

(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. F I  
**B 8 1 C 1/00 (2006.01)** B 8 1 C 1/00  
**G O 2 B 26/10 (2006.01)** G O 2 B 26/10 1 O 4 Z

請求項の数 53 (全 136 頁)

(21) 出願番号	特願2001-509997 (P2001-509997)	(73) 特許権者	598126782
(86) (22) 出願日	平成12年7月13日(2000.7.13)		アイオーエヌ ジオフィジカル コーポレ ーション
(65) 公表番号	特表2003-504221 (P2003-504221A)		アメリカ合衆国 77042-2839
(43) 公表日	平成15年2月4日(2003.2.4)		テキサス, ヒューストン, シティウエスト ブルバード 2105, スイート 4 OO
(86) 国際出願番号	PCT/US2000/019127	(74) 代理人	100094112
(87) 国際公開番号	W02001/004638		弁理士 岡部 譲
(87) 国際公開日	平成13年1月18日(2001.1.18)	(74) 代理人	100064447
審査請求日	平成19年6月15日(2007.6.15)		弁理士 岡部 正夫
(31) 優先権主張番号	09/352,025	(74) 代理人	100085176
(32) 優先日	平成11年7月13日(1999.7.13)		弁理士 加藤 伸晃
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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

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、

10

を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【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ンニングし、
- ( 5 ) 前記第 1 マスキング材層をパターンニングし、
- ( 6 ) 前記基板の露出部を薄くエッチングし、
- ( 7 ) パターン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ンニングし、
- ( 9 ) 前記基板の露出部をエッチングし、
- ( 1 0 ) 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、
- ( 1 1 ) 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。

10

【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。

20

【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含む請求項 1 4 に記載の方法。

30

【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ンニングし、
- ( 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ンニングし、
- ( 6 ) 前記基板の露出部をエッチングし、
- ( 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チングし、
- ( 8 ) 前記基板の露出部をエッチングし、
- ( 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。

40

【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チ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チングし、前記基

50

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 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チ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チングし、  
 ( 9 ) 前記基板の露出部をエッチングし、  
 ( 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チングし、  
 ( 11 ) 前記基板の露出部をエッチングし、  
 ( 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。

30

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チ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。

50

## 【請求項 3 4】

前記基板の露出部は薄くエッチングされる、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。

## 【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。

10

## 【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チングする、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チ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チングし、前記第 2 マスキング材層の露出部をエッチ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チ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チングし、前記第 2 マスキング材層の露出部をエッチングし、前記基板の露出部をエッチ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チ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チングし、前記基板の露出部をエッチ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】

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。

30

【 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チ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チングの深さより大きいエッチングの深さの変化を達成するように、基板をエッチングすることが特に好ましい。基板のエッチ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、エッチ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 1 0 0 0 % 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把持できなくなる。

【 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。

【 0 0 0 7 】

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。

【 0 0 0 8 】

( 発明の要約 )

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。

【 0 0 0 9 】

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。

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

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。

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

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

10

20

30

40

50

材層の総合厚さほど厚い第3マスクング材層を塗布し、第1及び第3マスクング材層をパターンニングし、基板の露出部をエッチングし、第1及び第3マスク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マスクング材層を塗布し、第1マスクング材層をパターンニングし、第1マスクング材のパターン層上に第2マスクング材層を塗布し、第2マスクング材層をパターンニングし、基板の露出部をドライエッチングし、第1マスク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マスクング材層を塗布し、(3)第1マスクング材層をパターンニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスクング材層ほど厚い第2マスクング材層を塗布し、(5)第2マスクング材層の厚さ部を複数回パターンニングし、(6)基板の露出部をエッチングし、(7)第2マスク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マスクング材層を塗布し、(3)第1マスクング材層をパターンニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスクング材層ほど厚い第2マスクング材層を塗布し、(5)第2マスクング材層をパターンニングし、(6)基板上に第3マスクング材層を塗布し、(7)第3マスクング材層をパターンニングし、(8)第3マスク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マスク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マスクング材層を塗布し、(3)第1マスクング材層をパターンニングし、(4)基板の露出部上に、少なくとも第1マスクング材層ほど厚い第2マスクング材層を塗布し、(5)第2マスクング材層の厚さ部を複数回パターンニングし、(6)基板上に第3マスクング材層を塗布し、(7)第3マスクング材層をパターンニングし、(8)第3マスク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マスク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マスクング材層を塗布し、(3)第1マスクング材層の厚さ部を複数回パターンニングし、(4)基板上に第2マスクング材層を塗布し、(5)第2マスクング材層をパターンニングし、(6)第2マスク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マスク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マスクング材層を塗布し、第1マスクング材層をパターンニングし、第1マスクング材のパターン層上に第2マスクング材層を塗布し、第2マスクング材層をパターンニングし、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マスク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チ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チングを含む、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、基板上に耐エッチ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ク層を生成する方法が提供される。

【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チ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エッチング工程から第１エッチ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。

【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。

【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（clipping）を最小化するための一つ以上のテーパ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。

【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

10

20

30

40

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130及びメモリ装置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イ155のようなデータディスプレイ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。

10

#### 【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 ミクロンだけ重畳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、いずれもテーパエッジ 350a と 350b を含む (図 5)。テーパエッジ 350a と 350b のテーパ角度は、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 of the 半分である約 2000 g / 0.5 ms 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  $\mu\text{m}^2$  ないし 160,000  $\mu\text{m}^2$  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ねじり運動をする。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、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  $8 \times 10^6$  ないし  $1 \times 10^9 \mu m^3$  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  $T = m g \cdot h / 2$  であり、ここで、 $m g$  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 の大きさや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  $\theta$  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 2500 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  $2 \times 10^{-9}$  ないし  $10 \times 10^{-7} \text{ lbf} \cdot \text{ft} / \text{radian}$  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  $2 \times 10^{-8}$  ないし  $10 \times 10^{-8} \text{ lbf} \cdot \text{ft} / \text{radian}$  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

50

500ないし4500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。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。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。

#### 【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。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 $\mu\text{m}^2$ ないし240,000 $\mu\text{m}^2$ の断面積を提供するので、サイン波入力半分である約2000g/0.5m/s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。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 6 2 0 と 6 2 2 を収容する。

【 0 0 5 3 】

開口 6 2 4 の中央部 6 4 0 の壁は、例えば、約 3 0 ないし 1 5 0 ミクロンの距離だけミラー収集板 6 1 0 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 6 2 4 の中央部 6 4 0 の壁は、ミラー収集板 6 1 0 の x 方向と y 方向移動を最適に最小化するために、約 6 0 ないし 1 0 0 ミクロンの距離だけミラー収集板 6 1 0 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 6 1 0 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 6 1 0 と開口 6 2 4 の中央部 6 4 0 との間の間隙は、約 1 5 ないし 4 5 ミクロンの y 方向間隔、及び約 5 0 ないし 1 8 0 ミクロンの x 方向間隔を提供するので、ミラー収集板 6 1 0 上の衝撃荷重を最適に制限することができる。

10

【 0 0 5 4 】

導電層 6 2 6 は、好ましくはミラー 2 1 0 の上部面の外周部に連結される。導電層 6 2 6 は、好ましくは導電性電気通路を提供する。導電層 6 2 6 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 6 2 6 は、金で製造される。好ましい実施例において、導電層 6 2 6 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。

【 0 0 5 5 】

ミラー 2 1 0 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 2 1 0 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

【 0 0 5 6 】

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 6 1 0 は、T 字状ヒンジ 6 1 2 と 6 1 4 により周囲の支持フレーム 6 0 0 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 6 1 6、6 1 8、6 2 0 及び 6 2 2 は、ミラー収集板 6 1 0 に対してオーバーシング保護を提供する。好ましい実施例において、深さが 2 0 0 ミクロンの異方性のディップ反応性イオンエッチング ( D R I E ) 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 6 1 0 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 6 0 2、6 0 4、6 0 6 及び 6 0 8 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 D R I E が基板のディップ反応性イオンエッチ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、D R I E 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, 4 9 8, 3 1 2 号と第 5, 5 0 1, 8 9 3 号に開示されたものとして提供される。T 字状ヒンジ 6 1 2 と 6 1 4 は、好ましくは収集板 6 1 0 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 6 1 0 は、フレーム 6 0 2、6 0 4、6 0 6 及び 6 0 8 により衝撃停止すると同時に、T 字状ヒンジ 6 1 2 と 6 1 4 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 6 1 2 と 6 1 4 は、X 軸と Y 軸方向に比較的従属的ながらも軸 6 3 0 を中心とする回転運動に対して充分の剛性を有して、ミラー収集板 6 1 0 の共振周波数を達成することができる。

30

40

【 0 0 5 7 】

したがって、本発明の好ましい実施例で、ミラー収集板 6 1 0 は、一対のヒンジ 6 1 2 と 6 1 4 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 6 3 0 を中心とするミラー収集板 6 1 0 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 6 4 6 とフレーム 6 0 1 との間の間隙または間隔 6 4 7 は、ミラー収集板 6 1 0 の y 方向移動を許容する反面に、停止部材 6 1 6、6 1 8、6 2 0 及び 6 2 1 とフレーム 6 0 1 との間の間隔 6 1 1 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 6 4 4 と 6 2 8 は、ミラー収集板 6 1 0 が z 方向に移動でき

50

るようにする。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るか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ミクロンエッチングされ、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チ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の中央でエッチングされた空洞720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

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

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、上部移動ストッパ部材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ミクロンだけ重畳するように選択される。

10

#### 【0064】

下部移動ストッパ部材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。下部移動ストッパ部材1020は、前述した上部移動ストッパ部材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、電氣的接続が導電層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 $3 \times 10^6$ 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13

50

35は、左支持部材1330と実質的に同一である。

【0079】

好ましい実施例において、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の上部面の外周部周りに延長する。導電層1340は、好ましくはミラー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。好ましい実施例において、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。好ましい実施例において、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、好ましくは駆動パッド電極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の外周部周りの金属リング1340は、好ましくはベース部材220と下部キャップ215との間に電氣的接触を提供する。好ましい実施例において、ウェハ接着工程は、好ましくは下部キャップ215がミラー収集板610と直接電氣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、好ましくはベース部材220を用いて電氣的に接近、制御及び監視されることができる。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の裏面上の電氣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/重畳を最小化する。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、テーパ壁を含む。好ましい実施例において、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。好ましい実施例において、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間隙は、-14°ないし+14°E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 6 1 0 と移動ストッパー部材 3 2 0 と 1 0 2 0 との間の間隙は、約 2 0 ないし 6 0 ミクロンである。

【 0 0 8 7 】

図 1 8 に示すように、上部キャップ 2 0 5 の移動ストッパー突起 3 1 0 と 3 2 0 は、ミラー 2 1 0 を z 軸衝撃から保護すると共に、ミラー収集板 6 1 0 のシャドーイング / 重畳を最小化し、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 3 1 0 と 3 2 0 は、好ましくは上部キャップ 2 0 5 から約 2 0 ないし 6 0 ミクロン程度凹設されており、これは、ミラー収集板 6 1 0 と移動ストッパー突起 3 1 0 と 3 2 0 との間の間隙を z 方向に約 2 0 ないし 6 0 ミクロンに設定する。上部キャップ 2 0 5 の内周部周りのテーパー壁は、好ましくはミラー収集板 6 1 0 が平面を外して回転される入力衝撃の間、ミラー収集板 6 1 0 を捕獲するためのものである。上部キャップ 2 0 5 の左及び右リムカットアウト 3 3 0 と 3 4 0 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 2 1 5 の移動ストッパー突起 1 0 1 0 と 1 0 2 0 は、好ましくはミラー収集板 6 1 0 を z 軸から保護すると共に、駆動パッド電極 1 3 1 0 と 1 3 1 5 の表面積を最大化させる。下部キャップ 2 0 5 と 2 1 5 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 6 1 0 を抑制させると共に、軸 6 3 0 を中心とするミラー収集板 6 1 0 のねじり回転を促進させる。また、下部キャップ 2 1 5 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 1 0 2 5、1 0 4 0、1 0 4 5 及び 1 0 5 0 を含む。

【 0 0 8 8 】

図 6、図 6 a、図 6 b 及び図 6 c に示すように、T 字状ヒンジ 6 1 2 と 6 1 4 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 6 1 0 は、振動と衝撃荷重から最適に保護される。

【 0 0 8 9 】

これから図 1 9 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 1 1 0 の追加的な形態を説明する。センサー組立体 1 1 0 の例示的な用例において、入射レーザー光線 A は、4 5 ° の角度にミラー収集板 6 1 0 に指向され、反射光 B を発生させる。± 1 0 ° 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 2 0 5 のテーパー壁とリムカットアウト 3 3 0 と 3 4 0 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。

【 0 0 9 0 】

図 1 8 と 1 9 に示すように、下部キャップ 2 1 5 のテーパー壁は、ミラー収集板 6 1 0 に対する最適の衝撃保護を提供し、上部キャップ 2 0 5 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 2 0 5 のリムカットアウト 3 3 0 と 3 4 0 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。

【 0 0 9 1 】

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

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、一对の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对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 $2 \times 10^{-9}$ ないし $10 \times 10^{-7} \text{ lbf} \cdot \text{ft} / \text{radian}$ 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、対向配置された一对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、テーパ壁を含む。好ましい実施例において、テーパ壁のテーパ角度は、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、テーパ壁を含む。好ましい実施例において、テーパ壁のテーパ角度は、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、テーパ壁を含む。好ましい実施例において、テーパ壁のテーパ角度は、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

10

20

30

40

50

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。

#### 【 0 0 9 2 】

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对の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、対向配置された一对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 1 5 ないし 1 8 0 ミクロンである。好ましい実施例において、一对の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对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 5 0 0 ないし 2 0 0 0 ミクロン及び 2 0 0 ないし 6 0 0 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 2 0 0 ないし 2 5 0 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 5 0 0 ないし 4 5 0 0 ミクロン、1 0 ないし 1 0 0 ミクロン及び 1 0 ないし 1 0 0 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 4 0 0 ないし 1 8 0 0 ミクロン、2 0 ないし 3 5 ミクロン及び 2 ないし 3 5 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  $2 \times 10^{-9}$  ないし  $10 \times 10^{-7} \text{ lbf} \cdot \text{ft} / \text{radian}$  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、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。

#### 【 0 0 9 3 】

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。

#### 【 0 0 9 4 】

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、質量体と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、テーパ型側壁を含む。好ましい実施例において、テー

10

20

#### 【 0 0 9 5 】

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。

30

#### 【 0 0 9 6 】

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。

40

#### 【 0 0 9 7 】

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、テーパ型側壁を含む。好ましい実施例において、テーパ型側壁は、約１５ないし４５度の角度で垂直方向に回

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、テーパ型側壁を含む。好ましい実施例において、テーパ型側壁は、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。

【 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 1 1 1 0 の製造方法は、( 1 )ミラーウェハプロセス 2 0 0 5、( 2 )セラミックベースウェハプロセス 2 0 1 0、( 3 )上部/下部キャップウェハプロセス 2 0 1 5、( 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クを形成するステップ 2 0 2 0、( 5 )セラミックベースウェハをミラーウェハスタッ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クを形成するステップ 2 0 2 5、( 6 )パッケージ型ミラーウェハスタックをダイシングするステップ 2 0 3 0 及び( 7 )パッケージ型ミラーダイを検査するステップ 2 0 3 5 を含む。

【 0 1 0 1 】

ミラーウェハプロセス 2 0 0 5 は、好ましくはミラー 2 1 0 を提供する。好ましい実施例において、図 2 1 a と 2 1 b に示すように、ミラーウェハプロセス 2 0 0 5 は、好ましくは、( 1 )ステップ 2 1 0 5 でシリコンウェハを提供し、( 2 )ステップ 2 1 1 0 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 2 1 1 5 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 2 1 2 0 でシリコンウェハの裏面上に窒化珪素層をパターンニングし、( 5 )ステップ 2 1 2 5 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 2 1 3 0 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 2 1 3 5 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 2 1 4 0 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ンニングし、( 9 )ステップ 2 1 5 0 でシリコンウェハの裏面上にシリコンの露出部を K O H エッチングし、( 1 0 )ステップ 2 1 5 5 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、( 1 1 )ステップ 2 1 6 0 でシリコンウェハの裏面上にシリコンの露出部を K O H 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、( 1 2 )ステップ 2 1 6 5 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、( 1 3 )ステップ 2 1 7 0 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、( 1 4 )ステップ 2 1 7 5 でシリコンウェハの全面上に金を蒸着し、( 1 5 )ステップ 2 1 8 0 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、( 1 6 )ステップ 2 1 8 5 でシリコンウェハの全面にフォトレジスト層を塗布し、( 1 7 )ステップ 2 1 9 0 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、( 1 8 )ステップ 2 1 9 2 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( D R I E )し、( 1 9 )ステップ 2 1 9 4 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、( 2 0 )ステップ 2 1 9 6 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( D R I E )し、及び( 2 1 )ステップ 2 1 9 8 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。

【 0 1 0 2 】

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、パターンングとは、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、DRIE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epi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、KOH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epi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、 $400 \pm 7.5$ 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epi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セスを利用して成長されることができる。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、二酸化珪素のパuffa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されることができる。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されることができる。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、プロセスステップ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 6 1 0 のミラー 2 1 0 と、移動ストッパー 7 1 0 と 7 1 5 に対する支持構造体を含む。

【 0 1 0 9 】

図 2 3 a に示すように、プロセスステップ 2 1 2 5 で、二酸化珪素のパッド層 2 2 1 0 b の露出部をエッチングし、シリコンウェハの裏面の一部を露出させる。

【 0 1 1 0 】

図 2 3 b に示すように、プロセスステップ 2 1 3 0 と 2 1 3 5 で、シリコンウェハの裏面 2 2 0 5 の露出部をエッチングした後、窒化珪素層 2 2 1 5 b で覆われないシリコンウェハの裏面 2 2 0 5 の領域上に二酸化珪素のフィールド層 2 2 1 0 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 2 2 0 5 の薄いエッチングの厚さは、酸化フィールド層 2 2 1 0 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 2 2 1 0 c の厚さは、二酸化珪素のパッド層 2 2 1 0 a と窒化珪素層 2 2 1 0 b とを組み合わせた厚さより大きいと同様である。

【 0 1 1 1 】

図 2 4 に示すように、プロセスステップ 2 1 4 0 で、二酸化珪素のフィールド層 2 2 1 0 c の露出部をエッチングし、シリコンウェハ 2 2 0 5 の裏面 2 2 0 5 b の一部を露出させる。このようなシリコンウェハ 2 2 0 5 の裏面 2 2 0 5 b の露出部は、後続処理ステップで 7 ミクロン厚さの e p i 層までエッチングされる。好ましい実施例において、7 ミクロン厚さの e p i 層は、化学エッチングストッパーを提供する。

【 0 1 1 2 】

二酸化珪素と窒化珪素のエッチングされた層 2 2 1 0 c と 2 2 1 5 b は、好ましくは多数のエッチング深さのためのエッチ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 2 2 0 5 の露出部は、まず二酸化珪素のエッチングされたフィールド層 2 2 1 0 c の開口を介して第 1 深さにエッチングされる。好ましい実施例において、次いで、二酸化珪素のエッチングされたフィールド層 2 2 1 0 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、窒化珪素のエッチングされた層 2 2 1 5 b の開口を介して第 2 深さにエッチングされる。このような方式において、処理ステップ 2 1 1 0 ないし 2 1 6 0 は、好ましくは局所的な珪素の酸化 ( L O C O S ) 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、L O C O S は、二酸化珪素を基板上に局所的に成長させることを指す。他の実施例においては、追加マスク層を用意し、微細加工が深さをさらにエッチングできるようにする。他の実施例において、マスク層は、二酸化珪素と窒化珪素の交差層からなる。

【 0 1 1 3 】

図 2 5 と 2 6 に示すように、ステップ 2 1 5 0 でシリコンウェハの裏面 2 2 0 5 b は、K O H を用いてエッチングされる。好ましい実施例において、シリコンウェハの裏面 2 2 0 5 b は、K O H を用いて 1 9 0 ミクロンの深さまでエッチングされる。K O H エッチングプロセスは、好ましくはヒンジ 6 1 2 と 6 1 4 、ミラー収集板 6 1 0 、及びミラー収集板 6 1 0 の空洞 7 2 0 を形成する。

【 0 1 1 4 】

図 2 7 と 2 8 に示すように、プロセスステップ 2 1 5 5 と 2 1 6 0 で、シリコンウェハ 2 2 0 5 の裏面 2 2 0 5 b 上に二酸化珪素のフィールド層 2 2 1 0 c の露出部が除去される。次いで、シリコンウェハ 2 2 0 5 の裏面 2 2 0 5 b の露出部は、K O H を用いて 2 0 0 ミクロンの深さまでエッチングされる。K O H エッチングプロセスは、ヒンジ 6 1 2 と 6 1 4 、ミラー収集板 6 1 0 及び収集板 6 1 0 の空洞 7 2 0 をさらに形成する。最終的に、窒化珪素層 2 2 1 5 a と 2 2 1 5 b の残余部分は、シリコンウェハ 2 2 0 5 の両面から除去される。シリコンウェハ 2 2 0 5 に設けられた厚くホウ素でドーピングされた e p i 層は、K O H プロセスのための化学エッチ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 6 1 0 内の空洞 7 2 0 と T 字状ヒンジ領域 6 1 2 と 6 1 4 が形成される。

【 0 1 1 5 】

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、局所的な珪素の酸化 (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、多数のエッチング抵抗層を塗布し、このエッチング抵抗層をエッチ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チング深さにエッチ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、重畳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チングと多数のエッチングサイクルにより形成されることができるようになる。

10

#### 【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チングして、シリコンウェハ 2205 の表面 2205a 上にミラー収集板 610 のためのエッチ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チングされる。

20

#### 【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。

30

#### 【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 をエッチング形成するためのエッチングマスクとして使われる。

40

#### 【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チング (DRIE) を利用してエッチングされ、ミラー収集板 610 を形成する。次いで、二酸化珪素層 2210a の露出部がエッチングされる。シリコンウェハ 2205 の表面 2205a は、深い反応性イオンエッチング (DRIE) を利用して 10 ミクロンの深さまでエッチングされ、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。

50

#### 【0121】

エッチ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チング深さのためのエッチ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、エッチ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 深さにエッチングされる。好ましい実施例において、次に、エッチ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、エッチングされたフォトレジスト層の開口を介して第 2 深さまでエッチングする。このような方式で、プロセ

50

ステップ 2 1 5 5 ないし 2 1 8 5 は、エッチングマスクとしてフォトリソ層を利用する併合型微細加工処理を提供する。

【 0 1 2 2 】

図 2 1 a と 2 1 b に示すように、また、プロセスステップ 2 1 1 0 ないし 2 1 6 0 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 2 1 6 5 ないし 2 1 9 8 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 2 1 1 0 ないし 2 1 6 0 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チングし、( 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 ) エッチ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チングし、( 9 ) 二酸化珪素のフィールド層の露出部を除去し、及び( 1 0 ) エッチ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チ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。より一般的は、プロセスステップ 2 1 6 5 ないし 2 1 9 8 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チングし、( 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チングし、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。

【 0 1 2 3 】

図 2 1 a ないし 3 2 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 e p i が蒸着されている 4 0 0 ミクロンのシリコンウェハ 2 2 0 5 を提供することによって開示される。次に、ウェット KOH エッチングのためのエッチングマスクを形成するために、シリコンウェハ 2 2 0 5 の両面上に蒸着された二酸化珪素膜 2 2 1 0 と窒化珪素膜 2 2 1 5 を備える。ウェハの裏面の窒化珪素層 2 2 1 5 b は、エッチ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 2 2 1 0 b は、シリコンウェハ 2 2 0 5 の裏面 2 2 0 5 b を露出させるようにエッチングされる。次に、シリコンウェハ 2 2 0 5 の裏面 2 2 0 5 b の露出部は、約 1 ミクロン厚さまでエッチングされる。次いで、酸化フィールド層 2 2 1 0 c がシリコンウェハ 2 2 0 5 の裏面 2 2 0 5 b 上に成長される。その後、酸化フィールド層 2 2 1 0 c は、e p i 層でエッチ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 2 2 0 5 は、露出したシリコン領域をエッチングし、二酸化珪素または窒化珪素により保護される領域は、エッチングしないウェット KOH 腐食液内に配置される。次いで、エッチングされた珪素は、190 ミクロンの深さにエッチングされる。次に、露出した二酸化珪素のフィールド層 2 2 1 0 c は、エッチングにされ、窒化珪素で保護される領域がエッチ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 2 2 0 5 をウェット KOH 腐食液内にさらに配置し、他の 2 0 0 ミクロンをエッチングする。1 回の KOH エッチングで以前にエッチングされた領域は、厚くホウ素でドーピングされた e p i 層に到達される時エッチングが停止し、この領域が空洞 7 2 0 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 のための化学エッチ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 エッチングの間 2 0 0 ミクロンの深さまでエッチングされ、半分厚さのミラー収集板 6 1 0 を形成する。この併合型マスク KOH プロセスは、エッチング位相が異なる領域がただ一つの写真エッチングとエッチングサイクルで形成されることができるようになる。この製造プロセスは、従来の深い空洞写真エッチングと関連した重要な歩留り問題を排除する。

【 0 1 2 4 】

図 2 1 a、3 1 及び 3 2 に示すように、深い反応性イオンエッチング( DRIE )のドラ

イエッチ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ドライエッチングプロセスは、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ドライエッチングプロセスは、ミラー収集板610のための衝撃移動ストッパ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。

#### 【0125】

好ましい実施例において、ミラー収集板610のための分離エッチングプロセスと、T字状ヒンジ612と614のためのエッチングは、分離される。典型的な実施例において、T字状ヒンジエッチングの深さは、だだ10ミクロンであり、ミラー収集板分離エッチングの深さは、200ミクロンである。エッチングが同時に行われれば、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、裏面エッチング及び側壁テーパに達することができる追加的な190ミクロンエッチングを受ける。

#### 【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ドライエッチ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ドライエッチ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。

#### 【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ドライエッチングプロセスのための多様なエッチ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ドライエッチングプロセスの第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チングは、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ドライエッチングプロセスの第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チングする。好ましい実施例において、二酸化珪素マスクは、ウェットエッチ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ドライエッチングプロセスの第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チングを利用する。併合型マスクDRIEドライエッチングプロセスは、深いミラー収集板分離エッチングを浅いT字状ヒンジ分離エッチングから分離させる。これは、2個のエッチ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チングの排除を個別的に最適化できるようにする。

