

(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2015-137888

(P2015-137888A)

(43) 公開日 平成27年7月30日(2015.7.30)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G 0 1 D 5/20 (2006.01) G O 1 D 5/20 K 2 F O 7 7

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2014-8498 (P2014-8498)
 (22) 出願日 平成26年1月21日 (2014.1.21)

(71) 出願人 598031224
 新光電機株式会社
 兵庫県神戸市中央区雲井通2丁目1番17号
 (71) 出願人 503405689
 ナブテスコ株式会社
 東京都千代田区平河町二丁目7番9号
 (74) 代理人 100090310
 弁理士 木村 正俊
 (72) 発明者 中野 泰志
 兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番地55
 新光電機株式会社内
 (72) 発明者 井上 直也
 兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番地55
 新光電機株式会社内

最終頁に続く

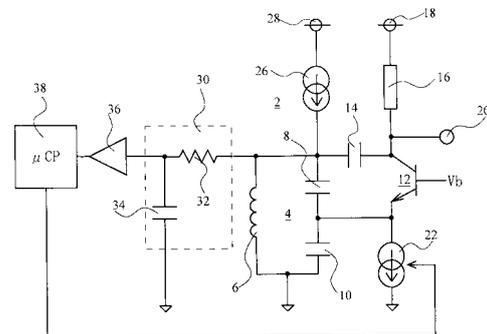
(54) 【発明の名称】 変位センサ

(57) 【要約】

【課題】 回路構成を簡略化することができる上に継続的に変位の検出を行いながら温度補償する。

【解決手段】 コイル6とコンデンサ8、10とからなる並列共振回路4がNPNトランジスタ12の出力側に設けられ、並列共振回路4の出力がトランジスタ12の入力側に帰還されて、継続して発振するコルピッツ発振回路2が構成されている。コイル6への被測定物の位置の変化によってトランジスタ12の出力レベルが変化する。コイル6に継続的に定電流源26が直流直流電流を供給している。コイル6の直流抵抗値の変化を、コイル6を流れる直流電流による電圧降下からRCローパスフィルタ30が検出する。マイクロコンピュータ38が、RCローパスフィルタ30の出力に基づいてトランジスタ12の出力レベルを調整する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コイルとコンデンサとからなる並列共振手段と、この共振手段が出力側に設けられ、前記共振手段の出力が入力側に帰還されている増幅手段とを、含み、前記コイルへの被測定物の位置の変化によって前記増幅手段の出力レベルが変化し、継続して発振している自励式発振手段と、

前記コイルに継続的に直流信号を供給する直流供給手段と、

前記コイルの直流抵抗値の変化を、前記コイルを流れる前記直流信号による電圧降下から検出する抵抗値検出手段と、

前記抵抗値検出手段の出力に基づいて前記増幅手段の出力レベルを調整する制御手段とを、
具備する変位センサ。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の変位センサにおいて、前記直流供給手段は、前記コイルに定電流を供給する定電流源であり、前記抵抗値検出手段は、前記コイルに発生する直流電圧を検出するフィルタ手段である変位センサ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の変位センサにおいて、前記増幅手段は、第 1 乃至第 3 の電極を有し、第 1 及び第 2 の電極間の信号に従って第 1 及び第 3 の電極間の導電状態を変化させる能動素子を有し、前第 1 及び第 2 の電極間に設けられた電流可変手段が前記制御手段によって制御される変位センサ。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、コイルを利用して被測定物の位置の変位を検出する変位センサに関し、特にコイルの抵抗値の温度変化に基づく誤差を補償するものに関する。

【背景技術】**【0002】**

コイルを利用した変位センサとしては、例えば交流電流が流れているコイルに、被測定物である導電体が近づくと、導電体に渦電流が流れて、交流磁界が発生し、これによりコイルのインピーダンスが変化することを利用した渦電流式変位センサがある。この渦電流式変位センサでは、コイルのインピーダンスが使用環境の温度変化によっても変化するので、これを補償する必要がある。この補償技術の一例が特許文献 1 に開示されている。

30

【0003】

特許文献 1 の技術では、発振器からの交流電流をコイルに供給し、コイルから交流磁場を発生させ、被測定物の位置の変位によって大きさの異なる渦電流をコイルに誘導し、渦電流の大きさによって変化するコイルの出力電圧に基づいて被測定物の変位を検出する。このように被測定物の位置の変化に従ってコイルの出力電圧が変化する点を利用した変位センサでは、周囲温度の変化に従ってコイルの出力電圧が変化すると、正確に被測定物の変位を検出できず、温度補償が必要である。所定のサンプリング期間の経過ごとに、交流電流に代えて、直流電流供給手段からコイルに直流電流を供給し、この直流電流によってコイルから出力される直流電圧を直流電圧検出器で検出し、検出された直流電圧に基づいて、コイルの温度変化に基づく抵抗値変化に伴うコイルの出力電圧の変化を補正するために、コイルに供給する交流電流を補正手段によって制御している。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開昭 60 - 67819 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【0005】

