

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4267611号
(P4267611)

(45) 発行日 平成21年5月27日(2009.5.27)

(24) 登録日 平成21年2月27日(2009.2.27)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 29/84 (2006.01)	H O 1 L 29/84 A
B 8 1 C 1/00 (2006.01)	H O 1 L 29/84 Z
G O 1 P 15/00 (2006.01)	B 8 1 C 1/00
	G O 1 P 15/00 Z

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-271996 (P2005-271996)	(73) 特許権者	508346044
(22) 出願日	平成17年9月20日(2005.9.20)		アイオーエヌ、ジオフィジカル、コーポレーション
(62) 分割の表示	特願平7-525196の分割		I O N G E O P H Y S I C A L C O R P O R A T I O N
原出願日	平成7年3月16日(1995.3.16)		アメリカ合衆国テキサス州、ヒューストン
(65) 公開番号	特開2006-116693 (P2006-116693A)		、シティウエスト、ブルバード、2105、スイート、400
(43) 公開日	平成18年5月11日(2006.5.11)	(74) 代理人	100075812
審査請求日	平成17年10月19日(2005.10.19)		弁理士 吉武 賢次
(31) 優先権主張番号	08/218,363	(74) 代理人	100088889
(32) 優先日	平成6年3月28日(1994.3.28)		弁理士 橋谷 英俊
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100082991
前置審査			弁理士 佐藤 泰和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロマシニングされたセンサ用懸下部材の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

側壁を有するフレーム部材と、上記フレーム部材の上記側壁から隔離されて上記側壁内に置かれた質量部材と、上記フレーム部材と上記質量部材と接続する複数の懸下部材とを備えたセンサを製造する方法であって、

(a) 第1シリコンウエハ(10)を処理して、エッチストップ層(16)によって分離される、バルクシリコン層(14)およびエピタキシャル成長シリコン層(18)を有する処理されたウエハを製造する段階と、

(b) 上記フレーム部材(23)の側壁と上記質量部材との間のスペース(22)を規定するパターンに一致した深さを形成するために、上記処理されたウエハのバルクシリコン層側から、上記エッチストップ層(16)に達するまで上記バルクシリコン層を化学的エッチングする段階と、

(c) 上記スペースに隣接したエピタキシャル成長シリコン層を提供するために、上記フレーム部材(23)の側壁と上記質量部材との間のスペース(22)から上記スペース内の上記エッチストップ層(16)のみを除去する段階と、

(d) 上記スペース内のエピタキシャル成長シリコン材料を除去しこれにより上記フレーム部材(23)から上記質量部材(21)を懸下する懸下部材を形成するために、懸下部材パターンに従って、上記処理されたウエハの上記エピタキシャル成長シリコン層からドライエッチングする段階と、

を備え、

上記（a）、（b）、（c）の段階は第2シリコンウエハ（12）に対して繰り返され、

上記質量部材と上記フレーム部材（23）を規定するために上記第1および第2シリコンウエハを接合し、上記エピタキシャル成長シリコン層が結合されたウエハの外表面となるようにする段階と、

懸下部材パターンに従って、上記第1および第2シリコンウエハのそれぞれの上記エピタキシャル成長シリコン層（18）側からドライエッチングし、上記スペース内のエピタキシャル成長シリコン層（18）を除去し、これにより上記フレーム部材（23）から上記質量部材（21）を懸下する懸下部材を形成する段階と、

を備えたことを特徴とするセンサを製造する方法。

10

【請求項2】

上記ドライエッチングする段階は、長方形の質量部材の角を回るL字型の上記懸下部材を形成するためにプラズマエッチングする段階を含むことを特徴とする請求項1記載のセンサを製造する方法。

【請求項3】

上記化学的エッチングする段階は、上記エッチストップ層（16）を除去するばかりでなく上記フレーム部材の上記側壁と上記懸下された質量部材の間の上記スペースに隣接する上記エピタキシャル成長シリコン層（18）の一部分を除去するための制御された時間実行され、残置する上記エピタキシャル成長シリコン層の厚さを制御することを特徴とする請求項1または2記載のセンサを製造する方法。

