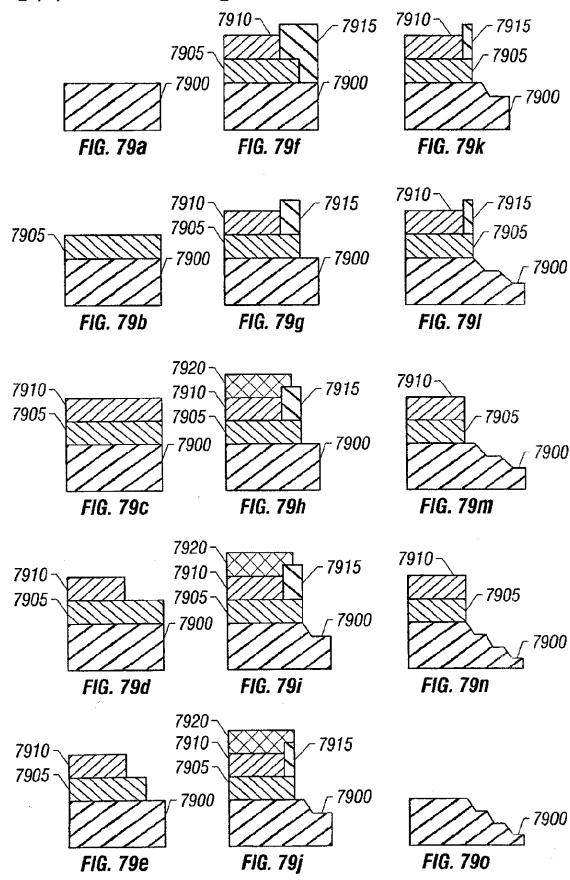
【図 7 7 a - m】



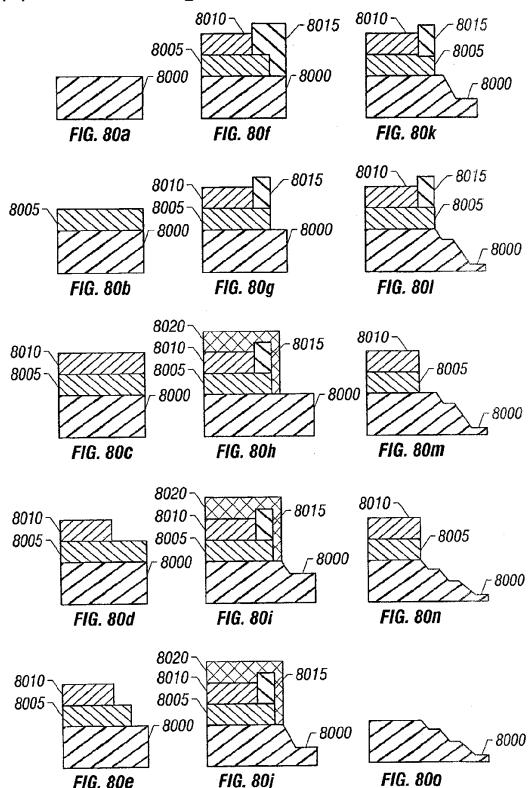
【図 7 8 a - n】



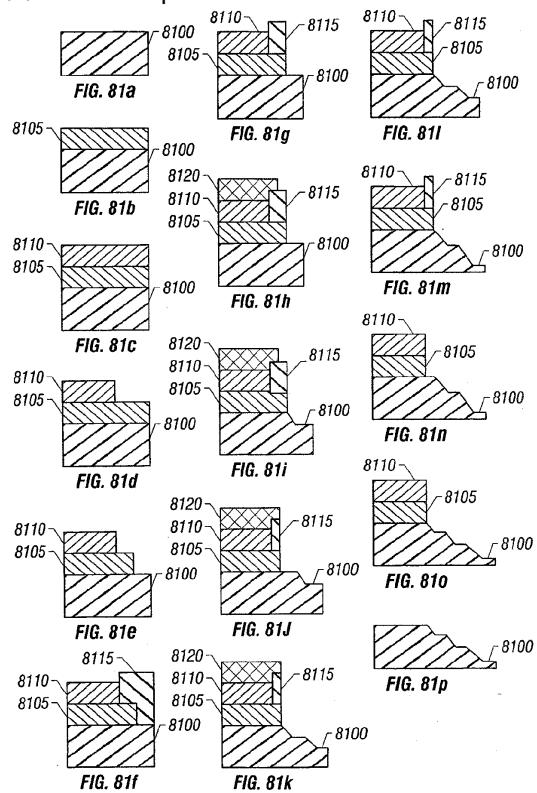
【図 7 9 a - o】



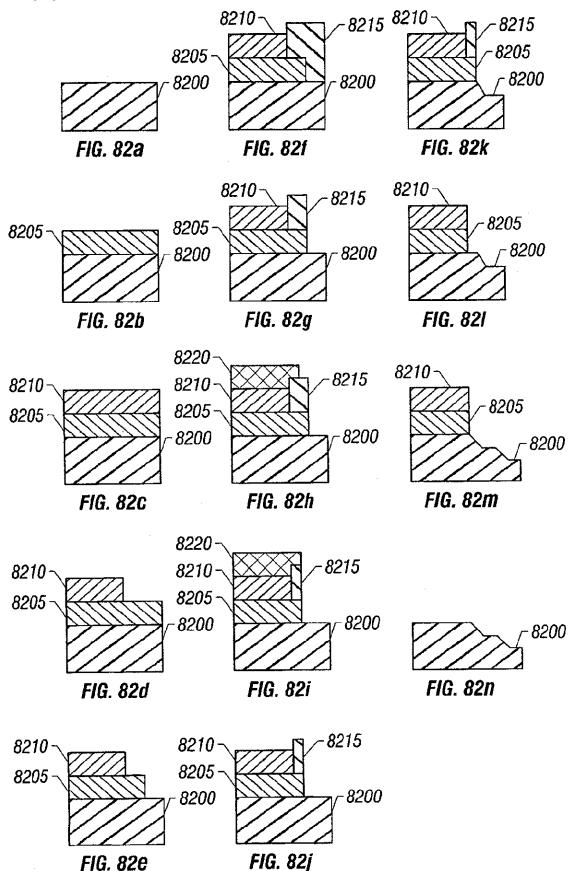
