

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-17962

(P2016-17962A)

(43) 公開日 平成28年2月1日(2016.2.1)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

G O 1 P 15/125 (2006.01)

G O 1 P 15/125 Z

G O 1 P 15/08 (2006.01)

G O 1 P 15/08 I O 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L 外国語出願 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2015-133462 (P2015-133462)  
 (22) 出願日 平成27年7月2日(2015.7.2)  
 (31) 優先権主張番号 14/326, 224  
 (32) 優先日 平成26年7月8日(2014.7.8)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500575824  
 ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245  
 (74) 代理人 100140109  
 弁理士 小野 新次郎  
 (74) 代理人 100075270  
 弁理士 小林 泰  
 (74) 代理人 100101373  
 弁理士 竹内 茂雄  
 (74) 代理人 100118902  
 弁理士 山本 修

最終頁に続く

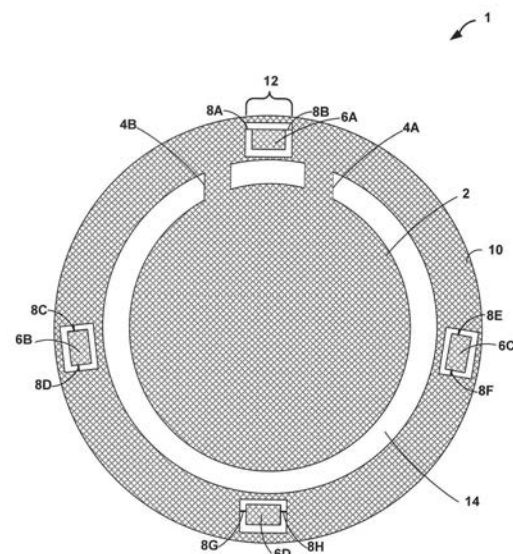
(54) 【発明の名称】 加速度計のヒステリシス効果の低減

## (57) 【要約】

【課題】加速度計組立体のブルーフマスへの力および/またはひずみの影響を低減することによって、加速度計組立体での加速度測定におけるヒステリシスを低減することができる技法および装置を提供する。

【解決手段】本明細書で開示する加速度計を製造する技法は、加速度計を第1の固定子と第2の固定子との間に配置するステップを含み、加速度計は複数の要素を備える。いくつかの例では、複数の要素は、ブルーフマスと、平面を画定し、ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、ブルーフマスを支持構造体に可撓に接続するように構成されるフレクシャと、フレクシャと支持構造体の外側との間に配置され、分離可能に構成される少なくとも1つの隆起パッドを備える複数の隆起パッドとを含む。本明細書で開示する加速度計を製造する技法はさらに、第1の固定子と第2の固定子を加速度計上で圧縮するステップと、第1の固定子と第2の固定子に腹巻体を取り付けるステップと、少なくとも1つの隆起パッドを分離するステップとを含む。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ブルーフマスと、

前記ブルーフマスを取り囲み、平面を画定し、前記ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、

前記ブルーフマスを前記支持構造体に接続するフレクシャであって、前記ブルーフマスが前記支持構造体によって画定される前記平面周りで動くことを可能にするフレクシャと

、  
少なくとも 1 つの隆起パッドが前記フレクシャと前記支持構造体の外側との間に配置され、前記少なくとも 1 つの隆起パッドが分離することができるよう構成される、複数の隆起パッドと

を備え、

モノリシクな材料から構成される装置。

**【請求項 2】**

前記複数の隆起パッドの各隆起パッドがさらに、前記支持構造体に接続される 2 つのパッドフレクシャを含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 3】**

加速度計を製造する方法であって、

フォトリソで材料をマスキングし、複数の要素を画定するステップであって、前記複数の要素が、

ブルーフマスと、

平面を画定し、前記ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、

前記ブルーフマスを前記支持構造体に可撓に接続するように構成されるフレクシャと

、  
前記支持構造体に配置され、かつ前記ブルーフマスの前記フレクシャと前記支持構造体の外側との間に配置され、分離可能に構成される少なくとも 1 つの隆起パッドを備える複数の隆起パッドと

を備える、ステップと、

前記材料を加工して、前記材料の上に複数の要素を形成するステップと  
を備える方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

[0001] 本開示は加速度計に関する。

**【背景技術】****【0002】**

[0002] 加速度計は、慣性力を受けるブルーフマスの変位を検出することによって機能する。例えば、加速度計組立体は、静電容量ピックアップシステムによってブルーフマスの変位を検出することができる。この例では、キャパシタ板はブルーフマスの上面に付けられる場合があり、また同様なキャパシタがブルーフマスの下面に付けられる場合がある。キャパシタ板は、上下の固定子の内側を向く面と協働して静電容量ピックアップシステムを実現する。さらに、力再平衡システムを用いてブルーフマスの変位を検出することができ、この場合は、力再平衡コイルを有するコイル体がブルーフマスの両側に取り付けられる。力再平衡コイルは、上下の固定子の永久磁石および適切なフィードバック回路と協働して、支持構造体に対してブルーフマスを所定の位置（すなわち中立位置）に保持する。加速度計の下面の薄膜導線は、キャパシタピックアップ板と力再平衡コイルを電氣的に接続する。加速度計組立体にかかる加速度は、ブルーフマスを中立位置に維持するために、キャパシタ板に関する静電容量の変化、または力再平衡コイルの電流の増加に基づいて、電子装置によって決定することができる。

**【発明の概要】**

## 【 0 0 0 3 】

[0003]本開示は一般に、加速度計組立体のブルーフマスへの力および／またはひずみの影響を低減することによって、加速度計組立体での加速度測定におけるヒステリシス（すなわち、中立位置に戻ることができないこと）を低減することができる技法および装置を対象とする。例えば、加速度計組立体のヒステリシスは、力および／または熱ひずみが加速度組立体に加わり、次いでそれらが除かれた後の加速度計組立体内のゆがみ、またはひずみの場合がある。加速度計組立体のひずみは、熱膨張係数が一致していないこと、また、負荷の下でエポキシで接着した接合部が非弾性的に振る舞うことによって、蓄積する場合がある。例えば、本開示の技法に従って構成された加速度計は、複数の隆起パッドを含むことができ、それらは、固定子および腹巻体のひずみを加速度計から分離するように構成することができる。1つの例では、ブルーフマスのフレクシャと支持構造体の外側との間にパッドフレクシャを有する隆起パッドは、固定子の加熱および冷却によって生じる固定子の曲げからの力および／またはひずみを機械的に分離することができる。別の例では、加速度計組立体が組み立てられた後、ブルーフマスのフレクシャと支持構造体の外側との間の隆起パッドを除去してブルーフマスのフレクシャを固定子部分から完全に分離することができる。

10

## 【 0 0 0 4 】

[0004]別の例では、本開示は加速度計組立体を製造する方法を対象としており、その方法は、加速度計を第1の固定子と第2の固定子との間に配置するステップであって、加速度計は複数の要素を備え、複数の要素は、ブルーフマスと、平面を画定し、ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、ブルーフマスを支持構造体に可撓に接続するように構成されるフレクシャと、フレクシャと支持構造体の外側との間に配置され、分離可能に構成される少なくとも1つの隆起パッドを備える複数の隆起パッドとを含む、ステップと、第1の固定子と第2の固定子を加速度計上で圧縮するステップと、第1の固定子と第2の固定子に腹巻体を取り付けるステップと、少なくとも1つの隆起パッドを分離するステップとを備える。

20

## 【 0 0 0 5 】

[0005]別の例では、本開示は、ブルーフマスと、ブルーフマスを取り囲み、平面を画定し、ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、ブルーフマスを支持構造体に接続するフレクシャであって、ブルーフマスが支持構造体によって画定される平面周りで動くことを可能にするフレクシャと、少なくとも1つの隆起パッドがフレクシャと支持構造体の外側との間に配置され、少なくとも1つの隆起パッドは分離することができるように構成される、複数の隆起パッドとを備え、モノリシックな材料から構成される装置を対象とする。

30

## 【 0 0 0 6 】

[0006]1つの例では、本開示は加速度計を製造する方法を対象としており、その方法は、フォトレジストで材料をマスキングし、複数の要素を画定するステップであって、複数の要素は、ブルーフマスと、平面を画定し、ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、ブルーフマスを支持構造体に可撓に接続するように構成されるフレクシャと、支持構造体に配置され、かつブルーフマスのフレクシャと支持構造体の外側との間に配置され、分離可能に構成される少なくとも1つの隆起パッドを備える複数の隆起パッドとを備える、ステップと、材料を加工して、材料の上に複数の要素を形成するステップとを備える。

40

## 【 0 0 0 7 】

[0007]本開示の1つまたは複数の例の詳細は、添付の図面と以下の説明で明らかにされる。本開示の他の特徴、目的、および利点は、説明、図面、および特許請求の範囲から明らかとなるであろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 8 】

【図1】[0008]本明細書で説明する技法による加速度計の上面を示す概念図である。

50

【図 2】[0009]本明細書で説明する技法による別の加速度計の上面を示すブロック図である。

【図 3】[0010]本明細書で説明する技法による、加速度計を形成する工程における材料の例を示す図である。

【図 4】[0011]図 4 A は、本明細書で説明する技法による、加速度計を形成する工程における材料の例を示す図である。

【0009】

図 4 B は、本明細書で説明する技法による、加速度計を形成する工程における材料の例を示す図である。

【図 5】[0012]図 5 A は、本明細書で説明する技法による、加速度計を形成する工程における材料の例を示す図である。

【0010】

図 5 B は、本明細書で説明する技法による、加速度計を形成する工程における材料の例を示す図である。

【図 6】[0013]組立中に力および / またはひずみが生じる、加速度計組立体の切欠き図を示す概念図である。

【図 7】[0014]組み立てられ、隆起パッドが除去された後の加速度計組立体の切欠き図を示す概念図である。

【図 8】[0015]本明細書で説明する技法による、加速度計を製造する作業の例を示すフローチャートである。

【図 9】[0016]本明細書で説明する技法による、加速度計組立体を製造する作業の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[0017]航法システムや測位システムは、加速度計の正確度に依拠して動作する。加速度計のヒステリシス（すなわち、中立位置に戻ることができないこと）によって、誤差がシステムの位置情報（location or positional information）に蓄積し、システムの動作を損ないかねない場合がある。加速度計組立体は、慣性座標系に対する加速度計自体の加速度を測定する。加速度計の上下に固定子（例えば、磁気構造体）を有する加速度計組立体は、静電容量ピックアップシステムを形成することができる。例えば、ブルーフマスが加速度計組立体の加速度によって変位したとき、ブルーフマスの上下にあるキャパシタ板の静電容量の変化を使って加速度計組立体はブルーフマスの変位を求めることができる。中立位置からのブルーフマスの変位量は、加速度計に生じる加速度の大きさに比例するものとなり得る。これに加えて、またはこれに代えて、加速度計の上下に固定子を有し、ブルーフマスの両側に配置された力再平衡コイルを有する加速度計組立体は、力再平衡システムを形成することができる。例えば、加速度計組立体の加速度からの力はブルーフマスを変位させようとする。力再平衡コイルの電流は、ピックアップからの静電容量差をゼロに駆動することによってブルーフマスの中立位置を維持するようにサーボによって増加させられる。力再平衡コイルの電流が増加すると、ブルーフマスの中立位置を維持するのに必要な反対向きの力が生じる。ここで、電流の増加は加えられた加速度に比例する。

