

(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2019-202284

(P2019-202284A)

(43) 公開日 令和1年11月28日(2019.11.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 0 1 D</b> 9/02 (2006.01)	B 0 1 D 9/02 6 0 2 E	4 D 0 3 8
<b>C 0 2 F</b> 1/58 (2006.01)	C 0 2 F 1/58 S	
	B 0 1 D 9/02 6 0 1 C	
	B 0 1 D 9/02 6 0 3 E	
	B 0 1 D 9/02 6 0 4	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2018-99984 (P2018-99984)	(71) 出願人	591030651
(22) 出願日	平成30年5月24日 (2018. 5. 24)		水 i n g 株式会社
			東京都港区港南一丁目7番18号
		(74) 代理人	110000523
			アクシス国際特許業務法人
		(72) 発明者	楠本 勝子
			東京都港区港南一丁目7番18号 水 i n g 株式会社内
		(72) 発明者	渡邊 昌次郎
			東京都港区港南一丁目7番18号 水 i n g 株式会社内
		(72) 発明者	財前 亜美
			東京都港区港南一丁目7番18号 水 i n g 株式会社内
		Fターム(参考)	4D038 AA08 AB48 AB54 BA02 BA06 BB13

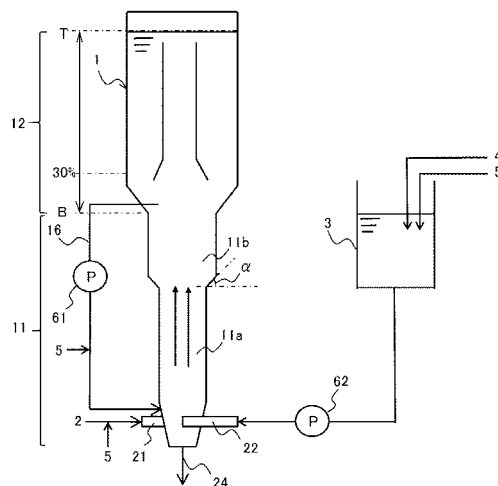
(54) 【発明の名称】 被処理液の処理装置及び被処理液の処理方法

## (57) 【要約】

【課題】短絡流の発生を抑制して反応槽内の流動状態をより均一にすることができ、難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることが可能な被処理液の処理装置及び被処理液の処理方法を提供する。

【解決手段】通水速度が異なる少なくとも2以上の反応領域11a、11bを備え、被処理液及び被処理液の被除去イオンと反応するイオンを含む液を上向流で通水し、被処理液中の被除去イオンを難溶性塩の結晶として析出させる反応部11と、反応部11の上方に連続し、反応部11で生成した結晶を反応部11へと沈降させて分離する沈降分離部12とを備える反応槽1を備える被処理液の処理装置である。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

通水速度が異なる少なくとも 2 以上の反応領域を備え、被処理液及び前記被処理液の被除去イオンと反応するイオンを含む液を上向流で通水し、前記被処理液中の前記被除去イオンを難溶性塩の結晶として析出させる反応部と、

前記反応部の上方に連続し、前記反応部で生成した前記結晶を前記反応部へと沈降させて分離する沈降分離部と

を備える反応槽を備えることを特徴とする被処理液の処理装置。

**【請求項 2】**

前記反応部が、

第 1 の水平断面積を有する第 1 の反応領域と、

前記第 1 の反応領域の上方に前記第 1 の反応領域と連続し、前記第 2 の水平断面積を有する第 2 の反応領域とを備え、

前記第 1 の水平断面積が、前記第 2 の水平断面積の 0.3 ~ 0.8 倍であることを含む請求項 1 に記載の被処理液の処理装置。

**【請求項 3】**

前記反応部を流れる上向き流の液の総通水時間を  $t$  時間とした場合に、前記第 1 の反応領域の通水時間が  $0.1t \sim 0.5t$  時間であり、前記第 1 の反応領域と前記第 2 の反応領域との容積比が  $0.2 \sim 1.0$  となるように構成されている請求項 2 に記載の被処理液の処理装置。

**【請求項 4】**

前記第 1 の反応領域の上向き流の液の通水速度が  $30 \sim 70 \text{ m/h}$  であり、前記第 2 の反応領域の上向き流の液の通水速度が  $10 \sim 50 \text{ m/h}$  であることを含む請求項 2 又は 3 に記載の被処理液の処理装置。

**【請求項 5】**

前記反応部が 3 以上の反応領域を備える場合に、第  $n$  の反応領域 ( $n$  は 2 以上の整数) の通水速度が、第  $n$  の反応領域の下方に位置する第  $n - 1$  の反応領域の通水速度よりも小さくなるように、各反応領域の水平断面積及び容積が調整されていることを含む請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の被処理液の処理装置。

**【請求項 6】**

前記反応槽が、

前記反応槽内の液の一部を引き抜く引き抜き手段と、

前記反応槽内から引き抜いた液を塔内循環液とし、前記反応槽内に旋回流を発生させるように、前記塔内循環液、前記被処理液及び前記被除去イオンと反応するイオンを含む液を、前記反応槽の下部から前記反応槽の横断面に対して接線方向に供給する複数の供給管と

を更に備える請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の被処理液の処理装置。

**【請求項 7】**

前記引き抜き手段が、前記沈降分離部の最下端又は前記最下端から上方に向かって 3 割以内の高さに接続されていることを含む請求項 6 に記載の被処理液の処理装置。

**【請求項 8】**

前記反応槽を 2 以上備え、第 1 の反応槽で得られた前記難溶性塩の結晶を第 2 の反応槽以降の反応槽へ導入し、前記第 2 の反応槽以降の反応槽で得られる難溶性塩の結晶を前記第 1 の反応槽へ返送することを含む請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の被処理液の処理装置。

**【請求項 9】**

前記反応槽を 2 以上備え、第 1 の反応槽で得られた前記難溶性塩の結晶を前記反応槽の外部又は他の反応槽内へ供給可能なエアリフト管を備えることを含む請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の被処理液の処理装置。

**【請求項 10】**

通水速度が異なる少なくとも2以上の反応領域を備える反応部及び前記反応部の上方に連続する沈降分離部を備える反応槽において、被処理液及び前記被処理液の被除去イオンと反応するイオンを含む液を上向流で通水し、前記被処理液中の前記被除去イオンを難溶性塩の結晶として析出させることを含む被処理液の処理方法。

