

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7082201号
(P7082201)

(45)発行日 令和4年6月7日(2022.6.7)

(24)登録日 令和4年5月30日(2022.5.30)

(51)国際特許分類

F I

C 2 5 B 9/63 (2021.01)

C 2 5 B 9/63

C 2 5 B 15/00 (2006.01)

C 2 5 B 15/00 3 0 2 Z

C 2 5 B 11/02 (2021.01)

C 2 5 B 11/02 3 0 1

請求項の数 8 (全20頁)

(21)出願番号	特願2020-529074(P2020-529074)	(73)特許権者	000000033
(86)(22)出願日	令和1年7月5日(2019.7.5)		旭化成株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/026902		東京都千代田区有楽町一丁目1番2号
(87)国際公開番号	WO2020/009241	(74)代理人	100079108
(87)国際公開日	令和2年1月9日(2020.1.9)		弁理士 稲葉 良幸
審査請求日	令和2年12月22日(2020.12.22)	(74)代理人	100109346
(31)優先権主張番号	特願2018-129139(P2018-129139)		弁理士 大貫 敏史
(32)優先日	平成30年7月6日(2018.7.6)	(74)代理人	100117189
(33)優先権主張国・地域又は機関			弁理士 江口 昭彦
	日本国(JP)	(74)代理人	100134120
(31)優先権主張番号	特願2018-129276(P2018-129276)		弁理士 内藤 和彦
(32)優先日	平成30年7月6日(2018.7.6)	(72)発明者	甲斐 直幸
(33)優先権主張国・地域又は機関			東京都千代田区有楽町一丁目1番2号
	日本国(JP)	(72)発明者	旭化成株式会社内
			飯山 宗平

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電極構造体、電極構造体の製造方法、電解セル及び電解槽

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電極と、
前記電極と対向する集電板と、
前記電極と前記集電板との間に位置し、かつ、導電性を有する弾性体と、
前記弾性体と前記集電板との間に位置する電極固定用部材と、
を備え、
前記電極の周縁部の少なくとも一部が、前記電極固定用部材と前記集電板との間で固定されている、電極構造体。

【請求項2】

前記電極の全周縁部が、前記電極固定用部材と前記集電板との間で固定されている、請求項1に記載の電極構造体。

【請求項3】

前記電極の、前記電極固定用部材と前記集電板との間に位置する部分の長さが、前記電極の折り込み長さとして、5 mm以上30 mm以下である、請求項1又は2に記載の電極構造体。

【請求項4】

陰極室と、
前記陰極室に対向する隔壁と、
前記隔壁に対向し、陰極室とは逆側に位置する陽極室と、

を備え、
前記陰極室及び前記陽極室の少なくとも一方が、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の電極構造体を含む、電解セル。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電解セルと、
前記電解セルに対向するイオン交換膜と、
を備える、電解槽。

【請求項 6】

第 1 の電極と、当該第 1 の電極に対向する第 1 面及び当該第 1 面とは逆側の第 2 面を有する集電板と、当該第 1 の電極と当該集電板の当該第 1 面との間に位置し、かつ、導電性を有する弾性体と、を備える構造体から、当該第 1 の電極を除去する除去工程と、
前記集電板の周縁部の少なくとも一部を切断して、前記構造体の内部に切欠部を形成する切断工程と、

10

第 2 の電極を前記弾性体上に配置し、当該第 2 の電極の周縁部の少なくとも一部を、前記切欠部を経由して前記第 2 面上に位置するように湾曲させる湾曲工程と、
を含む、電極構造体の製造方法。

【請求項 7】

前記湾曲工程において、前記弾性体の周縁部の少なくとも一部を、前記切欠部を経由して前記第 2 面上に位置するように湾曲させる、請求項 6 に記載の電極構造体の製造方法。

【請求項 8】

20

前記構造体が、前記第 1 の電極に接着部材を介して接着するフランジをさらに備え、
前記除去工程において、前記接着部材を除去することにより、前記第 1 の電極を前記フランジから分離させる、請求項 6 又は 7 に記載の電極構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電極構造体、電極構造体の製造方法、電解セル及び電解槽に関する。

【背景技術】

【0002】

アルカリ金属塩電気分解とは、食塩水等のアルカリ金属塩化物水溶液を電気分解（以下、単に「電解」ともいう。）して、高濃度のアルカリ金属水酸化物、水素、塩素などを製造する方法である。その方法としては、水銀法や、隔膜法による電解が挙げられるが、近年では、電力効率の良いイオン交換膜法が主に用いられている。

30

【0003】

イオン交換膜法では、陽極及び陰極（以下、これらを総称して「電極」ともいう。）を備える電解セルを、イオン交換膜を介して多数並べた電解槽を用いて電解を行う。電解セルは、陰極を取り付けた陰極室と、陽極を取り付けた陽極室が、隔壁（背面板）を介して、背中合わせに配置された構造を有している。電解セルでは、陽極室にアルカリ金属塩化物水溶液を供給し、陰極室にアルカリ金属水酸化物を供給して、電解することで、陽極室では塩素ガスを生成し、陰極室ではアルカリ金属水酸化物や水素ガスを生成する。

40

【0004】

また、近年では、電力原単位をさらに向上させるため、イオン交換膜と陰極を接触させて電解を行うゼロギャップ電解が主流となってきている。例えば、特許文献 1 には、ゼロギャップ電解セルの構造が開示されている。通常、ゼロギャップ電解セルの陽極室内には、リブ、陽極が配置され、陰極室内には、リブ、集電板（導電性プレート）、弾性体（マットレス）、陰極が配置されている。陰極室内では、集電板、弾性体、陰極の順でこれらが配置されており、クッション性を有するマットレスにより陰極を押圧することで、電解時に、陰極をイオン交換膜に接触させることができる。以下、集電板、弾性体及び電極を含む構造体を、単に「電極構造体」ともいう。

【0005】

50

特許文献2には、従来公知な陰極を固定する方法として、テフロン（登録商標）ピンを使用する方法や、溶接する方法が開示されている。溶接する方法としては、ニッケル製のテープを使い、陰極の周縁部を陰極室枠体のシール面上にスポット溶接して固定する方法がある。具体的には、陰極を陰極室枠体のシール面上にのせ、さらに、その上にニッケル製のテープをのせて、スポット溶接することで、陰極を固定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特許第4453973号公報

特開2010-111947号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1～2に記載の技術によれば、ニッケル製のテープを使用し、シール面上でスポット溶接により陰極を固定する方法において、陰極室枠体のシール面の腐食、陰極更新時のシール面の減肉、作業効率が悪いなどといった問題が生ずる。

【0008】

また、電解セルでは、内容物が漏れないようにするため、電解セルの外周部にあたるシール面にガスケットが貼られる。この場合、図6に示すように、電解セル100のシール面102上に陰極104やニッケル製のテープ106が貼付されて固定されているため、凹凸が存在し、この部分に電解液が溜まりやすく、条件によってはシール面102が腐食（隙間腐食）されることがある。また、電解を行うにつれてガスケットが劣化した場合、ガスケットのシール性を維持するためにガスケット交換が行われる。図6に示す電解セルにおいては、ガスケット交換時、ガスケット108と共にニッケル製のテープ106が剥がれ、陰極104を引き裂くことがある。このように、電解セルの内部で損傷に繋がる。

【0009】

さらに、電解を行うにつれて電極が劣化した場合、電解性能の低下を解消するために電極の交換が行われる。ここで、陰極104を交換する際には、古い陰極104を剥がし、陰極室110の枠体101のシール面102を洗浄し、新しい陰極をニッケル製のテープ106を用いてシール面102上にスポット溶接で固定する。溶接により固定するには、シール面102表層の酸化物を除去する必要がある。酸化物の除去には、シール面102の表層を削る必要があり、シール面102の板材が減肉する。このような操作が繰り返されると、減肉によるシール性の低下が顕在化するおそれがある。このように、従来の方法では、陰極の交換には多くの手間と時間がかかるといった問題がある。

【0010】

以上のとおり、従来技術には、電極等の部材交換に伴う電解セルの内部で損傷を防止する観点及びシール面での隙間腐食防止の観点から、未だ改善の余地がある。

【0011】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その第1の目的は、電解セル内部における腐食や損傷を低減できる電極構造体、それを用いた電解セル及び電解槽を提供することにある。

