

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7399604号
(P7399604)

(45)発行日 令和5年12月18日(2023.12.18)

(24)登録日 令和5年12月8日(2023.12.8)

(51)国際特許分類	F I
B 0 1 D 35/06 (2006.01)	B 0 1 D 35/06 T
C 0 2 F 11/121 (2019.01)	C 0 2 F 11/121
C 0 2 F 11/15 (2019.01)	C 0 2 F 11/15
B 0 1 D 61/56 (2006.01)	B 0 1 D 61/56

請求項の数 12 (全45頁)

(21)出願番号	特願2023-533704(P2023-533704)	(73)特許権者	000176752 三菱化工機株式会社 神奈川県川崎市川崎区大川町2番1号
(86)(22)出願日	令和4年11月4日(2022.11.4)	(74)代理人	100183357 弁理士 小林 義美
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/041153	(72)発明者	大森 一樹 神奈川県川崎市川崎区大川町2番1号 三菱化工機株式会社内
(87)国際公開番号	WO2023/080199	(72)発明者	薄井 正祥 神奈川県川崎市川崎区大川町2番1号 三菱化工機株式会社内
(87)国際公開日	令和5年5月11日(2023.5.11)	(72)発明者	谷 孝一 神奈川県川崎市川崎区大川町2番1号 三菱化工機株式会社内
審査請求日	令和5年6月19日(2023.6.19)	(72)発明者	鎌谷 彰人
(31)優先権主張番号	PCT/JP2021/040863		
(32)優先日	令和3年11月5日(2021.11.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2022-27233(P2022-27233)		
(32)優先日	令和4年2月24日(2022.2.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ろ過装置及びろ過システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

相異なる電荷を帯びている粒子と液体とを含むスラリーが、供給ラインにより供給される室と、

前記室の両側面に、相対向して設けられ、前記スラリー中の粒子と液体とを電界作用によって分離物として分離するカソード電極又はアノード電極を備えた第1電極群又は第2電極群の電極群と、

前記電極群の極性が異なる場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有し、
前記電極群の極性が同極性である場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有すると共に、
当該電極群の極性と異なる極性の電極をろ室内に配置し、

前記第1電極群、前記第2電極群に対して、前記ろ室と相対向して設けられ、前記分離物を排出する第1排出室及び第2排出室とを備えるろ過装置。

【請求項2】

ろ室と排出室との間の電極群は、ろ室側から排出室側にいくに従って、排出室側の電位の絶対値は、ろ室側の電位の絶対値よりも大きな勾配を有する

請求項1に記載のろ過装置。

【請求項3】

ろ室、第1排出室、又は第2排出室の内部の少なくとも一か所に加振部材を備える

請求項 1 に記載のろ過装置

【請求項 4】

前記ろ過装置からなるユニットを一単位のモジュールとし、
前記ろ過装置ユニットからなるモジュールを連結チャンバーで複数連結してなる、
請求項 1 に記載のろ過装置。

【請求項 5】

前記ろ過装置からなるユニット一単位のモジュールとし、
前記ろ過装置ユニットからなるモジュールを連結する際、
第 1 排出室又は第 2 排出室のいずれか一方を共用化してなる、
請求項 1 に記載のろ過装置。

10

【請求項 6】

帯電した粒子と液体が混合されたスラリーを貯留する貯留槽と、
内部に複数のカソード電極と複数のアノード電極とが設けられた密閉容器を有し、前記密閉容器の内部で前記スラリーの固液分離を連続して行うろ過装置と、
前記貯留槽から前記密閉容器の内部に前記スラリーを継続的に供給する供給ラインと、
前記密閉容器の内部から前記スラリーの一部を抜き取り、前記貯留槽に継続的に循環させる循環ラインと、
前記循環ラインに設けられ、前記循環ラインを流れる前記スラリーの単位時間当たりの循環量を、前記供給ラインを流れる前記スラリーの単位時間当たりの供給量よりも少なく調整する定量ポンプと、
を備えるろ過システム。

20

【請求項 7】

前記供給ラインは、前記密閉容器の一側面側に接続され、前記密閉容器内にスラリーを供給すると共に、
前記循環ラインは、前記密閉容器の一側面側と対向する側面側から前記スラリーを抜き取っている
請求項 6 に記載のろ過システム。

【請求項 8】

前記ろ過装置は、
相異なる電荷を帯びている粒子と液体とを含むスラリーが、供給ラインにより供給されるろ室と、
前記ろ室の両側面に、相対向して設けられ、
前記スラリー中の粒子と液体とを電界作用によって分離物として分離するカソード電極又はアノード電極を備えた第 1 電極群又は第 2 電極群の電極群と、
前記電極群の極性が異なる場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有し、
前記電極群の極性が同極性である場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有すると共に、
当該電極群の極性と異なる極性の電極をろ室内に配置し、
前記第 1 電極群、前記第 2 電極群に対して、前記ろ室と相対向して設けられ、前記分離物を排出する第 1 排出室及び第 2 排出室とを備える、
請求項 6 に記載のろ過システム。

30

40

【請求項 9】

前記第 1 排出室に接続する第 1 排出ラインと、
前記第 2 排出室に接続する第 2 排出ラインと、
を備え、
前記循環ライン又は前記第 1 排出ライン又は前記第 2 排出ラインの少なくとも一つに、ガス抜き弁が設けられている
請求項 8 に記載のろ過システム。

【請求項 10】

ろ室、第 1 排出室、又は第 2 排出室の内部の少なくとも一か所に加振部材を備える
請求項 6 に記載のろ過システム。

50

【請求項 1 1】

前記ろ過装置は、
 相異なる電荷を帯びている粒子と液体とを含むスラリーが、供給ラインにより供給される
 ろ室と、
 前記ろ室の両側面に、相対向して設けられ、前記スラリー中の粒子と液体とを電界作用に
 よって分離物として分離するカソード電極又はアノード電極を備えた第 1 電極群又は第 2
 電極群の電極群と、
 前記電極群の極性が異なる場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有し、
 前記電極群の極性が同極性である場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有すると共に
 、当該電極群の極性と異なる極性の電極をろ室内に配置し、
 前記第 1 電極群、前記第 2 電極群に対して、前記ろ室と相対向して設けられ、前記分離物
 を排出する第 1 排出室及び第 2 排出室とを備えて、ろ過装置ユニットとし、
 前記ろ過装置ユニットを一単位のモジュールとし、
 前記ろ過装置ユニットからなるモジュールを連結チャンバーで複数連結してなる、
 請求項 6 に記載のろ過システム。

10

【請求項 1 2】

前記ろ過装置は、
 相異なる電荷を帯びている粒子と液体とを含むスラリーが、供給ラインにより供給される
 ろ室と、
 ろ室の両側面に、相対向して設けられ、前記スラリー中の粒子と液体とを電界作用によっ
 て分離物として分離するカソード電極又はアノード電極を備えた第 1 電極群又は第 2 電極
 群の電極群と、
 前記電極群の極性が異なる場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有し、
 前記電極群の極性が同極性である場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有すると共に
 、当該電極群の極性と異なる極性の電極をろ室内に配置し、
 前記第 1 電極群、前記第 2 電極群に対して、前記ろ室と相対向して設けられ、前記分離物
 を排出する第 1 排出室及び第 2 排出室とを備えて、ろ過装置ユニットとし、
 前記ろ過装置ユニットからなるモジュールを連結する際、前記第 1 排出室又は前記第 2 排
 出室のいずれか一方を共用化してなる、
 請求項 6 に記載のろ過システム。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ろ過装置及びろ過システムに関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献のろ過装置は、複数の孔が設けられたろ材を備える。スラリーをろ材に堆積させ、スラリーにろ過圧力をかけると、スラリーに含まれる液体がろ材の孔を通過する。そして、ろ材上には、含液率が例えば 20% から 30% の濃縮物が残る。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平 7 - 8715 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献のろ過装置によれば、ろ材上に残った濃縮物を回収するため、スラリーの供給を停止しなければならない。つまり、脱液処理がいわゆるバッチ処理となり、スラリーを連続して供給して脱液処理を行うことができない。

【0005】

50

本開示は、脱液処理を連続で行うことができるろ過装置及びろ過システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一側面のろ過装置は、相異なる電荷を帯びている粒子と液体とを、含むスラリーが、供給ラインにより供給されるろ室と、ろ室の両側面に、相対向して設けられ、前記スラリー中の粒子と液体とを電界作用によって分離物として分離するカソード電極又はアノード電極を備えた第1電極群又は第2電極群電極群と、前記電極群の極性が異なる場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有し、前記電極群の極性が同極性である場合、当該電極群を構成する電極が細孔を有すると共に、当該電極群の極性と異なる極性の電極をろ室内に配置し、前記第1電極群、前記第2電極群に対して、前記ろ室と相対向して設けられ、前記分離物を排出する第1排出室及び第2排出室とを備える。

10

【0007】

本開示の一側面のろ過システムは、帯電した粒子と液体が混合されたスラリーを貯留する貯留槽と、内部に複数のカソード電極と複数のアノード電極とが設けられた密閉容器を有し、前記密閉容器の内部で前記スラリーの固液分離を連続して行うろ過装置と、前記貯留槽から前記密閉容器の内部に前記スラリーを継続的に供給する供給ラインと、

前記密閉容器の内部から前記スラリーの一部を抜き取り、前記貯留槽に継続的に循環させる循環ラインと、前記循環ラインに設けられ、前記循環ラインを流れる前記スラリーの単位時間当たりの循環量を、前記供給ラインを流れる前記スラリーの単位時間当たりの供給量よりも少なく調整する定量ポンプと、を備える。

20

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、スラリーを連続して脱液処理することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、実施形態1のろ過装置を模式的に示す模式図である。

【図2】図2は、実施形態1のろ過装置であって、連続排出の運転方法が行われている場合を示す模式図である。

【図3】図3は、実施形態1のろ過装置であって、パーシャル排出の運転方法が行われている場合を示す模式図である。

30

【図4】図4は、実施形態1のろ過装置であって、残留するスラリーを排出する場合を示す模式図である。

【図5】図5は、実施形態1のろ過装置であって粒子濃度を説明する図面である。

【図6】図6は、変形例1のろ過装置を示す模式図である。

【図7】図7は、変形例2のろ過装置を示す模式図である。

【図8】図8は、変形例3のろ過装置を示す模式図である。

【図9】図9は、実施形態2のろ過装置を模式的に示す模式図である。

【図10】図10は、実施形態3のろ過装置を模式的に示す模式図である。

【図11】図11は、実施形態3のろ過装置の電氣的等価回路図である。

【図12】図12は、実施形態4のろ過装置を模式的に示す模式図である。

40

【図13】図13は、実施形態5のろ過装置を模式的に示す模式図である。

【図14】図14は、実施形態6のろ過装置を模式的に示す模式図である。

【図15A】図15Aは、ろ室、実施形態6の第1排出室及び第2排出室5の内部に振動部材を設置した概略図である。

【図15B】図15Bは、ろ室、実施形態6の第1排出室及び第2排出室5の内部に振動部材を設置した概略図である。

【図15C】図15Cは、実施形態6のろ過装置のスイッチングボックスの運転タイムチャートである。

【図16】図16は、実施形態7のろ過システムを模式的に示す図である。

【図17】図17は、実施形態7のろ過装置を模式的に示す模式図である。

50

【図 18】図 18 は、実施形態 8 のろ過システムを模式的に示す図である。

【図 19】図 19 は、実施形態 8 のろ過システムにおける固液分離の使用法を示す模式図である。

【図 20】図 20 は、実施形態 8 のろ過システムにおける逆洗浄の使用法を示す模式図である。

【図 21】図 21 は、実施形態 8 のろ過システムにおける洗浄の使用法を示す模式図である。

【図 22】図 22 は、実施形態 9 のろ過システムを模式的に示す図である。

【図 23】図 23 は、実施形態 10 のろ過システムを模式的に示す図である。

【図 24】図 24 は、実施形態 11 のろ過システムを模式的に示す図である。

10

【図 25 A】図 25 A は、実施形態 12 のろ過システムを模式的に示す図である。

【図 25 B】図 25 B は、実施形態 12 の変形例のろ過システムを模式的に示す図である。

【図 26】図 26 は、実施形態 13 のろ過システムを模式的に示す図である。

【図 27】図 27 は、実施形態 14 のろ過システムを模式的に示す図である。

【図 28】図 28 は、実施形態 7 のろ過装置を模式的に示す模式図である。

【図 29】図 29 は、実施形態 13 のろ過装置を模式的に示す模式図である。

【図 30】図 30 は、実施形態 14 のろ過装置を模式的に示す模式図である。

【図 31 A】図 31 A は、実施形態 13 又は 14 の電源構成を示す並列回路図である。

【図 31 B】図 31 B は、実施形態 13 又は 14 の電源構成を示す直列回路図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本開示につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、下記の発明を実施するための形態（以下、実施形態という）により本開示が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、下記実施形態で開示した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

【0011】

（実施形態 1）

図 1 は、実施形態 1 のろ過装置を模式的に示す模式図である。図 2 は、実施形態 1 のろ過装置であって、連続排出の運転方法が行われている場合を示す模式図である。図 3 は、実施形態 1 のろ過装置であって、パーシャル排出の運転方法が行われている場合を示す模式図である。図 4 は、実施形態 1 のろ過装置であって、残留するスラリーを排出する場合を示す模式図である。図 5 は、実施形態 1 のろ過装置であって粒子濃度を説明する図面である。図 6 は、変形例 1 のろ過装置を示す模式図である。図 7 は、変形例 2 のろ過装置を示す模式図である。図 8 は、変形例 3 のろ過装置を示す模式図である。

30

【0012】

実施形態に係るろ過装置 1 は、液体中に粒子 42 が分散されたスラリー 40 から、粒子 42 を分離する装置である。ろ過装置 1 は、例えばライフサイエンス分野や、下水処理、排水処理分野等に適用できる。例えばライフサイエンス分野では、培養細胞、微細藻類、細菌、バクテリア、ウイルス等の微生物体培養を行うバイオ産業や、培養微生物体が体外

40

に生産する酵素、タンパク質、多糖類、脂質等の利用、応用分野であるバイオ創薬や化粧品業界、又は、醸造、発酵、搾汁、飲料等を扱うビバレッジ産業に適用できる。下水処理、排水処理分野では、難ろ過性の微細バイオマス水系スラリーで、バイオマス粒子の分離に適用できる。あるいは、ろ過装置 1 は、表面帯電した微粒子が電気的反発作用で高分散したコロイド粒子系スラリーで、コロイド微粒子の濃縮回収用途に適用できる。

【0013】

図 1 に示すように、ろ過装置 1 は、密閉容器 2 と、密閉容器 2 の内部に配置された複数の電極 10 と、電極 10 に所定の電位を供給する複数の電源 20 と、を備える。

【0014】

密閉容器 2 の内部には、密閉空間 S が設けられている。密閉容器 2 は、鉛直方向（以下

50

、上下方向と呼ぶ)に延在する筒状の側壁 2 a と、側壁 2 a の上部を閉塞する上壁 2 b と、側壁 2 a の下部を閉塞する下壁 2 c と、を有している。密閉空間 S の内部には、複数の電極 1 0 が配置されている。電極 1 0 は、鉛直方向と直交する水平方向に延在し、密閉空間 S を上下方向に区分けしている。これにより、密閉空間 S は、密閉空間 S の上下方向の中央部に位置するろ室 3 と、ろ室 3 の上方に位置する第 1 排出室 4 と、ろ室 3 の下方に位置する第 2 排出室 5 と、の 3 つに区分けられている。

【 0 0 1 5 】

密閉容器 2 の側壁 2 a には、供給口 3 a、第 1 排出口 4 a、及び第 2 排出口 5 a が設けられている。供給口 3 a、第 1 排出口 4 a、及び第 2 排出口 5 a は、それぞれ、密閉空間 S と密閉容器 2 の外部空間とを連通している。

10

【 0 0 1 6 】

供給口 3 a は、ろ室 3 の一側面側に設けられている。供給口 3 a には、供給ライン 1 0 2 の一端が接続している。供給ライン 1 0 2 の他端は、貯留槽 1 0 1 に接続している。貯留槽 1 0 1 内のスラリー 4 0 は、供給ライン 1 0 2 を介して密閉容器 2 に供給される。供給ライン 1 0 2 には、供給ポンプ 1 0 4 が設けられている。供給ポンプ 1 0 4 は、供給ライン 1 0 2 内のスラリー 4 0 をろ室 3 の方に加圧している。また、密閉空間 S が密閉されている。よって、供給ポンプ 1 0 4 の加圧力は、密閉空間 S のスラリー 4 0 に対して過圧力として作用する。供給ライン 1 0 2 には、バルブ 1 0 5 が設けられている。

【 0 0 1 7 】

第 1 排出口 4 a は、第 1 排出室 4 に設けられている。第 1 排出口 4 a には、第 1 排出ライン 4 b が接続している。第 1 排出ライン 4 b には、流量を調整するための第 1 バルブ 4 g が設けられている。第 1 排出ライン 4 b の下流側には、図示しない圧力調整弁が設けられている。

20

【 0 0 1 8 】

第 2 排出口 5 a は、第 2 排出室 5 に設けられている。第 2 排出口 5 a には、第 2 排出ライン 5 b が接続している。第 2 排出ライン 5 b には、流量を調整するための第 2 バルブ 5 g が設けられている。第 2 排出ライン 5 b の下流側には、図示しない圧力調整弁が設けられている。

【 0 0 1 9 】

以上から、密閉空間 S のろ室 3 にスラリー 4 0 が供給される。また、スラリー 4 0 は、ろ室 3 で分岐して第 1 排出室 4 又は第 2 排出室 5 に流入する。そのほか、密閉容器 2 の側壁 2 a には、連通口 6 が設けられている。連通口 6 は、ろ室 3 と供給ライン 6 a とを連通している。また、供給ライン 6 a にはバルブ 6 b が設けられている。このバルブ 6 b は常時閉じており、ろ室 3 内に気体や液体などを外部から供給する場合にのみ開放する。

30

【 0 0 2 0 】

電極 1 0 は、上下方向に貫通する複数の孔 1 0 a が設けられている。スラリー 4 0 (液体と粒子 4 2) は、電極 1 0 の孔 1 0 a を通じて、密閉空間 S を上下方向に移動する。

【 0 0 2 1 】

電極 1 0 の表面には、図示しない電食防止層が設けられている。この電食防止層としては、例えば絶縁被覆層や導電性貴金属層などがある。電食防止層の材料としては、例えばチタン、アルミニウム、マグネシウム、タンタルなどが挙げられる。導電性貴金属層の材料としては、例えば白金、金、パラジウム等が挙げられる。電食防止層の厚みは、絶縁被覆層の場合は、例えば 5 μm から 30 μm 程度、より好ましくは 5 μm から 10 μm 程度が好ましい。また、白金、金、パラジウム等の導電性貴金属層の厚みは、例えば 0.5 μm から 10 μm 程度、より好ましくは 1 μm から 5 μm 程度が好ましい。この電食防止層によれば、電極 1 0 の表面の腐食が抑制される。また、電極 1 0 は、絶縁被膜層を有しているため、スラリー 4 0 を構成する液体と接しない。この結果、電極 1 0 に電位が供給されても、電極 1 0 の表面と液体との間で、電気分解が発生し難い。

40

【 0 0 2 2 】

複数の電極 1 0 は、複数のカソード電極と、複数のアノード電極と、を備える。複数の

50

カソード電極は、ろ室3と第1排出室4との間に介在している。言い換えると、複数のカソード電極は、ろ室3と第1排出室4とを仕切っている。本実施形態では、カソード電極は2つである。以下、複数のカソード電極のうち、ろ室3の近い方から順に、カソード第1電極11、カソード第2電極12、と称する。

【0023】

複数のアノード電極は、ろ室3と第2排出室5との間に介在している。言い換えると、複数のアノード電極は、ろ室3と第2排出室5とを仕切っている。本実施形態では、アノード電極は2つである。以下、複数のアノード電極のうち、ろ室3に近い方から順に、アノード第1電極13、アノード第2電極14と称する。

