

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5599128号
(P5599128)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014.8.22)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 1 C 19/5684 (2012.01)
G O 1 P 7/00 (2006.01)G O 1 C 19/56 184
G O 1 P 7/00

請求項の数 15 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-216269 (P2006-216269)
 (22) 出願日 平成18年8月8日 (2006.8.8)
 (65) 公開番号 特開2007-47167 (P2007-47167A)
 (43) 公開日 平成19年2月22日 (2007.2.22)
 審査請求日 平成21年6月2日 (2009.6.2)
 審判番号 不服2013-6178 (P2013-6178/J1)
 審判請求日 平成25年4月4日 (2013.4.4)
 (31) 優先権主張番号 60/706,606
 (32) 優先日 平成17年8月8日 (2005.8.8)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 591002810
 ノースロップ グラマン ガイダンス アンド エレクトロニクス カンパニー インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 91367-6675, ウッドランド ヒルズ,
 バーバンク ブールバード 21240
 (74) 代理人 100084375
 弁理士 板谷 康夫
 (72) 発明者 ロバート イー. スチュワート
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91364 ウッドランド ヒルズ イバラ
 ロード 21847

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】振動梁の節点位置修正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各撓み部により動作可能なように結合された少なくとも第1及び第2の取り付け点を有する梁を備え、

前記梁は第1及び第2の節点を有し、

前記梁は中央領域を有し、

前記中央領域の近傍における質量が改変され、改変された質量により、第1及び第2の節点が第1及び第2の撓み部とほぼ一列にそれぞれ並べられ、前記第1及び第2の節点の位置が、前記第1及び第2の取り付け点にそれぞれあり、

前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第1の節点及び前記第1の撓み部を取り囲む第1の開口を有し、

前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第2の節点及び前記第2の撓み部を取り囲む第2の開口を有し、

前記第1及び第2の撓み部は、前記梁の長手方向軸の中心線に沿って位置し、前記梁よりも小さい断面を有し、

前記第1及び第2の撓み部と前記第1及び第2の取り付け点は、前記第1及び第2の開口が形成される際に、前記梁の表面をエッティングすることにより形成されることを特徴とする振動梁装置。

【請求項 2】

各撓み部により動作可能なように結合された少なくとも第1及び第2の取り付け点を有

10

20

する梁を備え、

前記梁は第1及び第2の節点を有し、

前記梁は中央領域を有し、

前記中央領域の近傍における質量が改変され、改変された質量により、第1及び第2の節点が第1及び第2の撓み部とほぼ一列にそれぞれ並べられ、前記第1及び第2の節点の位置が、前記第1及び第2の取り付け点にそれぞれあり、

前記梁は、第1及び第2の側辺と第1及び第2の端部を有する略長方形断面を有し、前記梁は、前記第1の端部の近傍における第1の取り付け点と、前記第2の端部の近傍における第2の取り付け点を有し、

前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第1の節点及び前記第1の撓み部を取り囲む第1の開口を有し、 10

前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第2の節点及び前記第2の撓み部を取り囲む第2の開口を有し、

前記第1及び第2の撓み部は、前記梁の長手方向軸の中心線に沿って位置し、前記梁よりも小さい断面を有し、

前記第1及び第2の撓み部と前記第1及び第2の取り付け点は、前記第1及び第2の開口が形成される際に、前記梁の表面をエッティングすることにより形成されることを特徴とする振動梁装置。

【請求項3】

第1及び第2の側辺と第1及び第2の端部を有する梁を備え、

前記梁は前記第1の端部近傍の第1の取り付け点と前記第2の端部近傍の第2の取り付け点を有し、前記第1及び第2の取り付け点は第1及び第2の撓み部によりそれぞれ前記第1及び第2の側辺に動作可能に結合されており、

前記梁は第1及び第2の節点を有し、

前記梁は中央領域を有し、

前記中央領域の近傍の質量が改変され、改変された質量により、第1及び第2の節点が第1及び第2の撓み部とほぼ一列にそれぞれ並べられ、前記第1及び第2の節点の位置が、前記第1及び第2の取り付け点にそれぞれあり、

