(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3570333号
(P3570333)
(45)発行日　平成16年9月29日(2004.9.29)　(24)登録日　平成16年7月2日(2004.7.2)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G01M 3/32	G01M	3/32	U
G01M 3/20	G01M	3/20	B

請求項の数 3　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2000-78229(P2000-78229)
(22)出願日　平成12年3月21日(2000.3.21)
(65)公開番号　特開2001-264209(P2001-264209A)
(43)公開日　平成13年9月26日(2001.9.26)
審査請求日　平成14年6月20日(2002.6.20)

(73)特許権者　000004075
ヤマハ株式会社
静岡県浜松市中沢町１０番１号
(74)代理人　100102635
弁理士　浅見　保男
(74)代理人　100106459
弁理士　高橋　英生
(74)代理人　100105500
弁理士　武山　吉孝
(74)代理人　100103735
弁理士　鈴木　隆盛
(72)発明者　戸田　弘光
静岡県浜松市中沢町１０番１号　ヤマハ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】密閉構造体を用いた漏洩試験方法および漏洩試験装置ならびに漏洩試験装置用密閉構造体

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
トレーサガスが漏洩しているか否かあるいは許容限度以上の漏洩であるか否かの判定を被検査ワークについて行う漏洩試験方法であって、
真空チャンバ内に前記被検査ワークを収納する収納工程と、
圧力変化の繰り返しに対して所定の強度を有する多孔質部材を収容した空気やトレーサガスの吸い込みおよび吐き出しあるいは水分やガスの吸着や離脱を実質的に生じない材質からなる袋状体を前記真空チャンバ内に配置する配置工程と、
前記袋状体内の空気を吸引して前記袋状体を収縮させて前記多孔質部材の表面に密着させる密着工程と、
前記真空チャンバ内を真空ポンプにより減圧する減圧工程と、
漏れ出たトレーサガスをガス検出器に連通させる連通工程とを備え、
前記多孔質部材を収容した袋状体からなる密閉構造体の容積により前記真空チャンバ内の空間容積を減少させるようにしたことを特徴とする漏洩試験方法。
【請求項２】
トレーサガスが充填された被検査ワークを真空チャンバ内に気密に収納し、この真空チャンバ内に漏れ出た前記トレーサガスを検出する漏洩試験装置であって、
圧力変化の繰り返しに対して所定の強度を有する多孔質部材を収容した空気やトレーサガスの吸い込みおよび吐き出しあるいは水分やガスの吸着や離脱を実質的に生じない材質からなる袋状体内の空気を間欠的または連続的に吸引して同袋状体を収縮させて前記多孔質