【図 8 0 a - o】



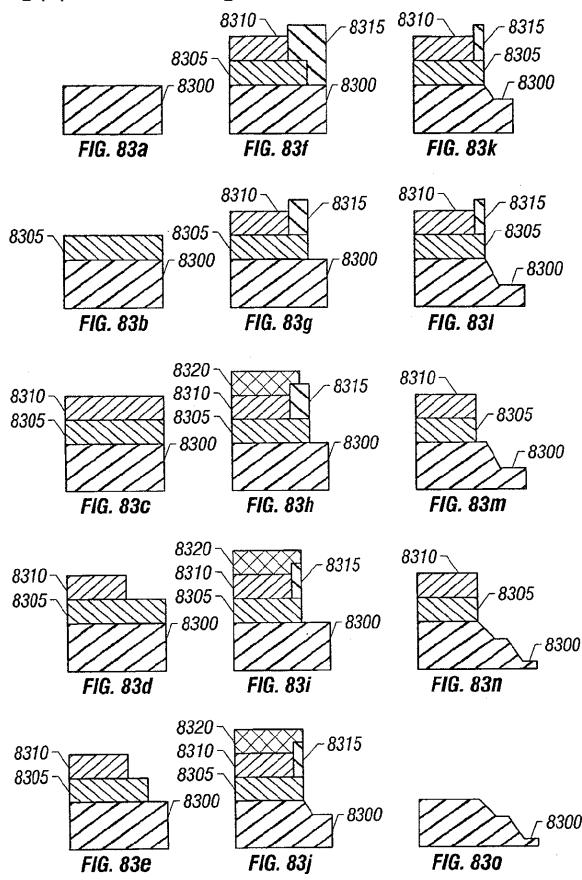
【図 8 1 a - p】



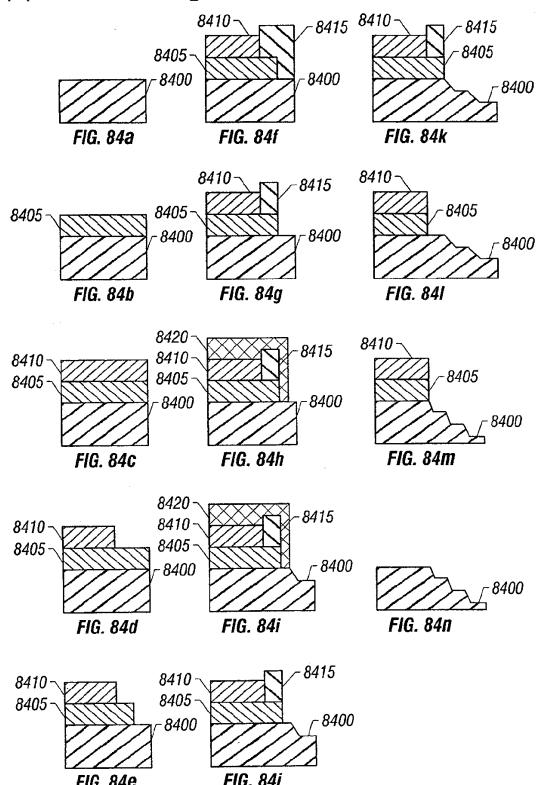
【図 8 2 a - n】



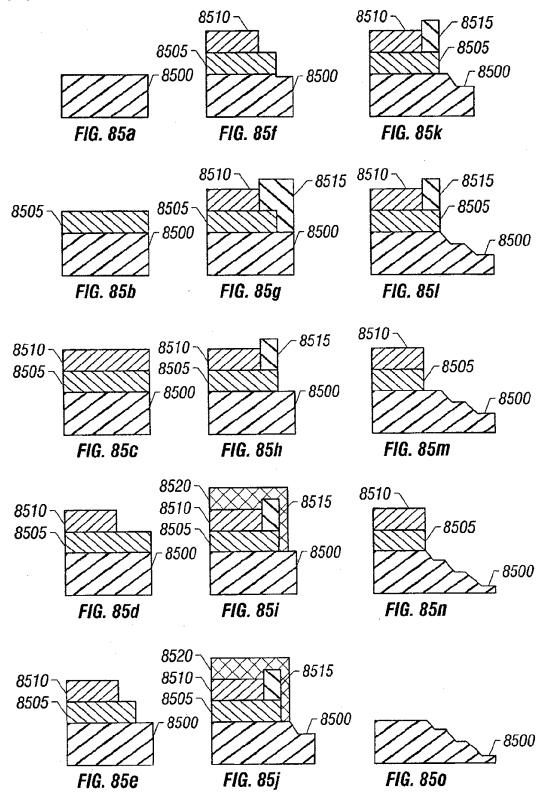
【図 8 3 a - o】



