

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-519695

(P2008-519695A)

(43) 公表日 平成20年6月12日 (2008.6.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 8 1 C</b> 1/00 (2006.01)	B 8 1 C 1/00	3 C 0 8 1
<b>B 8 1 B</b> 3/00 (2006.01)	B 8 1 B 3/00	4 M 1 1 2
<b>G 0 1 P</b> 15/125 (2006.01)	G 0 1 P 15/125 Z	
<b>H 0 1 L</b> 29/84 (2006.01)	H 0 1 L 29/84 Z	

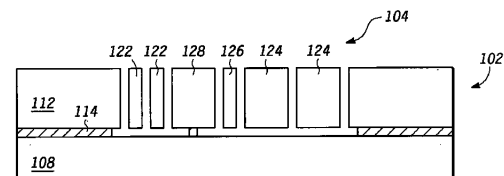
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-540350 (P2007-540350)	(71) 出願人	504199127
(86) (22) 出願日	平成17年10月25日 (2005.10.25)		フリースケール セミコンダクター イン
(85) 翻訳文提出日	平成19年3月7日 (2007.3.7)		コーポレイテッド
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/038848		アメリカ合衆国 7 8 7 3 5 テキサス州
(87) 国際公開番号	W02006/052472		オースティン ウィリアム キャノン
(87) 国際公開日	平成18年5月18日 (2006.5.18)		ドライブ ウェスト 6 5 0 1
(31) 優先権主張番号	10/985,530	(74) 代理人	100116322
(32) 優先日	平成16年11月9日 (2004.11.9)		弁理士 桑垣 衛
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ゴゴイ、ビシュヌ プラサンナ
			アメリカ合衆国 8 5 2 5 9 アリゾナ州
			スコッツデール イー. クリントン ス
			トリート 1 1 1 1 5
		F ターム (参考)	3C081 AA02 BA43 BA48 BA75 CA03
			CA13 CA23 CA25 DA04 DA06
			DA23 EA02
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ばね解放ブリッジを備えたマイクロ電気機械 (MEM) 装置およびその製造方法

## (57) 【要約】

マイクロ電気機械 (MEM) 装置は基板、懸架ばね、構造体および解放ブリッジを備えている。懸架ばね (122) は基板に接続されると共に、基板の上に懸架される。構造体は懸架ばね (122) に接続され、基板の上に弾力的に懸架される。解放ブリッジ (204) は懸架ばね (122) に接続される。センサの製造中に、懸架ばねと構造体は解放プロセスを受けることにより基板の上に懸架される。解放ブリッジは、解放プロセス中に、構造体と懸架ばねが実質的に同時に解放される寸法に構成されている。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくとも 1 の活性層を有する基板上にマイクロ電気機械 (MEM) 装置を形成する方法であって、基板と活性層との間に少なくとも部分的に犠牲層が配置され、前記方法は、前記活性層に少なくとも 1 つの固定領域および懸架領域を形成する工程であって、該懸架領域の中には少なくとも 1 つの構造体、懸架ばねおよび解放ブリッジが形成され、懸架ばねは固定領域と構造体との間に接続され、解放ブリッジは懸架ばねに接続されている工程と、

犠牲層の少なくとも一部を除去し、それにより前記基板から構造体、解放ブリッジおよび懸架ばねを解放する工程と、から成り、

解放ブリッジは、前記構造体と前記懸架ばねとが犠牲層の除去の間に実質的に同時に解放される寸法に構成されている方法。

## 【請求項 2】

活性層に複数のエッチング開口部を形成すること；および

エッチング開口部を介して犠牲層を第 1 のエッチ液に暴露することにより、犠牲層の少なくとも一部を除去すること；をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記犠牲層を第 1 のエッチ液に暴露する際に少なくとも構造体および解放ブリッジが解放されず、そのため懸架ばねも解放されない請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

犠牲層を第 2 のエッチ液に暴露することにより構造体および解放ブリッジを実質的に同時に解放し、それにより懸架ばねと構造体とが実質的に同時に解放されることをさらに含む請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記エッチング開口部のうちの少なくとも選択された複数の開口部に埋め戻し材料を配置すること；

前記少なくとも配置された埋め戻し材料を第 1 のエッチ液に暴露することにより、埋め戻し材料の少なくとも 1 つの実質的な部分を除去すること；および

前記犠牲層を第 2 のエッチ液に暴露し、それにより犠牲層の少なくとも一部が除去され、構造体、解放ブリッジおよび懸架ばねが解放されること；をさらに含む請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記埋め戻し材料はリン酸シリカガラスを含む請求項 5 に記載の方法