部材の表面に密着させる第１真空ポンプと、
前記真空チャンバ内に接続されて同真空チャンバ内を前記被検査ワークよりも減圧にする第２真空ポンプと、
前記真空チャンバ内に接続されて同真空チャンバ内に流入した前記トレーサガスを検出するガス検出器とを備えたことを特徴とする漏洩試験装置。
【請求項３】
トレーサガスが充填された被検査ワークを真空チャンバ内に気密に収納し、この真空チャンバ内に漏れ出た前記トレーサガスを検出する漏洩試験装置の前記真空チャンバ内に配置されて同真空チャンバ内の空間容積を減少させる密閉構造体であって、
圧力変化の繰り返しに対して所定の強度を有する多孔質部材と、
空気やトレーサガスの吸い込みおよび吐き出しあるいは水分やガスの吸着や離脱を実質的に生じない材質により構成されて、前記真空チャンバ内に配置された際に減圧にして収縮させて前記多孔質部材の表面に密着させる袋状の被覆材とを備えたことを特徴とする漏洩試験装置用密閉構造体。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、被検査ワーク内にトレーサガス（Ｈｅガス等）を導入し、このトレーサガスの漏れの有無又は許容限度以上の漏れがあるか否かを判定する漏洩試験に係わり、特に、密閉構造体を用いた漏洩試験方法および漏洩試験装置ならびにこのような漏洩試験装置に用いられる密閉構造体に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、ドラム缶、エアコン室外機、コンプレッサ、アルミホイール、自動車用燃料タンクなどの各種被検査ワークの溶接箇所や壁面にある微少な孔や亀裂等を検出するために、これらの各種被検査ワークにトレーサガスを充填し、この被検査ワークから漏れ出たトレーサガスを検出するトレーサガス検査法が知られている。この種のトレーサガス検査法は、例えば図５に示すように、気密に密閉された真空チャンバ１に電磁バルブ２および配管３を通して導通可能に真空ポンプ４を接続し、電磁バルブ５および配管６を通して導通可能にガス検出器（ディテクタ）７を接続して漏洩試験装置を構成し、トレーサガスが充填された被検査ワークＺをこのチャンバ１内に配置する。
【０００３】
この後、電磁バルブ２を開にして真空チャンバ１内に残存する空気を排気して、真空チャンバ１内を真空状態にする。すると、被検査ワークＺに漏洩箇所がある場合には、被検査ワークＺ内に封入されたＨｅガスがチャンバ１内に漏れ出し、漏れ出したＨｅガスは電磁バルブ５および配管６を通してディテクタ７内に流入して、ディテクタ７によりＨｅガスが検出されることとなる。
この方法によれば、被検査ワークＺの全体のリークの有無を検出でき、被検査ワークＺ全体のリーク量の判定を行うことができる。なお、真空チャンバ１内は電磁バルブ８および配管９を通して大気中に導通可能に接続されており、試験終了後に電磁バルブ８を開にして真空チャンバ１内の真空状態が解除されるようになされている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、このような漏洩試験装置においては、当面の被検査ワークの大きさに合わせて真空チャンバの容積および真空ポンプの排気容量を設計しているので、容積が大きい被検査ワークの漏洩試験を行う場合には、この被検査ワークは真空チャンバ内には配置することができない。このため、再度、容積の大きい被検査ワークに合う真空チャンバを作り直すとともに、大排気量の真空ポンプを使用しなければならないという問題を生じた。このような問題を解決するため、予め大容積の真空チャンバにするとともに、排気容量の大きな真空ポンプを用いるようにして容積の大きな被検査ワークに対しても使用できるように

していた。

【０００５】

しかしながら、大容積の真空チャンバにするとともに排気容量の大きな真空ポンプを用いるようにすると、小容積の被検査ワークの漏洩検査に対しては真空チャンバ内の容積が無駄になるとともに、排気する容積が増大するために真空排気するための時間が長時間になって、漏洩検査時間が長時間となり、検査処理能力が低下するという問題を生じた。また、排気容量の大きな真空ポンプを用いるために消費電力も増大して漏洩試験装置の運転費用も増大するという問題も生じた。

【０００６】

そこで、本発明は上記問題点を解消するためになされたものであって、真空チャンバーの容積を大きくして大型（大容積）の被検査ワークを真空チャンバー内に配置できるようにしても、大排気量の真空ポンプを用いることなく、真空チャンバー内を短時間で排気できるようにして、漏洩試験を短時間で行えるようにすることを目的とするものである。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の漏洩試験方法は、圧力変化の繰り返しに対して所定の強度を有する多孔質部材を収容した空気やトレーサガスの吸い込みおよび吐き出しあるいは水分やガスの吸着や離脱を実質的に生じない材質からなる袋状体を前記真空チャンバ内に配置する配置工程と、袋状体内の空気を吸引して袋状体を収縮させて多孔質部材の表面に密着させる密着工程と、空チャンバ内を真空ポンプにより減圧する減圧工程と、漏れ出たトレーサガスをガス検出器に連通させる連通工程とを備え、多孔質部材を収容した袋状体からなる密閉構造体の容積により真空チャンバ内の空間容積を減少させるようにしている。

【０００８】

真空チャンバ内に被検査ワークを収納した後、多孔質部材を収容した袋状体を真空チャンバ内に配置し、この袋状体内の空気を吸引して袋状体を収縮させて多孔質部材の表面に密着させた後、真空チャンバ内を減圧にすると、真空チャンバ内の空間容積を減少させることが可能となる。これにより、真空チャンバー内を短時間で排気できるようになって、漏洩試験を短時間で行えるようになる。

