

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4309350号
(P4309350)

(45) 発行日 平成21年8月5日(2009.8.5)

(24) 登録日 平成21年5月15日(2009.5.15)

(51) Int.Cl.
GO 1 N 27/02 (2006.01)

F I
GO 1 N 27/02 Z

請求項の数 10 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2004-544845 (P2004-544845)	(73) 特許権者	591131338
(86) (22) 出願日	平成15年10月14日 (2003.10.14)		ザ ルブリゾル コーポレイション
(65) 公表番号	特表2006-503289 (P2006-503289A)		THE LUBRIZOL CORPOR
(43) 公表日	平成18年1月26日 (2006.1.26)		ATION
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/032235		アメリカ合衆国 オハイオ 44092,
(87) 国際公開番号	W02004/036210		ウイクリフ レークランド ブールバード
(87) 国際公開日	平成16年4月29日 (2004.4.29)		29400
審査請求日	平成18年10月13日 (2006.10.13)		29400 Lakeland Boul
(31) 優先権主張番号	10/271,885		evard, Wickliffe, O
(32) 優先日	平成14年10月16日 (2002.10.16)		hio 44092, United S
(33) 優先権主張国	米国 (US)		tates of America
		(74) 代理人	100078282
			弁理士 山本 秀策
		(74) 代理人	100062409
			弁理士 安村 高明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非水性流体の品質および状態をオンライン監視するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

非水性流体の状態を決定する方法であって、
該方法は、

(a) i) 振幅が固定であってオフセット電圧がゼロでない低周波数の信号、ii) 振
幅が固定であってオフセット電圧がゼロである中間周波数の信号、および、iii) 振
幅が固定であってオフセット電圧がゼロである高周波数の信号を、該流体中に浸漬された電
極間に印加することと、

(b) 該印加された信号に対する流体の応答を測定することにより、i) 該印加された
信号に対する低周波数の流体応答、ii) 該印加された信号に対する中間周波数の流体応
答、および、iii) 該印加された信号に対する高周波数の流体応答を決定することと、

(c) i) 該決定された低周波数の流体応答の変化の大きさおよび速度を、該低周波数
の流体応答の時間に関するピーク値に基づいた低周波数しきい値と比較し、ii) 該決定
された中間周波数の流体応答の大きさを、該中間周波数の流体応答の時間に関するピーク
値に基づいた中間周波数しきい値と比較し、iii) 該決定された高周波数の流体応答の
大きさを、該流体が新鮮であるときの高周波数の流体応答に基づいた高周波数しきい値と
比較し、該流体の品質および状態の決定をもたらすことと

を含み、

各ステップは、連続的、間欠的、反復的およびこれらの組み合わせで実行され、
該決定された流体応答と比較するためのしきい値は、固定のしきい値、外部入力によっ

10

20

て更新されるしきい値、あるいはこれらの組み合わせで構成される群の少なくとも1つから選択される、方法。

【請求項2】

前記印加された信号の周波数および前記低周波数の印加された信号のオフセット電圧は、電極形状、流体の温度、流体の温度範囲、監視対象となる流体の組成、およびこれらの組み合わせで構成される群から選択された少なくとも1つの関数としてあらかじめ定められており、前記低周波数は、約10mHz～10Hzの範囲内にあり、前記中間周波数は、約1Hz～500kHzの範囲内にあり、前記高周波数は、約10kHz～10MHzの範囲内にあり、前記低周波数のオフセット電圧は、約500mV～6.0Vの範囲内にある、請求項1に記載の方法。

10

【請求項3】

前記印加された信号に対する流体応答は、使用されている流体に依存する温度で、固定の温度において測定される、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記印加された信号に対する流体応答は、周温から最大動作温度までの範囲で変化する温度において測定され、前記流体応答の決定は、該応答を基本的に固定の温度特性に変換すること、温度変化の影響を最小化すること、温度依存の公式を使用すること、温度依存の参照テーブルを使用すること、およびこれらの組み合わせで構成される群のうちの少なくとも1つから選択され、前記流体応答を基本的に固定の温度特性に変換するための手段は、固定の手段、外部入力によって更新される手段、流体の温度が所定の速度よりも速い速度で2つの温度しきい値の間を増加したときに自動的に更新される手段、およびこれらの組み合わせで構成される群のうちの少なくとも1つから選択される、請求項1に記載の方法。

20

【請求項5】

i) 前記決定される低周波数の流体応答は、虚インピーダンスを表す値に基づき、
i i) 前記決定される中間周波数の流体応答は、実インピーダンスを表す値に基づき、
i i i) 前記決定される高周波数の流体応答は、誘電率を表す値に基づく、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記高周波数しきい値が、前記中間周波数の応答の変化の速度に依存する、請求項1に記載の方法。

30

【請求項7】

流体の交換が行なわれたことを示す外部入力をもたらされること、決定された流体応答の変化が使用されて流体の交換が行なわれたことが識別されること、およびこれらの組み合わせで構成される群から選択された条件下で、前記比較の値を再設定することをさらに含んでいる、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

非水性流体の状態を決定する方法であって、

該方法は、

i) 振幅が固定であってオフセット電圧がゼロでない低周波数の信号、およびi i) 振幅が固定であってオフセット電圧がゼロである中間周波数の信号を、該流体中に浸漬された電極間に印加することと、

40

該印加された信号に対する流体の応答を測定して、i) 該印加された信号に対する低周波数の流体応答、およびi i) 該印加された信号に対する中間周波数の流体応答を決定することと、

i) 該決定された低周波数の流体応答の変化の大きさおよび速度を、該低周波数の流体応答の時間に関するピーク値に基づいた低周波数しきい値と比較し、i i) 該決定された中間周波数の流体応答の変化の大きさおよび速度を、該中間周波数の流体応答の時間に関するピーク値に基づいた中間周波数しきい値と比較し、該流体の品質および状態の決定をもたらすことと

50

を含み、

各ステップは、連続的、間欠的、反復的およびこれらの組み合わせで実行される、方法。

【請求項 9】

前記印加された信号の周波数および前記低周波数の印加された信号のオフセット電圧は、電極形状、流体の温度、流体の温度範囲、監視対象となる流体の組成、およびこれらの組み合わせで構成される群から選択された少なくとも1つの関数としてあらかじめ定められており、前記低周波数は、約 10 mHz ~ 10 Hz の範囲内にあり、前記中間周波数は、約 1 Hz ~ 500 kHz の範囲内にあり、前記低周波数のオフセット電圧は、約 500 mV ~ 6.0 V の範囲内にある、請求項 8 に記載の方法。

10

【請求項 10】

前記印加された信号に対する流体応答は、周温から最大動作温度までの範囲で変化する温度において測定され、前記流体応答の決定は、該応答を基本的に固定の温度特性に変換すること、温度変化の影響を最小化すること、温度依存の公式を使用すること、温度依存の参照テーブルを使用すること、およびこれらの組み合わせで構成される群のうちの少なくとも1つから選択され、前記流体応答を基本的に固定の温度特性に変換するための手段は、固定の手段、外部入力によって更新できる手段、流体の温度が所定の速度よりも速い速度で2つの温度しきい値の間を増加したときに自動的に更新される手段、およびこれらの組み合わせで構成される群の少なくとも1つから選択される、請求項 8 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

(発明の背景)

本発明は、高抵抗の流体の品質および状態を、これらに限られるわけではないが車両、機械、および装置などの輸送手段または産業設備に使用しつつ、監視するための方法に関する。とくに、本発明は、初期の流体品質および例えば化学的变化、性能添加剤の消耗、および望ましくない液体または固体の混入などの流体の状態変化について診断をもたらすよう、流体の電気化学インピーダンスをオンライン分析するための費用対効果に優れた方法に関する。本発明は、炭化水素ベースの流体の品質および状態を監視するうえで、とくに価値がある。

30

【背景技術】

【0002】

流体は、多くの種類の設備にとって、適切な運転のための重要な構成要素である。例えば、長い寿命の間にわたって効率的に出力をもたらすため、内燃機関には潤滑剤が必要であり、排出物を最小にしつつ機関を適切に運転するためには良質な燃料が必要であり、機械加工設備においては、金属を迅速に切除しかつ工具の寿命を延ばすために金属切削液が必要である。最適な動作のため、流体はまず、用途に応じた適切な品質のものでなければならず、すなわち、適切なベース流体ならびに分散剤および界面活性剤などの適切な添加剤を含んでいなければならない。さらに、設備の性能が最適であるためには、流体の状態が所定の限界内に保たなくてはならない。装置所有者およびプロセス運転者の大部分は、適切な品質の流体の供給、および流体を適切な状態に保つための定期的な流体の追加または交換を、供給者に依頼しているが、このような依頼では、突発的な流体の置換または破滅的な流体の劣化への防衛にはならない。さらに、所有者または運転者は、流体の状態監視にもとづいて必要とされる場合にのみ流体の保守を行なうようにすることで、運転コストを低減することができるであろう。

40

【0003】

流体の初期の品質および使用における連続的状态を、本質的に「リアルタイム」で割り出すことができるオンライン流体監視が求められている。しかしながら、適切な流体監視方法および装置を実現することは、多くの用途においては、さまざまな理由からきわめて困難である。大部分の輸送手段用および産業用の流体は、ベース流体および添加剤からな

50

る複雑な混合物であるため、たとえ混入物が存在せずとも、容易に分析できるものではない。多くの流体は、典型的な分析設備および方法には適していない比較的有害な環境下で使用または消費される。また、あらゆる方法および装置について、初期および長期の両者のコストに関し、厳しい制約も存在する。

【0004】

Lvovichら「Method and Apparatus for On Line Monitoring of Quality and/or Condition of Highly Resisting Fluids」という名称の米国特許出願第09/803299号が、高抵抗の流体についての情報を測定するための手段を開示している。詳しくは、固有の周波数およびオフセット電圧を有する複数のAC電気信号を流体へと加え、加えた各信号における流体の電気応答を測定し、それらの応答を分析して流体の品質および/または状態を割り出している。しかしながら、この出願は、どの信号を加えるべきか、測定した流体の電気応答からどんな流体特性を割り出すのか、およびそれらの特性を流体の品質および/または状態を効率的かつ効果的に割り出すことができるようにする分析においてどのように使用するのかについて、詳しい方法を提示していない。

10

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0005】

したがって、本発明は、流体の品質および/または状態を産業用または輸送手段用として使用しつつ、間欠的、連続的、反復的、またはこれらの組み合わせなど本質的に連続的にオンラインで割り出すため、加えるべき信号、加えた信号への応答から割り出すべき流体特性、およびそれら流体特性の分析を含んでいる方法を提供する。

20

【0006】

(発明の要旨)

本発明は、高抵抗性流体、とくには輸送手段用または産業用の用途に使用される炭化水素ベースの流体の品質および状態を監視するための方法に関する。

【0007】

本発明は、オフセット電圧がゼロである振幅固定の高および中周波信号ならびにオフセット電圧がゼロでない振幅固定の低周波信号を、監視対象の流体中に浸漬させた電極間に印加し、これら信号に対する流体依存性の応答を測定することからなる。さらに本発明は、他の実施の形態においては、流体の高周波応答における変化が流体の中および低周波応答における変化と比べて事実上大きくない用途の流体について、中および低周波信号のみを電極間に印加し、流体依存性の応答を測定することからなる。

30

【0008】

本発明の方法は、高周波応答の初期値ならびに中および低周波応答のピーク値に対して、測定された流体応答の大きさおよび変化の速度をしきい値と比較し、流体の品質および状態を判断する。

【0009】

本発明の1つの特徴は、各印加信号の周波数およびオフセット電圧が、装置の電極形状、流体の温度または温度範囲、監視しようとする流体の化学的組成、またはこれらの組み合わせの関数としてあらかじめ定められている点にある。

40

【0010】

本発明の他の特徴は、流体の応答が、固定の流体温度または変化しうる流体温度において測定され、温度変化の流体応答への影響を最小にするため、適切な公式または参照テーブルを使用して変換または補正される点にある。

【0011】

本発明の他の特徴は、温度変化に関して流体応答を変換または補正するために使用する公式または参照テーブルが、恒久的に固定されていてもよく、あるいは新鮮な流体すなわち設備へと加えられた未使用の流体の調合の変化に対応するため、適切な手段によって更

50

新されてもよい点にある。

【0012】

本発明の他の特徴は、温度変化に関して流体応答を変換または補正するために使用する公式または参照テーブルが、流体の温度があらかじめ設定された速度よりも大きい速度で2つの温度しきい値の間を増加するたびに、自動的に更新されてもよい点にある。

【0013】

本発明の他の特徴は、しきい値があらかじめ定められていてもよく、応答の他のしきい値との比較にもとづいて決定されてもよく、あるいは設備へと加えられた新鮮な流体の調合の変化に対応するため、適切な手段によって更新されてもよい点にある。

