(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5582952号
(P5582952)

(45)発行日　平成26年9月3日(2014.9.3)　(24)登録日　平成26年7月25日(2014.7.25)

(51)Int.Cl.		F I		
C02F 1/20	(2006.01)	C02F	1/20	ZABA
B01D 19/00	(2006.01)	B01D	19/00	F
B01D 53/50	(2006.01)	B01D	53/34	125K
B01D 53/77	(2006.01)	B01D	53/34	125R

請求項の数 9　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2010-229120(P2010-229120)
(22)出願日　平成22年10月8日(2010.10.8)
(65)公開番号　特開2012-81402(P2012-81402A)
(43)公開日　平成24年4月26日(2012.4.26)
審査請求日　平成25年2月25日(2013.2.25)

(73)特許権者　000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目１６番５号
(74)代理人　100089118
弁理士　酒井　宏明
(74)代理人　100118762
弁理士　高村　順
(72)発明者　園田　圭介
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内
(72)発明者　永尾　韋造
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内

審査官　片山　真紀

最終頁に続く

(54)【発明の名称】エアレーション装置及びこれを備えた海水排煙脱硫装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
硫黄分を吸収した海水を含む被処理水中に浸漬され、被処理水中に微細気泡を発生させて、前記被処理水を脱炭酸するエアレーション装置であって、
空気を吐出手段により供給する空気供給配管と、
空気が供給されるスリットを有する散気膜を備えたエアレーションノズルと、
前記空気供給配管内に水を導入する水導入手段とを具備し、
前記エアレーションノズルの圧力損失が増大した際、空気の導入を停止しつつ水を空気供給配管内に導入することを特徴とするエアレーション装置。
【請求項２】
請求項１において、
前記空気供給配管内に、水をミスト状で供給する水ミスト供給手段を有することを特徴とするエアレーション装置。
【請求項３】
請求項１において、
前記水が真水または海水のいずれかであることを特徴とするエアレーション装置。
【請求項４】
請求項１乃至３のいずれか一つにおいて、
前記空気供給配管より分岐した複数のヘッダにエアレーションノズルが設けられると共に、枝管及びヘッダの端部に空気を外部に排出する空気排出管を有することを特徴とする

エアレーション装置。
【請求項５】
請求項１乃至４のいずれか一つにおいて、
前記エアレーションノズルは、内部に空気が導入される支持体を覆う散気膜と、
前記散気膜に多数設けられたスリットとからなり、
スリットから微細気泡を流出させることを特徴とするエアレーション装置。
【請求項６】
海水を吸収剤として使用する脱硫塔と、
前記脱硫塔から排出された使用済海水を流して排水する水路と、
前記水路内に設置され、前記使用済海水中に微細気泡を発生して脱炭酸を行う請求項１乃至５のいずれか一つのエアレーション装置とを具備することを特徴とする海水排煙脱硫装置。
【請求項７】
硫黄分を吸収した海水を含む被処理水中に浸漬され、被処理水中にエアレーションノズルの散気膜のスリットから微細気泡を発生させて、前記被処理水を脱炭酸するエアレーション装置を用い、
エアレーションノズルの圧力損失が増大した際、空気の導入を停止しつつ水を空気供給配管内に導入し、
導入された水を、散気膜のスリットに供給し、析出物を溶解除去することを特徴とするエアレーション装置のスリット析出物の除去・防止方法。
【請求項８】
請求項７において、
次いで、水の導入を停止し、空気を空気供給配管内に導入して、導入された空気で空気供給配管内に充満された水を押し出つつ析出物を溶解除去することを特徴とするエアレーション装置のスリット析出物の除去・防止方法。
【請求項９】
請求項７又は８において、
さらに、吐出手段により空気を供給する際、水分又は水蒸気を添加し、
水分が含まれた空気を、散気膜のスリットに供給することを特徴とするエアレーション装置のスリット析出物の除去・防止方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、石炭焚き、原油焚き及び重油焚き等の発電プラントに適用される排煙脱硫装置の排水処理に係り、特に、海水法を用いて脱硫する排煙脱硫装置の排水（使用済海水）をエアレーションにより脱炭酸（暴気）するエアレーション装置及びこれを備えた海水排煙脱硫装置、エアレーション装置のスリット析出物の除去・防止方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、石炭や原油等を燃料とする発電プラントにおいて、ボイラから排出される燃焼排気ガス（以下、「排ガス」と呼ぶ）は、該排ガス中に含まれている二酸化硫黄（SO_2）等の硫黄酸化物（ＳＯｘ）を除去してから大気に放出される。このような脱硫処理を施す排煙脱硫装置の脱硫方式としては、石灰石石膏法、スプレードライヤー法及び海水法等が知られている。
【０００３】
このうち、海水法を採用した排煙脱硫装置（以下、「海水排煙脱硫装置」と呼ぶ）は、吸収剤として海水を使用する脱硫方式である。この方式では、たとえば略円筒のような筒形状を縦置きにした脱硫塔（吸収塔）の内部に海水及びボイラ排ガスを供給することにより、海水を吸収液として湿式ベースの気液接触を生じさせて硫黄酸化物を除去している。上述した脱硫塔内で吸収剤として使用した脱硫後の海水（使用済海水）は、たとえば、上

部が開放された長い水路（Seawater Oxidation Treatment System；ＳＯＴＳ）内を流れ排水される際、水路の底面に設置したエアレーション装置から微細気泡を流出させるエアレーションによって脱炭酸（爆気）される（特許文献１～３）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２００６－０５５７７９号公報

【特許文献２】特開２００９－０２８５７０号公報

【特許文献３】特開２００９－０２８５７２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、エアレーション装置で用いるエアレーションノズルは、基材の周囲を覆うゴム製等の散気膜に小さなスリットが多数設けられたものである。一般的には「ディフューザノズル」と呼ばれている。このようなエアレーションノズルは、供給される空気の圧力により、スリットから略均等な大きさの微細気泡を多数流出させることができる。

【０００６】

このようなエアレーションノズルを用いて、海水中でエアレーションを連続して行うと、散気膜のスリット壁面やスリット開口近傍に、海水中の硫酸カルシウム等の析出物が析出し、スリットの間隙が狭くなったり、スリットを塞いだりする結果、散気膜の圧力損失を増大させ、散気装置に空気を供給するブロワ、コンプレッサ等吐出手段の吐出圧高が発生し、ブロワ、コンプレッサ等に負荷がかかるという、問題がある。

【０００７】

析出物の発生は、散気膜の外側に位置する海水が、スリットから散気膜の内側へ浸み込み、常時スリットを通過する空気に、長時間に亙って触れて乾燥（海水の濃縮）が促進され、析出に至っている、と推定される。

