

(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2010-5484

(P2010-5484A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
CO2F 1/20 (2006.01)	CO2F 1/20 A	4D011
BO1D 19/00 (2006.01)	BO1D 19/00 F	4D037

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-163920 (P2008-163920)	(71) 出願人	000001063 栗田工業株式会社 東京都新宿区西新宿3丁目4番7号
(22) 出願日	平成20年6月24日(2008.6.24)	(74) 代理人	100102679 弁理士 小笠原 健治
		(72) 発明者	古賀 哲雄 東京都新宿区西新宿三丁目4番7号 栗田工業株式会社内
		(72) 発明者	田淵 靖 東京都新宿区西新宿三丁目4番7号 栗田工業株式会社内
		Fターム(参考)	4D011 AA15 AC06 AC10 AD06 4D037 AA08 AB11 BA23 BB01 BB02 BB04 BB05

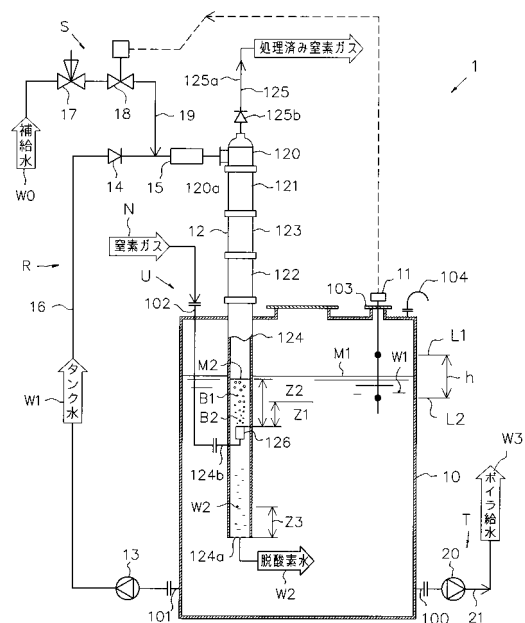
(54) 【発明の名称】 窒素置換式脱酸素装置

(57) 【要約】

【課題】 酸素の再溶け込みを防止して、脱酸素効率の向上を図ることができる窒素置換式脱酸素装置を提供する。

【解決手段】 上方側から供給されて下方に向かう処理水と、下方側から供給されて上方に向かう窒素ガスNとを接触させて、下部124から溶存酸素が除去された脱酸素水W2が取り出され、上部120から酸素を含んだ窒素ガスが排出される脱酸素塔12と、この脱酸素塔から供給された脱酸素水を貯める貯水タンク10とを有した窒素置換式脱酸素装置1であって、脱酸素塔の下部の、脱酸素水の供給部分が、この貯水タンクの水面M1下に水没するように形成されており、かつ、脱酸素水が下向きに流れる、脱酸素塔の下部の、貯水タンクに連通して形成される水面M2より下方に、窒素ガスを多数の小泡B2にして脱酸素塔内に供給する窒素ガス供給部126を設けている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上方側から供給されて下方に向かう処理水と、下方側から供給されて上方に向かう窒素ガスとを接触させて、下部から溶存酸素が除去された脱酸素水が取り出され、上部から酸素を含んだ窒素ガスが排出される脱酸素塔と、この脱酸素塔からの前記脱酸素水を貯める貯水タンクとを有した窒素置換式脱酸素装置であって、

前記脱酸素塔の下部の、前記脱酸素水の供給部分が、この貯水タンクの水面下に水没するように形成されており、

かつ、前記脱酸素水が下向きに流れる、前記脱酸素塔の下部の、前記貯水タンクに連通して形成される水面より下方に、前記窒素ガスを多数の小泡にして前記脱酸素塔内に供給する窒素ガス供給部を設けていることを特徴とする窒素置換式脱酸素装置。

10

【請求項 2】

前記貯水タンクが、ボイラ側の要求に応じて、必要な量の脱酸素水をボイラ側に供給するための給水タンクであり、かつ、この貯水タンクと前記脱酸素塔とが一体となるように設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の窒素置換式脱酸素装置

【請求項 3】

上方側から供給されて下方に向かう処理水と、下方側から供給されて上方に向かう窒素ガスとを接触させて、下部から溶存酸素が除去された脱酸素水が取り出され、上部から酸素を含んだ窒素ガスが排出される脱酸素塔と、この脱酸素塔からの前記脱酸素水を貯める貯水タンクとを有した窒素置換式脱酸素装置であって、

20

前記脱酸素塔を前記貯水タンクの側方に配置して、この脱酸素塔の下部の脱酸素水供給端部を、前記貯水タンクの水面より下方の側面側又は前記貯水タンクの底面側に接続しており、

かつ、前記脱酸素水が下向きに流れる、前記脱酸素塔の下部の、前記貯水タンクに連通して形成される水面より下方に、前記窒素ガスを多数の小泡にして前記脱酸素塔内に供給する窒素ガス供給部を設けていることを特徴とする窒素置換式脱酸素装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、水中の溶存酸素を窒素ガスを用いて除去する窒素置換式脱酸素装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

例えば、ボイラ給水中に含まれる溶存酸素は、ボイラ並びに附帯装置、蒸気配管、蒸気使用機器、ドレン（凝縮水）回収配管等を腐食し、装置に故障を生じさせたり、重大な事故を生じさせる。このため、ボイラ給水は、例えば、窒素置換式脱酸素装置を用いて、水中の溶存酸素が除去される。

【0003】

この窒素置換式脱酸素装置は、上方側から供給されて下方に向かう処理水と下方側から供給されて上方に向かう窒素ガスとを接触させて、下部から溶存酸素が除去された脱酸素水が取り出され、上部から酸素を含む窒素ガスが排出される対向式の脱酸素塔を用いたものである。

40

【0004】

一方、窒素置換式脱酸素装置には、脱酸素水を貯める貯水タンクが必要であり、かつ、この貯水タンクを含む系内に、外気（空気）が侵入しないような処置をする必要があり、付属機器にコストがかかってしまうという欠点等があった。そこで、本出願人は、特許文献 1 に記載されているように、脱酸素塔をボイラの給水タンクと一体となるように設けて、脱酸素水の貯水タンクを無くした窒素置換式脱酸素装置（脱酸素水の供給システム）を提案している。

【0005】

50

【特許文献１】特願２００７－０７９２６５

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、上記窒素置換式脱酸素装置では、脱酸素水を給水タンク側に供給する、脱酸素塔の下部を、給水タンクの水面から下方に深く没するように設けているが、この水没部分から、脱酸素塔の運転時に生じる、微小な酸素ガス気泡や、微小な酸素を含む窒素ガス気泡が給水タンク内に流出して、給水タンク内で酸素の再溶解が生じたり、この水没部分中で、酸素の水中への再溶解が生じたりしやすいという課題があった。このため、この窒素置換式脱酸素装置では、設計上の脱酸素率が得られにくいという課題があった。

