(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
2014 年 3 月 6 日(06.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/034836 A1

(51) 国際特許分類:
B01D 65/02 (2006.01) *C02F 1/44* (2006.01)
B01D 63/08 (2006.01) *C02F 3/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/073272

(22) 国際出願日: 2013 年 8 月 30 日(30.08.2013)

(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 2012-189634 2012 年 8 月 30 日(30.08.2012) JP

(71) 出願人: 東レ株式会社(TORAY INDUSTRIES, INC.) [JP/JP]; 〒1038666 東京都中央区日本橋室町２丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 北中 敦(KITANAKA, Atsushi); 〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (JP). 北出 有(KITADE, Tamotsu); 〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社 滋賀事業場内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 清流国際特許業務法人, 外(SEIRYU PATENT PROFESSIONAL CORPORATION et al.); 〒1040045 東京都中央区築地１丁目４番５号 第３７興和ビル Tokyo (JP).

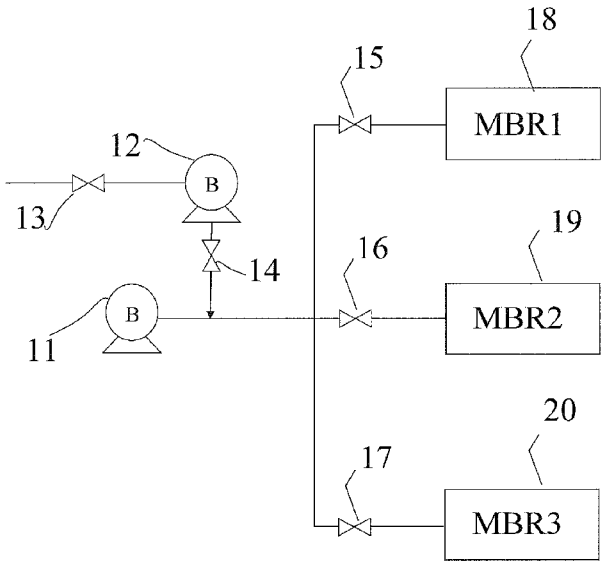
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, 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**: MEMBRANE SURFACE WASHING METHOD IN MEMBRANE SEPARATION ACTIVATED SLUDGE METHOD

(54) 発明の名称 : 膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法



(57) **Abstract**: In a membrane surface washing method of a membrane separation activated sludge method, highly effective membrane surface washing that hardly causes membrane surface blocking and that does not involve diffusion of an excessive amount of air, thereby saving costs, is performed, whereby a method for reducing operating costs for an entire water processing system is provided. Provided is a membrane surface washing method of a membrane separation activated sludge method wherein, in an immersion-type membrane module (4) that includes one or more filtering thin films immersed in a reaction tank (3) in which water (1) to be treated is retained, membrane surfaces of the filtering thin films are washed by diffusing air from an air diffusing device (6) installed below the immersion-type membrane module (4). This membrane surface washing method of the membrane separation activated sludge method is characterized in that the air diffusion pattern is a pattern in which a low flow rate and a medium flow rate are sequentially repeated, wherein one of N times of the medium flow rate (N is a natural number of 2 or greater) is replaced with a high flow rate.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/034836 A1

膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法において、膜面閉塞の少ない高効率な膜面洗浄を行うと共に、過大な空気量の散気を伴わない省コストな膜面洗浄を行うことで、水処理システム全体にかかる運転コストを低減する方法を提供する。被処理水（１）が貯留された反応槽（３）内に浸漬された１つ以上の濾過薄膜を有する浸漬型膜モジュール（４）において、浸漬型膜モジュール（４）の下部に設置された散気装置６から散気することによって濾過薄膜の膜面を洗浄する膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法であって、散気パターンが、低流量と中流量とを順に切り替えて繰り返すパターンであり、中流量のＮ回（Ｎは２以上の自然数）のうちの１回が高流量に置き換えられて繰り返されることを特徴とする膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

明　細　書

発明の名称 ： 膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法

技術分野

[0001] 本発明は、活性汚泥を含む微生物含有液を、膜を用いて固液分離する浸漬型膜分離装置の膜面洗浄方法に関する。具体的には、下水等の汚水を、活性汚泥処理した後に膜分離処理する、いわゆる膜分離活性汚泥法における膜面洗浄方法に関するものである。

背景技術

[0002] 膜分離活性汚泥法（ＭＢＲ）は、省スペースで、良好な水質が得られるため、国内では小規模な施設を中心に、新設の多い海外では１０万m^3／ｄａｙを超える処理能力を有する大規模な施設に導入が進められている。

[0003] 実用的設備へＭＢＲを適用するためには、［１］既設施設への適用性、［２］流入負荷変動に対する処理安定性、［３］経済性、などが課題だと考えられている。

[0004] ＭＢＲの運転において、膜ろ過性能を十分に発揮させるためには、有効で効率的な膜面洗浄方法が必須である。膜面洗浄には、膜の二次側から一次側に逆洗浄を行う方法や膜モジュール下部からエアを散気する方法によって行われる。特にエアによる散気洗浄において、洗浄効果を高めるためには、多くの量のエアを供給する必要があり、水処理全体にかかる電力量のうち相当の割合をこのエア供給にかかる電力量が占めている。このためＭＢＲのさらなる適用拡大のためにも、膜面洗浄のためのエア供給に要する電力量を削減し、経済性を改善することが強く望まれる。

[0005] ＭＢＲの膜面洗浄にかかるエア供給量を効率的に削減する試みとして、繰り返し周期で高い散気流量と低い散気流量とを交互に供給するような浸漬型薄膜モジュール用散気システム（特許文献１）が知られている。この方法では、高散気流量と低散気流量を繰り返すことにより、膜面洗浄にかかる電力量の低減とともに、効果的な洗浄を狙っている。

[0006] その他にも、ランダムに発生させた間欠的またはパルス化された流体流を膜表面に沿って流して、膜表面からファウリング物質を除去するステップを含む、液状媒体内に沈められた膜表面を流体流によって洗浄する方法（特許文献２）が開示されている。

[0007] これらの散気方法は、膜面洗浄を連続散気のみで行う場合と比べて、散気にかかる空気量を減らすことができる。しかしながら、これらの洗浄方法の基本は、低流量の散気（あるいはガス・オフ）、高流量の散気の繰り返しで膜面を洗浄することであるが、運転コスト低減のために、さらなる効率的な運転方法が望まれる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開第２０００／２１８９０号

特許文献2：国際公開第２００８／１５３８１８号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明の目的は、膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法において、膜面閉塞の少ない高効率な膜面洗浄を行うと共に、過大な空気量の散気を伴わない省コストな膜面洗浄を行うことで、水処理システム全体にかかる運転コストを低減する方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 前記目的を達成するための本発明の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法は、以下の特徴を有するものである。

[0011] （１）被処理水が貯留された反応槽内に浸漬された１つ以上の濾過薄膜を有する浸漬型膜モジュールにおいて、該浸漬型膜モジュールの下部に設置された散気装置から散気することによって前記濾過薄膜の膜面を洗浄する膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法であって、前記散気を低流量の散気と中流量の散気を順に切り替えて繰り返すパターンで行うと共に、前記中流量の散気Ｎ

回（Ｎは２以上の自然数）のうちの１回が高流量の散気に置き換えて前記散気パターンを繰り返すことを特徴とする膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

[0012] （２）前記低流量および中流量の散気の継続時間がそれぞれ３秒以上６０秒以下であり、高流量の散気の継続時間が３秒以上１８０秒以下である（１）に記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

[0013] （３）前記自然数Ｎが２以上３０以下である（１）または（２）に記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

[0014] （４）前記浸漬型膜モジュールが、平膜型の膜エレメントから構成されることを特徴とする（１）～（３）のいずれかに記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

[0015] （５）被処理水を前記浸漬型膜モジュールを用いて膜分離活性汚泥法によって処理する際の前記濾過薄膜の運転時の膜間差圧の値に基づいて、前記自然数Ｎの設定値、低流量の流量設定値、中流量の流量設定値、高流量の流量設定値、低流量散気の継続時間、中流量散気の継続時間、高流量散気の継続時間からなる群から選ばれる少なくとも１つの値を制御することを特徴とする（１）～（４）のいずれかに記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

[0016] （６）前記低流量の散気が、散気の休止であることを特徴とする（１）～（５）のいずれかに記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