【０００８】

本発明は、前記問題に鑑み、散気膜のスリットにおいて発生する析出物を制御することができるエアレーション装置及びこれを備えた海水排煙脱硫装置、エアレーション装置のスリット析出物の除去・防止方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

上述した課題を解決するための本発明の第１の発明は、硫黄分を吸収した海水を含む被処理水中に浸漬され、被処理水中に微細気泡を発生させて、前記被処理水を脱炭酸するエアレーション装置であって、空気を吐出手段により供給する空気供給配管と、空気が供給されるスリットを有する散気膜を備えたエアレーションノズルと、前記空気供給配管内に水を導入する水導入手段とを具備し、前記エアレーションノズルの圧力損失が増大した際、空気の導入を停止しつつ水を空気供給配管内に導入することを特徴とするエアレーション装置にある。

【００１０】

第２の発明は、第１の発明において、前記空気供給配管内に、水をミスト状で供給する水ミスト供給手段を有することを特徴とするエアレーション装置にある。

【００１１】

第３の発明は、第１又は２の発明において、前記水が真水または海水のいずれかであることを特徴とするエアレーション装置にある。

【００１２】

第４の発明は、第１乃至３のいずれか一つにおいて、前記空気供給配管より分岐した複数のヘッダにエアレーションノズルが設けられると共に、枝管及びヘッダの端部に空気を外部に排出する空気排出管を有することを特徴とするエアレーション装置にある。

【００１３】

第５の発明は、第１乃至４のいずれか一つの発明において、前記エアレーションノズルは、内部に空気が導入される支持体を覆う散気膜と、前記散気膜に多数設けられたスリットとからなり、スリットから微細気泡を流出させることを特徴とするエアレーション装置にある。

【００１４】

第６の発明は、海水を吸収剤として使用する脱硫塔と、前記脱硫塔から排出された使用済海水を流して排水する水路と、前記水路内に設置され、前記使用済海水中に微細気泡を発生して脱炭酸を行う請求項１乃至５のいずれか一つのエアレーション装置とを具備することを特徴とする海水排煙脱硫装置にある。

【００１５】

第７の発明は、硫黄分を吸収した海水を含む被処理水中に浸漬され、被処理水中にエアレーションノズルの散気膜のスリットから微細気泡を発生させて、前記被処理水を脱炭酸するエアレーション装置を用い、エアレーションノズルの圧力損失が増大した際、空気の導入を停止しつつ水を空気供給配管内に導入し、導入された水を、散気膜のスリットに供給し、析出物を溶解除去することを特徴とするエアレーション装置のスリット析出物の除去・防止方法にある。

【００１６】

第８の発明は、第７の発明において、次いで、水の導入を停止し、空気を空気供給配管内に導入して、導入された空気で空気供給配管内に充満された水を押し出つつ析出物を溶解除去することを特徴とするエアレーション装置のスリット析出物の除去・防止方法にある。

【００１７】

第９の発明は、第７又は８の発明において、さらに、吐出手段により空気を供給する際、水分又は水蒸気を添加し、水分が含まれた空気を、散気膜のスリットに供給することを特徴とするエアレーション装置のスリット析出物の除去・防止方法にある。

【発明の効果】

【００１８】

本発明によれば、エアレーション装置の散気膜のスリットにおいて析出物が発生した場合でも、迅速に対応して析出物を溶解除去し、エアレーション装置に空気を供給するブロワ、コンプレッサ等吐出手段の負荷の低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】図１は、本実施例に係る海水排煙脱硫装置の概略図である。

【図２－１】図２－１は、エアレーションノズルの平面図である。

【図２－２】図２－２は、エアレーションノズルの正面図である。

【図３】図３は、エアレーションノズルの内部構造概略図である。

【図４】図４は、本実施例に係るエアレーション装置の概略図である。

【図５】図５は、本実施例に係る他のエアレーション装置の概略図である。

【図６－１】図６－１は、散気膜のスリットにおける、空気の流出と海水の浸入、および濃縮海水の状況を示す図である。

【図６－２】図６－２は、散気膜のスリットにおける、空気の流出と海水の浸入、濃縮海水及び析出物の状況を示す図である。

【図７】図７は、操作のフロー図である。

【図８】図８は、他のエアレーション装置の要部概略図である。

【図９】図９は、他のエアレーション装置の要部概略図である。

【図１０】図１０は、本実施例に係る他のエアレーション装置の概略図である。

【図１１】図１１は、本実施例に係る他のエアレーション装置の概略図である。

【図１２】図１２は、本実施例に係る他のエアレーション装置の概略図である。

【図１３－１】図１３－１は、散気膜のスリットにおける、空気（飽和湿り空気と水ミストとの混合）の流出と海水の浸入の状況を示す図である。

【図１３－２】図１３－２は、散気膜のスリットにおける、空気（飽和湿り空気）の流出と海水の浸入の状況を示す図である。
【図１３－３】図１３－３は、散気膜のスリットにおける、空気（湿り空気；相対湿度１００％以下）の流出と海水の浸入、および濃縮海水の状況を示す図である。
【図１４】図１４は、空気供給管に水分を間欠的に供給する場合の、エアレーションノズルのスリットに浸み込んだ海水の塩分濃度の変化とエアレーション装置の運転状況を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００２０】
以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。
【実施例】
【００２１】
本発明による実施例に係るエアレーション装置及び海水排煙脱硫装置について、図面を参照して説明する。図１は、本実施例に係る海水排煙脱硫装置の概略図である。
図１に示すように、海水排煙脱硫装置１００は、排ガス１０１と海水１０３とを気液接触してSO_2を亜硫酸（H_2SO_3）へ脱硫反応させる排煙脱硫吸収塔１０２と、排煙脱硫吸収塔１０２の下側に設けられ、硫黄分を含んだ使用済海水１０３Ａを希釈用の海水１０３と希釈混合する希釈混合槽１０５と、希釈混合槽１０５の下流側に設けられ、希釈使用済海水１０３Ｂの水質回復処理を行う酸化槽１０６とからなるものである。
【００２２】
海水排煙脱硫装置１００では、排煙脱硫吸収塔１０２において海水供給ラインL_1を介して供給される海水１０３の内の一部の吸収用の海水１０３を排ガス１０１と気液接触させて、排ガス１０１中のSO_2を海水１０３に吸収させる。そして、排煙脱硫吸収塔１０２で硫黄分を吸収した使用済海水１０３Ａは、排煙脱硫吸収塔１０２の下部に設けられている希釈混合槽１０５に供給される希釈用の海水１０３と混合させる。そして、希釈用の海水１０３と混合希釈された希釈使用済海水１０３Ｂは、希釈混合槽１０５の下流側に設けられている酸化槽１０６に送給され、酸化用空気ブロア１２１より供給された空気１２２をエアレーションノズル１２３により供給し、水質回復させた後、排水１２４として海へ放流するようにしている。
図１中、符号１０２ａは海水を上方に噴出させる液柱用の噴霧ノズル、１２０はエアレーション装置、１２２ａは気泡、L_1は海水供給ライン、L_2は希釈海水供給ライン、L_3は脱硫海水供給ライン、L_4は排ガス供給ライン、L_5は空気供給ラインである。
【００２３】
このエアレーションノズル１２３の構成を図２－１、図２－２及び図３を参照して、散気膜がゴム製の場合について説明する。
図２－１は、エアレーションノズルの平面図、図２－２は、エアレーションノズルの正面図、図３はエアレーションノズルの内部構造概略図である。
図２－１、図２－２に示すように、エアレーションノズル１２３は、基材の周囲を覆うゴム製の散気膜１１に小さなスリット１２が多数設けられたものであり、一般的には「ディフューザノズル」と呼ばれている。このようなエアレーションノズル１２３は、空気供給ラインL_5から供給される空気１２２の圧力により散気膜１１が膨張すると、スリット１２が開いて略均等な大きさの微細気泡を多数流出させることができる。
【００２４】
図２－１、図２－２に示すように、エアレーションノズル１２３は、空気供給ラインL_5から分岐した複数（本実施例では８本）の枝管（図示せず）に設けられたヘッダ１５に対して、フランジ１６を介して取り付けられている。なお、希釈使用済海水１０３Ｂ中に設置される枝管及びヘッダ１５には、耐食性を考慮して樹脂製パイプ等が使用されている。

