

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2012年2月9日(09.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/017567 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/20 (2006.01) B01D 53/50 (2006.01)
B01D 19/00 (2006.01) B01D 53/77 (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/067787
- (22) 国際出願日: 2010年10月8日(08.10.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-178093 2010年8月6日(06.08.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 園田 圭介 (SONODA, Keisuke). 永尾 章造(NAGAO, Shozo).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

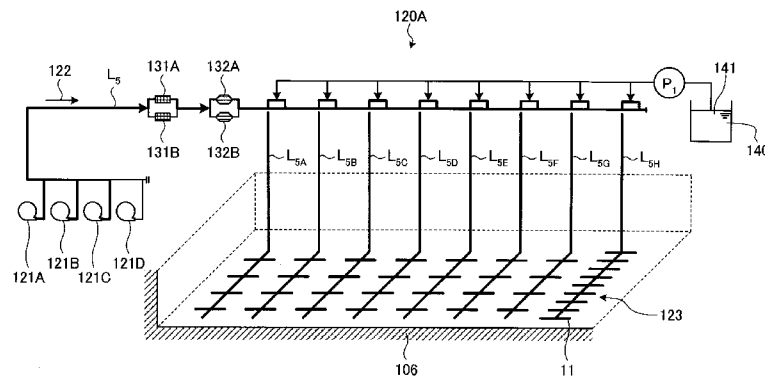
添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: AERATION DEVICE, SEAWATER FLUE GAS DESULFURIZATION DEVICE PROVIDED WITH SAME, AND METHOD FOR HUMIDIFYING AERATION DEVICE

(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加湿方法

[図4]



(57) Abstract: An aeration device which is immersed in diluted/used seawater, said diluted/used seawater being the water to be treated, and generates microbubbles in the diluted/used seawater, comprising: an air feeding line (L₅) for feeding air (122) from blowers (121A) to (121D), said blowers being discharge means; a fresh water tank (140) and a feed pump (P₁) which are water-feeding means for feeding fresh water (141), i.e. water, to the air feeding line (L₅); and an aeration nozzle (123) provided with an air diffusion membrane (11) having a slit through which the water-containing air is fed.

(57) 要約: 被処理水である希釈使用済海水中に浸漬され、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ーア121A～121Dにより供給する空気供給ラインL₅と、空気供給ラインL₅に水分である真水141を供給する水分供給手段である真水タンク140及び供給ポンプP₁と、水分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とを具備する。

WO 2012/017567 A1

明 細 書

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加湿方法

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加湿方法に関する。

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（ 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析出物の発生を抑制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加湿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、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、空気供給配管に水分を供給す

る水分供給手段と、水分が含まれた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、前記水分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。

[0011] 第3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、空気供給配管に水蒸気を供給する水蒸気供給手段と、水蒸気が含まれた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のいずれか一つの発明において、前記空気供給配管に、フィルタと冷却器とが設けられてい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4の発明において、吐出手段の空気導入口近傍に水分を供給す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、第1乃至5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。

[0015] 第7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5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。

[0016] 第8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、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加湿方法にある。

発明の効果

[0017] 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の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [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] 図 6 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。

[図8-1] 図 8-1 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8-2] 図 8-2 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8-3] 図 8-3 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8-4] 図 8-4 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8-5] 図 8-5 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9] 図 9 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

[0019] 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

[0020] 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。

[0021] 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。

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。

[0022] 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 3 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 L₅ 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 が開いて略均等大きさの微細気泡を多数流出させることができる。

[0023] 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 L₅ 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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] ここで、支持体 20 の一端 20a は、ヘッダ 15 に取り付けられた状態で空気 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 20 d 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 11 a へ空気 122 を流出させるための空気出口 20 e、20 f 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 20 c から支持体 20 の内部へ流入した後、側面の空気出口 20 e、20 f から加圧空間 11 a 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 20 e、20 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。

[0027] 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 20 c を通って流入する空気 122 は、空気出口 20 e、20 f を通って加圧空間 11 a 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 11 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 11 は加圧空間 11 a 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 103 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~5H} 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。

[0028] 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・濃縮を防ぐことにより、硫酸カルシウム等の析出物の析出を回避する手段を提供する。スリット 12 において、供給される空気 122 が、海水 103 を乾燥・濃縮させない様に、供給される空気 122 を水分が多い湿り空気（相対湿度が高い状態）とするようにしている。さらには、空気 122 の相対湿度が高い状態としては、好適には、相対湿度が 100% の飽和湿り空気、あるいは、水ミストを含む飽和湿り空気の状態となるようにして対策を講じている。

