

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6847209号
(P6847209)

(45) 発行日 令和3年3月24日(2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月4日(2021.3.4)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 N 5/02 (2006.01) GO 1 N 5/02 A

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2019-519758 (P2019-519758)	(73) 特許権者	503455363
(86) (22) 出願日	平成29年10月11日 (2017.10.11)		レイセオン カンパニー
(65) 公表番号	特表2019-535018 (P2019-535018A)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
(43) 公表日	令和1年12月5日 (2019.12.5)		2451-1449 ウォルサム ウィン
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/056026		ター ストリート 870
(87) 国際公開番号	W02018/071463	(74) 代理人	100107766
(87) 国際公開日	平成30年4月19日 (2018.4.19)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	平成31年4月11日 (2019.4.11)	(74) 代理人	100070150
(31) 優先権主張番号	15/291,712		弁理士 伊東 忠彦
(32) 優先日	平成28年10月12日 (2016.10.12)	(74) 代理人	100091214
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 大貫 進介
		(72) 発明者	ビューロー, ポール エル.
			アメリカ合衆国 アリゾナ州 85756
			ツーソン イースト・ハーマンズ・ロード
			1151

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電性水晶マイクロバランス純度モニタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

純度モニタであって、

ノズル、および、10000 psi までの作動圧力を有している流体を該ノズルに対して供給するように配置されている配管コンポーネントを含む、低温クーラーを有し、

前記ノズルは、前記低温クーラーの圧力降下の実質的に全てを、該ノズルの出口の近傍で生じさせるように構成されており、かつ、

圧電性水晶マイクロバランスであり、その上に前記ノズルが流体をスプレーし、かつ、前記スプレーによってその上に残る不揮発性残留物 (NVR) の質量を測定するように構成されている、圧電性水晶マイクロバランスを有し、

前記流体および前記圧電性水晶マイクロバランスのそれぞれの温度は、前記NVRのタイプに基づいて制御可能である、

純度モニタ。

【請求項2】

前記流体は、放射線検出システムから引き出された高圧流体を含む、

請求項1に記載の純度モニタ。

【請求項3】

前記低温クーラーは、

前記流体を受け入れる第1端部、

前記ノズルに対して結合された第2端部、

スプレーの前に前記流体の温度を下げるように構成されているクーラー、および、前記第1端部と前記クーラーとの間に介在するフィルタリングシステム流体、を含む、請求項1に記載の純度モニタ。

【請求項4】

前記ノズルの前記出口は、ノズルオリフィス、および、前記ノズルオリフィスから下流の縮流部、を含む、請求項1に記載の純度モニタ。

【請求項5】

前記圧電性水晶マイクロバランスは、水晶振動子マイクロバランス(QCM)を含む、請求項1に記載の純度モニタ。

10

【請求項6】

前記水晶振動子マイクロバランス(QCM)は、水晶振動子と、アクティブ熱エレメントであり、その上に前記水晶振動子が配置可能である、アクティブ熱エレメントと、を含む、請求項5に記載の純度モニタ。

【請求項7】

前記水晶振動子は、約7 - 10ミル以下の厚さであり、かつ、前記アクティブ熱エレメントは、抵抗性ヒーターおよび熱電クーラーのうち少なくとも1つ又は両方を含む、請求項6に記載の純度モニタ。

20

【請求項8】

前記ノズルに面している前記水晶振動子の表面は、マット仕上げである、請求項7に記載の純度モニタ。

【請求項9】

前記マット仕上げの粒子は、中央領域からその周辺に延在している表面の半径方向寸法に対して横断している、請求項8に記載の純度モニタ。

【請求項10】

温度コントローラが、複数のタイプのNVRについてそれぞれの温度を制御する、請求項1に記載の純度モニタ。

30

【請求項11】

純度モニタであって、ハウジングと、流体を受け入れ、かつ、前記ハウジングに対して支持的に結合されている2段ジュール-トムソン(JT)低温クーラーであり、該2段JT低温クーラーは、ノズル、および、10000psigまでの作動圧力を有している流体を該ノズルに対して供給するように配置されている配管コンポーネントを含み、前記ノズルは、前記2段JT低温クーラーの圧力降下の実質的に全てを、該ノズルの出口の近傍で生じさせるように構成されている、2段JT低温クーラーと、

40

前記ハウジング内に配置され、かつ、前記2段JT低温クーラーが前記流体をスプレーする表面を含む、水晶振動子マイクロバランス(QCM)であり、前記QCMは、前記スプレーによって前記表面上に残る複数の不揮発性残留物(NVR)のうち少なくとも1つの質量を測定するように構成されている、QCMと、

