

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3776232号

(P3776232)

(45) 発行日 平成18年5月17日(2006.5.17)

(24) 登録日 平成18年3月3日(2006.3.3)

(51) Int. Cl.		F I		
GO 1 L	5/10	(2006.01)	GO 1 L	5/10 C
GO 1 H	13/00	(2006.01)	GO 1 H	13/00

請求項の数 10 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-58894 (22) 出願日 平成10年2月24日(1998.2.24) (65) 公開番号 特開平11-241961 (43) 公開日 平成11年9月7日(1999.9.7) 審査請求日 平成13年1月18日(2001.1.18) 審判番号 不服2003-8590(P2003-8590/J1) 審判請求日 平成15年5月15日(2003.5.15)</p>	<p>(73) 特許権者 592097956 株式会社河内研究所 東京都西東京市ひばりが丘北2-5-18 (73) 特許権者 000115245 ゲイツ・ユニッタ・アジア株式会社 大阪府大阪市浪速区桜川4丁目4番26号 (74) 代理人 100084870 弁理士 田中 香樹 (74) 代理人 100079289 弁理士 平木 道人 (74) 代理人 100119688 弁理士 田邊 壽二 (72) 発明者 河内 淨 東京都保谷市ひばりが丘北2-5-18 株式会社 河内研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 固有振動数測定装置および張力測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクログフォンで検出された被測定物の振動波形に基づいて該被測定物の固有振動数を測定する固有振動数測定装置において、

前記マイクログフォンで検出された振動波形を増幅する増幅手段と、

前記増幅手段で増幅された振動波形を予定のスレッシュホールドに従って波形整形する波形整形手段と、

前記波形整形手段で波形整形された振動波形に基づいて前記被測定物の固有振動数を検出する演算手段と、

前記波形整形手段から出力される振動波形の、前記被測定物の固有振動数の最大周期である測定時間内に前記波形整形手段から出力される振動波形のピーク数が基準ピーク数より多い場合は高レベル検出結果を、少ない場合は低レベル検出結果を暗騒音レベルとして出力する暗騒音レベル検出手段と、

前記高レベル検出結果にตอบสนองして増幅ゲインを低減させ、低レベル検出結果にตอบสนองして前記増幅手段の増幅ゲインを増大させるゲイン調整手段と、

該固有振動数測定装置に電源を投入して前記増幅手段、前記演算手段、前記暗騒音レベル検出手段、および前記ゲイン調整手段を付勢し、前記増幅ゲインの調整を開始させる電源スイッチと、

前記増幅ゲインの調整を停止させて増幅ゲインを固定するとともに、その後前記波形整形手段から入力された振動波形に基づき、前記演算手段で固有振動数の検出動作を開始

10

20

させる測定スイッチとを具備したことを特徴とする固有振動数測定装置。

【請求項 2】

マイクロフォンで検出された被測定物の振動波形に基づいて該被測定物の固有振動数を測定する固有振動数測定装置において、

前記マイクロフォンで検出された振動波形を増幅する増幅手段と、

前記増幅手段で増幅された振動波形を予定のスレッシュホールドに従って波形整形する波形整形手段と、

前記波形整形手段で波形整形された振動波形に基づいて前記被測定物の固有振動数を検出する演算手段と、

前記被測定物の固有振動数の最大周期である測定時間内に前記波形整形手段から出力される振動波形のピーク間隔が基準ピーク間隔より短い場合は高レベル検出結果を、長い場合は低レベル検出結果を暗騒音レベルとして出力する暗騒音レベル検出手段と、

前記高レベル検出結果にตอบสนองして増幅ゲインを低減させ、低レベル検出結果にตอบสนองして前記増幅手段の増幅ゲインを増大させるゲイン調整手段と、

該固有振動数測定装置に電源を投入して前記増幅手段、前記演算手段、前記暗騒音レベル検出手段、および前記ゲイン調整手段を付勢し、前記増幅ゲインの調整を開始させる電源スイッチと、

前記増幅ゲインの調整を停止させて増幅ゲインを固定するとともに、その後前記波形整形手段から入力された振動波形に基づき、前記演算手段で固有振動数の検出動作を開始させる測定スイッチとを具備したことを特徴とする固有振動数測定装置。

10

20

【請求項 3】

前記波形整形手段のスレッシュホールドを複数段階設定するとともに、

前記暗騒音レベル検出手段では、前記波形整形手段のそれぞれのスレッシュホールドで波形整形された出力波形の予定測定時間内のピーク数に基づいて暗騒音レベルを出力するように構成されたことを特徴とする請求項 1 記載の固有振動数測定装置。

【請求項 4】

前記波形整形手段のスレッシュホールドを複数段階設定するとともに、

前記暗騒音レベル検出手段では、前記波形整形手段のそれぞれのスレッシュホールドで波形整形された予定測定時間内の出力波形のピーク間隔に基づいて暗騒音レベルを出力するように構成されたことを特徴とする請求項 2 記載の固有振動数測定装置。