## 【 0 1 2 8 】

他の実施例において、ミラー収集板 6 1 0 は、ミラー収集板 6 1 0 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チ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 6 1 0 は、下部キャップ 2 1 5 ウェハを裏面ウェハとして利用することにより、分離エッチ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 2 1 5 ウェハは、D R I Eドライエッチングプロセス前にミラー 2 1 0 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ドライエッチングプロセスの間、下部キャップ 2 1 5 は、ミラー収集板 6 1 0 とビーム 1 0 3 5、1 0 4 0、1 0 4 5 及び 1 0 5 0 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 6 1 0 を把持して、これらがエッチ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 2 0 5 は、D R I Eドライエッチ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 1 1 0 のための製造プロセスは、好ましくは併合型マスク K O H ウェットエッチング、併合型マスク D R I Eドライエッチング、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ドライエッチングプロセスは、製造時にミラー 2 1 0 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 2 1 0 は、併合型マスク D R I Eドライエッチ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ドライエッチングと裏面ウェハの除去後に、両キャップ 2 0 5 と 2 1 5 は、一つの金取付ステップによりミラーウェハ 2 1 0 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 6 1 0 は、併合型マスク D R I Eエッチングプロセス前に下部キャップウェハ 2 1 5 に取り付けられる。下部キャップ 2 1 5 は、併合型マスク D R I Eドライエッチングプロセスの間、任意の不完全なミラー収集板 6 1 0 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ドライエッチングプロセスの完了後に、上部キャップ 2 0 5 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。

## 【 0 1 3 4 】

セラミックベースウェハプロセス 2 0 1 0 は、好ましくはベース部材 2 2 0 を提供する。好ましい実施例において、ベース部材 2 2 0 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 2 0 1 5 は、好ましくは上部キャップ 2 0 5 と下部キャップ 2 1 5 を提供する。図 3 3 に示すように、上部 / 下部キャップウェハプロセス 2 0 1 5 は、好ましくは、( 1 ) ステップ 3 3 0 5 で 4 0 0 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 3 3 1 0 で中央空洞のためのシリコンウェハの表面を写真エッチングし、( 3 ) ステップ 3 3 1 5 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チングし、( 4 ) ステップ 3 3 2 0 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チングし、( 5 ) ステップ 3 3 2 5 でシリコンウェハ表面の薄膜エッチ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、 $400 \pm 7.5$ ミクロンの厚さ制御及びホウ素の $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 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、略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への電氣的接続は、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されることができる。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されることができる。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されることができる。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されることができる。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されることができる。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

40

#### 【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

50

例において、薄いエッチングの深さは、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と同様である。

【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チングされる。

【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エッチングされる。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エッチ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の露出部がエッチングされる。このエッチングプロセスは、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チングされる。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 O C O S 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チングし、(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

の露出部をエッチングし、及び(8)シリコン基板の露出部をエッチ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。

10

【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チ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。

20

【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に対する電氣的接触を提供する。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と直接的に電氣的接触されることができる。したがって、ミラー収集板610は、好ましくはベース部材220を利用して電氣的に接近、制御及び監視されることができる。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の裏面上の電氣的接触パッドに接続される。

30

【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個スタック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個ウェハスタック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個ウェハスタック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。

40

【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の電氣的、光学的及び機械的性能を検査する。

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ッシングしつつ、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 1 1 0 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 2 0 5 と 2 1 5 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 2 0 5 と 2 1 5 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 6 1 0 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 D R I E エッチング時間が 7 2 % 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、側壁テーパを最小化させ、この側壁テーパ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ッシングしつつ、ダイサイズが 2 0 % 減少する。

## 【 0 1 5 8 】

また、ミラー組立体 1 1 0 は、位置精密度と衝撃持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ャナ用例において、レーザー光線の回転位置精密度は、ミラーが横断ミラー、自体誘発された重力トルク、 $T = m g * h / 2$  ( ここで、 $m g$  = ミラー自重、 $h$  = ミラー厚さ ) を必要とする時、 $1 . 3 ^{\circ}$  以内となるように要求されることができる。ミラー収集板 6 1 0 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 6 1 0 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 6 1 0 の傾斜角は、関係式  $= T / K r$  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 6 1 0 の傾斜角は、全体厚さミラーの場合、 $1 . 3 ^{\circ}$  より大きい。典型的な実施例において、ミラー収集板 6 1 0 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るので、共振周波数を 5 0 H z 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 6 1 2 と 6 1 4 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ことができるようになる。

## 【 0 1 6 0 】

図 1 9 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  $4 5 ^{\circ}$  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 5 0 0 ミクロンの幅と 1 0 0 0 ミクロンの長さである有限スポットサイズを有する。5 0 0 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 6 1 0 は、 $\pm 1 0 ^{\circ}$  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 2 0 5 と 2 1 5 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 2 0 5 と 2 1 0 の内部エッジに二重

10

20

30

40

50

面テーパーを提供し、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x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 of 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体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 m m 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 m i l s ) 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 m i l s ) だけ大きいことができる。レーザー / ミラー整列が 16 m i l s 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 に最小の重畳が要求される。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 m m 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 m i l s ) 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】

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に対する衝撃持続性事項は、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ャ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にする。

## 【0166】

好ましい実施例において、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

616、618、620及び622の主目的は、作動中にミラー収集板610に対してオーバーシ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 of 任意の組合の場合）は、 $2000\text{ g} / 0.5\text{ ms}$ 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 $2000\text{ g} / 1.0\text{ ms}$ 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エッチング後、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, Sensor 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)薄膜エッチングし、(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チングし、(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チングし、(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(請求項7、9、14に相当)。

30

40

#### 【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チングの

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。

【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の全てのエッチングステップに対するマスキング層として、同様なフォトリ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リ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チングは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の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、(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チングを行う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チングし、(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の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、(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をパターンニングし、(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をパターンニングし、(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。

#### 【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をパターンニングし、(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の露出部をパターンニングし、(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をパターンニングし、(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。

#### 【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

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。

【 0 1 8 1 】

L O C O S 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 の露出部をパターンングするために、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。

【 0 1 8 2 】

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 L O C O S 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 をパターンングし、( 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 の露出部をパターンングし、( 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 をパターンングし、( 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、( 1 0 ) 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、( 1 1 ) 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、( 1 2 ) 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。

【 0 1 8 3 】

L O C O S 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 . 0 3 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。

【 0 1 8 4 】

L O C O S 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 の露出部をパターンングするために、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。

【 0 1 8 5 】

図 5 0 を参照すれば、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 ) 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、L O C O S 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ンングし、( 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。

#### 【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。

#### 【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。

#### 【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



シリコンウェハ 5 2 0 0 の露出部をエッチングし、( 8 ) 図 5 2 h に示すように、ステップ 5 0 5 5 で二酸化珪素層 5 2 1 0 の露出部を除去し、( 9 ) 図 5 2 i に示すように、ステップ 5 0 6 0 でシリコンウェハ 5 2 0 0 の露出部をエッチングし、( 1 0 ) 図 5 2 j と 5 2 k に示すように、ステップ 5 0 6 5 で酸化エッチング及びシリコンエッチングを繰り返す、( 1 1 ) 図 5 2 l に示すように、窒化珪素層 5 2 0 5 の残余部を除去するステップを含む。

#### 【 0 1 9 0 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 0 0 0 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 5 2 0 5 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 5 2 0 0 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 5 3 1 5 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

10

#### 【 0 1 9 1 】

図 5 0 及び 5 3 a - 5 3 i 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 L O C O S 併合マスクの微細加工処理の第 3 実施例は、( 1 ) 図 5 3 a に示すように、ステップ 5 0 0 5 でシリコンウェハ 5 3 0 0 を提供し、( 2 ) 図 5 3 b に示すように、ステップ 5 0 1 0 で二酸化珪素のバッファ層 5 3 0 5 を塗布し、( 3 ) 図 5 3 c に示すように、ステップ 5 0 1 5 でシリコンウェハ 5 3 0 0 上に窒化珪素層 5 3 1 0 を塗布し、( 4 ) 図 5 3 d に示すように、ステップ 5 0 2 0 で窒化珪素層 5 3 1 0 をパターンニングし、( 5 ) 図 5 3 e に示すように、ステップ 5 0 3 5 で窒化珪素のパターン層 5 3 1 0 で覆われないシリコンウェハ 5 3 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 5 3 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 5 3 f に示すように、ステップ 5 0 4 0 と 5 0 4 5 で二酸化珪素層 5 3 0 5 と 5 3 1 5 を繰り返してパターンニングし、( 7 ) 図 5 3 g に示すように、ステップ 5 0 5 0 でシリコンウェハ 5 3 0 0 の露出部をエッチングし、( 8 ) 図 5 3 h に示すように、ステップ 5 0 5 5 で二酸化珪素層 5 3 0 5 と 5 3 1 5 の露出部を除去し、( 9 ) 図 5 3 i に示すように、ステップ 5 0 6 0 でシリコンウェハ 5 3 0 0 の露出部をエッチングし、( 1 0 ) 図 5 3 j と 5 3 k に示すように、ステップ 5 0 6 5 で酸化エッチング及びシリコンエッチングを繰り返す、( 1 1 ) 図 5 3 l に示すように、二酸化珪素と窒化珪素層 5 3 0 5 と 5 3 1 0 の残余部を除去するステップを含む。

20

30

#### 【 0 1 9 2 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 0 0 0 の第 3 実施例の好ましい実行において、約 0 . 0 3 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 5 3 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 5 3 1 0 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 5 3 1 5 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

#### 【 0 1 9 3 】

L O C O S 併合マスクの微細加工処理 5 0 0 0 の第 3 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 0 2 5 で二酸化珪素のバッファ層 5 3 0 5 の露出部をパターンニングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層 5 3 1 0 が用いられる。

40

#### 【 0 1 9 4 】

図 5 0 及び 5 4 a - 5 4 m 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 L O C O S 併合マスクの微細加工処理の第 4 実施例は、( 1 ) 図 5 4 a に示すように、ステップ 5 0 0 5 でシリコンウェハ 5 4 0 0 を提供し、( 2 ) 図 5 4 b に示すように、ステップ 5 0 1 0 で二酸化珪素のバッファ層 5 4 0 5 を塗布し、( 3 ) 図 5 4 c に示すように、ステップ 5 0 1 5 でシリコンウェハ 5 4 0 0 上に窒化珪素層 5 4 1 0 を塗布し、( 4 ) 図 5 4 d に示すように、ステップ 5 0 2 0 で窒化珪素層 5 4 1 0 をパターンニングし、( 5 ) 図 5 4 e に示すように、ステップ 5 0 2 5 で二酸化珪素のバッファ層 5 4 0 5 をパターンニングし、( 6 ) 図 5 4 f に示すように、ステップ 5 0 3 5 で窒化珪素のパターン層 5 4 1 0 で覆われないシリコンウェハ 5 4 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 5 4 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

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ンニングし、(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の露出部をパターンニングするために、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】

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をパターンニングし、(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をパターンニングし、(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ンニングし、(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55j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55k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)55l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。

20

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の露出部をパターンニングするために、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56aと56b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）5600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5600のうち一つが、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56aと56bに示すように、LOCOS併合マスクの微細加工処理5600は（1）ステップ5602でシリコンウェハを提供し、（2）ステップ5604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5606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5608でシリコンウェハ上に窒化珪素層を塗布し、（5）ステップ5610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5612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5614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5616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5618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5620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（選択的に）エッチングし、（12）ステップ5624で二酸化珪素層の露出部を（選択的に）除去し、（13）ステップ5626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5628でフォトレジスト層を除去し、（15）ステップ5630でシリコンウェハの露出部をエッチングし、（16）ステップ5632で二酸化珪素層の露出部をエッチングし、（17）ステップ5634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5600が、ステップ5618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、プロセスフローは図44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5600がステップ5618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35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】

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5600の好ましい実施例において、ステップ5630と5634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5600の好ましい実行において、ステップ5622と5626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5600の好ましい実行において、エッチングステップ5622と5626では水平に対して $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

#### 【0202】

図56a、56bと57aないし571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1実施例は、（1）図57aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ5700を提供し、（2）図57bに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ5700上に窒化珪素層5705を塗布し、（3）図57cに示すように、ステップ5608で窒化珪素層5705をパターニングし、（4）図57dに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層5705で覆われないシリコンウェハ5700の

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 上にフォトリソ層 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 でフォトリソ層 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リソ層 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  $90^\circ \pm 45^\circ$  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リソを使用する 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 上にフォトリソ層 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 でフォトリソ層 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

40

**【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リソ層 5815 の厚さ処理パラメーターが用いられる。

**【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。

【0208】

図56a、56bと59aないし59m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3実施例は、(1)図59a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59b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59c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59d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59e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59f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59g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59h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59i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59j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59k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59l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59m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。

【0209】

LOCOS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】

LOCOS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。

【0211】

図56a、56bと60aないし60n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4実施例は、(1)図60a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60b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60c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60d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60e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60f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60g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60h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60i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

チングし、(10)図60jに示すように、ステップ5628でフォトリジスト層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リジスト層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°±45°の角を有する側壁を提供する。

【0214】

図56a、56bと61aないし61l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リジストを使用する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をパターンニングし、(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をパターンニングし、(6)図61fに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ6100上にフォトリジスト層6115を塗布及びパターンニングし、(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でフォトリジスト層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

30

【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リジスト層6115の厚さ処理パラメーターが用いられる。

40

【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°±45°の角を有する側壁を提供する。

【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リジストを使用する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

ップ5608で窒化珪素層6205をパターンングし、(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をパターンングし、(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を塗布及びパターンングし、(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チング液を使用してシリコンウェハ6200の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、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。

10

**【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 $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

**【0219】**

20

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631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をパターンングし、(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をパターンングし、(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を塗布及びパターンングし、(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チング液を使用してシリコンウェハ6300の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、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。

30

40

**【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】**

50

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  $90^\circ \pm 45^\circ$  の角を有する側壁を提供する。

【0223】

図 56a、56b と 64a ないし 64m 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 8 実施例は、(1) 図 64a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 6400 を提供し、(2) 図 64b に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 6400 上に窒化珪素層 6405 を塗布し、(3) 図 64c に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 6405 をパターニングし、(4) 図 64d に示すように、ステップ 5610 でシリコンウェハ 6400 の露出部を薄膜エッチングし、(5) 図 64e に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 6405 で覆われないシリコンウェハ 6400 の部分に二酸化珪素のフィールド層 6410 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 64f に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 6410 をパターニングし、(7) 図 64g に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 6400 上にフォトリソ層 6415 を塗布及びパターニングし、(8) 図 64h 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 6400 の露出部をエッチングし、(9) 図 64i に示すように、ステップ 5628 でフォトリソ層 6415 を除去し、(10) 図 64j に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェハ 6400 の露出部をエッチングし、(11) 図 64k に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 6410 の露出部を除去し、(12) 図 64l に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 6400 の露出部をエッチングし、及び(13) 図 64m に示すように、窒化珪素層 6405 の残余部を除去するステップを含む。

【0224】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 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 6405 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 6410 の厚さ、約 1 ないし 10 ミクロン範囲であるフォトリソ層 6415 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。

【0225】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 8 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  $90^\circ \pm 45^\circ$  の角を有する側壁を提供する。

【0226】

図 56a、56b と 65a ないし 65n 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 9 実施例は、(1) 図 65a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 6500 を提供し、(2) 図 65b に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 6500 上に窒化珪素層 6505 を塗布し、(3) 図 65c に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 6505 をパターニングし、(4) 図 65d に示すように、ステップ 5610 でシリコンウェハ 6500 の露出部を薄膜エッチングし、(5) 図 65e に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 6505 で覆われないシリコンウェハ 6500 の部分に二酸化珪素のフィールド層 6510 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 65f に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 6510 をパターニングし、(7) 図 65g に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 6500 上にフォトリソ層 6515 を塗布及びパターニングし、(8) 図 65h 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 6500 の露出部をエッチングし、(9) 図 65i に示すように、ステップ 562



4で二酸化珪素層6510の露出部をエッチングし、(10)図65jに示すように、ステップ5628でフォトリソ層6515を除去し、(11)図65kに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ6500の露出部をエッチングし、(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でシリコンウェハ6500の露出部をエッチングし、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リソ層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ハ6500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。

#### 【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で行われるエッチングは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。

#### 【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でシリコンウェハ6600の露出部を薄膜エッチングし、(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でシリコンウェハ6600上にフォトリソ層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チング液を使用してシリコンウェハ6600の露出部をエッチングし、(9)図66iに示すように、ステップ5626で二酸化珪素層6600の露出部をエッチングし、(10)図66jに示すように、ステップ5628でフォトリソ層6615を除去し、(11)図66kに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ6600の露出部をエッチングし、(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でシリコンウェハ6600の露出部をエッチングし、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。

#### 【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リソ層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。

#### 【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で行われるエッチングは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。

## 【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。

10

20

## 【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。

30

## 【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 $90^\circ \pm 45^\circ$ 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、(1

40

50

0) 図68jに示すように、ステップ5630でシリコンウェーハ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の露出部を除去し、(12)図68lに示すように、ステップ5634でシリコンウェーハ6800の露出部をエッチングし、及び(13)図68mに示すように、窒化珪素層6805の残余部を除去するステップを含む。

【0236】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第12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6805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6810の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトリソ層6815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

【0237】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第12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 $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

【0238】

図56a、56bと69aないし69n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LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第13実施例は、(1)図69aに示すように、ステップ5602でシリコンウェーハ6900を提供し、(2)図69bに示すように、ステップ5606でシリコンウェーハ6900上に窒化珪素層6905を塗布し、(3)図69cに示すように、ステップ5608で窒化珪素層6905をパターンニングし、(4)図69dに示すように、ステップ5610でシリコンウェーハ6900の露出部を薄膜エッチングし、(5)図69eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層6905で覆われないシリコンウェーハ6900の部分に二酸化珪素のフィールド層6910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69fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層6910をパターンニングし、(7)図69gに示すように、ステップ5620でシリコンウェーハ6900上にフォトリソ層6915を塗布及びパターンニングし、(8)図69hに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層6910の露出部をエッチングし、(9)図69i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6900の露出部をエッチングし、(10)図69jに示すように、ステップ5628でフォトリソ層6915を除去し、(11)図69kに示すように、ステップ5630でシリコンウェーハ6900の露出部をエッチングし、(12)図69lに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層6910の露出部を除去し、(13)図69mに示すように、ステップ5634でシリコンウェーハ6900の露出部をエッチングし、及び(14)図69nに示すように、窒化珪素層6905の残余部を除去するステップを含む。

20

30

【0239】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第13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 $90^\circ \pm 45^\circ$ の角を有する側壁を提供する。

40

【0240】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第13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6905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6910の厚さ、約1ないし10ミクロン範囲であるフォトリソ層6915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。

【0241】

図56a、56bと70aないし70mを参照すれば、二酸化珪素のバッファ層を有し、

50

エッチングマスクとしてフォトリジストを使用する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チングし、(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上にフォトリジスト層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チング液を使用してシリコンウェハ7000の露出部をエッチングし、(9)図70iに示すように、ステップ5628でフォトリジスト層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の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、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】

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リジスト層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チングの深さの処理パラメーターが用いられる。

#### 【0243】

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で行われるエッチングは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。

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、エッチングマスクとしてフォトリジストを使用する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上にフォトリジスト層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チング液を使用してシリコンウェハ7100の露出部をエッチングし、(9)図71iに示すように、ステップ5628でフォトリジスト層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の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、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。

## 【0244】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 15 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 7105 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 7110 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 7115 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 7120 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

## 【0245】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 15 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

## 【0246】

図 56a、56b と 72a ないし 72n を参照すれば、二酸化珪素のパッドバッファ層を有し、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 16 実施例は、(1) 図 72a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 7200 を提供し、(2) 図 72b に示すように、77777 ステップ 5604 でシリコンウェハ 7200 上に窒化珪素層 7205 を塗布し、(3) 図 72c に示すように、ステップ 5606 でシリコンウェハ 7200 上に窒化珪素層 7210 を塗布し、(4) 図 72d に示すように、ステップ 5608 で窒化珪素層 7210 をパターニングし、(5) 図 72e に示すように、ステップ 5614 で窒化珪素のパターン層 7210 で覆われないシリコンウェハ 7200 の部分に二酸化珪素のフィールド層 7215 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パッドバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6) 図 72f に示すように、ステップ 5616 で二酸化珪素層 7205 と 7210 をパターニングし、(7) 図 72g に示すように、ステップ 5620 でシリコンウェハ 7200 上にフォトレジスト層 7220 を塗布及びパターニングし、(8) 図 72h 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 7200 の露出部をエッチングし、(9) 図 72i に示すように、ステップ 5624 で二酸化珪素層 7205 と 7215 の露出部をエッチングし、(10) 図 72j に示すように、ステップ 5628 でフォトレジスト層 7220 を除去し、(11) 図 72k に示すように、ステップ 5630 でシリコンウェハ 7200 の露出部をエッチングし、(12) 図 72l に示すように、ステップ 5632 で二酸化珪素層 7205 と 7215 の露出部を除去し、(13) 図 72m に示すように、ステップ 5634 でシリコンウェハ 7200 の露出部をエッチングし、及び(14) 図 72n に示すように、窒化珪素層 7205、7210 及び 7215 の残余部を除去するステップを含む。

20

30

## 【0247】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 16 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 7205 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 7210 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 7215 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 7220 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

40

## 【0248】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 16 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。

## 【0249】

図 56a、56b と 73a ないし 73n を参照すれば、二酸化珪素のパッドバッファ層を有し、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 17 実施例は、(1) 図 73a に示すように、ステップ 5602 でシリコンウェハ 7300 を提供し、(2) 図 73b に示すように、ステップ 5604 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。

#### 【0250】

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  $90^\circ \pm 45^\circ$  の角を有する側壁を提供する。

#### 【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、

ステップ5630でシリコンウェーハ7400の露出部をエッチングし、(13)図74m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74nに示すように、ステップ5634でシリコンウェーハ7400の露出部をエッチングし、及び(15)図74o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。

10

【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。

【0255】

図56a、56bと75aないし75mを参照すれば、二酸化珪素のパッドバッファ層を有し、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19実施例は、(1)図75a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75b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75c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75dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層7510をパターンニングし、(5)図75e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パッドバッファ層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、(6)図75fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層7505と7510をパターンニングし、(7)図75g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を塗布及びパターンニングし、(8)図75hに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層7505と7510の露出部をエッチングし、(9)図75i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75jに示すように、ステップ5630でシリコンウェーハ7500の露出部をエッチングし、(11)図75k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75lに示すように、ステップ5634でシリコンウェーハ7500の露出部をエッチングし、及び(13)図75m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。

20

30

【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。

40

【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。

【0258】

50

図56a、56bと76aないし76n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20実施例は、(1)図76aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ7600を提供し、(2)図76bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ7600上に窒化珪素層7605を塗布し、(3)図76cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ7600上に窒化珪素層7610を塗布し、(4)図76dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層7610をパターンニングし、(5)図76eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層7610で覆われないシリコンウェハ7600の部分に二酸化珪素のフィールド層7615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76fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層7605と7615をパターンニングし、(7)図76gに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ7600上にフォトレジスト層7620を塗布及びパターンニングし、(8)図76hに示すように、ステップ5624で二酸化珪素層7605と7615の露出部をエッチングし、(9)図76i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7600の露出部をエッチングし、(10)図76jに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層7620を除去し、(11)図76kに示すように、ステップ5630でシリコンウェハ7600の露出部をエッチングし、(12)図76lに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層7605と7615の露出部を除去し、(13)図76mに示すように、ステップ5634でシリコンウェハ7600の露出部をエッチングし、及び(14)図76nに示すように、窒化珪素層7605、7610及び7615の残余部を除去するステップを含む。

#### 【0259】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第20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7605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7610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7615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7620の厚さの処理パラメーターが用いられる。

#### 【0260】

LOCOS併合マスクの微細加工処理5600の第20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。

#### 【0261】

図56a、56bと77aないし77m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21実施例は、(1)図77aに示すように、ステップ5602でシリコンウェハ7700を提供し、(2)図77bに示すように、ステップ5604でシリコンウェハ7700上に窒化珪素層7705を塗布し、(3)図77cに示すように、ステップ5606でシリコンウェハ7700上に窒化珪素層7710を塗布し、(4)図77dに示すように、ステップ5608で窒化珪素層7710をパターンニングし、(5)図77eに示すように、ステップ5614で窒化珪素のパターン層7710で覆われないシリコンウェハ7700の部分に二酸化珪素のフィールド層7715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77fに示すように、ステップ5616で二酸化珪素層7705と7710をパターンニングし、(7)図77gに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ7700上にフォトレジスト層7720を塗布及びパターンニングし、(8)図77h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7700の露出部をエッチングし、(9)図77iに示すように、ステップ5628でフォトレジスト層7720を除去し、(10)図77jに示すように



、ステップ5630でシリコンウェーハ7700の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、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。

10

【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。

【0264】

図56a、56bと78aないし78nを参照すれば、二酸化珪素のパッドバッファ層を有し、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をパターンニングし、(5)図78eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のパッドバッファ層7805をパターンニングし、(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パッド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をパターンニングし、(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を塗布及びパターンニングし、(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チング液を使用してシリコンウェーハ7800の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、(12)図78lに示すように、ステップ5632で二酸化珪素層7805と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の露出部をエッチングし、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。

20

30

【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。

40

【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。

50

## 【0267】

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 2 2 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、エッチ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 3 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チング液を使用してシリコンウェハ 7900 の露出部をエッチングし、(10) 図 79j に示すように、ステップ 5624 で二酸化珪素層 7905 と 7915 の露出部をエッチングし、(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 の露出部をエッチングし、(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 の露出部をエッチングし、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 2 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 2 3 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  $90^\circ \pm 45^\circ$  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 2 3 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、エッチ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 4 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

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。

#### 【0273】

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。

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

10

**【 0 2 7 7 】**

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 2 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 8 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 8 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 8 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リソ層 8 1 2 0 の厚さの処理パラメーターが用いられる。

**【 0 2 7 8 】**

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 2 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 ° ± 4 5 ° 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 5 6 0 0 の第 2 5 実施例の好ましい実行においては、ステップ 5 6 1 0 で二酸化珪素のパッド層 8 1 0 5 の露出部をパターンングするために、エッチングマスクとして窒化珪素のパターン層 8 1 1 0 が用いられる。

**【 0 2 7 9 】**

図 5 6 a、5 6 b と 8 2 a ないし 8 2 n を参照すれば、二酸化珪素のパッド層を有し、エッチングマスクとしてフォトリソを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 2 6 実施例は、( 1 ) 図 8 2 a に示すように、ステップ 5 6 0 2 でシリコンウェハ 8 2 0 0 を提供し、( 2 ) 図 8 2 b に示すように、ステップ 5 6 0 4 でシリコンウェハ 8 2 0 0 上に窒化珪素層 8 2 0 5 を塗布し、( 3 ) 図 8 2 c に示すように、ステップ 5 6 0 6 でシリコンウェハ 8 2 0 0 上に窒化珪素層 8 2 1 0 を塗布し、( 4 ) 図 8 2 d に示すように、ステップ 5 6 0 8 で窒化珪素層 8 2 1 0 をパターンングし、( 5 ) 図 8 2 e に示すように、ステップ 5 6 1 0 で二酸化珪素のパッド層 8 2 0 5 をパターンングし、( 6 ) 図 8 2 f 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 8 2 1 0 で覆われないシリコンウェハ 8 2 0 0 の部分に二酸化珪素のフィールド層 8 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パッド層の総合厚さほど厚いことが好ましい)、( 7 ) 図 8 2 g に示すように、ステップ 5 6 1 6 で二酸化珪素層 8 2 0 5 と 8 2 1 5 をパターンングし、( 8 ) 図 8 2 h に示すように、ステップ 5 6 2 0 でシリコンウェハ 8 2 0 0 上にフォトリソ層 8 2 2 0 を塗布及びパターンングし、( 9 ) 図 8 2 i に示すように、ステップ 5 6 2 4 で二酸化珪素層 8 2 0 5 と 8 2 1 5 の露出部をエッチングし、( 1 0 ) 図 8 2 j に示すように、ステップ 5 6 2 8 でフォトリソ層 8 2 2 0 を除去し、( 1 1 ) 図 8 2 k に示すように、ステップ 5 6 3 0 でシリコンウェハ 8 2 0 0 の露出部をエッチングし、( 1 2 ) 図 8 2 l に示すように、ステップ 5 6 3 2 で二酸化珪素層 8 2 0 5 と 8 2 1 5 の露出部を除去し、( 1 3 ) 図 8 2 m に示すように、ステップ 5 6 3 4 でシリコンウェハ 8 2 0 0 の露出部をエッチングし、及び( 1 4 ) 図 8 2 n に示すように、窒化珪素層 8 2 0 5、8 2 1 0 及び 8 2 1 5 の残余部を除去するステップを含む。

