

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7664957号
(P7664957)

(45)発行日 令和7年4月18日(2025.4.18)

(24)登録日 令和7年4月10日(2025.4.10)

(51)国際特許分類	F I
C 2 5 B 9/00 (2021.01)	C 2 5 B 9/00 A
C 2 5 B 1/04 (2021.01)	C 2 5 B 1/04
C 2 5 B 11/031 (2021.01)	C 2 5 B 11/031
C 2 5 B 15/08 (2006.01)	C 2 5 B 15/08 3 0 2

請求項の数 13 (全27頁)

(21)出願番号	特願2023-32471(P2023-32471)	(73)特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	令和5年3月3日(2023.3.3)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(65)公開番号	特開2024-124647(P2024-124647 A)	(74)代理人	100162868 弁理士 伊藤 英輔
(43)公開日	令和6年9月13日(2024.9.13)	(74)代理人	100161702 弁理士 橋本 宏之
審査請求日	令和6年6月27日(2024.6.27)	(74)代理人	100189348 弁理士 古都 智
早期審査対象出願		(74)代理人	100196689 弁理士 鎌田 康一郎
		(72)発明者	古川 翔一 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電解セルおよび電解装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1セパレータと、

第2セパレータと、

前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、

前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、

前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、

を備え、

前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、

前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、

前記第2セパレータは、主として前記酸素が排出される気体排出口と、主として前記水が排出される液体排出口とを有し、前記気体排出口と前記液体排出口とは、前記第2セパレータに別々に設けられた、

電解セル。

【請求項2】

前記液体排出口は、前記気体排出口よりも下方に設けられた、

請求項 1 に記載の電解セル。

【請求項 3】

前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に陽極室が規定され、
前記気体排出口は、前記陽極室の鉛直方向の中央よりも上方に設けられ、
前記液体排出口は、前記陽極室の鉛直方向の中央よりも下方に設けられた、
請求項 1 に記載の電解セル。

【請求項 4】

第 1 セパレータと、

第 2 セパレータと、

前記第 1 セパレータと前記第 2 セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、

10

前記第 1 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、

前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、

を備え、

前記第 1 セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、
前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イ
オンが生成され、

前記第 2 セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極
では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前
記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、

前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に陽極室が規定され、

20

前記第 2 セパレータは、前記酸素および前記水が排出される排出口を有し、

前記排出口は、電解セルの定常運転状態において、前記排出口の上端が前記陽極室に溜
まる前記水の水面よりも上方に位置するように形成された、
電解セル。

【請求項 5】

第 1 セパレータと、

第 2 セパレータと、

前記第 1 セパレータと前記第 2 セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、

前記第 1 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、

前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、

30

を備え、

前記第 1 セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、
前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イ
オンが生成され、

前記第 2 セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極
では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前
記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、

前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に陽極室が規定され、

前記第 2 セパレータは、前記酸素および前記水が排出される排出口を有し、

前記排出口は、前記陽極室の鉛直方向の中央または当該中央よりも下方に設けられた、
電解セル。

40

【請求項 6】

第 1 セパレータと、

第 2 セパレータと、

前記第 1 セパレータと前記第 2 セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、

前記第 1 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、

前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、

を備え、

前記第 1 セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、
前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イ

50

オンが生成され、

前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、

前記陰極は、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体を含み、

前記陽極は、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体を含み、

前記陽極給電体が有する複数の穴の平均的な大きさは、前記陰極給電体が有する複数の穴の平均的な大きさよりも大きい、

電解セル。

【請求項7】

第1セパレータと、

第2セパレータと、

前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、

前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、

前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、

を備え、

前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、

前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、

前記陰極は、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体を含み、

前記陽極は、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体を含み、

前記陽極給電体の空隙率は、前記陰極給電体の空隙率よりも大きい、

電解セル。

【請求項8】

第1セパレータと、

第2セパレータと、

前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、

前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、

前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、

を備え、

前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、

前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、

前記陰極は、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体を含み、

前記陽極は、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体を含み、

前記第1セパレータと前記第2セパレータとが重なる積層方向において、前記陽極給電体の厚さは、前記陰極給電体の厚さよりも小さい、

電解セル。

【請求項 9】

第 1 セパレータと、

第 2 セパレータと、

前記第 1 セパレータと前記第 2 セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、

前記第 1 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、

前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、

を備え、

前記第 1 セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、

前記第 2 セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、

前記第 1 セパレータは、前記第 2 セパレータと対向する第 1 面を有し、

前記第 1 面は、前記電解液が流れる複数の溝部が設けられた第 1 領域を含み、

前記第 2 セパレータは、前記第 1 セパレータと対向する第 2 面を有し、

前記第 2 面は、前記第 1 領域と対向する第 2 領域を有し、

前記第 2 領域は、平面状に形成されている、

電解セル。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のうちいずれか 1 項に記載の電解セルと、

前記電解セルに前記電解液を供給する電解液供給部と、

前記電解セルに電圧を印加する電源部と、

を備えた電解装置。

【請求項 11】

電解装置であって、

電解セルと、

前記電解セルに電解液を供給する電解液供給部と、

前記電解セルに電圧を印加する電源部と、

を備え、

前記電解セルは、

第 1 セパレータと、

第 2 セパレータと、

前記第 1 セパレータと前記第 2 セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、

前記第 1 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、

前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、

を備え、

前記第 1 セパレータは、前記陰極に前記電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、

前記第 2 セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、

前記第 2 セパレータは、前記陽極で生成された気体が主として排出される気体排出口と、前記陽極で生成された液体が主として排出される液体排出口とを有し、前記気体排出口と前記液体排出口とは、前記第 2 セパレータに別々に設けられ、

前記電解装置は、

前記液体排出口から排出された前記液体に含まれる気体を分離し、分離した前記気体を前記気体排出口から排出された前記気体に合流させる気液分離部をさらに備えた、

電解装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記第 2 セパレータから排出された前記水が流入し、前記水に含まれるイオンの少なくとも一部を除去するイオン交換樹脂槽と、

前記イオン交換樹脂槽を通過した前記水を、前記陰極に供給する前記電解液と合流させるために導く配管ラインと、

をさらに備えた、

請求項 1 0 に記載の電解装置。

【請求項 1 3】

前記第 2 セパレータは、前記酸素および前記水が排出される排出口を有し、

前記電解装置は、

前記排出口に接続され、前記酸素および前記水を前記電解セルの外部に向けて吸引する吸引装置をさらに備えた、

請求項 1 0 に記載の電解装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、電解セルおよび電解装置に関する。

【背景技術】

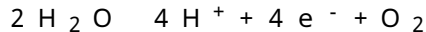
【0 0 0 2】

特許文献 1 には、表面に触媒層を設けた固体高分子膜を含む電解膜の両面間に電流を流す P E M (Polymer Electrolyte Membrane) 式の電解装置が開示されている。この電解装置は、電解膜の両面の圧力差を制御しつつ、電解膜の陰極 (カソード) 側に、水を供給することで、酸素の製造を行う。

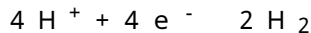
20

【0 0 0 3】

P E M 式の電解装置では、陽極と陰極との間に電圧を印加すると、陽極側では、下記の化学反応が起こり、水が消費されて酸素が生成される。



また、陰極室側では、下記の化学反応が起こり、電解液から水素が生成される。



【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0 0 0 4】

【文献】特許第 6 3 3 2 7 9 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

しかしながら、特許文献 1 に記載の P E M 型の水電解装置では、陽極側で水が消費されるが、陰極側のみに水が供給されている。このため、陰極側に供給された水は、電界膜を通して陽極側に移動して化学反応に供せられ、その化学反応で生成されたプロトン (H^+) が再び陰極側に移動して水素が生成される。この際に水またはプロトンが電界膜を通過する過程では抵抗が存在する。このため上記構成では、電解性能の向上を図りにくい。

40

【0 0 0 6】

本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、電解性能の向上を図ることができる電解セルおよび電解装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

上記課題を解決するために、本開示に係る電解セルは、第 1 セパレータと、第 2 セパレータと、前記第 1 セパレータと前記第 2 セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、前記第 1 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、前記第 2 セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、を備え、前記第 1 セパレータは、

50

前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成される。前記第2セパレータは、主として前記酸素が排出される気体排出口と、主として前記水が排出される液体排出口とを有し、前記気体排出口と前記液体排出口とは、前記第2セパレータに別々に設けられている。

本開示に係る電解セルは、第1セパレータと、第2セパレータと、前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、を備え、前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に陽極室が規定され、前記第2セパレータは、前記酸素および前記水が排出される排出口を有し、前記排出口は、前記電解セルの定常運転状態において、前記排出口の上端が前記陽極室に溜まる前記水の水面よりも上方に位置するように形成されている。

本開示に係る電解セルは、第1セパレータと、第2セパレータと、前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、を備え、前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に陽極室が規定され、前記第2セパレータは、前記酸素および前記水が排出される排出口を有し、前記排出口は、前記陽極室の鉛直方向の中央または当該中央よりも下方に設けられている。

本開示に係る電解セルは、第1セパレータと、第2セパレータと、前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、を備え、前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、前記陰極は、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体を含み、前記陽極は、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体を含み、前記陽極給電体が有する複数の穴の平均的な大きさは、前記陰極給電体が有する複数の穴の平均的な大きさよりも大きい。

本開示に係る電解セルは、第1セパレータと、第2セパレータと、前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、を備え、前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態

10

20

30

40

50

で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、前記陰極は、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体を含み、前記陽極は、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体を含み、前記陽極給電体の空隙率は、前記陰極給電体の空隙率よりも大きい。

本開示に係る電解セルは、第1セパレータと、第2セパレータと、前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、を備え、前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、前記陰極は、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体を含み、前記陽極は、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体を含み、前記第1セパレータと前記第2セパレータとが重なる積層方向において、前記陽極給電体の厚さは、前記陰極給電体の厚さよりも小さい。

本開示に係る電解セルは、第1セパレータと、第2セパレータと、前記第1セパレータと前記第2セパレータとの間に配置されたアニオン交換膜と、前記第1セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陰極と、前記第2セパレータと前記アニオン交換膜との間に配置された陽極と、を備え、前記第1セパレータは、前記陰極に電解液を供給するための流路を有し、前記陰極では、前記流路から供給された前記電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、前記第2セパレータは、前記陽極に前記電解液を供給するための流路を有さず、前記陽極では、前記電解液が供給されない状態で、前記陰極から前記アニオン交換膜を通過した前記水酸化物イオンにより酸素および水が生成され、前記第1セパレータは、前記第2セパレータと対向する第1面を有し、前記第1面は、前記電解液が流れる複数の溝部が設けられた第1領域を含み、前記第2セパレータは、前記第1セパレータと対向する第2面を有し前記第2面は、前記第1領域と対向する第2領域を有し、前記第2領域は、平面状に形成されている。