【0012】

[0018]いくつかの加速度計の正確度は、組立が理想的な状態で行われるかどうか依存する場合がある。例えば、理想的な状態では、加速度計組立体の加速度計の材料（例えば、石英またはケイ素）および固定子は完全に平坦であり、組立中に固定子と加速度計が互いに圧縮されるときにひずみは生じない。しかしながら、通常の製造条件下では、加速度計の材料および固定子は一般に必ずしも完全に平坦ではない。言い換えれば、組立中、加速度計は固定子（例えば、金属磁性構造体）によって圧縮され、加速度計にはひずみが生じ、このひずみは、加速度計内のブルーフマスの位置を変える場合があり、これによって加速度計組立体にヒステリシスが生じる。さらに、加速度計組立体を形成するために加速度計および固定子が互いに圧縮された状態を保つように腹巻体が適用される場合があるの

で、圧縮力は加速度計に残ることになる。

【 0 0 1 3 】

[0019]いくつかの加速度計の正確度はまた、熱ひずみによって生じるヒステリシスおよびバイアス不安定性（すなわち、加速度計組立体の物理的構造の変化）によって制限される場合がある。例えば、バイアス不安定性は、加速度計組立体の組立工程、特に加熱および冷却工程において生じる場合があり、またバイアス不安定性は、加速度計のブルーフマス位置の変化および／または加速度計のブルーフマスと加速度計組立体の固定子との間の容量ギャップの変化を含む場合がある。例えば、加速度計の固定子、腹巻体、およびエポキシ材は、加速度計の材料とは異なる熱膨張係数を有する場合があり、固定子および腹巻体は、加速度計が加熱および／または冷却された後、加速度計に対して物理的構造を変える場合がある。

10

【 0 0 1 4 】

[0020]加速度計組立体の締付けから生じる圧縮力、および／または組立中での加速度計組立体の加熱および／または冷却によって生じる熱ひずみ（例えば、引張または圧縮力）は、加えられた加速度と区別がつかない場合がある。例えば、加速度計に加わった圧縮力は、加速度計のブルーフマスを変位させる場合があり、これは、加速度が生じていないにもかかわらず、加速度を示す場合がある。いくつかの例では、加速度計組立体の組立中での加熱および／または冷却で生じ解放された熱ひずみが、加速度計のブルーフマスを変位させる場合があり、またはブルーフマスと加速度計組立体の固定子との間の容量ギャップの距離を変化させる場合があり、これは、加速度が生じていないにもかかわらず、加速度を示す場合がある。他の例では、圧縮力および／または熱ひずみは、加速度計組立体の物理的な構造を永久的に変化させる場合があり、これは、加速度計のブルーフマスを変位させる場合があり、またはブルーフマスと加速度計組立体の固定子との間の容量ギャップの距離を変化させる場合があり、これは、加速度が生じていないにもかかわらず、加速度を示す場合がある。

20

【 0 0 1 5 】

[0021]組立中に加速度計組立体に生じる力および／またはひずみは、加速度計組立体の物理的な構造を永久的に変化させる場合がある。加速度計組立体の構築、安定化、および熱モデリングが完了した後は、大きな応力がゆっくりと解放されつつある場合、加速度計組立体の元のモデルは、もはや正確には加速度計組立体の挙動を表さないことがある。力および／またはひずみによって物理的な変化が生じるのを防ぐために、加速度によらないでブルーフマス位置および容量ギャップを変化させる場合がある、組立中に加速度計組立体に生じた力および／またはひずみによるヒステリシス（すなわち、加速度計がうまく中立位置に戻ることができないこと）を防いで最小限にすることができる技法および装置を本明細書で開示する。例えば、この開示の技法に従って構成される加速度計は、加速度計に複数の隆起パッドを含んで、ブルーフマスを固定子から分離することができる。

30

【 0 0 1 6 】

[0022]いくつかの例では、組立中に固定子および腹巻体によって加速度計に加えられる力および／またはひずみを分離および最小限にするために、隆起パッドは、半径方向には薄く、周方向および垂直方向には撓みにくくなっているパッドフレクシャを有して構成することができる。いくつかの例では、複数の隆起パッドのうちの少なくとも1つは、その少なくとも1つの隆起パッドのパッドフレクシャを切り取ることによって除去可能なように構成することができる。いくつかの例では、除去可能に構成される少なくとも1つの隆起パッドは、その少なくとも1つの隆起パッドがパッドフレクシャによって、組立中の力および／またはひずみを機械的に分離することを可能にする。いくつかの例では、除去可能に構成される少なくとも1つの隆起パッドは、固定子がブルーフマスと加速度計組立体の固定子との間の容量ギャップを変えることを防ぐ。さらに、組立後に少なくとも1つの隆起パッドを除去することによって、ブルーフマスは固定子からさらに分離され、ブルーフマスを変位させる可能性のある固定子からの力および／またはひずみは低減される。組立中に複数の隆起パッドを用い、組立後に少なくとも1つの隆起パッドを分離される加速

40

50

度計は、ヒステリシスが低減されることによって、組立後により正確な加速度測定ができる。本明細書で開示されるように、分離とは、ほとんど接触しない、または接触しないことを意味し、いくつかの例では、有意に取り除かれる、または除去されることを意味することを理解すべきである。

【0017】

[0023]本開示の技法に従って構成される加速度計は、単一の材料で生成することができ、これによって、モノリシック（例えば単一材料）の加速度計は、膨張係数は同じであるので、組立中の加熱および冷却工程の影響を低減することができる。すなわち、このような加速度計は、従来の加速度計に比べて、バイアス不安定性を受けにくく、より安定にすることができる。さらに、本開示の組立の技法によって、組立体および他の材料からの力および/またはひずみを防ぐ必要性が著しく減少するので、より小さな形状およびより少ないコストで、より正確な加速度組立体が可能になる。

10

【0018】

[0024]図1は、本明細書で説明する技法に従って構成される加速度計の上面を示す概念図である。図1の例では、加速度計1は、ブルーフマス2、フレクシャ4Aおよび4B、隆起パッド6A~6D、パッドフレクシャ8A~8H、支持構造体10、区域12、ならびに溝14を含む。

【0019】

[0025]ブルーフマス2は、加速度計1の加速度に応じて、支持構造体10によって画定される平面の外へ動くように構成される。いくつかの例では、ブルーフマス2は、石英（ $\text{SiO}_2$ ）、ベルリナイト（ $\text{AlPO}_4$ ）、リン酸ガリウム（ $\text{GaPO}_4$ ）、トルマリン、チタン酸バリウム（ $\text{BaTiO}_3$ ）、またはチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、酸化亜鉛（ $\text{ZnO}$ ）、あるいは窒化アルミニウム（ $\text{AlN}$ ）などの圧電材料からなる。他の例では、ブルーフマス2はケイ素材料からなる。いくつかの例では、ブルーフマス2は、ブルーフマス2の上下にC字型キャパシタ板（図示せず）を含むことができ、これは静電容量の中心となって、ブルーフマス2が変位するときに固定子（図示せず）との容量ギャップの静電容量を増減させる。

20

【0020】

[0026]フレクシャ4Aおよび4B（まとめて「フレクシャ4」とする）は、ブルーフマス2を支持構造体10に可撓に接続し、ブルーフマス2を支持構造体10内に支持する。いくつかの例では、フレクシャ4は、石英（ $\text{SiO}_2$ ）、ベルリナイト（ $\text{AlPO}_4$ ）、リン酸ガリウム（ $\text{GaPO}_4$ ）、トルマリン、チタン酸バリウム（ $\text{BaTiO}_3$ ）、またはチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、酸化亜鉛（ $\text{ZnO}$ ）、あるいは窒化アルミニウム（ $\text{AlN}$ ）などの圧電材料からなる。他の例では、フレクシャ4はケイ素材料からなる。いくつかの例では、フレクシャ4は、ブルーフマス2が、加速度計1の加速度により、支持構造体10によって画定される平面周りで動くことを可能にする。例えば、フレクシャ4は半径方向には撓みにくく、垂直方向には撓みやすくすることができ、フレクシャ4は、ブルーフマス2が支持構造体10によって画定される平面の外へ変位することを可能にすることができる。

30

【0021】

[0027]隆起パッド6A~6Dはブルーフマス2を固定子（図示せず）から分離する。いくつかの例では、隆起パッド6A~6Dの高さは、固定子とブルーフマス2との間の容量ギャップ（図示せず）を画定することができる。いくつかの例では、隆起パッド6A~6Dの高さは、0.013mm（千分の0.5インチ）から0.025mm（千分の1インチ）の間とすることができる。いくつかの例では、隆起パッド6A~6Dは支持構造体10の両側にあってもよい。いくつかの例では、隆起パッド6A~6Dは、加速度計組立体の組立によって生じる固定子からの力および/またはひずみを受けることができる。

40

【0022】

[0028]いくつかの例では、隆起パッド6A~6Dは、石英（ $\text{SiO}_2$ ）、ベルリナイト（ $\text{AlPO}_4$ ）、リン酸ガリウム（ $\text{GaPO}_4$ ）、トルマリン、チタン酸バリウム（Ba

50

TiO<sub>3</sub> )、またはチタン酸ジルコン酸鉛 ( P Z T )、酸化亜鉛 ( Z n O )、あるいは窒化アルミニウム ( A l N ) などの圧電材料からなる。他の例では、隆起パッド 6 A ~ 6 D はケイ素材料からなる。いくつかの例では、隆起パッド 6 A ~ 6 D は、組立中に生じる力および/またはひずみからブルーフマス 2 を機械的に分離することを可能にする。本明細書で開示されるように、機械的に分離、または分離とは、ほとんど接触しない、または接触しないことを意味し、いくつかの例では、有意に取り除かれる、または除去されることを意味することを理解すべきである。例えば、パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H は、下記に説明するように、支持構造体 10 と隆起パッド 6 A ~ 6 D との間を機械的に分離することができ、それによって、ブルーフマス 2 と固定子 ( 図示せず ) との間を機械的に分離することができる。いくつかの例では、隆起パッド 6 A ~ 6 D は固定子 ( 図示せず ) に摩擦力を働かせて、加速度計組立体 ( 図示せず ) の組立中に固定子が移動したり滑ったりするのを防ぐことができる。