10

【０００７】

また、以上の課題は、脱酸素塔下方に、通常の貯水タンクを有し、この脱酸素塔の下部の脱酸素水の供給部分を貯水タンクの水面下に水没させている窒素置換式脱酸素装置においても同様に生じる。さらに、上記課題は、貯水タンクの側方に脱酸素塔を配置し、脱酸素塔の下部の脱酸素水供給端部を、貯水タンクの水面より下方の側面側又は貯水タンクの底面側に接続した窒素置換式脱酸素装置においても同様に生じる。

【０００８】

この発明は、以上の点に鑑み、酸素の再溶解を防止して、脱酸素率の向上を図ることができる窒素置換式脱酸素装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【０００９】

この発明の請求項１記載の発明は、上方側から供給されて下方に向かう処理水と、下方側から供給されて上方に向かう窒素ガスとを接触させて、下部から溶存酸素が除去された脱酸素水が取り出され、上部から酸素を含んだ窒素ガスが排出される脱酸素塔と、この脱酸素塔からの前記脱酸素水を貯める貯水タンクとを有した窒素置換式脱酸素装置であって、前記脱酸素塔の下部の、前記脱酸素水の供給部分が、この貯水タンクの水面下に水没するように形成されており、かつ、前記脱酸素水が下向きに流れる、前記脱酸素塔の下部の、前記貯水タンクに連通して形成される水面より下方に、前記窒素ガスを多数の小泡にして前記脱酸素塔内に供給する窒素ガス供給部を設けていることを特徴とする。

【００１０】

30

この発明では、脱酸素塔で脱酸素処理して作った脱酸素水は、脱酸素塔下部の供給部分から貯水タンク内に供給される。この場合、この供給部分が貯水タンクの水面より下方に位置するため、脱酸素塔下部には、貯水タンクとの連通作用によって、貯水タンクの水面に対応するように脱酸素水の水面が形成される。この脱酸素塔下部の水面下では、この水面に落下した脱酸素水と、落下に当たり巻き込まれたり又は処理水に含まれていたガス泡（酸素を含む窒素ガス泡、酸素ガス泡、窒素ガス泡）とが混合した状態になっている。この状態で、窒素ガス供給部から、脱酸素塔下部の水面下の脱酸素水中に窒素ガスが供給されると、この窒素ガスは、脱酸素水中を多数の小さな泡となって上昇するが、この窒素ガスの小泡が、脱酸素水中に混在するガス泡と衝突して、このガス泡を取り込みつつ上昇するため、小さなガス泡が、脱酸素水中に留まったり、貯水タンク内に流入するのが防止される。

40

【００１１】

すなわち、脱酸素塔下部の水面下の脱酸素水中のガス泡は、サイズが大きければ、速やかに上昇して脱酸素塔上部に移動するが、サイズが小さくなればなるほど上昇速度は低下する。一方、脱酸素塔下部の水面下の脱酸素水は、貯水タンク側に移動すべく、一定の速度で下降しているので、脱酸素水中のガス泡のうち、サイズの小さいものは、充分に上昇せず、脱酸素塔下部の脱酸素水中に留まったり、脱酸素水と共に貯水タンク側に移動して、脱酸素水中への酸素の再溶解を生じさせる。そこで、窒素ガス供給部によって、脱酸素塔下部の水面下の脱酸素水中で、上昇する多数の窒素ガス小泡を発生させ、この窒素ガス小泡とサイズの小さいガス泡とを衝突させて、窒素ガス小泡中にガス泡を取り込むことに

50

より、サイズの小さいガス泡を脱酸素水から速やかに分離するようにして、ガス泡の脱酸素水中における停滞や貯水タンク側への移動を防止している。

【 0 0 1 2 】

この発明の請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の発明の場合において、前記貯水タンクが、ボイラ側の要求に応じて、必要な量の脱酸素水をボイラ側に供給するための給水タンクであり、かつ、この貯水タンクと前記脱酸素塔とが一体となるように設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この発明では、窒素置換式脱酸素装置がボイラ給水用の脱酸素水を作る場合に、ボイラ側で必要とされるボイラの給水タンクと脱酸素塔とを一体に形成して、給水タンクに、脱酸素水用の貯水タンクの機能を持たせている。

10

【 0 0 1 4 】

この発明の請求項 3 記載の発明は、上方側から供給されて下方に向かう処理水と、下方側から供給されて上方に向かう窒素ガスとを接触させて、下部から溶存酸素が除去された脱酸素水が取り出され、上部から酸素を含んだ窒素ガスが排出される脱酸素塔と、この脱酸素塔からの前記脱酸素水を貯める貯水タンクとを有した窒素置換式脱酸素装置であって、前記脱酸素塔を前記貯水タンクの側方に配置して、この脱酸素塔の下部の脱酸素水供給端部を、前記貯水タンクの水面より下方の側面側又は前記貯水タンクの底面側に接続しており、かつ、前記脱酸素水が下向きに流れる、前記脱酸素塔の下部の、前記貯水タンクに連通して形成される水面より下方に、前記窒素ガスを多数の小泡にして前記脱酸素塔内に供給する窒素ガス供給部を設けていることを特徴とする。

20

【 0 0 1 5 】

この発明でも、脱酸素塔の下部の脱酸素水の供給端部が給水タンクの水面より下方に位置するため、脱酸素塔の下部には、給水タンクとの連通作用によって、給水タンクの水面に対応するように脱酸素水の水面が形成される。したがって、この脱酸素塔の下部の水面下でも、脱酸素水とガス泡（酸素を含む窒素ガス泡、酸素ガス泡、窒素ガス泡）とが混合した状態になるが、このガス泡は、窒素ガス供給部によって供給された多数の窒素ガス小泡に取り込まれて、脱酸素水と容易に分離される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

この発明の請求項 1 及び 3 記載の発明によれば、脱酸素塔の下部の脱酸素水の水面下に生じる、酸素等を含むガス泡を、脱酸素塔への窒素ガスの供給時に生じさせた窒素ガスの多数の小泡に衝突させて、この小泡内に取り込むようにしているので、酸素等を含む小さなガス泡が、脱酸素塔下部に漂ったり、給水タンク側に移動することはなく、このようなガス泡を、脱酸素水から直ちに分離することができる。このため、この発明では、酸素を含む小さなガス泡に起因する、酸素の脱酸素水への再溶解を防止することができ、装置の脱酸素率の向上を図ることができる。

30

【 0 0 1 7 】

この発明の請求項 2 記載の発明によれば、脱酸素塔からの脱酸素水を、直接、ボイラの給水タンクに供給できるので、ボイラの給水タンクを脱酸素塔の貯水タンクとして用いることができ、装置の簡単化、低コスト化等を図ることができる。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

以下、この発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

実施形態 1 .

