

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-520906

(P2006-520906A)

(43) 公表日 平成18年9月14日 (2006.9.14)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 N 29/02 (2006.01)	GO 1 N 29/02	2 F 0 1 4
GO 1 F 23/22 (2006.01)	GO 1 F 23/22 H	2 G 0 4 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 46 頁)

(21) 出願番号 特願2006-507406 (P2006-507406)
 (86) (22) 出願日 平成16年3月19日 (2004.3.19)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年9月21日 (2005.9.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/008555
 (87) 国際公開番号 W02004/086020
 (87) 国際公開日 平成16年10月7日 (2004.10.7)
 (31) 優先権主張番号 10/394,543
 (32) 優先日 平成15年3月21日 (2003.3.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/456,517
 (32) 優先日 平成15年3月21日 (2003.3.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/456,767
 (32) 優先日 平成15年3月21日 (2003.3.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

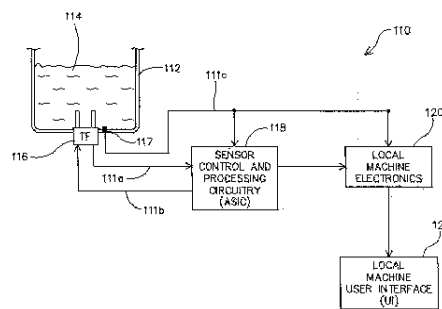
(71) 出願人 501430560
 サイミックス テクノロジーズ, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サンタクララ, セントラル エクスプレスウェイ 3100
 (74) 代理人 100094318
 弁理士 山田 行一
 (74) 代理人 100123995
 弁理士 野田 雅一
 (72) 発明者 コロソフ, オレグ, ヴィー.
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サンノゼ, アーリントン レーン 1045

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体解析の制御用特定用途向け集積回路

(57) 【要約】

被試験流体の特性を決定するための回路は、センサ及びホスト電子装置とインターフェースを取るためのアナログデジタル処理回路を含む。アナログデジタル処理回路は、センサに刺激を供給し、センサから応答信号を受け取るための周波数発生器を含む。応答信号中のアナログ信号のオフセットを低減するための調整回路、及び応答信号の振幅データを同定するための信号検出回路が設けられている。更に、検出された振幅データをデジタル形式に変換するためのアナログデジタル変換回路がある。校正データ及び被試験流体の近似流体特性を保持するために、メモリを回路中に有する。応答信号のデジタル形式を校正データ及び近似流体の特性とともに処理して、実際の被試験流体の流体特性を生成する。



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

流体の特性を検知するためのシステムであって、
少なくとも部分的に被試験流体中に浸漬するように構成された音叉と、特定用途向け集積回路（ASIC）とを備え、

前記ASICが、

前記音叉を励振させ、前記音叉から応答信号を受け取るためのアナログI/O回路と、

前記応答信号中のアナログ信号のオフセットを低減するための調整回路と、
前記応答信号の振幅データを同定するための信号検出回路と、
前記検出された振幅データをデジタル形式に変換するためのアナログデジタル変換回路と、

ユーザ定義データを保持するためのメモリと

を含み、前記応答信号の前記デジタル形式を前記ユーザ定義データとともに処理して、前記被試験流体の流体特性を生成する、流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項2】

前記ユーザ定義データが、校正データ及び前記被試験流体の近似された流体特性の少なくとも1つを含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項3】

前記ASICが、フィッティングアルゴリズムを処理して前記被試験流体の前記流体特性を確定するように構成されたプロセッサと通信する、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項4】

前記ASICが、フィッティングアルゴリズムを処理して前記被試験流体の前記流体特性を確定するように構成された集積化されたCPUを更に含む、請求項3に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項5】

前記フィッティングアルゴリズムが、シンプレックス方程式を実行して最小二乗値を最小にするようになっている、請求項3に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項6】

前記フィッティングアルゴリズムが、シンプレックス方程式を実行して最小二乗値を最小にするようになっている、請求項4に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項7】

前記音叉近傍の温度を読み出すように設計された温度センサを更に含む、
温度で規定される組の校正データ及び前記被試験流体の近似流体特性を選択するように前記温度の読みが用いられるようになっている、請求項2に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項8】

前記ASICが、機械のローカルマシン電子装置に結合される、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項9】

前記機械が自動車であり、前記被試験流体がエンジンオイルである、請求項8に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項10】

前記被試験流体の前記流体特性に関するアナログデータ及びデジタルデータの1つを供給するためのローカルマシンユーザインターフェースを更に含む、請求項9に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項11】

前記ローカルマシン電子装置が、エンジン制御電子装置を含む、請求項8に記載の流体

の特性を検知するためのシステム。

【請求項12】

前記ASICが、前記ASIC内にある構成要素を前記ASIC外にある構成要素とインターフェースさせるためのデジタルロジック制御部を含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項13】

前記ASICが、モータ、掘削中の測定用ツール、掘削中のロギングツール、探鉱及び油田ロギングツール、プリント回路基板及びコンピュータのマザーボードのうちの1つの電子装置中に集積化される、請求項12に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項14】

前記被試験流体の前記生成された流体特性が、表示用モニタ上に表示される、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項15】

前記メモリが、再書き込み可能である、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項16】

前記校正データ及び前記被試験流体の近似流体特性の1つ又は両方が、メモリカード、メモリスティック、ハードディスク、光ディスク及びネットワーク上のうちの1つに格納することができる、請求項2に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項17】

前記ASICが、前記ASICの構成要素をインターフェースさせるためのグルーロジックを更に含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項18】

前記ASICが、コンピュータとインターフェースするためのデジタルI/Oを更に含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項19】

前記ASICが、ROMと、RAMと、CPUと、クロックとを更に含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項20】

前記ASICが、タイマを更に含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項21】

前記音叉が、集積化されたコンデンサを有する、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項22】

前記信号調整回路が、音叉の前記応答信号である入力を前記音叉から受け取るための差動増幅器と、

前記差動増幅器の入力部に結合されたコンデンサとを含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項23】

前記コンデンサが、前記音叉上に集積化される、請求項21に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項24】

前記信号調整回路が、音叉の前記応答信号である入力を前記音叉から受け取るための差動増幅器と、

前記信号検出回路及び前記アナログデジタル変換器の1つに補償を供給するためのデジタルアナログ変換器とを含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項25】

前記差動増幅器の入力部に結合されたコンデンサを更に含む、請求項23に記載の流体

の特性を検知するためのシステム。

【請求項26】

前記信号調整回路が、音叉の前記応答信号である入力を前記音叉から受け取るための差動増幅器と、

前記差動増幅器の入力部に結合されたコンデンサと、

前記差動増幅器と前記コンデンサの間に結合された加算増幅器とを含む、請求項1に記載の流体の特性を検知するためのシステム。

【請求項27】

被試験流体の特性を決定するための回路であって、

センサ及びホスト電子装置とインターフェースを取るためのアナログデジタル処理回路を含み、

前記アナログデジタル処理回路が、前記センサを励振するための周波数発生器と、

前記センサから応答信号を受け取り、前記応答信号中のアナログ信号のオフセットを低減するための調整回路と、

前記応答信号の振幅データを同定するための信号検出回路と、

前記検出された振幅データをデジタル形式に変換するためのアナログデジタル変換回路と、

前記センサを特徴付けるデータを保持することができるメモリとを含み、

前記応答信号の前記デジタル形式を処理して、前記被試験流体の流体特性を生成する、被試験流体の特性を決定するための回路。

【請求項28】

前記センサを特徴付ける前記データが、校正データを含む、請求項27に記載の被試験流体の特性を決定するための回路。

【請求項29】

前記メモリが、更に、前記被試験流体の近似された特性データを保持することができる、請求項27に記載の被試験流体の特性を決定するための回路。

【請求項30】

前記アナログデジタル処理回路が、特定用途向け集積回路(ASIC)中に組み込まれる、請求項27に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項31】

前記信号調整回路及び前記メモリが、特定用途向け集積回路(ASIC)中に組み込まれる、請求項27に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項32】

前記信号調整回路、前記信号検出回路及び前記メモリが、特定用途向け集積回路(ASIC)中に組み込まれる、請求項27に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項33】

前記信号調整回路、前記信号検出回路、前記周波数発生器及び前記メモリが、特定用途向け集積回路(ASIC)中に組み込まれる、請求項27に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項34】

前記信号調整回路、前記信号検出回路、前記周波数発生器、前記アナログデジタル変換回路及び前記メモリが、特定用途向け集積回路(ASIC)中に組み込まれる、請求項27に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項35】

前記ASICが、集積化されたプロセッサを更に含む、請求項34に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項36】

前記集積化されたプロセッサが、CPU、マイクロプロセッサのコア、マイクロコントローラ、状態マシン、デジタル信号プロセッサの1つである、請求項35に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項37】

前記信号検出回路が、RMS検出器及び同期検出器の1つを含む、請求項27に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項38】

前記センサが、機械式共振器である、請求項27に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項39】

前記機械式共振器が、音叉である、請求項36に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項40】

前記センサが、集積化されたコンデンサを有した音叉である、請求項27に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項41】

前記ASICが、前記センサと集積化される、請求項28に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項42】

前記ASICが、車両電子装置中に集積化される、請求項28に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項43】

前記被試験流体が、車両用流体である、請求項28に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項44】

前記車両用流体が、オイルである、請求項28に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項45】

機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法であって、
前記機械式センサが、前記被試験流体中に少なくとも部分的に浸漬されており、
前記方法が、可変周波数信号を前記センサに供給するステップと、
前記センサから周波数の応答を受け取るステップと、
前記周波数応答を調整するステップと、
前記周波数応答の信号成分を検出するステップと、
前記センサから受け取った前記周波数応答を表すデジタル形式に、前記周波数応答を変換するステップと、

前記センサの物理的特性を定義する第1の校正変数をメモリからフェッチするステップと、

既知の流体中の前記センサの特性を定義する第2の校正変数をメモリからフェッチするステップと、

前記被試験流体中にあるとき、前記センサから受け取った前記応答の前記デジタル形式を、前記フェッチされた第1及び第2の校正変数とともに、処理するステップとを含み、

前記処理が、フィッティングアルゴリズムを実行して、前記被試験流体の流体特性を生成する、機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項46】

前記被試験流体について生成された前記流体特性が、密度、粘度及び誘電率の値を含む、請求項45に記載の機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項47】

前記フィッティングアルゴリズムが、シンプレックス方程式を実行して最小二乗値を最小にする、請求項45に記載の機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項48】

前記センサの前記第1の校正が、大気中及び真空中の1つで実施される、請求項45に記載の機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項49】

既知の流体が、揮発性流体である、請求項45に記載の機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項50】

前記第1の校正及び前記第2の校正が、前記フィッティングアルゴリズムを使用する、請求項45に記載の機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項51】

前記方法ステップが、回路を使用して実行される、請求項45に記載の機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項52】

前記回路のいくつかが、特定用途向き集積回路(ASIC)の一部である、請求項45に記載の機械式センサとインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項53】

音叉とインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法であって、
前記音叉が、前記被試験流体中に少なくとも部分的に浸漬されており、
前記方法が、可変周波数信号を前記音叉に印加するステップと、
前記音叉から周波数の応答を受け取るステップと、
前記周波数応答を調整するステップと、
前記周波数応答の少なくとも1つの信号成分を検出するステップと、
前記音叉から受け取った前記周波数応答を表すデジタル形式に、前記周波数応答を変換するステップと、
前記音叉についての校正変数をフェッチするステップと、
前記被試験流体中にあるとき、前記音叉から受け取った前記応答の前記デジタル形式を、前記フェッチされた校正変数とともに、処理するステップとを含み、
前記処理が、フィッティングアルゴリズムを実行して、前記被試験流体の流体特性を生成する、音叉とインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項54】

前記可変周波数信号が、100kHzより低い、請求項53に記載の音叉とインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項55】

前記可変周波数信号が、約5kHzから約50kHzの範囲にある、請求項53に記載の音叉とインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項56】

前記回路のいくつかが、特定用途向け集積回路(ASIC)の一部である、請求項53に記載の音叉とインターフェースして被試験流体の特性を得るための方法。

【請求項57】

被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための特定用途向け集積回路(ASIC)であって、
前記ASICが、100kHzより低い周波数で動作するように設計された音叉と通信しており、
周波数信号を前記音叉に送信するための回路と、
前記音叉から受け取った応答信号を処理してデジタル形式にするための回路と、
前記音叉についての校正データを格納するための回路と、
前記校正データを使用してフィッティングアルゴリズムを実行して前記被試験流体の特性を確定するための回路と、
外部にある前記ASICの回路を前記ASICとインターフェースさせるための回路と

を含む、被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための特定用途向け集積回路(ASIC)。

【請求項58】

前記ASICが、半導体チップ中に集積化される、請求項56に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための特定用途向け回路(ASIC)。

【請求項59】

被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路であって、補償用デバイスと、前記被試験流体と接触することができる音叉、及び前記補償用デバイスとインターフェースするための集積回路とを含み、前記補償用デバイスが、前記音叉の信号出力を差動的に処理するように構成されており、前記補償用デバイスの前記差動的処理が、能動的に前記集積回路によって制御されて処理された信号を生成し、前記処理済信号が、前記被試験流体の前記特性を定義する、被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項60】

前記集積回路が、特定用途向け集積回路(ASIC)である、請求項59に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項61】

前記補償用デバイスが、容量性整合用回路を含む、請求項59に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項62】

前記容量性整合用回路が、容量性回路、バリキャップ回路及びブリッジ回路の1つを含む、請求項61に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項63】

前記信号の前記差動的処理が、前記信号の直接関係する部分を増幅し、前記信号の関係しない部分を最小にして、前記処理済信号を生成する、請求項59に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項64】

前記処理済信号の大きさが、前記被試験流体の粘度を同定する、請求項63に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項65】

前記処理済信号の周波数の中心点が、前記被試験流体の密度を同定する、請求項63に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項66】

前記集積回路によって前記補償用デバイスに加えられた前記補償の量が、前記被試験流体の誘電率を同定する、請求項63に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項67】

被試験流体の特性を決定するためのシステムであって、前記被試験流体中に少なくとも部分的に浸漬することができる音叉と、補償用デバイスと、前記音叉及び前記補償用デバイスとインターフェースするための集積回路とを含み、前記補償用デバイスが、前記音叉から出力された信号を差動的に処理するように構成されており、前記補償用デバイスの前記差動的処理が、能動的に前記集積回路によって制御されて、処理された信号を生成し、前記処理済信号が、前記被試験流体の前記特性を定義する、被試験流体の特性を決定す

るためのシステム。

【請求項68】

前記集積回路が、特定用途向け集積回路 (ASIC) である、請求項67に記載の被試験流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項69】

前記補償用デバイスが、容量性整合用回路を含む、請求項67に記載の被試験流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項70】

前記容量性整合用回路が、容量性回路、バリキャップ回路及びブリッジ回路の1つを含む、請求項69に記載の被試験流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項71】

前記信号の前記差動的処理が、前記信号の直接関係する部分を増幅し、前記信号の関係しない部分を最小にして、前記処理済信号を生成する、請求項67に記載の被試験流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項72】

被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路であって、前記被試験流体と接触することができる音叉とインターフェースするための集積回路を含み、

前記集積回路が、前記音叉の信号出力を差動的に処理するように構成された補償用デバイスを含み、

前記補償用デバイスの前記差動的処理が、能動的に前記集積回路によって制御されて、処理された信号を生成し、

前記処理済信号が、前記被試験流体の前記特性を定義する、被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項73】

前記集積回路が、特定用途向け集積回路 (ASIC) である、請求項72に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項74】

前記補償用デバイスが、容量性整合用回路を含む、請求項72に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項75】

前記容量性整合用回路が、容量性回路、バリキャップ回路及びブリッジ回路の1つを含む、請求項74に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【請求項76】

前記信号の前記差動的処理が、前記信号の直接関係する部分を増幅し、前記信号の関係しない部分を最小にして、前記処理済信号を生成する、請求項72に記載の被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路。

