

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5535823号
(P5535823)

(45) 発行日 平成26年7月2日 (2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014.5.9)

(51) Int. Cl.

F 1

CO2F 1/20 (2006.01)
BO1D 19/00 (2006.01)
BO1D 53/14 (2006.01)
BO1D 53/50 (2006.01)
BO1D 53/77 (2006.01)

CO2F 1/20 A
 BO1D 19/00 F
 BO1D 53/14 C
 BO1D 53/34 125K
 BO1D 53/34 125R

請求項の数 12 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-183499 (P2010-183499)
 (22) 出願日 平成22年8月18日 (2010.8.18)
 (65) 公開番号 特開2012-40493 (P2012-40493A)
 (43) 公開日 平成24年3月1日 (2012.3.1)
 審査請求日 平成25年2月14日 (2013.2.14)

(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 章造
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内

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、エアレーション装置の運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被処理水中に浸漬され、前記被処理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、

空気を吐出手段により供給する空気供給配管と、

前記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を具備すると共に、

前記スリットは、直線状の第1のスリットと、前記第1のスリットから分岐する第2のスリットとを有し、当該スリットに供給される空気の圧力により開口形状が変形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、

前記第2のスリットは、前記第1のスリットにおける中央部で前記第1のスリットと略直交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、

前記第2のスリットは、前記第1のスリットにおける両端で前記第1のスリットと略直交す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において、

前記第2のスリットは、前記第1のスリットにおける両端近傍で前記第1のスリットと略直交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において、

前記第2のスリットは、前記第1のスリットの両端部からそれぞれ略V字状に前記第1のスリットから分岐することを特徴とするエアレーション装置。

【請求項6】

請求項1において、

前記第2のスリットは、前記第1のスリットにおける一端部から略V字状に分岐することを特徴とするエアレーション装置。

10

【請求項7】

請求項1乃至6のいずれか1項において、

前記スリットが少なくとも折れ曲がり部を有してなることを特徴とするエアレーション装置。

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれか1項において、

空気の供給の一時的な増加を所定時間毎に制御する制御装置を有することを特徴とするエアレーション装置。

【請求項9】

請求項8において、

前記制御装置により空気の供給の一時的な増加をすると共に、水を空気供給配管に送る制御を行うことを特徴とするエアレーション装置。

20

【請求項10】

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9のいずれか1項に記載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11】

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る請求項1乃至9のいずれか1項に記載のエアレーション装置を用い、

30

吐出手段により空気を供給する際、所定時間毎に、空気の供給の一時的な増大を実行し、目詰まりを防止することを特徴とするエアレーション装置の運転方法。

【請求項12】

請求項11において、

前記空気の供給の一時的な増大を行う際、または単独で、水を空気供給配管に送ることを特徴とするエアレーション装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、石炭焼き、原油焼き及び重油焼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運転方法に関する。

【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、「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 ）等の硫黄化合物（ SO_x ）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、スプレッドライヤー法及び海水法等が知

50

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; S O T S）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）。

10

【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大きさの微細気泡を多数流出させることができる。従来、ゴム製の散気膜の場合、スリットの長さは、1～3mm程度である。

20

【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くと、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、コンプレッサ等の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。

30

【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、長時間に亘って触れて乾燥（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した析出物を散気膜の外側へ排出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運転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】

40

上述した課題を解決するための本発明の第1の発明は、被処理水中に浸漬され、前記被処理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、空気を吐出手段により供給する空気供給配管と、前記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を具備すると共に、前記スリットは、直線状の第1のスリットと、前記第1のスリットから分岐する第2のスリットとを有し、当該スリットに供給される空気の圧力により開口形状が変形することを特徴とするエアレーション装置にある。

第2の発明は、第1の発明において、前記第2のスリットは、前記第1のスリットにおける中央部で前記第1のスリットと略直交することを特徴とするエアレーション装置にある。

第3の発明は、第1の発明において、前記第2のスリットは、前記第1のスリットにお

50

ける両端で前記第1のスリットと略直交することを特徴とするエアレーション装置にある。

第4の発明は、第1の発明において、前記第2のスリットは、前記第1のスリットにおける両端近傍で前記第1のスリットと略直交することを特徴とするエアレーション装置にある。