20

【請求項4】

上記エッチストップ層（16）を除去する段階は、（b）の段階の後に、上記ウエハの上記バルクシリコン層（14）側から化学的エッチングを行って上記スペース（22）内の上記エッチストップ層（16）のみを除去し、これによりエピタキシャル成長シリコン材料のみからなる上記懸下部材を形成する段階を含むことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のセンサを製造する方法。

【請求項5】

上記質量部材は、上記フレーム部材（23）の対応する側壁から離間された4つの質量部材側壁を有し、各懸下部材は2本の交差する脚を有し、1つの脚はフレーム部材側壁への接続部に対して90度の角度で取り付けられ、他の脚は上記フレーム部材側壁に対して直角に配置された質量部材側壁への接続部に対して90度の角度で取り付けられていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のセンサを製造する方法。

30

【請求項6】

側壁を有するフレーム部材と、上記フレーム部材の上記側壁から隔離されて上記側壁内に置かれた質量部材と、上記フレーム部材と上記質量部材と接続する複数の懸下部材とを備えたセンサを製造する方法であって、

（a）第1シリコンウエハ（10）を処理して、エッチストップ層（16）によって分離される、バルクシリコン層（14）およびエピタキシャル成長シリコン層（18）を有する処理されたウエハを製造する段階と、

（b）上記処理されたウエハのバルクシリコン層側から、上記エッチストップ層（16）に達するまで上記バルクシリコン層を化学的なエッチングを行い、上記フレーム部材（23）の側壁と上記質量部材との間のスペース（22）を規定するパターンに一致した深さを形成する段階と、

40

（c）前記処理されたウエハの上記バルクシリコン層側から化学的エッチングを行い、前記（b）の段階で露出した上記エッチストップ層を除去する段階と、

（d）第2シリコンウエハ（12）に対して前記（a）、（b）および（c）の段階を繰り返す段階と、それから

（e）前記第1および第2ウエハを互いに接着して前記エピタキシャル成長シリコン層（18）が接着されたウエハ（14）の外側表面にあるように前記質量部材および前記フレーム部材を規定する段階と、

50

(f) 前記スペース内の前記エピタキシャル成長シリコン層(18)を除去することにより、前記フレーム部材(23)から前記質量部材を懸下する懸下部材を残すように、前記ウエハの前記エピタキシャル成長シリコン層側から懸下部材パターンに従ってドライエッチングを行う段階と、

を備えたことを特徴とするセンサを製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般にセンサの製造方法に関し、特に、高精度懸下スプリングにより支持フレームから懸下される質量を有するセンサを製造するための塊状シリコンのマイクロマシニング方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

シリコンは極めて望ましい機械的特性を有する材料である。単結晶シリコンは殆どの金属より硬くそして機械的応力に対して極めて耐性が高い。引張り時および圧縮時の両方においてシリコンは鉄鋼より高い弾性限界を有し、その弾性限界内でのくり返し引張りおよび圧縮サイクルにおいて強度を維持出来る。いわゆるマイクロマシニング法はシリコンを極めて小型の機械的装置に加工しうるようにするものであり、コンピュータチップ等のような電子装置の小型化とほとんど同じようにそのような機械的装置の小型化を可能にするものである。マイクロマシニング法は、多量の装置が製造される場合には装置1個当りのコストが低くなるように多数の装置を同時に製造しうるようにするものである。マイクロマシニングされた装置は、シリコンウエハの一方の側の装置になされる同一の加工ステップがそのウエハの他のパーツ上のそれらと同じであるため、品質的に均一である。マイクロマシニングは通常、ピット、穴、溝または壁のような3次元形状を形成するために化学的エッチング技術を利用する。マイクロマシニングは一般にシリコンウエハの表面にマスターパターンを転写するために用いられる写真技術であるホトリソグラフィで始まる。第1段階はウエハの表面を水蒸気中で800℃と1200℃の間の温度に加熱することによりその表面に薄い酸化物層を成長させることである。次に、紫外線に感応する薄い有機ポリマーの層であるホトレジストがこの酸化物表面に塗布され、そして露光され現像される。露出された酸化物部分とホトレジストで被覆された酸化物部分からなるパターンがウエハ表面に形成される。酸を用いた次の処理の後に、この酸化物はエッチングにより除去されてホトレジストで被覆された酸化物が残る。最終的にはウエハ表面にホトレジストのパターンのコピーである酸化物パターンが生じる。