10

#### 【 0 0 2 3 】

[0029]パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H は、隆起パッド 6 A ~ 6 D を支持構造体 10 に可撓に接続し、隆起パッド 6 A ~ 6 D を支持構造体 10 内に支持する。いくつかの例では、パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H は、石英 ( S i O<sub>2</sub> )、ベルリナイト ( A l P O<sub>4</sub> )、リン酸ガリウム ( G a P O<sub>4</sub> )、トルマリン、チタン酸バリウム ( B a T i O<sub>3</sub> )、またはチタン酸ジルコン酸鉛 ( P Z T )、酸化亜鉛 ( Z n O )、あるいは窒化アルミニウム ( A l N ) などの圧電材料からなる。他の例では、パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H はケイ素材料からなる。いくつかの例では、パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H は、半径方向には薄く、周方向および垂直方向には撓みにくくなっており、これによって、パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H は支持構造体 10 およびブルーフマス 2 を隆起パッド 6 A ~ 6 D に生じたひずみから機械的に分離することができる。いくつかの例では、パッドフレクシャ 8 C ~ 8 H の高さは、約 0 . 7 6 2 mm ( 千分の 3 0 インチ ) ( 例えば、0 . 7 6 2 mm ( 0 . 0 3 0 インチ ) ) とすることができる。いくつかの例では、パッドフレクシャ 8 A および 8 B の高さは、隆起パッド 6 A の領域で必要な分離量に応じて、0 . 7 6 2 mm ( 千分の 3 0 インチ ) と 0 . 0 2 5 mm ( 千分の 1 インチ ) ( 例えば、0 . 7 6 2 から 0 . 0 2 5 mm ( 0 . 0 3 0 から 0 . 0 0 1 インチ ) ) の間で変えることができる。

20

#### 【 0 0 2 4 】

[0030]いくつかの例では、パッドフレクシャ 8 A および 8 B は除去可能に構成することができる。例えば、パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H は組立中にアクセス可能とすることができる。いくつかの例では、パッドフレクシャ 8 A および 8 B はレーザトリミングで除去することができる。他の例では、パッドフレクシャは、切り取りなど機械的な手段で除去することができる。いくつかの例では、隆起パッド 6 A が、支持構造体 10 の外側で、隆起パッド 6 A 上の真上で、パッドフレクシャ 8 A および 8 B によって支持構造体 10 に接続することができる場合には、パッドフレクシャ 8 A および 8 B は平刃のピンセットで除去する ( 例えば、折る ) ことができる。

30

#### 【 0 0 2 5 】

[0031]支持構造体 10 は、フレクシャ 4 を通じてブルーフマス 2 を支持し、パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H を通じて隆起パッド 6 A ~ 6 D を支持し、支持構造体 10 はまた、ブルーフマス 2 を変位させる場合があるひずみを含む場合がある。いくつかの例では、支持構造体 10 は、石英 ( S i O<sub>2</sub> )、ベルリナイト ( A l P O<sub>4</sub> )、リン酸ガリウム ( G a P O<sub>4</sub> )、トルマリン、チタン酸バリウム ( B a T i O<sub>3</sub> )、またはチタン酸ジルコン酸鉛 ( P Z T )、酸化亜鉛 ( Z n O )、あるいは窒化アルミニウム ( A l N ) などの圧電材料からなる。他の例では、支持構造体 10 はケイ素材料からなる。いくつかの例では、支持構造体 10 は、ブルーフマス 2、フレクシャ 4、およびパッドフレクシャ 8 A ~ 8 H もまた位置する平面を画定することができる。いくつかの例では、支持構造体 10 は、加速度計 1 を形成するためにエッチングされた複数の要素を有するモノリシックな材料の一片である。いくつかの例では、支持構造体 10 は、基本的に、石英またはケイ素からなる。図 1 に示す支持構造体 10 は円形であるが、支持構造体 10 は任意の形 ( 例えば、正方形、

40

50

長方形、楕円形等)とすることができることを企図している。

【0026】

[0032] 区域12は支持構造体10の一部であり、除去可能に構成され、パッドフレクシャ8Aおよび8Bへのアクセスを可能にする。いくつかの例では、区域12はレーザトリミングで除去することができる。いくつかの例では、区域12によってパッドフレクシャ8Aおよび8Bを除去することができる。溝14は、ブルーフマス2が加速中に変位できるように構成される。いくつかの例では、溝14は炭酸ガスレーザで切断される。

【0027】

[0033] 図1の例では、隆起パッド6A~6Dは、ブルーフマス2と支持構造体10の外側との間に位置し、パッドフレクシャ8A~8Hによって接続される。特に、隆起パッド6Aは、支持構造体10の外側とフレクシャ4との間に位置する。図1には示されていないが、いくつかの例では、固定子は、加速度計1を取り囲み、隆起パッド6A~6Dおよびパッドフレクシャ8A~8Hを通じて、支持構造体10に取り付けることができる。

【0028】

[0034] 隆起パッド6A~6Dは、例えば、半径方向には薄く、周方向および垂直方向には撓みにくくなっているパッドフレクシャ8A~8Hを有することによって、加速度計1の力および/またはひずみを分離することができる。いくつかの例では、パッドフレクシャ8A~8Hは、キャパシタを動かしてバイアスを生じさせるようなひずみを支持構造体10へほとんど伝えないで固定子が温度で半径方向に膨張できるように、隆起パッド6A~6Dを分離することができる。いくつかの例では、隆起パッド6Aは、加速度計組立体の組立中に固定子を支持することができ、これは、腹巻体によって加えられる圧縮力から一緒になって固定子が曲がることを防ぐ。いくつかの例では、腹巻体の熱膨張係数が、腹巻体に取り付けられる石英/インバー積層体の熱膨張係数より高いことによって圧縮力が生じる。例えば、腹巻体がエポキシの高い硬化温度から冷えるとき、腹巻体は石英/インバー積層体より大きく収縮し、石英/インバー積層体に圧縮力を与える。いくつかの例では、固定子が支持されていない場合、異なるキャパシタの基面を含む固定子は、曲がってバイアスを生じる場合がある。

【0029】

[0035] いくつかの例では、組立中に力および/またはひずみは機械的に分離され、組立後は、フレクシャ4と支持構造体10の外側との間で隆起パッド6Aを接続するフレクシャは除去されて、ブルーフマス2をさらに分離することができる。機械的な分離量を増減したい場合、隆起パッド6A~6Dは、パッドフレクシャ8A~8Hを用いて調節可能な度合に分離することができる。言い換えれば、隆起パッドの機械的な分離量を増大したい場合、パッドフレクシャは、非常に薄い周方向のフレクシャにして隆起パッドを支持構成物に接続することができる(例えば、パッドフレクシャ8Aおよび8Bは、長方形のパッド6Aの角を支持構造体10に接続する)。本明細書で開示されるように、機械的に分離、または分離とは、ほとんど接触しない、または接触しないことを意味し、いくつかの例では、有意に取り除かれる、または除去されることを意味することを理解すべきである。

【0030】

[0036] 加速度計1は本開示の技法に従って構成されて、電子装置が加速度計1の加速度をよりよく決定することができる、よりよい加速度計組立体を提供することができる。一般に、加速度計組立体は、時間とともに状態を変化する、力および/またはひずみ、膨張係数、およびエポキシを含み、組立中の加熱および冷却プロセス中にヒステリシスを生じさせる。しかしながら、加速度計組立体の状態が変わるとき、隆起パッド6A~6Dのパッドフレクシャ8A~8Hは、組立中に生じたヒステリシスを低減するのに役立つ。隆起パッド6A~6Dにパッドフレクシャ8A~8Hを設けること、特に、隆起パッド6Aにパッドフレクシャ8Aおよび8Bを設けることによって、組立後に加速度計組立体を較正しなければならないような影響が低減される。さらに、隆起パッド6A~6Dは、固定子(図示せず)が組立中に曲がるのを防ぐことができ、これによって、組立後に固定子とブルーフマス2との間のより正確な容量ギャップが得られ、さらに、組立後に容量ギャップ

10

20

30

40

50



の変化を補償する必要なく加速度計組立体の実際の加速度がよりよく決定できる。本開示では、隆起パッド 6 A ~ 6 D は、加速度計 1 のひずみを分離したいいかなる場所にも配置することができ、かつ / またはいかなる場所に向けることもできることを企図している。本開示では、様々な隆起パッド 6 A ~ 6 D を、加速度計 1 から除去できるように構成することができることを企図している。

#### 【 0 0 3 1 】

[0037] 図 2 は、本明細書で説明する技法による加速度計 2 0 の上面の例を示す概念図である。図 2 の例では、加速度計 2 0 は、ブルーフマス 2 2、フレクシャ 2 4 A および 2 4 B、隆起パッド 2 6 A ~ 2 6 D、パッドフレクシャ 2 8 A ~ 2 8 H、支持構造体 3 0、区域 3 2、ならびに溝 3 4 を含み、それらは図 1 で説明した、ブルーフマス 2、フレクシャ 4、隆起パッド 6 A ~ 6 D、パッドフレクシャ 8 A ~ 8 H、支持構造体 1 0、区域 1 2、および溝 1 4 にそれぞれ相当することができる。

10

#### 【 0 0 3 2 】

[0038] 図 2 の例では、パッドフレクシャ 2 8 A および 2 8 B は、支持構造体 3 0 の外側の縁に配置される石英材料の薄い部分とすることができる。図 2 の例では、隆起パッド 2 6 A は、パッドフレクシャ 2 8 A および 2 8 B によって支持構造体 3 0 の外側近くに配置することができる。いくつかの例では、パッドフレクシャ 2 8 A および 2 8 B は、半径方向には薄く、周方向および垂直方向には撓みにくくすることができる。いくつかの例では、パッドフレクシャ 2 8 A および 2 8 B は除去されるように構成することができる。例えば、区域 3 2 をレーザまたは任意の機械的手段（図示せず）の標的として、フレクシャ 2 8 A および 2 8 B を折る、または切り取って隆起パッド 2 6 A を分離することができる。いくつかの例では、隆起パッド 2 6 A を除去して、フレクシャ 2 4 A および 2 4 B、ならびにブルーフマス 2 を固定子（図示せず）からさらに分離することができる。いくつかの例では、フレクシャ 2 8 A および 2 8 B の厚さは、良好な性能に必要な分離度合に応じて、1 ミリメートルと 3 分の 1 ミリメートルの間とすることができる。図 2 に示す支持構造体 3 0 は円形であるが、支持構造体 3 0 は任意の形（例えば、正方形、長方形、楕円形等）とすることができることを企図している。

20

#### 【 0 0 3 3 】

[0039] 図 3 は、本明細書で説明する技法による、加速度計 1 0 0 を形成する工程における材料 1 0 1 の例を示している。図 3 の例では、加速度計 1 0 0（例えば、図 1 および 2 で説明した加速度計 1 または 2 0）は、材料 1 0 1（例えば、結晶石英基板またはケイ素）の単一片である。図 3 の例では、材料 1 0 1 の形状は、図 1 で説明した支持構造体 1 0 と同じ直径または幅とすることができる。図 1 に示す支持構造体 1 0 は円形であるが、支持構造体 1 0 および材料 1 0 1 は任意の形（例えば、正方形、長方形、楕円形等）とすることができることを企図している。いくつかの例では、材料 1 0 1 の厚さは 0 . 7 6 2 m m（千分の 3 0 インチ）とすることができる。いくつかの例では、材料 1 0 1 の高さは、加速度計 1 0 0 と固定子（図示せず）との間の容量ギャップを画定することができる隆起パッドの高さと同様とすることができる。いくつかの例では、複数の隆起パッド（例えば、隆起パッド 6 A ~ 6 D および 2 6 A ~ 2 6 D）の高さは、約 0 . 0 1 3 m m（千分の 0 . 5 インチ）から 0 . 0 2 5 m m（千分の 1 インチ）（例えば、0 . 0 1 3 m m（0 . 0 0 5 インチ）から 0 . 0 2 5 m m（0 . 0 0 1 インチ））とすることができる。下記で説明するように、図 4 A および 5 A は、加速度計 1 0 0 を形成する工程の一例であり、図 4 B および 5 B は加速度計 1 0 0 を形成する工程の別の例である。

