

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第5865560号
(P5865560)

(45) 発行日 平成28年2月17日 (2016. 2. 17)

(24) 登録日 平成28年1月8日 (2016. 1. 8)

(51) Int. Cl.

F I

B O 1 F 5/02 (2006. 01)

B O 1 F 5/02 A

B O 1 F 3/04 (2006. 01)

B O 1 F 3/04 Z

B O 1 F 5/10 (2006. 01)

B O 1 F 5/10

B O 1 F 15/02 (2006. 01)

B O 1 F 15/02 A

C O 2 F 1/68 (2006. 01)

B O 1 F 15/02 C

請求項の数 10 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-529952 (P2015-529952)
 (86) (22) 出願日 平成27年5月26日 (2015. 5. 26)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/065103
 審査請求日 平成27年6月25日 (2015. 6. 25)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-108780 (P2014-108780)
 (32) 優先日 平成26年5月27日 (2014. 5. 27)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 512179429
 株式会社光未来
 東京都渋谷区道玄坂 1-15-3 プリメ
 ラ道玄坂 206
 (74) 代理人 110001184
 特許業務法人むつきパートナーズ
 (72) 発明者 水谷 祐太
 東京都渋谷区道玄坂一丁目 15 番 3 号プリ
 メーラ道玄坂 206 株式会社光未来内
 (72) 発明者 張 文士
 東京都渋谷区道玄坂一丁目 15 番 3 号プリ
 メーラ道玄坂 206 株式会社光未来内

審査官 西山 真二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気体溶解装置及び気体溶解方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水に水素を溶解させて水素水を生成し取出口から吐出させる気体溶解装置であって、
 固体高分子膜 (P E M) を挟んだ電気分解により水素を発生させる水素発生手段と、
 前記水素発生手段からの水素を水素バブルとして水に与えて加圧送水する加圧型気体溶
 解手段と、

前記加圧型気体溶解手段で生成した水素水を導いて貯留する溶存槽と、

前記溶存槽及び前記取出口を接続する管状路と、を含み、

前記溶存槽に貯留された水素を飽和状態で含む前記水素水を前記加圧型気体溶解手段に
 送出し加圧送水して循環させ前記水素バブルをナノバブルとするとともにこの一部を前記
 水素発生手段に導き電気分解に供することを特徴とする気体溶解装置。

【請求項 2】

前記溶存槽から前記加圧型気体溶解手段を経て前記溶存槽への循環経路において、前記
 加圧型気体溶解手段は生成した前記水素バブルを時間とともに平均径を小さくするよう
 に加圧送水することを特徴とする請求項 1 記載の気体溶解装
 置。

【請求項 3】

前記溶存槽は前記加圧型気体溶解手段からの前記水素水を加圧貯留することを特徴とす
 る請求項 2 記載の気体溶解装置。

【請求項 4】

前記溶存槽は少なくともその一部にフィルターを与えて前記水素バブルを維持することを特徴とする請求項 3 記載の気体溶解装置。

【請求項 5】

前記加圧型気体溶解手段はダイヤフラムポンプを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちの 1 つに記載の気体溶解装置。

【請求項 6】

前記管状路は前記取出口からの水素水の吐出動作による前記管状路内の圧力変動を防止し層流を形成させる降圧移送手段を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちの 1 つに記載の気体溶解装置。

【請求項 7】

前記降圧移送手段は前記管状路の前記取出口近傍に管径をより大若しくはより小とするテーパーを与えた圧力調整部を含むことを特徴とする請求項 6 記載の気体溶解装置。

【請求項 8】

水に水素を溶解させて水素水を生成し取出口から吐出させる気体溶解方法であって、固体高分子膜 (P E M) を挟んだ電気分解により水素を発生させる水素発生手段と、前記水素発生手段からの水素を水素バブルとして水に与えて加圧送水する加圧型気体溶解手段と、

前記加圧型気体溶解手段で生成した水素水を導いて貯留する溶存槽と、

前記溶存槽及び前記取出口を接続する管状路と、において、

前記溶存槽に貯留された水素を飽和状態で含む前記水素水を前記加圧型気体溶解手段に送出し加圧送水して循環させ前記水素バブルをナノバブルとするとともにこの一部を前記水素発生手段に導き電気分解に供することを特徴とする気体溶解方法。

【請求項 9】

前記溶存槽から前記加圧型気体溶解手段を経て前記溶存槽への循環経路において、前記加圧型気体溶解手段は生成した前記水素バブルを時間とともに平均径を小さくするように加圧送水することを特徴とする請求項 8 記載の気体溶解方法。

【請求項 10】

前記溶存槽には少なくとも 200 nm 以下の平均径の水素バブルを与えることを特徴とする請求項 9 記載の気体溶解方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気体溶解装置及び気体溶解方法に関し、特に、気体を過飽和の状態に液体へ溶解させ、かかる過飽和の状態を安定に維持し提供できる気体溶解装置及び気体溶解方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、水やお茶といった飲料に二酸化炭素や水素等の気体を充填した清涼飲料水などが販売されている。このように、液体に充填させた気体を摂取することにより、気体のままでは、なかなか人間の体内に取り込めなかったものを、容易に体内に取り込むことができ、個々の気体が有する有用な効果を発揮しやすくしている。