【0012】

また、本発明の第2の目的は、電極等の部材交換に伴う電解セル内部での損傷を低減できる、電極構造体の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意研究を重ねた。その結果、第1の目的に関して、電極の縁部を所定の形状として電極固定部材で固定することにより、上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成するに至った。さらに、第2の目的に関して、集電板の周縁部の少なくとも一部を切断する所定の工程と、電極の周縁部の少なくとも一部を

10

20

30

40

50

湾曲させる所定の工程により、上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【 0 0 1 4 】

すなわち、本発明は、以下のとおりである。

〔 1 〕

電極と、

前記電極と対向する集電板と、

前記電極と前記集電板との間に位置し、かつ、導電性を有する弾性体と、

前記弾性体と前記集電板との間に位置する電極固定用部材と、

を備え、

前記電極の周縁部の少なくとも一部が、前記電極固定用部材と前記集電板との間で固定されている、電極構造体。

〔 2 〕

前記電極の全周縁部が、前記電極固定用部材と前記集電板との間で固定されている、〔 1 〕に記載の電極構造体。

〔 3 〕

前記電極の、前記電極固定用部材と前記集電板との間に位置する部分の長さが、5 mm以上30 mm以下である、〔 1 〕又は〔 2 〕に記載の電極構造体。

〔 4 〕

陰極室と、

前記陰極室に対向する隔壁と、

前記隔壁に対向し、陰極室とは逆側に位置する陽極室と、

を備え、

前記陰極室及び前記陽極室の少なくとも一方が、〔 1 〕～〔 3 〕のいずれかに記載の電極構造体を含む、電解セル。

〔 5 〕

〔 4 〕に記載の電解セルと、

前記電解セルに対向するイオン交換膜と、

を備える、電解槽。

〔 6 〕

第1の電極と、当該第1の電極と対向する集電板と、当該第1の電極と集電板との間に位置し、かつ、導電性を有する第1の弾性体と、を備える構造体から、当該第1の電極を除去する第1の工程と、

第2の電極を前記集電板上に配置する第2の工程と、

前記第2の電極の周縁部の少なくとも一部を前記集電板上で湾曲させ、電極固定用部材を用い、当該第2の電極の湾曲された部分の少なくとも一部を当該集電板上に固定する第3の工程と、

を含む、電極構造体の製造方法。

〔 7 〕

前記第1の工程において、前記第1の弾性体をさらに除去し、

前記第2の工程において、第2の弾性体を前記集電板上に配置した後、前記第2の電極を前記集電板上に配置する、〔 6 〕に記載の電極構造体の製造方法。

〔 8 〕

第1の電極と、当該第1の電極と対向する第1面及び当該第1面とは逆側の第2面を有する集電板と、当該第1の電極と当該集電板の当該第1面との間に位置し、かつ、導電性を有する弾性体と、を備える構造体から、当該第1の電極を除去する除去工程と、

前記集電板の周縁部の少なくとも一部を切断して、前記構造体の内部に切欠部を形成する切断工程と、

第2の電極を前記弾性体上に配置し、当該第2の電極の周縁部の少なくとも一部を、前記切欠部を経由して前記第2面上に位置するように湾曲させる湾曲工程と、

10

20

30

40

50

を含む、電極構造体の製造方法。

〔 9 〕

前記湾曲工程において、前記弾性体の周縁部の少なくとも一部を、前記切欠部を経由して前記第 2 面上に位置するように湾曲させる、〔 8 〕に記載の電極構造体の製造方法。

〔 1 0 〕

前記構造体が、前記第 1 の電極に接着部材を介して接着するフランジをさらに備え、前記除去工程において、前記接着部材を除去することにより、前記第 1 の電極を前記フランジから分離させる、〔 8 〕又は〔 9 〕に記載の電極構造体の製造方法。

【発明の効果】

〔 0 0 1 5 〕

本発明によれば、電解セル内部における腐食や損傷を低減できる電極構造体、それを用いた電解セル及び電解槽を提供することができる。さらに、本発明によれば、電極等の部材交換に伴う電解セルの内部での損傷を低減できる、電極構造体の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

〔 0 0 1 6 〕

【図 1】図 1 は、本発明の一実施形態に係る電解槽を模式的に例示する正面図である。

【図 2】図 2 は、本発明の一実施形態に係る電解セルを例示する正面図である。

【図 3】図 3 は、図 2 に示す電解セルの断面構成を示す図である。

【図 4】図 4 は、図 3 に示す電解セルの一部を拡大して示す断面図である。

【図 5】図 5 は、図 4 に示す電解セルの一部を拡大して示す断面図である。

【図 6】図 6 は、従来の電解セルの断面構成を示す図である。

【図 7】図 7 は、図 3 に示す電解セルの一部（除去工程実施前）を拡大して示す断面図である。

【図 8】図 8 は、図 3 に示す電解セルの一部（除去工程実施後；切断工程実施前）を拡大して示す断面図である。

【図 9】図 9 は、図 3 に示す電解セルの一部（切断工程実施後；湾曲工程実施前）を拡大して示す断面図である。

【図 1 0】図 1 0 は、図 3 に示す電解セルの一部（一態様に係る湾曲工程を実施した後）を拡大して示す断面図である。

【図 1 1】図 1 1 は、図 3 に示す電解セルの一部（他の態様に係る湾曲工程を実施した後）を拡大して示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

〔 0 0 1 7 〕

以下、本発明を実施するための形態（以下、単に「本実施形態」という。）について、詳細に説明する。以下の本実施形態は、本発明を説明するための例示であり、本発明を以下の内容に限定する趣旨ではない。本発明は、その要旨の範囲内で適宜に変形して実施できる。

なお、図面の説明において同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。また、図面中上下左右等の位置関係は、特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づくものとし、図面の寸法比率は図示の比率に限られるものではない。ただし、当該図面は本実施形態の一例を示すものに過ぎず、本実施形態はこれらに限定して解釈されるものではない。

〔 0 0 1 8 〕

< 第 1 実施形態 >

〔電極構造体〕

本実施形態の電極構造体は、電極と、前記電極と対向する集電板と、前記電極と前記集電板との間に位置し、かつ、導電性を有する弾性体と、前記弾性体と前記集電板との間に位置する電極固定用部材と、を備え、前記電極の周縁部の少なくとも一部が、前記電極固定用部材と前記集電板との間で固定されている。

このように、本実施形態の電極構造体においては、電極の周縁部の少なくとも一部が電極固定用部材と集電板との間に折りこまれた構造を有しているため、電極を図6に示すように溶接することなく集電板に固定でき、電解液が溜まることに起因するシール面の隙間腐食も効果的に防止できる。

以上のとおり、本実施形態の電極構造体は、電解セル内部における腐食や損傷を低減することができる。

【0019】

また、本実施形態の電解セルは、本実施形態の電極構造体を適用したものである。すなわち、本実施形態の電解セルは、陰極室と、前記陰極室に対向する隔壁と、前記隔壁に対向し、陰極室とは逆側に位置する陽極室と、を備え、前記陰極室及び前記陽極室の少なくとも一方が、本実施形態の電極構造体を含む。このように構成されているため、本実施形態の電解セルは、内部での腐食や損傷を低減することができる。

10

さらに、本実施形態の電解槽は、本実施形態の電解セルと、前記電解セルに対向するイオン交換膜と、を備える。このように構成されているため、本実施形態の電解槽は、内部での腐食や損傷を低減することができる。

【0020】

以下、本実施形態の電極構造体の構成について、当該電極構造体を備える電解セル及び電解槽の構成との関係を踏まえて詳述する。

【0021】

図1は、本実施形態の一態様に係る電解槽を模式的に示す正面図である。図1に示すように、電解槽1は、複数の電解セル3がイオン交換膜5（図4参照）を介してプレス器7により直列に接続されて構成されている複極式イオン交換膜法電解槽である。電解槽1では、両端に位置する電解セル3の一方に陽極端子9が接続されており、他方に陰極端子11が接続されている。

