

(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2018-43233

(P2018-43233A)

(43) 公開日 平成30年3月22日 (2018. 3. 22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO2F 1/72 (2006.01)	CO2F 1/72 I O 1	4 D 0 0 6
CO2F 1/32 (2006.01)	CO2F 1/32	4 D 0 3 7
CO2F 1/44 (2006.01)	CO2F 1/44 D	4 D 0 5 0
BO1J 35/02 (2006.01)	CO2F 1/44 A	4 G 1 6 9
BO1J 21/06 (2006.01)	BO1J 35/02 Z A B J	
審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-160792 (P2017-160792)	(71) 出願人	314012076
(22) 出願日	平成29年8月24日 (2017. 8. 24)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2016-176441 (P2016-176441)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(32) 優先日	平成28年9月9日 (2016. 9. 9)	(74) 代理人	100107641
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 鎌田 耕一
		(74) 代理人	100163463
			弁理士 西尾 光彦
		(72) 発明者	藤田 浩史
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	猪野 大輔
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		最終頁に続く	

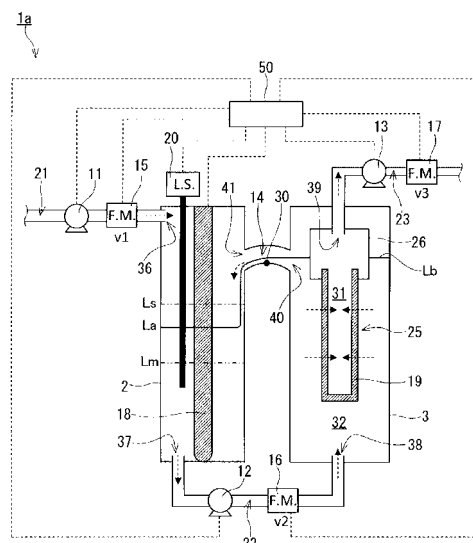
(54) 【発明の名称】 液体処理方法および装置

(57) 【要約】

【課題】濾過膜の乾燥を防止できる液体処理装置の制御方法を提供する。

【解決手段】本開示の液体処理装置の制御方法では、(i) 液体処理装置 (1 a ~ 1 e) を提供する。(ii) 光触媒反応槽 (2) において光触媒反応より汚染液を処理して処理済液を生成する。(iii) 循環ポンプ (1 2) によって光触媒反応槽 (2) から送り流路 (2 2) を通過させて分離槽 (3) に液体混合物を導く。(iv) 分離槽に導かれた液体混合物を濾過膜 (1 9) によって濾過しつつ濾液を取り出し流路 (2 3) を通過させて分離槽の外部に導くとともに、液体混合物をオーバーフロー流路 (1 4) を通過させて光触媒反応槽に送る。(v) 制御器 (5 0) によって循環ポンプを制御することにより、液体混合物流量計 (1 6) によって測定される液体混合物の流量を濾液流量計 (1 7) によって測定される濾液の流量よりも大きくする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体処理装置を用いる液体処理方法であって、以下の工程

(I a) 以下を具備する液体処理装置を用意する工程、

光触媒粒子を含有する液体混合物を貯留するための内部空間を有する第 1 槽、

前記光触媒粒子に紫外光を照射する紫外光を発光する光源、

濾過膜を内部に具備し、かつ前記濾過膜により第 1 室および第 2 室に分割された内部空間を有する第 2 槽、

前記第 1 槽の内部空間および前記第 2 槽の第 2 室の間を連通している連通路、

循環ポンプ、

前記第 2 槽の第 1 室および前記液体処理装置の外部の間を連通している排出流路、および

前記第 1 槽の内部空間および前記第 2 槽の前記第 2 室の間を連通しているオーバーフロー流路、

(I b) 汚染液を前記第 1 槽に供給して、前記光触媒粒子および前記汚染液を含有する前記液体混合物を調製する工程、

(I c) 前記第 1 槽の内部空間に貯留された前記液体混合物に含有される光触媒粒子に前記光源からの光を照射して、前記第 1 槽内で前記液体混合物を処理液にする工程、

(I d) 前記循環ポンプを用いて、前記処理液を前記第 1 槽の内部空間から前記連通路を通して前記第 2 槽の前記第 2 室に吸引する工程、そして

(I e) 前記第 2 槽内で前記濾過膜により前記処理液を濾過して、前記第 2 槽の前記第 1 室で得られた濾液を、前記第 2 槽の前記第 1 室から前記排出流路を通して排出する工程、

を具備し、

ここで、

工程 (I d) および (I e) において、以下の条件 (I) ~ 条件 (I V)

条件 (I) 前記第 1 槽に含有される前記液体組成物の液位が、前記第 2 槽の前記第 2 室に含有される前記処理液の液位以下であること、

条件 (I I) 前記連通路を通過する前記処理液の流量が、前記排出流路を通過する前記濾液の流量よりも大きいこと、

条件 (I I I) 前記第 2 槽の前記第 2 室に含有される処理液の一部が、前記オーバーフロー流路を通過して前記第 1 槽に戻されること、

条件 (I V) 前記濾過膜の少なくとも一部が、前記第 2 槽の前記第 2 室に含有される前記処理液に浸漬されていること、
が充足される、液体処理方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記液体処理装置は、前記第 2 槽の前記第 1 室を減圧する濾過ポンプ、前記第 1 槽に接続された供給流路、および前記供給流路に配置された供給ポンプをさらに具備し、

前記汚染液は、前記供給流路を通過して前記第 1 槽に流れ、かつ

前記液体処理装置の起動時において、前記循環ポンプおよび前記供給ポンプを作動させながら前記濾過ポンプの動作を開始させる、

方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記液体処理装置は、前記第 2 槽の前記第 1 室を減圧する濾過ポンプをさらに具備し、かつ

前記方法は、

前記第 1 槽に含有される前記液体組成物の液位が所定の液位未満であれば、前記濾過ポンプを用いて前記濾液の流量を下げるか、または前記濾過ポンプの動作を停止させる工程

10

20

30

40

50

をさらに具備する、
方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、
前記液体処理装置は、前記第 1 槽に接続された供給流路および前記供給流路に配置された供給ポンプをさらに具備し、
前記汚染液は、前記供給流路を通して前記第 1 槽に流れ、かつ
前記方法は、
前記第 1 槽に含有される前記液体組成物の液位が所定の液位を超えていれば、前記供給流路を通して流れる汚染液の流量を増加させる工程、
をさらに具備する、
方法。

10

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法であって、
前記第 1 槽に含有される液体混合物の液位は、前記光源から発光される光の強度に基づいて測定される、
方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、
前記液体処理装置は、前記第 2 槽の前記第 1 室を減圧する濾過ポンプ、前記第 1 槽に接続された供給流路、および前記供給流路に配置された供給ポンプをさらに具備し、
前記汚染液は、前記第 1 槽に前記供給流路を通して流れ、かつ
前記液体処理装置を停止させるときに、前記循環ポンプおよび前記供給ポンプを作動させながら前記濾過ポンプの動作を停止させる、
方法。

20

【請求項 7】

請求項 6 に記載の方法であって、
前記液体処理装置は、前記連通流路に設けられ、かつ前記処理液の逆流を防止する逆流防止機構をさらに具備する、
方法。

30

【請求項 8】

請求項 1 に記載の方法であって、
前記第 1 槽は、前記第 1 サブタンクおよび第 2 サブタンクを具備し、
前記液体処理装置は、前記第 2 サブタンクに含有される前記光触媒粒子に紫外線を照射するための第 2 光源を具備し、
前記連通流路は、前記第 1 槽の前記第 2 サブタンクの内部空間および前記第 2 槽の前記第 2 室の間を連通しており、
前記オーバーフロー流路は、前記第 1 槽の前記第 1 サブタンクの内部空間および前記第 2 槽の前記第 2 室の間を連通しており、かつ
前記第 1 槽は、前記第 1 サブタンクの前記内部空間および前記第 2 サブタンクの前記内部空間の間を連通している流路を具備している、
方法。

40

【請求項 9】

請求項 1 に記載の方法であって、
前記液体処理装置は、
内部に濾過膜を具備し、かつ前記濾過膜により第 1 室および第 2 室に分割された内部空間を有する第 3 槽、および
前記第 2 槽の前記第 2 室および前記第 3 槽の第 2 室の間を連通している流路
をさらに具備し、かつ
前記排出流路は、さらに、前記第 3 槽の前記第 1 室および前記液体処理装置の外部の間

50

を連通している、
方法。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の方法であって、
前記汚染液は、光触媒反応により化学的に変化可能な汚染物質を含有している水である

方法。

【請求項 11】

液体処理装置であって、

光触媒粒子を含有する液体混合物を貯留するための内部空間を有する第 1 槽、

前記光触媒粒子に紫外光を照射する紫外光を発光する光源、

濾過膜を内部に具備し、かつ前記濾過膜により第 1 室および第 2 室に分割された内部空間を有する第 2 槽、

前記第 1 槽の内部空間および前記第 2 槽の第 2 室の間を連通している連通流路、

循環ポンプ、

前記第 2 槽の第 1 室および前記液体処理装置の外部の間を連通している排出流路、

前記第 1 槽の内部空間および前記第 2 槽の前記第 2 室の間を連通しているオーバーフロー流路、および

制御器

を具備し、

前記制御器は、動作時に、

汚染液を前記第 1 槽に供給して、前記光触媒粒子および前記汚染液を含有する前記液体混合物を調製し、

前記第 1 槽の内部空間に貯留された前記液体混合物に含有される光触媒粒子に前記光源からの光を照射して、前記第 1 槽内で前記液体混合物を処理液にし、

前記循環ポンプを用いて、前記処理液を前記第 1 槽の内部空間から前記連通流路を通して前記第 2 槽の前記第 2 室に吸引し、そして

前記第 2 槽内で前記濾過膜により前記処理液を濾過して、前記第 2 槽の前記第 1 室で得られた濾液を、前記第 2 槽の前記第 1 室から前記排出流路を通して排出する

ための信号を出力し、

ここで、前記吸引および排出において、以下の条件（Ⅰ）～条件（Ⅴ）

条件（Ⅰ） 前記第 1 槽に含有される前記液体組成物の液位が、前記第 2 槽の前記第 2 室に含有される前記処理液の液位以下であること、

条件（Ⅱ） 前記連通流路を通過する前記処理液の流量が、前記排出流路を通過する前記濾液の流量よりも大きいこと、

条件（Ⅲ） 前記第 2 槽の前記第 2 室に含有される処理液の一部が、前記オーバーフロー流路を通過して前記第 1 槽に戻されること、

条件（Ⅴ） 前記濾過膜の少なくとも一部が、前記第 2 槽の前記第 2 室に含有される前記処理液に浸漬されていること、

が充足されるように前記制御器は前記液体処理装置を制御する、

液体処理装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の液体処理装置であって、

前記第 2 槽の前記第 1 室を減圧する濾過ポンプ、

前記第 1 槽に接続された供給流路、および

前記供給流路に配置された供給ポンプ

をさらに具備し、

前記制御器は、

前記汚染液が、前記供給流路を通過して前記第 1 槽に流れ、かつ

前記液体処理装置の起動時において、前記循環ポンプおよび前記供給ポンプを作動さ

せながら前記濾過ポンプの動作を開始させる
ように前記液体制御装置を制御する、
液体制御装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 に記載の液体処理装置であって、
前記第 2 槽の前記第 1 室を減圧する濾過ポンプをさらに具備し、
前記制御器は、前記第 1 槽に含有される前記液体組成物の液位が所定の液位未満であれば、前記濾過ポンプを用いて前記濾液の流量を下げるか、または前記濾過ポンプの動作を停止させる、
液体処理装置。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 1 に記載の液体処理装置であって、
前記第 1 槽に接続された供給流路、および
前記供給流路に配置された供給ポンプ
をさらに具備し、
前記制御器は、前記汚染液が、前記供給流路を通して前記第 1 槽に流れるように前記液体制御装置を制御し、かつ
前記制御器は、前記第 1 槽に含有される前記液体組成物の液位が所定の液位を超えていれば、前記供給流路を通して流れる汚染液の流量を増加させるための信号を出力する、
液体処理装置。

