(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2017-111015
(P2017-111015A)
(43)公開日　平成29年6月22日(2017.6.22)

| (51)Int.Cl. | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|
| G01N 27/04 | (2006.01) | G01N | 27/04 | Z | 2G060 |

審査請求 未請求　請求項の数 20　ＯＬ　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願2015-245781 (P2015-245781)
(22)出願日　平成27年12月17日 (2015.12.17)

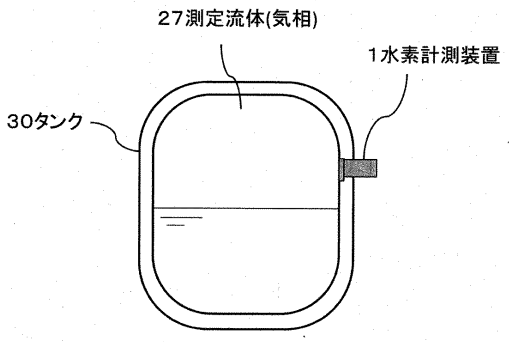
(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100098660
弁理士　戸田　裕二
(72)発明者　桑名　諒
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社　日立製作所内
(72)発明者　伏見　篤
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社　日立製作所内
(72)発明者　新間　大輔
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社　日立製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水素計測装置および水素計測方法

(57)【要約】
【課題】
発電プラントなどにおいて、給水や復水のタンク内には水素が蓄積しやすくなっているが、水素濃度は計測できていない。測定流体側には直接電子機器を挿入することは故障の可能性が高まるため難しい。
【解決手段】
測定流体中の水素を計測する水素計測装置において、計測室の測定流体に接する面の一部に水素透過膜と計測室内部に水素計測部を設け、測定流体から水素透過膜を介して計測室内部に透過してきた水素の濃度を水素計測部で計測することで、測定流体に電子機器が触れることなく安全に水素を計測できるように構成した。
【選択図】　図１

図1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
タンク状の容器の隔壁の一部に設けられた開口を水素透過性物質で覆い、前記水素透過性物質を透過した水素を計測する水素計測装置において、前記水素透過性物質に連通し且つ密閉的に保たれる測定室と、前記測定室の中に保持された水素計測部と、前記測定室の一部をなす気密端子と、前記気密端子を介して前記水素計測部の信号が送信される信号処理部を有することを特徴とする水素計測装置。
【請求項２】
請求項１において、前記水素計測部の信号に基づいて透過した水素の濃度を計測することを特徴とする水素計測装置。
【請求項３】
請求項１において、前記水素透過性物質は、パラジウム、ニオブ、バナジウムなど、または、これらの合金、または、これらと金、銀、銅などとの合金であることを特徴とする水素計測装置。
【請求項４】
請求項１において、前記水素計測部は、水素吸蔵物質が水素を吸蔵することによる抵抗変化で計測する方式、ラマン光、超音波による振動式、還元電位式などのいずれか、または、これらの組合せであることを特徴とする水素計測装置。
【請求項５】
請求項１において、前記計測室の内部は真空、窒素雰囲気、アルゴン雰囲気のいずれかであることを特徴とする水素計測装置。
【請求項６】
請求項１において、前記水素透過膜を透過して前記計測室内部に侵入した水素を前記水素計測部で計測し、信号処理部で水素濃度値を出力することを特徴とする水素計測装置。
【請求項７】
請求項１において、フランジやボルトなどで接続され、前記水素透過膜が測定流体に接していること特徴とする水素計測装置
【請求項８】
請求項１において、前記水素透過性物質の近傍に、加熱装置を設けることを特徴とする水素計測装置。
【請求項９】
請求項８において、前記加熱装置は、前記計測室の内部、または、計測室の外周に設置することを特徴とする水素計測装置。
【請求項１０】
請求項１において、前記計測室の内部に封入液を封入することを特徴とする水素計測装置。
【請求項１１】
請求項１０において、前記封入液はシリコーンオイルであることを特徴とする水素計測装置。
【請求項１２】
請求項１１において、前記シリコーンオイルは、封入前に高温高真空で脱気され、空気などの気体が溶存していないことを特徴とする水素計測装置。
【請求項１３】
請求項１において、前記水素透過性物質の計測室側面に圧力センサを設けることを特徴とする水素計測装置。
【請求項１４】
請求項１３において、前記圧力センサは歪みゲージ式であることを特徴とする水素計測装置。
【請求項１５】
請求項１３において、前記計測室の内部は真空状態であることを特徴とする水素計測装