を含み、前記流体および前記表面のそれぞれの温度は、前記複数のNVRのうち少なくとも1つのタイプに基づいて制御可能である、純度モニタ。

【請求項12】

前記流体は、放射線検出システムから引き出される高圧流体を含む、

50

請求項 1 1 に記載の純度モニタ。

【請求項 1 3】

前記 2 段 J T 低温クーラーは、

前記流体を受け入れる第 1 端部、

前記ノズルに対して結合され、かつ、前記ハウジング内で支持的に配置されている第 2 端部、

スプレーの前に前記流体の温度を下げるように構成されているクーラー、および、

前記第 1 端部と前記クーラーとの間に介在するフィルタリングシステム流体、

を含む、請求項 1 1 に記載の純度モニタ。

【請求項 1 4】

前記ノズルの前記出口は、ノズルオリフィス、および、前記ノズルオリフィスから下流の縮流部、を含む、

請求項 1 1 に記載の純度モニタ。

【請求項 1 5】

前記 Q C M は、

約 7 - 1 0 ミル以下の厚さの水晶振動子、および、

抵抗性ヒーター、および、前記水晶振動子の上に配置可能である熱電クーラーのうち少なくとも 1 つ又は両方を含む、アクティブ熱エレメント、

を含む、請求項 1 1 に記載の純度モニタ。

【請求項 1 6】

前記ノズルに面している前記水晶振動子の表面は、マット仕上げであり、中央領域からその周辺に延在している表面の半径方向寸法に対して横断している粒子を有している、

請求項 1 5 に記載の純度モニタ。

【請求項 1 7】

流体の純度を測定する方法であって、

前記流体を 2 段ジュール - トムソン (J T) 低温クーラーの中へ吸引するステップと、

前記 2 段 J T 低温クーラーの出口でない部分の実質的に全ての中で前記流体の圧力を 1 0 0 0 0 p s i g まで維持するステップと、

前記 2 段 J T 低温クーラーの出口部分から水晶振動子マイクロバランス (Q C M) の表面の上に流体をスプレーするステップと、

前記スプレーによって前記表面の上に残る複数の不揮発性残留物 (N V R) のうち少なくとも 1 つの質量を測定するステップと、

前記複数の N V R のうち少なくとも 1 つのタイプに基づいて、前記流体および前記表面のそれぞれの温度を制御するステップと、

を含む、方法。

【請求項 1 8】

前記方法は、さらに、

測定のために前記複数の N V R のうち少なくとも 1 つのタイプを選択するステップと、

測定のために選択された前記複数の N V R のうち少なくとも 1 つのタイプが前記流体から凝縮する温度を決定するステップと、

前記決定された温度に従って、前記流体および前記表面のそれぞれの温度を制御するステップと、

を含む、請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記流体の温度を制御するステップは、前記流体を冷却するための冷却剤のグループから冷却剤を選択すること、を含み、かつ、

前記表面の温度を制御するステップは、前記表面を加熱すること、または、冷却すること、を含む、

請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 2 0】

10

20

30

40

50

本方法は、さらに、
前記表面をマット仕上げするステップと、
中央領域からその周辺に延在している前記表面の半径方向寸法に対して横断するように
マット仕上げ粒子を方向付けるステップと、
を含む、請求項17に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本発明は、純度モニタリング (purity monitoring) に関する。そして、より特定のには、低温クーラー (cryo-cooler) および水晶振動子マイクロバランス (quartz crystal microbalance、QCM) に関する。 10

【0002】

試験センサおよびミサイルシステムは、高圧の気体および流体を用いて動作するコンポーネントを有している。例えば、熱探索ミサイル (heat seeking missiles) は、ターゲットからの電磁放射を検出し、かつ、ターゲット検出を可能にするために赤外線 (IR) センサを使用しており、そして、大部分のIRセンサは、圧縮アルゴン、フロン、窒素、クリプトン、またはそれらの組み合わせによって冷却されている。これらのガスは、低温クーラーまたはクライオスタット (cryostat) によって検出器の上にスプレーされる。クライオスタットは、非常に速い冷却時間を可能にし、かつ、センサに強化されたターゲット感度を提供するが、それらはコンタミネーションに対して敏感であり、そして、供給システムがクリーンでない場合には容易に目詰まりし得るものである。 20

【0003】

このように、クリーンなガスの供給は、長年にわたるチャレンジであり、そして、試験プロセスの開発を導いている。そうした試験のために過去に使用された技術は、労働集約的なプロセスを使用して特別に訓練された人員を必要とするものであり、そして、その場合でさえも、プロセスはNVRコンタミネーションレベルのかなり粗い測定を結果として生じる傾向があった。

【発明の概要】

【0004】

本発明の一つの実施形態に従って、純度モニタが提供される。本純度モニタは、低温クーラーおよび圧電性水晶マイクロバランスを含む。低温クーラーは、ノズル、および、10000psigまでの作動圧力を有している流体をノズルに対して供給するように配置されている配管コンポーネント、を含む。ノズルは、低温クーラーの圧力降下の実質的に全てを、その出口または近傍において生じさせるように構成されている。ノズルは、圧電性水晶マイクロバランスの上に流体をスプレーし、圧電性水晶マイクロバランスは、スプレーによってその上に残る不揮発性残留物 (NVR) の質量を測定する。流体および圧電性水晶マイクロバランスのそれぞれの温度は、NVRのタイプに基づいて制御可能である。 30

