

## 明 細 書

発明の名称：電解槽

### 技術分野

[0001] 本発明は、三室型の電解槽に関する。

### 背景技術

[0002] 電解槽として、内部がカソード室、中間室、およびアノード室に仕切られた三室型のものが知られる（例えば特許文献１）。中間室には電解液が供給され、カソード室およびアノード室には原水が供給される。中間室にて電気分解が行われることで、中間室からカソード室へ陽イオンが供給され、中間室からアノード室へ陰イオンが供給される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献１：特許第６１３９８０９号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 三室型の電解槽では、電気分解の効率向上のため、中間室からカソード室およびアノード室へのイオン供給能力の向上が求められる。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本発明の要旨は以下のとおりである。

（１）カソード室およびアノード室の間の中間室にあるスペーサは、前記カソード室および前記アノード室が対向する第１方向に並ぶカソード側格子およびアノード側格子を備え、

前記カソード側格子のカソード側孔、および前記アノード側格子のアノード側孔であって前記カソード側孔と前記第１方向に並ぶアノード側孔は、前記第１方向と直交する第２方向にずれ、

前記カソード側格子および前記アノード側格子は、前記中間室に流入する電解液を、前記第２方向の一方側から、前記第２方向にずれて並ぶ前記カソ

ード側孔および前記アノード側孔に交互に案内することで前記第1方向に蛇行させながら、前記第2方向の他方側に案内する電解槽。

(2) カソード室と

前記カソード室と第1方向に対向するアノード室と、

前記カソード室および前記アノード室の間にある中間室と、

前記中間室にあり、カソード側孔を有するカソード側格子と、アノード側孔を有し、前記カソード側格子と前記第1方向に並ぶアノード側格子とを有するスペーサと、を備え、

前記カソード側孔および前記アノード側孔は、前記第1方向に並び、かつ前記第1方向と直交する第2方向にずれ、

前記カソード側格子および前記アノード側格子は、前記中間室に流入する電解液を前記第2方向の一方側から前記第2方向の他方側に案内し、かつ、前記第2方向にずれて並ぶ前記カソード側孔および前記アノード側孔に前記電解液を交互に案内することで、前記電解液を前記第1方向に蛇行させる、電解槽。

(3) (1) または (2) に記載の電解槽において、

前記カソード側孔は、平面視矩形であり、前記カソード側孔の4辺の壁部は、断面視で前記カソード室側に向かうに従って細くなる山なりの形状であり、

前記アノード側孔は、平面視矩形であり、前記アノード側孔の4辺の壁部は、断面視で前記アノード室側に向かうに従って細くなる山なりの形状である電解槽。

(4) (1) から (3) のいずれか一つに記載の電解槽において、

前記カソード側孔および前記アノード側孔は、前記第2方向の長さが等しく、かつ前記第2方向に等しい数並び、

前記カソード側格子において、前記第2方向の前記一方側の端部からは、第1突出部が前記一方側に突出し、前記第2方向の前記他方側の端部からは、前記第1突出部と長さが異なる第2突出部が前記他方側に突出し、

前記アノード側格子において、前記第2方向の前記一方側の端部からは、前記第2突出部と長さが等しい第3突出部が前記一方側に突出し、前記第2方向の前記他方側の端部からは、前記第2突出部と長さが等しい第4突出部が前記他方側に突出する電解槽。

(5) (4)に記載の電解槽において、

前記カソード側孔および前記アノード側孔は、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向の長さが等しく、かつ前記第3方向に等しい数並び、

前記カソード側格子の前記第3方向の両端部からは、長さが等しい第5突出部が前記第3方向の両側に突出し、

前記アノード側格子の前記第3方向の両端部からは、前記第5突出部と長さが等しい第6突出部が前記第3方向の両側に突出し、

前記第1方向に並ぶ前記カソード側孔および前記アノード側孔は、前記第3方向において同位置にある電解槽。

(6) (1)から(5)のいずれか一つに記載の電解槽において、

前記カソード室のカソード電極と、前記カソード側格子との間には、前記カソード電極側から順に、陽イオン交換膜と、透水性および弾性を有するクッション材とがあり、

および／または、前記アノード室のアノード電極と、前記アノード側格子との間には、前記アノード電極側から順に、陰イオン交換膜と、弾性および透水性を有するクッション材とがある電解槽。

(7) (1)から(6)のいずれか一つに記載の電解槽において、

前記カソード側格子および前記アノード側格子の間には、弾性および透水性を有するクッション材がある電解槽。

(8) (1)から(7)のいずれか一つに記載の電解槽において、

前記中間室に前記電解液を送るとともに、前記中間室から前記電解液を回収し、前記電解液に電解質を加えて循環させる電解液循環部を備え、

前記電解液循環部は、

前記中間室から回収する前記電解液を貯留するタンクと、

前記中間室から前記タンクに至る前記電解液の流路中にあり、前記電解液の圧力が設定圧力以上になると作動し、前記電解液の圧力を下げるリリーフバルブと、を備える電解槽。

(9) (8)に記載の電解槽において、

前記リリーフバルブは、前記中間室から前記タンクに至る前記電解液の流路中にある電解槽。

(10) (5)に記載の電解槽において、

前記第1突出部は、前記カソード側孔の前記第2方向に延びる壁部毎に設けられ、それぞれ、前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第3突出部は、前記アノード側孔の前記第2方向に延びる壁部毎に設けられ、それぞれ、前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第1突出部および前記第3突出部は、それぞれ平面視で重なり、

前記第2突出部は、前記カソード側孔の前記第2方向に延びる壁部毎に設けられ、前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第4突出部は、前記アノード側孔の前記第2方向に延びる壁部毎に設けられ、それぞれ、前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第2突出部および前記第4突出部は、それぞれ平面視で重なり、

前記カソード側格子および前記アノード側格子を収容する枠状の中間室フレームを備え、

前記中間室フレームにおいて、前記第2方向の前記一方側の内壁部には、前記第3方向に延び、前記中間室フレームにおける前記電解液の受入口に繋がる供給溝があり、

前記供給溝は、平面視で重なる前記第1突出部および前記第3突出部の組と、前記組と前記第3方向に隣り合い、平面視で重なる前記第1突出部およ

び前記第3突出部の組と、の間の各空間に前記電解液を供給し、

前記中間室フレームにおいて、前記第2方向の前記他方側の内壁部には、前記第3方向に延び、前記中間室フレームにおける前記電解液の排出口に繋がる排出溝があり、

前記排出溝には、平面視で重なる前記第2突出部および前記第4突出部の組と、前記組と前記第3方向に隣り合い、平面視で重なる前記第2突出部および前記第4突出部の組と、の間の各空間から前記電解液が排出される電解槽。

(11) (10)に記載の電解槽において、

前記排出溝と前記排出口を繋ぐ流路には、オリフィスがある電解槽。

(12) (1)から(9)のいずれか一つに記載の電解槽において、

枠状であり、内部が、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向に延びる仕切り部によって前記第2方向に仕切られ、収容空間が前記第2方向に並ぶ中間室フレームを備え、前記各収容空間には、前記スペーサが収容される電解槽。