30

40

**【 0 2 8 0 】**

LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5 6 0 0 の第 2 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 8 2 0 5 の厚さ

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。

【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、エッチ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の露出部をエッチングし、(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チング液を使用してシリコンウェハ8300の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、(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の露出部をエッチングし、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。

【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

、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。

【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。

【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。

【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。

【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、

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をパターンニングし、(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を塗布及びパターンニングし、(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。

#### 【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。

#### 【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の露出部をパターンニングするために、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。

#### 【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をパターンニングし、(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をパターンニングし、(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をパターンニングし、(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を塗布及びパターンニングし、(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

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でフォトリソ層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リソ層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。

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リソを使用して、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。

20

#### 【0298】

図56a、56bと87aないし87pを参照すれば、二酸化珪素のパッドバッファ層を有し、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リソを使用する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をパターンニングし、(5)図87eに示すように、ステップ5610で二酸化珪素のパッドバッファ層8705をパターンニングし、(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パッド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をパターンニングし、(9)図87iに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ8700上にフォトリソ層8720を塗布及びパターンニングし、(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でフォトリソ層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

40

#### 【0299】

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リソ層 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リソを使用し、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、二酸化珪素のパッドバッファ層を有し、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リソを使用する 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 で二酸化珪素のパッドバッファ層 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パッド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 上にフォトリソ層 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 でフォトリソ層 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。

20

30

40

#### 【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リソ層 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 3 2 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  $90^\circ \pm 45^\circ$  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 3 2 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リジストを使用して、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。

## 【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チングし、及びエッチングマスクとしてフォトリジストを使用する LOCOS 併合マスクの微細加工処理 5600 の第 3 3 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チングし、(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 上にフォトリジスト層 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 の露出部をエッチングし、(11) 図 89k に示すように、ステップ 5628 でフォトリジスト層 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 の露出部をエッチングし、(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 の露出部をエッチングし、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 3 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リジスト層 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チ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 3 3 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  $90^\circ \pm 45^\circ$  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 3 3 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リジストを使用して、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。

## 【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リジストを使用する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をパターンニングし、(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をパターンニングし、(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をパターンニングし、(9)図90iに示すように、ステップ5620でシリコンウェハ9000上にフォトリジスト層9020を塗布及びパターンニングし、(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でフォトリジスト層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。

#### 【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リジスト層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。

#### 【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90°±45°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リジストを使用して、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。

#### 【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リジストを使用する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をパターンニングし、(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をパターンニングし、(6)図91fに示すように、

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をパターンニングし、(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を塗布及びパターンニングし、(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 $91^\circ \pm 4.5^\circ$ 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の露出部をパターンニングするために、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

## 【 0 3 1 9 】

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

## 【 0 3 2 0 】

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

## 【 0 3 2 1 】

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チング物質層の経時的な侵食が用いられる。

## 【 0 3 2 2 】

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、トリフッ化ブロム、7フッ化ブロム、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。

## 【 0 3 2 3 】

他の実施例において、例えば、シリコンカーバイド、多結晶ダイヤモンド、耐エッチ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。

## 【 0 3 2 4 】

次に、図 9 2 a と 9 2 b に示し実施例では、複数のエッチング深さを持って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、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 ) 9 2 0 0 に係る複数の他の実施例を説明する。プロセス 9 2 0 0 は実質的に図 5 0 - 9 1 o に基づいて前述したように、プロセス 5 0 0 0 と 5 6 0 0 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 9 2 0 0 の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 9 2 a と 9 2 b に示すように、L O C O S 併合マスクの微細加工処理 9 2 0 0 は、好ましくは、( 1 ) ステップ 9 2 0 2 でシリコンウェハを提供し、( 2 ) ステップ 9 2 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 9 2 0 6 でシリコンウェハ上に窒化珪素層を塗布し、( 4 ) ステップ 9 2 0 8 で窒化珪素層をパターンニングし、( 5 ) ステップ 9 2 1 0 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 ) パターンニングし、( 6 ) ステップ 9 2 1 2 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 9 2 1 4 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 9 2 1 6 で二酸化珪素層をパターンニングし ( エッチ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 9 2 1 8 でステップ 9 2 1 6 を所定の複数回繰り返す、( 1 0 ) ステップ 9 2 2 0 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、( 1 1 ) ステップ 9 2 2 2 でシリコンウェハ上のフォトレジスト層を ( 選択的に ) 塗布及びパターンニングし、( 1 2 ) ステップ 9 2 2 4 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、( 1 3 ) ステップ 9 2 2 6 で二酸化珪素層の露出部を ( 選択的に ) 除去し、( 1 4 ) ステップ 9 2 2 8 でシリコンウェハの露出部を ( 選択的に ) エッチングし、( 1 5 ) ステップ 9 2 3 0 でフォトレジスト層を除去し、( 1 6 ) ステップ 9 2 3 2 でシリコンウェハの露出部をエッチングし、( 1 7 ) ステップ 9 2 3 4 で二酸化珪素層の露出部をエッチングし ( エッチング深さは二酸化珪素層の全体厚さのわずかである )、( 1 8 ) ステップ 9 2 3 6 でシリコンウェハの露出部をエッチングし、( 1 9 ) ステップ 9 2 3 4 と 9 2 3 6 を所定の回数繰り返すことを含む。

## 【 0 3 2 5 】

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、パターンニングとは、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

20

30

40

50

。

## 【 0 3 2 6 】

プロセス 9 2 0 0 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 1 0 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チングの深さ、及び二酸化珪素層の部分エッチングが約 0 . 0 1 ないし 3 ミクロンの範囲であるエッチング深さに対して 1 ないし 1 0 回繰り返され、かつシリコン基板の部分エッチングが約 1 ないし 5 0 0 ミクロンの範囲であるエッチング深さに対して 1 ないし 1 0 回繰り返される処理パラメーターが用いられる。

10

## 【 0 3 2 7 】

プロセス 9 2 0 0 の好ましい実行においては、ステップ 9 2 2 4 と 9 2 2 8 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 ° ± 4 5 ° の角を有する側壁を提供する。プロセス 9 2 0 0 の好ましい実施例において、ステップ 9 2 3 2 と 9 2 3 6 で行われたエッチングは K O H エッチングを含むことが好ましい。

## 【 0 3 2 8 】

プロセス 9 2 0 0 の好ましい実施例においては、ステップ 9 2 3 2 と 9 2 3 6 でシリコンウェハの露出部のエッチングは K O H を使用して提供する。

## 【 0 3 2 9 】

20

図 9 3 a と 9 3 b を参照して、複数のエッチング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）9 3 0 0 に係る、幾つかの他の実施例を説明する。プロセス 9 3 0 0 は L O C O S 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 9 2 0 0 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 9 3 0 0 の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 9 3 a と 9 3 b に示すように、併合マスクの微細加工処理 9 3 0 0 は、好ましくは、（ 1 ）ステップ 9 3 0 2 でシリコンウェハを提供し、（ 2 ）ステップ 9 3 0 4 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 9 3 0 6 でマスキング層をパターンニングして（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 9 3 0 8 でステップ 9 3 0 6 を所定の回数繰り返す、（ 5 ）ステップ 9 3 1 0 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 9 3 1 2 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 9 3 1 4 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 9 3 1 6 でマスキング層の露出部を（選択的に）除去し、（ 9 ）ステップ 9 3 1 8 でシリコンウェハの露出部を（選択的に）エッチングし、（ 1 0 ）ステップ 9 3 2 0 でフォトレジスト層を除去し、（ 1 1 ）ステップ 9 3 2 2 でシリコンウェハの露出部をエッチングし、（ 1 2 ）ステップ 9 3 2 4 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かである）、（ 1 3 ）ステップ 9 3 2 6 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）、（ 1 4 ）ステップ 9 3 2 8 でステップ 9 3 2 4 と 9 3 2 6 を所定の回数繰り返すことを含む。

30

40

## 【 0 3 3 0 】

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、パターンニングとは、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。

## 【 0 3 3 1 】

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チングが約0.01ないし3ミクロンの範囲であるエッチング深さに対して1ないし10回繰り返され、かつシリコン基板の部分エッチングが約1ないし500ミクロンの範囲であるエッチング深さに対して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。プロセス9300の好ましい実施例において、ステップ9322と9326で行われたエッチングはKOHエッチ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チングはKOHを使用して提供する。

#### 【0334】

以下、図94-95hを参照して、基板に複数のエッチ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マスク材層9505を蒸着し、（3）図95cに示すように、ステップ9415で第1マスク材層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マスク材層9510を蒸着し、（5）図95eに示すように、ステップ9425で第2マスク材層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をエッチングし、（7）図95gに示すように、ステップ9435で第1マスク材層9505の露出部をエッチングし、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の露出部をエッチ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。

#### 【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より深い最終エッチング深さを持つ。

#### 【0337】

プロセス9400の好ましい実行において、第1マスク材は二酸化珪素を含み、第2マスク材はフォトレジストを含み、第1マスク材の厚さは約1000ないし6000オングストロームの範囲を有し、第2マスク材の厚さは約3ないし4ミクロンの範囲を有し、第1エッチング深さは約10ないし250ミクロンの範囲を有して、第2エッチング深さは約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マスク材は金属を含んで第2マスク材は耐エッチ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で実行されたエッチングはDRIEまたはプラズマエッチングを含んで、水平に対して90°±45°の角を有する側壁を提供する。

#### 【0339】

図 9 6 ないし 9 7 h を参照して、シリコン基板をエッチングするための併合マスクプロセス 9 6 0 0 の実施例を説明する。プロセス 9 6 0 0 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 9 4 0 0 は ( 1 ) 図 9 7 a に示すように、ステップ 9 6 0 5 でシリコン基板 9 7 0 0 を提供し、( 2 ) 図 9 7 b に示すように、ステップ 9 6 1 0 でシリコン基板 9 7 0 0 上に第 1 マスキング材層 9 7 0 5 を蒸着し、( 3 ) 図 9 5 c に示すように、ステップ 9 6 1 5 で第 1 マスキング材層 9 7 0 5 をパターニングし、( 4 ) 図 9 7 d に示すように、ステップ 9 6 2 0 でシリコン基板 9 7 0 0 上に第 2 マスキング材層 9 7 1 2 を蒸着し、( 5 ) 図 9 7 e に示すように、ステップ 9 6 2 5 で第 2 マスキング材層 9 7 1 0 をパターニングし、( 6 ) 図 9 7 f に示すように、第 1 時間の間、シリコン基板 9 7 0 0 の露出部をエッチングし、( 7 ) 図 9 7 g に示すように、第 1 マスキング材層 9 7 0 5 の露出部をエッチングし、( 8 ) 図 9 7 h に示すように、第 2 時間の間、シリコン基板 9 7 0 0 の露出部をエッチングすることを含む。この方法において、シリコン基板 9 7 0 0 の全てのエッチング領域のエッチング深さは実質的に同一である。

10

#### 【 0 3 4 0 】

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行う。

#### 【 0 3 4 1 】

好ましい実施例において、図 9 7 e - 9 7 h に示すように、シリコン基板 9 7 0 0 の露出部 9 7 0 0 a の幅は、9 7 0 0 b と 9 7 0 0 c 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 9 7 0 0 a、9 7 0 0 b と 9 7 0 0 c は実質的に同一な最終エッチング深さを持つ。好ましい実施例において、大きい露出部 9 7 0 0 b と 9 7 0 0 c より小さな露出部 9 7 0 0 a が時々エッチングされる場合、エッチング時間は実質的に同一な最終のエッチング深さを提供するために、シリコン基板 9 7 0 0 の露出部 9 7 0 0 a、9 7 0 0 b 及び 9 7 0 0 c の幅は実質的に幅の関数として適用される。

20

#### 【 0 3 4 2 】

プロセス 9 6 0 0 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 1 0 0 0 ないし 6 0 0 0 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 3 0 分の範囲であり、第 2 時間は約 3 0 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チ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

#### 【 0 3 4 3 】

プロセス 9 6 0 0 の他の実施例において、第 1 マスキング材は二酸化珪素、金属または耐エッチング液性のポリマーである。プロセス 9 6 0 0 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チング液性のポリマーである。

#### 【 0 3 4 4 】

プロセス 9 6 0 0 の好ましい実行においては、ステップ 9 6 3 0 と 9 6 4 0 で実行されたエッチングは D R I E またはプラズマエッチングを含んで、水平に対して  $90^\circ \pm 45^\circ$  の角を有する側壁を提供する。

40

#### 【 0 3 4 5 】

好ましい実施例において、プロセス 9 6 0 0 はシリコンの広い露出領域よりは狭い露出領域がエッチングされる、プラズマドライエッチ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 9 6 0 0 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チング深さを有する複数のエッチング領域を提供する。この方法において、他の形式のエッチングだけでなく、プラズマドライエッチングのマイクロロード効果を適当に克服することができる。

50



## 【 0 3 4 6 】

例えば、図 4 9 - 9 7 h 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チングは多様な方法を利用して実行できる。例えば、シリコンをエッチ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。シリコンをエッチ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、ブロムが含まれる。いわゆるディープ反応性イオンエッチング ( D R I E ) と呼ばれる高アスペクト比を有するトレンチエッチングは、例えば、トレンチの側壁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チ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のために使用したガスの一例である。シリコンをエッチ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チング用に十分な反応性ガスを使用することである。シリコンエッチ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、トリフッ化ブロム、フッ化ブロム、または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チングするためのその他の方法では液状のエッチ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チングできる。シリコンのウェット異方性エッチング液の例には、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チングできる。シリコンの等方性エッチング液の例では、硝酸、フッ化アンモニウム及び水を含む。

10

20

## 【 0 3 4 7 】

図 4 4 - 9 7 h 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チングが実行できる。例えば、シリコン基板のエッチングは一つのウェット異方性エッチ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チング液またはエッチングチャンバーに挿入できる。エッチ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チング比の利益を達成するためにシリコンをエッチングする水溶性  $KOH$ 、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チング比の大きい割合を達成するために、シリコンをエッチ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、エッチングプロセスは ( 1 ) ウェットエッチング液、プラズマエッチング液、及び気相の反応性エッチング液のあるクラスのうちのいずれかのエッチング液、及び ( 2 ) 3 個のクラスのの一つから他のエッチ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、シリコンエッチング方法の変更は複数回発生できる。エッチ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チングプロフィルを生成するように、他のエッチング特性の利益を持つてくることが好ましい。

30

## 【 0 3 4 8 】

図 4 4 - 9 7 h 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チ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チング方法を選択する。

40

図 4 4 に示す複数の実施例において、ウェットエッチング液、プラズマエッチング液、及び気相の反応性エッチング液の 3 個のクラスのうちのいずれかのシリコンエッチング液は、シリコンエッチングステップ 4 4 4 5 と 4 4 5 5 全てに対して好ましい。また、図 4 4 を参照すれば、ウェットエッチング液、プラズマエッチング液、及び気相の反応性エッチング液の 3 個のクラスのいずれかのシリコンエッチング液は、光学薄膜シリコンエッチングステップ 4 4 3 0 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チング液を使用する。

## 【 0 3 4 9 】

図 5 0 を参照すると、複数の実施例において、ウェットエッチング液、プラズマエッチン

50

グ液、及び気相の反応性エッチング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッチング液は、シリコンエッチングステップ5050、5060及び5065に対して好ましい。シリコンのエッチング比より比較的低いエッチング比を有するウェットエッチング液としては、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、ウェットエッチング液、プラズマエッチング液、及び気相の反応性エッチング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッチング液は、シリコンエッチングステップ5630と5634に対して好ましい。プラズマエッチング液または気相の反応性エッチング液からのシリコンエッチング液は、シリコンエッチングステップ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、ウェットエッチング液、プラズマエッチング液、及び気相の反応性エッチング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッチング液は、シリコンエッチングステップ9232、9236及び9238に対して好ましい。プラズマエッチング液または気相の反応性エッチング液からのシリコンエッチング液は、シリコンエッチングステップ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、ウェットエッチング液、プラズマエッチング液、及び気相の反応性エッチング液の3個のクラスのいずれかのシリコンエッチング液は、シリコンエッチングステップ9322、9326及び9328に対して好ましい。プラズマエッチング液または気相の反応性エッチング液からのシリコンエッチング液は、シリコンエッチングステップ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チング方法はプラズマエッチング液であり、かつ特定の好ましいエッチング方法はシリコンの側壁をパッシベーションするためのガス及びエッチ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、エッチ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。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チング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킹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킹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킹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、基板の露出部に、少なくとも第1及び第3マス킹材層の総合厚さほど厚い第2マス킹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킹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킹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킹材は窒化珪素を含み、第2マス킹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킹材は窒化珪素を含み、第2マス킹材は二酸化珪素を含み、第3マス킹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。

#### 【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킹材層を塗布し、第1マス킹材層をパターニングし、第1マス킹材のパターン層上に第2マス킹材層を塗布し、第2マス킹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킹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킹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킹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킹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킹材層を塗布し、(3)第1マス킹材層をパターニングし、(4)基板の露出部に、少なくとも第1マス킹材層ほど厚い第2マス킹材層を塗布し、(5)第2マス킹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킹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킹材層を塗布し、第3マス킹材層上に第1マス킹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킹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、基板の露出部に、少なくとも第1及び第3マス킹材層の総合厚さほど厚い第2マス킹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킹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킹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킹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、基板の露出部に、少なくとも第1及び第3マス킹材層の総合厚さほど厚い第2マス킹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킹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킹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、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リソ材料を含む。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、フォトリソ材料を含む。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リソ材料を含む。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リソ材料を含んで、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、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。好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

10

20

30

40

50

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(9)と(11)は基板の露出部のウェットエッチングを含む。

【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、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、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、基板の露出部のエッチ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、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。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

10

20

30

40

50

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(9)と(11)は基板の露出部のウェットエッチングを含む。

【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マスクング材層を塗布し、(3)第1マスク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マスクング材層を塗布し、(5)第2マスクング材層をパターニングし、(6)第2マスク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マスク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、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マスクング材は炭化珪素、窒化珪素、多結晶ダイヤモンド、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、第2マスク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チングを更に含む。好ましい実施例において、基板の露出部をエッチングするステップは、基板の露出部の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(5)と(6)との間に、基板の露出部のエッチング、及び第2マスク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(5)と(6)との間に、基板の露出部のエッチ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チングされる。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チング、及び第2マスク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、ステップ(5)と(6)との間に、第2マスクング材層の露出部のエッチング、及び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(9)はウェットエッチングを含む。

【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マスクング材層を塗布し、第1マスクング材層をパターニングし、第1マスクング材のパターン層上に第2マスクング材層を塗布し、第2マスク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マスク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、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。好ましい実施例において、第1マスク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マスク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。

【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マスクング材層を塗布し、第1マスクング材層をパターニングし、第1マスクング材のパターン層上に第2マスクング材層を塗布し、第2マスク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マスク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、ドライエッチングは、ディープ反応性イオンエッチングを含む。好ましい実施例において、第1マスク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マスク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。

## 【0363】

前述した基板の微細加工方法は基板のウェットエッチング及び基板のドライエッチングを含む。好ましい実施例において、ウェットエッチ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、ドライエッチ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リソ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、基板上に耐エッチ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チ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チング液の混合液を使用することを含む。

## 【0366】

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

## 【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するべきである。

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 2 6 B】 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 2 7】 図 2 2 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 2 8】 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チングを示す図面である。
- 【図 2 9 a】 二酸化珪素のパッド層の露出領域のエッチングを示す図面である。
- 【図 3 0 b】 図 2 3 a 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 3 1】 図 2 4 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チングする合成図である。 10
- 【図 3 2】 図 2 5 は図 2 4 のシリコンウェハの裏面を K O H エッチングする図面である。
- 【図 3 3】 図 2 6 は図 2 5 のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4】 図 2 7 は図 2 5 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チングし、及びシリコンウェハの裏面の露出層を K O H エッチングして、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 3 5】 図 2 8 は図 2 7 のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 a】 図 2 7 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 3 7 b】 図 2 9 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 a】 図 2 9 a 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チングする図面である。 20
- 【図 3 9 b】 図 3 0 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 c】 図 3 0 a 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 4 1 d】 図 3 0 d は図 3 0 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2】 図 3 1 は露出されたシリコンをディープ反応性イオンエッチング、露出された二酸化珪素をエッチング、露出されたシリコンをディープ反応性イオンエッチング、及び図 3 0 c 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 4 3】 図 3 2 は図 3 1 のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 4】 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 4 5】 図 3 4 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 4 6 a】 図 3 4 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チングする図面である。
- 【図 4 7 b】 図 3 5 a 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 4 8】 図 3 6 は図 3 5 b 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チングを示す図面である。
- 【図 4 9】 図 3 7 は図 3 6 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チングする図面である。 40
- 【図 5 0】 図 3 8 は図 3 7 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チングする図面である。
- 【図 5 1】 図 3 8 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 K O H エッチングする図面である。
- 【図 5 2 a】 図 3 9 のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 5 3 b】 図 3 9 のシリコンウェハの断面図であり、図 3 9 c は図 3 9 のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 5 4 c】 図 3 9 のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 5 5】 図 4 0 は図 3 9 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



をエッチングする図面である。

【図56】 図41は図40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チングする図面である。

【図57】 図41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エッチングする図面である。

【図58a】 図42のシリコンウェハの断面図である。

【図59b】 図42のシリコンウェハの断面図である。

【図60c】 図42のシリコンウェハの断面図である。

【図61】 図43は図42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62a】 図43のシリコンウェハの断面図である。

【図63b】 図43のシリコンウェハの断面図である。

【図64c】 図43のシリコンウェハの断面図である。

【図65d】 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66】 図44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67a】 図45aはシリコンウェハの断面図である。

【図68b】 窒化珪素層を含む図45aのシリコンウェハの断面図である。

【図69c】 窒化珪素層をパターニングした後図45bのシリコンウェハの断面図である。

20

【図70d】 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45cのシリコンウェハの断面図である。

【図71e】 図45eは二酸化珪素層をパターニングした後図45dのシリコンウェハの断面図である。

【図72f】 図45fはシリコンウェハの露出部をエッチングした後図45eのシリコンウェハの断面図である。

【図73g】 図45gは二酸化珪素層の露出部を除去した後図45fのシリコンウェハの断面図である。

【図74h】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図45gのシリコンウェハの断面図である。

30

【図75i】 窒化珪素層を除去した後図45hのシリコンウェハの断面図である。

【図76a】 シリコンウェハの断面図である。

【図77b】 窒化珪素層を含む図46aのシリコンウェハの断面図である。

【図78c】 窒化珪素層をパターニングした後図46bのシリコンウェハの断面図である。

【図79d】 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46cのシリコンウェハの断面図である。

【図80e】 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46dのシリコンウェハの断面図である。

40

【図81f】 二酸化珪素層をパターニングした後図46eのシリコンウェハの断面図である。

【図82g】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図46fのシリコンウェハの断面図である。

【図83h】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図46gのシリコンウェハの断面図である。

【図84i】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図46hのシリコンウェハの断面図である。

【図85j】 窒化珪素層を除去した後図46iのシリコンウェハの断面図である。

【図86a】 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図 4 9 f のシリコンウェハの断面図である。 50

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

【図 1 1 5 i】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 4 9 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 1 6 j】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図 4 9 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 1 7 k】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 4 9 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 1 8 l】 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 9 k のシリコンウェハの断面図である。

10

【図 1 1 9】 図 5 0 は複数のエッチング深くを有する L O C O S 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 1 2 0 a】 図 5 1 a はシリコンウェハの断面図である。

【図 1 2 1 b】 窒化珪素層を含む図 5 1 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 2 2 c】 窒化珪素をパターニングした後図 5 1 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 2 3 d】 図 5 1 d はシリコンの露出部上の酸化フィールド層の成長後図 5 1 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 2 4 e】 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 5 1 d のシリコンウェハの断面図である。

20

【図 1 2 5 f】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図 5 1 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 2 6 g】 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 5 1 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 2 7 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 1 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 2 8 i】 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 5 1 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 2 9 j】 図 5 1 j はシリコンの露出部をエッチングした後図 5 1 i のシリコンウェハの断面図である。

30

【図 1 3 0 k】 窒化珪素の露出部をエッチングした後図 5 1 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 3 1 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 1 3 2 b】 窒化珪素層を含む図 5 2 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 3 3 c】 窒化珪素をパターニングした後図 5 2 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 3 4 d】 シリコンの露出部上の薄膜エッチング後に図 5 2 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 3 5 e】 シリコンの露出部上で酸化フィールド層の成長後に図 5 2 d のシリコンウェハの断面図である。

40

【図 1 3 6 f】 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 5 2 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 3 7 g】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 2 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 3 8 h】 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 5 2 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 3 9 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 2 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 4 0 j】 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 5 2 i のシリコンウェハの断面図である。

50

- 【図 1 4 1 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 2 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 4 2 l】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 2 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 4 3 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 4 4 b】 窒化珪素のパッド層を含む図 5 3 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 4 5 c】 窒化珪素層を含む図 5 3 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 4 6 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 5 3 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 4 7 e】 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 5 3 d のシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図 1 4 8 f】 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 5 3 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 4 9 g】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 3 f のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 5 0 h】 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 5 3 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 5 1 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 3 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 5 2 j】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 3 i のシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図 1 5 3 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 3 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 5 4 l】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 5 3 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 5 5 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 5 6 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 5 4 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 5 7 c】 窒化珪素層を含む図 5 4 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 5 8 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 5 4 c のシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図 1 5 9 e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 5 4 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 6 0 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に図 5 4 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 6 1 g】 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 5 4 f のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 6 2 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 4 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 6 3 i】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 4 h のシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図 1 6 4 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 4 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 6 5 k】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 4 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 6 6 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 4 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 6 7 m】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 5 4 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 6 8 a】 シリコンウェハの断面図である。 50

- 【図 1 6 9 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 5 5 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 0 c】 窒化珪素層を含む図 5 5 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 1 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 5 5 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 2 e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 5 5 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 3 f】 シリコンの露出領域の薄膜エッチング後に図 5 5 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 4 g】 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 5 5 f のシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図 1 7 5 h】 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 5 5 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 6 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 5 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 7 j】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 5 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 8 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 5 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 7 9 l】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 5 k のシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図 1 8 0 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 5 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 8 1 n】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 5 5 m のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 8 2 a】 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、L O C O S 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 1 8 3 b】 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、L O C O S 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 1 8 4 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 8 5 b】 窒化珪素層を含む図 5 7 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 8 6 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 5 7 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 8 7 d】 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 5 7 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 8 8 e】 酸化フィールド層をパターニングした後図 5 7 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 8 9 f】 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 5 7 e のシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図 1 9 0 g】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 7 f のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 9 1 h】 フォトレジストを除去した後図 5 7 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 9 2 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 7 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 9 3 j】 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 5 7 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 1 9 4 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 7 j のシリコンウェハの断面 50

