

(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2005-329397
(P2005-329397A)

(43) 公開日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
CO2F 1/24	CO2F 1/24	4D006
BO1D 61/16	BO1D 61/16	4D028
CO2F 1/44	CO2F 1/44	4D037
CO2F 3/12	CO2F 3/12	S

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-7775 (P2005-7775)	(71) 出願人	000006035
(22) 出願日	平成17年1月14日 (2005.1.14)		三菱レイヨン株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2004-128451 (P2004-128451)		東京都港区港南一丁目6番41号
(32) 優先日	平成16年4月23日 (2004.4.23)	(72) 発明者	龍野 孝一郎
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県横浜市鶴見区大黒町10番1号
			三菱レイヨン株式会社横浜技術研究所内
		(72) 発明者	佐藤 一
			神奈川県横浜市鶴見区大黒町10番1号
			三菱レイヨン株式会社横浜事業所内
		Fターム(参考)	4D006 GA07 KA02 KA43 KB30 PA01 PB08 PC62 4D028 BC13 BC17 BD11 BD17 4D037 AA12 AB02 AB11 AB12 BA01 BB05 CA03 CA07

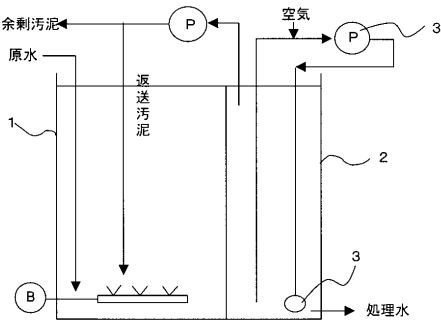
(54) 【発明の名称】 分離方法および分離装置

(57) 【要約】

【課題】 効率的に清澄な処理水を得ることができる分離方法および分離装置を提供する。

【解決手段】 直径が0.3～500μmの超微細気泡を被処理液に導入し、被処理液中の固形物や溶解性有機物を超微細気泡に付着させて浮上分離する分離方法は、簡単に、かつ迅速、効率的に、清澄液を得ることができる。また、分離槽と、直径が0.3～500μmの超微細気泡を発生させる超微細気泡発生装置とを有する分離装置は、簡便な構成で、効率的に清澄液を得ることができる。さらに、本分離装置に膜濾過装置を設置することによって、安定した膜濾過を長期間行うことができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直径が 0.3 ~ 500 μm の超微細気泡を被処理液に導入し、超微細気泡に固形物を付着させて浮上分離する分離方法。

【請求項 2】

直径が 0.3 ~ 500 μm の超微細気泡を被処理液に導入し、超微細気泡に溶解性有機物を付着させて浮上分離する分離方法。

【請求項 3】

分離槽と、直径が 0.3 ~ 500 μm の超微細気泡を発生させる超微細気泡発生装置とを有する分離装置。

10

【請求項 4】

さらに、膜濾過装置を有する、請求項 3 記載の分離装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、清澄液を効率的に得る分離方法および分離装置に関する。

【背景技術】

【0002】

20

従来の分離処理は、例えば活性汚泥の処理の場合、重力により汚泥フロックを沈降させて、清澄液を処理水として放流すると同時に、沈降した汚泥フロックの一部を返送して、活性汚泥槽内の汚泥濃度を維持し、余剰汚泥を廃棄する方法が取られている。

【0003】

一方、分離膜を利用しようとする動きが、近年盛んになってきている。分離膜を利用すると沈殿池が不要になる。

【0004】

さらに、膜下部に設置した散気装置から発生する気泡で、槽内の上下方向に汚泥の濃度勾配を生じさせて、汚泥濃度の薄い位置に膜を浸漬して吸引濾過し、汚泥濃度の濃い水面近傍から汚泥を排出する試みがなされている（特許文献 1 参照）。

30

【0005】

しかしながら特許文献 1 の方法は、膜の洗浄を行うための気泡、すなわち粗大で上昇速度の速い気泡を用いて汚泥の濃度勾配を生じさせているため、汚泥の濃度勾配を安定して維持することが難しい場合があった。

【特許文献 1】特開平 10 - 128400 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、効率的に清澄な処理水を得ることができる分離方法および分離装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