【0005】

本発明の別の実施形態に従って、純度モニタが提供される。本純度モニタは、ハウジング、2段ジュール-トムソン (JT) 低温クーラー、および水晶振動子マイクロバランス (QCM) を含む。2段JT低温クーラーは、流体を受け入れ、かつ、ハウジングに対して支持的に結合されており、そして、ノズル、および、10000psigまでの作動圧力を有している流体をノズルに対して供給するように配置されている配管コンポーネントを含む。ノズルは、2段JT低温クーラーの圧力降下の実質的に全てを、その出口の近傍において生じさせるように構成されている。QCMは、スプレーによって表面上に残る複数の不揮発性残留物 (NVR) のうち少なくとも1つの質量を測定する。流体および表面のそれぞれの温度は、複数のNVRのうち少なくとも1つのタイプに基づいて制御可能である。 40

【0006】

本発明の別の実施形態に従って、流体の純度を測定する方法が提供される。本方法は、流体を2段ジュール-トムソン (JT) 低温クーラーの中へ吸引するステップ、2段JT低 50

温クーラーの出口でない部分の実質的に全ての中で流体の圧力を10000psigまで維持するステップ、2段JT低温クーラーの出口部分から水晶振動子マイクロバランス(QCM)の表面の上に流体をスプレーするステップ、スプレーによって表面の上に残る複数の不揮発性残留物(NVR)のうち少なくとも1つの質量を測定するステップ、および、複数のNVRのうち少なくとも1つのタイプに基づいて、流体および表面のそれぞれの温度を制御するステップ、を含む。

【0007】

追加の特徴および利点は、本発明の技術を通して実現される。本発明の他の実施形態および態様は、ここにおいて詳細に記載されており、そして、請求される発明の一部であると見なされる。利点および特徴を伴う本発明をより良く理解するためには、説明および図面を参照のこと。

【図面の簡単な説明】

【0008】

本発明として見なされる技術的事項(subject matter)は、本明細書の結論での請求項において具体的に指摘され、かつ、明確に請求されている。本発明の前述および他の特徴、そして、利点は、添付の図面と併せて以下の詳細な説明から明らかである。

【図1】図1は、実施形態に従った、ガスまたは流体試験モニタリングシステムの側面図である。

【図2】図2は、図1のガスまたは流体試験モニタリングシステムのノズルおよびポンピングコンポーネントの概略図である。

【図3】図3は、図1のガスまたは流体試験モニタリングシステムのコンポーネントの拡大側面図である。

【図4】図4は、実施形態に従った、低温クーラーの冷却剤システムの概略図である。

【図5】図5は、実施形態に従った、2段低温クーラーの概略図である

【図6】図6は、図5のガスまたは流体試験モニタリングシステムのノズルの側面図である。

【図7】図7は、実施形態に従った、水晶振動子マイクロバランスおよび加熱/冷却エレメントの側面図である。

【図8】図8は、実施形態に従った、水晶振動子マイクロバランスの平面図である。

【図9】図9は、さらなる実施形態に従った、水晶振動子マイクロバランスの平面図である。

【図10】図10は、実施形態に従った、流体の純度を測定する方法を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に説明されるように、高圧ガスの中の不揮発性残留物(non-volatile residue、NVR)コンタミネーションをモニタリングするためのメカニズムが提供される。そうした高圧ガスは、例えば、熱探索ミサイルの放射(例えば、赤外線)検出システム、または、他の同様のアプリケーションにおける冷却剤システムから引き出すことができる。特に、それらは約10マイクログラム(10 micrograms)または10億分の1(1 part per billion)より小さいオーダーのコンタミネーションレベルに対して敏感なものである。本メカニズムは、膨張され、かつ/あるいは、冷却されたときに、ガスまたは流体から凝縮する全ての流体コンポーネントの包括的な定量化を提供する。

【0010】

メカニズムは、一般にポインティング効果(Poynting effect)に従って動作する。純度測定機器に対する供給のために高圧ガスを低圧まで下げて調整することは一般的なやり方であるが、このことは、ポインティング効果を考慮すると低い飽和蒸気圧を有するオイルを取り扱うときに根本的な問題となり得る。実際に、これらのオイルの有用な測定のために、本メカニズムの機器は、試験されるガスおよび流体の最高圧力を維持するようにデザインされる必要がある。特に、ここにおいて記載されるメカニズムは、ノズル出口また

10

20

30

40

50

は近傍において圧力降下の全てまたは実質的に全てについて動作圧力を10000psigまで又はそれ以上に維持するようにデザインされている。従って、試験されるガスおよび流体におけるオイルは、総質量の直接的な測定のために水晶振動子マイクロバランス (QCM) の上に沈殿しそして堆積する。このようにして、流量制御装置およびピル粒子フィルタに典型的な余分な圧力降下が回避され、そして、純度測定システムにおいて一般的に生じる遅延 (lags) および読み誤り (false reading) が排除される。