【0008】

本開示に係る電解装置は、電解セルと、前記電解セルに前記電解液を供給する電解液供給部と、前記電解セルに電圧を印加する電源部と、を備える。

【発明の効果】

【0010】

本開示の電解セルおよび電解装置によれば、電解性能の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本開示の第1実施形態の電解装置の全体構成を示す概略構成図である。

【図2】本開示の第1実施形態の電解セルを模式的に示す断面図である。

【図3】図2に示された電解セルのF3 - F3線に沿う断面図である。

【図4】本開示の第1実施形態の電解セルを示す分解斜視図である。

【図5】本開示の第1実施形態の電解セルを示す断面図である。

【図6】本開示の第1実施形態の電解セルの作用を説明するための図である。

【図7】本開示の第1実施形態の電解セルの作用を説明するための図である。

【図8】本開示の第1実施形態の電解セルの作用を説明するための図である。

【図9】本開示の第1実施形態の変形例の電解セルを示す断面図である。

【図10】本開示の第2実施形態の電解セルを示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】本開示の第 3 実施形態の電解セルを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本開示の実施形態の電解セルおよび電解装置を、図面を参照して説明する。以下の説明では、同一または類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。本開示において「対向する」とは、ある方向で見た場合に 2 つの部材が重なることを意味し、上記 2 つの部材の間に別の部材が存在する場合も含み得る。

【0013】

先に図 5 を参照し、Z 方向、X 方向、および Y 方向を定義する。Z 方向は、後述する第 1 セパレータ 4 1 から第 2 セパレータ 4 2 に向かう方向である。X 方向は、Z 方向とは交差する（例えば直交する）方向であり、後述する膜電極接合体 4 3 の中央部 C から膜電極接合体 4 3 の一端部に向かう方向である。Y 方向は、Z 方向および X 方向とは交差する（例えば直交する）方向であり、例えば図 5 における紙面奥行方向である。本実施形態では、Z 方向および Y 方向は、水平面に沿う方向である。X 方向は、鉛直方向である。本開示において「外形サイズ」とは、Z 方向で見た場合における外形サイズを意味する。

【0014】

（第 1 実施形態）

< 1 . 電解装置の構成 >

図 1 は、第 1 実施形態の電解装置 1 の全体構成を示す概略構成図である。電解装置 1 は、例えば、電解液に含まれる水を電気分解することで水素を生成する装置である。電解装置 1 は、例えば、アニオン交換膜（AEM：Anion Exchange Membrane）式の電解装置である。電解装置 1 は、例えば、電解セルスタック 1 0 と、電解液供給部 2 0 と、電源部 3 0 とを備える。

【0015】

（電解セルスタック）

電解セルスタック 1 0 は、複数の電解セル 1 1 の集合体である。例えば、電解セルスタック 1 0 は、複数の電解セル 1 1 が一方向に並べられることで形成される。各電解セル 1 1 は、陰極室 S a と、陽極室 S b とを含む。電解セル 1 1 については、詳しく後述する。

【0016】

（電解液供給部）

電解液供給部 2 0 は、各電解セル 1 1 に電解液を供給する供給部である。電解液は、例えば、純水あるいはアルカリ水溶液である。本実施形態では、電解液として、例えば水酸化カリウム水溶液（KOH）が用いられる。電解液供給部 2 0 は、陰極側供給部 2 0 a と、陽極側回収部 2 0 b と、を備える。

【0017】

陰極側供給部 2 0 a は、各電解セル 1 1 の陰極室 S a に電解液を供給する。陰極側供給部 2 0 a は、例えば、電解液タンク 2 1、第 1 ポンプ 2 2、水素回収部 2 3、水素気液分離部 2 4、純水供給タンク 2 5、および配管ライン L 1、L 2 を含む。

【0018】

電解液タンク 2 1 は、電解液を貯留する。電解液タンク 2 1 の供給口は、配管ライン L 1 を介して電解セル 1 1 の陰極室 S a に接続される。第 1 ポンプ 2 2 は、配管ライン L 1 の途中に設けられ、電解液タンク 2 1 に貯留された電解液を電解セル 1 1 の陰極室 S a に向けて送る。

【0019】

第 1 ポンプ 2 2 により陰極室 S a に送られる電解液は、配管ライン L 1 に設けられたキレート樹脂槽 2 2 J により、不純物イオンの少なくとも一部を除去するようにしてもよい。キレート樹脂槽 2 2 J は、不純物イオンを除去するためのキレート樹脂を含む。キレート樹脂槽 2 2 J は、電解セル 1 1 または配管ライン L 1、L 2 から電解液（例えば水酸化カリウム水溶液）に溶出した不純物イオン（例えば金属イオン）の少なくとも一部を除去する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

電解液タンク 2 1 の戻り口は、配管ライン L 2 を介して電解セル 1 1 の陰極室 S a に接続される。電解液タンク 2 1 には、電解セル 1 1 で生成された水素を含む電解液が電解セル 1 1 から流入する。電解液タンク 2 1 は、電解液に含まれる水素を分離する水素気液分離部 2 4 に接続される。水素気液分離部 2 4 により電解液から分離された水素は、水素回収部 2 3 によって回収される。純水供給タンク 2 5 は、水電解処理が進むことに応じて電解液の pH が上昇した場合(水酸化物イオン濃度が上昇した場合)に電解液タンク 2 1 に純水を供給することで電解液の pH を低下(水酸化物イオン濃度を低下)させる。

【 0 0 2 1 】

一方で、陽極側回収部 2 0 b は、各電解セル 1 1 の陽極室 S b から、水および酸素を回収する。陽極側回収部 2 0 b は、例えば、酸素回収部 2 6、イオン交換樹脂槽 2 7、第 2 ポンプ 2 8、酸素気液分離部 2 9、および配管ライン L 3、L 4 を含む。

10

【 0 0 2 2 】

酸素回収部 2 6 は、配管ライン L 3 を介して電解セル 1 1 の陽極室 S b に接続される。酸素回収部 2 6 には、電解セル 1 1 で生成された酸素が電解セル 1 1 から流入する。

【 0 0 2 3 】

イオン交換樹脂槽 2 7 は、配管ライン L 4 を介して、電解セル 1 1 の陽極室 S b に接続される。イオン交換樹脂槽 2 7 には、電解セル 1 1 で生成された水が、電解セル 1 1 から流入する。イオン交換樹脂槽 2 7 は、電解セル 1 1 から流入する水に含まれるイオンの少なくとも一部を除去する。すなわち、イオン交換樹脂槽 2 7 は、不純物イオンを除去するためのイオン交換樹脂を有する。イオン交換樹脂槽 2 7 は、電解セル 1 1 または配管ライン L 4 から水に溶出した不純物イオン(例えば金属イオンまたは塩素イオン)の少なくとも一部を除去する。第 2 ポンプ 2 8 は、配管ライン L 4 の途中に設けられ、電解セル 1 1 で生成された水を、純水供給タンク 2 5 に向けて送る。本実施形態では、配管ライン L 4 に流れる液体がアルカリ水溶液ではなく純水であるため、キレート樹脂槽に代えてイオン交換樹脂槽 2 7 を配置することができる。

20

【 0 0 2 4 】

酸素気液分離部 2 9 は、電解セル 1 1 で生成された水に含まれる酸素を分離する。酸素気液分離部 2 9 は、例えば配管ライン L 4 の途中に設けられる。本実施形態において、酸素気液分離部 2 9 は、例えば、イオン交換樹脂槽 2 7 よりも、配管ライン L 4 における水の流れ方向の上流側に設けられる。酸素気液分離部 2 9 で分離された水は、イオン交換樹脂槽 2 7 を通り、第 2 ポンプ 2 8 により、配管ライン L 4 を通して純水供給タンク 2 5 に送られる。配管ライン L 4 は、イオン交換樹脂槽 2 7 を通過した水を、電解セル 1 1 の陰極 4 7 に供給する電解液と合流させるために導く配管ラインである。一方、酸素気液分離部 2 9 で分離された酸素は、配管ライン L 4 の途中に接続される接続ライン L 5 を通して、酸素回収部 2 6 に送られる。すなわち、酸素気液分離部 2 9 は、液体排出口 4 2 h から排出された水に含まれる酸素を分離し、分離した酸素を気体排出口 4 2 g から排出された酸素に合流させる。

30

【 0 0 2 5 】

(電源部)

電源部 3 0 は、電解セル 1 1 に電圧を印加する直流電源装置である。電源部 3 0 は、電解セル 1 1 の陽極と陰極との間に、電解液の電気分解に必要な直流電圧を印加する。

40

【 0 0 2 6 】

< 2 . 電解セルの構成 >

< 2 . 1 電解セルの基本構造 >

次に、電解セル 1 1 について詳しく説明する。

図 2 は、電解セル 1 1 を模式的に示す断面図である。図 3 は、電解セル 1 1 を鉛直方向から見た断面図である。電解セル 1 1 は、例えば、第 1 セパレータ 4 1、第 2 セパレータ 4 2、および膜電極接合体 4 3 を含む。

【 0 0 2 7 】

50

(第1セパレータ)

第1セパレータ41は、電解セル11の内部空間Sの一方の面を規定する部材である。内部空間Sは、後述する陰極室Saおよび陽極室Sbを含む空間である。第1セパレータ41は、例えば、矩形の板状であり、金属部材又は導電性部材(カーボン材料等)で形成される。第1セパレータ41は、例えば、後述する第1集電体61(図4参照)を介して電源部30からマイナス電圧が印加される。

【0028】

第1セパレータ41は、第1端部41e1(例えば下端部)と、第1端部41e1とは反対側に位置した第2端部41e2(例えば上端部)とを有する。第1端部41e1は、第1流路41r1を有する。第1流路41r1は、上述した配管ラインL1に接続され、電解セル11の外部から配管ラインL1を介して供給される電解液を陰極室Sa内の陰極47(後述)に供給する。一方で、第2端部41e2は、第2流路41r2を有する。第2流路41r2は、上述した配管ラインL2に接続され、陰極室Saを通過することで水素を含む電解液を、配管ラインL2を介して電解セル11の外部に排出する。