図 1 はこの発明の一実施の形態に係る窒素置換式脱酸素装置を示している。

【 0 0 1 9 】

窒素置換式脱酸素装置 1 は、図 1 で示されるように、給水タンク 10 と、水位検出器 11 と、脱酸素塔 12 と、循環ポンプ 13、逆止弁 14、定流量弁 15、及び循環配管 16 からなる水処理ライン R と、流量調節弁 17、電磁弁 18、及び補給水配管 19 からなる

50

補給ライン S と、給水ポンプ 20、及び給水配管 21 からなる給水ライン T と、窒素ガス供給ライン U とから構成されている。

【0020】

給水タンク 10 は、ボイラ給水 W3 となる水を一定量貯め、ボイラ側の要求に応じて、必要な脱酸素水 W2 をボイラ給水 W3 として供給するためのものであり、例えば、ボイラの瞬間最大負荷、すなわち給水ポンプ 20 の最大給水流量の 30 分程度のボイラ給水 W3 をタンク水 W1 として貯えている。この給水タンク 10 は、水平断面が矩形状をした箱状のパネル式タンクであり、側面下部に、給水ライン T への給水取り出し口となる給水ノズル 100 と、水処理ライン R へのタンク水 W1 の取り出し口となる循環水ノズル 101 とが設けられている。また、この給水タンク 10 には、上面に、脱酸素塔 12 に窒素ガス N を供給する窒素ガスノズル 102 と、水位検出器 11 の取付部 103 と、外気との連通部となるベント管 104 とが設けられている。なお、窒素ガスノズル 102 は、脱酸素塔 12 と接続するために、給水タンク 10 の内方まで延びている。

10

【0021】

ここで、給水タンク 10 には、タンク水 W1 の水位が低下してくると、上部の空間部 V の容積が増加するため、ベント管 10d を介して内部に外気が取り込まれるとともに、タンク水 W1 の水位が上昇してくると、この空間部 V の容積が減少するため、内部の空気がベント管 10d を介して外部に排出される。

【0022】

水位検出器 11 は、給水タンク 10 内に貯えられているタンク水 W1 の水位（水面レベル）のうち、所定の高レベル L1 と低レベル L2 とを検知するものである。この水位検出器 11 は、タンク水 W1 の水位が、低レベル L2 に達した場合には、補給ライン S の電磁弁 18 に、これを開けさせるような信号を発し、給水タンク 10 側へ補給水 W0 を供給させ、これが、高レベル L1 に達した場合には、補給ライン S の電磁弁 18 にこれを閉じさせるような信号を発し、給水タンク 10 側への補給水 W0 の供給を停止させる。なお、給水タンク 10 の高レベル L1 と低レベル L2 間の水位変動幅 h は、タンク容量の 1/10、すなわち、給水タンク 10 の満水高さの 1/10 程度となっている。

20

【0023】

脱酸素塔 12 は、水中の溶存酸素を窒素ガス N 側に取り出す溶存酸素の除去手段であり、かつ、溶存酸素を除去した脱酸素水 W2 を給水タンク 10 に直接供給する脱酸素水供給手段である。この脱酸素塔 12 では、上方側から供給されて重力落下で下方に向かう処理水と、下方側から供給されて上方に向かう窒素ガス N とを対向するように接触させて、下部から溶存酸素が除去された脱酸素水 W2 が取り出され、上部から処理済み窒素ガス（酸素ガスを含んだ窒素ガス）が排出される。

30

【0024】

この脱酸素塔 12 の主要部は、上部の水供給部 120 から下方に、上側のリアクター部 121 と、整流部 123 と、下側のリアクター部 122 と、ガス分離部 124 とが設けられたものであり、この主要部は、全体として、例えばサイズ 80A ~ 300A の配管を用いて、同径で一直線状の細長い筒状に形成されている。また、この脱酸素塔 12 は、水供給部 120 上に、脱酸素処理によって酸素ガスを含むようになった処理済み窒素ガスを排出するガス排出部 125 を有するとともに、ガス分離部 124 内に、脱酸素塔 12 内に窒素ガス N を供給する窒素ガス供給部としての散気管 126 を有している。なお、上側のリアクター部 121 と整流部 123 とは、1 組だけでなく、処理水の状況によって、上下方向に複数組のものが設けられていてもよい。

40

【0025】

この脱酸素塔 12 は、給水タンク 10 の上面側から、これを立てた状態で差し込むようにして、この給水タンク 10 の上面に、この給水タンク 10 と一体となるように取り付けられる。この場合、下側のリアクター部 122 は、給水タンク 10 の上方に配置されるが、下部のガス分離部 124 の大部分は給水タンク 10 内に配置され、このガス分離部 124 の多くの部分が給水タンク 10 の水面 M1 下に水没するように位置決めされる。

50

【 0 0 2 6 】

水供給部 1 2 0 は、側面に脱酸素処理する処理水の取入ノズル 1 2 0 a が設けられているとともに、球面状の上端部にガス排出部 1 2 5 が取り付けられている。このガス排出部 1 2 5 は、大気解放されたパイプ 1 2 5 a に逆止弁 1 2 5 b を設けたものである。

【 0 0 2 7 】

リアクター部 1 2 1 , 2 2 は、処理水と窒素ガス N とを対向接触させて、ヘンリーの法則によって、処理水中の溶存酸素を除去する働きを有している。整流部 1 2 3 は、上側のリアクター部 1 2 1 から重力落下してきた処理水を一旦貯めて、この処理水を、下側のリアクター部 1 2 2 に定流量で送る働きを有している。

【 0 0 2 8 】

ガス分離部 1 2 4 は、脱酸素された処理水と、酸素ガスや窒素ガスとを最終的に分離して、脱酸素水 W 2 を取り出し、この脱酸素水 W 2 を給水タンク 1 0 に供給する部分である。ガス分離部 1 2 4 は、下端の供給口 1 2 4 a が、給水タンク 1 0 内のタンク水 W 1 の下部側まで延び、内部に、給水タンク 1 0 との連通によって、給水タンク 1 0 の水面 M 1 とほぼ同一レベルの脱酸素水 W 2 の水面 M 2 が形成される。そして、このガス分離部 1 2 4 内では、図 2 で示されるように、この水面 M 2 より下方において、処理水の水面 M 2 への落下によって巻き込まれたり、又は、処理水中に含まれていた、酸素を含む窒素ガス泡、酸素ガス泡、及び窒素ガス泡といった多数のガス泡 B 1 と脱酸素水 W 2 との混在が生じた後、ガス泡 B 1 の浮上による脱酸素水 W 2 からの分離が生じる。ガス分離部 1 2 4 には、窒素ガス供給ノズル 1 0 2 と接続されるガスノズル 1 2 4 b が、内部に貫通するように設けられている。

【 0 0 2 9 】

なお、水面 M 2 の上下位置は、給水タンク 1 0 の水位変動（高レベル L 1 と低レベル L 2 間の水位変動）に伴って変動するが、ガス分離部 1 2 4 の下端側が十分に下方まで延びているので、給水タンク 1 0 の水位が低レベル L 2 になっても、ガス分離部 1 2 4 の水面 M 2 下方には、十分な上下長さが確保されている。