すなわち、本発明の第一の要旨は、直径が 0.3 ~ 500 μm の超微細気泡を被処理液に導入し、超微細気泡に固形物を付着させて浮上分離する分離方法である。

【0008】

本発明の第二の要旨は、直径が 0.3 ~ 500 μm の超微細気泡を被処理液に導入し、超微細気泡に溶解性有機物を付着させて浮上分離する分離方法である。

【0009】

本発明の第三の要旨は、分離槽と、直径が 0.3 ~ 500 μm の超微細気泡を発生させる超微細気泡発生装置とを有する分離装置である。また、分離槽と、直径が 0.3 ~ 50

50

0 μm の超微細気泡を発生させる超微細気泡発生装置を有し、さらに膜濾過装置を有する分離装置である。

【発明の効果】

【0010】

本発明の分離方法及び分離装置によると、直径が0.3～500 μm の超微細気泡を被処理液中の固形物や有機物に付着させることで、これらを浮上させて濃縮することができるため、効率的に清澄液を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明の分離方法及び分離装置は、液体から清澄液を取り出すか、或いは液体中から有用成分を回収するプロセスについて適用することができ、例えば河川水、地下水等から浄水を得るプロセス、排水処理における活性汚泥の固液分離プロセス、食品製造プロセス等に用いることができる。

【0012】

以下、活性汚泥の固液分離を例に、本発明の分離方法及び分離装置について詳しく説明する。図1は、本発明の一例を示す分離装置の模式図である。

原水は、好気槽1において曝気され、活性汚泥によって生物処理される。そして、分離槽2において、直径が0.3～500 μm の超微細気泡を活性汚泥と接触させる。

【0013】

分離槽2は、好気槽1の内部に仕切りを設けて、好気槽1の曝気部と区画することによって設けることもできるし、好気槽1と別体とすることもできる。分離槽2の容積は、好気槽1の容積の1/40以上が好ましく、1/10以上がより好ましい。一方、分離槽2の容積が大きすぎると、排水処理性能が不十分となる問題があるために、分離槽2の容積の上限は好気槽1の容積の3/5以下が好ましく、1/2以下がより好ましい。

【0014】

なお、本発明は、好気槽1とは別に嫌気槽を設け、好気槽と嫌気槽との間で活性汚泥を循環させる嫌気好気活性汚泥処理法に適用することもできる。

【0015】

分離槽2には、超微細気泡発生装置3から発生される、直径が0.3～500 μm の超微細気泡を供給する。

本発明における超微細気泡の直径は、0.3～500 μm の範囲である必要がある。これは、直径が0.3 μm 未満であると、気泡上昇速度が著しく小さくなることに伴い、固形物や溶解性有機物に気泡が付着してもその浮上速度が著しく小さくなり、浮上分離による濃縮効果が低下する傾向にあるためである。好ましくは、10 μm 以上であり、より好ましくは50 μm 以上である。また、直径が500 μm を超えると、気泡上昇速度が早くなりすぎるために、固形物や溶解性有機物に気泡が付着しにくくなり、浮上分離による濃縮効果が低下する傾向にあるためである。好ましくは400 μm 以下であり、より好ましくは300 μm 以下である。

【0016】

超微細気泡を発生させる方法は、直径が0.3～500 μm の超微細気泡を発生させることができれば特に限定はされず、例えば以下の3つの方法を挙げることができる。

(1) 超音波を当てて、局部的高エネルギー状態によるキャビテーションを利用して超微細気泡を発生させる方法。

(2) 水流に気体を導入し、せん断力を与えることによって気液を混合しながら気泡を超微細化する方

法。

(3) エジェクターまたはオリフィスにより、正・負圧の関係を利用して超微細気泡を発生させる方法。

【0017】

(2)の方法の具体例としては、水槽から液体をポンプにより抜き出し、ポンプの入側から気体を導入し、ポンプにて気液を混合した後、ポンプの出側にスタティックミキサー

10

20

30

40

50

を配して気泡を更に微細化し、水槽に液体を戻して循環させることにより、気体を超微細気泡にする方法を挙げることができる。

ここで使用する気体は特に限定はされず、例えば空気を用いることができる。その他、酸素ガスや窒素ガスを用いることもできる。また、超微細気泡は連続的に発生させてもよいし、間欠的に発生させてもよい。

なお、微細な空孔を有する焼結体や膜等を液体中に浸漬させ、気体を送気した場合、空孔をいくら細かくしても、本発明に使用するような超微細気泡を発生させることは困難である。