【0024】

カソード第1電極11は、ろ室3を挟んで、アノード第1電極13と対向している。カソード第1電極11とアノード第1電極13との間隔D1は、スラリー40中の粒子42をアノード第1電極13の方に移動させることができる間隔であり、例えば0.1mm以上100mm以下、より好ましくは0.1mm以上10mm以下である。

【0025】

カソード第1電極11とカソード第2電極12との間隔D2は、特に限定されないが、例えば0.1mm以上20mm以下、より好ましくは0.1mm以上2mm以下である。なお、カソード第1電極11とカソード第2電極12との間隔D2が小さいほど、カソード第1電極11とカソード第2電極12の間で発生するカソード電界Ec(図2参照)の力が強くなる。

【0026】

アノード第1電極13とアノード第2電極14との間隔D3は、特に限定されないが、例えば0.1mm以上20mm以下、より好ましくは0.1mm以上2mm以下である。また、アノード第1電極13とアノード第2電極14との間隔D3が小さいほどアノード第1電極13とアノード第2電極14の間で発生するアノード電界Ea(図2参照)の力が強くなる。

【0027】

カソード第1電極11の孔11a及びカソード第2電極12の孔12aは、ろ室3と第1排出室4とを連通させている。カソード第1電極11の孔11aの孔径d1は、0.5μm以上500μm以下、例えば70μm程度である。カソード第2電極12の孔12aの孔径d2は、0.5nm以上1000nm以下、例えば100nm程度である。なお、孔11a、12aの孔径d1、d2は、同一でなくてもよい。

【0028】

アノード第1電極13の孔13a及びアノード第2電極14の孔14aは、ろ室3と第2排出室5とを連通させている。アノード第1電極13の孔13aの孔径d3とアノード第2電極14の孔14aの孔径d4は、例えば0.1μm以上5000μm以下、より好ましくは100μm以上1000μm以下である。なお、孔13a、14aの孔径d3、d4は同一でなくてもよい。

【0029】

電源20は、電極10に電位を供給する装置である。電源20の数は、電極10と同数(本実施形態で4つ)である。電源20は、2つのカソード電極と接続する2つのカソード電源(カソード第1電源21、カソード第2電源22)と、2つのアノード電極と接続する2つのアノード電源(アノード第1電源23、アノード第2電源24)と、を備える。

【0030】

カソード第1電源21は、カソード第1電極11にカソード第1電位V1を供給する。カソード第1電源21の第1端子21aは、電気配線30により基準電位GNDに接続している。基準電位GNDは、例えばグラウンド電位であり、本開示において特に限定されない。カソード第1電源21の第2端子21bは、電気配線31によりカソード第1電極11に接続している。

【0031】

10

20

30

40

50

カソード第2電源22は、カソード第2電極12にカソード第2電位V2を供給する。カソード第2電源22の第1端子22aは、電気配線32によりカソード第1電極11に接続している。カソード第2電源22の第2端子22bは、電気配線33によりカソード第2電極12に接続している。

【0032】

アノード第1電源23は、アノード第1電極13にアノード第1電位V11を供給する。アノード第1電源23の第1端子23aは、電気配線34により基準電位GNDに接続されている。アノード第1電源23の第2端子23bは、電気配線35によりアノード第1電極13に接続している。

【0033】

アノード第2電源24は、アノード第2電極14にアノード第2電位V12を供給する。アノード第2電源24の第1端子24aは、電気配線36によりアノード第1電極13に接続している。アノード第2電源24の第2端子24bは、電気配線37によりアノード第2電極14に接続している。

【0034】

なお、各電源20から供給されるカソード電位（カソード第1電位V1、カソード第2電位V2）及びアノード電位（アノード第1電位V11、アノード第2電位V12）は、一定でなく変更できる。

【0035】

次に、ろ過装置1のろ過の対象となるスラリー40について説明する。スラリー40は、例えば懸濁体であり、液体と粒子42とが混ざった混合物である。粒子42は、表面が帯電したものが対象となる。また、粒子42の粒径は特に限定されない。粒子42の粒径が例えば1nm以上5000 μ m以下の粒子なども、ろ過対象とすることができる。

【0036】

次に、図2を参照しながら、ろ過装置1の運転方法について説明する。なお、本実施形態で挙げるスラリー40は、液体として水を含んだものを例としてあげる。また、粒子42は、マイナスに帯電している。水分子41はプラスに帯電し、スラリー40全体として電氣的に平衡状態となっている。

【0037】

ろ過装置1の運転方法に関し、まず、供給ポンプ104を駆動し、スラリー40をろ室3に供給する。供給ポンプ104は継続して駆動させ、スラリー40の供給を連続して行う。また、供給ポンプ104による圧力は、密閉空間Sの圧力(ゲージ圧)が例えば0.005MPa以上0.5MPa以下、好ましくは0.02MPa以上0.1MPa以下など、大気圧よりも高くなるように設定する。

【0038】

第1排出ライン4b及び第2排出ライン5bの下流側の圧力を、図示しない圧力調整弁により、大気圧と略等しく調整する。これにより、密閉空間Sには、供給口3a(ろ室3)から第1排出室4及び第2排出室5に向かう圧力(以下、ろ過圧力と称する)が作用する。

【0039】

カソード第1電源21からカソード第1電極11に供給されるカソード第1電位V1を-20Vとする。カソード第2電源22からカソード第2電極12に供給するカソード第2電位V2を-30Vとする。つまり、カソード電源は、粒子42の極性(マイナス)と同じ極性のカソード電位(V1、V2)をカソード電極に供給する。また、ろ室3から隔離するに従ってカソード電源から供給されるカソード電位の絶対値が大きい(V2>V1)。

【0040】

アノード第1電源23からアノード第1電極13に供給されるアノード第1電位V11を+20Vに設定する。アノード第2電源24からアノード第2電極14に供給するアノード第2電位V12を+30Vに設定する。つまり、アノード電源は、粒子42の極性(

10

20

30

40

50

マイナス)と異なる極性のアノード電位 (V_{11} 、 V_{12}) をアノード電極に供給する。また、ろ室3から離隔するに従ってアノード電源から供給されるアノード電位の絶対値が大き ($V_{12} > V_{11}$)。

【0041】

上記した運転方法によれば、ろ室3にスラリー40が供給されると、スラリー40に含まれる粒子42は、同じ極性に帯電するカソード第1電極11から斥力を受ける(図2の矢印A1参照)。また、粒子42は、異なる極性に帯電するアノード第1電極13から引力を受ける(図2の矢印B1参照)。これにより、ろ室3にある粒子42は、アノード第1電極13の方に移動する。また、粒子42は、重力により下方(アノード第1電極13側)に移動する。以上から、ろ室3に流入した多くの粒子42は、アノード第1電極13の近傍かつ上方に分布する。

10

【0042】

そして、アノード第1電極13の近傍かつ上方にあるスラリー40(粒子42の濃度が高いスラリー40)は、ろ過圧力によってアノード第1電極13の孔13aとアノード第2電極14との孔14aを通過し、第2排出室5に移動する(図2の矢印F1参照)。また、スラリー40は、アノード第1電極13とアノード第2電極14とを通過する過程で、水の割合が減少し、かつ粒子42の割合が増加し、濃縮物44となる。以下、詳細を説明する。

【0043】

アノード第1電極13とアノード第2電極14の間に、アノード電界 E_a が発生している。このアノード電界 E_a は、見かけ上の挙動がプラスに帯電した水分子(以下、「プラスに帯電した水分子」ともいう)41を、アノード第2電極14からアノード第1電極13の方に押し戻す力を発揮する。つまり、見かけ上の挙動がプラスに帯電した水分子41は、アノード第1電極13とアノード第2電極14との間を通過する際、アノード電界 E_a から斥力を受ける(図2の矢印A2参照)。

20

【0044】

以上から、プラスに帯電した水分子41は、単にろ過圧力を受けて第2排出室5に移動する場合の移動速度よりも減速する。このため、アノード第1電極13とアノード第2電極14の間を通過する単位時間当たりの水の量が減少する。この結果、第2排出室5に移動したスラリー40に含まれる水の割合は、アノード第1電極13の近傍かつ上方にあるスラリー40と比べて小さくなる。

30

【0045】

また、アノード第1電極13とアノード第2電極14の間のアノード電界 E_a は、マイナスに帯電した粒子42を、アノード第1電極13からアノード第2電極14の方に引き込む引力を発揮する(図2の矢印B2参照)。つまり、粒子42は、アノード第1電極13とアノード第2電極14との間を通過する際に電界から引力を受ける。これにより、粒子42は、単にろ過圧力を受けて第2排出室5に移動する場合の移動速度よりも加速する。以上から、アノード第1電極13とアノード第2電極14の間を通過する単位時間当たりの粒子42の量が増加する。このため、第2排出室5に移動したスラリー40に含まれる単位容積当たりの粒子42の割合は、アノード第1電極13の近傍かつ上方にあるスラリー40と比べて高くなる。

40

【0046】

このように、スラリー40は、アノード第1電極13とアノード第2電極14の間を通過する過程で粒子42の濃度が高くなり、濃縮物44となる。そして、濃縮物44は、ろ過圧力により、第2排出口5aを通過して第2排出ライン5bから排出される。

【0047】

一方で、ろ室3においてカソード第1電極11の近傍かつ下方には、粒子42の濃度が低いスラリー40が滞留する。このスラリー40は、ろ過圧力によりカソード第1電極11の孔11aと、カソード第2電極12の孔12aを通過し、第1排出室4に移動する(図2の矢印F3参照)。

50

【 0 0 4 8 】

ここで、カソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2 の間には、カソード電界 E c が発生している。カソード電界 E c は、マイナスに帯電した粒子 4 2 がろ室 3 から第 1 排出室 4 に移動することを抑制する斥力を発揮する。このため、粒子 4 2 が第 1 排出室 4 に移動しないように抑制される。

【 0 0 4 9 】

また、カソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2 の間に発生するカソード電界 E c は、プラスに帯電した水分子 4 1 をろ室 3 から第 1 排出室 4 の方に引き込む力を発揮している。プラスに帯電した水分子 4 1 は第 1 排出室の方に引き込まれる、という電気浸透流が生じる（図 2 の矢印 F 4 参照）。このため、ろ室 3 の水は、単にろ過圧力を受けて第 1 排出室 4 に移動する場合の移動速度よりも加速する。よって、ろ室 3 から第 1 排出室 4 に移動する水の単位時間当たりの量が増加する。

10

【 0 0 5 0 】

そして、第 1 排出室 4 に移動した水（ろ液 4 5）は、ろ過圧力により水が第 1 排出口 4 a から排出される。

【 0 0 5 1 】

なお、上記したように、スラリー 4 0 に含まれる水の多くが第 1 排出室 4 の方に移動する。つまり、単位時間当たりでろ室 3 から第 1 排出室 4 又は第 2 排出室 5 に移動する容積は、第 1 排出室 4 の方が大きい。よって、第 1 バルブ 4 g と第 2 バルブ 5 g により、第 1 排出口 4 a と第 2 排出口 5 a から排出する流量を例えば 9 : 1（例えば 10 倍濃縮）に設定し、第 1 排出口 4 a から多くの水を排出するように調整する。これにより、第 1 排出口 4 a からは、多くの水がろ液 4 5 として連続して排出される。また、第 2 排出口 5 a からは、濃縮物 4 4 が連続して排出される。

20

ここで、本実施形態では、流量を例えば 9 : 1（例えば 10 倍濃縮）に設定しているが、定量ポンプの流量を調整することで、流量を例えば 2 : 1（例えば 3 倍濃縮）などに適宜設定することもできる。

【 0 0 5 2 】

以上から、図 5 に示すように、カソード第 1 電極 1 1 が発揮する斥力と、カソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2 との間で発生するカソード電界 E c によって、多くの粒子 4 2 が第 1 排出室 4 への移動が妨げられる。このため、カソード第 1 電極 1 1 を境に粒子濃度が大きく変化する（図 5 の矢印 を参照）。つまり、カソード第 1 電極 1 1 を超えて第 1 排出室 4 に移動すると、粒子濃度が大きく低減する。

30

【 0 0 5 3 】

一方で、アノード第 1 電極 1 3 が発揮する引力と、及びアノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 の間で発生するアノード電界 E a によって、多くの粒子 4 2 は、第 2 排出室 5 の方に引き込まれるという、電気泳動が生じる。このため、アノード第 1 電極 1 3 を境に粒子濃度が大きく変化する（図 5 の矢印 を参照）。つまり、アノード第 1 電極 1 3 を超えて第 2 排出室 5 に移動すると、粒子濃度が大きく増加する。

【 0 0 5 4 】

よって、本実施形態のろ過装置 1 によれば、例えば粒子濃度が約 2 % のスラリー 4 0 をろ室 3 に供給すると、粒子濃度 0 . 0 2 % 程度の水（ろ液 4 5）が第 1 排出口 4 a から排出され、粒子濃度 6 % 程度の濃縮物 4 4 が第 2 排出口 5 a から排出されるようになる。結果として本実施形態においては 9 9 % 以上の粒子除去率を發揮できる。

40

【 0 0 5 5 】

以上、ろ過装置 1 の運転方法の一例を説明したが、上記したろ過装置 1 の運転方法は、第 2 排出室 5 から濃縮物 4 4 を連続して排出する方法である。言い換えると、上記した運転方法は、アノード電極（2 3 , 2 4）の間に発生するアノード電界 E a の力が密閉空間 S のろ過圧力よりも小さくなるように、アノード電極（2 3 , 2 4）に供給するアノード電位（アノード第 1 電位 V 1 1、アノード第 2 電位 V 1 2）に設定した場合の例である。しかしながら、実施形態 1 のろ過装置 1 の使用方法はこれに限定されない。

50

【 0 0 5 6 】

次に、濃縮物 4 4 を間欠的に排出する使用方法について説明する。なお、以下において、濃縮物 4 4 を間欠的に排出することを、パーシャル排出と称する場合がある。また、上記した濃縮物 4 4 を連続して排出することを、連続排出と称する場合がある。

【 0 0 5 7 】

パーシャル排出による運転方法は、図 3 に示したアノード第 1 電位 V_{11} とアノード第 2 電位 V_{12} の値を調整し、アノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 との間に発生するアノード電界 E_a の力をろ過圧力よりも大きくする。なお、カソード第 1 電位 V_1 とカソード第 2 電位 V_2 は、連続排出の運転時と同じ電位とする。

【 0 0 5 8 】

これによれば、図 3 に示すように、ろ室 3 の水（水分子 4 1）は、ろ過圧力によりアノード第 1 電極 1 3 の孔 1 3 a を通過するものの、アノード電界 E_a の力により、第 2 排出室 5 への移動が規制される。粒子 4 2 は、アノード第 2 電極 1 4 の引力により引き寄せられ、アノード第 2 電極 1 4 に吸着した状態となる。よって、水と粒子 4 2 は第 2 排出室 5 に移動せず、アノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 との間は、粒子 4 2 と水が滞留した状態となる。また、この状態を継続すると、アノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 との間に滞留する粒子 4 2 が増加し、スラリー 4 0 の粒子 4 2 の濃度が次第に高くなる。なお、ろ室 3 にある水は、カソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2 を通過して第 1 排出口 4 a からろ液 4 5 として排出される。

【 0 0 5 9 】

そして、一定時間経過後、アノード第 1 電位 V_{11} とアノード第 2 電位 V_{12} の値を連続排出の運転時と同じとなるように変更する。これにより、アノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 との間に滞留した粒子 4 2 と水が第 2 排出室 5 に移動し、粒子 4 2 の濃度が高い濃縮物 4 4 が生成される。そして、濃縮物 4 4 は、ろ過圧力により第 2 排出口 5 a から排出される。

【 0 0 6 0 】

また、一定量の濃縮物 4 4 を排出したら、再度、アノード第 1 電位 V_{11} とアノード第 2 電位 V_{12} の値を大きくし、第 2 排出室 5 への移動を規制する。このように、アノード第 1 電位 V_{11} とアノード第 2 電位 V_{12} を変えることと、濃縮物 4 4 の排出が間欠的となる。また、濃縮物 4 4 は、連続排出時よりも含水率が低い（粒子濃度が 6 % よりも高くなる）。

【 0 0 6 1 】

次にろ過装置 1 によるろ過後、ろ室 3 及び第 2 排出室 5 に残ったスラリー 4 0 の除去方法について説明する。図 4 に示すように、供給ライン 1 0 2 の図示しないバルブと、第 1 排出ライン 4 b の第 1 バルブ 4 g を閉じる。また、第 2 排出ライン 5 b の第 2 バルブ 5 g と、供給ライン 6 a のバルブ 6 b を開く。そして、供給ライン 6 a に圧縮空気を送り、連通口 6 からろ室 3 内に圧縮空気を供給する。これによれば、圧縮空気は、ろ室 3 内から、アノード第 1 電極 1 3 の孔 1 3 a とアノード第 2 電極 1 4 との孔 1 4 a を通過し、第 2 排出室 5 に移動する。そして、第 2 排出口 5 a から外部空間に排出される。ろ室 3 及び第 2 排出室 5 に残ったスラリー 4 0 は、圧縮空気に同伴して第 2 排出口 5 a から外部空間に排出される。これにより、ろ室 3 及び第 2 排出室 5 に残ったスラリー 4 0 が全量回収される。なお、本実施形態では、圧縮空気を供給した例を挙げているが、液体を供給してもよい。また、圧縮気体、液体の供給の仕方は、数回に分けておこなってもよく、特に限定されない。

【 0 0 6 2 】

以上、実施形態 1 のろ過装置 1 は、ろ室 3、第 1 排出室 4、及び第 2 排出室 5 を有する密閉容器 2 と、帯電した粒子 4 2 と液体が混合したスラリー 4 0 を供給する供給ライン 1 0 2 と、供給ライン 1 0 2 とろ室 3 を連通する供給口 3 a と、液体を第 1 排出室 4 から排出する第 1 排出口 4 a と、スラリー 4 0 から液体が分離した濃縮物 4 4 を第 2 排出室 5 から排出する第 2 排出口 5 a と、粒子 4 2 及び液体が通過可能な複数の孔 1 0 a が設けられ

10

20

30

40

50

た複数の電極 10 と、を備える。複数の電極 10 は、ろ室 3 と第 1 排出室 4 とを仕切る複数のカソード電極と、ろ室 3 と第 2 排出室 5 とを仕切る複数のアノード電極と、を有する。複数のカソード電極は、カソード第 1 電極 11 と、カソード第 1 電極 11 よりも第 1 排出室 4 寄りに配置されたカソード第 2 電極 12 と、を有する。複数のアノード電極は、ろ室 3 を挟んでカソード第 1 電極 11 と対向するアノード第 1 電極 13 と、アノード第 1 電極 13 よりも第 2 排出室 5 寄りに配置されたアノード第 2 電極 14 と、を有する。カソード第 1 電極 11 には、粒子の極性と同一極性のカソード第 1 電位 V_1 が供給される。カソード第 2 電極 12 には、粒子の極性と同一極性のカソード第 2 電位 V_2 が供給される。カソード第 2 電位 V_2 の絶対値は、カソード第 1 電位 V_1 の絶対値よりも大きい。アノード第 1 電極 13 には、粒子の極性と異なる極性のアノード第 1 電位 V_{11} が供給される。アノード第 2 電極 14 には、粒子の極性と異なる極性のアノード第 2 電位 V_{12} が供給される。アノード第 2 電位 V_{12} の絶対値は、アノード第 1 電位 V_{11} の絶対値よりも大きい。

10

【0063】

本実施形態のろ過装置によれば、濃縮物 44 は、ろ室 3 に残らず、第 2 排出口 5a から排出される。このため、スラリー 40 の脱液処理を連続して行うことができる。また、濃縮物 44 がろ室 3 に堆積しない。つまり、ろ室 3 に濃縮物 44 を堆積させるためのスペースが不要となる。よって、ろ室 3 の小型化（密閉容器 2 の小型化）を図れる。また、密閉容器 2 から濃縮物 44 を排出するための特段の操作が不要となる。

