

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-9892

(P2018-9892A)

(43) 公開日 平成30年1月18日(2018.1.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 M 3/20 (2006.01)	GO 1 M 3/20 Z	2 G 0 6 7
GO 1 M 3/26 (2006.01)	GO 1 M 3/26 A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-139380 (P2016-139380)	(71) 出願人	594123387
(22) 出願日	平成28年7月14日 (2016.7.14)		ヤマハファインテック株式会社
			静岡県浜松市南区青屋町283番地
		(74) 代理人	100120329
			弁理士 天野 一規
		(74) 代理人	100106264
			弁理士 石田 耕治
		(74) 代理人	100176876
			弁理士 各務 幸樹
		(72) 発明者	飯塚 茜
			静岡県浜松市南区青屋町283番地 ヤマ
			ハファインテック株式会社内
		Fターム(参考)	2G067 AA44 BB02 BB07 BB12 BB25
			BB28 BB40 CC13 CC18 DD03
			DD17

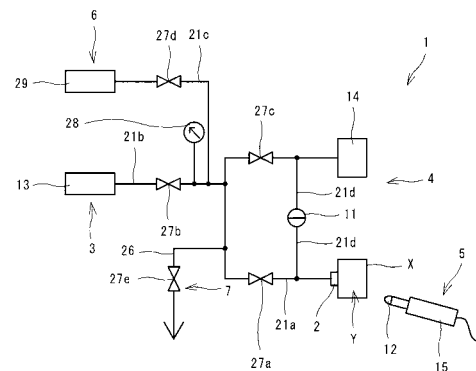
(54) 【発明の名称】 リークテスト及びリークテスト方法

(57) 【要約】

【課題】ワークの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを検出することができるリークテストの提供を目的とする。

【解決手段】本発明に係るリークテストは、ワークが有する空間を密閉する機構と、密閉機構により密閉された空間にトレーサーガスを供給する機構と、空間の圧力変化を検出する圧力センサーを有する第1検査機構と、空間の外側に設けられ、空間外に漏洩するトレーサーガスを検出するセンサーを有する第2検査機構とを備える。当該リークテストは、ワークを内部に収容し、この内部を気密状態に保持可能な収容部をさらに備え、前記トレーサーガスを検出するセンサーが、前記収容部内に配設されるとよい。当該リークテストは、前記収容部が、前記ワークを収容する第1室及びこの第1室に連通する第2室を有し、第2室内を減圧する減圧機構をさらに備え、前記トレーサーガスを検出するセンサーが前記第2室内に配設されるとよい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ワークが有するの空間を密閉する機構と、
前記密閉機構により密閉された空間にトレーサガスを供給する機構と、
前記空間の圧力変化を検出する圧力センサーを有する第 1 検査機構と、
前記空間の外側に設けられ、空間外に漏洩するトレーサガスを検出するセンサーを有する第 2 検査機構と
を備えるリークテスト。

【請求項 2】

前記ワークを内部に収容し、この内部を気密状態に保持可能な収容部をさらに備え、
前記トレーサガスを検出するセンサーが、前記収容部内に配設される請求項 1 に記載のリークテスト。

10

【請求項 3】

前記収容部が、前記ワークを収容する第 1 室及びこの第 1 室に連通する第 2 室を有し、
前記第 2 室内を減圧する減圧機構をさらに備え、
前記トレーサガスを検出するセンサーが、前記第 2 室内に配設される請求項 2 に記載のリークテスト。

【請求項 4】

前記トレーサガスを検出するセンサーが、基板と、この基板の一方側に配設されるヒーターと、このヒーターの一方側に配設され、燃焼触媒を担持した担体を有する反応層とを有し、この反応層及びヒーターの近傍にサーモパイルの温接点が配設され、前記基板の近傍にサーモパイルの冷接点が配設される接触燃焼式サーモパイルセンサーである請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 に記載のリークテスト。

20

【請求項 5】

ワークが有する密閉された空間にトレーサガスを供給する工程と、
前記空間の圧力変化を検出する第 1 検査工程と、
前記空間の外に漏洩するトレーサガスを検出する第 2 検査工程と
を備え、
前記第 1 検査工程及び第 2 検査工程を同時に行うリークテスト方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、リークテスト及びリークテスト方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、中空状のワークのガス漏れ等を検査するためにリークテストが用いられている。また、このリークテストとして、差圧式リークテストが提案されている（特開平 4-221733 号公報参照）。この差圧式リークテストは、ワーク内及び空気漏れのない中空状のマスター内に空気を満たした状態で、両者の圧力差を測定することでワーク内の空気漏れの有無を検査するものである。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】 特開平 4-221733 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、この差圧式リークテストは、比較的空気漏れが多い場合には圧力差によってワーク内の空気漏れを検出できる一方、空気漏れがごく微量な場合には十分な圧力差が得られずワーク内の空気漏れを検出し難いという不都合を有する。

50

【0005】

本発明は、このような事情に基づいてなされたものであり、本発明の目的は、ワークの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを検出することができるリークテスト及びリークテスト方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するためになされた本発明は、ワークが有する空間を密閉する機構と、前記密閉機構により密閉された空間にトレーサガスを供給する機構と、前記空間の圧力変化を検出する圧力センサーを有する第1検査機構と、前記空間の外側に設けられ、空間外に漏洩するトレーサガスを検出するセンサーを有する第2検査機構とを備えるリーク

10

【0007】

当該リークテストは、前記ワークを内部に収容し、この内部を気密状態に保持可能な収容部をさらに備え、前記トレーサガスを検出するセンサーが、前記収容部内に配設されるとよい。