30

【請求項 5】

前記増幅手段がオペアンプであって、

前記ゲイン調整手段が、前記オペアンプの帰還回路中に設けられた抵抗の抵抗値を変化させることによって前記増幅ゲインを増減させるように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の固有振動数測定装置。

【請求項 6】

前記抵抗が複数の抵抗からなる抵抗群であって、かつ該複数の抵抗の接続を切り替えて合成抵抗値を選択するスイッチ手段を具備し、

前記ゲイン調整手段が、前記スイッチ手段を切替えることにより増幅ゲインを増減させるように構成されていることを特徴とする請求項 5 記載の固有振動数測定装置。

40

【請求項 7】

前記抵抗が光量に応じて抵抗値が変化する光電変換素子であり、前記ゲイン調整手段が、前記光電変換素子と対をなす発光素子の光量を変化させることにより前記抵抗値を変化させるように構成されていることを特徴とする請求項 5 記載の固有振動数測定装置。

【請求項 8】

前記増幅手段がオペアンプであって、

前記オペアンプの帰還回路中に設けられたコンデンサの容量を変化させることによってカットオフ周波数を変化させ、測定対象周波数に対する前記増幅ゲインを増減させるように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の固有振動数測定装置。

50

【請求項 9】

前記コンデンサが複数のコンデンサからなるコンデンサ群であって、かつ該複数のコンデンサの接続を切り替えて合成容量を選択するスイッチ手段を具備し、

前記ゲイン調整手段が、前記スイッチ手段を切替えることにより増幅ゲインを増減させるように構成されていることを特徴とする請求項 8 記載の固有振動数測定装置。

【請求項 10】

前記被測定物が、2 点間に架けられた帯状または線状物体であって、

請求項 1 ~ 9 に記載された固有振動数測定装置で検出された固有振動数をもとに所定の算出式を使用して前記帯状または線状物体の張力を算出する張力算出手段を具備したことを特徴とする張力測定装置。

10

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は固有振動数測定装置および張力測定装置に関し、特に、2 点間に架けられた帯状および線状物体等の固有振動数を測定する測定装置および固有振動数に基づいて張力測定する張力測定装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

動力を伝達したり物品を搬送したりするためベルト装置が使用されることが多い。このベルト装置においては、使用されているベルトの張力は予定の値を維持するように管理されて 20
いて、ベルト張力が予定値から外れると、動力の伝達効率が低下したり搬送状態の安定性が損なわれたりする。また、ベルトの特性にあった張力が与えられていないと、ベルト自体の寿命も低下する。

【0003】

このようなベルト張力の管理の重要性に鑑み、本出願人は、ベルト張力を簡易に測定できる張力測定装置を提案している（特公平 6 - 63825 号公報）。この張力測定装置は、マイクロフォン（以下、単に「マイク」という）で検出された被測定物（ベルト）の振動波形の周期を測定する手段と、測定された周期の変動が予定範囲内にある連続した複数の波形からなる波形群を特定する手段と、この波形群を代表する波形の周期または周波数に基づいて張力を演算する手段とから構成されている。 30

【0004】

2 点間に張られたベルトに衝撃を加えて振動させると、このベルトは当初、高調波成分や衝撃成分を含んだ不規則な波形で振動するが、やがて時間の経過とともにそのベルトに固有の規則的な波形、すなわち、基本波形のみの固有振動数で振動するようになる。

【0005】

上記張力測定装置は、このような現象の実験的確認に鑑みてなされたもので、前記固有振動による規則的な波形（すなわち周期の変動が予定範囲内にある波形）が連続した波形群を固有振動による規則的な波形として検出する。そして、この波形の周期に基づいて固有振動数が算出され、さらにこの固有振動数に基づいてベルト張力が算出される。

【0006】

40

【発明が解決しようとする課題】

上記の張力測定装置では、解決すべき次の課題がある。上記張力測定装置において、マイクで音波としてとらえられたベルトの振動は、その振動周期を測定する処理のため、予定のスレッシュホールドレベルに従って波形整形される。ベルトの振動はマイクの増幅器によって増幅された後、前記波形整形器に入力される。

【0007】

ここで、前記増幅器の感度が低いと、入力される振動レベルがスレッシュホールドレベルに達せず、波形整形器によって正しい出力が得られない。一方、前記増幅器の感度が高すぎた場合には、暗騒音を拾ってしまう。このため、増幅器のゲインを適正值に設定する必要があり、例えば、入力信号がスレッシュホールドレベルを超過したかどうかを示す表示灯を設け 50

、この表示灯の点灯状態を監視しながらゲイン調整をすることが考えられる。

【0008】

しかし、このように表示灯を監視しながら手動でゲイン調整を行うのは、測定者にとって負担が大きいだけでなく、測定者によって判断のばらつきが生じるおそれがあり、張力を常に正確な値に管理することができないという問題点がある。