20

【0022】

電解槽1における電解は、後述する電解セル3の陽極室22（図3参照）と、隣接する電解セル3の陰極室32（図3参照）との間のイオン交換膜5において分離されることで行われる。例えば、ナトリウムイオンは、電解セル3の陽極室22から、イオン交換膜5を通過して、隣接する電解セル3の陰極室32へ移動することになり、電解中の電流は、直列に連結した電解セル3の方向に沿って流れることになる。

30

【0023】

イオン交換膜5は、特に限定されず、公知のものを用いることができる。例えば、塩化アルカリ等の電気分解により塩素とアルカリを製造する場合、耐熱性及び耐薬品性等に優れるという観点から、含フッ素系イオン交換膜が好ましい。含フッ素系イオン交換膜としては、電解時に発生する陽イオンを選択的に透過する機能を有し、かつイオン交換基を有する含フッ素系重合体を含むもの等が挙げられる。ここでいうイオン交換基を有する含フッ素系重合体とは、イオン交換基、又は、加水分解によりイオン交換基となり得るイオン交換基前駆体、を有する含フッ素系重合体をいう。例えば、フッ素化炭化水素の主鎖からなり、加水分解等によりイオン交換基に変換可能な官能基をペンダント側鎖として有し、かつ溶融加工が可能な重合体等が挙げられる。

40

【0024】

続いて、電解セル3について詳細に説明する。図2は、本実施形態の一態様に係る電解セルを示す正面図であり、陰極側から見た図である。図3は、図2に示す電解セルの断面構成を示す図である。図3においてリブ（支持体）42は図示しない。図4は、図3に示す電解セルの一部を拡大して示す断面図である。各図に示すように、電解セル3は、陽極部20と、陰極部30と、陽極部20と陰極部30（陽極室22と陰極室32）とを隔てる隔壁50を備えている。陽極部20と陰極部30とは、電氣的に接続されている。電解セル3は、ゼロギャップ電解セルである。

【0025】

陽極部20は、陽極室22を有している。陽極室22は、枠体24により画成されている

50

。枠体 24 上部の表面には、ガスケット 26 が設けられている。陽極室 22 には、陽極 28 が設けられている。陽極 28 は、電解セル 3 の一側面側に設けられている。陽極 28 は、電解セル 3 の一側面側に設けられており、チタン基材の表面にルテニウム、イリジウムを成分とする酸化物を被覆したいわゆる DSA 等の金属電極を用いることができる。

【0026】

陰極部 30 は、陰極室 32 を有している。陰極室 32 は、枠体 34 により画成されている。枠体 34 上部の表面（シール面）34a には、ガスケット 36 が設けられている。陰極室 32 には、陰極 38 と、集電板 40 と、リブ（支持体）42 と、マットレス（導電性を有する弾性体）44 とが設けられている。

【0027】

陰極 38 は、電解セル 3 の他側面側に設けられている。ゼロギャップ電解セルに使用できる陰極 38 としては、線径が細く、メッシュ数の小さい陰極が柔軟性も高く好ましい。このような陰極基材は、種々公知のものを使用できる。陰極 38 は、例えば、線径 0.1 mm ~ 0.5 mm で、目開きが 20 メッシュから 80 メッシュ程度の範囲であればよい。

【0028】

陰極コーティングとしては、貴金属または、貴金属酸化物のコーティングで薄いことが好ましく、さらに貴金属に加えて希土類を含んでいてもよい。コーティングを薄くすることで、陰極の柔軟性を十分に確保でき、イオン交換膜 5 の局所的な損傷を防止できる傾向にある。コーティングを薄くするために、活性の高い貴金属、又は貴金属酸化物のコーティングが好ましい。そのため、コーティング層の厚みは 0.5 μm から 50 μm が好ましく、さらに好ましくは、1 μm から 10 μm である。

【0029】

図 4 に示すように、集電板 40 は、陰極 38 に沿って配置されている。集電板 40 は、陰極 38 の集電効果を高めるためのものである。集電板 40 は、互いに対向する一対の表面（第 1 面）40a と裏面（第 2 面）40b とを有している。集電板 40 は、表面 40a が陰極 38 と対向して配置されている。

【0030】

また、集電板 40 は、マットレス 44 及び陰極 38 に電気を伝導すると共に、マットレス 44 及び陰極 38 から押圧される荷重を支える。さらに、集電板 40 は、陰極 38 から発生する水素ガスを隔壁 50 側に通過させる機能を有する。そのため、集電板 40 としては、エキスパンドメタルや打ち抜き多孔板などが好ましい。集電板 40 に設けられる孔の開口率は、陰極 38 から発生した水素ガスを隔壁 50 側に抜き出すために、40% 以上あることが好ましい。集電板 40 の材質は、耐食性の観点から、ニッケル、ニッケル合金、ステンレススチール、鉄などが利用できるが、導電性の観点からニッケルが好ましい。集電板 40 としては、ファイナイトギャップの電解セルで用いた陰極をそのまま利用することもできる。また、集電板 40 としては、エキスパンドメタルに酸化ニッケルをプラズマ溶射により被覆したファイナイトギャップ用の陰極等が利用できる。

【0031】

リブ 42 は、陰極室 32 内に位置し、隔壁 50 と集電板 40 の裏面 40b 側との間に配設されている。リブ 42 は、集電板 40 を支持固定する。リブ 42 は、隔壁 50 と集電板 40 とのそれぞれに、溶接固定されている。

【0032】

マットレス 44 は、陰極 38 と集電板 40 の表面 40a 側との間に配置されている。ゼロギャップの電解セル 3 では、陽極 28 の剛性を確保することにより、イオン交換膜 5 を押しつけても変形し難い構造されている。一方で、電解セル 3 では、陰極 38 側を柔軟な構造とすることにより、電解セル 3 の製作精度上の公差や電極の変形等による凹凸を吸収して、ゼロギャップを保つ構造としている。マットレス 44 は、陰極 38 側を柔軟な構造とするために用いられている。

【0033】

マットレス 44 は、電気を陰極 38 に伝える機能と、陰極 38 から発生した水素ガスを集

10

20

30

40

50

電板 40 側に通過させる機能を有する。マットレス 44 は、イオン交換膜 5 に接する陰極 38 に対して、イオン交換膜 5 を損傷させない程度の適切で且つ均一な圧力を加える。これにより、陰極 38 は、イオン交換膜 5 に密着する。

【0034】

マットレス 44 としては、従来公知のものが使用できる。マットレス 44 の線径としては、0.05 mm 以上 0.25 mm 以下のものが好適に用いられる。マットレス 44 の線径が 0.05 mm 以上である場合、マットレスの潰れがより防止され、また、マットレス 44 の線径が 0.25 mm 以下である場合、マットレス 44 の弾性力が好ましい範囲となりやすく、電解時に押し付け圧が過度に増加することを防げる傾向にあるため、イオン交換膜 5 の性能に影響を及ぼし難い。さらに好ましくは、0.08 mm 以上 0.20 mm 以下の線径のマットレスである。マットレス 44 の材質は、導電性、耐アルカリ性の観点からニッケルが使用される。例えば、線径 0.1 mm 程度のニッケル製ワイヤーを織ったものを波付け加工したものでよい。

【0035】

隔壁 50 は、陽極室 22 と陰極室 32（陽極部 20 と陰極部 30）の間に配置されている。隔壁 50 は、セパレータと称されることもあり、陽極室 22 と陰極室 32 とを区画するものである。隔壁 50 は、電解用のセパレータとして公知のものを使用することができ、例えば、陰極側にニッケル、陽極側にチタンからなる板を溶接した隔壁等が挙げられる。

【0036】

続いて、陰極 38 の取り付け構造及び取り付け方法について詳細に説明する。図 4 に示すように、陰極 38 は、その上端部（周縁部の一部）が集電板 40 の表面 40a（陰極 38 に対向する表面）と電極固定用部材 39 との間に折り込まれている。具体的には、陰極 38 の上端部は、集電板 40 の表面 40a 上で折り曲げられ、その上から電極固定用部材 39 により集電板 40 に固定されている。ここで、図 4 の点線で囲まれた部分 R 近傍を拡大した図 5 に例示するように、集電板 40 上に配される電極固定用部材 39 は、領域 R1 では固定されておらず、領域 R2 において集電板 40 上に固定される。このとき、領域 R1 において、電極固定用部材 39 と集電板 40 との間に空隙を形成することができるため、当該空隙に陰極 38 の周縁部を折り込まれた状態で、陰極 38 が物理的に固定される。なお、電極固定用部材の形状としては、図 5 の例に限定されず、集電板と電極固定用部材とが固定されていない領域において陰極 38 を折り込むことができるものであればよい。