置。
【請求項１６】
請求項１３において、前記計測室の内部に水素が侵入した時に、計測した水素濃度を利用して信号処理部にて圧力指示値を補正することを特徴とする水素計測装置。
【請求項１７】
請求項１３において、前記圧力センサは歪みゲージ式であることを特徴とする水素計測装置。
【請求項１８】
請求項１１において、前記シリコーンオイルは、封入前に高温高真空で脱気され、空気などの気体が溶存していないことを特徴とする水素計測装置。
【請求項１９】
請求項１において、前記水素透過性物質は、測定流体に接する面にダイアフラムとして構成され、前記測定室に連通する導圧路内部に封入液を封入し、前記ダイアフラムを介して伝わった圧力を検知するための半導体センサと、前記半導体センサおよび水素計測部から信号を受け取る出力回路と、を有することを特徴とする水素計測装置。
【請求項２０】
タンク状の容器の隔壁の一部に設けられた開口を水素透過性物質で覆って前記水素透過性物質を透過した水素を計測する水素計測方法であって、前記水素透過性物質に連通し且つ密閉的に保たれる測定室の中に保持された水素計測部で水素を測定し、前記測定室の一部をなす気密端子を介して前記水素計測部の信号を送信し、前記送信された信号を信号処理部で処理する水素計測方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、水素計測装置および水素計測方法に係り、特に、原子力プラント等に用いられるタンク状容器の流体に係る測定をするのに好適な水素計測装置および水素計測方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、原子力プラント、石油精製プラント、化学プラント等では、タンク状の容器を利用している。原子力プラントでは、例えば、原子炉圧力容器をタンク状の容器として用い、この容器に核燃料を収納し、この容器内の核燃料における核分裂反応によって発生した熱を利用して、原子炉水を加熱して蒸気を作り発電に供する。また、石油精製プラントでは、例えば、製品貯蔵タンクをタンク状の容器として用い、精製された製品である重質ナフサ、灯油、軽油等の製品に応じて製品貯蔵する。このような技術は、例えば、特開２０１４－２０６５１１号公報等に記載されている。
【０００３】
一方、このタンク状の容器に関して、容器の中に、液体又は気体が流体として保持される。この流体に関する測定が求められるようになってきた。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１４－２０６５１１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
例えば、測定対象として内部に蓄積する水素濃度を検知する場合、測定環境が厳しい条件であることが多く、また、放射線の影響もあり、水素濃度を安全かつ簡易的に測定することができなかった。
【０００６】

また、例えば、測定対象として内部の圧力を検出する場合で、原子力プラントの場合、タンク内部が高温や高圧であり、また、放射線の影響もあり、ダイアフラム等を介して容器の圧力を伝搬させて検出するのが一般的であるところ、その際に、圧力容器からダイアフラムを透過する水素が問題となっていた。

【０００７】

本発明の目的は、タンク内部の水素或いはタンク内部から透過した水素を容易に計測できる水素計測装置および水素計測方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記課題を解決するために、本発明では、タンク状の容器の隔壁の一部に設けられた開口を水素透過性物質で覆い、前記水素透過性物質を透過した水素を計測するものにおいて、前記水素透過性物質に連通し且つ密閉的に保たれる測定室と、前記測定室の中に保持された水素計測部と、前記測定室の一部をなす気密端子と、前記気密端子を介して前記水素計測部の信号が送信される信号処理部を有するように構成した。

【０００９】

あるいは、タンク状の容器の隔壁の一部に設けられた開口を水素透過性物質で覆って前記水素透過性物質を透過した水素を計測するものであって、前記水素透過性物質に連通し且つ密閉的に保たれる測定室の中に保持された水素計測部で水素を測定し、前記測定室の一部をなす気密端子を介して前記水素計測部の信号を送信し、前記送信された信号を信号処理部で処理するように構成した。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、タンク内部の水素或いはタンク内部から透過した水素の計測が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の第１の実施形態に係る全体構成の説明図である。

【図２】本発明の第１の実施形態に係る水素計測装置における、タンクへの設置構成の説明図である。

【図３】加熱装置を計測室内部に設置した水素計測装置の説明図である。

【図４】加熱装置を計測室外周に設置した水素計測装置の説明図である。

【図５】計測室内部に封入液を封入した水素計測装置の説明図である。

【図６】水素透過膜の計測室側に圧力センサを設置した水素計測装置の説明図である。

【図７】水素透過膜の計測室側に圧力センサを設置し、封入液を封入した水素計測装置の説明図である。

【図８】本発明の第２の実施形態に係る水素計測装置における全体構成の説明図である。

【図９】本発明の第２の実施形態に係る装置構成の説明図である。

【図１０】本発明の第２の実施形態に係る加熱装置を受圧室内部に設置した水素計測装置の説明図である。

【図１１】本発明の第２の実施形態に係る水素計測装置における、水素ドリフトによる圧力伝送器の交換フローチャートである。

【図１２】本発明の第２の実施形態に係る水素計測装置側の水素濃度の推移の説明図である。

【図１３】本発明の第２の実施形態に係る加熱装置を計測室外周に設置した水素計測装置の説明図である。

【図１４】本発明の第３の実施形態に係る水素計測装置における、装置構成の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下に、本発明を実施するための形態について説明する。