【請求項11】

前記反応槽内の液の一部を引き抜くことと、

前記反応槽内から引き抜いた液を塔内循環液とし、前記反応槽内に旋回流を発生させるように、前記塔内循環液、前記被処理液及び前記被除去イオンと反応するイオンを含む液を、前記反応槽の下部から前記反応槽の横断面に対して接線方向に供給することと

を更に含む請求項10に記載の被処理液の処理方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被処理液の処理装置及び被処理液の処理方法に関し、特に、被処理液中に含まれるリンなどの被除去イオンを晶析反応により析出させて除去するための被処理液の処理装置及び被処理液の処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リン酸イオンを含有する被処理物とマグネシウム化合物とを反応させて、被処理物中のリンをリン酸マグネシウムアンモニウム(MAP)結晶の固体粒子として回収するための反応槽が知られている。

20

【0003】

例えば、特開2016-175083号公報(特許文献1)には、反応塔の内部に筒状の反応筒体を設けた二重筒構造を備え、上向流となっている内筒部へ被処理液を投入し、反応筒体上部から注入されるマグネシウム塩及びアルカリ剤とともに被処理液を循環させることにより、反応筒内でMAP結晶を造粒することが記載されている。

【0004】

特許第4101506号公報(特許文献2)には、流動層式晶析反応槽の下部から被処理水、被除去イオンと反応するイオン(ここではマグネシウムイオン)を含む液及び処理水の一部の循環水を供給し、被処理水中の被除去イオンを除去する構造が記載されている。

30

【0005】

特開平11-267665号公報(特許文献3)では、原水を反応塔下部へ導入し、処理水を反応槽上部より取り出すとともに、循環手段により反応塔の上部から処理水の一部を反応塔の下部へ循環させる脱リン装置において、反応塔の下部に反応塔の水平断面積よりも小さい水平断面積を有した貯留部を設け、貯留部に対し、循環手段により水を循環させるようにした脱リン装置の例が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

40

【特許文献1】特開2016-175083号公報

【特許文献2】特許第4101506号公報

【特許文献3】特開平11-267665号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載される反応槽を用いた場合は、被処理液とマグネシウム塩及びアルカリ剤の適正な混合が難しい。混合状態を良好にするために上向流流速を上げると未反応の被処理水が外部へ流出することが懸念される。

【0008】

50

特許文献 2 に記載された発明は流動床式晶析反応槽に被処理水および被除去イオンと反応するイオンを含む液（ここではマグネシウムイオンを含む液）および処理水の一部の循環水を供給する構造となっている。被処理水と被除去イオンと反応するイオンを含む液がともに反応槽下部から流入され、結晶粒子を流動させながら結晶粒子表面で M A P を結晶化させるため、被処理水とマグネシウムイオンを含む液が混合されやすく、被処理水が未反応のまま流出するというリスクを低減できる。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、特許文献 2 に記載されるような反応槽を用いた場合、被処理水と被除去イオンと反応するイオンを含む液とが反応槽内に供給された直後に混合されるため、結晶が回収に適した大きさまで成長できずに微細な粒子のまま装置外部へ流出する懸念がある。また、反応槽において結晶粒子が適切に流動しないと結晶粒子同士が固着し、被処理水と被除去イオンと反応するイオンを含む液が粒子表面で反応できずに短絡流として反応槽外に流出する懸念もある。

10

【 0 0 1 0 】

特許文献 3 に記載された発明では、反応槽の底部にある貯留部に対して処理水の一部を循環することにより、貯留された M A P 粒子が固形化して反応塔の底部から引き抜きやすくすることが記載又は示唆されているが、特許文献 1 と同じで、そもそもこの方式は被処理液とマグネシウム塩及びアルカリ剤の適正な混合が難しく、混合のために上向流の流速を上げると未反応の被処理液が流出する場合がある。

20

【 0 0 1 1 】

上記課題を鑑み、本発明は、短絡流の発生を抑制して反応槽内の流動状態をより均一にすることができ、難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることが可能な被処理液の処理装置及び被処理液の処理方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するために、本発明者らが鋭意検討した結果、通水速度が異なる少なくとも 2 以上の反応領域を設けるように、反応部を多段に形成することが有効であるとの知見を得た。

【 0 0 1 3 】

以上の知見を基礎として完成した本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は一側面において、通水速度が異なる少なくとも 2 以上の反応領域を備え、被処理液及び被処理液の被除去イオンと反応するイオンを含む液を上向流で通水し、被処理液中の被除去イオンを難溶性塩の結晶として析出させる反応部と、反応部の上方に連続し、反応部で生成した結晶を反応部へと沈降させて分離する沈降分離部とを備える反応槽を備える被処理液の処理装置である。

30

【 0 0 1 4 】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は一実施態様において、反応部が、第 1 の水平断面積を有する第 1 の反応領域と、第 1 の反応領域の上方に第 1 の反応領域と連続し、第 2 の水平断面積を有する第 2 の反応領域とを備え、第 1 の水平断面積が、第 2 の水平断面積の 0 . 3 ~ 0 . 8 倍であることを含む。

40

【 0 0 1 5 】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は別の実施態様において、反応部を流れる上向き流の液の総通水時間を  $t$  時間とした場合に、第 1 の反応領域の通水時間が  $0 . 1 t \sim 0 . 5 t$  時間であり、第 1 の反応領域と第 2 の反応領域との容積比が  $0 . 2 \sim 1 . 0$  となるように構成されている。

【 0 0 1 6 】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は更に別の実施態様において、第 1 の反応領域の上向き流の液の通水速度が  $30 \sim 70 \text{ m/h}$  であり、第 2 の反応領域の上向き流の液の通水速度が  $10 \sim 50 \text{ m/h}$  であることを含む。

【 0 0 1 7 】

50

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は更に別の一実施態様において、反応部が3以上の反応領域を備える場合に、第 $n$ の反応領域( $n$ は2以上の整数)の通水速度が、第 $n$ の反応領域の下方に位置する第 $n-1$ の反応領域の通水速度よりも小さくなるように、各反応領域の水平断面積及び容積が調整されていることを含む。

【0018】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は更に別の一実施態様において、反応槽が、反応槽内の液の一部を引き抜く引き抜き手段と、反応槽内から引き抜いた液を塔内循環液とし、反応槽内に旋回流を発生させるように、塔内循環液、被処理液及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を、反応槽の下部から反応槽の横断面に対して接線方向に供給する複数の供給管とを更に備える。

【0019】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は更に別の一実施態様において、引き抜き手段が、沈降分離部の最下端又は最下端から上方に向かって3割以内の高さに接続されていることを含む。