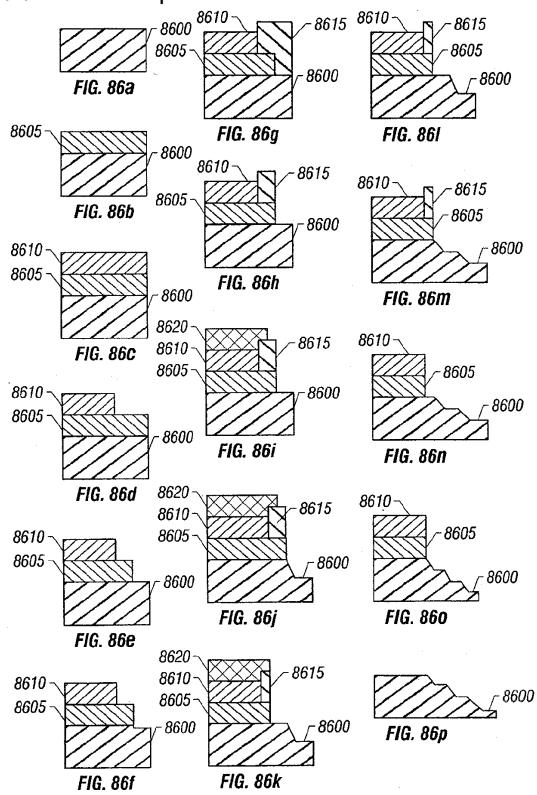
【図 8 4 a - n】



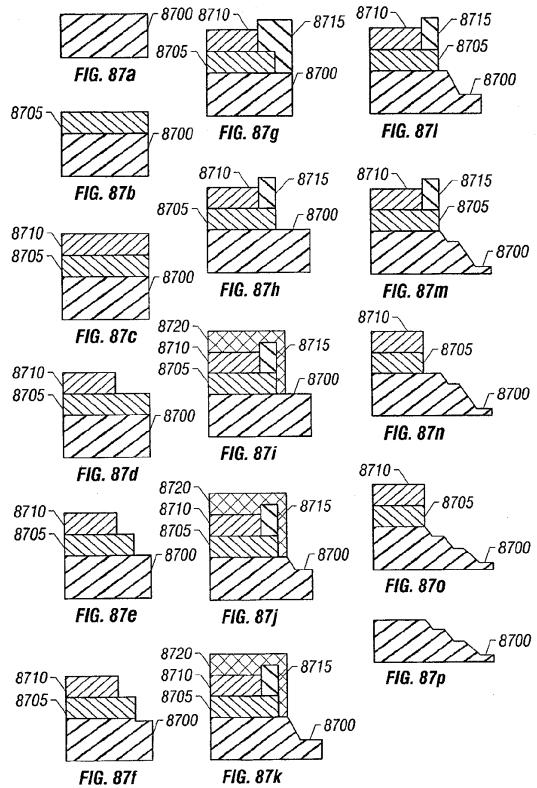
【図 8.5 a - o】



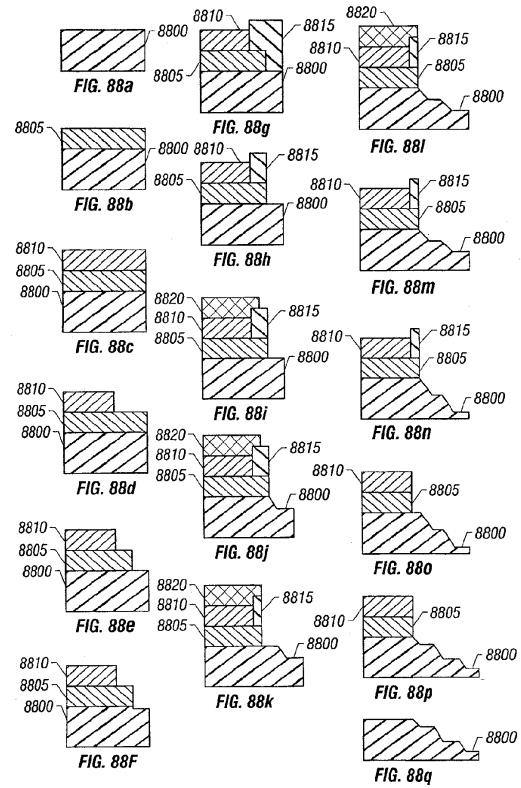
【図 8 6 a - p】



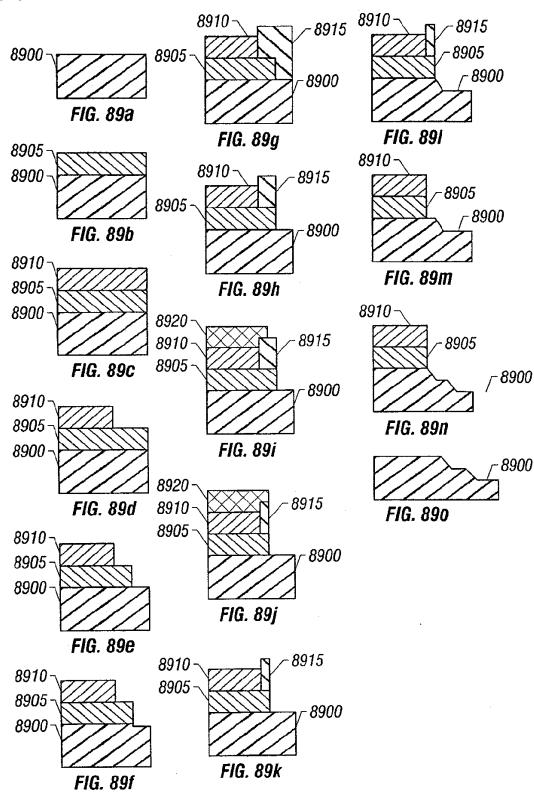
【図 8.7 a - p】