(13) (5)に記載の電解槽において、

前記第1突出部は、複数あり、それぞれ、前記カソード側孔の前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第3突出部は、複数あり、それぞれ、前記アノード側孔の前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第1突出部および前記第3突出部は、それぞれ前記第3方向において異なる位置にあり、

前記カソード側格子および前記アノード側格子を収容する枠状の中間室フレームを備え、

前記中間室フレームにおいて、前記第2方向の前記一方側の内壁部には、前記電解液の供給口があり、

前記供給口から供給される電解液は、前記カソード側格子および前記アノード側格子の前記一方側において、前記第1突出部および前記第3突出部の

間を抜けながら前記第3方向に広がる電解槽。

### 発明の効果

[0006] 本発明の電解槽では、スペーサは、カソード室およびアノード室が対向する第1方向に並ぶカソード側格子およびアノード側格子を備え、中間室に流入する電解液を、第1方向と直交する第2方向の一方側から他方側に案内する。カソード側格子の各カソード側孔と、アノード側格子の各アノード側孔とは、第1方向に並ぶとともに第2方向にずれている。そのため、本発明では、中間室に流入する電解液を、カソード側孔およびアノード側孔によって、第1方向に蛇行させながら第2方向に案内でき、電解液を攪拌できる。そのため、本発明は、中間室からカソード室およびアノード室へのイオン供給能力を向上できる。

### 図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1実施形態の電解水生成装置1の概略図である。  
[図2]電解槽10の分解斜視図である。  
[図3]カソード電極22の中間室フレーム33に対する位置関係を示す平面図である。  
[図4]スペーサ5の-X方向側に位置するネット状クッション材312を示す平面図である。  
[図5]中間室フレーム33の平面図である。  
[図6]カソード側格子51の構成および作成方法を説明するための図である  
[図7]カソード側格子51およびアノード側格子52の組み合わさった状態を示す図である。  
[図8]スペーサ5を収容した状態の中間室フレーム33を示す図である。  
[図9]電解槽10の断面図である。  
[図10]第2実施形態の電解槽10Aを示す分解斜視図である。  
[図11]スペーサ5Aおよび中間室フレーム33Aを示す平面図である。  
[図12]電解槽10Aの断面図である。  
[図13]ネット状クッション材の設置位置の他の例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0008] 以下、実施形態を、図面を参照して説明する。

本実施形態は、

カソード室２と

前記カソード室２と第１方向（Ｘ方向）に対向するアノード室４と、

前記カソード室２および前記アノード室４の間にある中間室３と、

前記中間室３にあり、カソード側孔５１１を有するカソード側格子５１、５１Ａと、アノード側孔５２１を有し、前記カソード側格子５１、５１Ａと前記第１方向に並ぶアノード側格子５２、５２Ａとを備えるスペーサ５、５Ａと、を備え、

前記カソード側孔５１１および前記アノード側孔５２１は、前記第１方向に並び、かつ前記第１方向と直交する第２方向（Ｚ方向）にずれ、

前記カソード側格子５１、５１Ａおよび前記アノード側格子５２、５２Ａは、前記中間室３に流入する電解液を前記第２方向の一方側（－Ｚ方向）から前記第２方向の他方側（＋Ｚ方向）に案内し、かつ、前記第２方向にずれて並ぶ前記カソード側孔５１１および前記アノード側孔５２１に前記電解液を交互に案内することで、前記電解液を前記第１方向に蛇行させる、電解層１０、１０Ａに関する。

（電解水生成装置１の全体構成）

図１は、電解水生成装置１の概略図である。

電解水生成装置１（以下、装置１と記載）の電解槽１０は、内部がカソード室２、中間室３、およびアノード室４に仕切られた三室型である。カソード室２は、図１中左側にあり、アノード室４は、図１中右側にある。中間室３は、カソード室２およびアノード室４の間にある。

[0009] カソード室２およびアノード室４が対向する方向を＋Ｘ方向（第１方向）とし、カソード室２側を－Ｘ方向、アノード室４側を＋Ｘ方向とする。Ｘ方向は、本実施形態では水平方向とする。しかし、電解槽１０はどのような姿勢で用いられてもよく、Ｘ方向は水平方向でなくてもよい。本実施形態で

は、X方向に直交する上下方向を+-Z方向（第2方向）とする。X方向およびZ方向に直交する図1の紙面垂直方向を+-Y方向（第3方向）とする。

- [0010] 中間室3には、後述する電解液循環部8から塩水が供給される。塩水には、NaClが高濃度で溶解する。炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、塩酸、塩化カリウム、塩化カルシウムまたはその混合物などの電解質が溶解する他の電解液を塩水の代わりに用いてもよい。塩水は、中間室3の-Z方向側から供給され、+Z方向側から排出される。
- [0011] カソード室2と中間室3は、陽イオン交換膜21に仕切られる。陽イオン交換膜21は、陽イオンであるNa<sup>+</sup>を選択的に透過させる。陽イオン交換膜21の背面側（-X方向側）にカソード電極22がある。
- [0012] アノード室4と中間室3は、陰イオン交換膜41に仕切られる。陰イオン交換膜41は、陰イオンであるCl<sup>-</sup>を選択的に透過させる。陰イオン交換膜41の背面側（+X方向側）にアノード電極42がある。カソード室2およびアノード室4には、原水供給口101に接続される外部配管から、原水供給口101を介して原水が供給される。原水として、水道水やRO（Reverse Osmosis）水等を用いることができる。原水は、電解質の濃度が15ppm以下等、電解質が僅かに溶解していてもよい。原水は、カソード室2およびアノード室4の-Z方向側から供給され、+Z方向側から排出される。
- [0013] 装置1は、電気分解の実行時に、カソード電極22およびアノード電極42に直流電圧を印加する。中間室3内のNa<sup>+</sup>は、中間室3からカソード室2に移動し、カソード室2内の原水に溶ける。カソード室2には、原水にNa<sup>+</sup>が溶け込んだアルカリ水が生じる。アルカリ水は、アルカリ性電解水と換言できる。アルカリ水は、カソード室2からアルカリ水排出口23を介し、該排出口23に接続される外部配管へ送られる。
- [0014] 電気分解の実行時に、中間室3内のCl<sup>-</sup>は、中間室3からアノード室4に移動し、原水に溶ける。アノード室4には、原水にCl<sup>-</sup>が溶け込んだ酸性水が生じる。酸性水は、酸性電解水と換言できる。酸性水は、酸性水排出

口４３を介し、該排出口４３に接続される外部配管へ送られる。

[0015] 中間室３に送られる塩水は、電気分解されることにより塩分濃度が低下する。そこで、電解液循環部８は、中間室３に塩水を送るとともに、中間室３から塩水を回収し、塩水に飽和塩水を加えて循環させる。電解液循環部８は、中間室３から回収する塩水を循環タンク８１に貯留し、循環タンク８１内の塩水をポンプ８２にて中間室３に送る。

[0016] 電解液循環部８は、塩水に飽和塩水を混合し、塩水を略飽和状態に戻してから中間室３に送る。飽和塩水は、外部タンク８４から供給される。外部タンク８４は、装置１の塩水供給口８３に外部配管を介して接続する。外部タンク８４は、未溶解の塩が存在する状態で水が通水するようになっており、飽和食塩水を供給する。装置１は、ポンプ８５を駆動し、外部タンク８４から飽和塩水を塩水の循環系における循環タンク８１の後段に送る。

