

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5709095号  
(P5709095)

(45) 発行日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)

(24) 登録日 平成27年3月13日 (2015. 3. 13)

(51) Int. Cl. F I  
**BO1D 19/00 (2006.01)** BO1D 19/00 F  
**CO2F 1/20 (2006.01)** CO2F 1/20 A

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-125597 (P2009-125597)	(73) 特許権者	309017138 イマテック株式会社 東京都中央区入船一丁目2番5号
(22) 出願日	平成21年5月25日 (2009. 5. 25)	(74) 代理人	100117732 弁理士 小澤 信彦
(65) 公開番号	特開2010-269287 (P2010-269287A)	(74) 代理人	100076163 弁理士 嶋 宣之
(43) 公開日	平成22年12月2日 (2010. 12. 2)	(72) 発明者	柄崎 英夫 東京都中央区京橋二丁目11番5号 イマ テック株式会社内
審査請求日	平成24年5月22日 (2012. 5. 22)	審査官	神田 和輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体中の溶存酸素除去方法及び液体中の溶存酸素除去装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸素が溶存する液体の送液管中に、後工程の降圧部で過飽和となる量の脱酸素用気体を添加し、この脱酸素用気体を添加した液体を昇圧部へ供給し、この昇圧部で上記液体を、前記添加された脱酸素用気体が完全に液体中に溶解するように飽和溶解圧力以上の圧力に昇圧し、その後、当該液体の圧力を降圧して、液体中から脱酸素用気体とともに酸素を除去する液体中の溶存酸素除去方法であって全工程が大気圧以上で行われる方法。

【請求項2】

酸素が溶存する液体を送液管へ導く送液手段と、送液管に設けた昇圧部と、この昇圧部の上流に脱酸素用気体を合流させる合流部と、上記昇圧部の下流において昇圧された液体を降圧する降圧部とを備え、脱酸素用気体を合流させて、後工程の降圧部で過飽和となる量の脱酸素用気体を存在させるとともに、この液体を、前記添加された脱酸素用気体が完全に液体中に溶解するように飽和溶解圧力以上の圧力に昇圧した後に、上記降圧部で当該液体の圧力を降圧して液体中から脱酸素用気体とともに酸素を除去する液体中の溶存酸素除去装置であって全体が大気圧以上で行われるように構成されている装置。

【請求項3】

上記昇圧部は、昇圧ポンプと、この昇圧ポンプの下流に送液管を介して接続した圧力調整手段とからなる請求項2記載の液体中の溶存酸素除去装置。

【請求項4】

上記降圧部は、気液分離機能を備えた請求項2または3に記載の液体中の溶存酸素除去装

置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体中の溶存酸素を除去する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液体中の溶存酸素の除去方法として、例えば、以下に示す特許文献1～4に記載された、液体に窒素ガスを混合してから減圧して溶存酸素を除去するものが従来から知られている。

10

<特許文献1>

特許文献1に記載された方法は、処理対象水と窒素ガスをスタティックミキサで乱流混合するだけであり、その後、このスタティックミキサに連結した気液分離ラインで上記窒素ガスを混合した処理対象水を減圧して気液分離するものである。

【0003】

<特許文献2>

特許文献2に記載された方法は、常温の処理対象水中に、窒素ガス注入装置で窒素ガスを微小気泡状として注入し、配管内で混合攪拌し、被処理水中の溶存酸素を窒素ガスの微小気泡中に放出させる。そして、この窒素ガスの気泡が大きくならないようにしながら、処理対象水を、窒素ガス雰囲気を保持したブレイクタンク内に噴出拡散させる。このようにブレイクタンク内に噴出拡散させることによる圧力低下により溶存酸素を放出するのである。

20

【0004】

<特許文献3>

特許文献3に記載された方法は、処理対象の水を加圧状態のまま第1気液混合槽にて窒素ガスと混合し、第1気液混合槽で混合した気液混合水をただちに減圧して気液を一次分離する。さらに、第1気液分離槽で気液分離された処理水を第2気液混合槽へ移送して窒素ガスと再度混合し、第2気液混合槽で得られた気液混合水をただちに減圧して気液を二次分離するものである。

