

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/009241 A1

- (51) 国際特許分類:
C25B 9/02 (2006.01) C25B 15/00 (2006.01)
C25B 11/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/026902
- (22) 国際出願日: 2019年7月5日(05.07.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-129139 2018年7月6日(06.07.2018) JP
特願 2018-129276 2018年7月6日(06.07.2018) JP
- (71) 出願人: 旭化成株式会社 (ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 甲斐 直幸(KAI, Naoyuki); 〒1000006 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 Tokyo (JP). 飯山 宗平(IIYAMA, Sohsei); 〒1000006 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 Tokyo (JP). 船

川 明恭(FUNAKAWA, Akiyasu); 〒1000006 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 Tokyo (JP). 角 佳典(KADO, Yoshifumi); 〒1000006 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 Tokyo (JP).

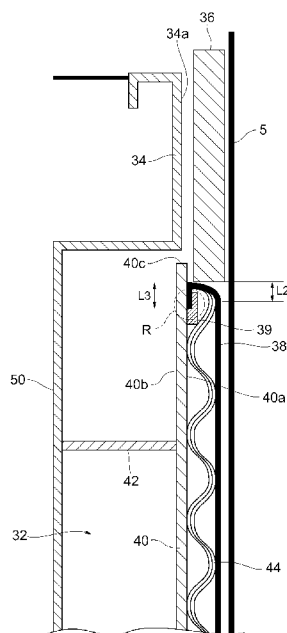
(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI 総合法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: ELECTRODE STRUCTURE, METHOD FOR PRODUCING ELECTRODE STRUCTURE, ELECTROLYSIS CELL, AND ELECTROLYSIS TANK

(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

[図4]



SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

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

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。

[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。

[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] 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] 特許文献1：特許第4453973号公報

特許文献2：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当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。

[0014] 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、

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

[0015] 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

[0016] [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１０]図１０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１１]図１１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

[0017] 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。

[0018] <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。

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。

[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。

[0023] イオン交換膜5は、特に限定されず、公知のものを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、かつ熔融加工が可能な重合体等が挙げられる。

[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。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0.1mm～0.5mm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 $0.5\mu\text{m}$ から $50\mu\text{m}$ が好ましく、さらに好ましくは、 $1\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ 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、互いに対向する一对の表面（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、0.05mm以上0.25mm以下のものが好適に用いられる。マットレス44の線径が0.05mm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0.25mm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、0.08mm以上0.20mm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0.1mm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

R 1 では固定されておらず、領域 R 2 において集電板 4 0 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 3 9 と集電板 4 0 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 3 8 の周縁部を折り込まれた状態で、陰極 3 8 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 3 8 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う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 3 8 を集電板 4 0 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が（図 6 の L 1 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 L 2 参照）。すなわち、図 4 及び図 6 を同スケールとしたとき、 $L 1 > L 2$ 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 39 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 39 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 39 の厚みが 0.2 mm 以上である場合、陰極 38 及びマトレス 44 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 39 の厚みが 1.0 mm 以下である場合、陰極 38 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。

[0038] 上記の構造を実現するために、陰極 38 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 38 が集電板 40 の表面 40a と電極固定用部材 39 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 L3）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 L3 が 30 mm 以下である場合、入れ込む部分の陰極 38 及びマトレス 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 L3 が 5 mm 以上である場合、陰極 38 及びマトレス 44 が集電板 40 から外れ難くなる傾向にある。なお、折り込み長さ L3 は、具体的には縁部 40c から陰極 38 及びマトレス 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。

[0039] なお、図 4 には、陰極 38 の上部の構成を示しているが、陰極 38 は、下端部も集電板 40 の表面 40a 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 38 の両端部（全周縁部）が集電板 40 の表面 40a 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 38 をより強固に集電板 40 に固定する

と共に、マットレス４４の垂れ下がりにより効果的に防止できる。さらに好ましくは、陰極３８の外周縁部の全てを集電板４０の表面４０a上で折り曲げ、各電極固定用部材で陰極３８を固定することで、さらに強固に集電板４０に固定することができる。

[0040] 集電板４０に陰極３８を固定する際、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。

[0041] 陰極３８を集電板４０の表面４０a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３８の端部を集電板４０の表面４０a上で折り曲げることができる。作業性の観点から、陰極３８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、０．２mm以上が好ましい。上記厚みが０．２mm以上である場合、十分な剛性が確保され、陰極３８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１００mm程度のものが操作しやすい。

[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] 〔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40c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 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 R1 及び領域 R2 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実施形態で利用できる陰極、陽極、集電板、マ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34a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、マトレスと集電体の溶接部を切断する等によりマト

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、さらにマトレス４４を交換のために除去した場合は、別のマトレスを集電板４０上に配置した後、当該マトレス上に陰極３８'を配置する。別のマトレスを配置する際、当該マ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 40b 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う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 40b 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 40b 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 2