なお、陰極の周縁部を陰極室枠体のシール面上にスポット溶接して固定する従来技術において生じる隙間腐食を避けるべく、陰極の周縁部の少なくとも一部が集電板の縁部を跨いで該集電板の陰極とは逆側に折りこまれた構造とすることも考えられる（後述する第 2 実施形態を参照）。通常、電解セルにおける集電板とフランジとの空隙は非常に狭く、例えば集電板とフランジとの間の距離が 2 mm 以下となるように構成されている。そのため、このような折りこみのためには集電板の周縁部の少なくとも一部を切断する等の処理により切欠部を形成する必要がある。一方、本実施形態の電極構造体の構成によれば、陰極の周縁部を陰極室枠体のシール面上にスポット溶接することも、集電板の周縁部の少なくとも一部を切断して陰極を折りこむ操作も必要とすることなく、陰極 38 を集電板 40 に固定することができる。したがって、陰極室枠体のシール面上における隙間腐食や金属屑が発生することによる電解セル内部の損傷の問題を防止できる。

さらに、通常のゼロギャップ電解槽では、電極の周縁部における電極とイオン交換膜との距離が電極の中央部に比べて大きくなる、すなわち、イオン交換膜と電極との距離が大きくなる領域が存在する（図 6 の L1 参照）、本実施形態においては、電極固定用部材の厚みの分、電極及び弾性体の周縁部の厚みが十分に確保され、イオン交換膜と電極との距離が大きくなる領域が減少する（図 4 の L2 参照）。すなわち、図 4 及び図 6 を同スケールとしたとき、 $L1 > L2$ となる。結果としてゼロギャップを好ましく維持でき、膜損傷が防止されると共に電解性能が向上する。なお、ここでいう厚みは、集電板からイオン交換膜に向かう方向の厚みを意味する。

【0037】

固定の方法については、特に限定されず、例えば、溶接が挙げられる。

電極固定用部材 3 9 の材質としては、以下に限定されないが、例えば、耐食性の観点から、ニッケル、ニッケル合金、ステンレススチール、鉄などが利用でき、エキスパンドメタルに酸化ニッケルをプラズマ溶射により被覆した材質も用いることができる。

また、電極固定用部材 3 9 の厚みは、0.2～1.0 mm であることが好ましく、より好ましくは 0.4～0.8 mm である。電極固定用部材 3 9 の厚みが 0.2 mm 以上である場合、陰極 3 8 及びマットレス 4 4 の周縁部の厚みが十分に確保され、結果としてゼロギャップを好ましく維持でき、膜損傷がより防止されると共に電解性能がより向上する傾向にある。電極固定用部材 3 9 の厚みが 1.0 mm 以下である場合、陰極 3 8 が過度にイオン交換膜 5 側に押圧されることを防止でき、膜損傷をより低減できる傾向にある。

10

【0038】

上記の構造を実現するために、陰極 3 8 は、電解セル 3 の通電部よりも大きい寸法に切断されて取り付けられていることが好ましい。ここで、陰極 3 8 が集電板 4 0 の表面 4 0 a と電極固定用部材 3 9 との間に位置する部分（通電部よりも長い部分）の寸法（折り込み長さ L 3）は、5 mm 以上 30 mm 以下であることが好ましく、8 mm 以上 25 mm 以下であることがより好ましい。折り込み長さ L 3 が 30 mm 以下である場合、入れ込む部分の陰極 3 8 及びマットレス 4 4 を集電板 4 0 に十分に固定できる傾向にある。また、折り込み長さ L 3 が 5 mm 以上である場合、陰極 3 8 及びマットレス 4 4 が集電板 4 0 から外れ難くなる傾向にある。なお、折り込み長さ L 3 は、具体的には縁部 4 0 c から陰極 3 8 及びマットレス 4 4 の終端部までの最短距離として特定することができる。

20

【0039】

なお、図 4 には、陰極 3 8 の上部の構成を示しているが、陰極 3 8 は、下端部も集電板 4 0 の表面 4 0 a 上で折り曲げられ、他の電極固定用部材で固定されていてもよい。すなわち、陰極 3 8 の両端部（全周縁部）が集電板 4 0 の表面 4 0 a 上で折り曲げられ、他の電極固定用部材で固定されていてもよい。このようにすることで、陰極 3 8 をより強固に集電板 4 0 に固定すると共に、マットレス 4 4 の垂れ下がりより効果的に防止できる。さらに好ましくは、陰極 3 8 の外周縁部の全てを集電板 4 0 の表面 4 0 a 上で折り曲げ、各電極固定用部材で陰極 3 8 を固定することで、さらに強固に集電板 4 0 に固定することができる。

【0040】

集電板 4 0 に陰極 3 8 を固定する際、陰極 3 8 は、角部（コーナー部）を切り欠いておくことが好ましい。角部を切り欠くことにより、角部で陰極 3 8 を入れ込むことができる。角部に対角の切れ込み（当該角部から陰極の面内方向に向かう線状の切れ込み）を入れ、入れ込むことも可能ではあるが、このように切断した場合には、陰極 3 8 がここを起点として裂けやすくなる傾向にあるため、上記のとおり角部を切り欠くことが好ましい。

30

【0041】

陰極 3 8 を集電板 4 0 の表面 4 0 a 上で折り曲げるための治具としては、種々公知のものを使用することができる。具体的には、ヘラ、回転ローラーで陰極 3 8 の端部を集電板 4 0 の表面 4 0 a 上で折り曲げることができる。作業性の観点から、陰極 3 8 を折り曲げる治具は回転ローラーが好ましい。回転ローラーの刃の厚みとしては、0.2 mm 以上が好ましい。上記厚みが 0.2 mm 以上である場合、十分な剛性が確保され、陰極 3 8 を折り曲げることがより容易となる傾向にある。回転ローラーの径としては、特に限定されず、通常、直径 100 mm 程度のものが操作しやすい。

40

【0042】

なお、上記では電極が陰極である場合の電極構造体（すなわち、陰極構造体）について説明したが、本実施形態における電極は陽極であってもよい。すなわち、本実施形態の電極構造体は、陽極構造体として、陽極室に適用することもできる。その場合の陽極室としては、種々公知の部材を用いることができ、陽極としても種々公知の部材を適用することができる。

【0043】

50

〔電極構造体の製造方法〕

本実施形態に係る電極構造体の製造方法は、第１の電極と、当該第１の電極と対向する集電板と、当該第１の電極と集電板との間に位置し、かつ、導電性を有する第１の弾性体と、を備える構造体から、当該第１の電極を除去する第１の工程と、第２の電極を前記集電板上に配置する第２の工程と、前記第２の電極の周縁部の少なくとも一部を前記集電板上で湾曲させ、電極固定用部材を用い、当該第２の電極の湾曲された部分の少なくとも一部を当該集電板上に固定する第３の工程と、を含む。このように構成されているため、本実施形態に係る電極構造体の製造方法によれば、電解セル内部における腐食や損傷を低減できる電極構造体を得ることができる。

【００４４】

本実施形態における第１の工程では、第１の電極と、当該第１の電極と対向する集電板と、当該第１の電極と集電板との間に位置し、かつ、導電性を有する第１の弾性体と、を備える構造体から、当該第１の電極を除去する。

本実施形態における第１の電極は、陰極であっても陽極であってもよい。第１の電極としては、本実施形態の電極構造体について説明した陰極及び陽極を適宜用いることができる。本実施形態における集電板及び第１の弾性体についても、本実施形態の電極構造体について説明した集電板及び弾性体を適宜用いることができる。