<特許文献4>

30

特許文献4に記載された方法は、処理対象の液体を密封式の耐圧容器に収納し、この耐圧容器のヘッドスペースに、高圧の窒素ガスを導入して、液体を直接加圧する。その後、加圧された液体を、大気圧まで減圧して液体の溶存酸素を除去するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-129304号公報

【特許文献2】特許第2836821号公報

【特許文献3】特開2008-264686号公報

【特許文献4】特開2006-141319号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1～3に記載された従来の窒素混合法では、単に、液体に窒素ガスを混合しているだけで、特に、液体中に窒素ガスを溶解させるために圧力をかける考え方はない。

例えば、特許文献1に記載された方法は、処理対象水と窒素ガスを混合しているだけである。特許文献2に記載された方法は、処理対象水に混合した窒素ガスの気泡が大きくならないようにしているもので、処理対象水に圧力をかけて窒素ガスを溶解させるといった考え方はない。特許文献3に記載された方法は、気液混合槽で混合した気液混合水をただ

50

ちに減圧して気液を分離するものであって、この場合にも、処理対象水に圧力をかけて窒素ガスを溶解させるという考え方はない。

【0007】

いずれにしても、特許文献1～3に記載された方法では、液体に脱酸素用気体を溶解させるために圧力をかけていないので、液体中にたくさんの脱酸素用気体を溶解させることができない。脱酸素用気体の溶解量が少なければ少ないほど脱酸素量が少なくなり、溶存酸素量の除去効率が悪くなるという問題があった。このように脱酸素用気体の液体への溶解量が少なくても、脱酸素用気体を大量に供給すれば、脱酸素量を上げることができるが、その場合には脱酸素用気体の消費量が非常に多くなってしまいう問題が発生する。

【0008】

さらに、特許文献4の方法では、窒素ガスによって液体を加圧して窒素ガスの溶解度を高めるようにするので、高圧の窒素ガスを大量に必要とする。そのため、窒素ガスの消費量が多くなるという問題がある。また、高圧容器内に液体を入れてから、窒素ガスでその液体を加圧するので、連続処理に不向きであるという問題もある。

【0009】

この発明の目的は、液体中の溶存酸素を効率的に除去できるとともに、連続処理が可能な液体の溶存酸素除去方法及び液体の溶存酸素除去装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

第1の発明の液体中の溶存酸素除去方法は、酸素が溶存する液体の送液管中に、過飽和となる量の脱酸素用気体を添加し、この脱酸素用気体を添加した液体を昇圧部へ供給し、この昇圧部で上記液体を昇圧し、その後、当該液体の圧力を降圧して、液体中から脱酸素用気体とともに酸素を除去する点に特徴を有する。

第2の発明は、上記昇圧部で、上記液体を飽和溶解圧力以上に昇圧する点に特徴を有する。

なお、上記飽和溶解圧力とは、気体を完全に液体中に溶解させるために必要な圧力のことである。

【0011】

第3の発明は、酸素が溶存する液体を送液管へ導く送液手段と、送液管に設けた昇圧部と、この昇圧部の上流に脱酸素用気体を合流させる合流部と、上記昇圧部の下流において昇圧された液体を降圧する降圧部とを備え、脱酸素用気体を合流させて、液体中に脱酸素用気体を過飽和状態に保つとともに、この液体を昇圧した後に、上記降圧部で当該液体の圧力を降圧して液体中から脱酸素用気体とともに酸素を除去する点に特徴を有する。

【0012】

第4の発明は、上記昇圧部が、昇圧ポンプと、この昇圧ポンプの下流に送液管を介して接続した圧力調整手段とからなる点に特徴を有する。

第5の発明は、上記降圧部が、気液分離機能を備えた点に特徴を有する。

【発明の効果】

【0013】

第1～第5の発明では、酸素が溶存する液体に、過飽和となる量の脱酸素用気体を合流させてから昇圧して、その後に降圧して気液分離するので、特許文献1～3のように、液体を昇圧していない方法と比べて、減圧直前の液体中に、十分な脱酸素用気体を溶解させることができ、その結果、溶存酸素の除去率を高めることができる。

また、特許文献4のように脱酸素用気体によって液体を加圧する場合と比べて、脱酸素用気体の消費量を抑えることができる。

また、第1の発明では、同一の送液管において、脱酸素用気体を合流させる工程と、液体を昇圧する工程とを連続的に処理できるようにしたので、連続的に溶存酸素を除去することができる。