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【0001】

【0001】本発明は、一般に、流体センサに関し、より詳しくは、流体センサの制御及び監視により流体についての特徴データを生成することができるよう、流体センサと結びつけるための特殊回路に関する。

【関連技術の説明】

【0002】

【0002】流体解析の技術では、流体の特性を決定するためのいくつかの技法が存在する。自動車、エンジンその他の機械で使用される流体の場合、多くの流体解析実験もあった。例えば、機械は通常、特定の流体を必要とし、そのいくつかは、機械の構成要素を潤滑するために使用される。周知のように、そのような流体の1つはエンジンオイルであり、これを用いない場合には連続的な摩擦運動により損傷を受けるはずの重要な構成要素を潤滑

するために使用される。

【0003】

【0003】適時に特定のポイントで流体の状態を知るために、センサが、その流体の特性を定量化すべく使用されてきている。そのようなセンサには、共振水晶振動子センサの使用が含まれている。エンジンオイルなどの流体解析では、水晶振動子式センサの研究は、多くの異なる達成方法を取り入れてきた。センサは、あらゆるタイプの形状、サイズ、構造、動作周波数などがある。検知するための目標となる特性に応じて、センサは、特定の幾何的設計で形作られ、又は化学的層で被覆され、あるいはアレイ状に配置される。従来の検知技術は広範な形態を採っているが、流体検知デバイスは、主として実験室の設定下で試験されてきた。そのような設定下では、センサを実験室装置に接続し、必要な振動を与えてセンサから出力を検出することができる。センサからの出力は、オペレータが解析し、又は他のコンピュータプログラムによって処理させることができ、ユーザに、センサが適切なデータを検出したかどうかを判定させることができる。適切なデータが生成されている場合、データを更に解釈して流体の特性を確定することができる。

【0004】

【0004】理解されるように、このプロセスは、コンピュータの助けを受けるが、煩わしく多大の時間を要する。したがって、従来の検知技術は、いくつかの流体特性の検知が可能であるが、オンザフライ又はリアルタイムの現場での測定、解析及びフィードバックが必要な工業的環境下では、不十分である恐れがある。そのような工業用途としては、例えばオイル検知用途がある。上述したように、そのオイル検知用途は、例えばエンジンオイル検知、石油掘削装置センサ、及び他の、流体特性を監視し解析する必要がある用途を含み得るものである。

【0005】

【0005】前述の観点から、流体を解析するための改良された検知方法及びシステムが、当該技術分野において依然必要である。特に、制御、検知データの受信、及び、その検知データの処理により、検知される流体についての特徴データを迅速にもたらすことができるよう、センサと結びつけるための特殊回路が必要とされている。

【発明の概要】

【0006】

【0006】概して述べるならば、車両などの機械の潤滑に使用される流体の品質パラメータ及び量を監視するためのシステム及び方法を提供するものである。本発明の一態様では、既知の機械用流体の特性を決定するための、より具体的には、潤滑油、例えばエンジンオイルの状態を監視するためのシステム及び方法が提供される。本発明では、センサと流体が監視される機械の間の通信インターフェースが画定される。一実施形態では、通信インターフェースは、特定用途向け集積回路 (ASIC) によって画定される。ASICには、概して述べるならば、センサと通信して、センサの動作を開始させ、センサ出力を受け取り、そのセンサ出力を処理し、センサ出力をユーザインターフェースに通信して提示するための回路が組み込まれている。

【0007】

【0007】一実施形態では、流体の特性を検知するためのシステムが、開示される。そのシステムは、被試験流体中に少なくとも部分的に浸漬された音叉と、特定用途向け集積回路 (ASIC) とを含む。ASICは、音叉を励振させ、音叉から応答信号を受け取るためのアナログI/O回路を含む。応答信号中のアナログ信号のオフセットを低減するための調整回路と、応答信号の位相及び振幅データを同定するための信号検出回路とが、更にASICの一部として設けられる。ASICは、検出された位相及び振幅データをデジタル形式に変換するためのアナログデジタル変換回路を更に含む。校正データ及び被試験流体の近似された流体特性を保持するためのメモリが、ASIC中に集積化され、ASICで応答信号のデジタル形式が、校正データ及び近似流体特性と関連して処理され、それによって被試験流体の流体特性を生成する。

【0008】

【0008】他の実施形態では、被試験流体の特性を決定するための回路が設けられる。この回路は、センサ及びホスト電子装置とインターフェースするためのアナログデジタル処理回路を含む。アナログデジタル処理回路は、センサを励振させセンサからの応答信号を受け取るための周波数発生器を含む。応答信号中のアナログ信号のオフセットを低減するための調整回路と、応答信号の位相及び振幅データを同定するための信号検出回路とを設ける。更に、検出された位相及び振幅データをデジタル形式に変換するためのアナログデジタル変換回路が設けられる。校正データ及び被試験流体の近似流体特性を保持するためのメモリをこの回路中に含む。応答信号のデジタル形式は、校正データ及び近似流体特性と関連して処理され、それによって実際の被試験流体の流体特性が、生成される。

【0009】

【0009】他の実施形態では、機械式センサとインターフェースして、被試験流体の特性を得るための方法が、開示される。この機械式センサは、被試験流体中に少なくともその一部分が浸漬される。この方法は、可変周波数信号をセンサに印加するステップと、センサから周波数の応答を受け取るステップとを含む。周波数の応答は、調整され、周波数の応答の成分が検出される。この方法は、センサから受け取った周波数の応答を表すデジタル形式に、周波数応答を変換するステップを更に含む。次いで、メモリから第1の校正変数が、フェッチされる。本明細書で使用するように、用語「フェッチ」は、メモリ装置からデータを取得するために使用されるどのような方法又は技法も、含むと理解すべきである。メモリの特定の種類に応じて、アドレッシングは、対象の特定の記憶されたデータへのアクセスが可能になるように、適応するようにされる。第1の校正変数は、センサの物理的特性を定義する。第2の校正変数は、メモリからフェッチされる。第2の校正変数は、既知流体中のセンサの特性を定義する。次いで、センサが被試験流体中にあるとき、デジタル形式を処理する。この処理において、フェッチされた第1及び第2の校正変数を使用してフィッティングアルゴリズムを実行し、被試験流体の特性を生成する。

【0010】

【0010】他の実施形態では、音叉とインターフェースして、被試験流体の特性を得るための方法が、開示される。音叉は、被試験流体中に少なくともその一部分が浸漬されるように構成される。この方法は、可変周波数信号を音叉に印加するステップと、音叉から周波数の応答を受け取るステップとを含む。この方法は、周波数の応答を調整するステップと、周波数の応答の信号成分を検出するステップと、周波数の応答をデジタル形式に変換するステップとを更に含む。このデジタル形式は、音叉から受け取った周波数の応答を表す。次いで、この方法は、音叉についての校正変数をフェッチし、被試験流体中にあるとき音叉から受け取った応答のデジタル形式を処理する。この処理は、フェッチされた校正変数とともに実施され、フィッティングアルゴリズムを実行して被試験流体の流体特性を生成する。

【0011】

【0011】他の実施形態では、被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための特定用途向け回路（ASIC）が、開示される。このASICは、100kHzより低い周波数で動作するように設計された音叉と通信する。ASICは、周波数信号を音叉に送信するための回路と、音叉から受け取った応答信号を処理してデジタル形式にするための回路と、音叉についての校正データを格納するための回路と、フィッティングアルゴリズムを実行（この実行は、校正データを使用する）して被試験流体の特性を確定するための回路と、外部にあるASIC回路をASICにインターフェースさせるための回路とを含む。

【0012】

【0012】要約すると、本発明によれば、機械式共振器センサと、流体の量、状況、又はその両方を監視するために使用されるASICとを含む、検知システムが提供される。検知システムは、機械式共振器センサを励磁するための入力信号発生器と、流体監視中、流体が存在する中での入力信号に対する共振器の応答に対応する出力信号を得るためのASI

Cとを含むように構成される。検知システムは、更に、出力信号を受け取り、それに応答し調整して、信号を形成し、その調整された信号をマイクロプロセッサ装置に送信するための少なくとも1つの信号モディファイアを有した信号調整器を含むように（例えば、ASICの一部として、又はそれとは別に）、構成することができる。信号発生器、レシーバ及び信号調整器の機能は、より少ない構成要素中に集積化し、追加の構成要素間に分割し、又は複数の基板間に分けることができるが、好ましい実施形態では、これらの機能は、共通の基板上のアセンブリ、すなわち共通の集積回路によって、すべて実施される。

【0013】

【0013】したがって、上記から理解できるように、本発明は、油受け、流路及び循環システム中に、機械式共振器を含むセンサを配置するステップと、共振器が油受け、流路又は循環システム中にあるとき、センサを入力信号と共振させるステップと、共振器の流体及び入力信号に対する応答を表す、センサからの出力信号を受け取るステップと、出力信号を調整するステップと、出力信号をプロセッサに送信するステップとを含み、機械用流体を監視する方法も意図する。任意選択によって、出力信号の結果に従い、表示による又は音響による指示器を始動する。

【0014】

【0014】他の実施形態では、被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路が、開示される。この回路は、補償用デバイス及び集積回路を含む。集積回路は、被試験流体と接触することができる音叉及び補償用デバイスとインターフェースするために、設けられる。補償用デバイスは、差動的に音叉の信号出力を処理するように構成される。この補償用デバイスの差動的処理は、能動的に集積回路によって制御され、処理された信号を生成する。この処理済信号は、被試験流体の特性を定義する。この実施形態では、カーブフィッティング処理は、この処理済信号自体が直接情報を生じるので、必要でない。

【0015】

【0015】他の実施形態では、被試験流体の特性を決定するためのシステムが、提供される。このシステムは、音叉を含み、この音叉は、少なくとも一部を被試験流体中に浸漬することができる。補償用デバイス及び集積回路が、更にシステムの一部分として設けられる。この集積回路は、音叉及び補償用デバイスとインターフェースする。補償用デバイスは、音叉から出力された信号を差動的に処理するように構成される。この補償用デバイスの差動的処理は、能動的に集積回路によって制御され、処理された信号を生成し、したがってこの処理済信号は、被試験流体の特性を定義する。この実施形態では、カーブフィッティング処理は、この処理済信号自体が直接情報を生じるので、必要でない。

【0016】

【0016】他の実施形態では、被試験流体の特性を決定するために使用される信号を処理するための回路が、開示される。含まれるのは、被試験流体と接触することができる音叉とインターフェースするための集積回路である。この集積回路は、補償用デバイスを含む。この補償用デバイスは、音叉の信号出力を差動的に処理するように構成される。この補償用デバイスの差動的処理は、能動的に集積回路によって制御されて、処理された信号を生成する。この処理済信号は、被試験流体の特性を定義する。この実施形態では、カーブフィッティング処理は、この処理済信号自体が直接情報を生じるので、必要でない。

【0017】

【0017】本発明の他の態様及び利点は、本発明の原理を例として示し、添付の図面とともに以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【0018】

【0018】本発明は、そのさらなる利点とともに、添付の図面とともに以下の説明を参照することにより、最もよく理解することができる。

【詳細な説明】**【0019】**

【0041】検知対象である流体の特性状態を決定するために、流体センサとインターフェー

スするよう用いられる特定用途向け集積回路（ASIC）についての発明を開示する。本明細書で使用するが、検知対象の流体を「被試験流体」と呼ぶこととする。被試験流体としてのエンジンオイルに関して詳細に説明するが、検知してその特性（例えば、化学的成分又は物理的性質）を確定することができるような流体についても、本明細書で規定された教示を使用することができることを理解すべきである。例えば、用語「流体」は、液状、ガス状若しくは固体状、又は、液体、気体若しくは固体のいずれかとの組み合わせで、どのような材料をも含むものと広く解釈すべきである。

【0020】

【0042】以下の説明では、本発明を完全に理解するために、多数の具体的な細部を述べる。しかし、本発明は、これら具体的な細部のいくつか又はすべてがなくとも実施することができることは、当業者にとり明らかであろう。他の例では、本発明をいたずらに分かりにくくしないように、周知の処理ステップについては詳細に述べていない。

【0021】

【0043】簡単には、本発明は、多用途の流体検知システムを提供するものである。より詳しくは、本発明は、効率的な動作を維持するために、（限定するものでないが）合成エンジンオイルや天然エンジンオイルなどの流体の存在若しくはその状態、又はその両方に依存する機械用の流体検知システムを提供するものである。自動車の用途では、運転中を含めどのような時でもエンジンオイルの実際の状態（又は、例えばエンジンオイルの、最初の状態又は未使用状態からの相対的な状態の変移）を決定する能力が、ユーザにもたらされる。あるいは、流体状態を見極めることに関し、本発明は、アセンブリの油受け中に残る流体の量を決定するために使用することもできる。これによって、好ましくは、機械のオペレータは、機械の継続的な動作完全性を確保する助けにしながら、流体整備作業から次の流体整備作業までの期間を延長することが可能になる。流体に依存して動作するどのような動的なアセンブリも（例えば、摩擦及び熱が重要である場合）、流体の状態を検知することができるシステムから恩恵を受けるはずである。例えば、動的に流体の状態を監視し、その監視によって得られたデータを処理し、流体の特性をインターフェースする能力又はオペレータに通報する能力には、多くの用途があり得る。本発明による実施形態から利益を得ることができるアセンブリは、多数あり、次のものには限定されないが、一般用エンジン、自動車、重機械、軍事装備品、航空機部品、掘削中の測定ツール、掘削中のロギングツール、探鉱及び石油産出井ロギングツール、海上輸送に関連する装置、水中探鉱に関連する装置、航空宇宙に関連する装置、又は他の流体を含むどのような用途も含むことができる。なお、更に、流体は、流体精製コンテナ、流体パイプライン中にある場合や、試験及び解析の対象になることがある。一例では、被試験流体は、液体クロマトグラフィの対象としてもよい。

【0022】

【0044】自動車の分野では、多数の構成要素が、潤滑を必要とし、それは、エンジンオイルに限定されない。例えば、他の自動車構成要素は、変速機、移送ケース、差動装置などを含むことができる。なお更に、検知システムは、ブレーキ液、操舵装置液、不凍液、冷却液、ウィンドシールドウォッシュ液、又は自動車システム内にある他のあらゆる流体も含め、主に潤滑油として必ずしも使用されない他の流体の品質及び量を決定するために、使用することができる。

【0023】

【0045】一実施形態では、エンジンオイルの成分特性及び量を決定するための、オイル検知システムを開示している。自動車の用途では、オイル検知システムによって、ユーザは、最低限、（例えば、汚染物質の存在、有効な含有物の喪失又は劣化、あるいはその他の原因で）オイル交換の必要を警告される。そのような用途では、警告は、エンジンオイルが、自動車製造業者が薦める（又はオイル製造業者が設定した）品質レベル又は状況より低い品質レベル又は状況に到達していることを、自動車のユーザに知らせる必須のものである。

【0024】

【0046】流体検知システムは、流体センサとして機械式共振器を使用することが好ましい。機械式共振器は、少なくとも一部分が被試験流体中に浸漬される。被試験流体（すなわち、エンジンオイル）の状況を監視するために、電気的エネルギーが、周波数発生器を通して機械式共振器に与えられる。この周波数発生器は、所定の周波数範囲にわたりスイープする周波数信号を（機械式共振器に）加えるように設計される。次に、電子装置を使用して、機械式共振器から応答信号を検出し、その信号を処理して被試験流体の特性を確定する。本発明の一実施形態では、電子装置は、特定用途向け集積回路（ASIC）の形で提供される。

【0025】

【0047】図1A-1に、本発明の一実施形態による流体検知システム110を示す。流体検知システム110は、被試験流体114中に配置することができる音叉116を利用する。最も簡単明確に、流体は、コンテナ112中に存在することができる。コンテナ112は、所望の流体を保持することができる限り、閉ざされた形、開いた形、圧力を加えられた形などどのような形も採ることができる。具体的な例では、被試験流体114は、エンジンオイルである。この図に示すように、音叉116が、流体検知システム110の電子装置にフィードバックを供給する温度センサ117に、密着して結合される。例えば、温度センサ117は、抵抗温度検出器（RTD）、又は適切な他のどのような温度監視用デバイスとすることができる。センサ制御及び処理回路118が、接続部111bを介して音叉116を励振させる（例えば、周波数などを印加）。音叉116からの応答が、接続部111aを介してセンサ制御及び処理回路118に戻り、受け取られる。この応答は、音叉116のアナログの応答である。