第5の発明は、第1の発明において、前記第2のスリットは、前記第1のスリットの両端部からそれぞれ略V字状に前記第1のスリットから分岐することを特徴とするエアレーション装置にある。

第6の発明は、第1の発明において、前記第2のスリットは、前記第1のスリットにおける一端部から略V字状に分岐することを特徴とするエアレーション装置にある。

10

【0010】

第7の発明は、第1乃至6のいずれか1つの発明において、前記スリットが少なくとも折れ曲がり部を有してなることを特徴とするエアレーション装置にある。

【0011】

第8の発明は、第1乃至7のいずれか1つの発明において、空気の供給の一時的な増加を所定時間毎に制御する制御装置を有することを特徴とするエアレーション装置にある。

【0012】

第9の発明は、第8の発明において、前記制御装置により空気の供給の一時的な増加をすると共に、水を空気供給配管に送る制御を行うことを特徴とするエアレーション装置にある。

20

【0013】

第10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第1乃至9のいずれか1つの発明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。

【0014】

第11の発明は、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る第1乃至9のいずれか1つの発明のエアレーション装置を用い、吐出手段により空気を供給する際、所定時間毎に、空気の供給の一時的な増大を実行し、スリットが目詰まりを防止することを特徴とするエアレーション装置の運転方法にある。

30

【0015】

第12の発明は、第11の発明において、前記空気の供給の一時的な増大を行う際、または単独で、水を空気供給配管に送ることを特徴とするエアレーション装置の運転方法にある。

【発明の効果】

【0016】

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、散気膜の外側への析出物の排出を容易とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

40

【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4-1】図4-1は、本実施例に係るエアレーションノズルの第1のスリットの形状の概略図である。

【図4-2】図4-2は、本実施例に係るエアレーションノズルの第2のスリットの形状の概略図である。

【図4-3】図4-3は、本実施例に係るエアレーションノズルの第3のスリットの形状の概略図である。

50

【図４－４】図４－４は、本実施例に係るエアレーションノズルの第４のスリットの形状の概略図である。

【図４－５】図４－５は、本実施例に係るエアレーションノズルの第５のスリットの形状の概略図である。

【図４－６】図４－６は、本実施例に係るエアレーションノズルの第６のスリットの形状の概略図である。

【図４－７】図４－７は、本実施例に係るエアレーションノズルの第７のスリットの形状の概略図である。

【図４－８】図４－８は、本実施例に係るエアレーションノズルの第８のスリットの形状の概略図である。

10

【図４－９】図４－９は、本実施例に係るエアレーションノズルの第９のスリットの形状の概略図である。

【図５－１】図５－１は、散気膜のスリットにおける、空気（飽和度の低い湿り空気）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５－２】図５－２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５－３】図５－３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（析出物が成長した場合）を示す図である。

【図６】図６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７】図７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。

20

【図８】図８は、空気量を一時的に増加した場合の時間の経過と散気膜の圧力損失の変動の関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

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】

【００１９】

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。

30

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。

【００２０】

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、酸化用空気ブロー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。

40

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。

【００２１】

50

このエアレーションノズル 1 2 3 の構成を図 2-1、図 2-2 及び図 3 を参照して説明する。

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 1 2 3 は、基材の周囲を覆うゴム製の散気膜 1 1 に小さなスリット 1 2 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 1 2 3 は、空気供給ライン L_5 から供給される空気 1 2 2 の圧力により散気膜 1 1 が膨張すると、スリット 1 2 が開いて略均等大きさの微細気泡を多数流出させることができる。

【0022】

図 2-1、図 2-2 に示すように、エアレーションノズル 1 2 3 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 1 5 に対して、フランジ 1 6 を介して取り付けられている。なお、希釈使用済海水 1 0 3 B 中に設置される枝管及びヘッダ 1 5 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。

【0023】

エアレーションノズル 1 2 3 は、たとえば図 3 に示すように、希釈使用済海水 1 0 3 B 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 2 0 を用い、この支持体 2 0 の外周を覆うようにして多数のスリット 1 2 が形成されたゴム製の散気膜 1 1 を被せた後、左右両端部をワイヤやバンド等の締結部材 2 2 により固定した構成とされる。

【0024】

また、上述したスリット 1 2 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 1 0 0 においては、常時空気 1 2 2 を供給しているので、常にスリット 1 2 は開放状態である。