さらに、第2の発明では、飽和溶解圧力以上に液体を昇圧するので、液体中の脱酸素用気体の溶解度を上げることができる。従って、液体を減圧したときの脱酸素量が多くなり

10

20

30

40

50

、効率的な溶存酸素の除去ができる。しかも、添加した脱酸素用気体を全量、液体中に溶解することができるので、脱酸素用液体を無駄に消費することがなく、効率的である。

第3の発明によれば、従来のようなバッチ処理とは異なり、連続処理が可能である。

第4の発明では、昇圧ポンプと圧力調整手段とで昇圧部を構成し、脱酸素用気体を混合した液体の圧力を調整することができるので、脱酸素用気体の量に応じた適切な圧力を設定しながら効率のよい処理ができる。

第5の発明では、降圧部に気液分離機能を備えたので、よりいっそうの連続処理が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】この発明の第1実施形態の系統図である。

【図2】この発明の第2実施形態の系統図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1に、この発明の溶存酸素除去装置の第1実施形態を示す。

この溶存酸素除去装置は、この発明の液体の溶存酸素除去方法を実現するものであって、酸素を溶存した液体を貯蔵したタンク1に送液管2を接続し、この送液管2中で酸素を除去した脱酸素液を送出口3から排出するようにした装置である。

【0016】

上記送液管2には、タンク1の酸素溶存液体を、送液管2へ供給するための、この発明の送液手段である送液ポンプ4と、液体の圧力を上げるための昇圧ポンプ5とを備えている。これらのポンプ4、5は、例えば、渦流ポンプなどからなり流量制御が可能なものである。

上記送液ポンプ4とタンク1との間には、これら送液ポンプ4とタンク1との間の送液路を開閉するための弁6を設けているが、この弁6は装置の運転中は開状態にしておくものである。また、図中符号7は、タンク1から酸素を溶存する液体を排出するための排液弁である。

なお、上記送液管2に供給された液体は、上記送出口3から排出されるまでは、大気とは接触しないように構成されている。

【0017】

上記送液ポンプ4と昇圧ポンプ5との間には、圧力調整弁8と流量計9とを設けている

。上記圧力調整弁8は、この圧力調整弁8と昇圧ポンプ5との間の圧力を調整するものである。

また、上記圧力調整弁8の下流側であって上記昇圧ポンプ5の上流側には、この発明の脱酸素用気体である窒素ガスの供給源11に接続した合流部Aを設けている。そして、この合流部Aには、上記液体に対して過飽和となる量の窒素ガスを供給するようにしている。このように合流部Aでは、送液管2内の液体に対して過飽和となる量の窒素ガスを合流させるので、この合流部Aから昇圧ポンプ5までの間では、飽和量を超えた窒素が気泡として存在する。

なお、上記窒素ガスは、窒素ガスボンベから減圧したものをを用いてもよいし、窒素ガス製造装置で空気から製造したものをを用いてもよい。ただし、この窒素ガスは、高压である必要はなく、上記合流部Aにおいて送液管2の液体中に供給可能な圧力を保っていればよい。

【0018】

また、上記圧力調整弁8は、この調整弁8と昇圧ポンプ5との間の圧力を所定の圧力に保つためのものである。すなわち、調整弁8と昇圧ポンプ5間の圧力が高すぎると、合流部Aにおいて窒素ガスを合流させにくくなるので、上記調整弁8は、調整弁8と昇圧ポンプ5間の圧力を、窒素ガスを合流させるのに最適に保つようにしている。ただし、合流部Aの圧力を安定的に低く保てるなら、この圧力調整弁8は必要ないものである。

10

20

30

40

50

合流部 A の圧力を安定的に低く保つための例として、タンク 1 を合流部 A よりも高い位置に保ち、その位置エネルギーを利用し、送液ポンプ 4 を用いないでタンク 1 内の上記液体を合流部 A に直接導く場合が考えられる。

さらに、上記圧力調整弁 8 と昇圧ポンプ 5 との間に圧力計 10 を設け、両者間の圧力を検出できるようにしている。このように圧力計 10 を設けて、圧力調整弁 8 と昇圧ポンプ 5 との間の圧力を検出することによって、上記合流部 A の圧力が窒素ガスを供給するのに最適な状態にあるか否かを常に確認でき、上記合流部 A の圧力を調整し、最適に保つこともできる。