【0003】

例えば、水やお茶といった飲料に水素ガスを充填した清涼飲料水などが販売されている。これは、液体に充填させた水素ガスを摂取することにより、人間の体内に存在する活性酸素を還元させることを目的としている。

【0004】

一方、活性酸素は、クエン酸サイクルで A T P (アデノシン三リン酸) を作り出す時に重要な役割を果たすなど、生命維持に必須であるとともに、体内へ侵入してきた異物を排除する役割も担っていることが判ってきている。また、生体内の反応などで用いられなかった活性酸素は、通常、細胞内に存在する酵素によって分解される。しかしながら、すべ

10

20

30

40

50

ての活性酸素が酵素によって分解されるわけではなく、余剰の活性酸素が分解されずに存在することになる。その結果、余剰の活性酸素により細胞が損傷され、癌や生活習慣病等の疾病、および老化などを招来する原因となり、余剰の活性酸素を排除することが健康維持のために求められている。

【 0 0 0 5 】

そこで、近年、かかる余剰の活性酸素を排除する物質として水素が用いられている。水素は、その分子量がきわめて小さいために身体内に吸収されやすく、さらに水素が活性酸素と反応すると水に変化するもので、安全性が高いなどの理由を有するからである。また、数多い活性酸素の中でも特にヒドロキシラジカルのみを選んで還元し、身体に有用な活性酸素に影響を与えないからである。

10

【 0 0 0 6 】

このように、特段の害も無く、病気予防や健康増進につながると考えられる水素の病理学的な有効性については、非特許文献 1 ~ 1 0 など多くの学術誌等で報告されており、枚挙にいとまがない。

【 0 0 0 7 】

上記のとおり、水素ガスの摂取は、病気予防や健康増進といった有用な効果を奏する。また、他の気体の摂取は、それぞれに特有の病気予防や健康増進といった有用な効果を奏する。そのため、水素等の気体を液体に溶解することを目的として、種々の手段が公開されている。

【 0 0 0 8 】

20

例えば、特許文献 1 には、密閉容器 (A) 中で飲料水と水素ガス若しくは水素ガスを含む混合気体を加圧状態で接触させて該飲料水に水素を溶解させて水素水を生水する方法に於いて、容器 (A) 内の水素水が利用のために排出されて、容器 (A) の内圧が低下した時点で排出を停止し、その後新規な飲料水を密閉状態の容器 (A) に充填することで容器 (A) の内圧を上昇させ、再度容器 (A) 内に充填された飲料水に水素を溶解させる水素水の生水方法が、開示されている。また、特許文献 2 には、飲料に供する水素水であって、水素ガスを飽和状態に溶解した溶解水を、オリフィスの小孔を通過して圧力を解放することにより溶解していた水素ガスを微細な気泡として発生させ、この微細な気泡を網部材に導いて通過させることにより微細化させて、粒径が $1\ \mu\text{m}$ ~ $50\ \mu\text{m}$ 程度の微細気泡にし、この粒径が $1\ \mu\text{m}$ ~ $50\ \mu\text{m}$ 程度の水素ガスのマイクロバブルを含有していることを特徴とする水素水が、開示されている。さらに、特許文献 3 には、空気中の水分を結露させて凝縮した結露水を生成する結露装置と、この結露水に対して水素発生反応を生じさせることによって、活性水素を溶存した水素水を生成する水素水化処理装置と、この水素水から不純物を除去して、水素水とするフィルタユニットと、この水素水を貯留して、飲料水として供給する飲料水サーバとから構成したことを特徴とする水素水製造装置が、開示されている。

30

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 4 には、(イ)管体と、(ロ)管体の一方の端部に形成され、原料水を高圧で供給する原料水供給系と、(ハ)管体に水密結合され、原料水供給系から供給された原料水に対して、ほぼ直角に水素を供給する水素供給系と、(ニ)管体内において前記水素供給系の下流に管体の長手方向に形成され、原料水供給系から管体に供給された原料水と、水素供給系から管体に供給された水素の混合流体を拡散させるための拡散室と、(ホ)拡散室に充填され、所定の孔径を有し、供給された水素を微細気泡として通過させるための多孔質要素と、(ヘ)管体の他方の端部に形成され、製造された加水素水を排出する排出口と、を備えている水素を微細気泡として大量に含んだ加水素水の製造装置が、開示されている。さらに、特許文献 5 には、水供給部と、水素供給部と、前記各供給部から水と水素の供給を受けて水素混入水を吐出する気液混合ポンプと、気液混合ポンプから吐出される水素混入水が攪拌される攪拌部と、攪拌部からの水素混入水が所定の滞流をなし溶存水素以外の水素を放出させる放気安定槽とを含んで構成されることを特徴とする水素水の連続製造装置が、開示されている。さらにまた、特許文献 6 には、貯留した水に水

40

50

素を溶解させるための容器と、水素化マグネシウムの加水分解により水素を発生させる水素発生部と、該水素発生部で発生した水素を前記容器に供給する水素供給管と、前記容器に貯留された水に加圧された水素が溶解してなる水素水を外部へ供給する水素水供給管とを備える水素水製造装置が、開示されている。

