

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4177460号
(P4177460)

(45) 発行日 平成20年11月5日(2008.11.5)

(24) 登録日 平成20年8月29日(2008.8.29)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 K 7/32 (2006.01)

G O 1 K 7/32

Z

G O 1 L 1/00 (2006.01)

G O 1 L 1/00

L

G O 1 R 23/04 (2006.01)

G O 1 R 23/04

Z

G O 1 R 23/07 (2006.01)

G O 1 R 23/07

G O 1 R 29/22 (2006.01)

G O 1 R 29/22

A

請求項の数 26 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-522270
 (86) (22) 出願日 平成9年11月13日(1997.11.13)
 (65) 公表番号 特表2001-505305(P2001-505305A)
 (43) 公表日 平成13年4月17日(2001.4.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB1997/003028
 (87) 国際公開番号 W01998/021818
 (87) 国際公開日 平成10年5月22日(1998.5.22)
 審査請求日 平成16年8月11日(2004.8.11)
 (31) 優先権主張番号 P0 3590
 (32) 優先日 平成8年11月13日(1996.11.13)
 (33) 優先権主張国 オーストラリア(AU)

(73) 特許権者

ロンズデール、アンソニー
 イギリス国・オーイクス15 6イーワイ
 ・オックスフォードシア・バンバリイ・バ
 ルスコット・バルスコット ミル・(番地
 なし)

(73) 特許権者

ロンズデール、ブライアン
 イギリス国・オーイクス15 6イーワイ
 ・オックスフォードシア・バンバリイ・バ
 ルスコット・バルスコット ミル・(番地
 なし)

(74) 代理人

弁理士 山川 政樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共振周波数をトラッキングする装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気共振構造の変化する共振周波数をトラッキングする装置であって、可変周波数発振器が前記共振構造の可能な共振周波数範囲を含む可変周波数の励起信号を与え、両方向 R F 伝送線路が前記可変周波数発振器と前記共振構造とを接続し、前記伝送線路に前記共振構造からの反射信号に比例した方向性結合器信号を発生させる方向性結合器を組み込み、前記方向性結合器信号が、可変周波数発振器の入力にフィードバック信号を与えるようにプロセッサによって調整され、前記励起信号の平均周波数が、前記共振構造の変化する共振周波数を連続的にトラッキングすることを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記の変化する共振周波数のトラッキングが、最初に前記共振構造の可能な共振周波数範囲を探索する第 1 の探索機能、および前記共振構造の共振が確定した後で、前記可変共振周波数が時間とともに変化するにつれてそれに追従する第 2 の追従機能の少なくとも 2 つの機能を含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記プロセッサが、前記方向性結合器信号を検出する検出器と、検出器の出力を位相に関して選択的に整流する同期整流器と、前記同期整流器を駆動する少なくとも 1 つのマスタ周波数出力を有する周波数源と、前記同期整流器からの出力を調整する積分器とを含み、前記積分器が、前記周波数源からの第 2 入力も受ける加算器に入力されて前記可変周波数発振器へのフィードバック信号を変調し、それにより前記追従機能を発揮する前記請求項

10

20

のいずれかに記載の装置。

【請求項 4】

前記周波数源からの前記第 2 入力、前記周波数源の前記マスタ周波数出力と同期している請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記周波数源が、前記マスタ周波数出力より大幅に低い探索周波数出力も与え、この探索周波数出力が前記積分器に入力され、したがってフィードバック信号がないときに、前記可変周波数発振器が、前記共振構造の前記の可能な共振周波数範囲全体を掃引する請求項 3 または 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記可変周波数発振器の出力を監視して前記電気共振構造の共振周波数を示す前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 7】

別法として、またはこれに加えて、前記積分器または加算器の出力からのアナログ信号を使用して、前記共振構造の共振周波数を示すことができる請求項 3 に記載の装置。

【請求項 8】

前記プロセッサが、前記方向性結合器からの前記方向性結合器信号および前記可変周波数発振器からの前記励起信号を受信して、位相に比例した直流出力を調整のために積分器に与えるダブルバランス・ミキサを含み、前記積分器の出力が可変周波数発振器への前記フィードバック信号を与え、それにより前記追従機能を発揮する前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 9】

