

(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2011-12995
(P2011-12995A)

(43) 公開日 平成23年1月20日(2011.1.20)

(51) Int.Cl.
G01H 11/02 (2006.01)

F I
G01H 11/02

テーマコード(参考)
2G064

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-155174 (P2009-155174)
(22) 出願日 平成21年6月30日(2009.6.30)

(71) 出願人 000137694
株式会社ミットヨ
神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
(74) 代理人 100090033
弁理士 荒船 博司
(74) 代理人 100093045
弁理士 荒船 良男
(72) 発明者 山田 知治
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
(72) 発明者 根本 紀一郎
神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
Fターム(参考) 2G064 AB01 AB02 BA02 BD12 BD42
BD71

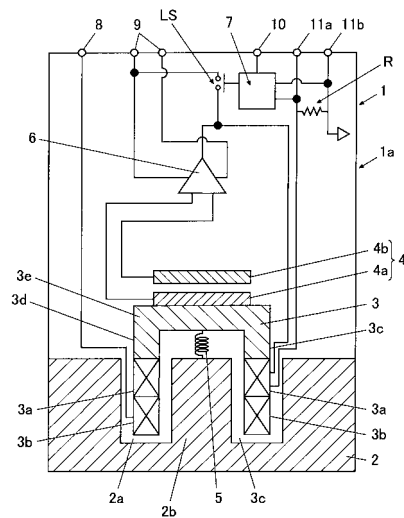
(54) 【発明の名称】 サーボ型振動検出器

(57) 【要約】

【課題】 振動検出器の特性や状態を正確に判断することができるサーボ型振動検出器を提供する。

【解決手段】 外乱振動により変位可能な振子3に可動極板4aを設け、可動極板4aに対向する位置に固定極板4bを設ける。そして、両極板間の静電容量を変位検出部4が検出し、サーボアンプ6はその検出結果に応じた量の電流をフォースコイル3aへ供給する。フォースコイル3aの電流回路及び負荷抵抗Rにてその電流を検出信号に変換し、出力する。可動極板4aと固定極板4bは互いに導通し、両極板が接触すると、両極板間の静電容量が消失する。プロセッサ7は、静電容量の消失による検出信号の変化を検出し、両極板の接触を判定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固定部材に支持され、外乱振動により変位可能な振子と、
 前記振子に設けられた可動電極と、
 前記振子を駆動する駆動部と、
 前記可動電極に対向する位置に設けられた固定電極と、
 前記可動電極と前記固定電極との間の静電容量を検出する静電容量検出手段と、
 前記静電容量検出手段の検出結果に応じた量の電流を前記駆動部に供給して、前記振子を所定の中立位置へ変位駆動させる電流供給手段と、
 前記電流供給手段によって供給された電流の量に応じた検出信号を出力する検出信号出力手段と、

10

前記可動電極と前記固定電極とが接触したときに当該電極間の電荷を消失させる消失手段と、

前記検出信号出力手段によって出力される検出信号が、前記電流供給手段から供給される消失した電荷に応じた量の電流に応じた検出信号へ変化したことを検出して電極接触と判定する電極接触判定手段と、を備え、

前記電極接触判定手段は、前記電流供給手段から供給される消失した電荷に応じた量の電流に応じた検出信号へ変化したことを検出してから、その変化後の検出状態で予め定められた判定時間が経過したときに前記電極接触と判定することを特徴とするサーボ型振動検出器。

20

【請求項 2】

前記検出信号出力手段は、前記電流供給手段によって供給された電流の量に応じた大きさの電圧を出力し、

前記電極接触判定手段は、前記検出信号出力手段によって出力される所定時間あたりの電圧変化の差分が予め定められた閾値を超えたときに前記電極接触と判定することを特徴とする請求項 1 に記載のサーボ型振動検出器。

【請求項 3】

固定部材に支持され、外乱振動により変位可能な振子と、

前記振子に設けられた可動電極と、

前記振子を駆動する駆動部と、

30

前記可動電極に対向する位置に設けられた固定電極と、

前記可動電極と前記固定電極との間の静電容量を検出する静電容量検出手段と、

前記静電容量検出手段の検出結果に応じた量の電流を前記駆動部に供給して、前記振子を所定の中立位置へ変位駆動させる電流供給手段と、

前記電流供給手段によって供給された電流の量に応じた検出信号を出力する検出信号出力手段と、

前記可動電極と前記固定電極とが接触したときに当該電極間の電荷を消失させる消失手段と、

前記検出信号出力手段によって出力される検出信号が、前記電流供給手段から供給される消失した電荷に応じた量の電流に応じた検出信号へ変化したことを検出して電極接触と判定する電極接触判定手段と、を備え、