[0017] 循環タンク８１は、オーバーフロータンクであり、水位が設定値に至る状態では、流入する塩水を外部に排出する。電解液循環部８は、この作用と、ポンプ８２を定常運転することにより、中間室３にかかる水圧を一定に維持しやすくなっている。循環タンク８１から排出される塩水は、外部配管が接続する排出口８６を介し、外部配管に送られる。

[0018] 中間室３から循環タンク８１に至る塩水の回収側の流路８８１中には、リリーフバルブ８８がある。リリーフバルブ８８は、塩水の流圧が設定値以上になると自動的に作動し、内部の弁を開け、塩水を流路８８１から排出して塩水の流圧を下げる。リリーフバルブ８８は、弁が開いた状態において塩水の流圧が設定値より小さくなると、自動的に弁を閉め、塩水の排出を止める。

[0019] バルブ８８、ポンプ８２、８５、電極２２、４２等の要素は、コントローラに制御されるように構成されてコントローラに駆動が制御されてもよいし、手動で駆動が制御されてもよい。

[0020] （電解槽１０の全体構成）

図２は、電解槽１０の分解斜視図である。

電解槽 10 は、ケースとして、カソード室フレーム 24、中間室フレーム 33、アノード室フレーム 44 を備える。フレーム 24、33、44 は、平面視で Z 方向に長い矩形状、かつ略同一の大きさである。フレーム 24、33、44 において、縁には複数の孔 91 がある。孔 91 にはボルト 92 (図 9) が通され、フレーム 24、33、44 が位置決めされる。フレーム 24、33、44 の間には、複数の要素が配置される。中間室フレーム 33 内には、後述するスペーサ 5 が配置される。この状態で、各孔 91 に通されるボルト 92 がナット 93 (図 9) で締められることで、フレーム 24、33、44 が締結される。

[0021] さらに詳述すると、電解槽 10 の組立時には、カソード室フレーム 24 の枠部分の各孔 91 にボルト 92 が通され、後述する穴 241 が上向きとなるようにカソード室フレーム 24 が水平な治具上に寝かされる。この状態で、各要素およびフレーム 33、44 がカソード室フレーム 24 に重ねられた後、ボルト 92 がナット 93 で締められる。

[0022] 以下、フレーム 24、33、44 および各要素について簡略に説明する。  
なお、図 9 にも各要素が示されるので適宜参照されたい。

カソード室フレーム 24 は、アノード室フレーム 44 と X 方向に逆向きの構成であり、カソード室 2 を形成する平面視矩形の穴 241 がある。穴 241 の底における中央部には、カソード電極 22 に接続する配線部材 222 (図 9) が通る孔 94 がある。穴 241 の底における -Z 方向側には、カソード室 2 に原水を供給する孔 242 が Y 方向両側に離れて位置する。孔 242 は、ユニオン等の継手、配管を介して原水供給口 101 に接続される。カソード室フレーム 24 の +Z 方向の面には孔 243 が Y 方向両側に離れて位置する。孔 243 は、ユニオン等の継手、配管を介してアルカリ水排出口 23 に接続され、カソード室 2 からアルカリ水を排出する。

[0023] 同様に、アノード室フレーム 44 には、アノード室 4 を形成する平面視矩形の穴 441 がある。穴 441 の底における中央部には、アノード電極 42 に接続する配線部材 422 (図 9) が通る孔 94 がある。穴 441 の底にお

ける-Z方向側には孔442がY方向両側に離れて位置する。孔442は、原水供給口101に接続され、アノード室4に原水を供給する。アノード室フレーム44の+Z方向の面には、孔443がY方向両側に離れて位置する。孔443は、ユニオン等の継手、配管を介して酸性水排出口43に接続され、アノード室4から酸性水を排出する。

[0024] カソード室フレーム24に対し、環状のパッキン251を介してカソード電極22が+X方向に並べられる。カソード電極22は、略矩形であり、カソード室フレーム24の穴241を覆う。カソード電極22には、中間室フレーム33の後述する仕切り部331、332を避ける位置に複数の孔221がある。カソード電極22は、穴241の周囲にある環状の第1溝内に収められ、カソード室フレーム24内に収められる(図9参照)。パッキン251も、穴241の周囲にあり第1溝内に形成された環状の第2溝内に収められ、カソード室フレーム24内に収められる(図9参照)。なお、アノード室フレーム44においても、同様の第1、第2溝が穴441の周囲にあり、パッキン451およびアノード電極42が収容されるようになっているが、図2では、第1、第2溝は省略している。

[0025] カソード電極22に対し、フッ素メッシュシート252、環状かつシート状のパッキン253、陽イオン交換膜21、環状のパッキン311が+X方向に順に並べられる。ここで、中間室フレーム33のカソード室フレーム24側の面において、中央部側には、環状でかつ連続する第1、第2段差部95、96が形成されている。中央部側の第1段差部95にパッキン311が収められる(図9も参照)。外側の第2段差部96に要素252、253、21が重ねて収められる(図9も参照)。

[0026] フッ素メッシュシート252は、カソード電極22と略同形であり、フッ素繊維により成形される不織布である。パッキン311は、陽イオン交換膜21の縁と中間室フレーム33とに挟まれる。上述の要素251、22、252、253、21、311は、フレーム24、33に挟持される。要素22、252、21は、縁がフレーム24、33に挟持される。パッキン25

1、311は、アルカリ水に対応する素材のもの、例えばエチレンプロピレンゴム（EPDM）が使用される。

[0027] カソード電極22がカソード室フレーム24の穴241を閉塞することにより、カソード電極22とカソード室フレーム24の間にカソード室2が形成される。

[0028] 中間室フレーム33は、スペーサ5を少なくともZ方向に複数収容できる。本実施形態では、中間室フレーム33は、スペーサ5をY方向の2位置でそれぞれZ方向に2つ収容する。中間室フレーム33は、枠状であり、カソード室フレーム24の穴241の周囲の枠状部分に対してX方向に対向する。中間室フレーム33において、Y方向の中央には、Z方向両端部に亘って仕切り部331が延びる。仕切り部331は、第1段差部95の底面と面一である。Z方向の中央には、Y方向両端部に亘って仕切り部332が延びる。仕切り部332は、第1段差部95の底面よりも例えば2mmと僅かに低い位置（+X側）にあり、これは、後述するネット状クッション材312を、スペーサ5と陽イオン交換膜21との間に収めるためである。仕切り部331、332は交差しており、中間室フレーム33内に十字状に配置される。仕切り部331、332により、中間室フレーム33の内部は4分割され、収容空間Sが4つ形成される。

[0029] 各収容空間Sにスペーサ5が設置される。ここで、中間室3の水圧よりもアノード室2およびカソード室4の水圧は高く設定される。そのため、イオン交換膜21、41は、水圧差によって中間室3側に押される。そこで、スペーサ5がイオン交換膜21、41の中間室3側への変形を抑える。スペーサ5は、内部を塩水が通過でき、中間室3からカソード室2、アノード室4へのイオンの移動を妨げない構成になっている。スペーサ5は、カソード室2側に位置するカソード側格子51と、カソード側格子51とX方向に並びアノード室4側に位置するアノード側格子52とを備える。格子51、52のX方向の厚みは等しく、仕切り部332のX方向の厚みの略半分である。