電気共振構造が少なくとも部分的には圧電材料から構成される前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 10】

圧電材料が、石英または方向付けられた酸化亜鉛から選択される請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

電気共振構造が、少なくとも 1 つのインターディジタル・アレイを用いて電氣的に励起される前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 12】

少なくとも 1 つのインターディジタル・アレイを組み込んだ共振構造が、表面弾性波 (SAW) 共振器、またはシャロウ・バルク弾性波 (SBAW) 共振器などである請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

共振構造のインピーダンス変化が、インターディジタル・アレイのピッチの変化または共振構造の質量荷重から生じる前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 14】

インターディジタル・アレイのピッチの変化が共振構造のひずみから生じる請求項 13 に記載の装置。

【請求項 15】

共振構造がひずみを受ける表面上に取り付けられ、したがってひずみが前記共振構造に与えられる前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 16】

ひずみが、加えられた加重、加えられた曲げモーメント、加えられた圧力、温度によって引き起こされる熱膨張などの変位によって引き起こされる請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

ひずみが、特定の流体があるときの共振構造の表面への流体の吸収、または湿度などの物理量によって引き起こされる請求項 15 に記載の装置。

【請求項 18】

方向性結合器が、トランス結合器、マックスウエル・ブリッジ (ワイヤ・ライン) 結合器

10

20

30

40

50

、またはランゲ結合器である前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 19】

R F 伝送線路が非接触インライン結合器を組み込み、これを同調または非同調のトランス結合器、レーザ結合器、光学結合器、容量性結合器、あるいは R F 結合器とすることができ、前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 20】

R F 伝送線路が、周波数源と共振構造の間の連続的な電気導体である前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 21】

インライン結合器が非接触方式で前記励起信号を前記回転部材に伝送し、前記反射信号を前記回転部材から伝送されるようにし、電気共振構造がひずみを受ける回転部材の表面上に取り付けられる前記請求項のいずれかに記載の装置。

10

【請求項 22】

可変周波数発振器の出力インピーダンスが、前記の両方向 R F 伝送線路、共振構造、方向性結合器、およびインライン結合器のいずれか 1 つとほぼ共役に一致する前記請求項のいずれかに記載の装置。

【請求項 23】

2 つ以上の電気共振構造の変化する共振周波数をそれぞれトラッキングする 2 つ以上の装置を組み込んだ差分ひずみを測定するデバイスであって、各トラッキング装置が、その各共振構造の可能な共振周波数範囲を含む可変周波数の励起信号を与える可変周波数発振器と、前記可変周波数発振器と前記各共振構造を接続する両方向 R F 伝送線路とを含み、前記伝送線路が、前記各共振構造からの反射信号に比例した方向性結合器信号を発生させる方向性結合器を組み込み、前記方向性結合器信号が、プロセッサによって、可変周波数発振器の入力にフィードバック信号を与えるようになされ、前記励起信号の平均周波数が、前記各共振構造の変化する共振周波数を連続的にトラッキングすることを特徴とするデバイス。

20

【請求項 24】

前記 2 つ以上の装置の少なくとも 2 つの可変周波数発振器の出力が、前記差分ひずみに関係する差分周波数を示すためにその出力が使用されるミキサへの入力を提供する請求項 23 に記載のデバイス。

30

【請求項 25】

前記の装置それぞれの前記 2 つ以上の共振構造の共振周波数が互いに異なる請求項 23 または 24 に記載のデバイス。

【請求項 26】

前記 2 つ以上の共振構造がほぼ同じ共振周波数を有することができる請求項 23 または 24 に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、電気共振構造の変化する共振周波数をトラッキングする方法および装置に関する。さらに詳細には、本発明は、前記構造が駆動および感知用の電子装置から離れて取り付けられる利用分野に向けられている。