40

前記検出信号出力手段は、前記電流供給手段によって供給された電流の量に応じた大きさの電圧を出力し、

前記電極接触判定手段は、前記検出信号出力手段によって出力される所定時間あたりの電圧変化の差分が予め定められた閾値を超えたときに前記電極接触と判定することを特徴とするサーボ型振動検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、サーボ型振動検出器に関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来のサーボ型振動検出器は、サーボ機構を利用して振動を検出する装置であり、振子の位置を制御対象とし、外乱振動により振子の変位すると、振子の周囲に巻回されたコイルに電流を流し、振子を所定位置に保つ。そして、このとき、コイルに供給される電流によって速度や加速度などの振動量を検出する。

【0003】

この種のサーボ型振動検出器においては、本体ケースに収納され、支持バネによって支持された振子としてのコイルボビンに可動極板を設ける一方、本体ケースの内周に固定極板を設けて、各極板を対向させて配置し、この可動極板と固定極板間の静電容量の変化量を計測することに基づいてコイルボビンに加えられた加速度を検出するものがある。また、このような振動検出器は、地震計測器や液晶修正レーザ装置あるいは除振台などの測定対象物に直接取り付けられ、地中や装置の内部など、直接取り扱うことが困難な場所に取り付けられることが多いことから、容易に取り外して点検や整備を行うことができないので、テストコイルをコイルボビンに巻着し、このテストコイルへ所定のテスト信号を印加することによってコイルボビンをテスト振動させ、振動検出器が正常に作動するかどうかについて確認できるようにしている（例えば、特許文献1）。

そして、このようなサーボ型振動検出器においては、各極板間が導通しないように絶縁処理が行われる（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-020057号公報

【特許文献2】特開2003-004522号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献に開示された振動検出器においては、当該振動検出器の有する最大定格以上の加速度、すなわち、振動検出可能な振幅以上の振動が振子に加えられた場合には、電極同士が衝突することがあるが、該電極間は絶縁されていることから、電極間の静電容量は衝突している間も一定の容量を保持しているため、特に瞬間的な接触の場合には、接触したのか否かについて検出することが容易でなく、当該振動検出器の検出範囲の限界を超えたのか否かについて認識することが困難なものとなっている。

また、前記テスト振動によるテストを行った場合において、当該振動検出器の検出可能範囲内である加速度を振子に与えた場合でも、振動検出器の経年劣化や著しい衝撃が加えられたことにより当該振動検出器の構造に変形をきたしている場合には、電極同士が衝突することがあるが、このような状況においても、電極の接触を容易に判別することが困難であるため、当該振動検出器の交換の必要の判断を誤らせることになってしまう。

【0006】

本発明の目的は、かかる実情に鑑みてなされたものであり、当該振動検出器の特性や状態を正確に判断することができるサーボ型振動検出器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以上の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、固定部材に支持され、外乱振動により変位可能な振子と、

前記振子に設けられた可動電極と、

前記振子を駆動する駆動部と、

前記可動電極に対向する位置に設けられた固定電極と、

前記可動電極と前記固定電極との間の静電容量を検出する静電容量検出手段と、

前記静電容量検出手段の検出結果に応じた量の電流を前記駆動部に供給して、前記振子

を所定の中立位置へ変位駆動させる電流供給手段と、

前記電流供給手段によって供給された電流の量に応じた検出信号を出力する検出信号出力手段と、

前記可動電極と前記固定電極とが接触したときに当該電極間の電荷を消失させる消失手段と、

前記検出信号出力手段によって出力される検出信号が、前記電流供給手段から供給される消失した電荷に応じた量の電流に応じた検出信号へ変化したことを検出して電極接触と判定する電極接触判定手段と、を備え、

前記電極接触判定手段は、前記電流供給手段から供給される消失した電荷に応じた量の電流に応じた検出信号へ変化したことを検出してから、その変化後の検出状態で予め定められた判定時間が経過したときに前記電極接触と判定することを特徴とする。

10

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、前記検出信号出力手段は、前記電流供給手段によって供給された電流の量に応じた大きさの電圧を出力し、

前記電極接触判定手段は、前記検出信号出力手段によって出力される所定時間あたりの電圧変化の差分が予め定められた閾値を超えたときに前記電極接触と判定することを特徴とする。

【0009】

請求項3に記載の発明は、固定部材に支持され、外乱振動により変位可能な振子と、

前記振子に設けられた可動電極と、

前記振子を駆動する駆動部と、

前記可動電極に対向する位置に設けられた固定電極と、

前記可動電極と前記固定電極との間の静電容量を検出する静電容量検出手段と、

前記静電容量検出手段の検出結果に応じた量の電流を前記駆動部に供給して、前記振子を所定の中立位置へ変位駆動させる電流供給手段と、

前記電流供給手段によって供給された電流の量に応じた検出信号を出力する検出信号出力手段と、

前記可動電極と前記固定電極とが接触したときに当該電極間の電荷を消失させる消失手段と、

前記検出信号出力手段によって出力される検出信号が、前記電流供給手段から供給される消失した電荷に応じた量の電流に応じた検出信号へ変化したことを検出して電極接触と判定する電極接触判定手段と、を備え、