[0030] スペーサ5と陽イオン交換膜21の間には、ネット状クッション材31

2が配置される。ネット状クッション材312は、Z方向に並ぶスペーサ5毎に1つ配置され、本実施形態では2つ配置される。ネット状クッション材312は、陽イオン交換膜21とスペーサ5の間、かつパッキン311の内側に位置する。ネット状クッション材312、中間室フレーム33、スペーサ5についてはさらに後述する。

[0031] 中間室フレーム33とアノード室フレーム44との間には、ネット状クッション材314、パッキン313、陰イオン交換膜41、パッキン452、フッ素メッシュシート453、アノード電極42、パッキン451が、中間室フレーム33側から順に配置される。ネット状クッション材314は、陰イオン交換膜41とスペーサ5の間、かつパッキン313の内側に配置される。ネット状クッション材314以外の要素313、41、452、453、42、451は、フレーム33、44に挟持される。要素41、453、42は、縁がフレーム33、44に挟持される。

[0032] 中間室フレーム33とアノード室フレーム44との間の要素314、313、41、452、453、42、451は、中間室フレーム33とカソード室フレーム24との間の要素312、311、21、253、252、22、251と同様の形状である。要素314、452、453、42は、要素312、253、252、22と同一のものを使用できる。パッキン313、451は、酸性水に対応する素材のもの、例えばフッ素ゴム(FKM)が使用される。中間室フレーム33におけるアノード室フレーム44側の面にも、前述の第1、第2段差部95、96が形成され、要素314、313、41、452、453が中間室フレーム33側に収められるようになっている(図9参照)。

[0033] 図3は、カソード電極22の中間室フレーム33に対する位置関係を示す平面図である。

図3からも、カソード電極22、フッ素メッシュシート252(図2)、陽イオン交換膜21(図2)の縁がフレーム24、33に挟持されることがわかる。

## [0034] (ネット状クッション材 312 の構成)

図 4 は、スペーサ 5 の -X 方向側に位置するネット状クッション材 312 を示す平面図である。

ネット状クッション材 312 は、網目がひし形であり、例えばポリエチレン製で弾性を有する。ネット状クッション材 312 は、中間室フレーム 33 の Z 方向両側の枠間の長さよりも短く、Y 方向の幅も収容スペース S の幅よりも短い。ネット状クッション材 312 は、中間室フレーム 33 の枠部にかからない位置に配置される。スペーサ 5 の +X 方向側に位置するネット状クッション材 314 も、上記ネット状クッション材 312 と同様の構成である。本実施形態では、ネット状クッション材 312、314 の厚さや、X 方向に重ねる枚数を適宜設定することで、中間室 3 の内圧を容易に調整できる。また、ネット状クッション材 312、314 により、交換膜 21、41 にスペーサ 5 が直接あたることを防ぐことができ、交換膜 21、41 を保護できる。ネット状クッション材 312、314 は、スペーサ 5 の片側のみに設けられていてもよい。

## [0035] 図 13 は、ネット状クッション材の設置位置の他の例を示す図である。

ネット状クッション材 316 は、カソード側格子 51 とアノード側格子 52 との間に設けられてもよい。この場合でも、ネット状クッション材 316 の厚さや、X 方向に重ねる枚数を適宜設定でき、中間室 3 の内圧を容易に調整できる。このように、スペーサ 5 の少なくとも片側、または格子 51、52 間にクッション材があることが好ましい。クッション材は、弾性および透水性を有するものであればよく、ネット状クッション材 312、314 のほか、例えば不織布であってもよい。

## [0036] (中間室フレーム 33 の構成)

図 5 は、中間室フレーム 33 の平面図である。

中間室フレーム 33 において、-Z 方向 (Z 方向の一方) 側の内壁部には、塩水の供給口 333 がある。供給口 333 は、-Z 方向側の各収容空間 S の Y 方向中央部に対応する位置にあり、中間室フレーム 33 を貫通する。供

給口 3 3 3 は、ユニオン等の継手、配管等を介して循環タンク 8 1 の塩水供給側に接続され、－Z 方向側のスペーサ 5 に塩水を供給する。

[0037] 中間室フレーム 3 3 において、＋Z 方向側の内壁部には、塩水の排出口 3 3 5 がある。排出口 3 3 5 は、＋Z 方向側の各収容空間 S の Y 方向中央部に対応する位置にあり、中間室フレーム 3 3 を貫通する。排出口 3 3 5 は、ユニオン等の継手、配管等を介して循環タンク 8 1 の塩水回収側に接続され、＋Z 方向側のスペーサ 5 を通過した塩水を中間室フレーム 3 3 の外部に排出する。

[0038] (カソード側格子 5 1 の構成)

図 6 は、カソード側格子 5 1 の構成および製作方法を説明するための図である。

図 6 (A) に示されるように、カソード側格子 5 1 において、カソード側孔 5 1 1 は、平面視正方形であり、Z 方向および Y 方向に直線状に並ぶ。本実施形態では、カソード側孔 5 1 1 は、Z 方向に 6 つ、Y 方向に 4 つ並ぶ。

[0039] カソード側格子 5 1 において、－Z 方向側の端部からは、複数の第 1 突出部 5 1 2 が－Z 方向側に突出する。本実施形態では、第 1 突出部 5 1 2 は、カソード側孔 5 1 1 の Z 方向に延びる壁部 5 1 6 のうち、中央のカソード側孔 5 1 1 の壁部 5 1 6 A の両隣りの壁部 5 1 6 B、5 1 6 C に対し、Z 方向上にある。本明細書において、カソード側孔 5 1 1 の Z 方向に延びる壁部も Y 方向に延びる壁部も、特定の位置のものを指さない場合には、単に壁部 5 1 6 と記載する。同様に、後述の図 8 に示すように、アノード側孔 5 2 1 の特定の位置のものを指さない壁部も単に壁部 5 2 6 と記載する。

[0040] カソード側格子 5 1 において、＋Z 方向側の端部からは、複数の第 2 突出部 5 1 4 が＋Z 方向側に突出する。第 2 突出部 5 1 4 は、第 1 突出部 5 1 2 と長さが異なり、本実施形態では第 1 突出部 5 1 2 よりも短い。第 2 突出部 5 1 4 は、カソード側孔 5 1 1 の Z 方向に延びる壁部 5 1 6 のうち、Y 方向両端部の壁部 5 1 6 D、5 1 6 E と、Y 方向中央の壁部 5 1 6 F に対し、Z 方向上にある。