【0009】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、暗騒音の影響を自動的に排除して被測定物の振動を正しく検知できるようにした固有振動数測定装置および張力測定装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の問題点を解決するための本発明は、マイクで検出された被測定物の振動波形に基づいて該被測定物の固有振動数を測定する固有振動数測定装置において、前記マイクで検出された振動波形を増幅する増幅手段と、前記増幅手段で増幅された振動波形を予定のスレッシュホールドに従って波形整形する波形整形手段と、前記波形整形手段で波形整形された振動波形に基づいて前記被測定物の固有振動数を検出する演算手段と、前記波形整形手段から出力される振動波形から暗騒音のレベルを検出する暗騒音レベル検出手段と、前記暗騒音レベルが基準レベルより高い場合は低い方に、該暗騒音レベルが基準レベルより低い場合は高い方に前記増幅手段の増幅ゲインを自動調整するゲイン調整手段とを具備した点に特徴がある。

【0011】

この特徴によれば、暗騒音レベルが高い場合は入力される振動波形の増幅ゲインを小さくでき、暗騒音レベルが低い場合は入力される振動波形の増幅ゲインを大きくできるので、マイクから入力される暗騒音の波形信号を、被測定対象の振動波形の検出の障害とならない限界まで低下できる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明を詳細に説明する。図1は本発明の一実施例を示す張力測定装置のハード構成を示すブロック図である。図1において、軸間距離Lで配置されたプーリ1a、1bに架けられているベルト2に対向してマイク3が配置されている。マイク3で検出された波動は、フィルタ4に入力される。フィルタ4では、入力された波形信号から高周波のノイズ成分を除去する。ノイズが除去された波形信号は増幅器12で増幅された後、コンパレータ5に供給される。コンパレータ5は、スレッシュホールドに従って入力波形を2値化信号に変換する波形整形手段であって、矩形波信号を出力する。増幅器12にはゲイン調整器13が設けられており、コンパレータ5の出力波形に基づいて自動的に増幅器12のゲインを調整する。

【0013】

前記コンパレータ5の出力信号は微分回路6に入力され、この微分回路6は、波形の立上がりおよび立下がりのエッジ検出信号を出力する。このエッジ検出信号のうち、例えば立上がりのエッジ検出信号が、遅延回路7、ラッチ8、およびフリップフロップ(F/F)9に入力される。クロックカウンタ10は、図示しないパルス発生装置から供給されるクロックパルス(CK)を計数する。前記エッジ検出信号に応答して、ラッチ8はクロックカウンタ10の値を取込む。また、遅延回路7は前記エッジ検出信号を所定時間遅らせてクロックカウンタ10に供給する。遅延された信号はクロックカウンタ10のリセット端子に接続され、遅延された信号によってクロックカウンタ10の値がリセットされる。

【0014】

フリップフロップ9は、前記エッジ検出信号によってセットされる。フリップフロップ9の出力状態は、マイコン11で識別される。マイコン11はフリップフロップ9のセットを検出し、これによってクロックカウンタ10の値がラッチ8に保持されたことを認識する。マイコン11は、この認識結果に基づいてラッチ8からカウンタ値を取込み、該マイ

10

20

30

40

50

コン 1 1 内のメモリに格納する。マイコン 1 1 はカウンタ値をラッチ 8 から取込んだ後はクリア信号を出力してフリップフロップ 9 をリセットする。前記マイコン 1 1 内のメモリには、マイク 3 で検出された振動波形に基づいて得られたコンパレータ 5 の出力波形（矩形波）の 1 サイクル毎の周期が、クロックカウンタ 1 0 のカウンタ値として記憶される。

【 0 0 1 5 】

以上の構成において、図示しない打撃手段でベルト 2 に衝撃を加えると、この衝撃によるベルト 2 の振動はマイク 3 で検出され、この振動の各サイクルの周期が前記マイコン 1 1 内に記憶される。ベルト 2 の振動は、最初は衝撃や高調波成分を含んだ不規則な波形であるが、しだいに規則的な波形が連続するようになり、この波形が、プーリ 1 a , 1 b に架けられたベルト 2 の固有振動数と認められる。マイコン 1 1 は、取込んだカウンタ値に基づいて規則的な波形すなわち固有振動数を検出する機能、および検出された規則的な波形の周波数に基づいて所定の張力算出式によりベルト 2 の張力を算出する機能を有する。これらの機能は、前記特公平 6 - 6 3 8 2 5 号公報に詳細に開示されており、かつ本発明の要部ではないので説明は省略する。

【 0 0 1 6 】

次に、前記ゲイン調整器 1 3 の具体例を説明する。まず、ゲイン調整器 1 3 の動作概要を説明する。ゲイン調整器 1 3 では、コンパレータ 5 の出力信号を一定時間監視する。この監視動作は、例えば、前記ベルト 2 の張力測定前に実行される。この監視動作により、コンパレータ 5 の出力信号が予定の回数以上現れるような場合、つまり暗騒音検出レベルが高い場合には増幅器 1 2 のゲインを低下させる。一方、検出されたコンパレータ 5 の出力信号が予定の回数以下であれば、暗騒音検出レベルが低く、所望の振動波形をも検出できないおそれがあるためゲインを増大させる。例えば、コンパレータ 5 のスレッシュホールドを超えるような信号が全く検出されないようであればゲインを上げ、一方、このような信号が 3 回以上検出されるようであればゲインを下げる。