40

背景技術

本発明の技術と最も密接に関係する従来技術は、ルビジウム気体セル原子時計のルビジウム電子の励起周波数を決定する技術である（型式 304BR Rubidium Frequency Standard、Tracor Inc. 1968 に記載）。閉じた気体セル中のルビジウム原子は、非常に周波数の高い交番電磁場によって励起される。この周波数がルビジウム原子の外殻の電子のスピン周波数と正確に一致する場合に、電子はエネルギー状態を変化させることになる。この変化を測定するために、このセルに光放射を照射し、フォト・ダイオードで検出する。光の強さは、正しい周波数で原子が励起されたときに最低となる。この最低値を検出するために、励起周波数を共振の両側にわずかにずらし、光検出器の出力をフィードバック

50

として励起周波数に加え、最低値の光の強さを維持することができるようにする。
この従来技術の基本原理解は本発明と同様であるが、本発明の技術分野は完全に別であり、実施方法は完全に異なる。本発明の目的は、時間とともに連続的に変化する共振周波数を有する電気共振構造の共振周波数をトラッキングすることである。このような構造の一例は、発明者等のヨーロッパ特許第 0 5 1 8 9 0 0 号に記載の、ひずみまたは温度のセンサとして使用される表面弾性波 (S A W) 共振器である。

発明の概要

本発明の第 1 の態様は、電気共振構造の変化する共振周波数をトラッキングする装置であって、前記共振構造の可能な共振周波数範囲を含む可変周波数の励起信号を提供する可変周波数発振器と、前記可変周波数発振器と前記共振構造を接続する両方向 R F 伝送線路と、前記共振構造からの反射信号に比例した方向性結合器信号を発生させる、伝送線路に組み込まれた方向性結合器とを含み、前記方向性結合器信号が、可変周波数発振器の入力にフィードバック信号を与えるようにプロセッサによって調整され、前記励起信号の平均周波数が、前記共振構造の変化する共振周波数を連続的にトラッキングするようにすることを特徴とする装置である。

10

好ましくは、前記変化する共振周波数のトラッキングは、最初に前記共振構造の可能な共振周波数範囲を探索する第 1 の探索機能、および前記共振構造の共振が確定した後で、前記可変共振周波数が時間とともに変化するにつれてそれに追従する第 2 の追従機能の少なくとも 2 つの機能を含む。

好ましくは、第 1 の実施態様では、前記プロセッサは、前記方向性結合器信号を検出する検出器と、検出器の出力を位相に関して選択的に整流する同期整流器と、前記同期整流器を駆動する少なくとも 1 つのマスタ周波数出力を有する周波数源と、前記同期整流器からの出力を調整する積分器とを含み、前記積分器は、前記周波数源からの第 2 入力も受ける加算器に入力されて前記可変周波数発振器へのフィードバック信号を変調し、それにより前記追従機能を発揮する。前記周波数源からの前記第 2 入力は、前記周波数源の前記マスタ周波数出力と同期していることが好ましい。

20

好ましくは、前記周波数源は、前記マスタ周波数出力より大幅に低い探索周波数出力も提供する。この探索周波数出力は前記積分器に入力され、したがってフィードバック信号がないときに、前記可変周波数発振器は、前記共振構造の前記の可能な共振周波数範囲全体を掃引するようになされる。

30

好ましくは、前記電気共振構造の共振周波数を示すために、前記可変周波数発振器の出力を監視する。別法として、またはこれに加えて、前記積分器または加算器の出力からのアナログ信号を使用して、前記共振構造の共振周波数を示すこともできる。

好ましくは、第 2 の実施態様では、前記プロセッサは、前記方向性結合器からの前記方向性結合器信号および前記可変周波数発振器からの前記励起信号を受信して、位相に比例した直流出力を積分器に与え、可変周波数発振器へ前記フィードバック信号を与える前記積分器の出力を調整し、それにより前記追従機能を発揮するダブルバランス・ミキサを含む。