10

【0029】

第1セパレータ41は、第2セパレータ42に面する第1内面(第1面)41aを有する。第1内面41aは、後述する陰極室Saに面する。第1内面41aは、複数の溝部FP1が設けられた第1領域A1を有する(図3参照)。複数の溝部FP1は、第1流路41r1を通じて電解セル11の内部に流入した電解液が流れる流路である。複数の溝部FP1は、例えば、Y方向に間隔を空けて互いに並べて配置され、それぞれX方向(例えば鉛直方向)に延びている(図3参照)。第1流路41r1を通じて電解セル11の内部に流入した電解液は、複数の溝部FP1を分かれて流れ、複数の溝部FP1を通過した後に第2流路41r2から電解セル11の外部に排出される。

20

【0030】

なお、図2に示される各構造(例えば流路構造など)は、あくまで例示であり、本実施形態の内容を限定するものではない。例えば、流路構造は、装置の大きさや目的、使用環境に応じて種々の構造が利用可能である。これは、他の図で示される各構造についても同様である。

【0031】

(第2セパレータ)

第2セパレータ42は、第1セパレータ41の少なくとも一部との間に内部空間Sを空けて配置され、内部空間Sの他方の面を規定する部材である。第2セパレータ42は、例えば、矩形の板状であり、金属部材で形成される。第2セパレータ42は、後述する第2集電体62(図4参照)を介して電源部30からプラス電圧が印加される。同じ電解セル11に含まれる第1セパレータ41と第2セパレータ42とは、一对のセパレータとして当該電解セル11の電解槽40を形成する。

30

【0032】

第2セパレータ42は、第1端部42e1(例えば下端部)と、第1端部42e1とは反対側に位置した第2端部42e2(例えば上端部)とを有する。第2セパレータ42は、後述する陽極48に電解液を供給するための流路は有さない。

40

【0033】

その代わりに、第2端部42e2は、気体排出口42gを有する。気体排出口42gは、陽極48で生成された気体(例えば酸素)が主として排出される排出口である。本実施形態では、気体排出口42gは、配管ラインL3に接続され、陽極48で生成された気体(例えば酸素)を電解セル11の外部に排出する。

【0034】

一方で、第1端部42e1は、液体排出口42hを有する。液体排出口42hは、陽極48で生成された液体(例えば水)が主として排出される排出口である。すなわち、第2セパレータ42では、気体排出口42gと液体排出口42hとが別々に設けられている。本実施形態では、液体排出口42hは、配管ラインL4に接続され、陽極48で生成され

50

た液体（例えば水）を電解セル 1 1 の外部に排出する。

【 0 0 3 5 】

本実施形態では、液体排出口 4 2 h は、気体排出口 4 2 g よりも下方に設けられている。例えば、気体排出口 4 2 g は、陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも上方に設けられている。液体排出口 4 2 h は、陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも下方に設けられている。

【 0 0 3 6 】

陽極室 S b 内で生成された水および酸素は、酸素よりも比重が大きい水が、自重により下方に移動して溜まる。これにより、陽極室 S b 内で、水と酸素とが上下に分離される。気体排出口 4 2 g には、陽極室 S b で分離された酸素が流入する。液体排出口 4 2 h には、陽極室 S b 内で分離された水が流入する。なお、液体排出口 4 2 h に流入する水には、酸素が混在してもよい。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 は、図 2 に示された電解セル 1 1 の F 3 - F 3 線に沿う断面図である。第 2 セパレータ 4 2 は、第 1 セパレータ 4 1 に面する第 2 内面（第 2 面）4 2 a を有する。第 2 内面 4 2 a は、後述する陽極室 S b に面する。本実施形態では、第 2 内面 4 2 a は、電解液が流れる溝部は有しない。第 2 内面 4 2 a は、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 領域 A 1（複数の溝部 F P 1 が設けられた領域）に対向する第 2 領域 A 2 を有する。第 2 領域 A 2 は、平面状に形成されている。

【 0 0 3 8 】

なおここでは説明の便宜上、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 内面 4 1 a が複数の溝部 F P 1 を有する構成について説明している。しかしながら、例えば電解セルスタック 1 0（図 1 参照）に含まれる電解セル 1 1 の第 2 セパレータ 4 2 は、第 2 内面 4 2 a とは反対側の面 4 2 b にも同様の複数の F P 1（図 3 中に 2 点鎖線で示す）を有したバイポーラプレートでもよい。

20

【 0 0 3 9 】

（膜電極接合体）

膜電極接合体（MEA：Membrane Electrode Assembly）4 3 は、イオン交換膜、触媒、および給電体が組み立てられた構造体である。膜電極接合体 4 3 は、第 1 セパレータ 4 1 と第 2 セパレータ 4 2 との間に配置され、内部空間 S に位置する。膜電極接合体 4 3 は、例えば、イオン交換膜 5 1、陰極触媒層 5 2、陰極給電体 5 3、陽極触媒層 5 4、および陽極給電体 5 5 を含む。

30

【 0 0 4 0 】

（イオン交換膜）

イオン交換膜 5 1 は、イオンを選択透過させる膜である。イオン交換膜 5 1 は、例えば、固体高分子電解質膜である。イオン交換膜 5 1 は、例えば、水酸化物イオン伝導性のあるアニオン交換膜（AEM）である。イオン交換膜 5 1 は、例えば、矩形のシート状である。イオン交換膜 5 1 の外形サイズは、第 1 セパレータ 4 1 または第 2 セパレータ 4 2 の外形サイズよりも小さい。イオン交換膜 5 1 は、第 1 セパレータ 4 1 と第 2 セパレータ 4 2 との間に配置され、上述した内部空間 S に位置する。イオン交換膜 5 1 は、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 内面 4 1 a と対向する第 1 面 5 1 a と、第 1 面 5 1 a とは反対側に位置し、第 2 セパレータ 4 2 の第 2 内面 4 2 a と対向する第 2 面 5 1 b とを有する。内部空間 S において、イオン交換膜 5 1 の第 1 面 5 1 a と第 1 セパレータ 4 1 の第 1 内面 4 1 a との間には、陰極室 S a が規定される。内部空間 S において、イオン交換膜 5 1 の第 2 面 5 1 b と第 2 セパレータ 4 2 の第 2 内面 4 2 a との間には、陽極室 S b が規定される。

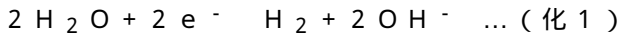
40

【 0 0 4 1 】

陰極室 S a には、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 流路 4 1 r 1 から電解液が供給される。陰極室 S a では、電解セル 1 1 に電圧が印加される場合に、下記の化学反応が起こり、電解液から水素が生成される。つまり、陰極 4 7 では、供給された電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成される。なお本出願「XX が生成される」とは、XX の生成に伴って他の物質が同時に生成される場合も含み得る。陰極室 S a で生成

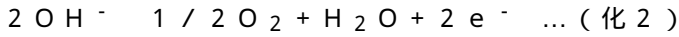
50

された水酸化物イオンは、イオン交換膜 5 1 を通過して陰極室 S a から陽極室 S b に移動する。



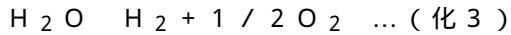
【 0 0 4 2 】

陽極室 S b では、電解セル 1 1 に電圧が印加される場合に、下記の化学反応が起こり、陰極室 S a から陽極室 S b に移動した水酸化物イオンにより酸素および水が生成される。つまり、陽極 4 8 では、電解液が供給されない状態で、陰極 4 7 からイオン交換膜 5 1 を通過した水酸化物イオンにより酸素および水が生成される。



【 0 0 4 3 】

これにより、電解セル 1 1 全体で見た場合は、下記の化学反応が生じる。



【 0 0 4 4 】

(陰極触媒層)

陰極触媒層 5 2 は、上述した陰極室 S a での化学反応を促進する層である。陰極触媒層 5 2 は、例えば、矩形のシート状である。陰極触媒層 5 2 は、陰極室 S a に配置され、Z 方向でイオン交換膜 5 1 と隣り合う。なお本出願で「隣り合う」とは、2 つの部材が独立して隣り合う場合に限定されず、2 つの部材のうち一方の部材の少なくとも一部が他方の部材に入り込む場合も含み得る。例えば、陰極触媒層 5 2 の一部は、イオン交換膜 5 1 の表面部に入り込んでよい。本実施形態では、陰極触媒層 5 2 は、イオン交換膜 5 1 の第 1 面 5 1 a に設けられている。例えば、陰極触媒層 5 2 は、イオン交換膜 5 1 の第 1 面 5 1 a に当該陰極触媒層 5 2 の材料が塗布されることで形成される。陰極触媒層 5 2 は、第 1 セパレータ 4 1 および陰極給電体 5 3 を介して電源部 3 0 からマイナス電圧が印加され、電解セル 1 1 の陰極 4 7 の一部として機能する。陰極触媒層 5 2 の材質としては、上述した陰極室 S a での化学反応を促進する材質であればよく、種々の材質が利用可能である。

【 0 0 4 5 】

(陰極給電体)

陰極給電体 5 3 は、第 1 セパレータ 4 1 に印加された電圧を陰極触媒層 5 2 に伝える電気接続部である。陰極給電体 5 3 は、陰極室 S a に配置される。陰極給電体 5 3 は、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 内面 4 1 a と陰極触媒層 5 2 との間に位置し、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 内面 4 1 a と陰極触媒層 5 2 とにそれぞれ接する。陰極給電体 5 3 は、内部を電解液とガスが通過可能な構造を有する。陰極給電体 5 3 は、例えば、金属製のメッシュ構造体、焼結体 (多孔質体)、またはファイバーなどにより形成される。本実施形態では、陰極給電体 5 3 の外形サイズは、陰極触媒層 5 2 の外形サイズと同じである。本実施形態では、陰極触媒層 5 2 と陰極給電体 5 3 とにより、電解セル 1 1 の陰極 4 7 が形成されている。

【 0 0 4 6 】

(陽極触媒層)

