

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成20年6月26日(2008.6.26)

【公表番号】特表2008-500547(P2008-500547A)

【公表日】平成20年1月10日(2008.1.10)

【年通号数】公開・登録公報2008-001

【出願番号】特願2007-517533(P2007-517533)

【国際特許分類】

G 0 1 V 1/18 (2006.01)

G 0 1 P 15/13 (2006.01)

【F I】

G 0 1 V 1/18

G 0 1 P 15/13 B

【手続補正書】

【提出日】平成20年5月2日(2008.5.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

地震計において、

少なくとも1枚の固定された容量性プレートを用意、

前記固定された容量性プレートの表面に設けられた第1容量性センサ・アレイを用意、
該第1容量性センサ・アレイは周期的パターンを成す複数の導電性エレメントを有しており、

サスペンション・プレートを備え、該サスペンション・プレートは複数の可撓性エレメントにより支持されたブルーフマスを有しており、前記複数の可撓性エレメントは前記ブルーフマスの運動を単一の軸方向の運動だけに規制するものであり、前記複数の可撓性エレメントの間に少なくとも1つの中間枠体が介設されており、該中間枠体はスプリアス振動周波数を排除することによって前記地震計の有効動作帯域幅を広げるものであり、

前記ブルーフマスの表面に設けられた第2容量性センサ・アレイを用意、該第2容量性センサ・アレイは周期的パターンを成す複数の導電性エレメントを有しており、該複数の導電性エレメントは、前記第1容量性センサ・アレイの前記複数の導電性エレメントと平行な共通の方向の周期性を持ち、間隔をあけて対向して整列されており、

前記固定されたプレートに設けられた前記第1容量性センサ・アレイに接続するための電氣的接続手段を備え、該電氣的接続手段によって、外部構成要素から、周期的パターンを成す前記第1容量性センサ・アレイを介して周期的パターンを成す前記第2容量性センサ・アレイへ、周期的励振信号を結合できるようにしてあり、これにより結合される信号は0%から100%までの範囲内で変動し、且つ、前記固定されたプレートに対する前記ブルーフマスの周期的相対位置の指標となり、

前記ブルーフマスに設けられた前記第2容量性センサ・アレイに接続するための電氣的接続手段を備え、該電氣的接続手段は、前記第1容量性センサ・アレイから前記第2容量性センサ・アレイへの結合によって発生した信号を外部電子回路へ伝達するものであり、該外部電子回路が、前記第1容量性センサ・アレイと前記第2容量性センサ・アレイとの間の結合のパーセンテージを判定して、前記固定されたプレートに対する前記ブルーフマスの相対位置を表す信号に変換するようにしてある、

ことを特徴とする地震計。

【請求項 2】

前記サスペンション・プレートが更にスプリング/ガスダンピング構造を備えており、該スプリング/ガスダンピング構造が、

最外側の中間枠体に設けられた台形のピストンを備え、

前記サスペンション・プレートの内側面に設けられた、前記ピストンに対応した嵌合開口を備え、前記最外側の中間枠体が前記サスペンション・プレートの内側面に近付くと、前記ピストンが前記嵌合開口に嵌合してその中へ進入し、これによって、前記最外側の中間枠体が前記サスペンション・プレートの前記内側面に当接する前にダンピング作用が得られるようにしてある、

ことを特徴とする請求項 1 記載の地震計。

【請求項 3】

前記ピストンが、

第 1 半体部分を備え、

第 2 半体部分を備え、該第 2 半体部分は、小さな抵抗用スプリングを介して前記第 1 半体部分に結合されており、前記ピストンが前記スプリング/ガスダンピング構造の前記開口に更に進入する際に、前記ピストンの前記第 2 半体部分が前記第 1 半体部分の方へ押し付けられることにより、前記抵抗用スプリングが前記第 2 半体部分に対して力を作用させるようにしてある、