【０００９】

一方、本発明に係る漏洩試験装置においては、圧力変化の繰り返しに対して所定の強度を有する多孔質部材を収容した空気やトレーサガスの吸い込みおよび吐き出しあるいは水分やガスの吸着や離脱を実質的に生じない材質からなる袋状体内の空気を間欠的または連続的に吸引して同袋状体を収縮させて多孔質部材の表面に密着させる第１真空ポンプと、真空チャンバ内に接続されて同真空チャンバ内を被検査ワークよりも減圧にする第２真空ポンプと、真空チャンバ内に接続されて同真空チャンバ内に流入したトレーサガスを検出するガス検出器とを備えるようにしている。これにより、真空チャンバー内を短時間で排気できるようになるとともに、漏洩試験を短時間で行える漏洩試験装置が得られるようになる。

【００１０】

ここで、上述した密閉構造体は被検査ワークの大きさに応じて真空チャンバ内に出し入れする必要があるため、できるだけ大きな密閉構造体とした方が真空チャンバ内に出し入れする個数（回数）を減少させることができるが、反面、大きな密閉構造体にするとその質量も必然的に大きくなって、真空チャンバ内へ出し入れする作業が重労働になるため、密閉構造体の質量は極力軽くした方がよい。

このため、本発明の密閉構造体としては、質量を軽くするための多孔質部材と、真空チャンバ内に配置されて内部の空気を吸引して収縮させて多孔質部材の表面に密着して被覆する袋状の被覆材により構成することが好ましい。この場合、多孔質部材としては、圧力変化の繰り返しに対して所定の強度を有する必要があり、被覆材としては、空気やトレーサガスの吸い込みおよび吐き出しあるいは水分やガスの吸着や離脱を実質的に生じない材質

により構成する必要がある。
【００１１】
なお、圧力変化の繰り返しに対して所定の強度を有する多孔質部材としては合成樹脂製もしくは金属製の発泡体あるいはハニカム構造体であることが望ましく、発泡体としては独立気泡発泡体が望ましいが、所定の強度を有するものであれば、連続気泡発泡体であってもよい。
【００１２】
【発明の実施の形態】
以下に、本発明の実施の形態を図１～図４に基づいて詳細に説明するが、本発明はこの実施の形態に何ら限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲において適宜変更して実施することが可能なものである。
なお、図１は密閉構造体を模式的に示す図であり、図１（ａ）は袋状の被覆材内に多孔質部材を配置した状態を模式的に示す斜視図であり、図１（ｂ）は袋状の被覆材内を真空にして多孔質部材に密着させた状態を示す斜視図である。図２は密閉構造体の変形例を模式的に示す斜視図である。
また、図３は本発明の漏洩試験装置の一例を示す図であり、真空チャンバ内に１個の密閉構造体を配置した状態を示している。図４は本発明の漏洩試験装置の他の例を示す図であり、真空チャンバ内に複数個の密閉構造体を配置した状態を示している。
【００１３】
１．密閉構造体
まず、図１（ａ）に示すように、圧力変化の繰り返しに対して所定の強度を有する多孔性の多孔質部材４１を用意する。ここで、多孔質部材４１としては以下のようなものを用いることが好ましい。
１．木材ブロック類（例えば、軽量化処理木材、コルク材、木屑を固めたもの等）。
２．合成樹脂製の発泡体（例えば、硬質ポリウレタンフォーム、発泡スチロール、発泡ポリエチレン等）。
３．合成樹脂（例えば、ポリエチレン、ポリウレタン、ポリ塩化ビニール、ポリカーボネート等）製のハニカム構造体。
４．金属（例えば、アルミニウム、ステンレス、真鍮などの銅合金、ニッケル合金等）製のハニカム構造体。
５．金属製の発泡体（発泡ニッケル、発泡亜鉛、真鍮などの発泡銅合金、発泡ステンレス等）。
６．セラミック製のハニカム構造体。
７．木材製および紙製のハニカム構造体。
なお、多孔質部材４１としては、図１に示すような立方体あるいは図２に示すようなＬ字状体に限らず、球状体、回転楕円体などの各種の形状およびそれらの異形体としてもよい。
【００１４】
一方、空気やトレーサガスの吸い込みおよび吐き出しあるいは水分やガスの吸着や離脱を実質的に生じない合成樹脂、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶｄＦ）などの合成樹脂製フイルム、あるいは例えば、ステンレス、アルミニウムなど金属製フィルムよりなり、一端が開口した袋状体４２を用意する。ついで、この袋状体４２の開口より多孔質部材４１を挿入して、袋状体４２内に多孔質部材４１を配置した後、熱溶着あるいはシーム溶接あるいは接着などにより開口を後述する開口部４３を残して封着する。ついで、この袋状体４２の開口部４３に自己シール性のクイックカプラー４４を気密性を保持するように固着して密閉構造体４０を形成する。
【００１５】
また、被検査ワークの周囲空間を密閉構造体で効率よく埋め込むためには、密閉構造体を被検査ワークの形状に合わせて形成するようにするとよい。
この場合、例えば図２に示すように、多孔質部材５１をＬ字状の異形状に形成した後、上