【００４５】

第１の電極を除去する方法としては、特に限定されず、種々公知の方法を用いて実施することができる。例えば、構造体が図６に示す構造を有する場合においては、内容物が漏れないようにするため、電解セルの外周部にあたるシール面１０２上に接着部材（ニッケル製のテープ）１０６を介して陰極１０４が貼られており、さらにガスケット１０８が貼られている。本実施形態における構造体が、このように構成されている場合、すなわち、第１の電極に接着部材１０６を介して接着するフランジ（枠体）１０１をさらに備える場合、第１の工程において、接着部材１０６を除去することにより、陰極１０４を前記フランジ１０１から分離させる操作を行うことが好ましい。かかる分離操作を具体的に説明すると、まず、ニッケル製のテープとフランジとの複数の溶接点をヘラで切断すること等を行うことにより、接着部材１０６を除去することができる。

【００４６】

第１の工程において、第１の電極だけでなく、さらに第１の弾性体を交換のために併せて除去してもよい。その際、具体的には、例えば、第１の弾性体と集電体の溶接部を切断する等により第１の弾性体を除去することができる。

【００４７】

本実施形態における第２の工程では、第２の電極を集電板上に配置する。本実施形態における第２の電極は、第１の電極が陰極である場合は陰極であり、第１の電極が陽極である場合は陽極である。第２の電極としても、第１の電極と同様に、本実施形態の電極構造体について説明した陰極及び陽極を適宜用いることができる。

配置の方法としては、後続する第３の工程を実施できるように配置される限り特に限定されない。ここで、第１の工程において、第１の弾性体をさらに除去する場合、第２の工程において、第２の弾性体を集電板上に配置した後、第２の電極を集電板上に配置することが好ましい。

【００４８】

本実施形態における第３の工程では、第２の電極の周縁部の少なくとも一部を集電板上で湾曲させ、電極固定用部材を用い、当該第２の電極の湾曲された部分の少なくとも一部を当該集電板上に固定する。ここで、湾曲された部分とは、第２の電極の周縁部において、湾曲が始まる部分から縁部までを意味する。本実施形態における電極固定用部材としては、本実施形態の電極構造体について説明した電極固定用部材を適宜用いることができる。固定の方法としては、特に限定されず、例えば、溶接が挙げられる。溶接による固定の具体例としては、図４のように、集電板４０の周縁部（すなわち、集電板４０の縁部４０ｃ側）に電極固定用部材３９を配置し、スポット溶接を行うことで、集電板４０と電極固定

10

20

30

40

50

用部材 39 とを固定する。このとき、以下に限定されないが、次の工程により固定を行うことが好ましい。すなわち、電極固定用部材 39 における、集電板 40 の縁部 40 c とは逆側（集電板 40 の面方向中央側）に位置する端部を溶接にて固定する。すなわち、電極固定用部材 39 と集電板 40 との間のスポット溶接されていない部分には、切欠部を設けることができ、この切欠部に、端部を湾曲させた陰極 38 の当該湾曲部分を挿入することにより、陰極 38 を電極固定用部材 39 と集電板 40 との間に物理的に固定することができる。より具体的には、図 4 の点線で囲まれた部分 R 近傍を拡大した図 5 に例示するように、集電板 40 上に配される電極固定用部材 39 は、領域 R 1 では固定されておらず、領域 R 2 において集電板 40 上に固定される。このとき、領域 R 1 において、電極固定用部材 39 と集電板 40 との間に切欠部を形成することができるため、当該切欠部に陰極 38 の周縁部を折り込むことで、陰極 38 が物理的に固定される。領域 R 1 及び領域 R 2 の位置決めについては、特に限定されず、陰極 38 の折り込み長さ、電極固定用部材 39 の材質等を考慮して適宜調整することができる。なお、電極固定用部材の形状としても、図 5 に例示した略 L 字形状に限定されず、平板等の他の形状を適宜採用することができる。

【0049】

＜第 2 実施形態＞

〔電極構造体の製造方法〕

本実施形態に係る電極構造体の製造方法（説明の便宜上、以下では「第 2 の製造方法」ともいう。）は、第 1 の電極と、当該第 1 の電極と対向する第 1 面及び当該第 1 面とは逆側の第 2 面を有する集電板と、当該第 1 の電極と当該集電板の当該第 1 面との間に位置し、かつ、導電性を有する弾性体と、を備える構造体から、当該第 1 の電極を除去する除去工程と、前記集電板の周縁部の少なくとも一部を切断して、前記構造体の内部に切欠部を形成する切断工程と、第 2 の電極を前記弾性体上に配置し、当該第 2 の電極の周縁部の少なくとも一部を、前記切欠部を経由して前記第 2 面上に位置するように湾曲させる湾曲工程と、を含む。

このように構成されているため、本実施形態に係る電極構造体の製造方法においては、簡便に電極構造体（説明の便宜上、第 2 実施形態に係る電極構造体を以下では「第 2 の電極構造体」ともいい、前述した第 1 実施形態に係る電極構造体を以下では「第 1 の電極構造体」ともいう。）が得られるだけでなく、電極等の部材交換に伴う電解セルの内部での損傷を低減できる。すなわち、既存の電解セルにおける既存の電極、弾性体及び集電板（以下、既存の電極構造体について、単に「構造体」ともいう。）の部材を交換するに際して、簡便な操作で行うことができるだけでなく、電解セルの内部での損傷を低減することができる。

【0050】

以下、第 2 の電極構造体の構成について、当該電極構造体を備える電解セル及び電解槽の構成との関係を踏まえて詳述する。まず、第 2 の電極構造体を適用した電解セル及び電解槽については、第 1 の電極構造体に代えて第 2 の電極構造体を適用したことを除き、第 1 実施形態と同様であり（図 1～3 参照）、ここでは説明を省略する。なお、第 2 実施形態で使用できる陰極、陽極、集電板、マットレス等の電解セルないし電解槽を構成する部材についても第 1 実施形態と同様であり、第 1 実施形態で説明した材質や形状を有する部材を第 2 実施形態に適用できる。

以下、第 2 の製造方法における各工程を説明する。

【0051】

（除去工程）

本実施形態において、第 1 の電極と、当該第 1 の電極と対向する第 1 面及び当該第 1 面とは逆側の第 2 面を有する集電板と、当該第 1 の電極と当該集電板の当該第 1 面との間に位置し、かつ、導電性を有する弾性体と、を備える構造体は、本実施形態における除去工程を実施する前の構造体の状態を表したものである。本実施形態における構造体の構成は、以下に限定されないが、図 7 に示す例においては、内容物が漏れないようにするため、電解セルの外周部にあたるシール面 34 a に接着部材（ニッケル製のテープ）35 を介して

陰極 38 が貼られており、さらにガスケット 36 が貼られている。本実施形態における構造体が、このように構成されている場合、すなわち、既存電極に接着部材 35 を介して接着するフランジ（枠体）34 をさらに備える場合、除去工程において、接着部材 35 を除去することにより、陰極 38 を前記フランジ 34 から分離させる操作を行うことが好ましい。かかる分離操作を具体的に説明すると、まず、ニッケル製のテープとフランジとの複数の溶接点をヘラで切断すること等を行うことにより、接着部材 35 を除去することができる。

図 7 の例において、除去工程を実施した後の構成を図 8 に示す。図 8 の状態から、さらにマットレス 44 を交換のために除去してもよい。その際、具体的には、例えば、マットレスと集電体の溶接部を切断する等によりマットレス 44 を除去することができる。

【0052】

（切断工程）

本実施形態において、除去工程を実施した後、すなわち、図 8 に例示する状態において、切断工程を実施する。切断工程においては、図 9 に例示するように、集電板 40 の周縁部の少なくとも一部を切断して除去し、構造体の内部に切欠部 S を形成する。図 9 において、集電板 40 の点線で示す部分が切断した部分に該当する。かかる切断工程により、集電板 40 の縁部が縁部 40c の位置まで短くなり、これによって切欠部 S が形成される。後続する湾曲工程の実施しやすさの観点から、集電板 40 の縁部 40c からフランジ 34 までの最短距離で表される切欠部 S の長さは、3～10mm であることが好ましく、4～7mm であることがより好ましい。隙間 S が 3mm 以上である場合、陰極 38 及びマットレス 44 を当該隙間に入れ込むことがより容易となる傾向にある。また、隙間 S が 10mm 以下である場合、イオン交換膜 5 の収縮による当該隙間へのイオン交換膜 5 の落ち込みを効果的に防止でき、結果としてイオン交換膜 5 の損傷をより効果的に防止できる傾向にある。