ことを特徴とする請求項 2 記載の地震計。

【請求項 4】

前記ピストンが、

第 1 半体部分を備え、

第 2 半体部分を備え、

前記第 1 半体部分と前記第 2 半体部分との間に介装されたダンピング材を備え、前記ピストンが前記スプリング/ガスダンピング構造の前記開口に更に進入する際に、前記ピストンの前記第 2 半体部分が前記第 1 半体部分の方へ押し付けられることにより、前記ダンピング材が前記第 2 半体部分に対して抵抗力及び散逸力を作用させるようにしてある、

ことを特徴とする請求項 2 記載の地震計。

【請求項 5】

マイクロ機械加工により中央にブルーフマスが形成され該ブルーフマスの両側に複数の可撓性エレメントが形成されたサスペンション・プレートにおいて、前記複数の可撓性エレメントは、前記ブルーフマスを該サスペンションの延在平面内の一方向に可動にし、その他全ての方向の運動を規制しており、該サスペンション・プレートは更に、マイクロ機械加工により形成され前記複数の可撓性エレメントの間に介設された少なくとも 1 つの中間フレームを備えており、該中間フレームによって、スプリアス振動の一次振動モードの周波数とその振動系の共振周波数の少なくとも 10 倍であるような振動系が構成されるようにしたことを特徴とするサスペンション・プレート。

【請求項 6】

更にスプリング/ガスダンピング構造を備えており、該スプリング/ガスダンピング構造が、

最外側の中間枠体に設けられた台形のピストンを備え、

前記サスペンション・プレートの内側面に設けられた、前記ピストンに対応した嵌合開口を備え、前記最外側の中間枠体が前記サスペンション・プレートの内側面に近付くと、前記ピストンが前記嵌合開口に嵌合してその中へ進入し、これによって、前記最外側の中間枠体が前記サスペンション・プレートの前記内側面に当接する前にダンピング作用が得られるようにしてある、

ことを特徴とする請求項 5 記載のサスペンション・プレート。

【請求項 7】

前記スプリング/ガスダンピング構造の前記ピストンが、

第 1 半体部分を備え、

第 2 半体部分を備え、該第 2 半体部分は、小さな抵抗用スプリングを介して前記第 1 半体部分に結合されており、前記ピストンが前記スプリング / ガスダンピング構造の前記開口に更に進入する際に、前記ピストンの前記第 2 半体部分が前記第 1 半体部分の方へ押し付けられることにより、前記抵抗用スプリングが前記第 2 半体部分に対して力を作用させるようにしてある、

ことを特徴とする請求項 6 記載のサスペンション・プレート。

【請求項 8】

前記ピストンが、

第 1 半体部分を備え、

第 2 半体部分を備え、

前記第 1 半体部分と前記第 2 半体部分との間に介装されたダンピング材を備え、前記ピストンが前記スプリング / ガスダンピング構造の前記開口に更に進入する際に、前記ピストンの前記第 2 半体部分が前記第 1 半体部分の方へ押し付けられることにより、前記ダンピング材が前記第 2 半体部分に対して抵抗力及び散逸力を作用させるようにしてある、ことを特徴とする請求項 6 記載のサスペンション・プレート。

【請求項 9】

加速度計において、

サスペンション・プレートを備え、該サスペンション・プレートは、マイクロ機械加工により中央にブルーフマスが形成され該ブルーフマスの両側に複数の可撓性エレメントが形成されており、前記複数の可撓性エレメントは、前記ブルーフマスを該サスペンションの延在平面内の一方向に可動にし、その他全ての方向の運動を規制しており、該サスペンション・プレートは更に、マイクロ機械加工により形成され前記複数の可撓性エレメントの間に介設された少なくとも 1 つの中間フレームを備えており、

トランスデューサを備え、該トランスデューサは、固定されたプレートの表面に設けられた第 1 容量性センサ・アレイと前記ブルーフマスの表面に設けられた第 2 容量性センサ・アレイとの間の結合容量を検出することにより、前記固定されたプレートに対する前記ブルーフマスの相対位置を検出するものであり、