【 0 0 1 1 】

図1および図2を参照すると、ガスまたは流体試験モニタリングシステム1が提供されており、そして、ガスまたは流体純度モニタ10を含んでいる。ガスまたは流体試験モニタリングシステム1は、ハウジング20、低温クーラー30、および、QCM40を含んでいる。ガスまたは流体試験モニタリングシステム1は、試験のために、ガスまたは流体試験モニタリングシステム1に対してガスまたは流体を配送するように配置された流体供給源2を含んでいる。流体供給源2は、熱探索ミサイルの赤外線 (IR) 放射システムの冷凍冷却システムであってよく、または、放射線検出システムから引き出された高圧流体であってよい。従って、ガスまたは流体試験モニタリングシステム1は、純度および他の特性について、熱探索ミサイル冷却剤または他のタイプのミサイル又は非ミサイル冷却剤 (coolants)、もしくは、放射線検出システムの高圧流体を試験するように配置さら、かつ、構成され得る。ガスまたは流体試験モニタリングシステム1は、さらに、低温クーラー30およびQCM40の種々の動作を制御するように構成された制御システム50を含み得る。制御システム50は、流量計51、低温クーラー30内の温度を感知するように配置された温度センサ52、データキャプチャエレメント53、および、データを分析して、かつ、低温クーラー30およびQCM40の種々の動作を制御するためのソフトウェアがインストールされた処理ユニット54、を含んでよい。処理ユニット54は、実行されると、これらの制御を実行するソフトウェアまたは実行可能なインストラクションがその中にインストールされてよい。

【 0 0 1 2 】

ハウジング20は、低温クーラー30とQCM40のコンポーネント、およびそのインテリア (interior) 22を包含し、かつ、収容するように形成されたハウジング本体21を含んでいる。ハウジング20は、さらに、収容されたコンポーネントおよび特にはQCM40を取り外して、かつ、交換できるように、開閉可能な側壁23を含んでよい。ハウジング20は、また、低温クーラー30の上流 (upstream) コンポーネントからインテリア22の中へ延びるパーズライン (purge line) 24のための取付け部品 (fitting) を含んでもよい。

【 0 0 1 3 】

引き続き図1および図2を参照し、そして、追加的に図3 - 図6を参照すると、ハウジング20は、インテリア22を画定するために取付け部品によって一緒に固定された第1部分200および第2部分201を含んでいる。インテリア22は、必要ではないが、気密封止 (hermetically sealed) されてよく、そして、いくつかの実施形態では、基準大気条件 (nominal atmospheric conditions) において提供されてよい。第1部分200は、その軸端壁 (axial endwall) 内に第1開口を含み、そして、第2部分201は、同様に、その軸端壁内に第2開口を含んでいる。低温クーラー30は、ハウジング20の第1部分200に対して支持的に結合されてよく、そうして、そのコンポーネントが第1開口部を通じて、かつ、インテリア22の中へ延びている。第1開口に関して低温クーラー30を正しい場所に固定するために、フランジ付きリテーナ204が備えられてよい。同様に、QCM40は、ハウジング200の第2部分201に対して支持的に結合されてよく、そうして、そのコンポーネントがインテリア22内に配置され得る。

【 0 0 1 4 】

低温クーラー30は、例えば、流体供給源2からのガスまたは流体を受け入れる2段 (two-stage) ジュール-トムソン (Joule-Thomson、JT) 低温クーラー300として提供されてよい。低温クーラー30は、ハウジング20に対して支持的に結合されており、そして、ノズル301および配管コンポーネント (plumbing components) 302を含んでいる。配管コンポーネント302は、10000psig又はそれ以上の作動圧力でガスまたは流体をノズル301に対して供

10

20

30

40

50

給するように配置され、かつ、構成されている。ノズル301は、ハウジング20のインテリア22の中へ延びており、そして、出口(exit)303を画定するように形成されている。ノズル301および出口303は、低温クーラー30(または2段JT低温クーラー31)の全圧力降下(total pressure drop)の実質的に全てを、出口303またはその近傍において生じさせるように配置され、かつ、構成されている。

【0015】

明確さと簡潔さの目的のために、以下の説明は、低温クーラー30が2段JT低温クーラー300として提供され、かつ、試験されるガスまたは流体が高圧流体(冷却剤又はその他)である事例に関するものである。

【0016】

低温クーラー30は、第1端部31、および、第1端部31と対向する第2端部32を含んでいる。第1端部31は、高圧ガス取付け部品310、キャプチャハブ(capture hub)311、取付け部品310からキャプチャハブ311へ導く配管312、および、配管312に沿って配置されたフィルタリングシステム313を含んでいる。流体の供給は、取付け部品310によって流体供給源2から取り除かれ、または、受け取られ、そして、配管312に沿ってフィルタリングシステム313を通過してキャプチャハブ311へ送られる。配管312は、また、パーズライン24に対して結合されてもよく、それによって、ハウジング20のインテリア22を洗浄するために使用することができるパーズエア(purge air)が、パーズライン24によって配管312から、そして、インテリア22の中へポンプで送られ得る。フィルタリングシステム313は、流体の供給から所定のサイズのパーティクルを除去することができるインライン(in-line)パーティクルフィルタ又は他の適切なフィルタとして提供されてよい。第2端部32は、フランジ付きリテーナ204によってハウジング20の第1部分200に対して支持的に結合されている。ノズル301は、第2端部32の遠位部分に対して結合されている。