陽極触媒層 5 4 は、上述した陽極室 S b での化学反応を促進する層である。陽極触媒層 5 4 は、例えば、矩形のシート状である。陽極触媒層 5 4 は、陽極室 S b に配置され、Z 方向でイオン交換膜 5 1 と隣り合う。なお、例えば、陽極触媒層 5 4 の一部は、イオン交換膜 5 1 の表面部に入り込んでよい。本実施形態では、陽極触媒層 5 4 は、イオン交換膜 5 1 の第 2 面 5 1 b に設けられている。例えば、陽極触媒層 5 4 は、イオン交換膜 5 1 の第 2 面 5 1 b に当該陽極触媒層 5 4 の材料が塗布されることで形成される。陽極触媒層 5 4 は、第 2 セパレータ 4 2 および陽極給電体 5 5 を介して電源部 3 0 からプラス電圧が印加され、電解セル 1 1 の陽極 4 8 の一部として機能する。陽極触媒層 5 4 の材質としては、上述した陽極室 S b での化学反応を促進する材質であればよく、種々の材質が利用可能である。

【 0 0 4 7 】

(陽極給電体)

10

20

30

40

50

陽極給電体 5 5 は、第 2 セパレータ 4 2 に印加された電圧を陽極触媒層 5 4 に伝える電気接続部である。陽極給電体 5 5 は、陽極室 S b に配置される。陽極給電体 5 5 は、第 2 セパレータ 4 2 の第 2 内面 4 2 a と陽極触媒層 5 4 との間に位置し、第 2 セパレータ 4 2 の第 2 内面 4 2 a と陽極触媒層 5 4 とにそれぞれ接する。陽極給電体 5 5 は、内部を電解液とガスが通過可能な構造を有する。陽極給電体 5 5 は、例えば、金属製のメッシュ構造体、焼結体（多孔質体）、またはファイバーなどにより形成される。本実施形態では、陽極給電体 5 5 の外形サイズは、陽極触媒層 5 4 の外形サイズと同じである。本実施形態では、陽極給電体 5 5 が有する複数の穴の平均的な大きさは、陰極給電体 5 3 が有する複数の穴の平均的な大きさよりも大きい。例えば、陰極給電体 5 3 および陽極給電体 5 5 の両方がメッシュ構造体である場合、陽極給電体 5 5 は、陰極給電体 5 3 と比べて、粗いメッシュ構造を有する。本実施形態では、陽極給電体 5 5 の空隙率は、陰極給電体 5 3 の空隙率よりも大きい。本実施形態では、陽極触媒層 5 4 と陽極給電体 5 5 とにより、電解セル 1 1 の陽極 4 8 が形成されている。

【 0 0 4 8 】

図 4 は、電解セル 1 1 を示す分解斜視図である。電解セル 1 1 は、上述した構成に加え、例えば、第 1 集電体 6 1、第 2 集電体 6 2、第 1 絶縁材 6 3、第 2 絶縁材 6 4、第 1 エンドプレート 6 5、および第 2 エンドプレート 6 6 を含む。

【 0 0 4 9 】

（第 1 集電体）

第 1 集電体 6 1 は、電源部 3 0 から印加されるマイナス電圧を第 1 セパレータ 4 1 に伝える電気接続部である。第 1 集電体 6 1 は、金属製の板部材（例えば銅板）である。第 1 集電体 6 1 は、例えば、電解セル 1 1 の内部空間 S とは反対側から第 1 セパレータ 4 1 に接し、第 1 セパレータ 4 1 に電氣的に接続される。第 1 集電体 6 1 には、電解セル 1 1 での電気分解に必要なマイナス電圧が電源部 3 0 から印加される。なお、第 1 集電体 6 1 は、電解セルスタック 1 0 に含まれる複数の電解セル 1 1 により共有されてもよい。

【 0 0 5 0 】

（第 2 集電体）

第 2 集電体 6 2 は、電源部 3 0 から印加されるプラス電圧を第 2 セパレータ 4 2 に伝える電気接続部である。第 2 集電体 6 2 は、金属製の板部材（例えば銅板）である。第 2 集電体 6 2 は、例えば、電解セル 1 1 の内部空間 S とは反対側から第 2 セパレータ 4 2 に接し、第 2 セパレータ 4 2 に電氣的に接続される。第 2 集電体 6 2 には、電解セル 1 1 での電気分解に必要なプラス電圧が電源部 3 0 から印加される。なお、第 2 集電体 6 2 は、電解セルスタック 1 0 に含まれる複数の電解セル 1 1 により共有されてもよい。

【 0 0 5 1 】

（第 1 絶縁材）

第 1 絶縁材 6 3 は、第 1 集電体 6 1 と第 1 エンドプレート 6 5 との間に位置する。第 1 絶縁材 6 3 の外形サイズは、例えば、第 1 集電体 6 1 の外形サイズよりも大きい。

【 0 0 5 2 】

（第 2 絶縁材）

第 2 絶縁材 6 4 は、第 2 集電体 6 2 と第 2 エンドプレート 6 6 との間に位置する。第 2 絶縁材 6 4 の外形サイズは、例えば、第 2 集電体 6 2 の外形サイズよりも大きい。

【 0 0 5 3 】

（第 1 エンドプレート）

第 1 エンドプレート 6 5 は、電解セル 1 1 の内部空間 S に対して、第 1 絶縁材 6 3 とは反対側に位置する。第 1 エンドプレート 6 5 の外形サイズは、例えば、第 1 絶縁材 6 3 の外形サイズと同じか又は大きい。

【 0 0 5 4 】

（第 2 エンドプレート）

第 2 エンドプレート 6 6 は、電解セル 1 1 の内部空間 S に対して、第 2 絶縁材 6 4 とは反対側に位置する。第 2 エンドプレート 6 6 の外形サイズは、例えば、第 2 絶縁材 6 4 の

10

20

30

40

50

外形サイズと同じか又は大きい。本実施形態では、第1エンドプレート65と第2エンドプレート66とが不図示の締結部材によって締結されることで、第1セパレータ41と第2セパレータ42とに互いに向かい合う押圧力が作用し、電解セル11が一体化される。

【0055】

なお、電解セル11は、上記構成に限定されない。例えば、電解セルスタック10において複数の電解セル11が並べて配置される場合、複数の電解セル11のなかで隣り合う2つの電解セル11は、それぞれ第1セパレータ41および第2セパレータ42を共有してもよい。この場合、隣り合う2つの電解セル11の間には、集電体(第1集電体61または第2集電体62)、絶縁材(第1絶縁材63または第2絶縁材64)、エンドプレート(第1エンドプレート65または第2エンドプレート66)は存在しなくてもよい。

10

【0056】

< 2.2 電解セルの外周部の構造 >

図5は、電解セル11を示す断面図である。本実施形態では、イオン交換膜51の外形サイズは、陰極給電体53の外形サイズおよび陽極給電体55の各々よりも大きい。イオン交換膜51は、膜電極接合体43の厚さ方向(Z方向)とは直交する方向(例えばX方向またはY方向)において、陰極触媒層52および陰極給電体53よりも外側(外周側)に突出している。本開示で「外側」または「外周側」とは、膜電極接合体43の厚さ方向(Z方向)とは直交する方向(例えばX方向またはY方向)において、膜電極接合体43の中央部Cから離れる側を意味する。

【0057】

図5に示すように、電解セル11は、例えば、支持部70と、封止部80とを有する。支持部70は、電解セル11の内部で膜電極接合体43を支持する部材である。封止部80は、第1セパレータ41と第2セパレータ42との間の内部空間Sを閉じる部材である。以下、これらについて説明する。

20

【0058】

(支持部)

支持部70は、第1セパレータ41と第2セパレータ42との間に配置される。支持部70は、イオン交換膜51の外縁部51eよりも内側(内周側)に位置し、イオン交換膜51を支持する。支持部70は、例えば、第1支持部71と、第2支持部72とを含む。

【0059】

第1支持部71は、陰極側の支持部である。第1支持部71は、第1セパレータ41の第1内面41aとイオン交換膜51の第1面51aとの間に配置される。第1支持部71は、陰極触媒層52および陰極給電体53よりも外側(外周側)の位置で第1セパレータ41の第1内面41a(または第1絶縁材63)とイオン交換膜51の第1面51aとの間に挟まれ、第1セパレータ41の第1内面41aに対してイオン交換膜51を支持する。

30

【0060】

第2支持部72は、陽極側の支持部である。第2支持部72は、第2セパレータ42の第2内面42aとイオン交換膜51の第3面52aとの間に配置される。第2支持部72は、陽極触媒層54および陽極給電体55よりも外側(外周側)の位置で第2セパレータ42の第2内面42aとイオン交換膜51の第3面52aとの間に挟まれ、第2セパレータ42の第2内面42aに対してイオン交換膜51を支持する。

40

【0061】

(封止部)

封止部80は、第1セパレータ41と第2セパレータ42との間に配置される。封止部80は、イオン交換膜51の外縁部51eよりも外側(外周側)に位置し、電解セル11の内部空間Sを封止する。本実施形態では、封止部80は、第1封止部81と、第2封止部82とを含む。ただし、第1封止部81と第2封止部82とは、一体に形成されてもよい。すなわち、第1封止部81と第2封止部82とは、1つの部材であってもよい。

【0062】

第1封止部81は、陰極側の封止部である。第1封止部81は、イオン交換膜51の外

50

縁部 5 1 e よりも外側（外周側）に位置する。第 1 封止部 8 1 は、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 内面 4 1 a と第 2 封止部 8 2 との間に挟まれ、内部空間 S の外周側の一部を封止する。

【 0 0 6 3 】

第 2 封止部 8 2 は、陽極側の封止部である。第 2 封止部 8 2 は、イオン交換膜 5 1 の外縁部 5 1 e よりも外側に位置する。第 2 封止部 8 2 は、第 2 セパレータ 4 2 の第 2 内面 4 2 a と第 1 封止部 8 1 との間に挟まれ、内部空間 S の外周側の一部を封止する。

【 0 0 6 4 】

< 3 . 作用効果 >

本実施形態では、第 1 セパレータ 4 1 のみに第 1 流路 4 1 r 1 が形成され、陰極 4 7 に電解液が供給される。一方で、第 2 セパレータ 4 2 は電解液が流れる流路を有さず、陽極 4 8 には電解液が供給されない。このような構成によれば、陰極 4 7 では、第 1 流路 4 1 r 1 から供給された電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成され、陽極 4 8 では、電解液が供給されない状態で、陰極 4 7 からイオン交換膜 5 1 を通過した水酸化物イオンにより酸素および水が生成される。このような構成によれば、陰極 4 7 および陽極 4 8 の両方にそれぞれ電解液を供給する場合と比べて、電解装置 1 の運転に必要な電解液の量が半分になり、電解装置 1 の運転費用の削減を図ることができる。また上記構成によれば、陽極 4 8 側に、電解液を供給するのに必要な各種構成が不要となり、コスト低減に繋がる。また上記構成によれば、電解装置 1 の運転に伴い変化する電解液の水素イオン濃度（pH）の管理を陰極側のみで行うことができる。これにより、陰極 4 7 および陽極 4 8 の両方にそれぞれ電解液を供給する場合と比べて、運転時の管理負担を削減することができる。