30

40

#### 【 0 0 3 4 】

[0040] 図 4 A および 5 A は、本明細書で説明する技法による、加速度計 1 0 0 を形成する工程における材料 1 0 1 A の例を示している。図 4 A ~ 5 A は、図 1 に関して説明される。図 4 A の例では、加速度計 1 0 0 A は、1 つまたは複数のフォトレジストでマスキングされて、支持構造体 1 0 3 A、支持構造体の内側 1 0 5 A、および領域 1 0 2 A ~ 1 0 8 A を画定する（例えば、構造体の輪郭を描く）ことができる。支持構造体 1 0 3 A は浅い酸エッチングが可能なマスキングをすることができる。いくつかの例では、支持構造体

50

103 Aを画定するフォトリソマスクは、シルクスクリーンビニール材料とすることができる。支持構造体の内側105 Aは深い酸エッチングが可能なマスキングをすることができる。いくつかの例では、支持構造体の内側105 Aを画定するフォトリソマスクは、シリコンゴム材料とすることができる。領域102 A～108 Aは、複数の隆起パッド（例えば、隆起パッド6 A～6 D）の位置とすることができる。いくつかの例では、領域102 A～108 Aは、いかなる酸エッチングも防ぐまたは少なくとも著しく制限するマスキングをすることができる。いくつかの例では、支持構造体103 A、支持構造体の内側105 A、および領域102 A～108 Aを画定するフォトリソマスクを有する加速度計100 Aは、酸に曝されて、加速度計100 Aから材料を除去する（例えば、エッチングする）ことができる。材料を除去すると、支持構造体103 Aの厚さ（例えば、約0.737 mm（千分の29インチ））、支持構造体の内側105 Aの厚さ（例えば、約0.025 mm（千分の1インチ））、および領域102 A～108 Aの厚さ（例えば、約0.762 mm（千分の30インチ））が形成され、これらが合わさってブルーフマスの両側の複数の隆起パッドの高さとなることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0035】

[0041]図5 Aの例では、加速度計100 Aは固定治具に置かれ、炭酸ガスレーザは材料101 Aの上に複数の要素を加工するようにプログラムすることができる。これらの要素は、ブルーフマス112、フレクシャ114 Aおよび114 B、隆起パッド116 A～116 D、ならびに支持構造体120を含むことができ、これらは、図1で説明したブルーフマス2、フレクシャ4、隆起パッド6 A～6 D、および支持構造体10にそれぞれ相当する。他の例では、材料101 Aは、複数の要素をマスキングするフォトリソを有して、露光されて材料101 Aから材料を除去（例えば、エッチング）し、複数の要素で加速度計100 A（例えば、加速度計1）を形成することができる。例えば、加速度計100 Aは露光されて、図1で説明したブルーフマス2、フレクシャ4、隆起パッド6 A～6 D、および支持構造体10にそれぞれ相当することができる、ブルーフマス112、フレクシャ114 Aおよび114 B、隆起パッド116 A～116 D、ならびに支持構造体120を形成することができる。

#### 【0036】

[0042]図5 Aの例では、隆起パッド116 A～116 Dはさらに、図1で説明したパッドフレクシャ8 A～8 Hに相当することができる一対のパッドフレクシャと、隆起パッド116 A～116 Dを支持構造体120、フレクシャ114 Aおよび114 B、ならびにブルーフマス112から分離する、隆起パッド116 A～116 Dと支持構造体120との間の溝とを含むことができる。図5 Aの例では、ブルーフマス112は、図1で説明したフレクシャ4に相当することができるフレクシャ114 Aおよび114 B、ならびにブルーフマス112と支持構造体120との間の溝（例えば、溝14）によって支持構造体120に接続されて、ブルーフマス112を支持し、かつ隆起パッド116 A～116 Dから支持構造体120へ加わる力から分離することができる。図5 Aの例では、ブルーフマス112および隆起パッド116 A～116 Dの溝は、材料101 Aに材料が残らず、加速度計100 Aに開放空間ができるまで、炭酸ガスレーザで材料101 Aを加工することによって生成される。図5 Aに示す支持構造体120は円形であるが、支持構造体120は任意の形（例えば、正方形、長方形、楕円形等）とすることができることを企図している。

#### 【0037】

[0043]図4 Bおよび5 Bは、本明細書で説明する技法による、加速度計100を形成する工程における材料101 Bの例を示している。図4 B～5 Bは、図2に関して説明される。図4 Bの例では、加速度計100 Bは、1つまたは複数のフォトリソでマスキングされて、支持構造体103 B、支持構造体の内側105 B、および領域102 B～108 Bを画定する（例えば、構造体の輪郭を描く）ことができる。支持構造体103 Bは浅い酸エッチングが可能なマスキングをすることができる。いくつかの例では、支持構造体103 Bを画定するフォトリソマスクは、シルクスクリーンビニール材料とすること

ができる。支持構造体の内側 105B は深い酸エッチングが可能なマスキングをすることができる。いくつかの例では、支持構造体の内側 105B を画定するフォトレジストマスクは、シリコンゴム材料とすることができ、これは、穴を開けられて、複数の要素を画定する（例えば、構造体の輪郭を描く）ことができる。領域 102B ~ 108B は、複数の隆起パッド（例えば、隆起パッド 26A ~ 26D）の位置とすることができる。いくつかの例では、領域 102B ~ 108B は、いかなる酸エッチングも防ぐまたは少なくとも著しく制限するマスキングをすることができる。いくつかの例では、支持構造体 103B、支持構造体の内側 105B、および領域 102B ~ 108B を画定するフォトレジストマスクを有する加速度計 100B は、酸に曝されて、加速度計 100B から材料を除去する（例えば、エッチングする）ことができる。材料を加速度計 100 から除去すると、支持構造体 103B の厚さ（例えば、約 0.737 mm（千分の 29 インチ））、支持構造体の内側 105B の厚さ（例えば、約 0.025 mm（千分の 1 インチ））、および領域 102B ~ 108B の厚さ（例えば、約 0.762 mm（千分の 30 インチ））が形成され、これらが合わさってブルーフマスの両側の複数の隆起パッドの高さとなることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0038】

[0044] 図 5B の例では、加速度計 100B は固定治具に置かれ、炭酸ガスレーザは材料 101B の上に複数の要素を加工するようにプログラムすることができる。これらの要素は、ブルーフマス 122、フレクシャ 124A および 124B、隆起パッド 126A ~ 126D、ならびに支持構造体 130 を含むことができ、これらは、図 2 で説明したブルーフマス 22、フレクシャ 24、隆起パッド 26A ~ 26D、および支持構造体 30 にそれぞれ相当する。他の例では、材料 101B は、複数の要素をマスキングするフォトレジストを有して、現像およびエッチングされて材料 101B から材料を除去（例えば、エッチング）し、複数の要素で加速度計 100B（例えば、加速度計 20）を形成することができる。例えば、加速度計 100B は露光されて、現像、エッチングされ、図 2 で説明したブルーフマス 22、フレクシャ 24、隆起パッド 26A ~ 26D、および支持構造体 30 にそれぞれ相当することができる、ブルーフマス 122、フレクシャ 124A および 124B、隆起パッド 126A ~ 126D、ならびに支持構造体 130 を形成することができる。

#### 【0039】

[0045] 図 5B の例では、隆起パッド 126A ~ 126D はさらに、図 2 で説明したパッドフレクシャ 28A ~ 28H に相当することができる一対のパッドフレクシャと、隆起パッド 126A ~ 126D を支持構造体 130、フレクシャ 124A および 124B、ならびにブルーフマス 122 から分離する、隆起パッド 126A ~ 126D と支持構造体 130 との間の溝とを含むことができる。図 5B の例では、ブルーフマス 122 は、図 2 で説明したフレクシャ 24 に相当することができるフレクシャ 124A および 124B、ならびにブルーフマス 122 と支持構造体 130 との間の溝（例えば、溝 34）によって支持構造体 130 に接続されて、ブルーフマス 122 を支持し、かつ隆起パッド 126A ~ 126D から支持構造体 130 へ加わる力から分離することができる。図 5B の例では、ブルーフマス 122 および隆起パッド 126A ~ 126D の溝は、材料 101B に材料が残らず、加速度計 100B に開放空間ができるまで、炭酸ガスレーザで材料 101B を加工することによって生成される。図 5B に示す支持構造体 130 は円形であるが、支持構造体 130 は任意の形（例えば、正方形、長方形、楕円形等）とすることができることを企図している。

#### 【0040】

[0046] 図 6 は、組立中に力および / またはひずみが生じる、加速度計組立体 200 の例の切欠き図を示す概念図である。図 6 の例では、加速度計組立体 200 は、ブルーフマス 202、フレクシャ 204、隆起パッド 206 ~ 210、固定子 212A および 212B、腹巻体 214A および 214B、ならびに容量ギャップ 216 を含む。ブルーフマス 202、フレクシャ 204、隆起パッド 206 ~ 210 は、図 1 で説明したブルーフマス 2

、フレクシャ 4、および隆起パッド 6 A ~ 6 D に相当することができる。

【0041】

[0047]固定子 2 1 2 A および 2 1 2 B (まとめて「固定子 2 1 2」とする)は、加速度計の隆起パッド 2 0 6 ~ 2 1 0 に取り付け(例えばクランプ締めする)ことができる固定子である。いくつかの例では、固定子 2 1 2 は、磁石を含む二重金属部品である。いくつかの例では、例えば、固定子 2 1 2 A か 2 1 2 B のどちらかの、単一の磁石を含むことができる単一の固定子のみとすることができる。

【0042】

[0048]腹巻体 2 1 4 A および 2 1 4 B (まとめて「腹巻体 2 1 4」とする)は、固定子 2 1 2 の外側を取り囲む溝のある輪状の構造の単一の金属片で、固定子 2 1 2 が加速度計に締め付けられるとき、固定子 2 1 2 に(例えばエポキシで接着されて)取り付けることができる。容量ギャップ 2 1 6 A および 2 1 6 B (まとめて「容量ギャップ 2 1 6」とする)は、隆起パッド 2 0 6 ~ 2 1 0 によって画定されるブルーフマス 2 0 2 と固定子 2 1 2 B との間のギャップであり、隆起パッド 2 0 6 ~ 2 1 0 の高さ(例えば、ブルーフマス 2 0 2 の各側で約 0 . 0 2 5 mm (千分の 1 インチ))である。いくつかの例では、各容量ギャップ 2 1 6 は静電容量値を有することができる。電子装置(図示せず)は容量ギャップ 2 1 6 の静電容量値を検出することができ、閉回路の差動静電容量構成で、これを電子装置(図示せず)が検出および使用して、加速度計組立体 2 0 0 の加速度を決定することができる。例えば、容量ギャップ 2 1 6 A の増加および容量ギャップ 2 1 6 B の減少は、加速度計組立体 2 0 0 に加速度が加わったことを示している場合がある。逆に、容量ギャップ 2 1 6 A の減少および容量ギャップ 2 1 6 B の増加は、加速度計組立体 2 0 0 に加速度が加わったことを示している場合がある。