20

【請求項 1 5】

請求項 1 1 に記載の液体処理装置であって、
前記第 1 槽に含有される液体混合物の液位は、前記光源から発光される光の強度に基づいて測定される、
液体処理装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 1 に記載の液体処理装置であって、
前記第 2 槽の前記第 1 室を減圧する濾過ポンプ、
前記第 1 槽に接続された供給流路、および
前記供給流路に配置された供給ポンプ
をさらに具備し、
前記制御器は、
前記汚染液が、前記第 1 槽に前記供給流路を通して流れ、かつ
前記液体処理装置を停止させるときに、前記循環ポンプおよび前記供給ポンプを作動させながら前記濾過ポンプの動作を停止させる
ように前記液体制御装置を制御する、
液体制御装置。

30

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の液体処理装置であって、
前記連通流路に設けられ、かつ前記処理液の逆流を防止する逆流防止機構をさらに具備する、
液体処理装置。

40

【請求項 1 8】

請求項 1 1 に記載の液体処理装置であって、
前記第 1 槽は、前記第 1 サブタンクおよび第 2 サブタンクを具備し、
前記液体処理装置は、前記第 2 サブタンクに含有される前記光触媒粒子に紫外線を照射するための第 2 光源を具備し、
前記連通流路は、前記第 1 槽の前記第 2 サブタンクの内部空間および前記第 2 槽の前記第 2 室の間を連通しており、
前記オーバーフロー流路は、前記第 1 槽の前記第 1 サブタンクの内部空間および前記第

50

2 槽の前記第 2 室の間を連通しており、かつ

前記第 1 槽は、前記第 1 サブタンクの前記内部空間および前記第 2 サブタンクの前記内部空間の間を連通している流路を具備している、
液体処理装置。

【請求項 19】

請求項 11 に記載の液体処理装置であって、

内部に濾過膜を具備し、かつ前記濾過膜により第 1 室および第 2 室に分割された内部空間を有する第 3 槽、および

前記第 2 槽の前記第 2 室および前記第 3 槽の第 2 室の間を連通している流路
を具備し、かつ

前記排出流路は、さらに、前記第 3 槽の前記第 1 室および前記液体処理装置の外部の間を連通している、
液体処理装置。

【請求項 20】

請求項 11 に記載の液体処理装置であって、

前記汚染液は、光触媒反応により化学的に変化可能な汚染物質を含有している水である

、
液体処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、液体処理方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、浄水のための光触媒反応器等の液体処理装置が提案されている。例えば、非特許文献 1 には、膜が水中に浸された光触媒反応器が記載されている。この光触媒反応器では、ナノ構造の TiO_2 /シリカゲル光触媒が懸濁した状態で使用されている。すなわち、この光触媒反応器は、流動床式の反応器である。光触媒反応器は、耐光性のパッフルによって光触媒酸化ゾーンと膜分離ゾーンとに分かれている。光触媒酸化ゾーンと膜分離ゾーンとは、ボトムフロー流路及びオーバーフロー流路によってつながっている。光触媒酸化ゾーンには UV ランプが配置され、膜分離ゾーンにはポリビニリデン製の中空糸膜でできた microfiltration (MF) 膜モジュールが配置されている。吸い上げポンプによって濾液が連続的に取り出される。光触媒反応器の水位が一定に保たれるように水位計が使用されている。

【0003】

特許文献 1 には、膜分離装置の液面管理方法として、被処理水の比重をパラメータとして入力することが可能なレベル計を使用する方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003-19481 号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】 Jianfeng Fu et. al. "A new submerged membrane photocatalysis reactor (SMPR) for fulvic acid removal using anano-structured photocatalyst" Journal of Hazardous Materials B131 (2006)238-242

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

非特許文献 1 及び特許文献 1 によれば、確実に濾過膜の乾燥を防止するための検討を行

10

20

30

40

50

う必要がある。そこで、本開示は、確実に濾過膜の乾燥を防止するための液体処理装置の制御方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示は、液体処理装置を用いる液体処理方法を提供する。本開示による液体処理方法は、

(I a) 以下を具備する液体処理装置を用意する工程、

光触媒粒子を含有する液体混合物を貯留するための内部空間を有する第1槽、

前記光触媒粒子に紫外光を照射する紫外光を発光する光源、

濾過膜を内部に具備し、かつ前記濾過膜により第1室および第2室に分割された内部空間を有する第2槽、

前記第1槽の内部空間および前記第2槽の第2室の間を連通している連通路、

循環ポンプ、

前記第2槽の第1室および前記液体処理装置の外部の間を連通している排出流路、および

前記第1槽の内部空間および前記第2槽の前記第2室の間を連通しているオーバーフロー流路、

(I b) 汚染液を前記第1槽に供給して、前記光触媒粒子および前記汚染液を含有する前記液体混合物を調製する工程、

(I c) 前記第1槽の内部空間に貯留された前記液体混合物に含有される光触媒粒子に前記光源からの光を照射して、前記第1槽内で前記液体混合物を処理液にする工程、

(I d) 前記循環ポンプを用いて、前記処理液を前記第1槽の内部空間から前記連通路を通して前記第2槽の前記第2室に吸引する工程、そして

(I e) 前記第2槽内で前記濾過膜により前記処理液を濾過して、前記第2槽の前記第1室で得られた濾液を、前記第2槽の前記第1室から前記排出流路を通して排出する工程、

を具備し、

ここで、

工程(I d)および(I e)において、以下の条件(I)～条件(IV)

条件(I) 前記第1槽に含有される前記液体組成物の液位が、前記第2槽の前記第2室に含有される前記処理液の液位以下であること、

条件(II) 前記連通路を通過する前記処理液の流量が、前記排出流路を通過する前記濾液の流量よりも大きいこと、

条件(III) 前記第2槽の前記第2室に含有される処理液の一部が、前記オーバーフロー流路を通過して前記第1槽に戻されること、

条件(IV) 前記濾過膜の少なくとも一部が、前記第2槽の前記第2室に含有される前記処理液に浸漬されていること、
が充足される。

【発明の効果】

【0008】

上記の方法によれば、より確実に濾過膜の乾燥を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、本開示の液体処理装置の構成を概念的に示す図である。

【図2A】図2Aは、本開示の液体処理装置の濾過膜及びホルダーの一例を示す断面図である。

【図2B】図2Bは、図2Aに記載の濾過膜の一部を拡大した斜視図である。

【図3】図3は、図2Aに記載の濾過膜及びホルダーと液位Lbとの関係を示す断面図である。

【図4】図4は、図2Aに記載の濾過膜及びホルダーと液位Lbとの関係を示す断面図で

ある。

【図 5 A】図 5 A は、濾過膜及びホルダーの別の一例を示す断面図である。

【図 5 B】図 5 B は、濾過膜及びホルダーのさらに別の一例を示す断面図である。

【図 6 A】図 6 A は、濾過膜及びホルダーのさらに別の一例を示す断面図である。

【図 6 B】図 6 B は、図 6 A における B-B 線に沿った断面図である。

【図 7 A】図 7 A は、濾過膜の露出部分と液位 L b との関係を示す図である。

【図 7 B】図 7 B は、濾過膜の露出部分と液位 L b との関係を示す図である。

【図 7 C】図 7 C は、濾過膜の露出部分と液位 L b との関係を示す図である。

【図 8】図 8 は、液体処理装置が起動運転するときの制御器の動作を示すフローチャートである。

10

【図 9 A】図 9 A は、液体処理装置が通常運転するときの制御器の動作を示すフローチャートである。

【図 9 B】図 9 B は、液体処理装置が通常運転するときの制御器の動作を示すフローチャートである。

【図 9 C】図 9 C は、液体処理装置が通常運転するときの制御器の動作を示すフローチャートである。

【図 10】図 10 は、液位 L a が異常低下したときの制御器の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 11】図 11 は、液位 L a が異常低下したときの制御器の動作の別の一例を示すフローチャートである。

20

【図 12】図 12 は、液体処理装置が停止運転するときの制御器の動作を示すフローチャートである。

【図 13】図 13 は、変形例に係る液体処理装置の構成を概念的に示す図である。

【図 14】図 14 は、別の変形例に係る液体処理装置の構成を概念的に示す図である。

【図 15】図 15 は、さらに別の変形例に係る液体処理装置の構成を概念的に示す図である。

【図 16】図 16 は、さらに別の変形例に係る液体処理装置の構成を概念的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

30

<本発明者らの検討に基づく知見>

水中の不純物処理や化学反応プロセスに用いられる流動床の液体処理装置において、典型的には、光触媒反応及び濾過が行われる。この場合、例えば、光触媒反応により汚染液を処理することによって生成された処理済液と光触媒粒子とを含む液体混合物を濾過する濾過膜における透過流量の低下が処理の効率を低下させる可能性がある。液体処理装置において、膜面積あたりのコスト及び取り扱いの容易さなどの理由から、液体混合物に浸漬させて使用するのに適した有機膜又は無機膜を濾過膜として使用することが考えられる。このような濾過膜は大気に曝されると濾過膜の親媒性が低下する可能性がある。これにより、濾過膜における透過流量が低下するので、このような濾過膜は大気に曝されずに液体混合物に浸っていることが必要である。

40

【0011】

非特許文献 1 に記載の技術では、MF 膜モジュールが配置されている光触媒反応器の水位が一定に保たれるように水位センサが使用されている。また、特許文献 1 に記載の技術では、被処理水の比重をパラメータとして入力することが可能なレベル計を使用されており、レベル計が小型化されている。水位センサを用いて濾過膜が配置されている槽の液体混合物の液位を一定に保つ方法としては、汚染液の供給流量及び液体混合物から分離された濾液の流量を制御量とし、槽の液体混合物の液位を目標値とするフィードバック制御を行う方法が考えられる。しかし、このようなフィードバック制御によれば、実際には、突発的な流量変動又は液位計の測定誤差に起因して槽の液体混合物の液位が大きく変動し、濾過膜が確実に液体混合物に浸された状態を保証できない可能性がある。なお、非特許文

50

献 1 及び特許文献 1 では、光触媒反応と液体混合物の濾過とを別々の槽で行うことは記載も示唆もされていない。

【0012】

このような事情に鑑み、本発明者らは、より確実に濾過膜の乾燥を防止するための方法について日夜検討を重ねた。その結果、本発明者らは、光触媒反応と液体混合物の濾過とを別々の槽で行い、光触媒反応が行われる槽から液体混合物の濾過が行われる槽に液体混合物をポンプによって送ることが濾過膜の乾燥防止の観点から有利であることを新たに見出した。そのうえで、本発明者らは、光触媒反応が行われる槽から液体混合物の濾過が行われる槽への液体混合物の流量が所定の関係を満たすようにそのポンプを制御することによって、より確実に濾過膜の乾燥を防止できることを新たに見出した。本開示の方法は、このような本発明者らが新たに見出した知見に基いて案出されたものである。なお、上記の知見は、本発明者らの検討に基づく知見であり、先行技術として自認するものではない。

10

【0013】

以下、本開示の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明は本発明の一例に関するものであり、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0014】

