(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2004-117140
(P2004-117140A)
(43)公開日　平成16年4月15日(2004.4.15)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
G01N 9/00	G01N 9/00	A	
G01N 7/00	G01N 7/00	Z	

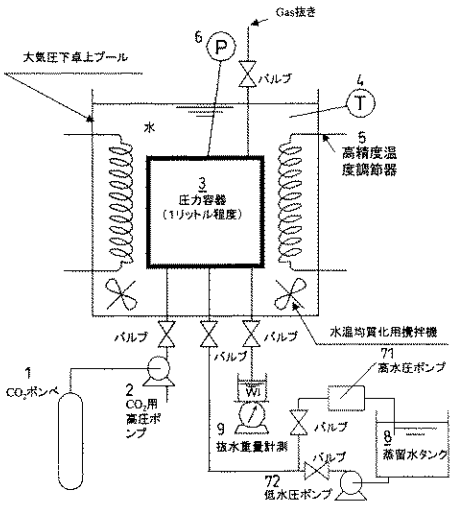
審査請求 有　請求項の数 1　ＯＬ　（全 6 頁）

(21)出願番号　特願2002-280429(P2002-280429)
(22)出願日　平成14年9月26日(2002.9.26)

(71)出願人　501204525
独立行政法人海上技術安全研究所
東京都三鷹市新川６丁目３８番１号
(74)代理人　100102211
弁理士　森　治
(74)代理人　100056800
弁理士　林　清明
(72)発明者　綾　威雄
奈良県生駒市緑ヶ丘１４２１－２
(72)発明者　小島　隆志
大阪府大阪市城東区野江２－１３－３５－１０５
(72)発明者　山根　健次
大阪府枚方市津田元町２－２－１７

(54)【発明の名称】液化ガス溶解水の密度測定方法

(57)【要約】
【課題】液化ガス溶解水の圧力変化から密度の変化を検出することにより、液化ガス溶解水密度の絶対測定を高精度に行うことができる液化ガス溶解水の密度測定方法を提供すること。
【解決手段】液化ガスを高圧容器３内に導入し、高圧容器３内で水に溶解させた液化ガス溶解水の密度を測定する方法であって、高圧容器３内の温度を一定に保持するとともに、液化ガスが溶解した後の高圧容器３内の圧力を測定し、この測定値を液化ガスを導入する前の高圧容器３内の圧力と比較することにより高圧容器３内の圧力変化を検出し、この検出した圧力変化に基づいて液化ガス溶解水の密度を検出する。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
液化ガスを高圧容器内に導入し、該高圧容器内で水に溶解させた液化ガス溶解水の密度を測定する方法であって、高圧容器内の温度を一定に保持するとともに、液化ガスが溶解した後の高圧容器内の圧力を測定し、該測定値を液化ガスを導入する前の高圧容器内の圧力と比較することにより高圧容器内の圧力変化を検出し、該検出した圧力変化に基づいて液化ガス溶解水の密度を検出することを特徴とする液化ガス溶解水の密度測定方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、液化ガス溶解水の密度測定方法に関し、特に、液体二酸化炭素等の液化ガス溶解水の圧力変化から密度の変化を検出することにより、液化ガス溶解水密度の絶対測定を高精度に行うことができる液化ガス溶解水の密度測定方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
地球温暖化対策技術として注目されている二酸化炭素の海洋処理法は、深度１０００～２０００ｍの中層海域に二酸化炭素を溶解して拡散させる「溶解法」と、３５００ｍ以深の深海底窪地に溜める「貯留法」とが考えられている。
この場合、上記貯留法では、密度的に安定となる貯留深度を推定したり、溶解後の拡散過程を解析する上で、二酸化炭素溶解水の高精度な密度データが不可欠となる。
【０００３】
従来の二酸化炭素溶解水の密度測定方法としては、例えば、別の二酸化炭素海洋処理法である溶解法の評価用として、振動式密度計による計測が試みられたり、熱力学的データを用いた熱力学的計算により推測する方法が提案されている。
【０００４】
【発明が解決しようとしている課題】
しかしながら、上記従来の振動式密度計による二酸化炭素溶解水の密度測定方法は、間接的な測定方法であることから、測定値のばらつきが大きくなって信頼できる値を測定することができず、また、上記熱力学的計算により推測する方法は、測定値が推測値であるため、やはり信頼できる値を測定することができないという問題があった。
したがって、これら従来の二酸化炭素溶解水の密度測定方法により測定した密度に基づく、密度的に安定となる貯留深度の推定や二酸化炭素が海水へ溶解した後の拡散解析には、信頼性に問題があった。
【０００５】
本発明は、上記従来の液化ガス溶解水の密度測定方法が有する問題点に鑑み、直接的に信頼値を得ることを目的として、液化ガス溶解水の圧力変化から密度の変化を検出することにより、液化ガス溶解水密度の絶対測定を高精度に行うことができる液化ガス溶解水の密度測定方法を提供することを目的とする。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するため、本発明の液化ガス溶解水の密度測定方法は、液化ガスを高圧容器内に導入し、該高圧容器内で水に溶解させた液化ガス溶解水の密度を測定する方法であって、高圧容器内の温度を一定に保持するとともに、液化ガスが溶解した後の高圧容器内の圧力を測定し、該測定値を液化ガスを導入する前の高圧容器内の圧力と比較することにより高圧容器内の圧力変化を検出し、該検出した圧力変化に基づいて液化ガス溶解水の密度を検出することを特徴とする。
【０００７】
この液化ガス溶解水の密度測定方法は、高圧容器内の温度を一定に保持するとともに、液化ガスが溶解した後の高圧容器内の圧力を測定し、該測定値を液化ガスを導入する前の高圧容器内の圧力と比較することにより高圧容器内の圧力変化を検出し、該検出した圧力変