【0014】

本発明の他の特徴は、設備について本質的に完全な流体の交換がなされたことを、追加の入力を必要とすることなく判断し、流体の状態および品質に関するしきい値を、設備に加えられた新鮮な流体にあわせて再設定できる点にある。

【0015】

本発明は、以下の図面からさらに容易に明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明は、産業用および輸送手段用の高抵抗性流体の品質および状態をオンラインで監視および/または検出するための方法に関する。高抵抗性の流体は、非水性の流体であり、すなわち水をベースとしておらず、事実上水を含んでいない。しかしながら、非水性の流体は、混入物として水を含みうる。

【0017】

図1は、流体の特性のオンラインでの監視および検出に必要な適切なデータを集めるために使用できる装置1の概略図である。装置1は、基本的に平行である電極3を3組、管路7内の高抵抗流体5に浸漬して備えている。電極3の組は、取り付け具9によって、管路7内に管路7から電気的に絶縁されて固定に保持されている。さらに装置1は、固定の振幅、周波数およびオフセット電圧を有する正弦信号を電路13を通じて関連する電極3の組に供給する3つの信号生成器11a、11b、11cを備えている。本明細書にて使用される場合、信号のオフセット電圧とは、信号の時間平均の電圧として定義される。信号生成器11a、11b、11cの周波数およびオフセット電圧は、電極対3の形状（各電極対が同一の形状を有していなくてもよい）にもとづいて前もって設定され、流体5の種類および温度によって前もって設定される。生成器11aが、周波数が f_H であってオフセット電圧がゼロである信号を供給し、生成器11bが、周波数が f_M であってオフセット電圧がゼロである信号を供給し、生成器11cが、周波数が f_L であってオフセット電圧がゼロでない信号を供給し、ここで $f_H > f_M > f_L$ である。各信号生成器11a、11b、11cの一方の電路13が、基準電圧とするため接地され、他方の電路13が、電路13を通過して流れる電流を測定する電流センサ15を備えている。さらに、装置1はコントローラ17を備えており、コントローラ17は、各信号生成器13に電力を供給するための電路19、各信号生成器13の出力電圧を監視するための電路21、および各電流センサ15で測定した電流を監視するための電路23を有している。また、コントローラ17は、電力を受け取るための電路25、およびコントローラへの情報またはコントローラからの情報を通信するための電路27を有している。

【0018】

さらに装置1は、温度コントローラ29、熱電対31、およびヒータ33を備えている。熱電対31およびヒータ33は、それぞれ取り付け具35および37によって管路7内に固定に保持され、動作において、熱電対31を通過して流れる流体の温度を所定の固定の温度に保つことによって電極3における流体温度を維持するため、コントローラ29が電路41を通じてヒータ33に電力を加えるよう、それぞれ電路39および41を介して温度コントローラ29と電気的に連通している。

【0019】

動作において、流体 5 が、管路 7 を通って矢印で示されている方向に電極 3 の組の間を流れ、電路 2 5 を通じてコントローラ 1 7 に電力が加えられ、温度コントローラ 2 9 が、熱電対 3 1 および電路 3 9 によって流体 5 の温度を監視し、管路内の流体をあらかじめ定められた温度に保つため、電路 4 1 を通してヒータ 3 3 に適切な電力を加える。本発明の方法とともに使用されるとき、当該方法が、電路 1 3 および電極 3 の組を通して流体 5 に信号を加えるため、いつコントローラ 1 7 が信号生成器 1 1 a、1 1 b、1 1 c に電力を加えるのかを決定する。加えられた信号に対する流体 5 の電気応答が、電流の流れを生み、電流センサ 1 5 によって測定される。コントローラ 1 7 が、加えた信号および対応する電流を、それぞれ電路 1 9、2 1 を通じて監視し、加えた 3 つの信号 (f_H 、 $V_O = 0$)、(f_M 、 $V_O = 0$)、および (f_L 、 $V_O = 0$) における流体 5 の電気化学インピーダンスを計算するため、電圧および電流信号の大きさおよび位相を比較する。本発明の方法は、このインピーダンス・データを、流体 5 の品質および/または状態を割り出すために使用する。コントローラ 1 7 は、本発明の方法において使用する情報を、電路 2 7 を通じて受信でき、例えば流体の交換がほぼ完全に行なわれたことを示す情報、あるいは流体の品質および/または状態の割り出しにおいて使用する情報を、受信することができる。本発明の方法は、流体の品質および/または状態の割り出しに関する情報を、コントローラ 1 7 から電路 2 7 を通じて通信することができる。流体の品質および/または状態についての情報を、設備の運転者に警報を伝えるため例えば警報ランプなどの信号装置へと、保守作業員にいつ流体の保守が必要であることを知らせるために中央の保守施設へと、あるいは損傷を防止するため当該流体を使用している設備を「オフ」にすることができる装置へと、迅速に通信することができる。流体の品質および/または状態についての情報を、例えば保守点検技術者の診断システムによって照会されたときに、記憶済みのメモリから通信することもできる。

【0020】

図 1 は、高、中および低周波数の 3 つの固定の印加信号への流体の応答を監視する装置 1 を示しているが、本発明は、高周波応答における変化が中および低周波応答における変化と比べ事実上重要でない用途における流体について、中および低周波の 2 つの固定の印加信号に対して流体の応答を監視する装置を使用することができる。2 周波数の実施の形態においては、装置には、図 1 に示した信号 (f_H 、 $V_O = 0$) を加える信号生成器 1 1 a、ならびに信号生成器 1 1 a に関係する電極 3、電流センサ 1 5、および電路 1 3、1 9、2 1、2 5 は不要である。

【0021】

図 1 においては、装置 1 の電極 3 が流体 5 の流れる管路 7 内に示されているが、装置 1 は、流体 5 が電極対 3 の間を、電極間の流体が常に一定の温度に保たれ、監視しようとする設備の流体の現時点の品質/状態を代表するように流れる任意の位置に取り付けることができる。例えば、装置 1 を、ヒータ 3 3 が近接配置され、流体 5 の運動が適切な加熱ならびに設備内の流体の比較的均一な混合および交換に充分である流体の貯留室または流体溜めに取り付けることができる。

【0022】

図 1 には、3 つの信号生成器 1 1 a、1 1 b、1 1 c および 3 組の電極 3 が示されているが、或る装置の実施の形態においては、第 1 の時間期間にわたって例えば f_H 、 $V_O = 0$ である所望の 1 つの周波数およびオフセット電圧を流体へと印加して応答を測定し、続いて、第 2 の時間期間にわたって他の周波数およびオフセット電圧を流体へと印加し、第 3 の時間期間にわたって繰り返し、当該装置によって 3 つの信号 (f_H 、 $V_O = 0$)、(f_M 、 $V_O = 0$)、および (f_L 、 $V_O = 0$) を加えて流体の応答を時間効率に優れた手法で測定すべくこの手順を繰り返すように信号生成器を制御できるのであれば、生成器および電極対の数がより少なくてもよい。

【0023】

図 1 には、電極 3 が平坦な矩形であるとして示されており、各電極において信号生成器から電極間の流体へと信号を加える表面が基本的にただ 1 つであるが、或る装置の実施の

10

20

30

40

50

形態においては、他の形状の電極を備えてもよく、例えば電極が同心円筒であってよく、多数のフィンガ状の部位を備えた平板であってよく、さらに或る装置の実施の形態においては、例えば一方の電極のフィンガ状の部位が他方の電極のフィンガ状の部位と交互になっているかみ合い電極など、電極が流体に信号を加えるため複数の表面または表面の部位を有していてもよく、そのような表面または表面の部位が、他方の電極の表面または表面の部位に直接面してもよく直接面していなくてもよい。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、装置 1 を温度コントローラ 2 9 を備えるものとして示したが、装置の外部の手段によって流体 5 の温度が所望の温度に保たれ、あるいは所望の温度の近くに保たれるのであれば、温度コントローラは不要であるかもしれない。例えば、流体 5 を使用する設備が、流体の温度が一定の温度に保たれる定常状態の様態で動作する場合、あるいは流体が性能特性を維持すべく流体を加熱または冷却する熱交換器を通過して流れる場合、温度コントローラ 2 9、熱電対 3 1、およびヒータ 3 3 は不要であるかもしれない。

【 0 0 2 5 】

図 1 では、装置 1 を温度コントローラ 2 9 とコントローラ 1 7 との通信はないものとして示しているが、或る装置の実施の形態は、本発明の方法において流体の品質および状態を判断する際に温度情報を利用することができるよう、あるいは必要な流体温度についての情報を温度コントローラへと通信することができるよう、これら 2 つのコントローラ間の通信を有していてもよい。

【 0 0 2 6 】

図 1 では、装置 1 を独立した構成要素として示したが、或る装置の実施の形態では、当該装置の構成部品および機能をコンパクトなパッケージへと統合することができ、例えば装置のコスト、寸法、および / または要求電力が低減される。

【 0 0 2 7 】

図 2 は、本発明の他の実施の形態において適切なデータを集めるために使用できる他の装置 4 3 の概略図である。装置 4 3 は、3 組の電極 3 を、管路 7 内を流れる高抵抗流体 5 に浸漬して備えている。電極 3 の組は、取り付け具 9 によって、管路 7 内に管路 7 から電氣的に絶縁されて固定に保持されている。さらに装置 4 3 は、 $f_H > f_M > f_L$ である信号 (f_H 、 $V_O = 0$)、(f_M 、 $V_O = 0$)、および (f_L 、 $V_O = 0$) を電路 1 3 を通じて関連する電極 3 の組に印加する 3 つの信号生成器 1 1 a、1 1 b、1 1 c を備えている。信号生成器 1 1 a、1 1 b、1 1 c の一方の電路 1 3 が、基準電圧とするため接地され、他方の電路 1 3 が、当該電路を通過して流れる電流を測定する電流センサ 1 5 を備えている。装置 4 3 は、熱電対 3 1 を取り付け具 3 5 によって管路 7 内に固定に保持し、流体 5 に浸漬して備えている。さらに、装置 4 3 はコントローラ 1 7 を備えており、コントローラ 1 7 は、各信号生成器 1 3 に電力を供給するための電路 1 9、各信号生成器 1 3 の出力電圧を監視するための電路 2 1、各電流センサ 1 5 で測定した電流を監視するための電路 2 3、および熱電対 3 1 で測定した流体 5 の温度を監視するための電路 4 5 を有している。また、コントローラ 1 7 は、電力を受け取るための電路 2 5、および情報を通信するための電路 2 7 を有している。図 1 の装置 1 と異なり、装置 4 3 は、流体 5 の温度を維持するための手段を備えていない。

【 0 0 2 8 】

動作において、流体 5 が管路 7 を通って電極 3 の組の間を流れ、電路 2 5 を通じてコントローラ 1 7 に電力が加えられる。本発明の方法とともに使用されるとき、当該方法が、電路 1 3 および電極 3 の組を通して流体 5 に信号を加えるため、いつコントローラ 1 7 が信号生成器 1 1 a、1 1 b、1 1 c に電力を加えるのかを決定する。加えられた信号に対する流体 5 の電気応答が、電流の流れを生み、電流センサ 1 5 によって測定される。コントローラ 1 7 が、加えた信号および対応する電流を、それぞれ電路 1 9、2 1 を通じて監視し、加えた 3 つの信号 (f_H 、 $V_O = 0$)、(f_M 、 $V_O = 0$)、および (f_L 、 $V_O = 0$) における流体 5 の電気化学インピーダンスを計算するため、電圧および電流信号の大きさおよび位相を比較する。さらに、コントローラ 1 7 は、流体 5 の温度を割り出すため、

電路 4 5 を通じて熱電対 3 1 を監視する。本発明の方法は、このインピーダンス・データを、流体 5 の品質および / または状態を割り出すために使用し、割り出しに関する情報をコントローラ 1 7 から電路 2 7 を通じて通信できる。コントローラ 1 7 は、本発明の方法において使用する情報を、電路 2 7 を通じて受信でき、例えば流体の交換がほぼ完全に行なわれたことを示す情報、あるいは、変化する温度データを一定の温度データへと変換するための公式または参照テーブルを更新する情報を、受信することができる。本発明の方法は、流体の品質および / または状態の割り出しに関する情報を、コントローラ 1 7 から電路 2 7 を通じて通信することができる。流体の品質および / または状態についての情報を、設備の運転者に警報を伝えるため例えば警報ランプなどの信号装置へと、保守作業員にいつ流体の保守が必要であることを知らせるために中央の保守施設へと、あるいは損傷を防止するため当該流体を使用している設備を「オフ」にすることができる装置へと、迅速に通信することができる。流体の品質および / または状態についての情報を、例えば保守点検技術者の診断システムによって照会されたときに、記憶済みのメモリから通信することもできる。