前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第1の節点及び前記第1の撓み部を取り囲む第1の開口を有し、 30

前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第2の節点及び前記第2の撓み部を取り囲む第2の開口を有し、

前記第1及び第2の撓み部は、前記梁の長手方向軸の中心線に沿って位置し、前記梁よりも小さい断面を有し、

前記第1及び第2の撓み部と前記第1及び第2の取り付け点は、前記第1及び第2の開口が形成される際に、前記梁の表面をエッティングすることにより形成されることを特徴とする振動梁装置。

【請求項4】

前記梁の両側辺の一方の中央領域から質量が減らされていることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の振動梁装置。 40

【請求項5】

前記梁の両側辺の両方の中央領域から質量が減らされていることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の振動梁装置。

【請求項6】

前記梁の両側辺の一方の中央領域に質量が追加されていることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の振動梁装置。

【請求項7】

前記梁の両側辺の両方の中央領域に質量が追加されていることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の振動梁装置。

【請求項8】

10

20

30

40

50

前記梁は中央領域を有し、前記梁の両側辺の一方の中央領域から質量が減らされ、前記梁の両側辺の他方の中央領域に質量が追加されていることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の振動梁装置。

【請求項9】

第1及び第2の撓み部により結合された少なくとも第1及び第2の取り付け点と、第1及び第2の節点と、中央領域をそれぞれ有する梁を設けるステップを備え、

前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第1の節点及び前記第1の撓み部を取り囲む第1の開口を有し、

前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第2の節点及び前記第2の撓み部を取り囲む第2の開口を有し、前記第1及び第2の撓み部は、前記梁の長手方向軸の中心線に沿って位置し、前記梁よりも小さい断面を有し、

前記第1及び第2の撓み部と前記第1及び第2の取り付け点は、前記第1及び第2の開口が形成される際に、前記梁の表面をエッティングすることにより形成され、

第1及び第2の節点が第1及び第2の撓み部とほぼ一列にそれぞれ並べられ、前記第1及び第2の節点の位置が、前記第1及び第2の取り付け点にそれぞれあるように、中央領域の質量を改変するステップを備えている振動梁装置の節点位置修正方法。

【請求項10】

前記梁を設けるステップにおいて、前記梁は、第1及び第2の側辺と第1及び第2の端部を有する略長方形断面を有し、前記梁は、前記第1の端部近傍における第1の取り付け点と、前記第2の端部近傍における第2の取り付け点を有することを特徴とする請求項9に記載の振動梁装置の節点位置修正方法。

【請求項11】

前記梁は中央領域を有し、前記梁の両側辺の一方の中央領域から質量を減らすステップをさらに備えたことを特徴とする請求項10に記載の振動梁装置の節点位置修正方法。

【請求項12】

前記梁は中央領域を有し、前記梁の両側辺の両方の中央領域から質量を減らすステップをさらに備えたことを特徴とする請求項10に記載の振動梁装置の節点位置修正方法。

【請求項13】

前記梁は中央領域を有し、前記梁の両側辺の一方の中央領域に質量を追加するステップをさらに備えたことを特徴とする請求項10に記載の振動梁装置の節点位置修正方法。

【請求項14】

前記梁は中央領域を有し、前記梁の両側辺の両方の中央領域に質量を追加するステップをさらに備えたことを特徴とする請求項10に記載の振動梁装置の節点位置修正方法。

【請求項15】

前記梁は中央領域を有し、前記梁の両側辺の一方の中央領域から質量を減らし、前記梁の両側辺の他方の中央領域に質量を追加するステップをさらに備えたことを特徴とする請求項10に記載の振動梁装置の節点位置修正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的に電気機械システムに関し、特に振動梁に関する。