【0064】

また、実施形態 1 のろ過装置 1 は、鉛直方向の上方から第 1 排出室 4、ろ室 3、第 2 排出室 5 の順で配置される。

20

【0065】

これによれば、粒子 42 は、重力により第 2 排出室 5 に移動し、第 1 排出室 4 の方に移動し難くなる。よって、第 1 排出口 4a から回収されるろ液 45 が清澄となる。

【0066】

また、実施形態 1 のろ過装置 1 の電極 10 の表面には、電食防止層が設けられている。

【0067】

これによれば、電極 10 の電蝕が回避される。また、電気分解が発生し難いため、消費電力の低減を図れる。

【0068】

また、実施形態 1 のろ過装置 1 の運転方法は、複数のアノード電極の間に発生するアノード電界 E_a の力を密閉空間 S のろ過圧力よりも小さくなるように、複数のアノード電極に供給するアノード電位（アノード第 1 電位 V_{11} 、アノード第 2 電位 V_{12} ）に設定する。

30

【0069】

これによれば、濃縮物 44 を連続して排出することができる。

【0070】

また、実施形態 1 のろ過装置 1 の運転方法は、複数のアノード電極の間に発生するアノード電界 E_a の力が密閉空間 S のろ過圧力よりも大きくした後、アノード電界 E_a の力が密閉空間 S のろ過圧力よりも小さくなるように、複数のアノード電極に供給する第 3 電位（アノード第 1 電位 V_{11} 、アノード第 2 電位 V_{12} ）を変更する。

40

【0071】

これによれば、濃縮物 44 のパーシャル排出を行うことができる。

【0072】

以上、実施形態 1 について説明したが、本開示は、実施形態で説明したものに限定されない。例えば、実施形態 1 の電極 10 は、電食防止層を有しているが、本開示は、電食防止層を有していない電極を使用してもよい。また、実施形態 1 のろ過装置 1 は、供給ライン 102 の内部にあるスラリー 40 をろ室 3 の方に押し出す供給ポンプ 104 を備えているが、本開示は、ろ過装置以外の装置のポンプによりスラリー 40 が供給されるようになっていてもよい。つまり、ろ過装置自体がポンプを備えていなくてもよい。又は、実施形

50

態では、供給口 3 a 側からろ過圧力を付与しているが、供給口 3 a 側と第 1 排出口 4 a 側との差圧、及び供給口 3 a 側と第 2 排出口 5 a との差圧によりろ過圧力を付与してもよい。

【0073】

また、実施形態 1 のろ過装置 1 は、複数のカソード電極に電位を供給する複数のカソード電源と、複数のアノード電極に電位を供給する複数のアノード電源と、を備えているが、本開示は、ろ過装置以外の装置の電源により電位が供給されるようになっていてもよい。つまり、ろ過装置自体が電源自体を備えていなくてもよい。

【0074】

また、実施形態 1 の密閉容器 2 は、上から順に第 1 排出室 4、ろ室 3、第 2 排出室 5 という並び順となっているが、本開示は、図 6 を示すように、上から順に第 2 排出室 5、ろ室 3、第 1 排出室 4 という並び方をしていてもよい。図 7 を示すように、第 1 排出室 4 とろ室 3 と第 2 排出室 5 が水平方向に並んでいてもよい。図 8 を示すように、第 1 排出室 4 とろ室 3 と第 2 排出室 5 が斜め方向に並んでいてもよい。なお、図 7 及び図 8 の変形例の場合はスラリー 40 の供給口 3 a は底部側となる。

10

また、ろ室 3、第 1 排出室 4、及び第 2 排出室 5 に対して設けられる供給口 3 a、第 1 排出口 4 a、及び第 2 排出口 5 a の位置（各部屋に設けられた開口部の向き）に関し、本開示においては、水平方向、上下方向、斜め方向等、適宜設定してよい。

【0075】

（実施形態 2）

図 9 は、実施形態 2 のろ過装置を模式的に示す模式図である。図 9 に示すように、実施形態 2 のろ過装置 1 A は、カソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2 との間に配置されたろ材 7 を備えている点で、実施形態 1 のろ過装置 1 と相違する。また、実施形態 2 のろ過装置 1 A は、アノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 との間に配置された誘電体 8 を備える点で、実施形態 1 のろ過装置 1 と相違する。以下、相違点に絞って説明する。

20

【0076】

ろ材 7 は、水平方向に延在している。ろ材 7 には、上下方向に貫通する孔 7 a が複数設けられている。孔 7 a の径は、カソード第 1 電極 1 1 の孔 1 1 a の孔径 d_1 やカソード第 2 電極 1 2 の孔 1 2 a の孔径 d_2 よりも小さい。なお、図 9 においては、作図の関係上略同一としている。なお、ろ材 7 の孔 7 a の径は、粒子 4 2 の径の約 4 ~ 20 倍となっていればよい。

30

【0077】

誘電体 8 は、絶縁材料から成り、水平方向に延在している。この誘電体 8 によれば、アノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 との間に作用するアノード電界 E_a の力が大きくなる。誘電体 8 には、上下方向に貫通する孔 8 a が設けられている。孔 8 a の径は、粒子 4 2 が通過できる大きさであり、例えば 1000 nm 以上 4000 nm 以下である。誘電体 8 として、ろ紙などのろ材を用いてもよい。

【0078】

以上、実施形態 2 のろ過装置 1 A は、複数のカソード電極（カソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2）との間にろ材 7 が設けられている。

【0079】

これによれば、図 9 に示すように、複数のカソード電極（カソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2）との間にろ材 7 が設けられているので、粒子 4 2 は、ろ材 7 の孔 7 a を通過することができず、第 1 排出室 4 に移動できない。よって、粒子 4 2 を含んでいない清澄なる液 4 5 が第 1 排出室 4 内に回収される。また、ろ材 7 によってもカソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2 との間に発生するアノード電界 E_a の力が実施形態 1 の場合よりも大きくなる。よって、粒子 4 2 は、さらに第 1 排出室 4 に移動し難くなる。さらには、第 1 排出室 4 に移動する水の単位時間当たりの量が増加し、ろ過の処理時間を短縮できる。

40

【0080】

また、実施形態 2 のろ過装置 1 A において、複数のアノード電極（アノード第 1 電極 1

50

3、アノード第2電極14)の間には、複数の孔8aが設けられた誘電体8が設けられている。

【0081】

これによれば、アノード第1電極13とアノード第2電極14との間に作用するアノード電界Eaの力が実施形態1の場合よりも大きくなり、第2排出室5に移動する水分子41の移動量が低減する。つまり、濃縮物44の含水率が低減する。その結果、濃縮物44の濃縮率が増加する。

【0082】

これによれば、粒子42が誘電体8の孔8aを通過して第2排出室5の方に移動可能となる。

【0083】

以上、実施形態2について説明したが、本開示のろ過装置は、ろ材7と誘電体8のうちいずれか一方のみを備えていてもよいが、より好ましくはろ材7を設けるのが望ましい。

【0084】

(実施形態3)

図10は、実施形態3のろ過装置を模式的に示す模式図である。図11は、実施形態3のろ過装置の電氣的等価回路図である。実施形態3のろ過装置1Bは、ブリーダ抵抗50と第1電気配線51と第2電気配線52を備える点で、実施形態1のろ過装置1と相違する。

【0085】

ブリーダ抵抗50は電氣的負荷である。カソード第2電極12に他端が接続された第1電気配線51の一端はブリーダ抵抗50に接続している。第1電気配線51の他端は、カソード第2電極12に接続している。つまり、第1電気配線51の他端は、複数のカソード電極のうち最もろ室3から離隔したカソード第2電極12と接続している。

【0086】

アノード第2電極14に他端が接続された第2電気配線52の一端は、ブリーダ抵抗50に接続している。第2電気配線52の他端は、アノード第2電極14に接続している。つまり、第2電気配線52の他端は、複数のアノード電極のうちろ室3から最も離隔したアノード第2電極14と接続する。

【0087】

図11に示すように、ろ過装置1Bにおいて、カソード第1電極11とアノード第1電極13との間に、抵抗成分R0と容量成分C0が並列に接続される。抵抗成分R0と容量成分C0は、カソード第1電極11とアノード第1電極13との間に入り込む液体と粒子42により等価的に表される成分である。

【0088】

カソード第1電極11とカソード第2電極12との間に、抵抗成分R1と容量成分C1が並列に接続される。抵抗成分R1と容量成分C1は、カソード第1電極11とカソード第2電極12との間に入り込む液体と粒子42により等価的に表される成分である。

【0089】

アノード第1電極13とアノード第2電極14との間に、抵抗成分R2と容量成分C2が並列に接続される。抵抗成分R2と容量成分C2は、アノード第1電極13とアノード第2電極14との間に入り込む液体と粒子42により等価的に表される成分である。

【0090】

実施形態3によれば、複数の電極10と、複数の電源20と、電気配線30~37は、ブリーダ抵抗50と第1電気配線51と第2電気配線52により、閉ループ回路となる。なお、ブリーダ抵抗50と第1電気配線51と第2電気配線52を備えていない実施形態1のろ過装置1と実施形態2のろ過装置1Aにおいては、最も電位が大きいカソード第2電極12とアノード第2電極14から、スラリー40に含まれる液体に電流が漏れ、消費電力増大につながる可能性がある。一方、実施形態3によれば、カソード第2電極12とアノード第2電極14から生じる漏れ電流は、第1電気配線51又は第2電気配線52に

10

20

30

40

50

流れる。また、第1電気配線51と第2電気配線52とを直接接続するとショートするため、ブリーダ抵抗50を第1電気配線51と第2電気配線52との間に配置している。

【0091】

以上、実施形態3のろ過装置1Bは、ブリーダ抵抗50と、一端がブリーダ抵抗50と接続する第1電気配線51と、一端がブリーダ抵抗50と接続する第2電気配線52と、を有する。第1電気配線51の他端は、複数のカソード電極のうちろ室3から最も離隔する電極10と接続する。第2電気配線52の他端は、複数のアノード電極のうちろ室3から最も離隔する電極10と接続する。

【0092】

実施形態3のろ過装置1Bによれば、ブリーダ抵抗50と第1電気配線51と第2電気配線52を備えているので、液体への電流の漏れを回避でき、消費電力の低減を図れる。

10

【0093】

(実施形態4)

図12は、実施形態4のろ過装置を模式的に示す模式図である。実施形態4のろ過装置1Cは、2つの中和電極60(第1中和電極61、第2中和電極62)と、中和電極の電位を供給する中和電源63と、を備えている点で、実施形態1のろ過装置1と相違する。

【0094】

第1中和電極61は、第1排出室4に配置されている。第1中和電極61は、密閉容器2の上壁2bに沿って水平方向に延在している。第1中和電極61は、第2電極と対向している。第2中和電極62は、第2排出室5に配置されている。第2中和電極62は、密閉容器2の下壁2cに沿って水平方向に延在している。第2中和電極62は、第3電極と対向している。中和電源63は、電気配線64により第2中和電極62と接続し、第2中和電極62に粒子と異なる極性の電位(プラスの電位)を供給している。中和電源63は、電気配線65により第1中和電極61と接続している。

20

【0095】

次に実施形態4のろ過装置の使用方法について説明する。ろ過装置1Cのろ過時、マイナスに帯電した粒子42は、アノード第2電極14に引き寄せられてアノード第2電極14に吸着する可能性がある。なお、アノード第1電極13は、アノード第2電極14よりも引力が小さいため、アノード第1電極13に粒子42が吸着している可能性は低い。

【0096】

このような状況において、中和電源63は、第2中和電極62に対し、粒子42と異なる極性の電位であり、絶対値がアノード第2電極14の電位よりも大きな電位V10を供給する。例えば、アノード第2電極14のアノード第2電位V12はプラス30Vであるため、第2中和電極62にプラス40Vの電位を供給する。これにより、アノード第2電極14に吸着している粒子42は、より大きな引力(図12の矢印H、Iを参照)を發揮する第2中和電極62に引き寄せられ、第2中和電極62に吸着する。この後、第2中和電極62への電位供給を停止する。これによれば、第2中和電極62に吸着した粒子42は、ろ過圧力により、第2排出口5aに方に移動して排出される。また、中和電源63は、第2中和電極62にプラス40Vの電位を供給する際、第1中和電極61から電子が供給される。

30

40

【0097】

以上、実施形態4の第2排出室5に配置される中和電極(第2中和電極62)と、粒子42の極性と異なる極性の中和電位(V10)を中和電極(第2中和電極62)に供給する中和電源63と、を備える。中和電位(V10)の絶対値は、複数のアノード電極のうちろ室3から最も離隔する電極(アノード第2電位V12)に供給される電位の絶対値よりも大きい(V10 > V12)。

【0098】

これによれば、アノード第2電極14から粒子42を容易に剥離する。よって、粒子42が密閉空間Sに残る可能性が低く、粒子42を確実に回収できる。以上、実施形態4について説明したが、本開示は、第2中和電極62と中和電源63とのみを備え、第1中和

50

電極 6 1 を備えていなくてもよい。

【 0 0 9 9 】

(実施形態 5)

図 1 3 は、実施形態 5 のろ過装置を模式的に示す模式図である。図 1 3 に示すように、実施形態 5 のろ過装置 1 D は、カソード電極及びアノード電極がそれぞれ 3 つとなっている点で、実施形態 1 のろ過装置と相違する。また、実施形態 5 のろ過装置 1 D は、電極の増加に対応し、電源 2 0 も増加している点で、実施形態 1 のろ過装置と相違する。また、実施形態 5 のろ過装置 1 D は、ブリーダ抵抗 5 0 及び中和電極 6 0 を備える点で、実施形態 1 のろ過装置 1 と相違する。以下、相違点について説明するが、ブリーダ抵抗 5 0 及び中和電極 6 0 については実施形態 3、実施形態 4 で説明したため、説明を省略する。

10

【 0 1 0 0 】

カソード電極は、ろ室 3 側から順に配置された、カソード第 1 電極 1 1、カソード第 2 電極 1 2、カソード第 3 電極 1 5 を備える。アノード電極は、ろ室 3 側から順に配置された、アノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 と、アノード第 3 電極 1 6 と、を備える。

【 0 1 0 1 】

電源 2 0 は、カソード電源 (カソード第 1 電源 2 1、カソード第 2 電源 2 2、カソード第 3 電源 2 5) と、アノード電源 (アノード第 1 電源 2 3、アノード第 2 電源 2 4、アノード第 3 電源 2 6) を備える。カソード第 1 電源 2 1 は、カソード第 1 電極 1 1 にカソード第 1 電位 V_1 を供給する。カソード第 2 電源 2 2 は、カソード第 2 電極 1 2 にカソード第 2 電位 V_2 を供給する。カソード第 3 電源 2 5 は、カソード第 3 電極 1 5 にカソード第 3 電位 V_3 を供給する。アノード第 1 電源 2 3 は、アノード第 1 電極 1 3 にアノード第 1 電位 V_{11} を供給する。アノード第 2 電源 2 4 は、アノード第 2 電極 1 4 にアノード第 2 電位 V_{12} を供給する。アノード第 3 電源 2 6 は、アノード第 3 電極 1 6 にアノード第 3 電位 V_{13} を供給する。

20

【 0 1 0 2 】

次に、ろ過装置 1 C の運転時、電源 2 0 から電極 1 0 に供給する電位について説明する。カソード第 1 電源 2 1 からカソード第 1 電極 1 1 に供給されるカソード第 1 電位 V_1 を $-20V$ に設定する。カソード第 2 電源 2 2 からカソード第 2 電極 1 2 に供給されるカソード第 2 電位 V_2 を $-30V$ に設定する。カソード第 3 電源 2 5 からカソード第 3 電極 1 5 に供給されるカソード第 3 電位 V_3 を $-40V$ に設定する。

30

【 0 1 0 3 】

これによれば、カソード第 1 電極 1 1 とカソード第 2 電極 1 2 との間と、カソード第 2 電極 1 2 とカソード第 3 電極 1 5 との間にカソード電界 E_c が発生する。この 2 つのカソード電界 E_c は、粒子 4 2 に対し斥力を発揮する。よって、粒子 4 2 は実施形態 1 よりも第 1 排出室 4 の方に移動し難く、実施形態 1 よりも更に清澄なる液 4 5 を回収できる。

【 0 1 0 4 】

また、2 つのカソード電界 E_c により、ろ室 3 から第 1 排出室 4 に移動する水の単位時間当たりの量は、実施形態 1 のろ過装置 1 よりも増加する。よって、相対的に第 2 排出室 5 に移動する水が低減し、濃縮物 4 4 の含水率が低減する。

40

【 0 1 0 5 】

また、実施形態 5 のろ過装置 1 D において、アノード第 1 電源 2 3 からアノード第 1 電極 1 3 に供給されるアノード第 1 電位 V_{11} を $+20V$ に設定する。アノード第 2 電源 2 4 からアノード第 2 電極 1 4 に供給されるアノード第 2 電位 V_{12} を $+30V$ に設定する。アノード第 3 電源 2 6 からアノード第 3 電極 1 6 に供給されるアノード第 3 電位 V_{13} を $+40V$ に設定する。

【 0 1 0 6 】

これによれば、粒子 4 2 は、アノード第 1 電極 1 3、アノード第 2 電極 1 4、アノード第 3 電極 1 6 と次第に引き寄せられ、第 2 排出室 5 に移動する。また、アノード第 1 電極 1 3 とアノード第 2 電極 1 4 の間と、アノード第 2 電極 1 4 とアノード第 3 電極 1 6 の間

50

にアノード電界 E a が発生する。

【 0 1 0 7 】

また、2つのアノード電界 E a によれば、ろ室 3 から第 2 排出室 5 に移動する水（プラスに帯電した水分子 4 1）は大きな斥力を受け、第 2 排出室 5 への移動速度が大きく減速する。よって、単位時間当たりで第 2 排出室 5 に移動する水が低減し、濃縮物 4 4 の含水率が低減する。また、実施形態 5 によれば、パーシャル排出の運転の場合において、水がろ室 3 から第 2 排出室 5 に移動することを確実に抑制される。

【 0 1 0 8 】

実施形態 5 のろ過装置 1 D によれば、電極 1 0 の数が増加しており、濃縮物 4 4 の含水率を低減させることができる。なお、実施形態 5 のろ過装置 1 D において、複数の電極 1 0 の間にろ材 7 や誘電体 8 をさらに設けてもよい。また、実施形態 5 においては、ろ室 3 と第 1 排出室 4 の間に配置される電極 1 0 が 3 つとなっているが、4 つ以上であってもよい。同様に、ろ室 3 と第 2 排出室 5 の間に配置される電極 1 0 が 3 つとなっているが、4 つ以上であってもよい。この際、複数のカソード電極に与えるカソード電位及び複数のアノード電極に与えるアノード電位は、ろ室 3 から離隔する距離が大きくなるにつれて電位の絶対値が大きくなるようにするに設定する必要がある。また、電極 1 0 が増加している実施形態 5 を説明したが、本開示は、電極 1 0 を増加させた場合、ブリーダ抵抗 5 0 及び中和電極 6 0 が必須となるわけではなく、ブリーダ抵抗 5 0 及び中和電極 6 0 を備えていなくてもよい。

【 0 1 0 9 】

（実施形態 6）

図 1 4 は、実施形態 6 のろ過装置を模式的に示す模式図である。図 1 5 A、1 5 B はろ室、実施形態 6 の第 1 排出室及び第 2 排出室 5 の内部に振動部材を設置した概略図である。図 1 4 に示すように、実施形態 6 のろ過装置 1 E は、ろ室 3、第 1 排出室 4、又は第 2 排出室 5 の内部に各々加振部材 2 0 0 (2 0 0 A、2 0 0 B、2 0 0 C) を配置している。なお、加振部材 2 0 0 は少なくとも一か所に備えていけばよい。

なお、本実施形態の説明においては、アノード電極の電極構成を 4 つとしている。

【 0 1 1 0 】

加振部材 2 0 0 は、内部の液体である水分子 4 1、粒子 4 2 を振動させるものであればいずれでもよい。加振部材 2 0 0 としては、例えば圧電振動子などを例示できるが、本発明はこれに限定されるものではない。