【 0 0 3 0 】

散気管 1 2 6 は、窒素ガス N を脱酸素塔 1 2 内に供給するものであるが、ガス分離部 1 2 4 の水面 M 2 下方に配置されていて、窒素ガス N を脱酸素水 W 2 中で多数の窒素ガス小泡 B 2 にして供給する機能を有するものである。この散気管 1 2 6 は、例えば、パンチングメタル等によって側面に多数の小孔（例えば直径 1 mm の孔）が形成された、上下密閉タイプの円筒体から形成されている。この散気管 1 2 6 は、ガス分離部 1 2 4 内にこれと同心状に配置され、外径がガス分離部 1 2 4 内における脱酸素水 W 2 等の流れに支障を生じさせないように充分小さく定められているとともに、下面側がガス分離部 1 2 4 のガスノズル 1 2 4 b の上向き内端と接続されて、このガスノズル 1 2 4 b を介してガス分離部 1 2 4 側に支持されている。この散気管 1 2 6 は、給水タンク 1 0 の水位が低レベル L 2 のときの、ガス分離部 1 2 4 内の水面 M 2 より、少なくとも距離 Z 1 だけ下方のガス分離部 1 2 4 内に位置決めされる。

【 0 0 3 1 】

ここで、散気管 1 2 6 の作用効果について説明する。

ガス分離部 1 2 4 内の水面 M 2 より下方は、脱酸素水 W 2 の落下によって巻き込まれたり、又は、処理水中に含まれていた多数のガス泡 B 1 と、脱酸素水 W 2 とが混合した状態となっており、この状態で、脱酸素水 W 2 は、一定の速度（例えば、0.2 m / S の設計速度）で下降して、給水タンク 1 0 側に移動する。この場合、ガス泡 B 1 は、サイズが大きい場合は、速やかに上方に移動（浮上）して、脱酸素水 W 2 と容易に分離されるが、サイズが小さくなればなるほど（マイクロバブルになればなるほど）、上昇速度が低下し、ガス分離部 1 2 4 の脱酸素水 W 2 中に長時間漂って、なかなか分離されなかったり、場合によっては、脱酸素水 W 2 と共に給水タンク 1 0 内まで移動してしまうという事態が生じる。このことによって、脱酸素水 W 2 中への酸素の再溶解が生じ、脱酸素塔 1 2 による脱酸素率の低下が生じる。リアクター部 1 2 1 , 1 2 2 の性能を上げて処理水を細かく粒子

10

20

30

40

50

状にする程、処理水中に含まれるガス泡も小径化する。よって、脱酸素能力は、リアクター部 1 2 1 , 1 2 2 の性能を上げてても向上しなくなる。

【 0 0 3 2 】

したがって、ガス泡 B 1 の上昇速度を、脱酸素水 W 2 の下降速度 (0 . 2 m / S) より大きくする必要があるが、この場合のガス泡 B 1 の外径は、ストークスの公式によって、0 . 4 2 mm と計算される。すなわち、ガス泡 B 1 の外径を 0 . 4 2 mm 以上とすれば、ガス泡 B 1 は、ガス分離部 1 2 4 中の脱酸素水 W 2 中に留まるか、又は、ガス分離部 1 2 4 中を上昇して脱酸素水 W 2 と分離される。散気管 1 2 6 は、ガス泡 B 1 の外径を、0 . 4 2 mm より充分に大きくして、このガス泡 B 1 を脱酸素水 W 2 から速やかに分離させる機能を有している。

10

【 0 0 3 3 】

すなわち、ガス分離部 1 2 4 の水面 M 2 下方の脱酸素水 W 2 中で、窒素ガス N の供給に当たって、図 2 で示されるように、散気管 1 2 6 により、例えば、外径が 1 mm 以上の多数の窒素ガス小泡 B 2 を発生させ、この窒素ガス小泡 B 2 の上昇中に、この窒素ガス小泡 B 2 とサイズの小さなガス泡 B 1 とが衝突して、ガス泡 B 1 は、窒素ガス小泡 B 2 に取り込まれて全体サイズが拡大し、速やかに脱酸素水 W 2 から分離される。ここで、窒素ガス小泡 B 2 をガス泡 B 1 に充分に衝突させるためには、ガス分離部 1 2 4 内の水面 M 2 から散気管 1 2 6 までの距離 Z 2 が、ある程度必要となる。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、給水タンク 1 0 内の温水 (タンク水 W 1) を循環させるようにして、脱酸素塔 1 2 で脱酸素処理した場合の脱酸素率の変化を、散気管 1 2 6 の無い場合、散気管 1 2 6 と水面 M 2 との距離 Z 2 が 0 . 1 5 m の場合、散気管 1 2 6 と水面 M 2 との距離 Z 2 が 0 . 4 m の場合について示している。ここで、脱酸素率 K (%) は、脱酸素塔 1 2 入口の処理水の溶存酸素濃度を D 0 、脱酸素塔 1 2 出口の脱酸素水 W 2 の溶存酸素濃度を D 1 とすれば、

20

$$K = ((D 0 - D 1) / D 0) \times 1 0 0$$

で示される。

【 0 0 3 5 】

図 3 から、脱酸素率 K は、脱酸素塔 1 2 の運転時間にはあまり関係せず、散気管 1 2 6 の無い場合には 8 4 % であり、散気管 1 2 6 と水面 M 2 との距離 Z 2 が 0 . 1 5 m の場合には 8 9 % であり、散気管 1 2 6 と水面 M 2 との距離 Z 2 が 0 . 4 m の場合には 9 4 % であることが分かった。このことから、この脱酸素塔 1 2 では、散気管 1 2 6 が無い場合に比べて、散気管 1 2 6 がある場合に、脱酸素率が充分に高くなることが分かったとともに、散気管 1 2 6 がある場合でも、距離 Z 2 が大きい方が脱酸素率が高くなることが分かる。ここで、距離 Z 2 が 0 . 4 m より大きい場合の脱酸素率と、距離 Z 2 が 0 . 4 m の場合の脱酸素率とには、大きな変化は見られなかったので、距離 Z 2 の最適値は、0 . 4 m であることが分かった。すなわち、散気管 1 2 6 は、給水タンク 1 0 の水位が低レベル L 2 のときの、ガス分離部 1 2 4 内の水面 M 2 からの距離 Z 1 が、0 . 4 m 以上となる位置に配置されるのが最適である。

30

【 0 0 3 6 】

一方、ガス分離部 1 2 4 の下端の供給口 1 2 4 a 近傍に散気管 1 2 6 があると、散気管 1 2 6 周りのガス泡 B 1 が、給水タンク 1 0 内に入り込み易いことが分かっている。このため、散気管 1 2 6 は、ガス分離部 1 2 4 の供給口 1 2 4 a より、距離 Z 3、例えば 0 . 4 m だけ上方にある方が望ましい。

40

【 0 0 3 7 】

水処理ライン R は、一端が給水タンク 1 0 の循環水ノズル 1 0 1 に接続され、他端が脱酸素塔 1 2 の取入ノズル 1 2 0 a に接続されているとともに、逆止弁 1 6 と定流量弁 1 7 との間に補給ライン S が接続されている。この水処理ライン R では、補給ライン S の電磁弁 1 8 が閉じている場合には、循環ポンプ 1 3 の作動により、給水タンク 1 0 内のタンク水 W 1 が逆止弁 1 4 と定流量弁 1 5 とを通過して、一定流量 (例えば、ボイラの最大連続負

50

荷時に要求される給水量より多い流量 Q)で脱酸素塔12に供給される。また、この水処理ラインRでは、補給ラインSの電磁弁18が開いている場合には、所定流量 q (例えば、ボイラの最大連続負荷時に要求される給水量と同量)の補給水 W_0 と、タンク水 W_1 とが、一定の処理流量 Q (したがって、タンク水 W_1 の流量は、流量 Q -流量 q となる)となるように脱酸素塔12に供給される。