【0018】

超微細気泡の直径の測定としては、以下の2つの方法を挙げることができる。

10

(1) 超微細気泡の気泡径を高速ビデオカメラで撮影して測定する。

(2) 最下部の気泡が表面まで上昇する時間を測定して終末速度を計算する。さらに、ストークスの法則を用いて終末速度と気泡径の関係グラフを作成し、測定した終末速度とグラフから気泡径を読み取る。

なお、これらの測定は、超微細気泡を発生させた後、静止流体になってから行う。また、これらの測定方法は、例えば活性汚泥のように、不透明な被処理液には適応することができない。従って、被処理液が不透明である場合は、超微細気泡発生装置の運転条件を同じにして、水中で超微細気泡を発生させて超微細気泡の直径を測定し、この測定値と同じ直径の超微細気泡が、被処置液中でも発生しているとみなす。

【0019】

20

被処理液中に導入された超微細気泡は、被処理液中を上昇する過程において、被処理液中の固形物に付着する。そして、固形物は超微細気泡と共に上昇するので、分離槽2の上部に固形物が濃縮され、分離槽2の下部に清澄な液体の層が形成される。したがって、分離槽2の下部から清澄な液体を取り出すことが可能になる。

被処理液は、分離槽2の上部からを流入させてもよいし、分離槽2の側部に開口部を設けて被処理水を流入させてもよい。

【0020】

分離槽2の上部に濃縮された固形物(汚泥フロック)は、好気槽1に返送して、好気槽1の汚泥濃度を維持すると同時に、一部を余剰汚泥として抜き取ることができる。

【0021】

30

本発明の分離方法は、比重として、 $0.9 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ の範囲の固形物について好ましく適用することができ、 $0.95 \sim 1.1 \text{ g/cm}^3$ の範囲の固形物についてより好ましく適用することができる。

【0022】

本発明の分離方法は、濃度として、 $10 \sim 20000 \text{ mg/L}$ の範囲の固形物について好ましく適用することができ、 $100 \sim 15000 \text{ mg/L}$ の範囲の固形物についてより好ましく適用することができる。

【0023】

被処理液中に溶解性有機物が存在している場合、被処理液中に導入された超微細気泡の気液界面において、溶解性有機物が濃縮される。このため、溶解性有機物は超微細気泡に付着され、超微細気泡と共に上昇する結果、分離槽2の上部に溶解性有機物が濃縮され、分離槽2の下部に清澄な液体の層が形成される。したがって、分離槽2の下部から清澄な液体を取り出すことが可能になる。

40

【0024】

本発明の分離方法が適用できる溶解性有機物としては、界面活性剤の性質を有しない溶解性有機物についても、好適に適用することができる。溶解性有機物の例としては、多糖類、蛋白質、糖蛋白、単糖類、二糖類、三糖類、アミノ糖、アミノ酸、フミン酸、有機染料等を挙げることができる。中でも、蛋白質、多糖類、糖蛋白について、本発明の分離方法を好適に適用することができる。

【0025】

50

超微細気泡を生成するのに必要な空気量は、1分間当り分離槽容量の1/500～1倍が好ましく、1/100～1/20倍がより好ましい。

【0026】

本発明の分離方法は、濃度として、1～500mg/Lの範囲の溶解性有機物について好ましく適用することができ、20～200mg/Lの範囲の溶解性有機物についてより好ましく適用することができる。

【0027】

本発明の分離方法によって得られた清澄液を、さらに分離膜を用いて濾過することによって、より清澄度の高い処理液を得ることもできる。本発明の分離方法によって分離できる蛋白質、糖蛋白等の溶解性有機物は、分離膜に閉塞しやすく、分離膜の濾過性に悪影響を与える。したがって、本発明の分離方法によって予めこれらの溶解性有機物を分離しておく、分離膜の運転を安定させることができる。

10

【0028】

分離膜を用いる場合、平均孔径は0.01～20μmが好ましく、0.1～1μmがより好ましい。使用する分離膜は、例えば、半透膜、透析膜、限外濾過膜、浸透膜、逆浸透膜、平膜、中空糸膜および濾紙等が挙げられる。