[0017] （７）前記散気における低流量、中流量、高流量の切り替えを自動バルブおよび／またはインバータを用いて制御することを特徴とする（１）～（６）のいずれかに記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

発明の効果

[0018] 本発明の膜面洗浄方法により、従来の高流量散気と低流量散気とを繰り返す膜分離活性汚泥法における散気方法と比較して、トータルのエア量を削減することができるため、膜分離活性汚泥法の運転コストを低減することが可能となる。また、本発明の膜面洗浄方法においてエアの流量やろ過流束を調整することにより、従来の膜面洗浄方法と同等の洗浄性を達成することが可能である。さらに、トータルのエア量が少なくなるため、膜エレメントに対

する機械的ダメージも小さくなり、膜エレメントの高寿命化が期待できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図１は膜分離活性汚泥法の一般的なフローを示す模式図である。

[図2]図２Ａおよび２Ｂは膜面洗浄方法の散気パターンを示す説明図であり、図２Ａは従来の散気パターン、図２Ｂは本発明の散気パターンを例示する説明図である。

[図3]図３は本発明の膜面洗浄方法を適用する水処理装置の構成を例示する模式図である。

[図4]図４は実施例１で使用した汚水処理装置の構成を示す模式図である。

[図5]図５は実施例１における散気パターンを示す図である。

[図6]図６は比較例１で使用した汚水処理装置の構成を示す模式図である。

[図7]図７は比較例１における散気パターンを示す図である。

[図8]図８は比較例２で使用した汚水処理装置の構成を示す模式図である。

[図9]図９は比較例２における散気パターンを示す図である。

[図10]図１０は実施例１、比較例１、比較例２における、散気に係るエネルギー消費量を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の膜面洗浄方法を実施する形態の一例を図面に基づいて説明する。図１には、膜分離活性汚泥法のフロー図を示す。下水や工場廃水などの有機性汚濁物質を含む廃水（被処理水）すなわち、有機性汚水１は、原水ポンプ２を介して、膜分離活性汚泥槽（反応槽）３に導入され、貯留される。有機性汚水１は膜分離活性汚泥槽３内で活性汚泥処理される。有機性汚水１の膜分離活性汚泥槽３内での滞留時間は通常１時間～２４時間であるが、有機性汚水の性状に応じて最適な時間を採択するのがよい。

[0021] 膜分離活性汚泥槽３は、被処理水（有機性汚水１）と活性汚泥の混合液である活性汚泥混合液を貯え、膜ユニット４を活性汚泥に浸漬することができれば特に制限されるものではなく、コンクリート槽、ステンレス槽、繊維強化プラスチック槽などが好ましく用いられる。

[0022] 膜分離活性汚泥槽３内には１つ以上の濾過薄膜を有する膜ユニット４が浸漬されている。膜ユニット４の下部にはブロワ５から供給されるエアを散気させるための散気装置６が設置されている。散気装置６から散気されるエアに曝されることにより、濾過薄膜の表面は継続的に洗浄される。膜ユニット４は、ろ過膜の取り扱い性や物理的耐久性を向上させるために、例えば、フレームの両面にろ過水流路材を挟んだ上にろ過膜を接着した平膜エレメント構造や中空糸状の膜を束ねた中空糸型構造等が含まれる。膜ユニット４とは、膜分離活性汚泥法に使用される浸漬型膜モジュールのことを指す。本発明を実施するにあたり、平膜構造の膜エレメントから構成される膜モジュールのほうが、膜面全体に洗浄エアが作用する構造となっており、曝気量を増加させることによる洗浄効果の改善が大きいと考えられる。従って、浸漬型膜モジュールが、平膜型の膜エレメントから構成されることがより好ましい。

[0023] ろ過膜（濾過薄膜）の膜構造としては、多孔質膜や、多孔質膜に機能層を複合化した複合膜などが挙げられるが、特に限定されるものではない。

[0024] これらの膜の具体例としては、ポリアクリロニトリル多孔質膜、ポリイミド多孔質膜、ポリエーテルスルホン多孔質膜、ポリフェニレンスルフィドスルホン多孔質膜、ポリテトラフルオロエチレン多孔質膜、ポリフッ化ビニリデン多孔質膜、ポリプロピレン多孔質膜、ポリエチレン多孔質膜等の多孔質膜などが挙げられるが、ポリフッ化ビニリデン多孔質膜やポリテトラフルオロエチレン多孔質膜は耐薬品性が高いため、特に好ましい。さらに、これら多孔質膜に機能層として架橋型シリコーン、ポリブタジエン、ポリアクリロニトリルブタジエン、エチレンプロピレンラバー、ネオプレンゴム等のゴム状高分子を複合化した複合膜も、膜ユニット４に用いることができる。ここでいうろ過膜とは、孔径が０．０１μｍから１０μｍ程度のものをいい、一般的に分子ふるいによる分離が行われる限外ろ過膜より目が粗く、通常操作圧は減圧状態から２００ｋＰａ以下で運転される。

[0025] 活性汚泥と処理水の分離は、膜ユニット４によって行われる。ろ過の動力として、ろ過水ポンプ７が用いられ、ろ過水８はろ過水タンク９に貯水され

、その後、処理水１０として放流あるいは再利用などに供される。ろ過ポンプ７としては、膜ユニット４から処理水を得ることができるポンプであれば特に問題はなく、渦巻ポンプ、ディフューザーポンプ、渦巻斜流ポンプ、斜流ポンプ、ピストンポンプ、プランジャポンプ、ダイアフラムポンプ、歯車ポンプ、スクリューポンプ、ベーンポンプ、カスケードポンプ、ジェットポンプなどが用いられる。ろ過水タンク９は、ろ過水を貯蔵できる形状のものであれば、特に制限されるものではなく、コンクリート槽、ステンレス槽、繊維強化プラスチック槽などが好ましく用いられる。

[0026] 散気装置６は膜分離活性汚泥槽３の底部に配置され、通常は粗大気泡を散気するがＥＰＤＭ（エチレンープロピレンージエンゴム）製の微細気泡タイプのメンブレンディフューザーが用いられる。散気装置６にはブロワ５が接続される。通常の膜分離活性汚泥法では、エアは連続的に一定流量で供給されるが、本発明では自動バルブによる操作および／またはインバータによる流量の制御により、エアの吐出量をステップ状または間欠的になるように制御される。なおこの散気によって、膜ユニット４の膜面洗浄を行うとともに、活性汚泥に必要な酸素を供給することになる。

[0027] 散気装置６は、膜ユニット４全体に向けて散気する構造のものであればよく、管に孔をあけた構造のものや、セラミック製の散気板などが用いられるが特に限定するものではない。ブロワ５とは圧縮空気を送風する送風機のことで、設備の規模、散気装置６の水深などに応じて最適なものを選定するのが良い。

[0028] 次に、従来の散気パターンと本発明の散気パターンを図２Ａと図２Ｂに示す。従来の間欠散気の散気パターンの場合、図２Ａに示すように、通常は高流量の散気と低流量の散気（又はオフ）とを順に切り替えて繰り返すパターンで散気を行う。一方、本発明では、図２Ｂに示すように、中流量の散気と低流量の散気とを順に切り替えての繰り返す散気パターンであり、中流量の散気Ｎ回（Ｎは２以上の自然数）のうちの１回が高流量の散気に置き換えられた散気パターンで繰り返されることを特徴とする。なお、図２Ｂに示した

ものはＮ＝３の例である。ここで、従来の散気パターンと本発明の散気パターンのいずれにおいても低流量時の散気をオフ（散気を休止すること）とし、本発明の散気パターンにおける中流量が、高流量の半分の流量とした場合、トータルのエア量は従来の散気パターンと比較して、６７％にまで低減させることが可能である。

[0029] なお、自然数Ｎの数値は、運転条件や活性汚泥の性状によって適宜適当なものを選択するのがよい。より具体的には、運転ろ過流束が例えば０．５ｍ／ｄａｙ以下の場合には、Ｎを５回で運転を行うが、運転ろ過流束が０．７５ｍ／ｄａｙ以上になる場合にはＮを２回で運転を行う方法が考えられる。その他、ろ過対象である活性汚泥の性状は被処理水である有機性汚水の有機物負荷などにより異なってくるので、活性汚泥のろ過性が悪化し、膜ユニットの差圧が上昇した場合などは、Ｎの回数を変化させたり、さらには低流量、中流量、高流量のそれぞれの流量の設定値を変化させたりすることが好ましい。