【0038】

補給ラインSは、脱酸素塔12を介して給水タンク10側に流量 q の補給水 W_0 を供給するものである。流量調節弁17は、補給水 W_0 が流量 q になるように弁開度を制御する。給水ラインTは、ボイラ側の要求に応じて、ボイラ側にボイラ給水 W_3 を送るものである。窒素ガス供給ラインUは、給水タンク10の窒素ガスノズル102と接続されて、脱

10

【0039】

つぎに、この窒素置換式脱酸素装置1の作用効果について説明する。

ボイラ運転前の給水タンク10内は、温度の高いタンク水 W_1 が、タンク上部の水面M1近くに集まり、温度の低いタンク水 W_1 が、給水取り出し口(給水ノズル100)近くのタンク下部に集まっている。水面M1は、空気に触れているので、水面M1近くのタンク水 W_1 の溶存酸素濃度は上がっていると同時に、タンク下部の温度の低いタンク水 W_1 の溶存酸素濃度も温度に見合った分だけ上昇している。したがって、ボイラ運転前に脱酸素塔12等の運転を開始し、給水タンク10内の溶存酸素濃度をある程度下げてやる必要がある。

20

【0040】

そこで、ボイラの運転前には、一定時間、補給ラインSの電磁弁18を閉じた状態で、水処理ラインRの循環ポンプ13を運転し、処理水となる給水タンク10内のタンク水 W_1 を、一定流量 Q で、水処理ラインRと脱酸素塔12とを介して循環させると同時に、脱酸素塔12に窒素ガスNを供給して、タンク水 W_1 の脱酸素塔12による脱酸素処理を行う。

【0041】

ここで、脱酸素塔12のガス分離部124内の、給水タンク10との連通作用によって形成される水面M2下には、脱酸素水 W_2 とともに、酸素を含んだ大小のガス泡B1が混在した状態になっている。この場合、大きいガス泡B1は、脱酸素水 W_2 中を上昇して、この脱酸素水 W_2 と容易に分離されるが、小さいガス泡B1は、ガス分離部124内の脱酸素水 W_2 中を浮遊したり、脱酸素水 W_2 とともに給水タンク10側に移動しようとする。一方、ガス分離部124の水面M2下には、脱酸素用の窒素ガスNが供給されるが、この窒素ガスNが、散気管126によって、多数の窒素ガス小泡B2として脱酸素水 W_2 中を上昇するように供給される。このため、この窒素ガス小泡B2とガス泡B1とが衝突し、このガス泡B1が、窒素ガス小泡B2に取り込まれて脱酸素水 W_2 中を上昇し、脱酸素水 W_2 と速やかに分離され、ガス泡B1による酸素の再溶解が防止される。

30

【0042】

循環ポンプ13等を一定時間運転して、タンク水 W_1 全体の溶存酸素濃度が所定値より低下した後、ボイラの運転が開始される。ボイラの運転に伴い、給水タンク10の水面M1のレベルが、低レベルL2に達すると、電磁弁18が開けられ、補給ラインSから、所定流量 q の補給水 W_0 が補給されるので、給水タンク10からは、流量 Q -流量 q 分のタンク水 W_1 が循環することとなる。この場合、ボイラの負荷が、小さい場合には、給水タンク10の水位は上がるが、ボイラの負荷が、最大連続負荷と同じ場合には、給水タンク10の水位は変動しない。そして、給水タンク10の水位が高レベルL1に達すると、電磁弁18が閉じられ、補給ラインSからの補給水 W_0 の供給は停止される。なお、脱酸素塔12に供給される水の流量が一定なので、脱酸素塔12に供給される窒素ガスNの流量も、変動させる必要はない。

40

【0043】

50

ところで、給水タンク 10 の水位が減少すると、給水タンク 10 に連通する脱酸素塔 12 内の水面 M 2 の位置もこれに伴って下降し、脱酸素塔 12 の水面 M 2 より上の空間部分の体積もその分増加する。ここで、給水タンク 10 と脱酸素塔 12 との断面積比は 100 : 1 で設計され、かつ、窒素ガス N の供給量は、水処理ライン R の流量 Q の約 1 / 5、すなわち、 $Q / 5$ である。このため、給水タンク 10 上部の空間部 V の体積が、実際には、ボイラへの給水量分だけ増加するが、最大 Q (m^3 / min) の割合で増加して、脱酸素塔 12 の空間部が、最大 $Q / 100$ (m^3 / min) の割合で増えたと考えた場合でも、窒素ガス N の供給量は、 $Q / 5$ (m^3 / min) であり、脱酸素塔 12 の空間部の増分の 20 倍もある。したがって、給水タンク 10 の水位の減少によって、脱酸素塔 12 のガス排出部 125 から外気を吸引してしまうことはない。

10

【0044】

以上のように、この窒素置換式脱酸素装置 1 では、脱酸素塔 12 と給水タンク 10 とを一体となるように設けて、脱酸素塔 12 からの脱酸素水 W 2 を、直接、ボイラの給水タンク 10 に供給できるようにしているので、ボイラの給水タンク 10 を脱酸素塔 12 の貯水タンクとして用いることができ、装置の簡単化、低コスト化等を図ることができる。この場合、脱酸素塔 12 の下部のガス分離部 124 の多くの部分を給水タンク 10 の水面 M 1 下に水没させるようにしているので、ガス分離部 124 には、給水タンク 10 との連通作用により脱酸素水 W 2 の水面 M 2 が形成される。このため、この窒素置換式脱酸素装置 1 では、この水面 M 2 下において、この水面 M 2 に落下した脱酸素水 W 2 と、落下に当たり巻き込まれたり又は処理水に含まれていたガス泡 B 1 とが混合した状態になっても、ガス分離部 124 の水面 M 2 下の長さがある程度あれば、大部分のガス泡 B 1 はガス分離部 124 中を浮上して脱酸素水 W 2 と分離され、この脱酸素塔 12 により十分な脱酸素効果を得ることができる。

20

【0045】

また、この窒素置換式脱酸素装置 1 では、脱酸素塔下部 (ガス分離部 124) 内の脱酸素水 W 2 の水面 M 2 下に生じる、酸素等を含むガス泡 B 1 を、脱酸素塔 12 への窒素ガス N の供給時に生じさせた多数の窒素ガス小泡 B 2 に衝突させて、この窒素ガス小泡 B 2 内に取り込むようにしているので、酸素等を含む小さなガス泡 B 1 が、脱酸素塔 12 の下部 (ガス分離部 124) 内に漂ったり、給水タンク 10 側に移動することはなく、このようなガス泡 B 1 を、脱酸素水 W 2 から直ちに分離することができる。このため、この窒素置換式脱酸素装置 1 では、酸素を含む小さなガス泡 B 1 に起因する、酸素の脱酸素水 W 2 への再溶解を防止することができ、装置の脱酸素効率の向上を図ることができる。

30

【0046】

さらに、この窒素置換式脱酸素装置 1 では、給水タンク 10 と脱酸素塔 12 とを接続して、給水タンク 10 内のタンク水 W 1 を脱酸素処理のために脱酸素塔 12 に供給する水処理ライン R を設けるとともに、この水処理ライン R に、補給水 W 0 の補給ライン S を接続している。このため、この窒素置換式脱酸素装置 1 では、補給水 W 0 が供給される場合はもちろん、補給水 W 0 の供給が無い場合でも、水処理ライン R を使用して、脱酸素塔 12 により、給水タンク 10 内のタンク水 W 1 の脱酸素処理を行うことができる。すなわち、この窒素置換式脱酸素装置 1 では、補給水 W 1 が供給されない場合でも、給水タンク 10 内のタンク水 W 1 の溶存酸素濃度を減少でき、この脱酸素塔 12 を効率的に使用することができる。

40

【0047】

実施形態 2 .