以下に、本発明を具体的に説明する。

[0029] 図4乃至図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103B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、空気供給ラインL₅に水分である真水141を供給する水分供給手段である真水タンク140及び供給ポンプP₁と、水分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。

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。

[0030] ここで、本実施例では、水分の供給としては、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等を）を用いるようにしてもよい。

[0031] 本実施例によれば、水分（真水141または海水）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。

[0032] 図4のエアレーション装置120Aでは、水分の供給は、真水141等を、一流体ノズル（図中矢印部分を示す）を用い、供給された空気122中に噴霧するようにしている。

[0033] また、図5のエアレーション装置120Bでは、別途空気供給ラインL₇を

設けて、空気 1 2 2 を水分の供給箇所に供給している。

そして、二流体ノズルを用い、水分（真水 1 4 1 または海水）の供給の際にアシストガスとして空気 1 2 2 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 1 2 2 中に噴霧するようにしている。ここで、 P_2 は空気供給ポンプである。

[0034] なお、上述の図 4 と図 5 で示した空気供給系において、冷却器 1 3 1 A、1 3 1 B を撤去し、ブロア 1 2 1 A ~ 1 2 1 D で加圧され、温度が上昇した空気 1 2 2 に、水分（真水または海水）を所定量注入し、供給される空気 1 2 2 の温度を下げ、エアレーションノズル 1 2 3 のスリット 1 1 での空気を飽和湿り状態としてもよい。

[0035] 図 6 のエアレーション装置 1 2 0 C では、水蒸気 1 4 2 を水蒸気供給ライン L_8 により、供給している。 P_3 は水蒸気供給ポンプである。

[0036] 図 7 のエアレーション装置 1 2 0 D では、吐出手段であるブロア 1 2 1 A ~ 1 2 1 D の空気導入口近傍に水分 1 4 3 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 1 4 3 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 1 3 1 A での冷却量を調整し、エアレーションノズルのスリットを通過する空気を飽和湿り空気とする。

[0037] すなわち、ブロア 1 2 1 A ~ 1 2 1 D により加圧圧縮された空気 1 2 2 は、その温度が例えば 1 0 0 °C 程度と高温となるが、この際、水分 1 4 3 を余分に供給することで供給される空気 1 2 2 は水分リッチの状態となる。その後、冷却器 1 3 1 により空気の温度を低下させると（例えば 4 0 °C）、空気 1 2 2 中の水分量には変化がないので、冷却された空気 1 2 2 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 1 2 3 のスリット 1 2 での空気は相対湿度が 1 0 0 % 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。

[0038] また、ブロア 1 2 1 A ~ 1 2 1 D の入口側において、ブロアが吸込む大気

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11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。

[0039] なお、上述した図4乃至図7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11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。

[0040] 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（塩分濃度該14%以下、3.4%以上）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。

[0041] 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。

[0042] 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、スリットでの海水の濃縮速度が緩やかとなる条件でもよい。

[0043] 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、ブロー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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] よって、水分供給手段により、エアレーションノズル123に供給される空気122中に真水141などの水分が注入され、水分リッチの状態とした空気を、散気膜11のスリット12に供給することで、スリット12における海水の濃縮（塩分濃度の上昇）を防ぐことができ、硫酸カルシウム等の析出を防止する。

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

[0047] 図8-1～図8-5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。

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。

[0048] 図 8-1 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。

[0049] 図 8-2 では、空気 122 の相対湿度が 100% であるので、海水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。

[0050] 図 8-3 では、空気 122 の相対湿度が例えば 80% であるので、海水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 103 a 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、長期間に亘っての運転が可能となる。

[0051] なお、図 8-4 及び図 8-5 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 8-4 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 14% 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。

[0052] これに対し、図 8-5 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（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。

[0053] 図9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9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。

[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グging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、長期間に亘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。

[0056] 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

[0057] 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の発生を抑制することができ、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安定した操業が可能となる。

符号の説明

[0058] 11 散気膜

1 2 スリット

1 0 0 海水排煙脱硫装置

1 0 2 排煙脱硫吸収塔

1 0 3 海水

1 0 3 a 濃縮海水

1 0 3 b 析出物

1 0 3 A 使用済海水

1 0 3 B 希釈使用済海水

1 0 5 希釈混合槽

1 0 6 酸化槽

1 2 0 A ~ 1 2 0 D エアレーション装置

1 2 2 空気

1 2 3 エアレーションノズル

請求の範囲

- [請求項1] 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、
空気供給配管に水分を供給する水分供給手段と、
水分が含まれた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、
前記水分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3] 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、
空気供給配管に水蒸気を供給する水蒸気供給手段と、
水蒸気が含まれた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、
前記空気供給配管に、フィルタと冷却器とが設けられてい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4において、
吐出手段の空気導入口近傍に水分を供給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乃至5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7]