【 0 0 1 7 】

図 8 は、ゲイン調整器 1 3 の動作を説明するための図であり、暗騒音の波形の一例を示す図である。同図において、暗騒音を一定時間 T の間抽出する。この時間 T はベルト 2 等の被測定物の固有振動数の周期の最大値に設定するのがよい。すなわち、被対象物の固有振動の最大周期内に数個検出されるだけの暗騒音は、その周期よりも小さい周期（つまり高周波数）である被測定物の固有振動数を測定する時の障害にはならないからである。例えば、被測定物の固有振動数の周波数が 1 0 ~ 3 0 0 H z である場合を想定すると、最大周期は周波数 1 0 H z に対応する時間、つまり 0 . 1 秒となる。この時間 T 内にスレッシュホールド T_h を超過する暗騒音の波形のピーク P が予定回数（例えば 2 回）検出される程度にゲインを設定するのがよい。

【 0 0 1 8 】

図 2 は、ゲイン調整器 1 3 の具体的な構成を示す回路図である。同図において、増幅器としてのオペアンプ 1 2 のゲインを決定するため、該オペアンプ 1 2 のマイナス入力と接地間に抵抗 R_0 が設けられ、かつオペアンプ 1 2 の出力およびマイナス入力間には抵抗 R_1 , R_2 , R_3 , R_4 が設けられている。これらの抵抗 $R_0 \sim R_4$ によって、 $(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) / R_0$ で算出される値に比例したゲインが与えられる。各抵抗 $R_1 \sim R_4$ の両端にはスイッチ SW_1 , SW_2 , SW_3 , SW_4 がそれぞれ設けられており、これらのスイッチの切替えによってゲインが調整される。スイッチ $SW_1 \sim SW_4$ は CPU 1 4 から各スイッチ $SW_1 \sim SW_4$ に入力される信号 $s_1 \sim s_4$ が「1」のときに「閉」側に切替えられる。すべてのスイッチ $SW_1 \sim SW_4$ が閉じた時、つまり抵抗 R_1 , R_2 , R_3 , R_4 の合成抵抗値 R が「0」のときにゲインは最小値に設定される。

【 0 0 1 9 】

カウンタ 1 5 はコンパレータ 5 の出力信号のハイレベルつまり「1」の数を計数し、予め設定された時間 T 毎に計数値 C を出力する。CPU 1 4 はカウンタ 1 5 から入力された計数値に従って信号 $s_1 \sim s_4$ の組み合わせを変化させてオペアンプ 1 2 のゲインを調整する。例えば、初期状態ではゲインが中程度となるように信号 $s_1 \sim s_4$ の値を決定してお

10

20

30

40

50

き、前記計数値に応じてゲインを増減する。

【0020】

図3は、前記計数値に応じてゲインを調整するためのCPU14の要部機能を示すブロック図である。同図において、比較部141はカウンタ15からの計数値Cを基準値C_{ref}と比較する。この比較結果により、計数値Cの方が大きい場合はゲインを下げる信号decを出力し、計数値Cの方が小さい場合はゲインを上げる信号incを出力する。組合せ設定部142はこれらの信号decまたはincに応答して、前記信号s₁～s₄の値の組み合わせを、ゲインを上下させるための予定の組合せに設定する。信号s₁～s₄の組み合わせにより「0000」～「1110」まで15通りのゲインを設定できる。信号s₁～s₄が「0000」のときゲインは最大となり、信号s₁～s₄が「1110」のときゲインは最小となる。

10

【0021】

なお、前記基準値C_{ref}に不感帯つまり最適範囲を設けておき、この不感帯の範囲内であればゲインを変化させないようにすることもできる。具体的には基準値C_{ref}を2段階設けて、その段階の間を最適範囲とするとよい。

【0022】

また、前記基準値C_{ref}複数段階設け、各段階の基準値C_{ref}と計数値Cとを比較し、その大小の判断結果により増減するゲインの幅を変化させるようにしてもよい。例えば、計数値Cが、高低2段階の基準値C_{ref}の低い方よりもさらに小さい場合のゲイン増大量をG_{inc1}とし、計数値Cが、低い方の基準値C_{ref}よりは大きい、高い方の基準値C_{ref}よりは小さい場合のゲイン増大量をG_{inc2}としたとき、「ゲイン増大量G_{inc1}>ゲイン増大量G_{inc2}」のように設定する。こうすることにより、少ないゲイン調整回数で早く所望のゲインを設定することができる。さら基準値C_{ref}の段階を増やすことによって計数値Cが最適範囲より大きい場合にゲインを下げる構成を負荷できるのはもちろんである。