図 1 に示す通り、液体処理装置 1 a は、第 1 槽 2 と、濾過膜 1 9 と、ホルダー 2 6 と、第 2 槽 3 と、供給流路 2 1 と、連通流路 2 2 と、循環ポンプ 1 2 と、オーバーフロー流路 1 4 と、排出流路 2 3 と、処理済液流量計 1 6 と、濾液流量計 1 7 と、制御器 5 0 とを備えている。第 1 槽 2 は、光触媒反応により汚染液を処理する光触媒粒子を含む。濾過膜 1 9 は、第 1 槽 2 で汚染液を処理することによって生成された処理済液及び光触媒粒子を含む液体混合物を濾過する。ホルダー 2 6 は、濾過膜 1 9 の膜面の一部を外側から覆っている。加えて、ホルダー 2 6 にはその膜面の一部が液密に取り付けられている。第 2 槽 3 は、濾過膜 1 9 及びホルダー 2 6 が配置された内部空間を有する。供給流路 2 1 は、第 1 槽 2 に接続された流路である。連通流路 2 2 は、第 1 槽 2 と第 2 槽 3 とを連通させている流路である。循環ポンプ 1 2 は、連通流路 2 2 に配置されている。循環ポンプ 1 2 の作動により、第 1 槽 2 から第 2 槽 3 に液体混合物が導かれる。オーバーフロー流路 1 4 は、液体混合物をオーバーフローにより第 2 槽 3 から第 1 槽 2 に送る流路である。オーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置が濾過膜 1 9 のホルダー 2 6 から露出している部分 2 5 の上端以上の高さに位置している。排出流路 2 3 は、ホルダー 2 6 に接続されているとともに液体処理装置 1 a の外部に延びている。処理済液流量計 1 6 は、連通流路 2 2 を流れる処理済液の流量を測定する。濾液流量計 1 7 は、排出流路 2 3 における、濾過膜 1 9 によって液体混合物を濾過して得られた濾液の流量を測定する。制御器 5 0 は、循環ポンプ 1 2 を制御する。

20

30

【0015】

例えば、液体処理装置 1 a の制御方法は、以下のステップを含む。

(I b) 汚染液を第 1 槽 2 に供給して、光触媒粒子および汚染液を含有する液体混合物を調製する工程、

(I c) 第 1 槽 2 の内部空間に貯留された液体混合物に含有される光触媒粒子に光源からの光を照射して、第 1 槽 2 内で液体混合物を処理液にする工程、

40

(I d) 循環ポンプ 1 2 を用いて、処理液を第 1 槽 2 の内部空間から連通流路 2 2 を通して第 2 槽 3 の第 2 室 2 に吸引する工程、そして

(I e) 第 2 槽 3 内で濾過膜 1 9 により処理液を濾過して、第 2 槽 3 の第 1 室 3 1 で得られた濾液を、第 2 槽 3 の第 1 室 3 1 から排出流路 2 3 を通して排出する工程。

【0016】

工程 (I d) および (I e) において、以下の条件 (I) ~ 条件 (I V) が充足される。

条件 (I) 第 1 槽 2 に含有される液体組成物の液位が、第 2 槽 3 の第 2 室 3 2 に含有される処理液の液位以下であること。

50

条件 (I I) 連通流路 2 2 を通過する処理液の流量が、排出流路 2 3 を通過する濾液の流量よりも大きいこと。

条件 (I I I) 第 2 槽 3 の第 2 室 3 2 に含有される処理液の一部が、オーバーフロー流路 1 4 を通って第 1 槽 2 に戻されること。

条件 (I V) 濾過膜 1 9 の少なくとも一部が、第 2 槽 3 の第 2 室 3 2 に含有される処理液に浸漬されていること。

【0017】

このように、制御器 5 0 は、通常運転期間において、処理済液流量計 1 6 によって測定される液体混合物の流量が濾液流量計 1 7 によって測定される濾液の流量よりも大きくなるように、循環ポンプ 1 2 を制御する。通常運転とは、連通流路 2 2 を通過させて第 2 槽 3 に液体混合物を導き、かつ、排出流路 2 3 を通過させて第 2 槽 3 の外部に濾液を導くとともにオーバーフロー流路 1 4 を通過させて第 2 槽 3 から第 1 槽 2 に液体混合物を送る運転である。

【0018】

図 7 A に示す通り、供給流路 2 1 における汚染液の流量、連通流路 2 2 における液体混合物の流量、及び排出流路 2 3 における濾液の流量を、それぞれ、 v_1 、 v_2 、及び v_3 と定義する。ここで、 v_1 、 v_2 、及び v_3 は、体積流量を意味する。第 1 槽 2 の液位 L_a 及び第 2 槽 3 の液位 L_b が、図 7 A に示す初期状態であるときに、 $v_2 > v_3$ 又は $v_2 < v_3$ となるように循環ポンプ 1 2 が制御されることを考える。 $v_2 > v_3$ の場合、換言すると、第 2 槽 3 に入ってくる液体混合物の流量が第 2 槽 3 から出ていく濾液の流量よりも $v_2 - v_3$ だけ多い場合、第 2 槽 3 の液位 L_b は次第に上昇し、液体混合物がオーバーフロー流路 1 4 に流入し始める。その後、第 2 槽 3 の液位 L_b が、オーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 を超えると、液体混合物がオーバーフロー流路 1 4 を通過して第 1 槽 2 に戻される。その後、図 7 B に示す通り、 $v_2 - v_3$ に相当する流量 v_4 で液体混合物が第 2 槽 3 から第 1 槽 2 へオーバーフローする。これにより、第 2 槽 3 に入ってくる液体混合物の流量が第 2 槽 3 から出ていく濾液の流量よりも $v_2 - v_3$ だけ多く、かつ、 $v_2 - v_3$ に相当する流量で液体混合物が第 2 槽 3 から第 1 槽 2 へオーバーフローする平衡状態になる。その結果、第 2 槽 3 内の液体混合物の体積が一定となり、オーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 よりも高い位置で液位 L_b が安定する。オーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 は、濾過膜 1 9 のホルダー 2 6 から露出している部分 2 5 の上端以上の高さに位置しているので、濾過膜 1 9 の少なくとも一部は、平衡状態において安定した液位 L_b よりも低い高さに位置する。よって、濾過膜 1 9 の少なくとも一部が必然的に液体混合物に浸される。これにより、通常運転期間中に、濾過膜 1 9 の少なくとも一部が大気に曝されることなく、確実に濾過膜 1 9 の乾燥を防止できる。

【0019】

一方、 $v_2 < v_3$ の場合、換言すると、第 2 槽 3 から出ていく濾液の流量が第 2 槽 3 に入ってくる液体混合物の流量よりも $v_3 - v_2$ だけ多いので、第 2 槽 3 の液位 L_b が下降し、濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 の上端に到達する。さらに、図 7 C に示す通り、濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 の少なくとも一部が液位 L_b より上に現れ濾過膜 1 9 の一部が大気に曝されてしまう。

【0020】

図 1 に示す通り、処理済液流量計 1 6 及び濾液流量計 1 7 は、処理済液流量計 1 6 及び濾液流量計 1 7 によって測定された流量を示す信号が制御器 5 0 に入力されるように、制御器 5 0 に有線又は無線によって接続されている。また、循環ポンプ 1 2 は、制御器 5 0 からの制御信号を取得可能に有線又は無線によって制御器 5 0 に接続されている。制御器 5 0 は、例えば、インターフェース、CPU などの演算装置、並びに ROM 及び RAM 等の記憶装置を備えた、コンピュータである。

【0021】

図 1 に示す通り、液体処理装置 1 a は、例えば、供給ポンプ 1 1 及び濾過ポンプ 1 3 をさらに備えている。供給ポンプ 1 1 は、供給流路 2 1 に配置されている。濾過ポンプ 1 3

は、排出流路 2 3 に配置されている。制御器 5 0 は、供給ポンプ 1 1 及び濾過ポンプ 1 3 をさらに制御し、液体処理装置 1 a を起動するときに、循環ポンプ 1 2 及び供給ポンプ 1 1 の作動中に濾過ポンプ 1 3 を作動させ始める。換言すると、濾過ポンプ 1 3 は循環ポンプ 1 2 及び供給ポンプ 1 1 の停止中には作動し始めない。このため、液体処理装置 1 a を起動するときに、濾過ポンプ 1 3 の作動により第 2 槽 3 の液体混合物の液位 L b が低下して濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 が大気に曝されることを防止できる。

【0022】

供給ポンプ 1 1 及び濾過ポンプ 1 3 は、制御器 5 0 から制御信号を取得可能に有線又は無線によって制御器 5 0 に接続されている。

【0023】

図 1 に示す通り、液体処理装置 1 a は、濾過ポンプ 1 3 に加えて、レベルセンサ 2 0 をさらに備えている。レベルセンサ 2 0 は、第 1 槽 2 における液位を測定するセンサである。制御器 5 0 は、レベルセンサ 2 0 によって測定された第 1 槽 2 における液位 L a が特定の液位 L m よりも低いことを示す信号が入力されたときに、濾過ポンプ 1 3 を制御する。特定の液位 L m は、オーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 よりも低い。これにより、濾液流量計 1 7 によって測定される濾液の流量を低下させる、又は、濾過ポンプ 1 3 を停止させる。この場合、第 1 槽 2 における液位が低下しすぎた場合に濾過ポンプ 1 3 の制御により、第 2 槽 3 の液体混合物の液位 L b の低下を防止できる。その結果、より確実に濾過膜 1 9 の乾燥が防止される。

【0024】

レベルセンサ 2 0 は、レベルセンサ 2 0 によって測定された液位 L a を示す信号が制御器 5 0 に入力されるように、制御器 5 0 に有線又は無線によって接続されている。

【0025】

図 1 に示す通り、液体処理装置 1 a は、供給ポンプ 1 1 及びレベルセンサ 2 0 に加えて、汚染液流量計 1 5 をさらに備えている。汚染液流量計 1 5 は、供給流路 2 1 における汚染液の流量を測定する。制御器 5 0 は、レベルセンサ 2 0 によって測定された液位 L a が特定の液位 L m よりも低いことを示す信号が入力されたときに、供給ポンプ 1 1 を制御することにより汚染液流量計 1 5 によって測定される汚染液の流量を増加させてもよい。この場合、第 1 槽 2 における液位 L a が低下しすぎた場合に供給ポンプ 1 1 の制御により、第 1 槽 2 における液位 L a がゼロになることを防止できる。これにより、第 2 槽 3 の液体混合物の液位の低下を予め防止できる。

【0026】

汚染液流量計 1 5 は、汚染液流量計 1 5 によって測定された流量を示す信号が制御器 5 0 に入力されるように、制御器 5 0 に有線又は無線によって接続されている。

【0027】

制御器 5 0 は、循環ポンプ 1 2、供給ポンプ 1 1、及び濾過ポンプ 1 3 を制御し、液体処理装置 1 a を停止するときに、循環ポンプ 1 2 及び供給ポンプ 1 1 の作動中に濾過ポンプ 1 3 を停止させる。このため、濾過ポンプ 1 3 の作動中に循環ポンプ 1 2 及び供給ポンプ 1 1 を停止させないので、濾過ポンプ 1 3 の作動により第 2 槽 3 の液体混合物の液位 L b が低下して濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 が大気に曝されることを防止できる。

【0028】

図 1 に示す通り、第 1 槽 2 は、例えば、汚染液導入口 3 6、第一排出口 3 7、及び第一導入口 4 1 を有する。第 2 槽 3 は、例えば、第二導入口 3 8 及び第二排出口 4 0 を有する。汚染液導入口 3 6 に供給流路 2 1 が接続されている。第一排出口 3 7 と第二導入口 3 8 とは連通流路 2 2 によって接続されている。第二排出口 4 0 と第一導入口 4 1 とはオーバーフロー流路 1 4 によって接続されている。

【0029】

図 1 に示す通り、液体処理装置 1 a は、光源 1 8 を備えている。光源 1 8 及びレベルセンサ 2 0 は、第 1 槽 2 に取り付けられている。光源 1 8 は、例えば、第 1 槽 2 の内部に配置されている。光源 1 8 は、第 1 槽 2 の外部に配置されていてもよい。この場合、第 1 槽

10

20

30

40

50

2 は、光源 18 からの光を透過可能な材料でできており、光源 18 からの光は第 1 槽 2 の壁を第 1 槽 2 の内部空間に向かって透過するように出射される。