【００２５】
エアレーションノズル１２３は、たとえば図３に示すように、使用済海水１０３Ｂに対する耐食性を考慮して樹脂製とした略円筒形状の支持体２０を用い、この支持体２０の外周を覆うようにして多数のスリット１２が形成されたゴム製の散気膜１１を被せた後、左右両端部をワイヤやバンド等の締結部材２２により固定した構成とされる。
【００２６】
また、上述したスリット１２は、圧力を受けない通常の状態においては閉じている。なお、海水排煙脱硫装置１００においては、常時空気１２２を供給している状態では、常にスリット１２は開放状態である。
【００２７】
ここで、支持体２０の一端２０ａは、ヘッダ１５に取り付けた状態で空気１２２の導入を可能とすると共に、その他端２０ｂは、海水１０３が導入可能に開口されている。
このため、一端２０ａ側は、ヘッダ１５及びフランジ１６を貫通する空気導入口２０ｃを介してヘッダ１５内部と連通している。そして、支持体２０の内部は、支持体２０の軸方向の途中に設けた仕切板２０ｄにより分割され、この仕切板２０ｄにより空気の流通が阻止されている。さらに、この仕切板２０ｄよりヘッダ１５側となる支持体２０の側面には、散気膜１１の内周面と支持体外周面との間に、すなわち、散気膜１１を加圧して膨張させる加圧空間１１ａへ空気１２２を流出させるための空気出口２０ｅ、２０ｆが開口している。従って、ヘッダ１５からエアレーションノズル１２３に流入する空気１２２は、図中に矢印で示すように、空気導入口２０ｃから支持体２０の内部へ流入した後、側面の空気出口２０ｅ、２０ｆから加圧空間１１ａへ流出することとなる。
なお、締結部材２２は、散気膜１１を支持体２０に固定するとともに、空気出口２０ｅ、２０ｆから流入する空気が両端部から漏出することを防止するものである。
【００２８】
このように構成されたエアレーションノズル１２３において、ヘッダ１５から空気導入口２０ｃを通って流入する空気１２２は、空気出口２０ｅ、２０ｆを通って加圧空間１１ａへ流出することにより、最初はスリット１２が閉じているため加圧空間１１ａ内に溜まって内圧を上昇させる。内圧が上昇された結果、散気膜１１は加圧空間１１ａ内の圧力上昇を受けて膨張し、散気膜１１に形成されているスリット１２が開くことによって空気１２２の微細気泡を希釈使用済海水１０３Ｂ中に流出させる。このような微細気泡の発生は、枝管$Ｌ_{5A\sim5H}$及びヘッダ１５を介して空気供給を受ける全てのエアレーションノズル１２３で実施される。
【００２９】
以下、本実施例に係るエアレーション装置について説明する。本発明では、散気膜１１のスリット１２での海水の乾燥・濃縮により発生する硫酸カルシウム等の析出物の析出により、エアレーションノズルの圧力損失が上昇した際に、析出物を溶解除去する手段を提供する。
【００３０】
以下に、本発明を具体的に説明する。
図４は、本実施例に係るエアレーション装置の概略図である。
図４に示すように、本実施例に係るエアレーション装置１２０Ａは、被処理水である希釈使用済海水（図示せず）中に浸漬され、希釈使用済海水中に微細気泡を発生させるエアレーション装置であって、空気１２２を吐出手段であるブロア１２１Ａ～１２１Ｄにより供給する空気供給配管である分岐空気供給ライン（枝管）$Ｌ_{5A\sim5H}$を有する空気供給ライン$Ｌ_{5}$と、各枝管$Ｌ_{5A\sim5H}$のヘッダ１５より空気１２２が供給されるスリット１２を有する散気膜１１を備えたエアレーションノズル１２３と、空気供給ライン$Ｌ_{5}$に水１４１を供給する水導入手段である水タンク１４０及び供給ポンプ$Ｐ_{1}$とを具備し、前記エアレーションノズル１２３の圧力損失が増大した際、空気１２２の導入を停止しつつ、水１４１を空気供給ライン$Ｌ_{5}$から分岐された枝管$Ｌ_{5A\sim5H}$に導入するものである。水１４１は水供給ライン$Ｌ_{6}$から導入されており、各分岐されたラインには、バルブ$Ｖ_{11}$～$Ｖ_{18}$が介設

されている。

【００３１】

また、空気供給ラインL_5には、２基の冷却器１３１Ａ、１３１Ｂと、２基のフィルタ１３２Ａ、１３２Ｂとが各々設けられている。これにより、ブロア１２１Ａ～１２１Ｄにより圧縮された空気は冷却され、次いで濾過されている。

なお、ブロアが４基あるのは、通常は３基で運転しており、その内の１基は予備としている。また、冷却器１３１Ａ、１３１Ｂと、フィルタ１３２Ａ、１３２Ｂとが各々２基あるのは、連続して運転する必要から、通常は片方のみで運転し、他方はメンテナンス用としている。