【0017】

フローコントローラ(flow controllers)およびピルパーティクルフィルタ(pill particle filters)について典型的である余分な圧力降下を避けることによって、低温クーラー30は、純度測定システムにおいて一般的に発生する遅延および読み誤りを排除している。低温クーラー30は、焼結ピルフィルタ(sintered pill filters)を使用しないが、むしろ、フィルタリングシステム313として無視できる圧力降下を有する単一のスクリーンフィルタを使用する。

【0018】

低温クーラー30は、さらに、キャプチャハブ311と第2端部32との間に流体的に介在する、クーラー(cooler)33を含んでよい。フィルタリングシステム313を通じて、かつ、配管312に沿ってキャプチャハブ311へ送られる流体の供給は、その後、クーラー33を通過して、流体を外側へ、その後、スプレーまたは排出するように構成されている、ノズル301に対して送られる。クーラー33は、スプレー又は排出に先立って、流体を複数および種々の温度範囲のうち選択された1つへ冷却するために、1つまたはそれ以上の冷却剤のグループ(図4ご参照)から選択される、冷却剤の供給(例えば、第2流体)を使用することができる。

【0019】

図4に示されるように、クーラー33は、冷却剤の複数の供給源330 - 332に対して流体結合(fluidly coupled)されてよく、流体に対して冷却を提供するために、各冷却剤がクーラー33の中へ、かつ、クーラーを通じて流れることができるように備えられた複数のバルブ333 - 335を含んでよい。バルブ333 - 335は、制御システム50、または、各バルブ333 - 335とそれぞれに関連するサーボエレメントを含む別のコントローラと信号通信して(in signal communication)配置されてよい。

【0020】

図4および図5に示されるように、クーラー33は、第1段熱交換器3301、第2段熱交換器3302、および流体膨張弁(expansion valve)3303を含み得る。クーラー33の動作中に、流体の供給(すなわち、試験される(gas-under-test))は、メインライン3304に沿ってノ

10

20

30

40

50

ズル301(図3を参照のこと)へ流れ、そうすると、QCM40の上にスプレーまたは排出される。メインライン3304に沿って、流体の供給は、第2段熱交換器3302の中で冷却される(または、加熱される)。一方で、複数の供給源330 - 332(すなわち、予冷ガス(pre-cooling gas))のうち任意の1つまたはそれ以上からの冷却剤、例えば、気体または液体窒素であり得るものは、第1冷却剤ライン3305を通して流体膨張弁3303へ流れ、そして、流体膨張弁3303から第2冷却剤ライン3306を通して流れ、そこから排出される。このようにして、第1冷却剤ライン3305内の冷却剤は、第1段熱交換器3301内で第2冷却剤ライン3306における冷却剤に熱を与え、そして、流体膨張弁3303によって膨張され、かつ、実質的に冷却される。そうした膨張の結果として生じるこの実質的な冷却のおかげで、冷却剤は、第2段熱交換器3302における流体の供給から熱を引き出し、そして、未だに第1冷却剤ライン3305内の冷却剤より低温のままである。このように、冷却剤が第2冷却剤ライン3306に沿って流れるので、さらに第1冷却剤ライン3305内の冷却剤から熱を引き出すことができる。

10

【0021】

低温クーラー30およびノズル301は、両方とも、一般的に、10000psig又はそれ以上の作動圧力において流体を維持するようにデザインされている。ノズル301は、さらに、その出口303またはその近傍で発生するシステムを通る圧力降下の全てまたは実質的に全てを提供するようにさらに形成され、オイルをその中にトラップすることを回避する。従って、図6に示されるように、ノズル301は、第2端部32から離れて、かつ、QCM40の表面41に向かって延びている。ノズル301は、出口303を画定するように形成された管状(tubular)エレメントを含み、ノズルオリフィス3010および縮流部(vena contracta)3011を含んでいる。縮流部3011は、ノズルオリフィス3010から下流の管状エレメントのテーパ付けすることによって提供される。

20

【0022】

QCM40は、圧電性(piezo-electric)QCM40として提供されてよく、そして、ハウジング20のインテリア22内に配置された表面41を含んでいる。ノズル301の出口303からスプレーされ、または、その他の方法で放出された流体は、この表面41上に衝突する。一旦そうした流体の衝突が活性すると、流体はその接触ポイントから外に向かって流れる。流体は、次いで、1つまたはそれ以上のNVRが流体から析出(precipitate)し、かつ、表面41に対して付着する間に、実質的な圧力降下を経験する。QCM40は、その後で、ノズル301のスプレーまたは放電によって表面41上に残された複数のNVRのうち少なくとも1つまたはそれ以上の質量、または、より一般的には、量を測定するように、または、測定するために使用されるように構成されている。