前記ブルーフマスを運動させるためのアクチュエーション信号を発生して送出するアクチュエータを備え、

フィードバック電子回路を備え、該フィードバック電子回路は、前記トランスデューサにより検出された前記ブルーフマスの相対位置に基づいて、前記アクチュエータを制御するためのフィードバック信号を発生し、それによって、前記アクチュエーション信号に操作を加え、もって前記ブルーフマスの運動を目標パラメータ範囲内で制御するものであり、

前記アクチュエーション信号を測定し、その測定値の関数として前記ブルーフマスの運動の加速度成分を検出する手段と、

を備えたことを特徴とする加速度計。

【請求項 10】

前記フィードバック信号が前記アクチュエータを制御することにより、前記トランスデューサの 1 周期の中で前記ブルーフマスを略々中立位置に維持するようにしていることを特徴とする請求項 9 記載の加速度計。

【請求項 11】

更に速度センサを備え、該速度センサは、前記フィードバック電子回路の内部の電圧を測定し、その測定値の関数として前記ブルーフマスの運動の速度成分を算出することによって、前記ブルーフマスの運動の速度成分を検出するものであることを特徴とする請求項 9 記載の加速度計。

【請求項 12】

更に限度位置規制電子回路を備え、該限度位置規制電子回路は、前記アクチュエータが発生した前記アクチュエーション信号を受取り、該アクチュエーション信号が所定限度を

超えていたならば、該アクチュエーション信号を一時的に零設定するものであり、前記所定限度は、前記ブルーフマスが前記トランスデューサの繰り返し距離の2分の1を実質的に超過する距離を運動したときの信号に対応していることを特徴とする請求項9記載の加速度計。

【請求項13】

前記アクチュエータが静電アクチュエータであることを特徴とする請求項9記載の加速度計。

【請求項14】

前記静電アクチュエータが、複数のアクチュエータ・プレートから成るアクチュエータ・プレート・セットを含んでおり、前記複数のアクチュエータ・プレートのうちには前記固定されたプレートに設けられているものと前記ブルーフマスに設けられているものとがあり、前記複数のアクチュエータ・プレートは、前記アクチュエーション信号を受取って前記ブルーフマスを運動させるのに十分な力を発生するように配設されていることを特徴とする請求項13記載の加速度計。

【請求項15】

前記力が、前記アクチュエーション信号の線形関数として発生されることを特徴とする請求項14記載の加速度計。

【請求項16】

前記アクチュエータが電磁アクチュエータであることを特徴とする請求項9記載の加速度計。

【請求項17】

前記電磁アクチュエータが、
固定外部磁気回路を備え、該固定外部磁気回路は前記ブルーフマスの両側の各々に2組のマグネット・セットを有しており、
前記ブルーフマスに設けられたメイン・フィードバック・コイル及び積分フィードバックコイルを備え、
前記トランスデューサにより検出された前記ブルーフマスの位置を利用するようにした外部フィードバック回路を備え、該外部フィードバック回路は、前記メイン・フィードバック・コイルと前記積分フィードバック・コイルとに夫々に独立したフィードバック電流を供給し、それによってそれら2つのコイルと前記複数のマグネットとの間の電磁相互作用を励起し、それによって前記ブルーフマスの運動及び位置を制御するものであり、前記メイン・フィードバック・コイル及び前記積分フィードバック・コイルは、前記トランスデューサへ入力する速度入力信号及び位置入力信号を零位調整するものであり、
限度位置規制電子回路を備え、該限度位置規制電子回路は、前記積分フィードバック・コイルに供給されたフィードバック電流が所定限度を超えた時に、該フィードバック電流を一時的に零設定するものであり、前記所定限度は、前記ブルーフマスが前記トランスデューサの繰り返し距離の2分の1を実質的に超過するいずれかの方向の距離を運動したときの信号に対応している、

