

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6782003号  
(P6782003)

(45) 発行日 令和2年11月11日(2020.11.11)

(24) 登録日 令和2年10月21日(2020.10.21)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 M 3/26 (2006.01)	GO 1 M 3/26 N
GO 1 M 3/02 (2006.01)	GO 1 M 3/02 L
GO 1 M 3/20 (2006.01)	GO 1 M 3/20 Z

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-139380 (P2016-139380)	(73) 特許権者	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
(65) 公開番号	特開2018-9892 (P2018-9892A)		静岡県浜松市南区青屋町283番地
(43) 公開日	平成30年1月18日 (2018.1.18)	(74) 代理人	100120329
審査請求日	平成31年4月12日 (2019.4.12)		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
		審査官	森口 正治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リークテスト及びリークテスト方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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ー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、  
前記空間にトレーサーガスが満たされた状態で前記第1検査機構が前記空間の圧力変化を検出する間に、前記第2検査機構が前記空間外に漏洩するトレーサーガスを検出するよう構成されているリークテスト。

【請求項 2】

前記第2検査機構は、スニファープローブを有し、前記スニファープローブを前記ワークに近づけることで前記トレーサーガスを検出する請求項1に記載のリークテスト。

【請求項 3】

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

【請求項 4】

前記收容部が、前記ワークを收容する第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3に記載のリークテスト。

【請求項5】

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から請求項4のいずれか1項に記載のリークテスト。

【請求項6】

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、  
前記空間にトレーサガスが満たされた状態で前記第1検査工程で前記空間の圧力変化を検出する間に、前記第2検査工程で前記空間外に漏洩するトレーサガスを検出するリークテスト方法。

【発明の詳細な説明】

【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。

【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。

【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テストである。

【0007】

10

20

30

40

50

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

【0008】

前記收容部が、前記ワークを收容する第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。

【0009】

前記トレーサー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。

10

【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ー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ーガスを検出する第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。

【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ー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ーガスを第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。

20

【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ー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ー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。

30

【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。

【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。

40

【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にトレーサーガスを供給する機構（供給機構3）と、

50

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。供給機構 3 は、トレーサーガス供給器 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。回収機構 6 は、トレーサーガス回収器 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、トレーサーガス供給器 13、圧力センサー 11、マスター容器 14、トレーサーガス回収器 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。

10

【0016】

〔配管〕

密閉機構 2、トレーサーガス供給器 13、圧力センサー 11、マスター容器 14、トレーサーガス回収器 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、他端がトレーサーガス供給器 13 に接続されるトレーサーガス供給用配管 21b と、一端が主配管 21a に接続され、他端がトレーサーガス回収器 29 に接続されるトレーサーガス回収用配管 21c と、両端が主配管 21a に接続され中間に圧力センサー 11 が設けられる接続用配管 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、他端が大気に開放されている。

20

【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。

30

【0019】

〔供給機構〕

供給機構 3 は、前述のようにトレーサーガス供給器 13 を有する。トレーサーガス供給器 13 は、主配管 21a 及びトレーサーガス供給用配管 21b 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。トレーサーガス供給用配管 21b には圧力計 28 及びバルブ 27b が設けられている。また、トレーサーガス供給用配管 21b には、トレーサーガス供給器 13 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 13 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 kPa オーダーの圧力で供給可能に構成されている。