30

【0023】

図3に示されるように、そして、図7 - 図9を追加的に参照すると、QCM40は、表面41が動作可能に配置されるアクティブ熱エレメント(active thermal element)43を備える本体(body)42を含んでいる。アクティブ熱エレメント43は、抵抗性加熱エレメント(resistive heating element)および熱電(thermo-electric)クーラーのうち一方または両方として提供されてよい。表面41は、本体42上に動作可能に配置されており、そして、表面41は、本体42内の電気的および振動するコンポーネント、並びに、アクティブ熱エレメント43によって作用され得る。表面41は、水晶振動子または圧電効果(piezo-electric effects)を経験する別の材料から形成されてよく、そして、約7 - 10ミル以下の厚さであってよい。

40

【0024】

一般的に、QCMは、しばしば、硬質物体が印加された(applied)ときの水晶振動子の周波数の変化を測定することによって、単位面積当たりの質量変動を測定するように構成されている。ここにおいて説明されるQCM40は、しかしながら、スプレーまたは低温クーラー30による放電の際に、流体から、かつ、表面41の上に凝縮するNVRの質量を測定するのに役立つ。QCM40は、真空環境の下で、気相環境において、および/または、高精度周波数および散逸係数測定(dissipation factor measurements)を行う能力を有する液体環

50

境において使用することができる。

【0025】

実施形態に従って、ノズル301および表面41は、ハウジング20のインテリア22内の重力方向に沿って直線上に配列されてよい。このように、ノズル301は、その平面に関して垂直方向において表面41の上に流体を下方に向かってスプレーまたは排出するように配置されてよい。

【0026】

図8に示されるように、表面41は、ノズル301に面しており、かつ、マット仕上げ (matt e finish) 410を有している。マット仕上げ410は、表面41を微細研磨すること (micro-abrading) によって形成され、そして、表面41内の微細な研磨に導く。流体が表面41に衝突して、かつ、外側に向かって流れる際に流体から凝縮するNVRを遅くして、かつ、部分的に拘束する役割を果たすものである。さらなる実施形態に従って、かつ、図9に示されるように、マット仕上げ410の粒子 (grain) は、その中央領域からその周辺に延在している表面41の半径方向寸法に対して実質的に横断するように方向付けされてよい。そうであるから、流体が表面41上に衝突するポイントから外向きに流れるので、流体は、一般的に、その支配的な流れ方向を横切って延びるマット仕上げの研磨に出会う。

【0027】

図9の表面41は、例えば、放射状または角度のパターンにおける表面41の研磨によって形成され、または、アセンブリされ得る。そうしたアセンブリは、横方向に (crosswise) マット仕上げを有している細長い結晶を短いセグメントへと区分し、そして、次いで、これらの短いセグメントそれぞれを三角形のカットアウト (cutout) へと区分することによって行うことができる。これらの三角形のカットアウトは、次に、共通の焦点に関して一緒に接着されて、多角形の形状 (例えば、六角形または八角形) の結晶 (crystal) を形成することができ、そのマット仕上げの研磨は、一般的に、結晶の全体形状に従う多角形の形状を形成する。

【0028】

QCMは、しばしば、その表面に対して取り付けられた硬質材料 (rigid material) に応答するようにデザインされているため、ここにおいて行われるように、液体オイルのレベルを測定するために以前は使用されてきていないことが理解されるべきである。これは、部分的には、結果として、十分な大きさのサンプルを含み、そして、従って、表面41上で検出可能または定量可能となるような方法で、ここにおいて説明される種々のエレメントを構成し得ることが明らかではなかったという事実によるものである。濃縮されたオイルがマット仕上げ410のテクスチャ内に存在することができ、そして、従って、堅固に取り付けられたかのように振る舞うので、マット仕上げ410がこの問題を処理する。

【0029】

実施形態に従って、ガスまたは流体試験モニタリングシステム1は、表面41におけるNVRの所与の質量に係る信頼できる読み取り (readings) を生成するために使用することができる。例えば、0.15インチのスプレー距離および表面41のためのマット仕上げを用いて、室温近くにおける軽油 (light oil) コンタミナントを伴うアルゴンガスのスプレーは、約15マイクログラムまでの線形な読み取りを提供する。このレベル以上では、ガスまたは流体試験モニタリングシステム1のゲインがロールオフ (roll off) し、そして、60マイクログラム以上では感度が悪くなる。このことは、スプレーまたは排出の最中 (ノズル301が安定した速度でNVRを排出する以前にバーンイン (burn-in) 期間が必要とされ得る) のいずれか1つの時点で、概ね8 - 10マイクログラムの流体を収容または保持するためのノズル301の能力と一致している。

【0030】

上述のコンフィグレーションを用いて、QCM40は、ノズル301による流体のスプレーまたは排出によって、表面41上に残された複数の不揮発性残留物NVRのうち少なくとも1つの質量または量を測定するように構成され得る。これら複数のNVRのうち任意の1つまたはそれ以上は、流体によって運ばれることができ、そして、ガスまたは流体試験モニタリン