【 0 0 6 5 】

また上記構成によれば、陰極 4 7 側で水素および水酸化物イオンを生成するために必要な電解液が、陽極 4 8 側ではなく陰極 4 7 側に供給される。したがって、陰極 4 7 側で水素および水酸化物イオンを生成するために消費される電解液が、イオン交換膜 5 1 を通過することなく陰極 4 7 に供給される。その結果、電解セル 1 1 内での損失を低減し、電解セル 1 1 における電解性能の向上を図ることができる。

【 0 0 6 6 】

本実施形態では、気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とが第 2 セパレータ 4 2 に別々に設けられている。これにより、陽極 4 8 側で生成された酸素および水が、気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とから別々に排出される。これにより、電解セル 1 1 内から、酸素および水をある程度分離された状態で得ることができる。したがって、電解セル 1 1 内から、酸素と水とが混在した状態で排出される場合に比較し、電解セル 1 1 の外部に酸素と水とを分離する気液分離機構を備える必要が抑えられ、コスト低減に繋がる。

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、液体排出口 4 2 h が、気体排出口 4 2 g よりも下方に設けられる。このような構成によれば、電解セル 1 1 内で、水が自重により落下することで、酸素と水とが分離し、水は電解セル 1 1 内の下部に溜まり、酸素は電解セル 1 1 内の上部に溜まる。液体排出口 4 2 h を、気体排出口 4 2 g よりも下方に設けることで、電解セル 1 1 内の下部に溜まる水を液体排出口 4 2 h から排出し、電解セル 1 1 内の上部に溜まる酸素を気体排出口 4 2 g から排出することができる。このようにして、電解セル 1 1 内に気液分離機構を特に備えることなく、酸素と水とを効率良く分離することができる。また別の観点では、上記構成によれば、気体排出口 4 2 g に水が流入することを抑制することができ、気体排出口 4 2 g から気体（酸素）をスムーズに排出することができる。これにより、気体排出口 4 2 g が水より塞がれ、陽極室 S b 内の圧力が上昇してイオン交換膜 5 1 が破損することを抑制することができる。

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、気体排出口 4 2 g を、陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも上方に設けることで、陽極室 S b の上部に溜まる酸素を気体排出口 4 2 g からスムーズに排出することができる。また、液体排出口 4 2 h を、陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも下方に設け

10

20

30

40

50

ることで、陽極室 S b の下部に溜まる水を、液体排出口 4 2 h からスムーズに排出することができる。ここで、液体排出口 4 2 h を陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも上方に配置されていると、陽極室 S b 内で液体排出口 4 2 h よりも下方の領域が純水で満たされることになる。この場合、電解液が存在する陰極 4 7 側と、純水が存在する陽極 4 8 側とで水素イオン濃度 (pH) の差が大きくなり、電解セル 1 1 の電解性能が低下する。そこで本実施形態では、液体排出口 4 2 h を陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも下方に設けることで、陽極室 S b 内の多くが水で満たされることを抑制する。これにより、電解セル 1 1 の電解性能の向上を図ることができる。

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、陽極給電体 5 5 が有する複数の穴の平均的な大きさは、陰極給電体 5 3 が有する複数の穴の平均的な大きさよりも大きい。このような構成によれば、陰極 4 7 側にのみ電解液が供給され、陽極 4 8 側には電解液が供給されないため、陽極 4 8 側の陽極給電体 5 5 は、電解液が通過することがない。したがって、陽極給電体 5 5 が有する複数の穴の平均的な大きさを、陰極給電体 5 3 が有する複数の穴の平均的な大きさよりも大きくすることで、陽極 4 8 で生成される気体 (空気) が気体排出口 4 2 g に向けて陽極給電体 5 5 内を移動しやすくなる。これにより、電解セル 1 1 の電解性能の向上を図ることができる。

10

【 0 0 7 0 】

本実施形態では、陽極給電体 5 5 の空隙率は、陰極給電体 5 3 の空隙率よりも大きい。このような構成によれば、陰極 4 7 側にのみ電解液が供給され、陽極 4 8 側には電解液が供給されないため、陽極 4 8 側の陽極給電体 5 5 は、電解液が通過することがない。したがって、陽極給電体 5 5 の空隙率を、陰極給電体 5 3 の空隙率よりも大きくすることで、陽極 4 8 で生成される気体 (空気) が気体排出口 4 2 g に向けて陽極給電体 5 5 内を移動しやすくなる。これにより、電解セル 1 1 の電解性能の向上をさらに図ることができる。

20

【 0 0 7 1 】

本実施形態では、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 内面 4 1 a は、複数の溝部 F P 1 を有する第 1 領域 A 1 を含む。第 2 セパレータ 4 2 の第 2 内面 4 2 a は、第 1 セパレータ 4 1 の第 1 領域 A 1 と対向する第 2 領域 A 2 を有する。第 2 領域 A 2 は、平面状に形成されている。このような構成によれば、陽極で生成された水は、平面状の第 2 領域 A 2 をつたって液体排出口 4 2 h に向けて移動しやすい。これにより、電解セル 1 1 の電解性能の向上をさらに図ることができる。また、第 2 領域 A 2 が平面状に形成することで、第 2 セパレータ 4 2 の構造を簡素化することができ、低コスト化に繋がる。また、第 2 セパレータ 4 2 の全体を平板状に形成すると、第 2 セパレータ 4 2 に溝部が設けられる場合と比べて、第 2 セパレータ 4 2 を薄くすることができる。この場合、電解セルスタック 1 0 の小型化を図ることができる。

30

【 0 0 7 2 】

本実施形態では、電解装置 1 は、液体排出口 4 2 h から排出された液体に含まれる気体を分離し、分離した気体を気体排出口 4 2 g から排出された気体に合流させる気液分離部 2 9 をさらに備える。このような構成によれば、液体排出口 4 2 h から排出される液体に含まれる気体が、気液分離部 2 9 によって液体から分離され、気体排出口 4 2 g から排出された気体に合流される。これにより、電解セル 1 1 から排出される気体と液体とを、より確実に分離させることができる。

40

【 0 0 7 3 】

本実施形態では、第 2 セパレータ 4 2 から排出された水に含まれるイオンの少なくとも一部を除去するイオン交換樹脂槽 2 7 を備え、イオン交換樹脂槽 2 7 を通過した水を、陰極 4 7 に供給する電解液と合流させる。このような構成によれば、第 2 セパレータ 4 2 から排出された水の純水化を図ったうえで、陰極 4 7 に供給することができる。これにより、陰極 4 7 に供給する電解液の少なくとも一部に、陽極 4 8 側で生成された水を有効利用することができ、電解装置 1 における水の使用量を抑えることができる。また、イオン交換樹脂槽 2 7 が設けられることで、電解セル 1 1 などから水に溶出した不純物イオンの少

50

なくとも一部を除去することができる。本実施形態では、配管ライン L 4 を流れる液体は、電解液ではなく水であるため、キレート樹脂に限らず、種々のイオン交換樹脂から選択された適切なイオン交換樹脂を用いて、電解セル 1 1 から溶出した不純物イオンを除去することができる。これにより、不具合が生じにくく耐久性に優れた電解装置 1 を提供することができる。

【 0 0 7 4 】

< 4 . 作用 >

図 6、図 7、図 8 は、本実施形態の電解セル 1 1 の作用を説明するための図である。

ここでは、上述した陰極 4 7 のみに電解液が供給され、陽極 4 8 には電解液が供給されない構造を実施例として説明する。これに対して、陰極 4 7 と陽極 4 8 との双方に電解液が供給される構造を、第 1 比較例として説明する。

10

【 0 0 7 5 】

ここでは、実施例および第 1 比較例の各々について、電源部 3 0 から電圧を印加し、電源部 3 0 からの電流密度と、電解セル 1 1 に生じるセル電圧との関係 (I - V 特性) を計測した。「セル電圧」とは、第 1 セパレータ 4 1 と第 2 セパレータ 4 2 との間の電位差を意味する。その結果、図 6 に示すように、陰極 4 7 のみに電解液を供給した実施例が、第 1 比較例よりも僅かにセル電圧が高くなるが、ほぼ同等の電解性能が得られることが本発明者らにより確認された。

【 0 0 7 6 】

また、実施例および第 1 比較例の各々について、長時間、電源部 3 0 から電圧を印加し続ける耐久試験を行い、耐久試験前と、耐久試験後に、電源部 3 0 からの電流密度と、電解セル 1 1 に生じるセル電圧との関係を計測した。その結果、図 7 に示すように、耐久試験前は、実施例の方が第 1 比較例よりも電解電圧が高いものの、耐久試験後は、実施例の方が第 1 比較例よりも電解電圧が低く、良好な電解性能が得られた。これにより、通常運転が継続される実際の使用時を想定した場合、実施例の電解セルは、第 1 比較例よりも良好な電解性能が得られることが本発明者らにより確認された。

20

【 0 0 7 7 】

また、第 2 比較例として、陽極 4 8 のみに電解液が供給され、陰極 4 7 には電解液が供給されない構造の電解セルを用意した。実施例、第 1 比較例、および第 2 比較例の各々において、電源部 3 0 から電圧を印加し、電源部 3 0 からの電流密度と、電解セル 1 1 に生じるセル電圧との関係を計測した。その結果、図 8 に示すように、陽極 4 8 のみに電解液を供給した第 2 比較例では、実施例および第 1 比較例よりも、セル電圧が高く、電解性能が低下していることが本発明者らにより確認された。

30

【 0 0 7 8 】

< 5 . 変形例 >

次に、第 1 実施形態の変形例について説明する。

図 9 は、第 1 実施形態の変形例の電解セル 1 1 A を示す断面図である。上述した第 1 実施形態では、陽極給電体 5 5 と陰極給電体 5 3 とで、複数の穴の平均的な大きさ、空隙率を異ならせた。これに代えて / 加えて、本変形例では、第 1 セパレータ 4 1 と第 2 セパレータ 4 2 とが重なる積層方向 (Z 方向) において、陽極給電体 5 5 の厚さ T 1 が、陰極給電体 5 3 の厚さ T 2 よりも小さい。