【0025】

ここで、支持体 2 0 の一端 2 0 a は、ヘッダ 1 5 に取り付けられた状態で空気 1 2 2 の導入を可能とすると共に、その他端 2 0 b は、海水 1 0 3 が導入可能に開口されている。

このため、一端 2 0 a 側は、ヘッダ 1 5 及びフランジ 1 6 を貫通する空気導入口 2 0 c を介してヘッダ 1 5 内部と連通している。そして、支持体 2 0 の内部は、支持体 2 0 の軸方向の途中に設けた仕切板 2 0 d により分割され、この仕切板 2 0 d により空気の流通が阻止されている。さらに、この仕切板 2 0 d よりヘッダ 1 5 側となる支持体 2 0 の側面には、散気膜 1 1 の内周面と支持体外周面との間に、すなわち、散気膜 1 1 を加圧して膨張させる加圧空間 1 1 a へ空気 1 2 2 を流出させるための空気出口 2 0 e、2 0 f が開口している。従って、ヘッダ 1 5 からエアレーションノズル 1 2 3 に流入する空気 1 2 2 は、図中に矢印で示すように、空気導入口 2 0 c から支持体 2 0 の内部へ流入した後、側面の空気出口 2 0 e、2 0 f から加圧空間 1 1 a へ流出することとなる。

なお、締結部材 2 2 は、散気膜 1 1 を支持体 2 0 に固定するとともに、空気出口 2 0 e、2 0 f 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。

【0026】

このように構成されたエアレーションノズル 1 2 3 において、ヘッダ 1 5 から空気導入口 2 0 c を通って流入する空気 1 2 2 は、空気出口 2 0 e、2 0 f を通って加圧空間 1 1 a へ流出することにより、最初はスリット 1 2 が閉じているため加圧空間 1 1 a 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 1 1 は加圧空間 1 1 a 内の圧力上昇を受けて膨張し、散気膜 1 1 に形成されているスリット 1 2 が開くことによって空気 1 2 2 の微細気泡を希釈使用済海水 1 0 3 B 中に流出させる。

このような微細気泡の発生は、枝管 $L_{5A \sim 5H}$ 及びヘッダ 1 5 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 1 2 3 で実施される（図 6、7 参照）。

【0027】

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 1 1 に形成するスリット 1 2 が、供給する空気の圧力（空気量）により開口形状が変形して開

10

20

30

40

50

口量が増加し、スリット 12 において発生した析出物を散気膜 11 の外側へ排出するようにしたものである。

図 4-1～図 4-9 は、本実施例に係るエアレーションノズルの散気膜に形成される種々のスリットの形状を示す。

【0028】

図 4-1 は、本実施例に係るエアレーションノズルの第 1 のスリットの形状の概略図である。

図 4-1 に示すように、第 1 のスリット 12 A の形状は、直線状基本スリット 12 a と、その直線状基本スリット 12 a の中央部で交差する分岐スリット 12 b とから形成されている。そして、前記第 1 のスリット 12 A は、供給される空気 122 の圧力（空気量）により、その開口量が増加するものである。

10

このように、従来のような直線状スリットの場合と異なり、直線状基本スリット 12 a と分岐スリット 12 b との交差部 12 c の折れ曲がり部における開口量が増大するので、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

【0029】

ところで、海水の塩分濃度は 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。

20

【0030】

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 1.4% である。

【0031】

ここで、スリット 12 に析出物が析出するメカニズムを図 5-1～図 5-3 を用いて説明する。

図 5-1 は、散気膜のスリットにおける、空気（飽和度の低い湿り空気）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 5-2 は、散気膜のスリットにおける、空気の流出と海水の浸入、濃縮海水および析出物の状況を示す図である。図 5-3 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（析出物が成長した場合）を示す図である。

30

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 12 a 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 103 a となり、その後スリット壁面に析出物 103 b が析出され、スリットの通路を閉塞するものとなる。

【0032】

図 5-1 は、空気 122 の相対湿度が低い（飽和度が低い）ので、海水の塩分濃縮が徐々に進行し、濃縮海水 103 a が形成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 1.4% 以下では、硫酸カルシウム等の析出はない。

40

【0033】

図 5-2 は、濃縮海水 103 a の一部において、局所的に海水の塩分濃度が 1.4% を超えた部分に析出物 103 b が発生している状態である。この状態では析出物 103 b 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。