図 4 は、この発明の他の実施の形態に係る窒素置換式脱酸素装置 2 を示している。

この窒素置換式脱酸素装置 2 は、脱酸素水 W 2 を貯める貯水タンク 40 を有していて、処理水ライン C を介して、ボイラの給水タンク 10 から脱酸素塔 12 に供給されたタンク水 W 1 を、この脱酸素塔 12 で脱酸素処理して貯水タンク 40 内に貯め、この貯水タンク 40 内の脱酸素水 W 2 を、供給ライン D を介して給水タンク 10 側に供給するものである。なお、実施形態 1 で説明したものと、同一機能を有するものには同一符号を付しその説

50

明を省略する。

【 0 0 4 8 】

窒素置換式脱酸素装置 2 は、脱酸素塔 1 2 と、貯水タンク 4 0 と、水位検出器 4 1 と、処理水ライン C と、供給ライン D とから構成されている。なお、処理水ライン C は、給水タンク 1 0 と脱酸素塔 1 2 とをつなぐものであり、処理ポンプ 2 4 と、流量調整弁 2 5 と、配管 2 6 とから構成されている。供給ライン D は、貯水タンク 4 0 と給水タンク 1 0 側の給水ライン T とをつなぐものであり、供給ポンプ 2 7 と、配管 2 8 とから構成されている。

【 0 0 4 9 】

ここで、ボイラの給水タンク 1 0 には、補給ライン E を介して、補給水 W 0 が供給され、給水タンク 1 0 からは、給水ライン T を介して、脱酸素処理されたタンク水 W 1 (脱酸素水 W 2) がボイラに供給される。また、給水タンク 1 0 の水位は、給水タンク 1 0 の上面に設置された水位検出器 1 1 で検知され、これが低レベル L 2 に達すると、補給ライン E の電磁弁 2 9 が開かれて、配管 3 0 を介して給水タンク 1 0 に補給水 W 0 が供給され、これが高レベル L 1 に達すると、電磁弁 2 9 が閉じられて、給水タンク 1 0 への補給水 W 0 の供給は停止される。

10

【 0 0 5 0 】

貯水タンク 4 0 は、脱酸素塔 1 2 で作った脱酸素水 W 2 を所定時間分だけ貯めるものである。この貯水タンク 4 0 には、側面下部に、供給ライン D と接続される供給ノズル 4 0 0 が設けられ、上面に、窒素ガス供給ライン U と接続される窒素ガスノズル 4 0 1 と、水位検出器 4 1 の取付部 4 0 2 とが設けられている。なお、窒素ガスノズル 4 0 1 は、貯水タンク 4 0 の内方に延びている。

20

【 0 0 5 1 】

水位検出器 4 1 は、貯水タンク 4 0 の水位の高低にしたがって、処理水ライン C の流量調整弁 2 5 の開度を調整させ、貯水タンク 4 0 内の脱酸素水 W 2 の水位を一定に保つものである。なお、この場合でも、貯水タンク 4 0 の水位は、僅かであるが、高レベル L 3 と低レベル L 4 に変化する。

【 0 0 5 2 】

脱酸素塔 1 2 は、水供給部 1 2 0 と、リアクター部 1 2 1 と、整流部 1 2 3 と、リアクター部 1 2 2 と、ガス分離部 1 2 4 と、ガス排出部 1 2 5 と、散気管 1 2 6 とから構成されている。この脱酸素塔 1 2 は、貯水タンク 4 0 の上面側から、これを立てた状態で差し込むようにして、この貯水タンク 4 0 の上面に、この貯水タンク 4 0 と一体となるように取り付けられる。この場合、下側のリアクター部 1 2 2 は、貯水タンク 4 0 の上方に配置されるが、下部のガス分離部 1 2 4 の大部分は貯水タンク 4 0 内に配置され、このガス分離部 1 2 4 の多くの部分が貯水タンク 4 0 の水面 M 3 下に水没するように位置決めされる。この場合、水供給部 1 2 0 の取入ノズル 1 2 0 a と処理水ライン C とが接続され、ガス分離部 1 2 4 のガスノズル 1 2 4 b と貯水タンク 4 0 の窒素ガスノズル 4 0 1 とが接続される。

30

【 0 0 5 3 】

この脱酸素塔 1 2 でも、ガス分離部 1 2 4 内には、貯水タンク 4 0 との連通作用によって、脱酸素水 W 2 の水面 M 2 が形成され、この水面 M 2 が、貯水タンク 4 0 の水面 M 3 の高レベル L 3 と低レベル L 4 に対応して上下に変動している。また、この脱酸素塔 1 2 でも、散気管 1 2 6 を、貯水タンク 4 0 の水位が低レベル L 4 のときの、ガス分離部 1 2 4 内の水面 M 2 より、少なくとも距離 Z 1 (0 . 4 m) だけ下方に配置しており、かつ、ガス分離部 1 2 4 の供給口 1 2 4 a より、距離 Z 3 (0 . 4 m) だけ上方に配置している。

40

【 0 0 5 4 】

したがって、この窒素置換式脱酸素装置 2 でも、脱酸素塔下部 (ガス分離部 1 2 4) 内の脱酸素水 W 2 の水面 M 2 下に生じる、酸素等を含むガス泡 B 1 を、脱酸素塔 1 2 への窒素ガス N の供給時に生じさせた多数の窒素ガス小泡 B 2 に衝突させて、この窒素ガス小泡 B 2 内に取り込むことができる。このため、この窒素置換式脱酸素装置 2 でも、酸素等を

50

含む小さなガス泡 B 1 が、脱酸素塔 1 2 の下部（ガス分離部 1 2 4）内に漂ったり、貯水タンク 4 0 側に移動することはなく、このようなガス泡 B 1 を、脱酸素水 W 2 から直ちに分離することができる。このため、この窒素置換式脱酸素装置 2 でも、酸素を含む小さなガス泡 B 1 に起因する、酸素の脱酸素水 W 2 への再溶解を防止することができ、装置の脱酸素効率の向上を図ることができる。

【0055】

実施形態 3 .