【0008】

前記収容部が、前記ワークを収容する第1室及びこの第1室に連通する第2室を有し、前記第2室内を減圧する減圧機構をさらに備え、前記トレーサガスを検出するセンサーが、前記第2室内に配設されるとよい。

【0009】

前記トレーサガスを検出するセンサーが、基板と、この基板の一方側に配設されるヒーターと、このヒーターの一方側に配設され、燃焼触媒を担持した担体を有する反応層とを有し、この反応層及びヒーターの近傍にサーモパイルの温接点が配設され、前記基板の近傍にサーモパイルの冷接点が配設される接触燃焼式サーモパイルセンサーであるとよい。

20

【0010】

また、前記課題を解決するためになされた本発明は、ワークが有する密閉された空間にトレーサガスを供給する工程と、前記空間の圧力変化を検出する第1検査工程と、前記空間の外に漏洩するトレーサガスを検出する第2検査工程とを備え、前記第1検査工程及び第2検査工程を同時に行うリークテスト方法である。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明に係るリークテストは、ワークが有する密閉された空間にトレーサガスを満たした状態で、この空間の圧力変化を前記第1検査機構によって検出することでワークの微量なガス漏れ以外のガス漏れを検出することができる。また、当該リークテストは、前記空間の外に漏洩するトレーサガスを第2検査機構によって検出することでワークの微量なガス漏れを検出することができる。従って、当該リークテストは、ワークの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを検出することができる。

【0012】

また、本発明に係るリークテスト方法は、前記供給工程によってワークが有する密閉された空間にトレーサガスを満たした状態で、第1検査工程によってこの空間の圧力変化を検出し、かつ第2検査工程によってこの空間外に漏洩するトレーサガスを検出することで、ワークの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを同時に検出することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施形態に係るリークテストを示す模式図である。

【図2】図1のリークテストの第2検査機構が有するセンサーを示す模式的端面図である。

【図3】図1のリークテストと異なる実施形態に係るリークテストを示す模式図である。

50

【図４】図１及び図３のリークテストと異なる実施形態に係るリークテストを示す模式図である。

【図５】図１、図３及び図４のリークテストと異なる実施形態に係るリークテストを示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

以下、適宜図面を参照しつつ、本発明の実施の形態を詳説する。

【００１５】

〔第一実施形態〕

<リークテスト>

図１のリークテスト１は、ワークＸが有する空間Ｙを密閉する機構（密閉機構２）と、密閉機構２により密閉された空間Ｙにトレーサガスを供給する機構（供給機構３）と、空間Ｙの圧力変化を検出する圧力センサー１１を有する第１検査機構４と、空間Ｙの外側に設けられ、空間Ｙの外に漏洩するトレーサガスを検出するセンサー１２を有する第２検査機構５とを備える。供給機構３は、トレーサガス供給器１３を有する。第１検査機構４は、圧力センサー１１と、マスター容器１４とを有する。また、当該リークテスト１は、トレーサガスを回収する機構（回収機構６）と、トレーサガスを排出する機構（排出機構７）と、制御機構（不図示）とを備える。回収機構６は、トレーサガス回収器２９を有する。排出機構７は、排出用配管２６を有する。密閉機構２、トレーサガス供給器１３、圧力センサー１１、マスター容器１４、トレーサガス回収器２９及び排出用配管２６は、配管で接続されている。なお、「ワークＸが有する空間Ｙ」とは、少なくともワークＸの表面を含む中空状の空間をいう。

【００１６】

（配管）

密閉機構２、トレーサガス供給器１３、圧力センサー１１、マスター容器１４、トレーサガス回収器２９及び排出用配管２６を接続する配管は、一端が密閉機構２に接続され、他端がマスター容器１４に接続される主配管２１ａと、一端が主配管２１ａに接続され、他端がトレーサガス供給器１３に接続されるトレーサガス供給用配管２１ｂと、一端が主配管２１ａに接続され、他端がトレーサガス回収器２９に接続されるトレーサガス回収用配管２１ｃと、両端が主配管２１ａに接続され中間に圧力センサー１１が配設される接続用配管２１ｄとを有する。また、排出用配管２６は、一端が主配管２１ａに接続され、他端が大気開放されている。

【００１７】

〔ワーク〕

ワークＸとしては、ガス漏れ検査を必要とする種々の部材が挙げられ、例えばプラスチック容器、金属容器、ラミネート容器等の容器類、チューブレスタイヤ用ホイール、エンジンブロック、シリンダーヘッド等の自動車用部品、パイプ、継手、バルブ、コック等の配管部品などが挙げられる。

【００１８】

（密閉機構）

密閉機構２は、主配管２１ａに接続されており、主配管２１ａとの接続部以外においてワークＸの空間Ｙを密閉可能に構成されている。密閉機構２としては、例えばワークＸが容器である場合にはこの容器の開口を封止する蓋、ワークＸがタイヤ用ホイールである場合にはこのタイヤ用ホイールの軸方向両端の一对のフランジ間に全周に亘って架け渡されるカバー、ワークＸが配管部品である場合には両端を封止する一对の蓋が挙げられる。なお、密閉機構２を構成する蓋等は、１つである必要はなく、複数の蓋等によってワークＸの空間Ｙを密閉してもよい。