特許文献1の技術によれば、発振器からの交流電流をコイルに供給しなければならないので、コイル以外に発振器を設置する必要がある、回路構成が複雑となる。その上、交流電流と直流電流とを切り換える切換スイッチや切換制御回路が必要であり、益々回路構成が複雑となり、設置スペースが小さい場所に設置するには不向きである。また、所定のサンプリング期間の経過ごとに直流電流をコイルに供給して温度補償を行っているので、この温度補償の間には、変位の検出を行うことができない。例えば、内燃機関のバルブの変位を検出する場合、継続して変位の検出を行う必要がある、特許文献1の技術を使用することはできない。

【0006】

本発明は、回路構成を簡略化することができる上に温度補償を行いながら継続的に変位を検出することができる変位センサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様の変位センサは、継続して発振している自励式発振手段を有している。この自励式発振手段は、コイルとコンデンサとからなる並列共振手段と、増幅手段とを、備えている。増幅手段は、前記共振手段が出力側に設けられ、前記共振手段の出力が入力側に帰還されている。この自励式発振手段では、コイルに対する被測定物の位置の変化によって前記増幅手段の出力レベルが変化する。渦電流式変位センサの場合、被測定物のコイルに対する位置の変化に従って、増幅手段の出力レベルが変化する。発振手段の発振方式としては所謂LC発振、例えばコルピッツ型発振、ハートレー型発振、クラップ型発振、コレクタ同調型反結合発振、ベース同調型反結合発振や、これらの変形型と公知の種々のものを使用できる。直流供給手段が、前記コイルに継続的に直流信号を供給する。前記コイルの直流抵抗値の変化を、抵抗値検出手段が、前記コイルを流れる前記直流信号による電圧降下から検出する。前記コイルの直流抵抗値は、周囲環境の温度変化に従って変化する。前記抵抗値検出手段の出力に基づいて前記増幅手段の出力レベルを制御手段が調整する。

【0008】

上記のように構成した変位センサでは、自励式の発振手段を使用しているので、回路構成を簡略化することができる。更に、継続して発振している自励式発振手段を使用している上に、継続的に直流信号を自励式発振手段のコイルに供給しているので、抵抗値を検出するために自励式発振手段の発振を停止させる必要が無く、継続して変位を検出することができる。

【0009】

前記直流供給手段は、前記コイルに定電流を供給する定電流源とすることができる。この場合、前記抵抗値検出手段は、前記コイルに発生する直流電圧を検出するフィルタ手段である。

【0010】

このように構成すると、直流成分のみがフィルタ手段によって検出され、交流成分の影響を受けずに、抵抗値を検出することができる。

【0011】

上記の態様において、前記増幅手段は、第1乃至第3の電極を有し、第1及び第2の電極間の信号に従って第1及び第3の電極間の導電状態を変化させる能動素子を有するものとする。この場合、第1及び第2の電極間に設けられた電流調整手段が前記制御手段によって制御される。能動素子としては、例えばバイポーラトランジスタや電界効果トランジスタを使用することができる。

【0012】

このように構成すると、能動素子の第1及び第3の電極間に流れる電流を制御することにより発振手段の利得を調整することができ、その結果コイルの温度補償を行うことができ、しかも自励式発振手段は安定した発振状態を保つ。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0013】

以上のように、本発明によれば、変位センサの回路構成を簡略化することができる上に温度検出と温度補償しながら、継続的に変位を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の1実施形態の変位センサの回路図である。

【図2】図1の変位センサにおける被測定物とコイルとの関係を示す図である。

【図3】図1の変位センサのコイルの抵抗値の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の一実施形態の変位センサは、例えば渦電流式変位センサで、図1に示すように自励式発振手段、例えばコルピッツ発振回路2を有している。コルピッツ発振回路2は、並列共振手段、例えば並列共振回路4を有し、この並列共振回路4は、コイル6と、直列に接続された2つのコンデンサ8、10とを、並列に接続したもので、所定の周波数で並列共振するように、コイル6、コンデンサ8、10の値が選択されている。さらに、コルピッツ発振回路2は、能動素子、例えばバイポーラトランジスタ、具体的にはNPNトランジスタ12も有している。NPNトランジスタ12は、第1の電極、例えばベースと、第2の電極、例えばエミッタと、第3の電極、例えばコレクタとを有し、図示していないバイアス回路によって適切なバイアスが与えられている。さらに、NPNトランジスタ12は、例えばベース接地回路として動作するように、図示していないコンデンサによって基準電位、例えば接地電位に接続されている。