20

30

【0003】

この酸化物パターンはウエハへのボロンまたはリンのような不純物のドーピング中にマスクとして使用される。この酸化物パターンはまたシリコンに作用するエッチング材を用いた化学的または異方性のエッチング中にもマスクとして用いられる。方位依存性としても知られる異方性エッチング剤はシリコンの結晶格子内で異なる方向に異なる速度でエッチングを行い、そして鋭いコーナーとエッジをもつ良好に限定された形状を形成することが出来る。

40

【0004】

加速度センサ、動きセンサおよび圧力センサはマイクロマシニングで製造される装置の例である。他の多くのものがある。マイクロマシニングされた加速度センサの例には圧電型および容量型のものがある。

【0005】

センサは相対動作可能に外側支持フレーム内に1個以上の懸下部材により支持される中央検知質量部を含むことが出来、これら懸下部材はその質量部と外側支持フレームとの間に伸びている。従来の懸下部材は検知質量部を外側支持フレームに対し支持するための懸下スプリング、ビーム、ヒンジまたはダイヤフラムからなっている。そのような懸下部材はこれまで例えば異方性ウェットエッチングを用いてマイクロマシニングされている。

50

【0006】

1990年5月8日付の米国特許第4922756号明細書には単結晶ウエハからのバッチ式のホトリソグラフィ技術によりシリコンから製造されたマイクロマシニングされた加速度計が開示されている。この加速度計は二酸化シリコンから製造されたE字形の板ばねを含んでいる。ウエハの夫々の側のE字形板ばねの表面のシリコンばね面はマスクされそして二酸化シリコンが表面に成長され、これは後にパターンとされて化学エッチングにより除去される。薄いホトレジストまたはストップ層が形成される。次に厚い酸化物層が正確な量の酸素をシリコンに拡散させることにより成長されてウエハ上に正確な厚みをもつ二酸化シリコンを形成する。次に、このウエハの両表面が、選ばれた領域を露出させるようにマスクされてシリコン表面までエッチングされる。次に薄い二酸化シリコン層が成長され、マスクされそして露出した二酸化シリコンがシリコンエッチング剤にさらされてシリコン表面までエッチングされる。次にシリコン材料の化学的エッチングが行われる。このエッチングは二酸化シリコンの開口部を通り作用してE字形ばねの脚部をアンダーカットしつつシリコン材料を除去する。剛性の高いエッチングされたストップ層はそれらばねの基部および懸下される質量と支持構造の両面として残る。次に懸下される質量の両面と対向する支持構造の相補的な力およびセンス導入領域に力およびセンス導入領域が設けられる。このようにして3次元E字形ばねは検知部材のばね定数を制御するために正確に制御された長さおよび厚さをもつ各脚を備えることになる。

10

【0007】

1979年3月13日付米国特許第4144516号明細書には単結晶シリコンからバッチ式のホトリソグラフィエッチング技術により製造された板ばねセンサまたは変換器が開示されている。2個の別々のウエハにばね構造アレイを形成する。各ウエハはその上面に電気回路を有し、下面はE字形板ばね構造と周囲の支持構造を限定するように異方性エッチングによりエッチングされる。次に、これらウエハは接着剤、半田付け、あるいはろう付け等により接合されて二重ばねセンサまたは変換器を形成する。個々の変換器は次に結合したウエハから分離されそして次に適当な支持構造に装着される。

20

【0008】

上記のばね方式は夫々E字形ばねを含む。半導体マイクロマシニングの従来技術は、シリコンのようなダイヤモンド形立方材料の結晶面に沿った化学エッチングの特性である直線を有するばねおよび懸下部材を含んでいる。従って、シリコン材料の化学エッチングによるばねの幾何形状の形成はマイクロマシニング可能なばねおよび懸下部材の形状に関して制限されている。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的はシリコンのマイクロマシニングによるセンサ用の任意の形状の3次元機械構造を製造する方法を提供することである。