【0010】

また、特許文献7には、加圧液体と加圧気体とを接触させることにより、気体を液体に溶解させる加圧型気体溶解機構と、液体流路において該加圧型気体溶解機構の後に設置された降圧機構とで構成される気体溶解装置であって、降圧機構が、複数のキャピラリーの内側に加圧液体を流すことにより、液体を降圧させるべく構成されたものであることを特徴とする気体溶解装置が、開示されている。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】Nature Medicine, 2007, Vol.13, p688-694

【非特許文献2】T.Itoh et al., Biochem.Biophys.Res.Comm., 411(2011), pp143-144

【非特許文献3】S.Kajiyama et al., Nutrition Research, 28(2008), pp137-143

【非特許文献4】N.Atsunori et al., BJ.Heart and Lung Transplantation

【非特許文献5】小山勝弘他、アンチ・エイジング医学、日本抗加齢医学会雑誌、Vol.4, No.1, pp117-122

【非特許文献6】y.Saito, Exp.Oncology, 31(2009), pp156-162

20

【非特許文献7】太田成男、大沢郁朗他、実験医学、MoI.26, No.13(2008年, 8月号), pp2074-2080

【非特許文献8】H.Oharazawa et al., Investigative Ophthalmology & Visual Sci., 51(2010), pp487-492

【非特許文献9】M.Dole, Science, New Series, 190, 4210(Oct.10, 1975), pp152-154

【非特許文献10】B.Ghrib et al., Life Sci., 324(2001), pp719-724

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特開2013-126650号公報

【特許文献2】特許第5342156号公報

30

【特許文献3】特開2013-94757号公報

【特許文献4】特開2007-237161号公報

【特許文献5】特開2008-6365号公報

【特許文献6】特開2013-22567号公報

【特許文献7】特開平8-89771号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

上記特許文献1～6記載の技術は、水素水を得ることはできるものの、気体を過飽和の状態に液体へ溶解させ、この過飽和の状態を安定に維持できるものではなく、提供される水素水の濃度が低く、十分な水素水の効果が得られるものではなかった。さらに、装置が大掛かりであるため十分なスペース等が必要となり、ウォーターサーバー等へ容易に取付けることができないという問題点があった。

40

【0014】

また、特許文献7記載の技術は、降圧機構が複数のキャピラリーを有しているため、降圧機構のスペースを広く取る必要があり、ウォーターサーバー等に容易に取付けることができないという問題点があった。さらに、複数のキャピラリーを有しているため製造や故障時の修理が煩雑になり、ウォーターサーバー等に取付けて使用するには、実用化の面で問題があった。

【0015】

50

そこで、本発明の目的は、前記の従来技術の問題点を解決し、気体を過飽和の状態に液体へ溶解させ、かかる過飽和の状態を安定に維持しこれを提供でき、さらにウォーターサーバー等へ容易に取付けることができる気体溶解装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明者らは、前記課題を解決すべく鋭意検討を行った結果、降圧移送手段を設け、さらに液体にかかる圧力を調整することで、前記目的を達成し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0017】

即ち、本発明の気体溶解装置は、水に水素を溶解させて水素水を生成し取出口から吐出させる気体溶解装置であって、生成した水素水を導いて加圧し貯留する溶存槽と、前記溶存槽及び前記取出口を接続する管状路において前記取出口からの水素水の吐出動作による前記管状路内の圧力変動を防止し層流を形成させる降圧移送手段と、を含むことを特徴とする。かかる発明によれば、生成した水素水から水素を離脱させることなくこの外部に提供することができるのである。

【0018】

上記発明において、前記降圧移送手段は前記管状路の前記取出口近傍に管径をより大若しくはより小とするテーパーを与えた圧力調整部を含むことを特徴としてもよい。

【0019】

上記発明において、前記溶存槽には、ダイヤフラムポンプにより水と水素バブルとを同時に加圧送水する加圧型気体溶解手段が接続されていることを特徴としてもよい。

【0020】

上記発明において、前記管状路の内径及び長さをそれぞれ X 、 L とし、前記加圧型気体溶解手段に加えられている圧力を Y としたときに、前記管状路内の水素水に層流を形成させるよう X 、 Y 及び L の値が選択されていることを特徴としてもよい。

【0021】

上記発明において、前記溶存槽に加圧貯留された水素水を再度、前記加圧型気体溶解手段に送出し水素バブルと同時に加圧送水することを特徴としてもよい。

【0022】

上記発明において、前記溶存槽に加圧貯留された水素水を水槽中に導き、前記水槽中の水を前記加圧型気体溶解手段に送出し水素バブルと同時に加圧送水することを特徴としてもよい。

【0023】

また、本発明の気体溶解方法は、水に水素を溶解させて水素水を生成し取出口から吐出させる気体溶解方法であって、生成した水素水を導いて加圧貯留する溶存槽と、前記溶存槽及び前記取出口を接続する管状路と、を少なくとも含む気体溶解装置において、前記取出口からの水素水の吐出動作による前記管状路内の圧力変動を防止し前記管状路内に層流を形成させることを特徴とする。