40

【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。

50

## 【 0 0 2 1 】

## ( 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。

## 【 0 0 2 2 】

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。

## 【 0 0 2 3 】

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、ガス漏れのない種々の容器を用いることが可能である。

## 【 0 0 2 4 】

## ( 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。

## 【 0 0 2 5 】

## ( 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 の一方側に配設され、燃焼触媒を担持した担体を有する反応層 3 5 とを有し、この反応層 3 5 及びヒーター 3 4 の近傍にサーモパイルの温接点が配設され、基板 3 2 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 3 1 を有し、シリコン等を主成分とする基板 3 2 と、基板 3 2 の一方側に積層される第 1 絶縁層 3 3 と、第 1 絶縁層 3 3 の一方側に配設される複数の n 型熱電素子 3 6 a と、複数の n 型熱電素子 3 6 a の一方側を覆うように基板 3 2 の一方側に積層される第 2 絶縁層 3 8 と、第 2 絶縁層 3 8 の一方側に配設される複数の p 型熱電素子 3 6 b と、複数の p 型熱電素子 3 6 b を被覆するように第 2 絶縁層 3 8 の一方側に積層される第 3 絶縁層 3 9 と、開口 3 1 の一方側において第 3 絶縁層 3 9 の一方側に配設されるヒーター 3 4 と、p 型熱電素子 3 6 b に接続され、第 3 絶縁層 3 9 を貫通する配線 4 0 と、ヒーター 3 4、第 3 絶縁層 3 9 及び配線 4 0 の一方側に積層される保護層 3 7 と、保護層 3 7 を介してヒーター 3 4 の一方側に積層される反応層 3 5 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

10

20

30

40

50

n型熱電素子36a及び複数のp型熱電素子36b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36a及びp型熱電素子36b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36a及びp型熱電素子36b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36a及び複数のp型熱電素子36b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、トレーサー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ーガスの漏洩を検出することができる。特に、トレーサー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、トレーサー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、高濃度のトレーサーガスに晒されると、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、トレーサー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ー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ーガス回収器29を有する。トレーサーガス回収器29は、トレーサーガス回収用配管21cを介して主配管21aに接続されている。また、トレーサーガス回収用配管21cにはバルブ27d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ー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21a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27e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27a~27e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 27 a , 27 c を閉じる。これにより、バルブ 27 a , 27 c よりも下流側におけるトレーサーガスの通路が、バルブ 27 a , 27 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。なお、バルブ 27 a , 27 c 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 k P a 以上 1 M P a 以下程度とされる。

#### 【 0 0 3 2 】

##### ( 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 27 a , 27 c 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 27 a , 27 c 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 の一对の空間に一定以上の差圧が生じた場合に前記ダイア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もこのガス漏れ量が微量である場合には前記ダイア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  $10^{-4} \text{ P a} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$  程度とされる。

#### 【 0 0 3 3 】

##### ( 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 27 a , 27 c が閉じられた状態で、スニファープローブ 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。

#### 【 0 0 3 4 】

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 p p m 以上 2 体積 % 以下程度とされる。

#### 【 0 0 3 5 】

##### ( 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 検査工程及び第 2 検査工程後にバルブ 27 b , 27 e が閉じられた状態でバルブ 27 a , 27 c , 27 d 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。

#### 【 0 0 3 6 】

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 27 b , 27 d が閉じられた状態でバルブ 27 a , 27 c , 27 e 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。

#### 【 0 0 3 7 】

## &lt; 利点 &gt;

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。

## 【 0 0 3 8 】

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。

## 【 0 0 3 9 】

## [ 第 2 実施形態 ]

## &lt; リークテスト &gt;

図 3 のリークテスト 5 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 にトレーサーガスを供給する機構（供給機構 5 3 ）と、空間 Y の圧力変化を検出する圧力センサー 1 1 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 1 2 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 5 1 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 5 3、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 5 1 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。

## 【 0 0 4 0 】

## （配管）

密閉機構 2、供給機構 5 3、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 2 1 a に接続され、他端が第 1 トレーサーガス供給器 5 4 に接続される第 1 トレーサーガス供給用配管 2 1 e 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 2 1 d における圧力センサー 1 1 よりも密閉機構 2 側の部分にバルブ 2 7 g が設けられている。

## 【 0 0 4 1 】

## （供給機構）

供給機構 5 3 は、第 1 トレーサーガス供給器 5 4 と、第 2 トレーサーガス供給器 1 3 とを有する。第 1 トレーサーガス供給器 5 4 は、第 1 トレーサーガス供給用配管 2 1 e 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。

## 【 0 0 4 2 】

## &lt; リークテスト方法 &gt;

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

10

20

30

40

50

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53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27a~27gが全て閉じられた状態において、バルブ27a, 27c, 27f, 27g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54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空気の通路が、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。