【0020】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は更に別の一実施態様において、反応槽を2以上備え、第1の反応槽で得られた難溶性塩の結晶を第2の反応槽以降の反応槽へ導入し、第2の反応槽以降の反応槽で得られる難溶性塩の結晶を第1の反応槽へ返送することを含む。

【0021】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置は更に別の一実施態様において、反応槽を2以上備え、第1の反応槽で得られた難溶性塩の結晶を反応槽の外部又は他の反応槽内へ供給可能なエアリフト管を備えることを含む。

【0022】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理方法は一側面において、通水速度が異なる少なくとも2以上の反応領域を備える反応部及び反応部の上方に連続する沈降分離部を備える反応槽において、被処理液及び被処理液の被除去イオンと反応するイオンを含む液を上向流で通水し、被処理液中の被除去イオンを難溶性塩の結晶として析出させることを含む被処理液の処理方法である。

【0023】

本発明の実施の形態に係る被処理液の処理方法は一実施態様において、反応槽内の液の一部を引き抜くことと、反応槽内から引き抜いた液を塔内循環液とし、反応槽内に旋回流を発生させるように、塔内循環液、被処理液及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を、反応槽の下部から反応槽の横断面に対して接線方向に供給することとを更に含む。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、短絡流の発生を抑制して反応槽内の流動状態をより均一にすることができ、難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることが可能な被処理液の処理装置及び被処理液の処理方法が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る被処理液の処理装置の一例を示す概略図である。

【図2】塔内循環液、被処理液及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を供給する供給管の接続位置を説明する断面概略図である。

【図3】反応槽の変形例を示す概略図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る被処理液の処理装置の一例を示す概略図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態に係る被処理液の処理装置の一例を示す概略図である。

10

20

30

40

50

【図 6】図 5 に示す処理装置における塔内循環液、被処理液及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を供給する供給管の接続位置を説明する断面概略図である。

【図 7】従来の供給管の反応槽への接続位置を説明する断面概略図である。

【図 8】本発明の第 4 の実施の形態に係る被処理液の処理装置の一例を示す概略図である。

【図 9】本発明の第 5 の実施の形態に係る被処理液の処理装置の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。以下の図面の記載においては、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。なお、以下に示す実施の形態はこの発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の技術的思想は、構成部品の構造、配置等を下記のものに特定するものではない。

10

【0027】

(第 1 の実施の形態)

図 1 に示すように、本発明の実施の形態に係る被処理液 2 の処理装置は、通水速度が異なる少なくとも 2 以上の反応領域 11a、11b を備え、被処理液 2 及び被処理液 2 の被除去イオンと反応するイオンを含む液を上向流で通水し、被処理液 2 中の被除去イオンを難溶性塩の結晶として析出させる反応部 11 と、反応部 11 の上方に連続し、反応部 11 で生成した結晶を反応部 11 へと沈降させて分離する沈降分離部 12 とを備える反応槽 1 を備える。

20

【0028】

反応槽 1 は、被処理液 2 を上向流で通水し、反応槽 1 内で流動する粒子と接触させることにより、被処理液 2 中の被除去イオンを難溶性塩の結晶として析出させる反応槽を利用することができ、例えば、被処理液を上向流で通水する流動層方式の晶析反応槽が好適に用いられる。反応槽 1 における晶析反応によって、被処理液 2 中に含まれる所望の被除去イオン、例えば、リン酸イオン、カルシウムイオン、フッ素イオン、炭酸イオン、硫酸イオン等が除去される。

【0029】

30

反応槽 1 内には、被除去イオンをその表面で結晶化させるための粒子（種晶）及び被除去イオンと反応するためのイオンを含む薬剤が装入され、図示しない pH 計などにより、反応槽 1 内が晶析反応に好適な条件に維持されている。難溶性塩の結晶は、反応部 11 の上方の沈降分離部 12 において沈降分離され、反応部 11 の底部に接続された配管 24 を介して外部へ排出することができる。

【0030】

図 1 に示すように、反応槽 1 は反応部 11 よりも沈降分離部 12 の水平断面積が大きくなるように形成された多段の円筒形状を有している。反応部 11 は、第 1 の水平断面積を有する円筒形の第 1 の反応領域 11a と、第 1 の反応領域 11a の上方に第 1 の反応領域 11a と連続し、第 2 の水平断面積を有する第 2 の反応領域 11b とを備える。

40

【0031】

第 1 の水平断面積は、第 2 の水平断面積よりも小さくなるように構成されており、第 1 の水平断面積が第 2 の水平断面積の 0.3 ~ 0.8 倍であることが好ましい。第 1 の水平断面積が第 2 の水平断面積よりも小さくなるように構成されることにより、第 1 の反応領域 11a 及び第 2 の反応領域 11b の通水速度を変化させることができる。

【0032】

反応部 11 において通水速度の異なる複数の反応領域 11a、11b と配置することにより、短絡流の発生を抑制して反応槽内の流動状態をより均一にすることができ、難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることが可能となる。一実施態様では、第 1 の水平断面積は、第 2 の水平断面積の 0.4 ~ 0.7 倍程度とすることができ、別

50

の一実施態様では、第 1 の水平断面積は、第 2 の水平断面積の 0.5 ~ 0.6 倍程度とすることができる。

【0033】

図 1 の例では、第 1 の反応領域 11a は、反応槽 1 の上部へ向けてその断面積が次第に大きくなるテーパ状部分とテーパ状部分に連続する円管状の管状部分を備える。第 2 の反応領域 11b は、第 1 の反応領域 11a の管状部分と連続し、反応槽 1 の上部に向けてその断面積が次第に大きくなるテーパ部分とテーパ部分に連続する円管状の管状部分を備える。本実施形態において「水平断面積」とは円管状の管状部分の水平方向の円の断面積のことを指す。

【0034】

第 1 の反応領域 11a と第 1 の反応領域 11a と第 2 の反応領域 11b との境界部分に設けられたテーパ部分の水平面とのなす角度は 30 ~ 75° とすることが好ましく、より好ましくは 50 ~ 70° であり、更に好ましくは約 60° である。

【0035】

更に、反応部 11 を流れる上向き流の液の総通水時間を t 時間とした場合に、第 1 の反応領域 11a の通水時間が 0.1t ~ 0.5t 時間であり、第 1 の反応領域 11a と第 2 の反応領域 11b との容積比が 0.2 ~ 1.0 となるように構成されることが好ましい。