## 【請求項 7】

第 1 のエッチ液は水溶性エッチ液であり；

第 2 のエッチ液は蒸気エッチ液である請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記水溶液エッチ液はフッ化水素酸 (HF) 水溶液を含む請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記蒸気エッチ液は HF 蒸気を含む請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記懸架ばねは第 1 端部および第 2 両端を少なくとも有し；

前記解放ブリッジは前記懸架ばねの第 1 端部に少なくとも近接して形成され、第 2 の解放ブリッジは前記懸架ばねの第 2 端部に少なくとも近接して形成される請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記懸架領域は、

前記固定領域と前記構造体の間に接続された第 2 の懸架ばね；および

前記固定領域と前記第 2 の懸架ばねの間に接続された第 2 の解放ブリッジ；をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 2】**

各懸架ばねは第 1 端部および第 2 端部を少なくとも有し；

各懸架ばねの第 1 端部および第 2 端部の各々に少なくとも近接して解放ブリッジが形成される請求項 1 1 に記載の方法。

**【請求項 1 3】**

構造体、解放ブリッジおよび懸架ばねは犠牲層の切り取ることにより解放され；

解放ブリッジは少なくとも構造体を解放するために必要とされる最大の切り取り部と実質的に等しい寸法に構成される請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 1 4】**

基板に慣性センサを形成する方法であって、

基板の表面に犠牲層を形成すること；

犠牲層の少なくとも一部の上に活性層を形成すること；

前記活性層に少なくとも固定領域と懸架領域とを形成し、該懸架領域内には少なくとも構造体、懸架ばね、および解放ブリッジが形成されており、懸架ばねは固定領域と構造体の間に接続され、解放ブリッジは懸架ばねに接続されていることと；

前記犠牲層の少なくとも一部を除去することにより、構造体、解放ブリッジ、および懸架ばねを基板から解放することと；からなり、

解放ブリッジは、構造体と懸架ばねとが前記犠牲層の除去の間に実質的に同時に解放される寸法に構成されている方法。

10

**【請求項 1 5】**

活性層に複数のエッチング開口部を形成すること；および

エッチング開口部を介して犠牲層を第 1 のエッチ液に暴露することにより、犠牲層の少なくとも一部を除去すること；をさらに含む請求項 1 4 に記載の方法。

20

**【請求項 1 6】**

前記犠牲層を第 1 のエッチ液に暴露する際に少なくとも構造体および解放ブリッジが解放されず、そのため懸架ばねも解放されない請求項 1 5 に記載の方法。

**【請求項 1 7】**

犠牲層を第 2 のエッチ液に暴露することにより構造体および解放ブリッジを実質的に同時に解放し、それにより懸架ばねと構造体とが実質的に同時に解放されることをさらに含む請求項 1 6 に記載の方法。

30

**【請求項 1 8】**

前記エッチング開口部のうちの少なくとも選択された複数の開口部に埋め戻し材料を配置すること；

前記少なくとも配置された埋め戻し材料を第 1 のエッチ液に暴露することにより、埋め戻し材料の少なくとも 1 つの実質的な部分を除去すること；および

前記犠牲層を第 2 のエッチ液に暴露し、それにより犠牲層の少なくとも一部が除去され、構造体、解放ブリッジおよび懸架ばねが解放されること；をさらに含む請求項 1 5 に記載の方法。

**【請求項 1 9】**

前記埋め戻し材料はリン酸シリカガラスを含む請求項 1 8 に記載の方法。

40

**【請求項 2 0】**

第 1 のエッチ液は水溶性エッチ液であり；

第 2 のエッチ液は蒸気エッチ液である請求項 1 8 に記載の方法。

**【請求項 2 1】**

前記水溶性エッチ液はフッ化水素酸（H F）水溶液を含む請求項 2 0 に記載の方法。

**【請求項 2 2】**

前記蒸気エッチ液は H F 蒸気を含む請求項 2 0 に記載の方法。

**【請求項 2 3】**

前記懸架ばねは第 1 端部および第 2 両端を少なくとも有し；

前記解放ブリッジは前記懸架ばねの第 1 端部に少なくとも近接して形成され、第 2 の解

50

放ブリッジは前記懸架ばねの第２端部に少なくとも近接して形成される請求項１４に記載の方法。

【請求項２４】

前記懸架領域は、  
前記固定領域と前記構造体の間に接続された第２の懸架ばね；および  
前記固定領域と前記第２の懸架ばねの間に接続された第２の解放ブリッジ；をさらに含む請求項１４に記載の方法。