【0010】

本発明の他の目的は、単一のばねまたは任意形状の上下のばね対が質量部と周囲の支持部材との間に設けられるようになった支持部材—ばね—質量部構造用のばねの製造方法を提供することである。

40

【0011】

本発明の他の目的は、懸下される質量およびばねの上下の表面を任意の形状としうるようにした支持フレームと懸下質量部との間の高精度の懸下ばねの製造のためのエッチング法を提供することである。

【0012】

本発明の他の目的は結果として得られるばねの厚さを極めて良好に制御することの特徴とするフレーム—ばね—質量構造のマイクロマシニング法を提供することである。

【0013】

本発明の他の目的は下記手段によりばねの“調整”を容易にする支持部材—ばね—質量

50

部構造のマイクロマシニング法を提供することである：

- (1) ストレスを除去するためのばねの整形；
- (2) 直線性を最大とするためのばねの整形；
- (3) プリローディング条件を形成するためのばねの被覆；および
- (4) プリロード条件を形成するためのばねのドーピング。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的及び本発明の他の利点および特徴は支持部材—ばね—懸下質量部構造をマイクロマシニングのための新しい方法で実現される。本発明は特に任意のプラナー形状の懸下質量部およびばねの外表面を形成するためおよび任意の厚さのばねをつくるための方法を意図している。広義には本発明は懸下質量部およびばねの外側表面の任意の形状をつくるための一つのシリコンウエハの製造に関する。

10

【0015】

その好適な実施例において、本発明の方法は一方が処理後に懸下質量部およびその周囲の支持フレームの上半分を形成し、他方のウエハがその質量部と周囲の支持フレームの下半分を形成する2個の同一のシリコンウエハを設けることを含む。夫々のウエハは塊状シリコン層を含み、その層の上表面にエッチストップ層を有し、その上に上側エピタキシャル(EPI)層が成長している。このエッチストップ層は好適には P^{++} 層である(そのようなエッチストップ層は埋込み酸化物 SiO_2 層でもよい)。 P^{++} 層は薄いシリコン層であり、そこに、ボロンのようなP型不純物が加えられてその半導体が極めて大きい過剰可動正孔濃度を特徴とするようにする。感光性酸化物層が各ウエハの底部シリコン表面に設けられる。この明細書においては“感光性酸化物層”はホトレジストを有する酸化物層である。

20

【0016】

次に中央質量部および外側支持フレームのパターンが各ウエハの底面上の感光酸化物層において露光される。このフレームと質量の間の露出された領域が除去された後にフレームと懸下質量部の酸化物層パターンが残る。化学エッチング剤が各ウエハの下面に与えられる。そのような化学物質は所望のフレームと懸下質量部との間のスペースを表わすパターンを通してエッチングを行う。シリコン層のエッチングは P^{++} または埋込み酸化物エッチストップ層で停止する。シリコン層のエッチングはウェットエッチング材、例えば水酸化カリウム(KOH)または水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液のような異方性エッチング液で行われる。異方性エッチング液は、適正に使用されれば酸化物層をアンダーカットせずそして良好に限定された側壁を形成する。

30

【0017】

露出された P^{++} 層は、質量部と外側支持フレームとの間にばねを限定する領域内においてウェットエッチング液により除去される。このばねの厚さは残留するEPI材料の厚さを制御することにより制御される。次に、2個のウエハあるいはウエハ半分が互いに接合されて接合されたウエハの上面および下面がエピタキシャル(EPI)層となるようにする。これらのEPI層は質量部とその外側支持フレーム間のばね用の領域に残る唯一の層である。この外側フレームと懸下される質量部とを接続するばねの形状は上および下のEPI表面にパターン化される。このばね形状はドライプラズマエッチングによりEPI表面のパターンを介して形成される。