ことを特徴とする請求項16記載の加速度計。

【請求項18】

前記ブルーフマスが、互いに接合された2枚のウェーハで構成されており、前記積分フィードバック・コイルが前記2枚のウェーハの間の中央に設けられており、それによって対称的なアクチュエーションが行われるようにしてあることを特徴とする請求項17記載の加速度計。

【請求項19】

前記外部フィードバック回路が、前記メイン・フィードバック・コイル及び前記積分フィードバック・コイルを相互コンダクタンスの形態で駆動するようにしてあることを特徴とする請求項17記載の加速度計。

【請求項20】

ブルーフマスと該ブルーフマスを支持する複数の可撓性エレメントとを有するサスペン

ション・プレートの製造方法において、

前記サスペンション・プレートをエッチング加工するためのマスク・セットを形成し、
前記マスク・セットに意図的にバイアスを導入して、「ガルペリン」方向に配置したときに、即ち、 54.7° の角度に配置したときに、パネ質量系が中立位置に位置するようにして、可撓性エレメントが「予荷重印加状態」において中立的形状を呈するようにする、

ことを特徴とする方法。

【請求項 2 1】

トランスデューサにおいて、

少なくとも 1 枚の固定された容量性プレートを備え、

前記固定されたプレートの表面に設けられた第 1 容量性センサ・アレイを備え、該第 1 容量性センサ・アレイは周期的パターンを成す複数の導電性エレメントを有しており、

サスペンション・プレートを備え、該サスペンション・プレートは複数の可撓性エレメントにより支持されたブルーフマス⁽¹⁾を有しており、前記複数の可撓性エレメントは前記ブルーフマスの運動を単一の軸方向の運動だけに規制するものであり、前記複数の可撓性エレメントは複数の枠体に係合しており、

前記ブルーフマスの表面に設けられた第 2 容量性センサ・アレイを備え、該第 2 容量性センサ・アレイは、前記第 1 容量性センサ・アレイの周期性と同一の周期性を持つ周期的パターンを成す複数の導電性エレメントを有しており、前記第 1 容量性センサ・アレイ及び前記第 2 容量性センサ・アレイは、前記ブルーフマスの運動の方向と平行な方向を持つアレイであり、前記第 1 容量性センサ・アレイ及び前記第 2 容量性センサ・アレイは、それらの周期性の方向が共通していると共に間隔をあけて互いに対向しており、

前記固定されたプレートに設けられた前記第 1 容量性センサ・アレイに接続するための電氣的接続手段を備え、該電氣的接続手段によって、外部構成要素から、周期的パターンを成す前記第 1 容量性センサ・アレイを介して周期的パターンを成す前記第 2 容量性センサ・アレイへ、周期的励振信号を結合できるようにしてあり、これにより結合される信号は 0% から 100% までの範囲内で変動し、且つ、前記固定されたプレートに対する前記ブルーフマスの周期的相対位置の指標となる信号であり、

前記ブルーフマスに設けられた前記第 2 容量性センサ・アレイに接続するための電氣的接続手段を備え、該電氣的接続手段は、前記第 1 容量性センサ・アレイから前記第 2 容量性センサ・アレイへの結合によって発生した信号を外部電子回路へ伝達するものであり、該外部電子回路が、前記第 1 容量性センサ・アレイと前記第 2 容量性センサ・アレイとの間の結合のパーセンテージを判定して、前記固定されたプレートに対する前記ブルーフマスの相対位置を表す信号に変換するようにしてある、

ことを特徴とするトランスデューサ。

【請求項 2 2】

加速度計において、

サスペンション・プレートを備え、該サスペンション・プレートは、マイクロ機械加工により中央にブルーフマスが形成され該ブルーフマスの両側に複数の可撓性エレメントが形成されており、前記複数の可撓性エレメントは、複数の枠体に係合されており、且つ、前記ブルーフマスを該サスペンション・プレートの延在平面内の単一の軸方向に可動にしており、