【請求項２５】

各懸架ばねは第１端部および第２端部を少なくとも有し；  
各懸架ばねの第１端部および第２端部の各々に少なくとも近接して解放ブリッジが形成される請求項２４に記載の方法。 10

【請求項２６】

構造体、解放ブリッジおよび懸架ばねは犠牲層を切り取ることにより解放され；  
解放ブリッジは少なくとも構造体を解放するために必要とされる最大の切り取り部と実質的に等しい寸法に構成される請求項１４に記載の方法。

【請求項２７】

マイクロ電気機械（ＭＥＭ）装置であって、  
基板；  
基板に接続されると共に、基板の上に懸架された懸架ばね；  
懸架ばねに接続されることにより基板の上に弾性的に懸架された構造体；および 20  
懸架ばねに接続された解放ブリッジ；を備え、  
懸架ばねと構造体が解放プロセスを受け手基板の上に懸架され、  
解放ブリッジは、解放プロセスの間に、構造体と懸架ばねとが実質的に同時に解放される寸法に構成されるＭＥＭ装置。

【請求項２８】

構造体に接続され、そのため基板の上に懸架された複数の移動電極；および  
基板に接続され、各固定電極が複数の移動電極の少なくとも一つに近接配置されている、複数の固定電極；をさらに備えた請求項２７に記載のＭＥＭ装置。

【請求項２９】

前記懸架ばねは第１端部および第２両端を少なくとも有し； 30  
前記解放ブリッジは前記懸架ばねの第１端部に少なくとも近接して形成され、第２の解放ブリッジは前記懸架ばねの第２端部に少なくとも近接して形成される請求項２５に記載のＭＥＭ装置。

【請求項３０】

基板に接続されると共に、基板の上に懸架された第２の懸架ばねであって、構造体に接続された第２の懸架ばねをさらに備え、第２の解放ブリッジが第２の懸架ばねに接続される請求項２７に記載のＭＥＭ装置。

【請求項３１】

各懸架ばねは第１端部および第２端部を少なくとも有し；  
解放ブリッジは、各懸架ばねの第１端部および第２端部の各々に少なくとも近接して形成される請求項２８に記載のＭＥＭ装置。 40

【請求項３２】

構造体、解放ブリッジおよび懸架ばねは切り取りプロセスによって解放され；  
解放ブリッジは少なくとも構造体を解放するために必要とされる最大の切り取り部と実質的に等しい寸法に構成される請求項２７に記載のＭＥＭ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般に、マイクロ電気機械（ＭＥＭ）装置に関し、より詳細には、製造プロセス中に懸架ばねと免震質量体を実質的に同時に解放されることが可能な懸架ばね上の解 50

放ブリッジを備えたMEM装置に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの装置およびシステムが、様々な数および種類のセンサを備えている。この様々な数およびタイプのセンサは種々の監視および/または制御機能を行なうために使用される。マイクロ機械加工および他のマイクロファブリケーション技術やそれに関連するプロセスの進歩によって、様々なタイプのセンサを備えた様々なマイクロ電気機械(MEM)装置の製造が可能となっている。したがって、監視および/または制御機能を行なうために使用される多くのセンサがMEMセンサを使用して実現されている。

【0003】

MEM装置を形成するために使用されている現行の方法の一つは、シリコン・オン・インシュレータ(SOI)ウエハとして知られている修正ウエハを利用している。一般によく知られているように、SOIウエハは本質的には、シリコンウエハと、その上に配置された犠牲層と、犠牲層に配置された活性の単結晶シリコン層とからなる。活性層はMEM装置の基礎的な構造的特徴(feature)を画定するためにマスクされ、パターン形成され、選択的にエッチングされる。その後、この構造体は、金属相互接続や隔離構造を始めとする種々の特徴を画定するためにさらに処理され得る。すべての構造的特徴が画定された後、構造体の下の犠牲層の一部を除去することにより構造体の一部を解放することにより、構造体の一部が切り取られ得る。

【0004】

上記の解放プロセスは、一つの工程からなるエッチングプロセスとして実行されてもよいし、二つの工程からなるエッチングプロセスとして実行されてもよい。一つの工程からなるエッチングプロセスによれば、完全な構造体の解放が起こるまで装置は単一のエッチングプロセスを受ける。二つの工程からなるエッチングプロセスが使用される場合、第1の工程の間に装置は第1のエッチングプロセスを受け手、部分的な構造体の解放のみが起こる。第2の工程の間に装置は第2のエッチングプロセスを受け、完全な構造体の解放が起こる。