40

【0018】

このように、ばねの任意の形がEPI層の上下の半分に加えられるパターンに従ったドライエッチングにより形成される。2個の接合されたウエハから中心質量部と外側支持フレームを形成した後に、別のウエハから上および下のカバープレートまたはキャップがつくられる。そのようなカバープレートは適当な相補的な電極を外側支持フレームに接合し、米国特許第4922756号明細書に示されるように中心質量部および上下のカバープレート上に共通の検出／導電領域または別々の検出および導電領域を形成する。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0019】

本発明の目的、利点および特徴は同様の部分を同様の参照数字で示し、本発明の実施例を示す、添付図面を参照することにより、より明確になるものである。

【0020】

単結晶シリコンからバッチエッチング技術によりセンサまたは加速度計を製造する方法を図面に示す順次段階により示す。このマイクロマシニング製造プロセスはセンサの中心質量部と外側支持フレームとの間に伸びるばねまたは接続部材用の任意の3次元形状を形成するために化学エッチング技術と、それに続くドライプラズマエッチングを利用する。本発明により製造されるセンサは、特にバッチホットリソグラフ技術によりシリコンからつくられる、加速度に感応するマイクロマシニングされた構造を指向するものである。このセンサは、好適には4個のウエハを用い、その内の2個を接合して中心質量部とそのまわりの外側支持フレームを形成し、残りの2個でこの支持フレームに接合される外側プレートまたはカバーを限定して形成される。あるいはこの中心質量部—ばね—外側支持構造は1個のウエハからつくることが出来る。

10

【0021】

図1-6の本発明の好適な方法の実施例をまず図1から見ると、2個の同一のウエハ10, 12が示されている。ウエハ10は中心質量部と外側支持フレームの上側半分を形成するための処理された構成材料を与え、ウエハ12は中心質量部と外側支持フレームの下側半分を形成するための処理された構成材料を与える。これら上下の半分は同一であり、例えばその厚さは約500ミクロンである。ウエハ10, 12の夫々はシリコン層14を含み、その上面に好適には P^{++} （あるいは埋込酸化物）エッチストップ層16を有する。層16は例えば厚さ約14ミクロンである。そのようなエッチストップ層はシリコンに拡散されたボロン不純物の濃度の高い層を形成するように処理されている。上側エピタキシャル（EPI）層18はカバーされたエッチストップ層16の上に成長する。下側の感光酸化物層（熱酸化により形成される）20は各ウエハ10, 12の下面に設けられる。“感光酸化物層”20はここではホトレジストを設ける薄いシリコン酸化物層25である。

20

【0022】

次に、中央質量部および外側支持フレームのパターンが図2に中心質量部21Aと外側支持フレーム23Aとして一般に示すように露光に対してマスクされる。図2のパターンは露光されて上側ウエハ10と下側ウエハ12のホトレジストでカバーされた酸化物層20上で現像される。この質量部パターン（図示）と支持フレーム（図示せず）のコーナー部分は次の鋭いコーナーをつくるためのオーバーエッチングを省くために補償される。すなわち、辺間に短い直線エッジを設ける。質量部21Aとフレーム23Aの間のスペース22Aのホトレジストは例えばNH₄FとHFが6:1の溶液を用いるBOE（Buffered Oxide Etch）エッチのような適当なエッチングにより除去される。質量部領域21Aとフレーム領域23Aは露光されなかったホトレジストにより保護される。

30

【0023】

水酸化カリウム（KOH）（33重量%）のようなウェットエッチング剤を次に各ウエハ10, 12の層20の表面22Aに加える。図3に示すように、 P^{++} エッチストップ剤により形成されるエッチストップ層16へのエッチングがシリコン層14を通して生じる。図3には上側ウエハ10のみを示す。ウエハ12の下半分は同様に形成される。（KOH）化学エッチング剤はボイド領域22内の層14からシリコンを好適には約450ミクロンの深さまで除去する。このウエハは水で洗浄される。次に化学エッチングをC₅OHエッチング剤（60重量%）で続ける。これにより上側エピタキシャル（EPI）層18の下にばねのパターニングを行うために設けた領域内のエッチストップ層16が露出する。この異方性エッチングは中央質量部と外側支持フレームの間に形成されるボイド領域22について良好に限定された側壁を形成する。