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。

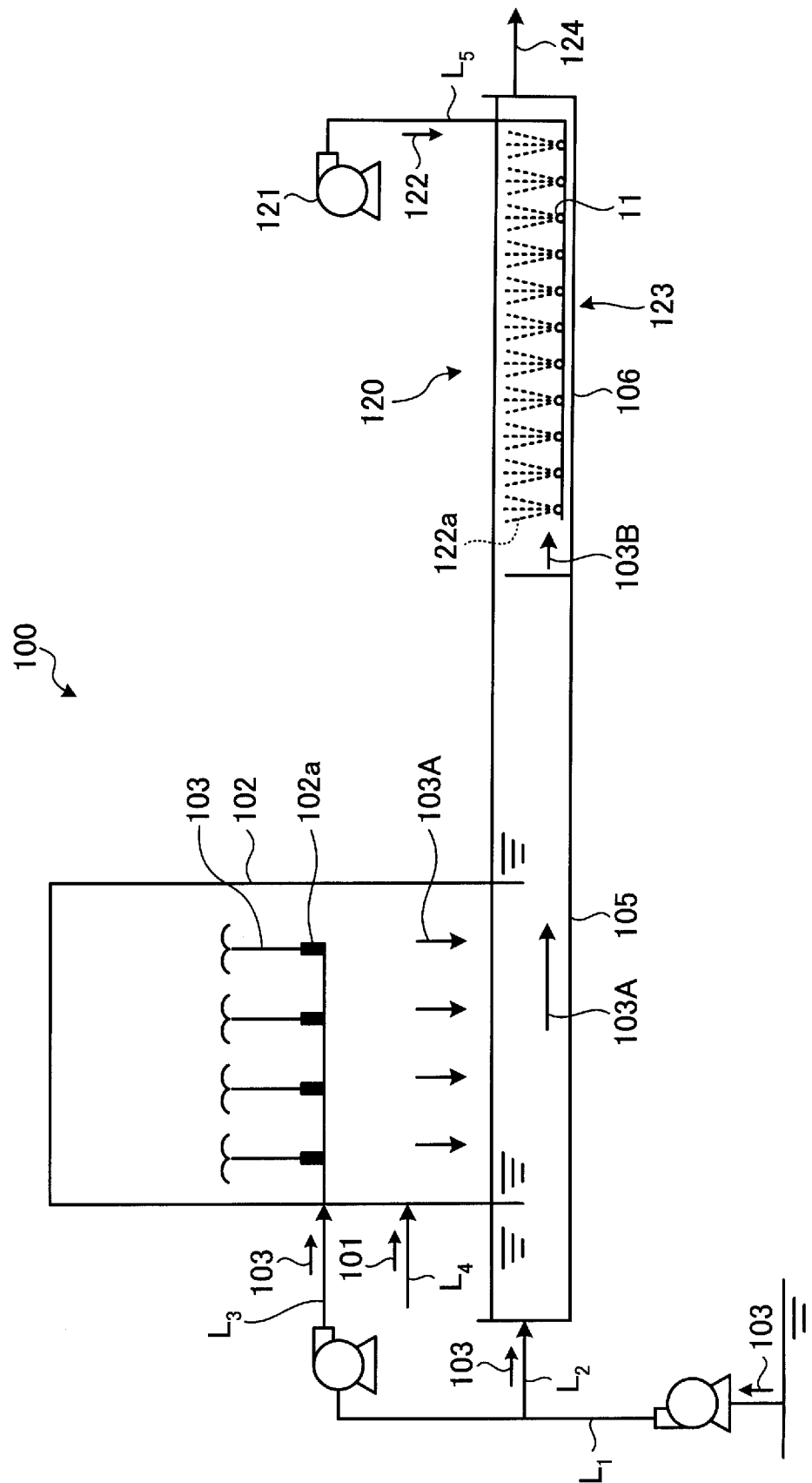
[請求項8]