図 1 5 A、図 1 5 B に示すように、電界ろ過においては、強い凝集性を示す粒子 4 2 を含むスラリー 4 0 の場合には、ろ室 3 内及び第 1 アノード電極 1 3 - 1、第 2 アノード電極 1 3 - 2、第 3 アノード電極 1 3 - 3、第 4 アノード電極 1 3 - 4 間に粒子 4 2 の滞留や付着が発生し、粒子 4 2 の回収率の低下傾向があるが、加振部材 2 0 0 を設けることにより、これらが解消される。

【 0 1 1 1 】

また、加振部材 2 0 0 を設置することで、粒子 4 2 の付着を防止することができるので、第 1 アノード電極 1 3 - 1、第 2 アノード電極 1 3 - 2、第 3 アノード電極 1 3 - 3、第 4 アノード電極 1 3 - 4 に印加する電圧を、全体的に低くすることができる。

すなわち、従来においては、粒子の分離を向上させるために、例えば第 1 アノード電極 1 3 - 1 に 1 0 V、第 2 アノード電極 1 3 - 2 に 2 0 V、第 3 アノード電極 1 3 - 3 に 3 0 V、第 4 アノード電極 1 3 - 4 に 4 0 V と印加していたものを、第 1 アノード電極 1 3 - 1 に 5 V、第 2 アノード電極 1 3 - 2 に 1 0 V、第 3 アノード電極 1 3 - 3 に 2 0 V、第 4 アノード電極 1 3 - 4 に 4 0 V と印加電圧を半分とすることができ、全体的に印加電圧を低下させることができる。この結果、ろ過装置の消費電力の大幅低減を図ると共に、電気分解も抑制すること、さらには発熱も抑制することができる。

特に、分離対象物として、生物体の分離を行う場合には、発熱低減効果は大きいものとなる。

【 0 1 1 2 】

試験例

圧電振動子による加振機能及びスイッチング機能によるろ過性能向上の確認を行った。加振試験の評価サンプルとして、電界ろ過において高い凝集性を示す微粒子であるコロイダルシリカ粒径450nmを選択した。

図14に示すように、ろ室3、第1排出室4、第2排出室5の内部の三か所に加振部材200である圧電振動子200A、200B、200Cを設置した。

以下に示すように、加振機能付加によるろ室3内での付着性改善とろ過性能向上にも有効であることが確認できた。

【0113】

圧電振動子を設置しない「加振無し」の場合、運転開始30分後からろ液45に濁りが発生し、僅かながらろ過差圧0.01MPaが発生した。

10

【0114】

ろ室3、第1排出室4、第2排出室5の内部の三か所に、圧電振動子200A、200B、200Cを設置した「加振有り」の場合、運転開始から終了まで50分間に亘るろ液状態、ろ過圧力に変動無く安定して運転することができた。

【0115】

その結果を「表1」に示す

【0116】

【表1】

20

評価項目	加振無し	加振有り
粒子回収率向上*	55.7%	92.9%
粒子残留低減*	44.3%	7.1%
高分離効率維持	97.4%	99.9%

30

ここで、「表1」におけるこの終始は、供給固形物粒子重量を100%とした収支であり、加振有の場合には、ろ液45の清澄性を維持でき、高い分離効率保持できた。

【0117】

次に、「加振有り」において、スイッチング機能を追加した場合について、説明する。

図15Aは、ろ室、第1排出室及び第2排出室5の内部に振動部材を設置した概略図である。なお、本実施形態では、説明の便宜上、ろ室3側から第1アノード電極13-1、第2アノード電極13-2、第3アノード電極13-3、第4アノード電極13-4としている。図15Aに基づいて、濃縮物45側の電界において、圧電振動子に順次ON/OFFスイッチング機能の追加した試験例を説明する。

40

本試験例では、濃縮側(+)の第1アノード電源201-1、第2アノード電源201-2、第3アノード電源201-3に、マイコン制御リレーを装着して順次ON/OFFのスイッチングモード運転を可能とした。(+)電極間に滞留した(-)帯電の濃縮粒子を順次電界OFFにすることで解放するタイミングを設けて排出させ堆積を防止するようにしている。

【0118】

濃縮側(+)の電源(第1アノード電源201-1、第2アノード電源201-2、第

50

3 アノード電源 201 - 3) に、マイコン制御リレーを装着して順次 ON / OFF のスイッチングモード運転を可能とした。

(+) 電極間に滞留した (-) 帯電の濃縮粒子を順次電界 OFF にすることで解放するタイミングを設けて排出させ、微粒子の堆積を防止した。

【 0 1 1 9 】

順次オンオフを繰り返すこと的作用・効果について、説明する。

本試験例の粒子 4 2 はマイナス側に帯電しているとする。

電極間において、電位差があっても、10 V の電位差の場合では、少し粒子 4 2 が電極に付着する。

【 0 1 2 0 】

各第 1 ~ 第 4 アノード電極 13 - 1 ~ 13 - 4 は、各々第 1 アノード電源 201 - 1、第 2 アノード電源 201 - 2、第 3 アノード電源 201 - 3 に接続されている。

例えば第 1 アノード電極 13 - 1 の電位を + 20 V とし、第 2 電極 13 - 2 の電位を + 30 V とし、第 3 電極 13 - 3 の電位を + 40 V とし、第 4 電極 13 - 4 の電位を + 50 V とする。

【 0 1 2 1 】

ろ室 3 内の第 1 電極 13 - 1 は、+ 20 V を常時印加しているので、ろ室 3 内のスラリー 40 中の粒子 4 2 は第 1 アノード電極 13 - 1 側に引き寄せられる。

このような場合、第 2 アノード電極 13 - 2 ~ 第 4 アノード電極 13 - 4 において、第 1 アノード電極 13 - 1 ~ 第 3 アノード電極 13 - 3 のスイッチングの ON - OFF を順次繰り返す。

【 0 1 2 2 】

第 2 アノード電極 13 - 2 に印加している + 30 V のスイッチボックスを OFF とすると、図 15 B に示すように、第 1 アノード電極 13 - 2 の電位 + 20 V となる。この際、同時にリレー 202 - 1 A とリレー 202 - 1 B を相互に切り替えておく。

通常、第 2 アノード電極 13 - 2 を ON として、第 2 アノード電極 13 - 2 に + 30 V を印加すると、第 3 アノード電極 13 - 3 (+ 40 V) との電位差は + 10 V となる。

この際、スイッチングにより第 2 アノード電極 13 - 2 を OFF とすると、第 1 アノード電極 13 - 1 側と導通して、第 2 アノード電極 13 - 2 の電位が + 20 V となる。この結果、第 3 アノード電極 13 - 3 は通常 + 40 V であるので、第 2 アノード電極が OFF のときの第 3 アノード電極 13 - 3 との電位差は、常時 ON のときの電位差 + 10 V に対して、電位差が + 20 V と倍になる。

本実施形態では粒子 4 2 がマイナス帯電なので、第 3 電極 13 - 3 側に引き寄せられる粒子引き寄せ効果が増大する。

【 0 1 2 3 】

同様にして、第 3 アノード電極 13 - 3 に印加している + 40 V のスイッチボックスを OFF とすると、第 2 アノード電極 13 - 2 の電位 + 30 V となる。この際、同時にリレー 202 - 2 A とリレー 202 - 2 B を相互に切り替えておく。この結果、第 4 アノード電極 13 - 4 は通常 + 50 V であるのが、第 3 アノード電極が OFF のときの第 4 アノード電極 13 - 4 との電位差は、常時 ON のときの電位差 + 10 V に対して、電位差が + 20 V と倍になる。

【 0 1 2 4 】

図 15 C は、実施形態 6 のろ過装置のスイッチングボックスの運転タイムチャートである。図 15 C に示すように、第 1 アノード電極 13 - 1 には常に電圧が印加されている。

第 2 アノード電極 13 - 2 ~ 第 4 アノード電極 13 - 4 は 2 秒 ON として 1 秒 OFF を繰り返すようにしている。なお、このスイッチング時間は適宜変更することができる。

【 0 1 2 5 】

このスイッチングの結果を「表 2」に示す

【 0 1 2 6 】

10

20

30

40

50

【表 2】

評価項目	加振無し	加振のみ	加振＋ スイッチング
濃縮回収率向上*	55.7%	60.0%	62.8%
粒子残留低減*	44.3%	7.1%	7.6%

10

【0127】

「表 2」に示すように、スイッチング有りとすることで、濃縮回収率の向上を図ることができた。

【0128】

20

(実施形態 7)

図 16 は、実施形態 7 のろ過システムを模式的に示す図である。ろ過システム 100 は、ろ過装置 1 にスラリー 40 を供給して固液分離を行い、濃縮物 44 とろ液 45 を回収するシステムである。また、ろ過装置 1 による固液分離は、バッチ処理でなく連続処理である。よって、ろ過システム 100 において、スラリー 40 の供給を継続して行い、濃縮物 44 とろ液 45 の回収も継続して行うことができる装置である。

【0129】

なお、本実施形態のろ過システム 100 は、例えばライフサイエンス分野や、下水処理、排水処理分野等に適用できる。ライフサイエンス分野では、例えば培養細胞、微細藻類、細菌、バクテリア、ウイルス等の微生物体培養を行うバイオ産業や、培養微生物体が体外、体内に生産する酵素、タンパク質、多糖類、脂質等の利用、応用分野であるバイオ創薬や化粧品業界、又は、醸造、発酵、搾汁、飲料等を扱うビバレッジ産業に適用できる。下水処理、排水処理分野では、難ろ過性の微細バイオマス水系スラリーで、バイオマス粒子の分離に適用できる。あるいは、ろ過システム 100 は、表面帯電した微粒子が電気的反発作用で高分散したコロイド粒子系スラリーで、コロイド微粒子の濃縮回収用途に適用できる。

30

【0130】

一般に粒子はマイナス(-)に帯電しているものが多いが、逆にプラス(+)に帯電しているものもある。このプラス(+)に帯電している粒子の例示としては、例えば酸化チタン、コロイダルアルミナなどが挙げられる。

40

また、粒子によっては、pHによって帯電状態が変化するものもある。

また、液体の水分子 41 は、この水分子 41 に分散されている粒子 42 がマイナス(-)に帯電している場合、粒子 42 を分散させている液体の水分子 41 は見かけ上プラス(+)に挙動する。

これに対して、液体の水分子 41 に分散されている粒子がプラス(+)に帯電している場合、粒子 42 を分散させている液体の水分子 41 は見かけ上マイナス(-)に挙動する。

【0131】

図 16 に示すように、ろ過システム 100 は、ろ過装置 1 と、貯留槽 101 と、供給ライン 102 と、循環ライン 103 と、第 1 排出ライン 4b と、第 1 排出槽 4d と、第 2 排出ライン 5b と、第 2 排出槽 5d と、を備えている。

50

【 0 1 3 2 】

貯留槽 1 0 1 は、スラリー 4 0 を貯留している。貯留槽 1 0 1 の上部には、開口部 1 0 1 a が設けられている。よって、開口部 1 0 1 a から貯留槽 1 0 1 内にスラリー 4 0 を供給したり、スラリー 4 0 に含まれるガスが開口部 1 0 1 a から大気中に放出したりする。スラリー 4 0 は、例えば懸濁体であり、液体と粒子 4 2 とが混ざった混合物である。粒子 4 2 は、表面が帯電したものが対象となる。また、粒子 4 2 の粒径は特に限定されない。粒子 4 2 の粒径が例えば 1 n m 以上 5 0 0 0 μ m 以下の粒子なども、ろ過対象とすることができる。

【 0 1 3 3 】

供給ライン 1 0 2 は、ろ過装置 1 の密閉容器 2 と貯留槽 1 0 1 を接続する配管である。供給ライン 1 0 2 には、供給ポンプ 1 0 4 とバルブ 1 0 5 が設けられている。供給ポンプ 1 0 4 は、貯留槽 1 0 1 からスラリー 4 0 を吸引し、密閉容器 2 にスラリーを送り出している。また、供給ポンプ 1 0 4 は、単位時間当たりの流量（供給量）を一定量とすることができる定量ポンプである。よって、供給ライン 1 0 2 を流れるスラリー 4 0 は、供給ポンプ 1 0 4 によって、単位時間当たりの流量（供給量）が所定量に調整されている。バルブ 1 0 5 は、供給ライン 1 0 2 を開閉する弁である。

10

【 0 1 3 4 】

循環ライン 1 0 3 は、密閉容器 2 と貯留槽 1 0 1 とを接続する配管である。循環ライン 1 0 3 には、循環ポンプ 1 0 6 が設けられている。循環ポンプ 1 0 6 は、密閉容器 2 からスラリー 4 0 を吸引し、貯留槽 1 0 1 にスラリーを送り出している。また、循環ポンプ 1 0 6 は、単位時間当たりの流量（供給量）を一定量とすることができる定量ポンプである。そして、循環ポンプ 1 0 6 によって、密閉容器 2 から抜き出されるスラリー 4 0 の単位時間当たりの流量（循環量）が、密閉容器 2 に供給されるスラリー 4 0 の単位時間当たりの流量（供給量）よりも小さくなるように調整されている。

20

【 0 1 3 5 】

第 1 排出ライン 4 b は、密閉容器 2 からろ液 4 5 を排出するための配管である。第 1 排出ライン 4 b には、ろ液 4 5 の流量を調整する定量ポンプ 4 c が設けられている。第 1 排出ライン 4 b により排出されたろ液 4 5 は、第 1 排出槽 4 d に貯留される。第 1 排出槽 4 d の上部には開口部 4 e が設けられている。

【 0 1 3 6 】

第 2 排出ライン 5 b は、密閉容器 2 から濃縮物 4 4 を排出するための配管である。第 2 排出ライン 5 b には、濃縮物 4 4 の流量を調整する定量ポンプ 5 c が設けられている。第 2 排出ライン 5 b から排出された濃縮物 4 4 は、第 2 排出槽 5 d に貯留される。第 2 排出槽 5 d の上部には開口部 5 e が設けられている。

30

【 0 1 3 7 】

図 1 7 は、実施形態 7 のろ過装置を模式的に示す模式図である。図 1 7 に示すように、ろ過装置 1 F は、密閉容器 2 と、密閉容器 2 の内部に配置された複数の電極 1 0 と、電極 1 0 に所定の電位を供給する複数の電源 2 0 と、を備える。

【 0 1 3 8 】

密閉容器 2 の内部は、密閉空間 S となっている。密閉容器 2 は、鉛直方向（上下方向）に延在する筒状の側壁 2 a と、側壁 2 a の上部を閉塞する上壁 2 b と、側壁 2 a の下部を閉塞する下壁 2 c と、を有している。密閉空間 S には、複数の電極 1 0 が配置されている。電極 1 0 は、鉛直方向（上下方向）に延在している。また、複数の電極 1 0 は、互いに平行となっている。そして、電極 1 0 は、密閉空間 S を鉛直方向と直交する方向（水平方向）に区分けするように配置されている。よって、密閉空間 S は、ろ過装置 1 F の中央部に位置するろ室 3 と、ろ室 3 の左側に位置する第 1 排出室 4 と、ろ室 3 の右側に位置する第 2 排出室 5 と、の 3 つに区分けられている。

40

【 0 1 3 9 】

密閉容器 2 には、供給口 3 a、第 1 排出口 4 a、第 2 排出口 5 a、及び取り出し口 1 1 6 が設けられている。供給口 3 a、第 1 排出口 4 a、第 2 排出口 5 a、及び取り出し口 1

50

16は、それぞれ、密閉空間Sと密閉容器2の外部空間とを連通している。

【0140】

供給口3aは、ろ室3に設けられている。また、供給口3aは、下壁2cに設けられ、供給ライン102と接続している。これにより、ろ室3に供給ライン102からスラリー40が供給される。また、供給ポンプ104は、供給ライン102内のスラリー40をろ室3の方に加圧している。また、密閉空間Sが密閉されている。よって、供給ポンプ104の加圧力は、密閉空間Sのスラリー40に対して過圧力として作用する。

【0141】

第1排出口4aは、第1排出室4に設けられている。また、第1排出口4aは、側壁2aの上部に設けられ、第1排出ライン4bと接続している。第2排出口5aは、第2排出室5に設けられている。第1排出口4aは、側壁2aの上部に設けられ、第2排出ライン5bと接続している。取り出し口116は、ろ室3に設けられている。取り出し口116は、上壁2bに設けられ、循環ライン103と接続している。

10

【0142】

ろ過装置1Fによる固液分離の詳細は上述したように、密閉空間Sでは、スラリー40はろ液45と濃縮物44とに分離する。ろ液45が第1排出室4に流入し、濃縮物44が第2排出室5に流入する。また、ろ過装置1Fでは、固液分離の際、電極10が印加される。よって、電極10が発熱し、スラリー40が加熱される。また、水の電気分解が起こることで電極10の周りにガス47が発生する。ガス47は、浮力により密閉空間Sの上部に移動する。

20

【0143】

次に、ろ過装置1Fで固液分離を行う場合、図16に示すろシステム100の使用方法を説明する。図16に示すように、ろ過装置1で固液分離をするに際しては、供給ポンプ104、循環ポンプ106、定量ポンプ4c、及び定量ポンプ5cが駆動する。これにより、貯留槽101からろ室3にスラリー40が供給される。また、ろ室3の上部(取り出し口116の近傍)側にあるスラリー40は、排出されて貯留槽101へ流れる。第1排出室4の上部(第1排出口4aの近傍)側にあるろ液45は、第1排出槽4dに流れる。第2排出室5の上部(第2排出口5aの近傍)側にある濃縮物44は、第2排出槽5dに流れる。

【0144】

30

また、密閉空間S内においてろ室3の上部に溜まるガス47は、循環ライン103に流れるスラリー40に同伴し、ろ室3から排出される。よって、ガス47を含むスラリー40aは、循環ライン103により貯留槽101側に移動し、貯留槽101に貯留されたスラリー40の上部開放側でガス47が放散する。そして、ガス47を含むスラリー40a中に同伴されたガス47は、貯留槽101の開口部101aを通過して大気中に放出される。また、スラリー40は、ガス47を放出した後、貯留槽101内で次第に下側に移動する。そして、供給ライン102を通過して密閉容器2に戻るようになる。なお、ガスの発生要因としては、水に電気を流すと、水が電気分解され、その結果水素(H_2)と酸素(O_2)とが生成されることによる。

【0145】

40

以上から、循環ライン103により抜き取られたガス47を含むスラリー40aは、循環ライン103を通過している場合や貯留槽101に貯留している場合に放熱して冷却される(常温になる)。よって、抜き取られたスラリー40の温度が上昇しないように抑制される。

【0146】

一方で、循環ライン103により抜き取られず密閉空間Sに滞留するスラリー40は、供給ライン102から供給された新規のスラリー40により冷却される。ここで、本実施形態では、循環ライン103により密閉空間Sのスラリー40が抜き取られている。これにより、循環ライン103によって抜き取られていない場合に比べ新規のスラリー40の供給量が増えている。よって、密閉空間Sに滞留しているスラリー40は、大量の新規の

50

スラリー 40 により冷却され、温度が上昇しないように抑制される。

【0147】

また、第1排出室4の上部に溜まるガス47は、第1排出ライン4bに流れるろ液45に同伴し、第1排出室43から排出される。そして、ガス47を含むろ液45aは、第1排出槽4dに移動し、第1排出槽4dの開口部4eからガス47が大気中に放出される。

【0148】

同様に、第2排出室5の上部に溜まるガスは、第2排出ライン5bに流れる濃縮物44に同伴し、第2排出室5から排出される。そして、ガス47を含む濃縮物44aは、第2排出槽5dに移動し、第2排出槽5dの開口部5eからガス47が大気中に放出される。

【0149】

以上から、本実施形態のろ過システム100によれば、スラリー40を貯留槽101から連続してろ室3に供給して脱液処理を行うことができると共に、スラリー40の温度上昇が抑制される。また、密閉容器2内のガス47が除去される。