40

【0024】

次に、選択ウェットエッチ混合体（好適には8:3:1、CH₃COOH: HNO₃: HF）を、特に図4に示すように中心質量部と外側支持フレームの間のばねを

50

形成する領域の露出した P^{++} 層16に対し、制御された短い時間だけ加える。 P^{++} 層とその上のEPI層の除去量が結果としてのばねの厚さを制御する。薄い酸化物層25（図3）を適当なエッチング剤（好適には6：1BOE）で除去する。

【0025】

次に、エピタキシャル（EPI）層18が、中央質量部と外側支持フレームの接合された半導体を形成する接合したウエハ10と12の上面と下面となるように、図5に示すようにウエハ10と12が互いに溶着される。このようにEPI層18のみが質量部とその他の外側支持フレームの間のばね用の領域に残る。次に、表面18を100ÅのCrと1000ÅのAuで金属化し、熱処理する。ばね24用のパターンがこれら上下の金属化された表面18'にホトレジストにより与える。

10

【0026】

次に、図6に示すように、弾性接続部材すなわちばね24が、エピタキシャル（EPI）層18の金属化表面18'上につくられたパターンを通して接合された半分10, 12の上下の表面からドライプラズマエッチ段階により中央質量部と外側支持フレームの間に形成される。このドライエッチングはそのパターンの下のシリコンの除去のためにシリコンエッチガス SF_6 （380mTorr、175w）のようなプラズマエッチで上下の表面18'に行われ、続いてホトレジストの除去のための酸素プラズマストリップ（300w、400mTorr）を行う。プラズマエッチングはばね24と隣接するフレーム23および隣接するプルーフ質量21等の間の層18のEPI物質を除去する。

【0027】

20

ばね24の形成後に、図7に示すように接合した半分は外側支持フレーム23との間に伸びるばねにより懸下された中央質量部21を限定する。図7に示すようにばね24は一般に矩形の質量部21のコーナーに沿って伸びる上下の対となったL字形のばねを含む。質量部14の上下の表面21は好適には方形または矩形であるが、多角形あるいは円形でもよい。ばね24の内端28は質量部21の隣接する辺に固定される。ばね24の外端30は外側支持フレーム23の隣接する辺に固定される。質量部21の辺は必要であれば丸くされてもよいコーナーで接合する。懸下ばね24の好適な形状についてのこれ以上の詳細については、発明の名称をL字形ばね脚を有するセンサ構造とする、1994年3月28日付の出願第08／215525号を参照されたい。

【0028】

30

このセンサを完全なものとするために、一つの検出／導電領域または別々の検出領域と導電領域（図示せず）を形成するための適当な導電性領域を中央質量部21に設ける。周知のように質量部21と外側支持フレーム23の上下の表面に上下のキャップまたはプレート（図示せず）を接合する。そのような電氣的な検出および導電領域の形成及び質量部21の相対動作によるばね24の偏向または歪みの測定の詳細については前記の米国特許第4922756号明細書を参照され度い。必要であれば、検出および導電プレートの両方として使用される1つの導電領域を時間多重回路との組合せにおいて用いてもよい。

【0029】

下表Iは図1-7に示すような軽いばね構造をつくるための本発明の方法の好適な段階を示す。完全を期して上下のウエハに整合孔をつくる段階も加えてある。同様にばねを介して質量部表面に電氣的接点を与える段階も含めてある。

40

【0030】

表 I

段階	
1	両面を研磨した厚さ500ミクロンの4.1インチシリコンウエハを用意する。
2	EPI層を厚さ500ミクロンまで成長させる。
3	0.3ミクロンの層をつくるようにドライ、ウェットおよびドライの条件を交互に用いてウエハを熱酸化する。