【0016】

並列共振回路4の一端は、接地電位に接続され、並列共振回路10の他端は、直流阻止コンデンサ14を介してNPNトランジスタ12のコレクタに接続されている。トランジスタ12のエミッタは、コンデンサ8と10との相互接続点に接続されている。従って、図示していないコンデンサによって高周波的に接続されているベース・コレクタ間に発生した出力の一部がエミッタ側に帰還されている。コレクタは、インピーダンス素子からなる負荷16を介して電源端子、例えば正の電源端子18に接続され、さらに出力端子20に接続されている。また、エミッタは、上述したバイアス回路の一部をなす電流調整手段、例えば可変電流源22を介して接地電位に接続されている。

【0017】

このコルピッツ発振回路2は、並列共振回路10の並列共振周波数によって決まる発振周波数で継続して発振し、出力端子20から、その発振出力が取り出される。図2に示すようにコイル6に対する被測定物、例えば船舶のエンジンのバルブ24の位置が変化すると、例えば接近すると、従来技術に関連して説明したように、コイル6のインピーダンスが変化し、出力端子20に生じる発振出力のレベルが変化する。このレベルの変化を図示しない検出手段によって検出し、バルブ24の変位を検出する。

【0018】

図3に示すように、コイル6の抵抗値やバルブ24の固有抵抗値が周囲環境の温度変化に従って変化するので、これを放置すると、出力端子20からの発振出力のレベルが変化し、正確にバルブ24の変位を検出することができない。特に、周囲温度が摂氏零度以下から100度以上の温度に変化する環境下では、この発振出力のレベルが大きく変化する。そこで、この実施形態では、直流供給手段、例えば定電流源26が、コイル6の一端に接続されている。この定電流源26は正の電源端子に一端が接続され、他端がコイル6の一端に接続されている。この定電流源26からの直流信号、例えば直流電流がコイル6を介して接地電位に継続して流れる。この直流電流がNPNトランジスタ12のコレクタに流れることを阻止するため等に直流阻止コンデンサ14が設けられている。

【0019】

周囲環境の温度変化があると、コイル6の抵抗値が変化し、定電流源26からの直流電

10

20

30

40

50

流によってコイル6の両端間に発生している直流電圧の値が変化する。この直流電圧を検出するために、抵抗値検出手段、例えばローパスフィルタ30がコイル6の両端間に接続されている。ローパスフィルタ30は、例えば抵抗器32とコンデンサ34とからなるRCローパスフィルタである。ローパスフィルタ30を使用するのは、コルピッツ発振回路2の発振信号を検出することを阻止するためである。このローパスフィルタ30の出力信号は、増幅手段、例えば直流増幅器36によって増幅され、制御手段、例えばマイクロプロセッサ38に供給される。マイクロプロセッサ38では、増幅器36の出力信号をデジタル化し、温度と線形関係を持つように非線形補正し、その補正値を予め定めた基準値と比較し、例えば基準とする温度における補正値と比較し、制御信号を生成する。この制御信号は、NPNトランジスタ12のエミッタに設けた可変電流源22に供給され、NPNトランジスタ12のエミッタから引き出す電流、ひいてはコレクタに吸い込まれる電流を制御する。これによって、出力端子20に生じる発振出力のレベルは周囲温度の影響を受けず、線形性を保ったまま変位計測を行うことができる。例えば、発振出力のレベルが1.2倍になる電流をNPNトランジスタ12に供給すると、バルブ24の測定しようとするストロークの全域で発振出力のレベルもほぼ1.2倍となり、線形関係を保つ。

10

20

30

40

50

【0020】

例えば基準温度よりも周囲環境の温度が高く、コイル6の抵抗値が大きくなっている場合、発振出力レベルが小さくなるので、可変電流源22の電流を大きくし、発振エネルギーを増大することにより、発振出力レベルを大きくする。逆に、基準温度よりも周囲環境の温度が低く、コイルの抵抗値が小さくなって、発振出力レベルが大きくなったときには、可変電流源22の電流を小さくして、発振出力レベルを小さくする。しかも、可変電流源22の電流値と発振出力レベルの間には、線形関係があり、マイクロコンピュータ可変電流源22の制御が容易になる。