【背景技術】

【0002】

一例を挙げれば、電気機械システムはパラメータを測定する。その電気機械システムは、パラメータを測定する微小電気機械システム（"MEMS"）加速度計又はジャイロスコープを備えていてもよい。例えば、加速度計は加速度を測定し、ジャイロスコープは角速度（例えば回転）を測定する。一例を挙げれば、ジャイロスコープは、振動の基本モードを表す高いQ値を有する振動リングを備えている。例えば、Q値が高い振動リングは、振動を維持するのにあまりエネルギーを必要としない。一例を挙げれば、振動リングは、

10

20

30

40

50

高性能の閉ループ角速度検出に用いることができる。他の例を挙げれば、振動リングは、性能の低い開ループ角速度検出に用いることができる。対称形の振動リングの数学的モデルは、多くの特徴において、振動リング又は半球状共振器ジャイロスコープ（“H R G”）に類似している。半球状共振器ジャイロスコープに対する分析的な類似性は、振動リングジャイロスコープが潜在的に類似した性能を達成しうることを示している。

【0003】

振動リングに結合された駆動部品は、振動リングの第1の振動を引き起こす。振動リングの角速度及び第1の振動は、振動リング上でのコリオリ力を含む。例えば、角速度は振動リングの縦軸について生じる。コリオリ力は、振動リングの第2の振動を引き起こす。第2の振動は、第1の振動に対してほぼ垂直である。一例を挙げれば、フィードバック部品は、第1の振動を調節するために、第1の振動の振幅を駆動部品にフィードバックする。ピックオフセンサ部品は、第2の振動を検出し、ピックオフ信号を零にするために、制御信号を加える。制御信号は、振動リングの振幅の大きさ及び角速度の極性である。

10

【0004】

自由 - 自由振動梁に基づくコリオリ振動ジャイロスコープ（C V G）は、現在のところ、角速度を検出するのに用いられている。梁は、取り付け台に対する振動エネルギーの結合を小さくするために、通常梁の節点で支持されている。取り付け台に対する振動エネルギーの結合は、梁の共振周波数のQ値を低減し、取り付けの機械的インピーダンスの変化に反応しやすくなる。

20

【0005】

この分野では、高いQ値及び低い取り付け感度を必要とする高性能梁式ジャイロスコープにおける用途のために、取り付け台に対する振動エネルギーの結合を小さくする改良されたC V Gが必要である。

【発明の開示】

【0006】

本発明の振動梁装置は、各撓み部により動作可能なように結合された少なくとも第1及び第2の取り付け点を有する梁を備え、前記梁は第1及び第2の節点を有し、前記梁は中央領域を有し、前記中央領域の近傍における質量が改変され、改変された質量により、第1及び第2の節点が第1及び第2の撓み部とほぼ一列にそれぞれ並べられ、前記第1及び第2の節点の位置が、前記第1及び第2の取り付け点にそれぞれあり、前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第1の節点及び前記第1の撓み部を取り囲む第1の開口を有し、前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第2の節点及び前記第2の撓み部を取り囲む第2の開口を有し、前記第1及び第2の撓み部は、前記梁の長手方向軸の中心線に沿って位置し、前記梁よりも小さい断面を有し、前記第1及び第2の撓み部と前記第1及び第2の取り付け点は、前記第1及び第2の開口が形成される際に、前記梁の表面をエッチングすることにより形成されるものである。

30

【0007】

本発明の振動梁装置は、各撓み部により動作可能なように結合された少なくとも第1及び第2の取り付け点を有する梁を備え、前記梁は第1及び第2の節点を有し、前記梁は中央領域を有し、前記中央領域の近傍における質量が改変され、改変された質量により、第1及び第2の節点が第1及び第2の撓み部とほぼ一列にそれぞれ並べられ、前記第1及び第2の節点の位置が、前記第1及び第2の取り付け点にそれぞれあり、前記梁は、第1及び第2の側辺と第1及び第2の端部を有する略長方形断面を有し、前記梁は、前記第1の端部の近傍における第1の取り付け点と、前記第2の端部の近傍における第2の取り付け点を有し、前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第1の節点及び前記第1の撓み部を取り囲む第1の開口を有し、前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第2の節点及び前記第2の撓み部を取り囲む第2の開口を有し、前記第1及び第2の撓み部は、前記梁の長手方向軸の中心線に沿って位置し、前記梁よりも