【００３２】

ここで、本実施例では、水１４１の供給としては、真水を用いているが、真水の代わりに、海水（例えば、希釈海水供給ラインL_2の海水１０３、希釈混合槽１０５の使用済海水１０３Ａ、酸化槽１０６の希釈使用済海水１０３Ｂ等を）を用いるようにしてもよい。

【００３３】

本実施例によれば、前記エアレーションノズル１２３の圧力損失が増大した際、空気１２２の導入を停止し、水タンク１４０により水（真水または海水）１４１を供給するようにしているので、ヘッダ１５から導入された水は、エアレーションノズル１２３の散気膜１１のスリット１２を通過する際に、付着した硫酸カルシウム等を溶解し、これにより、散気膜１１の圧力損失の低減を図る。

なお、導入する水の水量の調整は、バルブ操作を行い、所定の流量となるように流量管理をすればよい。

【００３４】

[付着物が発生した場合の対策]

ここで、エアレーション装置の運転初期は、制御手段により空気１２２を空気供給ラインL_5内に導入して、通常のエアレーションのみを行っている。この場合には、水１４１は空気供給ラインL_5には導入していない。

そして、スリット１２に付着物が発生すると、エアレーションノズル１２３の圧力損失が規定値以上に上昇する。このような圧力損失の上昇があった場合には、先ず空気１２２の導入を停止する。次いで、水タンク１４０から水１４１を空気供給ラインL_5より分岐した分岐空気供給ライン$L_{5A～5H}$に導入し、導入された水１４１が各エアレーションノズル１２３内に充満させ、エアレーションノズル１２３の散気膜１１のスリット１２を水１４１が通過する際に、付着した硫酸カルシウム等を溶解し、これにより、散気膜１１の圧力損失の低減を図る。

【００３５】

この切替え操作について説明する。

圧力損失の上昇で所定値となった際に、空気の供給を停止（ＯＦＦ）すると共に、水を導入（ＯＮ）し、所定時間水の導入を継続する。その後、水１４１の導入を停止（ＯＦＦ）すると共に、空気の供給を行い（ＯＮ）、定格の空気の導入を行い、エアレーションを再開する。なお、エアレーションの再開に際しては、空気１２２の導入は徐々に行い、内部に残存する水を排出するようにしている。

【００３６】

また、水の導入を行い、エアレーションノズル１２３内に水１４１が充満した後、水の導入を停止し、その後空気を徐々に導入し、導入された空気で充満された水を押し出すようにしてもよい。

この場合には、使用できる水の流量が少ない場合に好適である。

【００３７】

海水の塩分濃度は通常約３．４％であり、９６．６％の水に３．４％の塩が溶けている。この塩は、塩化ナトリウムが７７．９％、塩化マグネシウムが９．６％、硫酸マグネシウムが６．１％、硫酸カルシウムが４．０％、塩化カリウムが２．１％、その他０．２％の構成となっている。

【００３８】
この塩のなかで、海水の濃縮（海水の乾燥）につれて、硫酸カルシウムが最初に析出する塩であり、その析出の閾値が海水の塩分濃度で約１４％である。
【００３９】
図６－１は、散気膜のスリットにおける、空気の流出と海水の浸入、および濃縮海水の状況を示す図である。図６－２は、散気膜のスリットにおける、空気の流出と海水の浸入、濃縮海水及び析出物の状況を示す図である。
ここで、本発明において、スリット１２とは、散気膜１１に形成される切れ込みをいい、スリット１２の間隙は空気が排出される通路となる。
この通路を形成するスリット壁面１２ａは、海水１０３が接触しているが、空気１２２の導入によって乾燥・濃縮され、濃縮海水１０３ａとなり、その後スリット壁面１２ａに析出物１０３ｂが析出され、スリット１２の通路を閉塞するものとなる。
【００４０】
なお、図６－１及び図６－２に、散気膜１１のスリット１２における、空気による海水の乾燥・濃縮が進行して析出物が成長する状態を示す。
図６－１は、濃縮海水１０３ａの一部において、局所的に海水の塩分濃度が１４％を超えた部分に析出物１０３ｂが発生している状態である。この状態では析出物１０３ｂが僅かであるので、スリット１２を空気が通過する際の圧力損失が僅かに上昇するものの、空気１２２は通過可能である。
【００４１】
これに対し、図６－２は、濃縮海水１０３ａの濃縮が進行すると、析出物１０３ｂによる閉塞（プラッキング）状態となり、圧力損失が大きくなる状態である。なお、このような状態でも空気１２２の通路は残っているものの吐出手段にはかなりの負荷がかかるものとなる。これによりエアレーションノズル１２３の圧力損失の上昇となる。
【００４２】
この切替え操作は手動で行う場合と、自動で行う場合がある。
自動で行う場合には、制御手段は、マイコン等で構成されている。制御手段は、ＲＡＭやＲＯＭ等から構成されてプログラムやデータが格納される記憶部（図示せず）が設けられている。記憶部に格納されるデータは、エアレーションノズル１２３の圧力損失の上昇が確認され、所定値以上であると、スリット１２における付着物の多量発生を検知すると共に、エアレーションノズル１２３の圧力損失がどのブロック（本実施例では８ブロック（図４に示す第１ブロックＡ～第８ブロックＨ））で発生したかの確認をする。
また、制御手段は、水タンク１４０からの水１４１を供給する枝管$L_{5A\sim5H}$のバルブV_1～V_8に接続されている。この制御手段は、圧力損失が発生した際に、ブロック毎（８ブロック）Ａ～Ｈに供給する空気１２２の供給を停止する指令を発する。
【００４３】
例えば第１ブロックＡのエアレーションノズル１２３の圧力損失が発生したとすると、第１ブロックＡの枝管L_{5A}に介装されたバルブV_1を閉じる指令を出し、当該ブロックへの空気１２２の供給を停止する。
次いで、制御手段は、バルブV_{11}を開ける指令を出して、水タンク１４０より水１４１を供給し、枝管L_{5A}内に導入する。
枝管L_{5A}に導入された水１４１は、ヘッダ１５を介して、エアレーションノズル１２３に導入され、散気膜１１に設けたスリット１２から外部に排水される。
この水１４１の排水の際に、スリット１２に析出した硫酸カルシウム等の析出物を溶解して、スリット析出物を外部に排出する。
【００４４】
制御手段は、所定時間水１４１の導入を行い、その後水１４１の導入の停止（バルブV_{11}を閉じる）の指令を出すと共に、バルブV_1を開ける指令を出し、当該ブロックへの空気１２２の供給を再開し、エアレーションを再開する。なお水１４１の導入時間は、圧力損失の状態、析出物の析出状態により適宜設定する。