述と同様に、この異形状の多孔質部材５１を袋状体５２の開口より挿入して、袋状体５２内に多孔質部材５１を配置した後、熱溶着あるいはシーム溶接あるいは接着等により開口を開口部５３を残して封着する。ついで、この袋状体５２の開口部５３に自己シール性のクイックカプラー５４を気密性を保持するように固着して密閉構造体５０を形成する。

【００１６】

２．漏洩試験装置

本発明の漏洩試験装置は、図３および図４に示すように、トレーサガス（ヘリウム（Ｈｅ）ガス）が充填された被検査ワークＸを気密に収納する真空チャンバ６０と、この真空チャンバ６０内の圧力を検出する圧力計６５と、真空チャンバ６０内を被検査ワークＸよりも減圧にする真空ポンプ７０と、真空チャンバ６０内に流出したトレーサガスを検出するガス検出器（ヘリウムガスディテクタ）８０と、真空チャンバ６０内の圧力およびヘリウムガスディテクタ８０が検出したヘリウムガス量を記録するレコーダ９０とから構成されている。

【００１７】

なお、本発明の漏洩試験装置はこれらの他に、被検査ワークＸと図示しないヘリウムガスボンベとを接続する配管Ｐ１の間に接続された第１電磁弁Ｖ１、真空チャンバ６０と真空ポンプ７０とを接続する配管Ｐ２の間に接続された第２電磁弁Ｖ２、真空チャンバ６０とガス検出器８０とを接続する配管Ｐ３の間に接続された第３電磁弁Ｖ３、真空ポンプ７０の駆動、停止を制御するとともに、各電磁バルブＶ１～Ｖ３の開閉等を制御する図示しない制御装置なども備えている。

【００１８】

真空チャンバ６０には、図示しない開閉扉が配設されており、この真空チャンバ６０内に上述した密閉構造体４０（５０）と被検査ワークＸを配置した後、開閉扉を閉めることにより真空チャンバ６０は密閉化されるように構成されている。なお、真空チャンバ６０内に連結して設けられた圧力計６５の測定値は制御装置に入力されるようになされている。

【００１９】

真空ポンプ７０が駆動状態で第２電磁バルブＶ２が開状態になると、第２配管Ｐ２を介して真空チャンバ６０内に連通して、真空チャンバ６０内に存在する空気を排気して、被検査ワークＸ内より圧力が低い所定の圧力（５００Ｐａ以下）になるまで真空チャンバ６０内を減圧状態にする。真空チャンバ６０内が被検査ワークＸ内より圧力が低い減圧状態になると、この真空チャンバ６０内に収納された被検査ワークＸ内に充填されたトレーサガス（Ｈｅガス）が真空チャンバ６０内に漏れ出すようになる。

【００２０】

ヘリウムガスディテクタ８０は、第３電磁バルブＶ３が開状態になると、真空チャンバ６０内に流出したトレーサガス（Ｈｅガス）の検出量を第３配管Ｐ３を通して検出し、これを電気信号に変換して、その検出信号を制御装置の判定部に出力する。これにより、被検査ワークＸからトレーサガスが漏洩しているか否か、あるいは許容限度以上の漏洩であるか否かの測定を行うことができるようになる。なお、ヘリウムガスディテクタ８０には内蔵の真空ポンプあるいは外付けの真空ポンプが接続されている。