トランスデューサを備え、該トランスデューサは、固定されたプレートの表面に設けられた第 1 容量性センサ・アレイと前記ブルーフマスの表面に設けられた第 2 容量性センサ・アレイとの間の結合容量を検出することにより、前記固定されたプレートに対する前記ブルーフマスの相対位置を検出するものであり、

前記ブルーフマスを運動させるためのアクチュエーション信号を発生して送出するアクチュエータを備え、

フィードバック電子回路を備え、該フィードバック電子回路は、前記トランスデューサにより検出された前記ブルーフマスの相対位置に基づいて、前記アクチュエータを制御す

るためのフィードバック信号を発生し、それによって、前記アクチュエーション信号に操作を加え、もって前記ブルーフマスの運動を目標パラメータ範囲内で制御するものであり

、
前記アクチュエーション信号を測定し、その測定値の関数として前記ブルーフマスの運動の加速度成分を検出する手段と、

を備えたことを特徴とする加速度計。

【請求項 2 3】

前記フィードバック信号が前記アクチュエータを制御することにより、前記トランスデューサの 1 周期の中で前記ブルーフマスを略々中立位置に維持するようにしていることを特徴とする請求項 2 2 記載の加速度計。

【請求項 2 4】

更に速度センサを備え、該速度センサは、前記フィードバック電子回路の内部の電圧を測定し、その測定値の関数として前記ブルーフマスの運動の速度成分を算出することによって、前記ブルーフマスの運動の速度成分を検出するものであることを特徴とする請求項 2 2 記載の加速度計。

【請求項 2 5】

更に限度位置規制電子回路を備え、該限度位置規制電子回路は、前記アクチュエータが発生した前記アクチュエーション信号を受取り、該アクチュエーション信号が所定限度を超えていたならば、該アクチュエーション信号を一時的に零設定するものであり、前記所定限度は、前記ブルーフマスが前記トランスデューサの繰り返し距離の 2 分の 1 を実質的に超過する距離を運動したときの信号に対応していることを特徴とする請求項 2 2 記載の加速度計。

【請求項 2 6】

前記複数の可撓性エレメントが 2 本の軸心方向における平面内運動を許容するものであり、該平面内運動が、周期性の方向を前記 2 方向の夫々に揃えた互いに独立したセンサ・アレイから成る第 2 組のセンサ・アレイによって検出されるようにしてあることを特徴とする請求項 2 2 記載の加速度計。

【請求項 2 7】

前記アクチュエータが静電アクチュエータであることを特徴とする請求項 2 2 記載の加速度計。

【請求項 2 8】

前記静電アクチュエータが、複数のアクチュエータ・プレートから成るアクチュエータ・プレート・セットを含んでおり、前記複数のアクチュエータ・プレートのうちには前記固定されたプレートに設けられているものと前記ブルーフマスに設けられているものがあり、前記複数のアクチュエータ・プレートは、前記アクチュエーション信号を受取って前記ブルーフマスを運動させるのに十分な力を発生するように配設されていることを特徴とする請求項 2 7 記載の加速度計。

【請求項 2 9】

前記力が、前記アクチュエーション信号の線形関数として発生されることを特徴とする請求項 2 8 記載の加速度計。

【請求項 3 0】

前記アクチュエータが電磁アクチュエータであることを特徴とする請求項 2 2 記載の加速度計。

【請求項 3 1】

前記電磁アクチュエータが、

固定外部磁気回路を備え、該固定外部磁気回路は前記ブルーフマスの両側の各々に 2 組のマグネット・セットを有しており、

前記ブルーフマスに設けられたメイン・フィードバック・コイル及び積分フィードバックコイルを備え、

前記トランスデューサにより検出された前記ブルーフマスの位置を利用するようにした

外部フィードバック回路を備え、該外部フィードバック回路は、前記メイン・フィードバック・コイルと前記積分フィードバック・コイルとに夫々に独立したフィードバック電流を供給し、それによってそれら2つのコイルと前記複数のマグネットとの間の電磁相互作用を励起し、それによって前記プルームスの運動及び位置を制御するものであり、前記メイン・フィードバック・コイル及び前記積分・フィードバック・コイルは、前記トランスデューサへ入力する速度入力信号及び位置入力信号を零位調整するものであり、