【0024】

上記発明において、前記気体溶解装置は前記溶存槽に接続され且つダイヤフラムポンプにより水と水素バブルとを同時に加圧送水する加圧型気体溶解手段を更に含み、

前記溶存槽に加圧貯留された水素水を再度、前記加圧型気体溶解手段に送出し水素バブルと同時に加圧送水することを特徴としてもよい。

【0025】

上記発明において、前記溶存槽に加圧貯留された水素水を水槽中に導き、前記水槽中の水を前記加圧型気体溶解手段に送出し水素バブルと同時に加圧送水することを特徴としてもよい。

【0026】

上記発明において、前記溶存槽には少なくとも 200 nm 以下の平均径の水素バブルを含む水素水を加圧貯留させることを特徴としてもよい。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 7 】

【図 1】本発明の気体溶解装置を示す図である。

【図 2】本発明の気体溶解工程を示す図である。

【図 3】本発明の気体溶解装置の使用の一例を示す図である。

【図 4】図 3 の装置における気体溶解工程を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 8 】

以下、本発明の気体溶解装置について具体的に説明する。

【 0 0 2 9 】

図 1 は、本発明の気体溶解装置の一例を示す断面図である。図中、1 は気体溶解装置、2 は気体発生手段、3 は加圧型気体溶解手段、4 は溶存槽、5 は降圧移送手段である。気体溶解装置 1 は、気体を発生させる気体発生手段 2 と、この気体を加圧して液体に溶解させる加圧型気体溶解手段 3 と、気体を溶解している液体を溶存及び貯留する溶存槽 4 と、この液体が細管 5 a を流れることで降圧する降圧移送手段 5 と、を有している。

【 0 0 3 0 】

ここで、降圧移送手段 5 は、溶存槽 4 及び取出口 1 0 を接続する管状路 5 a において、取出口 1 0 からの水素水の吐出動作による管状路 5 a 内の圧力変動を防止しこの中に層流を形成させる。例えば、降圧移送手段 5 の管状路 5 a は、内部を流れる液体の圧力にもよるが比較的長尺であり径の小さいことが好ましく、管状路 5 a の取出口近傍に管径を絞った若しくは拡げたテーパーを与えた圧力調整部を含むものであってもよい。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の気体溶解装置 1 において、細管 5 a の内径を $X \text{ mm}$ とし、加圧型気体溶解手段 3 により加えられる圧力を $Y \text{ MPa}$ としたときに、細管 5 a 内に層流を形成させるようなものであって、 X / Y の値が、 $1.00 \sim 12.00$ であることを特徴とするものであり、さらに、 X / Y の値が、 $3.30 \sim 10.0$ であることが好ましく、 $4.00 \sim 6.67$ であることがより好ましい。気体を過飽和で溶存させている液体が、かかる条件で細管 5 a 中を層流状態で流れて降圧移送されることで、気体を過飽和の状態に液体に溶解させ、さらに過飽和の状態を安定に維持し移送することができる。ここで、「過飽和」とは、気体の液体への溶解度は温度により異なるが、ある温度 A () における気体の液体への溶解量が、その温度 A () における溶解度より多く存在している状態を示す。

【 0 0 3 2 】

さらに、図 1 では、気体発生手段 2 は、水素発生手段 2 1 を有し、さらにまたイオン交換手段 2 2 を有している。また、水素発生手段 2 1 が、電気分解により水素を発生させるもので、例えば、固体高分子膜 (P E M) 方式として知られる公知の装置であっても良い。なお、イオン交換手段 2 2 はイオン交換樹脂等を用いてイオン交換を行うものであり、気体発生手段 2 はイオン交換手段 2 2 を有していることが好ましいが、必須のものではない。

【 0 0 3 3 】

図 1 では、今回、液体として水を使用している。図 2 を併せて参照すると、液体吸入口 7 から水を吸入し (S 1)、加圧型気体溶解手段 3 の吸入口 8 を経由してポンプ 3 a で吸入し後述する水素発生手段 2 1 からの水素を配管内にて合流させ混合し (S 2 ')、加圧溶解 (S 2) 後、この吐出口 9 から水を吐出する。吐出された水の一部を分離し (S 2 ' ')、イオン交換手段 2 2 でイオン交換し (S 3) 水素発生手段用取入口 2 3 を経由して水素発生手段 2 1 に送られる。水素発生手段 2 1 では、イオン交換された水を用いて電気分解 (S 4) により水素を発生させ水素供給管 2 4 を通して加圧型気体溶解手段 3 の吸入口 8 へと送られる。また、電気分解により発生した酸素は、酸素排出口 2 5 を通して気体溶解装置 1 の外へと排出される。

【 0 0 3 4 】

電気分解により発生した水素は加圧型気体溶解手段 3 の吸入口 8 へと送られ、そのポン

10

20

30

40

50

プ3aにより加圧されることで、液体吸入口7から吸入した水に加圧溶解される。水素を加圧溶解した水は、加圧型気体溶解手段3の吐出口9から吐出され、溶存槽4に過飽和の状態に溶存される(S5)。溶存槽4に溶存された液体は、降圧移送手段5である細管5a内で層流状態を維持して流れることで降圧され(S6)、水素水吐出口10から外部へ吐出される(S7)。