【００１３】
第１の実施形態に係る水素計測装置を図１から図７を参照しながら詳細に説明する。
【実施例１】
【００１４】
図１は、本発明の第１の実施形態に係る全体構成の説明図である。
【００１５】
図１において、タンク（タンク状の容器）３０は流体を保持している。例えば、原子力プラントの原子炉圧力容器である。容器の下側に液相を保持し、容器の上側に気相が充満されている。この場合、タンク３０に核燃料を収納し、この容器内の核燃料における核分裂反応によって発生した熱を利用して、原子炉水を加熱して蒸気を作り発電に供する。また、石油精製プラントでは製品貯蔵タンクである。製品貯蔵タンクをタンク状の容器として用い、精製された製品である重質ナフサ、灯油、軽油等の製品に応じて製品貯蔵する。他にタンク３０は化学プラントにも用いられる。タンク３０の壁面には開口が形成されており、そこには、水素計測装置１が設けられる
図２に、第１の実施形態に係る水素計測装置１を示す。タンク３０への設置構成として、水素計測装置１は、測定流体２７に水素透過膜２が接するように、タンク３０の壁面９の貫通部に設置される。壁面９の貫通部と水素計測装置１は測定流体がタンク外部に漏れ出ないように隙間無く設置する必要がある。測定流体側が高圧や真空の場合は、フランジとボルトを利用して設置してもよい。
【００１６】
図２において、水素濃度を測定するための水素計測装置１は、水素透過膜２、計測室３、水素計測部４、気密端子５、信号線６、信号処理部７から構成される。タンク３０の壁面の開口は水素透過膜２で覆われる。
【００１７】
測定流体２７に含まれる水素は、水素透過膜２を透過して計測室３の内部に侵入する。侵入した水素は水素計測部４で計測されて信号線６を介して信号処理部７でデータ処理をする。測定流体側の水素濃度と水素透過膜２を介して計測室３に侵入した水素の濃度は平衡する。この方法により、測定流体８に電子機器である水素計測部４を接触させずに、二次側で安全に水素を計測することができる。
【００１８】
上記構成において、水素透過膜２はパラジウムが望ましいが、金や銅との合金でもよいし、ニオブやバナジウムなどの合金でもよい。
【００１９】
上記構成において、計測室３の内部は、気密であり、透過した水素が酸素などと反応したり発火や爆発などをしたりしないように真空状態であることが望ましいが、窒素雰囲気やアルゴン雰囲気などでもよい。真空室内部の雰囲気が破壊されないように、水素計測部の信号線６は、気密端子５を介して信号処理部７に接続される。
【００２０】
上記構成において、水素計測部４は、パラジウムなどの水素吸蔵物質が水素を吸蔵することによる抵抗変化で計測する方式が望ましいが、ラマン光や超音波による振動式、還元電位式などの手法でもよい。
【００２１】
図３に、第１の実施形態に係る水素計測装置１の変形例として、加熱装置を用いた水素計測装置の説明図を示す。変形例において図１及び図２と異なる部分を説明する。他の部分は同様であるので説明を省略する。図３において、加熱装置１０は計測室３の内部に設置される。設置箇所は水素透過膜２に接するか、近傍が望ましい。加熱装置１０は内部電源で動作してもよいし、気密端子５より電源線を引き出し、計測室３の外部から電源を供給してもよい。
【００２２】
上記構成において、加熱装置１０で水素透過膜２を加熱することにより、測定流体中に

含まれる水素が計測室内部に透過する速度を加速させることができるため、水素計測の応答速度を向上させることができる。

【００２３】

上記構成において、加熱装置１０は計測室内部に設置することが望ましいが、図４のように、外周に設置しても同様の効果を得ることができる。外周には、計測室３の内部に設置するよりも低コストで設置が可能である。また、取付けも容易である。

【００２４】

図５に、計測室内部に封入液を封入した水素計測装置の説明図を示す。図４において、封入液１１は計測室３の内部に封入される。これにより、故障により気密端子５から空気が計測室３に侵入したとしても水素の発火や爆発などの反応を抑制することができる。

【００２５】

上記構成において、封入液１１はシリコーンオイルであることが望ましい。また、封入液１１は脱気され、空気などのガスが溶解していない状態が望ましい。

【００２６】

上記構成においても、加熱装置１０を水素透過膜２近傍に設置することで、水素透過膜２への透過を加速させて、水素計測の応答速度を向上させることができる。

【００２７】

図６に、水素透過膜の計測室側に圧力センサを設置した水素計測装置の説明図を示す。圧力センサ１２は、水素透過膜２が測定流体８から受けた圧力を検知し、計測する仕組みであり、水素計測部と同様に、気密端子５を介して信号処理部７で計測信号を処理する。

【００２８】

上記構成において、測定流体の圧力を圧力センサ１２で計測することにより、水素計測部で計測した水素濃度から測定流体内部の水素量を算出することが可能となる。

【００２９】

上記構成において、圧力センサ１２は、歪みゲージ式であることが望ましい。

【００３０】

上記構成において、圧力を計測する場合、計測室内部に水素が透過してくることで計測室の内圧が変化し、ドリフト（計測誤差）を起こす。このとき、水素計測部４で水素濃度を計測することで圧力値を補正することができ、正しい圧力値を出力することが可能となる。