【0026】

【0048】一実施形態では、温度センサ117は、更に、接続部111cを介してセンサ制御及び処理回路118とインターフェースする。具体的な実施形態では、接続部111cは、温度データを、ローカルマシン電子装置120にも戻して供給する。接続部111は、音叉116と温度センサ117の間の機能的な相互接続を示すように記載されているが、より少ない又はより多い物理的ワイヤ又は接続部を使用して、電気的相互接続を完成することができることを理解すべきである。例えば、ローカルマシン電気120は、被試験流体114を含む機械の電子装置とすることができる。自動車産業では、専門化されたコンピュータ及び電子装置が、通常自動車にネイティブなものとして提供され、そのような電子装置及び関与するソフトウェアは、制御し、自動車の様々なシステムからフィードバックを受け取るために、動作する。したがって、ローカルマシン電子装置122は、温度データを使用することもできる。

【0027】

【0049】したがって、温度センサ117は、音叉116に密着して結合した位置における被試験流体の温度データを提供し、それによって音叉116近傍の正確な温度を得ることができる。次に、センサ制御及び処理回路118は、温度センサ117から得た温度を使用して信号を処理することができる。

【0028】

【0050】更に、ローカルマシン電子装置は、センサ制御及び処理回路118が処理したデータを受け取るので、ローカルマシンユーザインターフェース122に適切な読み出し値を出力することができる。ローカルマシンユーザインターフェース122は、自動車内の表示器、機械の読み出し装置上の表示器（アナログ表示器又はデジタル表示器）、又は被試験流体114を含む機械にローカルなコンピュータの表示器とすることができる。

【0029】

【0051】概して述べるならば、センサ制御及び処理回路118は、音叉116と密に通信して、音叉を励振させ、音叉から応答を受け取り、音叉から受け取ったデータを処理して適切な形に変換し、それによって更にローカルマシン電子装置120が、処理するための回路として設けられる。好ましい実施形態では、センサ制御及び処理回路118は、特定用途向け集積回路（ASIC）の形で設けられる。したがって、ローカルマシン電子装置

120は、本明細書では置き換え可能なものとして、「ASIC118」とも呼ばれる。

【0030】

【0052】一実施形態では、ASIC118は、111bを経由して音叉に供給される周波数信号を発生する機能を有し、次いで、111aを介して音叉からアナログ信号を受け取ることができる。次に、111aを介して受け取ったアナログ信号は、ASICによって処理され、被試験流体114の特性を同定するために使用されることになる情報が、抽出される。一実施形態では、アナログデータは、ASICによって調整され、次にデジタル形式に変換され、その後ローカルマシン電子装置120に送出される。次いで、ローカルマシン電子装置120は、検出された被試験流体の特性をローカルマシンユーザインターフェース122へ送信する。

【0031】

【0053】図1A-2に、音叉が、被試験流体114aをある量含む閉ざされた環境125中に維持されている、他の実施形態を示す。被試験流体の状況が、例えばモータの動作中、変動するので、被試験流体114の試料114aを取り込み、その試料を、実質的に一定温度に維持された別の区画中に置くことが望ましい。特定のレベルに温度を維持するために、温度制御器125a（例えば、加熱用コイル、冷却システムなど）を使用することができる。そのようにして、温度制御器125aは、一貫して被試験流体の試料114aの温度を所与の温度に維持する。その温度は、コンテナ112（例えば、モータの油受け）中に含まれる被試験流体114とは異なることがある。温度制御器125aは、単独で動作する、あるいは回路又はソフトウェアによって制御する、そのどちらも行うことができる。一実施形態では、温度制御器125aはASIC118に結合される。このASIC118は、温度を監視し、必要な場合には温度を調節する回路又はファームウェアを含む。被試験流体114全体の温度スペクトル全体にわたる流体114aの変動が可能になるのとはまったく異なり、他の実施形態では、温度制御器125aに、温度変動範囲を狭くさせることを望むことができる。

【0032】

【0054】図1Bに、エンジン113aと、表示用ダッシュボード113bとを有した自動車113を示す。エンジン113aは、この技術では周知であるように、油受け113cを含む。油受け113cは、その中に挿入された音叉116を含む。音叉116は、音叉の歯が、十分被試験流体114と接触する限り、油受け113c内のどの位置にも挿入することができる。被試験流体114は、この例では、油受け113c内に収容されたオイルである。音叉116が、一実施形態では、ASIC118に結合されているのが示されている。

【0033】

【0055】ASIC118は、自動車113の製造業者により提供されるローカルマシン電子装置120に結合される。動作時、音叉116は、油受け113c内に収容され、ASIC118は、音叉116と一体になる。他の実施形態では、ASICは、音叉116に密着して配置されるが、それとは一体的なものではない。他の実施形態では、ASICは、自動車113に接続されたプリント回路基板に搭載される（すなわち、他のローカル電子装置とともに、又はそれから別のいずれかで搭載される）。

【0034】

【0056】その物理的な取り付けにかかわらず、ASIC118は、連続的に被試験流体114の状況を監視し、ASIC118にデータを供給することができる。したがって、ASIC118は、連続して戻すようにローカルマシン電子装置120に送信し、次いで、ローカルマシン電子装置120は、ローカルマシンユーザインターフェース122にその情報を供給する。別の実施形態では、その監視は、特定の期間中、所定の時間に、又は要求（すなわち、ユーザ/整備員の要求又は問い合わせ）に応じてだけ行われる。この例では、ローカルマシンユーザインターフェース122は表示用ダッシュボード113bの形で設けられている。このダッシュボード113bは、視覚、聴覚、又は視覚及び聴覚の組み合わせの情報を自動車113のドライバ又はユーザに提供する。このように、自動車

113のドライバ(又は整備員)は、自動車113の使用/整備中、被試験流体114の状況を知らされる。一例では、被試験流体、例えばエンジンオイルが、交換が必要になる恐れがあるレベルまで劣化したとき、ローカルマシユーザインターフェース122は、表示用ダッシュボード113bによって、自動車113のユーザにそれを表示する。

【0035】

【0057】一構成では、音叉116は、油抜きプラグの一部とすることができる。この構成では、オイル検知システムは、更に、音叉116(したがって、油抜きプラグ)が、油抜きホール中に配置されているかどうかを表すアクチュエータやセンサ又はそれらの組み合わせ(例えば、磁気センサ)とともに構成することができる。そのような指示器は、油抜きプラグの挿入又は取り出し及び再挿入が、通常エンジンからの流体の充填又は排出及び再充填と同時に起こるという点で、極めて魅力的である。このように、さらなる比較を行うための基準値を提供する機能は、容易に高められる。すなわち、油抜きホール中に油抜きプラグを挿入したとき、アクチュエータ、センサ又はその組み合わせは、実際にシステムをリセットする信号を送ることになる。その結果、一般に油抜きプラグの挿入と同時に起こることが予想される流体の充填時にただちに、流体の測定を実施することができ、その流体(すなわち、未使用状態の流体)についての基準値が確立され、その基準値は、その後比較を行うためにシステムに関連するメモリに格納することができる。

【0036】

【0058】図1Cに、ASIC118が、実験室の設定状態において音叉116及び温度センサ117に接続された場合の例を示す(又は、流体の特性を同定するために流体を試験することが必要な場合で机上にある)。したがって、被試験流体114は、ASIC118及びコンピュータシステムを使用して解析することができる。なお、更に、ASIC118はホストカード上に集積化され、このホストカードは、標準バスインターフェース(すなわち、パラレルバス、USB、IDE、SCSIなど)を使用してコンピュータ上に実装することができる。他の実施形態では、コンピュータは、特別にASIC118と集積化され、したがってホストカードをコンピュータ上に実装する必要がない。その場合、音叉116及び温度センサ117は、直接コンピュータシステムに接続され、コンピュータシステムは、被試験流体114の特性を決定するために必要な処理を実施することとなる。他の実施形態では、ASIC118は、携帯デバイス又は移動デバイス中に集積化することができる。そのような移動デバイスは、実験室用途、現場用途、工場用途など多くの用途を有することができる。

【0037】

【0059】他の実施形態において、図1Cは、コンピュータが音叉116に接続され、ASIC118が音叉116と集積化されているという実験室の設定状態を示している。温度センサ117は、同様に、音叉116と密着して集積化され、したがって音叉116の近傍で適切な温度の読みを得ることができる。他の実施形態では、音叉116及び温度センサ117は、被試験流体114から流体の特性データを得るために、遠隔のポイントでASIC118と集積化することができる。例えば、図1Bの油田探鉱現場115では、音叉/ASICは、掘削するつもりのおの特性を同定するために、使用することができる。他の例では、音叉/ASICは、直接、掘削中の標準測定ツール、掘削中のロギングツール、探鉱及び揚水井ロギングツール中に集積化することができ、したがって、岩層の流体が、井戸から汲み上げられているとき、オイルの物理的特性及び/又はガスの品質をオンザフライで決定することができる。次いで、その結果は、ラップトップコンピュータ(又は、掘削中のローカル測定用の、掘削中のロギング用の、探鉱及び揚水井ロギングツールのコンピュータ表示器)などのコンピュータに戻して供給され、岩層中及びそこから汲み上げたオイル又はガスの物理的特性について、ただちに情報を提供することができる。

【0038】

【0060】図2Aに、音叉116を励振させ、データを受け取って処理して、被試験流体の特性に関する情報をもたらすように設計された、ASIC118及びその構成要素のブロック図を示す。一実施形態では、ASICは、通信ライン156を経由して音叉116を

周波数で振動させるように構成された周波数発生器130を含む。この生成された周波数は、所定の周波数範囲にわたってスイープする、正弦波や方形波などの可変周波数入力信号であることが好ましい。スイープ範囲は、センサの共振周波数範囲を含むことが好ましい。好ましいのは、周波数は、100kHzより低い、より好ましいのは、約5kHzから約50kHzの範囲にあり、最も好ましいのは、約20kHzから約35kHzの範囲にあることである。

【0039】

【0061】次に、その周波数範囲にわたる音叉の応答を監視して、被試験流体の物理的及び電氣的性質を決定する。音叉116からの応答は、通信ライン158を経由して信号調整回路ブロック132に供給される。好ましい一実施形態では、音叉116は、コンデンサ316も含み、極めてより詳細に以下に述べる。このコンデンサ316は、信号調整回路132にも接続される。信号調整回路132は、音叉116からのアナログ形式の信号を受け取り、更に処理する前に、その信号処理がより効率的に行えるようにその信号を調整するために、設けられる。

【0040】

【0062】信号調整回路132は、音叉116からのアナログ出力を受け取って、実質的に信号のオフセットを除去し又は低減し、それによって更に処理することになる信号のダイナミックレンジを広げるように設計されている。このように、信号のオフセットと関連付けられたデータとは対照的に、信号自体にさらなる処理を集中することができる。

【0041】

【0063】信号検出回路(SDC)134も設けられ、それは、信号調整回路132に結合される。信号検出回路134は、一実施形態では、DC変換器に出力する二乗平均平方根(RMS)部を含む。このDC変換器は、信号調整回路132から受け取った任意の入力のRMS値に等しいDC出力(すなわち、振幅だけ)を発生するように設計される。RMS・DC変換器の機能的動作は、当業者に周知である。他の実施形態では、信号検出回路134は、同期検出器の形で設けることができる。周知のように、アナログ信号をデジタル形式に変換するために、アナログ信号の前処理が望ましいとき、同期検出器は、信号の位相及び振幅を同定するように設計されている。信号検出回路ブロック134が、信号調整回路132から受け取った信号を処理した後、信号検出回路134は、アナログデジタル変換器(ADC)136にそのデータを送出する。アナログデジタル変換器136は、10ビットの分解能を使用して、10kHzまでのサンプリング周波数で動作することが好ましい。アナログデジタル変換器(ADC)は、信号検出回路から受け取ったデータをデジタル形式になるように処理する限り、もちろん、どのようなサンプリング周波数も用い、所望されるどのようなビットの分解能も提供することができる。

【0042】

【0064】ADC136は、温度センサ117から情報を受け取って、被試験流体114中の実際の温度を考慮して、アナログ形式からデジタル形式に調節して変換も行う。代替実施形態では、温度センサ117は、削除することができるが、温度センサ117は、ASIC118による処理を促進させるデータを提供する助けとなる。

【0043】

【0065】次に、アナログデジタル変換器136が供給するデジタル信号は、デジタルプロセッサ138に送られる。デジタルプロセッサ138は、データバス150及びロジックバス152によってメモリ装置140に結合される。ロジックバス152は、周波数発生器130、信号調整回路132、信号検出回路134、及びアナログデジタル変換器136のそれぞれにも接続されているのが、示されている。デジタルロジック制御部142は、直接ロジックバス152に結合される。したがって、デジタルロジック制御部142は、ASIC118の各ブロックと通信して、各ブロックによる動作が行われるとき、同期を取る。デジタルプロセッサ138に戻ると、デジタルプロセッサ138は、デジタル形式で音叉116から検知されたデータを受け取って、次に、アルゴリズムを適用して被試験流体114の特性を同定する。

【0044】

【0066】このアルゴリズムは、被試験流体中の未知の変数を迅速に同定するように設計されている。この未知の変数は、例えば密度、粘度、誘電率及び他の変数（必要な場合、及び流体に依存して）を含むことができる。更に、試験する被試験流体114に応じて、メモリ装置140は、特定の校正された音叉についての既知の変数のデータベースを有する。一実施形態では、メモリ装置140は、特定の流体に関連付けられた変数を近似するための変数を保持することもできる。他の実施形態では、メモリ装置140は、シリアルナンバ（又は、何らかの種類の識別子）を格納して、特定の組のデータを特定の音叉と関連付けることを可能にする。そのようなシリアルナンバ構成では、メモリ装置は、多数のユニークな音叉についてユニークなデータの組を保持することができる。例えば、音叉が売却されたとき、購入者は、その割り当てられたシリアルナンバをインターフェースに入力することだけが必要であり、その音叉用に関連付けられたデータの組が、動作中、使用される。時には、新しい音叉（ユニークなシリアルナンバを有した）が製造されたとき、メモリ装置140に追加のデータの組をアップロードする必要があり得る。

【0045】

【0067】以前の校正から、及び被試験流体に密接に似ていることがある流体からの変数データを使用するためのプロセスについて、より詳しく以下に説明する。一般に、また一方デジタルプロセッサ138は、迅速にメモリ装置140からのデータにアクセスし、被試験流体114を定義する変数を生成し出力するアルゴリズムをデジタル的に処理することができる。

【0046】

【0068】次に、デジタルプロセッサは、デジタルロジック制御部142及び通信ライン154を介して、被試験流体114を特徴付ける同定された変数を、ローカルマシン電子装置120（あるいは、ローカルに、又はネットワークを介して、そのどちらでも、ある受け取りコンピュータ）に送信する。一実施形態では、ローカルマシン電子装置120は、信号154を経由して、直接、デジタルロジック制御部142からデータを受け取るエンジン制御装置（ECU）121を含む。次に、エンジン制御装置121は、データを受け取って、プログラムされたルーティンに従ってローカルマシンユーザインターフェース122にフィードバックを行う。

【0047】

【0069】例えば、エンジン制御装置121は、被試験流体114（すなわち、エンジンオイル）が劣化したときのために、様々な閾値を設定することができる。例えば、様々な車製造業者、したがって車毎に、様々なエンジン制御装置が、オイル交換の必要を指示することができる特定の粘度、密度及び誘電率（あるいは、その1つ又はその組み合わせ）を定義する。しかし、このプログラム可能な閾値レベルの設定は、車間で異なる。そのため、エンジン制御装置121は、ローカルマシンユーザインターフェース122に、エンジン制御装置121が取り付けられた特定の自動車又はエンジンのプログラムに応じて、適切な信号を供給する。