【0005】

種々の用途に使用される1つの特定の種類のMEMセンサは加速度計である。通常、MEM加速度計は、構成要素の部品の中でも特に、1または複数の懸架ばねにより弾力的に懸架される免震質量体を備えている。免震質量体および懸架ばねの各々は、エッチ液が解放プロセスの間に犠牲層に達し、それゆえ犠牲層を除去することを可能とする、1または複数のエッチング開口部を備え得る。好ましくは、一つの工程からなる解放ステップまたは二つの工程からなる解放プロセスのいずれが使用されても、免震質量体は、免震質量体の切り取りを促進する寸法に構成され離間された複数のエッチング開口部を備えている。

【0006】

高感度(例えば高アスペクト比)の加速度計では、懸架ばねは比較的長くても細く、免震質量体は比較的大きい。免震質量体を増大させるために使用され得る1つの方法は、免震質量体の数を減少し、免震質量体に形成されるエッチング開口部の間隔を増大させることである。従って、多くの例では、一つの工程からなる解放ステップまたは二つの工程からなる解放プロセスのいずれが使用されても、免震質量体が解放される前に懸架ばねが解放され得る。これが起こると、懸架ばねは張り付きを受けやすくなり、これはMEM加速度計を動作不能にするおそれがある。

【0007】

従って、張り付きの受け易さを低減させた高アスペクト比加速度計を始めとするMEM装置およびその製造方法が必要とされている。本発明は少なくともこの必要性に取り組んでいる。さらに、本発明の他の望ましい特徴および特性は、添付図面、先の技術分野および背景技術と共に、以下の詳細な説明および添付の特許請求の範囲から明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明を、同様な符号は同様な要素を示す図面に関連して以下に説明する。

以下の詳細な説明は、単に例証的なものであって、本発明や、または本発明の用途および使用方法を限定するものではない。さらに、どれも意図を拘束してはならない、先の技術分野、背景技術、発明の概要、または以下の詳細な説明で示された明示または黙示の理論にはいかようにも縛られない。この点で、本発明は加速度計に即して図示し、説明してはいるが、本発明が構造体および１または複数の懸架ばね（suspension spring）を備えた多数の装置の任意のものに使用できる。

#### 【０００９】

ここで説明に戻ってまず図１を参照すると、例証的なマイクロ電気機械（MEM）装置１００が図示されている。図示されたMEM装置１００は、略断面図の形で示しているが、加速度計を始めとする慣性センサであり、SOI（シリコン・オン・インシュレータ）ウエハ１０６上に形成された固定領域１０２およびセンサ領域１０４を備えている。SOIウエハ１０６は、一般に知られているように、ハンドル層１０８、活性層１１２、ならびにハンドル層１０８と活性層１１２との間に配置された犠牲層１１４を備えている。固定領域１０２およびセンサ領域１０４はいずれも活性層１１２に形成される。固定領域１０２は犠牲層１１４によりハンドル層１０８に付着された状態に維持される活性層１１２の領域である。逆に、センサ領域１０４も、固定領域１０２に接続されているが、ハンドル層１０８から部分的に解放される。以下により詳しく説明されるように、解放プロセスの間、センサ領域１０４は、センサ領域１０４の下の犠牲層１１４の一部を除去することにより、部分的に下方で切り取られる。この切り取りにより解放溝１１６が形成され、ハンドル層１０８からセンサ領域１０４の一部を解放する。従って、センサ領域１０４の解放された部分はウエハ１０６上に懸架される。

10

20

#### 【００１０】

センサ領域１０４は、例えば実装されている特定のMEMセンサ１００に基づいて変更し得る、複数のセンサエレメント１２０を備えている。しかしながら、図示された実施形態では、MEMセンサ１００は加速度計であり、センサ要素１２０は懸架ばね１２２、構造体１２４（この場合、免震質量体）、移動電極１２６および固定電極１２８を備えている。一般に知られているように、懸架ばね１２２はハンドル層１０８の上で免震質量体１２４および移動電極１２６を懸架する。先に言及し、以下により詳しく説明するように、解放プロセスの間、解放トレンチ１１６がウエハ１０６に形成されると、懸架ばね１２２、免震質量体１２４および移動電極１２６はすべてウエハ１０６から解放されるが、固定電極１２８はウエハ１０６に付着された状態に維持される。したがって、懸架ばね１２２、免震質量体１２４および移動電極１２６は、ウエハの上で懸架される。