30

前記検出信号出力手段は、前記電流供給手段によって供給された電流の量に応じた大きさの電圧を出力し、

前記電極接触判定手段は、前記検出信号出力手段によって出力される所定時間あたりの電圧変化の差分が予め定められた閾値を超えたときに前記電極接触と判定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、当該振動検出器の特性や状態を正確に判断することができるサーボ型振動検出器を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明に係る振動検出器の模式構成図である。

【図2】本発明に係る動作を説明するためのフローチャートである。

【図3】フォースコイルの電流回路及び負荷抵抗により生成される検出信号の波形を現した図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して、この発明の実施形態について説明する。図1は、振動検出器1

50

を模式的に表した模式構成図である。

【 0 0 1 3 】

図 1 に示すように、振動検出器 1 は、本体ケース 1 a と、本体ケース 1 a に固着されたマグネット部 2 と、外乱振動によって変位する振子 3 と、振子 3 の変位検出を行うための変位検出部 4 と、振子 3 を変位可能に支持するための支持バネ 5 と、変位検出部 4 からの信号を入力し、振子 3 を駆動するために入力信号に応じた量の電流を供給するサーボアンプ 6 と、サーボアンプ 6 から供給された電流から変換された検出信号を入力するプロセッサ 7 などから構成されている。

【 0 0 1 4 】

マグネット部 2 は、中央に、円形凹状に形成された凹部 2 a を有し、その凹部 2 a の中央部には、円柱状の突出部 2 b が上方へ向けて突設されている。

振子 3 は、円筒形の周面部 3 d と、上面側の開口を閉塞する上面部 3 e と、下面が開放されて形成された凹状の収容部 3 c と、を備え、有底円筒形状をなしている。周面部 3 d の下部にフォースコイル 3 a とテストコイル 3 b とが上下に並設して巻回されている。振子 3 は、図 1 に示すように、収容部 3 c にて突出部 2 b を収容するように本体ケース 1 a 内に配置されている。また、振子 3 は、その上面部 3 e の内面と突出部 2 b の上面とを支持バネ 5 によって接続することにより、マグネット部 2 に対して変位可能に支持されている。

なお、振子 3 は、少なくともフォースコイル 3 a 及びテストコイル 3 b が凹部 2 a 内に収容されるように配置されている。

【 0 0 1 5 】

フォースコイル 3 a は、サーボアンプ 6 に接続され、サーボアンプ 6 からの電流の供給によりマグネット部 2 の作用によって電磁気力を発生させ、振子 3 を駆動するものである。テストコイル 3 b は、振子 3 が正常に作動するか否かをテストするためのものであって、外部よりテスト信号入力部 8 を介して電流を供給することによりマグネット部 2 の作用によって電磁気力を発生させ、振子 3 を駆動するものである。

このように、フォースコイル 3 a 及びマグネット部 2 は、振子 3 を駆動する駆動部を構成する。

【 0 0 1 6 】

上記のような構成により、テストコイル 3 b あるいは駆動部としてのフォースコイル 3 a に電流を流すことにより、振子 3 が電磁気力により移動される。

【 0 0 1 7 】

変位検出部 4 は、コンデンサとして機能する振子 3 の上面部 3 e の外面に取り付けられた可動電極としての可動極板 4 a と、可動極板 4 a の上面に対向配置され、本体ケース 1 a の固定部（図示省略）に取り付けられた固定電極としての固定極板 4 b とからなる。この可動極板 4 a 及び固定極板 4 b は、それぞれサーボアンプ 6 へ信号出力を行っている。各極板の電気容量は極板間の距離によってそれぞれ可変し、サーボアンプ 6 への出力信号のレベルはそれぞれ極板の電気容量により変動する。すなわち、可動極板 4 a と固定極板 4 b との電気容量に基づいて、各極板間の静電容量が特定可能となる。換言すれば、変位検出部 4 は、可動極板 4 a と固定極板 4 b との間の距離によって可変する静電容量の検出結果が特定可能な変位信号をサーボアンプ 6 へ出力しているといえることができる。

このように、変位検出部 4 は、可動電極及び固定電極との間の静電容量を検出する静電容量検出手段を構成する。

ここで、可動極板 4 a 及び固定極板 4 b は、互いに接触すると導通するように構成されている。可動極板 4 a と固定極板 4 b とが接触すると互いに導通し、両極板間における電荷が消失する。このとき、可動極板 4 a 及び固定極板 4 b から出力される信号のレベルは等しくなる。そして、可動極板 4 a と固定極板 4 b が離間すると、両極板には電源が供給されており、一定量の電気容量を有しているため、再び両極板間に電荷が発生する。なお、振子 3 が所定の中立位置にあるときも、可動極板 4 a 及び固定極板 4 b から出力される信号のレベルは等しくなる。