化に基づいて液化ガス溶解水の密度を検出することから、液化ガスが水に溶解することにより低下する圧力に対し、低下した圧力に対応して上昇する液化ガス溶解水の密度を高精度に検出することができる。
この場合、液体の密度の変化は圧力変化に比べて僅かであることから、逆に密度の変化を圧力変化を通して見ることにより、僅かな密度の変化でも極めて正確に絶対測定することができ、これにより、液化ガス溶解水密度の上昇率を高精度に検出することができる。
【０００８】
【発明の実施の形態】
図１に、本発明の液化ガス溶解水の密度測定方法を実施するための測定装置の一例を示す。
【０００９】
この液化ガス溶解水の密度測定方法は、例えば、二酸化炭素溶解水の密度を測定するもので、二酸化炭素溶解水は、室温の液体二酸化炭素をボンベ１からプランジャポンプ等の適宜のポンプ２を介して高圧容器３内に導入し、該高圧容器３内で水に溶解させることにより製造される。
そして、この二酸化炭素溶解水の密度測定方法は、温度センサ４を備えた温度制御装置５によって、高圧容器３内の温度を一定に保持するとともに、二酸化炭素が溶解した後の高圧容器３内の圧力を圧力センサ６によって測定し、該測定値を二酸化炭素が溶解する前の高圧容器３内の圧力と比較することにより高圧容器３内の圧力変化を検出し、該検出した圧力変化に基づいて二酸化炭素溶解水の密度を検出する。
なお、高圧容器３は、高圧ポンプ７１及び低圧ポンプ７２を介して蒸留水タンク８に接続するとともに、抜水重量計測器９に接続するようにする。
【００１０】
これにより、この密度測定方法では、液化ガスが水に溶解することにより低下する圧力に対し、低下した圧力に対応して上昇する液化ガス溶解水の密度を高精度に検出することができる。
この場合、液体の密度の変化は圧力変化に比べて僅かであることから、逆に密度の変化を圧力変化を通して見ることにより、僅かな密度の変化でも極めて正確に絶対測定することができ、これにより、液化ガス溶解水密度の上昇率を高精度に検出することができる。
【００１１】
以下に、本実施例の液化ガス溶解水の密度測定方法の手順を説明する。
１．高圧容器の容積
容器の容積は、内容物に依存せず、圧力と温度のみによって一義的に定まる。
まず、高圧容器３を製作し、この高圧容器３を清水（蒸留水）で満水にした後、水圧ポンプ７１、７２等により、温度一定の条件で容器の許容圧力まで加圧する。
次に、少しずつ抜水し、その都度、圧力センサ６及び抜水重量計測器９を用いて、圧力Ｐｉと抜粋重量ΔＷｉを測定、記録する。
圧力が絶対圧力で２～５気圧程度に降下するまで同じ操作をｎ回繰り返す。
総抜水重量は、
$W_E = \Sigma \Delta W_i$
ここで、ｉ＝１～ｎ
となり、これにより、ある温度に対して、抜水重量$\Sigma \Delta W_i$（ｉ＝１～ｎ）と圧力P_iの関係についてのデータが得られる。
次に、容器内に残された水をすべて排出し、その重量W_0を測る。
ｎ回目の抜水後の総重量は、
$W_n = W_0 + W_E - \Sigma \Delta W_i$
ここで、ｉ＝１～ｎ
となる。
【００１２】
抜水後の各圧力P_iにおける水の密度ρ_i（計算機用にプログラム化されている。）は、