【0035】

また、本発明の気体溶解装置1は、降圧移送手段5である細管5aの内径Xが、1.0mm以上5.0mm以下であることが好ましく、1.0mmより大きく3.0mm以下であることがより好ましく、2.0mm以上3.0mm以下であることが好ましい。かかる範囲とすることで、特開平8-89771号公報記載の技術のように、降圧するために10本以上の細管を設置する必要が無く、細管5aを1本有することで降圧することができるとともに、管内に層流を形成し得る。また、ウォーターサーバー等に容易に取付けることができ、さらに、製造や故障時の修理が容易になり、ウォーターサーバー等への取付けがより容易になる。なお、本発明において、細管の内径Xとは、単管の場合の内径だけではなく、例えば、二重管中の細管の内径X等も含むものであり、形状は問わない。

【0036】

さらに、本発明において、20における加圧型気体溶解手段3の圧力Yとしては、0.10~1.0MPaであることが好ましく、0.15~0.65MPaであることがより好ましく、0.20~0.55MPaであることがさらにより好ましく、0.23~0.50MPaであることが最も好ましい。圧力をかかる範囲とすることで、気体を液体中に容易に溶解できる。また、加圧型気体溶解手段3は、吐出口9の方向を上向きに設置することが好ましい。これにより、ポンプ圧送効率が上がり気体の溶解効率を高めることができる。

【0037】

さらにまた、本発明の気体溶解装置1は、加圧型気体溶解手段3で加圧して気体を溶解した液体を、排出せずに循環して加圧型気体溶解手段3に送り、循環した後に、降圧移送手段5に送ることが好ましい。これにより、より気体の溶解濃度を高めることができる。また、循環回数としては、特に限定されないが、1~10回以内で最高溶存濃度に達することであることが好ましく、1~5回で最高溶存濃度に達することがより好ましい。

【0038】

さらに、本発明の気体溶解装置1は、気体発生手段2と、加圧型気体溶解手段3とを制御するコントロール機構6を有することが好ましい。コントロール機構6は、電源プラグ61により電源に接続されている。また、コントロール機構6は、気体発生手段2と接続されている配線62と、加圧型気体溶解手段3と接続されている配線63で、気体発生手段2および加圧型気体溶解手段3と接続されている。これにより、電力を用いて気体発生手段2と、加圧型気体溶解手段3とを制御することができる。

【0039】

さらにまた、本発明の気体溶解装置1は、コントロール機構6により、気体発生手段2と加圧型気体溶解手段3の稼働時間が5~60分間であり、かつこの稼働時間の1~5倍の停止時間で、気体発生手段2と加圧型気体溶解手段3を制御することが好ましく、気体発生手段2と加圧型気体溶解手段3の稼働時間が10~30分間であり、かつこの稼働時間の2~4倍の停止時間で、気体発生手段2と加圧型気体溶解手段3を制御することがより好ましく、気体発生手段2と加圧型気体溶解手段3の稼働時間が10~20分間であり、かつこの稼働時間の3倍の停止時間で、気体発生手段2と加圧型気体溶解手段3を制御することが最も好ましい。かかる制御により、効率よく水素を液体に飽和状態で溶解することができる。なお、制御は、前記コントロール機構にタイマー機能を持たせて行うことができる。

【0040】

また、本発明の気体溶解装置1は、加圧型気体溶解手段3としては気体と液体とを同時に加圧して気体を液体に溶解できるものであり、特に限定されないが、ダイヤフラムポン

10

20

30

40

50

プ 3 a を含むことが好ましい。ダイヤフラムポンプ 3 a を用いることで、より小スペースに加圧型気体溶解手段 3 を設けることができる。

【 0 0 4 1 】

さらに、本発明の気体溶解装置 1 は、流量に対して 1 / 3 の容量の溶存槽 4 となるように、溶存槽 4 を 1 個または 2 個以上複数有することが好ましく、特に 2 個以上有することが好ましい。2 個以上とすることで、より効率よく短時間で気体を高濃度に溶解できる。図 1 では、多孔質体などからなるマイクロフィルターを内部に含む溶存タンク 4 1 と活性炭フィルターを内部に含む溶存タンク 4 2 を有しており、これにより過飽和の状態をより安定に維持することができる。

【 0 0 4 2 】

また、本発明において、溶存槽 4 としては、気体を溶解した状態で加圧下で溶存できれば、特に形状等は限定されず、マイクロフィルターや活性炭（カーボン）フィルターは他のフィルターであってもよい。さらに、溶存槽 4 は、溶存タンク 4 1 の上側から気体を溶解した液体を取り込み、下側から降圧移送手段 5 へと送られることが好ましい。これにより、溶存タンク 4 1 中の上部に気体が溜まることで液体と気体を分離出来、気体が溶存した液体のみが降圧移送手段 5 へと送ることができるため、気体のみを降圧移送手段 5 へと送られることを防止でき、気体の溶解を安定した状態で生成・維持できる。