【００１９】

（供給機構）

供給機構３は、前述のようにトレーサガス供給器１３を有する。トレーサガス供給

10

20

30

40

50

器 1 3 は、主配管 2 1 a 及びトレーサーガス供給用配管 2 1 b を介して密閉機構 2 及びマスター容器 1 4 に接続されている。トレーサーガス供給用配管 2 1 b には圧力計 2 8 及びバルブ 2 7 b が設けられている。また、トレーサーガス供給用配管 2 1 b には、トレーサーガス供給器 1 3 から供給されるトレーサーガスの圧力を調整する圧力調整弁（不図示）が設けられていてもよい。トレーサーガス供給器 1 3 は、トレーサーガスを貯留し、このトレーサーガスを例えば数百 k P a オーダーの圧力で供給可能に構成されている。

【0020】

〔トレーサーガス〕

本実施形態におけるトレーサーガスとしては、第 2 検査機構 5 によって空間 Y 外へのガス漏れを検出できるよう通常空気中に含まれない成分又は空気中における存在量の少ない成分を含むガスが用いられ、例えば水素、ヘリウム、これらのガスを含む混合ガス等が用いられる。

【0021】

（第 1 検査機構）

第 1 検査機構 4 は、空間 Y 内の圧力変化によってワーク X のガス漏れを検出する。第 1 検査機構 4 は、特に微量なガス漏れ以外のガス漏れを検出可能に構成されている。第 1 検査機構 4 は、前述のように圧力センサー 1 1 と、マスター容器 1 4 とを有する。

【0022】

圧力センサー 1 1 は、接続配管 2 1 d を介して主配管 2 1 a の密閉機構 2 との接続部近傍及びマスター容器 1 4 との接続部近傍に接続されている。圧力センサー 1 1 は、2 点間の圧力差を測定可能な差圧式圧力センサーである。具体的には、圧力センサー 1 1 は、気密性を有する筐体と、この筐体の内部空間を気密的に隔絶してこの内部空間を 2 つの空間に区画するダイヤフラムとを有する。圧力センサー 1 1 は、ダイヤフラムによって区画される一対の空間に圧力差が生じると、ダイヤフラムが圧力が小さい空間側に向かって膨張することで差圧が生じていることを検出可能に構成されている。また、圧力センサー 1 1 は、差圧が生じた場合のダイヤフラムの変形量によって一対の空間の間で生じている差圧の大きさを検出可能に構成されている。これにより、圧力センサー 1 1 は、空間 Y とマスター容器 1 4 内との差圧を測定可能に構成されている。なお、主配管 2 1 a の接続配管 2 1 d との接続部の上流側（トレーサーガス供給器 1 3 側）には、一対のバルブ 2 7 a, 2 7 c が設けられている。

【0023】

マスター容器 1 4 は、圧力センサー 1 1 によって差圧を測定する際に基準となる圧力を保持するための容器であり、気密性を有する。マスター容器 1 4 としては、ワーク X と同一の内部容積を有しガス漏れがないことが確認された疑似ワークや、ガス漏れがないことが確認されたワーク X 等、ガス漏れの無い種々の容器を用いることが可能である。

【0024】

（第 2 検査機構）

第 2 検査機構 5 は、第 1 検査機構 4 によっては検出できないワーク X の微細な隙間からのガス漏れを検出する。第 2 検査機構 5 は、センサー 1 2 を内蔵するスニファープローブ 1 5 を有する。第 2 検査機構 5 は、ワーク X におけるガス漏れのおそれがある部分にスニファープローブ 1 5 を近づけた状態で、センサー 1 2 によってトレーサーガスの漏洩を検出するよう構成されている。空間 Y 外に漏洩するトレーサーガスを検出するセンサー 1 2 は、接触燃焼式サーモパイルセンサー（以下、単に「サーモパイルセンサー」ともいう）である。以下、図 2 を参照して、本実施形態におけるサーモパイルセンサーについて説明する。

【0025】

（サーモパイルセンサー）

前記サーモパイルセンサーは、トレーサーガスが燃焼する際に発生する燃焼熱を検出することでトレーサーガスを検量可能に構成されている。前記サーモパイルセンサーは、基板 3 2 と、この基板 3 2 の一方側に配設されるヒーター 3 4 と、このヒーター 3 4 の一方

10

20

30

40

50

側に配設され、燃焼触媒を担持した担体を有する反応層 35 とを有し、この反応層 35 及びヒーター 34 の近傍にサーモパイルの温接点が配設され、基板 32 の近傍にサーモパイルの冷接点が配設されている。具体的には、前記サーモパイルセンサーは、開口 31 を有し、シリコン等を主成分とする基板 32 と、基板 32 の一方側に積層される第 1 絶縁層 33 と、第 1 絶縁層 33 の一方側に配設される複数の n 型熱電素子 36 a と、複数の n 型熱電素子 36 a の一方側を覆うように基板 32 の一方側に積層される第 2 絶縁層 38 と、第 2 絶縁層 38 の一方側に配設される複数の p 型熱電素子 36 b と、複数の p 型熱電素子 36 b を被覆するように第 2 絶縁層 38 の一方側に積層される第 3 絶縁層 39 と、開口 31 の一方側において第 3 絶縁層 39 の一方側に配設されるヒーター 34 と、p 型熱電素子 36 b に接続され、第 3 絶縁層 39 を貫通する配線 40 と、ヒーター 34、第 3 絶縁層 39 及び配線 40 の一方側に積層される保護層 37 と、保護層 37 を介してヒーター 34 の一方側に積層される反応層 35 とを主として有する。前記サーモパイルセンサーは、複数の n 型熱電素子 36 a 及び複数の p 型熱電素子 36 b が接続されることで形成される複数の熱電対を有し、この複数の熱電対は、隣接する n 型熱電素子 36 a 及び p 型熱電素子 36 b の内側端部を接続した温接点を開口 31 の一方側に有すると共に、隣接する n 型熱電素子 36 a 及び p 型熱電素子 36 b の外側端部を接続した冷接点を基板 32 の一方側に有する。前記サーモパイルセンサーは、複数の n 型熱電素子 36 a 及び複数の p 型熱電素子 36 b が温接点及び冷接点で直列接続されることで、複数の熱電対が直列接続されたサーモパイル構成を有する。