【0030】

第 1 槽 2 には、光触媒粒子を分散質として含む液体混合物が貯留されている。光触媒粒子は、例えば、酸化チタン、酸化タングステン、酸化亜鉛、硫化カドミウム、酸化鉄、又は $\text{Ac}^+ - \text{Me}^-$ 等の材料でできている。光触媒粒子は、これらの材料でできた粒子をゼオライト等の担体粒子にくっつけた複合粒子であってもよい。光触媒粒子の粒子径は液体混合物を形成できる限り特に制限されないが、例えば、光散乱法によって測定される光触媒粒子の平均粒子径は、望ましくは、 $0.1 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 程度である。

【0031】

供給ポンプ 11 が作動することにより、供給流路 21 を通って汚染液導入口 36 から第 1 槽 2 に汚染液が導入される。供給ポンプ 11 は、特に制限されないが、例えばチューブポンプである。供給流路 21 における汚染液の流量は汚染液流量計 15 によって測定される。

【0032】

汚染液は、例えば、光触媒反応により化学的に変化可能な汚染物質を含む水である。

【0033】

汚染物質は、例えば、医薬品、農薬、又は有害金属である。光触媒粒子に光源 18 からの光が照射されると、光触媒反応により、汚染液に含まれる汚染物質が化学的に変化する。例えば、医薬品又は農薬に含まれる有機化合物は分解され、有害金属は酸化還元により除去されやすい状態に変化する。汚染液が有害金属を含む場合、光触媒反応により処理された有害金属に由来する溶質は、後の工程で吸着又は沈殿等の方法によって除去される。

【0034】

汚染液は、光触媒反応により所望の反応生成物を得るための原料を含む液であってもよい。この場合、溶媒は、例えば水又は液体有機化合物である。光触媒粒子に光源 18 からの光が照射されると、光触媒粒子は、光源 18 から吸収した光によって電子正孔対を形成する。形成された電子正孔対が直接的又は間接的に汚染液に含まれる原料を酸化還元することにより、第 1 槽 2 の液体混合物中で所望の反応生成物が生成される。

【0035】

このように、第 1 槽 2 において光触媒反応により汚染液を処理することにより処理済液が生成される。処理済液及び光触媒微粒子を含む液体混合物は、第一排出口 37 を通って連通流路 22 に導かれる。

【0036】

光源 18 は、光触媒反応に適した波長範囲の光を出射する。例えば、光触媒微粒子が光触媒として酸化チタンを含む場合、光源 18 から出射される光の波長範囲は、例えば 200 nm 以上 400 nm 以下である。光源 18 は、単色光及び連続光のいずれを出射してもよい。例えば、汚染液が光触媒反応により化学的に変化可能な汚染物質を含む水である場合、励起電子及び正孔によって引き起こされる酸化還元反応によって、汚染液に含まれる汚染物質が除去され易い状態に変化する。また、正孔が水分子と反応して発生する OH ラジカルが強い酸化力を持っていることが知られており、この OH ラジカルによって汚染物質を無害化できる。光源 18 は、例えば、低圧水銀ランプ、中圧水銀ランプ、高圧水銀ランプ、エキシマランプ、キセノンランプ、太陽光、ブラックライト、LED、白熱灯、及び蛍光灯等である。図 1 示す通り、光源 18 は、例えば、第 1 槽 2 の軸線に沿って延びている円柱面状の発光面を有する。

【0037】

第一排出口 37 を通って連通流路 22 に導かれた液体混合物は、循環ポンプ 12 の作動により、第二導入口 38 を通って第 2 槽 3 に導かれる。循環ポンプ 12 は、特に制限されないが、例えばチューブポンプである。連通流路 22 における液体混合物の流量は、処理済液流量計 16 によって測定される。液体処理装置 1a は、例えば、連通流路 22 に逆流防止機構を備えている。逆流防止機構は、液体混合物の逆流、すなわち、第 1 槽 2 に向か

10

20

30

40

50

って液体混合物が流れることを防止する。この場合、循環ポンプ 12 を停止して、第 2 槽 3 に貯留された液体混合物が連通流路 22 を逆流して第 2 槽 3 の液体混合物の液位 Lb が低下することを防止できる。これにより、濾過膜 19 の露出部分 25 が大気に曝されることを防止でき、より確実に濾過膜 19 の乾燥が防止される。

【0038】

逆流防止機構は、例えば、逆止弁又は開閉弁等のバルブである。逆流防止機構は、循環ポンプ 12 として、チューブポンプ等の流体の逆流を許容しないポンプを用いる場合、循環ポンプ 12 自体であってもよい。

【0039】

図 1 に示す通り、第 2 槽 3 の内部空間は、第一室 31 と第二室 32 とを有する。第一室 31 は、濾過膜 19 の透過側の膜面及びホルダー 26 の内周面に面している。第一室 31 には、濾液取り出し口 39 が位置している。濾液取り出し口 39 は、排出流路 23 がホルダー 26 に接続されて定められている。第二室 32 は、濾過膜 19 の供給側の膜面及びホルダー 26 の外周面に面している。第二導入口 38 及び第二排出口 40 は、第二室 32 に位置する。連通流路 22 を通って第 2 槽 3 に送られた液体混合物は、第二室 32 に貯留される。

【0040】

濾過ポンプ 13 の作動により第一室 31 が減圧される。濾過ポンプ 13 は、特に制限されないが、例えばチューブポンプである。これにより、第二室 32 に貯留されている液体混合物が濾過膜 19 によって濾過され、第一室 31 には光触媒粒子を含まない濾液が貯留される。一方、液体混合物中の光触媒粒子は、濾過膜 19 の供給側の膜面に留められる。これにより、液体混合物を濾液と光触媒粒子とに分離できる。つまり、第二室 32 に貯留された液体混合物が濾過膜 19 の露出部分 25 で濾過されることにより、光触媒粒子は濾過膜 19 の露出部分 25 に留まり、第一室 31 には濾過膜 19 を通過した光触媒粒子を含まない濾液が貯留される。第一室 31 に貯留された濾液は、濾過ポンプ 13 によって第一室 31 が減圧されることにより、濾液取り出し口 39 から排出流路 23 を通って、液体処理装置 1a の外部に排出される。排出流路 23 における濾液の流量は濾液流量計 17 によって測定される。第 2 槽 3 の第二室 32 には、濾過膜 19 の露出部分 25 で光触媒粒子が留められるので、光触媒粒子の濃度が高められた液体混合物（濃縮液）が貯留される。そのため、第 2 槽 3 では、第二排出口 40 からオーバーフロー流路 14 に高濃度の液体混合物が導かれ、高濃度の液体混合物が第 1 槽 2 に送られる。

【0041】

このように、第 2 槽 3 において濾過膜 19 を用いた濾過を行うことにより、処理済液及び光触媒粒子を含む液体混合物から光触媒粒子を含まない濾液を取り出すことができる。具体的には、第 2 槽 3 の第二室 32 に貯留された液体混合物に濾過膜 19 を浸した状態で濾過ポンプ 13 によって濾過膜 19 の内側空間（第一室 31）を減圧することにより、第一室 31 において光触媒粒子を含まない濾液を得ることができる。なぜなら、液体混合物に含まれる光触媒粒子の粒径は濾過膜 19 の孔の直径よりも大きく、光触媒粒子が濾過膜 19 を透過できないからである。

【0042】

濾過膜 19 は、例えば、ポリフッ化ビニリデン、ポリエチレン、ポリスルホン、ポリアクリロニトリル、ポリテトラフルオロエチレン、酢酸セルロース、ポリプロピレン、ニトロセルロース、ポリアミド、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ケイ素、及びステンレス等でできた中空糸膜又は平膜である。

【0043】

図 1 に示す通り、オーバーフロー流路 14 は、例えば、上に凸な形状を有している。この場合、オーバーフロー流路 14 において光触媒粒子がオーバーフロー流路 14 の底面に沈殿することを防止できる。オーバーフロー流路 14 は、水平方向又は第二排出口 40 から第一導入口 41 に向かって下る斜め方向に直線状に延びる流路であってもよい。

【0044】

レベルセンサ 20 は、第 1 槽 2 における液位を測定する。レベルセンサ 20 は、例えば、フロート式のレベルセンサ、光式のレベルセンサ、電極式のレベルセンサ、比重式のレベルセンサ、又は超音波式のレベルセンサである。レベルセンサ 20 は、第 1 槽 2 における液位を連続的に測定可能であってもよいし、特定の液位の上方及び下方のいずれにあるかを測定するセンサであってもよい。また、場合によっては、レベルセンサ 20 による液位の測定に代えて、第 1 槽 2 における液位を目視にて確認してもよい。

【0045】

制御器 50 は、例えば、半導体デバイス、半導体集積回路（IC）、又は大規模集積回路（LSI）を含む 1 以上の電子回路によって構成されている。制御器 50 は、インターフェースの入力端子から入力された電気信号に基づいて予め定められた演算則に従って所定の電気信号を生成し、その電気信号をインターフェースの出力端子から出力する。汚染液流量計 15、処理済液流量計 16、濾液流量計 17、及びレベルセンサ 20 は、例えば、制御器 50 のインターフェースの入力端子に接続されており、測定された流量又は液位を示す電気信号を制御器 50 に向かって出力する。また、供給ポンプ 11、循環ポンプ 12、濾過ポンプ 13、及び光源 18 は、例えば制御器 50 のインターフェースの出力端子に接続されており、制御器 50 から出力された流量又は光量を指定する電気信号を取得する。

【0046】

図 2 A 及び図 2 B に示す通り、濾過膜 19 は、例えば中空糸膜である。ホルダー 26 は、例えば箱状の部材であり、ホルダー 26 の外部空間からホルダー 26 の内部空間に延びる複数の貫通孔を有する。ホルダー 26 の内部には集液空間 27 が定められている。集液空間 27 及び濾過膜 19 である中空糸膜の中空空間は第一室 31 を形成している。濾液取り出し口 39 は、集液空間 27 に位置しており、濾液取り出し口 39 から上方に排出流路 23 が延びている。複数本の濾過膜 19 である中空糸膜のそれぞれの両端が上方を向くように濾過膜 19 が配置されている。複数本の濾過膜 19 である中空糸膜のそれぞれの両端部がホルダー 26 の貫通孔に差し込まれたうえで貫通孔におけるホルダー 26 と濾過膜 19 との隙間が封止されている。また、濾過膜 19 である各中空糸膜は、懸垂線状に垂れ下がっている。濾過膜 19 である各中空糸膜のホルダー 26 の貫通孔に差し込まれていない部分の外周面によって、濾過膜 19 の露出部分 25 が形成されている。

【0047】

第二室 32 に貯留された液体混合物の濾過は、濾過膜 19 の露出部分 25 において行われる。図 3 に示す通り、第 2 槽 3 の液体混合物の液位 Lb が濾過膜 19 の露出部分 25 の上端以上の高さに位置していれば、濾過膜 19 の露出部分 25 の全体が液体混合物に浸されて濾過膜 19 の露出部分 25 の乾燥を防止できる。これにより、濾過膜 19 の濾過性能の低下を防止できる。一方、図 4 に示す通り、第 2 槽 3 の液体混合物の液位 Lb が濾過膜 19 の露出部分 25 の上端よりも低い高さに位置していると、濾過膜 19 の露出部分 25 の少なくとも一部が大気に曝され乾燥し、濾過膜 19 の濾過性能が低下する。

【0048】

図 5 A に示す通り、濾過膜 19 は、濾過膜 19 である中空糸膜の両端が互いに反対方向を向くように配置されていてもよい。この場合、一对のホルダー 26 の複数の貫通孔が形成されている面が向かい合うように一对のホルダー 26 が配置される。濾過膜 19 である中空糸膜の両端部の一方が、一对のホルダー 26 の一方の貫通孔に差し込まれ、濾過膜 19 である中空糸膜の両端部の他方が、一对のホルダー 26 の他方の貫通孔に差し込まれる。貫通孔におけるホルダー 26 と濾過膜 19 の外周面との隙間は封止されている。