【 0 0 4 3 】

図 3 は、本発明の気体溶解装置の使用の一例を示す図である。図中、100 はウォーターサーバーである。ウォーターサーバー 100 に気体溶解装置 1' を取付けることで、ウォーターサーバー 100 中の水を用いて、水素ガスを発生させ、さらにそれを用いて過飽和の水素水を供給することができる。また、過飽和の水素水をウォーターサーバー 100 中に保存できるとともに、循環できるので、常に過飽和の水素水を供給することができる。

【 0 0 4 4 】

詳細には、図 4 を併せて参照すると、ウォーターサーバー 100 から水、気体発生手段 2 から水素を同時に加圧型気体溶解手段 3 のダイヤフラムポンプ 3 a に導かれ、これで加圧しながらバブリングし水素水を得る。かかる水素水はダイヤフラムポンプ 3 a での加圧状態を維持しながら、多孔質体などからなるマイクロフィルター（溶存タンク）4 1、活性炭フィルター（溶存タンク）4 2 を通じて、降圧移送手段 5 の細管 5 a を経て再び、ウォーターサーバー 100 に導かれる。また、ダイヤフラムポンプ 3 a を出た水素水の一部は、イオン交換手段 2 2 を介して水素発生手段 2 1 に送られ電気分解されて水素を発生させる。かかる水素は気体溶解装置 3 のダイヤフラムポンプ 3 a に送られる。

【 0 0 4 5 】

かかる装置で、約 30 分間稼働させたところ、500 nm 以下のナノバブルが光学的に観察され、引き続き 3 日間稼働させたところ、200 nm 程度のナノバブルが光学的に観察された。

【 0 0 4 6 】

上記では、気体として水素を用いた例を示したが、他の気体を過飽和の状態に溶解することも可能である。例えば、気体発生手段 2 として炭酸ガスボンベ、窒素ガスボンベ、酸素ガスボンベ等を用いれば、種々の気体を過飽和で溶解することができる。これにより、水素、二酸化炭素、窒素および酸素からなる群より選ばれる一種以上の気体を液体に過飽和で溶解することができる。

【 0 0 4 7 】

ただし、気体としては水素が最も好ましい。水素は分子量が小さく、しかも液体中の内容物と内容物の間、例えば水と水との分子の間に入って、より過飽和の状態を維持しやすいと考えられる。また、水素の液体中の濃度が 7 で 2.0 ppm より大きいことが好ましく、2.0 ~ 8.0 ppm であることが好ましい。2.0 ppm より大きいことで過飽和状態を維持できる。

【 0 0 4 8 】

さらに、本発明において、液体の温度を 30 ~ 95 で水素を溶解することができ、液

10

20

30

40

50

体中の濃度が42で2ppmより大きいことが好ましく、3～4ppmであることが好ましい。2ppmより大きいことで、水素水をシャワーや入浴等にも使用できる。また、お湯の温度80時の水素溶存濃度が1.0ppm以上であることが好ましい。

【0049】

また、本発明において、気体として水素が用いられる場合、上記図1および図3の水素発生手段21に示すように、電気分解により発生した水素であることが好ましい。例えば、固体高分子膜(PEM)方式でなくとも、25%KOHを含む水溶液をアルカリ式電解槽にいれ、これを電気分解することで水素を発生させ、かかる水素を気体として使用することができる。これにより、従来の水素ポンプによる充填では約15MPa必要であるのに対し、約1MPa以下の圧力で使用することができ、より安全に使用できる。また、オンサイトで水素発生手段21から発生した水素を気体として使用することで、ポンプから供給する場合と比較してコストを格段に安くすることができる。

10

【0050】

また、本発明において、液体としては、特に限定されないが、水、お茶、コーヒー等の飲料等を挙げることができ、特に水が好ましい。水は、種々の気体を溶解することができるとともに、他の成分の影響を最小限にすることができる。

【0051】

また、本発明において、降圧移送手段5である細管は、本発明の効果を妨げない範囲において、通常の液体や気体を流す際に使用できる部材を使用することができ、例えば、ポリプロピレン製の細管を使用できる。また、細管の外部にアルミを蒸着するなど、気体の漏れが無い構造とすることが好ましい。

20

【0052】

以下、本発明について、実施例を用いてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【実施例】

【0053】

(実施例1)

図1に示す気体溶解装置1を図3に示すように市販のウォーターサーバー100に接続して、4回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段5の細管5aは、内径2mmで長さ1.6mのポリプロピレン製のものを使用した。圧力を0.41MPa、水素発生量を21cm³/min、水の流量を730cm³/minで行った。30分運転後の水中の水素濃度は、7で6.5ppmの水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

30

【0054】

(実施例2)

図1に示す気体溶解装置1を水道に接続して、4回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段5の細管5aは、内径2mmで長さ1.6mのポリプロピレン製のものを使用した。圧力を0.25MPa、水素発生量を21cm³/min、水の流量を730cm³/minで行った。30分運転後の水中の水素濃度は、11で2.6ppmの水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

40

【0055】

(実施例3)