#### 【0019】

また、上記昇圧ポンプ 5 の下流側には、所定の距離をおいて圧力調整手段 12 を設けている。この圧力調整手段 12 によって昇圧ポンプ 5 の吐出圧を調整できる。従って、送液管 2 中の窒素ガスが液体中に溶解するまで、圧力を昇圧できる。

なお、上記昇圧ポンプ 5 と圧力調整手段 12 とでこの発明の昇圧部 B を構成するものである。

この昇圧部 B において送液管 2 内の液体を昇圧して、窒素ガスをより多く溶解させるようにしている。このとき、昇圧部 B の圧力を飽和溶解圧力以上に昇圧すれば、上記合流部 A で合流させた過飽和の窒素ガスを全量溶解させることもでき、窒素ガスを無駄に消費することがない。

また、昇圧部 B には圧力計 13 を設け、昇圧部 B の圧力を計測している。このように、昇圧部 B の圧力を計測することにより、昇圧部 B における圧力を、窒素ガスを溶解させるのに最適な圧力に保つことができる。

#### 【0020】

さらに、上記昇圧部 B の下流側、すなわち上記圧力調整手段 12 の下流側を降圧部 C とし、酸素及び窒素が溶解している液体の圧力を下げて気液分離を行なう。

この降圧部 C には、送液管 2 に圧力調整手段 14 を設けて送出口 3 に接続するとともに、送液管 2 から分岐する脱気配管 15 を設けている。この脱気配管 15 は、絞り弁 16 を介して排気口 17 に接続している。なお、上記送出口 3 及び排気口 17 は、降圧部 C の圧力よりも低圧にした環境に開放している。

#### 【0021】

また、降圧部 C では、上記圧力調整手段 14 の調整と上記絞り弁 16 の開度の調整によって降圧すべき圧力を調整している。この降圧部 C で送液管 2 中の液体圧が下がれば、液体中の気体の溶解度が下がるので、液体に溶解していた酸素及び窒素が過飽和のため気泡となって液体と分離されるとともに、分離された気体は脱気配管 15 を介して排気口 17 から排出される。

このとき、排気口 17 を送液管 2 と脱気配管 15 との分岐点よりも上方に位置させておけば、この排気口 17 から液体が排出されたりしない。

これにより、タンク 1 に貯蔵されていた酸素溶存液体中の酸素が、窒素ガスとともに液体から分離、除去される。また、上記降圧部 C の圧力を、送出口 3 側の負荷圧よりも高めに設定しておけば、脱酸素液が送液管 2 を介して送出口 3 から外部に送ることができる。

#### 【0022】

なお、図中、符号 18 は上記降圧部 C 圧力計であり、その測定値を基に、降圧部 C の圧力を、昇圧部 B の圧力よりも低く保つとともに送出口 3 側の負荷圧よりも高めに保つことができる。

また、符号 19 は液体中の溶存酸素量を測定する溶存酸素計である。

また、この実施形態では、送液手段として送液ポンプ 4 を用いているが、例えば、貯蔵タンク 1 の位置エネルギーや、水道圧など、処理対象となる酸素溶存液体に十分な圧力がある場合には、位置エネルギーを持ったタンクや、水道の蛇口などが送液手段となるもので、このときには上記送液ポンプ 4 を省略することができる。

#### 【0023】

上記ようにした第 1 実施形態によれば、次のような効果を期待できる。

送液管 2 内を通過する液体に、脱酸素用気体を合流させてから、昇圧部を利用して、窒素ガスを溶解させるのに必要な圧力まで積極的に昇圧しているため、酸素除去率を高めることができる。

また、液体を昇圧させるために、窒素ガスの圧力を必要としないので、窒素ガスの使用量が少なくて済む。

さらに、同一の送液管において、脱酸素用気体を合流させる工程と、液体を昇圧する工程とを連続的に処理できるようにし、連続的に溶存酸素を除去することができる。

#### 【 0 0 2 4 】

次に、大気下で空気が溶存している水から、窒素ガスの添加後に昇圧を行わない方法で、溶存酸素を除去した場合、酸素除去後の水中の溶存酸素量を理論的に算出するとともに、その後に本願発明との対比をする。