【0049】

図 5 B に示す通り、複数本の濾過膜 19 である中空糸膜のそれぞれの両端が下方を向くように濾過膜 19 が配置されてもよい。この場合、複数本の濾過膜 19 である中空糸膜のそれぞれは、例えば、吊り下げ糸 60 によって吊られている。

【0050】

図 6 A 及び図 6 B に示す通り、濾過膜 19 は平膜であってもよい。この場合、例えば、

一对の濾過膜 19 のそれぞれの透過側の膜面が所定の間隔で向かい合うように一对の濾過膜 19 が配置されている。濾過膜 19 は、例えば方形状である。また、ホルダー 26 は、方形状の枠として形成されており、ホルダー 26 は内側に向かって開口する溝を有している。例えば、一对の濾過膜 19 の供給側の膜面の周縁部とホルダー 26 の溝の内周面とが封止されるように一对の濾過膜 19 がホルダー 26 に固定されている。ホルダー 26 の溝の少なくとも一部は、集液空間 27 を形成しており、集液空間 27 は、一对の濾過膜 19 の透過側の膜面同士の隙間及び排出流路 23 に連通している。濾過膜 19 のうちホルダー 26 の溝から露出した部分が濾過膜 19 の露出部分 25 に相当する。また、一对の濾過膜 19 の透過側の膜面同士の隙間には濾過膜 19 の変形を低減する目的でメッシュ状又は短冊状のスペーサが配置されていてもよい。

10

【0051】

次に、液体処理装置 1 a の動作の一例を説明する。まず、起動運転における液体処理装置 1 a の動作について説明する。なお、液体処理装置 1 a は、典型的には、第 2 槽 3 の液体混合物の液位 L b がオーバーフロー流路 14 の底面の最も高い位置 30 と同じ高さになるように停止される。このため、多くの場合、液体処理装置 1 a の起動時には、第 2 槽 3 の液体混合物の液位 L b がオーバーフロー流路 14 の底面の最も高い位置 30 と同じ高さである。このような状態で、液体処理装置 1 a を起動する場合に以下の動作が行われる。

【0052】

図 8 に示す通り、ステップ S 101 において、制御器 50 は光源 18 に向かって運転開始の信号を出力する。これにより、光源 18 が発光し始める。次に、ステップ S 102 において、制御器 50 は、処理済液流量計 16 から連通流路 22 における液体混合物の流量 v_2 を取得する。なお、初めてステップ S 102 が実行される場合、 $v_2 = 0$ である。次に、ステップ S 103 において、制御器 50 は、 v_2 が目標値以上であるか否か判断する。なお、初めてステップ S 103 が実行される場合、 $v_2 = 0$ であり、 v_2 の目標値は 0 より大きいので、ステップ S 103 おける判断結果は否定的である。ステップ S 103 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 104 に進み、制御器 50 は、流量 v_2 を増加させるための制御信号を循環ポンプ 12 に出力する。なお、初めてステップ S 104 が実行されるときに、循環ポンプ 12 が起動される。その後、ステップ S 105 に進んで所定時間待機し、ステップ S 102 に戻る。これにより、循環ポンプ 12 が正常に起動され、第 1 槽 2 から第 2 槽 3 へ液体混合物が送られ始める。同時に、第 2 槽 3 の液体混合物の液位 L b は、オーバーフロー流路 14 の底面の最も高い位置 30 から上昇し始め、オーバーフローによって第 2 槽 3 から第 1 槽 2 へ液体混合物が送られ始める。循環ポンプ 12 の作動により、第 1 槽 2 及び第 2 槽 3 の液体混合物が流動し、光触媒粒子が分散するので、液体処理装置 1 a の運転停止中に沈殿していた光触媒粒子が光触媒反応に適した懸濁状態となる。つまり、光源 18 の起動とも相まって、これ以後に汚染液が第 1 槽 2 に供給される場合の光触媒反応の準備が整っている。

20

30

【0053】

ステップ S 103 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S 106 に進み、制御器 50 は、汚染液流量計 15 から供給流路 21 における汚染液の流量 v_1 を取得する。最初にステップ S 106 が実行される場合、 $v_1 = 0$ である。次に、ステップ S 107 において、制御器 50 は、 v_1 が目標値以上であるか否か判断する。最初にステップ S 107 が実行される場合、 $v_1 = 0$ であり、 v_1 の目標値は 0 より大きいので、ステップ S 107 における判断結果は否定的である。ステップ S 107 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 108 に進み、制御器 50 は、流量 v_1 を増加させるための制御信号を供給ポンプ 11 に出力する。なお、初めてステップ S 108 が実行されるときに、供給ポンプ 11 が起動される。その後、ステップ S 109 に進んで所定時間待機し、ステップ S 106 に戻る。これにより、供給ポンプ 11 が正常に起動され、汚染液の第 1 槽 2 への供給が開始されるとともに光触媒反応が開始される。これにより、液体処理装置 1 a における液体混合物の総量は増加し続けるので、元来所定量の液体混合物が貯留されていた第 1 槽 2 から第 2 槽 3 への液体混合物の供給が滞ることはなく、オーバーフローは継続され

40

50

る。

【0054】

ステップS107における判断結果が肯定的である場合、ステップS110に進み、制御器50は、濾液流量計17から排出流路23における濾液の流量 v_3 を取得する。なお、初めてステップS110が実行される場合、 $v_3 = 0$ である。次に、ステップS111において、制御器50は、 v_3 が目標値以上であるか否かを判断する。なお、初めてステップS111が実行される場合、 $v_3 = 0$ であり、 v_3 の目標値は0より大きいので、ステップS111における判断結果は否定的である。ステップS111における判断結果が否定的である場合、ステップS112に進み、制御器50は、流量 v_3 を増加させるための制御信号を濾過ポンプ13に出力する。なお、初めてステップS112が実行される場合に、濾過ポンプ13が起動される。その後、ステップS113に進んで所定時間待機し、ステップS110に戻る。ステップS111における判断結果が肯定的である場合、通常運転に移行する。これにより、液位 L_b は、オーバーフロー流路14の底面の最も高い位置30と同じ又はより高い高さに保たれる。このため、濾過膜19の露出部分25の上端をオーバーフロー流路14の底面の最も高い位置30以下の高さに配置することにより、濾過膜19の露出部分25は液体混合物に浸されたまま液体処理装置1aの起動運転が完了する。

10

【0055】

図9Aに示す通り、通常運転において、制御器50は、ステップS200において、停止運転への移行指示があるか否かを判断する。ステップS200における判断結果が肯定的である場合、ステップS201に進み停止運転に移行する。ステップS200における判断結果が否定的である場合、制御器50は、ステップS202において、処理済液流量計16から v_2 を取得し、ステップS203において v_2 が目標値以内であるか否かを判断する。なお、 v_2 の目標値は、例えば、上限値及び下限値を有する所定の範囲の値の集合として定められている。ステップS203における判断結果が肯定的である場合、ステップS204に進み所定時間待機してステップS200に戻る。ステップS203における判断結果が否定的である場合、ステップS205に進み、制御器50は、 v_2 が目標値を超えているか否かを判断する。ステップS205の判断結果が否定的な場合、ステップS206に進み、制御器50は、流量 v_2 を増加させるための制御信号を循環ポンプ12に出力する。その後、ステップS208に進んで所定時間待機した後、ステップS200に戻る。ステップS205の判断結果が肯定的な場合、ステップS207に進み、流量 v_2 を低下させるための制御信号を循環ポンプ12に出力する。その後、ステップS208に進んで所定時間待機した後、ステップS200に戻る。

20

30

【0056】

図9Bに示す通り、通常運転において、制御器50は、ステップS300において、停止運転への移行指示があるか否かを判断する。ステップS300における判断結果が肯定的である場合、ステップS301に進み停止運転に移行する。ステップS300における判断結果が否定的である場合、制御器50は、ステップS302において、汚染液流量計15から v_1 を取得し、ステップS303において v_1 が目標値以内であるか否かを判断する。なお、 v_1 の目標値は、例えば、上限値及び下限値を有する所定の範囲の値の集合として定められている。ステップS303における判断結果が肯定的である場合、ステップS304に進み所定時間待機してステップS300に戻る。ステップS303における判断結果が否定的である場合、ステップS305に進み、制御器50は、 v_1 が目標値を超えているか否かを判断する。ステップS305の判断結果が否定的な場合、ステップS306に進み、制御器50は、流量 v_1 を増加させるための制御信号を供給ポンプ11に出力する。その後、ステップS308に進んで所定時間待機した後、ステップS300に戻る。ステップS305の判断結果が肯定的な場合、ステップS307に進み、流量 v_1 を低下させるための制御信号を供給ポンプ11に出力する。その後、ステップS308に進んで所定時間待機した後、ステップS300に戻る。

40

【0057】

50

図 9 C に示す通り、通常運転において、制御器 50 は、ステップ S 400 において、停止運転への移行指示があるか否か判断する。ステップ S 400 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S 401 に進み停止運転に移行する。ステップ S 400 における判断結果が否定的である場合、制御器 50 は、ステップ S 402 において、濾液流量計 17 から v_3 を取得し、ステップ S 403 において v_3 が目標値以内であるか否かを判断する。なお、 v_3 の目標値は、例えば、上限値及び下限値を有する所定の範囲の値の集合として定められている。ステップ S 403 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S 404 に進み所定時間待機してステップ S 400 に戻る。ステップ S 403 における判断結果が否定的である場合、ステップ S 405 に進み、制御器 50 は、 v_3 が目標値を超えているか否か判断する。ステップ S 405 の判断結果が否定的な場合、ステップ S 406 に進み、制御器 50 は、流量 v_3 を増加させるための制御信号を濾過ポンプ 13 に出力する。その後、ステップ S 408 に進んで所定時間待機した後、ステップ S 400 に戻る。ステップ S 405 の判断結果が肯定的な場合、ステップ S 407 に進み、流量 v_3 を低下させるための制御信号を濾過ポンプ 13 に出力する。その後、ステップ S 408 に進んで所定時間待機した後、ステップ S 400 に戻る。

【0058】

通常運転における v_1 、 v_2 、及び v_3 の目標値は、例えば、 $v_2 > v_3 = v_1$ の関係を満たすように定められている。なお、 $v_3 = v_1$ とは、 v_3 の目標値の上限値と v_1 の目標値の上限値とが一致しており、かつ、 v_3 の目標値の下限値と v_1 の目標値の下限値とが一致していることを意味する。これにより、通常運転において供給ポンプ 11、循環ポンプ 12、及び濾過ポンプ 13 のそれぞれの流量は目標値に近い値に保たれ、 $v_2 > v_3$ の関係が保たれる。このため、オーバーフローが継続し、液位 L_b は、オーバーフロー流路 14 の底面の最も高い位置 30 より高い高さに保たれる。その結果、濾過膜 19 の露出部分 25 の上端がオーバーフロー流路 14 の底面の最も高い位置 30 以下の高さに位置するので、濾過膜 19 の露出部分 25 が液体混合物に浸った状態が保たれる。

【0059】

次に、通常運転中に、第 1 槽 2 における液位 L_a が異常低下した場合の液体処理装置 1 a の動作の一例を説明する。液位 L_b はオーバーフローによって保たれるので、 $v_2 > v_3$ の関係を処理済液流量計 16 及び濾液流量計 17 の測定誤差に対して十分に大きく定めれば、液位 L_b は安定する。一方、液位 L_a については、 $v_1 = v_3$ である場合、原理的には液体処理装置 1 a の内部の総液量が一定となり、安定である。しかし、実際の使用条件下においては v_1 と v_3 とを厳密に誤差なく一致させることは難しく、一時的に又は継続的に $v_1 < v_3$ の関係が保たれた場合、液位 L_a は低下する。この液位 L_a の低下が第 1 槽 2 の底に達すると、第 2 槽 3 への液体混合物の供給が途絶え、液位 L_b が低下し、いずれ濾過膜 19 の露出部分 25 が大気に曝される可能性がある。このため、以下の一連の処理が行われることが望ましい。なお、この一連の処理は、例えば、通常運転における処理に対する割り込み処理として扱われる。