【0029】

使用する分離膜は、分離槽内の清澄液部に浸漬設置しても良いし、分離槽と独立させて膜濾過装置として設置してもよい。濾過の様式は、加圧濾過でもよいし、減圧濾過でもよい。

20

【実施例】

【0030】

以下実施例を基に、本発明の製造方法を更に詳しく説明する。

【0031】

<実施例1>

図1に示すように、好気槽1と、分離槽2を有する装置を用いて、産業排水を原水とする排水の処理を、活性汚泥を用いて60日間実施した。この間の水温は、13～20であった。

好気槽1のサイズ等は以下のように構成した。

(1) 好気槽1の容量(サイズ)

0.672m³ (L80cm×W60cm×H180cm、水深140cm)

30

(2) 処理水量: 1.0m³/日

(3) 余剰汚泥引抜き量: 0.030m³/日

(4) 分離槽2から好気槽1への返送量: 0.12m³/日

(5) 曝気量: 0.10Nm³/hr

【0032】

分離槽2のサイズと、超微細気泡発生装置は以下の通りである。

(1) 分離槽の容量(サイズ)

0.223m³ (L53cm×W30cm×H140cm)

40

(2) 超微細気泡発生装置:

ポンプ: 非自給式ポンプ(IWAYA PUMP: 型式 WPS-441、吐出圧: 0.35MPa、吐水量: 21L/分)

超微細気泡発生機器: ポンプの出側に接続(有限会社バブルタンク社製: 型式 BT-50)。

形成される気泡径: 50～300μm

【0033】

処理期間中の原水および汚泥の性状を表1に示す。

【表 1】

項目	範囲
原水COD	150~200mg/L
原水固形物濃度	50~140mg/L
MLSS濃度	4000~4500mg/L

10

【0034】

各測定方法を以下に示す。

(1) COD

セントラル科学株式会社製の多目的迅速水質分析計 Model : DR / 2500 型および測定キットを用いて測定した。

(2) 固形物 (MLSS) 濃度

遠心分離法を用いて測定した。すなわち、汚泥試料適量を沈殿管にとり、5000rpmで5分間遠心分離を行い、上澄液を捨てて、沈殿管に水を加え、攪拌し、再び同様に遠心分離し、上澄液を捨て、この沈殿物を蒸発皿に洗い入れ、110℃で2時間乾燥し、質量を測定し、以下の計算式によって算出した。

$$\text{固形物濃度 (mg/L)} = \text{汚泥の乾燥質量 (mg)} / \text{試料量 (L)}$$

(3) 気泡径

超微細気泡を発生させ、十分に静止流体になったことを確認してから、最下部の気泡が表面まで上昇する時間を測定して終末速度を計算した。一方、ストークスの法則を用いて終末速度と気泡径の関係グラフを作成し、測定した終末速度とグラフから気泡径を読み取った。

【0035】

超微細気泡発生装置は、上記ポンプ5台からなり、各ポンプの入側と出側に160cmのビニールホース（外径20mm/m、内径18mm/m）を繋ぎ、出側ビニールホース先端にBT-50を取り付けたものである。各ポンプへの空気の供給は、各ポンプ一次側にある空気供給用配管のバルブを調整して、空気が1分間にそれぞれ200ml供給されるように調整した。

【0036】

分離槽2に水を張り、MLSSを4000mg/Lに調整した活性汚泥を好気槽1に仕込み挿入後、超微細気泡発生装置に取り付けたビニールホース計10本（内5本の先端にはBT-50が繋いである）を分離槽2下部に設置して、微細気泡を発生させてから、好気槽1への原水供給、分離槽2内の汚泥返送、余剰汚泥および清澄液を引抜き開始したところ、

(1) 発生した気泡の直径は、50~300μmであった。

(2) 処理水の固形分濃度は30mg/L以下と安定していた。

(3) 好気槽1内のMLSS濃度は4000~4500mg/Lを維持していた。

(4) 処理水のCOD除去率は82~86%と安定していた。

【0037】

< 実施例 2 >

図2に示すように、膜濾過装置5（透過流束：0.8m³/m²/日、膜孔径：0.2μm）を分離槽2に設置して、濾過により処理水を引き抜いた以外は、実施例1と同様に活性汚泥処理を実施したところ、