40

【 0 0 7 9 】

このような構成では、陰極 4 7 側のみに電解液が供給され、陽極 4 8 側には電解液が供給されないため、陽極給電体 5 5 は、電解液が通過することがない。したがって、陽極給電体 5 5 の厚さ T 1 を、陰極給電体 5 3 の厚さ T 2 よりも小さくしても、陽極給電体 5 5 としての機能を十分に発揮することができる。これにより、電解セル 1 1 の小型化 (薄型化)、および低コスト化などを図ることができる。

【 0 0 8 0 】

(第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態は、陽極 4 8 側に、酸素および水

50

を排出する排出口 90 を備える点で第 1 実施形態とは異なる。なお以下に説明する以外の構成は、第 1 実施形態の構成と同じである。

【 0 0 8 1 】

図 10 は、第 2 実施形態の電解セル 11 B を示す断面図である。本実施形態では、第 2 セパレータ 42 は、酸素および水が纏めて排出される排出口 90 を有する。本実施形態において、排出口 90 は、電解セル 11 B の定常運転状態において、排出口 90 の上端が陽極室 S b に溜まる水の水面 W S よりも上方に位置するように形成される。「排出口の上端が陽極室に溜まる水の水面よりも上方に位置するように排出口が形成される」とは、例えば、定常運転状態で単位時間あたりに陽極室 S b で生成される水の量よりも、単位時間あたりに排出口 90 から外部に流出する水の流量が多くなるように排出口 90 の開口面積が

10

【 0 0 8 2 】

本実施形態において、排出口 90 は、陽極室 S b の鉛直方向の中央または当該中央よりも下方に設けられる。排出口 90 から電解セル 11 B の外部に排出される酸素および水は、配管ライン L 6 を通して酸素気液分離部 29 に送られ、酸素と水とを分離される。

【 0 0 8 3 】

本実施形態において、第 2 セパレータ 42 は、酸素および水が排出される排出口 90 を有する。これにより、陽極室 S b 内で生成された酸素及び水は、混在した状態で排出口 90 から排出される。排出口 90 の上端は、電解セル 11 の定常運転状態において陽極室 S b に溜まる水の水面 W S よりも上方に位置する。このため、電解セル 11 の定常運転状態において陽極室 S b に溜まる水の水面 W S よりも上方に溜まる酸素を、排出口 90 を通して常に排出することができる。これにより、排出口 90 が水により塞がれ、陽極室 S b 内の気圧が上昇してイオン交換膜 51 が破損することを抑制することができる。

20

【 0 0 8 4 】

ここで、排出口 90 を陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも上方に配置されていると、陽極室 S b 内で排出口 90 よりも下方の領域が純水で満たされることになる。この場合、電解液が存在する陰極 47 側と、純水が存在する陽極 48 側とで水素イオン濃度 (pH) の差が大きくなり、電解セル 11 の電解性能が低下する。そこで本実施形態では、排出口 90 は、陽極室 S b の鉛直方向の中央または当該中央よりも下方に設けられている。これにより、陽極室 S b 内の多くが水で満たされることを抑制し、電解セル 11 の電解性能の向上を図ることができる。

30

【 0 0 8 5 】

(第 3 実施形態)

次に、第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態は、排出口 90 に接続された吸引装置 95 を備える点で第 2 実施形態とは異なる。なお以下に説明する以外の構成は、第 2 実施形態の構成と同じである。

【 0 0 8 6 】

図 11 は、第 3 実施形態の電解セル 11 C を示す断面図である。本実施形態では、電解セル 11 C は、排出口 90 に接続される吸引装置 95 をさらに備える。吸引装置 95 は、例えばポンプ等であり、酸素および水を、排出口 90 を通して電解セル 11 C の外部に向けて吸引する。これにより、水および酸素を纏めて排出する排出口 90 が設けられる場合であっても、陽極室 S b で生成される水および酸素を排出口 90 から強制的に排出することができる。これにより、電解セル 11 C 内の圧力上昇を抑えつつ、酸素および水を効率良く排出することができる。

40

【 0 0 8 7 】

(その他の実施形態)

以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【 0 0 8 8 】

50

< 付記 >

各実施形態に記載の電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C、および電解装置 1 は、例えば以下のように把握される。

【 0 0 8 9 】

(1) 第 1 態様の電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C は、第 1 セパレータ 4 1 と、第 2 セパレータ 4 2 と、第 1 セパレータ 4 1 と第 2 セパレータ 4 2 との間に配置されたアニオン交換膜 5 1 と、第 1 セパレータ 4 1 とアニオン交換膜 5 1 との間に配置された陰極 4 7 と、第 2 セパレータ 4 2 とアニオン交換膜 5 1 との間に配置された陽極 4 8 と、を備える。第 1 セパレータ 4 1 は、陰極 4 7 に電解液を供給するための第 1 流路 4 1 r 1 を有する。陰極 4 7 では、第 1 流路 4 1 r 1 から供給された電解液の少なくとも一部が消費されて水素および水酸化物イオンが生成される。第 2 セパレータ 4 2 は、陽極 4 8 に電解液を供給するための流路を有さない。陽極 4 8 では、電解液が供給されない状態で、陰極 4 7 からアニオン交換膜 5 1 を通過した水酸化物イオンにより酸素および水が生成される。このような構成によれば、第 1 セパレータ 4 1 のみに第 1 流路 4 1 r 1 が形成され、陰極 4 7 に電解液が供給される。第 2 セパレータ 4 2 は流路を有さず、陽極 4 8 には電解液が供給されない。陰極 4 7 では、第 1 流路 4 1 r 1 から供給された電解液の少なくとも一部が消費されることで、水素および水酸化物イオンが生成される。つまり、陰極 4 7 側で水素および水酸化物イオンを生成するために必要な電解液が、陽極 4 8 側ではなく陰極 4 7 側に供給される。したがって、陰極 4 7 側で水素および水酸化物イオンを生成するための電解液が、アニオン交換膜 5 1 を通過することがなく、抵抗による損失が生じない。その結果、電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C における電解性能の向上を図ることができる。

10

20

【 0 0 9 0 】

(2) 第 2 態様の電解セル 1 1 は、(1) の電解セル 1 1、1 1 A であって、第 2 セパレータ 4 2 は、主として酸素が排出される気体排出口 4 2 g と、主として水が排出される液体排出口 4 2 h とを有する。気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とは、第 2 セパレータ 4 2 に別々に設けられる。このような構成によれば、陽極 4 8 側で生成された酸素および水が、気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とから別々に排出される。これにより、電解セル 1 1 内から、酸素および水をスムーズに排出することができる。例えば、電解セル 1 1 内から、酸素と水とが混在した状態で排出される場合に比較し、電解セル 1 1 の外部に酸素と水とを分離する気液分離機構を備える必要が抑えられ、コスト低減に繋がる。

30

【 0 0 9 1 】

(3) 第 3 態様の電解セル 1 1、1 1 A は、(2) の電解セル 1 1、1 1 A であって、液体排出口 4 2 h は、気体排出口 4 2 g よりも下方に設けられる。このような構成によれば、電解セル 1 1 内で、水が自重により落下することで、酸素と水とが分離し、水は電解セル 1 1 内の下部に溜まり、酸素は電解セル 1 1 内の上部に溜まる。液体排出口 4 2 h を気体排出口 4 2 g よりも下方に設けることで、電解セル 1 1 内の下部に溜まる水を液体排出口 4 2 h から排出し、電解セル 1 1 内の上部に溜まる酸素を気体排出口 4 2 g から排出することができる。このようにして、電解セル 1 1 内に気液分離機構を特に備えることなく、酸素と水とを効率良く分離することができる。

40

【 0 0 9 2 】

(4) 第 4 態様の電解セル 1 1、1 1 A は、(2) または (3) の電解セル 1 1、1 1 A であって、第 2 セパレータ 4 2 とアニオン交換膜 5 1 との間に陽極室 S b が規定される。気体排出口 4 2 g は、陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも上方に設けられる。液体排出口 4 2 h は、前記陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも下方に設けられる。このような構成によれば、気体排出口 4 2 g を陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも上方に設けることで、陽極室 S b の上部に溜まる酸素を気体排出口 4 2 g からスムーズに排出することができる。また、液体排出口 4 2 h を陽極室 S b の鉛直方向の中央よりも下方に設けることで、陽極室 S b の下部に溜まる水を、液体排出口 4 2 h からスムーズに排出することができる。

【 0 0 9 3 】

(5) 第 5 態様の電解セル 1 1 B、1 1 C は、(1) の電解セル 1 1 B、1 1 C であって

50

、第2セパレータ42とアニオン交換膜51との間に陽極室Sbが規定される。第2セパレータ42は、酸素および水が排出される排出口90を有する。排出口90は、電解セル11B、11Cの定常運転状態において、排出口90の上端が陽極室Sbに溜まる水の水面よりも上方に位置するように形成される。このような構成によれば、第2セパレータ42は、酸素および水が排出される排出口90を有する。これにより、陽極室Sb内で生成された酸素及び水は、混在した状態で排出口90から排出される。排出口90の上端は、電解セル11Bの定常運転状態において陽極室Sbに溜まる水の水面WSよりも上方に位置する。このため、電解セル11Bの定常運転状態において陽極室Sbに溜まる水の水面WSよりも上方に溜まる酸素を、排出口90を通して常に排出することができる。陽極室Sbに溜まる水は、排出口90の下端よりも水の水面が上方に位置している場合に、排出口90から排出することができる。このようにして、1つの排出口90を備える構成においても、陽極室Sb内で水の自重により分離した水と酸素とを、分離した状態のまま排出することができる。

10

【0094】

(6)第6態様の電解セル11B、11Cは、(1)または(5)の電解セル11B、11Cであって、第2セパレータ42とアニオン交換膜51との間に陽極室Sbが規定される。第2セパレータ42は、酸素および水が排出される排出口90を有する。排出口90は、陽極室Sbの鉛直方向の中央または当該中央よりも下方に設けられる。このような構成によれば、陽極室Sb内で生成された酸素及び水は、混在した状態で排出口90から排出される。排出口90が陽極室Sbの鉛直方向の中央または当該中央よりも下方に設けられていると、陽極室Sbに溜まる水の水面WSが、排出口90の下端よりも上方に到達すれば、水が排出口90から排出される。陽極室Sb内で水の上方に溜まる酸素は、排出口90を通して排出される。このようにして、1つの排出口90を備える構成においても、陽極室Sb内で水の自重により分離した水と酸素とを、分離した状態のまま排出することができる。