40

50

小さい断面を有し、前記第1及び第2の撓み部と前記第1及び第2の取り付け点は、前記第1及び第2の開口が形成される際に、前記梁の表面をエッティングすることにより形成されるものである。

【0008】

本発明の振動梁装置は、第1及び第2の側辺と第1及び第2の端部を有する梁を備え、前記梁は前記第1の端部近傍の第1の取り付け点と前記第2の端部近傍の第2の取り付け点を有し、前記第1及び第2の取り付け点は第1及び第2の撓み部によりそれぞれ前記第1及び第2の側辺に動作可能に結合されており、前記梁は第1及び第2の節点を有し、前記梁は中央領域を有し、前記中央領域の近傍の質量が改変され、改変された質量により、第1及び第2の節点が第1及び第2の撓み部とほぼ一列にそれぞれ並べられ、前記第1及び第2の節点の位置が、前記第1及び第2の取り付け点にそれぞれあり、前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第1の節点及び前記第1の撓み部を取り囲む第1の開口を有し、前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第2の節点及び前記第2の撓み部を取り囲む第2の開口を有し、前記第1及び第2の撓み部は、前記梁の長手方向軸の中心線に沿って位置し、前記梁よりも小さい断面を有し、前記第1及び第2の撓み部と前記第1及び第2の取り付け点は、前記第1及び第2の開口が形成される際に、前記梁の表面をエッティングすることにより形成されるものである。10

【0009】

この振動梁装置において、梁の両側辺の一方の中央領域から質量が減らされていることが好ましい。

【0010】

この振動梁装置において、梁の両側辺の両方の中央領域から質量が減らされていることが好ましい。

【0011】

この振動梁装置において、梁の両側辺の一方の中央領域に質量が追加されていることが好ましい。

【0012】

この振動梁装置において、梁の両側辺の両方の中央領域に質量が追加されていることが好ましい。

【0013】

この振動梁装置において、梁は中央領域を有し、梁の両側辺の一方の中央領域から質量が減らされ、梁の両側辺の他方の中央領域に質量が追加されていることが好ましい。

【0014】

本発明の振動梁装置の節点位置修正方法は、第1及び第2の撓み部により結合された少なくとも第1及び第2の取り付け点と、第1及び第2の節点と、中央領域をそれぞれ有する梁を設けるステップを備え、前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第1の節点及び前記第1の撓み部を取り囲む第1の開口を有し、前記梁は、前記梁の動作のためのスペースを確保するために、前記梁の中にあり、前記梁を突き抜け、前記第2の節点及び前記第2の撓み部を取り囲む第2の開口を有し、前記第1及び第2の撓み部は、前記梁の長手方向軸の中心線に沿って位置し、前記梁よりも小さい断面を有し、前記第1及び第2の撓み部と前記第1及び第2の取り付け点は、前記第1及び第2の開口が形成される際に、前記梁の表面をエッティングすることにより形成され、第1及び第2の節点が第1及び第2の撓み部とほぼ一列にそれぞれ並べられ、前記第1及び第2の節点の位置が、前記第1及び第2の取り付け点にそれぞれあるように、中央領域の質量を改変するステップを備えているものである。40

【0015】

この振動梁装置の節点位置修正方法において、梁を設けるステップにおいて、梁は、第1及び第2の側辺と第1及び第2の端部を有する略長方形断面を有し、梁は、第1の端部近傍における第1の取り付け点と、第2の端部近傍における第2の取り付け点を有するこ