(1) 処理水の固形分濃度は1mg/L以下と安定していた。

(2) 好気槽1内のMLSS濃度は4000~4500mg/Lを維持していた。

50

(3) 処理水のCOD除去率は82～86%と安定していた。

(4) 膜濾過装置5の膜間差圧は、運転期間を通して5KPaで安定して推移した。

【0038】

<実施例3>

図3に示すように、分離槽2と、膜濾過槽4を有する装置を用いて、産業排水を原水とする活性汚泥の処理を60日間実施した。この間の水温は、8～13であった。

分離槽4のサイズ等は以下のように構成した。

(1) 分離槽4の容量(サイズ)

0.672m³ (L80cm×W60cm×H180cm、水深140cm)

(2) 活性汚泥供給速度: 3.5m³/日

(3) 浮上汚泥引抜き量: 1.0m³/日

(4) 清澄液引抜き量: 2.5m³/日

(5) 微細気泡発生装置:

・ポンプ(3台): 非自給式ポンプ(東芝株式会社製: 型式 OMC-25-6)、吐出圧: 0.4MPa、吐水量: 50L/分

・超微細気泡発生ミキサ-(各ポンプの出側に接続): 西華産業株式会社製、型式 MX-F10)、空気供給量: 3.5L/分、気泡径: 50～300μm

【0039】

膜濾過槽4のサイズ等は以下のように構成した。膜濾過槽4内には、分離膜として、膜面積3.5m²の中空糸膜からなる膜濾過装置5を配置し、吸引濾過により濾液を処理水として引抜いた。

(1) 膜濾過槽4の容量(サイズ)

0.223m³ (L53cm×W30cm×H140cm)

(2) 膜透過流束: 0.8m³/m²/日

(3) 膜孔径: 0.2μm

【0040】

処理期間中の活性汚泥の性状を表2に示す。

【表2】

項目	範囲
蛋白質濃度	100～120mg/L
多糖類濃度	60～120mg/L
MLSS濃度	4000～4500mg/L

【0041】

活性汚泥中の多糖類濃度の測定方法を以下に記す。

多糖類サンプルは、透析膜(Spectrum Laboratories社製、Spectra/Por Membrane、Type Anisotropic 分画分子量2000)10cmに各サンプル10ml充填し、攪拌機で攪拌している純水5Lに浸漬し、3時間透析をして低分子量の糖を除いたものをサンプルとした。

なお、活性汚泥上澄水は活性汚泥を12000rpm、20分間遠心分離後の上澄みを活性汚泥上澄水とした。

【0042】

多糖濃度は、フェノール硫酸法により測定した。すなわち、

- (1) 10 ml のねじ口試験管に希釈した原水 1 ml を取り、5 (質量/容量%) フェノール溶液 1 ml を加えて 10 秒間よく混和する。
- (2) 反応管にピペットなどを用いて特級濃硫酸 5 ml を速やかに加え、10 秒間よく混和する。
- (3) 10 分後、再度 10 秒間よく混和し、室温 (20 ~ 30) に 30 分間放置後、490 nm の吸光度測定する。
- (4) ブランクとして、原水の代わりに超純水を用いて、(2) および (3) の操作を行う。
- (5) グルコースを標準液として予め作成した検量線から糖濃度を読み取る。

【0043】

10

活性汚泥中の蛋白質濃度の測定方法を以下に記す。

蛋白質サンプルは、透析膜 (Spectrum Laboratories 社製、Spectra/Por Membrane、Type Anisotropic 分画分子量 2000) 10 cm に各サンプル 10 ml 充填し、攪拌機で攪拌している純水 5 L に浸漬し、3 時間透析をして低分子量のタンパク (含むアミノ酸) を除いたものをサンプルとした。

【0044】

なお、活性汚泥上澄水は活性汚泥を 12000 rpm、20 分間遠心分離後の上澄みを活性汚泥上澄水とした。

蛋白質濃度は、ピラス社製のプロテインアッセイ試薬キットを用いて測定し、アルブミンを標準液として予め作成した検量線からタンパク濃度を読み取った。

20

【0045】

分離槽 2 に水を張り、超微細気泡を発生させてから、活性汚泥供給、浮上汚泥フロック引抜き、清澄液引抜き、および清澄液の濾過を開始したところ、

- (1) 発生した気泡の直径は、50 ~ 300 μm であった。
- (2) 分離槽 2 から引抜いた清澄液の固形分濃度は、50 mg/L 以下と安定していた。
- (3) 分離槽 2 から引抜いた清澄液の蛋白質濃度は、10 mg/L 以下と安定していた。
- (4) 分離槽 2 から引抜いた清澄液の多糖類濃度は、20 mg/L 以下と安定していた。
- (5) 膜濾過装置 5 の膜間差圧は、運転期間を通して 5 KPa で安定して推移した。