【0036】

なお、第 1 の反応領域 11a と第 2 の反応領域 11b の高さを同一とした場合、第 2 の反応領域 11b に対する第 1 の反応領域 11a の水平断面積比を 0.3 ~ 0.8 倍とすると、第 1 の反応領域 11a と第 2 の反応領域 11b の通水速度を晶析に適切な速度とすることができ、反応槽 1 内の流動状態をより均一にして難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることができる。この場合の第 2 の反応領域 11b に対する第 1 の反応領域 11a の容積比は、0.3 ~ 0.8 となる。実際は、第 2 の反応領域 11b の高さを第 1 の反応領域 11a の高さよりも若干高くするなどして、第 1 の反応領域 11a 及び第 2 の反応領域 11b をそれぞれ異なる高さになるように反応部 11 を形成する態様もまた好ましい。よって、第 2 の反応領域 11b に対する第 1 の反応領域 11a の容積比は、0.2 ~ 1.0 となるように構成されることが好ましい。

【0037】

具体的には、第 1 の反応領域 11a の上向き流の液の通水速度が 30 ~ 70 m/h であり、第 2 の反応領域 11b の上向き流の液の通水速度が 10 ~ 50 m/h となるように調整されることが好ましい。

【0038】

図 3 に示すように、反応部 11 が備える反応領域 11a ··· 11n-1、11n の数は必要に応じて 3 以上設けることができる。反応部 11 が 3 以上の反応領域 11a ··· 11n-1、11n を備える場合には、第 n の反応領域 (n は 2 以上の整数) 11n の通水速度が、第 n の反応領域の下方に位置する第 n-1 の反応領域 11n-1 の通水速度よりも小さくなるように、各反応領域 11a ··· 11n-1、11n の水平断面積及び容積が調整されていることが好ましい。

【0039】

反応槽 1 は、反応槽 1 内の液の一部を引き抜く引き抜き手段 16 と、反応槽 1 内から引き抜いた液を塔内循環液とし、反応槽 1 内に旋回流を発生させるように、塔内循環液、被処理液及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を、反応槽 1 の下部から反応槽 1 の横断面に対して接線方向に供給する複数の供給管 21、22、23 とを更に備えることが好ましい。ここで「塔内循環液」とは、反応槽 1 から引き抜かれた液を直接、反応槽 1 へと戻す態様を表す。なお、必要に応じて、塔内循環液に対して、pH 調整剤 5 等の薬剤を添加してもよい。

【0040】

引き抜き手段 16 は、沈降分離部 12 の最下端 B となる反応部 11 の管状部分と沈降分離部のテーパ部分の境界部分、又は沈降分離部 12 の最下端 B を 0%、最上端 T を 10

10

20

30

40

50

0%とした場合に、最下端Bから反応槽1の上方に向かって3割(30%)以内の高さに接続されることが好ましい。このような位置に引き抜き手段16が接続されることにより、引き抜き手段16が、晶析反応はほぼ完了しているが、晶析反応で得られた難溶性の結晶の沈降分離が完了していない処理水を塔内循環水として引き抜くことができる。このような処理水を塔内循環水として用いることで、反応槽1下部の晶析反応を阻害することなく、且つ反応槽1下部の通水速度を増大させることができるようになる。

#### 【0041】

引き抜き手段16は、沈降分離部12の最下端B又は最下端Bから上方に向かって3割以内の高さから反応槽1内の液(処理水)をポンプ61により引き抜くように構成されている。引き抜き手段16の引き抜き位置を適切にすることにより、塔内循環液の循環流量を大きくしても沈降分離部12を大きく変更することなく、反応槽1の上部から未反応の被処理液及び微細な結晶粒子の装置外部への流出を抑制でき、且つ難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることができる。

10

#### 【0042】

引き抜き手段16による処理水の引き抜き位置が低すぎると、反応部11に挿入された種晶を引き抜いてしまい、引き抜き手段16ないしポンプ61に閉塞等のトラブルを起こす懸念が生じる場合がある。一方、引き抜き手段16による処理水の引き抜き位置が高すぎると、沈降分離部12に昇向する流量が増加し、それらを最適に沈降分離するために沈降分離部12の形状を大きくする必要があり、装置コストの増大に繋がる懸念が生じる場合がある。引き抜き手段16による処理水の引き抜き位置は、沈降分離部12の最下端Bから20%の範囲の高さに接続されていることがより好ましく、沈降分離部12の最下端Bの高さとするのが更に好ましい。

20

#### 【0043】

反応槽1の反応部11の第1の反応領域11aの下部には、複数の供給管21、22が接続されている。図2の例では、塔内循環液、被処理液2及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を反応槽1内へ供給するために3本の供給管21、22、23が反応槽1の下部に接続されており、旋回流の上流側から順に供給管21、供給管22、供給管23が接続されている。塔内循環液、被処理液2及び被除去イオンと反応するイオンを含む液は、流速の大きい液から順に旋回流の上流側の供給管21、22、23へと接続されるようになっている。

30

#### 【0044】

塔内循環液、被処理液2及び被除去イオンと反応するイオンを含む液のうち、流速の大きい液から順に旋回流の上流側の供給管21、22、23へ接続されることにより、旋回流の流れをより長時間持続させることができ、反応槽1の反応部11内を流動する粒子をより均一に流動させることができる。

#### 【0045】

供給管21、22、23は反応槽1に対してそれぞれ水平方向に実質的に同一な高さに接続されているが、多少上下にずれて接続されていても構わない。供給管21、22、23は、反応部11のテーパ部分に沈積する粗大な粒子を流動させることができるような位置に配置されていることが好ましい。これにより、反応部11の底部の粒子を流動させて粒子同士の固着を抑制することができる。

40

#### 【0046】

塔内循環液、被処理液及び被除去イオンと反応するイオンを含む液の流速の合計は、供給管21、22、23が接続された反応槽1の水平断面CS(図2参照)の外周の長さ(全長)よりも大きくなるように、各流速が調整されることが好ましい。反応槽1内に0.2~1.0mmの粒子を流動させた場合において塔内循環液、被処理液及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を反応槽1内に水平方向に供給した場合、その水平方向の流れが失速して液流が上向流になる時間は、およそ0.1~0.3秒である。

#### 【0047】

反応槽1下部の水平方向の液流の失速時間を考慮すると、塔内循環液、被処理液2及び

50

被除去イオンと反応するイオンを含む液の流速の合計が、水平断面ＣＳの外周の長さよりも大きくなるように、より好ましくは１～８倍、別の態様では１～２倍、更に別の態様では４倍～６倍となるように、各液の流速を調整することが好ましい。これにより、反応槽１内の液及び粒子が流動しないデッドゾーンを発生させることなく、より均一な流動状態を達成することができ、難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させ、被処理液中の被除去イオンの除去率を向上させることが可能となる。