10

20

30

40

50

このように、可動極板 4 a 及び固定極板 4 b は、可動電極と固定電極とが接触したときに当該電極間の電荷を消失させる消失手段を構成する。

なお、本実施の形態では、可動極板 4 a 及び固定極板 4 b に使用する材質としてアルミニウムを用いたが、他の導電体を用いてもよく、また、導電性物質を被覆して構成してもよい。さらに、接触による摩耗を防止するため、表面に導電性材料からなるコーティング剤を被覆するようにしてもよい。

【 0 0 1 8 】

サーボアンプ 6 は、電源入力部 9 を介して外部からの電源供給により動作し、変位検出部 4 からの変位信号により、振子 3 の変位量に応じた量の電流をフォールコイル 3 a へ供給している。詳しくは、サーボアンプ 6 は、可動極板 4 a 及び固定極板 4 b の電気容量を比較し、その比較結果に応じた量の電流をフォースコイル 3 a へ供給する。

10

このとき、サーボアンプ 6 は、振子 3 の変位方向（ずれ方向）とは逆方向の力が発生するように電流の供給を行う。その結果、振子 3 は零位置である所定の中立位置へ変位することとなる。

このように、サーボアンプ 6 は、静電容量検出手段の検出結果に応じた量の電流を駆動部に供給して、振子を所定の中立位置へ変位駆動させる電流供給手段を構成する。

【 0 0 1 9 】

以上のような構成により、振子 3 に振動が与えられ、振子 3 が零位置である中立位置からずれると、変位検出部 4 がこのずれ量を検出する。そして、このずれ量に応じた検出信号がサーボアンプ 6 に入力されると、サーボアンプ 6 はフォースコイル 3 a に電流を流すように機能する。その結果、フォースコイル 3 a はマグネット部 2 の作用によって電磁気力を発生して、振子 3 の変位方向とは逆方向の力が発生し、振子 3 が再び中立位置に戻る。

20

【 0 0 2 0 】

フォースコイル 3 a は、検出信号出力部 1 1 a , 1 1 b と電氣的に接続されており、検出信号出力部 1 1 a , 1 1 b は、フォールコイル 3 a に流れた電流の量に応じた信号が出力される。詳しくは、フォースコイル 3 a に流れた電流値を計測するために、フォースコイル 3 a の電流回路に負荷抵抗 R を設け、電圧変換された信号が検出信号出力部 1 1 a , 1 1 b より出力される。すなわち、このフォースコイル 3 a の電流回路と負荷抵抗 R とによりフォースコイル 3 a に流れた電流の量に応じた信号が出力されるということができ

30

る。この出力値は、可動極板 4 a と固定極板 4 b との間隔に応じて変化するフォースコイル 3 a に流れる電流値に対応しているので、この出力値を計測することにより、振子 3 に加えられた加速度を検出することができる。なお、この電圧変換された信号は、後述するプロセッサ 7 にも入力される。

【 0 0 2 1 】

プロセッサ 7 は、前述した電圧変換された検出信号を入力して、その入力値が 0 となったことを検出するものである。プロセッサ 7 は、特に図示はしないが、所定の演算を行う CPU と、制御を行うためのプログラムやデータが格納された ROM と、作業領域として用いられる RAM とを有している。

40

また、プロセッサ 7 は、入力値が 0 であることを検出したときに、可動極板 4 a と固定極板 4 b とが接触しているか否かを判定する。そして、プロセッサ 7 は、接触と判定した場合には、所定の信号を極板接触信号出力部 1 0 を介して出力する。この信号を、例えば、所定の報知装置に接続して、極板同士が接触したことを作業員へ報知するのに用いることができる。

プロセッサ 7 は、リミットスイッチ L S と電氣的に接続されている。プロセッサ 7 は、可動極板 4 a と固定極板 4 b とが接触しているか否かの判定結果に基づいて、リミットスイッチ L S を駆動して、オープン状態からクローズ状態へ変位させる。

【 0 0 2 2 】

50

リミットスイッチLSは、電源入力部9を經由して入力される電源をフォースコイル3aへ供給するためのものである。リミットスイッチLSがクローズ状態である場合に、電源をフォースコイル3aへ供給するようになっている。

なお、本実施形態において、フォースコイル3aへの電源供給の許否についてリミットスイッチLSを用いたが、電源供給の許否を制御可能なものであればいずれのものを用いることも可能であり、例えば、トランジスタなどを使用することもできる。

【0023】

次に、以上のような構成を有する振動検出器1において、可動極板4aと固定極板4bとが接触したときにおける制御について説明する。プロセッサ7では、可動極板4aと固定極板4bとが接触したか否かを判定するときに行う処理として、図2に示す極板接触判定処理を行う。この極板接触判定処理は、所定時間(t_1)毎に実行される。