【００４５】
図５は、本実施例に係る他のエアレーション装置の概略図である。
図５に示すように、本実施例では、高圧空気供給手段１４２より高圧空気供給ラインＬ$_{7}$を介して高圧空気１４３を供給する手段を設けている。
この結果、エアレーションの再開に際して、枝管Ｌ$_{5A}$内及びエアレーションノズル１２３内に水１４１が残存しているので、この残存している水１４１をいち早く追い出すことができる。なお、Ｖ$_{12}$は高圧空気を導入する切替えバルブである。
【００４６】
次に、制御手段によるエアレーションノズル１２３の圧力損失の上昇があった場合の対処の制御について説明する。図７は、操作のフローチャートである。
【００４７】
まず、制御手段は、図示しない圧力計からの圧力（内部圧力と水圧）を計測し、エアレーションノズル１２３の圧力損失を計測する（ステップＳ１１）。
【００４８】
次に、計測した圧力損失が所定値以上（スリットに付着物発生）の場合（ステップＳ１２：Ｙｅｓ）、制御手段は、圧力損失発生のブロックを確認すると共に、そのブロックへの空気１２２の供給を停止する（ステップＳ１３）。
次いで、空気の供給を停止した枝管へ、水タンク１４０より水１４１を導入し、エアレーションノズル１２３へ水１４１を供給する（この水の導入により付着物が溶解される）（ステップＳ１４）。
【００４９】
所定時間水１４１を通水した後、水の導入を停止すると共に、空気１２２を供給し、エアレーション再開する（ステップＳ１５）。
なお、計測した圧力損失が所定値以下の場合（ステップＳ１２：Ｎｏ）、引き続き圧力損失を計測する（ステップＳ１１）。
【００５０】
本実施例によれば、エアレーションノズル１２３の圧力損失が所定値以上となった際に、空気１２２の導入を停止すると共に、水（真水または海水）１４１を供給するようにしているので、エアレーションノズル１２３のスリット１２に析出した析出物を溶解させることができ、圧力損失を低下させることができる。
【００５１】
なお、複数ブロック（例えば８ブロックＡ～Ｈ）ある場合においては、１ブロックへの空気１２２の供給を停止しても、残りの他のほかのブロックに対し、その分空気１２２の導入が振り分けられるので、ＳＯＴＳに必要な空気１２２の量が低減することはない。
【００５２】
図８は、他のエアレーション装置の要部概略図である。図８に示すように、空気１２２の導入を停止しても、空気供給ラインＬ$_{5A}$のヘッダ１５の端部において空気１２２が残っているので、水１４１が全て行きわたるように、内部の空気１２２を外部に排出する空気排出管１５１を設けている。
この空気排出管１５１を設けることにより、内部に水１４１を導入する際の、管内に残存する空気１２２を迅速に外部に排出することができ、全てのヘッダ１５内のエアレーションノズル１２３内に水１４１を導入することができる。なお、空気１２２の排出が終了した後は、バルブＶ$_{13}$を閉じて、導入される水１４１の排出を防止する。
【００５３】
図９は、他のエアレーション装置の要部概略図である。図９に示すように、空気供給ラインＬ$_{5A}$からさらに複数のヘッダ１５$_{A}$～１５$_{J}$が設けられている場合、この複数のヘッダ１５$_{A}$～１５$_{J}$の端部を連通させる連通空気排出管１５２を設けている。
この連通空気排出管１５２を設けることにより、複数のヘッダ１５$_{A}$～１５$_{J}$ 内部に水１４１を導入する際の、複数のヘッダ１５$_{A}$～１５$_{J}$内に残存する空気１２２を迅速に外部に排出することができる。

【００５４】
本実施例によれば、海水にエアレーションを行うエアレーション装置において、散気孔（メンブレンスリット）での海水成分や汚泥等の汚れ成分の析出によるプラッギングが発生した場合に、迅速にプラッギングを解消することとなるので、長期間に亙って安定して操業することができる。
【００５５】
以上、本実施例では被処理水として海水を例にして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば汚染排水処理における汚染水（例えば下水処理等）にエアレーションを行うエアレーション装置において、散気孔（メンブレンスリット）での汚泥等の汚れ成分の析出によるプラッギングを防止でき、長期間に亙って安定して操業することができる。
【００５６】
この対策を講じることで、エアレーション装置のプラッギングが発生した場合に、迅速に対応することができる。
このような対策を講じた後、さらに、プラッギングの予防措置を行うこともできる。
【００５７】
[付着物の発生の予防対策]
図１０は、本実施例に係る他のエアレーション装置の概略図である。
図１０に示すように、本実施例に係るエアレーション装置１２０Ｂは、図４に示すエアレーション装置１２０Ａにおいて、さらに、空気供給ライン$Ｌ_5$から分岐した枝管$Ｌ_{5A}$～$_{5H}$に水１４１を供給するノズル１６１_A～１６１_Hを備えた水ミスト供給手段を有している。$Ｐ_2$は水供給ポンプである。
【００５８】
本実施例によれば、水ミスト供給手段により、水（真水または海水）１４１を水供給ライン$Ｌ_8$を介してノズル１６１_A～１６１_Hよりミスト状で供給するようにしているので、エアレーションノズル１２３に供給する空気１２２を加湿（水蒸気分圧増加）することができる。
【００５９】
図１０のエアレーション装置１２０Ｂでは、ノズル１６１_A～１６１_Hとして、一流体ノズルを用いており、供給された空気１２２中に噴霧するようにしている。
【００６０】
また、図１０のエアレーション装置１２０Ｂでは、別途空気供給ライン（図示せず）を設けて、空気をノズル１６１_A～１６１_Hに導入する二流体ノズルを用いるようにしてもよい。水（真水または海水）１４１の供給の際に、アシストガスとして空気１２２を用いて水分を微細に噴霧し（水分の蒸発促進）、空気供給ライン$Ｌ_5$から供給される空気１２２中に噴霧するようにしている。
【００６１】
なお、上述の図１０で示した空気供給系において、冷却器１３１Ａ、１３１Ｂを撤去し、ブロア１２１Ａ～１２１Ｄで加圧され、温度が上昇した空気１２２に、水（真水または海水）を所定量注入し、供給される空気１２２の温度を下げ、エアレーションノズル１２３のスリット１２での空気１２２を飽和湿り状態としてもよい。
【００６２】
図１１のエアレーション装置１２０Ｃでは、水蒸気１４４を水蒸気供給ライン$Ｌ_9$により、供給している。$Ｐ_3$は水蒸気供給ポンプである。
【００６３】
図１２のエアレーション装置１２０Ｄでは、吐出手段であるブロア１２１Ａ～１２１Ｄの空気導入口近傍に水分１４５を供給する吸気スプレーノズル（図示せず）を設けている。この場合、水分１４５を吸気に添加し（水分は、ブロア本体に入る前に蒸発するようにする。）、ブロア出口側の冷却器１３１Ａでの冷却量を調整し、エアレーションノズル１２３のスリット１２を通過する空気１２２を飽和湿り空気とする。