10

【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27b, 27d, 27fが閉じられた状態でバルブ27a, 27c, 27e, 27gを開き、空気を排出用配管26から大気中に排出する。

20

【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27c~27g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14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。

30

【0047】

(第2検査工程)

前記第2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>

40

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

50

消費を抑え、検査コストを低減することができる。

【 0 0 5 1 】

[ 第三実施形態 ]

< リークテスト >

図 4 のリークテスト 6 1 は、ワーク X を内部に收容し、この内部を気密状態に保持可能な收容部 6 2 を備え、空間 Y 外に漏洩するトレーサガスを検出するセンサー 1 2 が收容部 6 2 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、以下では收容部 6 2 についてのみ説明する。

【 0 0 5 2 】

( 收容部 )

收容部 6 2 は、主配管 2 1 a が挿入される第 1 貫通孔及びスニファープローブ 1 5 の先端部 1 5 a が挿入される第 2 貫通孔を有し、主配管 2 1 a 及びスニファープローブ 1 5 の先端部 1 5 a が一對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、收容部 6 2 は、主配管 2 1 a 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。

【 0 0 5 3 】

收容部 6 2 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、收容部 6 2 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 を内部に收容可能である限り特に限定されるものではない。但し、收容部 6 2 の容積は、收容部 6 2 内に漏洩されたトレーサ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 の体積に対する收容部 6 2 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 の体積に対する收容部 6 2 の容積の比の下限としては、ワーク X の收容容易性の点から、例えば 1.2 とすることができる。

【 0 0 5 4 】

< リークテスト方法 >

当該リークテスト 6 1 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、收容部 6 2 内にワーク X を收容し、かつこの收容部 6 2 内にセンサー 1 2 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。

【 0 0 5 5 】

< 利点 >

当該リークテスト 6 1 は、ワーク X を内部に收容し、この内部を気密状態に保持可能な收容部 6 2 を備え、スニファープローブ 1 5 の先端部 1 5 a が收容部 6 2 内に配設されるので、收容部 6 2 内に充満するトレーサガスを検出することで、空間 Y 外に漏洩するトレーサ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 6 1 は、收容部 6 2 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 1 2 が位置する場合でも空間 Y 外に漏洩するトレーサガスを検出することができる。

【 0 0 5 6 】

当該リークテスト方法は、前記第 2 検査工程が收容部 6 2 内に充満するトレーサガスを検出することで、空間 Y 外に漏洩するトレーサ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、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 1 2 が位置する場合でも空間 Y 外に漏洩するトレーサガスを検出することができる。

【 0 0 5 7 】

[ 第四実施形態 ]

< リークテスト >

図 5 のリークテスト 7 1 は、前述の收容部 6 2 に代えて、ワーク X を收容する第 1 室 7 3 及びこの第 1 室 7 3 に連通する第 2 室 7 4 を有する收容部 7 2 を備える。また、当該リ

10

20

30

40

50

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ガ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によってトレーサガ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、 $10\text{ cm}^3$ が好ましく、 $5\text{ cm}^3$ 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 $2\text{ cm}^3$ 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ガスを減圧機構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ガスを第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ガスの検出容易化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ガスを検出することで、空間Y外に漏洩するトレーサ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。

#### 【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。

【 0 0 6 5 】

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。

【 0 0 6 6 】

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。

【 0 0 6 7 】

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。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 8 】

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 】

【 0 0 6 9 】

- 1, 5 1, 6 1, 7 1 リークテスト
- 2 密閉機構
- 3, 5 3 供給機構
- 4 第1検査機構
- 5 第2検査機構
- 1 1 圧力センサー
- 1 2 センサー
- 1 3 トレーサーガス供給器
- 1 4 マスター容器
- 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
- 2 9 トレーサーガス回収器
- 3 1 開口