10

20

30

40

50

グシステム1による同定 (identification) および量決定のための候補となるだろう。この目的のために、ガスまたは流体試験モニタリングシステム1自体、または、ガスまたは流体試験モニタリングシステム1のオペレータは、各NVRが流体から凝縮すると期待される温度範囲を決定する。この決定を用いて、低温クーラー30のクーラー33およびQCM40のアクティブ熱エレメント42は、流体および表面41のそれぞれの温度が制御システム50によって制御可能であるように、協調的に、共同で、または、別個に動作可能である。実施形態に従って、流体および表面41のそれぞれの温度は、複数のNVRのうち少なくとも1つのタイプに基づいて制御可能である。

【 0 0 3 1 】

さらなる態様に従って、かつ、図10を参照して、ガスまたは流体の純度を測定する方法が提供される。本方法は、流体を2段ジュール-トムソン(JT)低温クーラーの中へ吸引すること(ブロック901)、2段JT低温クーラーの出口でない部分の実質的に全ての中で流体の圧力を10000psigまで維持すること(ブロック902)、2段JT低温クーラーの出口部分からQCMの表面の上に流体をスプレーすること(ブロック903)、スプレーによって表面の上に残る複数の不揮発性残留物(NVR)のうち少なくとも1つを測定すること(ブロック904)、および、複数のNVRのうちの少なくとも1つのタイプに基づいて、流体および表面のそれぞれの温度を制御すること(ブロック905)、を含む。

【 0 0 3 2 】

ここにおいて使用される用語は、特定の実施形態だけを記述する目的のためのものであり、そして、本発明を限定するように意図されたものではない。ここにおいて使用されるように、単数形「1つの(" a " 、 " an " 、 および " the ")」は、文脈が明確にそうでないものと指示しなければ、複数形も同様に含むことが意図されている。この明細書において使用される場合、用語「含む(" comprises " 及び/又は " comprising ")」は、記載された特徴、インテジャ (integers)、ステップ、操作、エレメント、及び/又はコンポーネントの存在を特定するが、1つまたはそれ以上の他の特徴、インテジャ、ステップ、操作、エレメントコンポーネント、及び/又は、それらのグループの存在または追加を排除するものではないことがさらに理解されるだろう。

【 0 0 3 3 】

以下の請求項において記載される全ての手段またはステッププラスファンクションエレメントの対応する構造、材料、作用、および均等物は、請求されるように他の請求されるエレメントと組み合わせて機能を実行するための任意の構造、材料、または作用を含むように意図されている。本発明の説明は、例示および説明の目的のために提示されてきたが、開示された形態における本発明について網羅的または限定するように意図されたものではない。本発明の範囲および精神から逸脱することなく、多くの修正および変形が当業者にとっては明らかであろう。実施形態は、本発明の原理および実用的なアプリケーションを最も良く説明するため、かつ、企図される特定の用途に適した種々の修正を伴う種々の実施形態について、他の当業者が本発明を理解することを可能にするために、選択され、説明されるものである。

【 0 0 3 4 】

実施形態が説明されてきたが、当業者であれば、現在および将来の両方において、以降の特許請求の範囲内に入る種々の改良および強化を成し得ることが理解されるだろう。これら請求項は、最初に説明された本発明の適切な保護を維持するものと解釈されるべきである。