10

【 0 0 2 9 】

図 2 は、高、中および低周波信号を加えて流体の応答を監視する装置 4 3 を示しているが、本発明は、高周波応答における変化が中および低周波応答における変化と比べ事実上重要でない用途における流体について、中および低周波の信号に対してのみ流体の応答を監視する装置を使用することができる。その場合、装置には、図 2 に示した信号生成器 1 1 a、ならびに関係する電極 3、電流センサ 1 5、および電路 1 3、1 9、2 1、2 5 は不要である。

20

【 0 0 3 0 】

図 1 の装置 1 について説明したように、図 2 の装置 4 3 は、電極対の間の流体が熱電対 3 1 によって測定される温度にあって、監視しようとする設備の流体の現在の品質 / 状態の代表するように流体 5 が電極対 3 の間を流れるのであれば、流路 7 以外の場所に取り付けることができる。信号生成器を、所望の複数の周波数および / またはオフセット電圧を加えるように制御できるのであれば、使用する信号生成器 1 1 a、1 1 b、1 1 c および電極 3 の組の数をより少なくすることもできる。電極 3 は、各電極のただ 1 つの表面が他方の電極に対向する平板である必要は、必ずしもない。或る装置の実施の形態は、各電極の 1 つ以上の表面が他方の電極と対向する電極形状を有していてもよい。図 2 に示すように、装置 4 3 は独立した構成要素であってもよく、あるいは例えば装置のコスト、寸法、および / または要求電力を低減する統合された構成部品であってもよい。

30

【 0 0 3 1 】

図 3 は、典型的な輸送手段用または産業用の流体について、固定の温度におけるオフセット電圧ゼロ ($V_o = 0$) の高周波信号 (f_H) の印加に対する誘電 (ϵ) 応答 5 1 を、最後の流体交換以降の設備の動作時間の関数として示している。測定に使用される実際の周波数は、装置の電極形状、流体の温度または温度範囲、および監視される流体の化学的組成の関数である。必要な周波数は、電極の間隔によって除算した電極面積の関数として高くなる。また、周波数は、流体の温度の関数として高くなる。流体の化学的組成の関数としての周波数の変化は、かなり複雑であり、流体ごとにそれぞれ定められることが多い。しかしながら、一般に、典型的な有機ベースの流体では、典型的な動作温度 ($40 \sim 120$ の範囲にある) において、面積対間隙比が 300 cm である平行板電極を使用して、 f_H は 1 MHz のオーダーにある。一般に、 f_H は、通常は約 $10 \text{ kHz} \sim 10 \text{ MHz}$ の範囲にある。

40

【 0 0 3 2 】

図 3 を参照すると、設備の流体の誘電応答 5 1 は、入れ替え直後、すなわち流体のほぼ完全な交換の際に未使用の流体が設備に加えられた正にそのときの初期値 5 3 を有している。装置の使用とともに流体が劣化し、流体の誘電応答が、最初は比較的ゆっくりと増加し、時間とともにより急速に増加する。流体の誘電応答がしきい値 5 5 を越えたとき、当該流体の状態が、すみやかに交換すべき点まで劣化しており、誘電率が第 2 のしきい値 5

50

7を越えたとき、当該流体は寿命の終わりに到達し、設備の寿命を守るために即座に交換すべきであり、あるいは運転上可能な限り迅速に交換すべきである。一般に、適切なしきい値55および57は、それぞれ流体の初期誘電率51に対する比として設定され、すなわちしきい値誘電率55、57は、流体の初期誘電率51への乗数として定められる。定められたしきい値は、流体の品質の関数として設定され、高い品質の流体は、より大きいしきい値を有する。例えば、しきい値55、57が高級な流体、すなわち比較的高品質の流体のためのものであってよく、しきい値59、61が、標準的な流体のためのものであってよい。

【0033】

さらに図3には、或る量の新鮮な流体が時刻 t_1 において設備に加えられた場合について、流体全体の誘電率への影響が示されている。時刻 t_1 において、流体の追加によって流体全体の誘電率63が低下する。通常は、このような流体の追加は、設備の運転中の液体の喪失または消費を補う目的で、設備内の全流体体積の比較的小さい割合($< 25\%$)である。流体の追加によって生じる誘電率の変化は、追加される流体の体積パーセント、すでに設備内にある流体の初期誘電率に対する追加される流体の初期誘電率、および設備内の流体の現在の状態の関数である。一般に、流体使用サイクルにおいて遅い時期に流体を追加すると、流体使用サイクルの早い時期での追加に比べ、全体の流体誘電率をより大きく低下させる。いずれにせよ、流体の追加は、設備内の流体全体の使用可能寿命を長くする。実際、図3に示されている流体が標準的な流体であるならば、時刻 t_1 において流体の応答がすでにしきい値59を越えており、流体をすみやかに交換すべきであることを示している。しかしながら、時刻 t_1 において流体を追加することによって、流体の誘電率63が十分に低くされ、再び「まもなく流体交換」のしきい値59を超えるまで、設備をさらに稼働させることができる。

【0034】

図4は、2つの典型的な輸送手段用または産業用の流体について、固定の温度において加えられたオフセット電圧ゼロ($V_o = 0$)の中程度の周波数の信号(f_M)に対する実インピーダンス(Z_{real})応答を、最後の流体交換以降の設備の動作時間の関数として示している。曲線65は、高級または高品質な流体、すなわち所定の試験手順にて長期使用のために調製された流体についてのものであり、一方、曲線67は、標準的または比較的低い品質の流体、すなわち同じ試験手順にて標準的な使用のために調製された流体についてのものである。図4に示した曲線のために必要な中程度の周波数は、装置の電極形状、流体の温度または温度範囲、および監視される流体の化学的組成の関数であり、図3について必要な高周波(f_H)と同じ関数依存性を有している。一般的な性能添加物を有する典型的な有機ベースの流体では、典型的な動作温度($40 \sim 120$ の範囲にある)において、面積対間隙比が300cmである平行板電極を使用して、 f_M は100Hzのオーダにある。一般に、 f_M は、通常は約1Hz \sim 500kHzの範囲にある。

【0035】

図4を参照すると、流体の実インピーダンス応答65、67は、設備の使用時間の関数として、比較的急速に最大値(M_M)69まで上昇する。ピーク69の値は、流体の使用寿命にとって、流体の使用におけるこのピーク値からの低下の割合ほどには重要でない。曲線65および67は、ピーク値69が同じになるように拡大縮小されている。同じように使用されたとき、高級および標準品質の流体の両者とも実インピーダンスが時間の関数として低下するが、標準的な流体の方がより急速に低下する。いずれかの流体の実インピーダンスがしきい値71を下回って低下したとき、当該流体の状態が、すみやかに交換すべき点まで劣化しており、実インピーダンスが第2のしきい値73を下回って低下したとき、当該流体は使用寿命の終わりに到達し、設備の寿命を守るために即座に交換すべきであり、あるいは運転上可能な限り迅速に交換すべきである。一般に、適切なしきい値は、流体のピーク実インピーダンスに対するしきい値実インピーダンスの比が、流体の品質に依存しない所定の値であるように設定される。

【0036】

10

20

30

40

50

さらに図 4 には、或る量の新鮮な流体が時刻 t_2 において設備に加えられた場合について、流体全体の実インピーダンスへの影響が示されている。追加後の実インピーダンス 75 は、追加される流体の体積パーセント、すでに設備内にある流体のピーク実インピーダンスに対する追加される流体のピーク実インピーダンス、および設備内の流体の現在の状態の関数として増加する。一般に、流体使用サイクルにおいて遅い時期に流体を追加すると、流体使用サイクルの早い時期での追加に比べ、全体の流体の実インピーダンスをより大きく上昇させる。いずれにせよ、流体の追加は、曲線 65 または 67 のいずれの流体においても、設備内の流体全体の使用可能寿命を長くする。

【0037】

図 5 は、典型的な輸送手段用または産業用の流体について、固定の温度におけるオフセット電圧がゼロでない ($V_o \neq 0$) 低周波数の信号 (f_L) の印加に対する虚インピーダンス (Z_{im}) 応答 77 を、最後の流体交換以降の設備の使用時間の関数として示している。前記高および中周波数の両者と同様、曲線 77 のために必要な低周波数は、装置の電極形状、流体の温度または温度範囲、および監視される流体の化学的組成の関数である。しかしながら、通常は、一般的な性能添加物を有する典型的な有機ベースの流体では、典型的な動作温度 (40 ~ 120 の範囲にある) において、面積対間隙比が 300 cm である平行板電極を使用して、 f_L は 1 Hz のオーダーにある。一般に、 f_L は、通常は約 10 mHz ~ 10 Hz の範囲にある。同様に、必要なオフセット電圧は、主として監視しようとする流体の化学的組成の関数であり、一般に 500 mV ~ 6 V の範囲にある。

【0038】

図 5 を参照すると、流体の虚インピーダンス応答 77 は、設備の使用時間の関数として急速に最大値 (M_L) 79 まで上昇し、その後、流体の使用において応答が、最初は急速に低下し、次いで緩やかに低下する。ピーク 79 の値は、流体の使用壽命にとって、流体の使用におけるこのピーク値からの低下の割合ほどには重要でない。流体の虚インピーダンスがしきい値 81 を下回って低下したとき、当該流体の状態が、すみやかに交換すべき点まで劣化しており、虚インピーダンスが第 2 のしきい値 73 を下回って低下したとき、当該流体は使用壽命の終わりに到達し、設備の壽命を守るために即座に交換すべきであり、あるいは運転上可能な限り迅速に交換すべきである。一般に、適切なしきい値は、流体のピーク虚インピーダンスに対するしきい値虚インピーダンスの比が、流体の品質に依存しない所定の値であるように設定される。

【0039】

さらに図 5 には、或る量の新鮮な流体が時刻 t_3 において設備に加えられた場合について、流体全体の虚インピーダンスへの影響が示されており、追加後に虚インピーダンス 85 が上昇している。低周波虚インピーダンスにおける変化は、追加される流体の体積パーセント、すでに設備内にある流体のピーク虚インピーダンスに対する追加される流体のピーク虚インピーダンス、および設備内の流体の現在の状態の関数である。しかしながら、流体使用サイクルの遅い時期における流体の追加がより大きな変化を見せる高周波数の誘電率の応答および中周波数の実インピーダンスの応答と異なり、低周波数の虚インピーダンスは、流体の追加が流体使用サイクルの早い時期に行なわれた場合により大きく変化する。

【0040】

さらに図 5 には、流体の虚インピーダンスについて、例えば水などの極性冷媒の混入の影響が示されている。時刻 t_4 において、設備において使用されている冷媒が図 5 の流体に混入するような漏洩が生じている。通常は、冷媒が 1 体積パーセント程度混入するだけで、流体の虚インピーダンスを「即座に流体を交換せよ」のしきい値 83 を下回って低下させるために充分である。

【0041】

通常は図 3、4、5 において X 軸として使用される実際の時間の関数としての高、中および低周波数における流体の電気応答の変化は、特定の流体だけでなく、当該流体が使用される設備、および当該設備の運転変数に強く依存する。一例として、同じ動作を実行す

10

20

30

40

50

る設計の異なる（あるいは年齢および性能状態が異なる）２つの設備について、一方の設備が、高または中周波数応答がしきい値を超えるよりも先に低周波誘電応答が「まもなく流体交換」のしきい値（図５のしきい値８１）を超えるように流体に負荷を加える一方で、他方の設備が、同じ流体に、まず中周波数誘電応答が「まもなく流体交換」のしきい値（図４のしきい値７１）を超えるように負荷を加える場合が見られる。他の例としては、一方が断続的な軽負荷で運転し、一方が重い負荷で連続的に運転するなど、異なって運転される２つの同一の設備が、一方の動作条件においては最初に中周波数応答のしきい値を超え、他方の動作条件においては最初に低周波数応答のしきい値を超える場合が見られる。

【００４２】

したがって、設備の設計、状態または運転について考えられるすべての変数のもとで流体の状態を適切に判断するためには、一般に、３つの印加信号（ f_H 、 $V_O = 0$ ）、（ f_M 、 $V_O = 0$ ）、（ f_L 、 $V_O = 0$ ）のすべてにおいて流体の応答を監視することが好ましい。しかしながら、流体の高周波応答における変化が流体の中および低周波応答における変化とくらべて事実上あまり大きくない用途の流体も存在する。すなわち、そのような用途の流体については、図３、４、５が同じ「使用」軸すなわち X 軸へと拡大縮小されたとき、図３についてはきわめて初期の部分のみが示されて流体の高周波誘電応答の上昇がわずかである一方で、流体の中周波数実インピーダンス応答および低周波数虚インピーダンス応答の両者は、図４および５と同様の変化を示す。このような流体の用途においては、流体の状態を適切に判断するため、中および低周波数（ f_M 、 $V_O = 0$ ）、（ f_L 、 $V_O = 0$ ）においてのみ流体の応答を監視すればよい。