50

20

30

40

50

とが好ましい。

【0016】

この振動梁装置の節点位置修正方法において、梁は中央領域を有し、梁の両側辺の一方の中央領域から質量を減らすステップをさらに備えたことが好ましい。

【0017】

この振動梁装置の節点位置修正方法において、梁は中央領域を有し、梁の両側辺の両方の中央領域から質量を減らすステップをさらに備えたことが好ましい。

【0018】

この振動梁装置の節点位置修正方法において、梁は中央領域を有し、梁の両側辺の一方の中央領域に質量を追加するステップをさらに備えたことが好ましい。

10

【0019】

この振動梁装置の節点位置修正方法において、梁は中央領域を有し、梁の両側辺の両方の中央領域に質量を追加するステップをさらに備えたことが好ましい。

【0020】

この振動梁装置の節点位置修正方法において、梁は中央領域を有し、梁の両側辺の一方の中央領域から質量を減らし、梁の両側辺の他方の中央領域に質量を追加するステップをさらに備えたことが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0021】

本発明の実施形態の特徴は、発明の詳細な説明、特許請求の範囲及び添付図面から明らかにされるであろう。

20

【図1】図1は、微小電気機械システム（”MEMS”）ジャイロスコープを備えた装置を示す図である。

【図2】図2は、質量の作用として、梁の中央に加えられた反力のグラフである。

【図3】図3は、本発明に係る方法の一実施形態を示す図である。

【図4】図4は、本発明に係る方法の他の実施形態を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

振動ジャイロスコープは、回転を検出するために様々な方法でコリオリ加速度を用いる機械的素子に対して、集合的な名称である。これらのジャイロスコープはさまざまな形状で出現し、音叉、振動円盤、振動ワイングラスなどとして知られている。

30

【0023】

図1に戻って、一実施形態の装置100は、微小電気機械システム（”MEMS”）ジャイロスコープを備える。このジャイロスコープは、高精度ナビゲーション角速度検出に使用することができる。一例を挙げれば、装置100は、振動梁102と、複数の駆動／検出部品105、106、110及び112を有している。振動梁102の振動モードに依存して、駆動／検出部品105、106、110及び112の第1のサブグループは、振動梁102の第1の振動を駆動し、駆動／検出部品105、106、110及び112の第2のサブグループは、振動梁102の振動により誘発された第2のコリオリ力を検出する。

40

【0024】

一例を挙げれば、振動梁102の駆動振動は、第1の方向（例えば、面外の方向）に沿う。そのため、駆動／検出部品105及び106は、振動梁102の駆動部品として機能し、駆動／検出部品110及び112は、振動梁102のピックオフセンサとして機能する。他の例においては、振動梁102の駆動振動は、第2の方向（例えば、面内の方向）に沿っている。その場合、駆動／検出部品110及び112は、振動梁102の駆動部品として機能し、駆動／検出部品105及び106は、振動梁102のピックオフセンサとして機能する。

【0025】

振動梁102は、垂直（上下）振動のための1又はそれ以上の節軸を備えている。例え

50

ば、振動梁 102 の垂直振動は、その節軸に対して生じる。振動梁 102 は、水平振動のための 1 又はそれ以上の節軸を有している。例えば、振動梁 102 の水平振動は、その節軸に対して生じる。垂直振動のための節軸と水平振動のための節軸は、節点において交差する。節点は、複数のほぼ直交する方向の内 1 又はそれ以上の方向において、振動に対してほぼ静止している。例えば、節点は、垂直振動及び水平振動の両方のあいだ、ほぼ静止している。振動梁 102 は、その振動梁 102 の節点において、フレーム 118 を振動梁 102 に結合するように機能する 1 又はそれ以上の接続部品 120 を有している。

【0026】

一例を挙げれば、振動梁 102 は、(図示しない)トップカバー及びボトムカバーを介してフレーム 118 に結合された撓み部品 122 により支持されている。撓み部品 122 は、角速度が発生したときに、節点に対する振動梁 102 の動きを許容する。例えば、角速度は振動梁の長手方向軸について発生したとする。ピックオフセンサ及び処理部品は、振動梁 102 の動きを測定し、角速度の方向及び大きさを表す信号に変換する。