10

【0024】

極板接触判定処理では、図2に示すように、はじめにプロセッサ7に入力される前述した電圧変換された検出信号の入力値が0であるか否かを判定する処理(ステップS1)を実行する。ここで、可動極板4aと固定極板4bとが接触すると両極板間の電荷が消失し、これに基づいて、サーボアンプ6から供給される電流の量はほぼ0となるため、プロセッサ7への信号の入力値もこれに対応して0になる。プロセッサ7は、信号の入力値が0であるか否かの判定(ステップS1)において、0でないとは判定した場合には、極板接触判定フラグをクリアする処理(ステップS2)を実行する。その後、プロセッサ7は、信号の入力値を判定用に用いる電圧値(x)として所定の記憶領域に保存する処理(ステップS3)を実行し、この処理を終了する。このステップS3で記憶された電圧値(x)は、後述するステップS4で読み出される。

20

【0025】

一方、プロセッサ7は、ステップS1において、信号の入力値が0である場合には、ステップS3にて記憶された電圧値(x)を読み出す処理(ステップS4)を行う。その後、プロセッサ7は、ステップS4にて読み出した電圧値(x)が定数よりも大きいか否かを判定する処理(ステップS5)を実行する。ここで、定数は定数よりも小さい任意の値である。定数は、振子の振幅の限界点、すなわち、可動極板4aと固定極板4bとが接触する前における最大振幅時にサーボアンプからフォースコイル3aへ供給される電流から変換された電圧値である。なお、定数は、極板接触に伴い、入力電圧値が大きく変位していることを検出するのに十分な値を設定するのが好ましい。

30

ここで、図3(c)を参照して、可動極板4aと固定極板4bとが接触したときの動作を説明すると、可動極板4aと固定極板4bとが接触すると、両極板間の電荷が急激に失われ、その結果、信号の入力値は0となる。そのとき、プロセッサ7は、ステップS1において、信号の入力値が0であると判定し、時間 t_1 前に保存された入力電圧値を読み出し(ステップS4)、その値が閾値よりも大きいか否かを判定することとなる(ステップS5)。この場合、時間 t_1 前は、図3(c)に示すように、入力電圧値は x_1 を示しており、閾値よりも大きい。

一方、振子3が中立位置へ変位すると、可動極板4aと固定極板4bの信号のレベルは等しくなり、その結果、信号の入力値は0となる。そのとき、プロセッサ7は、上述したように、ステップS1において、信号の入力値が0であると判定し、時間 t_1 前に保存された入力電圧値を読み出し(ステップS4)、その値が閾値よりも大きいか否かを判定することとなる(ステップS5)。この場合、時間 t_1 前は、図3(c)に示すように、入力電圧値は x_2 を示しており、閾値よりも小さい。これは、振子3が変位するにつれて、可動極板4aと固定極板4bとの電気容量の差が漸次変化するためであり、時間 t_1 あたりの信号のレベルの変化量は閾値を超えることはない。

40

以上のようにして、プロセッサ7は、入力電圧値が0となったときに、電圧値(x)が定数よりも大きい場合には、可動極板4aと固定極板4bとが接触して極板間の電荷が一気に消失したことに基づいて入力電圧値が0へ変位したものであると判定する。一方、プロセッサ7は、電圧値(x)が定数よりも大きくない場合、すなわち、前回の入力電

50

圧値と今回の入力電圧値との差が小さいものである場合には、振子 3 の通常の振動動作において所定の中立位置へ移動したことに基づいて入力電圧値が 0 となったことを示すもの、または、可動極板 4 a と固定極板 4 b との接触の状態が維持されて入力電圧値が 0 の状態のままであると判定する。

【 0 0 2 6 】

プロセッサ 7 は、ステップ S 5 において、電圧値 (x) が定数 よりも大きいと判定した場合には、極板接触タイマ (t 2 : 例えば、 1 m s) をセットし、極板接触判定フラグをセットする処理 (ステップ S 6) を行い、その後ステップ S 3 の処理を行った後、この処理を終了する。

【 0 0 2 7 】

一方、プロセッサ 7 は、ステップ S 5 において、電圧値 (x) が定数 よりも大きくないと判定した場合には、極板接触判定フラグがセットされているかを判定する処理 (ステップ S 7) を行う。プロセッサ 7 は、ステップ S 7 において、極板接触判定フラグがセットされていると判定した場合には、極板接触タイマがタイムアップしたか否かを判定する処理 (ステップ S 8) へ移行し、極板接触判定フラグがセットされていると判定しない場合には、ステップ S 3 の処理を行った後、この処理を終了する。

このようにして、プロセッサ 7 は、前回の入力電圧値が判定されてから、今回の入力電圧値の判定までの間の入力電圧値の差が閾値である定数 を超えたときに、可動極板 4 a と固定極板 4 b とか接触したと判定するようにしている。