図である。

【図 1 9 5 l】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 7 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 9 6 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 1 9 7 b】 窒化珪素層を含む図 5 8 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 9 8 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 5 8 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 1 9 9 d】 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 5 8 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 0 0 e】 酸化フィールド層をパターニングした後図 5 8 d のシリコンウェハの断面図である。

10

【図 2 0 1 f】 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 5 8 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 0 2 g】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 8 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 0 3 h】 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 5 8 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 0 4 i】 フォトレジストを除去した後図 5 8 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 0 5 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 8 i のシリコンウェハの断面図である。

20

【図 2 0 6 k】 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 5 8 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 0 7 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 8 k のシリコンウェハの断面図であり、

【図 2 0 8 m】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 8 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 0 9 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 2 1 0 b】 窒化珪素層を含む図 5 9 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 1 1 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 5 9 b のシリコンウェハの断面図である。

30

【図 2 1 2 d】 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 5 9 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 1 3 e】 酸化フィールド層をパターニングした後図 5 9 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 1 4 f】 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 5 9 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 1 5 g】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 9 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 1 6 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 9 g のシリコンウェハの断面図である。

40

【図 2 1 7 i】 フォトレジストを除去した後図 5 9 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 1 8 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 5 9 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 1 9 k】 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 5 9 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 2 0 l】 図 5 9 l はシリコンの露出部をエッチングした後図 5 9 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 2 1 m】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 5 9 l のシリコンウェハの断

50

面図である。

【図 2 2 2 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 2 2 3 b】 窒化珪素層を含む図 6 0 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 2 4 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 6 0 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 2 5 d】 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 6 0 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 2 6 e】 酸化フィールド層をパターニングした後図 6 0 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 2 7 f】 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 6 0 e のシリコンウェハの断面図である。 10

【図 2 2 8 g】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 0 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 2 9 h】 二酸化珪素の露出部をエッチングした後図 6 0 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 3 0 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 0 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 3 1 j】 フォトレジストを除去した後図 6 0 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 3 2 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 0 j のシリコンウェハの断面図である。 20

【図 2 3 3 l】 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 6 0 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 3 4 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 0 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 3 5 n】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 6 0 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 3 6 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 2 3 7 b】 窒化珪素層を含む図 6 1 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 3 8 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 6 1 b のシリコンウェハの断面図である。 30

【図 2 3 9 d】 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 6 1 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 4 0 e】 酸化フィールド層をパターニングした後図 6 1 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 4 1 f】 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 6 1 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 4 2 g】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 1 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 4 3 h】 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 6 1 g のシリコンウェハの断面図である。 40

【図 2 4 4 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 1 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 4 5 j】 フォトレジストを除去した後図 6 1 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 4 6 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 1 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 4 7 l】 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 6 1 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 2 4 8 a】 シリコンウェハの断面図である。 50

- 【図 2 4 9 b】 窒化珪素層を含む図 6 2 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 0 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 6 2 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 1 d】 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 6 2 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 2 e】 酸化フィールド層をパターニングした後図 6 2 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 3 f】 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 6 2 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 4 g】 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 6 2 f のシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図 2 5 5 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 2 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 6 i】 フォトレジストの露出部をエッチングした後図 6 2 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 7 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 2 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 8 k】 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 6 2 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 5 9 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 2 k シリコンウェハの断面図である。 20
- 【図 2 6 0 m】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 6 2 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 6 1 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 6 2 b】 窒化珪素層を含む図 6 3 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 6 3 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 6 3 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 6 4 d】 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 6 3 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 6 5 e】 酸化フィールド層をパターニングした後図 6 3 d のシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図 2 6 6 f】 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 6 3 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 6 7 g】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 3 f のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 6 8 h】 フォトレジストの露出部をエッチングした後図 6 3 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 6 9 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 3 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 7 0 j】 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 6 3 i のシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図 2 7 1 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 3 j シリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 7 2 l】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 6 3 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 7 3 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 7 4 b】 窒化珪素層を含む図 6 4 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 7 5 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 6 4 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 2 7 6 d】 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 6 4 c のシリコ 50



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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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後図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後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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チングした後図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 3 3 0 b】 窒化珪素層を含む図 6 8 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 3 1 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 6 8 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 3 2 d】 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 6 8 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 3 3 e】 シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図 6 8 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 3 4 f】 酸化フィールド層をパターニングした後図 6 8 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 3 5 g】 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 6 8 f のシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図 3 3 6 h】 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 6 8 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 3 7 i】 フォトレジスト層を除去した後図 6 8 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 3 8 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 8 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 3 9 k】 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 6 8 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4 0 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 8 k のシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図 3 4 1 m】 図 6 8 m は窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 6 8 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4 2 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4 3 b】 窒化珪素層を含む図 6 9 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4 4 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 6 9 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4 5 d】 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 6 9 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4 6 e】 シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図 6 9 d のシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図 3 4 7 f】 酸化フィールド層をパターニングした後図 6 9 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4 8 g】 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 6 9 f のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 4 9 h】 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 6 9 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 5 0 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 9 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 5 1 j】 フォトレジスト層を除去した後図 6 9 i のシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図 3 5 2 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 9 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 5 3 l】 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 6 9 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 5 4 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 6 9 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 5 5 n】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 6 9 m のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 5 6 a】 シリコンウェハの断面図である。 50

- 【図 3 5 7 b】 窒化珪素層を含む図 7 0 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 5 8 c】 窒化珪素層をパターニングした後図 7 0 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 5 9 d】 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 7 0 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 0 e】 シリコンの露出部の酸化フィールド層の成長後図 7 0 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 1 f】 酸化フィールド層をパターニングした後図 7 0 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 2 g】 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 7 0 f のシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図 3 6 3 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 0 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 4 i】 フォトレジスト層を除去した後図 7 0 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 5 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 0 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 6 k】 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 7 0 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 7 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 0 k のシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図 3 6 8 m】 窒化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 0 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 6 9 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 7 0 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 1 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 7 1 c】 窒化珪素層を含む図 7 1 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 7 2 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 7 1 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 7 3 e】 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 7 1 d のシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図 3 7 4 f】 二酸化珪素層をパターニングした後図 7 1 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 7 5 g】 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 7 1 f のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 7 6 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 1 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 7 7 i】 フォトレジスト層を除去した後図 7 1 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 7 8 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 1 i のシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図 3 7 9 k】 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 7 1 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 0 l】 図 7 1 l はシリコンの露出部をエッチングした後図 7 1 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 1 m】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 7 1 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 2 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 3 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 2 a のシリコンウェハの断面図である。
- 。

- 【図 3 8 4 c】 窒化珪素層を含む図 7 2 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 5 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 7 2 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 6 e】 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 7 2 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 7 f】 二酸化珪素層をパターニングした後図 7 2 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 8 g】 シリコンウェハ上にフォトリソ層を塗布及びパターニングした後図 7 2 f のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 8 9 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 2 g のシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図 3 9 0 i】 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 7 2 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 9 1 j】 フォトリソ層を除去した後図 7 2 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 9 2 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 2 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 9 3 l】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 2 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 9 4 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 2 l のシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図 3 9 5 n】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 7 2 m のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 9 6 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 9 7 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 3 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 9 8 c】 は窒化珪素層を含む図 7 3 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 3 9 9 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 7 3 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 0 e】 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 7 3 d のシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図 4 0 1 f】 二酸化珪素層をパターニングした後図 7 3 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 2 g】 シリコンウェハ上にフォトリソ層を塗布及びパターニングした後図 7 3 f のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 3 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 3 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 4 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 3 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 5 j】 フォトリソ層を除去した後図 7 3 i のシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図 4 0 6 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 3 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 7 l】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 3 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 8 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 3 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 0 9 n】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 7 3 m のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 1 0 a】 シリコンウェハの断面図である。 50

- 【図 4 1 1 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 4 a のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 1 2 c】 窒化珪素層を含む図 7 4 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 1 3 d】 窒化珪素層をパターンニングした後図 7 4 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 1 4 e】 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 7 4 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 1 5 f】 二酸化珪素層をパターンニングした後図 7 4 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 1 6 g】 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ンニングした後図 7 4 f のシリコンウェハの断面図である。 10
- 【図 4 1 7 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 4 g のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 1 8 i】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 4 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 1 9 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 4 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2 0 k】 フォトレジスト層を除去した後図 7 4 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2 1 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 4 k のシリコンウェハの断面図である。 20
- 【図 4 2 2 m】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 4 l のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2 3 n】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 4 m のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2 4 o】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 7 4 n のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2 5 a】 シリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2 6 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 5 a のシリコンウェハの断面図である。 30
- 【図 4 2 7 c】 窒化珪素層を含む図 7 5 b のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2 8 d】 窒化珪素層をパターンニングした後図 7 5 c のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 2 9 e】 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 7 5 d のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 3 0 f】 二酸化珪素層をパターンニングした後図 7 5 e のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 3 1 g】 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ンニングした後図 7 5 f のシリコンウェハの断面図である。。
- 【図 4 3 2 h】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図 7 5 g のシリコンウェハの断面図である。 40
- 【図 4 3 3 i】 フォトレジスト層を除去した後図 7 5 h のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 3 4 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 5 i のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 3 5 k】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 5 j のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 3 6 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 5 k のシリコンウェハの断面図である。
- 【図 4 3 7 m】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 7 5 l のシリコンウ 50

エハの断面図である。

【図 4 3 8 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 4 3 9 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 6 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 0 c】 窒化珪素層を含む図 7 6 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 1 d】 窒化珪素層をパターンニングした後図 7 6 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 2 e】 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 7 6 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 3 f】 二酸化珪素層をパターンニングした後図 7 6 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 4 g】 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ンニングした後図 7 6 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 5 h】 二酸化珪素層の露出部を除去した後図 7 6 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 6 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 6 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 7 j】 フォトレジスト層を除去した後図 7 6 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 8 k】 図 7 6 k はシリコンの露出部をエッチングした後図 7 6 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 4 9 l】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 6 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 5 0 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 6 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 5 1 n】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 7 6 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 5 2 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 4 5 3 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 7 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 5 4 c】 窒化珪素層を含む図 7 7 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 5 5 d】 窒化珪素層をパターンニングした後図 7 7 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 5 6 e】 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 7 7 d のシリコンウェハの断面図である。

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

【図 4 5 8 g】 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ンニングした後図 7 7 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 5 9 h】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 7 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 6 0 i】 フォトレジスト層を除去した後図 7 7 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 6 1 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 7 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 6 2 k】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 7 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 6 3 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 7 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 6 4 m】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 7 7 l のシリコンウ

10

20

30

40

50

エハの断面図である。

【図 4 6 5 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 4 6 6 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 8 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 6 7 c】 窒化珪素層を含む図 7 8 b のシリコンウェハの断面図である。

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

【図 4 6 9 e】 二酸化珪素のパッド層をパターンニングした後図 7 8 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 0 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 7 8 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 1 g】 二酸化珪素層をパターンニングした後図 7 8 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 2 h】 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ンニングした後図 7 8 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 3 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 8 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 4 j】 フォトレジスト層を除去した後図 7 8 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 5 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 8 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 6 l】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 8 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 7 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 8 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 8 n】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 7 8 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 7 9 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 0 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 7 9 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 1 c】 窒化珪素層を含む図 7 9 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 2 d】 窒化珪素層をパターンニングした後図 7 9 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 3 e】 二酸化珪素のパッド層をパターンニングした後図 7 9 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 4 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 7 9 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 5 g】 二酸化珪素層をパターンニングした後図 7 9 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 6 h】 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ンニングした後図 7 9 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 7 i】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 9 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 8 j】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 9 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 8 9 k】 フォトレジスト層を除去した後図 7 9 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 9 0 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 7 9 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 4 9 1 m】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 7 9 l のシリコンウェハの

10

20

30

40

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 5 1 9 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 1 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 0 l】 フォトレジスト層を除去した後図 8 1 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 1 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 1 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 2 n】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 1 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 3 o】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 1 n のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 4 p】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 8 1 o のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 5 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 6 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 8 2 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 7 c】 窒化珪素層を含む図 8 2 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 8 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 8 2 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 2 9 e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 8 2 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 0 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 2 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 1 g】 二酸化珪素層をパターニングした後図 8 2 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 2 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 2 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 3 i】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 2 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 4 j】 フォトレジスト層を除去した後図 8 2 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 5 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 2 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 6 l】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 2 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 7 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 2 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 8 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 2 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 3 9 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 0 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 8 3 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 1 c】 窒化珪素層を含む図 8 3 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 2 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 8 3 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 3 e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 8 3 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 4 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 3 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 4 5 g】 二酸化珪素層をパターニングした後図 8 3 f のシリコンウェハの断面図

10

20

30

40

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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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。

【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 5 7 3 f】 シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図 8 5 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 7 4 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 8 5 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 7 5 h】 二酸化珪素層をパターニングした後図 8 5 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 7 6 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 8 5 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 7 7 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 5 i のシリコンウェハの断面図である。 10

【図 5 7 8 k】 フォトレジスト層を除去した後図 8 5 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 7 9 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 5 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 8 0 m】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 5 l のシリコンウェハの断面図である。

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

【図 5 8 2 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 5 n のシリコンウェハの断面図である。 20

【図 5 8 3 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 5 8 4 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 8 6 a のシリコンウェハの断面図である。

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

【図 5 8 6 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 8 6 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 8 7 e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 8 6 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 8 8 f】 シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図 8 6 e のシリコンウェハの断面図である。 30

【図 5 8 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 8 6 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 0 h】 二酸化珪素層をパターニングした後図 8 6 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 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 8 6 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 2 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 6 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 3 k】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 6 j のシリコンウェハの断面図である。 40

【図 5 9 4 l】 フォトレジスト層を除去した後図 8 6 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 5 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 6 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 6 n】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 6 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 7 o】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 6 n のシリコンウェハの断面図である。

【図 5 9 8 p】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 8 6 o のシリコンウ 50

エハの断面図である。

【図 5 9 9 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 0 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 8 7 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 1 c】 窒化珪素層を含む図 8 7 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 2 d】 窒化珪素層をパターンニングした後図 8 7 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 3 e】 二酸化珪素のパッド層をパターンニングした後図 8 7 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 4 f】 シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図 8 7 e のシリコンウェハの断面図である。 10

【図 6 0 5 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 8 7 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 6 h】 二酸化珪素層をパターンニングした後図 8 7 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 7 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ンニングした後図 8 7 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 8 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 7 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 0 9 k】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 7 j のシリコンウェハの断面図である。 20

【図 6 1 0 l】 フォトレジスト層を除去した後図 8 7 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 1 1 m】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 7 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 1 2 n】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 7 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 1 3 o】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 7 n のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 1 4 p】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 8 7 o のシリコンウェハの断面図である。 30

【図 6 1 5 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 6 1 6 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 8 8 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 1 7 c】 窒化珪素層を含む図 8 8 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 1 8 d】 窒化珪素層をパターンニングした後図 8 8 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 1 9 e】 二酸化珪素のパッド層をパターンニングした後図 8 8 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 2 0 f】 シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図 8 8 e のシリコンウェハの断面図である。 40

【図 6 2 1 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 8 8 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 2 2 h】 二酸化珪素層をパターンニングした後図 8 8 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 2 3 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ンニングした後図 8 8 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 2 4 j】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 8 i のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 2 5 k】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 8 j のシリコンウェハの 50

断面図である。

【図 6 2 6 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 8 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 2 7 m】 フォトレジスト層を除去した後図 8 8 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 2 8 n】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 8 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 2 9 o】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 8 n のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 0 p】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 8 o のシリコンウェハの断面図である。 10

【図 6 3 1 q】 二酸化珪素及び窒化珪素層の残余部を除去した後図 8 8 p のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 2 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 3 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 8 9 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 4 c】 窒化珪素層を含む図 8 9 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 5 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 8 9 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 6 e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 8 9 d のシリコンウェハの断面図である。 20

【図 6 3 7 f】 シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図 8 9 e のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 8 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 8 9 f のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 3 9 h】 二酸化珪素層をパターニングした後図 8 9 g のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 0 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 8 9 h のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 1 j】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 9 i のシリコンウェハの断面図である。 30

【図 6 4 2 k】 フォトレジスト層を除去した後図 8 9 j のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 3 l】 シリコンの露出部をエッチングした後図 8 9 k のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 4 m】 二酸化珪素層の露出部をエッチングした後図 8 9 l のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 5 n】 珪素の露出部をエッチングした後図 8 9 m のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 6 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 9 n のシリコンウェハの断面図である。 40

【図 6 4 7 a】 シリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 8 b】 二酸化珪素のパッド層を含む図 9 0 a のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 4 9 c】 窒化珪素層を含む図 9 0 b のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 0 d】 窒化珪素層をパターニングした後図 9 0 c のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 1 e】 二酸化珪素のパッド層をパターニングした後図 9 0 d のシリコンウェハの断面図である。

【図 6 5 2 f】 シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図 9 0 e 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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。

【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。

【図 6 6 8 f】 シリコンの露出層に薄膜エッチングした後図 9 1 e のシリコンウェハの断面図である。

30

【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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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チングした後図 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】 複数のエッチング深さを有して、珪素のディープ反応性イオンエッチン

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679b】 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チ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680a】 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チ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681b】 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チ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682】 図94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683a】 シリコンウェハの断面図である。

【図684b】 第1マスクング材の層を含む図95aのシリコンウェハの断面図である。

【図685c】 第1マスクング材の層をパターニングした後図95bのシリコンウェハの断面図である。

【図686d】 第2マスクング材の層を含む図95cのシリコンウェハの断面図である。

20

【図687e】 第2マスクング材の層をパターニングした後図95dのシリコンウェハの断面図である。

【図688f】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図95eのシリコンウェハの断面図である。

【図689g】 第1マスクング材の層の露出部をエッチングした後図95fのシリコンウェハの断面図である。

【図690h】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図95gのシリコンウェハの断面図である。

【図691】 図96は同様なエッチング深さに互い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692a】 シリコンウェハの断面図である。

【図693b】 第1マスクング材の層を含む図97aのシリコンウェハの断面図である。

【図694c】 第1マスクング材の層をパターニングした後図97bのシリコンウェハの断面図である。

【図695d】 第2マスクング材の層を含む図97cのシリコンウェハの断面図である。

【図696e】 第2マスクング材の層をパターニングした後図97dのシリコンウェハの断面図である。

【図697f】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図97eのシリコンウェハの断面図である。

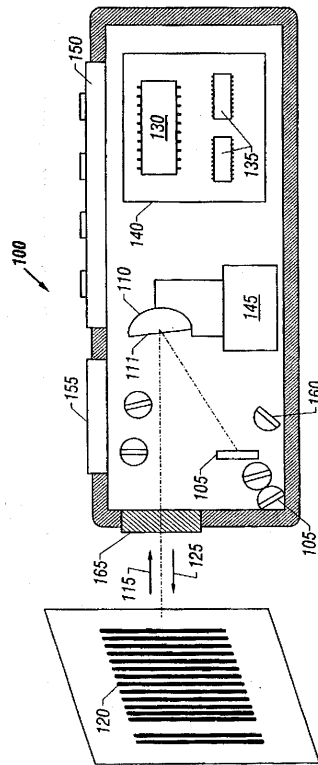
40

【図698g】 第1マスクング材の層の露出部をエッチングした後図97fのシリコンウェハの断面図である。

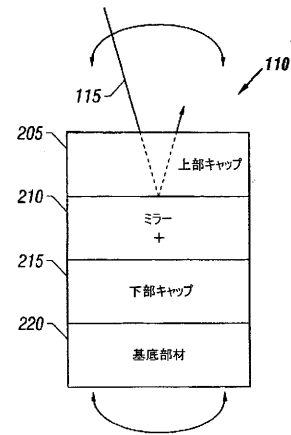
【図699h】 シリコンウェハの露出部をエッチングした後図97gのシリコンウェハの断面図である。