但し、この計算においては、過飽和の窒素と液体中の溶存酸素との置換は無視している。

まず、空気中の酸素濃度を 20% とすると、大気下で溶解した酸素の分圧は 0.2 (atm) であり、従って、処理対象となる未処理水中の溶存酸素量は次の通りとなる。

なお、分圧とは、ドルトンの法則から、多成分から成る混合気体における圧力(全圧)に対し、ある成分気体のモル分率を乗じた物理量である。

上記の条件下での溶存酸素量は、

酸素分圧 0.2 (atm) × 酸素溶解度 0.031 (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) × 10<sup>3</sup> (cm<sup>3</sup>) = 6.2 (cm<sup>3</sup>/L) である。

同様に未処理水中の窒素溶存濃度は、

窒素分圧 0.8 (atm) × 窒素溶解度 0.016 (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) × 10<sup>3</sup> (cm<sup>3</sup>) = 12.8 (cm<sup>3</sup>/L) である。

よって、未処理水中の総気体溶解量は、

酸素溶解量 6.2 (cm<sup>3</sup>/L) + 窒素溶解量 12.8 (cm<sup>3</sup>/L) = 19.0 (cm<sup>3</sup>/L) である。

#### 【 0 0 2 5 】

上記未処理水に対し、窒素ガスを合流させる合流部における圧力を 0.2 (MPaG) すなわち 3 (atm) とし、窒素ガスの添加した後に、昇圧を行わないものとした場合、水への窒素溶解量は次の通りとなる。

窒素分圧 3 (atm) × 窒素溶解度 0.016 (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) × 10<sup>3</sup> (cm<sup>3</sup>) = 48.0 (cm<sup>3</sup>/L) (大気圧換算)

従って、この 0.2 (MPaG) 時の総気体溶解量は、

大気圧酸素溶解量 6.2 (cm<sup>3</sup>/L) + 0.2 (MPaG) 時の窒素溶解量 48.0 (cm<sup>3</sup>/L) = 54.2 (cm<sup>3</sup>/L) である。

なお、「MPaG」とは、圧力計に表示されるゲージ圧を示したもので、絶対圧力から大気圧を差し引いた値である。そして、ここでは、絶対圧力「MPa」と区別している。

#### 【 0 0 2 6 】

実際には、上記溶解量を上回る窒素ガスを添加したとしても、水に溶解する量はこの量であり、これを越える量の添加窒素ガスは過飽和となって、水中における気泡となって存在することとなる。

窒素ガスの添加後の昇圧はなく、この窒素添加水を大気圧まで減圧すると、酸素分圧が低下し、溶存酸素のうち、過飽和分の酸素は、過飽和分の添加窒素と共に水中から分離し排出される。この場合、脱酸素後の脱酸素水の溶存酸素量は次の通りとなる。

未処理水酸素溶存量 6.2 (cm<sup>3</sup>/L) × {大気圧下総気体溶解量 19.0 (cm<sup>3</sup>/L) ÷ 0.2 (MPaG) 時の総気体溶解量 54.2 (cm<sup>3</sup>/L)} = 2.17 (cm<sup>3</sup>/L) である。

#### 【 0 0 2 7 】

上記脱酸素水の酸素溶存量を質量濃度に換算すると、2.17 (cm<sup>3</sup>/L) × 酸素密度 1.429 (mg/cm<sup>3</sup>) × 273 / (273 + 20) = 2.889 (mg/L) となる。

なお、以上の計算で用いた、温度 20、大気圧 1 (atm) 下での水に対する酸素溶解

10

20

30

40

50

度、及び、0、大気圧1 (atm) 下での窒素密度は、平成20年11月30日発行の国立天文台編纂『理科年表』による。

上記のように、窒素ガスの添加後に昇圧を行なわなかった場合、すなわち、上記昇圧部Bを備えなかった場合には、脱酸素水の溶存酸素量は、2.889 (mg/L) となる。

#### 【0028】

一方、昇圧ポンプ5で積極的に昇圧してから、溶存酸素を除去する上記第1実施形態の装置を用いた場合の、脱酸素水の溶存酸素量の計算値は、以下の通りである。

ここでは、図1に示す溶存酸素除去装置を用い、上記した窒素添加後に昇圧をしない場合と同条件で窒素ガスを合流させる。

従って、上記合流部Aにおける圧力は0.2 (MPaG) で、この時の総気体溶解量は 10

、大気圧酸素溶解量  $6.2 \text{ (cm}^3/\text{L)}$  + 0.2 (MPaG) 時の窒素溶解量  $48.0 \text{ (cm}^3/\text{L)}$  =  $54.2 \text{ (cm}^3/\text{L)}$  である。但し、上記合流部Aでは、液体に対して過飽和溶解状態となる量の窒素ガスを合流させる。例えば、昇圧圧力1 (MPaG) すなわち約11 (atm) における飽和溶解量に近い量の窒素ガスを添加するようにする。