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、

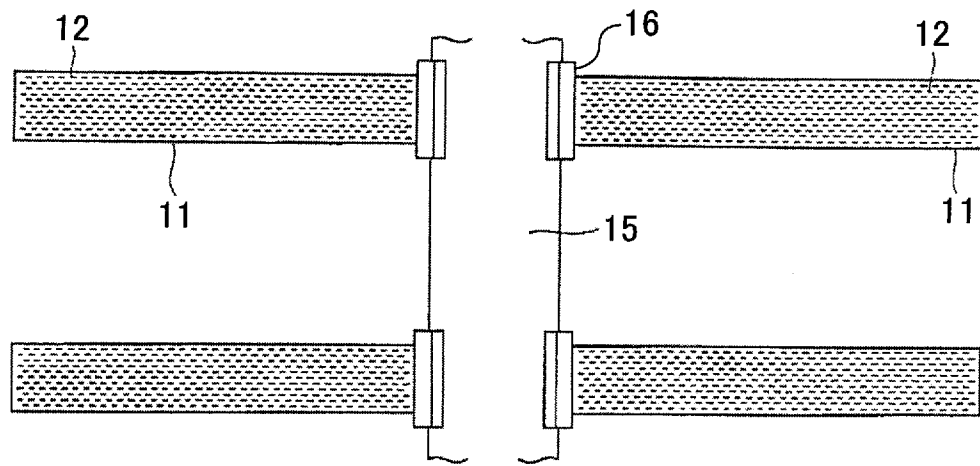
吐出手段により空気を供給する際、水分又は水蒸気を添加し、

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加湿方法。

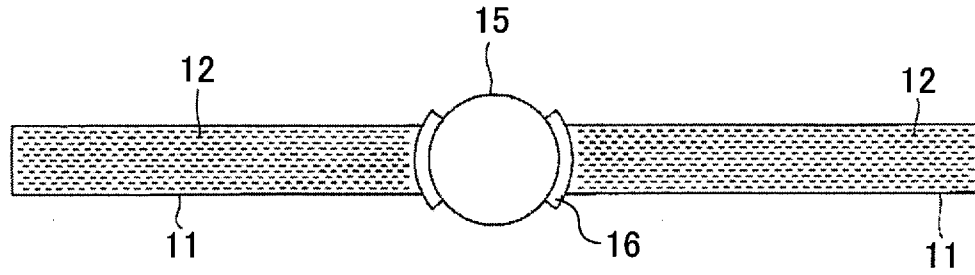
[図1]



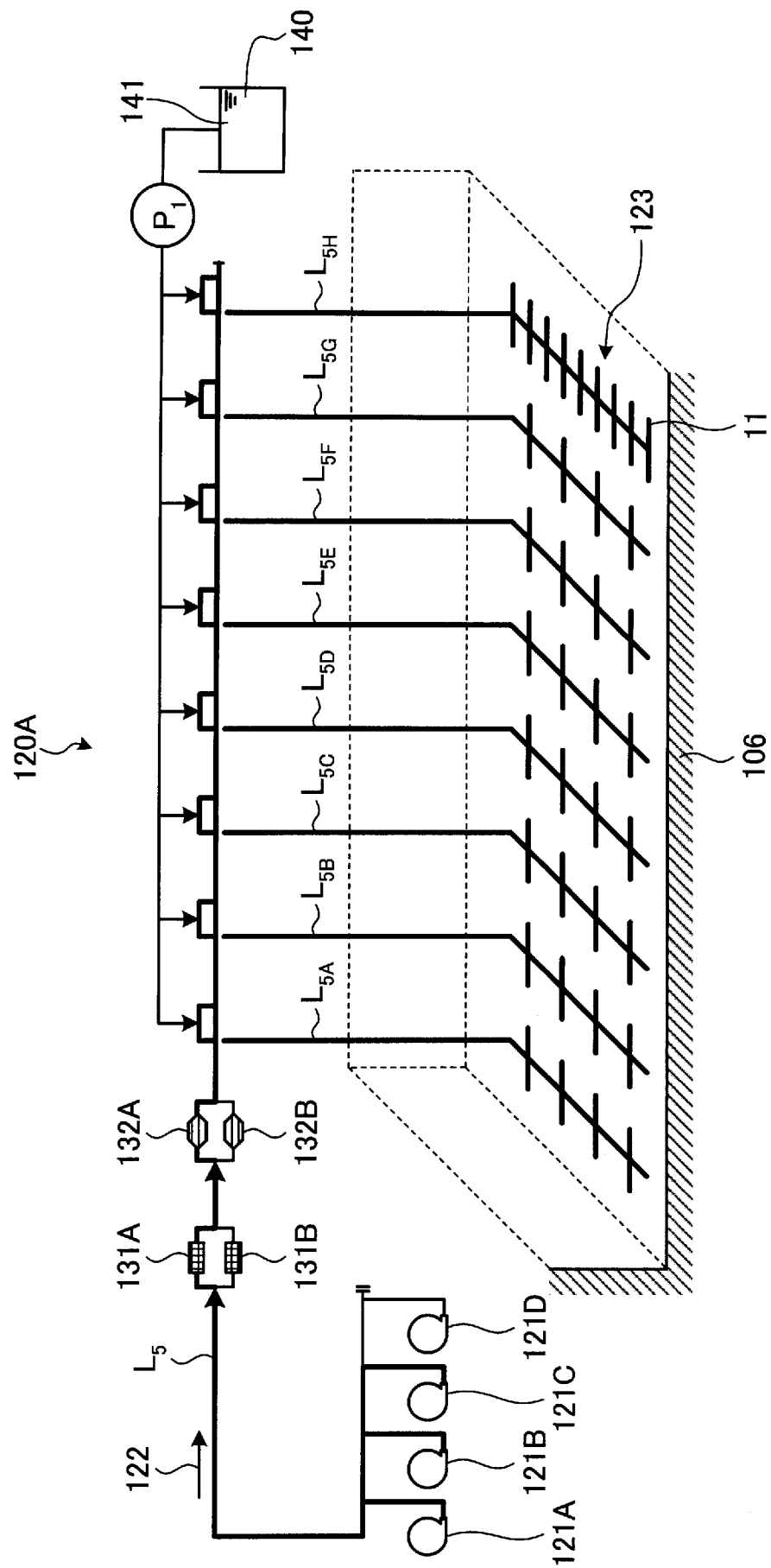
[図2-1]