圧力と温度の関数として与えられている蒸気表の比容積の逆数として計算することができる（温度は一定とする。）。
これにより、各段階での抜水後の容器容積V_iは、
$V_i = W_n / \rho_i$
から得ることができる。
なお、異なった温度についても、同様の方法で、各段階での抜水後の容器容積V_iを求めることができる。
これらを定式化することにより、製作した高圧容器の容積Vが、圧力と温度の関数として正確に表示することができる。
高圧容器の容積は、V（P，T）となる。

【００１３】
２．容器内の水の総重量
許容圧力より低い圧力下（P_{LOW}）で高圧容器を清水で満たす。その時の容器容積は、
V（P_{LOW}，T）で、水の重量は、
$W_{H2O} = \rho（P_{LOW}）\times V（P_{LOW}，T）$
となる。
次に、例えば、二酸化炭素等の溶質を注入すると圧力が上昇する。その時の圧力をP_{UP}とすると、溶質注入による容器容積の増加は、
$\Delta V = V（P_{UP}，T）- V（P_{LOW}，T）$
となる。
したがって、注入した溶質の重量は、溶質（ｓｏｌｕｔｅ）の密度表から、
$W_{SOL} = \Delta V \times \rho_{SOL}（P_{UP}，T）$
として求められる。
なお、注入溶質の重量は、注入系から直接求められる場合は、その値を使用してもよい。
高圧容器３内に閉じこめられた流体の総重量は、
$W_{SOLUTION} = W_{H2O} + W_{SOL}$
となる。

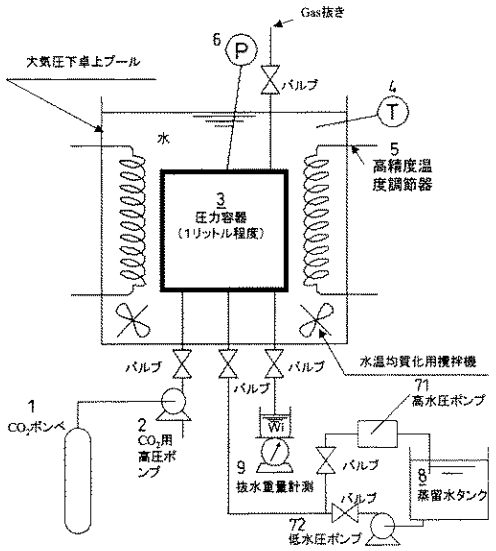
【００１４】
３．溶解水の密度
満水状態の圧力容器３に注入された溶質は時間の経過とともに溶解する。その時、温度が一定に保たれているにもかかわらず、通常、圧力はP_{UP}から徐々に低下する。
このとき、吸熱或いは発熱するので、温度制御装置５により高圧容器３内の温度を一定に保つようにする。
圧力が低下することは、容器容積が減少することを意味しているが、容器内の総重量に変化はないので、溶解水の密度が増加していることになる。なお、圧力の低下が終息した時点で溶質の溶解は完了したと見なすことができる。
その時の圧力を$P_{SOLUTION}$とすると、溶解完了後の溶解水の密度は、
$\rho_{SOLUTION} = W_{SOLUTION} / V（P_{SOLUTION}，T）$
から厳密に検出することができる。