30

#### 【００１１】

説明の明確さおよび簡潔さのために、図１に図示したセンサ領域１０４は、一つの懸架ばね１２２、一つの移動電極１２６および一つの固定電極１２８だけしか備えていないが、図２により明確に示し、これから詳細に説明する特定の物理的実装では、センサ領域１０４が一对の懸架ばね１２２、複数の移動電極１２６および複数の固定電極１２８を備えている。一对の懸架ばね１２２は各々固定領域１０２と免震質量体１２４との間に接続され、先に示したように、ウエハ１０６の上で解放された時、免震質量体１２４を弾力的に懸架する。複数の移動電極１２６は各々免震質量体１２４に接続され、やはり同様に、解放された時、ウエハ１０６の上で懸架される。図２がやはり示すように、移動電極１２６の各々は２つの固定電極１２８の間に配置される。固定電極１２８は、上記のように、解放されない。そうではなく、固定電極１２８は、複数の固定部材２０２によりウエハ１０４に対して固定された状態に維持される。

40

#### 【００１２】

図２がやはり示すように、各懸架ばね１２２には解放構造体２０４（すなわち解放ブリッジ）が形成される。図示された実施形態では、解放ブリッジ２０４は、懸架ばね１２の第１および第２の端部２０６、２０８、合計４つの解放ブリッジ２０４が形成されている。しかしながら、これは単なる好ましい実施形態の例であって、この数よりも多くても少

50

なくてもよい解放ブリッジ 204 が提供されてもよく、1 または複数の解放ブリッジ 204 を懸架ばね 122 の 1 または複数の他の部分に形成してもよい。さらには、解放ブリッジ 204 の形状は図 2 に示されたものに限定されず、かわりに多くの形状のうちの任意の形状であってもよい。懸架ばね 122 の形状、数、または位置が特定ののものであっても、各解放ブリッジ 204 は好ましくは、免震質量体 124 が解放された場合に、懸架ばね 122 が実質的に同時に解放される寸法に構成される。このため、各解放ブリッジ 204 の寸法は、免震質量体 124 の最終解放のために必要とされる最大の切り取り部に好ましくは相当する。例えば、図 1 および 2 を参照すると、免震質量体 124 の最終解放に必要な最大の切り取り部が「x」である場合、各解放ブリッジ 204 の幅がやはり好ましくは「x」であるか、または好ましくは「x」よりもわずかに大きい。センサ領域 104 の解放を実行する好ましい方法は、以下により詳しく説明する。

10

#### 【0013】

一般に知られているように、図 1 および 2 に示したように構築された加速度計 100, 200 は、通常、キャパシタンス型加速度計として実装される。すなわち、加速度計 100, 200 が加速を受けると、免震質量体 124 は、懸架ばね 122 の可撓性のために、受けた加速の大きさに比例する距離だけ移動する。移動電極 126 は免震質量体 124 に接続されているので、免震質量体 124 と同じ距離だけ移動する。移動電極 126 および各電極 126 に隣接する固定電極 128 は、可変差動コンデンサを形成する。したがって、加速度計 100, 200 が加速を受けると、各移動電極 126 は隣接する固定電極 128 の一つに向かって、かつ隣接する固定電極 128 の別の一つから離れて移動する。この移動電極 126 の距離により、固定電極 126 と移動電極 128 との間の静電容量に比例した変化が生じる。この静電容量の変化が測定され、加速の大きさを決定するために使用され得る。

20

#### 【0014】

構造的な観点から MEM 加速度計 100, 200 について説明した。説明した MEM 加速度計 100, 200 を形成する特に好ましい方法をここで説明する。このため、図 3 ~ 7 を適宜参照する。説明の明確さおよび簡潔さのため、方法を図 1 に示したのと同様に、略断面図を使用して、図示し、説明するが、この方法は図 2 に示し上記に説明した実際の物理的 MEM 加速度計 200 や、実施可能な多くの他の MEM センサの任意のものにも適用可能である。