【0150】

図17に示すように、実施形態7のろ過装置1Fは、図1に示す実施形態1のろ過装置1を縦置きとしたものである（前述した図7の変形例である）。図17に示すように、実施形態7のろ過システム100のろ過装置1Fの供給ライン103の供給口3aは、密閉容器2のろ室3の底部側近傍に接続され、密閉容器内にスラリー40を供給すると共に、循環ライン103は密閉容器2のろ室3の上部側近傍から、ろ室3を通過したろ過されないガス47を含むスラリー40aを抜き取るようにしている。

その他の構成は実施形態1のろ過装置1と同一であるので、その説明は省略する。

【0151】

なお、ろ過装置を横置きとした場合においては、密閉容器2のろ室3の一側面（左側面）側に接続され、前記密閉容器内にスラリー40を供給すると共に、循環ライン103は、前記密閉容器2のろ室3の一側面側と対向する側面（右側面）側から前記スラリー40を抜き取るようにしてもよい。

【0152】

以上、実施形態7のろ過システム100は、図16、図17に示すように、帯電した粒子42と液体が混合されたスラリー40を貯留する貯留槽101と、内部に複数のカソード電極11、12（10）と複数のアノード電極13、14（10）が設けられた密閉容器2を有し、密閉容器2の内部でスラリー40の固液分離を連続して行うろ過装置1と、貯留槽101から密閉容器2の内部にスラリー40を継続的に供給する供給ライン102と、密閉容器2の内部からスラリー40の一部を抜き取り、貯留槽101に継続的に循環させる循環ライン103と、循環ライン103に設けられ、循環ライン103を流れるスラリー40の単位時間当たりの循環量を、供給ライン102を流れるスラリー40の単位時間当たりの供給量よりも少なく調整する定量ポンプ（循環ポンプ106）と、を備える。

【0153】

実施形態7のろ過システム100では、循環ライン103により、密閉容器2からスラリー40の一部が抜き取られる。ガス47は、この抜き取られるスラリー40に同伴して密閉容器2の外部に排出される。これにより、脱液処理を連続で行うことができる。

また、密閉容器2の内部からガス47が除去される。また、循環ライン103により抜き取られたスラリー40は、貯留槽101に循環して放熱する。一方で、密閉容器2の内部に残ったスラリー40には、多くのスラリー40が供給され冷却する。よって、スラリー40の温度上昇が抑制される。

【0154】

また、実施形態7のろ過装置1Fは、図16、図17に示すように、ろ室3、第1排出室4、及び第2排出室5を有する密閉容器2と、供給ライン102とろ室3を連通する供給口3aと、液体を第1排出室4から排出する第1排出口4aと、スラリー40から液体が分離した濃縮物44を第2排出室5から排出する第2排出口5aと、粒子42及び液体が通過可能な複数の孔10aが設けられた複数の電極10と、を備える。

10

20

30

40

50

複数の電極 10 は、ろ室 3 と第 1 排出室 4 とを仕切る複数のカソード電極と、ろ室 3 と第 2 排出室 5 とを仕切る複数のアノード電極と、を有する。複数のカソード電極は、カソード第 1 電極 11 と、カソード第 1 電極 11 よりも第 1 排出室 4 寄りに配置されたカソード第 2 電極 12 と、を有する。複数のアノード電極は、ろ室 3 を挟んでカソード第 1 電極 11 と対向するアノード第 1 電極 13 と、アノード第 1 電極 13 よりも第 2 排出室 5 寄りに配置されたアノード第 2 電極 14 と、を有する。カソード第 1 電極 11 には、粒子の極性と同一極性のカソード第 1 電位 V_1 が供給される。カソード第 2 電極 12 には、粒子の極性と同一極性のカソード第 2 電位 V_2 が供給される。カソード第 2 電位 V_2 の絶対値は、カソード第 1 電位 V_1 の絶対値よりも大きい。アノード第 1 電極 13 には、粒子の極性と異なる極性のアノード第 1 電位 V_{11} が供給される。アノード第 2 電極 14 には、粒子の極性と異なる極性のアノード第 2 電位 V_{12} が供給される。アノード第 2 電位 V_{12} の絶対値は、アノード第 1 電位 V_{11} の絶対値よりも大きい。

10

【0155】

本実施形態のろ過装置 1F によれば、濃縮物 44 は、第 2 排出口 5a から排出される。このため、スラリー 40 の脱液処理を連続して行うことができる。また、濃縮物 44 がろ室 3 に滞留しない。つまり、ろ室 3 に濃縮物 44 を滞留させるためのスペースが不要となる。よって、ろ室 3 の小型化（密閉容器 2 の小型化）を図れる。

【0156】

また、実施形態 7 の循環ライン 103 は、密閉容器 2 の上部からスラリー 40 を抜き取っている。より詳細には、ろ室 3、第 1 排出室 4、及び第 2 排出室 5 は、水平方向に配置されている。密閉容器 2 は、ろ室 3 の上部と循環ライン 103 とを連通する取り出し口 116 を有している。また、第 1 排出口 4a は、第 1 排出室 4 の上部から液体（ろ液 45）を排出している。同様に第 2 排出口 5a は、第 2 排出室 5 の上部から前記液体を排出している。

20

【0157】

ガス 47 は、密閉容器 2（ろ室 3 と第 1 排出室 4 と第 2 排出室 5）の内部上側に溜まる。よって、前記構成によれば、取り出し口 116 と第 1 排出口 4a と第 2 排出口 5a から多くのガス 47 をスラリー 40、濃縮物 44、ろ液 45 に各々同伴させることで、ろ過装置 1 からガス 47 を抜き取ることができる。

【0158】

ろ過装置は、図 17 に示すように、相異なる電荷を帯びている粒子（+）42 と液体（水分子（-）41）とを、含むスラリー 40 が、供給ライン 102 により供給されるろ室 3 と、ろ室 3 の両側面に、相対向して設けられ、スラリー 40 中の粒子 42 と液体（水分子 41）とを電界作用によって分離物として分離するカソード電極 11、12 を備えた第 1 電極群 10A 又はアノード電極 13、14 を備えた第 2 電極群 10B と、第 1 電極群 10A、第 2 電極群 10B に対して、ろ室 3 と相対向して設けられ、分離物を排出する第 1 排出室 4 及び第 2 排出室 5 と、を備える。

30

なお、本実施形態では、分離物としては、第 1 排出室 4 にろ室 3 のスラリー 40 から分離されるろ液 45 であり、第 2 排出室 5 にろ室 3 のスラリー 40 から分離される濃縮物 44 である。

40

【0159】

以上、実施形態 7 のろ過システム 100 によれば、スラリー 40 を連続して脱液処理することができると共に、電気分解によつてろ室 3 内に発生したガス 47 が除去され、密閉容器 5 内で発生するガスが滞留してしまうことが防止される。

【0160】

（実施形態 8）< 洗浄の実施形態 >

図 18 は、実施形態 8 のろ過システムを模式的に示す図である。図 18 に示すように、実施形態 8 では、ろ過システム 100 に代えてろ過システム 100A を備える点で、実施形態 7 と相違する。また、実施形態 8 のろ過システム 100A は、コンプレッサ 110、洗浄水槽 111、洗浄排水ライン 120 と、ガス抜き弁（122、132、142）を備

50

えている点で、実施形態 7 と相違する。また、実施形態 8 のろ過システム 100 A は、供給ポンプ 104 を備えていない点を実施形態 7 のろ過システム 100 と相違する。以下、相違点に絞って説明する。

【0161】

ろ過システム 100 A の密閉容器 2 には、第 1 逆洗口 4 f と、第 2 逆洗口 5 f と、が設けられている。第 1 逆洗口 4 f は、密閉容器 2 の外部空間と第 1 排出室 4 とを連通している。第 2 逆洗口 5 f は、密閉容器 2 の外部空間と第 2 排出室 5 とを連通している。また、第 1 逆洗口 4 f と第 2 逆洗口 5 f は、密閉容器 2 の上下方向の中央部に位置している。

【0162】

コンプレッサ 110 は、圧縮された空気を吐出する装置である。コンプレッサ 110 から吐出された圧縮空気は、第 1 ライン 110 a により貯留槽 101 に送られたり、又は第 2 ライン 110 b により洗浄水槽 111 に送られたりする。実施形態 8 において、貯留槽 101 は、上部が閉じた密閉型の容器である。なお、第 1 排出槽 4 d 及び第 2 排出槽 5 d も密閉型の容器となっている。コンプレッサ 110 から貯留槽 101 に圧縮空気が供給されると、貯留槽 101 のスラリー 40 が加圧され、供給ライン 102 に流れる。この結果、スラリー 40 が密閉容器 2 (ろ室 3) に移動する。

10

なお、コンプレッサ 110 の代わりとしては、例えばガスポンペなどの加圧手段を用いるようにしても良い。

【0163】

洗浄水槽 111 は、ろ過装置 1 を洗浄するための洗浄水を貯留している。洗浄水は、例えばイオン交換水や蒸留水、純水、清澄ろ液 (共液) などが挙げられるが、本開示では特に限定されない。洗浄水槽 111 の流出口は、逆洗浄ライン 112 と洗浄ライン 113 とに接続している。逆洗浄ライン 112 は、途中で分岐し、分岐した一端が第 1 逆洗口 4 f に接続し、分岐した他端が第 2 逆洗口 5 f に接続している。洗浄ライン 113 は、供給ライン 102 に接続している。

20

【0164】

洗浄水槽 111 は、上部が閉じた密閉型の容器である。コンプレッサ 110 から洗浄水槽 111 に圧縮空気が供給されると、洗浄水が加圧され、逆洗浄ライン 112 又は洗浄ライン 113 に流れる。また、逆洗浄ライン 112 には、逆洗浄ライン 112 による流路を開閉するバルブ 112 a が設けられている。洗浄ライン 113 には、洗浄ライン 113 による流路を開閉するバルブ 113 a が設けられている。

30

【0165】

洗浄排水ライン 120 は、一端が循環ライン 103 (詳細には取り出し口 116 とバルブ 103 a との間) に接続し、他端がろ液タンク 150 に接続している。洗浄排水ライン 120 には、洗浄排水ライン 120 を開閉するバルブ 120 a が設けられている。

【0166】

第 1 ガス抜き弁 122 は、循環ライン 103 を流れるガス 47 を抜き出し、大気中に放出する弁である。本実施形態の第 1 ガス抜き弁 122 の配管 121 は、循環ライン 103 と洗浄排水ライン 120 との合流点に接続している。また、ガス 47 と同伴して第 1 ガス抜き弁 122 の方に流れたスラリー 40 は、ろ液タンク 150 に排出される。

40

【0167】

第 2 ガス抜き弁 132 は、第 1 排出ライン 4 b を流れるガス 47 を抜き出し、大気中に放出する弁である。また、ガス 47 と同伴して第 2 ガス抜き弁 132 の配管 131 を流れてきたろ液 45 は、ろ液タンク 150 に排出される。

【0168】

第 3 ガス抜き弁 142 は、第 2 排出ライン 5 b を流れるガス 47 を抜き出し、大気中に放出する弁である。また、ガス 47 と同伴して第 3 ガス抜き弁 142 の配管 141 を流れてきた濃縮物 44 は、ろ液タンク 150 に排出される。

【0169】

ろ液タンク 150 は、洗浄排水ライン 120、配管 121、131、141 を流れる流

50

体を回収する槽である。

次に実施形態 8 のろ過システム 100 A の使用方法について説明する。

【0170】

図 19 に示すように、実施形態 8 のろ過システムにおける固液分離の使用法を示す模式図である。図 19 に示すように、ろ過装置 1 でスラリー 40 を固液分離する場合、バルブ 105、103 a、133、143 を開く。一方、バルブ 112 a、113 a、120 a を閉じる。コンプレッサ 110 を駆動し、貯留槽 101 に圧縮空気を供給する（矢印 A 1 参照）。これにより、貯留槽 101 のスラリー 40 は、供給ライン 102 を通過し、密閉容器 2 のろ室 3 に移動する（矢印 A 2 参照）。

【0171】

ろ過装置 1 による固液分離によりろ液 45 は、第 1 排出室 4 に移動する。濃縮物 44 は第 2 排出室 5 に移動する。また、ろ室 3 の上部に位置するスラリー 40 は、取り出し口 116 から循環ライン 103 に移動する（矢印 A 3 参照）。また、ろ室 3 の上部に滞留するガス 47 はスラリー 40 と同伴して循環ライン 103 に流れる。

【0172】

循環ライン 103 を移動するガス 47 は、第 1 ガス抜き弁 122 から大気中に排出される（矢印 A 4 参照）。第 1 ガス抜き弁 122 の方に流れたスラリー 40 は、ろ液タンク 150 に回収される。また、循環ライン 103 を移動するスラリー 40 は、貯留槽 101 に循環される（矢印 A 5 参照）。そして、スラリー 40 は、貯留槽 101 に貯留されたスラリー 40 の上部に堆積される。スラリー 40 は、密閉容器 2 内で吸収した熱を放熱し、冷却される。冷却後、再び、供給ライン 102 を移動し、ろ室 3 に供給される。そして、ろ室 3 内にあるスラリー 40 は、供給された新規のスラリー 40 により冷却される。

【0173】

また、第 1 排出室 4 に移動したろ液 45 は、第 1 排出口 4 a から排出され、第 1 排出ライン 4 b を流れる（矢印 B 1 参照）。また、第 1 排出室 4 の上部にあるガス 47 は、ろ液 45 と同伴し、第 1 排出ライン 4 b に流れる。そして、ガス 47 は、第 2 ガス抜き弁 132 から大気中に放出される（矢印 B 2 参照）。また、第 2 ガス抜き弁 132 の方に流れたろ液 45 は、ろ液タンク 150 に回収される。第 1 排出ライン 4 b を流れるろ液 45 は、第 1 排出槽 4 d に回収される（矢印 B 3 参照）。

【0174】

第 2 排出室 5 に移動した濃縮物 44 は、第 2 排出口 5 a から排出され、第 2 排出ライン 5 b を流れる（矢印 C 1 参照）。また、第 2 排出室 5 の上部にあるガス 47 は、濃縮物 44 と同伴し、第 2 排出ライン 5 b に流れる。そして、ガス 47 は、第 3 ガス抜き弁 142 から大気中に放出される（矢印 C 2 を参照）。第 3 ガス抜き弁 142 の方に流れた濃縮物 44 は、ろ液タンク 150 に回収される。そして、第 2 排出ライン 5 b を流れる濃縮物 44 は、第 2 排出槽 5 d に回収される（矢印 C 3 参照）。

【0175】

以上、実施形態 8 のろ過システム 100 A によれば、ガス抜き弁（122、132、142）からガス 47 が放出される。また、スラリー 40 の温度上昇が回避される。

【0176】

図 20 は、実施形態 8 のろ過システムにおける逆洗浄の使用法を示す模式図である。図 20 に示すように、ろ過装置 1 A を逆洗浄する場合、バルブ 113 a、105、133、143、及び 103 a を閉じる。バルブ 112 a、120 a を開く。コンプレッサ 110 を駆動させ、洗浄水槽 111 に圧縮空気を供給する（矢印 E 1 参照）。洗浄水槽 111 の洗浄水は、逆洗浄ライン 112 を流れ、第 1 逆洗口 4 f を通過して第 1 排出室 4 に流れ込む（矢印 E 2 参照）。また、洗浄水は、第 2 逆洗口 5 f を通過して第 2 排出室 5 に流れ込む（矢印 E 3 参照）。そして、第 1 排出室 4 と第 2 排出室 5 の洗浄水は、電極 10 の開口を通過してろ室 3 に流れる。これにより、電極 10 に付着したスラリー 40 ののが洗い流される。そして、ろ室 3 に流れた洗浄水は、取り出し口 116 を通過して循環ライン 103 に流れる（矢印 E 4 参照）。そして、洗浄水は、洗浄排水ライン 120 を通過してろ液

10

20

30

40

50

タンク 150 に回収される（矢印 E 5 参照）。

【0177】

図 21 は、実施形態 8 のろ過システムにおける洗浄の使用方法を示す模式図である。次にろ過システム 100A による洗浄の使用方法を説明する。ろ過装置 1 の洗浄の場合、バルブ 112a、105、133、143、及び 103a を閉じる。バルブ 113a、120a を開く。コンプレッサ 110 を駆動させ、洗浄水槽 111 に圧縮空気を供給する（矢印 F 1 参照）。洗浄水槽 111 の洗浄水は、洗浄ライン 113 を流れ、供給口 3a を通過してろ室 3 に流れ込む（矢印 F 2 参照）。そして、洗浄水は、ろ室 3 から第 1 排出室 4 や第 2 排出室 5 に流れ、取り出し口 116 から排出される（矢印 F 3 参照）。そして、洗浄水は、洗浄排水ライン 120 を通過してろ液タンク 150 に回収される（矢印 F 4 参照）。

10

【0178】

（実施形態 9）

図 22 は、実施形態 9 のろ過システムを模式的に示す図である。実施形態 9 のろ過システム 100B は、供給ポンプ 104 を備えていない点で実施形態 7 と相違する。また、実施形態 9 のろ過システム 100B は、貯留槽 101 が密閉されている点で、実施形態 7 と相違する。また、実施形態 9 のろ過システム 100B は、貯留槽 101 に圧力調整弁 101b が設けられている点で、実施形態 7 と相違する。また、実施形態 9 のろ過システム 100B は、エアコンプレッサ 110 を備えている点で、実施形態 7 と相違する。

20

【0179】

実施形態 9 のろ過システム 100B の使用方法について説明する。コンプレッサ 110 を駆動すると、貯留槽 101 に圧縮空気が供給される（矢印 G 1 参照）。また、密閉空間 S のうちの室 3 の上部に溜まるガス 47 は、スラリー 40 に同伴し、循環ライン 103 を通過して貯留槽 101 内で放散される（矢印 G 2 参照）。このため、貯留槽 101 の圧力は、大気圧よりも上昇する。よって、コンプレッサ 110 の圧縮空気の供給量を、実施形態 8 の場合よりも少なく設定することができる。具体的には、コンプレッサ 110 により供給する圧力は、貯留槽 101 の内圧力が 0.02 MPa ~ 0.2 MPa と成る程度であり、微加圧である。

【0180】

また、ろ室 3 の上部に溜まるガス 47 が継続して貯留槽 101 内に供給される。よって、貯留槽 101 の内圧は、次第に上昇する。そして、貯留槽 101 の内圧が所定値以上となった場合、圧力調整弁 101b が作動する。よって、貯留槽 101 内のガス 47 が貯留槽 101 外に排出される（矢印 G 3 参照）。これにより、貯留槽 101 が破損することを回避できる。また、コンプレッサ 110 の圧縮空気の供給量を調整するための制御を不要とすることができる。

30

【0181】

なお、実施形態 9 のろ過システム 100B においても、第 1 排出室 4 の上部に溜まるガスは、第 1 排出ライン 4b に流れるろ液 45 に同伴し、第 1 排出槽 4d に移動し、第 1 排出槽 4d の開口部 4e から大気中に放出される。第 2 排出室 5 の上部に溜まるガスは、第 2 排出ライン 5b に流れる濃縮物 44 に同伴し、第 2 排出槽 5d に移動し、第 2 排出槽 5d の開口部 5e から大気中に放出される。

40

【0182】

なお、実施形態 9 のろ過システム 100B では、貯留槽 101 の微加圧を供給するため、コンプレッサ 110 を用いた例を挙げたが、本開示は、これに限定されない。例えば、貯留槽 101 をろ過装置 1 よりも上方に配置し、貯留槽 101 内のスラリー 40 を水頭圧によりろ過装置 1 に供給してもよい。

【0183】

以上、各実施形態について説明したが、本開示は、上記した例に限定されない。例えば、本開示は、電極を利用したろ過装置であればよく、各実施形態で示したろ過装置以外の

50

ろ過装置であってもよい。また、実施形態の電極 10 は、上下方向に延在しているが、上下方向に傾斜するように配置してもよい。また、取り出し口 116 は、上壁 2b に設けられているが、側壁 2a の上部の方にもうけてもよい。一方、第 1 排出口 4a 及び第 2 排出口 5a は、側壁 2a の上部でなく、上壁 2b の方に設けてもよい。このような変形例であっても、密閉容器 2 内のガス 47 を取り出し口 116、第 1 排出口 4a、及び第 2 排出口 5a から排出させることができるからである。