【0046】

30

< 比較例 1 >

超微細気泡発生装置の代わりに、分離槽 1 の下部にゴム製円盤型散気装置 (株式会社美鈴工業社製、MD-235、発生する気泡径: 1 ~ 3 mm) を設置し、0.05 Nm^3/hr の流量で曝気した以外は、実施例 1 と同様に活性汚泥処理を実施したところ、固液分離されずに初期から固形分濃度 3800 ppm の処理水が流出し、3 日間で活性汚泥装置内 MLSS が 500 ppm まで減少したので処理を停止した。

【0047】

< 比較例 2 >

超微細気泡発生装置の代わりに、分離槽 1 の下部にゴム製円盤型散気装置 (株式会社美鈴工業社製、MD-235、発生する気泡径: 1 ~ 3 mm) を設置し、0.05 Nm^3/hr の流量で曝気した以外は、実施例 2 と同様に活性汚泥処理を実施したところ、膜濾過装置 5 の膜間差圧は急激に上昇し、運転開始 10 日目に 30 KPa を超え、濾過不能となったので処理を中止した。

40

【0048】

< 比較例 3 >

超微細気泡発生装置の代わりに、気泡供給槽に三菱円盤型ディフューザー (三菱化工機株式会社製、超微細気泡散気装置、発生する気泡径: 1 mm 前後) を設置し、8.0 Nm^3/hr の流量で曝気した以外は、実施例 3 と同様に活性汚泥処理を実施したところ、

(1) 分離槽 2 から引抜いた清澄液の固形分濃度は、2500 ~ 3000 mg/L であった。

50

- (2) 分離槽 2 から引抜いた清澄液の蛋白質濃度は、 $80 \sim 90 \text{ mg/L}$ であった。
 (3) 分離槽 2 から引抜いた清澄液の多糖類濃度は、 $55 \sim 80 \text{ mg/L}$ であった。
 (4) 膜濾過装置 5 の膜間差圧は急激に上昇し、運転開始 10 日目に 30 KPa を超え、濾過不能となったので処理を中止した。

【0049】

以上の実施例および比較例から明らかなように、本発明の分離方法および分離装置によって、微細固形物、蛋白質、および多糖類を効率的に浮上分離させることができ、膜濾過を安定化させることもできる。これにより、清澄な処理水を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

10

【図 1】本発明の分離装置の一例を示す模式図である。

【図 2】本発明の分離装置の別の一例を示す模式図である

【図 3】本発明の分離装置の別の一例を示す模式図である

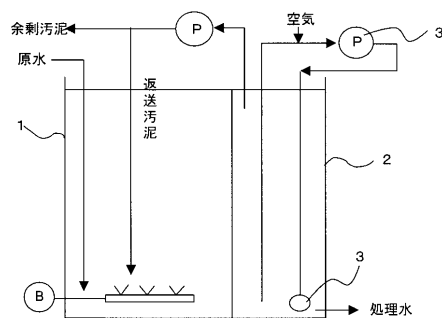
【符号の説明】

【0051】

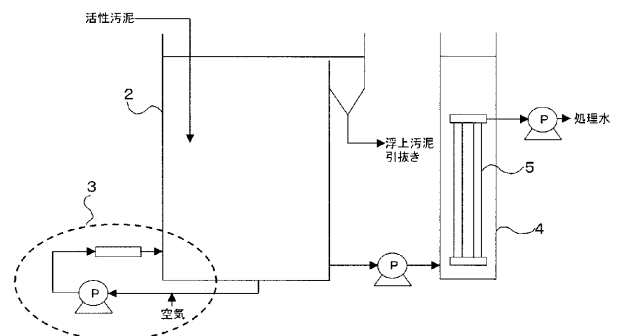
- 1 好気槽
- 2 分離槽
- 3 超微細気泡発生装置
- 4 膜濾過槽
- 5 膜濾過装置

20

【図 1】



【図 3】



【図 2】