[0030] なお、低流量の散気および中流量の散気の継続時間は膜分離活性汚泥の運転状況により最適なものを設定するのがよいが、３秒以上６０秒以下に設定することで、流量の切り替え頻度を大きくすることによる切り替えのための機器への悪影響を低減することができ、さらに長時間にわたって低流量（特にガスオフ）の状態を継続することによる膜ファウリング進行の可能性を抑制することができるため、好ましい。また、高流量の散気の継続時間に関しては、例えば自然数Ｎの値が１０以上と大きい場合には、継続時間を６０秒以上と長めにとる必要があり、逆に自然数Ｎの値が１０未満と小さく高流量の頻度が高い場合には、高流量の散気の継続時間を３０秒程度と短くとる方法が考えられる。高流量の散気の継続時間は、このように自然数Ｎの値など他の運転条件によっても異なってくるが、高効率かつ省コストの膜面洗浄を行うことができるという観点から、３秒以上１８０秒以下であることが好ましい。

[0031] また、ろ過に伴い膜面に堆積していく活性汚泥を効果的に除去するには、

自然数Ｎの値が３０回以下であることが好ましい。Ｎの値を３０回以下とすることで、膜面上に堆積する活性汚泥がケーク状に固まることを回避し、高流量での洗浄を有効に機能させることが可能となる。

[0032] ここで、低流量の散気について、完全に曝気を停止してガス・オフ（散気を休止すること）とすることにより、膜面洗浄にかかるトータルのエア量を削減することができるため好ましい。さらに、ガス・オフ状態から中流量または高流量の散気の曝気状態に変化させる時に生じる脈動の大きさが膜面洗浄に影響することから、低流量をガス・オフの状態とすることで膜面洗浄を効果的に行うことが可能となるため好ましい。

[0033] また、本発明の洗浄のメカニズムとして、低流量→中流量の洗浄を行う中で中流量の洗浄で除去できずに残存してしまった汚れを、高流量の洗浄で除去する。すなわち、中流量の散気では大まかな汚れを取り、定期的に導入する高流量の散気により膜面の汚れをさらに取り除く。これにより、上述の効果が得られ、この点が低流量→高流量の散気を繰り返す、従来技術と異なる視点である。

[0034] 本発明の膜面洗浄方法において、高流量の散気の流量を１００とするとき、低流量の散気の流量は好ましくは０～３０、より好ましくは０～２０であるとよい。また中流量の散気の流量は好ましくは２０～８０、より好ましくは３０～７０であるとよい。

[0035] 次に、本発明の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法を実施するための水処理装置の構成の模式図を図３に例示する。図３の例では膜モジュールを３系列（ＭＢＲ１、ＭＢＲ２、ＭＢＲ３）に分け、それぞれバルブ１５、バルブ１６、バルブ１７を設けている。膜面洗浄用ブロワ１１は、常時ＭＢＲ１～３に膜面洗浄用のエアを供給する。中流量と低流量とを順に切り替えて繰り返す際には、例えばバルブ１５を開けて、バルブ１６、１７を閉める。その後、１６を開けて、バルブ１５、１７を閉める。最後に１７を開けて、バルブ１５、１６を閉めることで実施することができる。従来の運転ではこの操作を繰り返すが、本発明ではこの繰り返しパターンの中で、中流量のＮ回のう

ちの１回を高流量に置き換えることを特徴とする。補助ブロワ１２は、高流量のエアを供給する場合に用いることができる。補助ブロワ１２には、バルブ１３およびバルブ１４が設けられ、高流量エア供給時にはバルブ１３を閉めバルブ１４を開ける。すなわち、中流量３回のうちの１回を高流量に置き換えるのであれば、中流量の散気を行う３回のうちの１回については、バルブ１４を開けて、補助ブロワ１２からのエアをＭＢＲの各系列に供給するようにする。

[0036] なお、本発明においては、ブロワ１１について連続運転を行いながら補助ブロワ１２についてオン／オフ運転してもよいし、インバータによる流量変動あるいは連続運転することも可能である。補助ブロワ１２について連続運転する場合には、バルブ１３を開け、例えば、高酸素溶解効率の補助散気装置（高効率微細気泡散気装置）を通じて、別置きの活性汚泥の散気に使用することも可能である。

[0037] 本発明の膜面洗浄方法を実施するとき、被処理水を複数の濾過薄膜を有する浸漬型膜モジュールを用いて膜分離活性汚泥法によって処理する際の濾過薄膜の運転時の膜間差圧の値に基づいて、自然数Ｎの設定値、低流量の流量設定値、中流量の流量設定値、高流量の流量設定値、低流量散気の継続時間、中流量散気の継続時間、高流量散気の継続時間からなる群から選ばれる少なくとも１つの値を制御することが好ましい。例えば、ある運転条件において、膜のファウリングが進み、膜間差圧が上昇するような場合には、自然数Ｎの設定値を小さくして、高流量の散気を行う頻度を上げることにより、膜間差圧の上昇を抑制することが可能である。逆に、ある運転条件において全く差圧上昇が見られない場合は、エアによる洗浄が過剰である可能性が高いので、自然数Ｎの設定値を上げたり、中流量の流量設定値を下げたりすることにより洗浄に使用するエア量をさらに削減することが可能となる。

[0038] 低流量、中流量、高流量の切り替え方法としては、曝気量を切り換えられる手段であれば特に限定されないが、具体的には切り換え自動バルブやインバータ等の方法が考えられる。特に切り換え自動バルブであれば、取り扱い

が容易であり附帯設備も最小限に抑えることが可能であり、より好ましい。

実施例

[0039] 以下、実施例及び比較例を挙げて、本発明を具体的に説明する。

[0040] ［実施例１］

図４に示す汚水処理装置を用いて、有機性汚水（被処理水）の処理を行った。処理条件を表１に示す。被処理水は、化学工場の廃水（ＢＯＤ＝５００ｍｇ／Ｌ）であり、膜分離活性汚泥法により処理を行った。膜モジュールは東レ株式会社製ＴＭＲ－１４０－１００ｓを３台用い、連続的にろ過を行った。その他、膜面洗浄に必要なエアで不足する微生物用のエアについては、補助散気装置により供給した。

[0041]

[表1]

項目	内容
被処理水	化学工場廃水
被処理水水質 （平均値）	BOD: 500mg/L COD: 750mg/L T-N: 35mg/L T-P: 10mg/L
被処理水量	210m³/day
膜分離活性汚泥槽容量	140m³
汚泥条件	膜分離活性汚泥槽MLSS: 7,500mg/L 膜分離活性汚泥槽DO: 0.5～4.0mg/L
滞留時間	16時間
被処理液水温	22℃～36℃
使用膜	東レ“Membray” TMR-140-100s×3台 膜面積: 140m³×3台=420m³

[0042] 以下、汚水処理フローの詳細を述べる。化学工場系の廃水（ＢＯＤ＝５００ｍｇ／Ｌ）である有機性汚水１は、連続的に活性汚泥槽２２に流入され活性汚泥と混合される。活性汚泥槽２２には、補助散気装置２１と膜モジュール１８～２０の３台が浸漬されている。活性汚泥混合液には補助ブロワ１２からのエアが補助散気装置２１（高効率微細気泡散気装置）を介して供給され、ここで活性汚泥による微生物学的処理が行われる。次に、膜モジュール１８～２０でろ過が行われる。膜モジュール１８～２０の下部からは膜面洗浄のためのエアが膜面洗浄用ブロワ１１から供給される。なおこのエアは、

膜面洗浄用の散気であるとともに活性汚泥による微生物学的処理に利用される。膜モジュール１８～２０の透過側には、ろ過ポンプ７が接続されており、ろ過の駆動力となっている。なお、本実施例では、吸引ポンプで、定流量のろ過を行っている。

[0043] 次に、本発明の特徴である散気方法について述べる。図５に実施例１における散気パターンを示す。これは、膜モジュール下部で行われる散気パターンの様子を示したものである。散気量の状態は、高流量：１．３Ｎm^3／ｍｉｎ（「Ｎ」は「ノルマル」を示す）、中流量：０．６Ｎm^3／ｍｉｎ、低流量：オフ（０m^3／ｍｉｎ）からなる。それぞれの継続時間は２０秒で、高→低（オフ）→中→低（オフ）→中→低（オフ）の繰り返しサイクルとなる。実施例１では、中流量３回（Ｎ＝３）の繰り返しのうち１回を高流量としている。