【0021】

このようにして、周囲環境の温度変化があっても、変位センサの出力レベルに対して温度補償することができる。しかも、この温度補償は、所定の時間ごとに行われるのではなく、継続して行われるので、精密に温度補償を行うことができるし、発振回路2の発振を温度補償のために停止させる必要が無く、継続して変位を検出することができ、精密に変位を検出することができる。例えば、サーミスタ等を使用して温度補償しながら、継続して変位を検出することは可能であるが、その場合、部品点数が増加し、変位センサの構成が複雑になる上に、部品点数が増加した分だけ変位センサの故障率が増加するので、サーミスタ等の使用は望ましくない。また、温度による発振レベルの変化を、発振器の発振レベルを増減させて補正するのでは無く、発振器の出力を掛け算回路に入れ掛け算の一項とし、他項を温度による係数とする事で補正する事もできるが、回路が複雑になる上、コストも上昇する。これに対し、この変位センサでは、可変電流源22を制御することによってエミッタ電流、ひいてはコレクタ電流を変化させているので、発振状態を安定させたまま発振信号の出力レベルを変化させることができるため、回路構成が簡単で、コスト的にも有利である。

【0022】

上記の実施形態では、渦電流式変位センサに本発明を実施したが、他の型式、例えば差動変圧式変位センサに本発明を実施することもできる。上記の実施形態では、バルブ24の変位を検出したが、これに限ったものではなく、他の被測定物の変位を検出するのに、本発明による変位センサを使用することができる。また、上記の実施形態では、コルピッツ発振回路2を使用した。これに限ったものではなく、公知の自励式発振回路、例えばクラップ発振回路やハートレー発振回路等も使用することができる。また、上記の実施形態では、NPNトランジスタ12を使用した。PNPトランジスタを使用することもできるし、FETを使用することもできる。またNPNトランジスタ12はベース接地方式で動作させたが、エミッタ接地方式で動作させることもできる。上記の実施形態ではRCローパスフィルタ30を使用した。演算増幅器と抵抗器及びコンデンサとを使用した能動ローパスフィルタを使用することもできるし、LCローパスフィルタを使用することも

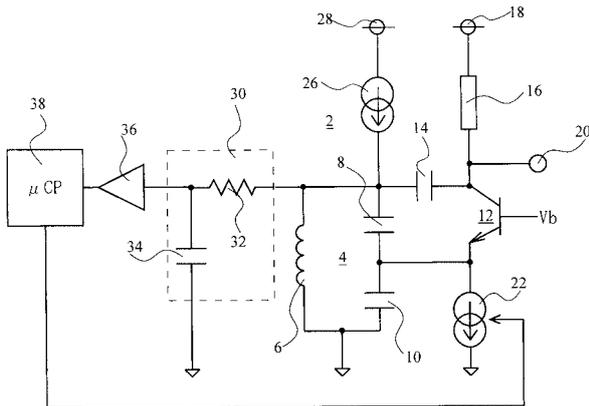
できる。上記の実施形態では、可変電流源 2 2 を電流調整手段として使用したが、NPN トランジスタのエミッタに抵抗器の一端を接続し、他端を可変電圧源を介して接地するように構成して電流調整手段として使用することもできる。或いはNPN トランジスタ 1 2 のエミッタをエミッタ抵抗器を介して接地し、ベース電圧を変化させることによって電流を調整することによって電流調整手段を構成することもできる。上記の実施形態では、マイクロプロセッサ 3 8 を用いて直流増幅器 3 6 の出力をデジタル化して、可変電流源 2 2 を制御したが、直流増幅器 3 6 の出力をそのままアナログ方式で構成した線形補正回路に供給し、この線形補正回路の出力をアナログ型式で構成した比較器に供給し、その比較器の出力を可変電流源 2 2 に供給するように構成することもできる。

【符号の説明】

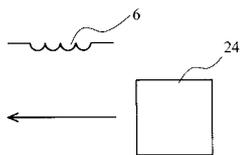
【0023】

- 2 コルピッツ発振回路（自励式発振手段）
- 4 並列共振回路（並列共振手段）
- 6 コイル
- 8、10 コンデンサ
- 26 定電流源（直流供給手段）
- 30 RCローパスフィルタ（抵抗値検出手段）
- 38 マイクロプロセッサ（制御手段）

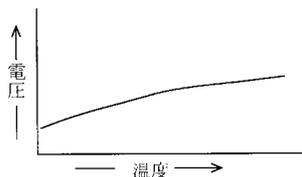
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 東城 孝一

兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番地55 新光電機株式会社内

(72)発明者 加藤 英雄

兵庫県神戸市西区福吉台1丁目1617番1 ナブテスコ株式会社 西神工場内

(72)発明者 久保山 豊

兵庫県神戸市西区福吉台1丁目1617番1 ナブテスコ株式会社 西神工場内

Fターム(参考) 2F077 AA13 CC02 FF31 FF39 TT05 TT07 TT87 UU05