【００３１】

上記構成において、計測室内部は真空であることが望ましい。窒素雰囲気やアルゴン雰囲気などでもよいが、この場合、温度の変化により窒素やアルゴンが膨張・収縮することによるドリフトが発生してしまうため補正等が必要となる。

【００３２】

図７に、水素透過膜の計測室側に圧力センサを設置し、封入液を封入した水素計測装置の説明図を示す。計測室内部に封入液を内封することで、計測室内部に透過してきた水素が封入液中に溶解するため、内圧の変化を抑制でき、ドリフトを低減することができる。

【００３３】

上記構成において、封入液１１はシリコーンオイルであることが望ましい。また、封入液１１は脱気され、空気などのガスが溶解していない状態が望ましい。

【００３４】

上記構成において、封入液１１の内部に蓄積する水素の濃度に応じて圧力計測値はドリフトする。このとき、水素計測部４で計測した水素濃度から、圧力計測値を補正することで、正確な圧力値を得ることができる。

【００３５】

上記構成において、封入液１１の内部に蓄積する水素の濃度に応じて圧力計測値はドリフトする。このとき、水素計測部４で計測した水素濃度から、圧力計測値を補正することで、正確な圧力値を得ることができる。

【００３６】

図８は、本発明の第２の実施形態に係る圧力伝送装置における、差圧伝送器の説明図である。図８において、タンク（タンク状の容器）３０は測定流体２７、２８を保持している。例えば、原子力プラントの原子炉圧力容器である。容器の下側に液相を保持し、容器の上側に気相が充満されている。この場合、タンク３０は原子炉圧力容器の容器であり、この容器に核燃料を収納し、この容器内の核燃料における核分裂反応によって発生した熱を利用して、原子炉水を加熱して蒸気を作り発電に供する。

【００３７】

タンク３０の壁面には、比較的に高い位置と底面付近に置換器部２が設けられている。この各々の置換器部２で置換された圧力はキャピラリ部２５を介して本体部２６で伝達される。伝達された圧力に基づいて本体部２６はタンク３０の水位２９を計測する。

【００３８】

図９において差圧を測定する構成の詳細を説明する。図９において差圧を測定するため、置換器部２、キャピラリ部２５、本体部２６から構成される。測定流体の圧力を二つの受圧ダイアフラム１４で受圧する。例えば、被測定物の高圧部と低圧部との差圧を測定するように、高圧側の受圧ダイアフラム１４は被被測定物の所定部分に気密に固定され、一方、低圧側の受圧ダイアフラム１４は被被測定物の他の部分に気密に固定される。導圧路１８に封入された封入液１１によって、中間ダイアフラム１９、シールダイアフラム２０、センタダイアフラム２１を介して半導体センサ１５まで圧力が伝えられる。このように高圧側の受圧ダイアフラム１４での受圧と低圧側の受圧ダイアフラム１４での受圧との差圧がセンサ１２に伝えられる。センサ１２で受け取った圧力は、出力回路１６（信号処理を実行する）に入力し、圧力値を出力する。圧力の出力に関しては、例えば、原子力プラント、石油精製プラント及び化学プラントなどの流体の２点間の圧力差を測定し検出信号を伝送するように用いられる。

【００３９】

一方、測定流体２７、２８から受圧ダイアフラム１４を透過して封入液１１に侵入した水素を、水素計測部４で計測する。計測した水素濃度は出力回路１６を介して外部に出力される。測定流体２７、２８に電子機器である水素計測部４を接触させずに、二次側で安全に水素を計測することができる。

【００４０】

置換器部２の詳細を説明する。図１０は、水素計測部４近傍の装置構成の説明図である。タンク３０への設置構成として、測定流体２７、２８に受圧ダイアフラム１４（水素透過膜として機能）が接するように、タンク３３の壁面９に設置される。すなわち、図１０は加熱装置３２を受圧室内部（受圧室内部は密閉的で封入液１１が封入される）に設置した水素計測装置の説明図であり、加熱装置１０は受圧ダイアフラム１４の内側(水素計測部側)に設置される。設置箇所は受圧ダイアフラム１４に接するか、近傍が望ましい。加熱装置３２は内部電源で動作してもよいし、気密端子５より電源線を引き出し、圧力伝送器の外部から電源を供給してもよい。

【００４１】

上記構成において、加熱装置３２で受圧ダイアフラム１４を加熱することにより、測定流体中に含まれる水素が計測室内部に透過する速度を加速させることができるため、水素計測の応答速度を向上させることができる。なお、置換器部２の構成は、第１の実施形態における図２乃至７の構成に置き換えても良いのはもちろんである。