【0043】

[0049]いくつかの例では、加速度計組立体 2 0 0 は、ブルーフマス 2 0 2 の各側に取り付けられた力再平衡コイル(図示せず)を含むことができる。いくつかの例では、加速度計組立体 2 0 0 は、力再平衡コイルをサーボ制御してブルーフマス 2 0 2 を中立位置に配置する電子装置(図示せず)を含むことができる。いくつかの例では、加速度計組立体 2 0 0 に加速度が加わると、電子装置は力再平衡コイルの電流を増加させてブルーフマス 2 0 2 を中立位置に維持することができる。この例では、電流の増加は、加速度計組立体 2 0 0 に加わった加速度の量に比例する。

【0044】

[0050]図 6 の例では、片矢印で示す力および/またはひずみ(例えば、締め付け力および/または熱ひずみ)は、加速度計組立体 2 0 0 の組立中に生じる。例えば、固定子 2 1 2 は加速度計に締め付けられ、それは、隆起パッド 2 0 6 ~ 2 1 0 に力を加え、そして隆起パッド 2 0 6 ~ 2 1 0 は両矢印で示すようにそれらの力を支えることができる。この例では、固定子 2 1 2 を加速度計に締め付けた後、腹巻体 2 1 4 は、固定子 2 1 2 を定位置に保持するために固定子 2 1 2 に(例えば、エポキシで接着して)取り付けることができる。固定子 2 1 2 と腹巻体 2 1 4 との間のエポキシを硬化させるために、加速度計組立体 2 0 0 は加熱される。

【0045】

[0051]いくつかの例では、加速度計組立体 2 0 0 はエポキシを硬化するためにある温度まで加熱される。熱膨張係数は、加速度計組立体 2 0 0 の腹巻体 2 1 4、固定子 2 1 2、エポキシ、および他の材料の間で異なる。熱膨張係数の違いによって、異なる材料は異なる割合で膨張、収縮する。いくつかの例では、加速度計組立体 2 0 0 を加熱することから生じる熱ひずみによって、固定子 2 1 2 は半径方向外向きに膨張する。固定子 2 1 2 が外向きに膨張するとき、固定子 2 1 2 の半径方向の膨張は隆起パッド 2 0 6 ~ 2 1 0 に力を加える。いくつかの例では、隆起パッド 2 0 6 ~ 2 1 0 は、加速度計と固定子 2 1 2 との間の容量ギャップ 2 1 6 を維持しながら、撓むことによって力を分離および/または低減することができる。

【0046】

[0052]いくつかの例では、加速度計組立体200は、エポキシを硬化するためにある温度まで加熱された後、冷却されるので、加速度計組立体200の腹巻体214、固定子212、エポキシ、および他の材料の間の異なる熱係数によって、加速度計組立体200の種々の構成部品は異なった割合で収縮する。いくつかの例では、加速度計組立体200を冷却することによって生じるひずみは、固定子212を圧縮する場合があり、特に、腹巻体214は、腹巻体214Aおよび214Bでの片矢印で示すように、隆起パッド206~210上の固定子212を圧縮する場合がある。冷却中での圧縮は固定子212を圧縮するとともに、隆起パッド206~210に、固定子212の片矢印によって示すことができる力を加える。いくつかの例では、隆起パッド206~210は、加速度計と固定子212との間の容量ギャップ216を維持しながら、両矢印で示すことができる圧縮力を支えることができる。いくつかの例では、加速度計組立体200を組立後に、隆起パッド206が存在するならば、隆起パッド206は加速度計の機能性を下げる場合がある。

10

#### 【0047】

[0053]いくつかの例では、隆起パッド206がなければ、隆起パッド208~210は固定子212に対して片持ち梁として働いて、固定子212をブルーフマスの方へ内向きに曲げる場合がある。この例では、組立中に隆起パッド206がなければ、組立中に固定子212に生じる力および/またはひずみによって、固定子212は、加速度計組立体200が冷却されるにつれてわずかに曲がる場合がある。いくつかの例では、固定子212の曲りは容量ギャップ216を変化させて、加速度計組立体200が加速度を決定する際に誤差を生じさせる場合がある。いくつかの例では、固定子212の曲りによって、組立後に加速度計組立体200の較正を要する場合がある。

20

#### 【0048】

[0054]いくつかの例では、固定子212および腹巻体214は、熱膨張係数が1摂氏度当り百万分の2(2ppm)のインバーから構成される場合がある。しかしながら、加速度計を構成する場合がある石英は、熱膨張係数が1摂氏度当り0.55ppmである。インバーと石英との間の熱膨張係数の差は、温度を上昇させるとき、加速度計組立体200に影響を及ぼし、磁気帰還路を構成する金属部品(例えば、固定子212、キャパシタ板など)を石英よりも速く膨張させ、支持構造体にひずみを生じさせる。いくつかの例では、隆起パッド208~210は、ひずみが加わるときに、隆起パッド206がなければ滑って、加速度計を再位置合わせしなければヒステリシスが生じる場合がある。いくつかの例では、隆起パッド206~210は固定子212に対して撓むことができる場合があり、その結果、隆起パッド206~210は固定子212とともに動くことができ、隆起パッド206~210を支持構造体に取り付けるパッドフレクシャにゆがみが生じて、支持構造体は留まる。いくつかの例では、組立工程で隆起パッド206~210を用いると、固定子212の膨張が支持構造体にあまりひずみを生じさせず、熱係数の差による容量ギャップ216が変化するのを防ぐことができる。いくつかの例では、組立中に隆起パッド206~210を用いると、組立中に隆起パッド208~210だけを用いるより安定して静電容量を測定できる。いくつかの例では、隆起パッド206によって摩擦がさらに追加されて、3つの隆起パッドだけの場合に関連する滑りを防止する。

30

#### 【0049】

[0055]図7は、加速度計組立体200が冷却され、隆起パッド206が除去された後の加速度計組立体200の例の切欠き図を示す概念図である。図7の例では、加速度計組立体200は、図6で説明したように、ブルーフマス202、フレクシャ204、隆起パッド208~210、固定子212Aおよび212B、腹巻体214Aおよび214B、ならびに容量ギャップ216Aおよび216Bを含む。

40

#### 【0050】

[0056]図7の例では、加速度計組立体200の組立中の力および/またはひずみが分散された後に、図6で説明した隆起パッド206が分離(例えば、除去)されている。いくつかの例では、隆起パッド206を除去すると、腹巻体214Bの近くの固定子212によって生じる任意の他の力および/またはひずみからブルーフマス2およびフレクシャ4

50

をさらに分離することができる。いくつかの例では、隆起パッド 206 はレーザで分離することができる。他の例では、隆起パッド 206 は、隆起パッド 206 を切り取ることによって分離することができる。いくつかの例では、支持構造体の一部分（例えば、図 1 で説明した支持構造体 10 の区域 12）を（例えば、レーザまたは機械的手段による切り取りによって）除去して隆起パッド 206 にアクセスすることができる。いくつかの例では、隆起パッド 206 は、隆起パッド 206 のパッドフレクシャを折って、または切り取って分離することができる。いくつかの例では、隆起パッド 206 を分離することによって、パッドフレクシャが支持構造体とともに残り、隆起パッド 206 のみを分離（例えば、除去）することができる。

#### 【0051】

[0057]いくつかの例では、キャパシタ板（図示せず）は C 字型で、蒸着によってブルーフマス 202 の上下に付着させることができ、電子装置（図示せず）は容量板（図示せず）とともに回路を閉じる。いくつかの例では、キャパシタ板の C 字形状によって、静電容量の中心が与えられ、キャパシタ板が傾いた場合、静電容量は C 字形の第 1 の端部で増加し、C 字形の第 2 の端部で減少するので、キャパシタ板の感度は低くなる。いくつかの例では、ブルーフマス 202 の変位は、上部キャパシタ板と下部キャパシタとの間の静電容量を変化させる。いくつかの例では、上部キャパシタ板と下部キャパシタ板との間の静電容量の変化を用いて、電子装置は加速度計組立体 200 の加速度を決定することができる。

#### 【0052】

[0058]加えて、力再平衡コイルを有するコイル体は、ブルーフマスの両側に取り付けることができる。いくつかの例では、電子装置は力再平衡コイルの電流を修正して、ブルーフマスをサーボ制御して中立位置を維持する。加速度計組立体 200 の任意の加速度は、支持構造体によって画定される平面の外へブルーフマス 202 を動かし、ブルーフマス 202 を中立位置に維持するために必要な電流の増加は、加速度計組立体 200 が受ける加速度量に比例する。

#### 【0053】

[0059]いくつかの例では、加速度計組立体装置（例えば、加速度計組立体 200）は、第 1 の固定子と第 2 の固定子（例えば、固定子 212 A および固定子 212 B）との間に配置された加速度計を備え、加速度計は複数の要素を備える。いくつかの例では、複数の要素は、ブルーフマス（例えば、ブルーフマス 202）と、平面を画定し、ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、ブルーフマスを支持構造体に可撓に接続するように構成されるフレクシャ（例えば、フレクシャ 204）と、複数の隆起パッド（例えば、隆起パッド 208 および 210）と、第 1 の固定子および第 2 の固定子に取り付けられる腹巻体（例えば、腹巻体 214）と、フレクシャと支持構造体の外側との間の区域（例えば、分離および/または除去された隆起パッド 206）とを含み、この区域は、加速度計を第 1 の固定子および第 2 の固定子から分離する（例えば、接触を防ぐ）。いくつかの例では、この区域は、少なくとも 1 つの隆起パッドのパッドフレクシャを切り取る、または折ることの少なくとも 1 つを行うことによって生成することができる。いくつかの例では、この区域は支持構造体の一部分を除去して生成することができる。いくつかの例では、第 1 の固定子および第 2 の固定子は、加速度計に締め付けることができる。いくつかの例では、腹巻体は、第 1 の固定子および第 2 の固定子に腹巻体をエポキシで接着することによって取り付けることができる。

#### 【0054】

[0060]図 8 は、本明細書で説明した技法による、加速度計を製造する作業の例を示すフローチャートである。図 8 は、図 4 A および 5 A、ならびに 4 B および 5 B に関して説明される。図 4 A および 5 A の例では、材料 101 A はフォトレジストでマスキングされて複数の要素を画定する（252）。いくつかの例では、複数の要素は、ブルーフマス 112 と、平面を画定し、ブルーフマス 112 を支持するように構成される支持構造体 120 と、ブルーフマス 112 を支持構造体 120 に可撓に接続するように構成されるフレクシ