好ましくは、電気共振構造は、少なくとも部分的には圧電材料から構成される。適当な圧電材料としては、石英および方向付けられた酸化亜鉛がある。

40

好ましくは、電気共振構造は、少なくとも 1 つのインターディジタル・アレイ (I D A) を用いて電氣的に励起される。I D A を組み込む適当な共振構造は、表面弾性波 (S A W) 共振器、またはシャロウ・バルク弾性波 (S B A W) 共振器などである。好ましくは、共振構造のインピーダンスの変化は、I D A のピッチの変化または共振構造の質量荷重から生じる。

好ましくは、I D A のピッチの変化は、共振構造のひずみから生じる。

好ましくは、共振構造は、ひずみを受ける表面にしっかりと取り付けられ、したがってこのひずみは前記共振構造に与えられる。

前記表面のひずみは、加えられた加重、加えられた曲げモーメント、加えられた圧力、温度によって引き起こされる熱膨張などの物理量によって引き起こされるであろう。

50

共振構造の質量荷重は、特定の流体があるときの共振構造の表面への流体の吸収、または湿度などの物理量によって引き起こされるであろう。

好ましくは、方向性結合器は、トランス結合器、マックスウエル・ブリッジ（ワイヤ・ライン）結合器、またはランゲ結合器である。

好ましくは、RF伝送線路は非接触インライン結合器を組み込み、これは同調または非同調のトランス結合器、レーザ結合器、光学結合器、容量性結合器、あるいはRF結合器にすることができる。あるいは、RF伝送線路は、周波数源と共振構造の間の連続的な電気導体である。

好ましくは、電気共振構造は、インライン結合器が非接触方式で前記励起信号を前記回転部材に伝送し、前記反射信号を前記回転部材から伝送されることができるようにして、ひずみを受ける回転部材の表面上に取り付けられる。

10

好ましくは、可変周波数発振器の出力インピーダンスは、前記の両方向RF伝送線路、共振構造、方向性結合器、およびインライン結合器のいずれか1つとほぼ共役的に一致するものとする。

本発明の第2の態様は、2つ以上の電気共振構造の変化する共振周波数をそれぞれトラッキングする2つ以上の装置を組み込む、差分ひずみを測定するデバイスであって、その各共振構造の可能な共振周波数範囲を含む可変周波数の励起信号を提供する可変周波数発振器と、前記可変周波数発振器と前記各共振構造を接続する両方向RF伝送線路とを含み、前記伝送線路が、前記各共振構造からの反射信号に比例した方向性結合器信号を発生させる方向性結合器を組み込み、前記方向性結合器信号が、可変周波数発振器の入力にフィードバック信号を与えるようにプロセッサによって調整され、前記励起信号の平均周波数が、前記各共振構造の変化する共振周波数を連続的にトラッキングするようになされることを特徴とするデバイスである。

20

好ましくは、前記2つ以上の装置の少なくとも2つの可変周波数発振器の出力は、前記差分ひずみに関係する差分周波数を示すためにその出力が使用されるミキサへの入力を提供する。