50

- 4 ウエハをそのE P I側を下にして回転させる。E P I側をホットプレートで強く焼く。
- 5 ウエハをその背面側を下にして回転させる。ホットプレートで背面を弱く焼く。(横方向ベント穴が望ましくない場合には段階12に移る)
- 6 横ベントマスクを用いて背面側をパターン化する。
- 7 6:1 B O Eを与える。次にホトレジストを背面から除去しそしてR C A洗浄を行う。
- 8 3ミクロンの層をつくるためにドライ、ウェットおよびドライの条件を交互に用いてウエハを熱酸化する。
- 9 L P C V Dニトライドにより0.15ミクロンの厚さの窒化物をつくる。 10
- 10 ウエハをそのE P I側を下にして回転し、ホットプレート上でそれを強く焼く。
- 11 ウエハをその背面側を下にして回転し、それを弱く焼く。
- 12 O D Eキャビティマスクを用いてウエハの背面側をホトレジストでパターン化する。
- 13 プラズマエッチング；窒化物のエッチング380 T o r r、175ワット、S F₆
- 14 ウェットエッチング；6:1 B O E；ホトレジスト除去。
- 15 ウェットエッチング；深さ450ミクロンまでのK O Hエッチング (33重量%)；消イオン化水(D I H₂ O)による洗浄。 20
- 16 ウェットエッチング；P⁺⁺エッチストップまでのC₅ O H (60%)によるエッチング；D I H₂ O洗浄。
- 17 整合孔のみにドロップを用いたP⁺⁺(8:3:1、C H₃ C O O H: H N O₃: H F)の選択エッチング(整合孔は図示せず；整合孔は質量部の溶着のためにウエハを整合させるために用いられる)
- 18 ウェットエッチング；整合孔で光が明確となるまでのK O H (33重量%)エッチング。D I H₂ O洗浄。
- 19 P⁺⁺層ウエハ全体のウェットエッチング； (8:3:1、C H₃ C O O H: H N O₃: H F)。 30
- 20 97:3 H N O₃: H Fを用いて茶色のさび(多孔性シリコン)を除去する；D I H₂ O洗浄。
- 21 裏側の燐と共に窒化物をはぎとる；6:1 B O Eで酸化物をはぎとる。
- 22 R C A洗浄。
- 23 2個のウエハの質量部分を溶着；整合。
- 24 ウェットO₂で酸化してベント穴を閉じる。
- 25 ウェットエッチング；酸化物をB O Eで除去、D I H₂ O洗浄、スピン乾燥。
- 26 両側を100 ÅのC rおよび1000 ÅのA uで金属化。
- 27 両側についてスピン；次に弱く焼く。 40
- 28 ばね形状を表わす金属ワッシャを用いたホトレジストで両側をパターン化する。
- 29 A uのエッチング、C rのエッチング。
- 30 両側についてスピンし、弱く焼く。
- 31 ばねマスクおよび電気接点マスクを用いたホトレジストで前側をパターン化する；強く焼く。
- 32 プラズマエッチング；両側のシリコンプラズマエッチング (380 T o r r、175ワット)。
- 33 プラズマエッチング；両側のO₂プラズマストリップ (400 m T o r r)。 50

【0031】

以上から、本発明の製造方法によれば、処理された単結晶シリコンウエハを用いたバッチエッチング技術から予定の任意の形状および厚さを有するばね24が得られることは明らかである。ばね24はここでは支持フレーム23と質量部14に接続する丸くなったコーナーを有する一般にL字形となっている。これらL字形ばね（そのようなばね形状は“ひじ”形とも云える）は一般に矩形（または前述のように他の形）の質量部のまわりにはまるが、そのような懸下部材またはばねは本発明により種々の形状および寸法のものとして形成することが出来る。

【0032】

本発明の好適な実施例を詳細に示したが、この実施例の変更および適用は当業者には明らかである。前述のように本発明の方法は異なる形のセンサをつくるに使用出来る。一つの単純なウエハと4個（または2個または3個）のばねを偏ってつくられるセンサを使用しうる。そのような変更および適用は請求範囲に示す本発明の精神および範囲内である。