[0044] ［比較例１］ 膜面連続散気方式

比較例１として、図６に示す汚水処理装置を用いて、有機性汚水の処理を行った。処理量などの諸条件は、散気の方法を除いて、実施例１と同様である。以下に散気に関する運転条件を述べる。

[0045] 補助ブロワ１２からは、補助散気装置２１へ連続的にエアが流されており、活性汚泥処理が行われる。次に３台の膜モジュール１８～２０について、ブロワ１１から連続したエアが流されている。図７に比較例１における散気パターンを示す。これは、膜モジュール下部で行われる散気パターンの様子を示したものである。散気量の状態は、常に高流量：１．３Ｎm^3／ｍｉｎで連続的に散気が行われている。なお、比較例１のブロワ１１の容量は実施例１と同じである必要はなく、上述した流量を調節可能なものを使用した。

[0046] ［比較例２］ 高風量→低流量（オフ）の膜面間欠散気方式

比較例２として、図８に示す汚水処理装置を用いて、有機性汚水の処理を行った。処理量などの諸条件は、散気の方法を除いて、実施例１と同様である。以下に散気に関する運転条件を述べる。

[0047] 補助ブロワ１２からは、補助散気装置２１へ連続的にエアが流されており

、活性汚泥処理が行われる。次に３台の膜モジュール１８～２０について、それぞれ間欠的にエアがブロワ１１から流されている。図９に比較例２における散気のイメージを示す。これは、膜モジュール下部で行われる散気パターンの様子を示したものである。散気量の状態は、高流量：１．３Ｎm^3／ｍｉｎ、低流量：オフ（０m^3／ｍｉｎ）からなる。それぞれの継続時間は２０秒で、高→低（オフ）→高→低（オフ）の繰り返しサイクルとなる。なお、比較例２のブロワ１１の容量は実施例１と同じである必要はなく、上述した流量を調節可能なものを使用した。

[0048] 図１０に実施例１、比較例１、比較例２における、散気に係るエネルギー消費量を比較して示す。ここでのエネルギー消費量は、膜面洗浄用ブロワ１１と補助ブロワ１２の消費電力を合計し、比較したものである。図１０から読み取れるとおり、比較例１と比較して実施例では消費電力を約３５％低減でき、さらに比較例２と比較しても約１０％消費電力を低減できることが明らかとなった。

産業上の利用可能性

[0049] 本発明の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法及び膜面洗浄装置は、有機性汚水を含有する下水処理等の分野において利用することができる。

符号の説明

[0050] １． 有機性汚水
２． 原水ポンプ
３． 膜分離活性汚泥槽
４． 膜ユニット
５． ブロワ
６． 散気装置
７． ろ過ポンプ
８． ろ過水
９． ろ過水タンク
１０． 処理水

１１．　膜面洗浄用ブロワ

１２．　補助ブロワ

１３～１７．　バルブ

１８～２０．　膜モジュール

２１．　補助散気装置（高効率微細気泡散気装置）

２２．　活性汚泥槽

請求の範囲

［請求項1］ 被処理水が貯留された反応槽内に浸漬された１つ以上の濾過薄膜を有する浸漬型膜モジュールにおいて、該浸漬型膜モジュールの下部に設置された散気装置から散気することによって前記濾過薄膜の膜面を洗浄する膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法であって、前記散気を低流量の散気と中流量の散気を順に切り替えて繰り返すパターンで行うと共に、前記中流量の散気Ｎ回（Ｎは２以上の自然数）のうちの１回を高流量の散気に置き換えて前記散気パターンを繰り返すことを特徴とする膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

［請求項2］ 前記低流量および中流量の散気の継続時間がそれぞれ３秒以上６０秒以下であり、高流量の散気の継続時間が３秒以上１８０秒以下である請求項１に記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

［請求項3］ 前記自然数Ｎが２以上３０以下である請求項１または２に記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

［請求項4］ 前記浸漬型膜モジュールが、平膜型の膜エレメントから構成されることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

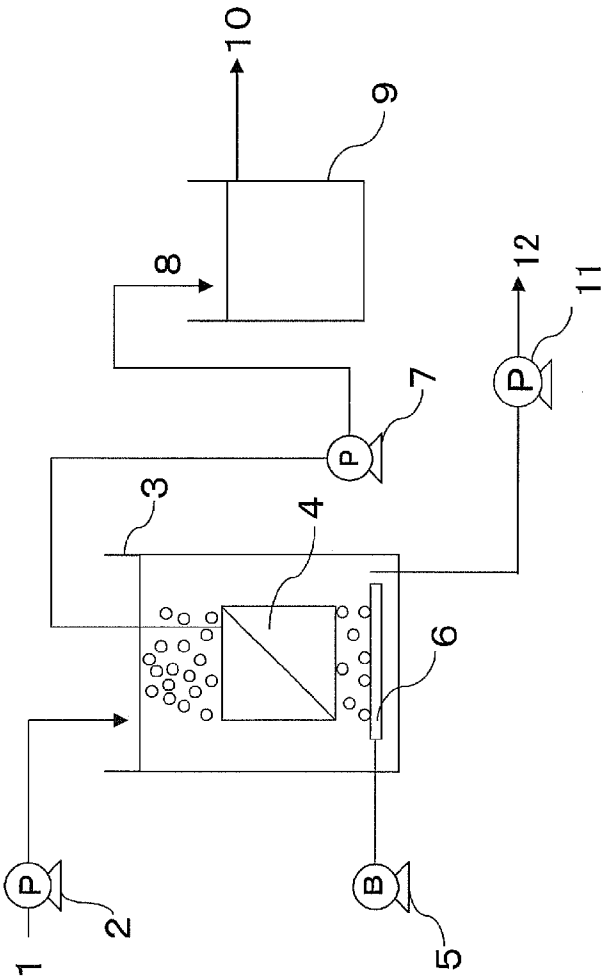
［請求項5］ 被処理水を前記浸漬型膜モジュールを用いて膜分離活性汚泥法によって処理する際の前記濾過薄膜の運転時の膜間差圧の値に基づいて、前記自然数Ｎの設定値、低流量の流量設定値、中流量の流量設定値、高流量の流量設定値、低流量散気の継続時間、中流量散気の継続時間、高流量散気の継続時間からなる群から選ばれる少なくとも１つの値を制御することを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

［請求項6］ 前記低流量の散気が、散気の休止であることを特徴とする請求項１～５のいずれかに記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

［請求項7］ 前記散気における低流量、中流量、高流量の切り替えを自動バルブおよび／またはインバータを用いて制御することを特徴とする請求項

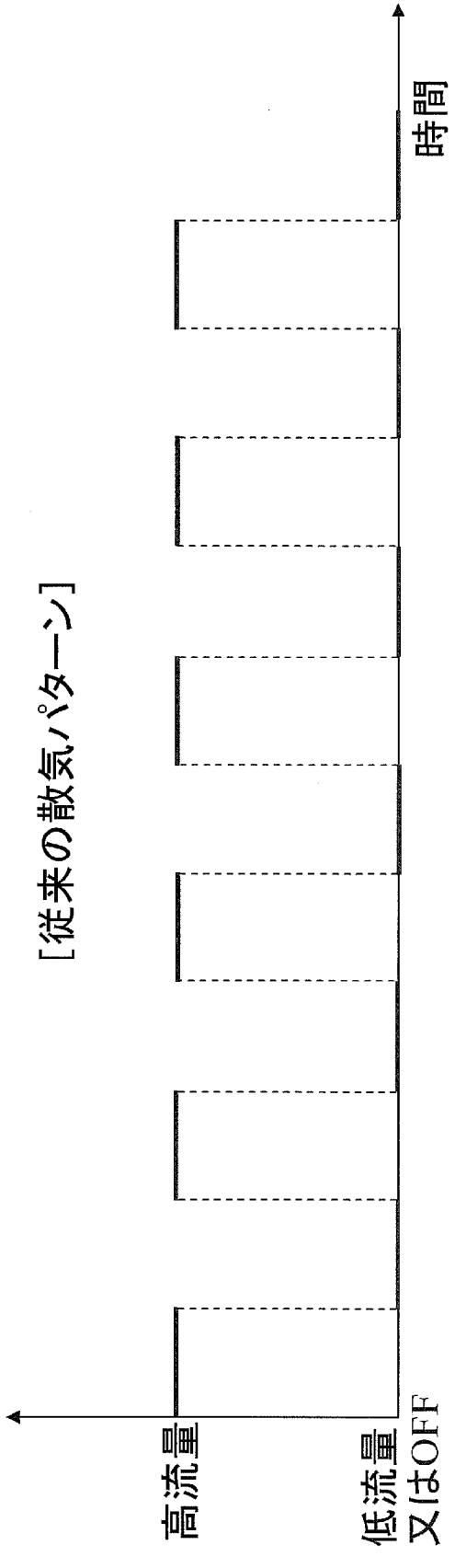
１～６のいずれかに記載の膜分離活性汚泥法の膜面洗浄方法。

[図1]