好ましくは、前記の装置それぞれの前記2つ以上の共振構造の共振周波数は互いに異なる。別法として、前記2つ以上の共振構造は、ほぼ同じ共振周波数を有することもできる。

【図面の簡単な説明】

次に、例示を目的として添付の図面に関連して本発明を説明する。

30

第1図は、本発明の第1の実施形態を示す概略図である。

第2図は、追従機能を可能にするための、第1図に示す本発明の第1の実施形態のプロセッサの内部構成部品を示す概略図である。

第3図は、探索機能を可能にするための、第1図に示す本発明の第1の実施形態のプロセッサの内部構成部品を示す概略図である。

第4図は、本発明の第2の実施形態を示す概略図である。

発明を実行する方法

第1図は、本発明の第1の実施形態の基本的な回路図である。可変周波数発振器（VFO）1は、方向性結合器4を組み込んだ両方向RF伝送線路3を介して、共振周波数の変化する電気共振構造2に電氣的に接続される。方向性結合器4の出力は、プロセッサ5の入力に接続される。構造2の共振周波数が、VFO1から供給される周波数と正確に一致している場合には、構造2に供給されるエネルギーは全て構造2で散逸することになり、VFO1には反射されない。構造2の共振周波数とその動作中に変化するにつれて、VFO1から供給される周波数は回路の共振周波数と一致しなくなり、エネルギーは構造2からVFO1に反射される。方向性結合器4は、この反射されたエネルギーの帰還を測定する働きをする。好ましくは、方向性結合器4は、トランス結合器、マックスウエル・ブリッジ（ワイヤ・ラインと呼ばれることもある）結合器、またはランゲ（Lange）結合器を含めた多くの既知のタイプのうちの1つにすることができる。以下では方向性結合器信号11と呼ぶ方向性結合器4の出力は、励起周波数と周波数が同期しているが、VFO1から供給された励起周波数と構造2の共振周波数の間の差の関数として変調され

40

50

た振幅および位相を有する。方向性結合器信号 11 の振幅は、源 1 から供給された励起信号の周波数が構造 2 の共振周波数と一致するときに最小となり、構造 2 の共振周波数がこの一致状態から離れるにつれて増大する。結合器信号 11 は、構造 2 の共振周波数が VFO1 の周波数より高いか、または低いを示す働きはせず、不一致の絶対量のみを示す。VFO1 から供給される励起信号に対する方向性結合器信号 11 の位相は、不一致の方向を示す。方向性結合器 4 から受信した出力を利用することにより、プロセッサ 5 は、どの時点でも平均出力周波数が構造 2 の共振周波数と等しくなるように VFO1 の出力を制御することができ、これを以下では追従機能と呼ぶ。さらに詳細な説明は、本願と同じ日付で出願された、「Apparatus for Measuring Impedance of a Resonant Structure」と題する発明者等の同時係属の PCT 出願に見ることができる。

10

代替実施形態のシステムは、やはり上記で参照した同時係属の PCT 出願に記載のように、VFO1 と構造 2 の間にインライン結合器（図示せず）を含むこともできる。これにより、例えば回転シャフト上に取り付けられた場合に、構造 2 の共振周波数を非接触測定することが可能となる。

第 2 図は、第 1 図とともに、追従機能を実行することができるようにするプロセッサ 5 の 1 実施形態を示すのに役立つ。方向性結合器信号 11 は検出器 12 で整流され、0 ボルトから最大値まで変化する振幅を有する、VFO1 から共振構造 2 に供給される励起信号とほぼ同じ周波数の波形を生み出す。減結合器 13 は方向性結合器信号 11 を交流結合し、0 ボルトに対して対称な波形を生じる。次いで、同期整流器 14 は、マスタ周波数源 15 から供給された同期入力周波数 (f_1) に関連して信号を整流する。したがって、その結果生じた同期整流器 14 の出力は、その RMS 直流レベルが (a) 同期整流器 14 への入力とマスタ周波数源 15 の間の位相差および (b) 同期整流器 14 への入力の振幅の関数となる信号である。同期整流器 14 の出力は、入力の RMS 値と時間の積に比例する出力を有する積分器 16 に供給される。次いで、積分器 16 の出力は、マスタ周波数源 E 15 から供給される第 2 入力に有する加算器 17 に供給される。したがって、加算器 7 の出力は、積分器 16 から供給された直流値にマスタ周波数源 15 から供給された交流成分が重ねられたものとなる。この出力は、第 1 図の VFO1 に供給される制御信号であり、以下ではフィードバック信号 18 と呼ぶ。VFO1 から供給される励起信号は、その平均値が積分器 16 から供給された直流レベルの関数となる周波数であり、これは振幅の周波数変調と、マスタ周波数源 15 からのマスタ周波数の関数となる周波数とを有する。このようにして、VFO1 から供給される励起信号の平均周波数は、どの時点でも、構造 1 の瞬間的な共振周波数となり、そのように測定および表示することができる。別法として、積分器 16 の出力は、共振周波数に比例したアナログ信号とし、この信号を測定および較正して、共振周波数の直接の読みを与えることができる。