【 0 0 2 8 】

プロセッサ 7 は、ステップ S 8 において、極板接触タイマがタイムアップしていると判定した場合には、可動極板 4 a と固定極板 4 b とが所定時間接触していると判定して、極板接触判定信号の出力及びリミットスイッチ L S を作動させる処理 (ステップ S 9) を実行する。一方、ステップ S 8 において、極板接触タイマがタイムアップしていると判定しない場合には、ステップ S 3 の処理を行った後、この処理を終了する。

【 0 0 2 9 】

プロセッサ 7 は、ステップ S 9 において、極板接触信号出力部を介して外部へ極板接触判定信号の出力を行う。また、プロセッサ 7 は、リミットスイッチ L S を駆動してリミットスイッチ L S をオープン状態からクローズ状態に変位させるための駆動信号をリミットスイッチ L S へ出力する。その後、プロセッサ 7 は、ステップ S 3 の処理を行った後、この処理を終了する。

リミットスイッチ L S がクローズ状態に変位すると、電源入力部 9 を介して電源がフォースコイル 3 a へ供給され、振子 3 は可動極板 4 a と固定極板 4 b とが離間する方向へ速やかに変位することとなる。その後は、上述したように電極間に静電容量が生じるため、振子 3 は、正常の振動動作が行われることになる。

このように構成することにより、可動極板 4 a と固定極板 4 b との接触時間を短くすることができるので、接触による摩耗や損傷を抑制でき、耐久性に優れたものとなる。

【 0 0 3 0 】

以上のようにして、プロセッサ 7 は、入力電圧値が 0 となって、その状態が所定時間継続したときに初めて極板接触判定信号の出力や、リミットスイッチ L S の駆動を行うので、ノイズ等による誤動作を防止することができる。

【 0 0 3 1 】

このように、プロセッサ 7 は、検出信号出力手段によって出力される検出信号が、電流供給手段から供給される消失した電荷に応じた量の電流に応じた検出信号へ変化したことを検出して電極接触と判定する電極接触判定手段を構成する。

【 0 0 3 2 】

次に、フォースコイル 3 a の電流回路及び負荷抵抗 R により生成された検出信号の出力状態について説明する。図 3 は、検出信号の出力状態の例を示すタイミングチャートである。ここで、横軸は時間 (t) の経過を示し、縦軸は検出信号の出力電圧を示す。また、図中定数 は、可動極板 4 a と固定極板 4 b とが接触する前における最大振幅時にサーボ

10

20

30

40

50

アンプからフォースコイル 3 a へ供給される電流から変換された電圧値を示している。

【0033】

図 3 (a) は、最大定格の範囲内の加速度にて振子 3 に対して振動が加えられた場合における、検出信号の出力状態を示している。

外部から、あるいは、テストコイル 3 b へ電流が供給されることにより、振子 3 が最大定格の範囲内での加速度、すなわち、振動検出可能な振幅による振動が与えられた場合には、振子 3 が中立位置から変位するにつれて可動極板 4 a と固定極板 4 b との間の静電容量の大きさが変化する。そして、この静電容量の変化を示す信号が変位検出部 4 を構成する可動極板 4 a 及び固定極板 4 b からサーボアンプ 6 へ入力されると、この静電容量の変化に応じた量の電流をフォースコイル 3 a に供給する。この場合、サーボアンプ 6 からフォースコイル 3 a へ供給される電流の量は、振子 3 の中立位置からのずれ量に比例する。そして、フォースコイル 3 a に電流が供給されると、フォースコイル 3 a はマグネット部 2 の作用によって電磁気力を発生させ、その結果、振子 3 が、変位した方向への慣性力に反して所定の中立位置へ戻ろうとし、振子 3 の中立位置からのずれ量が小さくなる。このような動作は、振子 3 に加えられた振動が収束されるまで行われる。

その結果、図 3 (a) に示すように、検出信号は一定の波形を形成するように出力される。

【0034】

ところで、振動検出器 1 を測定する場合においては、常に、その振動検出器の有する最大定格の範囲内の加速度、すなわち、振動検出可能な範囲内での振幅による振動を与えることによって測定が行われるとは限らず、例えば、その振動検出器 1 の限界値を測定する場合には、可動極板 4 a と固定極板 4 b とを意図的に接触させることによって測定を行い、極板同士が接触したときにおける加速度が限界値として認識されるようになっている。この場合の測定方法は、テストコイル 3 b に対して、極板同士が接触するのに十分な加速度が得られる量の電流を供給することにより行われる。