【0053】

（湾曲工程）

本実施形態において、切断工程を実施した後、すなわち、図 9 に例示する状態において、湾曲工程を実施する。湾曲工程においては、図 10 に例示するように、陰極 38' をマットレス 44 上に配置し、陰極 38' の周縁部の少なくとも一部を、切欠部 S を経由して裏面（第 2 面）40b 上に位置するように湾曲させる。なお、図 8 の状態から、さらにマットレス 44 を交換のために除去した場合は、別のマットレスを集電板 40 上に配置した後、当該マットレス上に陰極 38' を配置する。別のマットレスを配置する際、当該マットレスをスポット溶接により集電板 40 上に固定してもよいし、後述するように陰極 38' と共に湾曲工程に供することで集電板 40 上に固定してもよい（図 11 参照）。かかる操作により、陰極 38' は、その上端部（周縁部の一部）が集電板 40 の裏面 40b 側に折り込まれている。具体的には、陰極 38' の上端部は、枠体 34 と集電板 40 の縁部 40c との間に形成される切欠部 S に挿入され、集電板 40 の縁部 40c を跨いで裏面 40b 側に折り返される。このようにして、溶接を行うことなく陰極 38' を集電板 40、すなわち電解セル中で固定することができる。ここで、第 1 の電極に該当する陰極 38 が、電解性能が低下した既存電極に該当し、かつ、第 2 の電極に該当する陰極 38' が新品の（電解性能が低下していない）電極に該当する場合、電解性能の低下を解消することができる。

【0054】

さらに、本実施形態においては、図 8 に例示するように、湾曲工程において、陰極 38' だけでなく、マットレス 44 の周縁部の少なくとも一部を、切欠部 S を経由して裏面 40b 上に位置するように湾曲させることが好ましい。すなわち、マットレス 44 の上端部も、枠体 34 と集電板 40 の縁部 40c との間に形成される隙間 S に挿入され、集電板 40 の縁部 40c を跨いで裏面 40b 側に折り返されることが好ましい。

従来、マットレス 44 は、電解中に電解セル 3 の下端に垂れ下がるのを防止する観点及び導電性の観点から、集電板 40 に部分的にスポット溶接して固定されていたが、本実施形態のように、マットレス 44 の上端部（周縁部の一部）が集電板 40 の裏面 40b 側に折

10

20

30

40

50

り込まれている、すなわち、マットレス 44 の周縁部の少なくとも一部が、集電板 40 の縁部を跨いで裏面 40 b 上に位置するように伸びる構成とすることにより、上述のようなスポット溶接が不要となる。すなわち、部材交換の作業性が向上するだけでなく、マットレス交換に伴って生じるマットレスの線切れを防止することができ、結果としてイオン交換膜の損傷等、電解セルの内部での損傷をより効果的に防止できる。

【0055】

湾曲工程を実施する上で、陰極 38' は、電解セル 3 の通電部よりも大き目に切断されることが好ましい。ここで、陰極 38' が集電板 40 の裏面 40 b に折り込まれる部分（通電部よりも長い部分）の寸法、すなわち、陰極 38' 及びマットレス 44 の、集電板 40 の裏面 40 b 上に位置する部分の寸法を、以下では折り込み長さ L とする。折り込み長さ L は、5 mm 以上 20 mm 以下であることが好ましい。折り込み長さ L が 20 mm 以下である場合、入れ込む部分の陰極 38' 及びマットレス 44 を集電板 40 に十分に固定できる傾向にある。また、折り込み長さ L が 5 mm 以上である場合、陰極 38' 及びマットレス 44 が集電板 40 から外れ難くなる傾向にある。上記と同様の観点から、折り込み長さ L は、10 mm 以上 15 mm 以下であることがより好ましい。なお、折り込み長さ L は、具体的には縁部 40 c から陰極 38' 及びマットレス 44 の終端部までの最短距離として特定することができる。

【0056】

なお、図 10～11 には、陰極 38' 及びマットレス 44 の各上部の構成を示しているが、陰極 38' 及びマットレス 44 は、各下端部も集電板 40 の裏面 40 b 側に折り込まれていてもよい。すなわち、陰極 38' 及びマットレス 44 の各両端部（各全周縁部）が集電板 40 の裏面 40 b 側に折り込まれる構成であってもよい。このように、陰極 38' 及びマットレス 44 の各上端部を集電板 40 の裏面 40 b 側に折り込むことにより、陰極 38' 及びマットレス 44 を集電板 40 に固定することができる。また、陰極 38' 及びマットレス 44 の各下端部を集電板 40 の裏面 40 b 側に折り込むことにより、陰極 38' 及びマットレス 44 をより強固に集電板 40 に固定すると共に、マットレス 44 の垂れ下がりより効果的に防止できる。さらに好ましくは、陰極 38' 及びマットレス 44 の各外周縁部の全てを集電板 40 の裏面 40 b 側へ折り込むことで、陰極 38' 及びマットレス 44 をさらに強固に集電板 40 に固定することができる。

【0057】

集電板 40 に陰極 38' 及びマットレス 44 を取り付けの際、陰極 38' は、角部（コーナ一部）を切り欠いておくことが好ましい。角部を切り欠くことにより、角部で陰極 38' を入れ込むことができる。角部に対角の切れ込み（当該角部から陰極の面内方向に向かう線状の切れ込み）を入れ、入れ込むことも可能ではあるが、このように切断した場合には、陰極 38' がここを起点として裂けやすくなる傾向にあるため、上記のとおり角部を切り欠くことが好ましい。

【0058】

陰極 38' 及びマットレス 44 を集電板 40 の裏面 40 b 側に折り込むための治具としては、種々公知のものを使用することができる。具体的には、ヘラ、回転ローラーで陰極 38' 及びマットレス 44 の各端部を集電板 40 のエッジに沿って電解セル 3 内に押し込むことで、陰極 38' 及びマットレス 44 を集電板 40 の裏面 40 b 側に折り込み、固定することができる。作業性の観点から、陰極 38' 及びマットレス 44 を折り込む治具は回転ローラーが好ましい。回転ローラーの刃の厚みとしては、0.2 mm 以上が好ましい。上記厚みが 0.2 mm 以上である場合、十分な剛性が確保され、陰極 38' 及びマットレス 44 を入れ込むことがより容易となる傾向にある。また、集電板 40 と枠体 34（ガスケット 36 のシール面 34 a）の隙間 S よりも厚みが大きくなると、回転ローラーそのものが入らなくなり、陰極 38' 及びマットレス 44 を入れ込むことが困難になるため、より好ましくは、0.2 mm から 2 mm の範囲である。回転ローラーの径としては、特に限定されず、通常、直径 100 mm 程度のものが操作しやすい。

【0059】

以上説明したように、本実施形態では、所定の除去工程、切断工程及び湾曲工程を実施することで、陰極 38' 及びマットレス 44 の各端部が、集電板 40 の縁部 40c を跨いで集電板 40 の裏面 40b 側に折り込まれた構成の電極構造体が容易に得られる。すなわち、本実施形態に係る電極構造体の製造方法によれば、溶接を行わずに陰極 38' 及びマットレス 44 を交換することができ、且つ、電解セル 3 を長期に渡って損傷なく使用することができる。

【0060】

また、図 10 及び図 11 では、陰極 38' 及びマットレス 44 が集電板 40 の裏面 40b に接することなく延在している状態を示しているが、この状態でも陰極 38' 及びマットレス 44 が集電板 40 に固定されていればよく、より強く固定する観点からは、陰極 38' 及び
10 マットレス 44 が集電板 40 の裏面 40b に接するように延在していることが好ましい。

【0061】

なお、上記では電極が陰極である場合の電極構造体（すなわち、陰極構造体）について説明したが、本実施形態における電極は陽極であってもよい。すなわち、第 2 の電極構造体は、陽極構造体として、陽極室に適用することもできる。その場合の陽極室としては、種々公知の部材を用いることができ、陽極としても種々公知の部材を適用することができる。