【００４３】

図３、４、５は、固定の流体温度における流体の応答を示している。しかしながら、流体の応答は、いずれの周波数においても温度に左右される。或る特定の用途の或る流体については、設備の動作温度範囲にわたっての流体応答の変化が、固定の温度における初期またはピーク値と「まもなく流体交換」または「即座に流体を交換せよ」のしきい値との間の流体応答の変化よりも大きくなりうる。したがって、設備の流体動作温度範囲が広い場合、流体の状態を基本的に連続的なやり方で正確に割り出すためには、本発明の方法によって流体の温度の変化を補償または補正することができるよう、測定装置が、図１に示した装置１のように流体の温度を制御するための手段を備えるか、あるいは、図２に示した装置４３のように流体の温度を測定するための手段を備えなければならない。

【００４４】

図６は、設備内の流体の品質および状態を判断するために前記高、中および低周波信号への流体の応答を使用し、流体が状態判断のために一定の温度に保たれている本発明の特徴の第１の実施の形態を示している。一定の温度は、例えば図１の装置１などの流体測定装置によって維持することができ、流体が使用されている設備または当該設備に組み合わされる或る手段によって維持することができる。

【００４５】

図６を参照すると、本方法は、設備が運転開始すなわち「オン」されるごとにブロック９１から出発する。変数「 Y 」がゼロに等しくなるように設定され、本方法がブロック９３へと進んでそれぞれ高、中および低周波信号への流体の応答 S_H 、 S_M および S_L を読み出す。これは図１に関して説明した形式の流体測定装置で得ることができる。 S_H 、 S_M および S_L は、それぞれ図３、４、５に示したようなそれぞれ誘電率、実インピーダンスおよび虚インピーダンス応答であってよく、あるいはこれらと本質的に等価な値であってよい。例えば、流体の応答を適切な次元の単位を有する値に変換する代わりに、アナログ電圧、電流またはデジタル入力を読み出すことができ、適切な流体応答へと変換することができる。他の例としては、多くの流体においては、中周波数における流体の全インピーダンス（ $|Z|$ ）の大きさが、流体の虚インピーダンス（ Z_{im} ）が比較的小さいため基本的に流体の実インピーダンス（ Z_{real} ）と同じであり、したがって処理上の理由で全インピーダンスを使用してもよい。 S_H 、 S_M および S_L は、装置によって短い時

10

20

30

40

50

間期間にわたって集められたフィルタ処理なしのデータであってよく、あるいは長い時間期間にわたって平均され、雑音を最小にして印加信号に対する流体の応答をよりよく定量化するためフィルタ処理されてもよい。いずれにせよ、本方法では、流体の品質を判断するために「X」秒という固定の間隔でデータを読み取る。

【0046】

入力 S_H 、 S_M および S_L が読み取られるたびに、本方法は、ブロック95において、最後に入力を読み取った以降に、本質的に完全な流体の交換が実行されたか否かを判断する。この判断は、本方法への入力にもとづることができる。例えば、保守作業員または運転者が、流体の交換が行なわれたときに信号をもたらすことができ、これがコントローラへと通信（例えば、図1の装置1のコントローラ17への回路27によって）され、ブロッ

10

ック95で検出される。他の例としては、流体の水位の変化または他の手段によって流体の交換を検知するセンサまたはセンサ・システムによって、ブロック95で検出される信号をもたらすことができる。また、ブロック95の判断は、入力 S_H 、 S_M および S_L を使用するサブルーチンによって、流体交換を認識するための追加の入力を用いずに行なうことができる。そのようなサブルーチンの例については、後で図11に関連して説明する。

20

いずれにせよ、ブロック95での判断が「yes」である場合、次いでブロック97において、高周波の判定のための初期値 I_H （図3の点53に相当）が S_H に等しく設定され、それぞれ中および低周波の判定のための最大値 M_M 、 M_L （それぞれ図4、5の点69、79に相当）が、流体の交換の直後の S_M 、 S_L が新鮮な流体が設備において使用されたときに生じるであろうそれぞれの最大値よりも小さいことが知られているため、実際の M_M 、 M_L を割り出すための出発点として、それぞれ S_M 、 S_L に等しく設定される。さらに、ブロック97では、先立っての流体品質/状態判断において読み取られた中および低周波応答の値 S_{MP} 、 S_{LP} が、先立って記憶された値は新しい流体の品質または状態の判断とは無関係であるため、それぞれ S_M 、 S_L に等しく設定される。また、ブロック97では、高周波流体判定のためのしきい値 L_{H1} 、 L_{H2} が、新しい流体が高級品質の流体であると仮定して、「高い」値（それぞれ図3のしきい値55、57に相当）に設定されるが、この仮定については、本方法において後に確認がなされる。ブロック97の後、本方法はブロック93へと戻り、先の読み取りのX秒後に S_H 、 S_M および S_L が再び読み取られる。

【0047】

ブロック95での判断が「no」である場合、本方法はブロック99へと進み、低周波応答 S_L が記憶されている最大の低周波応答 M_L よりも大きいか否かが判断される。答えが「yes」である場合、低周波応答が未だ最大値に達していないことを意味しており、ブロック101において M_L が S_L に取って代われ、本方法が、低周波応答に関してさらなる分析は行なわずにブロック103に進み、ブロック103で変数「L」が、流体の低周波応答によって判断した流体の状態が満足できるものであることを示すため、ゼロに等しく設定される。ブロック99への答えが「no」である場合、すなわち S_L がもはや増加していない場合、ブロック105が、 S_L の減少の相対速度が所定の速度 R_L よりも大であるか否かを判断する。低周波応答の変化の相対速度は、本方法の先の繰り返しからの低周波応答 S_{LP} から、現在の繰り返しにおける低周波応答 S_L を減算し、最大値 M_L で除算し、さらに繰り返し間の時間で除算したものであり、ここで繰り返し間の時間は、設備の運転開始後の最初の繰り返しを除いてXに等しい。設備の運転開始後の最初の繰り返しにおける速度の判断を無視するため、ブロック105はさらに、 $Y = 1$ であるか否かを判断する。ブロック105の判断が「yes」である場合、すなわち S_L の減少の相対速度が R_L よりも大きく、かつ設備の運転開始後の最初の繰り返しではない場合、冷却水の流体中への漏洩が観測されている可能性が大であり、ブロック107において「冷却水漏れ」の警報が送信される。この警報は、後の読み出しのためにメモリに送られてもよく、例えば警報ランプなど設備運転者に警報を知らせるための信号装置に送られてもよく、保守点検作業員に知らせるため中央の保守施設に送られてもよく、設備の損傷を防ぐべく設備を「オフ」にする装置に送られてもよい。

30

40

50

【 0 0 4 8 】

ブロック 1 0 5 における判定が「no」である場合、あるいはブロック 1 0 7 で警報が出された後、ブロック 1 0 9 で、最大値 M_L で除算した低周波応答 S_L が第 1 のしきい値 L_{L1} を下回っているか否かが判断される。ブロック 1 0 9 での判断が「no」である場合、流体の低周波応答によって判断した流体の状態が満足できるものであることを示すため、変数「L」がゼロに等しく設定される。ブロック 1 0 9 での判断が「yes」である場合、ブロック 1 1 1 で、最大値 M_L で除算した低周波応答 S_L が第 2 のしきい値 L_{L2} を下回っているか否かが判断される。ブロック 1 1 3 での判断が「no」である場合、低周波応答にもとづき流体をすみやかに交換すべきであることを示すため、変数「L」が 1 に等しく設定され、ブロック 1 1 3 での判断が「yes」である場合、低周波応答にもとづき流体を今すぐ交換すべきであることを示すため、ブロック 1 1 5 において変数「L」が 2 に等しく設定される。

10

【 0 0 4 9 】

ブロック 1 0 3、1 1 3 または 1 1 5 において「L」の値が割り当てられた後、本方法はブロック 1 1 7 において、中周波応答 S_M が記憶されている最大の中周波応答 M_M よりも大きいか否かが判断される。答えが「yes」である場合、中周波応答が未だ最大値に達していないことを意味しており、ブロック 1 1 9 において M_M が S_M に取って代われ、本方法が中周波応答に関してさらなる分析は行わずにブロック 1 2 1 に進み、ブロック 1 2 1 で変数「M」が、流体の中周波応答によって判断した流体の状態が満足できるものであることを示すため、ゼロに等しく設定される。ブロック 1 1 7 の判定が「no」である場合、すなわち S_M がもはや増加していない場合、ブロック 1 2 3 が、 S_M の減少の相対速度が所定の速度 R_M よりも大であるか否かを判断する。中周波応答の変化の相対速度は、本方法の先の繰り返しからの中周波応答 S_{Mp} から、現在の繰り返しにおける中周波応答 S_M を減算し、最大値 M_M で除算し、さらに繰り返し間の時間で除算したものであり、ここで繰り返し間の時間は、設備の運転開始後の最初の繰り返しを除き X に等しい。ブロック 1 0 5 と同様、当該方法の設備の運転開始後の最初の繰り返しにおける速度の判断を無視するため、ブロック 1 2 3 はさらに、 $Y = 1$ であるか否かを判断する。ブロック 1 2 3 の判断が「yes」である場合、すなわち S_M の減少の相対速度が R_M よりも大きく、かつ設備の運転開始後の最初の繰り返しではない場合、流体が比較的低品質のものである可能性が大であり、ブロック 1 2 5 において、次に流体がほぼ完全に交換されるまで使用されるであろう高周波流体判定のためのしきい値 L_{H1} 、 L_{H2} が、「低い」値（それぞれ図 3 のしきい値 5 9、6 1 に相当）に等しく設定される。

20

30

【 0 0 5 0 】

ブロック 1 2 3 における判定が「no」である場合、あるいはブロック 1 2 5 でしきい値 L_{H1} 、 L_{H2} が「低い」値に設定された後、ブロック 1 2 7 で、最大値 M_M で除算した中周波応答 S_M が第 1 のしきい値 L_{M1} を下回っているか否かが判断される。この判断が「no」である場合、中周波応答によって判断した流体の状態が満足できるものであることを示すため、ブロック 1 2 1 で変数「M」がゼロに等しく設定される。ブロック 1 2 7 での判断が「yes」である場合、ブロック 1 2 9 で、最大値 M_M で除算した中周波応答 S_M が第 2 のしきい値 L_{M2} を下回っているか否かが判断される。この判断が「no」である場合、中周波応答にもとづき流体をすみやかに交換すべきであることを示すため、ブロック 1 3 1 で変数「M」が 1 に等しく設定され、ブロック 1 2 9 での判断が「yes」である場合、中周波応答にもとづき流体を今すぐ交換すべきであることを示すため、ブロック 1 3 3 において変数「M」が 2 に等しく設定される。

40

【 0 0 5 1 】

ブロック 1 2 1、1 3 1 または 1 3 3 において「M」の値が割り当てられた後、本方法はブロック 1 3 5 において、高周波応答 S_H を流体が新鮮であるときの初期高周波応答 I_H で除算した値が、第 1 のしきい値 L_{H1} を上回っているか否かを判断する。この判断が「no」である場合、高周波応答によって判断した流体の状態が満足できるものであることを示すため、ブロック 1 3 7 で変数「H」がゼロに等しく設定される。ブロック 1 3 5

50

での判断が「yes」である場合、ブロック139において、高周波応答 S_H を I_H で除算した値が、第2のしきい値 L_{H2} を上回っているか否かが判断される。この判断が「no」である場合、高周波応答にもとづき流体をすみやかに交換すべきであることを示すため、ブロック141で変数「H」が1に等しく設定され、ブロック139での判断が「yes」である場合、高周波応答にもとづき流体を今すぐ交換すべきであることを示すため、ブロック143において変数「H」が2に等しく設定される。