限度位置規制電子回路を備え、該限度位置規制電子回路は、前記積分フィードバック・コイルに供給されたフィードバック電流が所定限度を超えた時に、該フィードバック電流を一時的に零設定するものであり、前記所定限度は、前記プルームスが前記トランスデューサの繰り返し距離の2分の1を実質的に超過するいずれかの方向の距離を運動したときの信号に対応している、

ことを特徴とする請求項30記載の加速度計。

【請求項32】

前記プルームスが、互いに接合された2枚のウェーハで構成されており、前記積分フィードバック・コイルが前記2枚のウェーハの間の中央に設けられており、それによって対称的なアクチュエーションが行われるようにしてあることを特徴とする請求項31記載の加速度計。

【請求項33】

前記外部フィードバック回路が、前記メイン・フィードバック・コイル及び前記積分フィードバック・コイルを相互コンダクタンスの形態で駆動するようにしてあることを特徴とする請求項31記載の加速度計。

【請求項34】

校正用入力を供給するための更なる静電アクチュエータを備えたことを特徴とする請求項27記載の加速度計。

【請求項35】

校正用入力を供給するための更なる電磁アクチュエータを備えたことを特徴とする請求項30記載の加速度計。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本件特許出願は、関連する米国特許出願第10/058,210号（発明の名称：MICRO-MACHINED ACCELEROMETER、出願日2002年1月25日）に言及することにより、同米国特許出願の主題及び明細書の全記載内容を、それらが本明細書に実際に記載されている場合と全く同様に、本件特許出願の開示に組み込むものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

2002年1月25日に出願された米国特許出願第10/058,210号（発明の名称：MICRO-MACHINED ACCELEROMETER）には、平面型サスペンション構造を採用した加速度計ないし地震計の新規な構成が開示されており、その平面型サスペンション構造は、サスペンション・プレートと少なくとも1枚の固定された容量性プレートとを備えたものである。従来の地震計が、独立した部品としたプルームス（慣性質量）を、スプリングを介して外側枠体上に支持した構造であるのと対照的に、マイクロ機械加工により製作されたこのサスペンション・プレートは、ワンピース部品として形成されており、外側枠体と、一对の可撓性エレ

メント集合体と、それら可撓性エレメント集合体の間に設けられた一体型のブルーフマス（慣性質量）とを備えている。それら可撓性エレメントは、ブルーフマスをサスペンション・プレートの延在平面内の一方向である感度軸方向に可動にし、感度軸方向以外の方向である全ての軸外方向の運動を可及的に規制している。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

可撓性エレメントの本数が更に多い構成例について考察することによって、より多くのデータ・ポイントを算出することができ、そのような構成例でも、中間枠体の個数を増やして行くと、軸内方向のスプリアス・モード排除比と軸外方向のスプリアス・モード排除比とが次第に近付くと共に、全体としての排除比が向上することが分かる。例えば、第2の実施の形態として、所望の周波数応答特性を得るために、可撓性エレメントの本数を片側24本ずつとしている場合について考察する。この実施の形態においても、基本振動周波数に対する軸内方向のスプリアス振動の振動周波数の比と、基本振動周波数に対する軸外方向のスプリアス振動の振動周波数の比とを、即ち、いわゆる「スプリアス・モード排除比」を、グラフに表すようにする。図4に、中間枠体の個数を増やして行ったときの、軸内方向のスプリアス振動に関するスプリアス・モード排除比と、軸外方向のスプリアス振動に関するスプリアス・モード排除比とを示した。図4から明らかのように、それら排除比の値をできるだけ大きなものとするには、設計で用いられる中間枠体の個数を23個とし、各可撓性エレメントの間に1つずつ配設すればよい。

【手続補正5】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 図 1 】