この窒素ガス量は、1 (MPaG) における飽和溶解量に相当するので、0.2 (MPaG) である昇圧部Bの上流側では、溶解しない窒素ガス気泡が存在している。

その後、昇圧部Bで上記液体を1 (MPaG) まで昇圧すると、気体の溶解度が上がり、上記窒素ガスは液体中にほぼ全量溶解するが、このとき、液体中の総気体溶解量は、大気圧下の酸素溶解量と1 (MPaG) における窒素溶解量との和で、以下の通りである。 20

窒素溶解量は、窒素分圧11 (atm)  $\times$  窒素溶解量  $0.016 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$   $\times$   $10^3 \text{ (cm}^3)$  =  $176 \text{ (cm}^3/\text{L)}$  (大気圧換算) である。

従って、1 (MPaG) の昇圧部Bにおける総気体溶解量は、大気圧酸素溶解量  $6.2 \text{ (cm}^3/\text{L})$  + 1 (MPaG) 時の窒素溶解量  $176 \text{ (cm}^3/\text{L})$  =  $182.2 \text{ (cm}^3/\text{L})$  である。

上記のように、合流部Aの圧力を0.2 (MPaG) と仮定すると、合流した窒素ガスは過飽和となり、気泡となって水中に存在するが、その後の昇圧によって窒素分圧が高まり完全に溶解する。

#### 【0029】

その後、これを脱気タンクなどで大気圧まで降圧すると、酸素分圧が低下し、過飽和分の酸素は過飽和分の添加窒素と共に排出されることとなり脱酸素が行われる。 30

この場合の脱酸素水の溶存酸素量は次の通りである。

初期の酸素溶存量  $6.2 \text{ (cm}^3/\text{L}) \times \{ \text{大気圧下総気体溶解量 } 19.0 \text{ (cm}^3/\text{L}) \div 1 \text{ (MPaG) 時の総気体溶解量 } 182.2 \text{ (cm}^3/\text{L}) \} = 0.647 \text{ cm}^3/\text{L}$

この酸素溶存量を質量濃度に換算すると、 $0.647 \text{ cm}^3/\text{L} \times \text{酸素密度 } 1.429 \text{ mg/cm}^3 \times 273 / (273 + 20) = 0.861 \text{ (mg/L)}$  となる。

従って、上記窒素ガス合流後に昇圧を実施しない場合の酸素溶存量2.889 (mg/L) に比べて少なくなり、昇圧によって大幅に脱酸素量が上がることがわかる。

また、この結果は、表1に示した実験結果からも明らかである。

#### 【0030】

次に、実験結果について詳しく説明する。 40

上記第1実施形態の溶存酸素除去装置を用いて、液体中の溶存酸素を除去する実験1を行なった。

#### 実験1

酸素溶存液体として水道水を用い、図1に示す第1実施形態の装置を用いて脱酸素液として送出口3から排出させるための実験を行った。

なお、未処理の水道水は、含有酸素量が8.5 (mg/L)、水温が20 ( ) である。

このような水道水に対し、上記合流部Aでの窒素ガスの添加率を10 (% Vol)、15 (% Vol)、20 (% Vol) の3種類のそれぞれについて、以下の同一の手順で実 50

験を行なった。

【0031】

水道水は、タンク1に貯蔵してから送液ポンプ4で送液管2に供給するようにし、流量計9で測定した流量が200(L/H)となるように、送液ポンプ4を制御した。

また、合流部Aにおける圧力は、圧力計10による測定値が0.2(MPaG)となるように窒素ガスの供給源11を調整し、昇圧部Bでは、圧力計13で測定される圧力が1.0(MPaG)となるまで、昇圧ポンプ5と圧力調整手段12を調整して昇圧し、液体中に窒素ガスを完全に溶解させる。その後、降圧部Cで、0.1(MPaG)まで、降圧して、送出口3から脱酸素水を得た。そして、この脱酸素水中の溶存酸素量を、溶存酸素計19で測定した。