【0052】

ブロック137、141または143において「H」の値が割り当てられた後、本方法はブロック145において、変数「F」を変数「H」、「M」および「L」の合計に等しく設定し、先の中および低周波応答値 S_{MP} 、 S_{LP} をそれぞれ現在の値に設定し、さらにブロック105および123で本方法が次の繰り返しで設備の運転開始後の最初の繰り返しではないことを知ることができるよう、変数「Y」を1に等しく設定する。次いで、ブロック151で本方法は、変数「F」が0に等しいか否かを判断する。この判断が「yes」である場合、高、中および低周波応答のそれぞれによって判断された流体の状態が満足できるものであることを意味しており、本方法はブロック93に戻り、先の読み取りからX秒後に S_H 、 S_M 、 S_L を再び読み取り、本方法が繰り返される。ブロック151での判断が「no」である場合、次いでブロック153において変数「F」が1に等しいか否かの判断が行なわれる。この判断が「yes」である場合、高、中および低周波応答のいずれか1つによって判断された流体の状態が、流体をすみやかに交換すべきものであることを意味しており、本方法はブロック155に進んで、「まもなく流体交換」の警報を送信する。この警報は、後の読み出しのためにメモリに送られてもよく、例えば警報ランプなど設備運転者に警報を知らせることができる信号装置に送られてもよく、保守点検作業員に知らせるため中央の保守施設に送られてもよい。ブロック153での判定が「no」である場合、ブロック151で「F」がゼロでない判断されているため、したがって「F」は2以上であるに相違なく、すなわち高、中および低周波応答の少なくとも2つによって判断された流体の状態が、流体をすみやかに交換すべきものであることを意味しており、あるいは高、中および低周波応答の少なくとも1つによって判断された流体の状態が、流体を即座に交換すべきものであることを意味しており、本方法がブロック157へと進んで「即座に流体を交換せよ」の警報を送信する。「まもなく流体交換」の警報と同様、この警報は、例えば図1の装置1のコントローラ17の電路27など、適切な手段を使用して適切な場所まで送られる。ブロック155またはブロック157で警報が送信された後、本方法はブロック93に戻り、先の読み取りからX秒後に S_H 、 S_M 、 S_L が再び読み取られ、本方法が繰り返される。本方法が、当該装置を使用する設備が「オフ」にされるまで繰り返し続けられる。

【0053】

このようにして、本方法は、基本的に連続的に流体の状態を監視し、流体の状態がしきい値を超えたときに警報を送出する。また、本方法は、流体の品質を判断して高周波流体状態判定のためのしきい値を設定するとともに、冷却水が流体中へと漏洩したか否かを判断するため、低周波応答の低下の相対速度を監視する。

【0054】

図6の実施の形態は、流体を使用する設備が「オン」とされた直後に、流体の応答 S_H 、 S_M 、 S_L を読み取っている。この実施の形態は、一定の温度に保たれた流体を監視するためのものであるが、流体が一定の温度に達する前に設備をいくらの時間のあいだ運転する必要がある用途/設備も存在する。そのような用途/設備については、図6のものと類似の実施の形態において、ブロック93、95間に或るステップを備えることができ、設備が「オン」にされた後でも流体が所望の温度に達するまでは、本方法がブロック95へと進まないようにできる。そのようなブロックは、図9の実施の形態において示されている。

【0055】

すでに図3、4、5に関して述べたとおり、流体の高周波応答における変化が、きわめ

10

20

30

40

50

て高い水準の確度で流体の中および低周波応答よりも事実上大きくない用途の流体も存在する。そのような場合において、図6の方法は、相対低および中周波応答 (S_L / M_L 、 S_M / M_M) の両者が第1のしきい値 (それぞれ L_{L1} 、 L_{M1}) を超えたとき、または応答のうちの1つが第2のしきい値 (それぞれ L_{L2} 、 L_{M2}) を超えたとき、常にブロック135で相対高周波応答 (S_H / I_H) がしきい値 L_{H1} を下回っていることを常に判定するであろう。したがって、このような用途の流体については、本発明の一実施の形態は、流体の状態を判断するための高周波応答を監視する必要がない。

【0056】

図7は、流体の高周波応答における変化が流体の中および低周波応答における変化よりも実質的に小さく、かつ流体が状態判断のために一定の温度に保たれている設備において、設備内の流体の状態の判断に使用するための本発明の特徴の実施の形態を示している。この方法は、図6の方法ときわめてよく似ているため、等価なブロックには同じ符号が付されている。

【0057】

図7を参照すると、本方法は、やはり設備が「オン」されたときにブロック91から発生し、Yがゼロに等しくなるように設定される。ブロック93'において、流体の応答 S_M および S_L のみが読み出され、ブロック95において、装置が「オフ」であったときに本質的に完全な流体の交換が実行されたと判断される場合、ブロック97'において、図6の方法のブロック97と異なり高周波応答についての初期値 I_H およびしきい値 L_{H1} 、 L_{H2} が高周波流体状態判断のために必要とされず、 S_{Mp} が高周波応答のためのしきい値の設定のための中周波応答の変化の相対速度の判断に必要とされないため、 M_M のみが S_M と等しく設定され、 M_L および S_{Lp} が S_L と等しく設定される。

【0058】

さらに図7を参照すると、ブロック95での判断が「no」である場合、次いでブロック99~115において、流体の低周波応答 S_L が、図6の方法と同じやり方で、冷却水の漏れが存在するか否かを判断して警報を発するために使用され、さらに変数「L」を設定するために使用され、ブロック117~133においては、図6の方法と同じやり方で変数「M」を設定するため、流体の中周波応答 S_M が使用される。図7の方法は、本方法ではブロック135~143における高周波応答による流体状態判断のためにしきい値を設定すべく流体の S_M の低下の相対速度を割り出す必要がないため、図6の方法のブロック193および195を有しておらず、もちろんブロック135~143も図7においては除かれている。

【0059】

図7のブロック145'において、「F」が変数「M」および「L」の合計に等しく設定され、先の低周波応答値 S_{Lp} が現在の低周波応答 S_L に設定され、さらにブロック105で本方法が次の繰り返しで設備の運転開始後の設備の最初の繰り返しではないことを知ることができるよう、「Y」が1に等しく設定される。次いで、ブロック151で本方法は、変数「F」が0に等しいか否かを判断する。この判断が「yes」である場合、中および低周波応答によって判断された流体の状態が満足できるものであることを意味しており、本方法はブロック93'に戻り、先の読み取りからX秒後に S_M 、 S_L が再び読み取られ、本方法が繰り返される。ブロック151での判断が「no」である場合、次いでブロック153において変数「F」が1に等しいか否かの判断が行なわれる。この判断が「yes」である場合、中および低周波応答の1つによって判断された流体の状態が、流体をすみやかに交換すべきものであることを意味しており、本方法はブロック155に進んで、「まもなく流体交換」の警報を送信する。ブロック153での判定が「no」である場合、それは高、中および低周波応答の両者によって判断された流体の状態が、流体をすみやかに交換すべきものであることを意味しており、あるいは少なくとも1つの応答によって判断された流体の状態が、流体を即座に交換すべきものであることを意味しており、本方法がブロック157へと進んで「即座に流体を交換せよ」の警報を送信する。ブロック155またはブロック157で警報が送信された後、本方法はブロック93に戻り、

先の読み取りから X 秒後に S_M 、 S_L が再び読み取られ、本方法が繰り返される。本方法が、当該装置を使用する設備が「オフ」にされるまで繰り返し続けられる。

【0060】

このようにして、図7の方法は、基本的に連続的に流体の状態を監視し、流体の低および中周波応答がいつしきい値を超えたかを判断して警報を送出し、さらに冷却水が流体中へと漏洩したか否かを判断するため、低周波応答の低下の相対速度を監視する。

【0061】

図6の実施の形態と同様、図7の実施の形態は、判定のあいだ一定の温度に保たれる流体を監視するためのものである。設備の「オン」の直後は流体が所望の一定の温度にない可能性があるため、或る実施の形態は、ブロック93、95間に或るステップを備えることができ、設備が「オン」にされた後も流体が所望の流体温度に達するまでは、本方法がブロック95へと進まないようにできる。

【0062】

しかしながら、一定の流体を保つことがコストまたは他の理由で現実的でない使用中流体の監視の用途が多数存在する。図8は、流体の温度が流体の状態判断のために一定の温度に保たれていない設備において、設備内の流体の品質および状態の判断に使用するための本発明の特徴の他の実施の形態を示している。この実施の形態は、図2の装置43との組み合わせにおいて使用するために適している。

【0063】

図8を参照すると、設備が「オン」されるごとにブロック159で変数「 Y 」がゼロに等しくなるように設定される。次いで、本方法がブロック161で、それぞれ高、中および低周波信号への流体の応答 S_H 、 S_M および S_L をすでに説明したとおり読み取り、さらに測定装置によって監視されている流体の温度 T を読み取る。ブロック163へと進み、前記温度 T が、温度 T において読み取った流体の応答 S_H 、 S_M 、 S_L を、温度による応答のばらつきが効果的に除去され、あるいは許容できる水準まで最小化されるよう一定温度の流体応答 S_H' 、 S_M' 、 S_L' へと変換すべく使用される。応答の温度変換は、所定の関数または参照テーブルを使用して行なうことができる。関数またはテーブルは、読み出し専用メモリ内に恒久的に固定されていてもよく、あるいは設備に使用される流体の調合の変更に対応できるよう、例えば図2の装置43のコントローラ17への回路27などの適切な手段によって、必要に応じて関数またはテーブルを更新できるような実施の形態でもよい。

【0064】

流体応答の一定温度値への変換に加え、流体応答の読み出し間の時間間隔 X も、応答の変化の速度が温度のばらつきに関して適切に補正されるよう、一定温度間隔 X' へと補正される。応答の変換と同様、時間間隔の変換も、所定の関数または参照テーブルを使用して行なうことができ、この関数またはテーブルは、読み出し専用メモリ内に恒久的に固定されていてもよく、あるいは必要に応じて更新可能であってもよい。いずれにせよ、図8の実施の形態は、ブロック95において、最後の繰り返しの後に本質的に完全な流体の交換が実行されたか否かを判断し、番号167～227が付された残りのブロックは、読み取った流体応答 S_H 、 S_M 、 S_L および固定の時間間隔 X の代わりに変換済みの流体応答 S_H' 、 S_M' 、 S_L' および変換済みの時間間隔 X' が使用される点を除き、図6の実施の形態において番号97～157が付されたブロックと同じである。

【0065】

このようにして、本方法は、温度が変化する流体の状態を基本的に連続的に監視する。また、流体の温度が変化するとき、本方法は、高周波流体状態判定のためのしきい値を設定するため流体の品質を判断し、さらに冷却水が流体中へと漏洩したか否かを判断するため、低周波応答の低下の相対速度を監視する。

【0066】

図8に示した実施の形態は、流体の高、中および低周波応答を使用して流体の状態を判断しているが、流体の高周波応答における変化が流体の中および低周波応答の変化と比べ

事実上大きくない用途の流体も存在する。そのような用途の流体については、流体の温度の変化に対応するが、中および低周波応答のみを使用する図 8 の実施の形態と類似の実施の形態を提示することができる。そのような実施の形態は、 S_H を読み取らず、図 8 に示した流体の高周波状態を判定するためのしきい値、変数および変換を含んでいない。

【 0 0 6 7 】

図 8 の実施の形態は、流体が任意の温度に変化するとして流体の状態を判断している。しかしながら、ブロック 1 6 3 における応答および時間間隔の変換は、流体の電気応答の温度依存性が複雑であるがため、正確な変換ではない。幅広い温度範囲にわたって高い正確性の変換が望まれるが、流体の典型的な動作温度範囲の外での変換の正確さは、当該範囲内での正確さを最適にするため、ときには犠牲にされる。とくに、設備が「オン」にされたとき、おそらく流体の温度は典型的な動作温度範囲から充分に外れており、流体応答を「変換」しても意味がないであろう。したがって、本発明の或る実施の形態は、図 8 のブロック 1 5 9、1 6 1 間に、設備が「オン」された後も流体が所定の温度範囲に達するまでは当該方法がブロック 1 6 3 に進まないようにするステップを含むことができる。

【 0 0 6 8 】

図 9 は、装置において、高、中および低周波応答を使用して流体の品質および状態を判定するための本発明の特徴の他の実施の形態を示しており、温度の変化について固定の第 1 の温度しきい値よりも上での流体応答が変換されることに加え、第 2 の固定の流体温度における流体応答が、流体の品質および状態について考えられる事後または追加の分析のために記録される。この実施の形態は、流体が常には一定の温度にない設備および検出装置との組み合わせにおける使用に適している。

【 0 0 6 9 】

図 9 を参照すると、図 8 の実施の形態と同様、設備が「オン」されるごとにブロック 1 5 9 で変数「Y」がゼロに等しくなるように設定され、本方法がブロック 1 6 1 で、装置によって流体に加えられた高、中および低周波の各信号について、装置によって監視された応答 S_H 、 S_M および S_L をすでに説明したとおり読み取る。さらにブロック 1 6 1 において、本方法は、装置によって監視されている流体の温度 T を読み取る。ブロック 2 3 1 へと進み、本方法が、流体の温度 T が固定の温度 T_1 以上であるか否かを判断する。温度 T_1 は、この温度以上で応答 S_H 、 S_M および S_L の温度変換が有意に正確であると知られているように選択される。通常は、温度 T_1 は、装置が経験する最も高い周温を上回るようにされ、比較的長い設備の「オフ」期間の後に設備を「オン」にしたとき、流体の温度は T_1 を下回っている。ブロック 2 3 1 での判断が「no」であり、すなわち流体の温度が所定の温度 T_1 を下回っている場合、本方法はブロック 1 6 1 へと戻り、先の読み取りの X 秒後に S_H 、 S_M 、 S_L および T を読み取り、ブロック 2 3 1 において、今度こそ流体の温度 T が所定の温度 T_1 以上であるか否かを判断する。判定が再度「no」である場合、本方法は、ブロック 2 3 1 での判定が「yes」になるまで X 秒ごとに流体の応答および温度の読み取りを続け、ブロック 2 3 1 での判定が「yes」であると、本方法はブロック 1 6 3 へと進み、流体応答における温度のばらつきの影響が除去され、あるいは許容できる水準まで最小化されるよう、流体の応答 S_H 、 S_M 、 S_L が一定温度の流体応答 S_H' 、 S_M' 、 S_L' へと変換される。さらに、ブロック 2 3 3 においては、流体応答の読み出し間の時間間隔 X が、応答の変化の相対速度が温度の変化に関して適切に補正されるよう、一定温度間隔 X' へと補正される。図 8 の実施の形態において述べたように、これらの変換は、関数または参照テーブルを使用して行なうことができ、それらの関数またはテーブルは恒久的なものであってもよく、あるいは設備において使用される流体の調合の変化に対応できるよう更新可能であってもよい。