【実施例】

【0062】

以下に、本実施形態を実施例に基づいて更に詳細に説明する。本実施形態はこれらの実施例にのみ限定されるものではない。
20

【0063】

【実施例 1】

集電板として、エキスパンデッドメッシュ加工したニッケル板であって、サイズが 1154mm×2354mm のニッケル板（厚み 1.2mm）を準備した。この集電板 40 の周縁部 4 辺を幅 70mm で全て覆うように Ni エキスパンドメタル（電極固定用部材 39；厚み 1.0mm）をスポット溶接で固定した。このとき、電極固定用部材における、集電板 40 の縁部 40c とは逆側（集電板 40 の面方向中央側）に位置する端部近傍のみを溶接にて固定することとした。すなわち、図 5 の R2 に対応する領域のみを溶接することによって電極固定用部材 39 を集電板 40 上に固定し、R1 に対応する領域は固定しなかった。このように周縁部において電極固定用部材 39 をスポット溶接した集電板 40 に、線径 0.15mm のマットレス 44 をスポット溶接で固定した（集電板 40 の面方向中央部分）。このとき、集電板 40 上の、電極固定用部材 39 が存在しない部分に、マットレス 44 を溶接することとした。さらに、ニッケル製ファインメッシュ基材にルテニウムの酸化物を被覆した陰極 38 を、当該陰極 38 の端部が集電板 40 と電極固定用部材 39 との間に挿入されるように、直径 100mm の回転ローラーを用いて折り曲げた（図 4 参照）。すなわち、その折り曲げられた陰極 38 の端部が、集電板 40 とその周縁部に溶接された電極固定用部材 39 の間に生じた隙間に挿入されるように、平板状の部材を用いて折り込んだ。このときの陰極 38 の折り込み長さ（図 4 に示される折り込み長さ L3）は 10mm であった。
30

この電解セルを電解槽に組み込み、このセルの陰極と対をなす陽極にはエキスパンデッドメッシュ加工したチタン板の表面に、ルテニウム、イリジウム、チタンを成分とする酸化物を被覆することにより製作したものを、イオン交換膜には ACIPLIX（登録商標）F6801 を用いて、陽極液として 300g/L の塩水を供給し、陰極室には、排出付近で、苛性ソーダ濃度が 32 重量% となるように希薄苛性ソーダを供給し、電解温度 90℃、陽極室側ガス圧を 40kPa、陰極室側ガス圧を 44kPa、電流密度 4kA/m² で 4 日間電解したあとに電流密度 6kA/m² まで増加して 29 日間の計 33 日間電解した。また、陽極液の排出口付近の塩水の pH が 2 となるように、供給する塩水に塩酸を添加して電解を行った。電解後に取り出したイオン交換膜には損傷等の異常がなかった。また、電解終了後に陰極シール面を観察したが、腐食はまったく見られなかった。
40

【0064】

10

20

30

40

50

〔実施例 2〕

横幅が 2400 mm、高さが 1289 mm のゼロギャップ電解セル（構造は図 7 に示すとおり）であって、陰極としてニッケル製ファインメッシュ基材にルテニウムの酸化物を被覆したものを、陽極としてチタン基材の表面にルテニウム、イリジウムを成分とする酸化物を被覆したものを、マットレスとして、ニッケル製編物（線径 0.15 mm）を用いた、電解セルを準備した。この電解セルを、電解槽に組み込み、イオン交換膜 ACIPLEX（登録商標）F6801 を用いて、陽極液として約 300 g/L の塩水を供給し、陰極室には、排出口付近で、苛性ソーダ濃度が約 32 重量% となるように希薄苛性ソーダを供給し、電解温度 80~90℃、陽極室側ガス圧を 40 kPa、陰極室側ガス圧を 44 kPa、電流密度 6 kA/m² で 1 年間以上運転を行った（以下、単に「運転 1」ともいう。）。当該運転後に電解槽から電解セルを取り出し、次の操作を行った。

10

まず、電解セルのシール面上でスポット溶接により陰極（既存陰極）38 を固定するために用いられていた接着部材（ニッケル製のテープ）35 を、当該スポット溶接部をヘラで切断することによって剥がし、続いて既存陰極 38 も電解セルから取り外した（除去工程；図 8 参照）。引き続き、スポット溶接で取り付けられていたマットレスを取り除いた。

〔0065〕

集電板 40 の周辺 4 辺を丸ノコ歯を取り付けたサンダーで切断したのち、切断面のバリをやすりで研磨し、集電板 40 の縁部 40c からフランジ 34 までの最短距離で表される切欠部 S の長さを 5 mm とした（切断工程；図 9 参照）。

〔0066〕

20

このように周辺を切断した集電板 40 に線径 0.15 mm のマットレス 44 をスポット溶接で固定した。さらに、マットレス 44 上に陰極 38' を配置した。折り込み長さを 10 mm として、直径 100 mm の回転ローラーで陰極 38' の周縁部を、切欠部 S を経由して集電板 40 の裏面 40b 上に位置するように湾曲させた。すなわち、陰極 38' の周縁部を、集電板 40 の裏面 40b 側へ折り込んで固定した（湾曲工程；図 10 参照）。陰極 38' としてはニッケル製ファインメッシュ基材にルテニウムの酸化物を被覆したものを、用いた。

〔0067〕

この電解セルを電解槽に組み込み、イオン交換膜 ACIPLEX（登録商標）F6801 を用いて、陽極液として約 300 g/L の塩水を供給し、陰極室には、排出口付近で、苛性ソーダ濃度が約 32 重量% となるように希薄苛性ソーダを供給し、電解温度 80~90℃、陽極室側ガス圧を 40 kPa、陰極室側ガス圧を 44 kPa、電流密度 6 kA/m² で 12 か月間以上、安定した性能を示した。

30

〔0068〕

〔比較例 1〕

実施例 2 と同様に運転 1 を行い、当該運転後に電解槽から取り出された電解セルに対して、実施例 2 と同様の除去工程を実施した。次いで、幅 4 mm、厚み 0.08 mm のニッケル製のテープを用いて、スポット溶接で既存陰極と同素材の陰極をシール面に固定した（図 7 参照）。この電解セルを実施例 2 と同様の電解槽に組み込み、イオン交換膜 ACIPLEX（登録商標）F6801 を用いて、陽極液として約 300 g/L の塩水を供給し、陰極室には、排出口付近で、苛性ソーダ濃度が約 32 重量% となるように希薄苛性ソーダを供給し、電解温度 80~90℃、陽極室側ガス圧を 40 kPa、陰極室側ガス圧を 44 kPa、電流密度 6 kA/m² で 1 年間運転を行った。かかる運転後、イオン交換膜を外して電解セルを観察したが、損傷は見られなかった。一方、前述した除去工程と同様に、ニッケル製のテープを剥がし、シール面を観察したところ、下部シール面に孔食と見られる直径 0.5 mm の穴が 3 か所見つかった。

40

〔0069〕

上記結果より、本実施形態に係る電極構造体の製造方法によれば、電極等の部材交換に伴う電解セルの内部での損傷を低減できることがわかる。

〔0070〕

本出願は、2018 年 7 月 6 日出願の日本特許出願（特願 2018-129276 号及び

50

特願 2018-129139 号) に基づくものであり、それらの内容はここに参照として取り込まれる。

【符号の説明】

【0071】

- 1 電解槽、
- 22 陽極室、
- 32 陰極室、
- 38 陰極、
- 39 電極固定用部材
- 40 集電板、
- 40a 表面（第1面）、
- 40b 裏面（第2面）、
- 40c 縁部、
- 42 リブ（支持体）、
- 44 マットレス（弾性体）