- [0041] すなわち、Z方向両側の第1、第2突出部512、514は、Y方向において異なる位置、具体的にはY方向に交互に並ぶ位置にある。
- [0042] カソード側格子51のY方向の両端部からは、第5突出部515がY方向の両側に突出する。Y方向の両側の第5突出部515は、長さが等しい。第5突出部515は、カソード側孔511のY方向に延びる各壁部516に対し、Y方向上にある。
- [0043] カソード側格子51は、図6(C)に示す格子510から製作される。格子510は、カソード側格子51とほぼ同じ構成であり、格子510のZ方向両側において、第1、第2突出部512、514が、カソード側孔511のZ方向に延びる壁部516毎に設けられている点がカソード側格子51と異なる。
- [0044] 図6(B)に示すように、格子510の第1、第2突出部512、514を、Y方向に交互に並ぶように、それぞれY方向に1つずつ間隔をあけて根元から切断する。これにより、カソード側格子51が製作される。
- [0045] (カソード側格子51およびアノード側格子52の組み合わせった状態)
- 図7(A)は、カソード側格子51を示し、図7(B)は、アノード側格子52を示す。アノード側格子52は、カソード側格子51と同じものを、姿勢をZ方向に逆にして用いられる。アノード側格子52は、カソード側孔511と同様のアノード側孔521を備える。すなわち、アノード側孔521は、カソード側孔511とZ方向の長さが等しく、かつZ方向に等しい数並ぶ。また、アノード側孔521は、カソード側孔511とY方向の長さが等しく、かつY方向に等しい数並ぶ。
- [0046] アノード側格子52は、第5突出部515と同様の第6突出部525を備える。アノード側格子52は、-Z方向側に、カソード側格子51の第2突出部514に対応する第3突出部522を備え、+Z方向側に、カソード側格子51の第1突出部512に対応する第4突出部524を備える。
- [0047] アノード側格子52は、図7(C)において色を付けて示すように、中間室フレーム33の収容空間Sにおいて、カソード側格子51の+X方向側に

配置される。この際、カソード側格子 5 1 の Z 方向両側の突出部 5 1 2、5 1 4 は、長さが互いに異なり、かつ、アノード側格子 5 2 の Z 方向両側の突出部 5 2 2、5 2 4 と Z 方向の配置が逆となる。なお、カソード側格子 5 1 とアノード側格子 5 2 の各突出部 5 1 2、5 2 2 の切断処理は、突出部 5 1 2、5 2 2 の Y 方向の位置が逆となるように行ってもよい。各突出部 5 1 4、5 2 4 の切断処理も、突出部 5 1 4、5 2 4 の Y 方向の位置が逆となるように行ってもよい。また、収容空間 S へのカソード側格子 5 1 およびアノード側格子 5 2 の配置が上下逆でもよい。

[0048] そのため、カソード側孔 5 1 1、およびカソード側孔 5 1 1 と X 方向に並ぶアノード側孔 5 2 1 は、Z 方向にずれる。また、カソード側格子 5 1 の Y 方向両側の第 5 突出部 5 1 5 と、アノード側格子 5 2 の Y 方向両側の第 6 突出部 5 2 5 とが等しい長さのため、カソード側孔 5 1 1 およびアノード側孔 5 2 1 は、Y 方向において同位置となる。

[0049] 格子 5 1、5 2 の－Z 方向側において、突出部 5 1 2、5 2 2 は、Y 方向に交互に配置される。格子 5 1、5 2 の＋Z 方向側において、突出部 5 1 4、5 2 4 は、Y 方向に交互に配置される。

[0050] (格子 5 1、5 2 の各通路 P への塩水の出入り)

図 8 は、スペーサ 5 を収容した状態の中間室フレーム 3 3 を示す図である。

スペーサ 5 の格子 5 1、5 2 において、孔 5 1 1、5 2 1 の Z 方向に延びる壁部 5 1 6、5 2 6 は、Y 方向に同位置にあり、X 方向（図 8 の紙面垂直方向）において当接する。この Z 方向に延び、Y 方向に隣り合う壁部 5 1 6、5 2 6 により、塩水を Z 方向に案内する通路 P が Y 方向に複数形成される。スペーサ 5 の Y 方向両端では、収容空間 S の壁部と、孔 5 1 1、5 2 1 の Z 方向に延びる壁部 5 1 6、5 2 6 とから通路 P が形成される。

[0051] スペーサ 5 における－Z 方向端部では、突出部 5 1 2、5 2 2 が Y 方向に交互に位置しており、この領域が各通路 P への塩水の入り口となる。－Z 方向側のスペーサ 5 の突出部 5 1 2、5 2 2 が位置する領域に、供給口 3 3 3

から塩水が供給される。塩水は、該領域において、突出部512、522の間を抜けながらY方向両側に拡がる。そして、各通路P内に進行し、+Z方向に進む。

[0052] このように、本実施形態では、突出部512、522がY方向に交互に位置するため、塩水を供給口333、一か所から突出部512、522のある領域に供給しても、塩水を該領域においてY方向に行き渡らせることができる。

[0053] 塩水は、通路Pを抜けると、仕切り部332に突き当たる。塩水は、仕切り部332と陽イオン電解膜21との間、および仕切り部332と陰イオン電解膜41との間を通して+Z方向側の収容空間Sに進む。本実施形態では、仕切り部332のX方向両側にネット状クッション材312、314があることにより、仕切り部332と各電解膜21、41との間の塩水の流通性が良好に確保される。

[0054] 塩水は、+Z方向側の収容空間Sにおいて、Y方向に並ぶ各通路P内に進行し、通路P内を+Z方向に進む。スペーサ5における+Z方向端部には、突出部514、524がY方向に交互に位置しており、この領域が各通路Pの塩水の出口となる。各通路Pから排出された塩水は、該領域において、突出部514、524の間を抜けながらY方向中央に進む。そして、塩水は、排出口335から排出される。

[0055] このように、本実施形態では、突出部514、524がY方向に交互に位置するため、突出部514、524があるY方向に亘る領域から、塩水を排出口335、一か所に集めることができる。

[0056] (格子51、52の塩水に対する効果)

図9は、電解槽10の断面図である

カソード側格子51およびアノード側格子52は、収容空間S(中間室3)に流入する塩水を、-Z方向から、Z方向にずれて並ぶカソード側孔511およびアノード側孔521に交互に案内することで、X方向に蛇行させながら、+Z方向に案内する。具体的には、前述したように、+-Z方向の各

スペーサ5には、格子51、52によって、Z方向に延びる通路PがY方向に並ぶように形成され、これら各通路Pに塩水は進行する。各通路Pにおいて、塩水は、Z方向にずれて並ぶカソード側孔511およびアノード側孔521に交互に案内され、X方向に蛇行しながら+Z方向に進行する。

[0057] この際、電気分解により、塩水中の陽イオン $\text{Na}^+$ は、カソード側孔511および陽イオン電解膜21を介してカソード室2に移動し、陰イオン $\text{Cl}^-$ は、アノード側孔521および陰イオン電解膜41を介してアノード室4に移動する。

[0058] 本実施形態では、上述のように、塩水をX方向に蛇行させながら排出口335に向かう+Z方向に案内するので、塩水を良好に攪拌でき、中間室3によるイオン供給能力を向上できる。そのうえ、スペーサ5を構成する格子51、52として、両者Z方向の姿勢が逆なだけで同じものを使用するので、製造コストを抑えることができる。