【0048】

【0070】ASIC118は、いくつかの構成要素ブロックを含んでいるのが示されてきたが、以下に議論するように、構成要素は、すべてASIC中に含める必要がないことを理解すべきである。この例では、デジタルプロセッサ138は、物理的にASIC118の外側にあり、汎用プロセッサとして表すことができる。デジタルプロセッサ138がASIC118の外側に位置する場合、デジタルロジック制御部142は、ASIC118の外側に位置するデジタルプロセッサ138と、ASIC118内に残った構成要素との間で通信できるようにさせるグルーロジックの形を取る。自動車の例では、プロセッサ138がASICの外側にある場合、プロセッサは、依然エンジン制御装置121と通信状態にある。

【0049】

【0071】図2Bに、デジタルプロセッサ138が、ASIC118の外側にあるときの

例を示す。そのような例では、デジタルプロセッサ138は、ASIC118の近傍にあるプリント回路基板中に、又は別のプリント回路基板上に集積化することができる。どちらの場合も、ASIC118は、音叉116と通信して、励振させ、音叉116から受け取ったアナログ信号を処理する。したがって、ASICは、音叉116から着信したアナログ信号を変換し、それらをデジタル形式に変換して、その後デジタルプロセッサ138に送出する。

【0050】

【0072】ASIC118が、自動車上に設けられ、デジタルプロセッサ138が、ASIC118の外側にある場合、デジタルプロセッサ138は、依然、ローカルマシン電子装置120のエンジン制御装置121と通信することができる。したがって、エンジン制御装置121は、ローカルマシンユーザインターフェース122と通信する。この例では、ユーザインターフェースは、ユーザ表示器122bを含むことができる。ユーザ表示器122bは、アナログ指示器及びデジタル指示器122dを含むことができる。アナログ指示器及びデジタル指示器122dは、被試験流体（例えば、エンジンオイル）の品質を指示することができ、被試験流体が劣化している、又は交換する必要があるとき、ユーザに指示するためのゲージ読みの形で表示することができる。

【0051】

【0073】他の実施形態では、ユーザ表示器122bは、適切なグラフィカルユーザインターフェース（GUI）によって、エンジンオイルの状況についてユーザに、デジタル出力又は表示を行うことができるデジタル表示器122c（例えば、モニタ）を含むことができる。ユーザインターフェース122は、ユーザ入力122aを含むこともできる。ユーザ入力122aは電氣的インターフェースとすることができ、このインターフェイスは、整備員が、例えば特定の車両中に挿入された音叉についての更新された校正情報を供給するのを可能にし、又は売り出されたばかりかもしれない新しいエンジンオイルについての調節された近似値を供給するのを可能にする。

【0052】

【0074】ユーザ入力122aを介して、整備員は、エンジン制御装置121を經由してASIC118に新データを入力することができる。上で言及したように、ASIC118は、校正データを格納するための、及びいくつかの実施形態では、音叉116によって検知されることができる流体についての近似された特性を格納するためのメモリ装置140を含む。

【0053】

【0075】図2Cに、本発明の一実施形態によるASIC118の他の詳細なブロック図を示す。この例では、ASIC118は、ASIC118中に集積化し又はその外側に置いておくことができるいくつかのブロックを表す。ASICの外側に置いておくことができるブロックは、ブロック175を含む。上位レベルの図であるので、音叉116は、アナログI/O160に接続される。アナログI/Oは、上記の図2Aのブロック132、134及び136を表す。したがって、アナログI/Oブロック160は、信号調整及び音叉116から受け取ったデータの変換を行う。

【0054】

【0076】周波数発生器130は、上記で述べたように、アナログI/O160を介して、可変周波数入力信号を音叉116に供給する。グルーロジック162は、ASIC118上に存在する様々な回路ブロックを互いに統合するために、設けられる。周知のように、グルーロジックは、信号ライン、インターフェース用信号、タイミング信号、及びASIC118を定義するチップを入出力する入力及び出力を提供するために必要な他のどのような回路も含む。そのようなグルーロジックは、すべてこの技術では標準で周知である。ASIC118は、更にユーザ定義データ（ROM）140'を含む。上述したように、ユーザ定義データ140'は、校正データ、ならびに被試験流体になることがある特定の流体について近似された変数データを含むことができる。このメモリに格納されるユーザ定義データは、どのような発信源からも得ることができる。例えば、データは、流体製造

業者、音叉製造業者、契約当事者などから得ることができる。なお、更に、データは、データストリーム、データベースの形で、又はネットワークを介して得ることができる。

【0055】

【0077】例えば、図2D及び図2Eに、ユーザ定義データ140'内に格納することができる例示的データを示す。図2Dに示すように、音叉1.1（音叉中の種類を強調するように呼ぶ）は、校正変数、ならびに特定の種類の流体について近似された流体特性を提供することができる。図2Dの例では、選択されたオイルタイプ3は、25℃と示された特定の温度における密度、粘度及び誘電率について、近似された流体特性を有する。本明細書で使用するように、用語「近似された流体特性」は、フィッティングアルゴリズムを開始する前の流体特性の開始点における値を表す。したがって、この開始点の値は、経験、以前の試験又は根拠のある推測から定義された初期値である。したがって、開始点の値は、一実施形態では、被試験流体の実際の流体特性値を近似する。このようにして、実際の流体特性への収束を促進することができる。

【0056】

【0078】他の実施形態では、ある組の固定値（例えば、ゼロであり得る）で近似された流体特性から開始することが可能であり得る。各固定値から、フィッティングアルゴリズムは、実際の流体特性値が確定されるまで値を動かすことができる。

【0057】

【0079】この例を続けると、同じオイルタイプ3について近似された流体特性は、図2Eに示すように、温度が40℃まで上がったことによって、異なる近似された流体特性を有することができる。校正変数は、特定の温度に対して音叉1.1についての値を反映させるように、更新もされる。新しいオイルタイプが入手可能になったとき、ASIC118中のユーザ定義データを更新することができるように、様々な温度範囲に対する近似された流体特性を更新する必要がある。

【0058】

【0080】図2Cに戻ると、デジタルI/O140'が、コンピュータ123とインターフェースするために設けられ、テストI/Oインターフェース164が、設計シミュレーション中、テストベンチでの試験中、市場導入前発表中、及び現場作業中のASIC118の試験を可能にするために、設けられる。ASIC118は、タイマ172を含み、それによってASIC118中に収容されたロジックブロックの動作も整合させる。上記で言及したように、ROMブロック166、RAMブロック168、CPUコア170、及びクロック174は、任意選択によって、ASIC118中に含めることができ、又は移動してASIC118の外側で集積化することができる。ROM166は、ASIC118の回路インターフェース及び機能を実行するためのプログラム命令を含む。RAM168は、CPUコア170が処理するデータを読み出し書き込むためのメモリ空間を、CPUコア170に提供する。クロック174によって、ASIC118は、ASIC118のブロックが処理する様々な信号について、適切な信号の整合を実施する。

【0059】

【0081】図3A～図3Dは、ASIC118内に収容される構成要素ブロックの柔軟性を示している。グループ200aから200dは、ASIC118が、用途及びASICが集積化される場所に依りて、少ない又はより少ないブロックを含むことができることを示している。例えば、ASICが実験室に設定中のコンピュータ上に集積化された場合、ホストコンピュータがより多く処理するので、ASICには、より少ないブロックを設けることがある。ASICがマシン又は製造ツール中に集積化され、ローカルコンピュータが直接製品又はツールに接続されていない場合、ASICは、より多くの構成要素を含むことがある。しかし、グループ200aから200dが提供される、説明図によるASIC118は、モジュール式に集積化されて、より多い又はより少ない機能ブロックを含むことができる。

【0060】

【0082】完全なものとして、図3Aに、信号調整回路132及びメモリ装置140だけを

有したASICを示す。もちろん、ここで提供された各例では、ASICは、グルーロジック及びインターフェースロジックを含み、その結果得られたASICと他の回路のインターフェースを取る。図3Cに、信号調整回路132、信号検出回路134及びメモリ装置140を含むグループ200bを有したASICを示す。図3Bに、周波数発生器130、信号調整回路132、信号検出回路134及びメモリ装置140を含むグループ200cを有したASICを示す。図3Dに、周波数発生器130、信号調整回路132、信号検出回路134、アナログデジタル変換器136及びメモリ装置140を含むグループ200dを示す。各場合、上述したように、関連するグルーロジック及びデジタルインターフェースロジックを設けて、定義されたグループ分けに従って、その結果得られたASICとインターフェースすることができる。

【0061】

【0083】図4に、音叉等価回路222及び読み出し入力インピーダンス回路224用の回路図220を示す。周波数発生器は、コンデンサ C_p が並列に接続され、ならびにコンデンサ C_s 、抵抗 R_o 、インダクタ L_o 及び等価インピーダンス $Z(\omega)$ が直列に接続された音叉等価回路222に、結合される。読み出しインピーダンス回路は、並列の抵抗 R_{in} 及びコンデンサ C_{in} を含む。そして、出力電圧は、 V_{out} として表す。以下の式によって、等価回路が定義される。式(2)で、等価回路の V_{out} が定義される。式(3)及び(4)で、インピーダンス Z_{in} 及び Z_{tf} が導かれる。式(5)に、周波数 $Z(\omega)$ にわたるその結果得られたインピーダンスを示す。理解することができるように、周波数 $Z(\omega)$ に対してグラフ化される電圧 V_{out} には、いくつかの変数の決定が必要である。

【0062】

【0084】式(1)で、変数が定義される。動作時、音叉の共振点近傍における周波数応答を使用して、被試験流体の特性を定義する変数を決定する。対象の被試験流体の特性パラメータを決定するために使用されるアルゴリズムには、音叉の校正中に得られたデータの知識が必要になる。校正データにアクセスすることに加え、アルゴリズムは、データフィッティングプロセスも使用して、対象の被試験流体の近似された変数を、被試験流体についての実際の可変特性(すなわち、密度、粘度、誘電率)と融合する。

$$V_{out}(C_o, C_p, L_o, C_s, R_o, Z(\omega), A, B, \rho, \eta, \omega, \epsilon) \quad (1)$$

$$V_{out}(\omega) = [V_o(Z_{in}(\omega)) / (Z_{in}(\omega) + Z_{tf}(\omega))] \quad (2)$$

$$Z_{in} = R_{in} * (1/i\omega C_{in}) (R_{in} + 1/i\omega C_{in})^{-1} \quad (3)$$

$$Z_{tf} = (1/i\omega C_p) (R_o + 1/i\omega C_s + i\omega L_o) \quad (4)$$

$$(1/i\omega C_p + R_o + 1/i\omega C_s + i\omega L_o)^{-1}$$

$$Z(\omega) = A i \omega \rho + B * (\omega \rho \eta)^{1/2} (1+i) \quad (5)$$

$$\epsilon_{measured} = a + k * C_p(measured) \quad (6)$$

$$\epsilon_{measured} = [\epsilon_{cal} - (\epsilon_{cal} - 1) * \{C_{pcal} / (C_{pcal} - C_{po})\}] + [C_p(measured) * \{(\epsilon_{cal} - 1) / (C_{pcal} - C_{po}(vacuum))\}] \quad (7)$$

$$a = [\epsilon_{cal} - (\epsilon_{cal} - 1) * \{C_{pcal} / (C_{pcal} - C_{po})\}] \quad (8)$$

$$k = \{(\epsilon_{cal} - 1) / (C_{pcal} - C_{po}(vacuum))\} \quad (9)$$

$$C_p(measured) \text{ は、} \text{「k」の関数} \quad (10)$$

【0063】

【0085】回路では、 C_s 、 R_o 、 L_o は、真空中の好ましい共振器の等価特性であり、 C_p は、特定の被試験流体中の等価並列キャパシタンスであり、 ρ は、流体密度であり、 η は、流体粘度であり、 ω は、共振周波数であると仮定する。 C_p は、式(6)から(10)で示すように、 k の関数である。定数「 k 」は、一実施形態では、音叉の幾何形状の関数であり、一実施形態では、それぞれ($C_{pmeasured}$ 、 C_{pcal} 、及び $C_{pvacuum}$)対($\epsilon_{measured}$ 、 ϵ_{cal} 、及び ϵ_{vacuum})をプロットした曲線の勾配を定義する。物理的意味では、定数「 k 」は、音叉の幾何形状、音叉の電極の幾何形状、音叉のパッケージング(例えば、ホルダ)の幾何形状、音叉の材料特性、又は上記の要因の任意の組み合わせである。その結果得られた C_p の値を使用して、上式によ

って示すように、誘電率 ϵ を決定する。

【0064】

【0086】更に、以下に定義した式に基づき、粘度及び密度は、次のように逆重畳することができる。

$$Z(\omega) = A i \omega \rho + B (\omega \rho \eta)^{1/2} (1+i)$$

$$Z(\omega) = i \omega \Delta L + \Delta Z(\omega)^{1/2} (1+i)$$

$$\Delta L = A \rho, \quad \Delta Z = B (\rho \eta)^{1/2}$$

【0065】

【0087】いくつかのセンサの場合、 $C_{P \text{ measured}}$ の値は、通常 C_S の値より約1～3桁のオーダーで大きい。したがって、 $Z(\omega)$ を測定する機能を向上させるために、(限定するものではないが)図6A、図6B又は図6Dの説明上の微調整回路の1つ又はその組み合わせなど、信号調整器の一部として又はそれと関連して微調整回路を使用することが望ましい。

【0066】

【0088】図5に、電圧出力(Vout)対周波数(ω)をプロットしたグラフ230を示す。この図に示すように、実際の音叉の応答信号は、特定の周波数範囲に及ぶ信号232を生成することができる。周波数範囲で、信号232中の小刻みな揺れで表される共振応答を有した信号が示される。信号232中の小刻みな揺れの振幅は、約1mVから約10mVの範囲内にあり得る。しかし、音叉116が生成する実際の信号232は、音叉の特性及び被試験流体に依存して、約100から約1000mVの範囲に入り得る信号のオフセット状態になる。

【0067】

【0089】音叉から受け取った信号をより効率的に処理するために、信号232は、信号調整されて、その信号のオフセットを除去し又は低減し、したがって音叉が生成した信号のダイナミックレンジを増加する。それゆえ、解析されるデータは、より正確に処理することができる。図5に、調整された信号を、信号232'として示す。信号232を調整して信号232'を生成するための例示的技法について、以下の図6A及び図6Dを参照して説明する。

【0068】

【0090】図6Aに、本発明の一実施形態による、増幅器310が、音叉116から入力及びコンデンサ316から入力を受け取る回路300aを示す。コンデンサ316は、図5の信号332をシフトして信号のオフセットを除去/低減し、信号232'を生成する信号を調整する助けとなるように、設けられている。これらの図に示すように、周波数発生器が、周波数の刺激を音叉116に、及びコンデンサ316にも供給する。

【0069】

【0091】コンデンサ316からの出力は、増幅器310のマイナス側端子に加えられ、音叉316の出力は、増幅器310のプラス側端子に加えられる。したがって、増幅器310は、コンデンサ316がもたらすキャパシタンスの効果のためシフトされ、増幅された信号を信号検出回路(SDC)134に供給する。信号検出回路は、増幅器310から出力された信号の位相及び振幅を検出し、次いでアナログデジタル変換器136に出力を供給する。

【0070】

【0092】コンデンサ316は、可変なものとして示してあるが、一実施形態では、音叉116から受け取った信号を調整するために必要な(又は予想される)シフト量に応じてある特定レベルに固定される。好ましい一実施形態では、音叉116自体は、コンデンサ316を含むように構成することができる。以下の図7Aに、コンデンサ316が、音叉116に集積化された例を示す。

【0071】

【0093】図6Bに、音叉が増幅器310に入力を供給する回路300bを示す。増幅器310のマイナス側端子は、例示的な一実施形態では、グラウンドに接続される。増幅器3