10

20

30

40

50

ャ 1 1 4 と、支持構造体 1 2 0 に配置され、かつブルーフマス 1 1 2 のフレクシャ 1 1 4 と支持構造体 1 2 0 の外側との間に配置される少なくとも 1 つの隆起パッド（例えば隆起パッド 1 1 6 A）を含む複数の隆起パッド 1 1 6 A ~ 1 1 6 D とを含み、隆起パッド 1 1 6 A は分離可能となるように構成される（2 5 4）。図 5 A の例では、材料 1 0 1 A は加工されて、材料 1 0 1 A の上に複数の要素を形成する（2 5 6）。

【0 0 5 5】

[0061]いくつかの例では、フォトリソでマスキングされた材料 1 0 1 A は、第 1 のマスク 1 0 3 A および第 2 のマスク 1 0 5 A を含み、第 1 のマスク 1 0 3 A は支持構造体 1 2 0 を画定し、第 2 のマスク 1 0 5 A は支持構造体 1 2 0 の内側を画定する。いくつかの例では、第 1 のマスク 1 0 3 A はシルクスクリーンビニール材料を含むことができ、第 2 のマスク 1 0 5 A はシリコンゴム材料を有することができる。いくつかの例では、材料 1 0 1 A の加工は、酸浴槽中での石英基板のエッチングを含むことができる。いくつかの例では、材料 1 0 1 A の加工は、炭酸ガスレーザでの石英基板の加工を含むことができる。いくつかの例では、隆起パッド 1 1 6 A は、炭酸ガスレーザによって分離するように構成することができる。

10

【0 0 5 6】

[0062]図 4 B および 5 B の例では、材料 1 0 1 B はフォトリソでマスキングされて複数の要素を画定する（2 5 2）。いくつかの例では、複数の要素は、ブルーフマス 1 2 2 と、平面を画定し、ブルーフマス 1 2 2 を支持するように構成される支持構造体 1 3 0 と、ブルーフマス 1 2 2 を支持構造体 1 3 0 に可撓に接続するように構成されるフレクシャ 1 2 4 と、支持構造体 1 3 0 に配置され、かつブルーフマス 1 2 2 のフレクシャ 1 2 4 と支持構造体 1 3 0 の外側との間に配置される少なくとも 1 つの隆起パッド（例えば隆起パッド 1 2 6 A）を含む複数の隆起パッド 1 2 6 A ~ 1 2 6 D とを含み、隆起パッド 1 2 6 A は分離可能となるように構成される（2 5 4）。図 5 B の例では、材料 1 0 1 B は加工されて、材料 1 0 1 B の上に複数の要素を形成する（2 5 6）。

20

【0 0 5 7】

[0063]いくつかの例では、フォトリソでマスキングされた材料 1 0 1 B は、第 1 のマスク 1 0 3 B および第 2 のマスク 1 0 5 B を含み、第 1 のマスク 1 0 3 B は支持構造体 1 3 0 を画定し、第 2 のマスク 1 0 5 B は支持構造体 1 3 0 の内側を画定する。いくつかの例では、第 1 のマスク 1 0 3 B はシルクスクリーンビニール材料を含むことができ、第 2 のマスク 1 0 5 B はシリコンゴム材料を有することができる。いくつかの例では、材料 1 0 1 B の加工は、酸浴槽中での石英基板のエッチングを含むことができる。いくつかの例では、材料 1 0 1 B の加工は、炭酸ガスレーザでの石英基板の加工を含むことができる。いくつかの例では、隆起パッド 1 2 6 A は、炭酸ガスレーザによって分離するように構成することができる。

30

【0 0 5 8】

[0064]図 9 は、本明細書で説明する技法による、加速度計組立体を製造する作業の例を示すフローチャートである。図 9 は、図 6 ~ 7 に関して説明される。図 9 の例では、加速度計は、第 1 の固定子 2 1 2 A と第 2 の固定子 2 1 2 B との間に配置され、加速度計は複数の要素を備える（3 0 2）。いくつかの例では、複数の要素は、ブルーフマスと、平面を画定し、ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、ブルーフマスを支持構造体に可撓に接続するように構成されるフレクシャと、フレクシャと支持構造体の外側との間に配置される少なくとも 1 つの隆起パッドを備える複数の隆起パッドとを含み、少なくとも 1 つの隆起パッドは分離可能となるように構成される。図 9 の例では、第 1 の固定子 2 1 2 A および第 2 の固定子 2 1 2 B は、加速度計上で圧縮され（3 0 4）、腹巻体 2 1 4 は、第 1 の固定子 2 1 2 A および第 2 の固定子 2 1 2 B に取り付けられる（3 0 6）。図 9 の例では、少なくとも 1 つの隆起パッドは分離される（3 0 8）。例えば、図 7 で説明された隆起パッド 2 0 6 は、加速度計組立体 2 0 0 から除去することができる。

40

【0 0 5 9】

[0065]いくつかの例では、少なくとも 1 つの隆起パッド 2 0 6 を支持構造体から分離す

50

ると、加速度計のある領域を第1の固定子212Aおよび第2の固定子212Bから機械的に分離することができる(310)。いくつかの例では、少なくとも1つの隆起パッド206を分離することは、少なくとも1つの隆起パッド206のパッドフレクシャを切り取る、または折ることの少なくとも1つを行うことを含むことができる。いくつかの例では、少なくとも1つの隆起パッド206を分離することは、支持構造体の一部分を除去することを含むことができる。いくつかの例では、第1の固定子212Aおよび第2の固定子212Bを圧縮することはさらに、第1の固定子212Aおよび第2の固定子212Bを加速度計に締め付けることを含むことができる。いくつかの例では、腹巻体214を取り付けることはさらに、第1の固定子212Aおよび第2の固定子212Bに腹巻体214をエポキシで接着することを含むことができる。

10

#### 【0060】

[0066] 1つまたは複数の例では、説明した機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せの中に実装することができる。それらの機能は、ソフトウェア内に実装する場合は、1つまたは複数の命令またはコードとしてコンピュータ読取可能な媒体に記憶または送信することができ、ハードウェアベースの処理装置によって実行することができる。コンピュータ読取可能な媒体は、データ記憶媒体などの有形な媒体に相当するコンピュータ読取可能な記憶媒体、または、例えば通信プロトコルに従って、1つの場所から別の場所へのコンピュータプログラムを容易に転送する任意の媒体を含む通信媒体を含むことができる。このように、コンピュータ読取可能な媒体は一般に、(1)非一時的である有形なコンピュータ読取可能な記憶媒体、または(2)信号または搬送波などの通信媒体、に相当することができる。データ記憶媒体は、1つまたは複数のコンピュータ、あるいは1つまたは複数のプロセッサによってアクセスされて、本開示で説明した技法を実行するための命令、コードおよび/またはデータ構造を取り出すことができる任意の利用可能な媒体とすることができる。コンピュータプログラム製品は、コンピュータ読取可能な媒体を含むことができる。

20

#### 【0061】

[0067] 一例として、限定ではないが、このようなコンピュータ読取可能な記憶媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROMまたは他の光学ディスク記憶装置、磁気ディスク記憶装置、または他の磁気記憶装置、フラッシュメモリ、あるいは、命令またはデータ構造の形態で所望のプログラムコードを記憶するために使用することができ、かつコンピュータによってアクセスすることができる任意の他の媒体を含むことができる。また、いかなる接続も適切にコンピュータ読取可能な媒体と呼ばれる。例えば、命令が、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、撚対線、デジタル加入者ライン(DSL: digital subscriber line)、または赤外線、無線、およびマイクロ波などの無線技術を用いて、ウェブサイト、サーバ、または他の遠隔源から送信される場合は、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、撚対線、DSL、または赤外線、無線、およびマイクロ波などの無線技術は、媒体の定義の中に含まれる。しかしながら、コンピュータ読取可能な記憶媒体およびデータ記憶媒体は、接続、搬送波、信号、または他の一時的な媒体を含まず、代わりに、非一時的な有形の記憶媒体を対象とすることを理解すべきである。本明細書で使用されるディスク(diskおよびdisc)は、コンパクトディスク(CD: compact disc)、レーザーディスク(登録商標)(laser disc)、光ディスク(optical disc)、デジタル多用途ディスク(DVD: digital versatile disc)、フロッピー(登録商標)ディスク(floppy disk)およびブルーレイディスク(Blu-ray(登録商標) disc)を含み、ここで、ディスク(disk)は通常、磁気的にデータを再生し、一方、ディスク(disc)は、レーザにより光学的にデータを再生する。上記の組合せもまた、コンピュータ読取可能な媒体の範囲内に含まれるべきである。

30

40

#### 【0062】

[0068] 命令は、1つまたは複数のデジタル信号プロセッサ(DSP: digital signal processor)、汎用マイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路

50



(ASIC: application specific integrated circuit)、フィールドプログラマブル論理アレイ(FPGA: field programmable logic array)、あるいは他の同等の集積回路またはディスクリート論理回路などの1つまたは複数のプロセッサによって実行することができる。したがって、本明細書で使用される「プロセッサ」という用語は、前述の構造体のいずれか、または本明細書で説明した技法の実施に適する任意の他の構造体を指すことができる。加えて、いくつかの態様では、本明細書で説明した機能は、符号化および復号化のために構成された専用のハードウェアおよび/またはソフトウェアモジュール内に提供することができる、あるいは組み合わせられたコーデック内に組み込むことができる。また、技法は、1つまたは複数の回路あるいは論理素子内に完全に実装することが可能である。

10

#### 【0063】

[0069]本開示の技法は、集積回路(IC: integrated circuit)または一組のIC(例えば、チップセット)を含む、広範囲のデバイスまたは装置に実装することができる。開示された技法を実行するように構成されたデバイスの機能的な態様を強調するために、様々な構成部品、モジュール、またはユニットが本開示で説明されるが、異なるハードウェアユニットで実現することは必ずしも必要ではない。むしろ、上記のように、様々なユニットは、コーデックハードウェアユニットに結合することができる、または、上記の1つまたは複数のプロセッサを含む相互運用的なハードウェアユニットの集合によって、好適なソフトウェアおよび/またはファームウェアとともに提供することができる。

20

#### 【0064】

[0070]本開示の様々な例が説明されてきた。これら、および他の例は、以下の請求項の範囲内である。

請求項1の発明は、

ブルーフマスと、

前記ブルーフマスを取り囲み、平面を画定し、前記ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、

前記ブルーフマスを前記支持構造体に接続するフレクシャであって、前記ブルーフマスが前記支持構造体によって画定される前記平面周りで動くことを可能にするフレクシャと

30

、  
少なくとも1つの隆起パッドが前記フレクシャと前記支持構造体の外側との間に配置され、前記少なくとも1つの隆起パッドが分離することができるよう構成される、複数の隆起パッドと  
を備え、