[0059] スペーサ5のカソード室2に対する有効面積は、カソード側孔511の開口面積が大きい程、大きくなる。本実施形態では、カソード側孔511の4辺の壁部516は、断面視でカソード室2側に向かうに従って細くなる山なりの形状である。これにより、カソード側孔511の開口部における壁部516の肉厚を薄くでき、カソード側孔511の開口面積を大きくとることができる。そのため、本実施形態では、スペーサ5のカソード室2に対する有効面積を大きくできる。また、カソード側格子51において、壁部516のカソード室2側とは反対側(+X側)の部分は厚くなっているので、カソード室2に対する有効面積を大きくとりながら、カソード側格子51の強度は十分な強度に維持できる。

[0060] 同様に、アノード側孔521の4辺の壁部526は、断面視でアノード室4側に向かうに従って細くなる山なりの形状である。そのため、上記と同様に、本実施形態では、アノード側孔521の開口面積を大きくでき、アノード側格子51の強度を十分な強度に維持しながらスペーサ5のアノード室4に対する有効面積を大きくできる。

## [0061] (第2実施形態)

(電解槽10Aの全体構成)

図10は、電解槽10Aを示す分解斜視図である。

電解槽10Aが電解槽10と異なる点の一つは、スペーサ5Aが簡素化され、これに伴い、中間室フレーム33Aが、スペーサ5AのY方向に亘って塩水を供給するとともに、スペーサ5Aを通過した塩水をY方向に亘って集める点である。この点については後述する。

[0062] 電解槽10Aでは、カソード室フレーム24A、中間室フレーム33A、アノード室フレーム44Aは、Z方向に長い平面視矩形であり、略同じ外形、略同じ厚さである。カソード室フレーム24Aを水平な治具上に寝かせ、縁の孔91にボルト92(図12)を通した状態で、カソード室フレーム24A上に各要素を重ねていくことで、また各要素254、22A、256、33A、456、42A、454、44Aの縁の孔にボルト92を通していくことで、各要素の設置及び位置決めを行う。アノード室フレーム44Aまで貫通したボルト92にナット93(図12)が締められることで、フレーム24A、33A、44A間に各要素が配置された状態でフレーム24A、33A、44Aが締結される。

[0063] カソード室フレーム24Aには、カソード室2の+Z方向端に位置しカソード室2のY方向に亘って開く開口244と、-Z方向端に位置しカソード室2のY方向に亘って開く開口245とがある。なお、電解槽10Aの内部構造や要素の位置関係については、図12も適宜参考にされたい。

[0064] 開口244は、カソード室フレーム24Aの+Z方向の面の-Y方向側にある孔246に繋がる。孔246は、ユニオン等の継手、配管を介してアルカリ水排出口23に接続される。開口245は、カソード室フレーム24Aの+Y方向の面にある孔247に繋がる。孔247は、ユニオン等の継手、配管を介して原水供給口101に接続される。

[0065] アノード室フレーム44Aは、アノード室4の+Z方向端に位置しアノード室4のY方向に亘って開く開口444と、-Z方向端に位置しアノード室

４のＹ方向に亘って開く開口４４５とがある。開口４４４は、アノード室フレーム４４Ａの＋Ｚ方向の面の－Ｙ方向側にある孔４４６に繋がる。孔４４６は、ユニオン等の継手、配管を介して酸性水排出口４３に接続される。開口４４５は、アノード室フレーム４４Ａの＋Ｙ方向の面にある孔４４７に繋がる。孔４４７は、ユニオン等の継手、配管を介して原水供給口１０１に接続される。

[0066] カソード室フレーム２４Ａの＋Ｘ方向側には、杵状のパッキン２５４および結束バンド２５５を介してカソード電極２２Ａが並べられる。パッキン２５４は、エチレンプロピレンゴム（ＥＰＴ）製であり、中間室フレーム３３Ａの平面形状と同一形状である。パッキン２５４、２５６、４５６、４５４は、同一のものを使用できる。

[0067] 結束バンド２５５は、パッキン２５４の内側にＹ方向に間隔をあけて複数位置し、固定用のヘッドは削除されている。パッキン２５４および結束バンド２５５によって、カソード室２内の原水が流れる空間が確保される。カソード電極２２Ａにおいて、中間室フレーム３３Ａの開口部に対応する部分には、孔２２１が複数ある。カソード電極２２Ａおよび後述するアノード電極４２Ａから＋Ｚ方向に突出する部分は端子である。第１実施形態の電極２２、４２にも端子が形成されていてもよい。

[0068] カソード電極２２Ａと中間室フレーム３３Ａとの間には、陽イオン交換膜２１１およびパッキン２５６が位置する。陽イオン交換膜２１１は、パッキン２５６の内側に位置する。カソード電極２２Ａとカソード室フレーム２４Ａとの間にカソード室２が形成される。

[0069] 中間室フレーム３３Ａは、杵状であり、本実施形態では、杵内にスペーサ５Ａを一つ収容する。スペーサ５Ａの大きさは、前記実施形態のスペーサ５と同じであるものとする。従って、前記実施形態の電解槽１０は、スペーサ５を平面方向に４つ収容するところ、本実施形態の電解槽１０Ａは、スペーサ５Ａを一つのみ収容するので、電解槽１０に比べて小さい。

[0070] 中間室フレーム３３Ａの＋Ｘ方向側には、パッキン４５６を介してアノー

ド電極 4 2 A が位置する。アノード電極 4 2 A において、中間室フレーム 3 3 A の開口部に対応する位置には複数の孔 4 2 1 がある。

[0071] スペーサ 5 A と、アノード電極 4 2 A との間には、スペーサ 5 A 側から順に、不織布 3 1 5、陰イオン交換膜 4 1、およびプラチナメッシュシート 4 6 が位置する。これらの要素 3 1 5、4 1、4 6 は、中間室フレーム 3 3 A の開口部と略同一形状である。

[0072] 不織布 3 1 5 は、パッキン 4 5 6 の内側に位置し、弾性および透水性を有するクッション材として機能する。不織布 3 1 5 の厚みや X 方向の積層枚数を適宜設定することで、中間室 3 の内圧を容易に調整できる。また、不織布 3 1 5 は、陰イオン交換膜 4 1 に対するスペーサ 5 A の当たりを緩和して陰イオン交換膜 4 1 を保護する。不織布 3 1 5 は、スペーサ 5 A に対し、アノード室 4 側にのみ設けられているが、カソード室 2 側にも設けられてもよい。

[0073] アノード電極 4 2 A とアノード室側フレーム 4 4 A との間には、パッキン 4 5 4 が配置され、アノード電極 4 2 A とアノード室側フレーム 4 4 A との間にアノード室 4 が形成される。パッキン 4 5 4 の内側には、複数の結束バンド 4 5 5 が配置され、アノード室 4 における原水の流れる空間が確保される。

[0074] (格子 5 1 A、5 2 A の各通路 P への塩水の出入り)