【 0 0 7 0 】

さらに図 9 を参照すると、ブロック 2 3 3 において本方法は、流体の温度 T があらかじめ選択された固定の温度 T_2 と等しいか否かを判断するが、この実施の形態においては、温度 T_2 は T_1 よりも大きい、あるいは T_1 に等しい。この判断が「yes」である場合、ブロック 2 3 5 において本方法は、流体の応答 S_H 、 S_M 、 S_L を記録するとともに

、いつデータが記録されたのかを示す時刻「 t 」を、カレンダーの時刻という形式または先のデータ記録以降の設備の使用時間という形式で記録する。変換されていない固定の温度におけるデータが、考えられる追加の流体分析のためにメモリに記録される。そのような流体の分析は、流体の応答の履歴を得るため、事後に例えば保守点検技術者によって、メモリと通信できる保守点検装置を使用して、メモリが照会されたときに行なうことができる。そのような追加の流体分析は、例えば追加の流体状態または品質分析をもたらすため、本発明の方法と併せて行なってもよい。一定の温度における未変換のデータを採集することで、温度のばらつきを除くことができ、 X 秒ごとに読み出されたすべてのデータを記録する場合に必要なメモリを、低減することができる。データが記録された後、あるいはブロック 233 の判定が「no」であった場合、本方法はブロック 95 へと進み、そこで本方法は、最後の繰り返しの後に本質的に完全な流体の交換が実行されたか否かを判断し、ブロック 167 ~ 227 は、図 8 に説明した方法の実施の形態と同じである。

10

【0071】

図 9 の実施の形態では、温度 T_2 を温度 T_1 以上であるとして示したが、温度 T_2 が温度 T_1 よりも小さくてもよいよう、図 9 のブロック 233 および 235 をブロック 161 と 231 の間に配置した実施の形態を提示することができる。例えば、より低い温度 T_2 においてブロック 235 で記録された流体応答のデータを、図示はされていないが、流体が温度 T_1 に達する前に冷却水が存在するか否かを判断するブロックにおいて、使用してもよい。

【0072】

20

図 9 の実施の形態では、流体応答データをただ 1 つの固定の温度についてのみ記録するとして示したが、より詳細な流体の分析のため、複数の固定の温度においてデータを記録する他の実施の形態も可能である。

【0073】

図 9 の実施の形態は、流体の品質および状態を判定するために低、中および高周波応答を使用しているが、流体の高周波応答における変化が流体の中および低周波応答の変化と比べ事実上大きくない用途において、流体の判定に高周波応答 S_H を使用しない類似の実施の形態を提示することが可能である。

【0074】

図 10 は、装置における流体の品質および状態を判定するための本発明の特徴の他の実施の形態を示しており、温度の変化の影響を除去または最小化するため、固定の第 1 の温度しきい値を上回る流体応答を変換することに加え、データ変換に使用される公式または参照テーブルが、流体の温度が所定の値よりも大きい速度で 2 つの温度しきい値の間を上昇するたびに更新される。

30

【0075】

図 10 を参照すると、設備が「オン」されたとき、ブロック 241 において変数「 Y 」および変数「 A 」がゼロに等しく設定され、変数 T_p が、以下で説明する固定の数字 T_0 に等しく設定される。次いで、他の実施の形態と同様、ブロック 161 で本方法は、流体の応答 S_H 、 S_M および S_L ならびに流体の温度 T を読み取る。図 9 の実施の形態と同様、ブロック 231 においてこの実施の形態は、流体の温度 T が、その温度よりも上で応答 S_H 、 S_M および S_L の温度変換が有意に正確であると知られている温度 T_1 以上になるまでは、本方法がブロック 163 へと進むことがないようにする。ブロック 163 において、流体の応答および時間間隔 X が、流体の品質および状態の判定に必要な一定温度の応答および時間間隔へと変換される。応答の変換は、本方法がメモリに記憶している公式および参照テーブルを使用する。ブロック 95 において、本方法は、装置において本質的に完全な流体の交換が生じたか否かを判断し、そのような交換が生じた場合、本方法はブロック 167 で I_H 、 M_M 、 S_{MP} 、 M_L 、 S_{LP} 、 L_{H1} および L_{H2} を初期化して、ブロック 161 へと戻り、そこで流体の応答および温度が、先の読み取りから X 秒後に再び読み取られる。ブロック 95 での判定が、流体が交換されていないというものである場合、本方法はブロック 243 へと進み、流体温度の上昇速度が固定の速度 R_T よりも大であ

40

50

るか否か、および「A」がゼロに等しいか否かの判定が行なわれる。流体温度の上昇速度は、先の繰り返しにおける温度 T_p から現在の温度 T を減算し、2つの温度読み取りの間の時間間隔で除算したものであり、ここで2つの温度読み取りの間の時間間隔は、設備の運転開始後の最初の繰り返し以外の繰り返しについては「X」である。設備の運転開始後の最初の繰り返しについては、時間間隔に意味がないため、最初の繰り返しにおける T_p がブロック243の判定に常に「yes」をもたらすよう、ブロック241における T_0 が、 $(T_0 - T_1) / X$ が R_T よりも大であるように選択される。

【0076】

ブロック243の判定が「yes」である場合、ブロック245にて温度 T および実際の変換されていない流体応答が、設備が「オン」されるたびに消去される当座用メモリ・アレイに記憶される。次いで、本方法はブロック247にて、流体の温度 T が固定の温度 T_3 以上であるか否かを判断する。温度 T_3 は、温度 T_1 と T_3 の間で当座用メモリ・アレイに記憶された流体応答データによって、温度 T_1 からあらゆる動作状態のもとで設備内において流体が達する最大温度までの温度範囲にわたって、十分に正確なデータ曲線の当てはめが可能であるように選択される。ブロック247での判断が「yes」である場合、ブロック249においてデータの曲線への当てはめが行なわれ、ブロック163において流体応答を一定温度応答に変換するために使用されている現在の公式または参照テーブルが、新しい公式または参照テーブルに取り替えられる。

【0077】

ブロック249においてデータが曲線へと当てはめられた後、あるいはブロック247での判定が「no」である場合、ブロック251において T_p が T に等しく設定され、さらに本方法は、ブロック169～227において流体の品質および状態を、図8および9の実施の形態と同等にして判定する。図10の実施の形態の繰り返しのそれぞれにおいて、本方法は、ブロック243において流体の温度上昇の速度が R_T よりも小さいと判断されるまで、ブロック245において流体の温度および応答の記録を続け、流体の温度 T が T_3 よりも高い場合、データのカーブへの当てはめと変換用の公式または参照テーブルの更新を続ける。ブロック253の判断が「no」であるとき、ステップ169への進行に先立って「A」が1に等しく設定される。A = 1においては、ブロック95の判断は、設備が「オフ」にされるまでの将来のすべての繰り返しについて、「no」である。したがって、流体応答の変換用の公式または参照テーブルは、設備が「オン」されたその都度においてのみ更新でき、あるいは温度 T_1 および T_3 間の流体の温度上昇の初期速度が R_T 以上である場合にのみ生じうる。速度 R_T および温度 T_1 および T_3 は、1) 変換用の公式または参照テーブルが、とくに設備において本質的に完全な流体の交換が生じたときに、十分に規則的な間隔で更新され、かつ2) 更新された変換が、設備の流体の動作温度範囲にわたって流体の品質および状態の判断のために十分に正確であるように選択される。

【0078】

このようにして、図10の実施の形態は、流体が使用において劣化するときの流体応答 S_H 、 S_M および S_L の温度依存性の変動における変化に対応し、設備に異なる調合の流体が加えられたときの温度依存性の変化に対応する。

【0079】

図10の実施の形態は、流体の品質および状態を判断するため、低、中および高周波応答を使用しているが、流体の高周波応答における変化が流体の中および低周波応答における変化と比べて事実上大きくない用途の流体について、判定に高周波応答 S_H を使用しない類似の実施の形態を提示することができる。

【0080】

図11は、装置において流体の品質および状態を判定するための本発明の特徴の他の実施の形態を示しており、温度変化の影響を除去または最小化するため、固定の第1の温度しきい値よりも上での流体応答を変換することに加え、データの変換に使用する公式または参照テーブルを、流体の交換が行なわれるごとに更新することができる。さらに、流体の状態を判定するためのしきい値も、流体の交換が行なわれるごとに更新することができ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 を参照すると、図 9 の実施の形態と同様、設備が「オン」されるごとに、ブロック 1 5 9 で変数「Y」がゼロに等しくなるように設定され、ブロック 1 6 1 で応答 S_H 、 S_M 、 S_L および温度 T が読み取られる。本方法はブロック 2 3 1 で、流体の温度 T が固定の温度 T_1 以上であるか否かを判定し、この判定が「yes」である場合、流体の応答 S_H 、 S_M 、 S_L が一定温度の流体応答 S_H' 、 S_M' 、 S_L' へと変換され、流体応答の読み出し間の時間間隔 X が、一定温度の間隔 X' へと補正される。ブロック 9 5 において本方法は、本方法の最後の繰り返しの以降に本質的に完全な流体の交換が実行されたか否かを判断する。すでに述べたように、ブロック 9 5 の判断は、流体の水位の変化または他の手段によって流体の交換を検知するセンサまたはセンサ・システムからの入力にもとづくことができ、入力 S_H 、 S_M および S_L 、または S_H' 、 S_M' および S_L' を使用するサブルーチンにもとづくことができ、あるいは保守点検作業員または運転者からの外部入力にもとづくことができる。

10

【 0 0 8 2 】

しかしながら、この実施の形態においては、この判断が、ブロック 9 5 の判断が「yes」である場合、本方法がブロック 2 5 5 で流体応答の変換用の公式または参照テーブル $S_H(T)$ 、 $S_M(T)$ 、 $S_L(T)$ およびしきい値 L_{L1} 、 L_{L2} 、 L_{M1} 、 L_{M2} 、 L_{H1} 、 L_{H2} を読み出し、これらは以前に使用された流体と異なる場合、保守点検作業員または運転者によって例えば遠隔入力のためのキーパッドなど入力のための手段を使用して入力されることができ、通常は保守点検作業員または運転者からの入力にもとづいており、本方法 1 6 7 はブロック 2 5 7 において、 I_H 、 M_M 、 S_{MP} 、 M_L 、および S_{LP} を初期化してブロック 1 6 1 に戻り、先の読み出しから X 秒後に流体の応答および温度が再び読み出される。ブロック 9 5 の判断が、流体が交換されていないというものである場合、本方法はブロック 1 6 9 ~ 2 2 7 へと進み、ブロック 1 9 3、1 9 5 を有していない点を除き、本方法は図 8 に説明した方法の実施の形態と同じである。図 8 の方法におけるブロック 1 9 3 の判定およびブロック 1 9 5 での高周波しきい値 L_{H1} 、 L_{H2} の設定は、流体についての適切な高温しきい値が図 1 1 の実施の形態のブロック 2 5 5 で読み出されるため、必要がない。

20

【 0 0 8 3 】

このようにして、図 1 1 の実施の形態は、異なる調合の流体が設備に加えられたとき、流体の温度応答および状態しきい値の変化に対応する。

30

【 0 0 8 4 】

図 1 1 の実施の形態は、図 8 の実施の形態のブロック 1 9 3 のように流体の品質を判定せず、図 8 の実施の形態のブロック 1 6 7、1 9 5 のように高周波しきい値 L_{H1} 、 L_{H2} を設定していないが、図 1 1 のものと類似する或る実施の形態では、それぞれ高級および非高級の流体「Hi」および「Lo」について高周波しきい値を読み出すことができ、図 8 のブロック 1 6 7、1 9 3、1 9 5 のように高周波しきい値を設定することができる。