10の出力が、信号検出回路134に供給されることが示されている。この実施形態では、信号検出回路134は、増幅器310から受け取ったアナログ信号を整流するように構成された二乗平均平方根(RMS)回路とすることができる。次に、信号検出回路134の出力は、図6Aに示すように、アナログデジタル変換器136に出力される。

【0072】

【0094】この実施形態では、デジタルアナログ(DAC)変換器318が、アナログデジタル変換器(ADC)に出力する補償信号317aを生成するために、設けられている。補償信号は、図5を参照して議論したように、信号オフセットを除去するために必要なシフト量を供給する助けになる。代替実施形態では、デジタルアナログ変換器318は、アナログデジタル変換器ではなく、直接、信号検出回路134に信号317を供給し、この選択肢は、点線317bで示す。デジタルアナログ変換器318は、この実施形態では、図2Aに示すデジタルロジック制御部142から制御を受け取るように、設計されている。他の修正実施形態では、回路300bは、信号検出回路134を排除し、したがって信号ライン319を介して直接、アナログデジタル変換器136に増幅器310の出力を供給するように、設計することができる。その場合、デジタルアナログ変換器318は、信号ライン317aを介してその補償信号を直接、アナログデジタル変換器に供給する。この実施形態では、アナログデジタル変換器136は、信号、ならびにその適切な位相及び振幅を検出することができ、したがって信号検出回路134の必要がなくなる。

【0073】

【0095】図6Cに、アナログ信号が音叉から出力される電圧出力対周波数のグラフを示す。アナログ信号は、一実施形態では、信号検出回路(図6BのRMS機能)によって処理され、整流された信号360aを生成する。次に、整流された信号は、図6Bのデジタルアナログ変換器318を使用してその信号をシフトダウンすることによって調整され、それによって信号オフセットが除去される/最小になる。したがって、その結果得られた信号360a'は、被試験流体の特性を決定するためのアルゴリズムを適用するデジタル回路が、より効率的に処理することができるように、より広いダイナミックレンジを有する。

【0074】

【0096】図6Dに、回路300cが、ブロック136中でアナログデジタル変換を行う前に、信号調整を実施する他の実施形態を示す。この例では、音叉116及びコンデンサ316は、差動増幅器310に結合される。差動増幅器310は、密度及び粘度に関連した変数をよく表す増幅された信号を生成することができるが、被試験流体のキャパシタンス(C_P)は、差動増幅器310による処理の間に除去される恐れがある値である。このため、加算増幅器312を設けることができ、この増幅器は、抵抗を介してコンデンサ316に結合するマイナス端子に311aで接続され、それによって C_P を表すデータを生成する。他の実施形態では、音叉の出力部及び差動増幅器310のプラス側入力部へ追加の接続を施すことができる。したがって、接続部311bが、追加の感受性及びデータをもたらす、被試験流体についての適切な C_P を生成する。

【0075】

【0097】加算増幅器312及び差動増幅器310からともに着信するアナログ信号は、信号検出回路134に供給され、信号検出回路134は、これら増幅器から出力された信号の適切な位相及び振幅を同定する。次に、信号検出回路134は、アナログデジタル変換器136にデータを出力する。

【0076】

【0098】図6Eに、補償用デバイス516の能動制御が、ASIC118によって行われる本発明の他の実施形態を示す。ASIC118は、図3A~図3Dに関して言及したように、いくつかの形で実現することができる。補償用デバイス516が果たす機能を説明するために、音叉116が、ポイント501において交流電流源に接続されているのを示す。音叉116は、点線116'で示すように補償用デバイス516とともにパッケージ

ングすることができ、又は代替として、別々にパッケージングして周知の任意の回路相互接続を使用して集積化することができる。更に、補償用デバイスは、ASIC118中に集積化することができる。この実施形態では、音叉116は、直接、AC電力源及びASIC118と相互接続される。図6Eの例では、音叉116は、ポイント504でASIC118と結合され、補償用デバイス516は、ポイント506でASIC118と結合される。補償信号502が、補償用デバイス516にフィードバックされることが示されている。

【0077】

【0099】補償信号502は、起動されたとき、能動的に補償用デバイス516の1つ又は複数の回路要素に制御を加えるように設計されている。補償用デバイス516の1つ又は複数の回路要素は、調節されたとき、図5を参照して説明した信号232を修正するように働く。しかし、図5では、信号調整は、信号オフセットを低減し又は取り除くように簡単に動作した。これとは違って、補償用デバイス516及び補償信号502を使用して、信号232に差動的な信号処理を適用する。一実施形態では、この差動的な信号処理は、信号の直接関連するデータ部分をより増加し、一方関連しないデータ部分を実質的に除去するように働く。図6Gに、その結果得られた信号232aを示す。信号232aは、一度調査されると、被試験流体に関する情報をもたらす。

【0078】

【0100】図6Gに示すように、最大点が流体の粘度を定義し、周波数が流体の密度を定義し、補償信号502のレベルが流体の誘電率の値を定義する。当業者が理解するように、補償用デバイス516のキャパシタンスが、音叉116のキャパシタンスと整合するように調節されたとき、その結果得られた補償信号の値は、音叉116が浸漬された流体の誘電率の値とすることができる。

【0079】

【0101】図6F-1～図6F-3に、補償用デバイス516を定義するために使用することができ、信号を差動的に処理する例示的回路要素を示す。補償信号502が到達したレベルは、信号232が差動的に処理されたとき、試験する流体の誘電率 ϵ を定義する。その結果得られた信号232aは、図6Gに示すように、際立った最大値を有し、その最大値は、特定の周波数上にある。信号232aのその最大値及び周波数は、それぞれ粘度及び密度を定義する。したがって、この実施形態では、図10のカーブフィッティングアルゴリズム445を実行する必要がない。カーブフィッティングが省略されるので、ASICは、その追加の処理を実行する必要がなく、それによって回路設計がより簡単になる。

【0080】

【0102】図6F-1～図6F-3に、信号232の差動的な処理を達成するための、補償信号502が制御することができる他の例示的回路要素を提供する。図6F-1に、補償用デバイス516bが、容量性回路を含むことを示す。容量性回路は、ASIC118が、能動的な方法で調節し制御することができる。この容量性回路は、周知の形をいくらかでも取ることができる想定される。そのような形は、抵抗、コンデンサ及び能動的トランジスタデバイスさえも含む回路構成を含むことができる。これらの回路の組み合わせは、当業者に周知であり、したがって、容量的に音叉116のキャパシタンスを整合させ、したがって差動的に信号232を処理するために使用することができる。図6F-2に、補償用デバイス516cが、バリキャップデバイスを含むことを示す。周知のように、バリキャップデバイスは、コンデンサとダイオードの組み合わせである。動作時、このバリキャップデバイスのキャパシタンスは、差動的に信号232に信号処理することができるように、調節される。他の例では、図6F-3に、ブリッジ回路によって定義される補償用デバイス516dを示す。このブリッジ回路も、差動的に信号232に信号処理することができるようにする。接続ポイント501、504及び506は、図6Eの回路に関する例示的接続ポイントである。

【0081】

【0103】理解されるであろうが、信号232に差動的な信号の処理を容易にするために使

用される正確な回路は、変化することができる。しかし、各回路構成は、信号232の直接関係する部分が増幅され、関係しない部分が最小にされるように、差動的に信号232に処理することを可能にすべきである。したがって、その結果、信号232aなどの信号が生成され、その信号を調べてその大きさ及び周波数中心点を決定することができる。上記したように、大きさは、被試験流体の粘度についての情報をもたらし、周波数中心点は、被試験流体の密度についての情報をもたらし、補償信号502によって加えられた補償のレベルは、被試験流体の誘電率を定義する。したがって、この代替実施形態は、図6E～図6Gを参照して説明したように、本発明の他の実施形態を参照して説明するカーブフィッティングを履行するための追加の処理が必要でない。

【0082】

[0104]図7Aに、コンデンサ316が、直接音叉116'の表面上に集積化された音叉116'を示す。上記で定義されたように音叉116'は、電極116aを含み、コンデンサ316は、音叉を使用可能にするための容量性電荷をそれ自体に読み出すことが可能であり、それによって信号を調整するために必要なオフセットを生成し、図5を参照して説明したシフトを施すコンデンサ電極316aを含む。したがって、音叉自体が、必要な信号のオフセットの除去/低減を行う。コンデンサ316は、一実施形態では、製造業者が微調整し設定し、必要なオフセットをもたらしことがおおよそ可能なコンデンサの値を提供する。他の実施形態では、コンデンサは、製造後、微調整が可能な形のものとすることができる。

【0083】

[0105]図7Bに、容量性の叉316a'と組んで機能する音叉116の単純化された図を示す。音叉116'上に形成された、又はそれに接続されたコンデンサ電極316aの代わりに、図7Bの実施形態では、ブリッジ510によって修正された第2の音叉構造を使用している。ブリッジ510は、容量性の叉316a'が発振するのを防止する機械式構造である。容量性叉316a'は、例えば水晶から作製することができ、機械式ブリッジ510も、同じ水晶の材料から作製することができる。他の実施形態では、音叉の水晶の材料は、組み立てが必要になる別々の破片を有するものの代わりに、一体の破片から作製することができる。

【0084】

[0106]本発明の好ましい1つの音叉共振器は、 piezo電気材料を含む1つ又は複数の歯と、piezo電気材料に接続された少なくとも1つの電極（又は電極を受け入れるのに適切な構造）を有する。同調性能材料又は他の機能性も、任意選択によって基本材料に含むことができる。

【0085】

[0107]電極用に金属を使用することは、最も好ましい。しかし、導電性ポリマ、カーボンあるいはその他などの他の導電性材料を使用することもできる。好ましい金属は、金、白金、銀、クロム、アルミニウム、又はその混合物から選択された金属を含む純金属又は合金である。他の貴金属又は遷移金属を使用することもできる。

【0086】

[0108]本発明の共振器の基本材料は、piezo電気材料、電気ひずみ材料、磁気ひずみ材料、piezo抵抗性材料、弾性光学材料、異方性材料、又はその組み合わせのうちの少なくとも1つの種類のデバイスから選択されることが好ましい。例として、特定の材料は、金属材料、結晶材料、セラミック材料、又はその組み合わせとすることができる。適切な材料の例には、これらに限定するものでなく、水晶、ニオブ酸リチウム、酸化亜鉛、ジルコン酸チタン酸鉛(PZT)、gallio-germanate（例えば、Langasite ($\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$)、Langanite、又はLangatate)、diomignite（テトラホウ酸リチウム）、ビスマス酸化ゲルマニウム、又はその組み合わせが含まれる。好ましい基本材料は、技術で開示されているドーパントによってドーピングしてもよく、又はドーピングしなくともよい。

【0087】

【0109】本発明によって使用される共振器の寸法は、共振器の全体積が、同調性能材料(performance-tuning material)を含め、約 75mm^3 より少ないことが好ましく、約 50mm^3 より少ないことがより好ましく、約 25mm^3 より少ないことが更に好ましく、約 15mm^3 より少ないことが更に好ましい。好ましい共振器は、歯(tine)が、その最も長い寸法で約 15mm を超えない、より好ましくはその最も長い寸法で約 8mm より短いことである。好ましい共振器は、厚さが、約 2mm より厚くない、より好ましくは約 1mm より厚くないことである。例として、限定するものでなく、説明用の一共振器は、寸法が、約 $0.5 \times 3 \times 5\text{mm}$ である。もちろん、より大きい共振器を使用することもできる。一実施形態では、音叉116のサイズは、音波の波長より小さい。

【0088】

【0110】特に好ましい同調性能材料の例は、ポリマ、セラミック、ダイヤモンド、ダイヤモンド状カーボン(例えば、Diamondex(登録商標)DLC)、及びその組み合わせからなる群から選択された材料又は複数の材料の組み合わせを含む。例えば、好ましい同調性能材料は、フッ素重合体、シリコン、ポリオレフィン、カーバイド、窒化物、酸化物、ダイヤモンド、ダイヤモンド状カーボン、及びその組み合わせからなる群から選択された材料又は複数の材料の組み合わせを含むことができ、更に極めてより好ましくは、ポリテトラフルオロエチレン、フルオロシリコン、ポリエチレン(例えば、高密度ポリエチレン)、ポリプロピレン(例えば、高密度ポリプロピレン)、炭化ケイ素、窒化ケイ素、ダイヤモンド、ダイヤモンド状カーボン、及びその組み合わせからなる群から選択された材料又は複数の材料の組み合わせを含むことができる。上で述べた基本材料の例から選択された材料は、同調性能材料として使用する場合も可能である。

【0089】

【0111】図8に、本発明の一実施形態による、音叉を校正し、音叉を特徴付ける変数を得るために実行される方法ステップを表すフローチャート図400を示す。この方法は、音叉センサを設けるステップ402で始まる。上述したように、音叉センサは、被試験流体中に挿入されて流体の性質を決定するように、設計することが好ましい。一実施形態では、音叉センサに電極を設けて、所定の周波数範囲にわたって可変周波数信号を加え、それによって周波数依存の共振器の応答を得ることを可能にする。ここで、この方法は、音叉を特徴付ける第1の組の変数を決定するための第1の校正を行う、ステップ404に進む。第1の校正に、音叉の応答を決定するために音叉を真空又は大気中に入れて、既知の共振周波数に対して音叉を校正するステップが含まれる。

【0090】

【0112】図11Aに、真空又は大気中の音叉の既知の周波数応答の例を信号462によって示す。大気中の音叉について近似された信号464から始めて、フィッティングアルゴリズムを実行して近似信号464を信号462にフィッティングさせる。この第1の校正実施時、媒体中の音叉のインダクタンス(L_0)、キャパシタンス(C_S)、抵抗(R_0)及び並列キャパシタンス(C_P)などの変数を確定することが可能である。音叉が真空又は大気中に置かれているので、流体のインピーダンス $Z(\omega)$ はゼロに等しくなる。

【0091】

【0100】したがって、第1の校正は、図11Aの第1の校正で示すように、実際の音叉自体を特徴付ける第1の組の変数を生成する。図8に戻ると、次に、方法は、既知の流体中で第2の校正を行い、第2の組の変数を決定するステップ406に進む。第2の校正は、第1の校正から決定された第1の組の変数を使用する。ここで、第2の校正が実施される図11Bを参照されたい。第2の校正では、既知の流体に対する周波数応答が、信号472によって示すように、得られる。既知の流体について近似された信号474から始めて、校正は、信号474が既知の流体の信号472にフィッティングするように行われる。カーブフィッティング操作実施時、第2の校正は、図11Aからの第1の校正変数を使用して、A、B及びkを含む第2の組の変数を得る。一実施形態では、第2の校正で使用される既知の流体は、音叉の汚染が最低限に維持されるように、揮発性流体が好ましい。す

なわち、同じ音叉を使用して実際の被試験流体の変数を決定する前に、音叉が歯上に残渣を集める、又は積み上げることを防止することが、望まれる。一例では、既知の流体は、四塩化炭素(CCl₄)、アルコール、フッ素系溶剤、エタノール、メタノール、トルエン、メントールエーテルケトン、ヘキサン、ヘプタン、イソプロピルアルコール(IPA)などとすることができる。なお、他の校正流体は、純水(DIW)、又は音叉上に残渣を残さない、又は最低限しか残さない他の流体とすることができる。