20

30

第 3 図は、探索機能の実行を可能にする回路を第 2 図に示すプロセッサ 5 へ加えた実施形態を示す図である。プロセッサ 5 を構成する部品は第 2 図に示すものと同じままである。回路に追加されたものは、マスタ周波数より大幅に低い値の探索周波数 (f_2) を提供する周波数源 19 と、電圧基準源 22 と、比較器 21 と、比較器 21 の出力によって作動する切換スイッチ 20 である。VFO1 から供給される励起信号の周波数が構造 2 の共振周波数と大幅に異なるときには、同期整流器 14 の出力は比較的大きな直流電圧となる。この出力は比較器 21 の一方の入力に供給され、もう一方の入力は源 22 からの基準電圧 (V_{ref}) からの供給を受ける。同期整流器 14 の出力電圧がこの基準電圧より大きい場合には、比較器 21 は切換スイッチ 20 を動作させ、積分器 16 の入力を同期整流器 14 から切り離し、これを周波数源 19 に接続する。このモードで、積分器 16 の出力は最小値から最大値に、またその逆方向に連続的に掃引する。これにより VFO1 は、構造 2 の可能な全ての共振周波数を含む周波数範囲にわたって励起信号を掃引する。励起信号の周波数が構造 2 の共振周波数に近づくにつれて、同期整流器 14 からの出力電圧は降下し始める。この電圧が基準電圧未満になると、比較器 21 は切換スイッチ 21 を非動作とし、この回路を前述の追従機能モードとする。追従機能が共振周波数をトラッキングできるようにするために、探索機能から追従機能への切換は、励起周波数が共振周波数に十分に近づ

40

50

いたときに行われなければならない。したがって、比較器 21 から供給される基準電圧は、探索機能から追従機能への移行をうまく行うことができるのに十分に低い値でなければならない。基準電圧はまた、共振の接近を検出して切換を行うことができるのに十分に高い値でもなければならない。比較器 21 からの出力を使用して、探索機能がイネーブルである間に、VFO1 から供給された励起信号の周波数が構造 2 の共振周波数でないことを示す指示を供給することができる。

本発明の第 2 の態様の実施形態を第 4 図に示す。2 つの電気共振構造 24 および 29 はある物の表面上に取り付けられ、この表面がある方向にひずんだときに、差分ひずみが構造 24 および 29 のそれぞれに加えられるようになっている。各構造 24、29 はそれぞれ、方向性結合器 25、30 をそれぞれが組み込んだ両方向 RF 伝送線路 23、28 を介してトラッキング装置に電氣的に接続されている。トラッキング装置はそれぞれ、VFO22、27 およびプロセッサ 31、26 からなる。方向性結合器 25、30 の出力はそれぞれ、プロセッサ 31、26 の入力に接続される。プロセッサ 31、26 の動作は、プロセッサ 5 について前述したものと同一であり、プロセッサ 31 と 26 をリンクする同期信号 41 が追加されている。同期信号 41 の目的は、両プロセッサ 31 および 26 のマスタ周波数源をリンクすることである。別法として、図示していない実施形態では、1 つのマスタ周波数源が両方のプロセッサに供給を行うこともできる。

代替実施形態（図示せず）では、このシステムは、発明者等の前述の同時係属の PCT 出願に記載のように、VFO22 と構造 24 の間および VFO27 と構造 29 の間にそれぞれインライン結合器を含むことができる。これにより、構造 24 および 29 が例えば回転シャフト上に取り付けられた場合に、それらの共振周波数の非接触測定が行われるようになる。