【0060】

まず、図 10 に示す通り、ステップ S 500 において、制御器 50 は、レベルセンサ 20 から第 1 槽 2 における液位 L_a が下限値 L_m 未満であることを示す信号を取得する。次に、ステップ S 501 において、制御器 50 は、 v_3 を低下させるための制御信号を濾過ポンプ 13 に出力する。次に、ステップ S 502 に進んで所定時間待機する。この場合、供給ポンプ 11 及び循環ポンプ 12 は通常運転における目標値の近くに保たれており、 v_1 及び v_2 はほぼ一定である。オーバーフローが起こる条件である $v_2 > v_3$ の大小関係に変化はないので、オーバーフローは保たれる。図 7 B に示す通り、 $v_2 = v_3 + v_4$ が成り立つので、 v_3 が減少すると v_4 は増加する。ここで第 1 槽 2 における液体の流入量及び流出量に注目すると、流出量である v_2 は一定であり、流入量である $v_1 + v_4$ は、 v_1 が一定であるので、 v_4 が増加する分、第 1 槽 2 において液体が流入超過となる。その結果、液位 L_a が上昇する。次に、ステップ S 503 に進んで、制御器 50 は、レベルセンサ 20 から液位 L_a が標準値 L_s 以上であることを示す信号を取得しているか否か判

断する。標準値 L_s は、下限値 L_m よりも高く、かつ、オーバーフロー流路 14 の底面の最も高い位置 30 よりも低い値である。ステップ S503 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S504 に進み、通常運転に移行する。ステップ S503 における判断結果が否定的である場合、ステップ S501 に戻る。この一連の処理により、液位 L_a が何らかの原因で異常に低下した場合でも、濾過ポンプ 13 の制御により、オーバーフローが保たれた状態で液位 L_a を適切な状態に戻すことができる。その結果、濾過膜 19 の露出部分 25 が大気に曝されることなく、通常運転に戻る。

【0061】

次に、通常運転中に、第 1 槽 2 における液位 L_a が異常低下した場合の液体処理装置 1a の動作の別の一例を説明する。なお、この一連の処理は、例えば、通常運転における処理に対する割り込み処理として扱われる。まず、図 11 に示す通り、ステップ S600 において、制御器 50 は、レベルセンサ 20 から第 1 槽 2 における液位 L_a が下限値 L_m 以下であることを示す信号を取得する。次に、ステップ S601 において、制御器 50 は、 v_1 を増加させるための制御信号を供給ポンプ 11 に出力する。次に、ステップ S602 に進んで所定時間待機する。この場合、循環ポンプ 12 及び濾過ポンプ 13 は通常運転時の目標値の近くに保たれるので、 v_2 及び v_3 はほぼ一定であり、オーバーフローが起こる条件である $v_2 > v_3$ の大小関係に変化はない。このため、オーバーフローは維持される。 $v_2 = v_3 + v_4$ の関係が成り立つので、 v_2 及び v_3 が一定であれば、 v_4 も一定である。第 1 槽 2 における液体の流入量及び流出量に注目すると、流出量である v_2 は一定であり、流入量である $v_1 + v_4$ は、 v_4 が一定であるので、 v_1 が増加する分だけ第 1 槽 2 は液体の流入超過となる。その結果、液位 L_a を上昇させることができる。次に、ステップ S603 に進んで、制御器 50 は、レベルセンサ 20 から液位 L_a が標準値 L_s 以上であることを示す信号を取得しているか否か判断する。なお、標準値 L_s は、下限値 L_m よりも高く、かつ、オーバーフロー流路 14 の底面の最も高い位置 30 よりも低い値である。ステップ S603 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S604 に進み、通常運転に移行する。ステップ S603 における判断結果が否定的である場合、ステップ S601 に戻る。この一連の処理により、液位 L_a が何らかの原因で異常に低下した場合でも、供給ポンプ 11 の制御により、オーバーフローが保たれた状態で液位 L_a を適切な状態に戻すことができる。その結果、濾過膜 19 の露出部分 25 が大気に曝されることなく、通常運転に戻る。

【0062】

次に、液体処理装置 1a の停止運転の一例について説明する。図 12 に示す通り、ステップ S700 において、制御器 50 は、濾過ポンプ 13 を停止するための制御信号を濾過ポンプ 13 に出力する。これにより、 v_3 は次第に減少するので、 $v_2 > v_3$ の大小関係は保たれ、オーバーフローが継続する。次に、ステップ S701 において、制御器 50 は、濾液流量計 17 から v_3 を取得する。次に、ステップ S702 において、制御器 50 は、 v_3 がゼロであるか否か判断する。ステップ S702 における判断結果が否定的である場合、所定時間待機してステップ S701 に戻る。ステップ S702 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S703 に進み、供給ポンプ 11 を停止させるための制御信号を供給ポンプ 11 に出力する。次に、ステップ S704 において、制御器 50 は、汚染液流量計 15 から v_1 を取得する。次に、ステップ S705 において、制御器 50 は、 v_1 がゼロであるか否か判断する。ステップ S705 における判断結果が否定的である場合、所定時間待機してステップ S704 に戻る。ステップ S705 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S706 に進む。この場合、 $v_2 > v_3$ の大小関係は保たれており、オーバーフローは継続するので第 2 槽 3 における液量は一定であり、 v_1 がゼロになるまで第 1 槽 2 における液量は、 v_1 分だけ流入超過となる。このため、液位 L_a は通常状態よりも特定の量だけ上昇する。ステップ S706 において、循環ポンプ 12 を停止させるための制御信号を循環ポンプ 12 に出力する。次に、ステップ S707 において、制御器 50 は、処理済液流量計 16 から v_2 を取得する。次に、ステップ S708 において、制御器 50 は、 v_2 がゼロであるか否か判断する。ステップ S708 における判断結果

が否定的である場合、所定時間待機してステップ S 7 0 7 に戻る。ステップ S 7 0 8 における判断結果が肯定的である場合、ステップ S 7 0 9 に進む。循環ポンプ 1 2 の停止とともにオーバーフローも終了する。連通流路 2 2 または循環ポンプ 1 2 のいずれかの箇所に、第 2 槽 3 から第 1 槽 2 へ向かって液体混合物が逆流しないよう、逆流防止機構を備えていることにより、液位 L b は、オーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 と同じ高さに保たれる。液体処理装置 1 a の休止中も、液位 L b は、オーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 と同じ高さに保たれる。

【0063】

ステップ S 7 0 9 において、制御器 5 0 は、光源 1 8 に運転停止するための制御信号を出力する。光源 1 8 の発光が停止し、液体処理装置 1 a が休止中の状態になる。この一連の処理により、液体処理装置 1 a の休止直前までオーバーフローが継続され、液体処理装置 1 a の休止中も液位 L b はオーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 と同じ高さに保たれるので、濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 が大気に曝されることを防ぐことができる。

10

【0064】

(変形例) 液体処理装置 1 a は、様々な観点から変更可能である。例えば、液体処理装置 1 a は、図 1 3 ~ 図 1 6 に示す、液体処理装置 1 b ~ 1 e のように変更されてもよい。なお、液体処理装置 1 b ~ 1 e は、特に説明する場合を除き液体処理装置 1 a と同様に構成されている。液体処理装置 1 a の構成要素と同一又は対応する液体処理装置 1 b ~ 1 e の構成要素には同一の符号を付し詳細な説明を省略する。液体処理装置 1 a に関する説明は、技術的に矛盾しない限り、液体処理装置 1 b ~ 1 e にもあてはまる。

20

【0065】

図 1 3 に示す通り、液体処理装置 1 b における第 1 槽 2 は、直列に接続された複数の槽を含む多段式の反応槽である。オーバーフロー流路 1 4 は、複数の槽において汚染液が最初に供給される槽に接続されている。この場合、多段式の反応槽により光触媒反応の反応効率を高めることができる。加えて、オーバーフロー流路 1 4 を通って第 1 槽 2 に戻された光触媒粒子は、汚染液が最初に供給される槽から直列に接続された複数の槽を順次通過するので、特定の槽において光触媒粒子が不足することを防止できる。

【0066】

図 1 3 に示す通り、第 1 槽 2 は、例えば、直列に接続された第 1 サブタンク 2 a、第 2 サブタンク 2 b、及び第 3 サブタンク 2 c を含む。第 1 サブタンク 2 a に、汚染液が最初に供給され、液体混合物は、第 1 サブタンク 2 a、第 2 サブタンク 2 b、及び第 3 サブタンク 2 c の順番で貯留されつつ輸送される。第一排出口 3 7 は第 3 サブタンク 2 c に形成されており、液体混合物は第 3 サブタンク 2 c から連通流路 2 2 を通過して、第 2 槽 3 に導かれる。第 2 槽 3 における濾過により生じた高濃度の液体混合物はオーバーフロー流路 1 4 を通って、オーバーフローにより第 1 サブタンク 2 a に送られて汚染液と混ざる。第 1 サブタンク 2 a、第 2 サブタンク 2 b、及び第 3 サブタンク 2 c は、それぞれ、完全混合槽とみなすことができ、複数の完全混合槽が直列に接続されているので、光触媒反応の反応効率が向上する。濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 a が液体混合物に浸された状態を保つためには、濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 a の上端がオーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 以下の高さになるように配置され、かつ、液体処理装置 1 b の運転中にオーバーフローを保つことが有効である。オーバーフローが保たれる条件は、液体処理装置 1 a と同様に $v_2 > v_3$ である。第 1 槽 2 が、3 段以外の段数の多段式の反応槽である場合でも、複数の槽のうち汚染液が供給される槽へオーバーフロー流路 1 4 を接続し、かつ、濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 の上端がオーバーフロー流路 1 4 の底面の最も高い位置 3 0 以下の高さに配置される。これにより、起動運転、通常運転、停止運転、及び休止中のそれぞれにおいて、濾過膜 1 9 の露出部分 2 5 a を液体混合物に浸すことができる。

30

40

【0067】

図 1 4 に示す通り、液体処理装置 1 c は、第 2 槽 3 に直列に接続された第 3 槽 3 b を備えている。第 3 槽 3 a は、第 2 槽 3 と同一である。本パラグラフでは、第 2 槽 3 は第 2 槽

50

3 aと呼ばれる。流路が、第3槽3 bおよび第2槽3 aの間を連通している。このように、第2槽3 aと同一の第3槽3 bが配置されていることにより、液体処理装置1 cのデッドスペース削減及び設置の自由度が高まる。第1槽2において処理された処理済液を含む液体混合物は、連通流路2 2を通して第2槽3 aに導かれる。第2槽3 aと第3槽3 bとは液面下で連通している。オーバーフロー流路1 4は、第3槽3 bに接続されている。液体混合物は、第3槽3 bに貯留された後、オーバーフローにより第1槽2に戻される。オーバーフローは、 $v_2 > v_3$ の関係を保つことによって継続される。オーバーフローが起こる間、第3槽3 bの液位L bはオーバーフロー流路1 4の底面の最も高い位置3 0よりも高く保たれ、液面下で連通している第2槽3 aと第3槽3 bの液位L bは一致する。その結果、第2槽3 aにおける濾過膜1 9の露出部分2 5及び第3槽3 bにおける濾過膜1 9の露出部分2 5のそれぞれの上端が、オーバーフロー流路1 4の底面の最も高い位置3 0以下の高さに配置されることで、各濾過膜1 9の露出部分2 5が液体混合物に浸される。なお、循環ポンプ1 2の作動により連通流路2 2を通して送られる液体混合物は、第2槽3 aおよび第3槽3 bのそれぞれに供給されてもよい。この場合でも、同様の効果が得られる。液体処理装置1 cによれば、起動運転、通常運転、停止運転、及び休止中のいずれの場合にも、常に各濾過膜1 9の露出部分2 5を液体混合物に浸することができる。