10

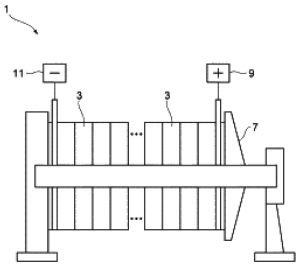
20

30

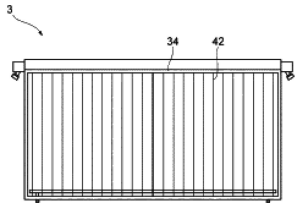
40

50

【図面】
【図 1】

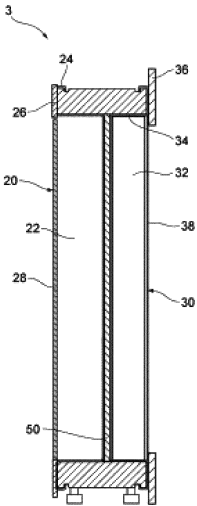


【図 2】

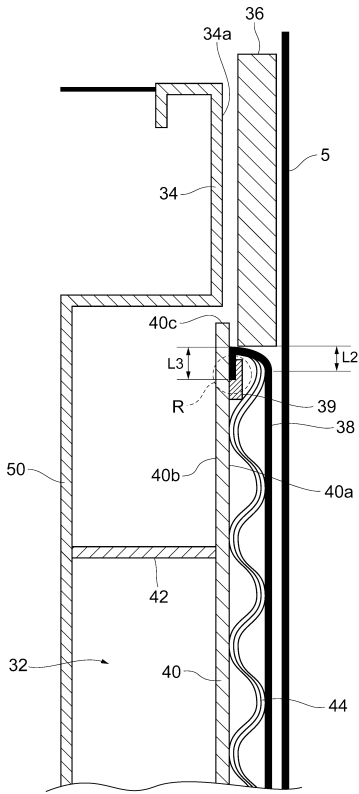


10

【図 3】



【図 4】



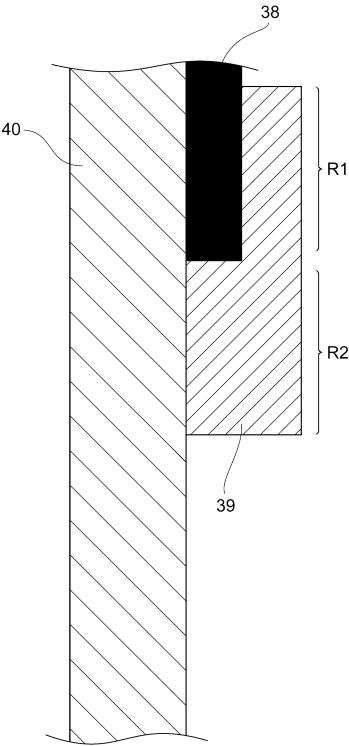
20

30

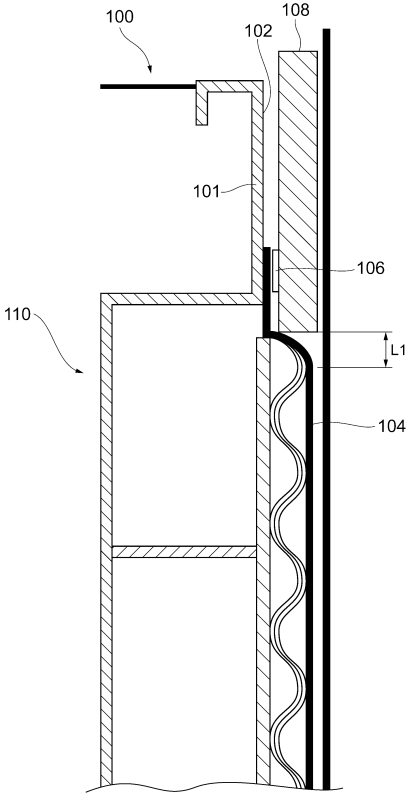
40

50

【図 5】



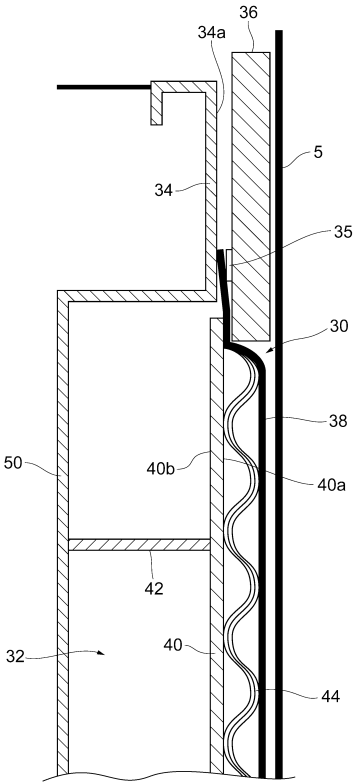
【図 6】



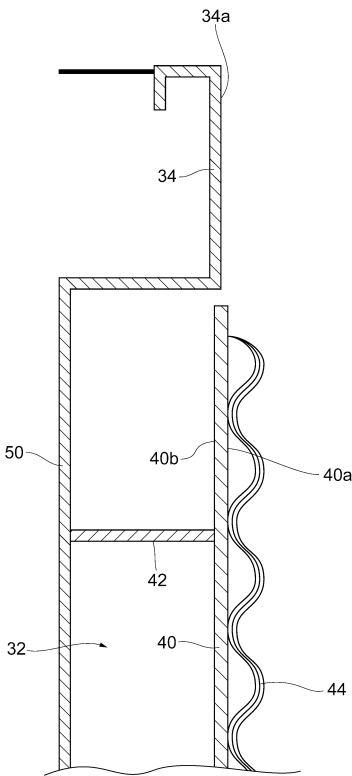
10

20

【図 7】



【図 8】

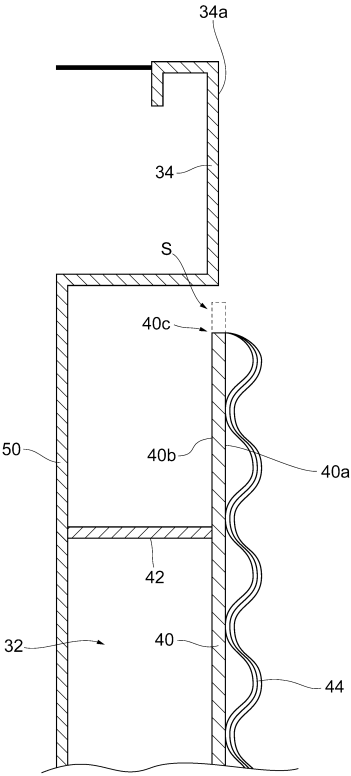


30

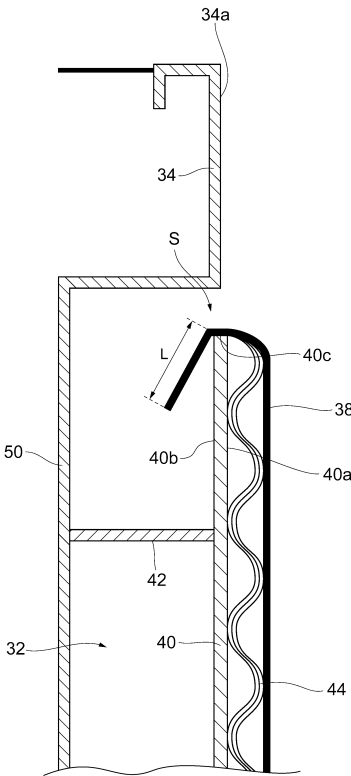
40

50

【図 9】



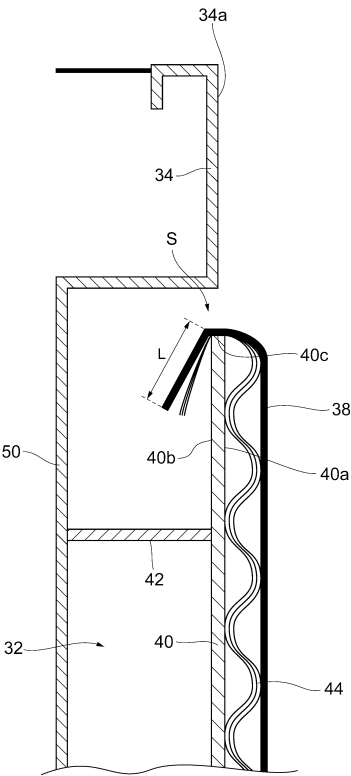
【図 10】



10

20

【図 11】



30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会社内
(72)発明者 船川 明恭
東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会社内
(72)発明者 角 佳典
東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会社内
審査官 向井 佑
(56)参考文献 特開2014-037586 (JP, A)
特開2000-178781 (JP, A)
特開2012-140652 (JP, A)
特開2012-057199 (JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C25B 9/00
C25B 11/00
C25B 15/00