よって、この状態において、後述するように圧力変動を生じさせることにより、強制的に析出を除去することで、長期間に亘っての運転が可能となる。

【0034】

これに対し、図 5-3 は、濃縮海水 103 a の濃縮が進行すると、析出物 103 b による閉塞（ブラッキング）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

50

な状態でも空気122の通路は残っている。この状態においても、後述するように圧力変動を生じさせることにより、強制的に析出物を除去することで、長期間に亘っての運転が可能となる。

このため、本実施例では、図4-1に示すように、供給する空気の圧力（空気量）によりスリットの開口形状が変形できるようにすることで、閉塞を防止するようにしている。

【0035】

図4-2は、本実施例に係るエアレーションノズルの第2のスリットの形状の概略図である。

図4-2に示すように、第2のスリット12Bの形状は、直線状基本スリット12aと、その直線状基本スリット12aの両端部に直交するように形成された分岐スリット12bとから形成されている。そして、前記第2のスリット12Bは、供給される空気122の圧力（空気量）により、その開口形状が変形するものである。

10

このように、従来のような直線状スリットのみの場合と異なり、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、直線状基本スリット12aと端部に形成された分岐スリット12bとの交差部12cの折れ曲がり部における開口量が増大するので、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

【0036】

図4-3は、本実施例に係るエアレーションノズルの第3のスリットの形状の概略図である。

図4-3に示すように、第3のスリット12Cの形状は、直線状基本スリット12aと、その直線状基本スリット12aの両端部の少し手前において分岐するように形成された分岐スリット12bとから形成されている。そして、前記第1のスリット12Cは、供給される空気122の圧力（空気量）により、その開口形状が変形するものである。

20

このように、従来のような直線状スリットのみの場合と異なり、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、直線状基本スリット12aと端部に形成された分岐スリット12bとの交差部12cの折れ曲がり部における開口量が増大するので、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

【0037】

図4-4は、本実施例に係るエアレーションノズルの第4のスリットの形状の概略図である。

30

図4-4に示すように、第4のスリット12Dの形状は、直線状基本スリット12aと、その直線状基本スリット12aの端部にV字に分岐するように形成された分岐スリット12b、12bとから形成されている。そして、前記第4のスリット12Dは、供給される空気122の圧力（空気量）により、その開口形状が変形するものである。

このように、従来のような直線状スリットのみの場合と異なり、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、直線状基本スリット12aと端部に形成されたV字の分岐スリット12b、12bとの交差部12cの折れ曲がり部における開口量が増大するので、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

【0038】

図4-5は、本実施例に係るエアレーションノズルの第5のスリットの形状の概略図である。

40

図4-5に示すように、第5のスリット12Eの形状は、直線状基本スリット12aと、その直線状基本スリット12aの両端部に鋭角に分岐するように形成された分岐スリット12b、12bとから形成されている。そして、前記第5のスリット12Eは、供給される空気122の圧力（空気量）により、その開口形状が変形するものである。

このように、従来のような直線状スリットのみの場合と異なり、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、直線状基本スリット12aと端部に基本スリットに対し傾斜して形成された分岐スリット12b、12bとの交差部12cの折れ曲がり部における開口量が増大するので、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

【0039】

50

図４－６は、本実施例に係るエアレーションノズルの第６のスリットの形状の概略図である。

図４－６に示すように、第６のスリット１２Ｆの形状は、直線状基本スリット１２ａと、その直線状基本スリット１２ａの両端部にＬ字に分岐するように形成された分岐スリット１２ｂ、１２ｂとから形成されている。そして、前記第６のスリット１２Ｆは、供給される空気１２２の圧力（空気量）により、その開口形状が変形するものである。

このように、従来のような直線状スリットのみの場合と異なり、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、直線状基本スリット１２ａと端部に形成されたＬ字の分岐スリット１２ｂ、１２ｂとの交差部１２ｃ、１２ｃの折れ曲がり部における開口量が増大するので、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