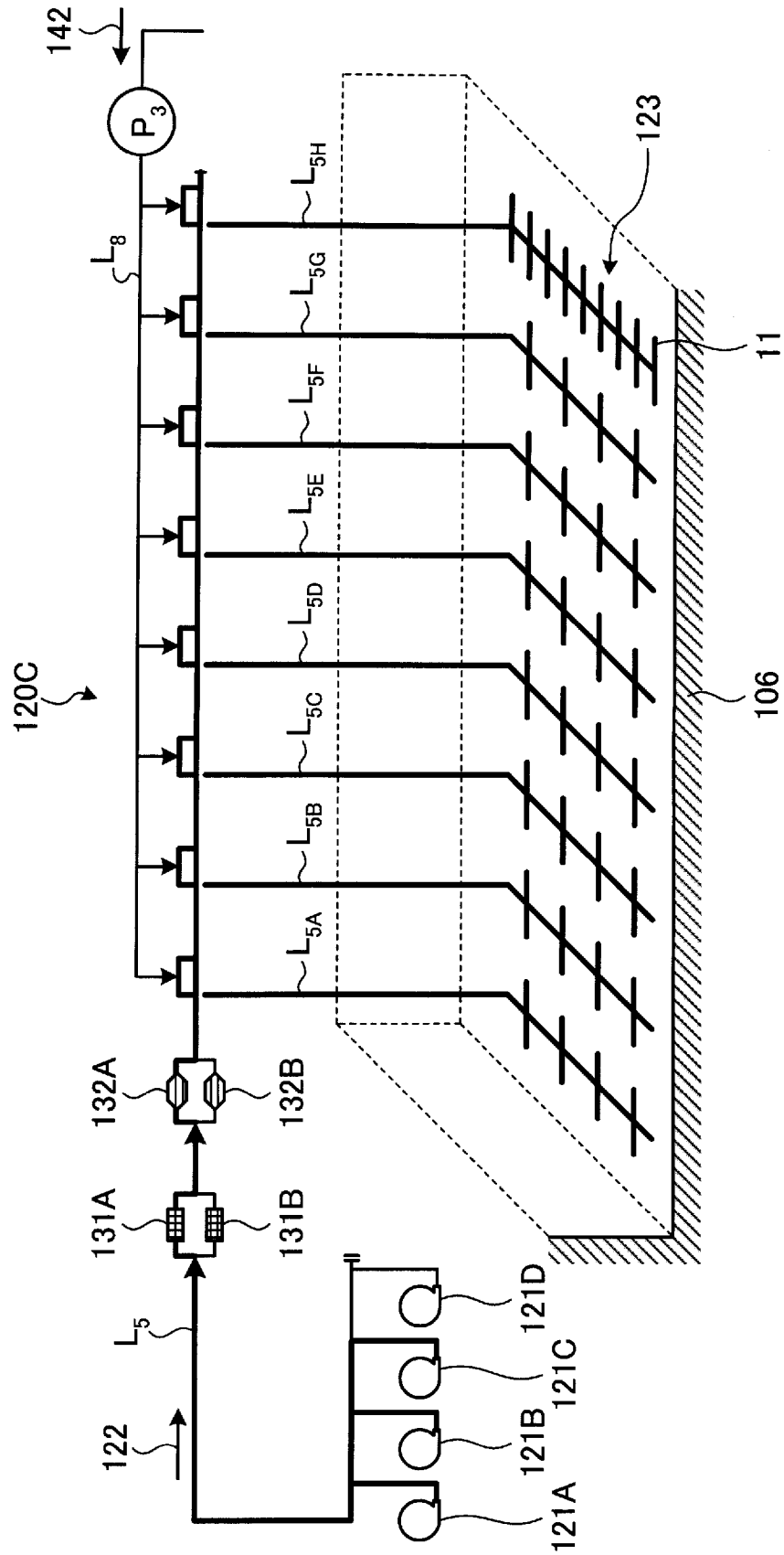
[図2-2]