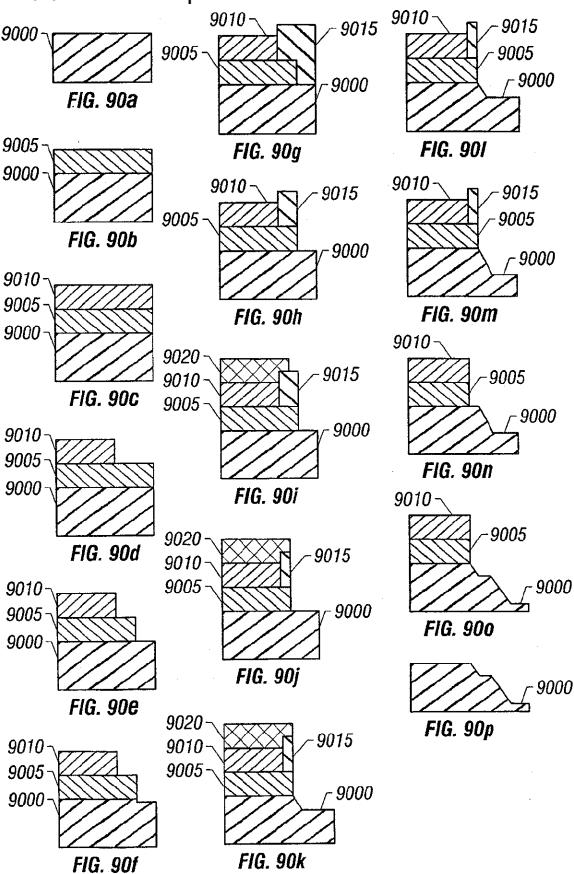
【図 8.8 a - q】



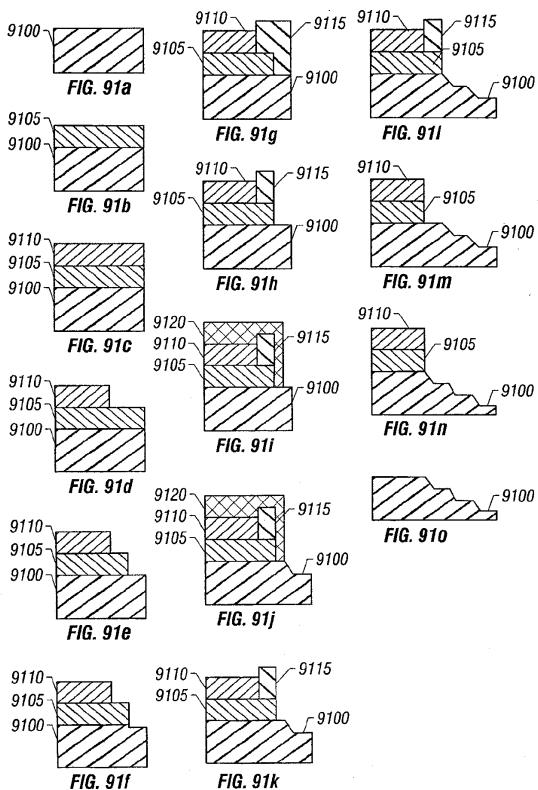
【図 89 a - o】



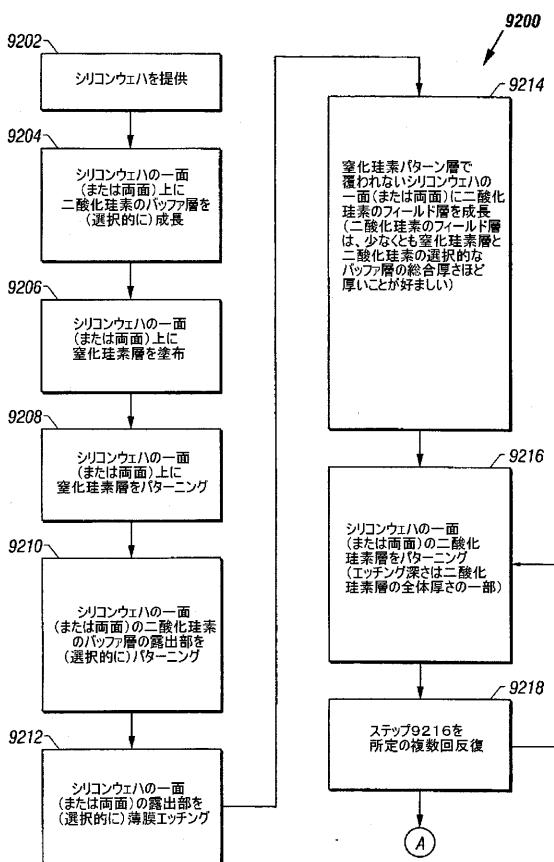
【図 90 a - p】



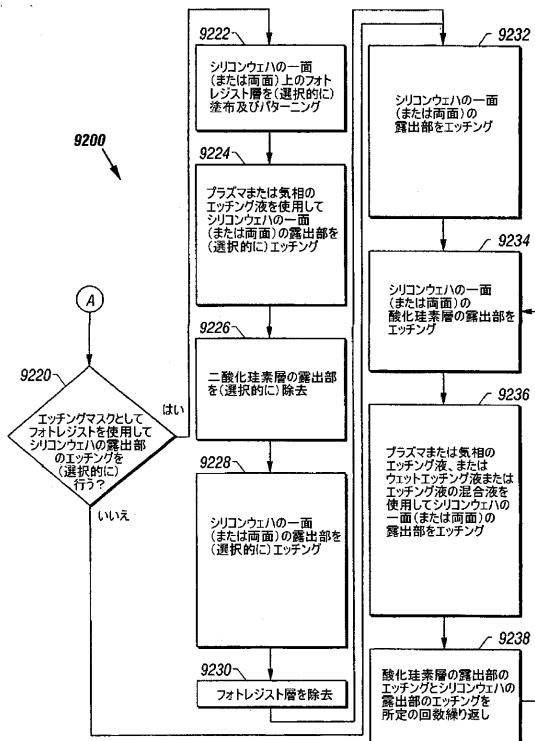