図 1 1 は、スペーサ 5 A および中間室フレーム 3 3 A を示す平面図である。図 1 1 では、アノード側格子 5 2 A に色を付けて描いている。

スペーサ 5 A は、カソード側格子 5 1 A およびアノード側格子 5 2 A を備える。カソード側格子 5 1 A は、前記実施形態のカソード側格子 5 1 を作成するための格子 5 1 0 (図 6 (C)) と同じものである。アノード側格子 5 2 A は、カソード側格子 5 1 A と同じものを使用しており、カソード側格子 5 1 A と姿勢が Z 方向に逆である。従って、本実施形態では、前記実施形態とは異なり、格子 5 1 A、5 2 A の Z 方向両側の突出部 5 1 2、5 1 4、5 2 2、5 2 4 を削除する手間を省くことができる。

- [0075] 前記実施形態では、格子 5 1、5 2 の－Z 方向の突出部 5 1 2、5 2 2 は、Y 方向に交互に設けられていたところ、本実施形態では、突出部 5 1 2、5 2 2 は、カソード側孔 5 1 1 およびアノード側孔 5 2 1 の Z 方向に延びる壁部 5 1 6、5 2 6 毎に設けられている。突出部 5 1 2、5 2 2 は、平面視で重なり、X 方向（紙面垂直方向）に当接する。
- [0076] そのため、本実施形態では、平面視で重なる突出部 5 1 2、5 2 2 の組と、この組と Y 方向に隣り合い、平面視で重なる突出部 5 1 2、5 2 2 の組と、の間の各空間も、Z 方向に延びる塩水の通路 P となる。すなわち、本実施形態では、Z 方向に延びる塩水の各通路 P が、カソード側孔 5 1 1 およびアノード側孔 5 2 1 の領域から－Z 方向の突出部 5 1 2、5 2 2 にまで延びて形成されている。
- [0077] このような構造に対応するため、中間室フレーム 3 3 A の－Z 方向側の内壁部には、Y 方向に亘って延びる供給溝 3 3 6 が形成されている。この供給溝 3 3 6 により、Y 方向に並ぶ各通路 P に塩水が供給される。供給溝 3 3 6 は、中間室フレーム 3 3 A 内を－Y 方向に直線状に延び、中間室フレーム 3 3 A における塩水の受入口 3 3 7 として Y 方向の側面に開口する。受入口 3 3 7 は、孔であり、ユニオン等の継手、配管等を介して循環タンク 8 1 の供給側に接続される。
- [0078] 同様に、前記実施形態では、格子 5 1、5 2 の＋Z 方向の突出部 5 1 4、5 2 4 は、Y 方向に交互に設けられていたところ、本実施形態では、突出部 5 1 4、5 2 4 は、カソード側孔 5 1 1 およびアノード側孔 5 2 1 の Z 方向に延びる壁部 5 1 6、5 2 6 毎に設けられている。突出部 5 1 4、5 2 4 は、平面視で重なり、X 方向（紙面垂直方向）に当接する。
- [0079] そのため、本実施形態では、平面視で重なる突出部 5 1 4、5 2 4 の組と、この組と Y に隣り合い、平面視で重なる突出部 5 1 4、5 2 4 の組と、の間の各空間も、Z 方向に延びる塩水の通路 P となる。すなわち、本実施形態では、Z 方向に延びる塩水の各通路 P が、カソード側孔 5 1 1 およびアノード側孔 5 2 1 の領域から＋Z 方向の突出部 5 1 4、5 2 4 にまで延びて形成

されている。

[0080] このような構造に対応するため、中間室フレーム 33A の +Z 方向側の内壁部には、Y 方向に亘って延びる塩水の排出溝 338 が形成されている。この排出溝 338 に、Y 方向に並ぶ各通路 P から塩水が排出される。排出溝 338 は、中間室フレーム 33A 内を -Y 方向に直線状に延び、中間室フレーム 33A における塩水の排出口 371 として -Y 方向の側面に開口する。換言すると、排出溝 338 は、中間室フレーム 33A 内の流路 361 を介して排出口 371 に繋がる。排出口 371 は、孔であり、ユニオン等の継手、配管等を介して循環タンク 81 の排出側に接続される。流路 361 には、排出口 371 からオリフィス 36 が挿入されて設置され、これにより塩水の流圧が高められている。

[0081] また、排出溝 338 は、中間室フレーム 33A 内を +Y 方向に直線状に延び、水の抜出口 339 として +Y 方向の側面に開口する。抜出口 339 は、孔であり、通常時は、キャップの付いたユニオン 39 で閉塞される。ここで、電解槽 10A の組み立て時において、フレーム 24A、33A、44A の締結後には、アノード室フレーム 44A（図 10）には水が入られる。そして、アノード室フレーム 44A における水の出入り口となる孔 446、447 のユニオンにキャップが取り付けられ、アノード室フレーム 44A が封をされる。

[0082] 中間室フレーム 33A にも水が入られる。抜出口 339 のユニオン 39 は、キャップが取り付けられた状態のままとされる。-Y 方向側の側面にある受入口 337 および排出口 371 には、チューブで互いに連通した封入用のユニオンが取り付けられる。このようにして中間室フレーム 33A は封をされる。電槽 10A の設置時には、抜出口 339 のユニオン 39 のキャップが取り外され、抜出口 339 を利用して水が抜かれる。受入口 337 および排出口 371 には、設置時用のユニオンが取り付けられる。

[0083] （格子 51A、52A の塩水に対する効果）

図 12 は、電解槽 10A の断面図である。図 12 では、アノード室フレー

ム４４Ａと中間室フレーム３３Ａの間の要素を図示するために、アノード室フレーム４４Ａを完全には中間室フレーム３３Ａに組付けていない状態の電解槽１０Ａを描いている。

本実施形態においても、カソード側格子５１Ａおよびアノード側格子５２Ａは、中間室３に流入する塩水をカソード側孔５１１およびアノード側孔５２１に交互に案内することで、Ｘ方向に蛇行させる。そのため、塩水を良好に攪拌でき、中間室３によるイオン供給能力を向上できる。

[0084] また、カソード側孔５１１の壁部５１６はカソード室２側に向かって、アノード側孔５２１の壁部５２６はアノード室４側に向かって、断面視で細くなる山なりの形状である。そのため、本実施形態では、スペーサ５のカソード室２およびアノード室４に対する有効面積を大きくとれる。

[0085] (変形例)

スペーサ５、５Ａは、任意の大きさのものを利用でき、スペーサ５、５Ａに対応して電解槽１０、１０Ａの大きさも任意に設計できる。第１実施形態において、スペーサ５の収容数は、平面方向に任意の数設置でき、スペーサ５の数に応じて、中間室フレーム３３に仕切り部３３１、３３２を設けることができる。

[0086] 本発明は、その特徴から逸脱することなく、実施形態で実施できる。実施形態、変形例、効果は単なる例示であり、本発明を限定するものとして解釈されるべきではない。実施形態および変形例の特徴、構造は、追加でき、また代替の構成を得るために様々な方法で組み合わせることができる。

### 符号の説明

[0087] ２…カソード室、３…中間室、４…アノード室、５、５Ａ…スペーサ、８…電解液循環部、１０、１０Ａ…電解槽、２１…陽イオン交換膜、２２、２２Ａ…カソード電極、３６…オリフィス、４１…陰イオン交換膜、４２、４２Ａ…アノード電極、５１、５１Ａ…カソード側格子、５２、５２Ａ…アノード側格子、８１…循環タンク（タンク）、８８…リリーフバルブ、３１２、３１４、３１６…ネット状クッション材（クッション材）、３１５…不織