【００４８】

３本の供給管２１、２２、２３は、それぞれ近接して配置されることが好ましい。以下に限定されるものではないが、旋回流の最も下流側に配置される供給管２１の液の流入方向Ｘと、旋回流の最も上流側に配置される供給管２３の液の流入方向Ｙとが、図２の実線で示される供給管２１の場合のように１８０°異なるか、或いは、図２の点線で示される供給管２１の場合のように、旋回流の最も下流側に配置される供給管２１の液の流入方向Ｘと、Ｘから半時計方向側に配置した供給管２３の液の流入方向Ｙとのなす角度が１８０°以下であることが好ましく、より好ましくは１５０°以下であり、更に好ましくは１２０°以下、更には１００°以下となるように、供給管２１、２２、２３が互いに近接して配置されることが好ましい。供給管２１、２２、２３を互いに近接させて配置することにより、各液の流入部分近傍において反応槽１の横断面の外周に沿って強い旋回流を発生させることができ、反応槽１内の液及び粒子が流動しないデッドゾーンを発生させることなく、より均一な流動状態を達成することができる。

10

20

【００４９】

被除去イオンと反応するイオンを含む液は、処理槽３内で調整されて、ポンプ６２を介して供給管２１、２２、２３（図１では供給管２２）から反応槽１内へ供給される。処理槽３内には被除去イオンと反応するイオン４、例えば、反応槽１内で被処理液中のリンを除去したい場合には、マグネシウムイオンが図示しない添加手段を介して添加される。マグネシウムイオンは水酸化マグネシウム又は塩化マグネシウムとして添加することが好ましい。また、反応槽１内の液のｐＨを調整するためのｐＨ調整剤５が図示しない添加手段を介して添加される。ｐＨ調整剤５は、被処理液２中に添加してもよいし、塔内循環液中に添加することもできる。

30

40

【００５０】

図示していないが、反応槽１の下部へ気体を供給し、反応槽１の下部に沈降した難溶性塩の結晶からなる粒子を流動させることもまた可能である。粒径の大きな粒子は、沈降しやすく流動しにくいいため、被処理水、塔内循環液及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を反応槽１の下部へ供給するだけでは、旋回流が十分得られない場合も考えられるため、反応槽１の下部から例えば圧縮空気などの気体を供給することで、反応槽１内に適切な旋回流及び粒子及び液の流動状態を作り出すことが容易になる。

【００５１】

従来の晶析反応槽においては、図７に示すように、供給管２１１、２２１の反応槽１への接続位置が、反応槽１の高さ方向に垂直な断面に沿った円形状の反応槽断面の接線方向に対して垂直になるように接続されていた。そのため、従来の晶析反応槽内へ供給される液体は、晶析反応槽内部に供給された直後に混合され、微細な粒子が生成され、この微細な粒子が槽内部の上向流に乗って晶析反応槽の外部へ排出される場合があった。

【００５２】

更に、従来の晶析反応槽においては、被処理水と被除去イオンと反応するイオンを含む液と晶析反応槽で処理された処理水（上澄液）を、反応槽１への循環水として反応槽１の下部より流入させ、反応槽１内が晶析に適したイオン積となるように希釈させるような手法をとってきた。

【００５３】

しかしながら、上澄液の循環水量を多くすると、沈降分離部１２において粒子の沈降処理が完全に終了していない処理水を引き抜いてしまう場合があり、結晶粒子の回収効率を十分に高くできない場合がある。一方で、沈降分離部１２において粒子の沈降処理を完全

50

に終了させることにより得られた上澄液を用いるとともに反応槽 1 の下部に旋回流を生じさせる程度の循環水量を確保するためには、沈降分離部 1 2 の容積を大きくしなければならないため、装置が大型化する。そのため、上澄液を反応槽 1 の下部に循環させるだけでは、反応槽 1 の下部を適切に流動させることが困難である。

【 0 0 5 4 】

本発明の第 1 の実施の形態に係る被処理液の処理方法及び処理装置によれば、水平断面積及び通水速度が異なる少なくとも 2 以上の反応領域 1 1 a、1 1 b で晶析反応を進行させることにより、反応槽 1 の上部から未反応の被処理液及び微細な粒子の流出を抑制しながら、粒子を適正な大きさに成長させることができる。

【 0 0 5 5 】

更には、反応槽 1 内から引き抜き手段 1 6 を介して反応槽 1 内の液を引き抜くとともに、引き抜いた液を塔内循環液とし、反応槽 1 内に旋回流を発生させるように、塔内循環液、被処理液 2 及び被除去イオンと反応するイオンを含む液を、反応槽 1 の下部から反応槽 1 の横断面に対して接線方向に供給する。これにより、反応槽 1 の反応部 1 1 により確実に旋回流を発生させて反応槽 1 の反応部 1 1 の液及び流動する粒子の流動状態を均一にすることができる。

【 0 0 5 6 】

更に、引き抜き手段 1 6 によって、特に反応槽 1 の晶析反応が進行する反応部 1 1 の直ぐ上方にある沈降分離部 1 2 の最下端 B 付近の処理水を引き抜くことによって、反応槽 1 の反応部 1 1 における粒子の均一な流動に必要な上向流の線速度 ( L V ) を確保することができる。これにより、反応部 1 1 で生成される難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることができ、被処理液中の被除去イオンの除去率を向上させることができる。

【 0 0 5 7 】

( 第 2 の実施の形態 )

本発明の第 2 の実施の形態に係る被処理液の処理装置は、図 4 に示すように、沈降分離部 1 2 の上方から得られた上澄液を処理槽 3 へ循環させる循環手段 2 5 を更に備える点が、図 1 に示す処理装置と異なる。他は図 1 の処理装置と実質的に同様であるので記載を省略する。

【 0 0 5 8 】

循環手段 2 5 により循環された上澄液の一部は処理槽 3 に供給され、ポンプ 6 2 を介して供給管 2 1、2 2、2 3 を介して反応槽 1 の下部へ再供給される。第 2 の実施の形態に係る被処理液の処理装置及び処理方法によれば、上澄液を用いて被除去イオンと反応するイオンを含む液を希釈することができるため、被処理液 2 のリン濃度が高い場合などには処理槽 3 で希釈液を作製して反応槽 1 へ供給することができるため、希釈水を新たに追加せずに処理を進めることができる。また、上澄液中に残存する未反応の被除去イオンをより確実に反応槽 1 内において除去することができるため、被除去イオンの回収効率が更に高まる。