20

【0095】

(7)第7態様の電解セル11、11A、11B、11Cは、(1)から(6)の何れか一つの電解セル11、11A、11B、11Cであって、陰極47は、第1セパレータ41とアニオン交換膜51との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体53を含む。陽極48は、第2セパレータ42とアニオン交換膜51との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体55を含む。陽極給電体55が有する複数の穴の平均的な大きさは、陰極給電体53が有する複数の穴の平均的な大きさよりも大きい。このような構成によれば、陰極47側のみ電解液が供給され、陽極48側には電解液が供給されない。このため、陽極48側の陽極給電体55は、電解液が通過することがない。したがって、陽極給電体55が有する複数の穴の平均的な大きさを、陰極給電体53が有する複数の穴の平均的な大きさよりも大きくすることで、例えば、陽極室Sbで気体と液体の分離を促進するとともに、気体および液体の排出を促進することができる。これにより、電解セル11、11A、11B、11Cの運転効率の向上を図ることができる。

30

【0096】

(8)第8態様の電解セル11、11A、11B、11Cは、(1)から(7)の何れか一つの電解セル11、11A、11B、11Cであって、陰極47は、第1セパレータ41とアニオン交換膜51との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体53を含む。陽極48は、第2セパレータ42とアニオン交換膜51との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体55を含む。陽極給電体55の空隙率は、陰極給電体53の空隙率よりも大きい。このような構成によれば、陰極47側のみ電解液が供給され、陽極48側には電解液が供給されない。このため、陽極48側の陽極給電体55は、電解液が通過することがない。したがって、陽極給電体55の空隙率を、陰極給電体53の空隙率よりも大きくすることで、例えば、陽極室Sbで気体と液体の分離を促進するとともに、気体および液体の排出を促進す

40

50

ることができる。これにより、電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C の運転効率の向上を図ることができる。

【0097】

(9) 第9態様の電解セル 1 1 A は、(1) から (8) の何れか一つの電解セル 1 1 A であって、陰極 4 7 は、第1セパレータ 4 1 とアニオン交換膜 5 1 との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陰極給電体 5 3 を含む。陽極 4 8 は、第2セパレータ 4 2 とアニオン交換膜 5 1 との間に配置され、メッシュ構造体、多孔質体、またはファイバーである陽極給電体 5 5 を含む。第1セパレータ 4 1 と第2セパレータ 4 2 とが重なる積層方向において、陽極給電体 5 5 の厚さ T 1 は、陰極給電体 5 3 の厚さ T 2 よりも小さい。このような構成によれば、陰極 4 7 側のみに電解液が供給され、陽極 4 8 側には電解液が供給されない。このため、陽極給電体 5 5 は、電解液が通過することがない。したがって、第1セパレータ 4 1 と第2セパレータ 4 2 とが重なる積層方向における、陽極給電体 5 5 の厚さ T 1 を、陰極給電体 5 3 の厚さ T 2 よりも小さくしても、陽極給電体 5 5 としての機能を十分に発揮することができる。これにより、電解セル 1 1 A の小型化(薄型化)および低コスト化を図ることができる。

10

【0098】

(10) 第10態様の電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C は、(1) から (9) の何れか一つの電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C であって、第1セパレータ 4 1 は、第2セパレータ 4 2 と対向する第1内面 4 1 a を有する。第1内面 4 1 a は、電解液が流れる複数の溝部 F P 1 が設けられた第1領域 A 1 を含む。第2セパレータ 4 2 は、第1セパレータ 4 1 と対向する第2内面 4 2 a を有する。第2内面 4 2 a は、第1領域 A 1 と対向する第2領域 A 2 を有する。第2領域 A 2 は、平面状に形成されている。これにより、第1セパレータ 4 1 の構造を簡素化することができ、電解セル 1 1 A の小型化(薄型化)および低コスト化を図ることができる。

20

【0099】

(11) 第11態様の電解装置 1 は、(1) または (2) の電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C と、電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C に電解液を供給する電解液供給部 2 0 と、電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C に電圧を印加する電源部 3 0 と、を備える。このような構成によれば、電解セル 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C を有した電解装置 1 の電解性能の向上を図ることができる。

30

【0100】

(12) 第12態様の電解装置 1 は、(11) の電解装置 1 であって、第2セパレータ 4 2 は、陽極 4 8 で生成された気体が主として排出される気体排出口 4 2 g と、陽極 4 8 で生成された液体が主として排出される液体排出口 4 2 h とを有する。気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とは、第2セパレータ 4 2 に別々に設けられている。電解装置 1 は、液体排出口 4 2 h から排出された液体に含まれる気体を分離し、分離した前記気体を気体排出口 4 2 g から排出された気体に合流させる気液分離部 2 9 をさらに備える。このような構成によれば、陽極 4 8 側で生成された気体および液体が、気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とから別々に排出される。液体排出口 4 2 h から排出される液体に含まれる気体は、気液分離部 2 9 によって液体から分離され、気体排出口 4 2 g から排出された気体に合流される。これにより、電解セル 1 1 から排出される気体と液体とを、より確実に分離させることができる。

40

【0101】

(13) 第13態様の電解装置 1 は、(11) または (12) の電解装置 1 であって、第2セパレータ 4 2 から排出された水が流入し、水に含まれるイオンの少なくとも一部を除去するイオン交換樹脂槽 2 7 と、イオン交換樹脂槽 2 7 を通過した水を、陰極 4 7 に供給する電解液と合流させるために導く配管ライン L 4 と、をさらに備える。このような構成によれば、第2セパレータ 4 2 から排出された水は、イオン交換樹脂槽 2 7 により、水に含まれるイオンの少なくとも一部が除去される。これにより、第2セパレータ 4 2 から排出された水から不純物を除去することができる。イオン交換樹脂槽 2 7 を通過することで

50

純粋化された水は、配管ライン L 4 を通して、陰極 4 7 に供給する電解液と合流される。これにより、陰極 4 7 に供給する電解液の少なくとも一部に、陽極 4 8 側で生成された水を有効利用することができ、電解装置 1 における水の使用量を抑えることができる。

【 0 1 0 2 】

(1 4) 第 1 4 態様の電解装置 1 は、(1 1) から (1 3) の何れか一つの電解装置 1 であって、第 2 セパレータ 4 2 は、酸素および水が排出される排出口 9 0 を有する。電解装置 1 は、排出口 9 0 に接続され、酸素および水を電解セル 1 1 C の外部に向けて吸引する吸引装置 9 5 をさらに備える。このような構成によれば、第 2 セパレータ 4 2 から排出口 9 0 を通して酸素及び水が排出される場合、吸引装置 9 5 によって酸素および水を電解セル 1 1 C の外部に向けて吸引する。これにより、電解セル 1 1 C 内の圧力上昇を抑えつつ、酸素および水を効率良く排出することができる。

10

【 0 1 0 3 】

(1 5) 第 1 5 態様の電解セル 1 1 は、第 1 セパレータ 4 1 と、第 2 セパレータ 4 2 と、第 1 セパレータ 4 1 と第 2 セパレータ 4 2 との間に配置されたイオン交換膜 5 1 と、第 1 セパレータ 4 1 とイオン交換膜 5 1 との間に配置された陰極 4 7 と、第 2 セパレータ 4 2 とイオン交換膜 5 1 との間に配置された陽極 4 8 と、を備え、第 1 セパレータ 4 1 は、陰極 4 7 に電解液を供給するための第 1 流路 4 1 r 1 を有し、第 2 セパレータ 4 2 は、陽極 4 8 に電解液を供給するための流路を有しない。第 2 セパレータは、陽極 4 8 で生成された気体が主として排出される気体排出口 4 2 g と、陽極 4 8 で生成された液体が主として排出される液体排出口 4 2 h とを有する。気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とは、第 2 セパレータ 4 2 に別々に設けられる。このような構成によれば、気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とが第 2 セパレータ 4 2 に別々に設けられている。これにより、陽極 4 8 側で生成された酸素および水が、気体排出口 4 2 g と液体排出口 4 2 h とから別々に排出される。これにより、電解セル 1 1 内から、酸素および水をスムーズに排出することができる。したがって、電解セル 1 1 内から、酸素と水とが混在した状態で排出される場合に比較し、電解性能を向上させることができるとともに、電解セル 1 1 の外部に酸素と水とを分離する気液分離部を備える必要が抑えられ、コスト低減に繋がる。

20

【符号の説明】

【 0 1 0 4 】

- 1 ... 電解装置
- 1 1、1 1 A、1 1 B、1 1 C ... 電解セル
- 2 0 ... 電解液供給部
- 2 7 ... イオン交換樹脂槽
- 2 9 ... 酸素気液分離部 (気液分離部)
- 3 0 ... 電源部
- 4 1 ... 第 1 セパレータ
- 4 1 a ... 第 1 内面
- 4 1 r 1 ... 第 1 流路
- 4 1 r 2 ... 第 2 流路
- 4 2 ... 第 2 セパレータ
- 4 2 a ... 第 2 内面
- 4 2 g ... 気体排出口
- 4 2 h ... 液体排出口
- 4 7 ... 陰極
- 4 8 ... 陽極
- 5 1 ... イオン交換膜 (アニオン交換膜)
- 5 1 a ... 第 1 面
- 5 1 b ... 第 2 面
- 5 2 ... 陰極触媒層
- 5 3 ... 陰極給電体