【0027】

撓み部品 122 は、節点についての振動梁 102 の水平及び垂直振動を許容する。撓み部品 122 は、振動梁 102 の長手方向軸の中心線に沿って位置し、振動梁 102 よりも小さい断面を有していてもよい。一例を挙げれば、節点は振動梁の内部にある。例えば、振動梁 102 は、節点の周囲の領域を露出させる 1 又はそれ以上の開口 124 を有していてもよい。一例を挙げれば、開口 124 は振動梁 102 を突き抜けていてもよい。開口 124 は、振動梁 102 の動作のためのスペースを確保するために、節点及び撓み部品 122 を取り囲む。開口 124 は節点の近くにある。開口 124 は、フレーム 118 が振動梁を実質的に節点の近くで支持することを可能にする。開口 124 は、節点を露出させ及び撓み部品 122 を形成するために、振動梁 102 の表面からエッチングされた空間を有していてもよい。

【0028】

角速度検出ジャイロスコープを初期化するために、駆動 / 検出部品 105、106、110 及び 112 のうち駆動部品として機能するものは、振動梁 102 の第 1 の振動を生じさせる。振動梁 120 の長手方向軸に対する角速度及びその第 1 の振動は、振動梁 102 上のコリオリ力を誘発する。コリオリ力は、振動梁 102 の第 2 の振動を生じさせる。第 2 の振動は、第 1 の振動に対してほぼ直角である。一例を挙げれば、第 1 の振動を調節するために、フィードバック部品は、第 1 の振動の振幅を駆動部品 106 にフィードバックする。駆動 / 検出部品 105、106、110 及び 112 のうちセンサ部品として機能するものは、第 2 の振動をピックオフし、ピックオフ信号を零にするために制御信号を与える。制御信号は、振動梁 102 の角速度の振幅の大きさ及び極性である。

【0029】

一例を挙げれば、駆動 / 検出部品 105、106、110 及び 112 のうち駆動部品として機能するものは、静電気駆動部品、磁気駆動部品及び / 又は圧電駆動部品を有していてもよい。駆動 / 検出部品 105、106、110 及び 112 のうちセンサ部品として機能するものは、容量ピックオフセンサ、磁気ピックオフセンサ、圧電抵抗センサ及び / 又は圧電ピックオフセンサを有していてもよい。

【0030】

梁は、振動の基本モードのために、節点で支持されていてもよい。高性能のジャイロスコープを実現するには、高い Q 値を実現することが重要であるので、一例を挙げれば、取り付け構造への結合により失われる振動エネルギーを小さくすることが望ましい。

【0031】

長方形断面を有する梁の節点の位置は、

$$X_{node} = 0.267L$$

で与えられる。

ここで、

X_{node} は、梁の中心から各節点までの距離

10

20

30

40

50

Lは、梁の全長である。

【0032】

取り付け点の位置は、梁のデザインによって決定される。製造誤差は、取り付け点が節点でなくなる原因となりうる。取り付け構造に対する梁の振動エネルギーの結合を小さくするために、製造誤差を補正し、節点の位置が取り付け点になるように調節することが望ましい。本発明に係る一実施形態は、シンプルで制御可能な節点位置の調節方法を提供する。

【0033】

図2は、コンピュータによるシミュレーションの結果を示す。これらの結果は、梁の中心に対して質量を追加し又は除去することにより、節点の位置が変化し、取り付け点における並進運動の力が零にまで小さくできることを示している。 10

【0034】

図2は、梁の中心に0.55グラム(g m)追加することにより、並進運動の力を0.67ポンド(lb)から0まで直線的に減らすことができるることを示したシミュレーション結果をプロットしたものである。さらに質量を追加すると、並進運動の力を増加し、節点が取り付け点から離れるように移動する。このシミュレーションでは、取り付け点は梁の中心に対して対照的に位置していると仮定している。