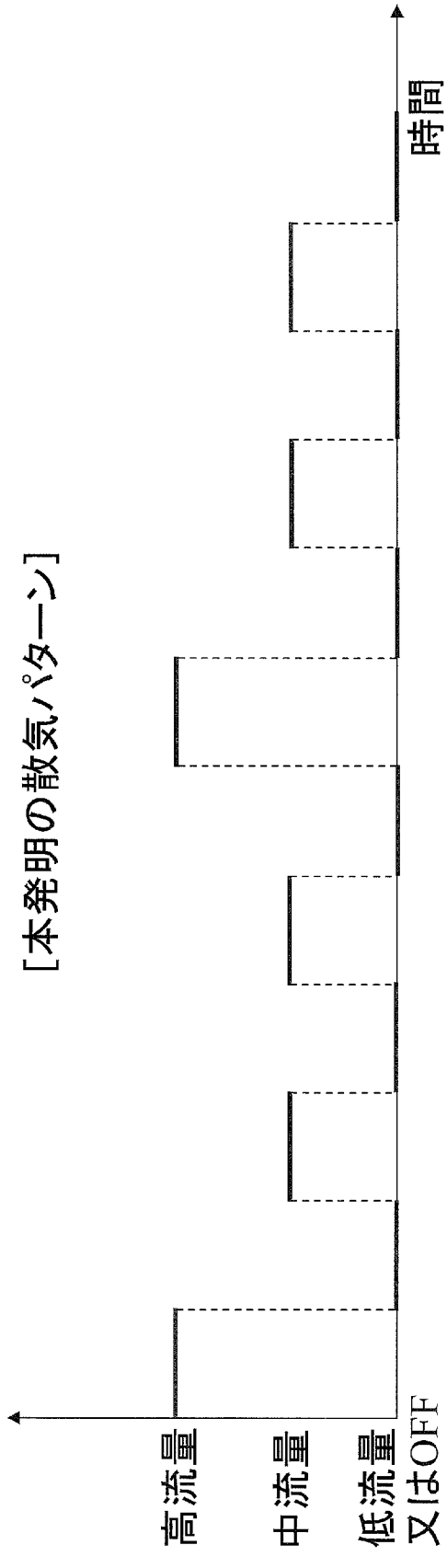


[図2]