【００２１】

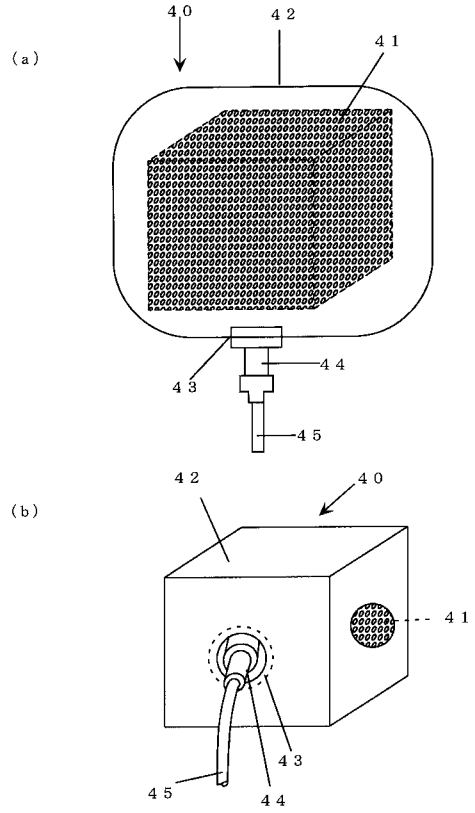
制御装置は演算処理部と記憶部と入出力部等とから構成され、記憶部に記憶されたプログラム基づいて演算処理を行うものである。これにより、例えば、真空ポンプ７０に駆動信号を送出すると真空ポンプ７０は駆動し、停止信号を送出すると真空ポンプ７０の駆動は停止する。また、制御装置は各電磁バルブＶ１，Ｖ２，Ｖ３に開信号あるいは閉信号を送出して、各電磁バルブＶ１，Ｖ２，Ｖ３を開状態あるいは閉状態とする。

さらに、ヘリウムガスディテクタ８０に検出開始信号を送出すると、ヘリウムガスディテクタ８０はトレーサガス（Ｈｅガス）の検出を開始する。一方、ディテクタ８０がトレーサガス（Ｈｅガス）を検出すると、制御装置はこの検出信号を受信して、制御装置の判定部は被検査ワークＸからトレーサガスが漏洩しているか否か、あるいは許容限度以上の漏洩であるか否かの判定を行う。