また、振動検出器 1 は、経年劣化や落下等の衝撃により、例えば、支持バネ 5 の弾発力が低下したり、振動検出器 1 自体が変形したりして、正確な加速度が測定できなくなる場合がある。通常、振動検出器 1 は、地震計測器や液晶修正レーザ装置あるいは除振台などの測定対象物に直接取り付けられる。このため、振動検出器 1 は、地中や装置の内部など、直接取り扱うことが困難な場所に取り付けられることが多いことから、容易に取り外して点検や整備を行うことができない。そこで、振動検出器 1 が正常に動作するか否かについて測定する場合にも、テストコイル 3 b が用いられる。このような測定は、テストコイル 3 b に対して、例えば、最大定格の加速度、すなわち、振動検出可能な最大の振幅が得られる量の電流を供給することにより実現される。その結果、検出信号が規則的に一定の波形を形成するものであれば、正常に動作するものと認められ、波形が不規則となった場合は、振動検出器 1 に何らかの異常があると認めることができる。

【0035】

ここで、可動極板と固定極板とが衝突した場合は、振子がこれ以上中立位置より離れることがない。従って、従来の振動検出器にあっては、可動極板と固定極板とが互いに絶縁されているので、可動極板と固定極板とが接触している間は、振子のずれ量が一定となる。すなわち、可動極板と固定極板との間の静電容量は一定となっているので、これに応じて一定の量の電流がサーボアンプからフォースコイルへ供給されるため、図 3 (b) の実線で示すように、一定のレベルの検出信号が出力されることとなる。

このような構成によると、極板同士の接触如何に関わらず検出信号は出力され続けるため、信号の出力結果をグラフ化してこれを見たとき、極板同士が接触した場合であっても、グラフの示す波形は多少乱れるものの、一見してその状態に気付にくい。これにより、例えば、振動検出器の加速度の限界値を検証する場合には、その検証結果を正確に把握することが困難であり、また、振動検出器に異常が生じた場合にもその異常があることに気付かず、振動検出器の交換の必要の判断を誤らせてしまう原因となっている。また、極板同士の接触を検出して所定の処理を行う場合も、特に瞬間的に極板同士が衝突したよう

10

20

30

40

50

な場合には、検出信号の出力結果は正常時の動作とほとんど変わらないものとなるので、極板同士が接触したことの検出を行うことができなくなる場合がある。すなわち、従来の振動検出器は、振動検出器の特性や状態を正確に判断することができないものとなっていた。

【0036】

そこで、本発明の実施形態では、可動極板4aと固定極板4bとが互いに導通するようにして、可動極板4aと固定極板4bとが接触した場合には、両極板間の電荷を消失するようにした。その結果、両極板が互いに接触しているときは、可動極板4aと固定極板4bの電気容量は等しくなり、サーボアンプ6から供給される電流の量は両極板間の電荷の消失に応じた量、すなわち、ほぼ0となるため、検出信号の出力状態もこれに対応して0になる。その結果、可動極板4aと固定極板4bとが接触するように、振子3を振動させると、図3(c)の実線で示すように、可動極板4aと固定極板4bとが接触している間は、検出信号の出力状態は大きく変位して0となり、可動極板4aと固定極板4bとが離間するまでその状態が維持される。なお、図中t2は、図2に示される極板接触判定処理のステップS6でセットされる極板接触タイマの判定時間を示している。

このような構成によると、検出信号の出力結果を見れば、振動検出器1の加速度の限界値となったときに、その出力状態が大きく変位するので、その限界値が容易に認識できるようになる。また、振動検出器1に異常が生じた場合にもその異常を容易に認識できるようになる。すなわち、本発明の実施形態によれば、振動検出器の特性や状態を正確に判断することができるようになる。

【0037】

以上説明したように、本発明の実施形態によれば、振子が振動して可動電極と固定電極とが接触すると、消失手段によって電極間に有していた電荷が消失する。その結果、検出信号出力手段が、電流供給手段から電極間に有する静電容量に応じた量の電流が供給されていることを示す検出信号から、電極間の電荷消失に応じた量の電流が供給されていることを示す検出信号へ変化し、その変化の状態が一定時間継続したときに電極接触判定手段によって電極接触と判定される。これにより、振動検出器の検出範囲の限界を正確に知ることができるとともに、テスト動作させた場合に、正常に動作するか否かについて正確に把握することができる。すなわち、当該振動検出器の特性や状態を正確に判断することができる。また、ノイズ等による誤検出の影響を抑制することもできる。

【0038】

また、本発明の実施形態によれば、電極同士が接触したときに、検出信号出力手段が出力する時間当たりの電圧の変化量が大きくなるので、その変化量の大きさを電極接触を判別することでより確実に電極接触を判定することができる。

【0039】

また、本発明の実施形態によれば、振子が振動して可動電極と固定電極とが接触すると、消失手段によって電極間に有していた電荷が消失する。その結果、検出信号出力手段が、電流供給手段から電極間に有する静電容量に応じた量の電流が供給されていることを示す検出信号から、電極間の電荷消失に応じた量の電流が供給されていることを示す検出信号へ変化し、電極接触判定手段がその変化により電極接触と判定される。このとき、検出信号出力手段が出力する時間当たりの電圧の変化量は大きくなるので、その変化量の大きさを電極接触を判別することが可能となる。これにより、振動検出器の検出範囲の限界を正確に知ることができるとともに、テスト動作させた場合に、正常に動作するか否かについて正確に把握することができる。すなわち、当該振動検出器の特性や状態を正確に判断することができる。