【0184】

(実施形態 10)

図 23 は、実施形態 10 のろ過システムを模式的に示す図である。実施形態 10 のろ過システム 100C は、図 23 に示すように、ろ室 3 の加圧状態を一定に保持するために、10

圧力調整ライン 128 を設置し、圧力調整ライン 128 に背圧弁 (圧力調整弁) 129 を設置している。この背圧弁 129 は、例えば 0.05 MPa に設定し、それ以上となると圧力を逃がす機能を備えている。これにより、定圧ろ過を保持している。

ここで、理想的なろ過システムの流量を想定すると、供給ライン 102 で供給するスラリー 40 を定量ポンプ 104 で例えば「3」の流量を供給すると仮定する。この際、例えばろ液 45 の排出量を「1」、濃縮物 44 の排出量「1」とし、循環の流量を「1」とすることで、バランスするのが理想的である。しかしながら、実際の運転条件は、種々の要因によりこの理想的なバランスで維持することはできない。

【0185】

そこで、加圧状態を一定とするために、プラス (例えば流量「0.3」~「0.5」)20

の条件で運転するようにしている。例えば、流量「3.5」でスラリー 40 を定量ポンプ 104 で供給しようとする場合、背圧弁 129 を設けた圧力調整ライン 128 において、圧力が 0.05 MPa 以上となると、スラリー 40 を貯留槽 101 に戻すようにしている。

【0186】

このように、本実施形態では、循環ライン 103 からのスラリー 40 の流量「1」を出すように、加圧状態を一定に保つために、圧力調整ライン 128 に背圧弁 129 を設置し、この背圧弁 129 の動作により、定圧ろ過を保持することができる。この結果、連続してスラリー 40 からの分離物 (ろ液 45、濃縮物 44) の分離を安定して行うことができる。この圧力調整ライン 128 と背圧弁 129 との設置は、本発明の他の実施形態に適用30

【0187】

(実施形態 11)

図 24 は、実施形態 11 のろ過システムを模式的に示す図である。実施形態 11 のろ過システム 100D は、図 24 に示すように、ろ室 3、第 1 排出室 4、又は第 2 排出室 5 の内部の少なくとも一か所に加振部材 200 を備えるものである。

実施形態 11 のろ過システム 100D は、電界ろ過においては、強い凝集性を示す粒子 42 を含むスラリー 40 を分離場合、ろ室 3 内及び第 1 アノード電極 13-1、第 2 アノード電極 13-2、第 3 アノード電極 13-3、第 4 アノード電極 13-4 間に粒子 42 の滞留や付着が発生し、粒子 42 の回収率の低下傾向があるが、加振部材 200 を設ける40

ことにより、これらが解消される。詳細は、実施形態 6 で説明しているため、その説明は省略する。

【0188】

(実施形態 12)

図 25A は、実施形態 12 のろ過システムを模式的に示す図である。実施形態 12 のろ過システム 100E-1 は、図 25A に示すように、粒子 42 と、粒子 42 の電荷 (+) と異なる電荷 (-) を帯びている媒体 (水分子 41) とを含むスラリー 40 が供給されるろ室 3 と、ろ室 3 の両側面に対向して設けられ、スラリー 40 中の粒子 42 と媒体 (水分子 41) とを電気的に分離する第 1 分離電極群 10A と第 2 分離電極群 10B と、第 1 分離電極群 10A と第 2 分離電極群 10B のろ室と反対側に設けられ、分離物 (媒体 (水分50

子 4 1)、粒子 4 2) を排出するカソード側第 1 排出室 4 とアノード側第 2 排出室 5 と、を備えた、ろ過装置ユニットを一単位のモジュールとし、ろ過装置ユニット 1 6 0 (1 6 0 - 1 , 1 6 0 - 2 ...) からなるモジュールを連結する際、連結チャンバー 1 6 1 を用いて複数連結している。

【 0 1 8 9 】

本実施形態によれば、連結チャンバー 1 6 1 を基準として、モジュールのろ過装置ユニット 1 6 0 (1 6 0 - 1 , 1 6 0 - 2 ...) の連結を順次折り返してろ過装置群を構築することで、処理能力の向上(ろ過面積拡大)を図り、分離物(ろ液 4 5、濃縮物 4 4)の排出量の増大化を図ることができる。

【 0 1 9 0 】

図 2 5 B は、実施形態 1 2 の変形例のろ過システムを模式的に示す図である。実施形態 1 2 の変形例のろ過システム 1 0 0 E - 2 は、図 2 5 A で用いた連結用の連結チャンバー 1 6 1 を用いず、第 1 排出室 4 又は第 2 排出室 5 のいずれか一方を共用化している。

本実施形態では、第 2 排出室 5 を共用している。

なお、さらに連結する場合には、ろ過装置ユニット 1 6 0 - 2 の隣にろ過装置ユニット 1 6 0 - 3 (図示せず) を設け、第 1 排出室 4 を共用とするようにすればよい。

【 0 1 9 1 】

本実施形態のろ過システム 1 0 0 E - 2 の変形例によれば、ろ過システム 1 0 0 E - 1 で用いた連結チャンバー 1 6 1 を用いることなく、第 1 排出室 4 又は第 2 排出室 5 のいずれか一方を用いて共用化している。この結果、ろ過装置の処理量を増大しても、ろ過装置全体の容量を削減することができる。また、連結チャンバー 1 6 1 と第 1 排出室 4 又は第 2 排出室 5 のいずれか一方を削減することができるので、ろ過装置の部品点数の省力化を図ることができる。

【 0 1 9 2 】

(実施形態 1 3)

図 2 6 は、実施形態 1 3 のろ過システムを模式的に示す図である。

また、図 2 8 は、実施形態 7 のろ過装置を模式的に示す模式図であり、図 1 7 と同一である。図 2 9 は、実施形態 1 3 のろ過装置を模式的に示す模式図である。図 3 1 は、実施形態 1 3 , 1 4 の電源構成を示す回路図であり、図 3 1 A は並列回路図、図 3 1 B は直列回路図である。

図 2 6 に示すように、実施形態 1 3 のろ過システム 1 0 0 E は、相異なる電荷を帯びている粒子 (+) 4 2 と液体 (水分子 (-) 4 1) とを、含むスラリー 4 0 が、供給ライン (管) 1 0 2 により供給されるろ室 3 と、ろ室 3 の両側面に、相対向して設けられ、スラリー 4 0 中の粒子 4 2 と液体 (水分子 4 1) とを電界作用によって分離する少なくとも 2 以上のカソード電極又はアノード電極のいずれか一方又は両方を備えた第 1 電極群 1 0 A、第 2 電極群 1 0 B と、電極群のろ室 3 と反対側に設けられ、分離物である濃縮物 4 4 とろ液 4 5 とを排出する第 1 排出室 4 および第 2 排出室 5 とを備えたろ過装置 1 G としている。

そして、第 1 電極群 1 0 A、第 2 電極群 1 0 B が、同極性のカソード側とし、電極群を構成する電極が細孔を有すると共に、電極群 1 0 A、1 0 B の極性 (-) と異なる極性 (+) のアノード側の電極 1 7 0 A をろ室 3 内に配置するものである。

【 0 1 9 3 】

次に、図 1 7、図 2 6、図 2 7、図 2 8 に基づき、ろ液 4 5 の回収増大を図る場合について説明する。

前述したように、図 1 7 に示す実施形態 7 のろ過装置 1 F では、図 2 8 に示すように、ろ過室 3 の左右に第 1 排出室 4、第 2 排出室 5 を各々設置している。この結果、ろ室 3 に供給されたスラリー 4 0 は、ろ室 3 を中心として左右に相対向する第 1 電極群 1 0 A (1 1、1 2)、第 2 電極群 1 0 B (1 3、1 4) における電界作用により分離され、ろ液 4 5 は第 1 排出室 4 に、濃縮物 4 4 は第 2 排出室 5 に分離されている。

【 0 1 9 4 】

10

20

30

40

50

これに対して、実施形態 13 のろ過装置 1 G では、図 29 に示すように、ろ過室 3 内にソリッド状のアノード電極を配置し、ろ室 3 の左右に、カソード電極として相対向する第 1 電極群 10 A (11、12)、第 1 電極群 10 B (11、12) を各々設置している。この結果、ろ室 3 に供給されたスラリー 40 中の水分子 41 はろ室 3 を中心として左右に相対向する第 1 電極群 10 A (11、12)、第 1 電極群 10 A (11、12) における電界作用により分離され、左右に設置している第 1 排出室 4、4 内にろ液 45 が分離される。

【0195】

これにより、実施形態 13 のろ過装置 1 G は、ろ液 45 を排出するポートである第 1 排出室 4、4 を左右に設置するようにしているので、図 28 に示す実施形態 7 のろ過装置 1 F に較べてろ液 45 の回収量を倍増させることができる。

10

【0196】

(実施形態 14)

図 27 は、実施形態 14 のろ過システムを模式的に示す図である。図 30 は、実施形態 14 のろ過装置を模式的に示す模式図である。

図 27 に示すように、実施形態 14 のろ過システム 100 F は、相異なる電荷を帯びている粒子 (+) 42 と液体 (水分子 (-) 41) とを、含むスラリー 40 が、供給ライン (管) 102 により供給されるろ室 3 と、ろ室 3 の両側面に、相対向して設けられ、スラリー 40 中の粒子 42 と液体 (水分子 41) とを電界作用によって分離する少なくとも 2 以上のカソード電極又はアノード電極のいずれか一方又は両方を備えた第 1 電極群 10 A、第 2 電極群 10 B と、電極群のろ室 3 と反対側に設けられ、分離物である濃縮物 44 を排出する第 1 排出室 4 及び第 2 排出室 5 とを備えており、第 1 電極群 10 A、第 2 電極群 10 B が、同極性のアノード側であり、電極群を構成する電極が細孔を有すると共に、電極群の極性 (-) と異なる極性 (+) のカソード側の電極 170 B をろ室 3 内に配置するものである。

20

【0197】

これにより、濃縮物 44 を排出するポートである第 2 排出室 5、5 を左右に設置するようにしているので、濃縮物 44 の回収率を倍増させることができる。

【0198】

実施形態 14 のろ過装置 1 H では、図 30 に示すように、ろ過室 3 内にカソード電極を配置し、ろ室 3 の左右に、アノード電極として相対向する第 1 電極群 10 A (13、14)、第 1 電極群 10 B (13、14) を各々設置している。この結果、ろ室 3 に供給されたスラリー 40 中の粒子 42 はろ室 3 を中心として左右に相対向するアノード電極からなる第 1 電極群 10 A (13、14)、第 1 電極群 10 A (13、14) における電界作用により分離され、左右に設置している第 2 排出室 5、5 内に濃縮物 44 が分離される。

30

【0199】

これにより、実施形態 14 のろ過装置 1 H は、濃縮物 44 を排出するポートである第 2 排出室 5、5 を左右に設置するようにしているので、図 28 に示す実施形態 7 のろ過装置 1 F に較べて、濃縮物 44 の回収量を倍増させることができる。

【0200】

図 28 における実施形態 7 のろ過装置 1 F は、供給ライン 102 によりろ室 3 内に供給されるスラリー 40 の粒子の濃度を 2% とすると、循環ライン 103 を介してろ室 3 から排出される残スラリー 40 の粒子 42 の濃度は 1.2% であり、第 1 排出室 4 から排出されるろ液 43 の粒子 42 の濃度は 0.01% であり、第 2 排出室 5 から排出される濃縮物 44 の粒子 40 の濃度は 4~6% である。

40

【0201】

図 29 に示す実施形態 13 のろ過装置 1 G は、供給ライン 102 によりろ室 3 内に供給されるスラリー 40 の粒子の濃度を 2% とすると、循環ライン 103 を介してろ室 3 から排出される残スラリー 40 に濃縮物 44 が同伴されるので、粒子 42 の濃度は 4~6% となり、第 1 排出室 4 から排出されるろ液 43 の粒子 42 の濃度は 0.01% となる。

50

【 0 2 0 2 】

図 3 0 に示す実施形態 1 4 のろ過装置 1 H は、供給ライン 1 0 2 によりろ室 3 内に供給されるスラリー 4 0 の粒子 4 2 の濃度を 2 % とすると、循環ライン 1 0 3 を介してろ室 3 から排出される残スラリー 4 0 の粒子 4 2 の濃度は 1 % 以下、第 2 排出室 5 から排出される濃縮物 4 4 の粒子 4 2 の濃度は 6 % となる。

【 0 2 0 3 】

また、実施形態 1 3、1 4 において、ろ室内 3 に設置する電極は、孔があっても孔が無くとも良く、メッシュ状の電極としても良い。なお、ろ室 3 内に設置する電極の厚さは、例えば 0 . 0 5 mm ~ 5 mm 程度とするのが、好ましい。

【 0 2 0 4 】

「付記事項」

本実施形態では、以下の構成を含む。

(1)

ろ室、第 1 排出室、及び第 2 排出室を内部に有する密閉容器と、
帯電した粒子と液体が混合したスラリーを供給する供給ラインと、
前記供給ラインと前記ろ室を連通する供給口と、
前記液体を前記第 1 排出室から排出する第 1 排出口と、
前記スラリーから前記液体が分離した濃縮物を前記第 2 排出室から排出する第 2 排出口と、

前記粒子及び前記液体が通過可能な複数の孔が設けられた複数の電極と、

を備え、

前記複数の電極は、

前記ろ室と前記第 1 排出室とを仕切る複数のカソード電極と、

前記ろ室と前記第 2 排出室とを仕切る複数のアノード電極と、

を有し、

前記複数のカソード電極は、

カソード第 1 電極と、

前記カソード第 1 電極よりも前記第 1 排出室寄りに配置されたカソード第 2 電極と、

を有し、

前記複数のアノード電極は、

前記ろ室を挟んで前記カソード第 1 電極と対向するアノード第 1 電極と、

前記アノード第 1 電極よりも前記第 2 排出室寄りに配置されたアノード第 2 電極と、

を有し、

前記カソード第 1 電極には、前記粒子の極性と同じ極性のカソード第 1 電位が供給され、

前記カソード第 2 電極には、前記粒子の極性と同じ極性のカソード第 2 電位が供給され、

前記カソード第 2 電位の絶対値は、前記カソード第 1 電位の絶対値よりも大きく、

前記アノード第 1 電極には、前記粒子の極性と異なる極性のアノード第 1 電位が供給され、

れ、

前記アノード第 2 電極には、前記粒子の極性と異なる極性のアノード第 2 電位が供給され、

れ、

前記アノード第 2 電位の絶対値は、前記アノード第 1 電位の絶対値よりも大きい

ろ過装置。

(2)

前記複数のカソード電極は、3 つ以上の電極を有し、

前記複数のカソード電極のそれぞれに供給されるカソード電位の絶対値は、前記ろ室から離隔するにつれて大きい

(1) に記載のろ過装置。

(3)

前記複数のアノード電極は、3 つ以上の電極を有し、

前記複数のアノード電極のそれぞれに供給されるアノード電位の絶対値は、前記ろ室か

10

20

30

40

50

ら離隔するにつれて大きい

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

(4)

前記複数のカソード電極の間に、ろ材が設けられている

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

(5)

前記複数のアノード電極の間に、複数の孔が設けられた誘電体が設けられている

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

(6)

前記誘電体の前記孔の径は、1000nm以上4000nm以下である

(5) に記載のろ過装置。

10

(7)

さらに、ブリーダ抵抗を備え、

一端が前記ブリーダ抵抗と接続する第1電気配線と、

一端が前記ブリーダ抵抗と接続する第2電気配線と、

を有し、

前記第1電気配線の他端は、前記複数のカソード電極のうち前記ろ室から最も離隔する前記電極と接続し、

前記第2電気配線の他端は、前記複数のアノード電極のうち前記ろ室から最も離隔する前記電極と接続する

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

20

(8)

前記第1排出室と前記第2排出室に配置される中和電極と、

前記粒子の極性と異なる極性の中和電位を前記中和電極に供給する中和電源と、

を備え、

前記中和電位の絶対値は、前記複数のアノード電極のうち前記ろ室から最も離隔する前記電極に供給されるアノード電位の絶対値よりも大きい

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

(9)

前記電極の表面には、電食防止層が設けられている

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

30

(10)

前記供給ラインの内部にある前記スラリーを前記ろ室の方に押し出すポンプ)を備える

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

(11)

前記複数のカソード電極にカソード電位を供給する複数のカソード電源と、

前記複数のアノード電極にアノード電位を供給する複数のアノード電源と、

を備える

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

(12)

鉛直方向の上方から前記第1排出室、前記ろ室、前記第2排出室の順で配置される

(1) 又は (2) に記載のろ過装置。

40

(13)

前記複数のアノード電極の間に発生する電界の力を前記ろ室のろ過圧力よりも小さくなるように、前記複数のアノード電極に供給するアノード電位を設定する

(1) 又は (2) に記載のろ過装置の運転方法。

(14)

前記複数のアノード電極の間に発生する電界の力を前記ろ室のろ過圧力よりも大きくした後、前記電界の力が前記ろ室の過圧力よりも小さくなるように、前記複数のアノード電極に供給するアノード電位を変更する (1) 又は (2) に記載のろ過装置の運転方法。

50

(1 5)

帯電した粒子と液体が混合されたスラリーを貯留する貯留槽と、
 内部に電極が設けられた密閉容器を有し、前記密閉容器の内部で前記スラリーの固液分離を連続して行うろ過装置と、
 前記貯留槽から前記密閉容器の内部に前記スラリーを継続的に供給する供給ラインと、
 前記密閉容器の内部から前記スラリーの一部を抜き取り、前記貯留槽に継続的に循環させる循環ラインと、
 前記循環ラインに設けられ、前記循環ラインを流れる前記スラリーの単位時間当たりの循環量を、前記供給ラインを流れる前記スラリーの単位時間当たりの供給量よりも少なく調整する定量ポンプと、
 を備えるろ過システム。

10

(1 6)

前記循環ラインは、前記密閉容器の上部から前記スラリーを抜き取っている

(1 5) に記載のろ過システム。

(1 7)

前記循環ラインには、ガス抜き弁が設けられている

(1 5) 又は (1 6) に記載のろ過システム。

(1 8)

前記ろ過装置は、

ろ室、第 1 排出室、及び第 2 排出室を内部に有する前記密閉容器と、

前記供給ラインと前記ろ室を連通する供給口と、

前記液体を前記第 1 排出室から排出する第 1 排出口と、

前記スラリーから前記液体が分離した濃縮物を前記第 2 排出室から排出する第 2 排出口と、

前記粒子及び前記液体が通過可能な複数の孔が設けられた複数の前記電極と、
 を備え、

複数の前記電極は、

前記ろ室と前記第 1 排出室とを仕切る複数のカソード電極と、

前記ろ室と前記第 2 排出室とを仕切る複数のアノード電極と、

を有し、

前記複数のカソード電極は、

カソード第 1 電極と、

前記カソード第 1 電極よりも前記第 1 排出室寄りに配置されたカソード第 2 電極と、

を有し、

前記複数のアノード電極は、

前記ろ室を挟んで前記カソード第 1 電極と対向するアノード第 1 電極と、

前記アノード第 1 電極よりも前記第 2 排出室寄りに配置されたアノード第 2 電極と、

を有し、

前記カソード第 1 電極には、前記粒子の極性と同じ極性のカソード第 1 電位が供給され、

前記カソード第 2 電極には、前記粒子の極性と同じ極性のカソード第 2 電位が供給され、

前記カソード第 2 電位の絶対値は、前記カソード第 1 電位の絶対値よりも大きく、

前記アノード第 1 電極には、前記粒子の極性と異なる極性のアノード第 1 電位が供給され、

前記アノード第 2 電極には、前記粒子の極性と異なる極性のアノード第 2 電位が供給され、

前記アノード第 2 電位の絶対値は、前記アノード第 1 電位の絶対値よりも大きい

(1 5) 又は (1 6) に記載のろ過システム。

(1 9)