【0026】

当該リークテスト 1 は、トレーサガスを検出するセンサー 12 がサーモパイルセンサーであることによって、広ダイナミックレンジ、かつ高速応答でトレーサガスの漏洩を検出することができる。特に、トレーサガスを検出するセンサーとして従来の半導体センサーを用いると、トレーサガスが高濃度である場合にはセンサー出力が飽和して測定精度が低下するおそれがあると共に、センサーが疲弊してセンサー使用後の復帰時間も長くなる。また、従来の半導体センサーは、高濃度のトレーサガスに晒されると、センサーの性能が劣化するおそれや、故障のリスクが高くなる。つまり、従来の半導体センサーは、比較的多量なガス漏れが生じるおそれがある場合には使用し難い。これに対し、トレーサガスを検出するセンサー 12 がサーモパイルセンサーである場合、出力飽和の問題が生じないことに加え、使用後の復帰時間を短縮することができると共に故障のリスクも低減することができるので、多量なガス漏れを検出した場合でも不具合が起こり難い。

【0027】

(回収機構)

回収機構 6 は、ワーク X のガス漏れ検査後にトレーサガスを回収可能に構成されている。回収機構 6 は、前述のようにトレーサガス回収器 29 を有する。トレーサガス回収器 29 は、トレーサガス回収用配管 21 c を介して主配管 21 a に接続されている。また、トレーサガス回収用配管 21 c にはバルブ 27 d が設けられている。

【0028】

(排出機構)

排出機構 7 は、ワーク X のガス漏れ検査後にトレーサガスを排出可能に構成されている。排出機構 7 は、前述のように一端が主配管 21 a に接続され他端が大気へ開放された排出用配管 26 を有する。また、排出用配管 26 にはバルブ 27 e が設けられている。

【0029】

(制御機構)

制御機構は、当該リークテスト 1 の動作を制御するもので、例えば CPU、ROM、RAM、HDD 等を備えるコンピュータを有する構成とされる。前記制御機構は、バルブ 27 a ~ 27 e の開閉動作を制御する。また前記制御機構は、圧力センサー 11 によって検出した差圧に基づいて空間 Y からのガス漏れの有無を判断する。

【0030】

<リークテスト方法>

次に、当該リークテスト 1 を用いたリークテスト方法を説明する。当該リークテスト方法は、ワーク X が有する密閉された空間 Y にトレーサーガスを供給する工程（供給工程）と、空間 Y の圧力変化を検出する第 1 検査工程と、空間 Y 外に漏洩するトレーサーガスを検出する第 2 検査工程とを備える。また、当該リークテスト方法は、前記第 1 検査工程及び第 2 検査工程後にトレーサーガスを回収する工程（回収工程）をさらに備えてもよい。当該リークテスト方法は、前記第 1 検査工程及び第 2 検査工程を同時に行う。

【0031】

（供給工程）

前記供給工程は、供給機構 3 によって行われる。前記供給工程では、バルブ 27a～27e が全て閉じられた状態において、バルブ 27a～27c を開く。そして、前記供給工程では、トレーサーガス供給器 13 からトレーサーガスを空間 Y 及びマスター容器 14 内に供給する。これにより、空間 Y 及びマスター容器 14 内の内圧が高くなる。さらに、前記供給工程では、空間 Y 及びマスター容器 14 内の内圧が高くなった状態でバルブ 27a, 27c を閉じる。これにより、バルブ 27a, 27c よりも下流側におけるトレーサーガスの通路が、バルブ 27a, 27c よりも上流側の通路から遮断された密閉空間として構成される。なお、バルブ 27a, 27c は、空間 Y の圧力及びマスター容器 14 内の圧力が同じとなったことを確認した上で閉じることが好ましい。前記供給工程における空間 Y 及びマスター容器 14 内の圧力としては、例えば 5 kPa 以上 1 MPa 以下程度とされる。

10

【0032】

（第 1 検査工程）

前記第 1 検査工程は、第 1 検査機構 4 によって行われる。前記第 1 検査工程では、バルブ 27a, 27c が閉じられた状態で、圧力センサー 11 によって空間 Y のガス漏れの有無を検査する。具体的には、バルブ 27a, 27c が閉じられた状態で、空間 Y にガス漏れが生じると空間 Y の内圧が低下する。これにより、圧力センサー 11 の一方の空間の内圧が低下するので、圧力センサー 11 の一対の空間に一定以上の差圧が生じた場合に前記ダイヤフラムによってこの差圧を検出することができる。一方、前記第 1 検査工程では、空間 Y にガス漏れが生じていない場合、又はガス漏れが生じててもこのガス漏れ量が微量である場合には前記ダイヤフラムによってガス漏れは検出されない。なお、第 1 検査工程によって検出されるガス漏れ量の下限としては、例えば $10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$ 程度とされる。