図 5 は、この発明の他の実施の形態に係る窒素置換式脱酸素装置を示している。

この窒素置換式脱酸素装置 3 は、実施形態 1 で説明した給水タンク 1 0 を貯水タンク 4 2 に置き換え、かつ、脱酸素塔 1 2 A を貯水タンク 4 2 の側方に配置するとともに、脱酸素塔 1 2 A の下部の端部を、貯水タンク 4 2 の水面 M 4 より下方の側面に接続したものであり、装置の機能等は、窒素置換式脱酸素装置 1 と同じである。なお、実施形態 1、2 で説明したものと、同一機能を有するものには同一符号を付しその説明を省略する。

【0056】

窒素置換式脱酸素装置 3 は、貯水タンク 4 2 と、水位検出器 4 3 と、脱酸素塔 1 2 A と、偏流防止手段 4 4 と、支持架台 4 5 と、水処理ライン R と、補給ライン S と、窒素ガスライン U とから構成されている。

【0057】

貯水タンク 4 2 は、貯水タンク 4 0 と同様に、脱酸素塔 1 2 で作った脱酸素水 W 2 を所定時間分だけ貯めるものである。貯水タンク 4 2 には、側面下部に、供給ライン D と接続される供給ノズル 4 2 0 と、水処理ライン R と接続される循環水ノズル 4 2 1 とが設けられ、側面の中程よりやや下側に、脱酸素塔 1 2 A との接続部となる脱酸素水ノズル 4 2 2 が設けられている。また、貯水タンク 4 2 には、上面側に、水位検出器 4 3 の取付部 4 2 3 と、外気との連通部となるベント管 4 2 4 とが設けられている。貯水タンク 4 2 内の、タンク水 W 4 上方の空間部 V には、水位の下降によってベント管 4 2 4 により外気が取り入れられるとともに、水位の上昇によって、ベント管 4 2 4 により空間部 V 内の空気が外部に排出される。

【0058】

水位検出器 4 3 は、供給ライン D からの脱酸素水 W 2（タンク水 W 4）の流出に伴って、貯水タンク 4 2 の水位が低レベル L 6 まで減少すると、補給ライン S の電磁弁 1 8 を開かせて、脱酸素塔 1 2 A を介して補給水 W 0（脱酸素水 W 2）を貯水タンク 4 2 に供給させるとともに、貯水タンク 4 2 の水位が高レベル L 5 まで上昇すると、電磁弁 1 8 を閉じさせて、補給水 W 0 の供給を停止させる。

【0059】

脱酸素塔 1 2 A は、脱酸素塔 1 2 のガス分離部 1 2 4 の下端部に、一端側が 90 度屈曲して水平に延びる処理水供給部 1 2 7 が設けられたものである。この処理水供給部 1 2 7 は、脱酸素塔 1 2 A の他の部分と同サイズに形成されており、脱酸素塔 1 2 A からの脱酸素水 W 2 を貯水タンク 4 2 に供給するためのものである。

【0060】

この脱酸素塔 1 2 A は、貯水タンク 4 2 の側方に、上下方向に立った状態で設けられていて、貯水タンク 4 2 側に屈曲して延びる処理水供給部 1 2 7 の端部が、貯水タンク 4 2 の側面側に設けられた脱酸素水ノズル 4 2 2 に、フランジ部 F を介して直接接続されている。そして、この脱酸素塔 1 2 A は、貯水タンク 4 2 とは無関係に地上に設置された、簡単な支持架台 4 5 によって支持される。また、貯水タンク 4 2 内には、脱酸素水ノズル 4 2 2 と処理水供給部 1 2 7 とのフランジ部 F 間にリング板 4 4 0（図 6 参照）を挟み付けるようにして、偏流防止手段 4 4 の突き当て板 4 4 1 が内方に突出するように位置決めされている。偏流防止手段 1 3 は、図 6 で示されるように、リング板 4 4 0 と突き当て板 4 4 1 とを複数の支持部材 4 4 2 で連結したもので、処理水供給部 1 2 7 から供給される脱酸素水 W 2 に流れを与えて、この脱酸素水 W 2 が貯水タンク 4 2 全体に行き渡るようにするものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

この窒素置換式脱酸素装置 3 でも、窒素置換式脱酸素装置 1 と同様に、水処理ライン R の一端が貯水タンク 4 2 に接続され、水処理ライン R の他端が脱酸素塔 1 2 A に接続されていて、貯水タンク 4 2 内のタンク水 W 4 が、循環するようにつつ、脱酸素塔 1 2 A により脱酸素処理される。

【 0 0 6 2 】

この脱酸素塔 1 2 A でも、ガス分離部 1 2 4 内には、貯水タンク 4 2 との連通作用によって、脱酸素水 W 2 の水面 M 2 が形成され、この水面 M 2 が、貯水タンク 4 0 の水面 M 4 の高レベル L 3 と低レベル L 4 に対応して上下に変動している。また、この脱酸素塔 1 2 A でも、散気管 1 2 6 を、貯水タンク 4 0 の水位が低レベル L 6 のときの、ガス分離部 1 2 4 内の水面 M 2 より、少なくとも距離 Z 1 (0 . 4 m) だけ下方に配置しており、かつ、処理水供給部 1 2 7 の水平部より、距離 Z 3 (0 . 4 m) だけ上方に配置している。

10

【 0 0 6 3 】

したがって、この窒素置換式脱酸素装置 3 でも、脱酸素塔下部 (ガス分離部 1 2 4) 内の脱酸素水 W 2 の水面 M 2 下に生じる、酸素等を含むガス泡 B 1 を、脱酸素塔 1 2 への窒素ガス N の供給時に生じさせた多数の窒素ガス小泡 B 2 に衝突させて、この窒素ガス小泡 B 2 内に取り込むことができる。このため、この窒素置換式脱酸素装置 3 でも、酸素等を含む小さなガス泡 B 1 が、脱酸素塔 1 2 A の下部 (ガス分離部 1 2 4 や処理水供給部 1 2 7) 内に漂ったり、貯水タンク 4 0 側に移動することではなく、このようなガス泡 B 1 を、脱酸素水 W 2 から直ちに分離することができる。このため、この窒素置換式脱酸素装置 3 でも、酸素を含む小さなガス泡 B 1 に起因する、酸素の脱酸素水 W 2 への再溶解を防止することができ、装置の脱酸素効率の向上を図ることができる。

20

【 0 0 6 4 】

なお、図 7 で示されるように、貯水タンク 4 2 の本体部 4 2 a が複数の柱 4 2 b で支持されている場合には、脱酸素塔 1 2 A の処理水供給部 1 2 7 の端部を、貯水タンク 4 2 の本体部 4 2 a の底部側に接続してもよい。

【 0 0 6 5 】

また、窒素置換式脱酸素装置 3 は、水処理ライン R を有さず、補給ライン S から直接、脱酸素塔 1 2 A に給水されるものであってもよい。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 6 6 】