前記ろ室、前記第 1 排出室、及び前記第 2 排出室は、水平方向に配置され、

前記密閉容器は、前記ろ室の上部と前記循環ラインとを連通する取り出し口を有してい

50

る (1 8) に記載のろ過システム。

(2 0)

前記第 1 排出口は、前記第 1 排出室の上部から前記液体を排出する
(1 9) に記載のろ過システム。

(2 1)

前記第 2 排出口は、前記第 2 排出室の上部から前記液体を排出する
(1 9) に記載のろ過システム。

(2 2)

前記第 1 排出口に接続する第 1 排出ラインと、
前記第 2 排出口に接続する第 2 排出ラインと、
を備え、

前記第 1 排出ライン及び前記第 2 排出ラインには、ガス抜き弁が設けられている
(1 8) に記載のろ過システム。

10

(2 3)

前記複数のカソード電極は、3つ以上の電極を有し、

前記複数のカソード電極のそれぞれに供給されるカソード電位の絶対値は、前記ろ室から離隔するにつれて大きくなる

(1 8) に記載のろ過システム。

(2 4)

前記複数のアノード電極は、3つ以上の電極を有し、

前記複数のアノード電極のそれぞれに供給されるアノード電位の絶対値は、前記ろ室から離隔するにつれて大きくなる

(1 8) に記載のろ過システム。

20

【符号の説明】

【 0 2 0 5 】

1、1 A ~ 1 H ろ過装置

2 密閉容器

3 ろ室

3 a 供給口

4 第 1 排出室

4 a 第 1 排出口

5 第 2 排出室

5 a 第 2 排出口

6 連通口

7 ろ材

8 誘電体

1 0 電極

1 0 a 孔

1 1 カソード第 1 電極

1 2 カソード第 2 電極

1 3 アノード第 1 電極

1 4 アノード第 2 電極

1 5 カソード第 3 電極

1 6 アノード第 3 電極

2 0 電源

2 1 カソード第 1 電源

2 2 カソード第 2 電源

2 3 アノード第 1 電源

2 4 アノード第 2 電源

2 5 カソード第 3 電源

30

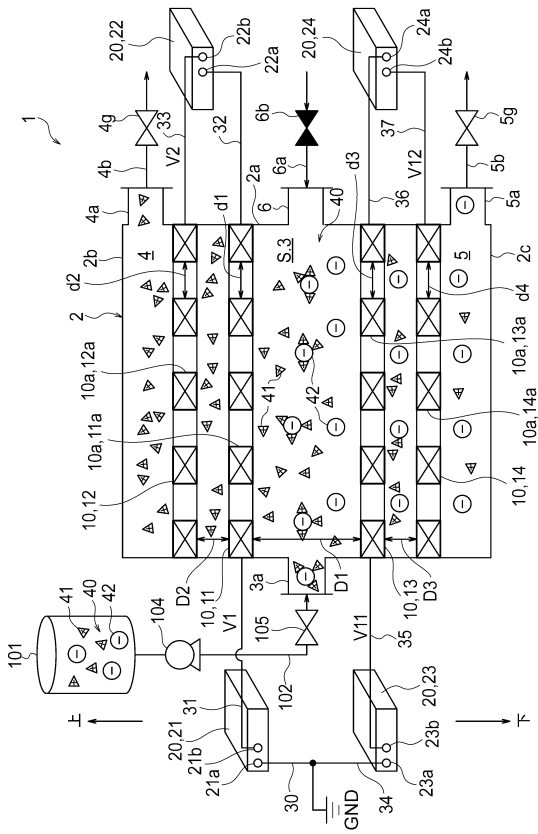
40

50

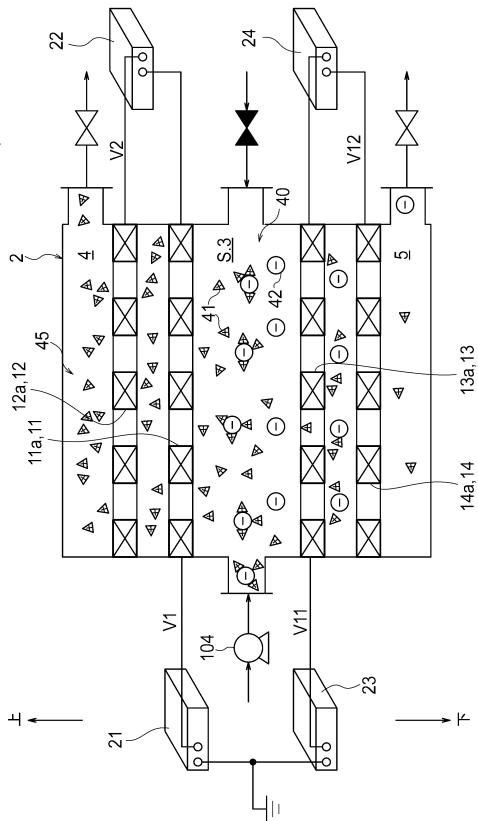
2 6	アノード第 3 電源	
4 0	スラリー	
4 1	水分子	
4 2	粒子	
4 4	濃縮物	
4 5	ろ液	
5 0	ブリーダ抵抗	
5 1	第 1 電気配線	
5 2	第 2 電気配線	
6 0	中和電極	10
6 1	第 1 中和電極	
6 2	第 2 中和電極	
6 3	中和電源	
S	密閉空間	
E a	アノード電界	
E c	カソード電界	
1 0 0、	1 0 0 A ~ G	ろ過システム
1 0 1	貯留槽	
1 0 2	供給ライン	
1 0 3	循環ライン	20
1 0 4	供給ポンプ	
1 0 6	循環ポンプ	
1 1 0	コンプレッサ	
1 1 1	洗浄水槽	
1 1 6	取り出し口	
1 2 0	洗浄排水ライン	
1 2 2	第 1 ガス抜き弁	
1 2 8	圧力調整ライン	
1 2 9	背圧弁	
1 3 2	第 2 ガス抜き弁	30
1 4 2	第 3 ガス抜き弁	
1 0 1 a	開口部	
1 0 1 b	圧力調整弁	
1 6 0	ろ過装置ユニット	
1 6 1	連結チャンバー	
1 7 0 A	アノード電極	
1 7 0 B	カソード電極	