【 0 0 8 5 】

図 1 1 の実施の形態は、流体が本質的に完全に交換されたとき、流体応答の変換公式または参照テーブル $S_H(T)$ 、 $S_M(T)$ 、 $S_L(T)$ およびしきい値 L_{L1} 、 L_{L2} 、 L_{M1} 、 L_{M2} 、 L_{H1} 、 L_{H2} を読み出しているが、他の実施の形態においては、これら入力のすべてを読み出す必要は必ずしもなく、流体が交換されたときに、例えば速度 R_L および R_L など他の入力を読み出してもよい。

40

【 0 0 8 6 】

図 1 1 の実施の形態は、流体の状態を判定するために低、中および高周波応答を使用しているが、流体の高周波応答における変化が流体の中および低周波応答の変化と比べ事実上大きくない用途において、流体の判定に高周波応答 S_H を使用しない類似の実施の形態を提示することが可能である。

50

【 0 0 8 7 】

図 6 ~ 1 1 に示した実施の形態のブロック 9 5 においては、変数がリセットされるときを判断するため、方法の最後の繰り返しの以降に流体が本質的に完全に交換されたか否かを判断しており、図 1 1 の実施の形態においては、入力を読み出される。すでに述べたように、その判断は、例えば保守点検作業員または運転者からの入力などの外部入力にもとづくことができ、流体の水位の変化または他の手段によって流体の交換を検知するセンサまたはセンサ・システムからの外部入力にもとづくことができ、あるいは S_H 、 S_M および S_L 、または S_H' 、 S_M' および S_L' を使用するサブルーチンにもとづくことができる。図 6 および 7 のブロック 9 5 で使用できるサブルーチンであって、最後に設備が「オン」にされて以降に本質的に完全に流体が交換されたか否かを判断するために流体データを使用するサブルーチンについて、フローチャートが図 1 2 に示されている。

10

【 0 0 8 8 】

図 1 2 を参照すると、判断ブロック 9 5 の破線の外形が、入力を上部に、「yes」の出力を右に、「no」の出力を左にして示されている。ブロック 9 5 への入力は、図 6 のブロック 9 3 で読み出された流体応答 S_H 、 S_M および S_L 、ならびに本方法が使用する他の変数の値である。ブロック 2 6 1 で、変数「Y」がゼロに等しいか否か、および、それぞれ先の低および中周波数流体応答である S_{LP} 、 S_{MP} が、それらのそれぞれの最大応答値 M_L 、 M_M よりも小さいか否かについて、判定が行なわれる。このサブルーチンは、本質的に完全な流体の交換が設備が「オフ」の時にのみ行なわれると仮定し、流体交換が、設備が「オン」された後の最初の方法の繰り返しにおいてのみ検出できればよいと仮定している。したがって、「Y」がゼロでない場合、すなわち設備が「オン」された後の最初の方法の繰り返しではない場合、ブロック 2 6 1 の判定は「no」であり、サブルーチンは、オイルの交換が「なし」であったという判定を持ってブロック 9 5 を出る。さらに、このサブルーチンは、本質的に完全な流体の交換が、低および中周波応答がそれらの最大値に達する前に行なわれることはないとは仮定している。したがって、先の応答 S_{MP} 、 S_{LP} が、最後に設備が「オフ」される前の最後の方法の繰り返しにおいて記録されたそれらのそれぞれの最大値 M_M 、 M_L よりも小さくない場合、流体の交換は行なわれておらず、ブロック 2 6 1 の判定は「no」であり、サブルーチンは、オイルの交換が「なし」であったという判定を持ってブロック 9 5 を出る。ブロック 2 6 1 の判定が「yes」である場合、サブルーチンはブロック 2 6 3 において、設備が最後に「オフ」されてから流体応答の少なくとも 1 つに大きな変化が存在したか否かを判断する。低周波応答における大きな変化とは、設備が「オン」された後の最初の繰り返しで読み取られた応答 S_L から、設備が「オフ」される前の最後の繰り返しにて読み取られた S_{LP} を減算した値が、固定の値 L よりも大きいとして定義される。中周波応答における大きな変化とは、設備が「オン」された後の最初の繰り返しで読み取られた応答 S_M から、設備が「オフ」される前の最後の繰り返しにて読み取られた S_{MP} を減算した値の絶対値が、固定の値 M よりも大きいとして定義される。同様に、高周波応答における大きな変化とは、設備が「オン」された後の最初の繰り返しで読み取られた応答 S_M から、設備が「オフ」される前の最後の繰り返しにて読み取られた S_{MP} を減算した値の絶対値が、固定の値 M よりも大きいとして定義される。低周波のデータについて絶対値がとられない理由は、流体の他の応答に大きな変化がない低周波応答における大きな減少が、流体の変化よりも冷却水の漏れである可能性が高いためである。したがって、ブロック 2 6 3 の判定が「no」である場合、サブルーチンは「no」の判定を持ってブロック 9 5 を出る。ブロック 2 6 3 の判定が「yes」である場合、すなわち流体応答のうちの少なくとも 1 つが大きく変化した場合、サブルーチンは、ブロック 2 6 5 において現在の流体応答 S_H 、 S_M 、 S_L をそれぞれ S_{H1} 、 S_{M1} 、 S_{L1} として保存し、ブロック 2 6 9 で新しい流体応答 S_H 、 S_M 、 S_L を読み出す前に、ブロック 2 6 7 で固定の時間「Z」だけ小休止する。次いで、サブルーチンは、ブロック 2 7 1 において、新しい S_M 、 S_L がそれぞれ保存されている先の値 S_{M1} 、 S_{L1} よりも大きいと判定する。流体が本質的に完全に交換されているならば、低および中周波応答は増大するであろう。したがって、ブロック 2 7 1 にお

20

30

40

50

る「no」の判定により、サブルーチンは「no」の判定を持ってブロック95を出、ブロック271における「yes」の判定は、低および中周波の応答が、本質的に完全な流体の交換によって予想されるように増加していることを意味し、サブルーチンは、最後に設備が「オン」された後に本質的に完全な流体の交換が行われたことを示す「yes」の判定を持って、ブロック95を出す。

【0089】

同様のサブルーチンを、サブルーチンがブロック263、265および271において一定温度応答 S_H' 、 S_M' 、 S_L' を使用する点、およびブロック269と271の間に読み出した流体応答 S_H 、 S_M 、 S_L を一定温度応答 S_H' 、 S_M' 、 S_L' に変換するブロックが追加される点を除き、図8～11の実施の形態のブロック95に使用することができ

10

【0090】

さらに、同様のサブルーチンを、流体の品質および状態を判断するために中および低周波応答 S_M 、 S_L のみを使用する図7の実施の形態のブロック95に使用することもできる。図7のためのサブルーチンは、ブロック263における高周波応答状態の大きな変化を除外し、ブロック265における S_H の S_{H1} としての保存を除外し、ブロック269で S_H を読み出さない。

【0091】

本質的に完全な流体の交換が行なわれたときを判断するため、流体応答を使用するサブルーチンを用いることによって、本発明はより堅固になり、保守点検技術者または運転者が本方法への入力をもたらさなければならない場合に生じうる過失をリセットする。

20

【0092】

本発明の方法は、以下の実施例に示すように、流体の調合に幅広い変化が存在する装置内の流体の品質および状態の判定を可能にする。

【実施例】

【0093】

(実施例)

インピーダンス/誘電率分析器と、それぞれが約 3 cm^2 の表面積を有して約 0.1 m 離間して配置された一对の平行板電極とを有する装置を使用し、乗用車のガソリン・エンジン用のオイルを格付けする工業規格の手順IIIFテストで試験される種々の調製の流体について、信号応答を測定した。詳しくは、手順IIIFテストは、特別に用意されたBuick 3.8リットルV6ガソリン・エンジンを決められた条件下で運転して使用する約85.5時間のオイルのテストである。テストにおいては、オイルのサンプルを、約10時間の間隔およびテストの終了時に取り出し、それらオイルのサンプルを、標準的な研究室の手順を使用してカルボニル価およびニトロ化の増加(ASTM # 839E)、40における粘性の増加(ASTM D 2270)、TBN(ASTM D 4739)およびTAN(ASTM D 664A)について試験した。これらの研究室の手順は、オイルの運転状態を判定するために使用され、手順の結果の1つ以上が限界を超えたとき、当該オイルはエンジンにおける使用寿命の終わりに達している。オイルのサンプルのいずれかが使用寿命の終わりに達していると判断されたとき、当該オイルは手順IIIFテストに不合格となる。

30

40

【0094】

手順IIIFテストのオイルについて、誘電率/インピーダンス分析器は、ピークからピークまでが約3Vである電気信号を、オイルに浸漬させた電極へと、信号が接地に対して約+1.5Vから約+4.5Vまでを振動するよう約3Vのオフセットにて約1Hzで連続的に印加し、さらに信号が接地に対して約-1.5Vから約1.5Vまでを振動するよう約ゼロ・ボルトのオフセットにて約100Hzおよび1MHzで連続的に印加した。誘電率/インピーダンス分析器は、約1Hzにてテスト・オイルの虚インピーダンス(Z_{im})を、約100Hzにてテスト・オイルの実インピーダンス(Z_{real})を、約1MHzにてテスト・オイルの誘電率()を測定した。電極間のエンジン・オイルは、約

50

80 の一定の温度に保たれていた。本発明の方法を使用して、いつ「まもなく流体交換」および「即座に流体を交換せよ」の信号を出すかを、すべての流体が同じ品質基準を満足するよう試験済みであるため高周波のしきい値が固定に保たれ、ブロック123および125の必要性がなく、次の流体の試験のためのエンジン内の流体を交換したときにブロック97で高周波しきい値を設定し直す必要がない点を除き、図6に示したものと類似の判断の実施の形態によって判断した。テストにおいては、本方法のためのしきい値を以下のとおりとした。すなわち、 $L_{L1} = 0.6$ 、 $L_{L2} = 0.2$ 、 $L_{M1} = 0.8$ 、 $L_{M2} = 0.5$ 、 $L_{H1} = 1.08$ 、および $L_{H2} = 1.1$ である。冷却水の漏れが存在するかどうかを判断するための速度 R_L は、 0.05 /時とした。

【0095】

本質的に相違する4つのオイルの調合をテストした。1つのオイルはエンジン・テストに合格し、その他の3つのオイルは、1つ以上の標準的な研究室の手順による判定として、エンジン・テストに不合格であった。冷却水漏れによって不合格となったテストはなかった。表1は、エンジン・テストにおいて本発明の方法が「まもなく流体交換」および「即座に流体を交換せよ」の警報を発した時刻、およびどの研究室の手順がいつエンジン・オイルが不合格であると判断したのかを示している。「まもなく流体交換」および「即座に流体を交換せよ」の時刻は、時間を単位として丸められている。研究室の手順については、約10時間の間隔でエンジンから流体を取り出しているため、研究室の判断した「不合格」は、先立つ10時間の間のどこかの時点で生じた不合格の上限である。表1は、「即座に流体を交換せよ」の警報と研究室の手順によって判断した不合格との間に良好な相

【0096】

【表1】

表 1			
流体	「まもなくオイル交換」	「即座にオイルを交換せよ」	研究室で判断された不合格
#1	合格	合格	合格
#2	24 時間	53 時間	カルボニル価－70時間
#3	15 時間	22 時間	TAN－30時間
#4	20 時間	21 時間	カルボニル価および TAN－30時間

本発明のいくつかの特定の実施の形態を示して説明したが、種々の用途における流体分析のニーズを満足させるため、本発明の最も幅広い態様から離れることなく、これら実施の形態において種々の組み合わせ、変更および修正が可能であることは明らかである。とくに、前記発明によって実行される種々の機能に関し、本発明の個々の構成部品または部分システムを記載するために使用されている用語（あらゆる「手段」への言及を含む）は、そうではないと示されていない限り、たとえ本明細書に示した本発明の例示の実施の形態の機能を実行する記載の構成部品または部分システムと構造的または電氣的に均等でなくても、記載の構成部品または部分システムの指定の機能を実行する（例えば、すなわち機能的に均等である）任意の構成部品または部分システムに該当することが意図されている。さらに、本発明の特定の特徴を、いくつかある実施の形態のただ1つに関してのみ開示したかもしれないが、そのような特徴を、所望のとおり他の実施の形態の1つ以上の他の特徴と組み合わせることができ、あらゆる所与または特定の用途にとって好都合でありうる。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1】図1は、本発明とともに使用することができる装置の概略図であり、当該装置が流体の温度を制御する。

【図2】図2は、流体の温度を監視するが制御はしない装置の概略図である。

【図 3】図 3 は、典型的な輸送手段用または産業用の流体について、オフセット電圧ゼロの高周波印加信号に対する誘電率（ ）応答を、使用時間の関数として示した概略のグラフ表示である。

【図 4】図 4 は、典型的な輸送手段用または産業用の流体について、オフセット電圧ゼロの中周波印加信号に対する実インピーダンス（ Z_{real} ）応答を、使用時間の関数として示した概略のグラフ表示である。