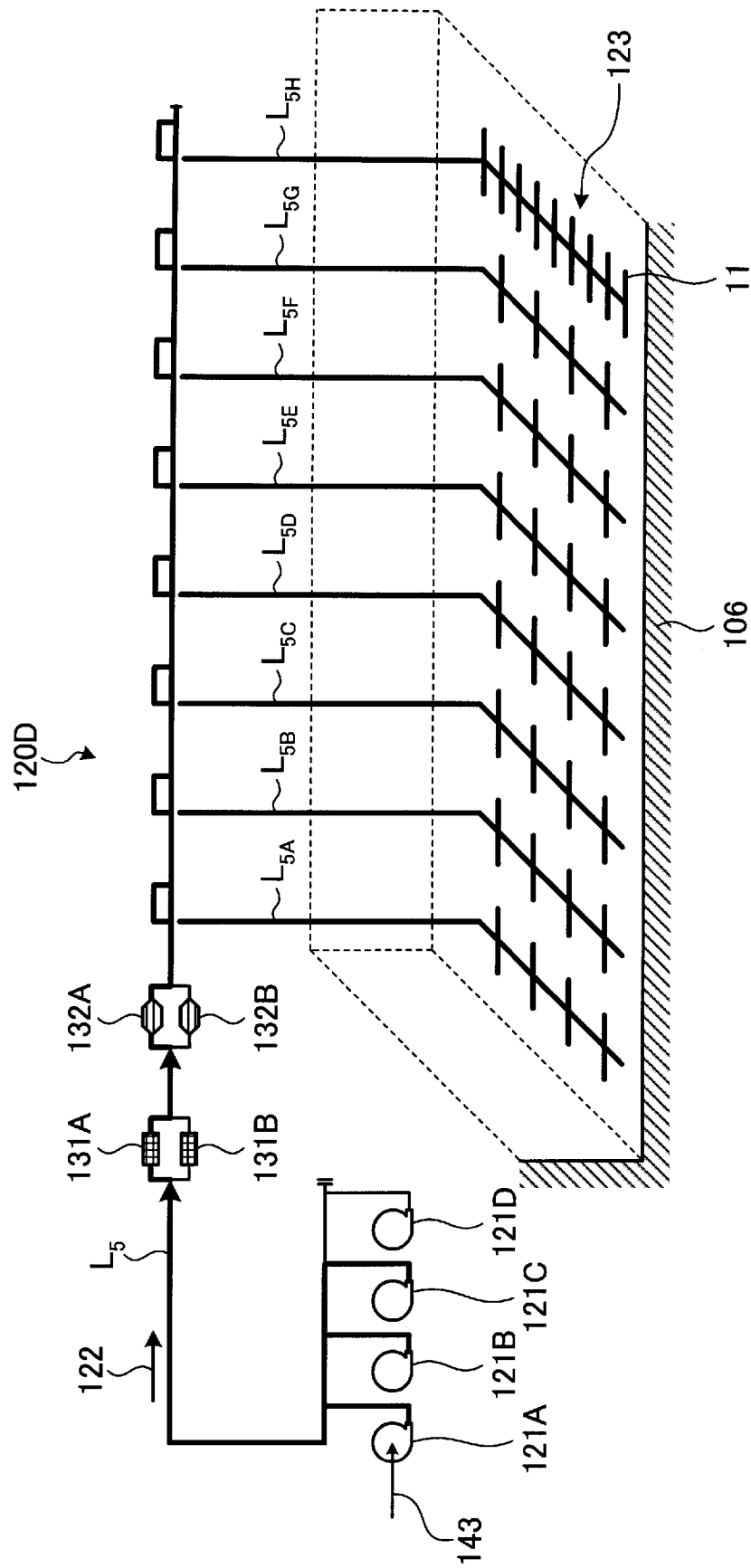
[図4]