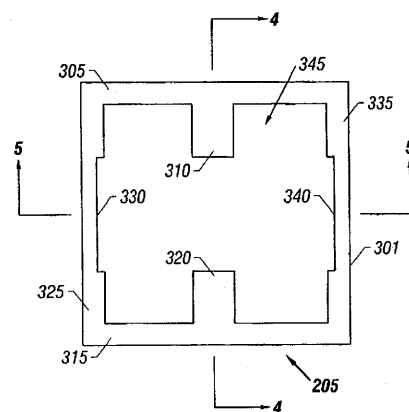
【図 1】



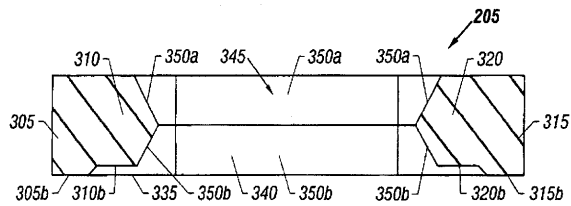
【図 2】



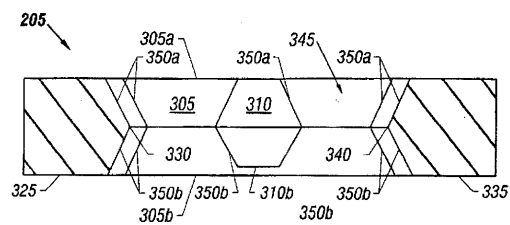
【図 3】



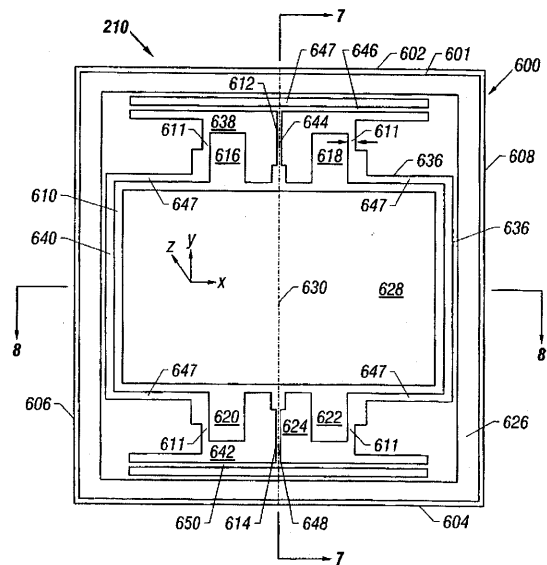
【図 4】



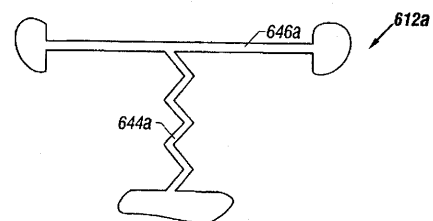
【図 5】



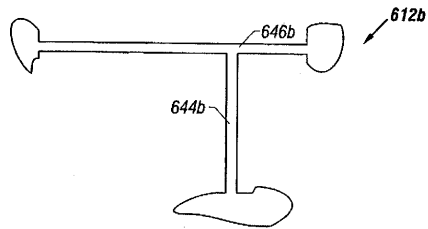
【図 6】



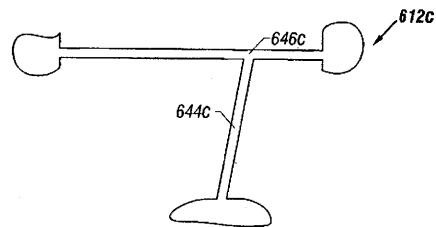
【図 6 A】



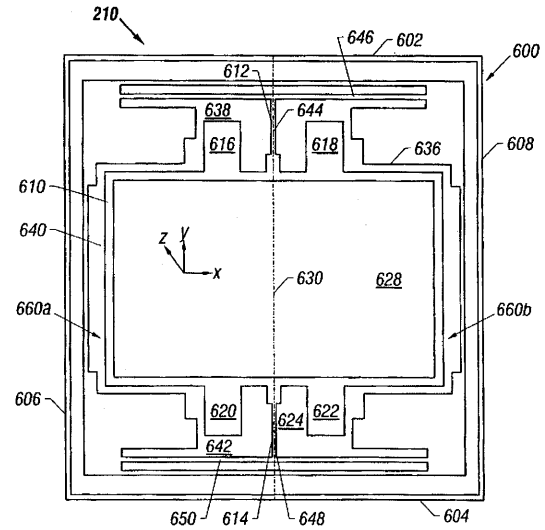
【図 6 B】



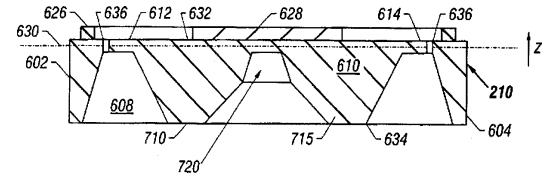
【図 6 C】



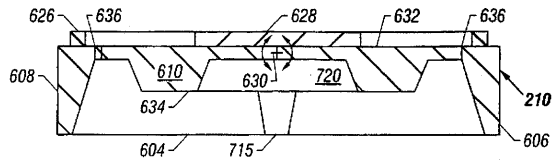
【図 6 D】



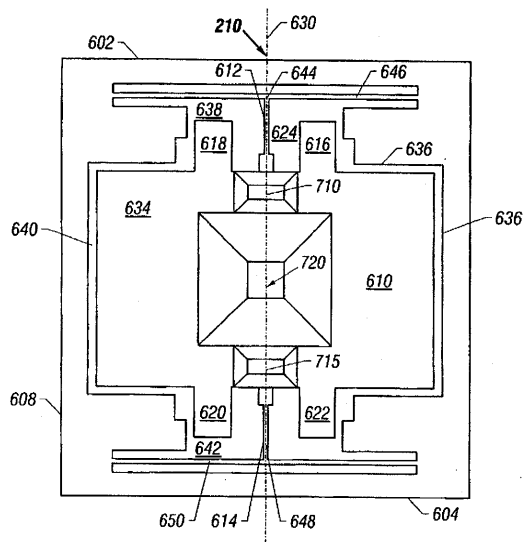
【図 7】



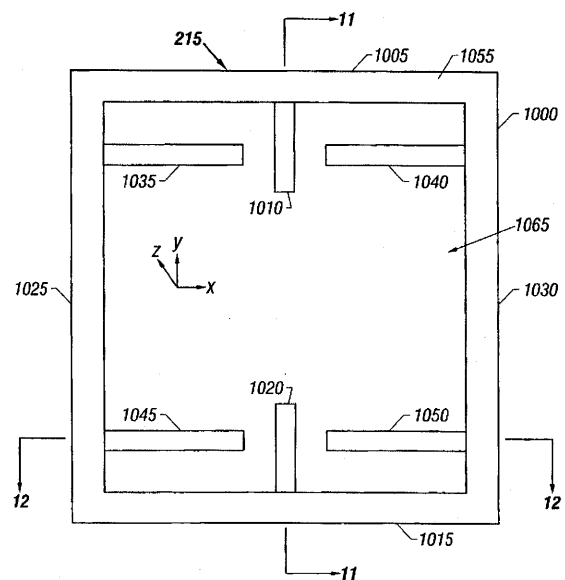
【図 8】



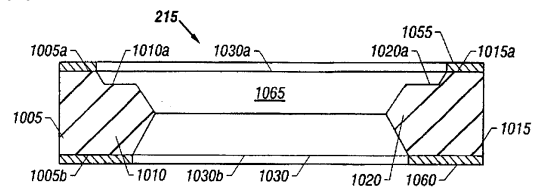
【図 9】



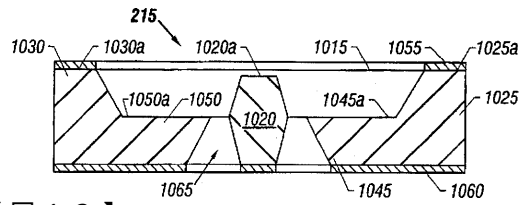
【図 10】



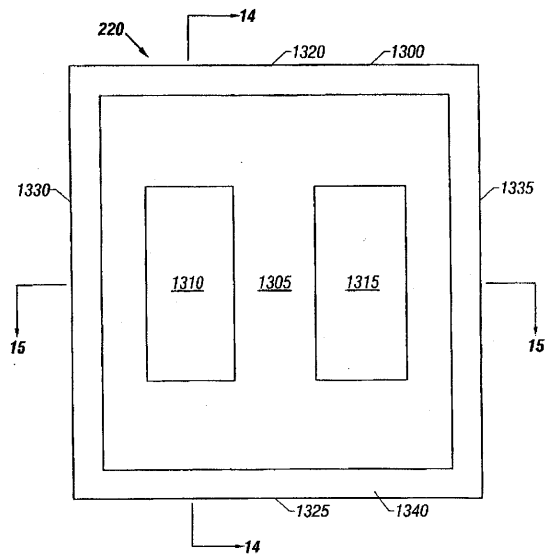
【図 11】



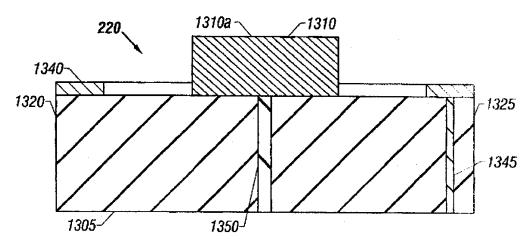
【 図 1 2 】



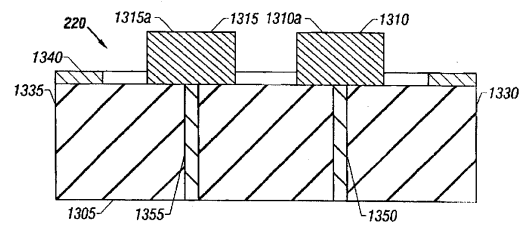
【 図 1 3 】



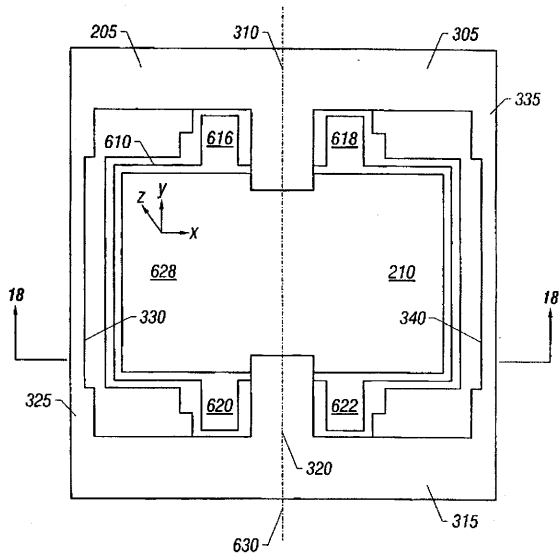
【 図 1 4 】



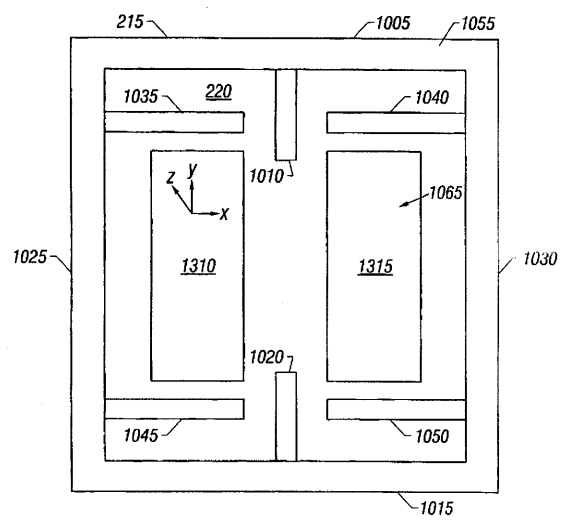
【 図 1 5 】



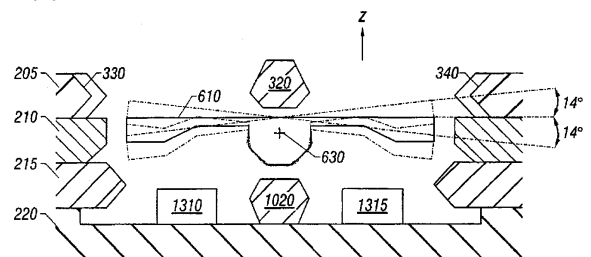
【 図 1 6 】



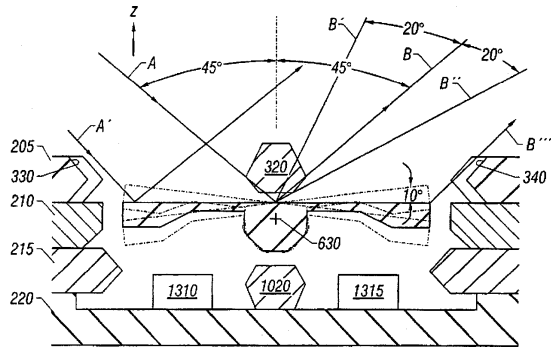
【 図 1 7 】



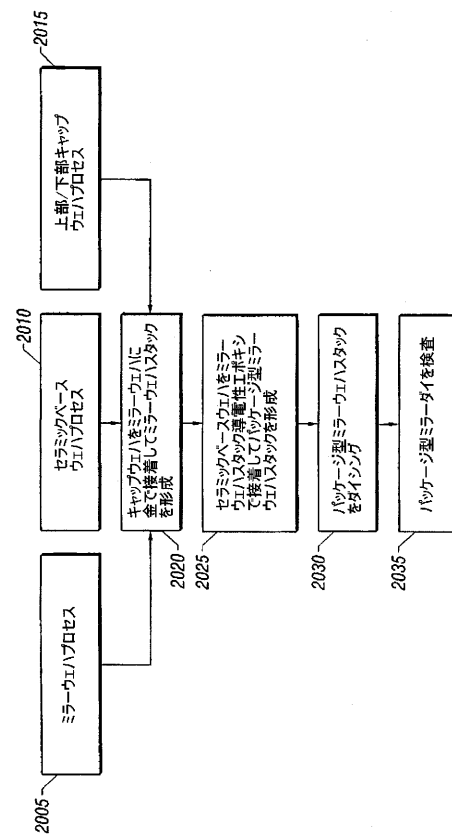
【 図 1 8 】



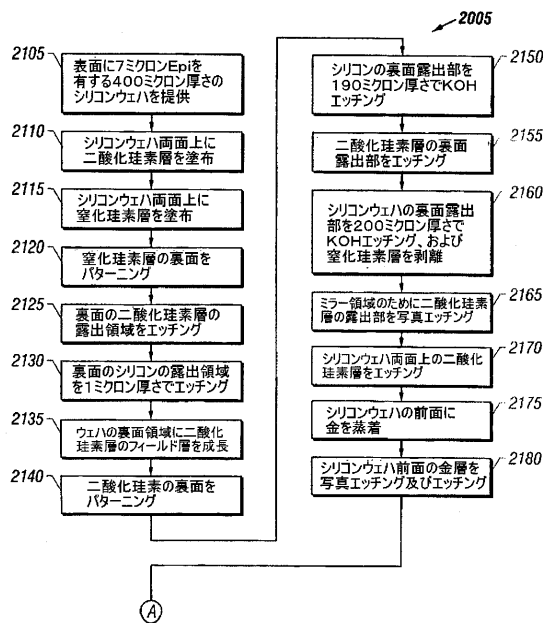
【図19】



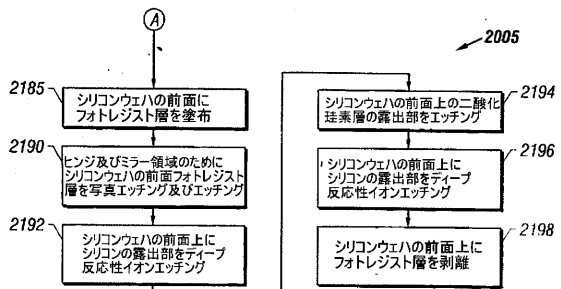
【図20】



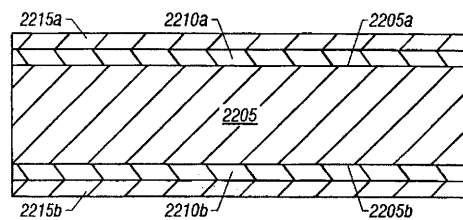
【図21A】



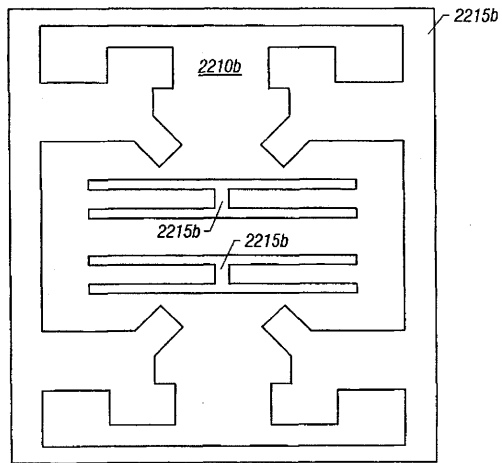
【図21B】



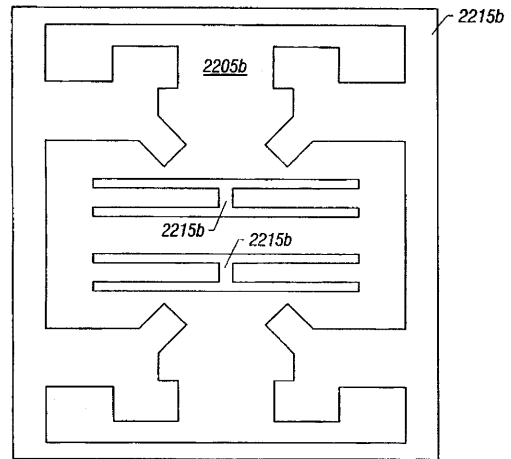
【図22】



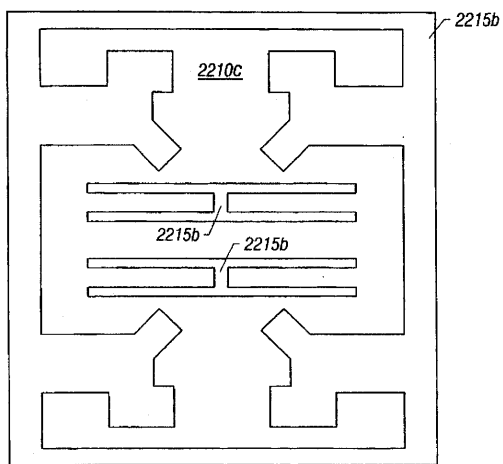
【図 2 3】



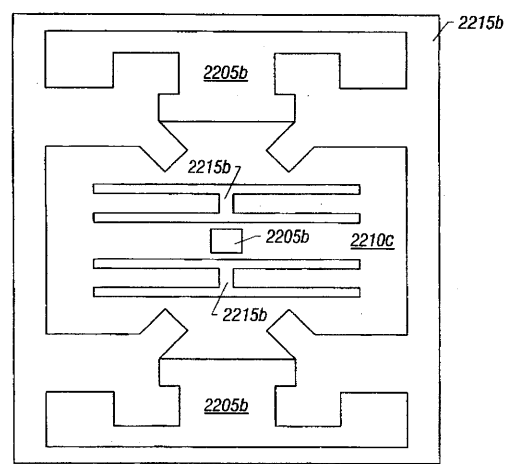
【図 2 3 a】



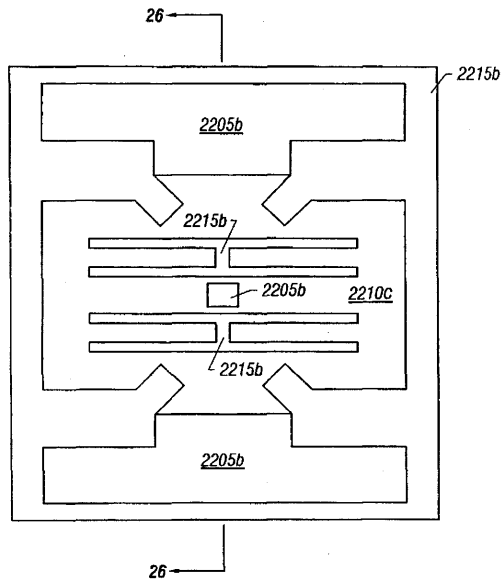
【図 2 3 b】



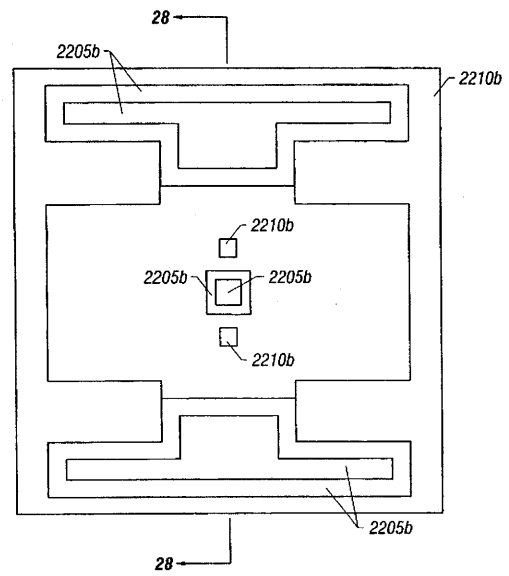
【図 2 4】



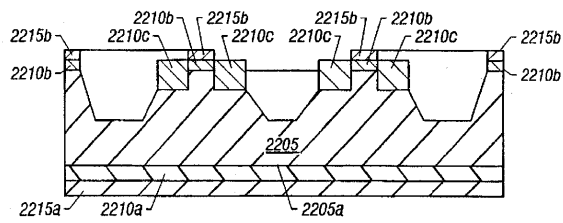
【図 25】



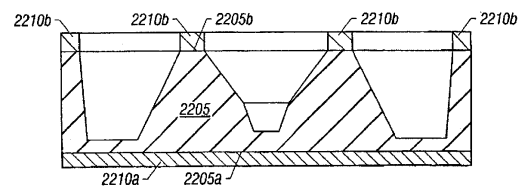
【図 27】



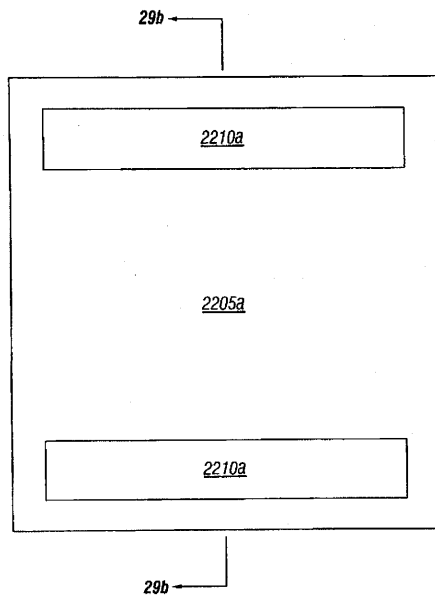
【図 26】



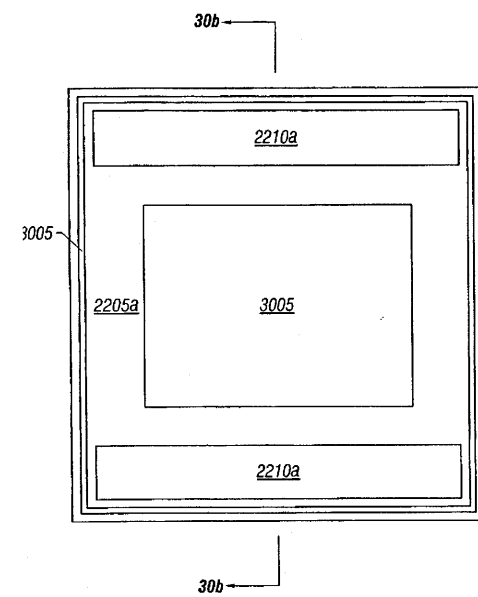
【図 28】



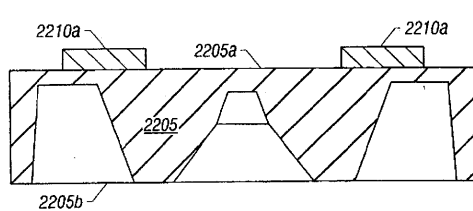
【図 29 a】



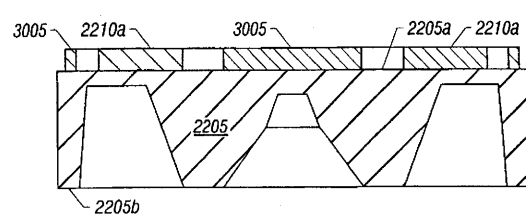
【図 30 a】



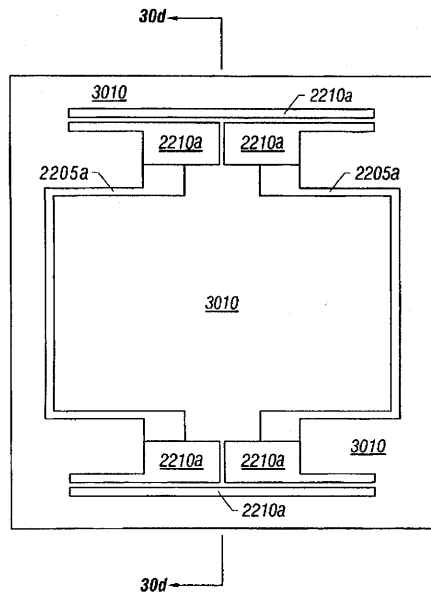
【図 29 b】



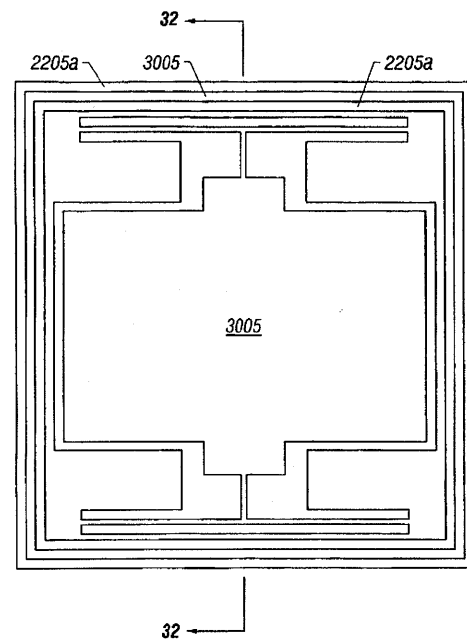
【図 30 b】



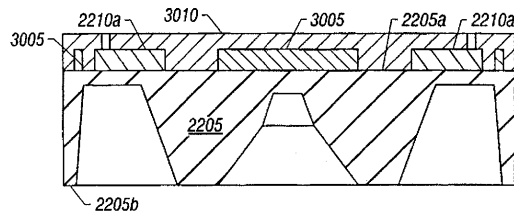
【図30c】



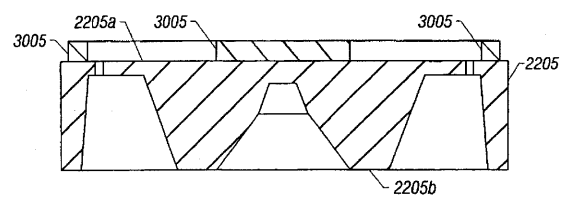
【図31】



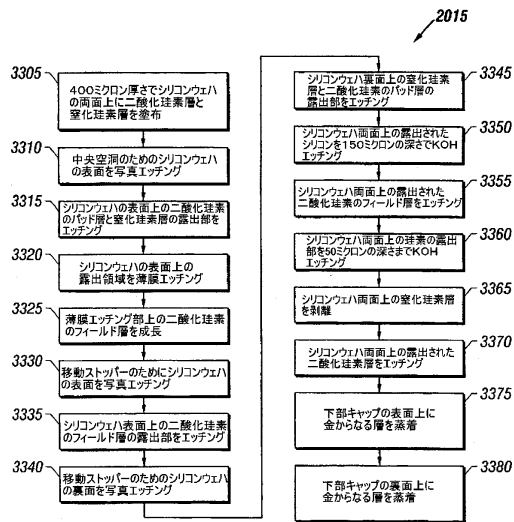
【図30d】



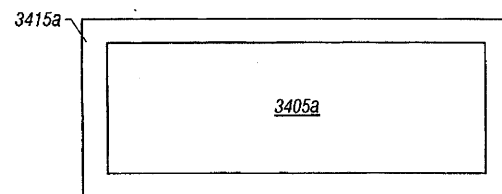
【図32】



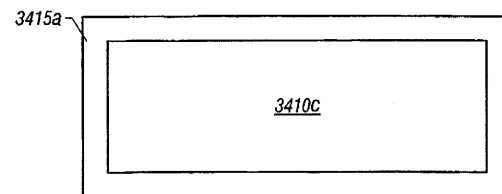
【図33】



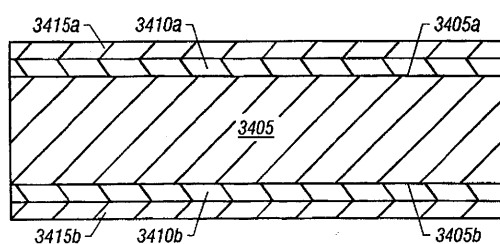
【図35a】



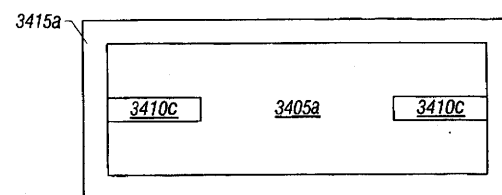
【図35b】



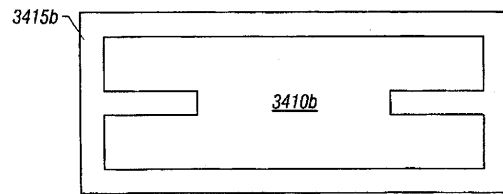
【図34】



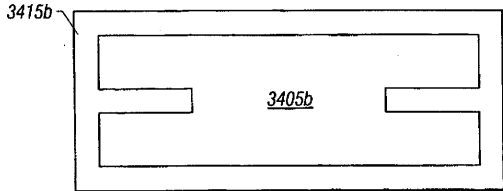
【図36】



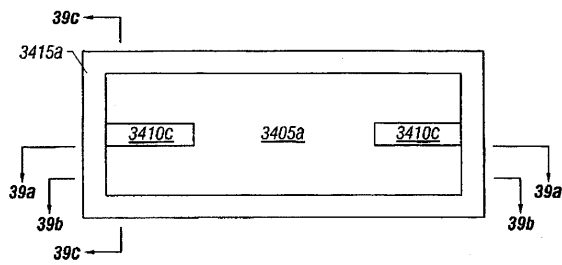
【図 37】



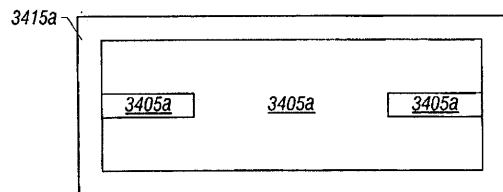
【図 38】



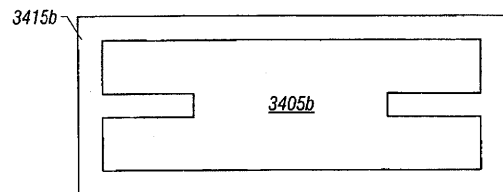
【図 39】



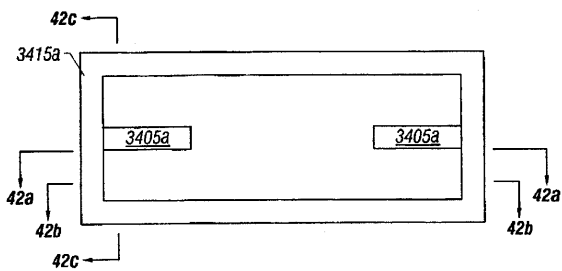
【図 40】



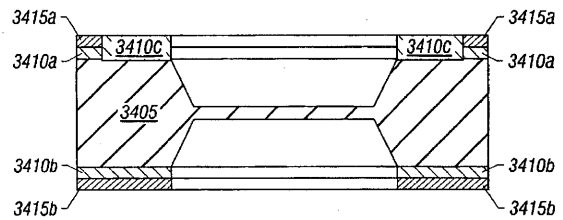
【図 41】



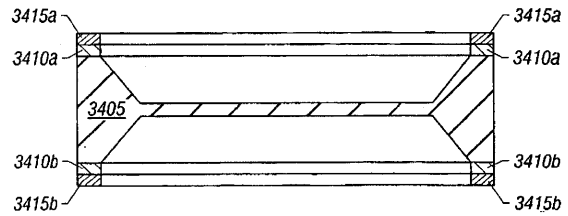
【図 42】



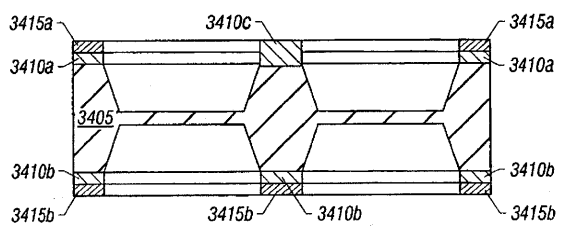
【図 39 a】



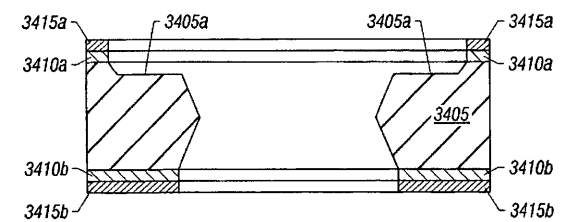
【図 39 b】



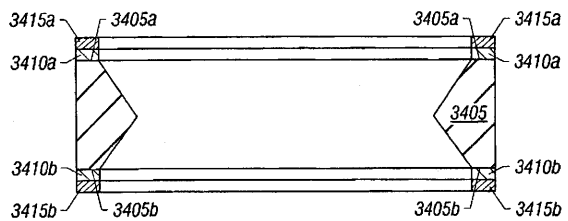
【図 39 c】



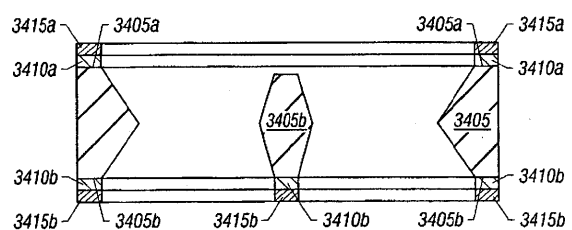
【図 42 a】



【図 42 b】

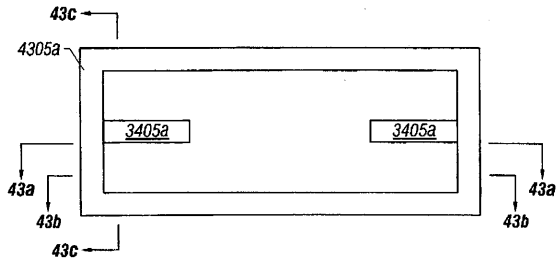


【図 42 c】

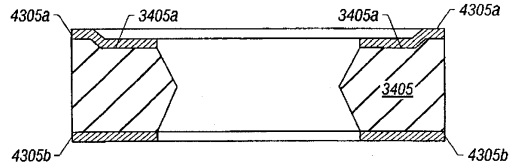




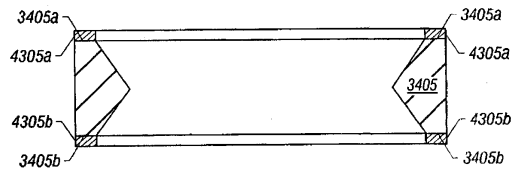
【図 4 3】



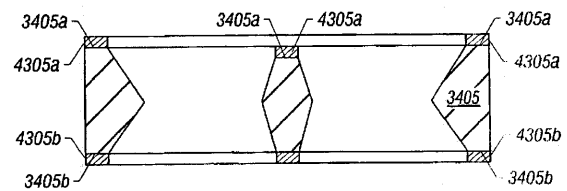
【図 4 3 a】



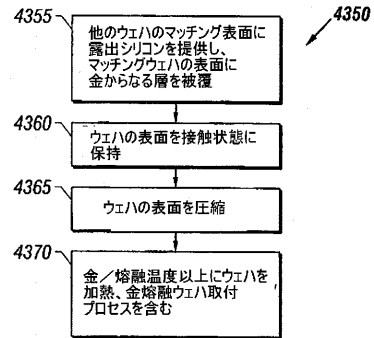
【図 4 3 b】



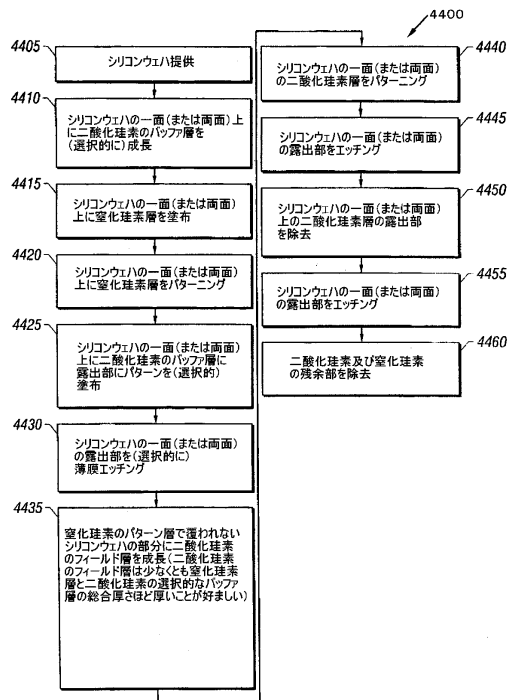
【図 4 3 c】



【図 4 3 d】



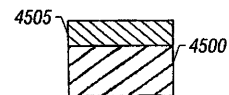
【図 4 4】



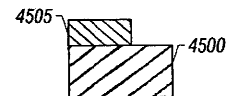
【図 4 5 a】



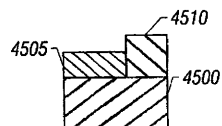
【図 4 5 b】



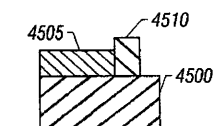
【図 4 5 c】



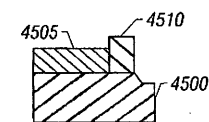
【図 4 5 d】



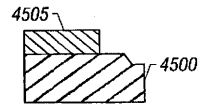
【図 4 5 e】



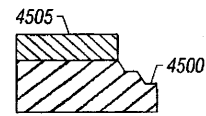
【図 4 5 f】



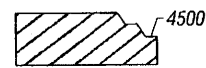
【図 4 5 g】



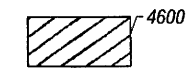
【図 4 5 h】



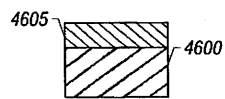
【図 4 5 i】



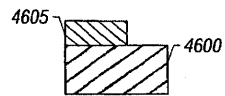
【図 4 6 a】



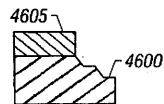
【図 4 6 b】



【図 4 6 c】



【図 4 6 i】



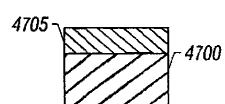
【図 4 6 j】



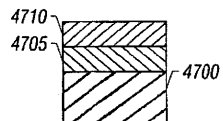
【図 4 7 a】



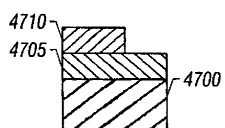
【図 4 7 b】



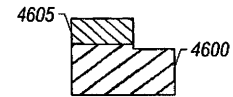
【図 4 7 c】



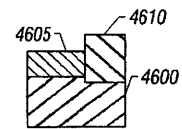
【図 4 7 d】



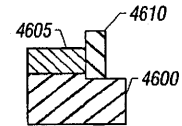
【図 4 6 d】



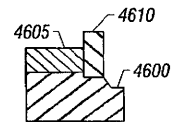
【図 4 6 e】



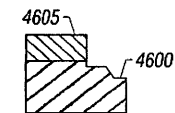
【図 4 6 f】



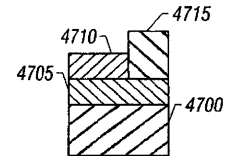
【図 4 6 g】



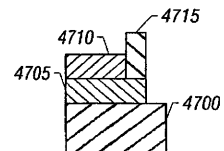
【図 4 6 h】



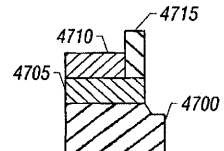
【図 4 7 e】



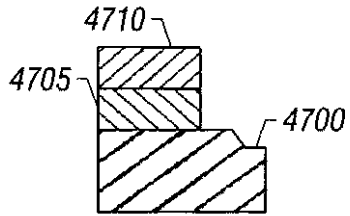
【図 4 7 f】



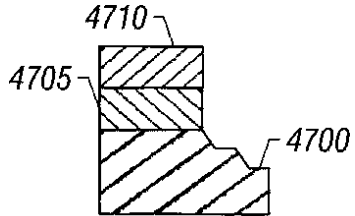
【図 4 7 g】



【図 47 h】

**FIG. 47h**

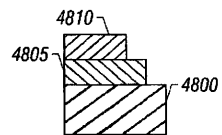
【図 47 i】