【００１５】
４．温度依存性
以上の説明は、すべて温度が一定の条件で成り立つ。溶解水密度の温度依存性を求めるには、異なった温度に対して、上述と同様の方法でその異なった温度における溶解水の密度を計算すればよい。

【００１６】
このように、本発明の液化ガス溶解水の密度測定方法は、液化ガスが溶解した後の高圧容器３内の圧力を測定し、該測定値を液化ガスが溶解する前の高圧容器３内の圧力と比較することにより、高圧容器３内の圧力変化を検出し、該検出した圧力変化に基づいて液化ガス溶解水の密度を検出することから、液化ガスが水に溶解することにより低下する圧力に対し、低下した圧力に反して上昇する液化ガス溶解水の密度を高精度に検出することがで

きる。
この場合、本発明が高精度の密度測定方法として成り立つ基本原理は、「液体は圧力変化に対して密度変化は僅かである」という性質を利用したものであり、計測したい密度変化は僅かであるが、それを圧力変化という自然のアンプを通して計測するところに特徴がある。
例えば、７℃大気圧（０．１ＭＰａ）の水が、同温度の１００ＭＰａ（圧力に換算して１０００倍）になった時の密度増加は僅かに４．４％に過ぎない。
この数値をみれば、圧力変化のデータから逆に密度変化を検出することの高精度性が理解できる。
なお、本方法が成り立つには、圧力変化による高圧容器の変形は弾性範囲内に入っていることが必要である。
しかし、通常、高圧容器として設計された容器であれば、この条件は十分満足している。
【００１７】
以上、本発明の実施例を説明したが、本発明の液化ガス溶解水の密度測定方法は、この実施例の記載に限定されるものではなく、例えば、メタン等の二酸化炭素以外の液化ガス溶解水の絶対計測にもそのまま利用できるなど、その趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更することが可能である。
【００１８】
【発明の効果】
本発明の液化ガス溶解水の密度測定方法によれば、高圧容器内の温度を一定に保持するとともに、液化ガスが溶解した後の高圧容器内の圧力を測定し、該測定値を液化ガスを導入する前の高圧容器内の圧力と比較することにより高圧容器内の圧力変化を検出し、該検出した圧力変化に基づいて液化ガス溶解水の密度を検出することから、液化ガスが水に溶解することにより低下する圧力に対し、低下した圧力に対応して上昇する液化ガス溶解水の密度を高精度に検出することができる。
この場合、液体の密度の変化は圧力変化に比べて僅かであることから、逆に密度の変化を圧力変化を通して見ることにより、僅かな密度の変化でも極めて正確に絶対測定することができ、これにより、液化ガス溶解水密度の上昇率を高精度に検出することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の液化ガス溶解水の密度測定方法を実施するための測定装置の一例を示す説明図である。
【符号の説明】
１　ボンベ
２　ポンプ
３　高圧容器
４　温度センサ
５　温度制御装置
６　圧力センサ

【図１】


Gas抜き
6
P
大気圧下卓上プール
バルブ
4
T
水
5
高精度温
度調節器
3
圧力容器
（1リットル程度）
バルブ
バルブ
バルブ
水温均質化用攪拌機
71
高水圧ポンプ
1
CO2ボンベ
2
CO2用
高圧ポ
ンプ
Wi
9
抜水重量計測
バルブ
8
蒸留水タンク
バルブ
72
低水圧ポンプ