20

30

【0033】

（第 2 検査工程）

前記第 2 検査工程は、第 2 検査機構 5 によって行われる。前記第 2 検査工程では、バルブ 27a, 27c が閉じられた状態で、スニフープローブ 15 を微量なガス漏れのおそれがある部分に近づけ、前記サーモパイルセンサーによってガス漏れの有無を検査する。以下、前記サーモパイルセンサーによるガス漏れ検査方法を説明する。

【0034】

前記サーモパイルセンサーは、トレーサーガスを触媒燃焼させる反応層 35 を有するので、ヒーター 34 の発熱によってトレーサーガスを燃焼させることができる。前記サーモパイルセンサーは、このトレーサーガスが燃焼すると、反応層 35 側に形成された温接点の温度が反応層 35 の温度と略同一となる一方、基板 32 側に形成された冷接点の温度は反応層 35 の温度に起因して上昇しない。これにより、前記サーモパイルセンサーは、温接点と冷接点との温度差により電圧を生じ、サーモパイルが温度検出信号を出力する。これにより、前記サーモパイルセンサーは、トレーサーガスの空間 Y からの漏洩の有無を検出することができる。なお、第 2 検査工程によって検出されるガス漏れ量としては、例えば 0.5 体積 ppm 以上 2 体積 % 以下程度とされる。

40

【0035】

（回収工程）

前記回収工程は、回収機構 6 によって行われる。前記回収工程では、第 1 検査工程及び

50

第2検査工程後にバルブ27b, 27eが閉じられた状態でバルブ27a, 27c, 27dを開き、トレーサーガスをトレーサーガス回収器29に回収する。なお、前記回収工程では、例えば吸引ポンプ（不図示）等を用いてトレーサーガスをトレーサーガス回収器29に回収するようにしてもよい。

【0036】

なお、当該リークテスト方法は、トレーサーガスを有効利用する点からは前記回収工程によってトレーサーガスをトレーサーガス回収器29に回収することが好ましいが、必要に応じて不要になったトレーサーガスを排出してもよい。このトレーサーガスを排出する工程（排出工程）は、排出機構7によって行われる。前記排出工程では、バルブ27b, 27dが閉じられた状態でバルブ27a, 27c, 27eを開き、トレーサーガスを排出用配管26から大気中に排出する。

【0037】

<利点>

当該リークテスト1は、ワークXが有する密閉された空間Yにトレーサーガスを満たした状態で、この空間Yの圧力変化を第1検査機構4によって検出することでワークXの微量なガス漏れ以外のガス漏れを検出することができる。また、当該リークテスト1は、空間Y外に漏洩するトレーサーガスを第2検査機構5によって検出することでワークXの微量なガス漏れを検出することができる。従って、当該リークテスト1は、ワークXの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを検出することができる。

【0038】

当該リークテスト方法は、前記供給工程によってワークXが有する密閉された空間Yにトレーサーガスを満たした状態で、前記第1検査工程によってこの空間Yの圧力変化を検出し、かつ前記第2検査工程によってこの空間Y外に漏洩するトレーサーガスを検出することで、ワークXの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを同時に検出することができる。

【0039】

〔第2実施形態〕

<リークテスト>

図3のリークテスト51は、ワークXが有する空間Yを密閉する機構（密閉機構2）と、密閉機構2により密閉された空間Yにトレーサーガスを供給する機構（供給機構53）と、空間Yの圧力変化を検出する圧力センサー11を有する第1検査機構4と、空間Yの外側に設けられ、空間Y外に漏洩するトレーサーガスを検出するセンサー12を有する第2検査機構5とを備える。また、当該リークテスト51は、トレーサーガスを回収する機構（回収機構6）と、トレーサーガスを排出する機構（排出機構7）と、制御機構（不図示）とを備える。密閉機構2、供給機構53、第1検査機構4、回収機構6及び排出機構7は配管で接続されている。当該リークテスト51における密閉機構2、第1検査機構4、第2検査機構5、回収機構6、排出機構7及び制御機構は、図1のリークテスト1と同様のため同一符号を付して説明を省略する。

【0040】

（配管）

密閉機構2、供給機構53、第1検査機構4、回収機構6及び排出機構7を接続する配管は、一端が主配管21aに接続され、他端が第1トレーサーガス供給器54に接続される第1トレーサーガス供給用配管21eを有する以外は、図1のリークテスト1と同様に構成される。なお、本実施形態においては、接続用配管21dにおける圧力センサー11よりも密閉機構2側の部分にバルブ27gが設けられている。

【0041】

（供給機構）

供給機構53は、第1トレーサーガス供給器54と、第2トレーサーガス供給器13とを有する。第1トレーサーガス供給器54は、第1トレーサーガス供給用配管21e及び主配管21aを介して密閉機構2及びマスター容器14に接続されている。第1トレーサ

ーガス供給用配管 2 1 e にはバルブ 2 7 f が設けられている。第 2 トレーサーガス供給器 1 3 は、図 1 のトレーサーガス供給器 1 3 と同様の構成を有し、トレーサーガス供給用配管 2 1 b 及び主配管 2 1 a を介して密閉機構 2 及びマスター容器 1 4 に接続されている。第 1 トレーサーガス供給器 5 4 は、トレーサーガスとして空気を貯留する以外は第 2 トレーサーガス供給器 1 3 と同様に構成されている。