10

【００４０】

図４－７は、本実施例に係るエアレーションノズルの第７のスリットの形状の概略図である。

図４－７に示すように、第７のスリット１２Ｇの形状は、直線状基本スリット１２ａと、その直線状基本スリット１２ａの両端部にＶ字に分岐するように形成された分岐スリット１２ｂ、１２ｂとから形成されている。そして、前記第７のスリット１２Ｇは、供給される空気１２２の圧力（空気量）により、その開口形状が変形するものである。

このように、従来のような直線状スリットのみの場合と異なり、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、直線状基本スリット１２ａと端部に形成されたＶ字の分岐スリット１２ｂ、１２ｂとの交差部１２ｃの折れ曲がり部における開口量が増大するので、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

20

【００４１】

図４－８は、本実施例に係るエアレーションノズルの第８のスリットの形状の概略図である。

図４－８に示すように、第８のスリット１２Ｈの形状は、Ｓ字状スリット１２ｄから形成されている。そして、前記第８のスリット１２Ｈは、供給される空気１２２の圧力（空気量）により、その開口形状が変形するものである。

このように、従来のような直線状スリットのみの場合と異なり、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、Ｓ字状スリット１２ｄのカーブの折れ曲がり部における開口量が増大するので、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

30

【００４２】

図４－９は、本実施例に係るエアレーションノズルの第９のスリットの形状の概略図である。

図４－９に示すように、第９のスリット１２Ｉの形状は、Ｕ字状スリット１２ｅから形成されている。そして、前記第９のスリット１２Ｉは、供給される空気１２２の圧力（空気量）により、その開口形状が変形するものである。

このように折れ曲がり部は、従来のような直線状スリットのみの場合と異なり、供給する空気の圧力が高くなると（空気量が増加すると）、Ｕ字状スリット１２ｅのカーブにおける開口量が増大するので、散気膜の外側への析出物の排出が容易となる。

40

【００４３】

図６、図７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６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ラインＬ５と、水が含まれた空気が供給されるスリットを有する散気膜１１を備えたエアレーションノズル１２３と、空気１２２の供給の一時的な増大を所定時間毎に制御する制御装置（図示せず）とを具備するものである。

また、空気供給ラインＬ５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。

50

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。

【0044】

本実施例では、所定時間経過毎に、制御装置により指令を発して、空気122の供給の
一時的な増大を行うようにしている。

【0045】

図8は、時間の経過と圧力変動を示すグラフである。

図8に示すように、定常運転をしている際、所定時間経過した後、空気量を増加させる
パージ運転を所定時間行っている。

10

このように、所定時間毎に空気122の供給が増大されるので、圧力変動が生じ（一時
的に空気量が多くなる）、散気膜11の膨張が増大するので、スリット12に析出した硫
酸カルシウムの析出物が外部に排出され、スリット12が正常となる。

この結果、連続した運転における硫酸カルシウムの析出によるスリット12の詰まりや
スリット12の間隙が狭くなることが防止され、散気膜11の圧力損失を防止できる。

【0046】

この増大の間隔は、析出物の析出の状態に対応して適宜変更すればよいが、好適には1
日から2日に一回程度行うようにすればよい。

これは、析出初期の早い段階で空気の供給を増大させ、スリット12を通過する圧力変
動を行うことで、容易に析出物を散気膜の外側へ排出することができるからである。

20

【0047】

この一時的な増加を実施するには、例えば、図6に示すエアレーション装置120Aに
おいて、通常3基のブロア121A～121Cで運転している場合、さらに予備のブロア
121Dを駆動させて、大量の空気122を空気供給ラインL₅に供給する様にしてもよ
い。

【0048】

すなわち、予備のブロア121Dの起動によりエアレーションノズル123に導入され
る空気の量が増加する。この結果、散気膜11のスリット12が大きく開き、硫酸カルシ
ウムを海水側へ排出除去することができる。

30

よって、硫酸カルシウムの析出によるスリット12の詰まりやスリット12の間隙が狭
くなることが防止され、散気膜11の圧力損失を防止できる。

また、ブロアの容量が不足の場合には、追加のブロアを用いて、スリット12から析出
物を押出して一掃するような所定のパージ条件とするようにすればよい。

【0049】

また、図7に示すように、本実施例に係るエアレーション装置120Bにおいては、さ
らに空気供給ラインL₅に真水141を供給する水供給ラインL₆を設けるようにしている
。そして、図示しない制御装置により空気122の供給の一時的に増大させる制御を行う
と共に、真水141を空気供給ラインL₅に送る制御を行うようにしてもよい。