【００６４】
すなわち、ブロア１２１Ｂ～１２１Ｄにより加圧圧縮された空気１２２は、その温度が例えば１００℃程度と高温となるが、この際、水分１４５を余分に供給することで供給される空気１２２は水分リッチの状態となる。その後、冷却器１３１により空気の温度を低下させると（例えば４０℃）、空気１２２中の水分量には変化がないので、冷却された空気１２２の水分の飽和度（相対湿度）が増加することとなる。結果として、エアレーションノズル１２３のスリット１２での空気は相対湿度が１００％となり、吸気に添加する水の量を更に増やすと、水ミストを含む飽和湿り空気となり、気液二相の状態となる。
【００６５】
また、ブロア１２１Ａ～１２１Ｄの入口側において、ブロア１２１Ａ～１２１Ｄが吸込む大気の相対湿度が１００％であっても、圧縮・冷却された結果、エアレーションノズル１２３のスリット１２での空気の相対湿度が１００％とならない場合もある。このような場合には、不足した水分１４３をブロア入口で補給すると、水分が蒸発せずブロア内部に浸入するため、好ましくない。この場合は、ブロア１２１Ａ～１２１Ｄの出口側、あるいは冷却器１３１Ａ、１３１Ｂの後流側において、真水や海水等の水分を供給するようにすればよい。
【００６６】
なお、上述した図１０乃至図１２での空気１２２に水分を供給するにあたっては、エアレーションノズル１２３のスリット１２を通過する空気が飽和湿り空気、もしくは水ミストを同伴する飽和湿り空気となるように、ブロア入口の大気条件（圧力、温度、相対湿度）に応じて、空気供給配管と外部との熱の授受と圧力損失を勘案し、供給する水分量の調整、冷却器の冷却量の調整を行う。
【００６７】
このように、飽和湿り空気もしくは、水ミストを同伴する飽和湿り空気がエアレーションノズル１２３に供給されることとなり、散気膜１１のスリット１２に浸入してくる海水の乾燥（濃縮）を防止し、硫酸カルシウム等の海水中の塩の析出を防止するようにしている。水ミストは、スリットに濃縮海水が形成されている場合には、海水の濃縮緩和（塩分濃度低下）に寄与する。
【００６８】
このような水分（真水、水蒸気、海水）を供給することにより、エアレーションノズル１２３に供給される空気１２２が水蒸気で飽和されるため、散気膜１１のスリット１２に浸入してくる海水の乾燥（濃縮）を防止し、硫酸カルシウム等の析出を防止するようにしている。これにより、散気膜１１の圧力損失を防止できる。
【００６９】
また、水分の供給量としては、エアレーションノズル１２３のスリット１２を通過する空気の湿り状態が、好適には、１００％の飽和空気となるように設定し、さらには、水分がミスト状で同伴されている飽和湿り空気（気液二相状態）の状態となるように設定した方が好ましい。そして、エアレーションノズル１２３のスリット１２に流入する空気１２２の相対湿度が４０％以上、好ましくは６０％以上、より好ましくは８０％以上であり、装置のメンテナンス時間に応じて、スリット１２での海水の濃縮速度が緩やかとなる条件でもよい。
【００７０】
エアレーションノズル１２３のスリット１２を通過する空気の湿り状態は、ブロア１２１Ａ～１２１Ｄが吸込む大気の湿度、水分の供給量、冷却器の冷却量等で調整する。
これにより、散気膜１１のスリット１２に浸入した海水を乾燥させず、海水濃縮（塩分濃度の増加）を抑え、海水の塩分濃度を１４％程度以下に保つことが可能となる。
【００７１】
図１３－１～図１３－３は、散気膜１１のスリット１２における、空気（水分を供給した状態）の流出と海水１０３の浸入を示す図である。
【００７２】

図１３－１では、空気１２２の相対湿度が１００％（飽和湿り空気）であり、さらに水ミスト１５０が同伴して、気液二相の状態となっているので、スリット１２に浸入した海水１０３は乾燥（濃縮）せず、塩分濃度が薄まることとなり、海水の乾燥（濃縮）が阻止される状態を示している。

【００７３】

図１３－２では、空気１２２の相対湿度が１００％であるので、海水１０３の塩分濃度に変化はなく、海水の乾燥が阻止される状態を示している。

【００７４】

図１３－３では、空気１２２の相対湿度が例えば８０％であるので、海水１０３の乾燥を抑制した状態であり、海水の塩分濃縮が徐々に増加し、濃縮海水１０３ａが形勢された状況を示している。但し、海水の濃縮が始まっても海水の塩分濃度が概ね１４％以下では、硫酸カルシウム等の析出はない。よって、この状態では、強制的に水分リッチな状態とすべく、水ミスト１５０を同伴する飽和湿り空気を間欠的に導入することで、ある程度濃縮された塩分濃度を薄めるようにして、析出を回避するようにすることで、長期間に亙っての運転が可能となる。

【００７５】

図１４は、海水塩分濃度の変化とエアレーション装置の運転状況を示す図である。

図１４に示すように、相対湿度が１００％以下の空気を供給する際には、所定時間の定常運転を行った後に、水ミスト１５０を含む水分リッチの湿度１００％の飽和湿り空気、もしくは水ミスト１５０を同伴する飽和湿り空気を間欠的に導入（導入部分をピークで図示する）することで、硫酸カルシウム等の析出がない操業が可能となる。

【００７６】

本実施例によれば、海水にエアレーションを行うエアレーション装置において、散気孔（メンブレンスリット）での海水成分や汚泥等の汚れ成分の析出によるプラッギングを防止できることとなるので、エアレーション装置の圧損上昇を防止でき、長期間に亙って安定して操業することができる。

【００７７】

以上、本実施例ではエアレーション装置として、チューブ型のエアレーションノズルを用いて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば散気膜を有するディスク型や平板型のエアレーション装置や、スリットが常時開放しているようなセラミックス又は金属製等の散気膜を有する散気装置にも適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【００７８】

以上のように、本発明に係るエアレーション装置によれば、エアレーション装置の散気膜のスリットにおいて析出物が発生した場合の除去及び発生の抑制を行うことができ、例えば海水排煙脱硫装置に適用して、長期間に亙って連続して安定した操業が可能となる。