30

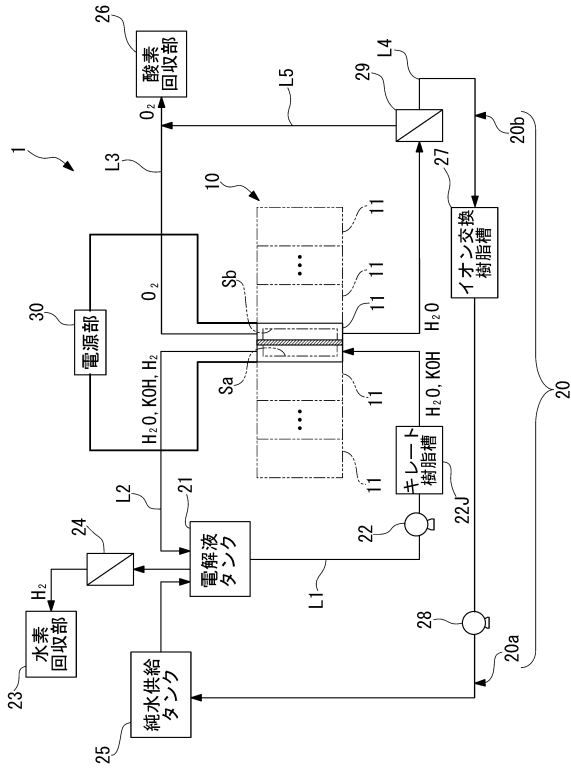
40

50

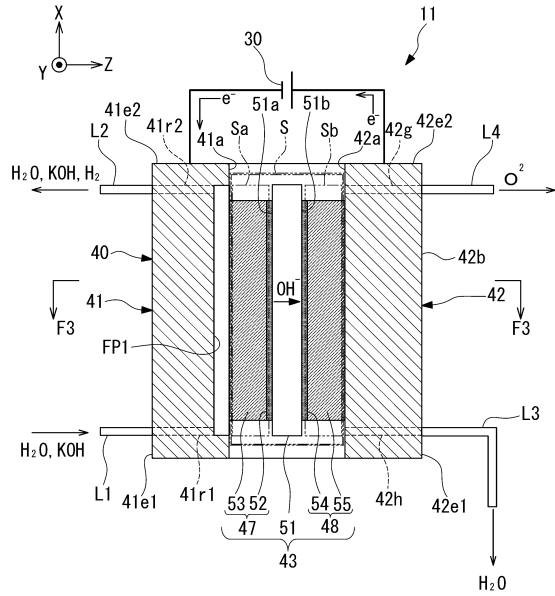
- 5 4 ... 陽極触媒層
- 5 5 ... 陽極給電体
- 9 0 ... 排出口
- 9 5 ... 吸引装置
- W S ... 水面

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

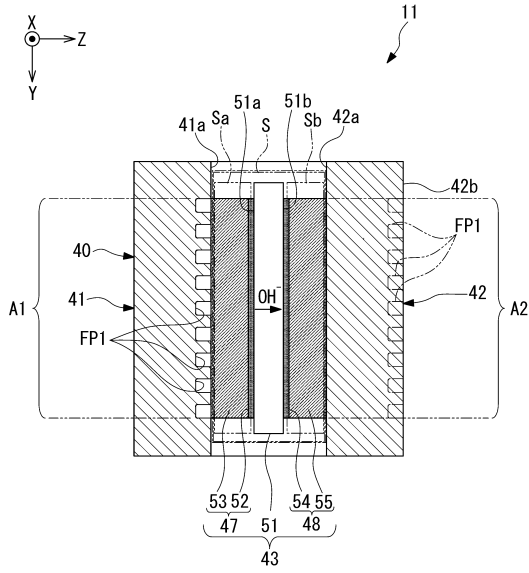
20

30

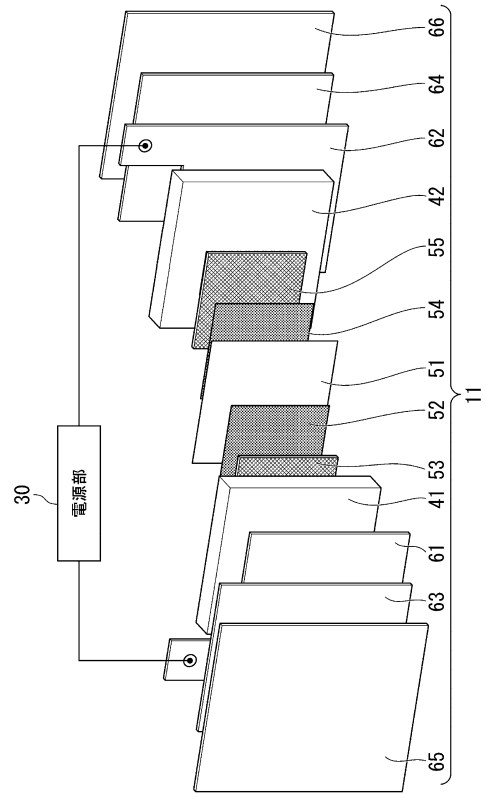
40

50

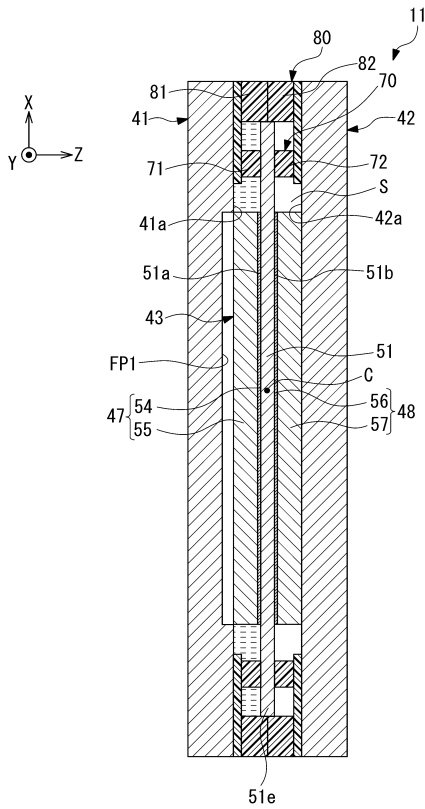
【図3】



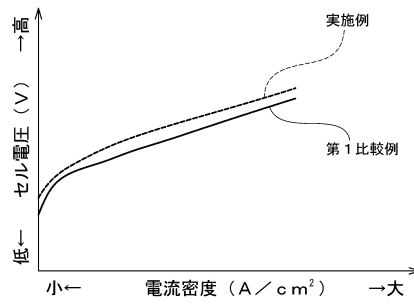
【図4】



【図5】



【図6】



10

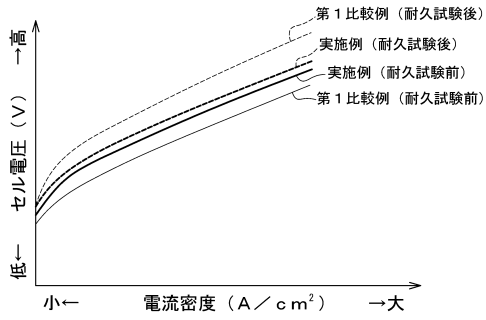
20

30

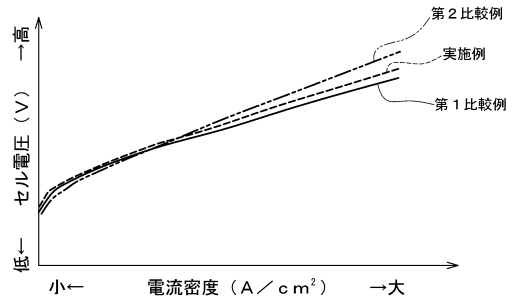
40

50

【図 7】

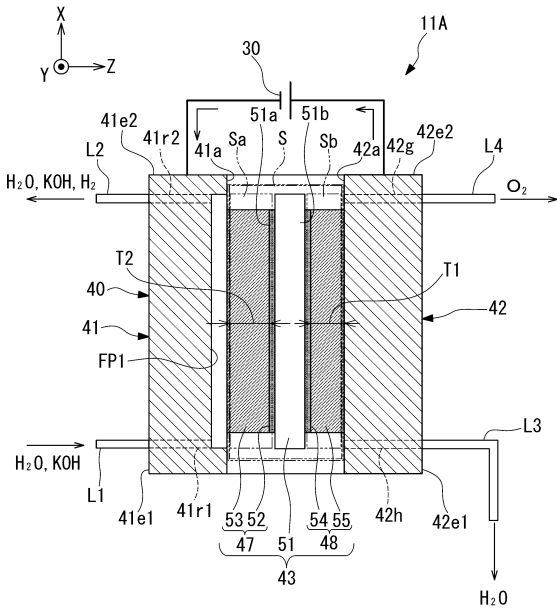


【図 8】

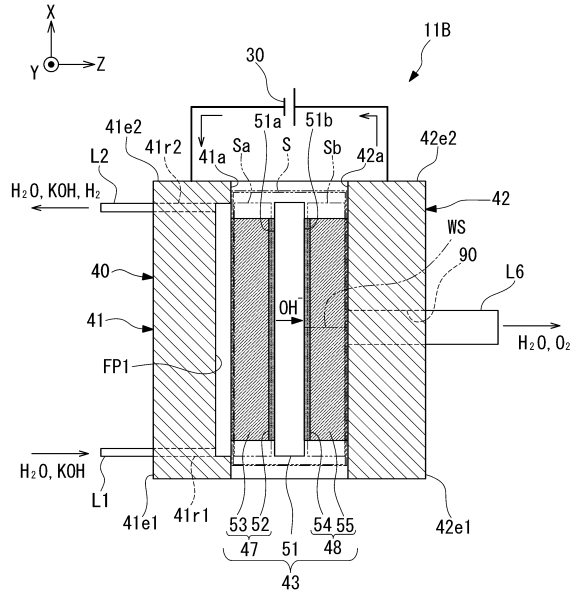


10

【図 9】



【図 10】




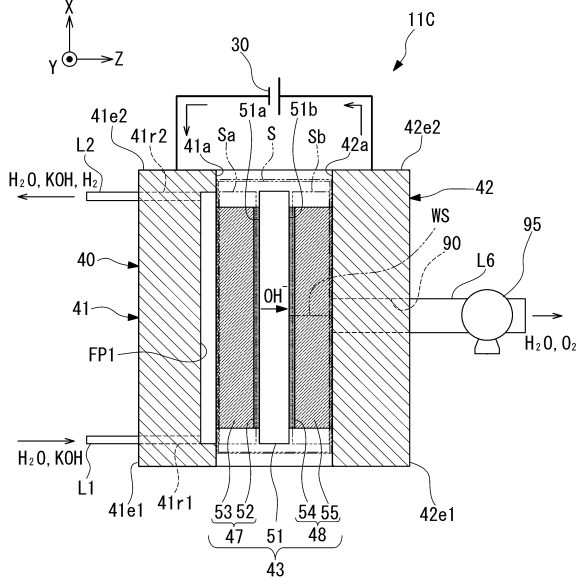
20

30

40

50

【 1 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 三菱重工業株式会社内
(72)発明者 田上 直人
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 田島 英彦
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 稲葉 康介
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 弦巻 茂
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 向井 大輔
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 塚本 大輔
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 祐延 貴洋
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 三好 崇仁
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内
- 審査官 永田 史泰
- (56)参考文献 特開2021-161472(JP, A)
国際公開第2021/251341(WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C25B1/00 - 15/08