【0092】

[0101]再び図8に戻ると、第2の校正が、ステップ406で実施された後、方法は、試験する流体の特性を検知するとき音叉を機能的に使用するために、第1の組の変数及び第2の組の変数をメモリに格納するステップ408に進む。一実施形態では、第1の組の変数及び第2の組の変数は、図2B及び図2Cを参照して議論したように、メモリ装置140、又はユーザ定義データROM140'に格納される。概して、第1の校正データ及び第2の校正データは、図2D及び図2Eに示すように、音叉についてある温度範囲で実施される。温度範囲は、約1Kから約1000Kの間で変化することができる。他の実施形態では、この範囲は、約77Kから約600Kの間とすることができ、また他の実施形態では、範囲は、約233Kから約423Kの間とすることができる。そのような範囲は、用途に依存して変化する。したがって、第1の校正及び第2の校正から得たこれらの校正変数は、メモリに格納され、密度、粘度及び誘電率など被試験流体の特性を確定するために被試験流体を処理するとき、ASICによって呼び出すことができる。他の実施形態では、校正変数は、リムーバブル記憶媒体に格納することができる。校正変数をリムーバブル記憶媒体に格納したとき、校正データは、特定の音叉にリンクされる。したがって、ある音叉が、エンドユーザに供給されたとき、音叉を動作させるために適切な校正変数をASICにロードし、又はASICがアクセスできるように、リムーバブル記憶媒体(例えば、カード、チップ、メモリスティックなど)をエンドユーザに提供することもできる。校正変数をリムーバブル記憶媒体に格納することによって、新しい音叉についての校正変数を継続的に更新し更に精密にすることも、新しい音叉が販売に供されたとき、最新の校正データをエンドユーザに提供することも可能になる。

【0093】

[0102]なお、更に、特定の実施形態は、パッケージとして、特定の音叉とその音叉の校正変数の販売を含むことができる。校正変数は、磁気カードに格納することもでき、次いで、このカードは、整備員が、コンピュータ又はローカルマシンユーザインターフェース中に挿入し、特定の機械中に取り付けられている特定の音叉について現在の校正データをロードすることができる。時おり、例えば、整備員が、ローカルマシンユーザインターフェースを経由して音叉についての校正データを更新することが可能になる。ローカル電子装置への更新は、無線リンクを介して、インターネットによって、その他によって行うこともできる。一実施形態では、校正データを、コンパクトに格納し、64バイトのわずかなスペースであるデジタル形式で提供することができる。もちろん、データサイズは、必要に応じて大きくも小さくもすることができる。

【0094】

[0103]図9に、ASICを使用して、音叉の起動を制御し、音叉からの応答を処理してデジタル形式で応答データの送信も可能にする、フローチャート図420を示す。この方法は、音叉センサを設けるステップ422で始まる。音叉センサが設けられた後、この方法は、音叉センサを被試験流体中に適用するステップ424に進む。音叉センサの被試験流体中への適用は、音叉の一部分(すなわち、少なくとも歯の一部分)を被試験流体中に浸漬して、試験する流体内での音叉の共振を可能にすることを含むことができる。

【0095】

[0104]音叉センサを被試験流体に適用した後、この方法は、ステップ426へ進む。ステップ426で、刺激を音叉センサに加える(音叉センサを励振させる)。上で述べたように、この刺激は、周波数範囲にわたり変化させて、音叉センサに加えられ、それによって周波数に依存する共振器の応答を得るための、周波数入力信号になる。好ましいのは、

印加する周波数が、約100kHzより低いことである。次いで、ステップ428で、ASICは、音叉が、被試験流体中にある間、音叉センサからアナログ信号を受け取る。ASICが、音叉センサからアナログ信号を受け取った後、方法は、ステップ430に進み、このアナログ信号を処理してデジタル形式にする。

【0096】

[0105] 上述したように、ASICは、アナログ信号を受け取るための信号調整回路と、音叉センサから得られた信号の成分を検出するための信号検出回路と、アナログ信号データをデジタル形式に移すためのアナログデジタル変換器とを含むことが好ましい。ここで、当該方法は、受け取ったアナログ信号のデジタル形式を処理して、被試験流体の特性を同定するステップ432に進む。

【0097】

[0106] 一実施形態では、ASICは、ブロック425で、アナログ信号から受け取ったデジタル形式を処理することもできる。代替実施形態では、上記で言及したように、図2Bに示すように、ASICの外側でデジタル形式を処理することができる。どちらの実施形態でも、次いで、デジタル形式を処理して被試験流体の特性を同定する。図11Cを参照して述べるように、同定する被試験流体の特性は、被試験流体の密度、粘度及び誘電率を含むことができる。ステップ432で特性が同定された後、当該方法は、予め定義された受け取り装置に同定された特性を送信するステップ434へ進む。予め定義された受け取り装置は、車両のコンピュータ、実験室中のコンピュータ、記憶装置、インターネットを介して（接続されたワイヤ又は無線で）データを受け取る遠隔コンピュータ、又は被試験流体についての情報の受け取りを要求する他の任意の受け取り装置を含むことができる。同定された特性が、予め定義された受け取り装置に送信された後、この方法は終了する。

【0098】

[0107] 図10に、本発明の一実施形態によってブロック445でカーブフィッティングアルゴリズムを実行するフローチャート図440を示す。上述したように、カーブフィッティングアルゴリズムは、図11Cに示すように、特定の流体について近似された信号データを、被試験流体から受け取った実際のデータにフィッティングするように設計されている。カーブフィッティングアルゴリズムは、一実施形態によって第1の校正データ及び第2の校正データを得るためのプロセスにも適用される。

【0099】

[0108] この方法は、校正中に決定された第1及び第2の組の変数をメモリにロードするステップ442で始まる。上で述べたように、校正データは、ASIC自体上のメモリに、又はASICとは別のホストコンピュータに、あるいは磁気カードやその他のリムーバブル記憶媒体にさえ、そのいずれにも格納することができる。上記したように、校正に対して決定された第1及び第2の組の変数は、概ね温度に依存するものであり、校正データは、被試験流体の動作中、検知された特定の温度について同定される。

【0100】

[0109] ここで、当該方法は、被試験流体の特性を読み出し、被試験流体を表す信号についてのデータを得るステップ444に進む。ここで、様々なオイルタイプに、近似された流体特性が与えられる図2D及び図2Eを参照されたい。例えば、オイルタイプ3は、密度、粘度及び誘電率について近似された流体特性を含む。校正データとともにこれら近似流体特性のそれぞれは、特定の温度に関連付けられる。例えば図2Eに示すように、温度が上昇したとき、近似流体特性値は、変化することもあり、したがって、わずかに異なる値が、密度、粘度及び誘電率について定義される。

【0101】

[0110] データが、フェッチ、ルックアップその他の手段によって記憶装置から読み出された後、これら近似流体特性値を使用して、被試験流体を表す信号を生成する。ここで、被試験流体を表す信号が、信号484として示された図11Cを参照されたい。この図から分かるように、信号484は、実際の被試験流体が生じた、信号482として示された

信号にほぼ近似している。この例では、音叉は、被試験流体中に挿入され、図11Cに示すように、音叉の周波数応答から信号482が生成される。実際の信号482が、被試験流体から生成されるので、被試験流体を表す近似信号、すなわち信号484をカーブフィッティングすることによって、被試験信号482について実際の流体の特性データが生成される。その結果、密度、粘度及び誘電率を含め、被試験流体の流体特性データが、実際の被試験流体について生成される。

【0102】

【0111】図10に戻ると、被試験流体を表す信号について、データが得られた後、方法は、ステップ446に進む。ステップ446、448及び450は、ブロック445で定義されるカーブフィッティングアルゴリズムの一部分になる。ステップ446で、被試験流体についての近似信号が生成される。図11Cに、被試験流体についての近似信号を信号484として示す。次に、方法は、フィッティングアルゴリズムを適用して、被試験流体についての実際の信号に近似信号をフィッティングする、ステップ448に進む。上述したように、これには、近似信号484の値を被試験流体の信号482に融合するアルゴリズムの適用が関与する。

【0103】

【0112】カーブフィッティングアルゴリズムは、適切な又は最上のカーブフィッティングの結果が得られるまで、継続して演算する繰り返しのアルゴリズムである。その後、この方法は、決定ステップ450に進み、このフィッティングが許容できるかどうか、決定される。このフィッティングが許容できない場合、すなわち近似信号484が、十分に被試験流体の信号482に近接していないことを意味し、この方法は、ステップ446に戻る。ステップ446で、新しく更新された近似流体特性の変数を式に最新情報として与え、次いで、被試験流体により近接している可能性のある新しい近似信号484を生成する。再び、当該方法は、ステップ448に進み、フィッティングアルゴリズムを実行して、再び、図11Cに示すように、近似信号484の被試験流体の信号482への融合を試行する。

【0104】

【0113】この方法は、許容できる程度までカーブフィッティングが到達するまで、継続される。ループが繰り返して実行され、カーブフィッティングが向上されない場合、信号を許容できるものとして、方法をステップ452に進ませることが可能である。好ましい実施形態では、カーブフィッティングアルゴリズムは、シンプレックス方程式カーブフィッティングアルゴリズムを使用して、近似信号を、被試験流体から受け取った実際の信号に融合する助けとする。より好ましい実施形態では、シンプレックス方程式は、理論モデルの最小二乗値を最小にする演算を利用する。使用することができる例としてのアルゴリズムは、多次元応用向けダウンヒルシンプレックス(downhill simplex)アルゴリズムを含むことができる。このアルゴリズムは、William H. 他著、1988年著作権登録の「科学計算技術(The Art of Scientific Computing)」と題する本に定義されている。対象の具体的なページは、10.4章「多次元におけるダウンヒルシンプレックス法(Downhill Simplex Method in Multidimensions)」ページ305~309を含む。この本は、すべての目的で参照により本明細書に組み込むものとする。もちろん、「フィッティング」機能が達成できる限り、他のフィッティングアルゴリズムを使用することができることも理解すべきである。

【0105】

【0114】次に、当該方法は、被試験流体について実際に決定された特性データを出力し、特定の被試験流体についての確定された密度、粘度及び誘電率を生成するステップ452に進む。

【0106】

【0115】図11A及び図11Bについて、カーブフィッティング演算を参照して説明してきた。具体的に、図11Aに、真空又は大気における近似信号464を実際の真空又は大

気の信号462にカーブフィッティングさせることによって、真空中又は大気中で行われ、第1の組の変数を得るカーブフィッティング演算を示す。図11Bに、既知の流体の近似信号474を、既知の流体の実際の応答472に融合するために実行されるカーブフィッティング演算を示す。近似信号474を、既知の流体から受け取った実際の信号である信号472に融合することによって、第2の組の校正変数A、B、及びkを得ることが可能になる。最後に、図11Cに、音叉を実際に使用している間に実行され、特定の被試験流体の特性変数を得るためのカーブフィッティング演算を示す。

【0107】

【0116】図12に、本発明の一実施形態による、音叉を使用して被試験流体についての流体のパラメータを生成するための、ASIC118が実施する基本機能プロセスのステップを示すフローチャート図490を示す。この方法は、カーブフィッティングアルゴリズムを使用して得られた第1の組の変数を記憶装置からフェッチするステップ492から始まる。次に、方法は、ステップ494に進み、第1の組の変数及びカーブフィッティングアルゴリズムを使用して得られた第2の組の変数も記憶装置からフェッチする。上述したように、第2の組の変数は、特定の音叉について校正変数を定義する。校正変数は、直接ASIC上に、又はASICから別に、あるいはある記憶媒体に、そのいずれかに格納される。校正変数が得られた後、ステップ496で、ASICの一部である、又はASICと通信している、そのいずれかのプロセッサが、第1の組の変数、第2の組の変数及びカーブフィッティングアルゴリズムを使用して、被試験流体についての流体のパラメータを生成する。

【0108】

【0117】本発明の音叉センサの例は、参照により本明細書に組み込まれる米国仮特許出願第60/419,404号に見ることができる。要約すると、音叉共振器は、試料流体の粘度、密度、誘電率及び導電率など物理的及び電気的性質を測定することができる機械式ピエゾ電気共振器である。

【0109】

【0118】音叉共振器は、流体中で発振することができるどのような共振器も含むと広く解釈すべきである。他の例になる共振器構造は、三叉構造、片持ち梁構造、ねじり棒構造、単一変形構造、両変形構造、膜共振器構造又はその組み合わせを含むことができる。

【0110】

【0119】ほとんどの基本構成では、本発明の検知システムは、機械式共振器などのセンサと、プロセッサと、流体の量及び/又は状況をユーザに知らせるためのユーザインターフェースとともに構成される。この実施形態では、センサは、信号発生器から励磁信号を受け取り、センサは、共振する。センサの共振は、直接種類及び流体状況の現況に相関関係がある、流体の粘度と比例関係である。その結果得られる共振状態は、生じた出力信号を介してプロセッサに送信され、このプロセッサは、解析をするためにその信号を修正し、流体の現状を決定するためにそれを既知の値と比較する。

【0111】

【0120】前述の発明について、明らかな理解を得る目的でいくらか詳細に説明してきたが、ある変更及び修正を、添付の特許請求の範囲に示す範囲で実施することができることは、明らかである。例えば、実施形態の特徴は、特にエンジンオイルの文脈で述べられていることがあるが、この用途に限定されるものではない。本発明の原理は、他の自動車用流体についての用途、及び自動車用途ではない用途（例えば、油田の導管中を流れる流体の性質を解析するためのデバイス、フローインジェクション解析計器に関与する検出器、微量天秤、大処理量調査及び選別用システムその他）で、用途を広範囲に広げている。したがって、本実施形態は、説明するものであって限定するものではないと見なすべきであり、本発明は、本明細書で与えられた細部に限定すべきでなく、添付の特許請求の範囲に示す範囲及び等価物内で変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1A-1】本発明の一実施形態による流体検知システムを示す図である。

【図1A-2】被試験流体を一貫して測定することが保証されるように密閉した環境内に音叉を収容した、本発明の他の実施形態を示す図である。

【図1B】本発明の一実施形態による流体検知システムを組み込んだ例示的自動車を示す図である。

【図1C】本発明の流体検知システムを使用することができる他の説明用の例を示す図である。

【図1D】本発明の流体検知システムを使用することができる他の説明用の例を示す図である。

【図1E】本発明の流体検知システムを使用することができる他の説明用の例を示す図である。

【図2A】音叉に刺激を与え、データを受け取って処理し、被試験流体の特性に関する情報をもたらすように設計されたASICのブロック図である。

【図2B】本発明の一実施形態による、デジタルプロセッサがASICの外側にある場合の例を示す図である。

【図2C】本発明の一実施形態によるASICの他の詳細ブロック図である。

【図2D】本発明の一実施形態によって、ASICのメモリに格納することができる例示的データを示す図である。

【図2E】本発明の一実施形態によって、ASICのメモリに格納することができる例示的データを示す図である。

【図3A】本発明の一実施形態による、ASIC中に集積化することができる構成要素ブロックの柔軟性を示す図である。

【図3B】本発明の一実施形態による、ASIC中に集積化することができる構成要素ブロックの柔軟性を示す図である。

【図3C】本発明の一実施形態による、ASIC中に集積化することができる構成要素ブロックの柔軟性を示す図である。

【図3D】本発明の一実施形態による、ASIC中に集積化することができる構成要素ブロックの柔軟性を示す図である。

【図4】本発明の一実施形態による、音叉等価回路及び読み出し入力インピーダンス回路の回路図である。

【図5】本発明の一実施形態による、典型的な共振周波数応答を示すために、電圧(V_{out})対周波数(ω)をプロットしたグラフの図である。

【図6A】本発明の一実施形態による、音叉から受け取った信号を調整するための例示的技法を示す図である。

【図6B】本発明の一実施形態による、音叉から受け取った信号を調整するための例示的技法を示す図である。

【図6C】本発明の一実施形態による、音叉から受け取った信号を調整するための例示的技法を示す図である。

【図6D】本発明の一実施形態による、音叉から受け取った信号を調整するための例示的技法を示す図である。

【図6E】本発明の一実施形態による、音叉、及びASICによって能動的に制御される補償用デバイスを示す図である。

【図6F-1】本発明の一実施形態による、ASICが制御することができる例示的補償用デバイス構造を示す図である。

【図6F-2】本発明の一実施形態による、ASICが制御することができる例示的補償用デバイス構造を示す図である。

【図6F-3】本発明の一実施形態による、ASICが制御することができる例示的補償用デバイス構造を示す図である。

【図6G】本発明の他の実施形態のカーブフィッティングプロセスを実行する必要がなくて、解析し被試験流体の特性を同定することができる、補償された出力信号を示すグラフの