VFO22 および 27 の出力は、2 つの出力を有するミキサ 32 に入力される。その第 1 の出力は 2 つの VFO22 および 27 の励起信号の間の周波数の差であり、第 2 の出力は 2 つの VFO22 および 27 の励起信号の周波数の合計である。上述の全てのプロセッサについてのマスタ周波数源を同期させることにより、全ての VFO の周波数変調が同期し、したがって VFO の任意の対の間の周波数の差はこの変調を含まないことになる。構造 24 および 29 を、ひずみのない状態で異なる共振周波数を有するようにすることにより、ミキサ 32 からの第 1 の出力は、ひずみのない 2 つの構造 24 および 29 の間の共振周波数の差を表す周波数となる。構造 24 および 29 を取り付けられた表面がひずむにつれて、ミキサの第 1 出力で測定された周波数は上昇または低下し、ひずみの大きさおよび方向を両方とも含む情報を与える。別法として、構造 24 および 29 は、ほぼ同じ共振周波数を有することもでき、この場合には、ひずみの大きさを含む情報しか得られないことになる。

上述の実施形態では、電気共振構造 2、24、および 29 は、石英や方向付けられた酸化亜鉛などの圧電材料で一部が構成される、表面弾性波（SAW）共振器やシャロウ・バルク弾性波（SBAW）共振器などであることが好ましい。こうした共振器は、共振器を電氣的に励起することができるインターディジタル・アレイ（IDA）を含む。上述の同時係属の PCT 出願で論じているように、構造 2 のインピーダンスの変化を利用して、関心のある様々な物理量を測定することができる。測定する物理量は、例えば、構造 2 が取り付けられた表面のひずみによって構造 2 に与えられるひずみになることもある。この表面のひずみは、例えば、加えられた加重、加えられた曲げモーメント、圧力、または表面の熱膨張を引き起こす温度などの物理量によって引き起こされる。あるいは、構造 2 のインピーダンスの変化は、湿度の変化または特定の流体の存在によって生じる流体の吸収による構造 2 の質量荷重によって、直接引き起こされることもある。

本発明の装置および方法は、1 つまたは複数の VFO それぞれから非常に低い信号励起パワーが提供されることを必要とし、駆動および感知用の電子装置から離して取り付けられた共振構造を利用することができる。したがって、本発明は、ひずみや加重、圧力、温度、湿度、流体の有無などの物理量を測定する高温かつ/または爆発性の環境など、非常に低い励起信号パワーが必要とされるその他の利用分野および環境にも適している。