モノリシックな材料から構成される装置である。

#### 【0065】

請求項2の発明は、

前記複数の隆起パッドの各隆起パッドがさらに、前記支持構造体に接続される2つのパッドフレクシャを含む、請求項1に記載の装置である。

#### 【0066】

40

請求項3の発明は、

加速度計を製造する方法であって、

フォトレジストで材料をマスキングし、複数の要素を画定するステップであって、前記複数の要素が、

ブルーフマスと、

平面を画定し、前記ブルーフマスを支持するように構成される支持構造体と、

前記ブルーフマスを前記支持構造体に可撓に接続するように構成されるフレクシャと

、  
前記支持構造体に配置され、かつ前記ブルーフマスの前記フレクシャと前記支持構造体の外側との間に配置され、分離可能に構成される少なくとも1つの隆起パッドを備える

50

複数の隆起パッドと

を備える、ステップと、

前記材料を加工して、前記材料の上に複数の要素を形成するステップと  
を備える方法である。

【符号の説明】

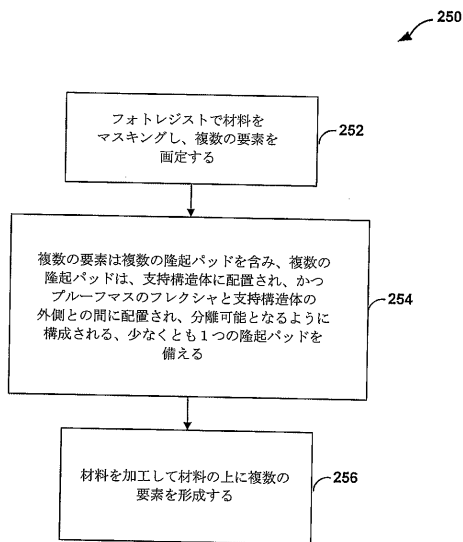
【 0 0 6 7 】

1	加速度計	
2	ブルーフマス	
4	フレクシャ	
4 A	フレクシャ	10
4 B	フレクシャ	
6 A	隆起パッド	
6 B	隆起パッド	
6 C	隆起パッド	
6 D	隆起パッド	
8 A	パッドフレクシャ	
8 B	パッドフレクシャ	
8 C	パッドフレクシャ	
8 D	パッドフレクシャ	
8 E	パッドフレクシャ	20
8 F	パッドフレクシャ	
8 G	パッドフレクシャ	
8 H	パッドフレクシャ	
1 0	支持構造体	
1 2	区域	
1 4	溝	
2 0	加速度計	
2 2	ブルーフマス	
2 4	フレクシャ	
2 4 A	フレクシャ	30
2 4 B	フレクシャ	
2 6 A	隆起パッド	
2 6 B	隆起パッド	
2 6 C	隆起パッド	
2 6 D	隆起パッド	
2 8 A	パッドフレクシャ	
2 8 B	パッドフレクシャ	
2 8 C	パッドフレクシャ	
2 8 D	パッドフレクシャ	
2 8 E	パッドフレクシャ	40
2 8 F	パッドフレクシャ	
2 8 G	パッドフレクシャ	
2 8 H	パッドフレクシャ	
3 0	支持構造体	
3 2	区域	
3 4	溝	
1 0 0	加速度計	
1 0 0 A	加速度計	
1 0 0 B	加速度計	
1 0 1	材料	50

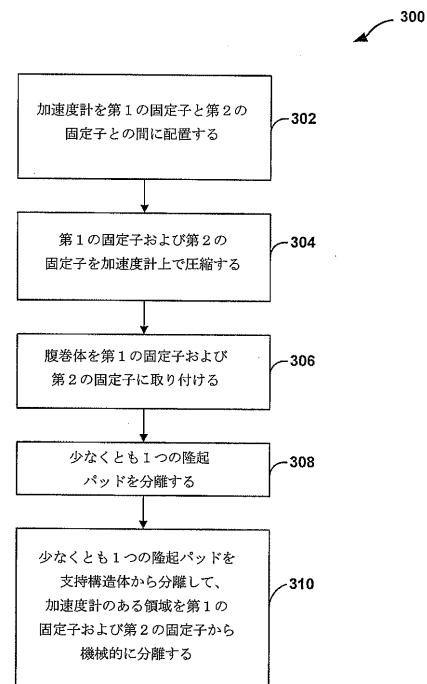
1 0 1 A	材 料	
1 0 1 B	材 料	
1 0 2 A	領 域	
1 0 3 A	領域、支持構造体、第 1 のマスク	
1 0 4 A	領 域	
1 0 5 A	領域、支持構造体の内側、第 2 のマスク	
1 0 6 A	領 域	
1 0 8 A	領 域	
1 0 2 B	領 域	
1 0 3 B	領域、支持構造体、第 1 のマスク	10
1 0 4 B	領 域	
1 0 5 B	領域、支持構造体の内側、第 2 のマスク	
1 0 6 B	領 域	
1 0 8 B	領 域	
1 1 2	ブルーフマス	
1 1 4 A	フレクシャ	
1 1 4 B	フレクシャ	
1 1 6 A	隆起パッド	
1 1 6 B	隆起パッド	
1 1 6 C	隆起パッド	20
1 1 6 D	隆起パッド	
1 2 0	支持構造体	
1 2 2	ブルーフマス	
1 2 4	フレクシャ	
1 2 4 A	フレクシャ	
1 2 4 B	フレクシャ	
1 2 6 A	隆起パッド	
1 2 6 B	隆起パッド	
1 2 6 C	隆起パッド	
1 2 6 D	隆起パッド	30
1 3 0	支持構造体	
2 0 0	加速度計組立体	
2 0 2	ブルーフマス	
2 0 4	フレクシャ	
2 0 6	隆起パッド	
2 0 8	隆起パッド	
2 1 0	隆起パッド	
2 1 2	固定子	
2 1 2 A	固定子	
2 1 2 B	固定子	40
2 1 4	腹巻体	
2 1 4 A	腹巻体	
2 1 4 B	腹巻体	
2 1 6	容量ギャップ	
2 1 6 A	容量ギャップ	
2 1 6 B	容量ギャップ	
2 5 2	ステップ、フォトレジストでマスクングし、複数の要素を画定する	
2 5 4	ステップ、複数の要素は複数の隆起パッドを含み、複数の隆起パッドは、支持構造体 1 3 0 に配置され、かつブルーフマスのフレクシャと支持構造体の外側との間に配置され、分離可能となるように構成される、少なくとも 1 つの隆起パッドを備える	50

- 256 ステップ、材料を加工して材料の上に複数の要素を形成する
- 302 ステップ、加速度計を第1の固定子と第2の固定子との間に配置する
- 304 ステップ、第1の固定子および第2の固定子を加速度計上で圧縮する
- 306 ステップ、腹巻体を第1の固定子および第2の固定子に取り付ける
- 308 ステップ、少なくとも1つの隆起パッドを分離する
- 310 ステップ、少なくとも1つの隆起パッドを支持構造体から分離して、加速度計のある領域を第1の固定子および第2の固定子から機械的に分離する