【0042】

＜リークテスト方法＞

当該リークテスト 5 1 を用いたリークテスト方法は、第 1 トレーサーガス供給工程と、第 1 検査工程と、第 1 トレーサーガス排出工程と、第 2 トレーサーガス供給工程と、第 2 検出工程とを備える。また、当該リークテスト方法は、第 2 検査工程後に、第 2 トレーサーガス供給工程で供給したトレーサーガスを回収する回収工程をさらに備えていてもよい。当該リークテスト方法は、第 1 トレーサーガス供給工程で供給したトレーサーガスを用いて第 1 検査工程を行い、この第 1 検査工程で用いたトレーサーガスを排出した後に第 2 トレーサーガス供給工程で供給したトレーサーガスを用いて第 2 検査工程を行う。

【0043】

（第 1 トレーサーガス供給工程）

前記第 1 トレーサーガス供給工程は、供給機構 5 3 によって行われる。前記第 1 トレーサーガス供給工程では、まずバルブ 2 7 a ～ 2 7 g が全て閉じられた状態において、バルブ 2 7 a, 2 7 c, 2 7 f, 2 7 g を開く。そして、前記第 1 トレーサーガス供給工程では、第 1 トレーサーガス供給器 5 4 からトレーサーガスである空気を空間 Y 及びマスター容器 1 4 内に供給する。これにより、空間 Y 及びマスター容器 1 4 内の内圧が高くなる。さらに、前記第 1 トレーサーガス供給工程では、空間 Y 及びマスター容器 1 4 内の内圧が高くなった状態でバルブ 2 7 a, 2 7 c を閉じる。これにより、バルブ 2 7 a, 2 7 c よりも下流側における空気の通路が、バルブ 2 7 a, 2 7 c よりも上流側の通路から遮断された密閉空間として構成される。

【0044】

（第 1 検査工程）

前記第 1 検査工程は、図 1 のリークテスト 1 を用いたリークテスト方法における第 1 検査工程と同様に行うことができる。

【0045】

（第 1 トレーサーガス排出工程）

前記第 1 トレーサーガス排出工程は、排出機構 7 によって行われる。前記第 1 トレーサーガス排出工程では、バルブ 2 7 b, 2 7 d, 2 7 f が閉じられた状態でバルブ 2 7 a, 2 7 c, 2 7 e, 2 7 g を開き、空気を排出用配管 2 6 から大気中に排出する。

【0046】

（第 2 トレーサーガス供給工程）

前記第 2 トレーサーガス供給工程は、図 1 のリークテスト 1 を用いたリークテスト方法における供給工程と同様に行うことができる。また、前記第 2 トレーサーガス供給工程は、バルブ 2 7 c ～ 2 7 g を閉じた状態でトレーサーガスを供給し、これによりこのトレーサーガスをマスター容器 1 4 には供給せず、空間 Y にのみ供給してもよい。当該リークテスト方法は、トレーサーガスを空間 Y のみに供給することによって、水素、ヘリウム等を含むトレーサーガスの消費を抑え、検査コストを低減することができる。

【0047】

（第 2 検査工程）

前記第 2 検出工程は、図 1 のリークテスト 1 を用いたリークテスト方法における第 2 検査工程と同様に行うことができる。

【0048】

（回収工程）

前記回収工程は、図 1 のリークテスト 1 を用いたリークテスト方法における回収工程と同様に行うことができる。

【0049】

<利点>

当該リークテスト51は、図1のリークテスト1と同様、ワークXの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを検出することができる。なお、当該リークテスト51は、仮に第1検査機構4によってガスの漏洩が検出された場合、第2検査機構5による検査を取り止めてもよい。この場合、当該リークテスト51は、水素、ヘリウム等を含むトレーサーガスの消費を抑え、検査コストを低減することができる。

【0050】

当該リークテスト方法は、図1のリークテスト1を用いたリークテスト方法と同様、ワークXの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを検出することができる。また、当該リークテスト方法は、仮に第1検査工程によってガスの漏洩が検出された場合、第2検査工程を取り止めることができ、これにより水素、ヘリウム等を含むトレーサーガスの消費を抑え、検査コストを低減することができる。

【0051】

〔第三実施形態〕

<リークテスト>

図4のリークテスト61は、ワークXを内部に収容し、この内部を気密状態に保持可能な収容部62を備え、空間Y外に漏洩するトレーサーガスを検出するセンサー12が収容部62内に配設される以外は図1のリークテスト1と同様に構成される。そのため、以下では収容部62についてのみ説明する。

【0052】

(収容部)

収容部62は、主配管21aが挿入される第1貫通孔及びスニファープローブ15の先端部15aが挿入される第2貫通孔を有し、主配管21a及びスニファープローブ15の先端部15aが一对の貫通孔に挿入された状態で内部を気密状態に保持可能に構成されている。詳細には、収容部62は、主配管21aとの接続部以外におけるガスの出入りが防止されるよう構成されている。

【0053】

収容部62の形成材料としては、内部を気密状態に保持可能である限り特に限定されるものではなく、合成樹脂、金属等が挙げられる。また、収容部62の容積としては、密閉機構2によって密閉された状態のワークXを内部に収容可能である限り特に限定されるものではない。但し、収容部62の容積は、収容部62内に漏洩されたトレーサーガスを効果的に検出できる点から小さい方が好ましい。具体的には、ワークXの体積に対する収容部62の容積の比の上限としては、4が好ましく、2がより好ましく、1.5がさらに好ましい。一方、ワークXの体積に対する収容部62の容積の比の下限としては、ワークXの収容容易性の点から、例えば1.2とすることができる。