【0050】

40

このように、真水141を供給することにより、エアレーションノズル123内に真水
141を導入する。これにより、散気膜11のスリット12が洗浄され、スリット12に
付着している硫酸カルシウム等の析出物を溶解除去することができる。

この結果、硫酸カルシウムの析出によるスリット12の詰まりやスリット12の間隙が
狭くなることが防止され、散気膜11の圧力損失を防止できる。

【0051】

ここで、本実施例では、水の供給としては、真水141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L₂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）や水蒸気を用いるようにしても
よい。

50

【0052】

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、例えば汚染処理における汚染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）での汚泥成分の析出によるプラグgingを防止でき、長期間に亘って安定して操業することができる。

【0053】

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、例えばディスク型や平板型のエアレーション装置や、セラミックス、金属の散気装置に適用することができる。

【産業上の利用可能性】

10

【0054】

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発生した析出物を散気膜の外側へ排出することができ、例えば海水排煙脱硫装置に適用して、長期間に亘って連続しての安定した操業が可能となる。

【符号の説明】

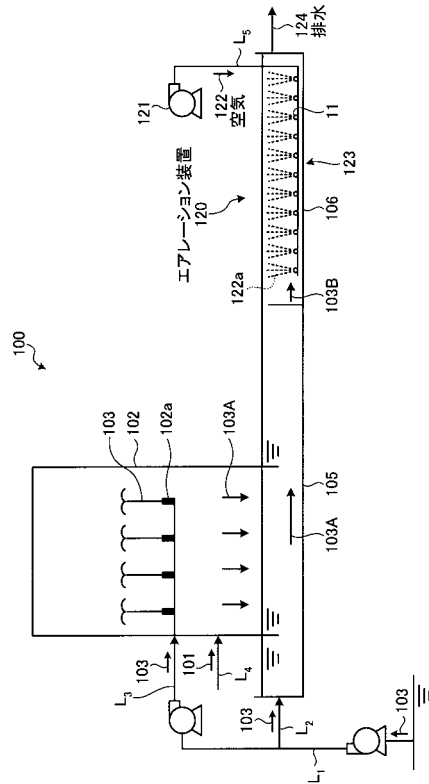
【0055】

- 11 散気膜
- 12 スリット
- 12A～12I 第1～第9のスリット
- 100 海水排煙脱硫装置
- 102 排煙脱硫吸収塔
- 103 海水
- 103A 使用済海水
- 103B 希釈使用済海水
- 105 希釈混合槽
- 106 酸化槽
- 120、120A、120B エアレーション装置
- 123 エアレーションノズル