図1に示す気体溶解装置1を図3に示すように市販のウォーターサーバー100に接続して、4回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段5の細管5aは、内径2mmで長さ1.6mのポリプロピレン製のものを使用した。圧力を0.30MPa、水素発生量を21cm³/min、水の流量を730cm³/minで行った。30分運転後の水中の水素濃度は、7で5.9ppmの水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

【0056】

(実施例4)

図1に示す気体溶解装置1を図3に示すように市販のウォーターサーバー100に接続して、4回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段5の細管5aは、内径2mmで長

50

さ 1.5 m のポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.35 MPa、水素発生量を $25 \text{ cm}^3 / \text{min}$ 、水の流量を $590 \text{ cm}^3 / \text{min}$ で行った。30 分運転後の水中の水素濃度は、7 で 3.0 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

【0057】

(実施例 5)

図 1 に示す気体溶解装置 1 を図 3 に示すように市販のウォーターサーバー 100 に接続して、4 回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段 5 の細管 5a は、内径 2 mm で長さ 1.6 m のポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.38 MPa、水素発生量を $25 \text{ cm}^3 / \text{min}$ 、水の流量を $560 \text{ cm}^3 / \text{min}$ で行った。30 分運転後の水中の水素濃度は、7 で 3.8 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

10

【0058】

(実施例 6)

図 1 に示す気体溶解装置 1 を図 3 に示すように市販のウォーターサーバー 100 に接続して、4 回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段 5 の細管 5a は、内径 2 mm で長さ 1.8 m のポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.40 MPa、水素発生量を $25 \text{ cm}^3 / \text{min}$ 、水の流量を $540 \text{ cm}^3 / \text{min}$ で行った。30 分運転後の水中の水素濃度は、7 で 4.2 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

【0059】

(実施例 7)

図 1 に示す気体溶解装置 1 を図 3 に示すように市販のウォーターサーバー 100 に接続して、4 回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段 5 の細管 5a は、内径 2 mm で長さ 1.8 m のポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.45 MPa、水素発生量を $20 \text{ cm}^3 / \text{min}$ 、水の流量を $560 \text{ cm}^3 / \text{min}$ で行った。30 分運転後の水中の水素濃度は、7 で 4.5 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

20

【0060】

(実施例 8)

図 1 に示す気体溶解装置 1 を図 3 に示すように市販のウォーターサーバー 100 に接続して、4 回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段 5 の細管 5a は、内径 2 mm で長さ 1.8 m のポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.50 MPa、水素発生量を $15 \text{ cm}^3 / \text{min}$ 、水の流量を $570 \text{ cm}^3 / \text{min}$ で行った。30 分運転後の水中の水素濃度は、7 で 4.2 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

30

【0061】

(実施例 9)

図 1 に示す気体溶解装置 1 を図 3 に示すように市販のウォーターサーバー 100 に接続して、4 回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段 5 の細管 5a は、内径 2 mm で長さ 2.0 m のポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.60 MPa、水素発生量を $15 \text{ cm}^3 / \text{min}$ 、水の流量を $460 \text{ cm}^3 / \text{min}$ で行った。30 分運転後の水中の水素濃度は、7 で 3.4 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

【0062】

(実施例 10)

図 1 に示す気体溶解装置 1 を図 3 に示すように市販のウォーターサーバー 100 に接続して、4 回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段 5 の細管 5a は、内径 2 mm で長さ 1.4 m のポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.20 MPa、水素発生量を $30 \text{ cm}^3 / \text{min}$ 、水の流量を $550 \text{ cm}^3 / \text{min}$ で行った。30 分運転後の水中の水素濃度は、7 で 2.7 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

40

【0063】

(実施例 11)

図 1 に示す気体溶解装置 1 を図 3 に示すように市販のウォーターサーバー 100 に接続して、4 回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段 5 の細管 5a は、内径 2 mm で長さ 3 m のポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.50 MPa、水素発生量を 20

50

cm^3/min 、水の流量を $550\text{ cm}^3/\text{min}$ で行った。30分運転後の水中の水素濃度は、7 で 2.4 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

【0064】

(実施例12)

図1に示す気体溶解装置1を図3に示すように市販のウォーターサーバー100に接続して、4回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段5の細管5aは、内径3mmで長さ4mのポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.35 MPa 、水素発生量を $20\text{ cm}^3/\text{min}$ 、水の流量を $650\text{ cm}^3/\text{min}$ で行った。30分運転後の水中の水素濃度は、7 で 3.5 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

【0065】

10

(実施例13)

図1に示す気体溶解装置1を図3に示すように市販のウォーターサーバー100に接続して、4回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段5の細管5aは、内径3mmで長さ2.5mのポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.25 MPa 、水素発生量を $20\text{ cm}^3/\text{min}$ 、水の流量を $700\text{ cm}^3/\text{min}$ で行った。30分運転後の水中の水素濃度は、7 で 3.0 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持していた。

【0066】

(比較例1)

図1に示す気体溶解装置1を図2に示すように市販のウォーターサーバー100に接続して、4回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段5の細管5aは、内径2mmで長さ0.4mのポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.05 MPa 、水素発生量を $21\text{ cm}^3/\text{min}$ 、水の流量を $960\text{ cm}^3/\text{min}$ で行った。30分運転後の水中の水素濃度は、7 で 1.6 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持できなかった。