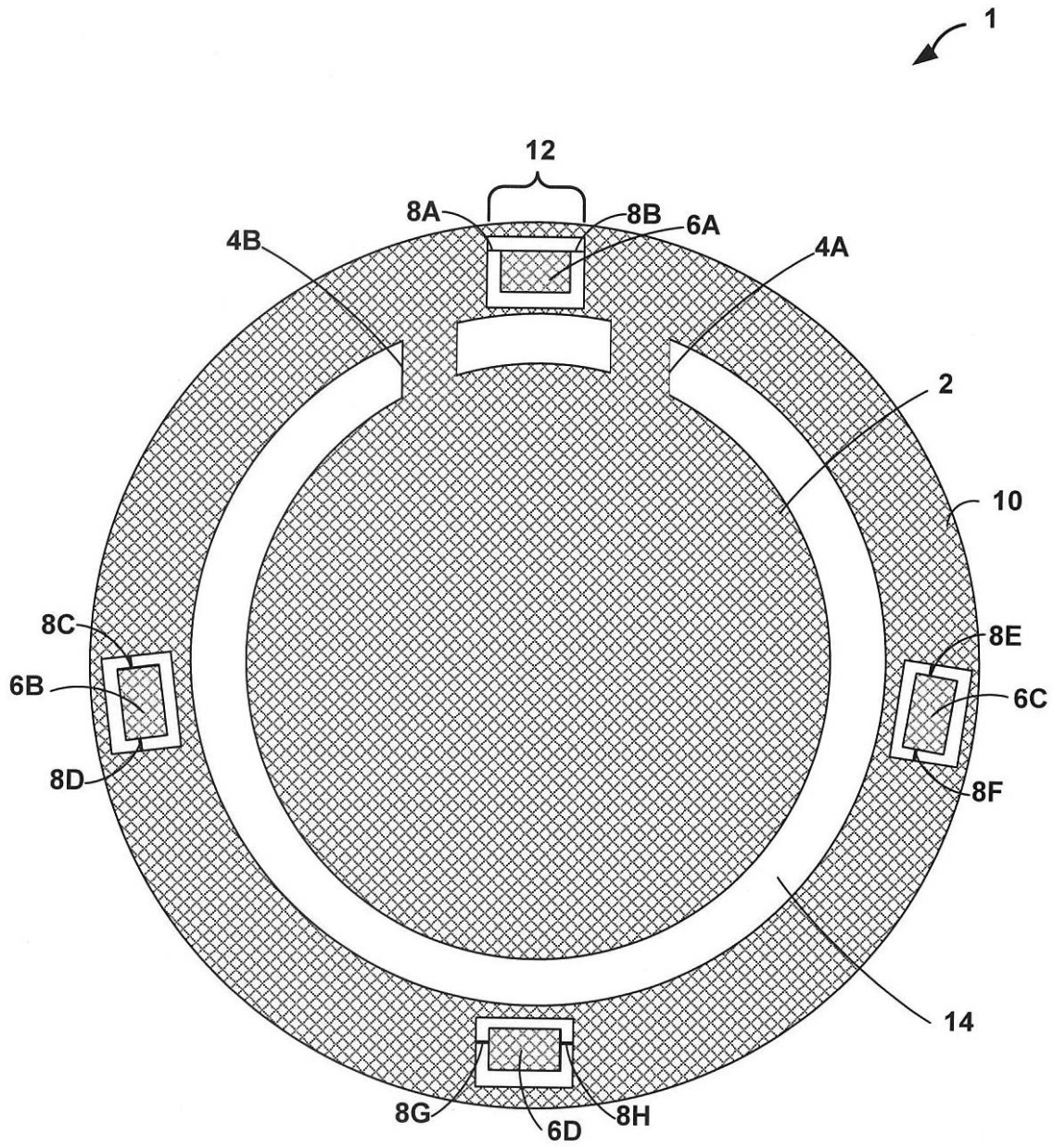
【図8】



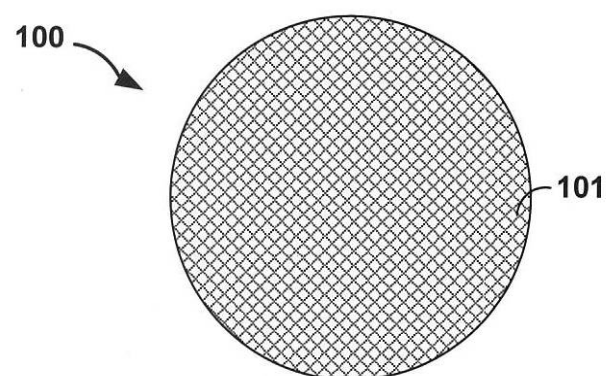
【図9】



【図 1】



【 図 3 】



【 図 4 】

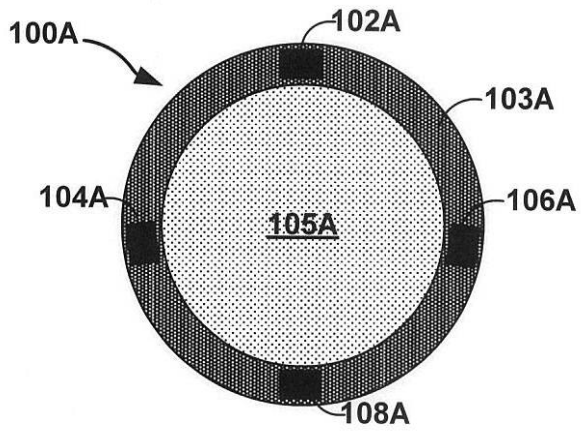


FIG. 4A

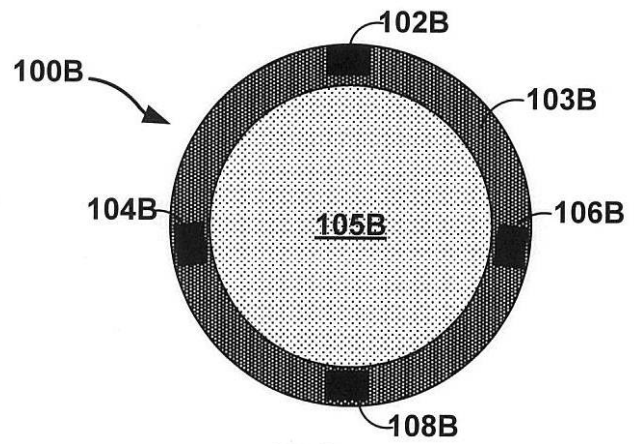


FIG. 4B

【 図 5 】

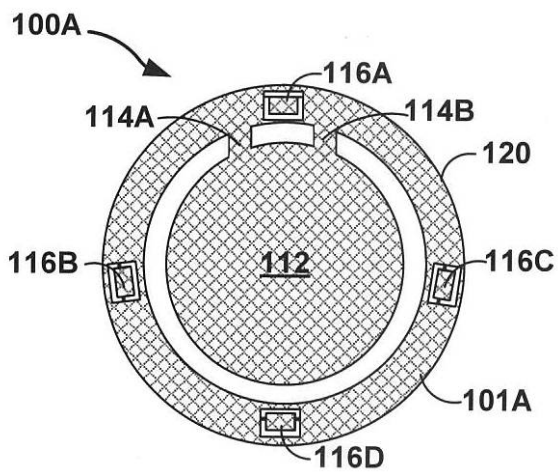


FIG. 5A

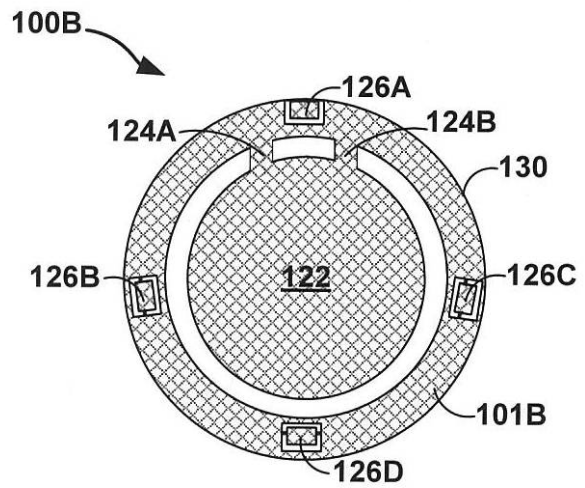
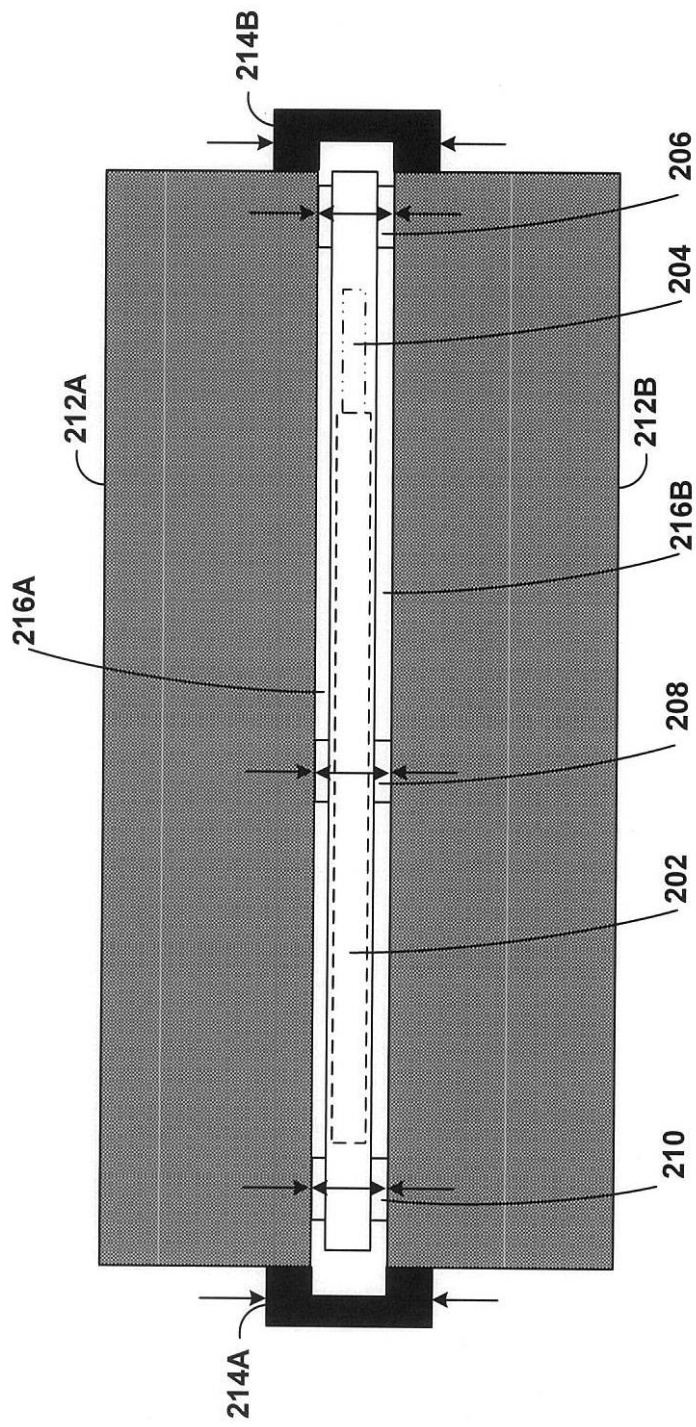


FIG. 5B

【 図 6 】

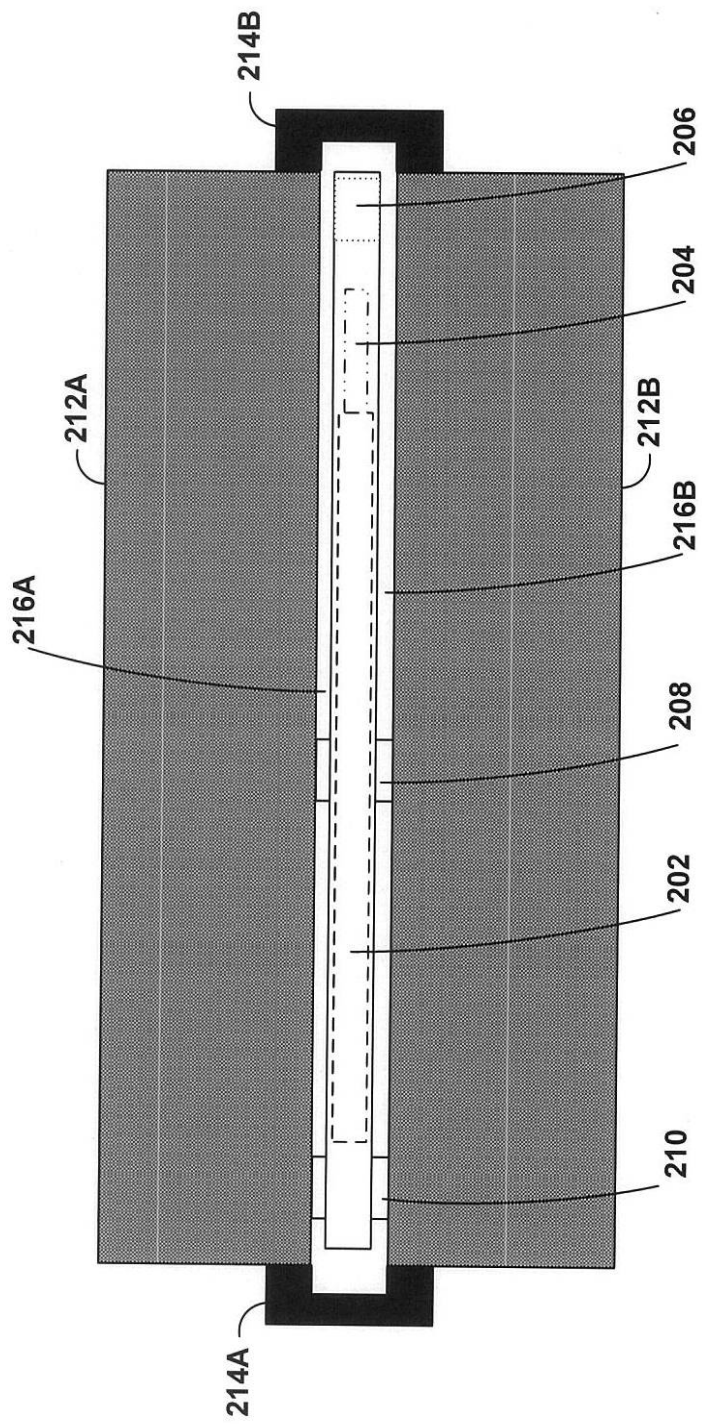
200





【 図 7 】

200



---

フロントページの続き

(72)発明者 ボール・ドワイヤー

アメリカ合衆国ニュージャージー州 0 7 9 6 2 - 2 2 4 5 , モーリスタウン, コロンビア・ロード  
1 0 1 , ピー・オー・ボックス 2 2 4 5 , ハネウエル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

(72)発明者 ウィリアム・リー

アメリカ合衆国ニュージャージー州 0 7 9 6 2 - 2 2 4 5 , モーリスタウン, コロンビア・ロード  
1 0 1 , ピー・オー・ボックス 2 2 4 5 , ハネウエル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイビー/2ビー

【外国語明細書】  
2016017962000001.pdf