**FIG. 47i**

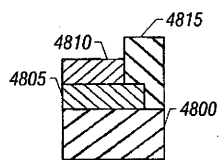
【図 47 j】

**FIG. 47j**

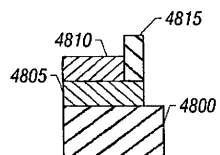
【図 48 e】



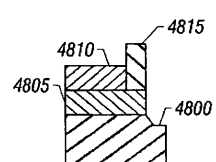
【図 48 f】



【図 48 g】



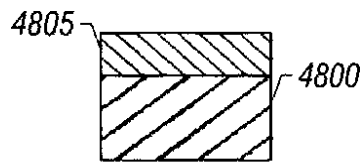
【図 48 h】



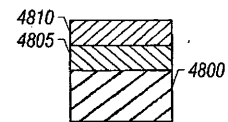
【図 48 a】

**FIG. 48a**

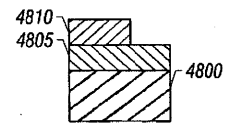
【図 48 b】

**FIG. 48b**

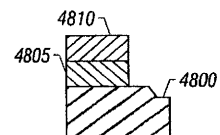
【図 48 c】



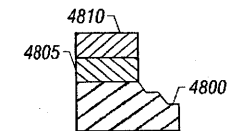
【図 48 d】



【図 48 i】



【図 48 j】



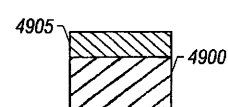
【図 48 k】



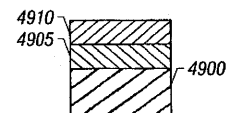
【図 49 a】



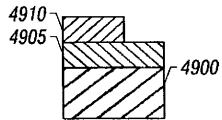
【図 49 b】



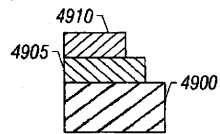
【図 49 c】



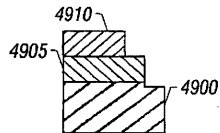
【図 49 d】



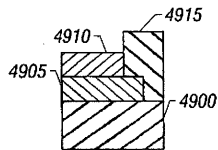
【図 49 e】



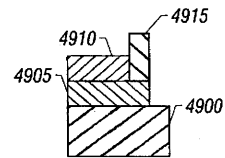
【図 49 f】



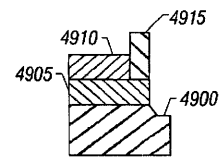
【図 49 g】



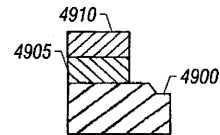
【図 49 h】



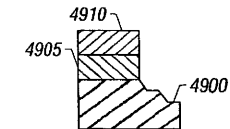
【図 49 i】



【図 49 j】



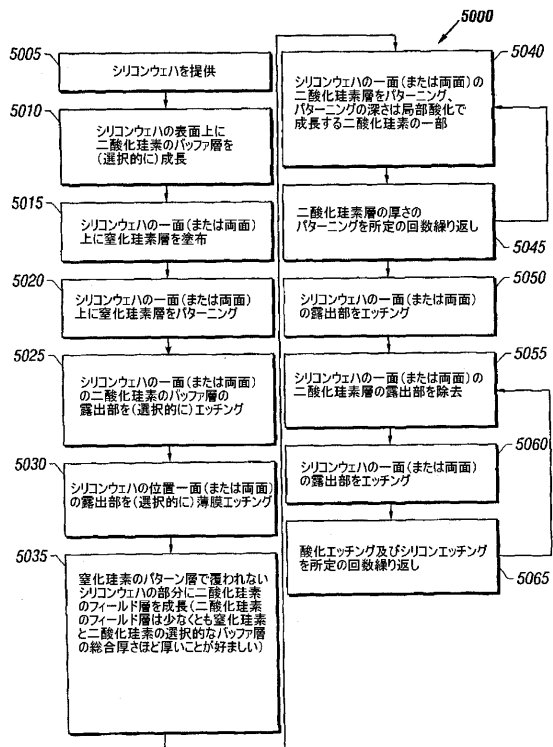
【図 49 k】



【図 49 l】



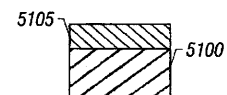
【図 50】



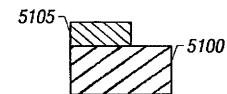
【図 51 a】



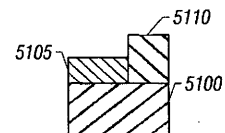
【図 51 b】



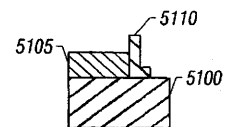
【図 51 c】



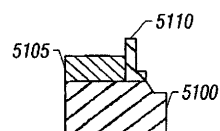
【図 51 d】



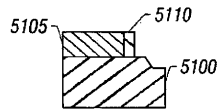
【図 51 e】



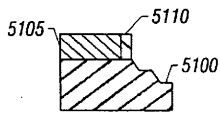
【図 51 f】



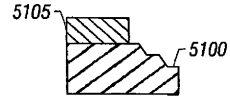
【図 5 1 g】



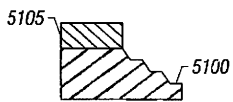
【図 5 1 h】



【図 5 1 i】



【図 5 1 j】



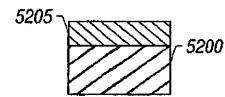
【図 5 1 k】



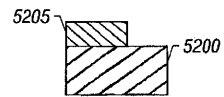
【図 5 2 a】



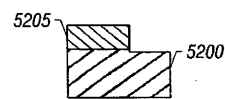
【図 5 2 b】



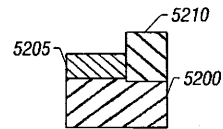
【図 5 2 c】



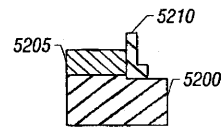
【図 5 2 d】



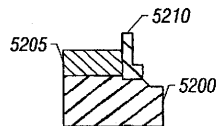
【図 5 2 e】



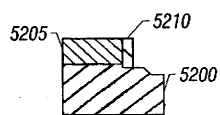
【図 5 2 f】



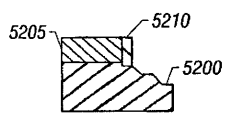
【図 5 2 g】



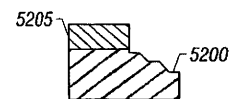
【図 5 2 h】



【図 5 2 i】



【図 5 2 j】



【図 5 2 k】



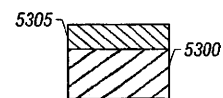
【図 5 2 l】



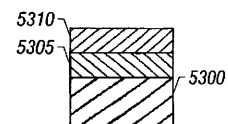
【図 5 3 a】



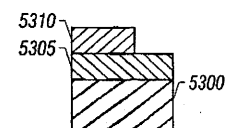
【図 5 3 b】



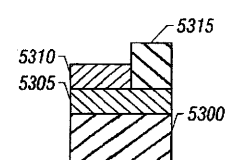
【図 5 3 c】



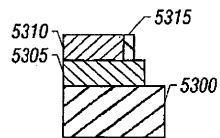
【図 5 3 d】



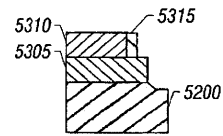
【図 5 3 e】



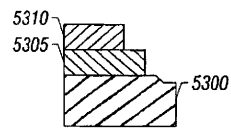
【図 5 3 f】



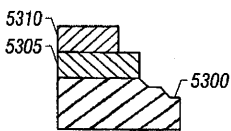
【図 5 3 g】



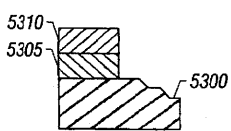
【図 5 3 h】



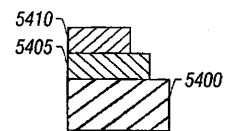
【図 5 3 i】



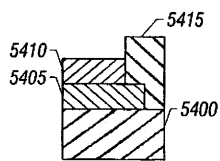
【図 5 3 j】



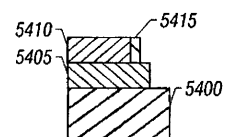
【図 5 4 e】



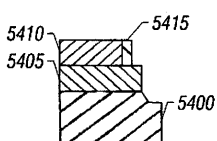
【図 5 4 f】



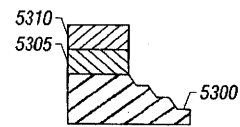
【図 5 4 g】



【図 5 4 h】



【図 5 3 k】



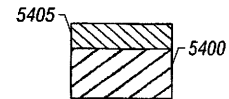
【図 5 3 l】



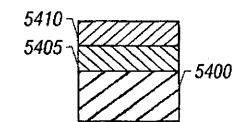
【図 5 4 a】



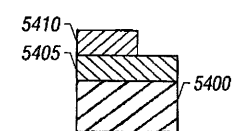
【図 5 4 b】



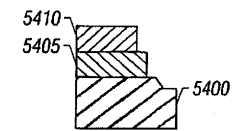
【図 5 4 c】



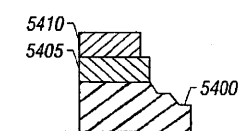
【図 5 4 d】



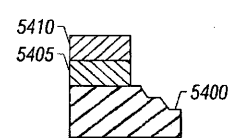
【図 5 4 i】



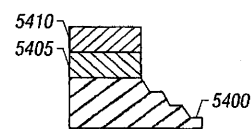
【図 5 4 j】



【図 5 4 k】



【図 5 4 l】



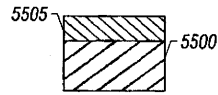
【図 5 4 m】



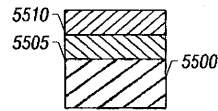
【図 5 5 a】



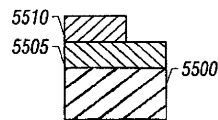
【図 5 5 b】



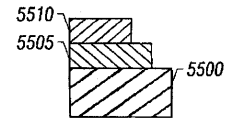
【図 5 5 c】



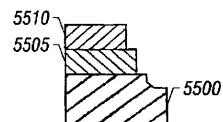
【図 5 5 d】



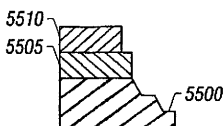
【図 5 5 e】



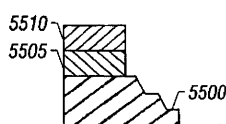
【図 5 5 j】



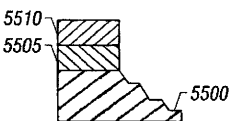
【図 5 5 k】



【図 5 5 l】



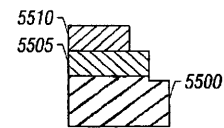
【図 5 5 m】



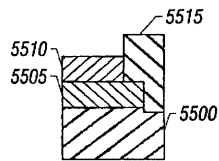
【図 5 5 n】



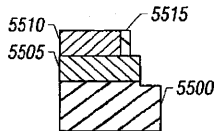
【図 5 5 f】



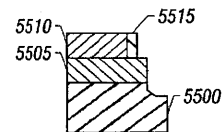
【図 5 5 g】



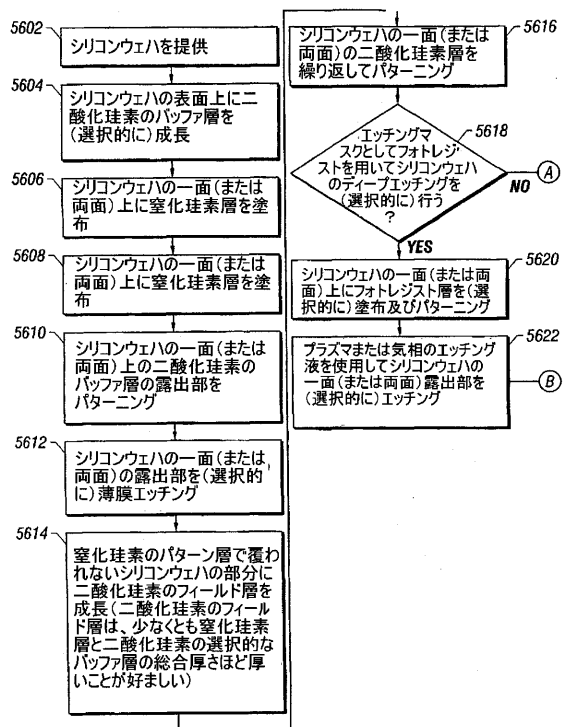
【図 5 5 h】



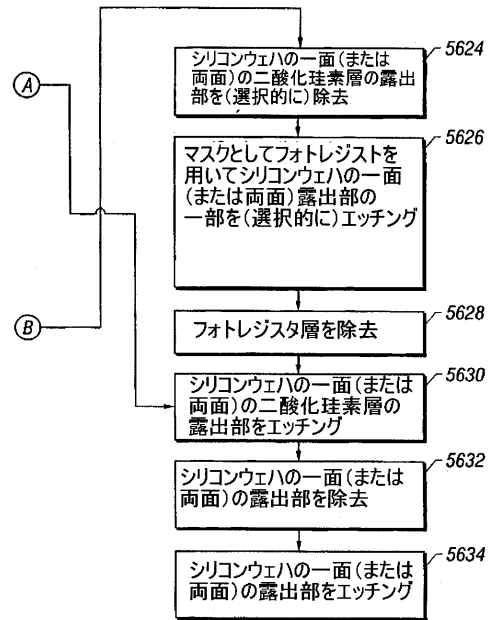
【図 5 5 i】



【図 5 6 a】



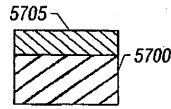
【図 5 6 b】



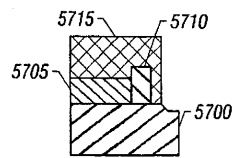
【図 5 7 a】



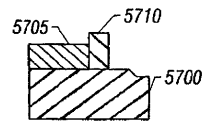
【図 5 7 b】



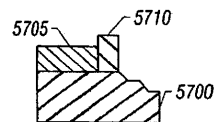
【図 5 7 g】



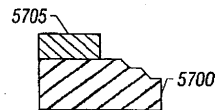
【図 5 7 h】



【図 5 7 i】



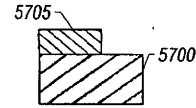
【図 5 7 j】



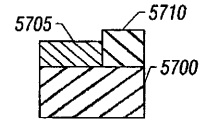
【図 5 7 k】



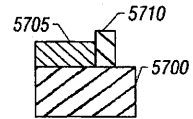
【図 5 7 c】



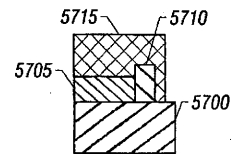
【図 5 7 d】



【図 5 7 e】



【図 5 7 f】



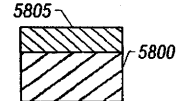
【図 5 7 l】



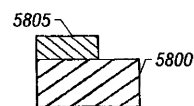
【図 5 8 a】



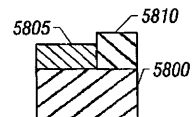