【0054】

<リークテスト方法>

当該リークテスト61を用いたリークテスト方法は、第1実施形態で説明した前述の第2検査工程を、収容部62内にワークXを収容し、かつこの収容部62内にセンサー12を配設した状態で行う以外、図1のリークテスト1を用いた前述のリークテスト方法と同様の手順で行うことができる。

【0055】

<利点>

当該リークテスト61は、ワークXを内部に収容し、この内部を気密状態に保持可能な収容部62を備え、スニファープローブ15の先端部15aが収容部62内に配設されるので、収容部62内に充満するトレーサーガスを検出することで、空間Y外に漏洩するトレーサーガスをより確実に検出することができる。特に、当該リークテスト61は、収容部62内が気密状態に保たれるので、ワークXにおけるガス漏れ部分から比較的離れた位置にセンサー12が位置する場合でも空間Y外に漏洩するトレーサーガスを検出すること

ができる。

【0056】

当該リークテスト方法は、前記第2検査工程が収容部62内に充満するトレーサージスを検出することで、空間Y外に漏洩するトレーサージスをより確実に検出することができる。特に、当該リークテスト方法は、ワークXにおけるガス漏れ部分から比較的離れた位置にセンサー12が位置する場合でも空間Y外に漏洩するトレーサージスを検出することができる。

【0057】

〔第四実施形態〕

＜リークテスト＞

図5のリークテスト71は、前述の収容部62に代えて、ワークXを収容する第1室73及びこの第1室73に連通する第2室74を有する収容部72を備える。また、当該リークテスト71は、第2室74内を減圧する減圧機構75を備える。さらに、当該リークテスト71は、空間Y外に漏洩するトレーサージスを検出するセンサー12が第2室74内に配設される。当該リークテスト71は、収容部72及び減圧機構75を備える以外、図1のリークテスト1と同様に構成される。そのため、以下では収容部72及び減圧機構75についてのみ説明する。

【0058】

（収容部）

第1室73は、配管によって第2室74と連通している。また、第1室73は、主配管21aが挿入される貫通孔を有する。さらに、第2室74は、スニファープローブ15の先端部15aが挿入される貫通孔を有する。収容部72は、スニファープローブ15の先端部15aが第2室74の貫通孔に挿入された状態で内部を気密状態に保持可能に構成されている。詳細には、収容部72は、主配管21a及び減圧機構75との接続部以外におけるガスの出入りが防止されるよう構成されている。第1室73及び第2室74の形成材料は、図5のリークテスト61の収容部62と同様とすることができる。また、第1室73の容積は、図5のリークテスト61の収容部62と同様とすることができる。一方、第2室74の容積は、貫通孔に挿入されたスニファープローブ15のセンサー12によってトレーサージスを的確に検出する点からは小さい方が好ましい。このような点から、第2室74の容積の上限としては、 10 cm^3 が好ましく、 5 cm^3 がより好ましい。一方、第2室74の容積の下限としては、スニファープローブ15の先端部15aの挿入容易性の点から、例えば 2 cm^3 とすることができる。

【0059】

（減圧機構）

減圧機構75は、減圧ポンプ77を有する。減圧ポンプ77の種類としては、第2室74内を減圧できるものであれば特に限定されず、公知の空圧式、油圧式、電気式等のポンプを用いることができる。

【0060】

＜リークテスト方法＞

当該リークテスト71を用いたリークテスト方法は、第1実施形態で説明した前述の第2検査工程を、第1室73内にワークXを収容し、かつ減圧機構75で第2室74内を減圧しつつ、第2室74内にセンサー12を配設した状態で行う以外、図1のリークテスト1を用いた前述のリークテスト方法と同様の手順で行うことができる。

【0061】

＜利点＞

当該リークテスト71は、空間Y外に漏洩するトレーサージスを減圧機構75によって第2室74内に誘導しつつ、この第2室74内に存在するトレーサージスを第2検査機構5によって検出することで、空間Y外に漏洩するトレーサージスをより確実に検出することができる。特に、当該リークテスト71は、センサー12をワークXにおけるガス漏れ部分近傍に位置させる必要がないので、空間Y外に漏洩するトレーサージスの検出容易化

10

20

30

40

50

を促進することができる。

【0062】

当該リークテスト方法は、前記第2検査工程が第2室74内に存在するトレーサーガスを検出することで、空間Y外に漏洩するトレーサーガスをより確実に検出することができる。特に、当該リークテスト方法は、センサー12をワークXにおけるガス漏れ部分近傍に位置させる必要がないので、空間Y外に漏洩するトレーサーガスの検出容易化を促進することができる。

【0063】

[その他の実施形態]

なお、本発明に係るリークテスト及びリークテスト方法は、前記態様の他、種々の変更、改変を施した態様で実施することができる。

10

【0064】

例えば当該リークテストは、前述の回収機構及び排出機構を有しなくてもよい。また、当該リークテストは、空間外に漏洩するトレーサーガスを検出するセンサーが接触燃焼式サーモパイルセンサーである必要はなく、例えばサーモパイルセンサー以外の接触燃焼式センサーや熱電式センサーであってもよい。

【0065】

当該リークテストは、空間外に漏洩するトレーサーガスを検出するセンサーが接触燃焼式サーモパイルセンサーである場合でも、前述の構成の接触燃焼式サーモパイルセンサーを用いる必要はない。

20

【0066】

前記圧力センサーは、必ずしも差圧式圧力センサーである必要はなく、例えば直圧式圧力センサー、超音波センサー、赤外線センサー等であってもよい。また、当該リークテストは、前記圧力センサーとして差圧式圧力センサーを用いる場合でも、前述のマスター容器を必ずしも用いる必要はない。