【図面の簡単な説明】**【0033】**

【図1】本発明のマイクロマシニング製造方法により製造される中心質量部と外側支持フレームの上下の半分を形成するための一对の同一のシリコンウエハの断面図である。

【図2】図1に示す上下の半分の感光酸化物層に写真的に重ねられる質量部と外側支持フレーム用のパターンの平面図である。

【図3】各ウエハのシリコン層を介してエッチストップ層までエッチングするためにウェットエッチング剤を除去された酸化物層のパターンを通して与える、本発明の製造プロセスにおける他の段階を示す断面図である。

【図4】ばねを形成すべき各ウエハのエッチストップ層が各ウエハの上面の制御された厚さを有する上側エピタキシャル（EPI）層を残してウェット化学エッチング剤により除去される、本発明の製造方法の他の段階を示す図である。

【図5】各ウエハがばね用の領域にエッチストップ層がエッチングにより除去された外側エピタキシャル層を有するように、それら2個のウエハが接合されて中心質量部と周囲の支持フレームを形成する、本発明の製造方法の次の段階を示す図である。

【図6】エッチストップ層の除去された領域内でウエハの上および下エピタキシャル層のパターンを通してエッチングして中央質量部とその外側の支持フレームとの間にばねの形状を形成するためにドライプラズマエッチングを用いる、この製造方法における次の段階を示す図である。

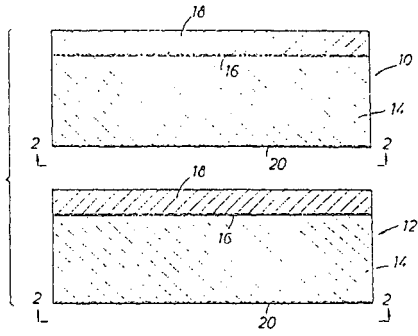
【図7】本発明の製造方法により形成される、中心質量部と、外側支持フレームとそれらの上に接続ばね部材を有する装置の上面図である。

10

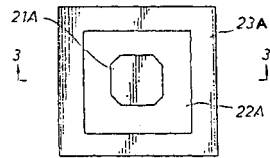
20

30

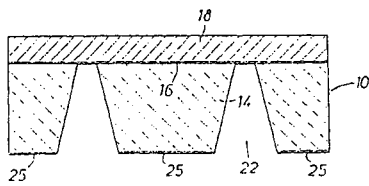
【図 1】



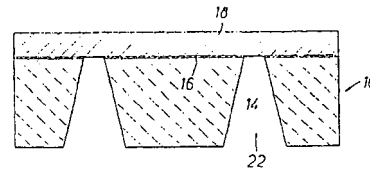
【図 2】



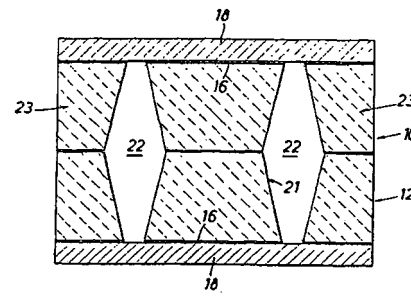
【図 3】



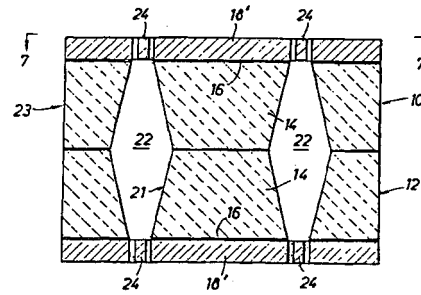
【図 4】



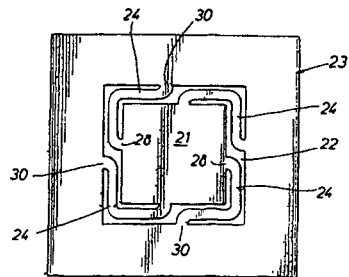
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(74)代理人 100096921

弁理士 吉元 弘

(74)代理人 100103263

弁理士 川崎 康

(72)発明者 エリクソン, レイモンド ケイ.

アメリカ合衆国テキサス州、テイラー、メドウ、レイン、2001

審査官 ▲高▼橋 英樹

(56)参考文献 特開平01-301181 (JP, A)

特開平05-102495 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 29/84

B81C 1/00

G01P 15/00