【0068】

図1 5に示す通り、液体処理装置1 dは、直列に接続された第2槽3 a及び第3槽3 dを備えている。第3槽3 dは、第2槽3と同一である。本パラグラフでは、第2槽3は第2槽3 cと呼ばれる。第2槽3 cと第3槽3 dとは、オーバーフロー流路8 0によって接続されている。この場合、液体混合物は、第1槽2から第2槽3の第2槽3 cに送られ、第2槽3 cにおける濾過により濃縮された液体混合物がオーバーフロー流路8 0を通してオーバーフローにより第3槽3 dに送られる。第3槽3 dにおける濾過により、さらに濃縮された液体混合物がオーバーフロー流路1 4を通して、第1槽2に送られる。このオーバーフローは、 $v_2 > v_3$ の関係が保たれることにより継続する。このとき第2槽3 cの液位L b 1は、オーバーフロー流路8 0の底面における最も高い位置8 5よりも高く、第3槽3 dの液位L b 2は、オーバーフロー流路1 4の底面の最も高い位置3 0よりも高く保たれる。このため、第2槽3 cにおける濾過膜1 9の露出部分2 5の上端がオーバーフロー流路8 0の底面における最も高い位置8 5以下の高さに配置されると、第2槽3 cにおける濾過膜1 9の露出部分2 5が液体混合物に浸される。また、第3槽3 dにおける濾過膜1 9の露出部分2 5の上端がオーバーフロー流路1 4の底面の最も高い位置3 0以下の高さに配置されると、第3槽3 dにおける濾過膜1 9の露出部分2 5が液体混合物に浸される。このように、上流の槽から下流の槽に液体混合物をオーバーフローされる場合、そのオーバーフローをさせる流路の底面における最も高い位置以下の高さに上流側の槽における濾過膜の上端を配置する。これにより、濾過膜が液体混合物に浸った状態を保つことができる。液体処理装置1 dによれば、起動運転、通常運転、停止運転、及び休止中のいずれの場合にも、常に各濾過膜1 9の露出部分2 5を液体混合物に浸することができる。

【0069】

図1 6に示す通り、液体処理装置1 eは、レベルセンサ2 0 cを備えている。レベルセンサ2 0 cは、光源1 8からの光量を検知する光検知部2 0 a及び2 0 bを有する。光源1 8は、第1槽2に含まれる光触媒粒子に向かって光を照射する。これにより、第1槽2における液位L aを測定するために、光触媒反応のための光源1 8の光を有効に利用できる。

【0070】

例えば、光検知部2 0 a及び2 0 bは、光検知部2 0 a及び2 0 bの光測定方向が水平方向になるように配置されている、液位L aが光検知部2 0 a又は2 0 bより高い位置にある場合には光源1 8からの光が光触媒粒子によって散乱又は吸収されることにより測定される光量は比較的小さい。逆に、液位L aが光検知部2 0 a又は2 0 bより低い位置にある場合には測定される光量が比較的大きくなる。これにより、液位L aが光検知部2 0 a及び2 0 bのそれぞれの高さより上方及び下方のいずれにあるかを測定できる。

【0071】

例えば、光検知部20aは、標準値Lsに相当する高さに配置され、光検知部20bは、下限値Lmに相当する高さに配置されている。これにより、液位LaがLm未満になったこと及び標準値Ls以上になったことを検知できる。

【産業上の利用可能性】

【0072】

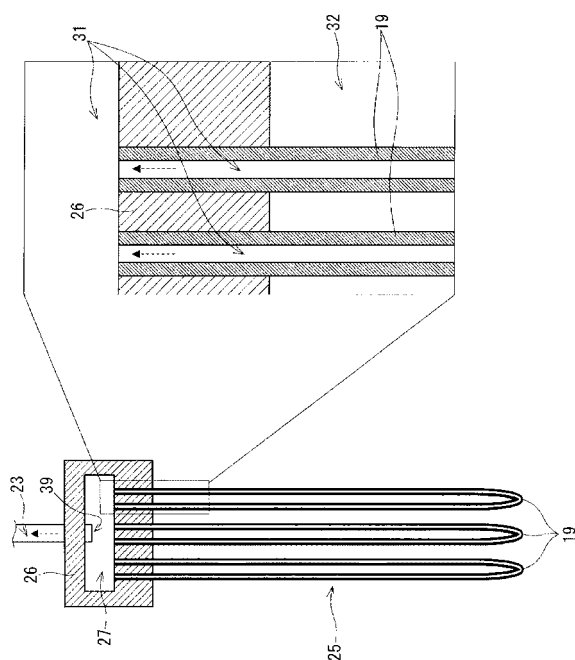
本開示の液体処理装置は、長期間処理性能を維持できる。

【符号の説明】

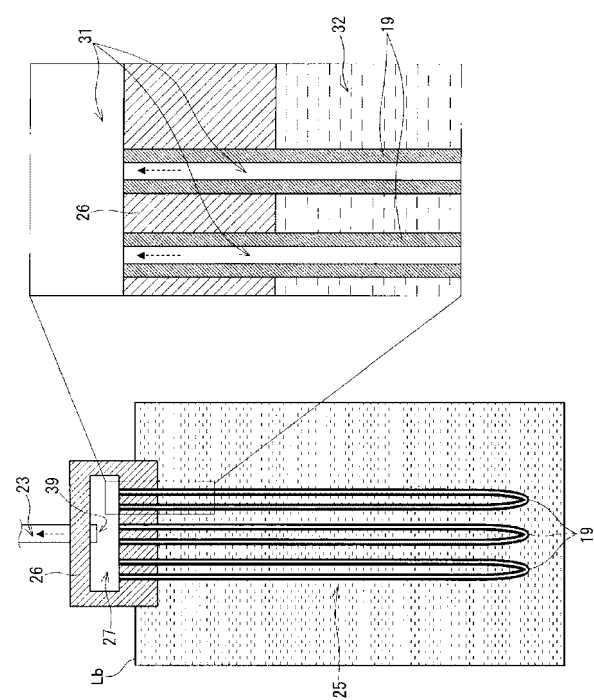
【0073】

1a～1e	液体処理装置	10
2	光触媒反応槽	
3	分離槽	
11	供給ポンプ	
12	循環ポンプ	
13	濾過ポンプ	
14	オーバーフロー流路	
16	液体混合物流量計	
17	濾液流量計	
18	光源	
19	濾過膜	20
20	レベルセンサ	
20a、20b	光検知部	
20c	レベルセンサ	
21	供給流路	
22	送り流路	
23	取り出し流路	
26	ホルダー	
50	制御器	