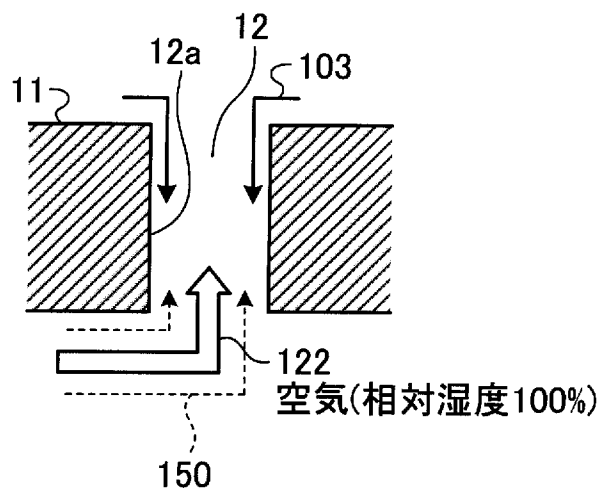
[図6]



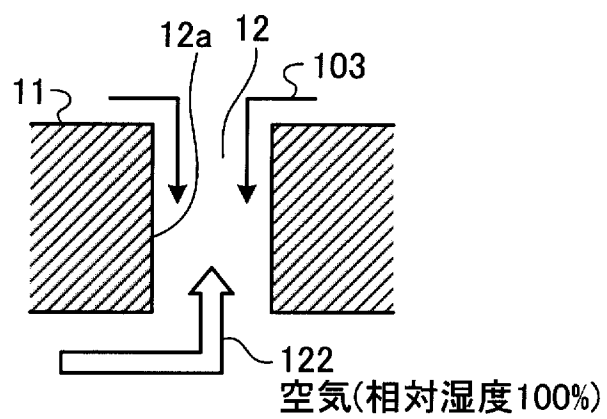
[図7]



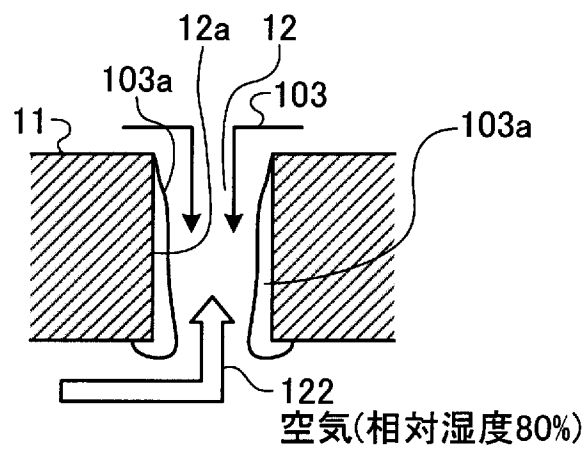
[図8-1]



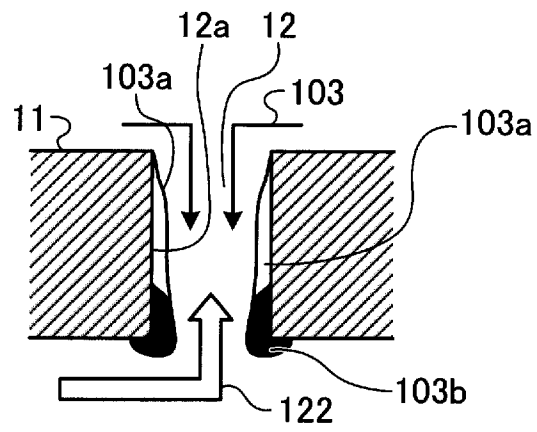
[図8-2]



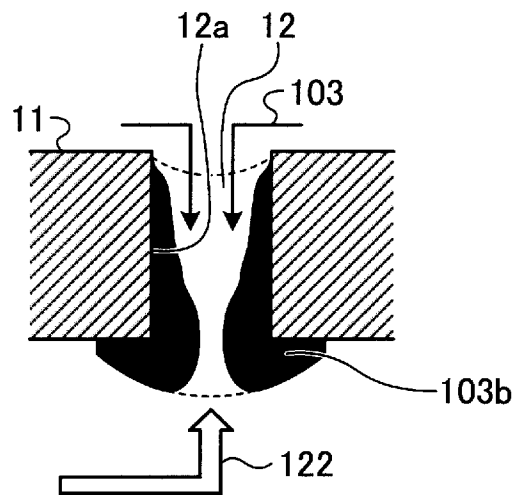
[図8-3]