【0067】

当該リークテストは、トレーサーガスとして空気を貯留する第1トレーサーガス供給器及び空気以外のトレーサーガスを貯留する第2トレーサーガス供給器を有する第2実施形態の構成において、ワークを内部に収容し、この内部を気密状態に保持可能な収容部を備え、ワークが有する空間外に漏洩するトレーサーガスを検出するセンサーが収容部に配設される構成を採用することも可能である。また、当該リークテストは、この第2実施形態の構成において、収容部がワークを収容する第1室及びこの第1室に連通する第2室を有し、第2室内を減圧する減圧機構をさらに備え、トレーサーガスを検出するセンサーが、第2室内に配設される構成を採用することも可能である。

30

【産業上の利用可能性】

【0068】

以上説明したように、本発明に係るリークテストは、ワークの比較的多量なガス漏れから微量なガス漏れまでを検出することができるので、ワークのガス漏れの検出効率を促進可能なリークテストとして適している。

【符号の説明】

40

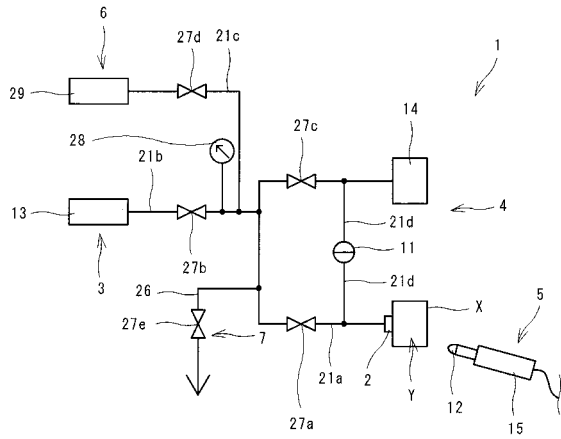
【0069】

- 1, 51, 61, 71 リークテスト
- 2 密閉機構
- 3, 53 供給機構
- 4 第1検査機構
- 5 第2検査機構
- 11 圧力センサー
- 12 センサー
- 13 トレーサーガス供給器
- 14 マスター容器

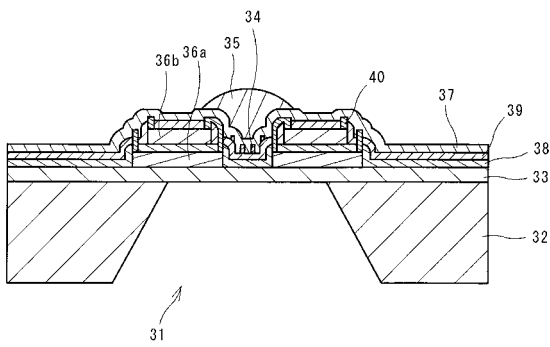
50

1 5	スニファープローブ	
1 5 a	先端部	
2 1 a	主配管	
2 1 b	トレーサーガス供給用配管	
2 1 c	トレーサーガス回収用配管	
2 1 d	接続用配管	
2 1 e	第1トレーサーガス供給用配管	
2 6	排出用配管	
2 7 a ~ 2 7 g	バルブ	
2 8	圧力計	10
2 9	トレーサーガス回収器	
3 1	開口	
3 2	基板	
3 3	第1絶縁層	
3 4	ヒーター	
3 5	反応層	
3 6 a	n型熱電素子	
3 6 b	p型熱電素子	
3 7	保護層	
3 8	第2絶縁層	20
3 9	第3絶縁層	
4 0	配線	
5 4	第1トレーサーガス供給器	
6 2 , 7 2	収容部	
7 3	第1室	
7 4	第2室	
7 5	減圧機構	
7 7	減圧ポンプ	
X	ワーク	
Y	空間	30

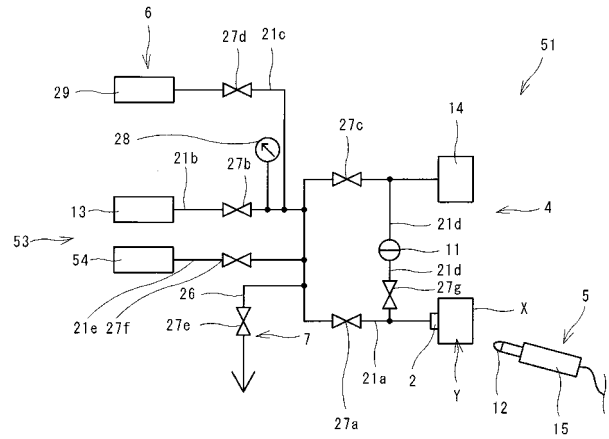
【図 1】



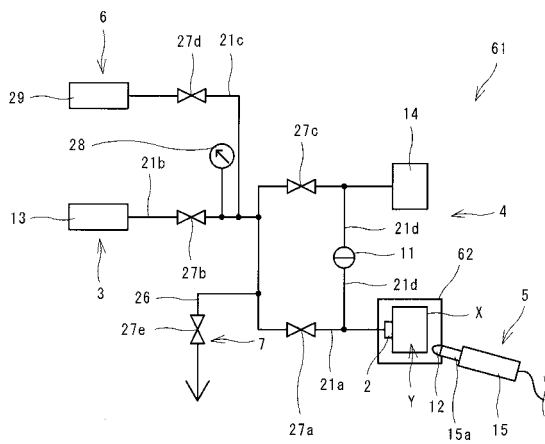
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