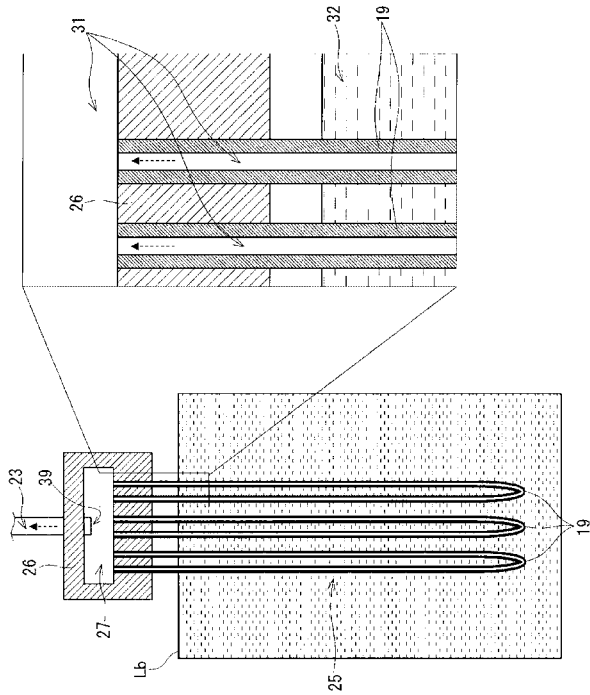
【図 2 A】



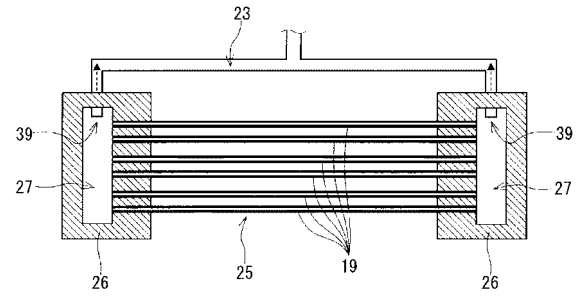
【図 3】



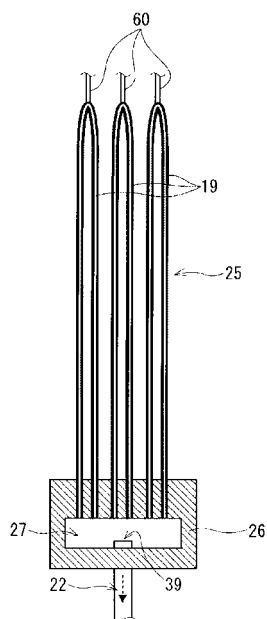
【図 4】



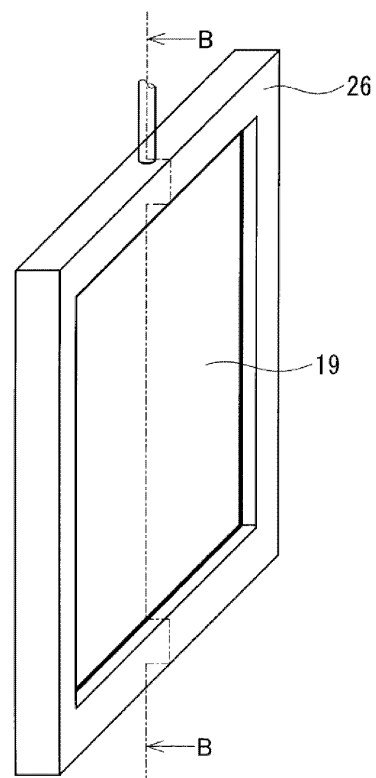
【図 5 A】



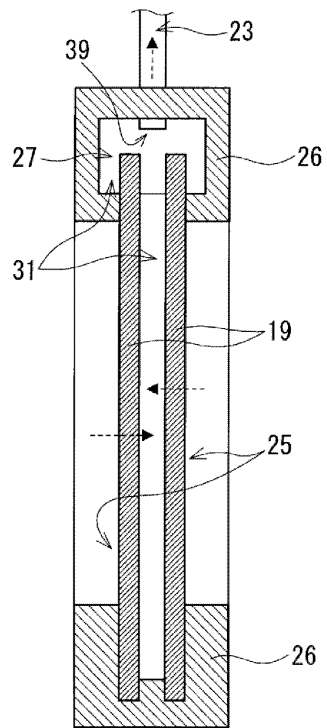
【図 5 B】



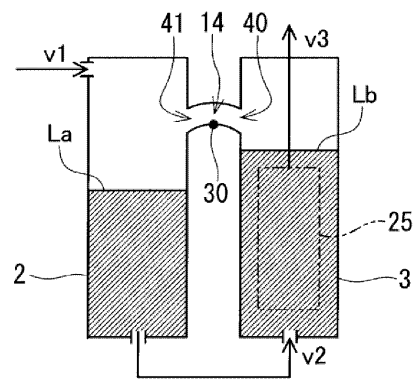
【図 6 A】



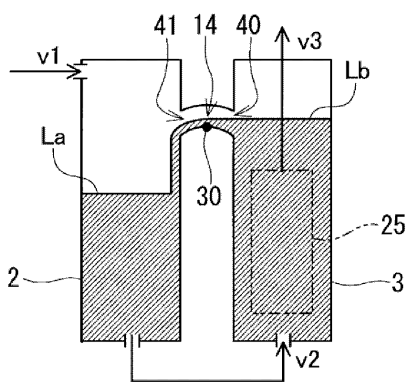
【図 6 B】



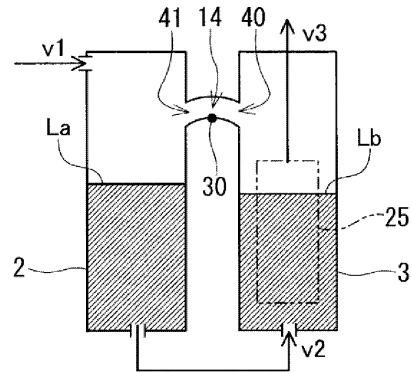
【図 7 A】



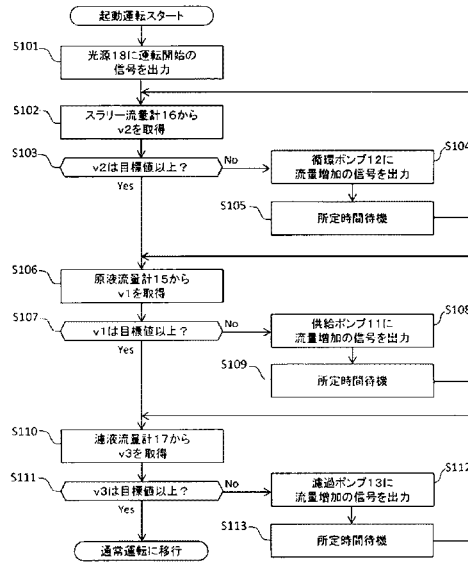
【図 7 B】



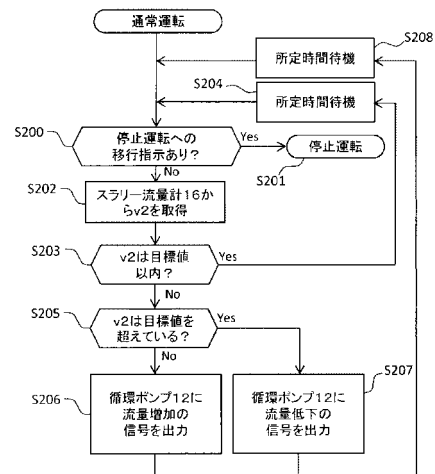
【図 7 C】



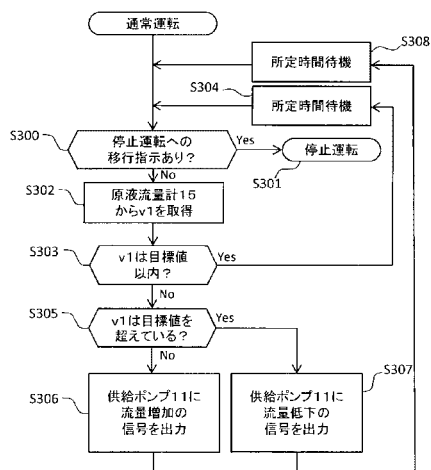
【図 8】



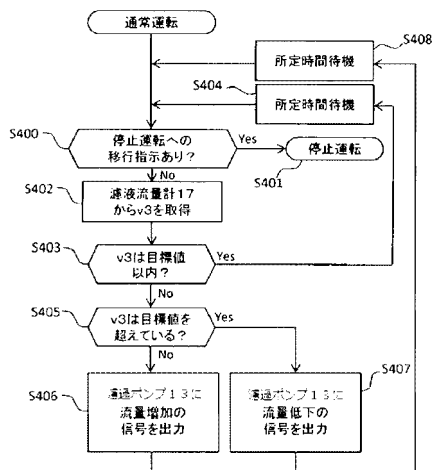
【図 9 A】



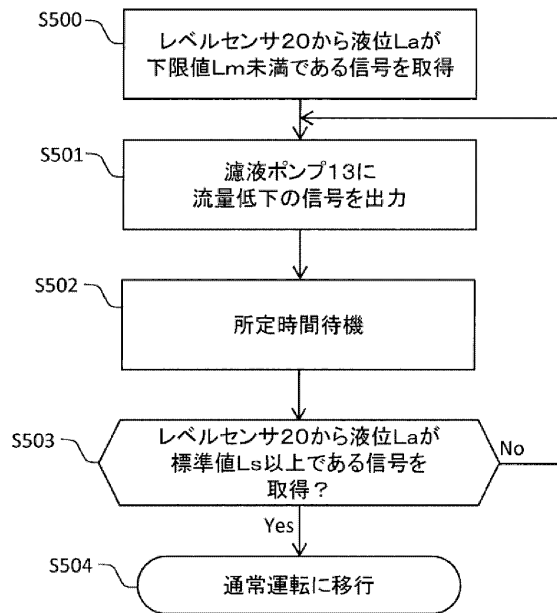
【図 9 B】



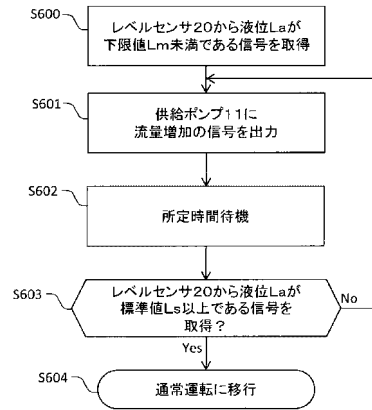
【図 9 C】



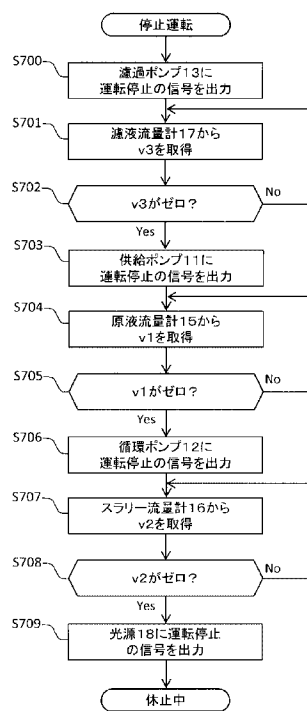
【 図 1 0 】



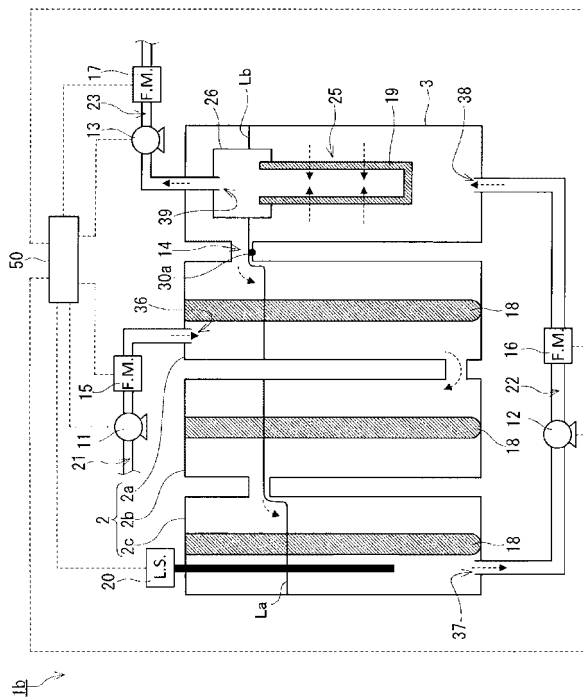
【 図 1 1 】



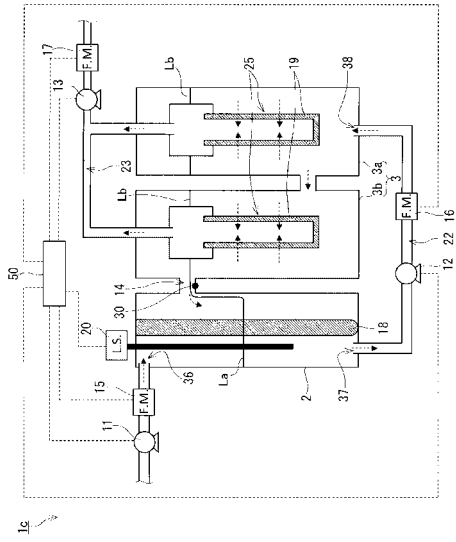
【图 1 2】



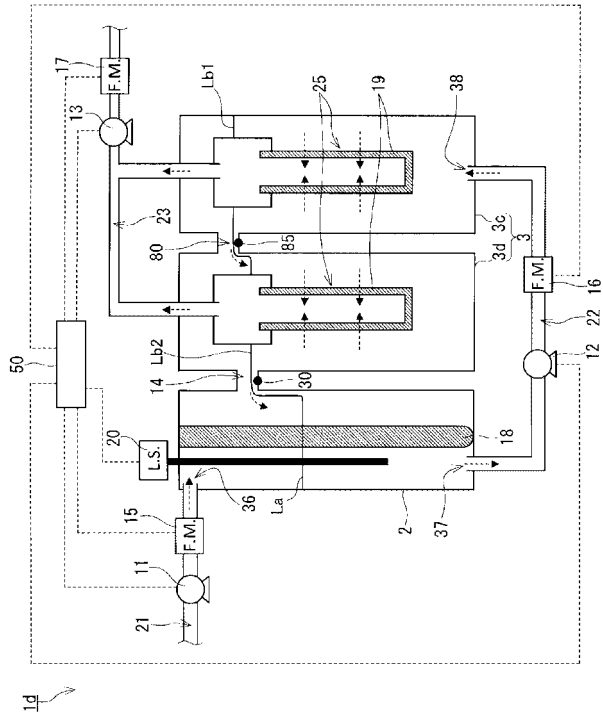
【 図 1 3 】



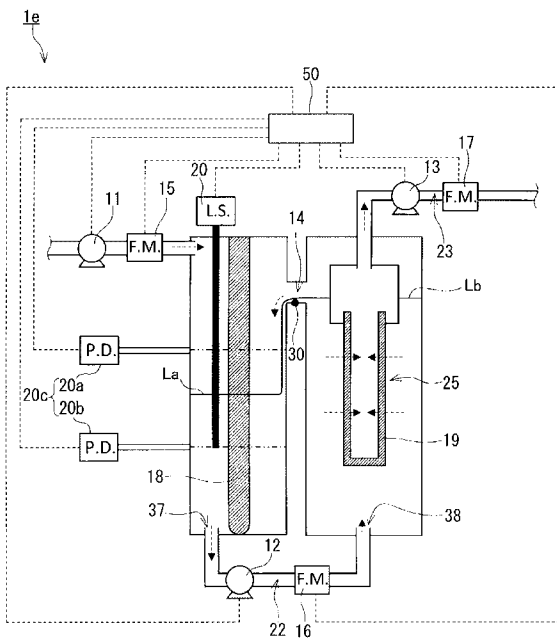
【図 14】



【図 15】



【図 16】



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 J 21/06 M

(72)発明者 橋本 泰宏
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 丸尾 ゆうこ
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 高岡 友康
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 井関 正博
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

F ターム(参考) 4D006 GA02 HA02 HA03 HA41 JA04A JA08A JA13A JA25A KA01 KB04
KE21P KE21Q KE23Q MA01 MA03 MC02 MC03 MC16 MC18 MC22
MC23 MC29 MC30 MC39 MC54 MC62 PA01 PB08
4D037 AA11 AB08 AB18 BA18 CA03 CA11
4D050 AA12 AB11 AB52 BC06 BC07 BC09 BD06 BD08 CA09
4G169 AA02 BA04B BA48A CA05 CA10 EB18Y HA01 HB01 HD02 HE05
HF02