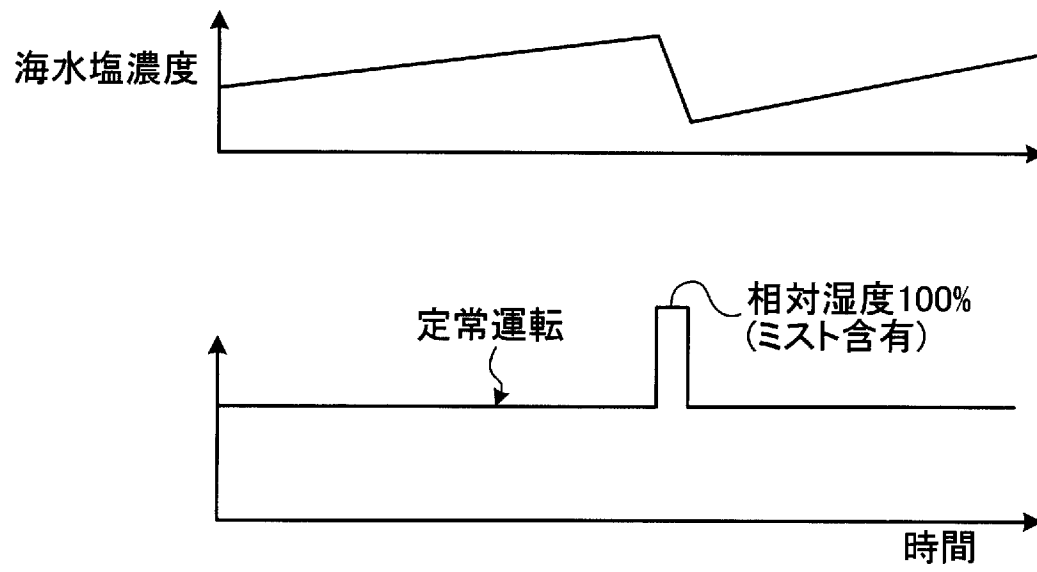
[図8-4]



[図8-5]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/067787

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/20(2006.01)i, B01D19/00(2006.01)i, B01D53/14(2006.01)i, B01D53/50(2006.01)i, B01D53/77(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F1/20, B01D19/00, B01D53/14, B01D53/50, B01D53/77, C02F3/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-167856 A (Sumitomo Heavy Industries Environment Co., Ltd.), 05 July 2007 (05.07.2007), claims 1, 3; paragraph [0018]; fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 2009-106874 A (Hitachi, Ltd.), 21 May 2009 (21.05.2009), paragraphs [0019] to [0029]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-8
A	JP 2009-240911 A (Kubota Corp.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraph [0026] (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 October, 2010 (21.10.10)

Date of mailing of the international search report
02 November, 2010 (02.11.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/067787

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-28572 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 February 2009 (12.02.2009), claim 1 & WO 2009/014002 A1	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/067787

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 does not have novelty in the light of JP 2007-167856 A. Consequently, any same or corresponding special technical feature cannot be found between the invention in claim 1 and the inventions in claims 2 - 8.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C02F1/20(2006.01)i, B01D19/00(2006.01)i, B01D53/14(2006.01)i, B01D53/50(2006.01)i, B01D53/77(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C02F1/20, B01D19/00, B01D53/14, B01D53/50, B01D53/77, C02F3/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-167856 A（住友重機械エンバイロメント株式会社） 2007.07.05, 【請求項1】、【請求項3】、【0018】、図1（ファミリーなし）	1 - 8
A	JP 2009-106874 A（株式会社日立製作所）2009.05.21, 【0019】 - 【0029】、図1、図2（ファミリーなし）	1 - 8
A	JP 2009-240911 A（株式会社クボタ）2009.10.22, 【0026】（ファミリーなし）	1 - 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 2 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

片山 真紀

4 D

4 5 0 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3421

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-28572 A (三菱重工業株式会社) 2009. 02. 12, 【請求項 1】 & WO 2009/014002 A1	1 - 8

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明はJP 2007-167856 Aにより新規性を有しない。よって、請求項1に係る発明と請求項2－8に係る発明との間で同一の又は対応する特別な技術的特徴を見いだすことができない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。