【 0 0 5 9 】

処理槽 3 内に希釈水として供給される上澄液は、沈降分離部 1 2 において粒子の沈降処理がほぼ完全に終了しているため、反応槽 1 の下部へ旋回流を発生させるための循環水として利用することもできる。しかしながら、希釈水として供給される上澄液を処理槽 3 から反応部 1 1 へ循環させるだけでは、反応部 1 1 の下部に旋回流を発生させるための L V を確保することは困難な場合がある。反応部 1 1 の下部に旋回流を発生させるのに十分な L V を上澄液で補うためには、希釈水として必要な量以上の上澄液を供給することが必要であり、すなわち沈降分離部 1 2 の大きさを大きくする必要があるが、装置が大型化し、かつ安定した沈降分離ができない場合がある。

【 0 0 6 0 】

本発明の第 2 の実施の形態に係る被処理液の処理装置では、晶析反応は完了しているが沈降分離が未完了の処理水を引き抜き手段 1 6 によって引き抜いて塔内循環水として反応

10

20

30

40

50

部 1 1 へ循環させるとともに、更に、循環手段 2 5 により循環された上澄液を処理槽 3 において被除去イオンと反応するイオンを含む液と混合し、その混合液を、ポンプ 6 2 を介して供給管 2 1、2 2、2 3 を介して反応槽 1 の下部へ再供給する。

#### 【0061】

これにより、沈降分離部 1 2 の大型化を図ることなく反応部 1 1 の L V をより確実に確保することができ、沈降分離部 1 2 における処理水の沈降分離処理も安定的に行うことができる。なお、反応部 1 1 へ循環させる塔内循環水と、反応部 1 1 へ循環させる上記の上澄液を含めた被除去イオンと反応するイオンを含む液の供給量は、体積比で 9 : 1 ~ 6 : 4 となるように、より好ましくは 9 : 1 ~ 7 : 3 となるように調節して反応部 1 1 の下部へ供給することが好ましい。

10

#### 【0062】

(第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態に係る被処理液の処理装置は、図 5 に示すように、引き抜き手段 1 6 が被処理液 2 を反応槽 1 へ供給する管に接続されており、引き抜き手段 1 6 により引き抜かれた塔内循環液を、反応槽 1 内に流入させる前に被処理液 2 と合流させることができるような構成になっている点が、図 4 に示す処理装置と異なる。他は図 4 の処理装置と実質的に同様であるので記載を省略する。

#### 【0063】

第 3 の実施の形態に係る被処理液の処理装置及び処理方法によれば、図 6 に示すように、反応槽 1 へ供給する供給管 2 1、2 2 は 2 本で済むため、供給管 2 1、2 2 の数を少なくして装置の小型化及び簡略化を図ることができる。図 6 の例では、供給管 2 1、2 2 の供給方向が約 180°異なる例を示しているが、反応槽 1 内でより大きい旋回流を確実に発生させるためには図 2 に示すように、供給管 2 1、2 2 を互いに近接させて配置してもよいことは勿論である。

20

#### 【0064】

(第 4 の実施の形態)

第 4 の実施の形態に係る被処理液の処理装置は、図 8 に示すように、反応槽 1 を 2 槽以上備える点が、図 1 ~ 図 5 に示す処理装置と異なる。即ち、図 8 に示す処理装置は、2 槽の反応槽 1、7 を備え、反応槽 1 (第 1 の反応槽) で得られた難溶性塩の結晶からなる粒子を反応槽 7 (第 2 の反応槽) へ導入し、反応槽 7 で得られる難溶性塩の結晶からなる粒子を反応槽 1 へ返送することができる。

30

#### 【0065】

反応槽 7 は、反応槽 1 と実質的に同様の構成を備えることができる。反応槽 7 の下部には、被処理液 2 と塔内循環液と被除去イオンと反応するイオンを含む液を供給するための供給管 7 1、7 2 を備えることができる。これら供給管 7 1、7 2 も、反応槽 7 の横断面に対して接線方向に接続されており、反応槽 7 の横断面に対して接線方向に被処理液 2 と塔内循環液と被除去イオンと反応するイオンを含む液を供給することができる。

#### 【0066】

反応槽 7 にも反応槽 7 の反応部からの処理水を引き抜くための引き抜き手段 7 6 が設けられている。ポンプ 8 1 を介して引き抜かれた処理水が、塔内循環水として反応槽 7 の下部から供給される。

40

#### 【0067】

反応槽 7 の上澄液は配管 7 5 を介して処理槽 3 へ供給されることができる。処理槽 3 では被除去イオンと反応するイオン 4 が添加されて、配管 3 5 を介して反応槽 1、7 の下部から反応槽 1、7 へ供給される。処理槽 3 で沈降した結晶粒子は配管 3 4 を介して反応槽 7 へ返送することができる。反応槽 7 で得られた結晶粒子は配管 7 4 を介して反応槽 1 へ供給することができる。第 4 の実施の形態に係る被処理液の処理装置及び処理方法によれば、反応槽 1、7 を 2 槽以上配置することにより、被除去イオンの除去率をより向上させることができる。

#### 【0068】

50

(第5の実施の形態)

第5の実施の形態に係る被処理液の処理装置は、図9に示すように、反応槽1、7にそれぞれ各反応槽1、7で得られる粒子を反応槽1、7の外部へ排出可能なエアリフト管50a、50bがそれぞれ配置されている。

【0069】

エアリフト管50a、50bは、エアリフト管50a、50bを洗浄するための洗浄水を受け入れる洗浄水受入部52a、52bと、洗浄水受入部52a、52bよりも下部に設けられたバルブと51a、51bと、洗浄水受入部よりも上部に設けられた気泡分離部53a、53bと、気泡分離部53a、53bに接続され、気泡分離部53a、53bにおいて気泡が分離された粒子を含む液体を反応槽1、7の外部へ排出するスラリー排出部54a、54bとを備える。

10

【0070】

洗浄水受入部52a、52bには循環水返送管39が接続され、反応槽1、7の処理水の一部の循環水を洗浄水として利用することが可能である。或いは、洗浄水受入部52a、52bから清水を供給し、この静水洗浄水として供給するようにしてもよい。エアリフト管50bは、反応槽7で得られる粒子を反応槽1内へ供給することができる。エアリフト管50aは、反応槽1で得られる粒子を反応槽1の外部へ排出することができる。

【0071】

図9に示す被処理液の処理装置及び処理方法によれば、微細な結晶粒子の装置外部への流出を更に抑制することが更に可能となり、装置の洗浄及びメンテナンス作業も容易になる。