【００４２】

図１１に、水素計測装置における、水素ドリフトによる圧力伝送器の交換フローチャートを示す。このフローチャートの動作は出力回路１６で実行され動作結果は表示装置（図示せず）に表示する。まず、Ｓ１０１で操作者の指令に基づき圧力伝送器の運転を開始させる。Ｓ１０２で信号処理部７の出力に基づきタンク内の水素の蓄積が許容値に近づいたか判断する。近づいた場合には近づいた旨の警告を表示装置で表示する。Ｓ１０３で水素計測部４の出力に基づきタンク内の水素の蓄積が許容値に達した場合には圧力伝送器の運転を停止する。Ｓ１０４で不具合が発生する前に圧力伝送器を交換すべき旨の警告を表示

装置に表示する。

【００４３】

このように、圧力計測値に不具合が発生した場合に、運転を停止し交換する流れとなる。定期検査時に不具合を見つけられる場合には問題にならないが、運転中に不具合が発生すると、プラント運転に悪影響が出る可能性がある。一方で、水素計測部４を内蔵しているものは、不具合が発生する前に交換時期を判断できるため、プラント運転に悪影響が出る可能性を低減できる。上記構成において、封入液１１の内部に蓄積する水素の濃度に応じて圧力計測値はドリフトする。このとき、水素計測部４で計測した水素濃度から、圧力計測値を補正することで、正確な圧力値を得ることができる。

【００４４】

図１２に、水素計測装置側の水素濃度の推移の説明図を示す。測定流体中の水素は、ダイアフラムを透過して圧力伝送器の内部に侵入する。その透過速度は、測定流体の水素分圧やダイアフラムの素材や厚さ、温度などが律速となる。圧力伝送器内部の水素計測装置で、測定流体側の水素濃度を計測する場合には、透過する速度が速いほど正確な水素濃度計測のレスポンスも向上する。そのため、例えば図１０に示した加熱装置を用いることで、透過速度を早め、計測のレスポンスを向上させることができる。計測のレスポンスが重要な場合には、加熱装置を用いる以外に、ダイアフラムの水素透過しやすい物質(たとえばパラジウムなど)への変更や、ダイアフラムの薄化なども有効である。

【００４５】

次に本実施例の変形例を説明する。図１３では、加熱装置３２を外周に設置している。加熱装置３２は計測室内部に設置することが望ましいが、図１３のように、外周に設置しても同様の効果を得ることができる。外周には、圧力伝送器の内部に設置するよりも低コストで設置が可能である。また、取付けも容易である。

【００４６】

上記構成において、封入液１１の内部に蓄積する水素の濃度に応じて圧力計測値はドリフトする。このとき、水素計測部４で計測した水素濃度から、圧力計測値を補正することで、正確な圧力値を得ることができる。

【００４７】

図１４は、本発明の第３の実施形態に係る水素計測装置における、装置構成の説明図であり、図８から１３と同様に圧力と水素を同時に計測する方法であるが、圧力の計測方法が異なるため、その点について述べる。

【００４８】

置換器部２とキャピラリ部２５を一対のみ設け、その圧力（差圧ではなく）を圧力伝送器１３に伝送するものとして構成し、圧力伝送器１３に水素計測部４を設けた構造としており、金属膜である受圧ダイアフラム１４で受けた圧力を、内部の封入液１１を介して半導体センサ１５まで伝える。半導体センサ１５で受けた圧力は、出力回路１６を介して外部に出力される。このとき、測定流体２７（２８）から受圧ダイアフラム１４を透過して封入液１１に侵入した水素を、水素計測部４で計測する。計測した水素濃度は出力回路１６を介して外部に出力される。この方法により、測定流体２７（２８）に電子機器である水素計測部４を接触させずに、二次側で安全に水素を計測することができる。

【符号の説明】

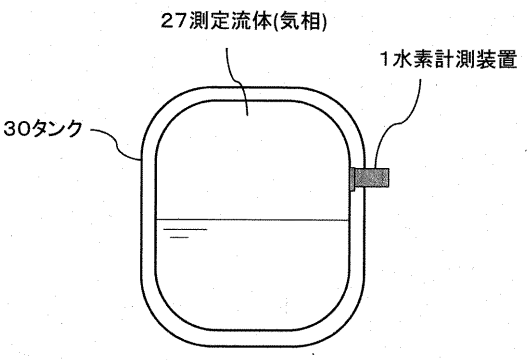
【００４９】

１　水素計測装置
２　水素透過膜
３　計測室
４　水素計測部
５　気密端子
６　信号線
７　信号処理部
８　測定流体

９　壁面
１０　加熱装置
１１　封入液
１２　圧力センサ
１３　圧力伝送器
１４　受圧ダイアフラム
１５　半導体センサ
１６　出力回路
１７　差圧伝送器
１８　導圧路
１９　中間ダイアフラム
２０　シールダイアフラム
２１　センタダイアフラム
２２　高圧側
２３　低圧側
３０　タンク