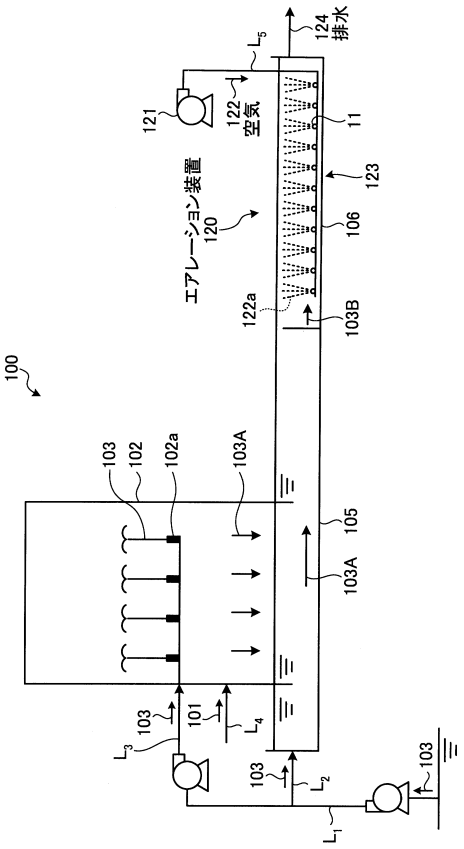
【符号の説明】

【００７９】

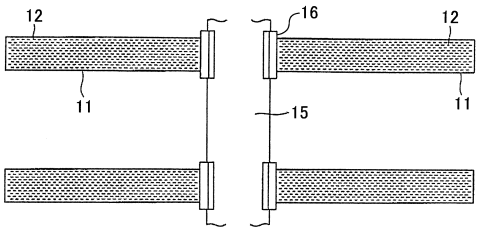
１１　散気膜
１２　スリット
１００　海水排煙脱硫装置
１０２　排煙脱硫吸収塔
１０３　海水
１０３ａ　濃縮海水
１０３ｂ　析出物
１０３Ａ　使用済海水
１０３Ｂ　希釈使用済海水
１０５　　希釈混合槽
１０６　酸化槽
１２０Ａ～Ｄ　エアレーション装置