【0035】

図3は、節点の位置を調節するために、1又はそれ以上の側辺301、302から質量を除去した梁300の一実施例を示す。梁300は、両端部306、310の領域に位置する取り付け点304、308を有していてもよい。取り付け点304、308は、撓み部303、305を介して梁300に結合されている。節点を撓み部303、305と一緒に配列させるために、梁300の中央部312の質量が変化される。 20

【0036】

より具体的には、梁300の側辺301、302の一方又は両方の中央部312から質量が減らされる。また、梁300の側辺301、302の一方又は両方から中央部312に質量が追加される。さらに、梁300の側辺301、302の一方に質量が追加され、梁300の側辺301、302の他方から質量が減らされる。

【0037】

一例を挙げれば、本願発明の装置は、1又はそれ以上の電子部品、ハードウェア部品及びコンピュータソフトウェアなどの複数の構成要素を備えている。そのような構成要素のいくつかは1つの装置に組み合わされ又は分割されていてもよい。 30

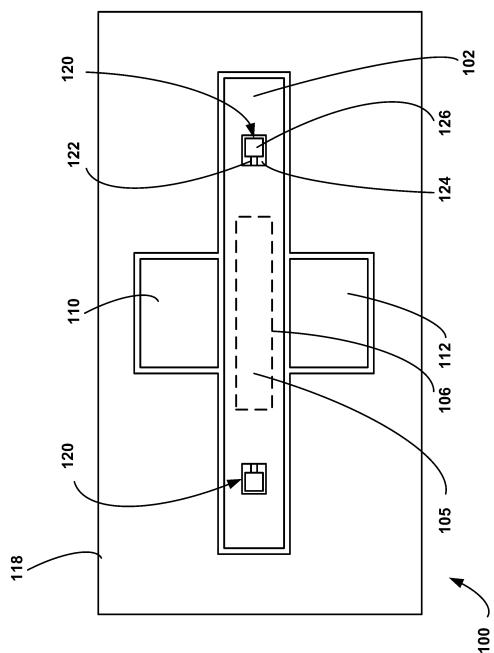
【0038】

ここで述べたステップ又は動作は一例に過ぎない。本発明の精神を逸脱しない範囲で、これらステップ又は動作の様々な変形が可能である。例えば、これらのステップを異なる順番で実行してもよいし、ステップを追加、削除又は変形してもよい。

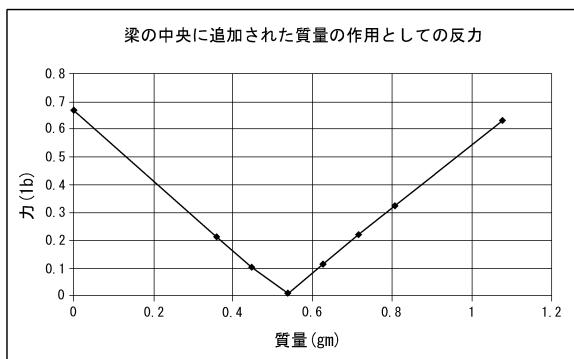
【0039】

本発明の実施例は詳細に描かれ説明されているけれども、本発明の精神を逸脱しない範囲で、様々な変形、追加、削除などが可能であり、それゆえ、それらは請求項に規定された発明の範囲内に含まれるとみなされることは、関連分野における当業者にとって明らかであろう。 40