【図 91 a - o】



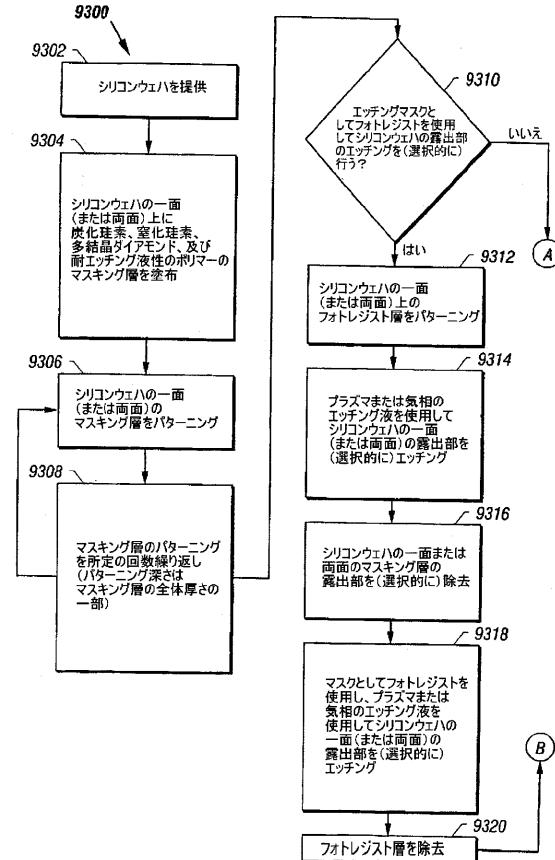
【図 92 a】



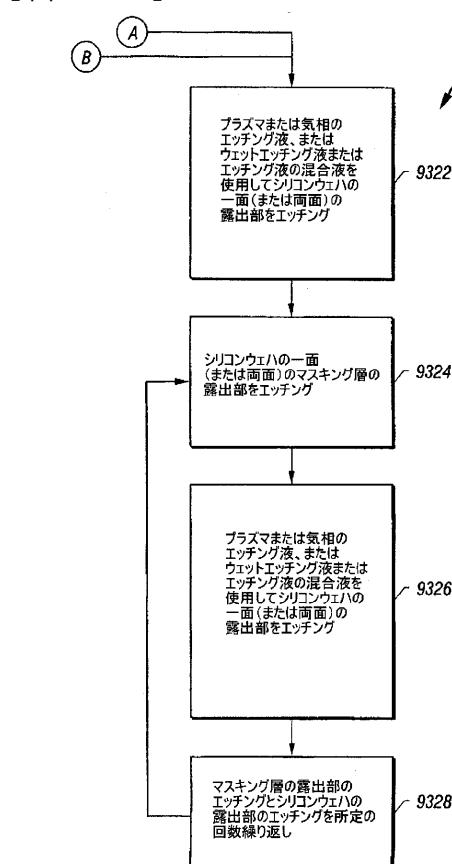
【図92b】



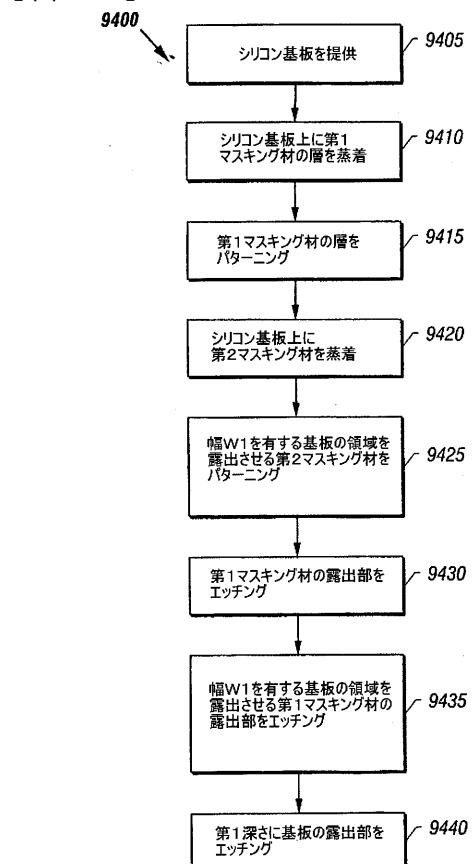
【図93a】



【図93b】



【図94】



【図95a-d】