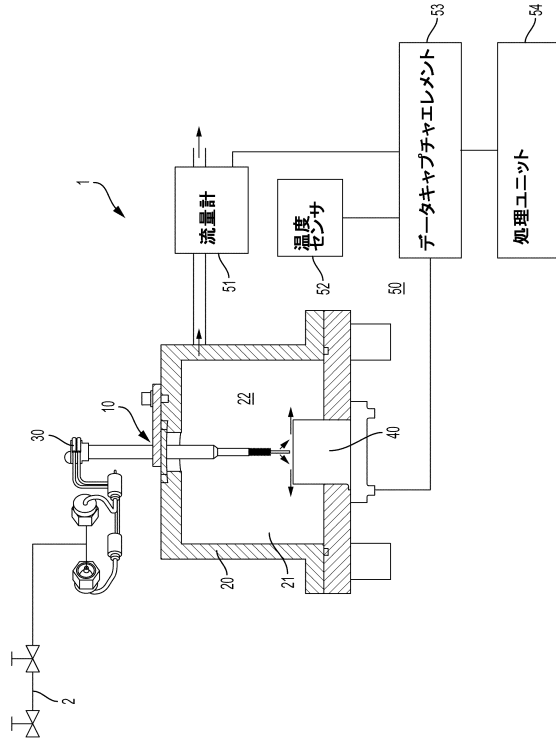
10

20

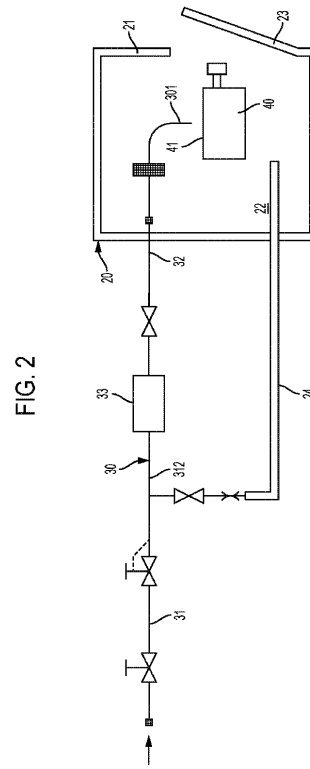
30

40

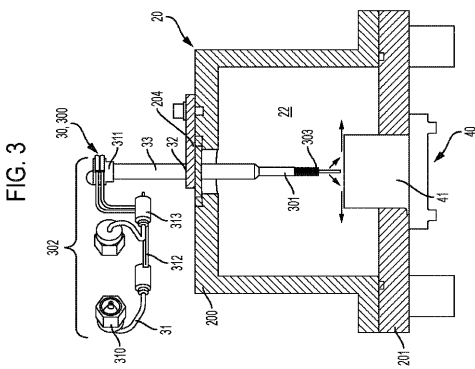
【図1】



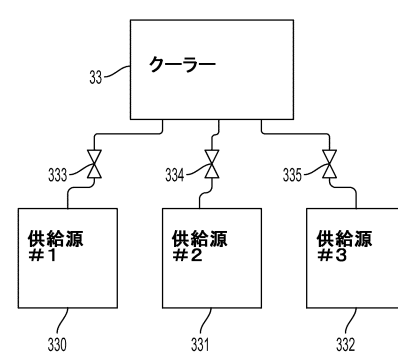
【図2】



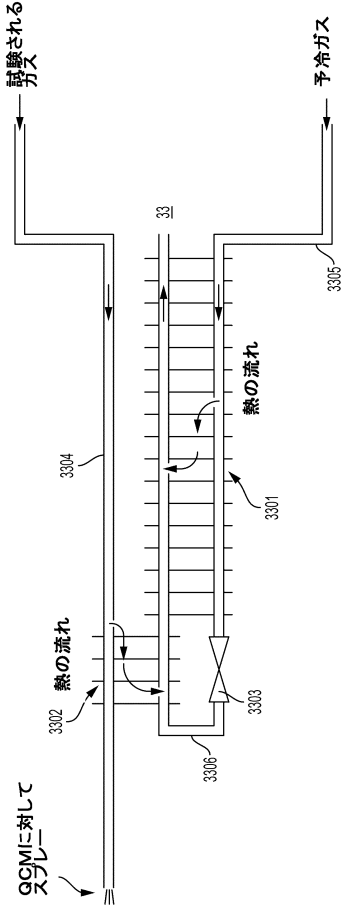
【図3】



【図4】

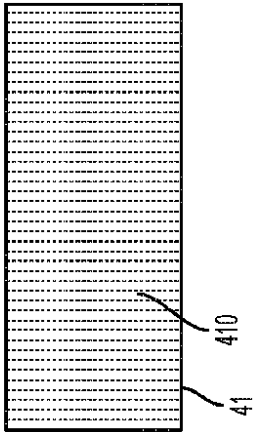


【 図 5 】

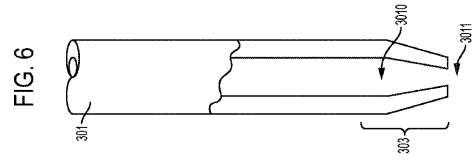


【 図 8 】

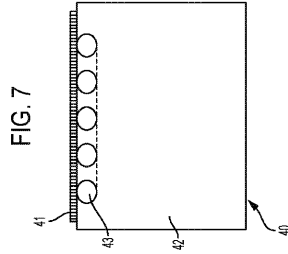
FIG. 8



【 図 6 】

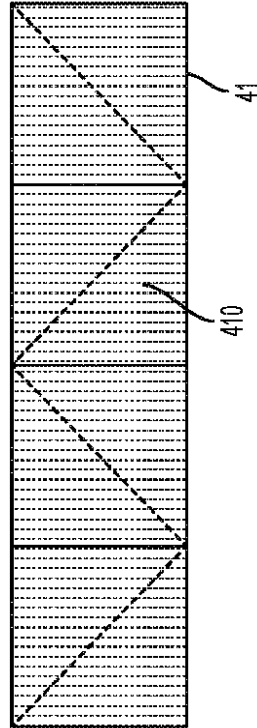


【 図 7 】

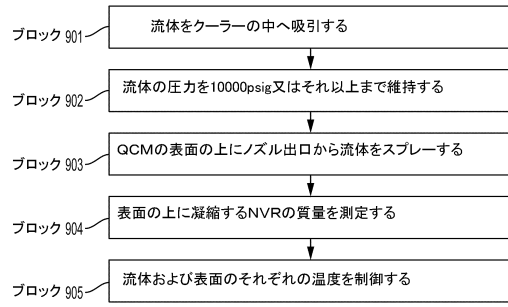


【 図 9 】

FIG. 9



【図 10】



フロントページの続き

審査官 外川 敬之

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0199765 (US, A1)
米国特許出願公開第2008/0184711 (US, A1)
特開2013-170923 (JP, A)
特開平04-289438 (JP, A)
特開平08-101110 (JP, A)
国際公開第2007/111147 (WO, A1)
特表2012-521535 (JP, A)
特開2011-215024 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 5/02
F25B 49/02