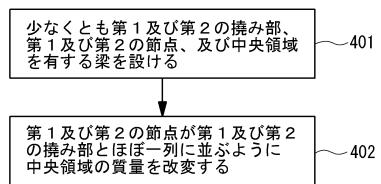
【図1】



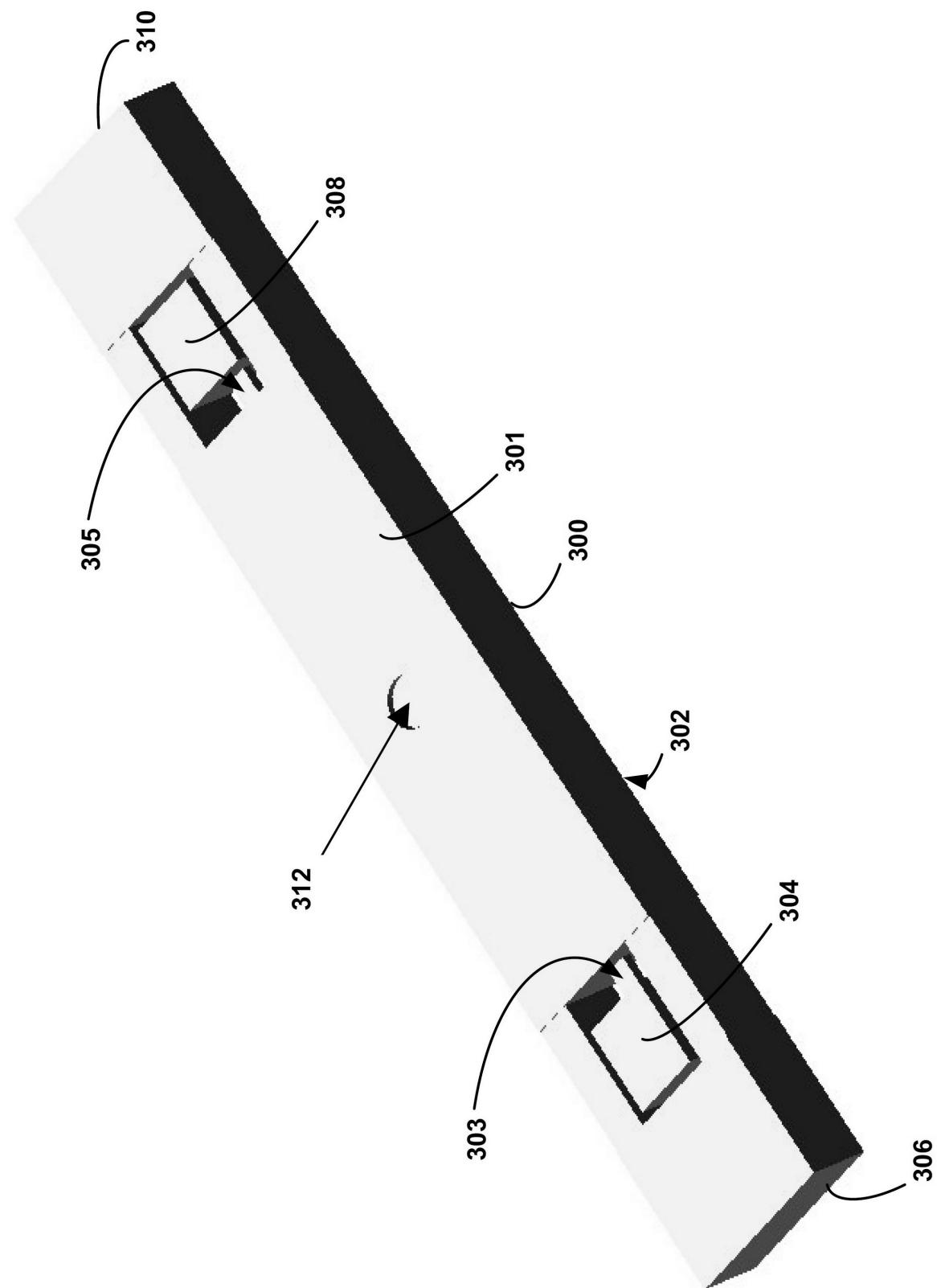
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 マイケル ダブリュー・デニス, ジュニア
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91361 ウエストレイク ヴィレッジ フリーポート
コート 1095

合議体

審判長 清水 稔
審判官 中塚 直樹
審判官 森 竜介

(56)参考文献 特開平9-250931(JP,A)
特開2001-133269(JP,A)
特開2002-277247(JP,A)
特開2005-106481(JP,A)
特開平10-19577(JP,A)
特開平5-231870(JP,A)
実開昭64-15113(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/00-19/72