20

【0072】

本発明は上記の実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。本発明の実施の形態に係る被処理液の処理装置及び処理方法は本開示から種々の変形を加えることが可能であり、実施段階においては、その要旨を逸脱しない範囲において変形し具体化し得るものである。

【実施例】

【0073】

以下に本発明の実施例を比較例と共に示すが、これらの実施例は本発明及びその利点をよりよく理解するために提供するものであり、発明が限定されることを意図するものではない。

30

【0074】

(実施例1)

図1に示す反応槽1を模した流動層方式の模擬晶析反応槽において、第1の反応領域11aの管状部分の水平断面積(1段目断面積)、直径及び容積、第2の反応領域11bの管状部分の水平断面積(2段目断面積)、直径及び容積を、表1に示すように変更した反応槽を用いて、沈殿分離部の最下端部に引き抜き手段を接続して模擬晶析反応槽内から引き抜いた処理水を塔内循環液とし、リンを含む被処理液を処理した。

【0075】

処理槽3内でマグネシウムイオンとpH調整剤を添加して、模擬晶析反応槽への供給に適切な液を作製し、0.2~1.0mmのリン酸マグネシウムアンモニウムの結晶粒子が流動する模擬晶析反応槽の側面下部から被処理液、マグネシウムイオンを含む液、及び塔内循環液をその流速の和が20m/hになるようにして、それぞれ接線方向に供給したところ、いずれも短絡流の発生は見られず、難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることが可能であった。

40

【0076】

【表 1】

流量(m/H)	20					
1段目断面積(m <sup>2</sup> )	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25
直径(m)	0.92	0.80	0.71	0.65	0.60	0.56
1段目容積(m <sup>3</sup> )	0.53	0.40	0.32	0.27	0.23	0.20
2段目断面積(m <sup>2</sup> )	2.00	1.00	0.67	0.50	0.40	0.33
直径(m)	1.60	1.13	0.92	0.80	0.71	0.65
2段目容積(m <sup>3</sup> )	1.60	0.80	0.53	0.40	0.32	0.27
断面積比(-)	0.33	0.50	0.60	0.67	0.71	0.75
容積比(-)	0.33	0.50	0.60	0.67	0.71	0.75

10

## 【0077】

(実施例2)

図1に示す反応槽1を模した流動層方式の模擬晶析反応槽において、第1の反応領域11aと第2の反応領域11bの上向き流の液の通水速度とが、表2に示すような関係となるように、第1の反応領域11aと第2の反応領域11bの容積及び水平断面積を調整して、実施例1と同様に、沈殿分離部の最下端部に引き抜き手段を接続して模擬晶析反応槽内から引き抜いた処理水を塔内循環液とし、リンを含む被処理液を処理した。

20

## 【0078】

【表2】

	通水速度(m/H)				
第1の反応領域(m/h)	30	40	50	60	70
第2の反応領域(m/h)	10	20	30	40	50
通水速度比(-)	3	2	1.7	1.5	1.4

## 【0079】

30

第1の反応領域の液の通水速度を30～70m/hで通水し、第2の反応領域の液の通水速度を10～50m/hで通水したところ、いずれの場合も短絡流の発生は見られず、難溶性塩の結晶粒子を回収に適した大きさにまで成長させることが可能であった。

## 【符号の説明】

## 【0080】

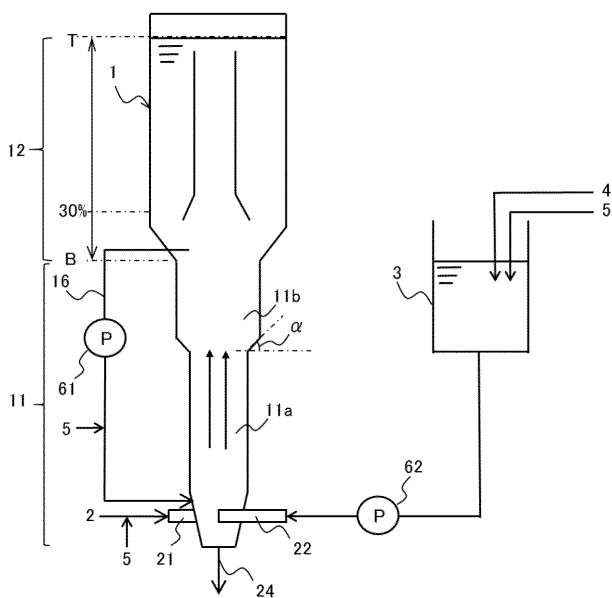
- 1 ... 反応槽
- 2 ... 被処理液
- 3 ... 処理槽
- 4 ... 被除去イオンと反応するイオン
- 5 ... pH調整剤
- 7 ... 反応槽
- 11 ... 反応部
- 11a、11b、11n-1、11n ... 反応領域
- 12 ... 沈降分離部
- 16 ... 引き抜き手段
- 21、22、23 ... 供給管
- 24 ... 配管
- 25 ... 循環手段
- 34、35 ... 配管
- 39 ... 循環水返送管

40

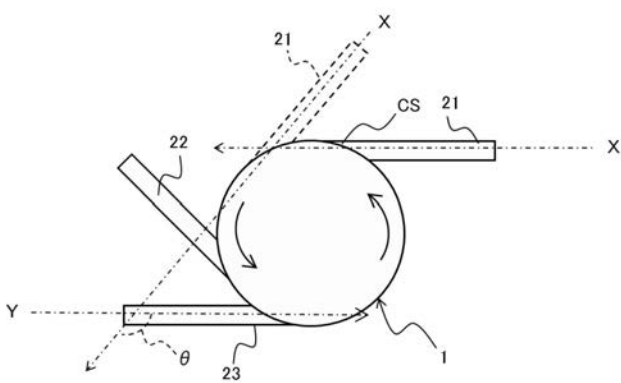
50

5 0 a、5 0 b ... エアリフト管  
5 2 a ... 洗浄水受入部  
5 3 a ... 気泡分離部  
5 4 a ... スラリー排出部  
6 1、6 2 ... ポンプ  
7 1 ... 供給管  
7 4、7 5 ... 配管  
7 6 ... 引き抜き手段  
8 1 ... ポンプ