FIG. 95a

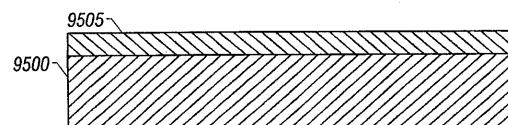


FIG. 95b

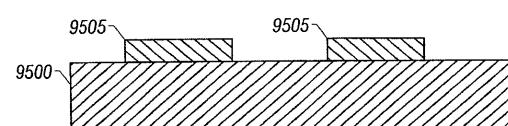


FIG. 95c

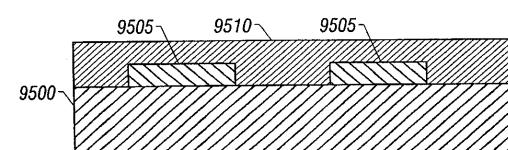


FIG. 95d

【図95e-h】

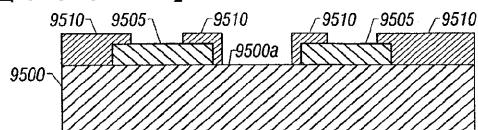


FIG. 95e

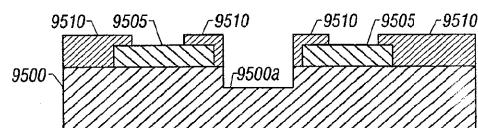


FIG. 95f

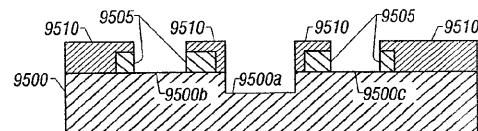


FIG. 95g

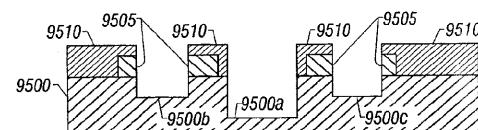
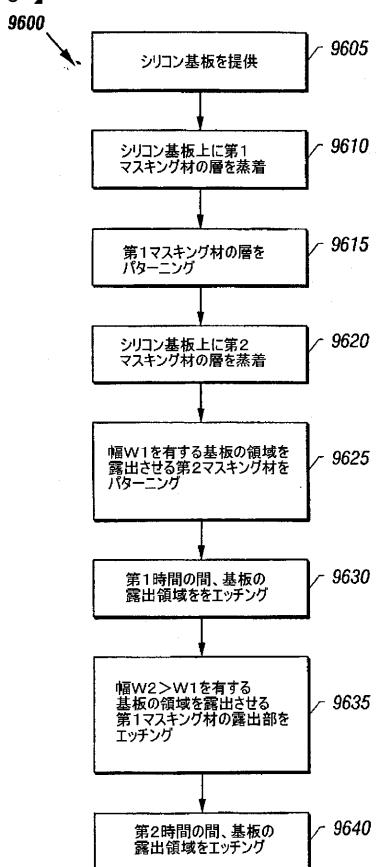