10

20

30

40

50

本発明の趣旨および範囲を逸脱することなく、本発明に様々な変更および修正を加えることができることは当業者には分かるであろう。

【図 1】

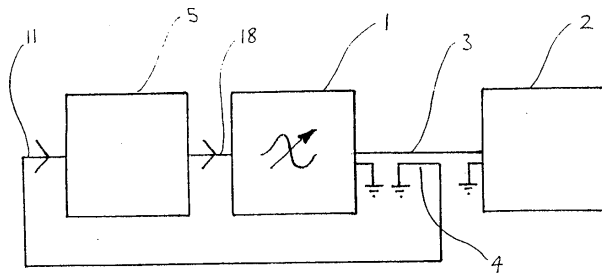


Fig 1

【図 2】

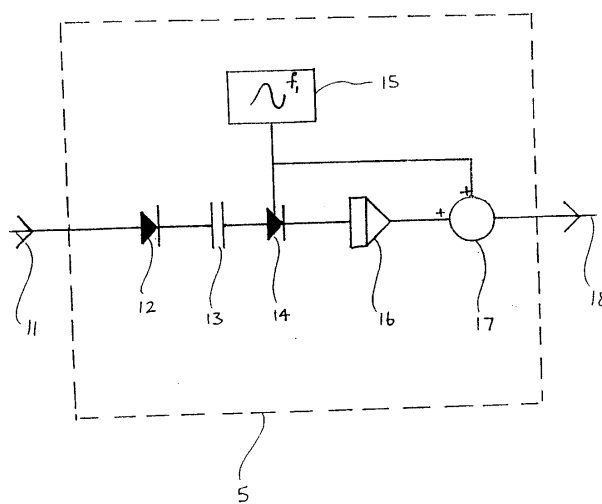


Fig2

【図 3】

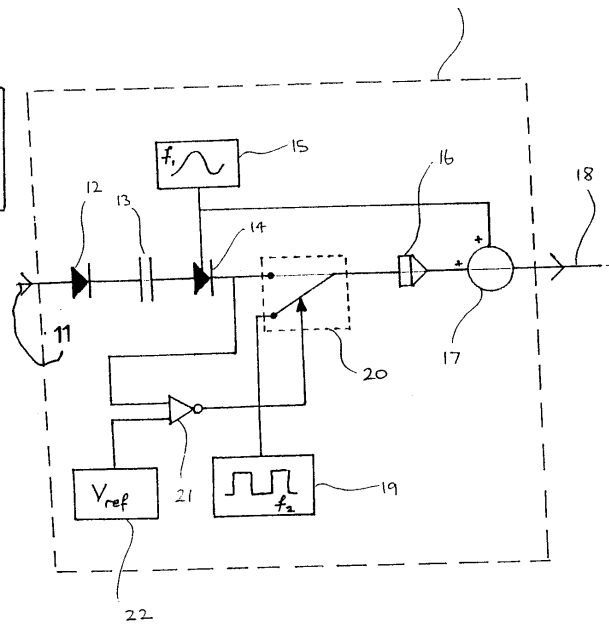


Fig 3

【図 4】

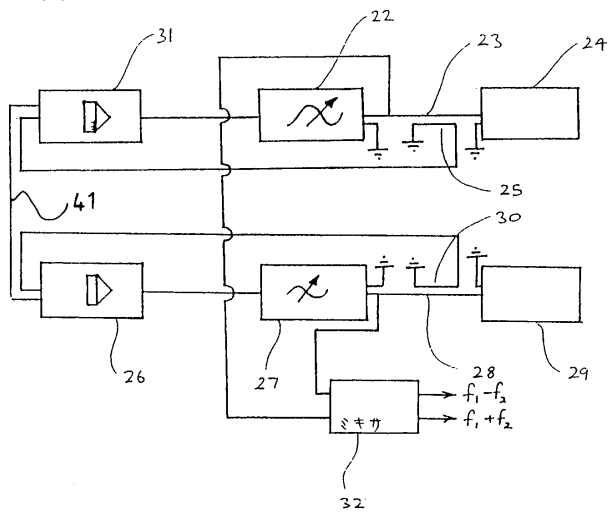


Fig 4

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
H 0 3 B	5/30	(2006.01)	H 0 3 B	5/30	A
H 0 3 L	7/06	(2006.01)	H 0 3 L	7/06	Z

(74)代理人
弁理士 黒川 弘朗

(74)代理人
弁理士 紺野 正幸

(74)代理人
弁理士 西山 修

(74)代理人
弁理士 鈴木 二郎

(74)代理人
弁理士 山川 茂樹

(72)発明者 ロンズデール, アンソニー
イギリス国・オーイクス15 6イーワイ・オックスフォードシア・パンパリィ・バルスコット・
バルスコット ミル・(番地なし)

(72)発明者 ロンズデール, ブライアン
イギリス国・オーイクス15 6イーワイ・オックスフォードシア・パンパリィ・バルスコット・
バルスコット ミル・(番地なし)

審査官 井上 昌宏

(56)参考文献 特開昭52-69677(JP, A)
特表2001-525938(JP, A)
特開昭61-112446(JP, A)
特開平8-102659(JP, A)
米国特許第3031615(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 18/00 ~ 21/02
G01L 1/00 ~ 1/26;25/00
G01R 23/00 ~ 23/20
G01R 29/00 ~ 29/26
G01K 1/00 ~ 19/00
H03L 1/00 ~ 9/00
H03B 5/30 ~ 5/42