図である。

【図7A】本発明の一実施形態による、集積化されたコンデンサを有した音叉を示す図である。

【図7B】本発明の一実施形態による、容量性の叉と組み合わせて機能する音叉の図である。

【図8】本発明の一実施形態によって音叉について校正データを計算するために実行される、方法ステップを表すフローチャート図である。

【図9】本発明の一実施形態によって、音叉に加える信号を制御し、ASIC中で信号を受け取って処理し、それによって被試験流体の特性を決定するための方法ステップを表すフローチャート図である。

【図10】本発明の一実施形態によって、フィッティングアルゴリズムを実行するための方法ステップを表すフローチャート図である。

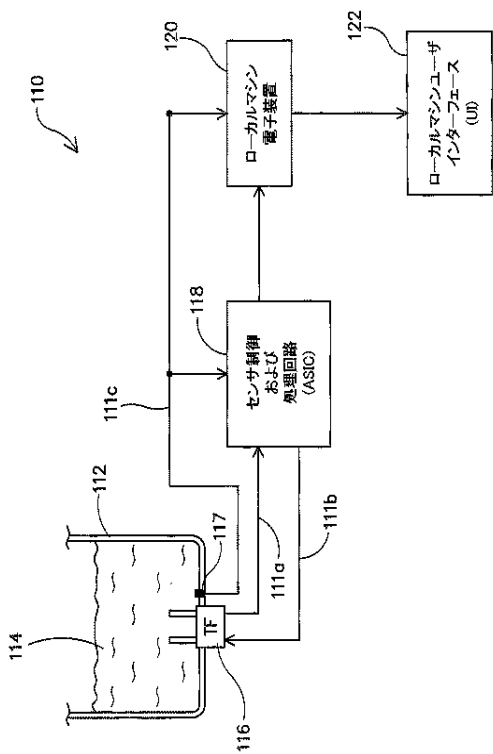
【図11A】本発明の一実施形態による、校正及び被試験流体の実際の試験をプロットした図である。

【図11B】本発明の一実施形態による、校正及び被試験流体の実際の試験をプロットした図である。

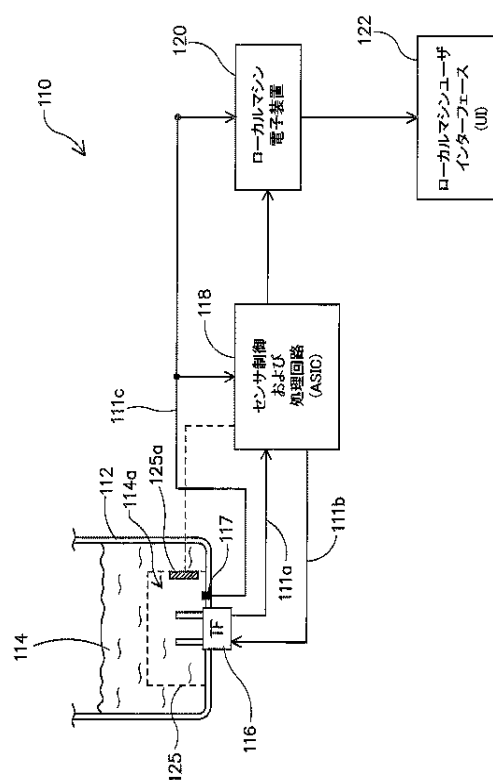
【図11C】本発明の一実施形態による、校正及び被試験流体の実際の試験をプロットした図である。

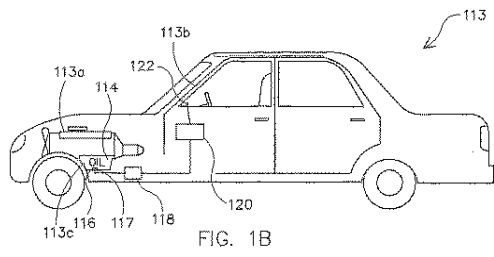
【図12】本発明の一実施形態によって、被試験流体の特性を決定するために実行される処理ステップを表すフローチャート図である。

【図1A-1】

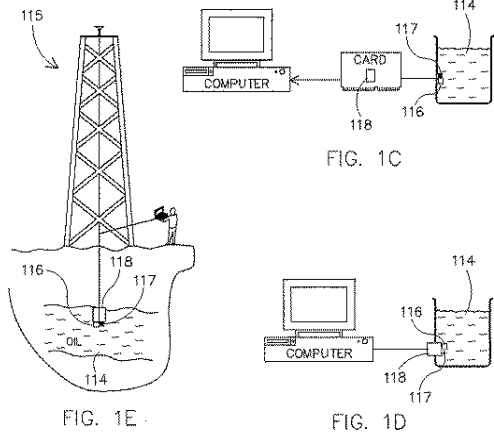
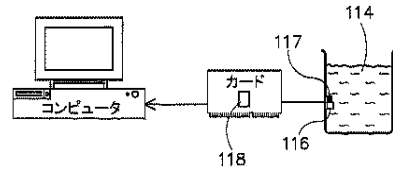


【図1A-2】

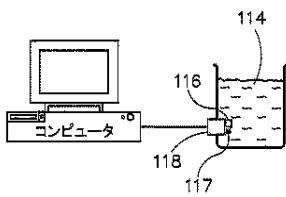




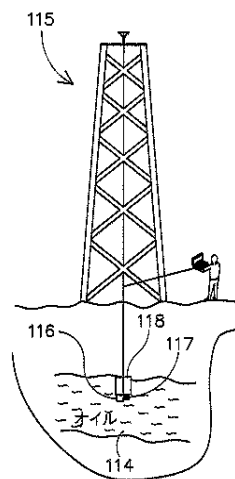
【図1C】



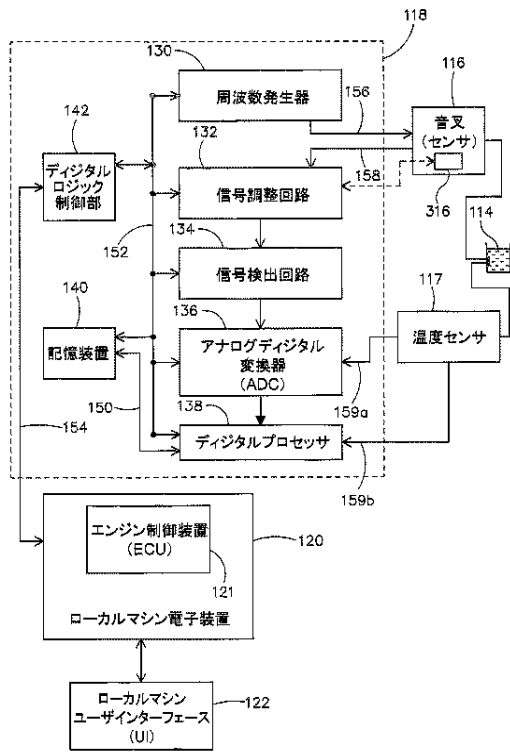
【図1D】



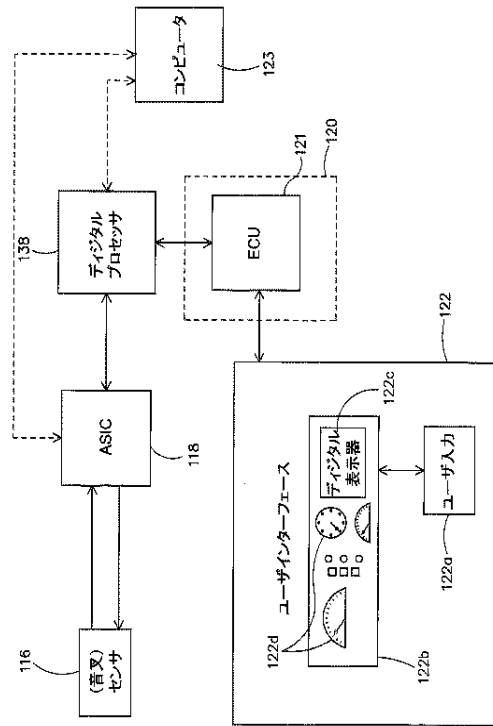
【図1E】



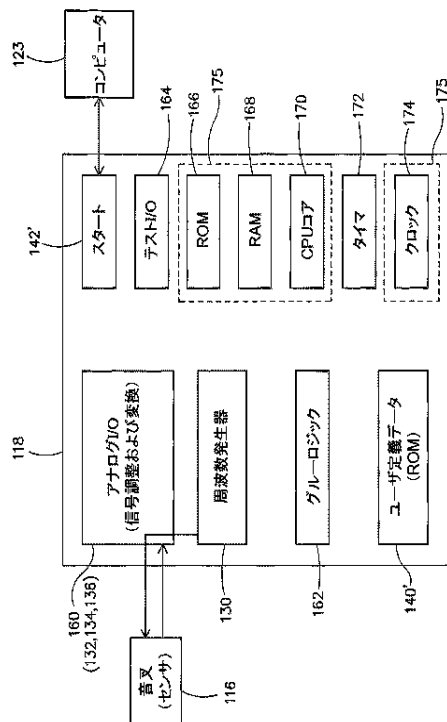
【図2A】



【図2B】



【図2C】



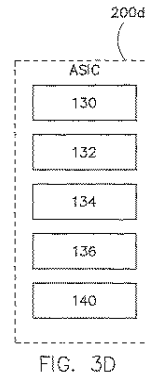
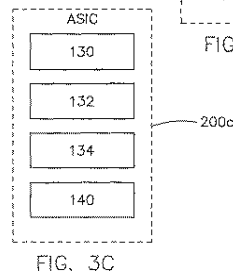
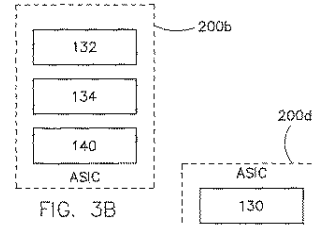
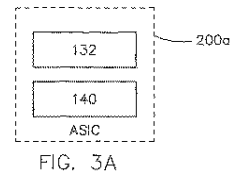
【図2D】

近似流体特性

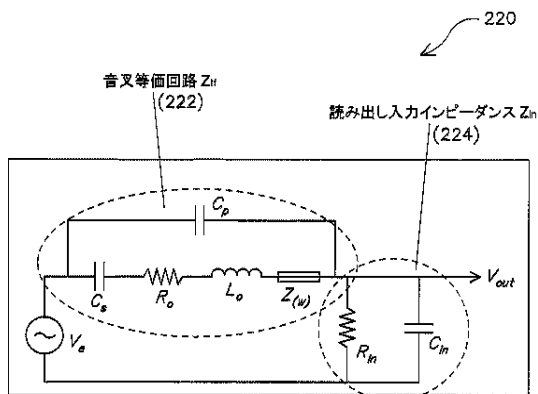
	密度	粘度	誘電率	
音叉 1.1 温度 25°C	オイルタイプ 1	ρ	η	ϵ
	オイルタイプ 2	ρ	η	ϵ
	オイルタイプ 3	ρ	η	ϵ
校正 変数	オイルタイプ 4	ρ	η	ϵ
V_1	オイルタイプ 5	ρ	η	ϵ
V_2	オイルタイプ 6	ρ	η	ϵ
V_3		ρ	η	ϵ
V_4		ρ	η	ϵ
V_5		ρ	η	ϵ
V_6		ρ	η	ϵ
V_7		ρ	η	ϵ
	オイルタイプ N	ρ	η	ϵ

【図2E】 【図2E】

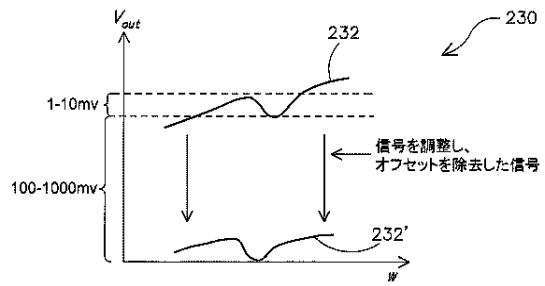
		近似流体特性		
		密度	粘度	誘電率
音叉 1.1 温度 40°C	オイルタイプ 1	ρ'	η'	ϵ'
	オイルタイプ 2	ρ'	η'	ϵ'
	オイルタイプ 3	ρ'	η'	ϵ'
校正 変数	オイルタイプ 4	ρ'	η'	ϵ'
	オイルタイプ 5	ρ'	η'	ϵ'
	オイルタイプ 6	ρ'	η'	ϵ'
	V_1'	⋮	⋮	⋮
	V_2'	⋮	⋮	⋮
	V_3'	⋮	⋮	⋮
	V_4'	⋮	⋮	⋮
V_5'	⋮	⋮	⋮	
V_6'	⋮	⋮	⋮	
V_7'	⋮	⋮	⋮	
	オイルタイプ N	ρ'	η'	ϵ'



【図4】



【図5】



【図6A】

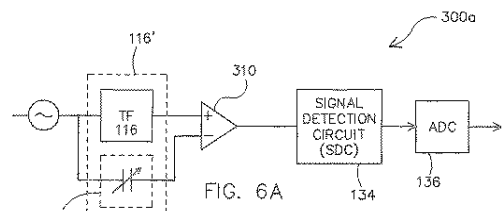
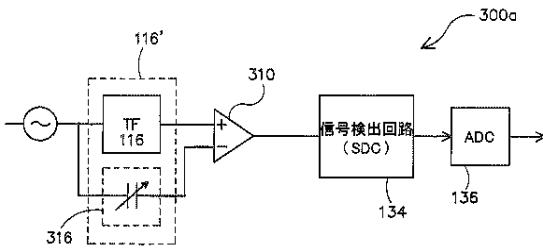


FIG. 6A

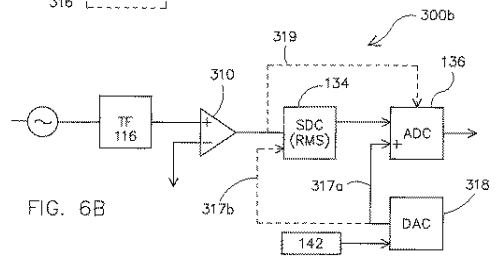


FIG. 6B

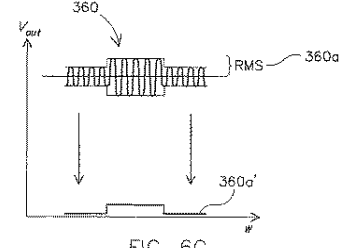


FIG. 6C

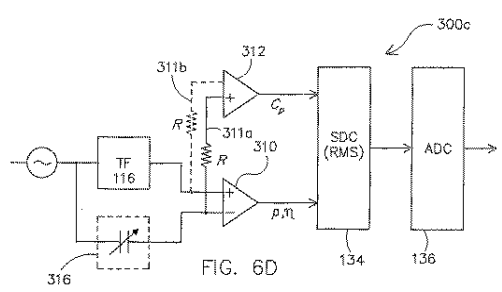


FIG. 6D

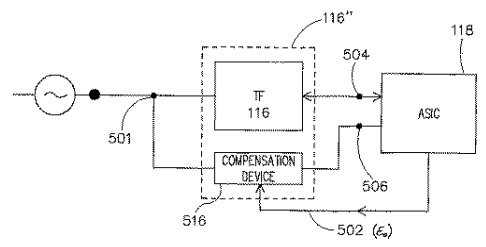
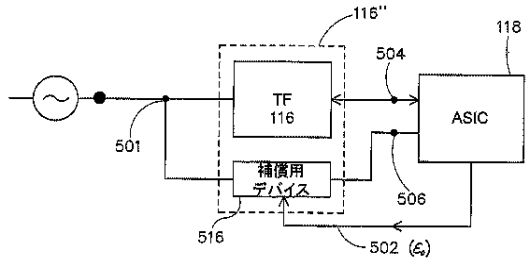
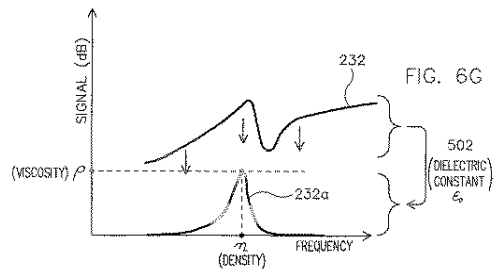
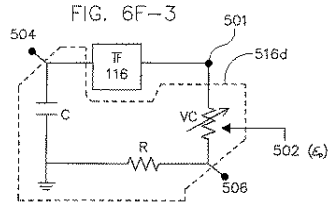
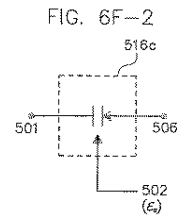
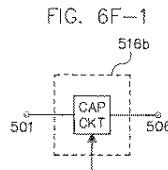
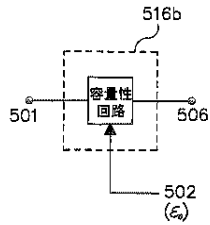