【0040】

なお、本発明の実施形態では、可動電極4aと固定電極4bとが導通して電極間の電荷を消失させたときに、サーボアンプ6はフォースコイル3aへの電流の供給を0としたが、電極同士が導通する直前の状態における電流の供給量とは大きく異なる電流の量を供給するようにしてもよい。例えば、電極同士が導通する直前の状態における電流の供給量の

1 / 10 としたり、10 倍とするなど、電流の供給量の変化の大きさが著しいものに構成するのが好ましい。

【0041】

また、本発明の実施形態では、検出信号の入力電圧値が0となったときに、プロセッサ7は、時間t1前に保存された電圧値(x)が閾値よりも大きいと判定した場合には、検出信号の入力電圧値が0となってから所定の判定時間が経過したときに電極接触と判定して極板接触判定信号の出力ヤリミットスイッチSWを作動させるようにしたが、入力電圧値が0となってプロセッサ7が時間t1前に保存された電圧値(x)が閾値よりも大きいと判定したら判定時間を待たずに電極接触と判定するようにしてもよい。

【0042】

また、本発明の実施形態では、検出信号の入力電圧値が0となったときに、プロセッサ7は、時間t1前に保存された電圧値(x)が閾値よりも大きい場合には、可動極板4aと固定極板4bとが接触して極板間の電荷が一気に消失したことに基づいて入力電圧値が0へ変位したものであると判定するようにしたが、このような判定を行わず、検出信号の入力電圧値が0となってから所定の判定時間が経過したことのみをもって電極接触と判定するようにしてもよい。

【0043】

また、本発明の実施形態では、リミットスイッチLSを介して、可動極板4aと固定極板4bとが接触した場合に電源をフォースコイル3aへ供給するようにしたが、このような構成を設けないようにしてもよい。

【符号の説明】

【0044】

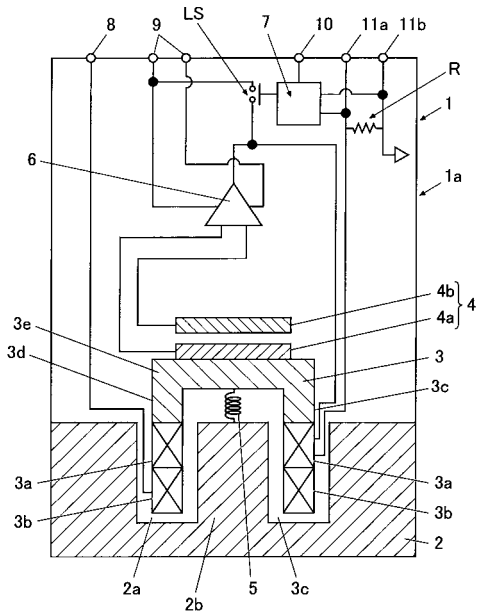
- 1 振動検出器
- 2 マグネット部
- 3 振子
- 3 a フォースコイル
- 4 変位検出部
- 4 a 可動極板
- 4 b 固定極板
- 6 サーボアンプ
- 7 プロセッサ

10

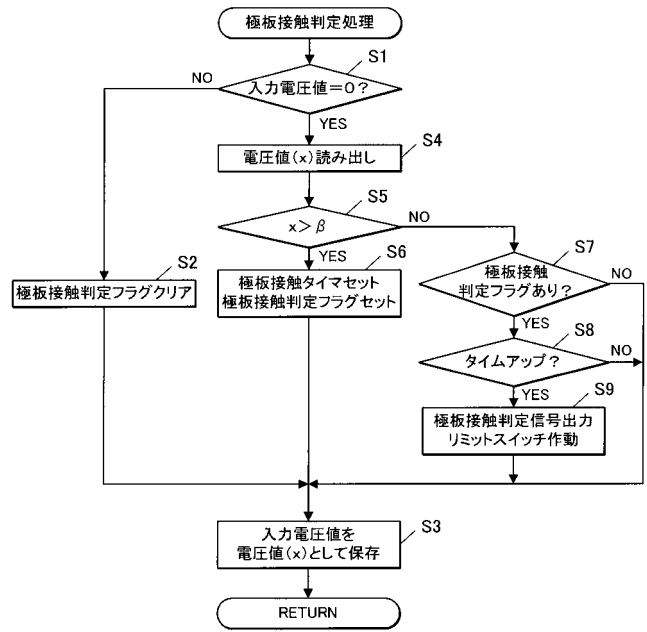
20

30

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