【図 5 8 b】



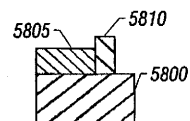
【図 5 8 c】



【図 5 8 d】

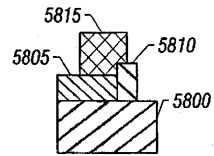


【図 5 8 e】

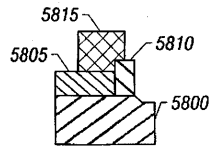




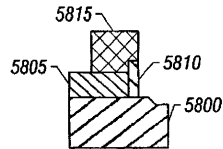
【図 58 f】



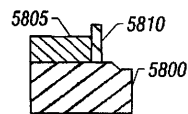
【図 58 g】



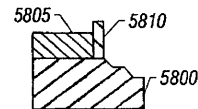
【図 58 h】



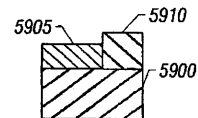
【図 58 i】



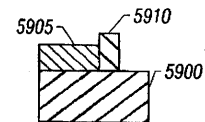
【図 58 j】



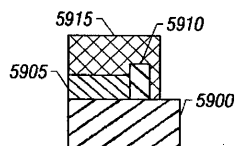
【図 59 d】



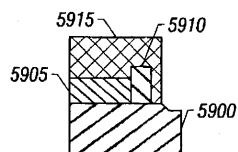
【図 59 e】



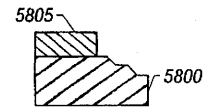
【図 59 f】



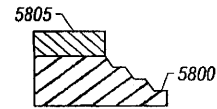
【図 59 g】



【図 58 k】



【図 58 l】



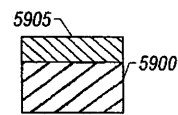
【図 58 m】



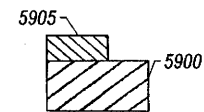
【図 59 a】



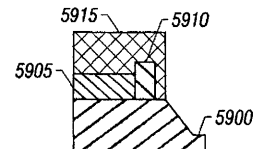
【図 59 b】



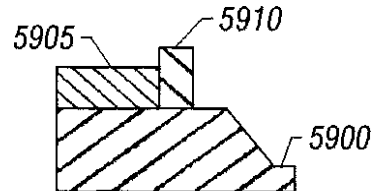
【図 59 c】



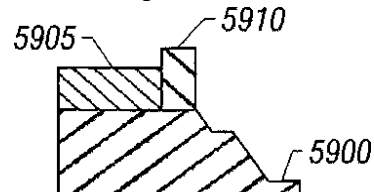
【図 59 h】



【図 59 i】

**FIG. 59i**

【図 59 j】

**FIG. 59j**

【図 59 k】

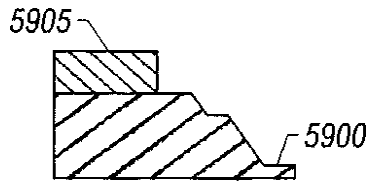


FIG. 59k

【図 59 l】

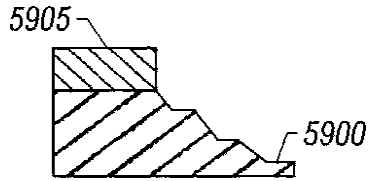


FIG. 59l

【図 59 m】

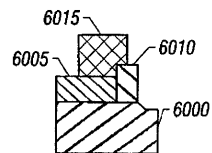


FIG. 59m

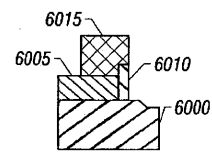
【図 60 a】



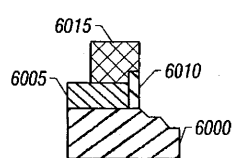
【図 60 g】



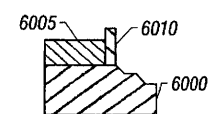
【図 60 h】



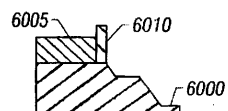
【図 60 i】



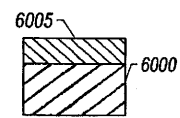
【図 60 j】



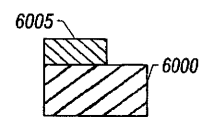
【図 60 k】



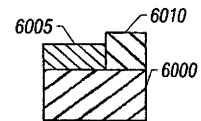
【図 60 b】



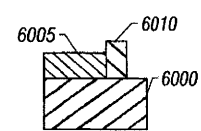
【図 60 c】



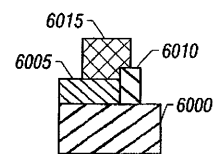
【図 60 d】



【図 60 e】



【図 60 f】



【図 60 l】



【図 60 m】



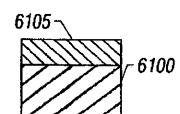
【図 60 n】



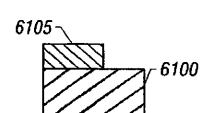
【図 61 a】



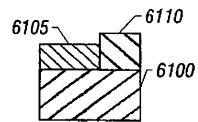
【図 61 b】



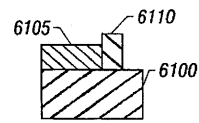
【図 61 c】



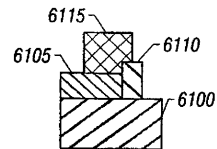
【図 6 1 d】



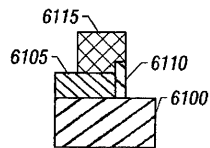
【図 6 1 e】



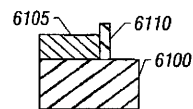
【図 6 1 f】



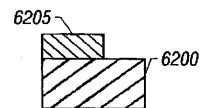
【図 6 1 g】



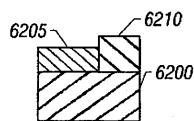
【図 6 1 h】



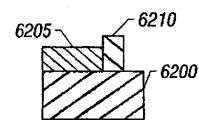
【図 6 2 c】



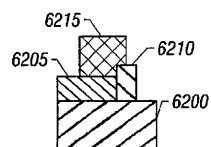
【図 6 2 d】



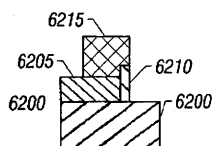
【図 6 2 e】



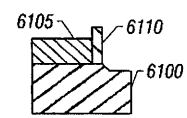
【図 6 2 f】



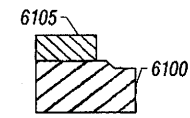
【図 6 2 g】



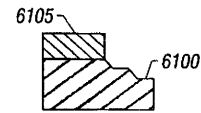
【図 6 1 i】



【図 6 1 j】



【図 6 1 k】



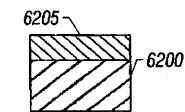
【図 6 1 l】



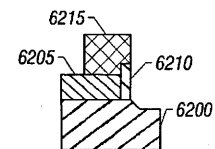
【図 6 2 a】



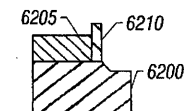
【図 6 2 b】



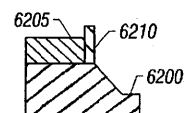
【図 6 2 h】



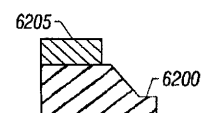
【図 6 2 i】



【図 6 2 j】



【図 6 2 k】



【図 6 2 l】



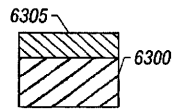
【図 6 2 m】



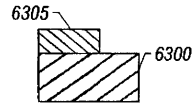
【図 6 3 a】



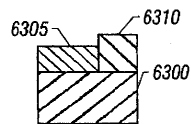
【図 6 3 b】



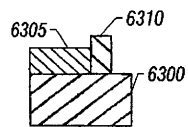
【図 6 3 c】



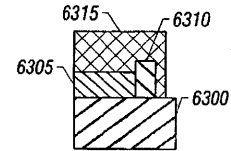
【図 6 3 d】



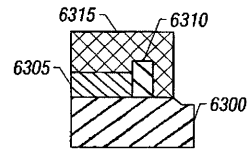
【図 6 3 e】



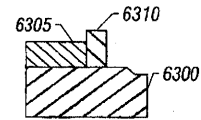
【図 6 3 f】



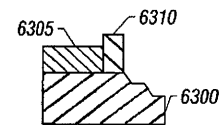
【図 6 3 g】



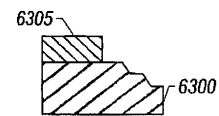
【図 6 3 h】



【図 6 3 i】



【図 6 3 j】



【図 6 3 k】



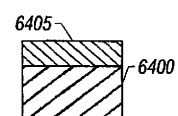
【図 6 3 l】



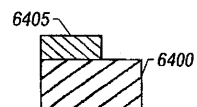
【図 6 4 a】



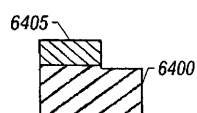
【図 6 4 b】



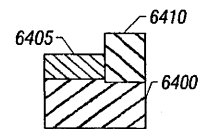
【図 6 4 c】



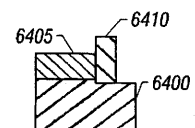
【図 6 4 d】



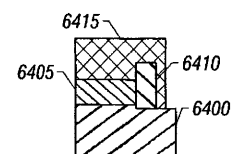
【図 6 4 e】



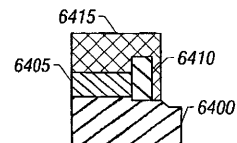
【図 6 4 f】



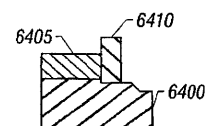
【図 6 4 g】



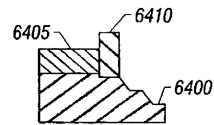
【図 6 4 h】



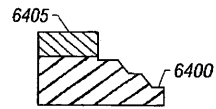
【図 6 4 i】



【図 64 j】



【図 64 k】



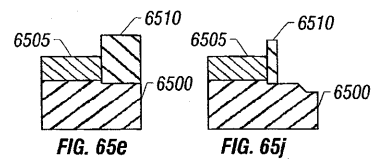
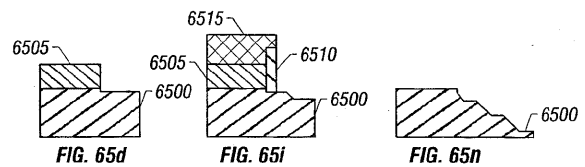
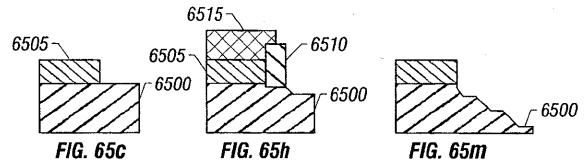
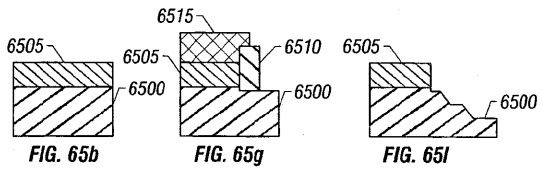
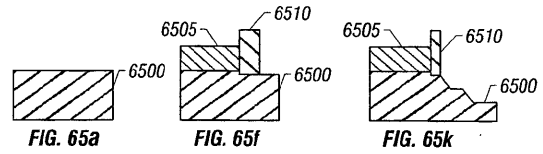
【図 64 l】



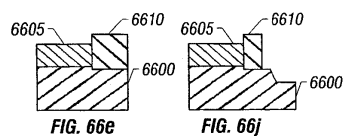
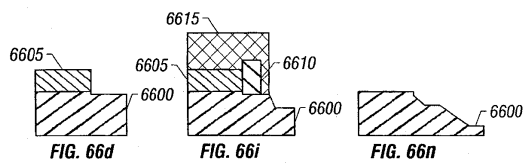
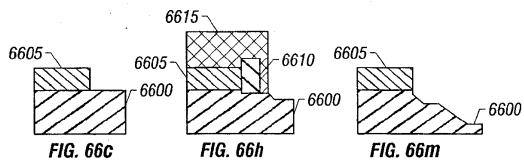
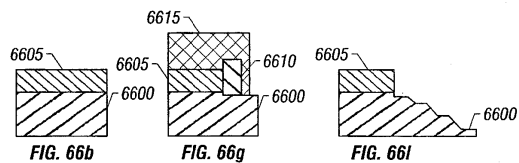
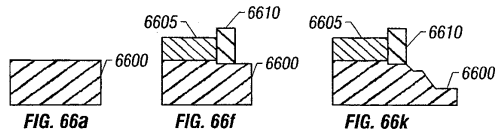
【図 64 m】



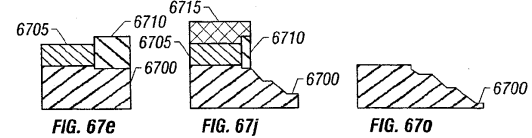
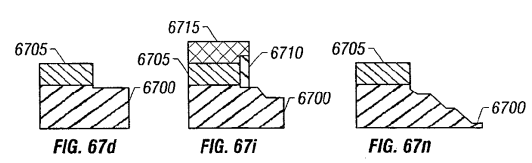
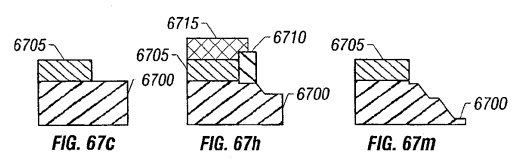
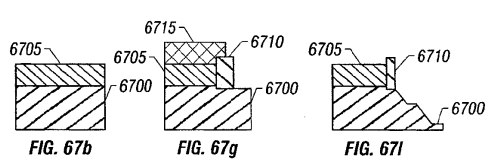
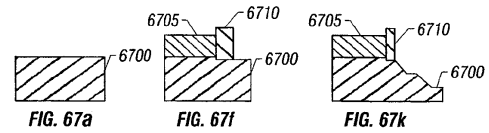
【図 65 a - n】



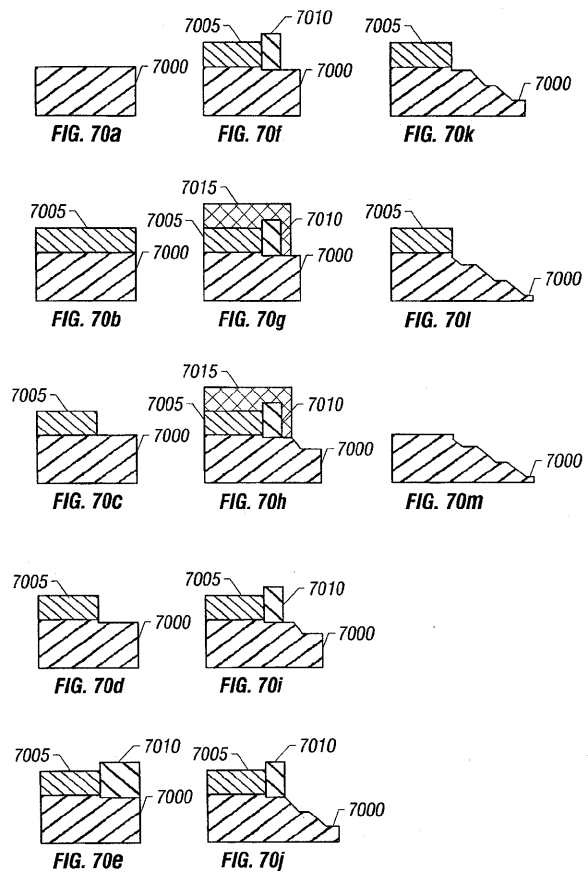
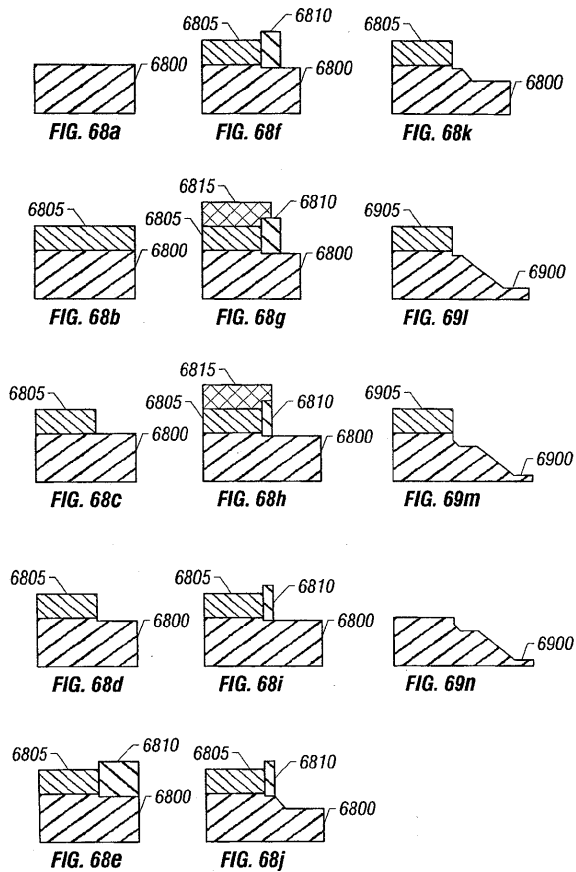
【図 66 a - n】



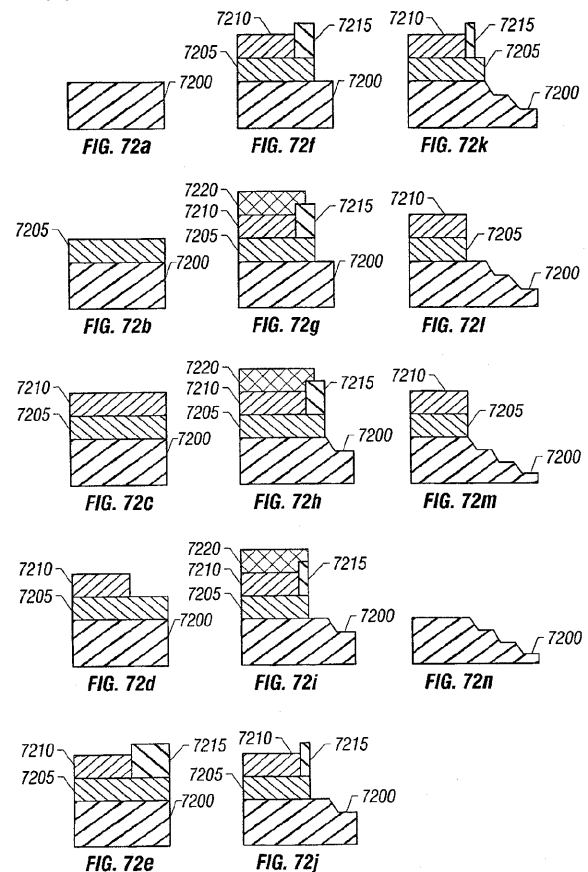
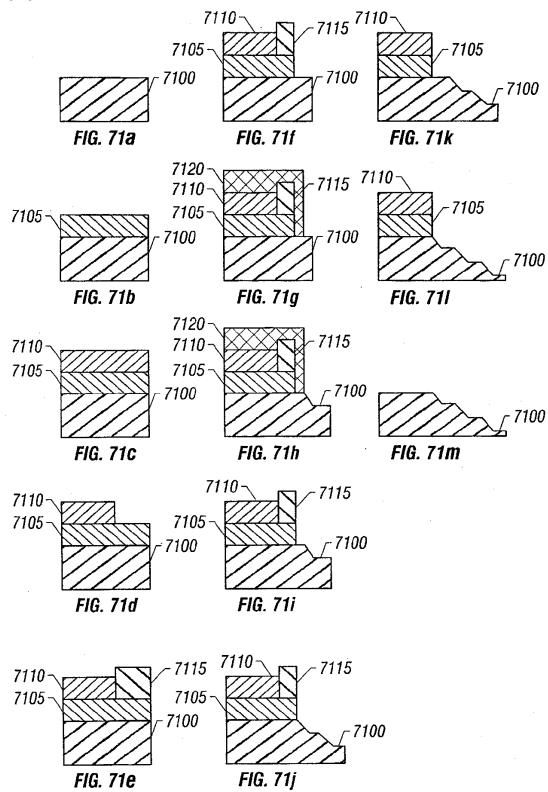
【図 67 a - o】