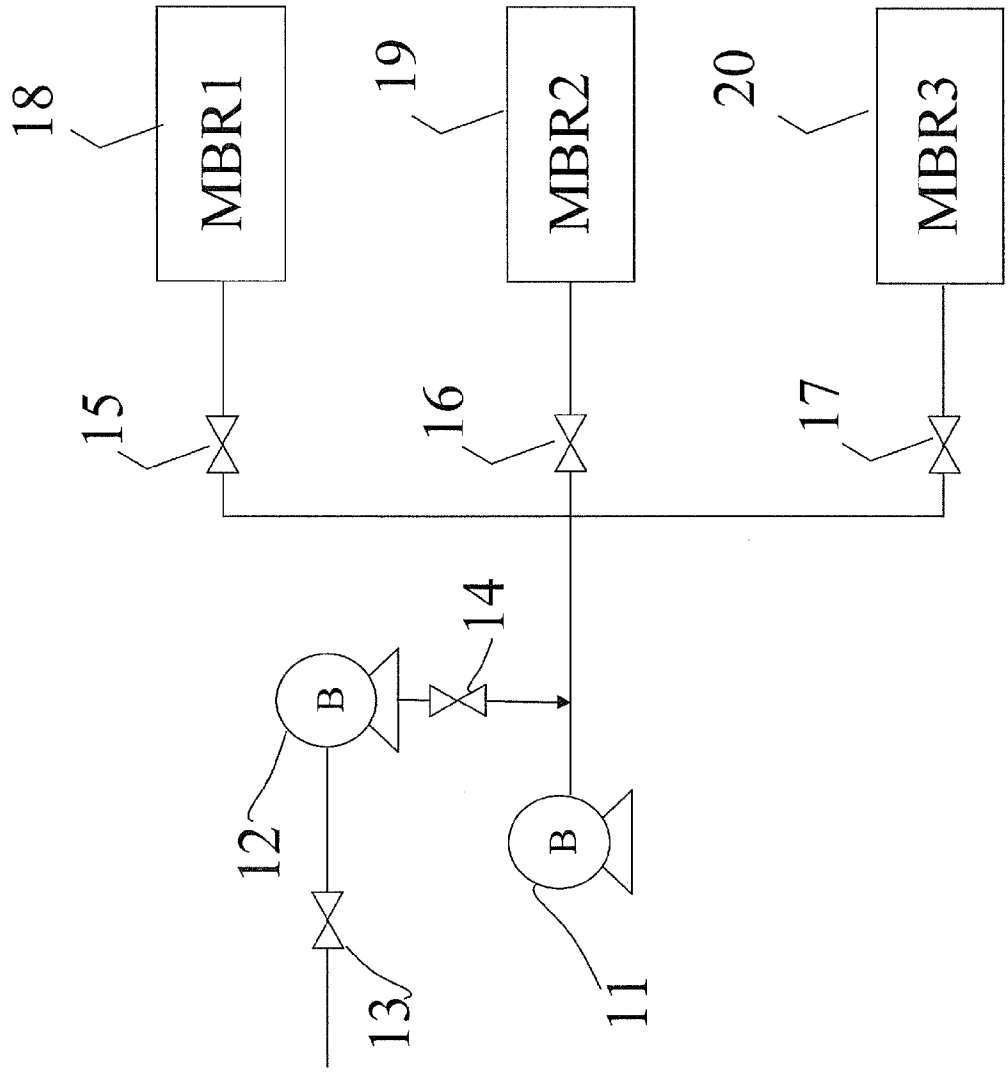
【図2A】



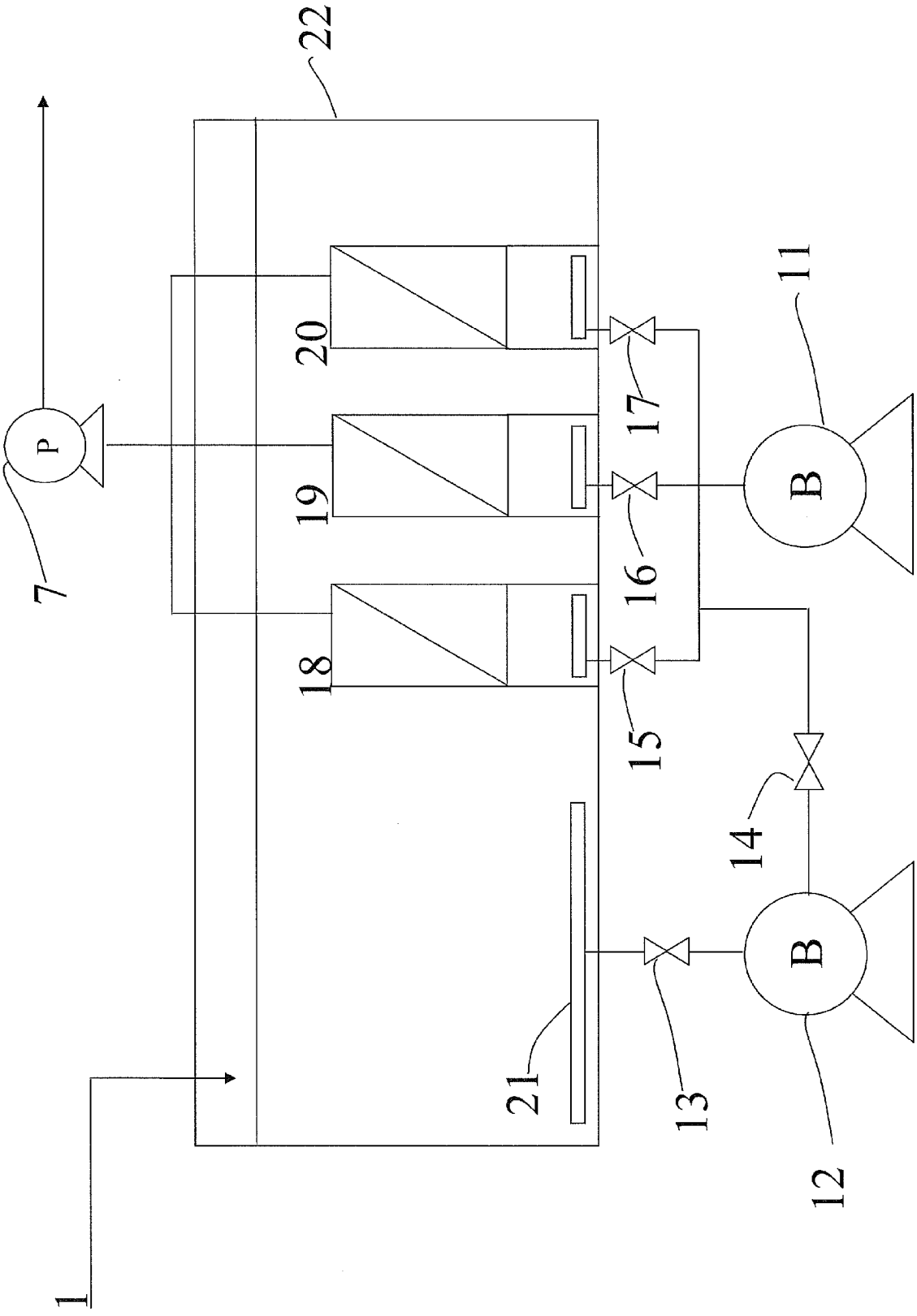
【図2B】



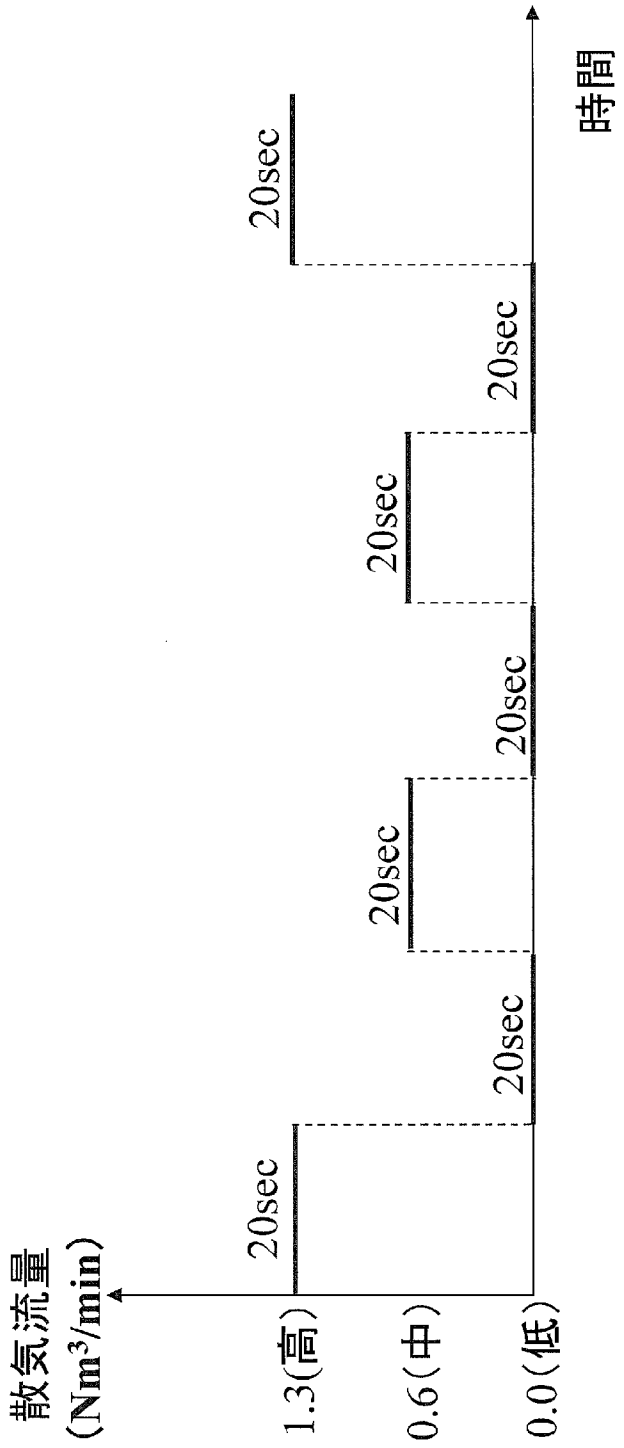
[図3]



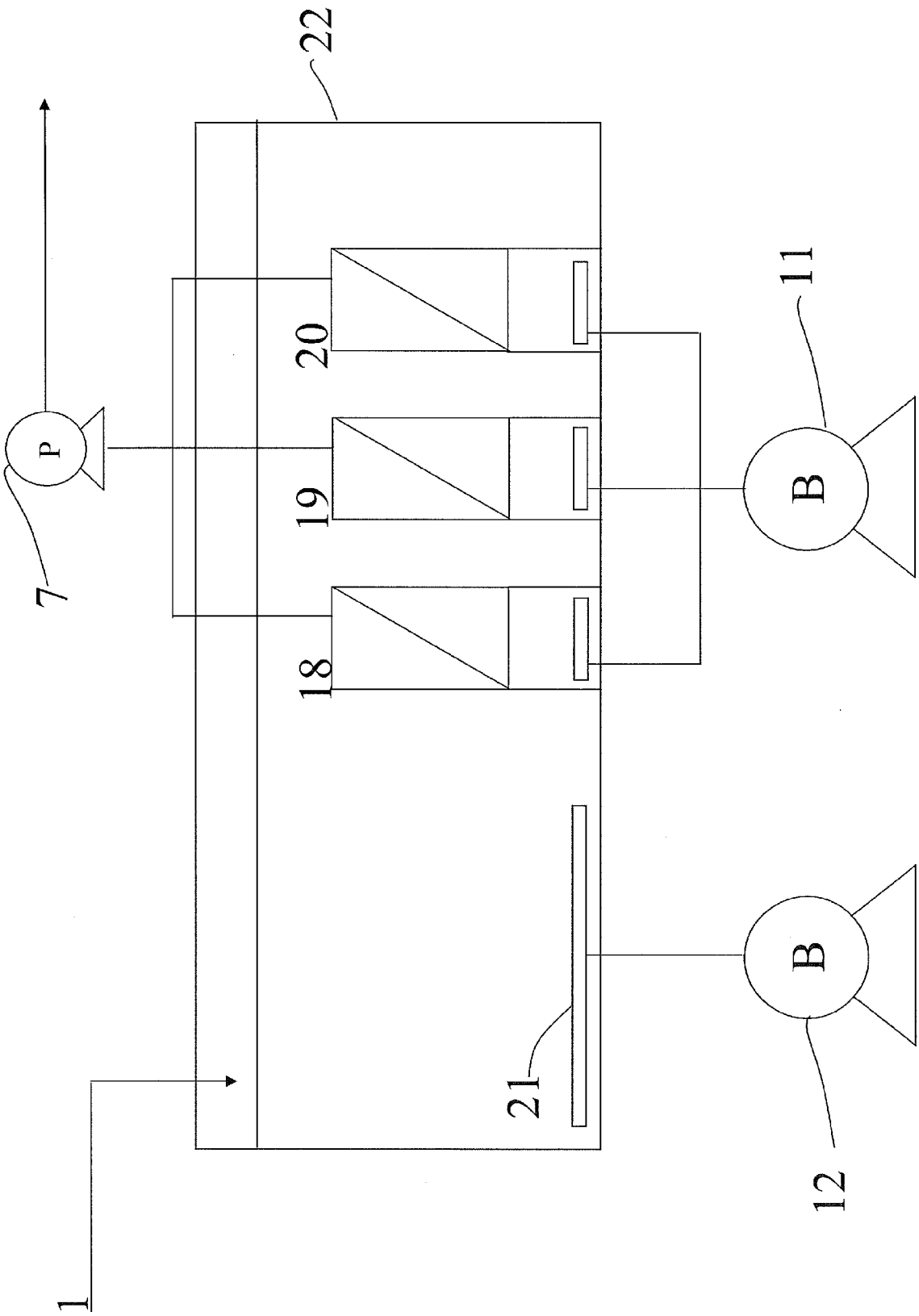
[図4]