20

【0023】

上記第1の実施形態は、次のように変形できる。上述のように、比較部141の比較結果により信号s₁～s₄の組み合わせを1段階ずつ変化させた場合、暗騒音のレベルによっては多数回のゲイン調整が必要なことがあり、複数段階の基準値C_{ref}を設けても、必ずしも1回では最適なゲインを選択できないことがある。したがって、適当なゲイン選択のためには、コンパレータ5の信号の計数値を複数回読み込んで処理する必要がある。最適なゲインを予測することができれば、少ない回数の処理で適当なゲインを選択することができる。そこで、第1の実施形態を次のように変形して、最適なゲイン調整量を予測できるようにした。

30

【0024】

図4は上記実施形態の変形例を示す図である。この変形例では、コンパレータ5およびカウンタ15に加えて、第2のコンパレータ16と第2のカウンタ17を設け、第2のコンパレータ16のスレッシュホールドTh₂をコンパレータ5のスレッシュホールドThよりも小さい値に設定した。こうしておいて、CPU14では2つのカウンタ15、17からの値をそれぞれ基準値C_{ref}と比較するようにする。

40

【0025】

この比較の結果得られたカウンタ15および第2のカウンタ17双方からの計数値に基づいて最適なゲイン調整量を決定する。図13は、最適なゲイン調整量を決定するために用いるテーブルの一例である。同図において、カウンタ15の計数値C₁₅と第2のカウンタ17の計数値C₁₇の交差位置の値が最適なゲインである。例えば、計数値C₁₅が「0」で計数値C₁₇が「2」ならばゲインを4ステップ上げ、計数値C₁₅が「2」で計数値C₁₇が「3」ならばゲインを1ステップ上げる。また、計数値C₁₅が「3」で計数値C₁₇が「4以上」ならばゲインを1ステップ下げる。

【0026】

このように、暗騒音のレベルによりゲインの調整量を変化させるようにすれば、少ない回

50

数で最適なゲインを設定することができる。なお、計数值 C 15 と計数值 C 17 とに基づいてテーブルを参照してゲインを決定するのではなく、計数值 C 15 と計数值 C 17 とに基づいて予定の算出式を使用し、演算によりゲインを決定してもよい。

【 0 0 2 7 】

上述の例では、抵抗 R 0 ~ R 4 を直列接続したが、これらは並列接続でもよく、要は、増幅手段の帰還回路中に設けられた複数の抵抗の合成抵抗がスイッチ手段によって切り替えられるようになっていけばよい。

【 0 0 2 8 】

次に、本発明の第 2 実施形態を説明する。上述の実施形態では、複数の抵抗 R 1 ~ R 4 の組み合わせによってゲインを調整したが、この第 2 実施形態では、前記抵抗 R 1 ~ R 4 に代えて光量に応じて抵抗値が変化する光電変換素子を使用し、この光電変換素子の抵抗値によってオペアンプのゲインを調整するようにした。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、第 2 実施形態に係るゲイン調整器の構成を示す図である。同図において、オペアンプ 1 2 a の出力および入力間に光電変換素子 1 8 を設けた。光電変換素子 1 8 としては例えば硫化カドミウム (C d S) を使用できる。前記光電変換素子 1 8 との組み合わせでフォトカプラを構成する L E D 1 9 が設けられ、 C P U 1 4 は計数值 C に応じて前記 L E D 1 9 の光量を増大させるための信号 s 1 0 または前記 L E D 1 9 の光量を低減させるための信号 s 1 1 を出力する。

【 0 0 3 0 】

C P U 1 4 の、信号 s 1 0 の出力端子にはダイオード 2 0 のアノードが接続され、該ダイオード 2 0 のカソードは抵抗 2 1 の一端に接続されている。抵抗 2 1 の他端はオペアンプ 2 2 のプラス入力に接続され、さらに該プラス入力には抵抗 2 3 と、接地されたコンデンサ 2 4 とが接続されている。オペアンプ 2 2 の出力は前記 L E D 1 9 のアノードに接続され、該 L E D 1 9 のカソードは抵抗 2 5 を介して接地されている。前記オペアンプ 2 2 に接続された抵抗 2 3 の他端はダイオード 2 6 のアノードに接続され、該ダイオード 2 6 のカソードは前記 C P U 1 4 の、信号 s 1 1 の出力端子と接続されている。

【 0 0 3 1 】

C P U 1 4 からプラス信号 s 1 0 が出力されると、前記コンデンサ 2 4 には信号 s 1 0 の入力に応じて電荷が蓄積される。その結果、 L E D 1 9 の電流が増大して、光電変換素子 1 8 の抵抗値が低下し、オペアンプ 1 2 のゲインが低下する。コンデンサ 2 4 に蓄積される電荷は信号 s 1 0 の出力回数に応じて段階的に上昇し、それに伴ってオペアンプ 1 2 のゲインも段階的に増大する。一方、 C P U 1 4 から出力されるマイナス信号 s 1 1 によって、前記コンデンサ 2 4 に蓄積された電荷は放電する。コンデンサ 2 4 への電荷の蓄積量およびコンデンサ 2 4 からの電荷の放電量はコンデンサ 2 4 と抵抗 2 1 または抵抗 2 3 の時定数によって決定できる。