【図面】

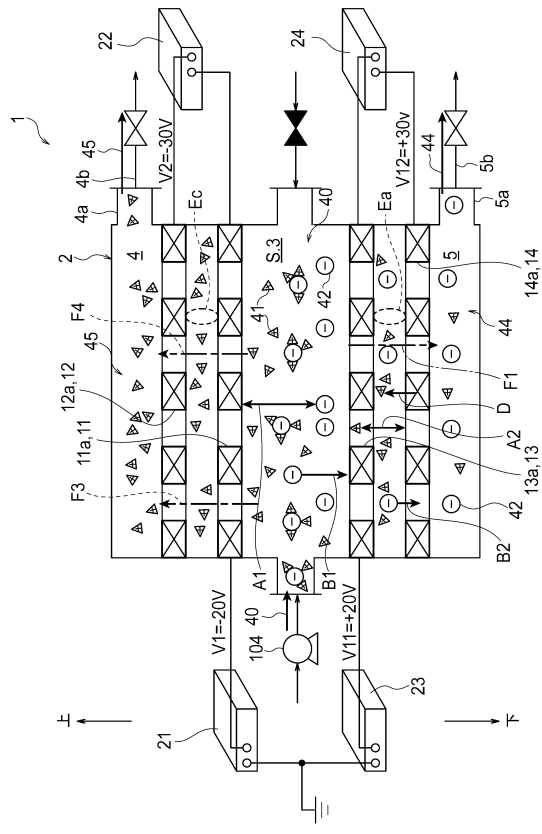
【図 1】



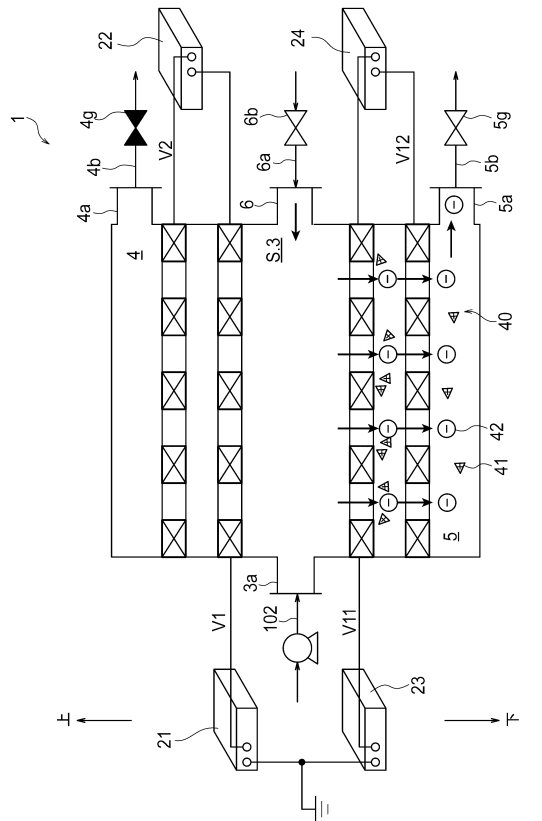
【図 3】



【図 2】



【図 4】



10

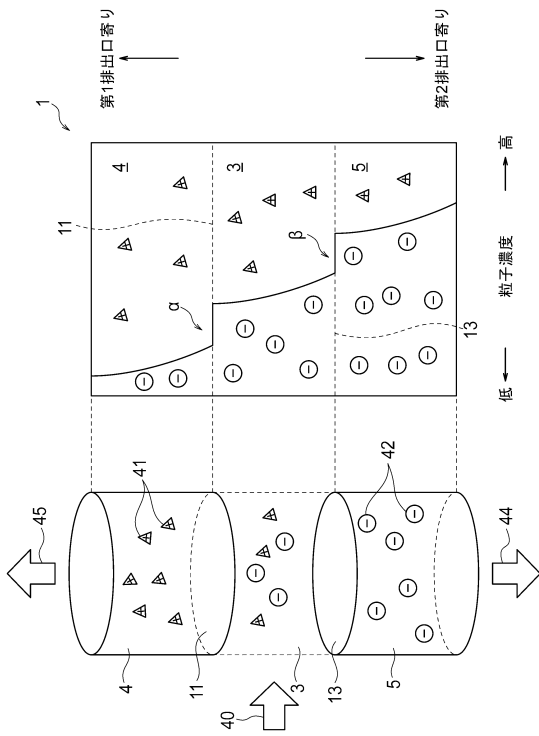
20

30

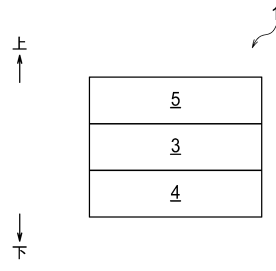
40

50

【図5】



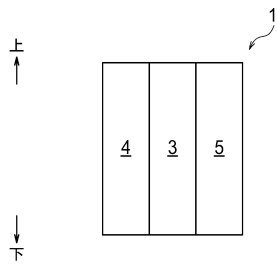
【図6】



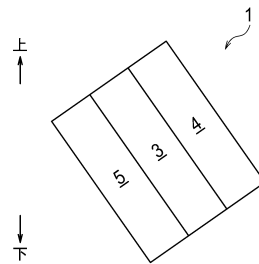
10

20

【図7】



【図8】

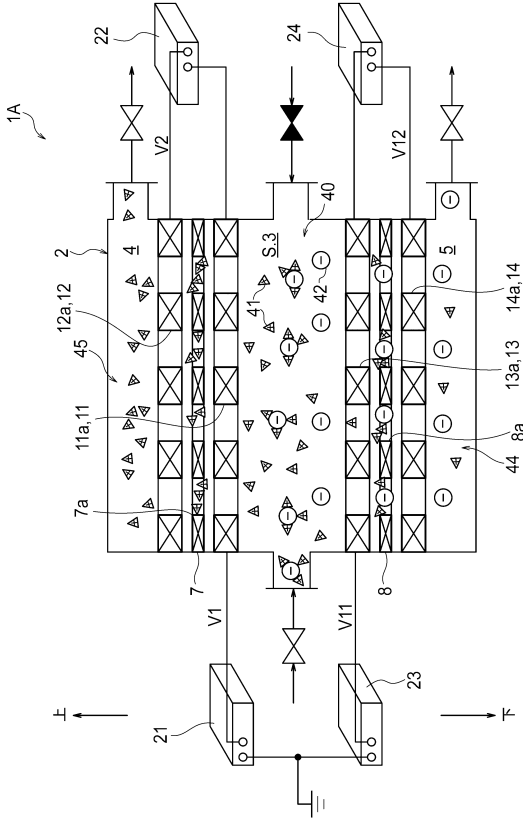


30

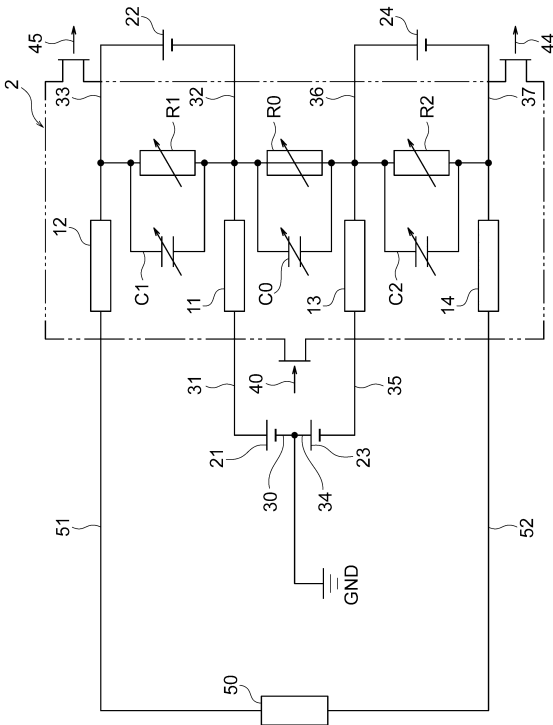
40

50

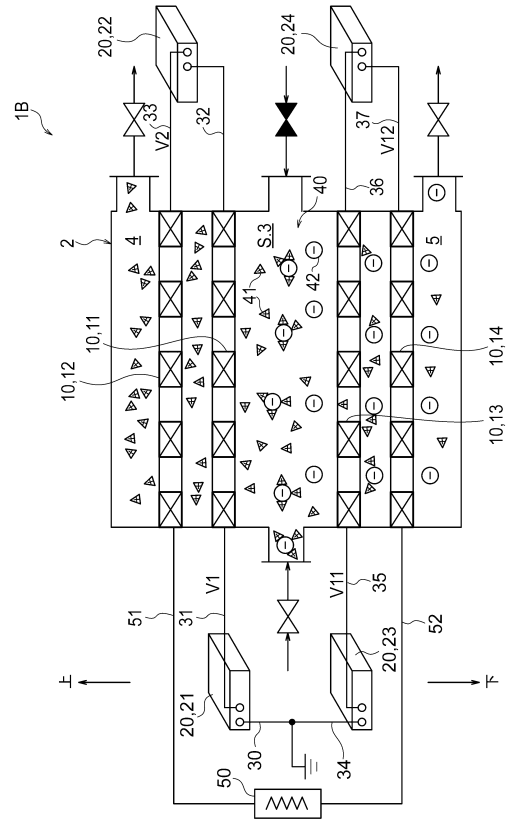
【図 9】



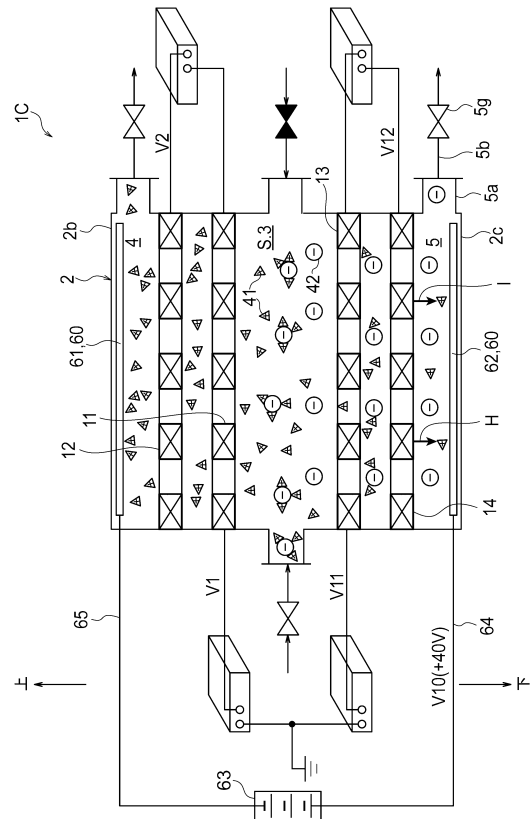
【図 11】



【図 10】



【図 12】



10

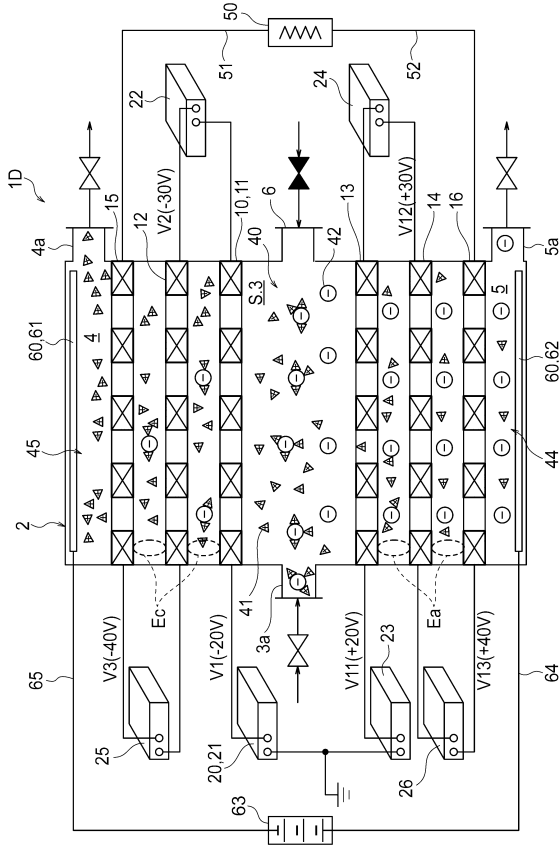
20

30

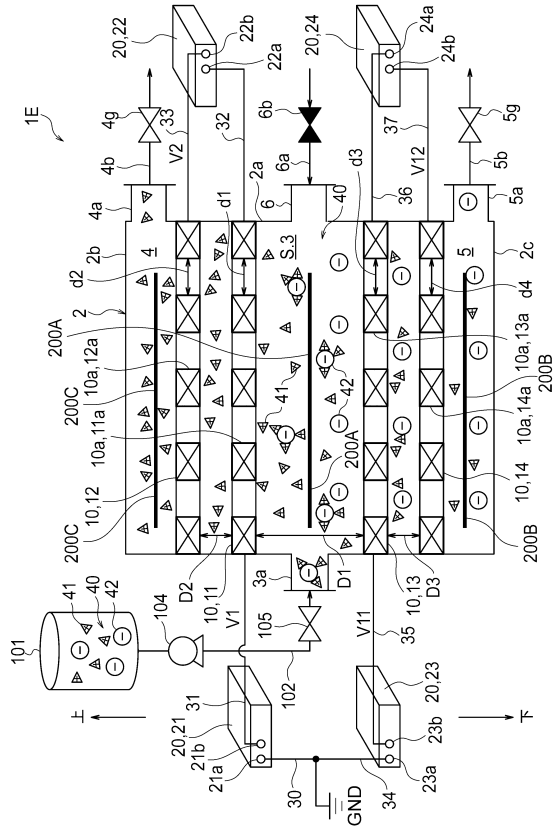
40

50

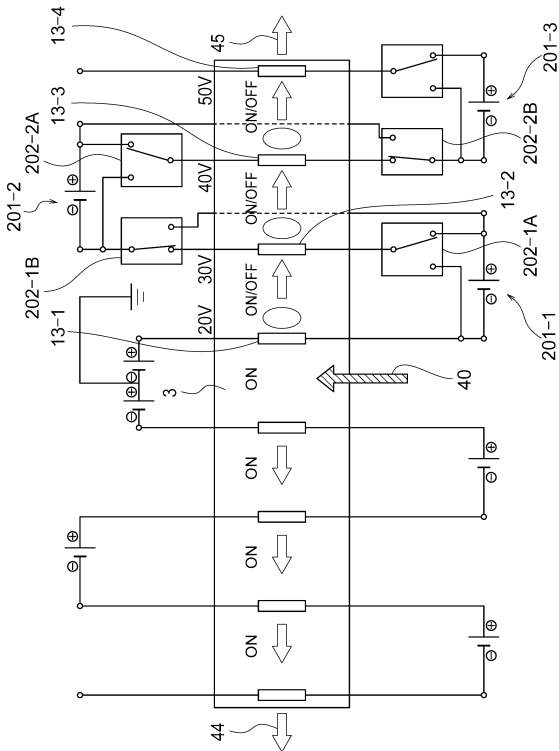
【図 1 3】



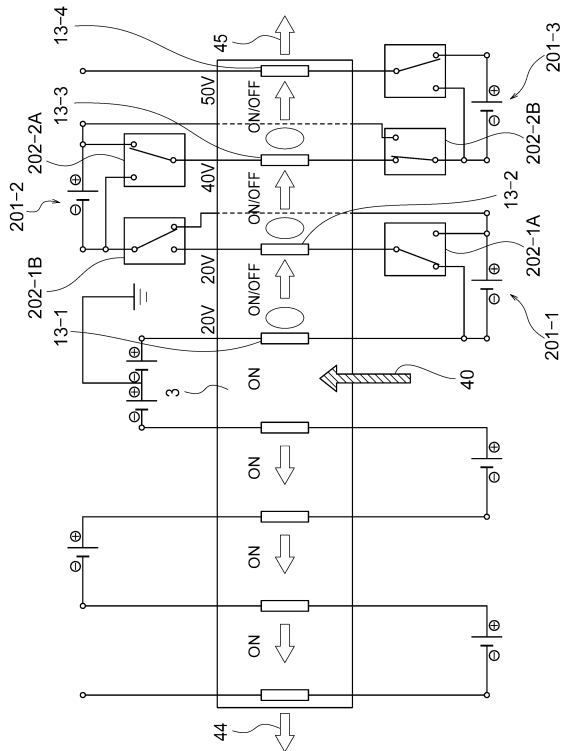
【図 1 4】



【図 1 5 A】



【図 1 5 B】



10

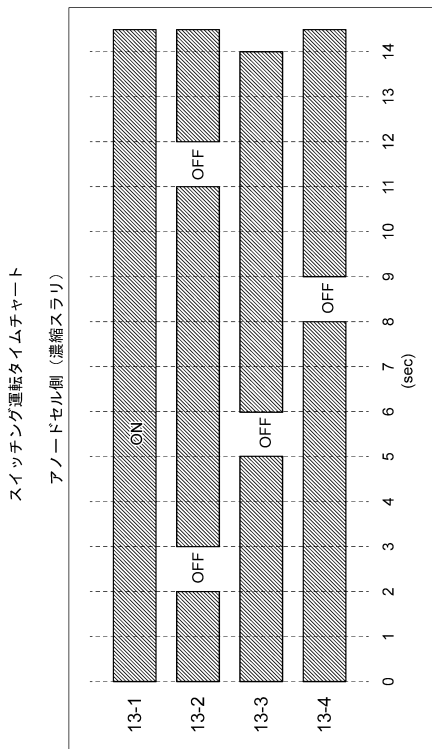
20

30

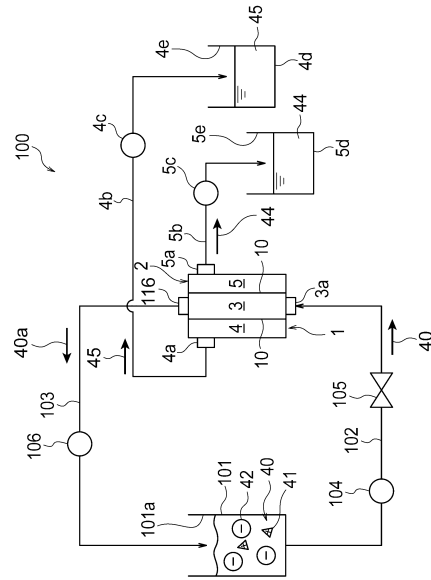
40

50

【図15C】



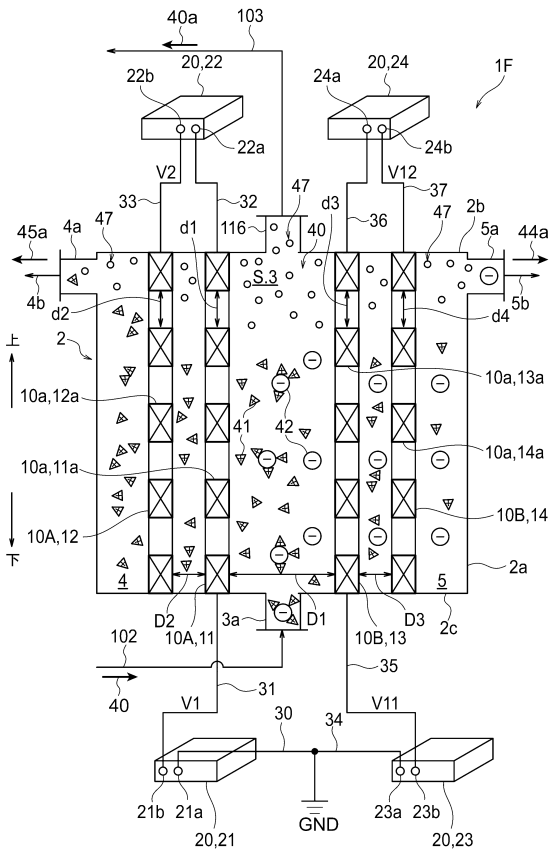
【図16】



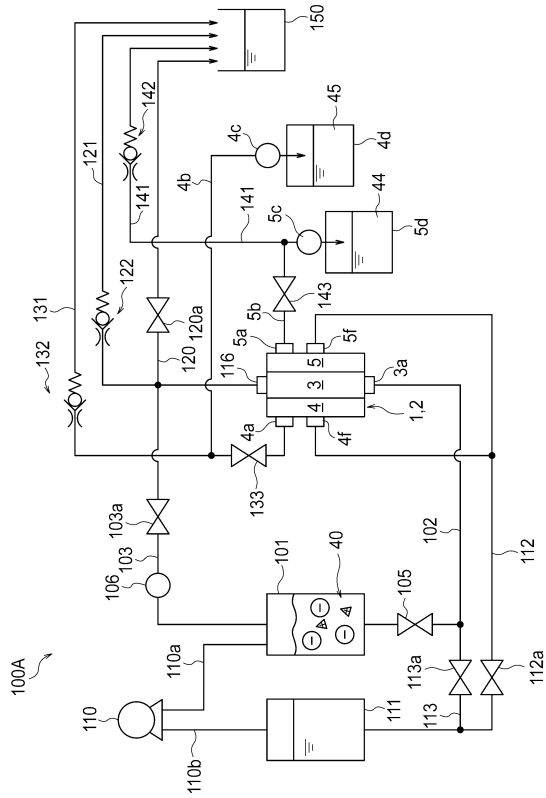
10

20

【図17】



【図18】

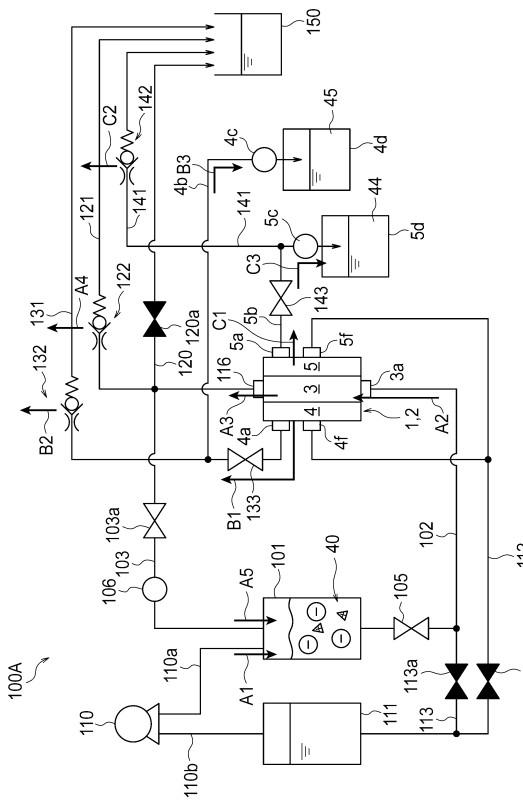


30

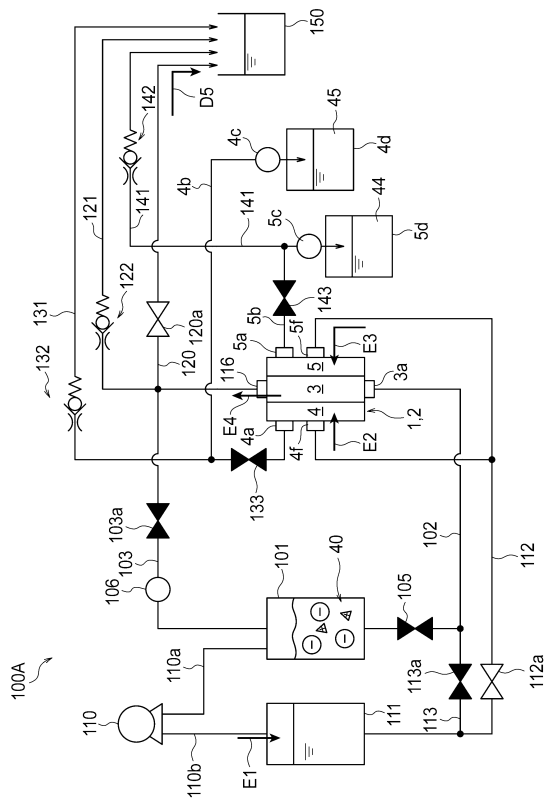
40

50

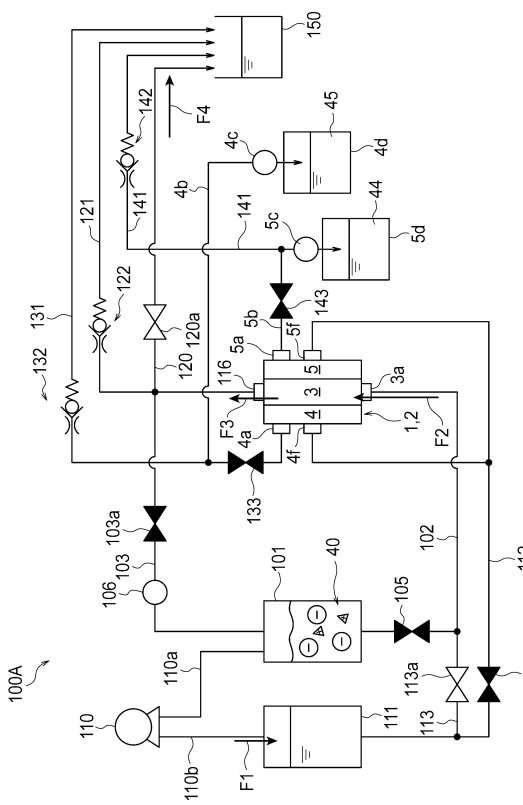
【図 19】



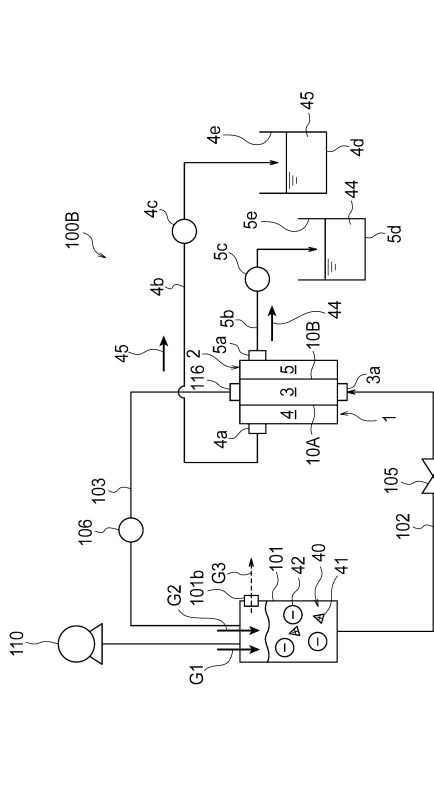
【図 20】



【図 21】



【図 22】



10

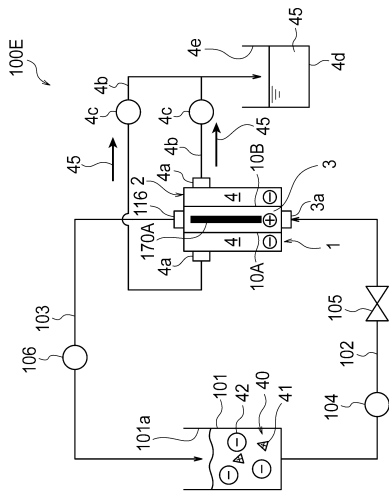
20

30

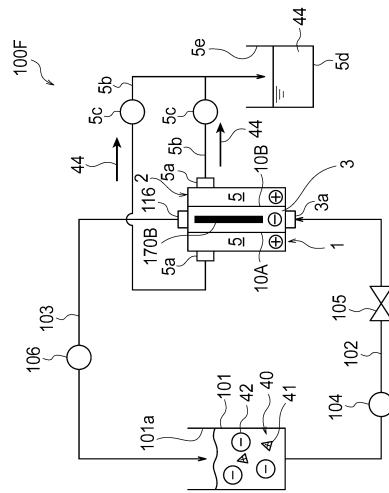
40

50

【図 2 6】



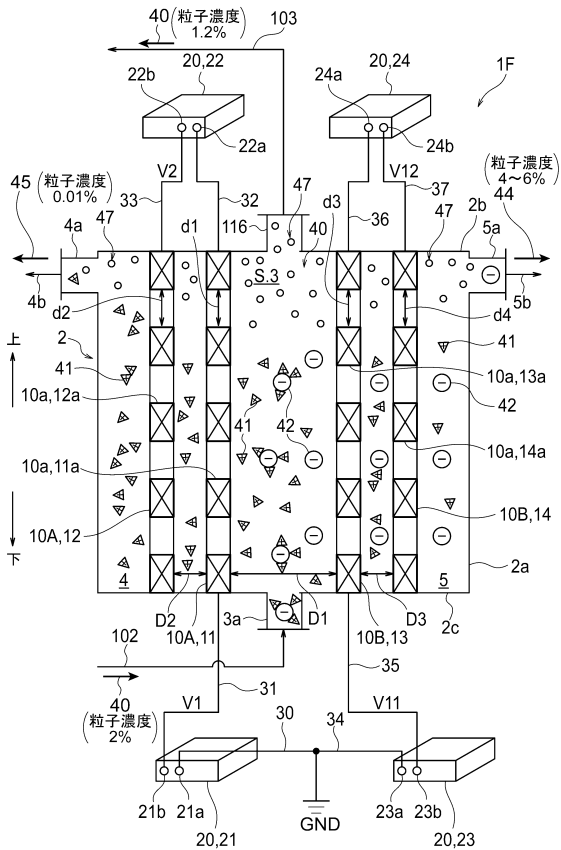
【図 2 7】



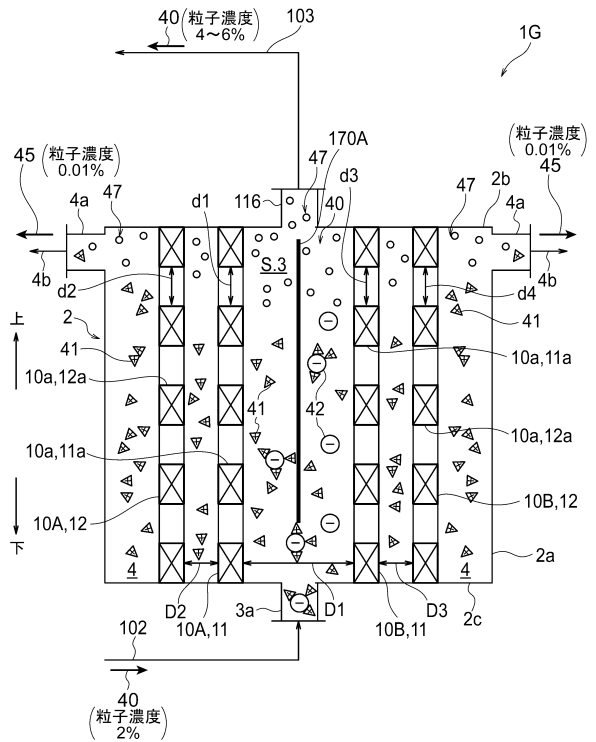
10

20

【図 2 8】



【図 2 9】

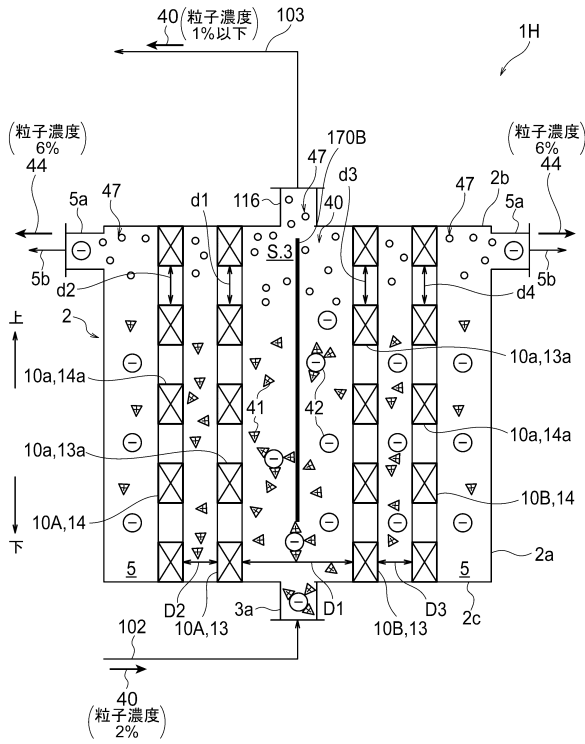


30

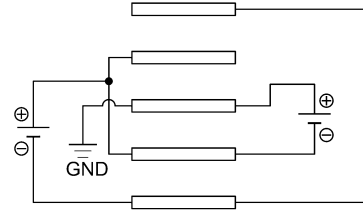
40

50

【 図 3 0 】



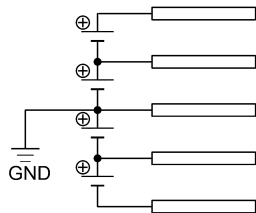
【 図 3 1 A 】



10

20

【 図 3 1 B 】



30

40

50

フロントページの続き

神奈川県川崎市川崎区大川町2番1号 三菱化工機株式会社内

審査官 瀧 恭子

- (56)参考文献 米国特許第04468306 (US, A)
特開2002-023583 (JP, A)
米国特許第04755305 (US, A)
特開2015-202481 (JP, A)
特開昭61-161108 (JP, A)
特開昭61-018410 (JP, A)
特表2006-506223 (JP, A)
特開2017-056397 (JP, A)
特開昭62-183860 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B01D 24/00 - 35/04 ; 35/08 - 37/08
C02F 1/46 - 1/48 , 11/00 - 11/20
B03C 3/00 - 11/00
B01D 57/02、61/56