【図 5】図 5 は、典型的な輸送手段用または産業用の流体について、オフセット電圧がゼロでない低周波印加信号に対する虚インピーダンス（ Z_{im} ）応答を、使用時間の関数として示した概略のグラフ表示である。

【図 6】図 6 は、流体の品質および状態を判断するために、固定の流体温度にて得た高、中および低周波流体応答データを使用する本発明の一態様についてのフローチャートである。

10

【図 7】図 7 は、流体の品質および状態を判断するために、固定の流体温度にて得た中および低周波流体応答データを使用する本発明の一態様についてのフローチャートである。

【図 8】図 8 は、流体の品質および状態を判断するために、変化する流体温度にて収集された高、中および低周波流体応答データを使用する本発明の一態様についてのフローチャートである。

【図 9】図 9 は、本発明の一態様についてのフローチャートであり、流体の温度が固定の温度しきい値を超えるまで、流体の品質および状態を判断するために、変化する流体温度にて高、中および低周波流体応答データが収集され、固定の温度において未補正の流体応答データが記録される。

20

【図 10】図 10 は、本発明の一態様についてのフローチャートであり、流体応答データを流体温度の変化に関して変換または補正するために使用される関数が、流体が固定の速度よりも速い速度で 2 つの固定の温度の間を加熱されるたびに決定されている。

【図 11】図 11 は、本発明の一態様についてのフローチャートであり、流体応答データを流体温度の変化に関して変換または補正するために使用される関数、および流体の状態を判断するために使用されるしきい値が、流体が交換されたときに更新されている。

【図 12】図 12 は、本発明の一実施の形態において使用するためのサブルーチンの一態様についてのフローチャートであり、最後に設備が「オン」された後に流体が本質的に完全に交換されたことを割り出すため、高、中および低周波流体応答データが使用されている。

30

【 図 1 】

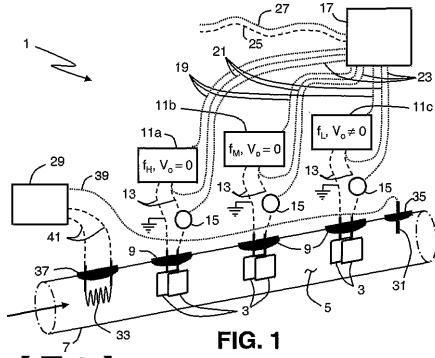


FIG. 1

【圖 2】

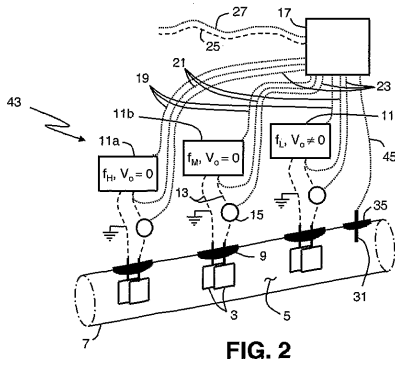


FIG. 2

【 図 3 】

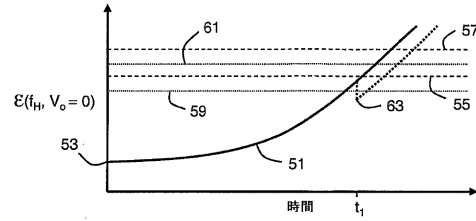


FIG. 3

【 図 4 】

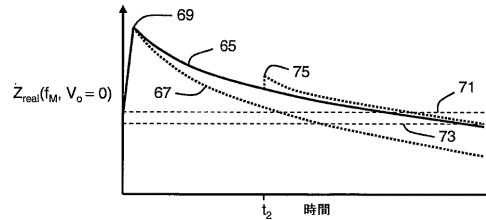


FIG. 4

【 図 5 】

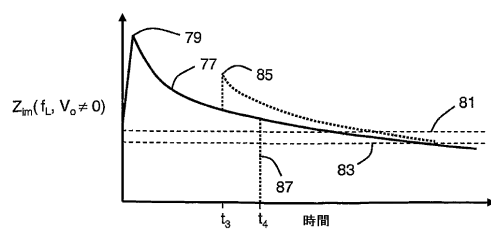


FIG. 5

【 図 6 】

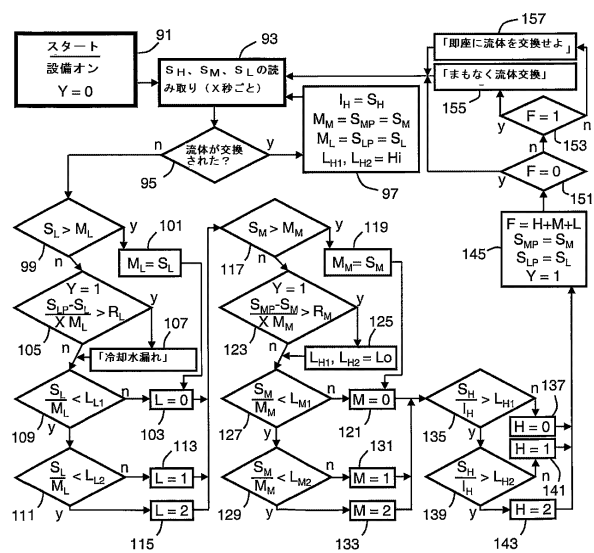


FIG. 6

【図 7】

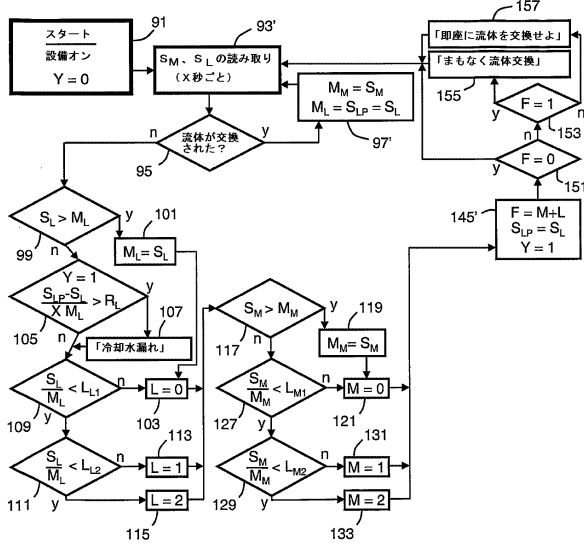


FIG. 7

【図 8】

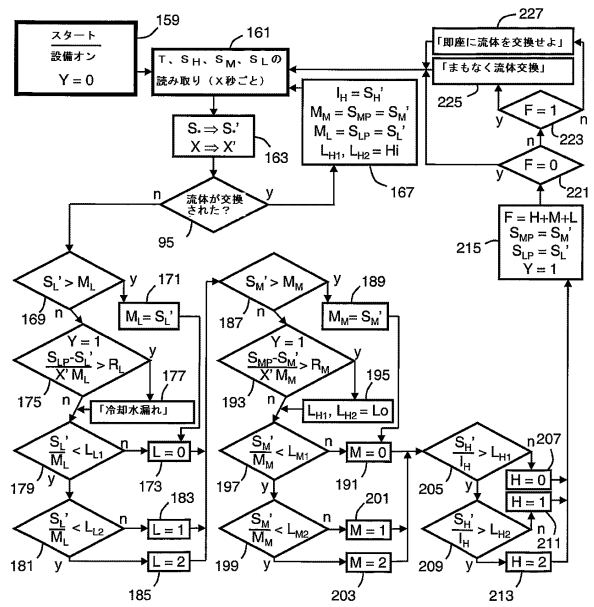


FIG. 8

【図 9】

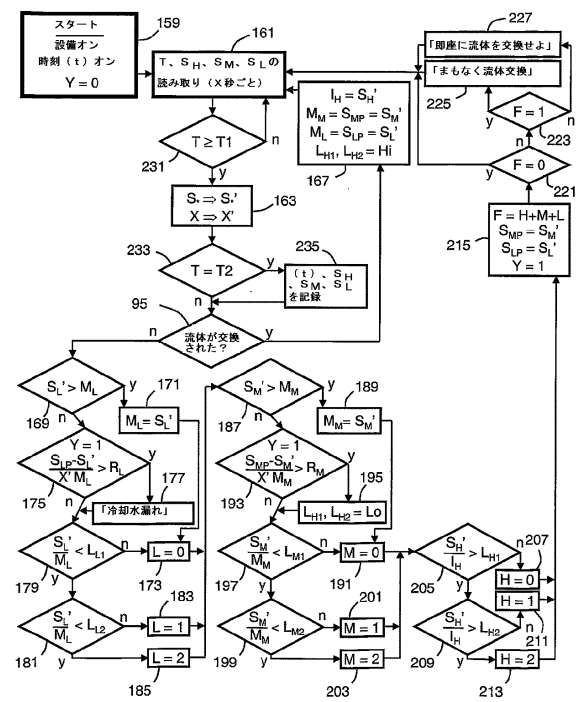


FIG. 9

【図 10】

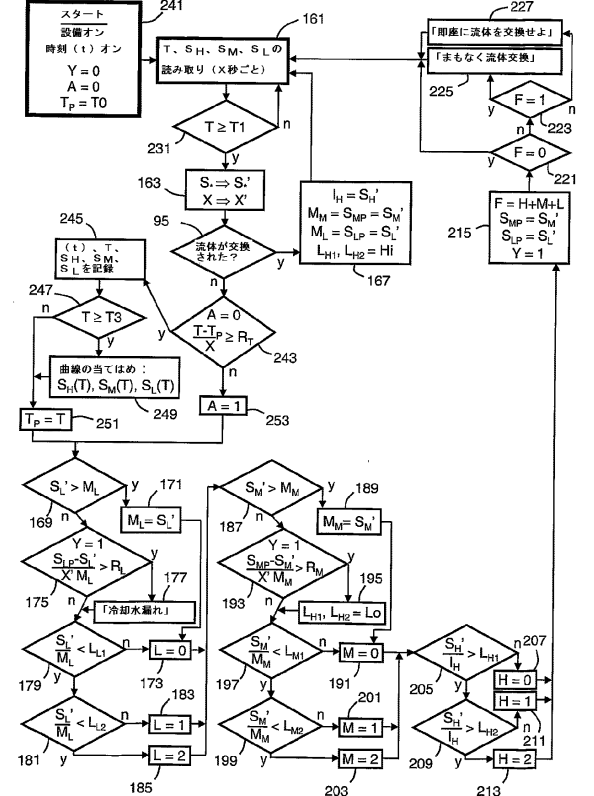


FIG. 10

【 図 1 2 】

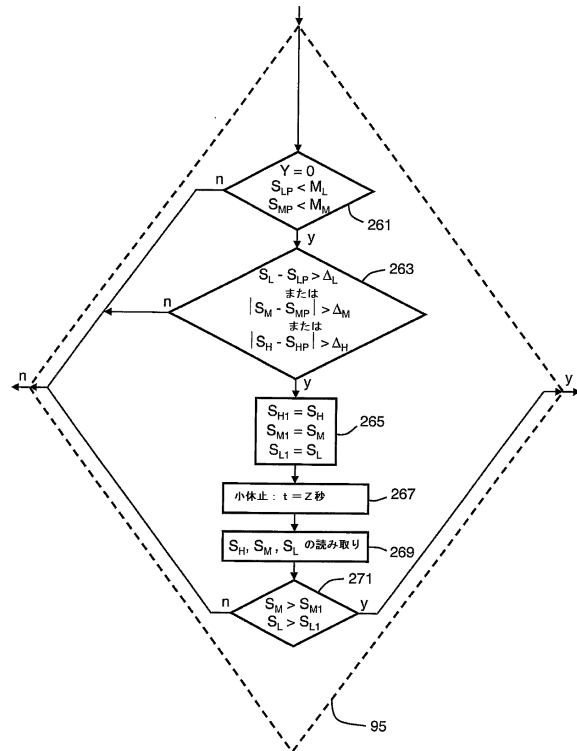


FIG. 12

フロントページの続き

(74)代理人 100113413

弁理士 森下 夏樹

(72)発明者 ルボビッチ, バディム エフ.

アメリカ合衆国 オハイオ 44121, クリーブランド エイチティエス., ベルフィールド
ド アベニュー 2267

(72)発明者 スクーシャ, デービッド ビー.

アメリカ合衆国 オハイオ 44060, メンター, ヒドゥン パレー コート 9222

(72)発明者 ボイル, フレデリック ビー.

アメリカ合衆国 オハイオ 44094, カートランド, リバーウッド ウェイ 8930

審査官 田中 洋介

(56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0125899(US, A1)

特開2000-193619(JP, A)

米国特許第06028433(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 27/00-27/24

JSTPlus(JDream2)

JST7580(JDream2)