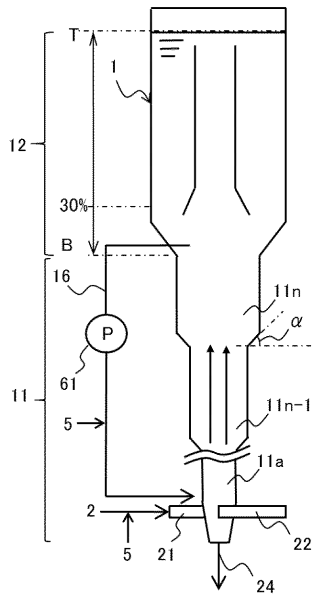
【 図 1 】



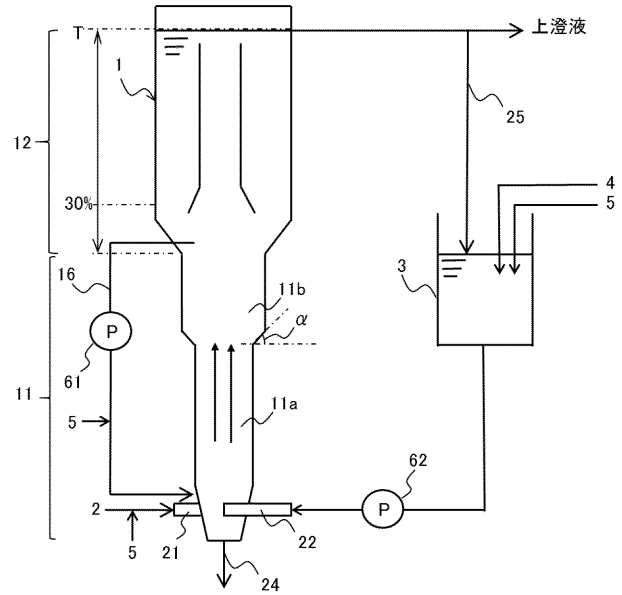
【 図 2 】



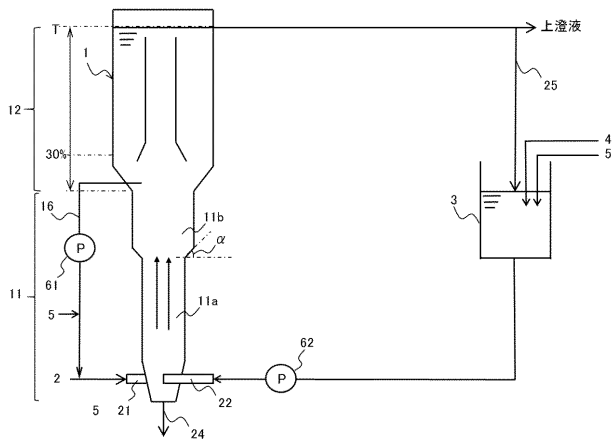
【図 3】



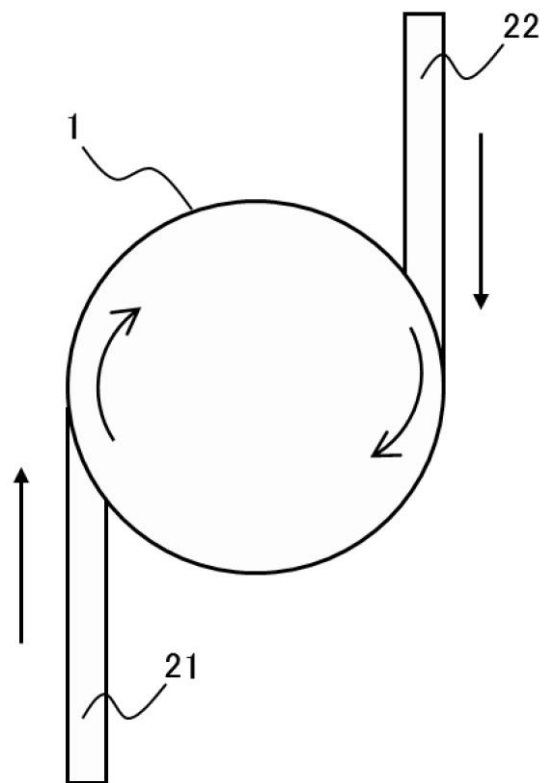
【図 4】



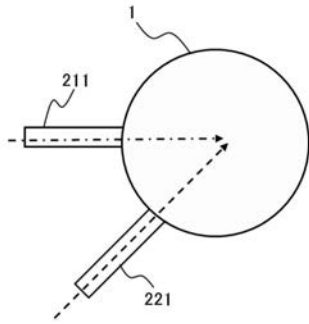
【図 5】



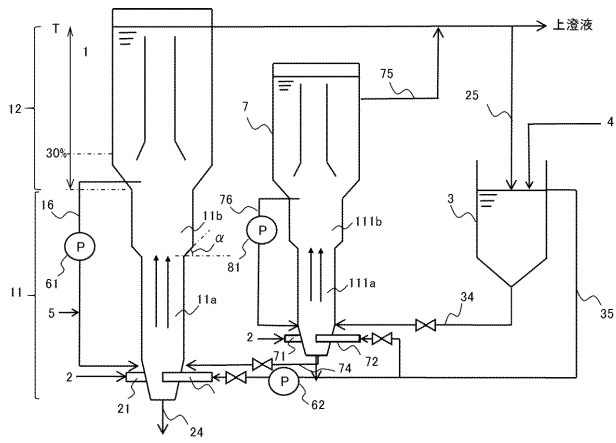
【図 6】



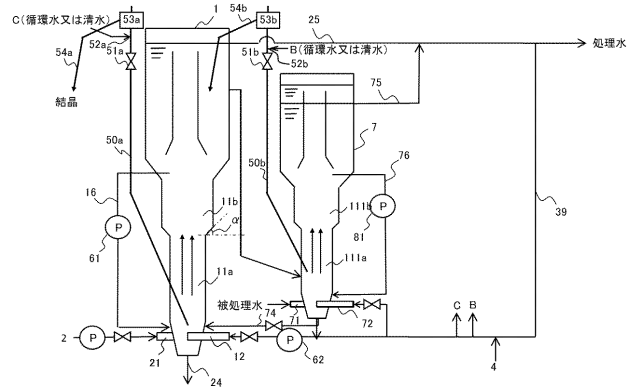
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	B 0 1 D 9/02	6 0 5
	B 0 1 D 9/02	6 0 7 Z
	B 0 1 D 9/02	6 0 8 B
	B 0 1 D 9/02	6 0 9 Z
	B 0 1 D 9/02	6 1 5 Z
	B 0 1 D 9/02	6 2 5 F
	B 0 1 D 9/02	6 2 5 C
	B 0 1 D 9/02	6 2 5 D