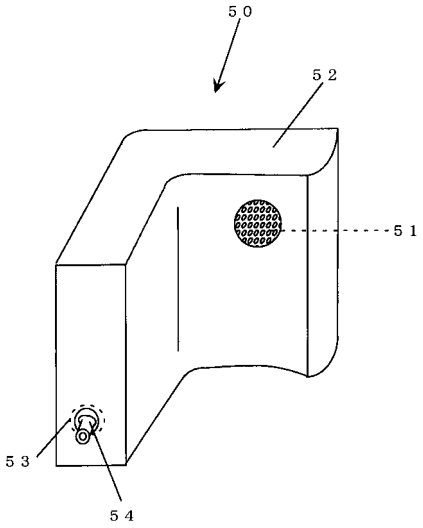
【００２２】
３．漏洩試験方法
次に、上述のように構成された漏洩試験装置を使用して被検査ワークの漏洩試験方法を行う手順について説明する。
先ず、真空チャンバ６０に設けられた開閉扉を開けて、この真空チャンバ６０内に被検査ワークＸを収納した後、上述のように形成した袋状体４２（５２）内に多孔質部材４１（５１）を収容した密閉構造体４０（５０）を真空チャンバ６０内に配置する。なお、密閉構造体４０（５０）を真空チャンバ６０内に配置する個数は図３に示すように１個であっても、あるいは図４に示すように複数個であってもよい。
【００２３】
ついで、真空チャンバ６０の外部に配置された第１真空ポンプ７５より延出する配管Ｐ４と袋状体４２（５２）に設けられたクイックカプラー４４（５４）とを接続した後、第１真空ポンプ７５を作動させて袋状体４２（５２）内を真空引きして、袋状体４２（５２）を収縮させる。また、図示しないヘリウムガスボンベに接続された配管Ｐ１と被検査ワークＸとをクイックカプラなどにより接続した後、図示しない制御装置に設けられた開始スイッチをオンにして第２真空ポンプ７０を駆動させる。このとき、各電磁バルブＶ１，Ｖ２，Ｖ３は閉じられている。
【００２４】
次に、制御装置は第２電磁バルブＶ２に開信号を送出して、第２電磁バルブＶ２を開状態にする。これにより、真空チャンバ６０内の空気は排気されて、真空チャンバ６０内は被検査ワークＸよりも減圧状態となる。第２真空ポンプ７０が駆動されて真空チャンバ６０内が予め設定された所定の圧力（例えば、５００Ｐａ）に達するまで排気されると、制御装置は第２電磁バルブＶ２に閉信号を送出して、第２電磁バルブＶ２を閉状態にする。
【００２５】
これと同時に、制御装置は第３電磁バルブＶ３に開信号を送出して、第３電磁バルブＶ３を開状態にして、真空チャンバ６０内とヘリウムガスディテクタ８０内とは連通するようになる。なお、この時、ヘリウムガスディテクタ８０に接続された第２真空ポンプは稼働状態にあって、トレーサガス（Ｈｅガス）の検出が可能な状態となっている。ついで、制御装置は第１電磁バルブＶ１に開信号を送出して、第１電磁バルブＶ１を開状態にする。これにより、被検査ワークＸは図示しないヘリウムガスボンベに接続された配管Ｐ１および第１電磁バルブＶ１を介してヘリウムガスボンベに所定時間連通し、被検査ワークＸ内にトレーサガス（Ｈｅガス）が流入して、所定量のトレーサガス（Ｈｅガス）が被検査ワークＸ内に充填されることとなる。
【００２６】
第１電磁バルブＶ１の開状態が所定時間経過すると、制御装置は第１電磁バルブＶ１に閉信号を送出して、第１電磁バルブＶ１を閉状態にする。これと同時に、制御装置はヘリウムガスディテクタ８０に検出開始信号を送出する。これにより、トレーサガス（Ｈｅガス）はヘリウムガスディテクタ８０内に流入し、ヘリウムガスディテクタ８０はトレーサガス（Ｈｅガス）の検出動作を開始する。ヘリウムガスディテクタ８０がトレーサガス（Ｈｅガス）の検出動作を開始すると、トレーサガス（Ｈｅガス）の検出量を電気信号に変換し、その検出信号を制御装置の判定部およびレコーダ９０に出力する。これにより、被検査ワークＸからトレーサガス（Ｈｅガス）が漏洩しているか否か、あるいは許容限度以上の漏洩であるか否かの判定を行うことができるようになる。
【００２７】
ヘリウムガスディテクタ８０がトレーサガス（Ｈｅガス）の検出を終了すると、制御装置は図示しない大気に連通する電磁バルブに開信号を送出して、この電磁バルブを開状態にして、真空チャンバ６０内の真空状態を解除する。ついで、真空チャンバ６０の開閉扉を開け、配管Ｐ１と接続されたクイックカプラを取り外して、被検査ワークＸと配管Ｐ１との接続を遮断した後、被検査ワークＸを真空チャンバ６０内から取り出し、判定結果に応じた場所に振り分けて、この被検査ワークＸの漏洩試験を終了させる。

【００２８】
上述したように、本発明においては、真空チャンバ６０内に被検査ワークＸを収容する部分を残して密閉構造体４０（５０）を配置した後、この真空チャンバ６０内に被検査ワークＸを収納して真空チャンバ６０内を減圧にするため、真空チャンバ６０内の空間容積を減少させることが可能となる。これにより、真空チャンバー６０内を短時間で排気できるようになって、漏洩試験を短時間で行えるようになる。
【００２９】
なお、上述した実施の形態においては、各電磁バルブの開閉を制御装置により自動的に制御する例について説明したが、各電磁バルブを手動により開閉するようにしてもよい。この場合、電磁バルブに代えて他のバルブを用いるようにしてもよい。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の密閉構造体を模式的に示す図であり、図１（ａ）は袋状の被覆材内に多孔質部材を配置した状態を模式的に示す斜視図であり、図１（ｂ）は袋状の被覆材を真空にして多孔質部材に密着させた状態を示す斜視図である。
【図２】本発明の他の密閉構造体を模式的に示す斜視図である。
【図３】本発明の漏洩試験装置を示すブロック図であり、真空チャンバ内に１個の密閉構造体を配置した状態を示している。
【図４】本発明の漏洩試験装置の他の例を示すブロック図であり、真空チャンバ内に複数個の密閉構造体を配置した状態を示している。
【図５】従来例の漏洩試験装置を模式的に示すブロック図である。
【符号の説明】
Ｘ…被検査ワーク、４０…密閉構造体、４１…多孔質部材、４２…袋状体、４３…開口部、４４…クイックカプラー、４５…ホース、５０…密閉構造体、５１…多孔質部材、５２…袋状体、５３…開口部、５４…クイックカプラー、６０…真空チャンバ、６５…圧力計、７０…真空ポンプ（第２真空ポンプ）、７５…第１真空ポンプ、８０…ガス検出器（ヘリウムガスディテクタ）、９０…レコーダ、Ｐ１…第１配管、Ｐ２…第２配管、Ｐ３…第３配管、Ｖ１…第１電磁バルブ、Ｖ２…第２電磁バルブ、Ｖ３…第３電磁バルブ、Ｖ４…第４電磁バルブ