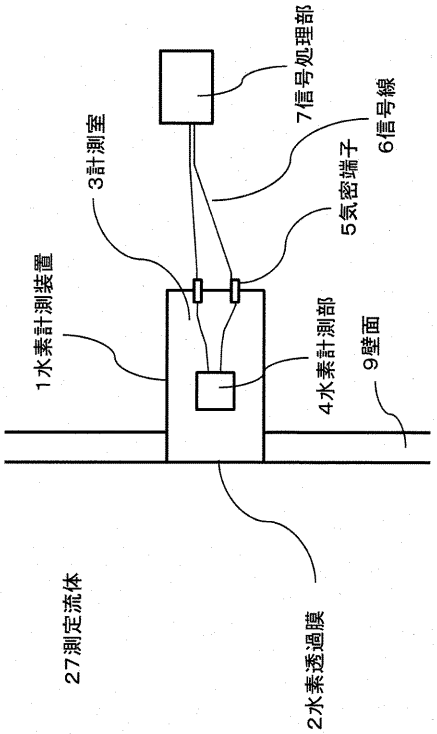
【図１】

図1



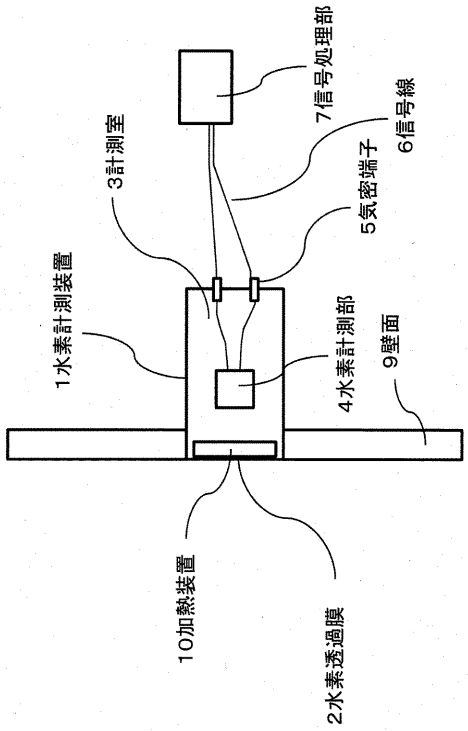

【図２】

図2



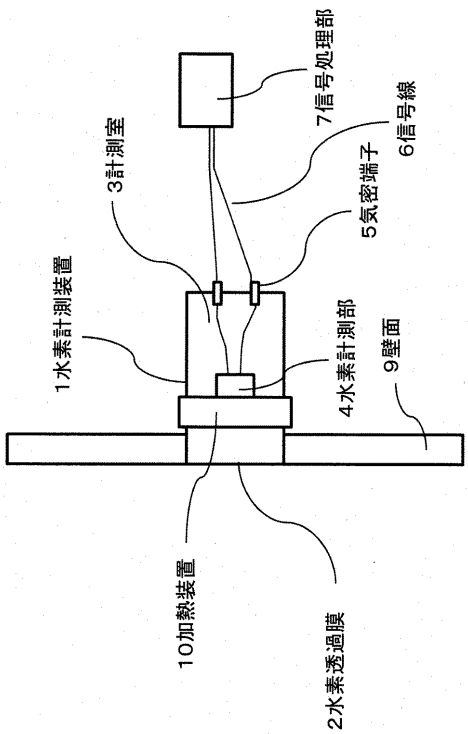
【図３】

図3



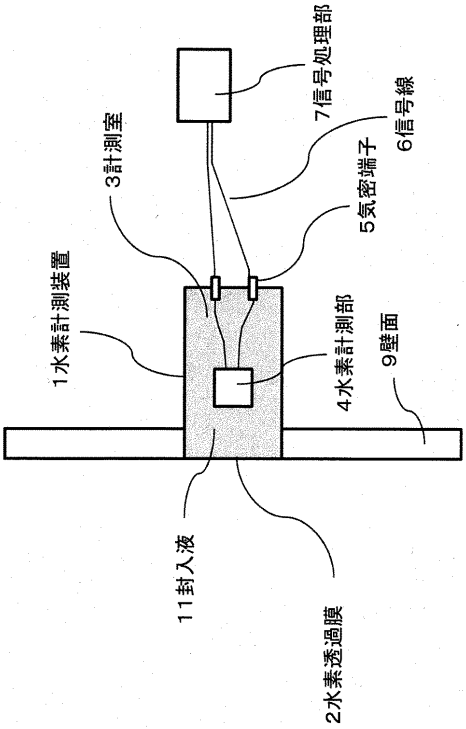

【図４】

図4



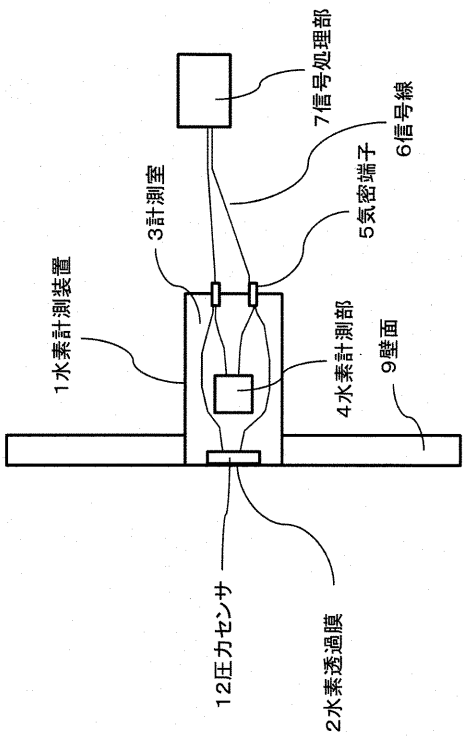

【図５】

図5



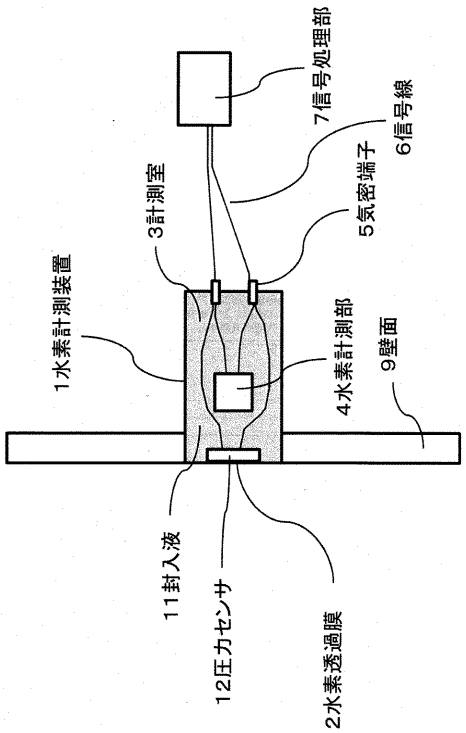