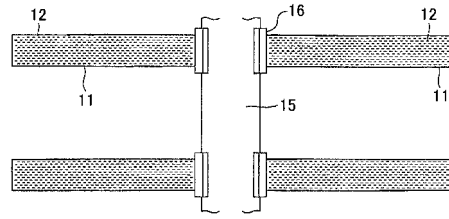
20

30

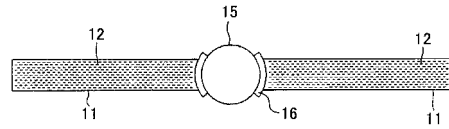
【図 1】



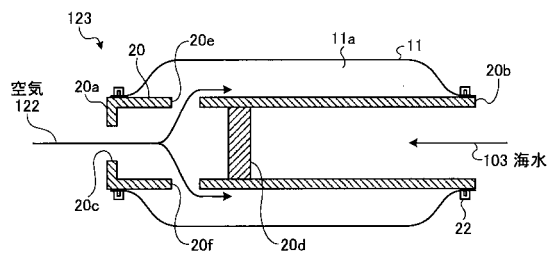
【図 2 - 1】



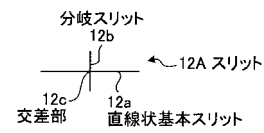
【図 2 - 2】



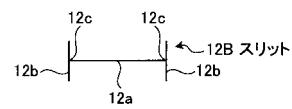
【図 3】



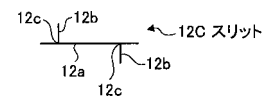
【図 4 - 1】



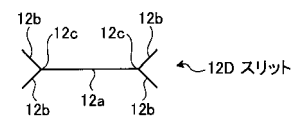
【図 4 - 2】



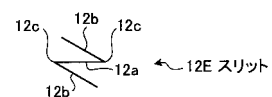
【図 4 - 3】



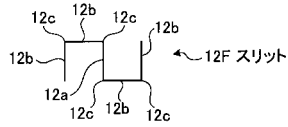
【図 4 - 4】



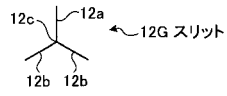
【図 4 - 5】



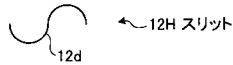
【図 4 - 6】



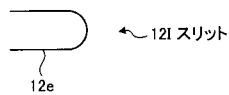
【図 4 - 7】



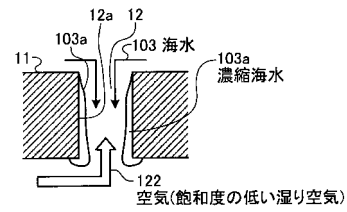
【図 4 - 8】



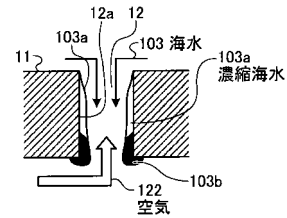
【図 4 - 9】



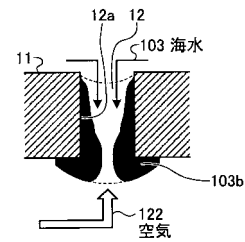
【図 5 - 1】



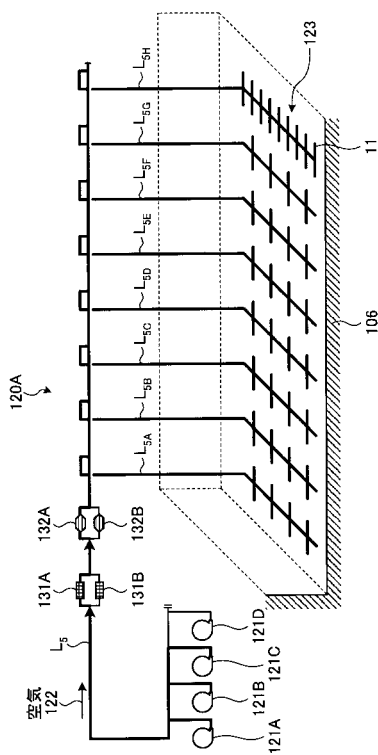
【図 5 - 2】



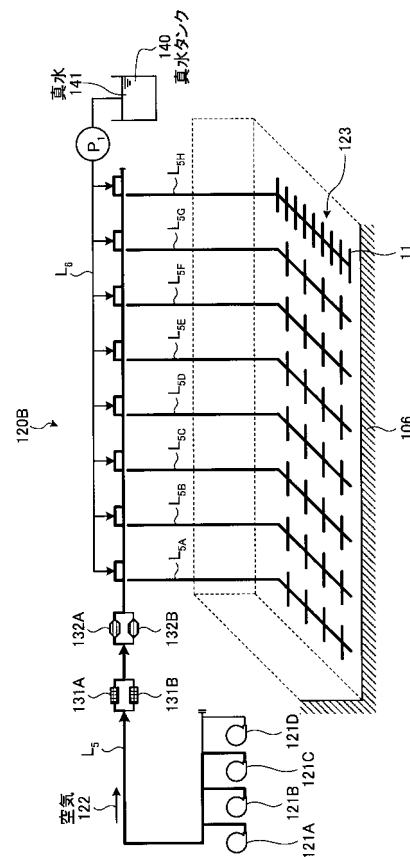
【図 5 - 3】



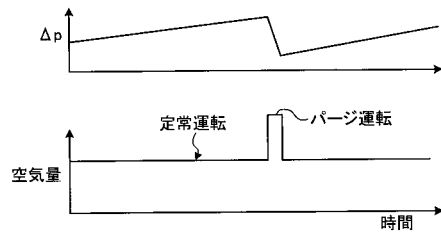
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 今坂 功二
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 古川 誠治
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 土山 佳彦
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

- (56)参考文献 特開2003-245684 (JP, A)
特開2004-033889 (JP, A)
特開2000-185245 (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