10

20

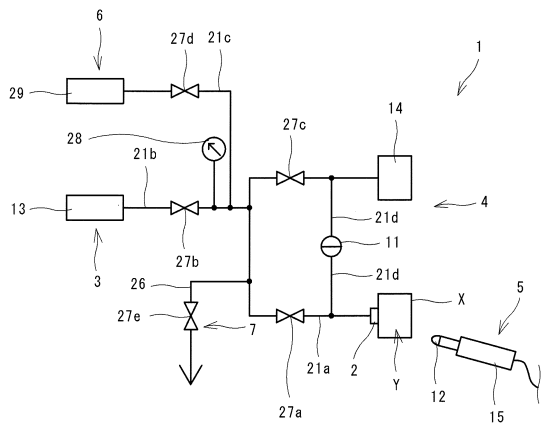
30

40

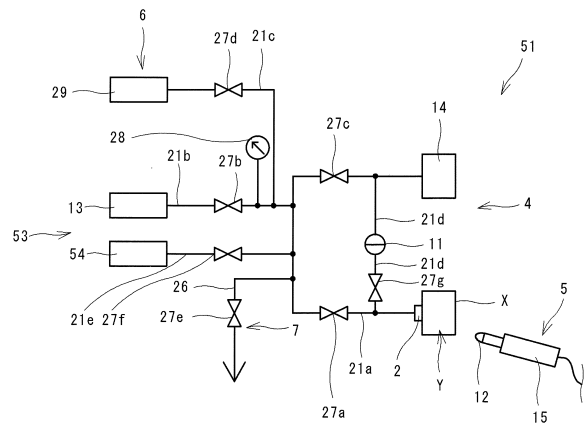
50

- 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
- 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

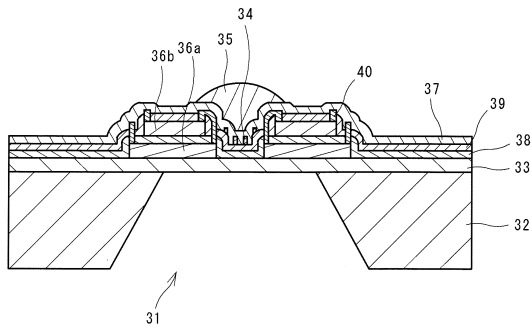
【図1】



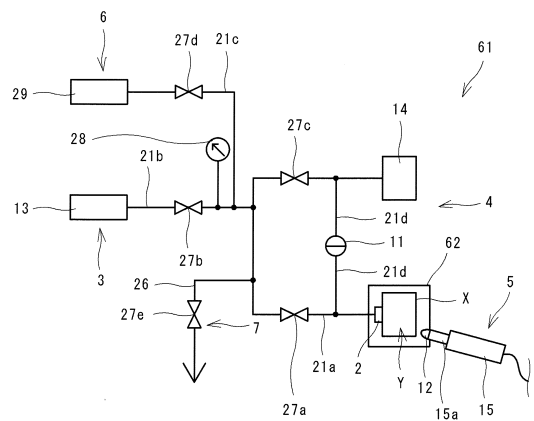
【図3】



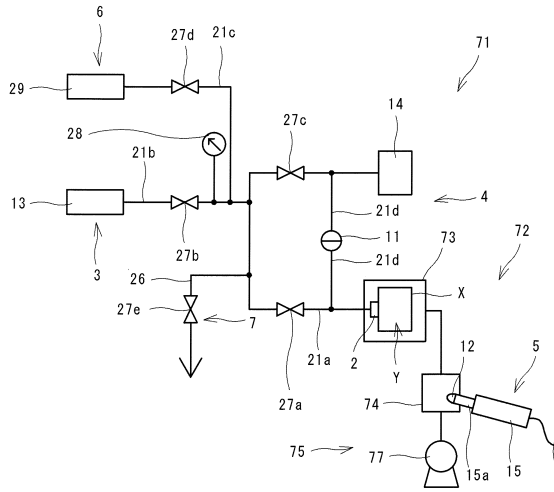
【図2】



【図4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-092585(JP,A)  
特開2009-198431(JP,A)  
特開2007-278914(JP,A)  
特開2016-061593(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 3/00 - 3/40 G01M 3/02