20

【0067】

(比較例2)

図1に示す気体溶解装置1を図2に示すように市販のウォーターサーバーに接続して、4回循環して、水素水を生成した。降圧移送手段5の細管5aは、内径3mmで長さ0.8mのポリプロピレン製のものを使用した。圧力を 0.08 MPa 、水素発生量を $21\text{ cm}^3/\text{min}$ 、水の流量を $900\text{ cm}^3/\text{min}$ で行った。30分運転後の水中の水素濃度は、7 で 1.8 ppm の水素水となり、過飽和の状態を維持できなかった。

30

【0068】

実施例1～実施例13はいずれも過飽和状態の水素水を得ることができ、しかも持続的に維持できた。一方、比較例1および2では、過飽和状態の水素水を得ることができなかった。

【産業上の利用可能性】

【0069】

水道やウォーターサーバーだけでなく、お茶やジュース等の飲料、あるいは浴槽などにも取付けることができる。気体を過飽和の状態に溶解させ、かかる過飽和の状態を安定に維持することが求められる種々の液体に利用することができる。

【符号の説明】

40

【0070】

- 1 気体溶解装置
- 2 気体発生手段
 - 21 水素発生手段
 - 22 イオン交換手段
 - 23 水素発生手段用取入口
 - 24 水素供給管
 - 25 酸素排出口
- 3 加圧型気体溶解手段
- 4 溶存槽

50

- 4 1、4 2 溶存タンク
- 5 降圧移送手段
- 5 a 細管
- 6 コントロール機構
- 7、8 液体吸入口
- 9、10 吐出口
- 100 ウォーターサーバー

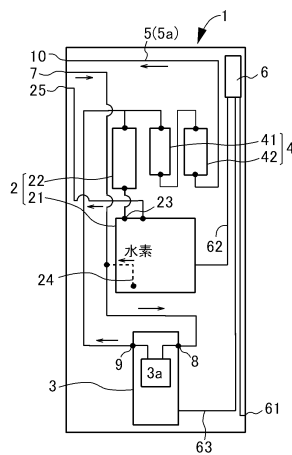
10

【要約】

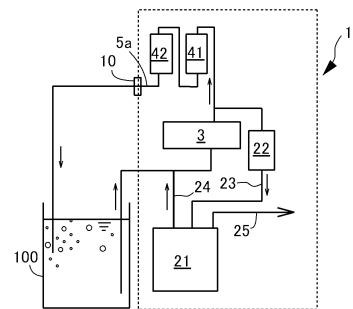
気体を過飽和の状態では液体に溶解させ、かかる過飽和の状態を安定に維持でき、さらにウォーターサーバー等へ容易に取付けることができる気体溶解装置を提供することである。

水に水素を溶解させて水素水を生成し取出口から吐出させる気体溶解装置である。生成した水素水を導いて加圧し貯留する溶存槽と、溶存槽及び取出口を接続する管状路において取出口からの水素水の吐出動作による管状路内の圧力変動を防止し層流を形成させる降圧移送手段と、を含むことを特徴とする。

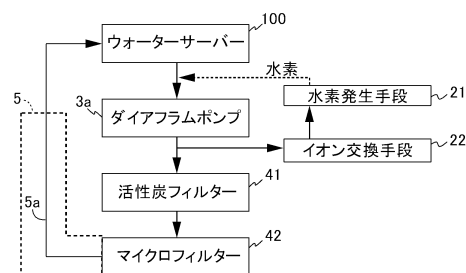
【図 1】



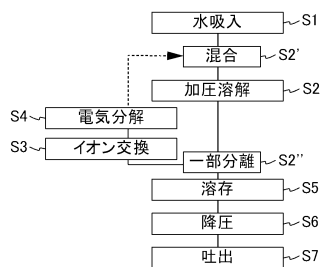
【図 3】



【図 4】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
C 0 1 B	3/00	(2006.01)	C 0 2 F	1/68 5 1 0 B
			C 0 2 F	1/68 5 2 0 B
			C 0 2 F	1/68 5 3 0 B
			C 0 1 B	3/00 Z

(56)参考文献 登録実用新案第3161567(JP, U)
 特開2004-350538(JP, A)
 特開2013-107060(JP, A)
 特開平03-146123(JP, A)
 特開2009-112979(JP, A)
 特開2011-020005(JP, A)
 特開2010-207691(JP, A)
 特開2013-094757(JP, A)
 特開平08-089771(JP, A)
 特開2008-188574(JP, A)
 特開2000-334283(JP, A)
 特開2010-115594(JP, A)
 登録実用新案第3190824(JP, U)
 特開2013-126650(JP, A)
 特許第5342156(JP, B2)
 特開2007-237161(JP, A)
 特開2008-006365(JP, A)
 特開2013-022567(JP, A)
 特開2011-194390(JP, A)
 特開2013-154342(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 0 1 F	1 / 0 0	-	5 / 2 6
C 0 2 F	1 / 6 8		