【 0 0 3 2 】

上記構成により、オペアンプ 1 2 a のゲインを適正值に調整するための C P U 1 4 の要部機能を図 6 に示す。本実施形態においても、第 1 実施形態と同様、コンパレータ 5 から出力される信号の「 1 」の数をカウンタ 1 5 によって計数するように構成し、図 6 に示すように、その計数值 C を C P U 1 4 の比較部 2 9 に入力する。比較部 2 9 は前記計数值 C を基準値 C ref と比較し、比較の結果、計数值 C の方が小さい場合は信号 s 1 0 を出力し、計数值 C の方が大きい場合は信号 s 1 1 を出力する。

【 0 0 3 3 】

続いて、本発明の第 3 実施形態を説明する。ベルト 2 等の張力測定のためにその振動を測定する場合、振動波形の高調波成分は不要であり、かつ誤検知の要因となる。そこで、前記増幅器 (オペアンプ) 1 2 では、不要な高調波成分をカットするようにすることが望ましい。この第 3 実施形態ではオペアンプ 1 2 の周波数 - ゲイン特性 (以下、単に「周波数特性」という) を変化させて、ベルト張力測定に不要な高調波成分をカットするようにした。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

図 1 2 は、オペアンプ 1 2 の周波数特性の一例を示す図である。同図 (a) に示す周波数特性において、被測定物つまりベルト等の測定対象周波数 f_m よりも高い周波数の騒音も高い増幅ゲインで増幅されることになる。そこで、図 1 2 (b) のように、カットオフ周波数領域 (最大ゲインからゲインが下がっている領域) に測定対象周波数 f_m が包含されるように周波数特性を変化させる。こうすることによって、測定対象周波数 f_m 以上の振動に対してはゲインを小さくすることができ、不必要な高調波成分をカットすることができる。

【 0 0 3 5 】

図 7 は、周波数特性を変化させるための要部回路図であり、図 5 と同符号は同一または同等部分を示す。ここでは、抵抗でゲインを調整するのに代えて、コンデンサの変化により測定周波数近傍でのゲイン調整をするようにしている。すなわち、オペアンプ 1 2 a の入力および出力間には抵抗 R が接続されているほか、コンデンサ C 1 , C 2 , C 3 , C 4 , C 5 が直列に接続されている。また、コンデンサ C 1 ~ C 5 はスイッチ S W 1 0 , S W 1 1 , S W 1 2 , S W 1 3 によって選択的に短絡させることができるように構成されている。

【 0 0 3 6 】

スイッチ S W 1 0 ~ S W 1 3 を閉じてコンデンサの容量を大きくしていくに従い、カットオフ周波数が低周波数側に移動するように周波数特性が変化する。オペアンプ 1 2 a の最大ゲインは抵抗 R によって決定されている。

【 0 0 3 7 】

スイッチ S W 1 0 ~ S W 1 3 は、CPU 1 4 からの信号 $s_1 \sim s_4$ によって開閉するが、ここでは、図 2 の場合とは異なり、信号 $s_1 \sim s_4$ が「 1 」のときにはスイッチ S W 1 0 ~ S W 1 3 が閉じるように構成する。信号 $s_1 \sim s_4$ が「 1 」のときにスイッチ S W 1 0 ~ S W 1 3 が閉じると、カットオフ周波数が高周波数側に移動して測定対象周波数でのゲインは高くなるように制御される。コンデンサ C 1 ~ C 5 の容量比を、2 進数の比「 1 : 2 : 4 : 8 : 1 6 」に設定すれば、少ないコンデンサの数でより多段階にゲインを調整することができる。なお、この第 3 実施形態によれば、コンパレータ 5 に入力される波形から高調波成分がカットされるので、フィルタ 4 (図 1) は省略することができる。

【 0 0 3 8 】

以上のように構成された張力測定器によって暗騒音を排除してベルト 2 の張力を測定する際の操作手順の一例を説明する。図 9 は張力測定器の操作パネルを示す図であり、図 1 0 は操作手順の一例を示すフローチャートである。ステップ S 1 では、張力測定器の電源スイッチ 1 0 0 をオンにする。この操作によって、マイク 3 から入力された波形信号のうち、コンパレータ 5 のスレッシュホールドを超過する暗騒音の波形信号のピーク数が前記 CPU 1 4 に読み込まれ、前記ゲイン調整器 1 3 によって暗騒音を排除するためのゲイン調整が行われる。ステップ S 2 では、前記電源スイッチ 1 0 0 とは別に、測定用に設けたスイッチ (測定スイッチ) 1 1 0 をオンにする。この測定スイッチのオン操作によってゲインは固定され、その後に入力される信号波形に基づいて、前記マイコン 1 1 でベルトの振動数が検出され、それに基づいてベルト張力が算出される。算出されたベルト張力の値は表示画面 1 2 0 に表示される。