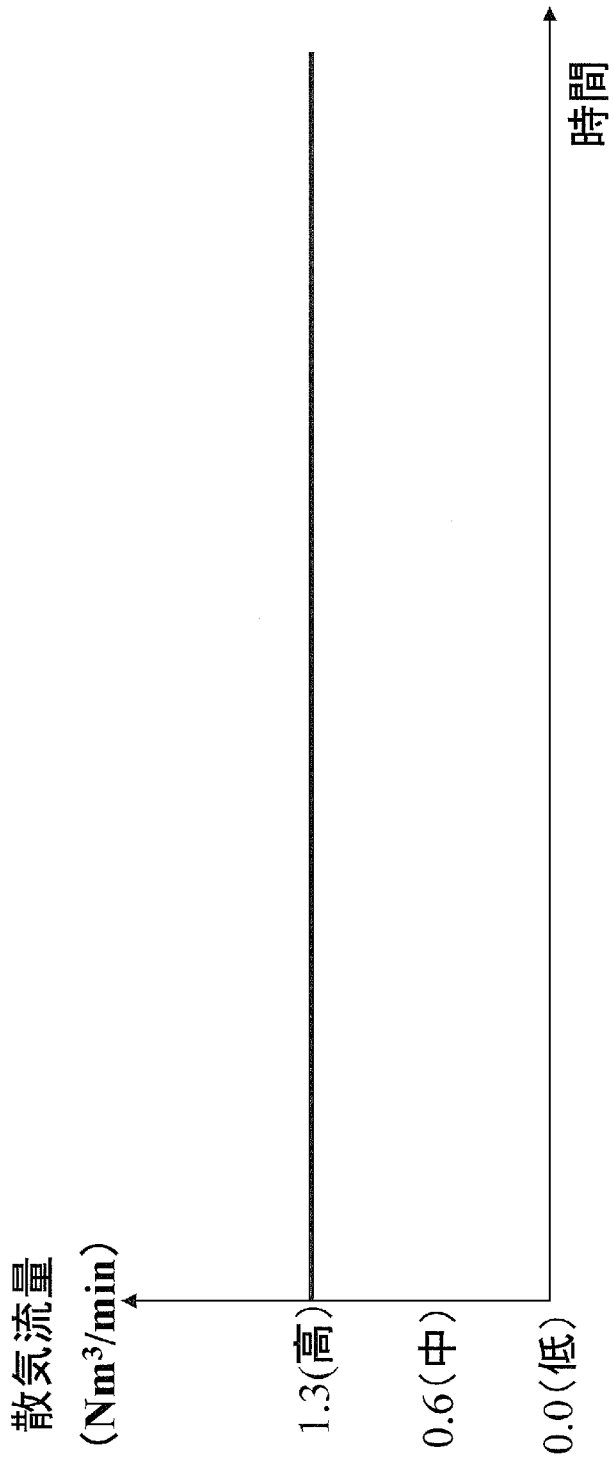
[図5]


散気流量
(Nm³/min)
1.3(高)
0.6(中)
0.0(低)
時間
20sec
20sec
20sec
20sec
20sec
20sec
20sec
20sec
20sec
20sec

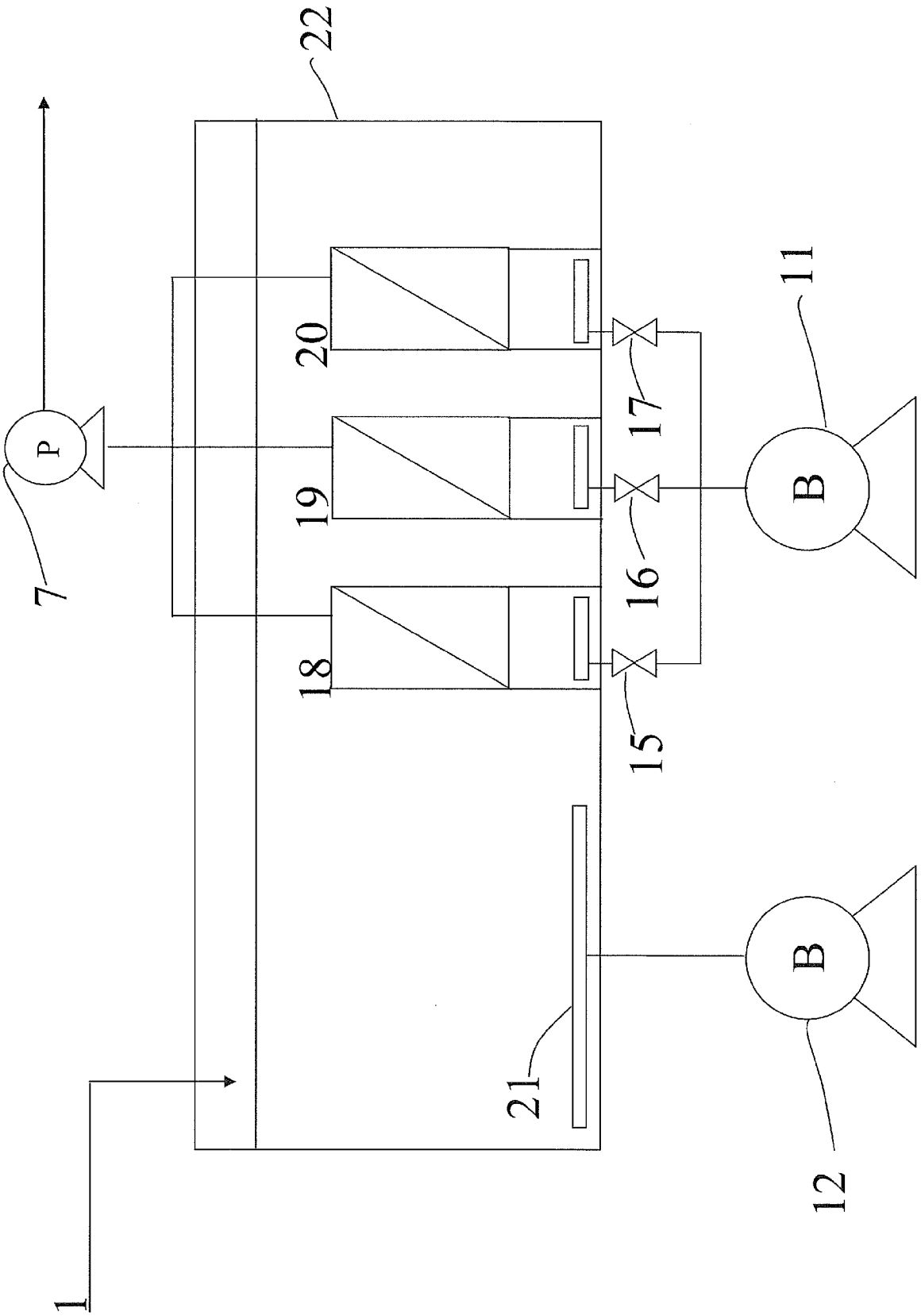
[図6]