【 図 1 】 この発明の実施形態 1 に係る窒素置換式脱酸素装置を示す図である。

【 図 2 】 脱酸素塔のガス分離部内の脱酸素水等の流れの状態を示す図である。

【 図 3 】 散気管がない脱酸素塔と、散気管がある脱酸素塔における脱酸素率の違い等を示すグラフである。

【 図 4 】 この発明の実施形態 2 に係る窒素置換式脱酸素装置を示す図である。

【 図 5 】 この発明の実施形態 3 に係る窒素置換式脱酸素装置を示す図である。

【 図 6 】 偏流防止手段の外観斜視図である。

【 図 7 】 脱酸素塔の処理水供給部を貯水タンクの底部に接続している状態を示す図である。

40

【 符号の説明 】

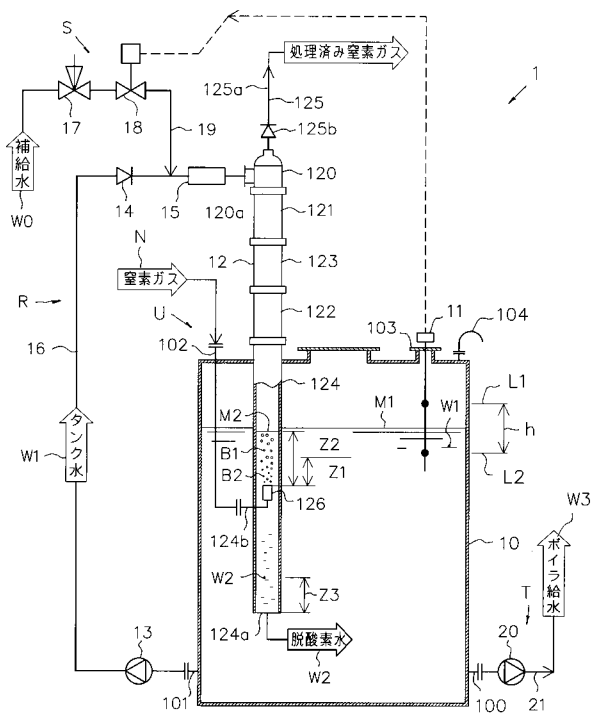
【 0 0 6 7 】

- 1 , 2 , 3 窒素置換式脱酸素装置
- 1 0 給水タンク
- 1 2 , 1 2 A 脱酸素塔
- 4 0 , 4 2 貯水タンク
- 1 2 0 水供給部 (脱酸素塔の上部)
- 1 2 4 ガス分離部 (脱酸素塔の下部)
- 1 2 6 散気管 (窒素ガス供給部)
- 1 2 7 処理水排出部 (脱酸素塔の下部)

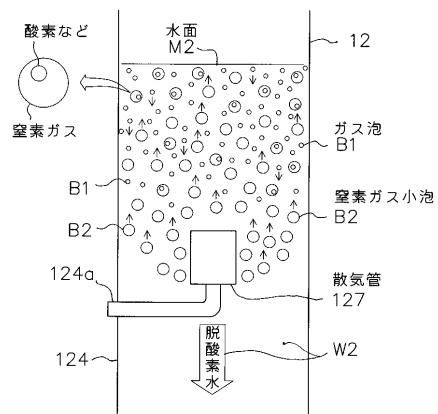
50

B 2 窒素ガス小泡（小泡）
M 1 給水タンクの水面
M 2 脱酸素塔の水面
M 3 , M 4 貯水タンクの水面
N 窒素ガス
W 0 補給水（処理水）
W 1 , W 4 タンク水（処理水）
W 2 脱酸素水

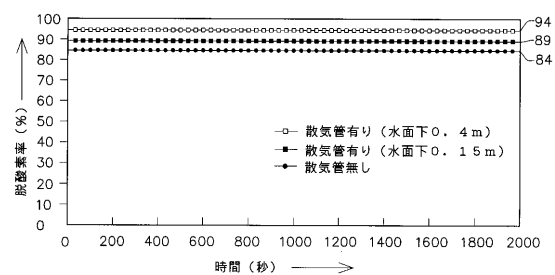
【 図 1 】



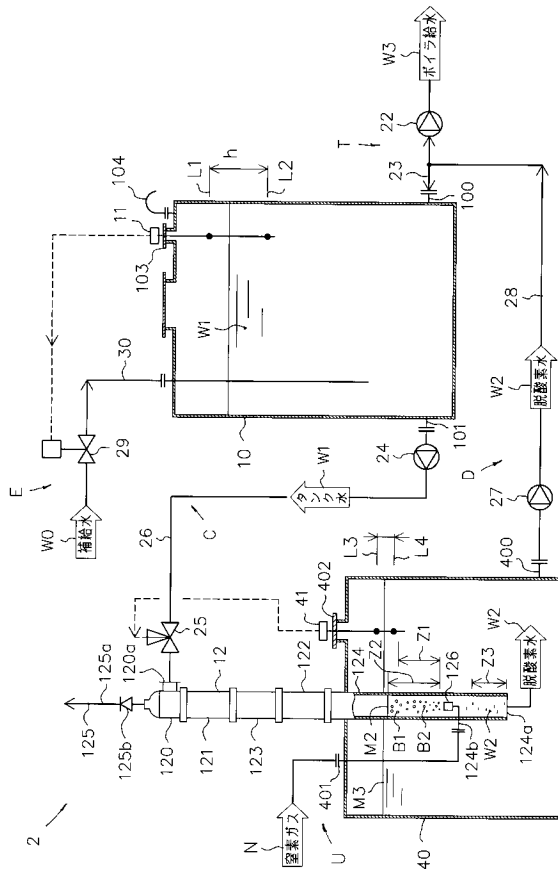
【圖 2】



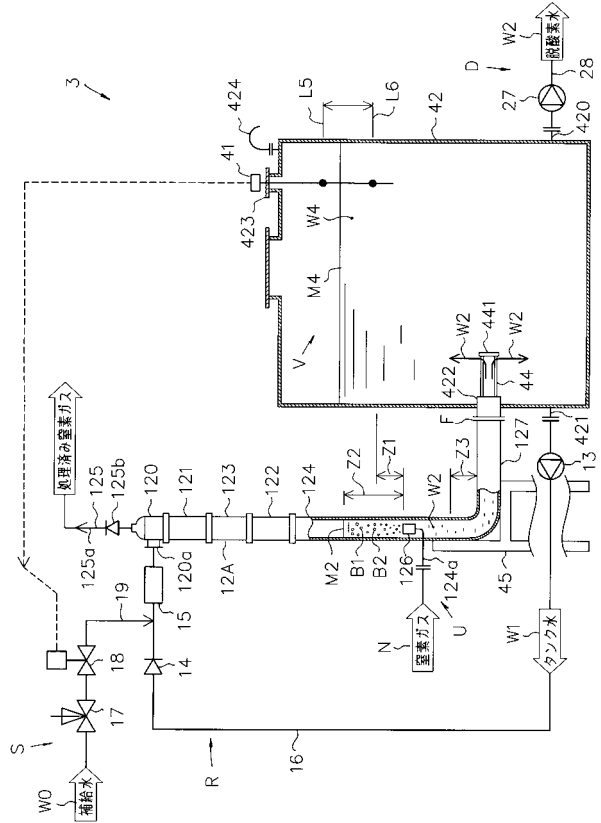
【 図 3 】



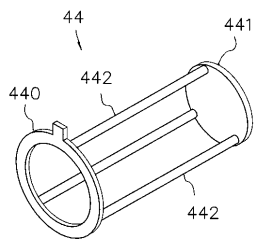
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