10

その実験結果を表1に示す。

【0032】

【表1】

窒素添加率	降圧部Bの圧力	溶存酸素量
未処理水		8.5mg/L
10%Vol	0.1MPaG	1.5mg/L
15%Vol	0.1MPaG	1.2mg/L
20%Vol	0.1MPaG	0.9mg/L

20

【0033】

一方、脱酸素用気体の添加後に、昇圧を行わない溶存酸素除去方法で、上記実験1と同等量の酸素を除去するためには、液体に対し20~数百(%Vol)もの脱酸素用気体である窒素を消費するとされており、本発明においては10~20(%Vol)という比較的少ない窒素量で脱酸素効果が得られていることが分かる。

30

【0034】

図2に示す第2実施形態は、未処理の酸素溶存液体のタンク1から、脱酸素液の送出口3までの送液管2を第1実施形態よりも長くし、図中に一点鎖線で区画した第1工程部Iと第2工程部IIとを直列に備えている。

なお、第2工程部IIにおいて、符号20は昇圧ポンプ、21は窒素ガスの供給源、22, 23, 28は、圧力計、25は脱気配管、26は絞り弁、27は排気口、29は圧力調整手段、30は溶存酸素計で、第2工程部IIには、脱酸素用気体としての窒素ガスを合流させる合流部A2と、昇圧部B2と、降圧部C2とを備えている。これら合流部A2、昇圧部B2、及び降圧部C2は、第1実施形態の合流部A、昇圧部B、及び降圧部Cと、同様の構成と機能を有し、各工程部I、IIの機能は、上記第1実施形態と同様である。

40

【0035】

そのため、この第2実施形態では、送液方向を基準として上流側の第1工程部Iで、溶存酸素を除去された液体が、第2工程部IIへ供給され、再度、合流部A2で、過飽和となる量の窒素ガスを合流し、上記昇圧部B2で昇圧することによって上記窒素ガスが液体中に溶解し、降圧部C2で降圧して気液分離した脱酸素液が、送出口3から排出される。上記第2工程部IIへ、供給される液体は、すでに第1工程部Iで溶存酸素を除去しているので、第2の降圧部C2で気液分離され、最終的に送出口3から得られる脱酸素液の溶存酸素量は、上記第1実施形態の脱酸素液の溶存酸素量よりもさらに少なくなる。

【0036】

このような第2実施形態の溶存酸素除去装置の効果を確認する実験2を行った。

50

## 実験 2

この時実験 2 も、上記実験 1 と同様の水道水を用い、窒素ガスの添加率を 10 ( % V o l )、15 ( % V o l )、20 ( % V o l ) の 3 種類それぞれについて、以下の手順で実験を行なった。

合流部 A 及び A 2 における圧力は、圧力計 10 及び 22 による測定値が 0.2 ( M P a G ) となるように窒素ガスの供給源 11, 21 を調整し、昇圧部 B 及び B 2 では、圧力計 13、23 で測定される圧力が 1.0 ( M P a G ) となるまで、昇圧ポンプ 5 と圧力調整手段 12、昇圧ポンプ 20 と圧力調整手段 24 を制御して昇圧して窒素ガスを溶解させる。その後、降圧部 C 及び C 2 では、0.1 ( M P a G ) まで、降圧して、送出口 3 から脱酸素水を得た。

そして、送出口 3 から送出された脱酸素水中の溶存酸素量を、溶存酸素計 30 で測定した。

その実験結果を表 2 に示す。

【 0 0 3 7 】

【表 2】

窒素添加率 (AおよびA2)	降圧部B及びB2の圧力	溶存酸素量
未処理水		8.5mg/L
10%Vol	0.1MPaG	0.4mg/L
15%Vol	0.1MPaG	0.3mg/L
20%Vol	0.1MPaG	0.2mg/L

【 0 0 3 8 】

以上のように、合流部、昇圧部、及び降圧部を 2 段にした第 2 実施形態の方が、1 段の第 1 実施形態よりも、脱酸素効果が高まることがわかるが、この段数を、3 段以上に増やせば、より一層、脱酸素効果が高まるとは明らかである。