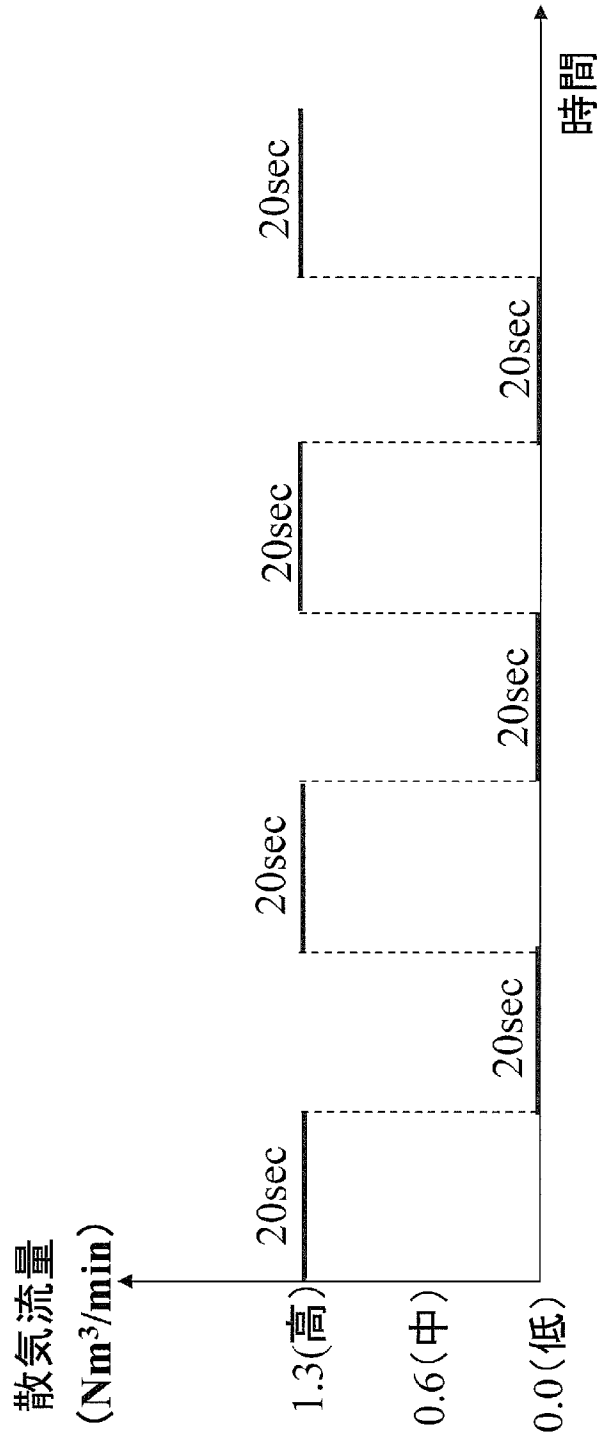
[図7]



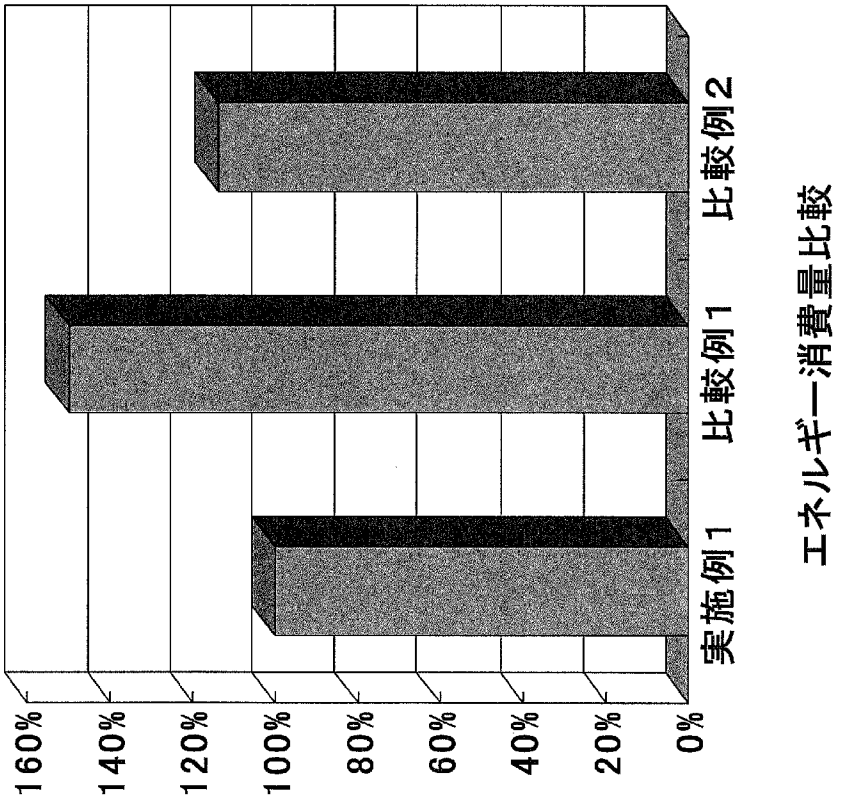
[図8]



[図9]


散気流量
(Nm³/min)
1.3(高)
0.6(中)
0.0(低)
20sec
20sec
20sec
20sec
20sec
20sec
時間

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/073272

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B01D65/02(2006.01)i, *B01D63/08*(2006.01)i, *C02F1/44*(2006.01)i, *C02F3/12*(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)
B01D65/02, B01D63/08, C02F1/44, C02F3/12

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-527229 A (Zenon Environmental Inc.), 27 August 2002 (27.08.2002), claims 1, 17, 19, 20, 21; paragraphs [0003], [0010] & US 2001/0027950 A1 & US 2001/0027951 A1 & EP 1119522 A1 & WO 2000/021890 A1 & CA 2278085 A & CA 2279766 A	1-7
Y	JP 2003-275759 A (Hitachi Plant Engineering & Construction Co., Ltd.), 30 September 2003 (30.09.2003), claims; paragraphs [0011], [0012], [0018] (Family: none)	1-7

☒ 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	Date of mailing of the international search report
12 November, 2013 (12.11.13)	19 November, 2013 (19.11.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/073272

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-300968 A (Hitachi Plant Engineering & Construction Co., Ltd.), 31 October 2000 (31.10.2000), claims; paragraphs [0009], [0033], [0047] (Family: none)	1-7
Y	JP 10-290983 A (Kubota Corp.), 04 November 1998 (04.11.1998), claims; paragraphs [0022], [0023] (Family: none)	1-7
Y	JP 2005-144291 A (NGK Insulators, Ltd.), 09 June 2005 (09.06.2005), claims; paragraphs [0007], [0018], [0020] (Family: none)	1-7
X Y	JP 2001-996 A (Kubota Corp.), 09 January 2001 (09.01.2001), claim 1; paragraphs [0002], [0017]; fig. 5, 6 (Family: none)	1-4,7 5
E,A	JP 2013-202472 A (Kubota Corp.), 07 October 2013 (07.10.2013), entire text (Family: none)	1-7
A	JP 7-185270 A (Kurita Water Industries Ltd.), 25 July 1995 (25.07.1995), entire text (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７３２７２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D65/02(2006.01)i, B01D63/08(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i, C02F3/12(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D65/02, B01D63/08, C02F1/44, C02F3/12

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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）

WPI

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
Y	JP 2002-527229 A（ゼノン、エンバイロンメンタル、インコーポレーテッド）2002.08.27, 【請求項１】,【請求項１７】,【請求項１９】,【請求項２０】,【請求項２１】,【０００３】,【００１０】 & US 2001/0027950 A1 & US 2001/0027951 A1 & EP 1119522 A1 & WO 2000/021890 A1 & CA 2278085 A & CA 2279766 A	1-7

☑　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	国際調査報告の発送日
１２．１１．２０１３	１９．１１．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｄ　５２７９
松本　直子
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
Y	JP 2003-275759 A（日立プラント建設株式会社）2003.09.30, 特許請求の範囲,【００１１】,【００１２】,【００１８】 （ファミリーなし）	1-7
Y	JP 2000-300968 A（日立プラント建設株式会社）2000.10.31, 特許請求の範囲,【０００９】,【００３３】,【００４７】 （ファミリーなし）	1-7
Y	JP 10-290983 A（株式会社クボタ）1998.11.04, 特許請求の範囲,【００２２】,【００２３】 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2005-144291 A（日本碍子株式会社）2005.06.09, 特許請求の範囲,【０００７】,【００１８】,【００２０】 （ファミリーなし）	1-7
X Y	JP 2001-996 A（株式会社クボタ）2001.01.09, 【請求項１】,【０００２】,【００１７】,【図５】,【図６】 （ファミリーなし）	1-4,7 5
EA	JP 2013-202472 A（株式会社クボタ）2013.10.07, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 7-185270 A（栗田工業株式会社）1995.07.25, 全文 (ファミリーなし)	1-7