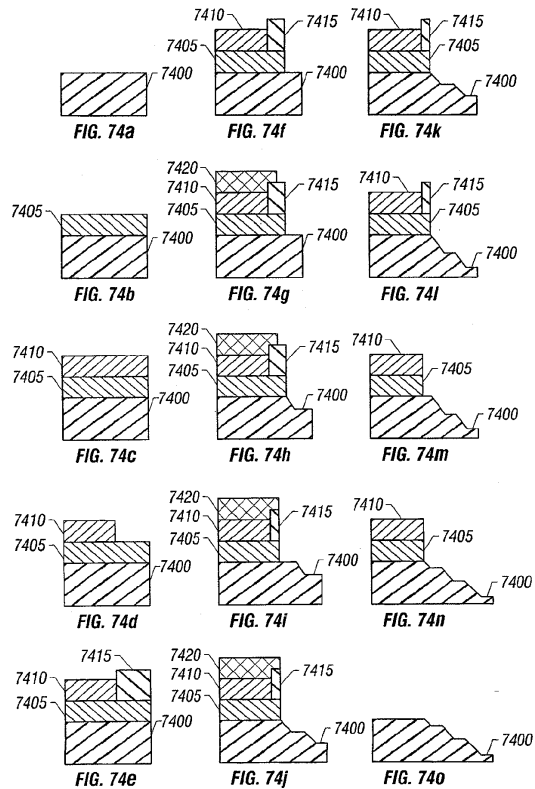
【 図 7 0 a - m 】



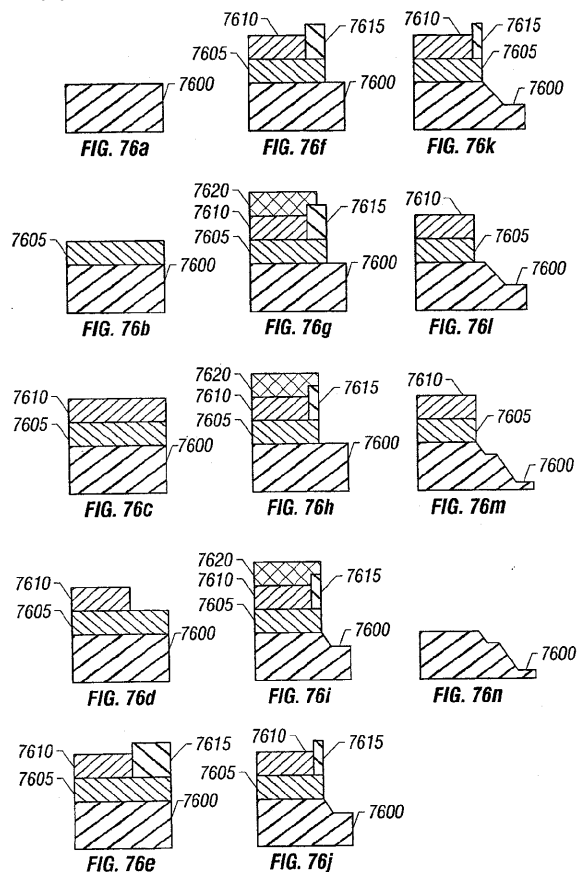
【 図 7 2 a - n 】



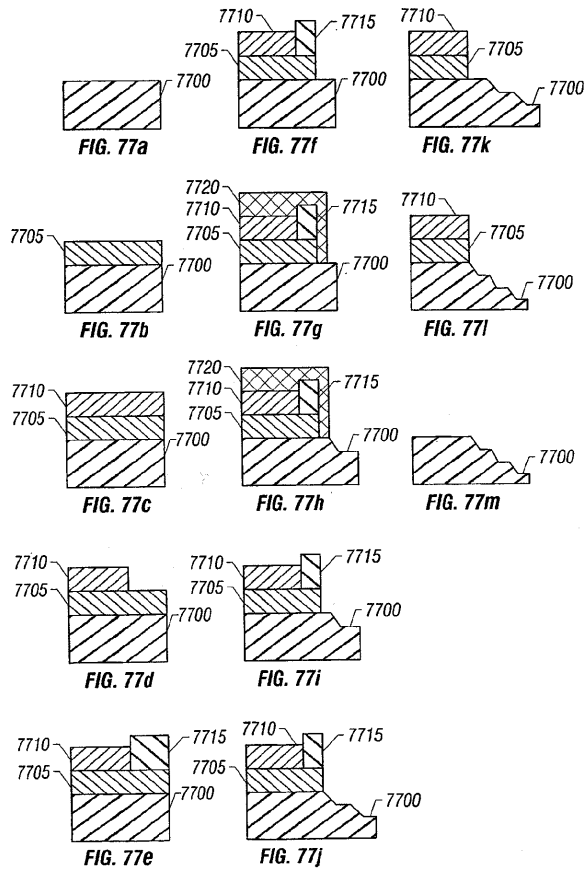
【 図 7 4 a - o 】



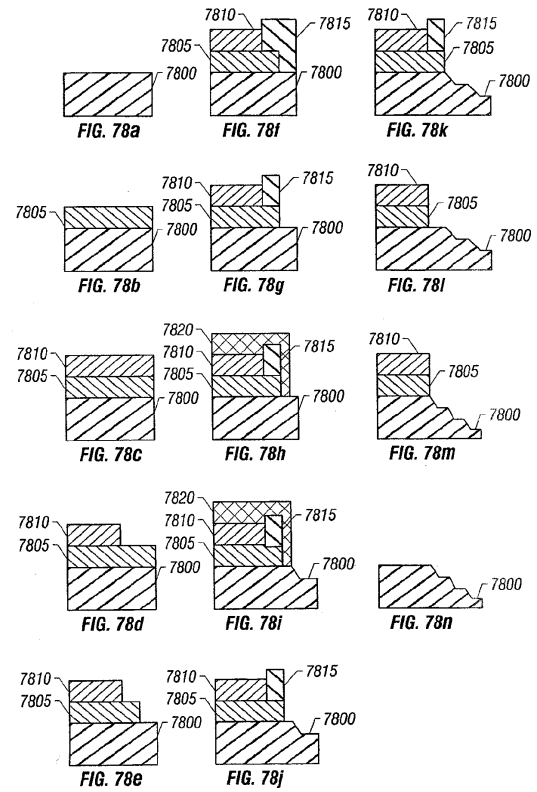
【 図 7 6 a - n 】



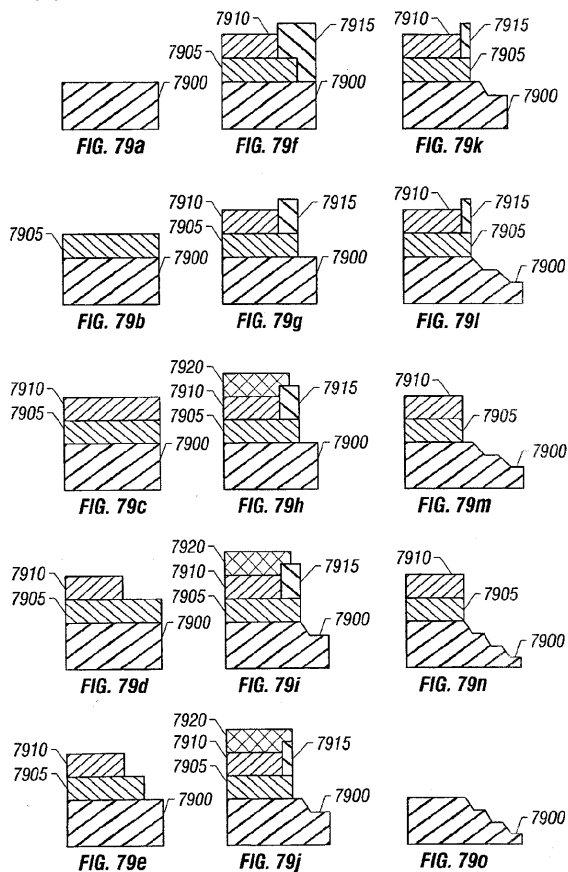
## 【図 77 a - m】



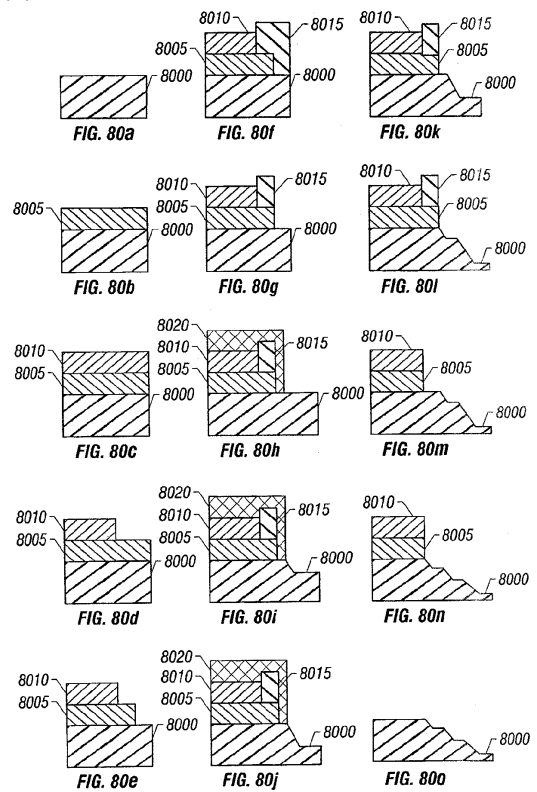
## 【図 78 a - n】



## 【図 79 a - o】

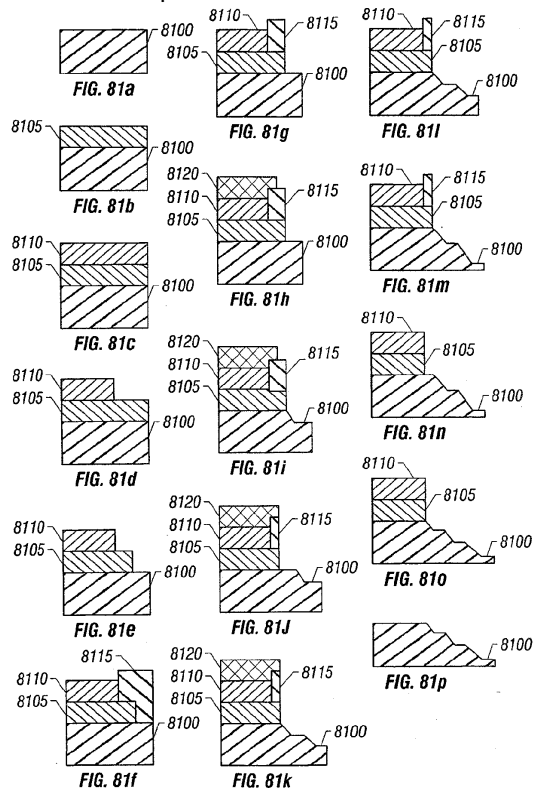


## 【図 80 a - o】

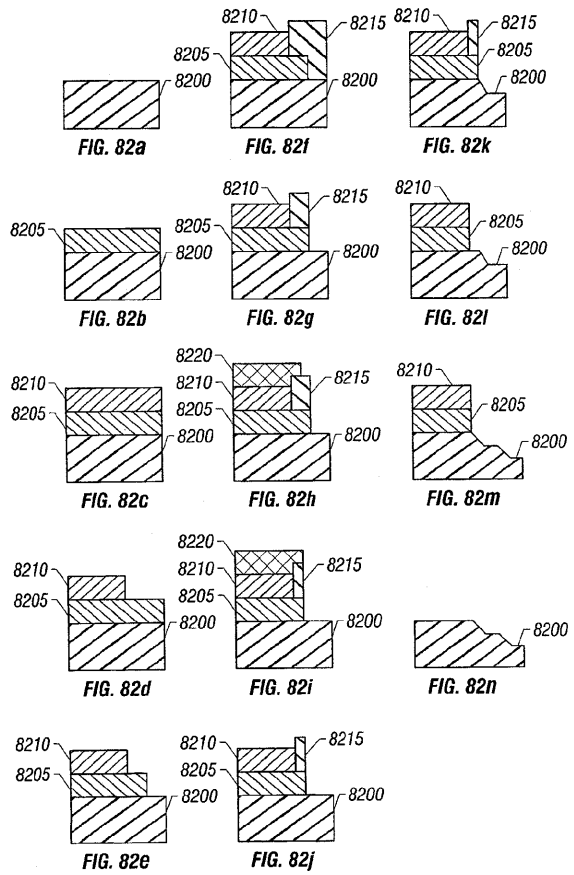




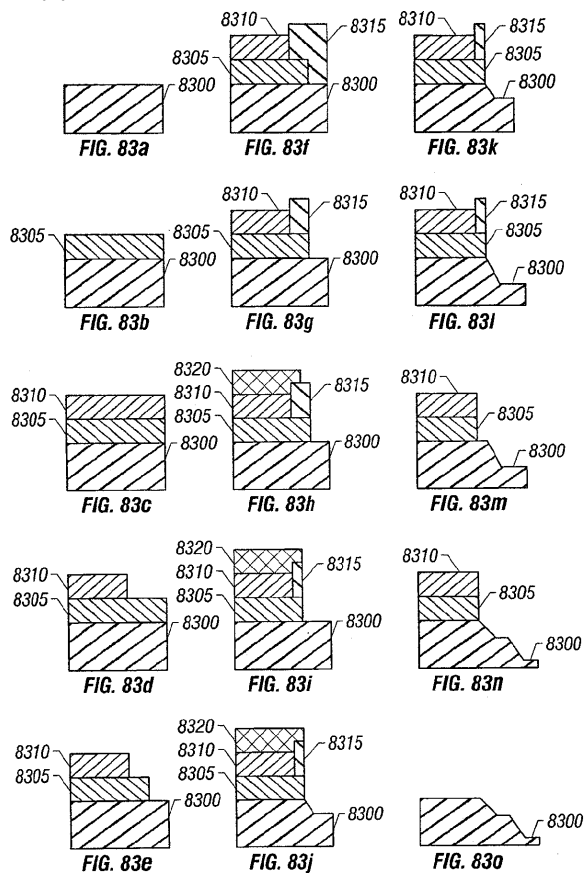
## 【図 81 a - p】



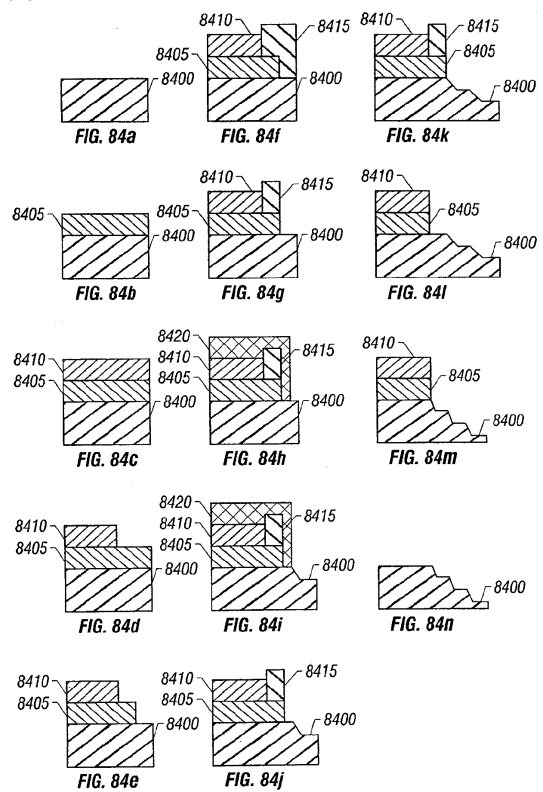
## 【図 82 a - n】



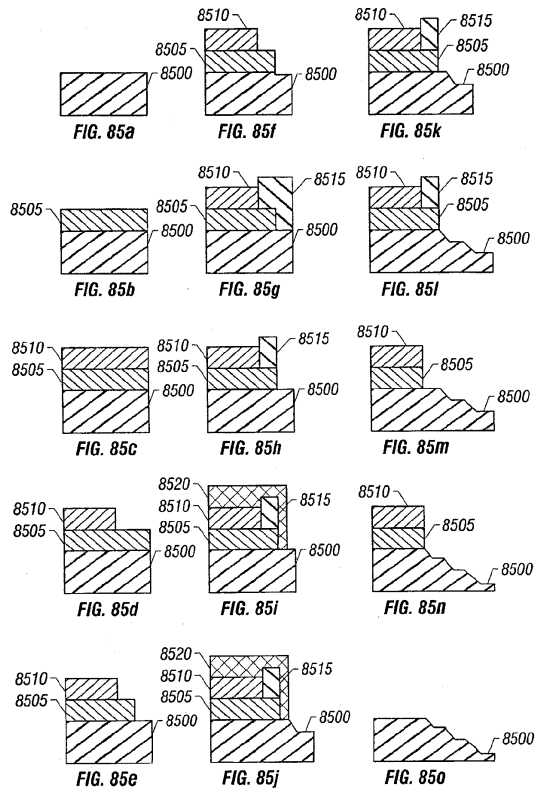
## 【図 83 a - o】



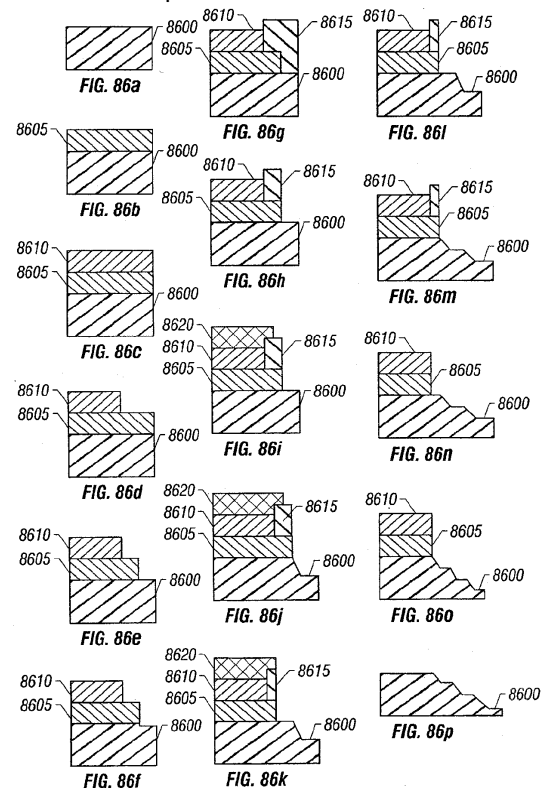
## 【図 84 a - n】



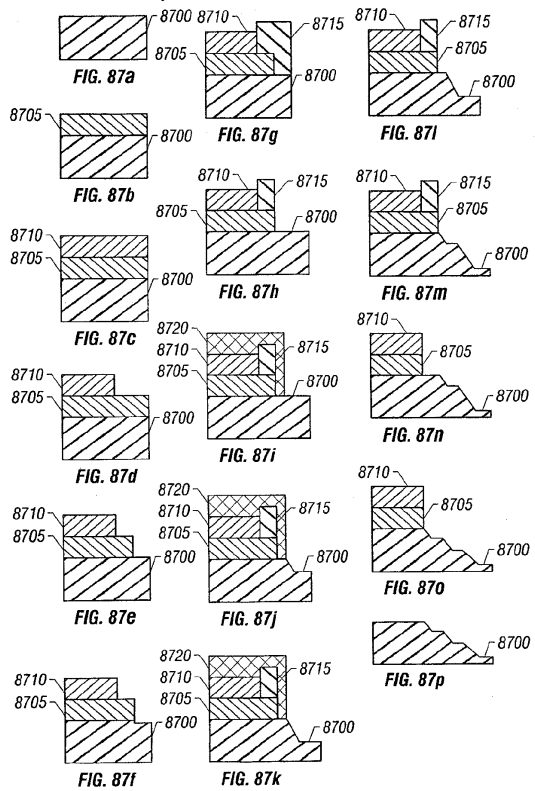
## 【図 85 a - o】



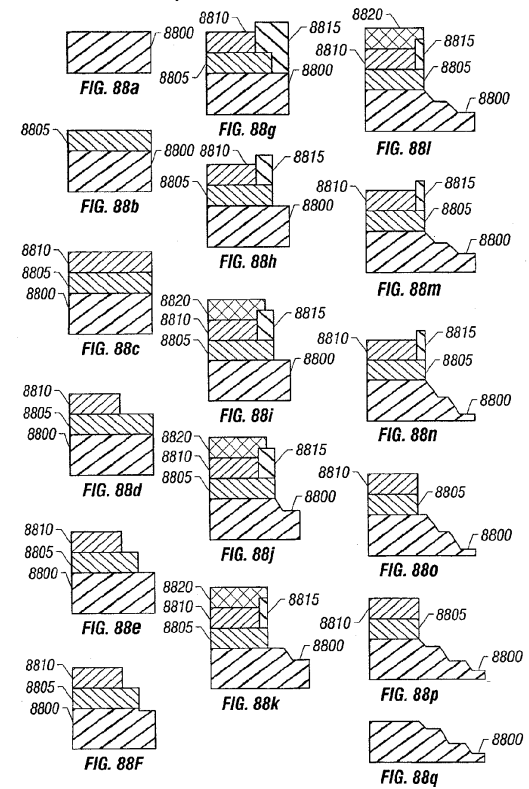
## 【図 86 a - p】



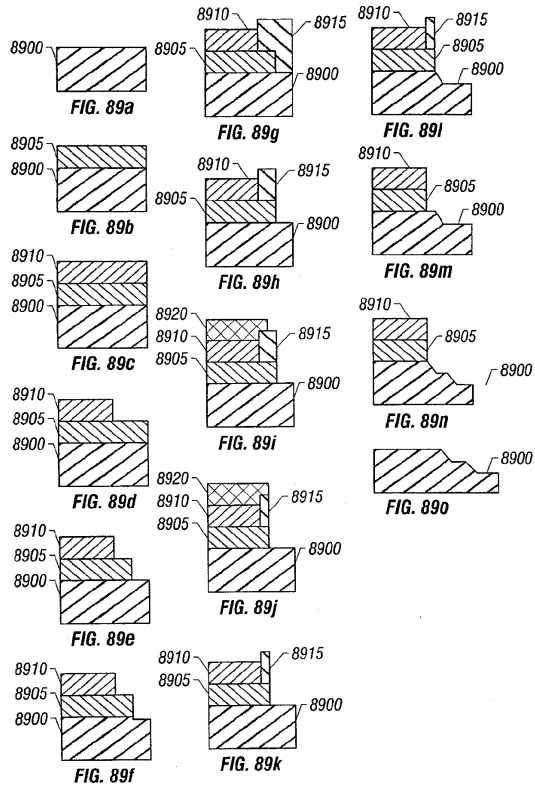
## 【図 87 a - p】



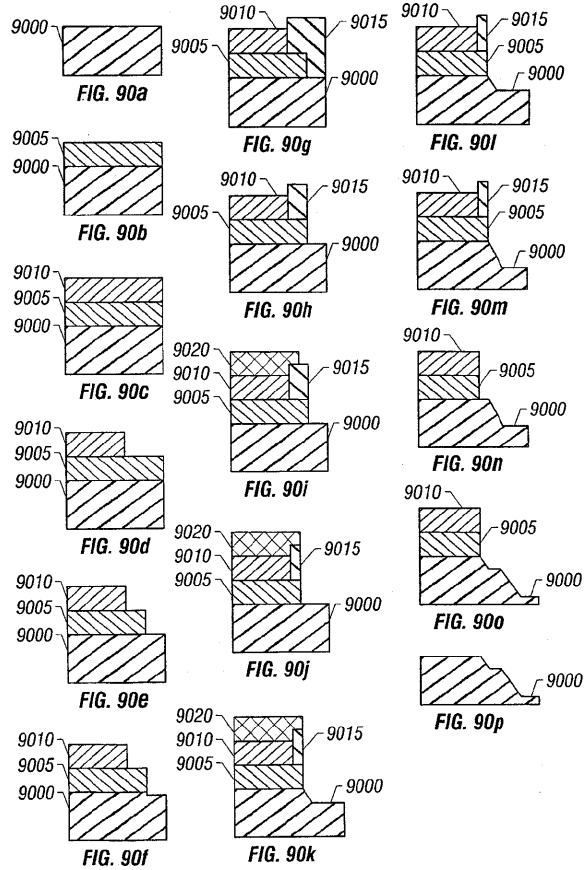
## 【図 88 a - q】



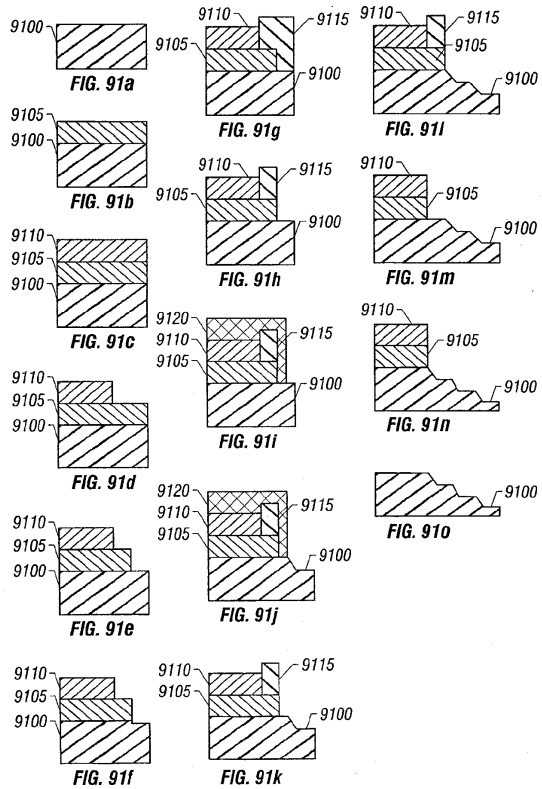
【 図 8 9 a - o 】



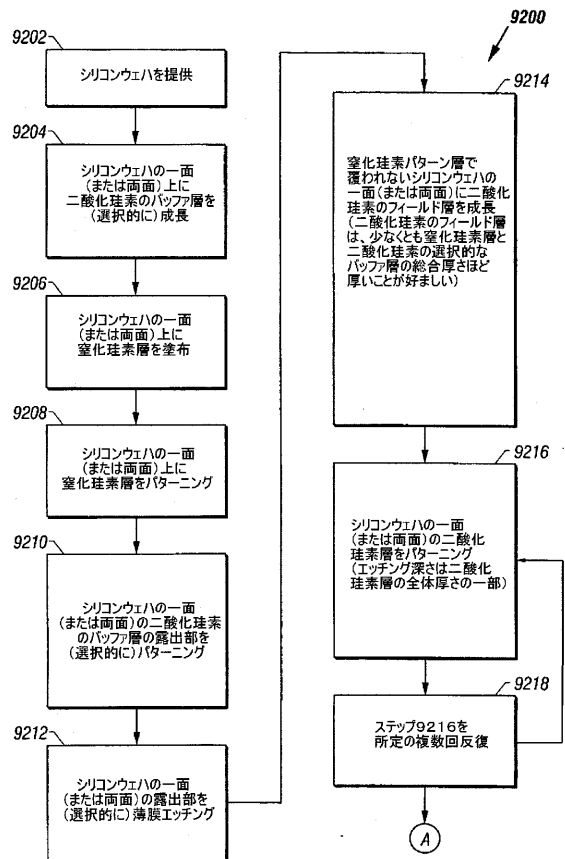
【 図 9 0 a - p 】



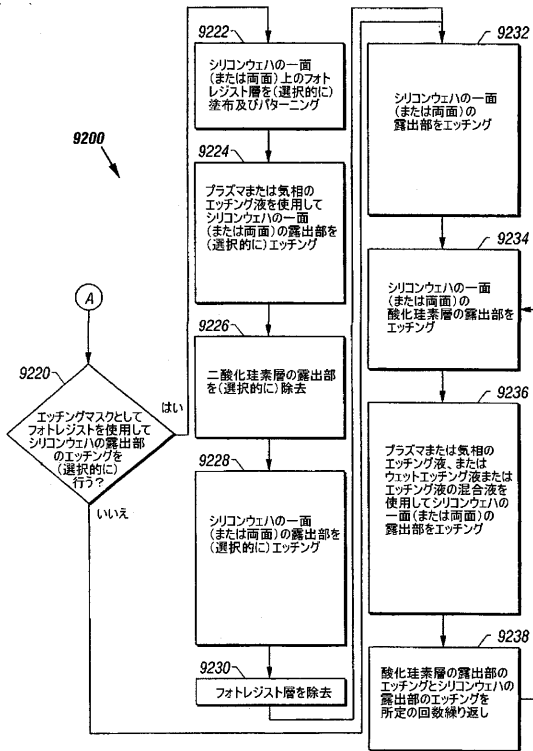
【 図 9 1 a - o 】



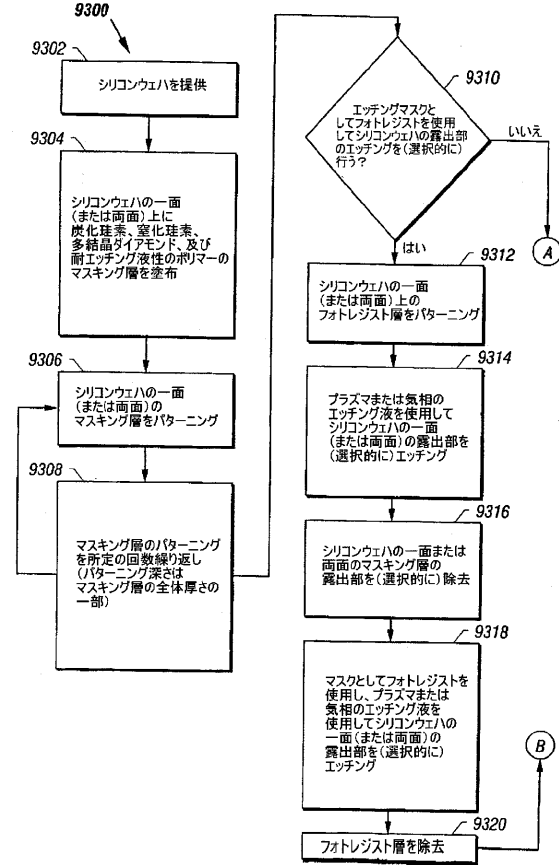
【 図 9 2 a 】



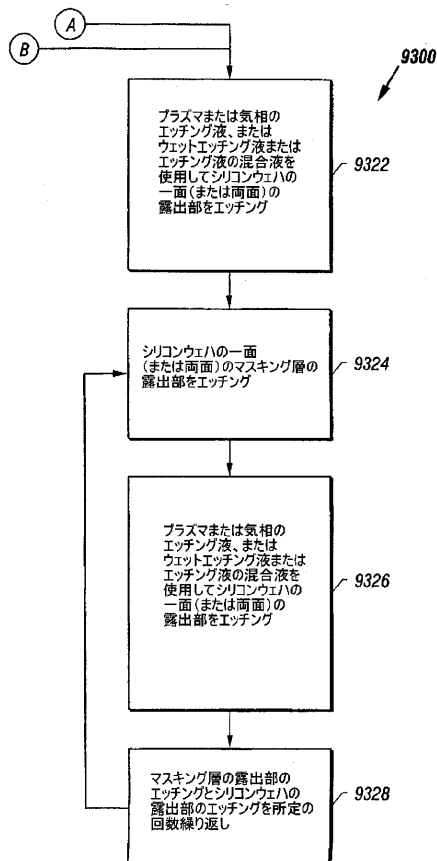
【図 9 2 b】



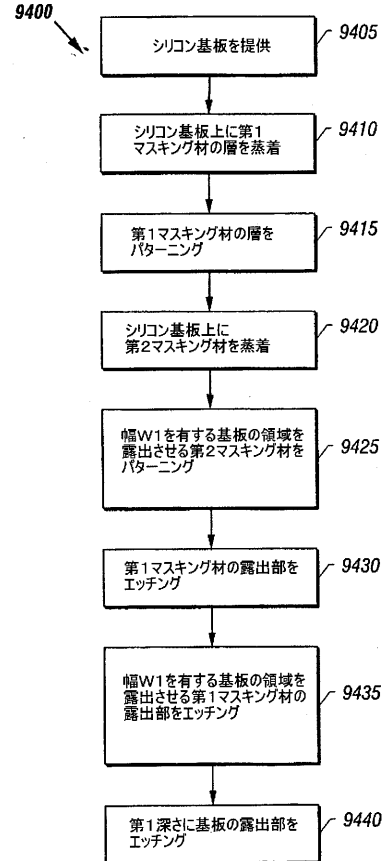
【図 9 3 a】



【図 9 3 b】



【図 9 4】



【図 95 a - d】

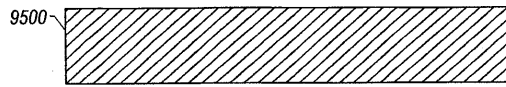


FIG. 95a

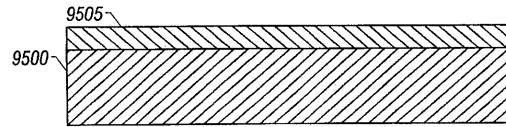


FIG. 95b

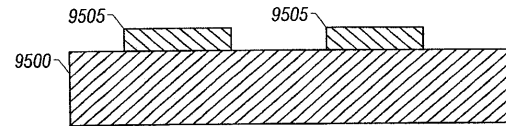


FIG. 95c

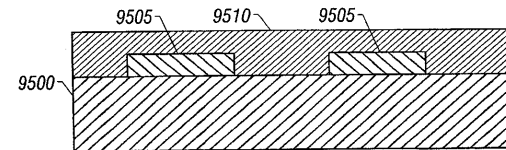


FIG. 95d

【図 95 e - h】

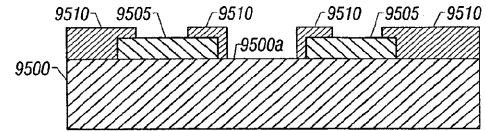


FIG. 95e

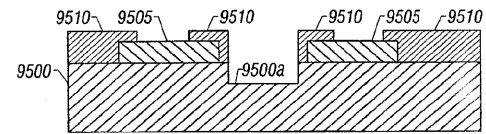


FIG. 95f

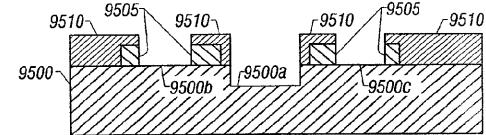


FIG. 95g

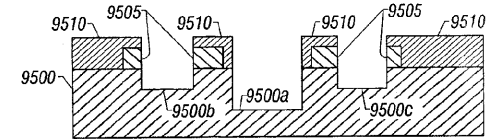
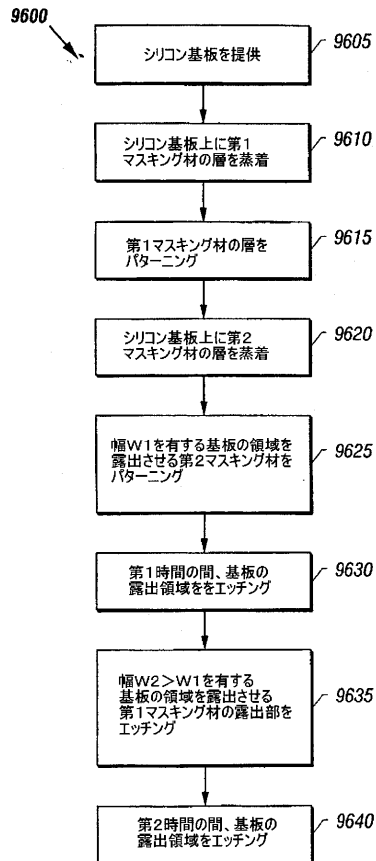


FIG. 95h

【図 96】



【図 97 a - d】



FIG. 97a

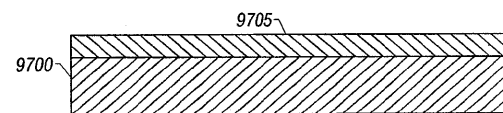


FIG. 97b

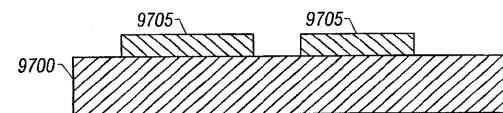


FIG. 97c

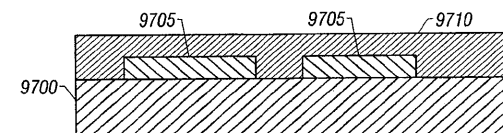


FIG. 97d

【図 97E - H】

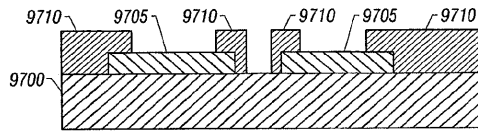


FIG. 97E

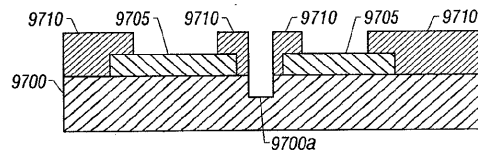


FIG. 97F

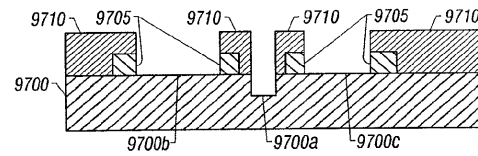


FIG. 97G

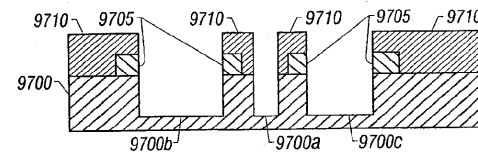


FIG. 97H

## フロントページの続き

- (74)代理人 100096943  
弁理士 臼井 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 9 8 0 0 5 ワシントン ベレヴウ, エヌイー ナインス プレイス 1 3 9 0  
6, アpartment ナンバー エー - 2
- (72)発明者 ライド, ロバート ピー.  
アメリカ合衆国 7 7 4 7 7 - 2 6 2 2 テキサス, スタッフォード, グローヴ ウェスト ブール  
ヴァード 5 0 1 0, ナンバー 1 6 0 2
- (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 7 7 4 7 9 テキサス, シュガーランド, コロニイ クロッシング ドライヴ  
3 0 0 7
- (72)発明者 ユ, デュリ  
アメリカ合衆国 7 7 4 7 8 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 3 0 1 1 5 7 0 0

審査官 太田 良隆

- (56)参考文献 特開昭 6 3 - 2 8 0 4 2 4 ( J P , A )  
特開昭 5 1 - 0 4 6 8 7 9 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 6 9 5 4 1 ( J P , A )  
米国特許第 5 7 3 8 7 5 7 ( U S , A )  
特開平 0 4 - 2 6 1 8 6 2 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 0 0 1 7 3 7 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 2 8 3 6 3 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 0 9 6 7 4 4 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 0 8 3 8 8 6 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 0 2 6 9 6 1 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 1 8 6 4 2 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 0 7 6 9 5 9 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 0 4 5 8 7 4 ( J P , A )  
特表 2 0 0 3 - 5 0 2 1 6 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 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