30

#### 【0015】

上記の背景技術を念頭において図 3 を参照すると、方法の好ましい開始材料 302 は SOI ウエハ 106 であることが理解される。代わりに、開始材料 302 は、ハンドル層 108、活性層 112 および間に配置された犠牲層 114 を備えた多数の他の物品のうちの任意の 1 つであってもよい。開始材料が特定の種類ののものであっても、ハンドル層 108 および活性層 112 は各々シリコンで形成されることが好ましい。しかしながら、これらの層が他の材料で形成されてもよい。活性層 112 は、例えばエピタキシャルシリコンや、MEM センサ要素 120 を形成可能な他の材料であってもよい。犠牲層 114 は、少し例を挙げると、容易にエッチングされたハンドル層 108 からセンサ要素 120 の少なくとも一部を解放する酸化シリコン、不純物添加(doped)酸化物、および不純物添加シリカガラスのような材料で好ましくは形成されることが好ましい。開始材料 302 は、得られた場合には、ハンドル層 108、活性層 112 および犠牲層 114 を備えてもよいし、またはこれらの層のうちの 1 または複数が方法全体の一部として形成されてもよい。

40

#### 【0016】

開始材料 302 が得られると(または準備されると)、図 4 に示されるように、次に、活性層 112 がパターン形成され、エッチングされて、固定領域 102 およびセンサ領域 104 が画定される。多くのパターン形成およびエッチングプロセスのうちのいずれの 1 つを使用してもよいが、好ましい実施形態では、ドライ反応性イオンエッチング(DRIE)プロセスが使用される。使用されるプロセスが特定ののものであっても、センサ領域 104 には複数のエッチング開口部 402 が形成され、これらが個々のセンサ要素 120 の

50

構造的特徴を画定する。図4がさらに示すように、エッチング開口部402は懸架ばね122および免震質量体124のようなセンサ要素120のうちの選択されたものにも形成される。位置が特定であっても、エッチング開口部402の各々は犠牲層114へのアクセスを提供し、それによりセンサ領域104の一部の解放が達成される。センサ要素120の中およびセンサ要素120の間におけるエッチング開口部402の寸法および数は、いずれも、センサ要素120の解放の所望のシーケンスおよび/またはタイミングを実現するように少なくとも部分的に選択される。さらに、免震質量体124におけるエッチング開口部402の数および間隔は、特に、所望の応答特性を達成するように選択される。

#### 【0017】

解放されるセンサ領域104の上記の部分は、一つの工程からなる解放プロセスまたは二つの工程からなるプロセスのいずれかを使用して、切り取られ得る。一つの工程からなる解放プロセスが使用される場合、プロセスは、多数のエッチングプロセス（例えばウェットエッチングプロセスまたは気相エッチングプロセスを含む）のうちのいかなる1つを使用して実現されてもよい。好ましい実施形態では二つの工程からなる解放プロセスが使用され、これからさらに詳しく説明する。しかしながら、この説明に移る前に、一つの工程からなる解放プロセスが使用される場合には、解放ブリッジ204は、懸架ばね122および免震質量体124が実質的に同時に解放される寸法に構成されることに留意する。

#### 【0018】

二つの工程からなる解放プロセスの最初の工程は、不完全な解放エッチングプロセスである。すなわち、図6に示されるように、犠牲層114の一部だけが除去されるため、センサ要素120の一部だけが完全に解放され、種々の他のセンサ要素120は部分的にのみ解放される。例えば、図示された実施形態では、多くても懸架ばね122および免震質量体124の一部の下だけが切り取られ、その部分は解放されない。しかしながら移動電極126の下は完全に切り取られ、移動電極126は完全に解放される。懸架ばね122の大部分が第1の解放プロセスの間に解放され得るが、解放ブリッジ204（図示しない）はそれ自体第1の解放プロセスの間に解放されない寸法に構成される。たがって、懸架ばね122および免震質量体124はいずれも、第1の解放プロセスが終わった後では固定された状態である。

#### 【0019】

第1の解放プロセスを達成するためには種々のエッチングプロセスを使用することができるが、好ましい実施形態では、ウェットエッチングプロセスが使用される。好ましくは、フッ化水素酸（HF）水溶液を始めとするウェットエッチング溶液がウェットエッチングプロセスを実行するために使用される。さらに、図5により明確に示されているように、好ましい実施形態では、ウェットエッチング溶液が供給される前に、各エッチング開口部402に埋め戻し材料502が配置される。埋め戻し材料502は、例えばSiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、ホウケイ酸ガラス（BSG）、ホウリン酸シリカガラス（BPSG）、テトラエトキシシリケート（TEOS）、または不純物無添加(undoped)シリコンガラス（USG）のような、容易にエッチング可能な多くの種類の材料のうちの任意の1つであってもよい。さらに、いくつかの実施形態では、埋め戻し材料502は犠牲層114の材料と同一であってもよい。しかしながら、好ましい実施形態では、埋め戻し材料はリン酸シリカガラス（PSG）である。にもかかわらず、所与の用途のための埋め戻し材料502の正確な選択は、例えば種々のセンサ構成要素102の組成および第1工程の実行時に加速度計100、200に存在する他の構造的特徴、使用される特定のエッチ液、および上記特徴または構成要素102の材料に対するエッチ液の選択性のような要因に基づいてもよい。