FIG. 6E

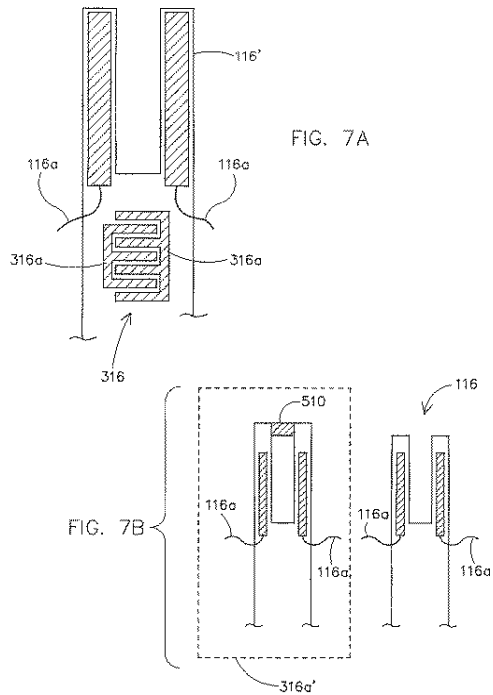
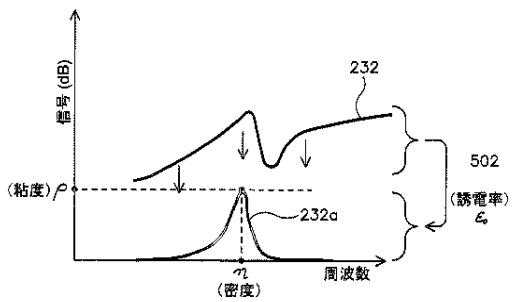
【図6A】



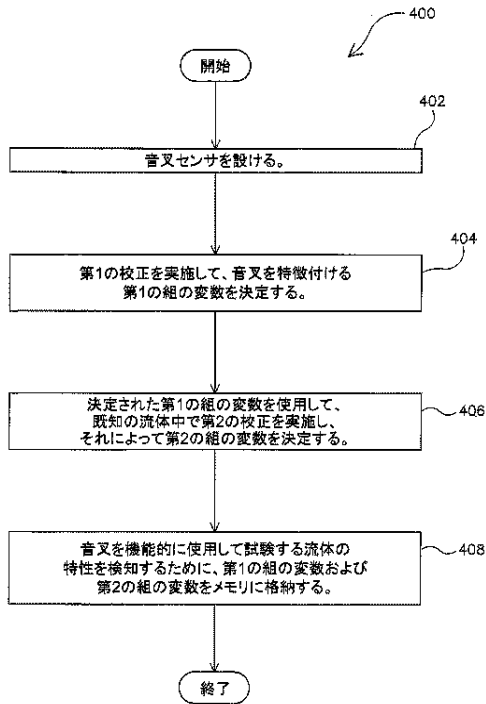
【図6F-1】 【図6F-1】



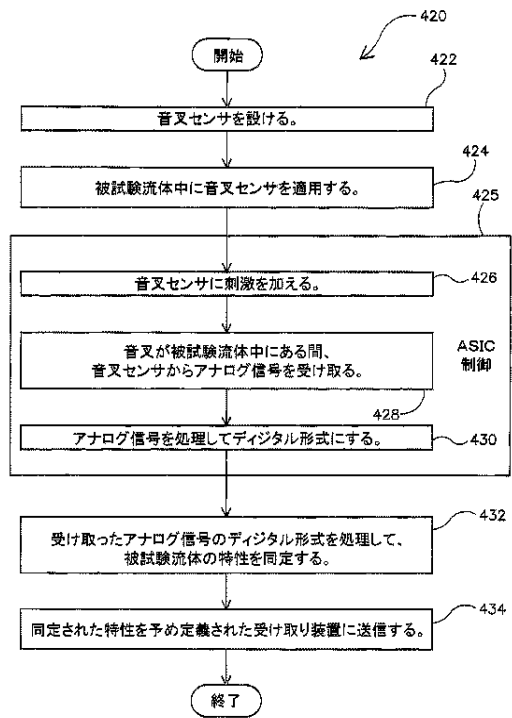
【図6G】



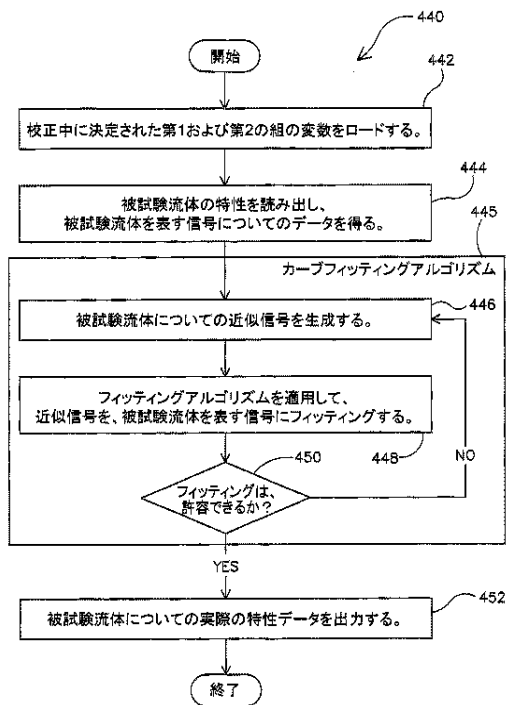
【図8】



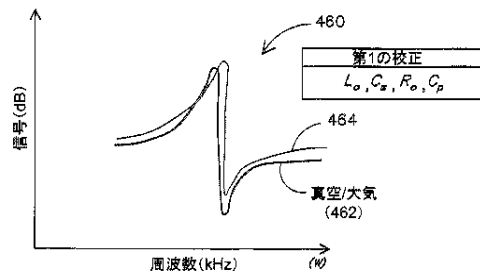
【図9】



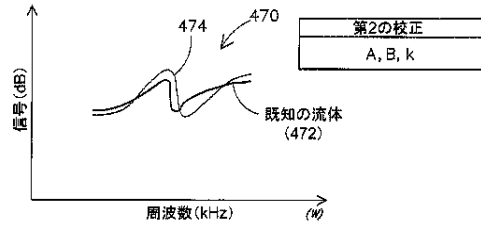
【図10】



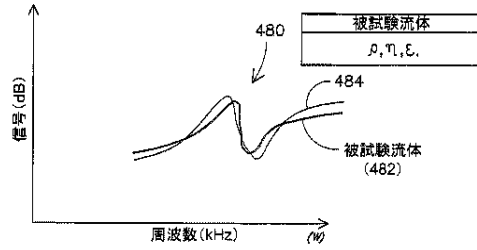
【図11A】



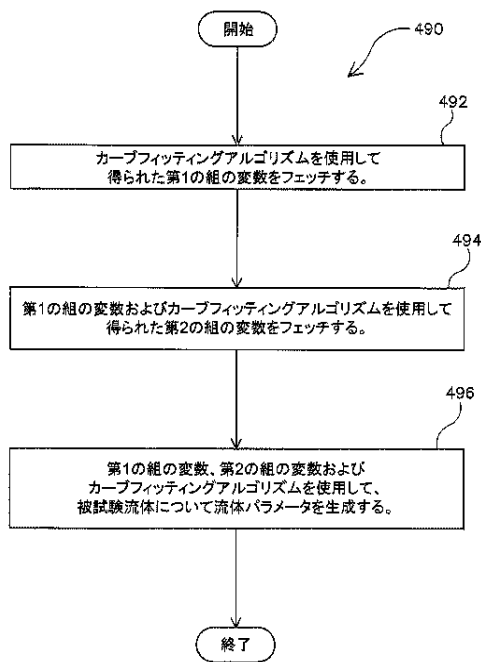
【図11B】



【図11C】



【図12】



【手続補正書】

【提出日】平成17年9月22日(2005.9.22)

【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】

被試験流体の特性を決定するためのシステムであって、
機械式共振器と、
ホスト電子装置及び前記機械式共振器とインターフェースするアナログデジタル処理回路を備える回路と
を具備し、

前記アナログデジタル処理回路が、
前記機械式共振器からの応答信号を受ける周波数発生器と、
前記機械式共振器からの応答信号を受け、該応答信号におけるアナログ信号のオフセットを減ずる信号調整回路と、
前記応答信号の振幅データを同定する信号検出回路と、
検出された前記振幅データをデジタル形式に変換するアナログデジタル変換回路と、
前記機械式共振器の特徴を表すデータを保持するメモリと
を含み、

前記デジタル形式の前記応答信号が前記被試験流体の流体特性を生成するよう処理されるようになっている、流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項2】

前記アナログデジタル処理回路が特定用途向け集積回路 (ASIC) に組み込まれている、請求項1に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項3】

前記信号調整回路及び前記メモリが特定用途向け集積回路 (ASIC) に集積化されている、請求項1に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項4】

前記信号調整回路、前記信号検出回路及び前記メモリが特定用途向け集積回路 (ASIC) に集積化されている、請求項1に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項5】

前記信号調整回路、前記信号検出回路、前記周波数発生器及び前記メモリが特定用途向け集積回路 (ASIC) に集積化されている、請求項1に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項6】

前記信号調整回路、前記信号検出回路、前記周波数発生器、前記アナログデジタル変換回路及び前記メモリが特定用途向け集積回路 (ASIC) に集積化されている、請求項1に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項7】

前記特定用途向け集積回路 (ASIC) が、集積化されたプロセッサを含んでいる、請求項1に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項8】

車両において用いられ、前記被試験流体が車両用流体である、請求項1に記載の流体の特性を決定するためのシステム。

【請求項9】

被試験流体の特性を得るために、被試験流体に少なくとも部分的に浸漬される機械式共

振器とインターフェースするための方法であって、

可変周波数信号を前記機械式共振器に供給するステップと、
前記機械式共振器から周波数応答を受けるステップと、
前記周波数応答を調整するステップと、
前記周波数応答の少なくとも一つの信号成分を検出するステップと、
前記機械式共振器から受け取った前記周波数応答を表すデジタル形式に、前記周波数
応答を変換するステップと、
前記機械式共振器について校正変数をフェッチするステップと、
前記被試験流体中にあるとき、前記機械式共振器から受け取ったデジタル形式の前記
応答を、前記フェッチされた校正変数とともに、処理するステップと
を含み、

前記処理が、フィッティングアルゴリズムを実行して、前記被試験流体の流体特性を生
成し、

幾つかの回路が特定用途向け集積回路(ASIC)の一部である、被試験流体の特性を
得るために機械式共振器とインターフェースするための方法。

【請求項10】

前記可変周波数信号が1MHzより低い、請求項9に記載の被試験流体の特性を得るた
めに機械式共振器とインターフェースするための方法。

【請求項11】

通信インターフェースとして用いるのに適しており、アナログデジタル処理回路を備
える集積回路であって、

前記アナログデジタル処理回路が、
(a) 所定の周波数を有する信号を発生するよう構成された周波数発生回路と、
(b) 発生された前記信号を送り、応答信号を受けるのに適した入出力回路と、
(c) 前記応答信号を処理する処理回路であり、
(i) 前記応答信号を修正する信号調整回路と、
(ii) 前記応答信号をデジタル形式に変換するアナログデジタル変換回路と、
(iii) データを格納するメモリと、
(iv) デジタル形式の前記応答信号を処理するプロセッサと

を含む、前記処理回路と、

(d) ホスト電子装置と通信するのに適したインターフェース回路と
を備えている、集積回路。

【請求項12】

前記応答信号を処理する前記プロセッサが、前記応答信号を表すデータを検出する信
号検出回路を更に含む、請求項11に記載の集積回路。

【請求項13】

センサシステムにおける請求項11に記載の集積回路であって、
前記センサシステムが、前記アナログデジタル処理回路と連通するセンサを備える、
集積回路。

【請求項14】

センサシステムにおける請求項11に記載の集積回路であって、
前記センサシステムが、
前記アナログデジタル処理回路と連通する流体センサと
被試験流体の温度を計測する温度センサと
を備え、
前記センサシステムが、被試験流体の特性状態を決定するようになっている、集積回路

。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/008555

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01N9/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G01N G01F G01D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 282 251 A (SCHLUMBERGER ELECTRONICS UK) 14 September 1988 (1988-09-14) column 6, line 22 - column 7, line 9; figures 4,5 -----	1-44
X	US 4 429 564 A (IKEDA KYOICHI ET AL) 7 February 1984 (1984-02-07) column 4, line 1 - column 6, line 21 -----	1-44
X	US 6 378 364 B1 (PELLETIER MICHAEL T ET AL) 30 April 2002 (2002-04-30) column 4, line 38 - column 6, line 64 -----	1-44
A	US 5 181 423 A (SCHAD HANS-DIETER ET AL) 26 January 1993 (1993-01-26) column 8, lines 40-42; figure 2 ----- -/--	1-44
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 28 July 2004	Date of mailing of the international search report 0 4. 01. 05	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Cantalapiedra, I	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/US2004/008555

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 921 928 A (GREENLEAF JAMES F ET AL) 13 July 1999 (1999-07-13) column 8, lines 18-25; figure 2 -----	1-44
A	GB 2 369 887 A (SONDEX LTD) 12 June 2002 (2002-06-12) figure 3 -----	1-44

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2004/008555**Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-44

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ US2004/ 008555

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-44

a tuning fork working in combination with an ASIC

2. claims: 45-58

method for obtain characteristics of a fluid using the
frequency signal and a calibration step

3. claims: 59-76

circuitry for processing signal using a compensation device
and an integrated circuitry

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US2004/008555

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0282251	A	14-09-1988	AT 85848 T	15-03-1993
			DE 3878473 D1	25-03-1993
			DE 3878473 T2	17-06-1993
			EP 0282251 A2	14-09-1988
			GB 2202944 A ,B	05-10-1988
			JP 2730903 B2	25-03-1998
			JP 63308528 A	15-12-1988
			US 4922745 A	08-05-1990
US 4429564	A	07-02-1984	JP 57122551 U	30-07-1982
			JP 61026912 Y2	12-08-1986
			JP 57122552 U	30-07-1982
			JP 61026913 Y2	12-08-1986
			CA 1175544 A1	02-10-1984
			GB 2093998 A ,B	08-09-1982
US 6378364	B1	30-04-2002	CA 2397409 A1	19-07-2001
			EP 1254352 A1	06-11-2002
			NO 20023328 A	05-09-2002
			WO 0151898 A1	19-07-2001
			US 2002184940 A1	12-12-2002
			US 2002178803 A1	05-12-2002
			US 2004123645 A1	01-07-2004
US 5181423	A	26-01-1993	DE 4033053 C1	05-03-1992
			EP 0481272 A1	22-04-1992
			JP 4230599 A	19-08-1992
US 5921928	A	13-07-1999	NONE	
GB 2369887	A	12-06-2002	NONE	

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ギャマー, ヴラディミア
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン フランシスコ, アパートメント7, メイソニック ア
ヴェニュー 601

(72)発明者 マチーヴ, レオニド
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ノゼ, アルダーブルック レーン 1060

(72)発明者 スピトヴシー, ミクハイル, ビー.
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サニーヴェイル, ツーリッヒ テラス 1363

Fターム(参考) 2F014 AC04 CB01 GA01
2G047 AA01 BC03 BC19 CA03 GG17