１２２　空気
１２３　エアレーションノズル
１４０　水タンク
１４１　水

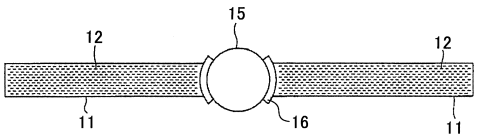
【図１】



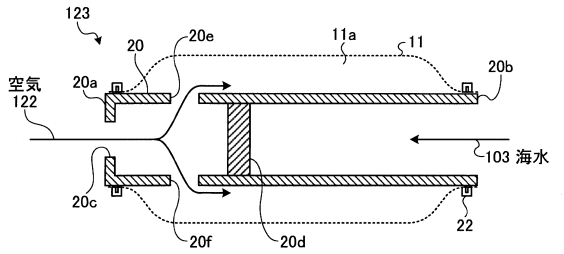
【図２－１】



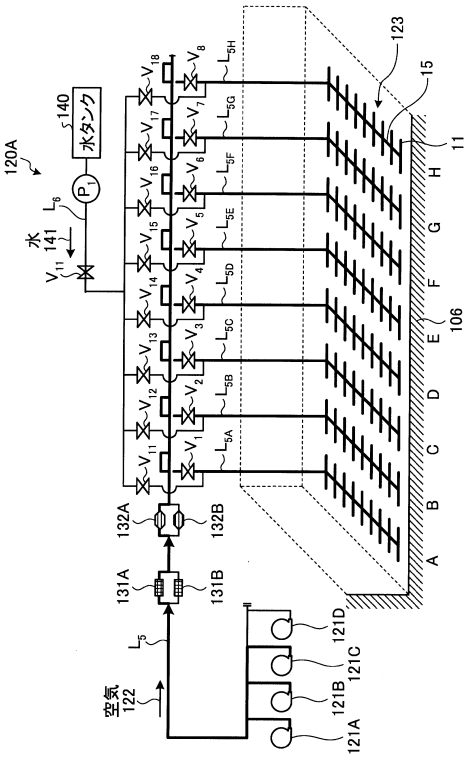
【図２－２】



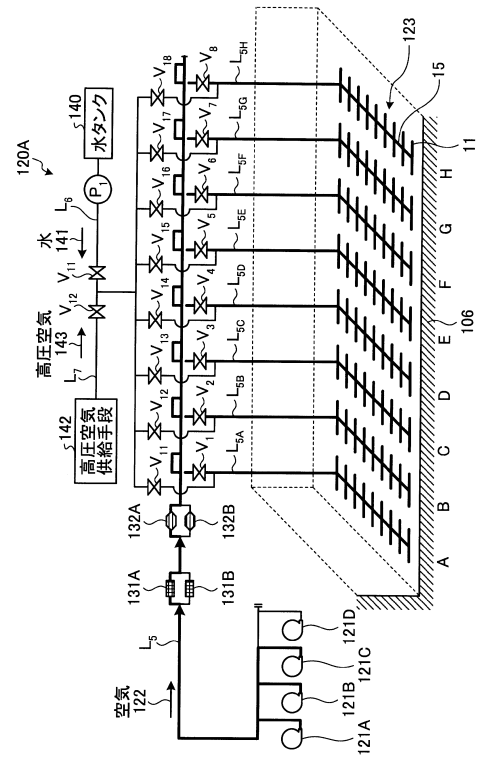
【図３】



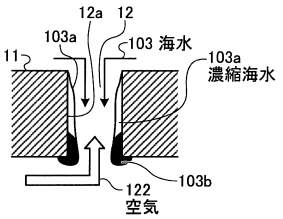
【図４】



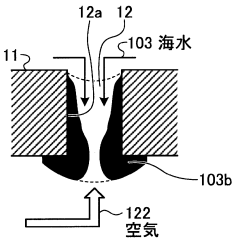
【図５】



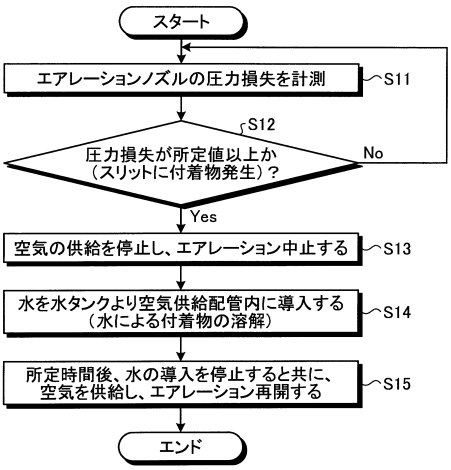
【図６－１】



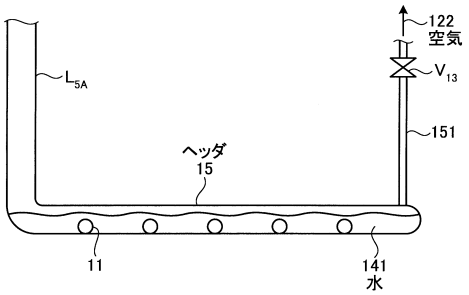
【図６－２】



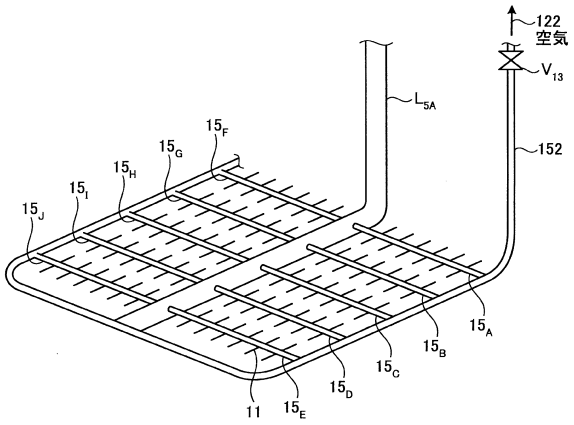
【図７】



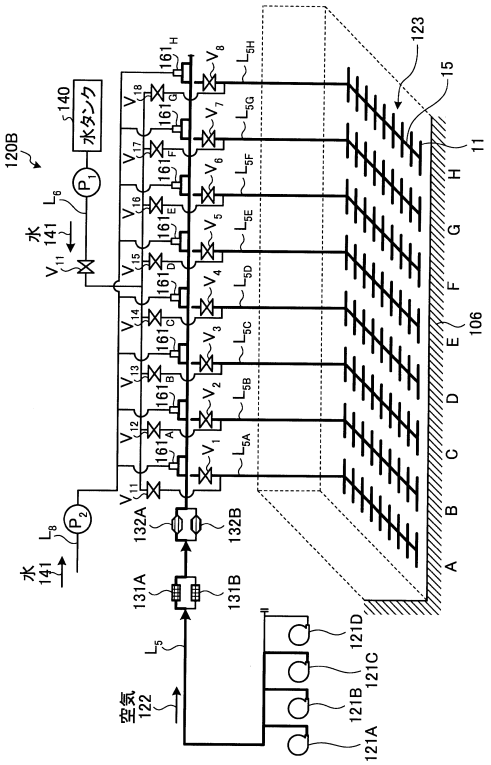
【図８】



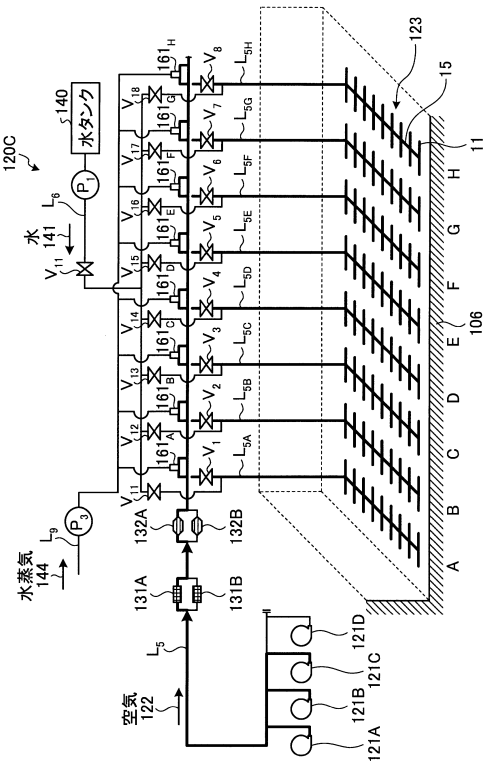
【図９】



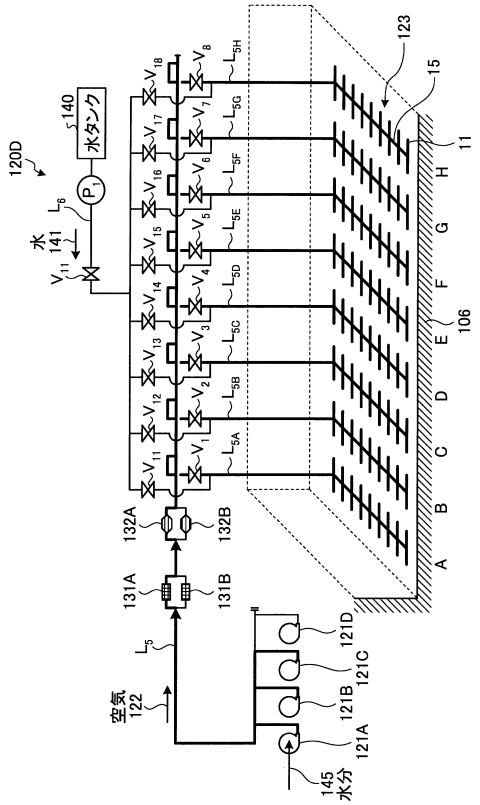
【図１０】



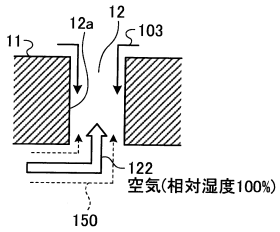
【図１１】



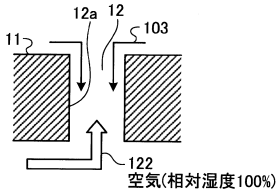
【図１２】



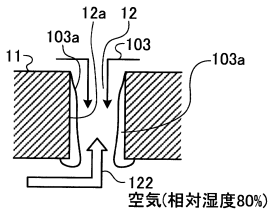
【図１３－１】



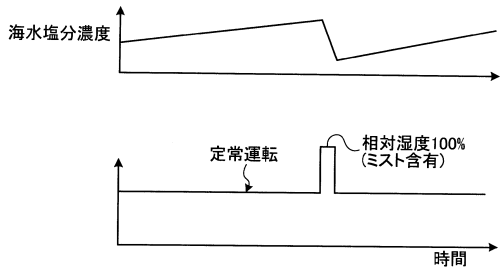
【図１３－２】



【図１３－３】



【図１４】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００４－０３３８８９（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１６７８５６（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１０６８７４（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－２４０９１１（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－２８５７２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０２Ｆ　１／２０、７０－７８、３／１４－２６、７／００
Ｂ０１Ｄ　１９／００－０４、５３／１４、３４、６１／００－７１／８２
Ｂ０１Ｆ　１／００－５／２６