#### 【0020】

解放プロセスの第2の工程は、その結果が図7に示されているが、その結果、解放が望まれるセンサ要素120の残りの部分が完全に解放する。したがって、示された実施形態では、懸架ばね122（ある場合）、免震質量体124および解放ブリッジ204（図7には図示しない）の下は犠牲層114の残りの部分は除去され、それにより懸架ばね12

10

20

30

40

50



2 および免震質量体 1 2 4 の下が完全に切り取られ、それらが解放される。第 1 の解放プロセスと同様、第 2 の解放プロセスを実行するためには種々の解放エッチングプロセスを使用することができるが、好ましい実施形態では気相エッチングプロセスが使用される。好ましくは、気相 H F を始めとする気相エッチング溶液が気相エッチングプロセスを実行するために使用される。張り付きを防止するために、例えば超臨界 C O<sub>2</sub> のような他の解放および乾燥技術も使用可能である。

【 0 0 2 1 】

上述の好ましい二つの工程からなる解放プロセスは、解放ブリッジ 2 0 4 と共に、第 1 の工程の後で懸架ばね 1 2 2 と免震質量体 1 2 4 との少なくとも一部をウエハ 1 0 6 に対して取り付けられたままにし、第 2 の工程の間に懸架ばね 1 2 2 と免震質量体 1 2 4 とを  
10  
実質的に同時に解放させる。さらに、解放プロセスの第 2 の工程は好ましくは気相エッチングプロセスを用いて実現されるため、ウェットエッチングプロセスに関連した、ファンデルワールス力や毛管力のような張り付き生成力は無くなる。さらに、解放プロセスの第 1 の工程は好ましくはウェットエッチングプロセスを使用して実現されるため、解放の 1 の工程はフードの中で行われても良い（バッチ・プロセス）。これにより、解放プロセスの第 2 の工程を実現するために好ましくは使用される低いエッチング速度を示す気相エッチングに関連する特定の処理能力の問題を軽減することができる。

【 0 0 2 2 】

上述したように、上記の M E M 装置 1 0 0 , 2 0 0 は加速度計であるが、本明細書で説明した製造プロセスは加速度計または他のタイプのセンサに限定限されず、1 または複数のばねにより弾力的に懸架され得るある種類の構造体を備えた多くの M E M 装置のうちの任意のものにも適用可能である。そのような装置の非限定的な例は、種々の種類のジャイロスコープおよびスイッチである。

10

20

【 0 0 2 3 】

少なくとも 1 つの例証的实施形態を上記の詳細な説明に示したが、多くの変更が存在する。1 または複数の上記の例証的实施形態は単なる例にすぎず、本発明の範囲、利用性、または構成を如何様にも限定しない。そうではなく、上記の詳細な説明は 1 または複数の例証的实施形態を実施するための便利な道筋を当業者に提供する。添付の特許請求の範囲およびその法的な均等物に記載された本発明の範囲から逸脱することなく、構成要素の機能および配置には種々の変更を行なうことが可能である。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 本発明の実施形態による例証的なマイクロ電気機械（ M E M ）センサの略断面図。