【 0 0 3 9 】

なお、上述の実施形態では、CPU 1 4 は一定時間内にスレッシュホールドを超過した信号が予定個数となるようにゲインを調整するようにしたが、このほか、予定時間内に検出された暗騒音の、それぞれのピーク間隔つまりコンパレータ 5 の出力波形の周期に基づいてゲインを設定することができる。すなわち、被測定物の固有振動数として予定される振動の最大周期を基準値として、該基準値よりも前記ピーク間隔が小さい場合は暗騒音が多く検出されていると判断してゲインを低減させる。また、該基準値よりも前記ピーク間隔が大きい場合は検出される暗騒音が少ないことを意味し、測定時のベルトの振動波形をも検出できないおそれがあるので、この場合はゲインを増大させる。

10

20

30

40

50

【0040】

図11は、信号間隔を検出するためのCPU14の要部機能を示す図である。同図において、コンパレータ5の出力信号を一定時間Tの間カウンタ27に入力する。カウンタ27はクロックCKを計数しており、コンパレータ5からの入力にตอบสนองしてそのときの計数値PCを出力するとともに、その出力にตอบสนองして予定の遅延時間後に該カウンタ27はリセットされる。計数値PCは間隔判別部28に入力される。一定時間T内に間隔判別部28に入力された計数値PCは、基準の間隔PCrefと比較され、該基準の間隔PCrefよりも小さい計数値PCが存在している場合は、信号decを出力する。CPU14は、この信号decに基づいて、オペアンプ12, 12aのゲインを下げげるように、図2のスイッチSW1~SW4や、図7のスイッチSW10~SW13等を切り替えるように構成する。

10

【0041】

また、基準の間隔PCrefよりも小さい計数値PCが存在しなくなった場合は、検出信号incを出力する。CPU14は、この信号incに基づいて、オペアンプ12, 12aのゲインを上げるように、図2のスイッチSW1~SW4や、図7のスイッチSW10~SW13等を切り替えるように構成する。なお、基準の間隔PCrefは不感帯を有する最適範囲として設定し、計数値PCがこの不感帯から外れたときにゲインを変化されるようにすることもできる。

【0042】

なお、ゲインの設定段数すなわちスイッチSW1~SW4やスイッチSW10~SW13を切換える信号s1~s4は上記実施例に示した数に限らず、増減してもよいのもちろんである。

20

【0043】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、暗騒音の影響を受けないで、被対象物体の振動を検出することができるので、正確な固有振動数およびそれに基づく張力測定結果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る測定装置のハード構成を示すブロック図である。

【図2】 第1実施形態のゲイン調整器のハード構成ブロック図である。

30

【図3】 ゲイン調整器の要部機能を示す図である。

【図4】 第1実施形態の変形例に係るゲイン調整器のハード構成ブロック図である。

【図5】 第2実施形態の変形例に係るゲイン調整器のハード構成ブロック図である。

【図6】 ゲイン調整器の要部機能を示す図である。

【図7】 第3実施形態の変形例に係るゲイン調整器のハード構成ブロック図である。

【図8】 暗騒音の波形の一例を示す図である。

【図9】 張力測定器の操作パネルを示す図である。

【図10】 張力測定器の操作手順の一例を示すフローチャートである。

【図11】 暗騒音の信号間隔を検出するための要部機能を示す図である。

【図12】 周波数特性の一例を示す図である。

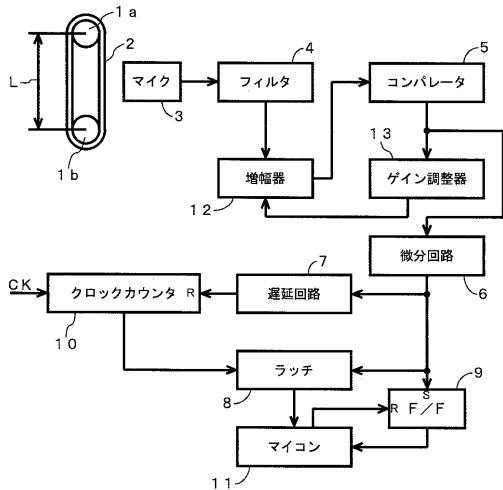
40

【図13】 最適ゲイン設定テーブルの一例を示す図である。

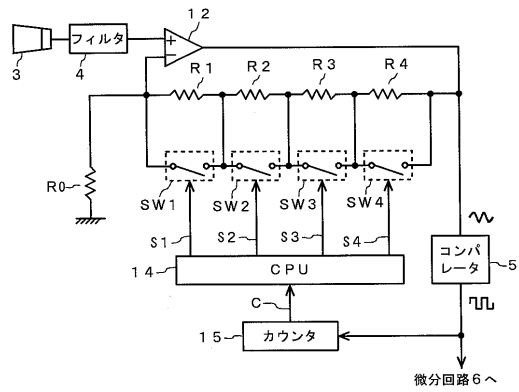
【符号の説明】

1a, 1b ... プーリ、 2 ... ベルト、 3 ... マイク、 4 ... フィルタ、 5 ... コンパレータ。
12 ... 増幅器、 13 ... ゲイン調整器、 14 ... CPU