FIG. 95h

【図96】



【図97a-d】



FIG. 97a

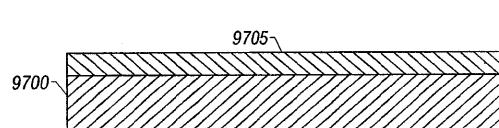


FIG. 97b

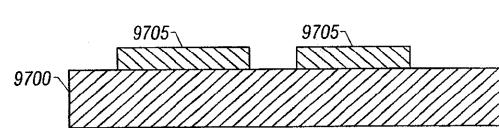


FIG. 97c

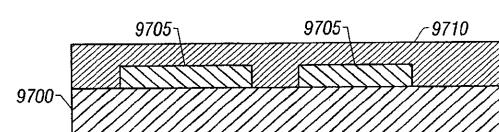


FIG. 97d

【図 97E - H】

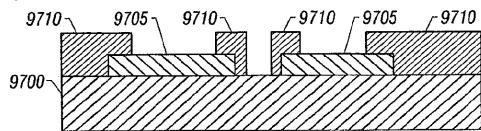


FIG. 97E

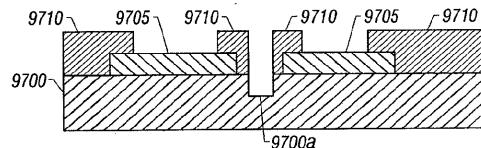


FIG. 97F

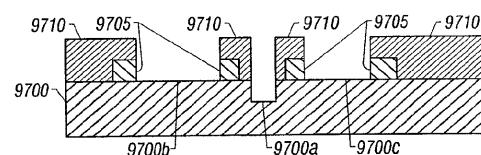


FIG. 97G

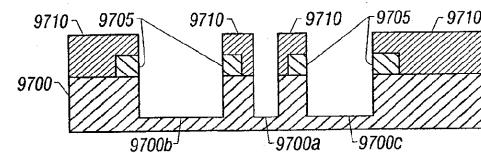


FIG. 97H

フロントページの続き

(74)代理人 100096943
弁理士 白井 伸一

(74)代理人 100091889
弁理士 藤野 育男

(74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫

(74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久

(74)代理人 100102808
弁理士 高梨 憲通

(74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光

(74)代理人 100107401
弁理士 高橋 誠一郎

(74)代理人 100106183
弁理士 吉澤 弘司

(72)発明者 ユ, リアンゾーン
アメリカ合衆国 98005 ワシントン ベレヴウ, エヌイー ナインス ブレイス 1390
6, アパートメント ナンバー エ-2

(72)発明者 ライド, ロバート ピー.
アメリカ合衆国 77477-2622 テキサス, スタフォード, グローヴ ウエスト ブール
ヴァード 5010, ナンバー 1602

(72)発明者 ゴールドバーグ, ハワード, ディー.
アメリカ合衆国 77479 テキサス, シュガーランド, コロニー クロッシング ドライヴ
3007

(72)発明者 ユ, デュリ
アメリカ合衆国 77478 テキサス, シュガーランド, レキシントン ブールヴァード ナン
バー301 15700

審査官 太田 良隆

(56)参考文献 特開昭63-280424(JP, A)
特開昭51-046879(JP, A)
特開平10-269541(JP, A)
米国特許第5738757(US, A)
特開平04-261862(JP, A)
特開平07-001737(JP, A)
特開平07-128363(JP, A)
特開平10-096744(JP, A)
特開平11-083886(JP, A)
特開平06-026961(JP, A)
特開平11-118642(JP, A)
特開平04-076959(JP, A)
特開平11-045874(JP, A)
特表2003-502161(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B81B 1/00 - 7/04

B81C 1/00 - 99/00

G02B26/00 - 26/10

H01L21/302

21/306- 21/308

21/461

21/465- 21/467