【 図 2 】 図 1 に示した例証的な M E M センサの実際の物理的実装の平面図。

【 図 3 】 本発明の実施形態による M E M センサを製造するために使用される例証的な方法の工程を示す図 1 に示した M E M センサの略断面図。

【 図 4 】 本発明の実施形態による M E M センサを製造するために使用される例証的な方法の工程を示す図 1 に示した M E M センサの略断面図。

【 図 5 】 本発明の実施形態による M E M センサを製造するために使用される例証的な方法の工程を示す図 1 に示した M E M センサの略断面図。

40

【 図 6 】 本発明の実施形態による M E M センサを製造するために使用される例証的な方法の工程を示す図 1 に示した M E M センサの略断面図。

【 図 7 】 本発明の実施形態による M E M センサを製造するために使用される例証的な方法の工程を示す図 1 に示した M E M センサの略断面図。

【 図 1 】

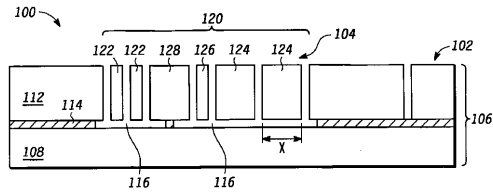


FIG. 1

【 図 2 】

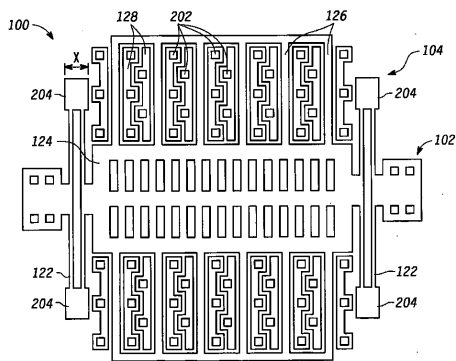


FIG. 2

【 図 6 】

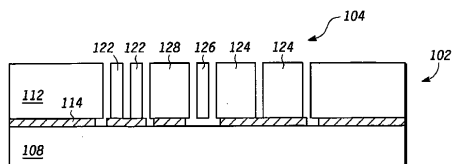


FIG. 6

【 図 7 】

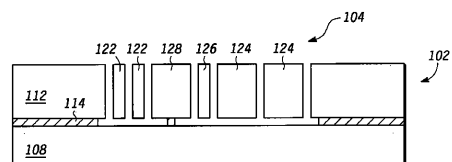


FIG. 7

【 図 3 】

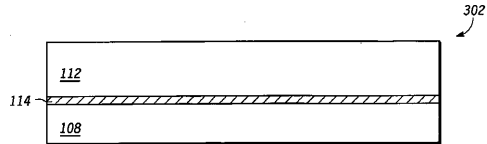


FIG. 3

【 図 4 】

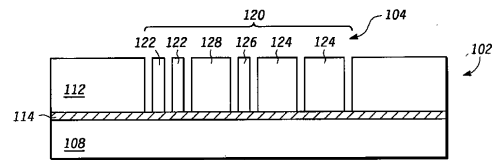


FIG. 4

【 図 5 】

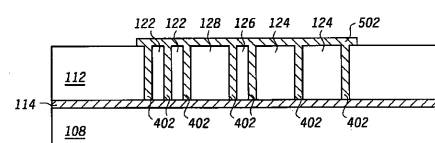


FIG. 5

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US05/38848															
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC: H01L 21/00( 2006.01);B81B 3/00( 2006.01) H01L 29/82( 2006.01) USPC: 438/48;438/50 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 438/48; 438/50 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched None Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EAST ver. 2.1.0																	
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category *</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 6,538,296 B1 (Wan) 25 March 2003 (25.03.2003), whole document.</td> <td>1-4, 10-17 and 23-26</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 6,232,104 B1 (Ferrari et al.) 15 May 2001 (15.05.2001), Abstract</td> <td>1-4, 10-17 and 23-26</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 6,538,296 B1 (Wan) 25 March 2003 (25.03.2003), whole document.	1-4, 10-17 and 23-26	X	US 6,232,104 B1 (Ferrari et al.) 15 May 2001 (15.05.2001), Abstract	1-4, 10-17 and 23-26	—			Y		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	US 6,538,296 B1 (Wan) 25 March 2003 (25.03.2003), whole document.	1-4, 10-17 and 23-26															
X	US 6,232,104 B1 (Ferrari et al.) 15 May 2001 (15.05.2001), Abstract	1-4, 10-17 and 23-26															
—																	
Y																	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.																	
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																	
Date of the actual completion of the international search 23 September 2006 (23.09.2006)		Date of mailing of the international search report 01 DEC 2006															
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer W. David Coleman <i>W. David Coleman</i> Telephone No. 703-872-9306															

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US05/38848

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
Please See Continuation Sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-26

- Remark on Protest**
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/US05/38848

**BOX III. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING**

Group I, claims 1-26, drawn to a method of manufacturing a microelectromechanical device.

Group II, claims 27-32, drawn to a microelectromechanical device.

The inventions listed as Groups I and II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: the Group II invention, claims 27-32 do not require a sacrificial layer.

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 4M112 AA02 BA07 CA21 CA24 CA31 DA03 DA04 DA18 EA03 EA06  
EA18 FA20