【 0 0 3 9 】

なお、処理対象となる酸素を溶存した液体は、水に限らず、この発明の溶存酸素除去方法及び装置を用いれば、さまざまな液体の溶存酸素を効率よく除去することができる。

また、上記実施形態では、脱酸素用気体として窒素を用いているが、脱酸素用気体としては窒素ガスに限らない。アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガスのほか、液体中に溶解したときに、原水中の物質と化学反応するようなものでなければ、酸素以外、どのようなものでもかまわない。液体の種類によって、最適なガスを選択することができる。

なお、上記第 1、第 2 実施形態では、合流部 A, A 2 を、昇圧ポンプ 5, 20 の下流側の送液管 2 に設けているが、上記合流部 A, A 2 を昇圧ポンプ 5, 20 に設けるようにしてもよい。例えば、ケーシングに脱酸素用気体の供給口を形成したポンプを用いることもできる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 0 】

この発明は、飲料水や牛乳など、溶存酸素を除去することで品質を維持することができる、液状の食品に適用することができる。

また、ボイラー給水やビル給水などの配管の腐食防止にも利用できる。

【符号の説明】

【 0 0 4 1 】

2 送液管

10

20

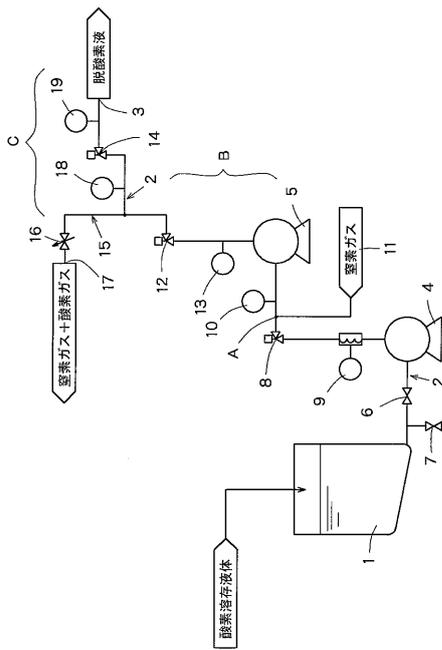
30

40

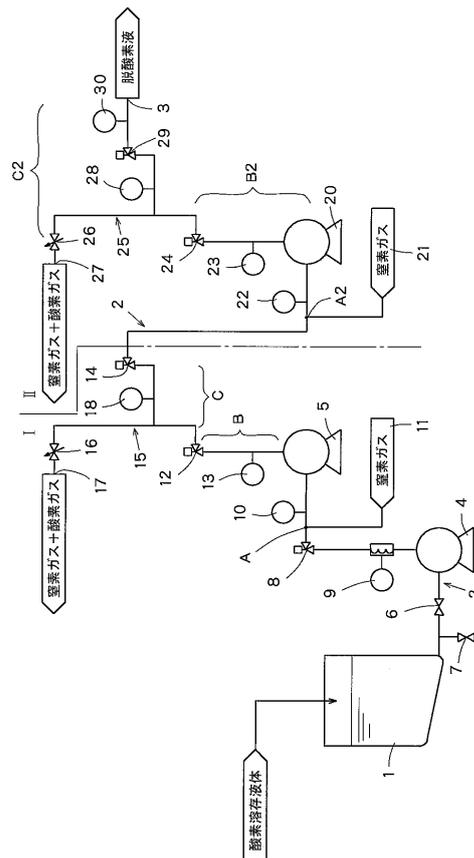
50

- 4 送液ポンプ
- 5, 20 昇圧ポンプ
- 12, 24 圧力調整手段
- 14, 29 圧力調整手段
- 15, 25 脱気配管
- 17, 27 排気口
- A, A2 合流部
- B, B2 昇圧部
- C, C2 降圧部

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平6 - 254538 (JP, A)  
特開平6 - 335343 (JP, A)  
特開平11 - 30695 (JP, A)  
特開2000 - 107512 (JP, A)  
特開2003 - 1009 (JP, A)  
特開2005 - 40699 (JP, A)  
特開2005 - 205328 (JP, A)  
特開2007 - 216122 (JP, A)  
特開2008 - 188574 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 1/00 - 1/30  
B01D 19/00 - 19/04  
B01F 1/00 - 5/26  
C02F 1/02 - 1/18  
C02F 1/20