布（クッション材）、３３２…仕切り部、３３３…供給口、３３６…供給溝、３３７…受入口、３３８…排出溝、３７１…排出口、５１１…カソード側孔、５１２…第１突出部、５１４…第２突出部、５１５…第５突出部、５１６…カソード側孔の壁部、５２１…アノード側孔、５２２…第３突出部、５２４…第４突出部、５２５…第６突出部、５２６…アノード側孔の壁部、Ｘ方向…第１方向、Ｙ方向…第３方向、Ｚ方向…第２方向。

### 請求の範囲

- [請求項1]       カソード室およびアノード室の間の中間室にあるスペーサは、前記カソード室および前記アノード室が対向する第1方向に並ぶカソード側格子およびアノード側格子を備え、
- 前記カソード側格子のカソード側孔、および前記アノード側格子のアノード側孔であって前記カソード側孔と前記第1方向に並ぶアノード側孔は、前記第1方向と直交する第2方向にずれ、
- 前記カソード側格子および前記アノード側格子は、前記中間室に流入する電解液を、前記第2方向の一方側から、前記第2方向にずれて並ぶ前記カソード側孔および前記アノード側孔に交互に案内することで前記第1方向に蛇行させながら、前記第2方向の他方側に案内する電解槽。
- [請求項2]       請求項1に記載の電解槽において、
- 前記カソード側孔は、平面視矩形であり、前記カソード側孔の4辺の壁部は、断面視で前記カソード室側に向かうに従って細くなる山なりの形状であり、
- 前記アノード側孔は、平面視矩形であり、前記アノード側孔の4辺の壁部は、断面視で前記アノード室側に向かうに従って細くなる山なりの形状である電解槽。
- [請求項3]       請求項1または請求項2に記載の電解槽において、
- 前記カソード側孔および前記アノード側孔は、前記第2方向の長さが等しく、かつ前記第2方向に等しい数並び、
- 前記カソード側格子において、前記第2方向の前記一方側の端部からは、第1突出部が前記一方側に突出し、前記第2方向の前記他方側の端部からは、前記第1突出部と長さが異なる第2突出部が前記他方側に突出し、
- 前記アノード側格子において、前記第2方向の前記一方側の端部からは、前記第2突出部と長さが等しい第3突出部が前記一方側に突出

し、前記第2方向の前記他方側の端部からは、前記第2突出部と長さが等しい第4突出部が前記他方側に突出する電解槽。

[請求項4]

請求項3に記載の電解槽において、

前記カソード側孔および前記アノード側孔は、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向の長さが等しく、かつ前記第3方向に等しい数並び、

前記カソード側格子の前記第3方向の両端部からは、長さが等しい第5突出部が前記第3方向の両側に突出し、

前記アノード側格子の前記第3方向の両端部からは、前記第5突出部と長さが等しい第6突出部が前記第3方向の両側に突出し、

前記第1方向に並ぶ前記カソード側孔および前記アノード側孔は、前記第3方向において同位置にある電解槽。

[請求項5]

請求項1から4のいずれか一つに記載の電解槽において、

前記カソード室のカソード電極と、前記カソード側格子との間には、前記カソード電極側から順に、陽イオン交換膜と、弾性および透水性を有するクッション材とがあり、

および／または、前記アノード室のアノード電極と、前記アノード側格子との間には、前記アノード電極側から順に、陰イオン交換膜と、弾性および透水性を有するクッション材とがある電解槽。

[請求項6]

請求項1から5のいずれか一つに記載の電解槽において、

前記カソード側格子および前記アノード側格子の間には、弾性および透水性を有するクッション材がある電解槽。

[請求項7]

請求項1から6のいずれか一つに記載の電解槽において、

前記中間室に前記電解液を送るとともに、前記中間室から前記電解液を回収し、前記電解液に電解質を加えて循環させる電解液循環部を備え、

前記電解液循環部は、

前記中間室から回収する前記電解液を貯留するタンクと、

前記電解液の圧力が設定圧力以上になると作動し、前記電解液の圧力を下げるリリーフバルブと、を備える電解槽。

[請求項8]

請求項7に記載の電解槽において、

前記リリーフバルブは、前記中間室から前記タンクに至る前記電解液の流路中にある電解槽。

[請求項9]

請求項4に記載の電解槽において、

前記第1突出部は、前記カソード側孔の前記第2方向に延びる壁部毎に設けられ、それぞれ、前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第3突出部は、前記アノード側孔の前記第2方向に延びる壁部毎に設けられ、それぞれ、前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第1突出部および前記第3突出部は、それぞれ平面視で重なり、

前記第2突出部は、前記カソード側孔の前記第2方向に延びる壁部毎に設けられ、前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第4突出部は、前記アノード側孔の前記第2方向に延びる壁部毎に設けられ、それぞれ、前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、

前記第2突出部および前記第4突出部は、それぞれ平面視で重なり、

前記カソード側格子および前記アノード側格子を収容する枠状の中間室フレームを備え、

前記中間室フレームにおいて、前記第2方向の前記一方側の内壁部には、前記第3方向に延び、前記中間室フレームにおける前記電解液の受入口に繋がる供給溝があり、

前記供給溝は、平面視で重なる前記第1突出部および前記第3突出

部の組と、前記組と前記第3方向に隣り合い、平面視で重なる前記第1突出部および前記第3突出部の組と、の間の各空間に前記電解液を供給し、

前記中間室フレームにおいて、前記第2方向の前記他方側の内壁部には、前記第3方向に延び、前記中間室フレームにおける前記電解液の排出口に繋がる排出溝があり、

前記排出溝には、平面視で重なる前記第2突出部および前記第4突出部の組と、前記組と前記第3方向に隣り合い、平面視で重なる前記第2突出部および前記第4突出部の組と、の間の各空間から前記電解液が排出される電解槽。

[請求項10] 請求項9に記載の電解槽において、  
前記排出溝と前記排出口を繋ぐ流路には、オリフィスがある電解槽。

[請求項11] 請求項1から8のいずれか一つに記載の電解槽において、  
枠状であり、内部が、前記第1方向および前記第2方向に直交する第3方向に延びる仕切り部によって前記第2方向に仕切られ、収容空間が前記第2方向に並ぶ中間室フレームを備え、前記各収容空間には、前記スペーサが収容される電解槽。

[請求項12] 請求項4に記載の電解槽において、  
前記第1突出部は、複数あり、それぞれ、前記カソード側孔の前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、  
前記第3突出部は、複数あり、それぞれ、前記アノード側孔の前記第2方向に延びる壁部に対して前記第2方向上にあり、  
前記第1突出部および前記第3突出部は、それぞれ前記第3方向において異なる位置にあり、  
前記カソード側格子および前記アノード側格子を収容する枠状の中間室フレームを備え、  
前記中間室フレームにおいて、前記第2方向の前記一方側の内壁部

には、前記電解液の供給口があり、

前記供給口から供給される電解液は、前記カソード側格子および前記アノード側格子の前記一方側において、前記第 1 突出部および前記第 3 突出部の間を抜けながら前記第 3 方向に拡がる電解槽。