【図６】

図6



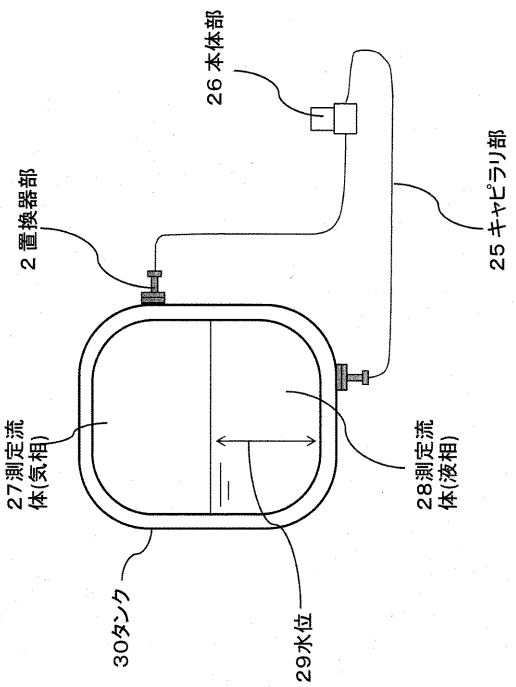
【図７】

図7



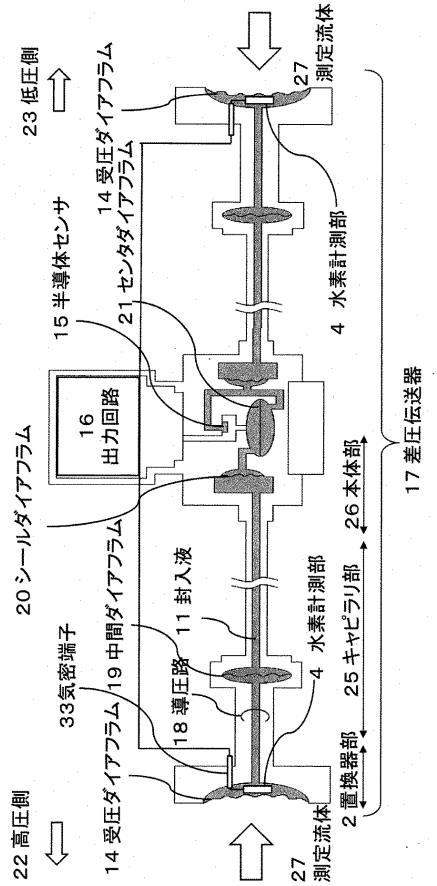

【図８】

図8



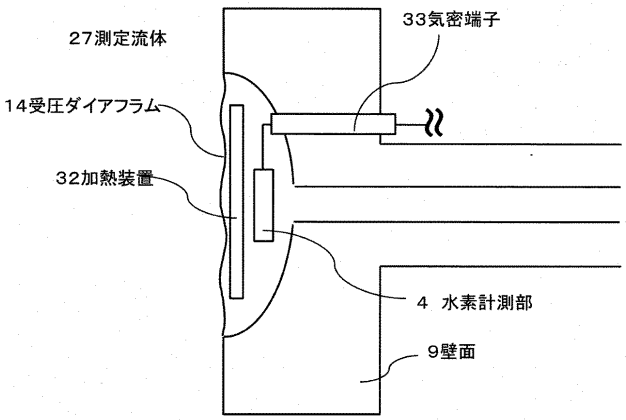

【図９】

図9



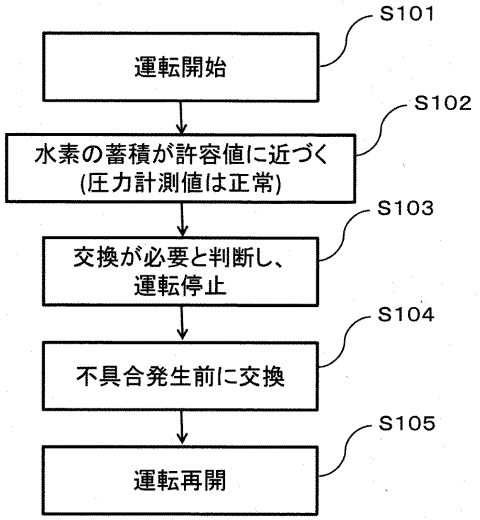

【図１０】

図10



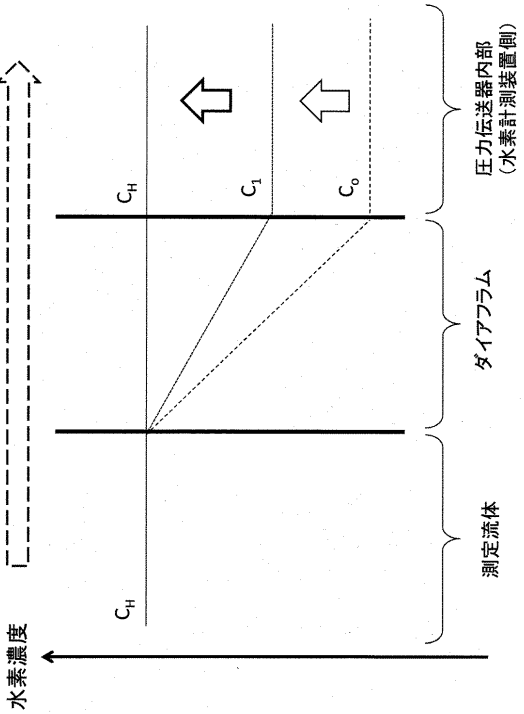
【図１１】

図11



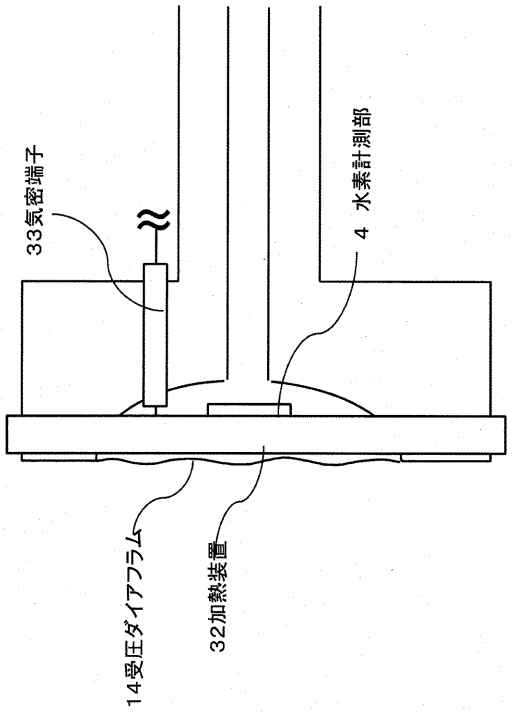

【図１２】

図12



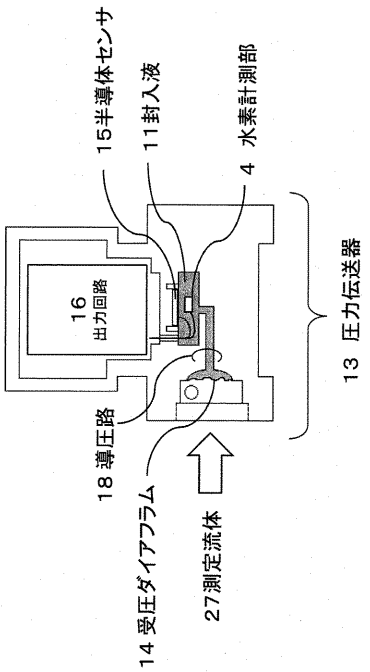

【図１３】

図13




【図１４】

図14



フロントページの続き

(72)発明者　原　勲
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社　日立製作所内
(72)発明者　花見　英樹
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社　日立製作所内

Ｆターム(参考) 2G060 AA02　AA05　AB03　AE11　AE16　AF07　HC10