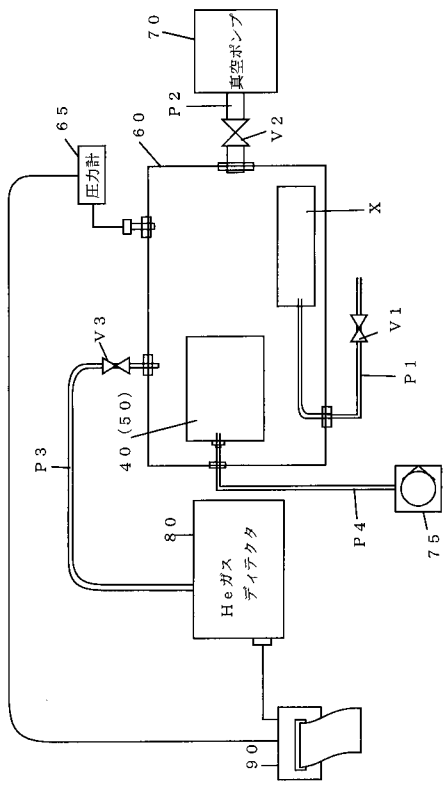
【図１】


(a)
40
42
41
43
44
45
(b)
42
40
41
43
45
44

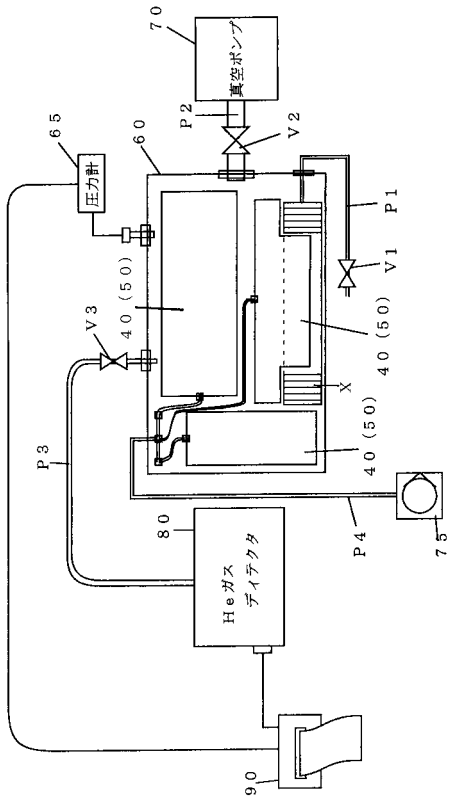
【図２】


50
52
51
53
54

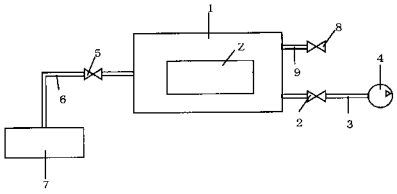
【図３】


70
真空ポンプ
P2
V2
65
圧力計
60
X
V1
P1
V3
40(50)
P3
80
Heガス
ディテクタ
P4
75
90

【図４】


70
真空ポンプ
P2
V2
65
圧力計
60
P1
V1
V3
40(50)
X
P3
80
Heガス
ディテクタ
P4
75
90

【図５】



フロントページの続き

(72)発明者　久保田　一成
静岡県浜松市中沢町１０番１号　ヤマハ株式会社内

審査官　小山　茂

(56)参考文献　特開平０１－２２７０３７（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０８３６６２（ＪＰ，Ａ）
特開昭５１－１２９２８４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０８２７１３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３２５００６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１１２０２７（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－７４７７５（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１９４０３６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01M 3/32
G01M 3/20