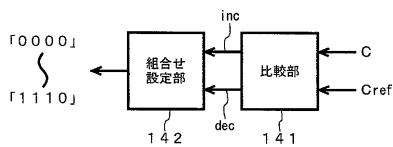
【図1】



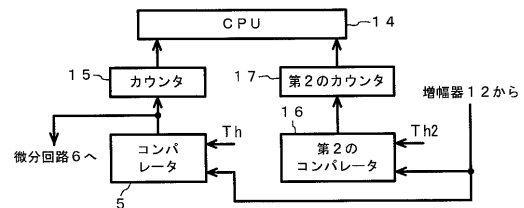
【図2】



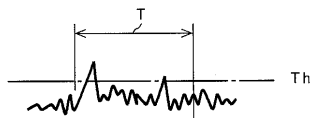
【図3】



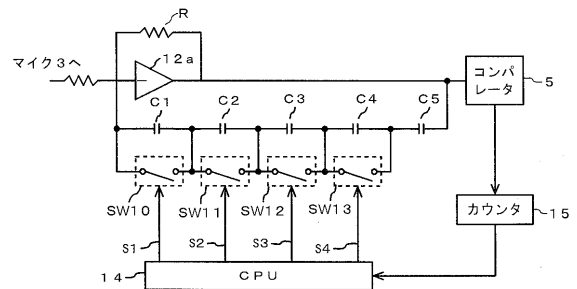
【図4】



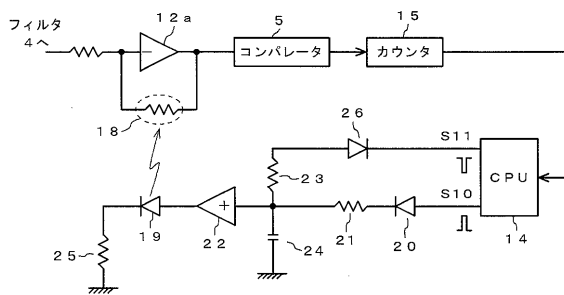
【図8】



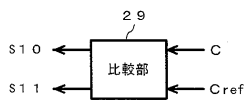
【図7】



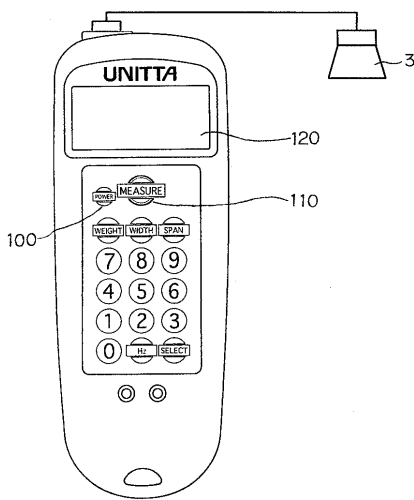
【図5】



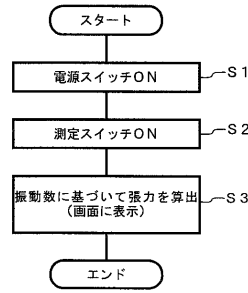
【図6】



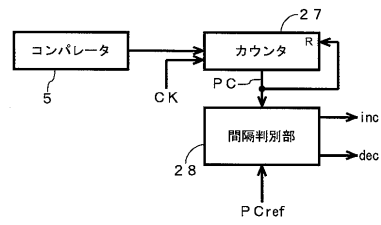
【図9】



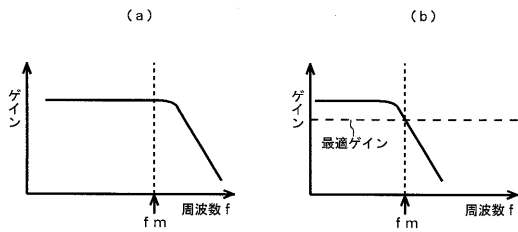
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

	C15	0	1	2	3	4<
C17	0	6	5	4	3	2
	1	5	4	3	2	1
	2	4	3	2	1	-1
	3	3	2	1	-1	-3
	4<	2	1	0	-1	-3

フロントページの続き

- (72)発明者 河内 隆
東京都保谷市ひばりが丘北2 - 5 - 18 株式会社 河内研究所内
- (72)発明者 市場 博之
奈良県大和郡山市池沢町172番地 ユニッタ株式会社奈良工場内
- (72)発明者 中村 晴彦
奈良県大和郡山市池沢町172番地 ユニッタ株式会社奈良工場内

合議体

- 審判長 杉野 裕幸
審判官 山川 雅也
審判官 後藤 時男

- (56)参考文献 特公平6 - 63825 (JP, B2)
特公昭63 - 67199 (JP, B1)
特開昭63 - 318807 (JP, A)
特開平9 - 22180 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L5/10
G01H13/00