0 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40c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40b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40b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40b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40b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の垂れ下がりに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40b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を取り付ける際、陰極38'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40b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40b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、0.2mm以上が好ましい。上記厚みが0.2mm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34a）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、0.2mmから2mm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100mm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態様を示しているが、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。

[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。

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

クспан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。

[0064] [実施例2]

横幅が2400mm、高さが1289mm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0.15mm）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ACIPLIX（登録商標）F6801を用いて、陽極液として約300g/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40kPa、陰極室側ガス圧を44kPa、電流密度6kA/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。

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5mmとした（切断工程；図9参照）。

[0066] このように周辺を切断した集電板40に線型0.15mm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10mmとして、直径100mm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300g/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40kPa、陰極室側ガス圧を44kPa、電流密度6kA/m²で12か月間以上、安定した性能を示した。

[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4mm、厚み0.08mm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300g/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40kPa、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して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カ所見つかった。

[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）

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、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。

[請求項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、請求項6に記載の電極構造体の製造方法。

[請求項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、

を含む、電極構造体の製造方法。

[請求項9]

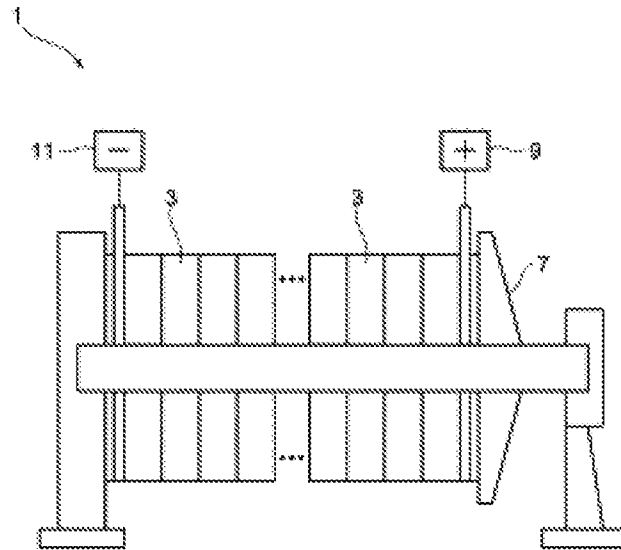
前記湾曲工程において、前記弾性体の周縁部の少なくとも一部を、前記切欠部を経由して前記第2面上に位置するように湾曲させる、請求項8に記載の電極構造体の製造方法。

[請求項10]

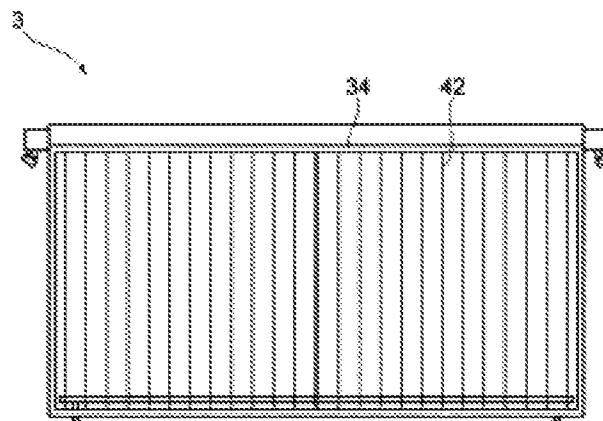
前記構造体が、前記第1の電極に接着部材を介して接着するフランジをさらに備え、

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8又は9に記載の電極構造体の製造方法。

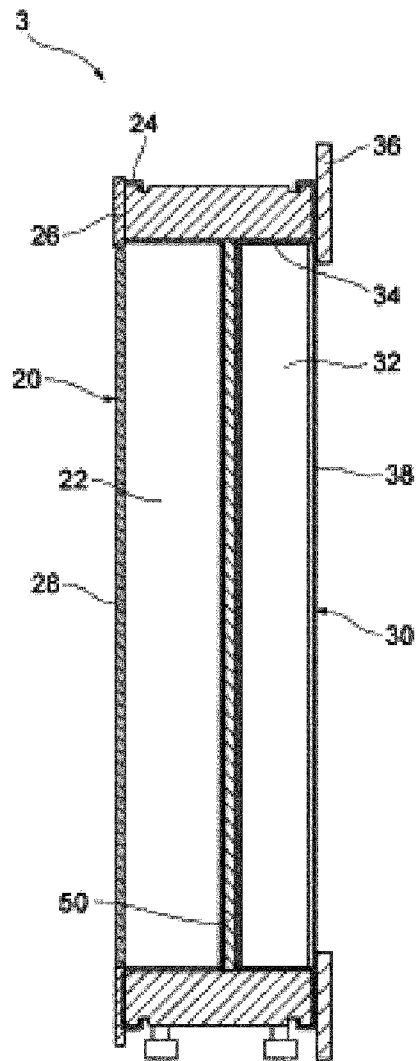
[図1]



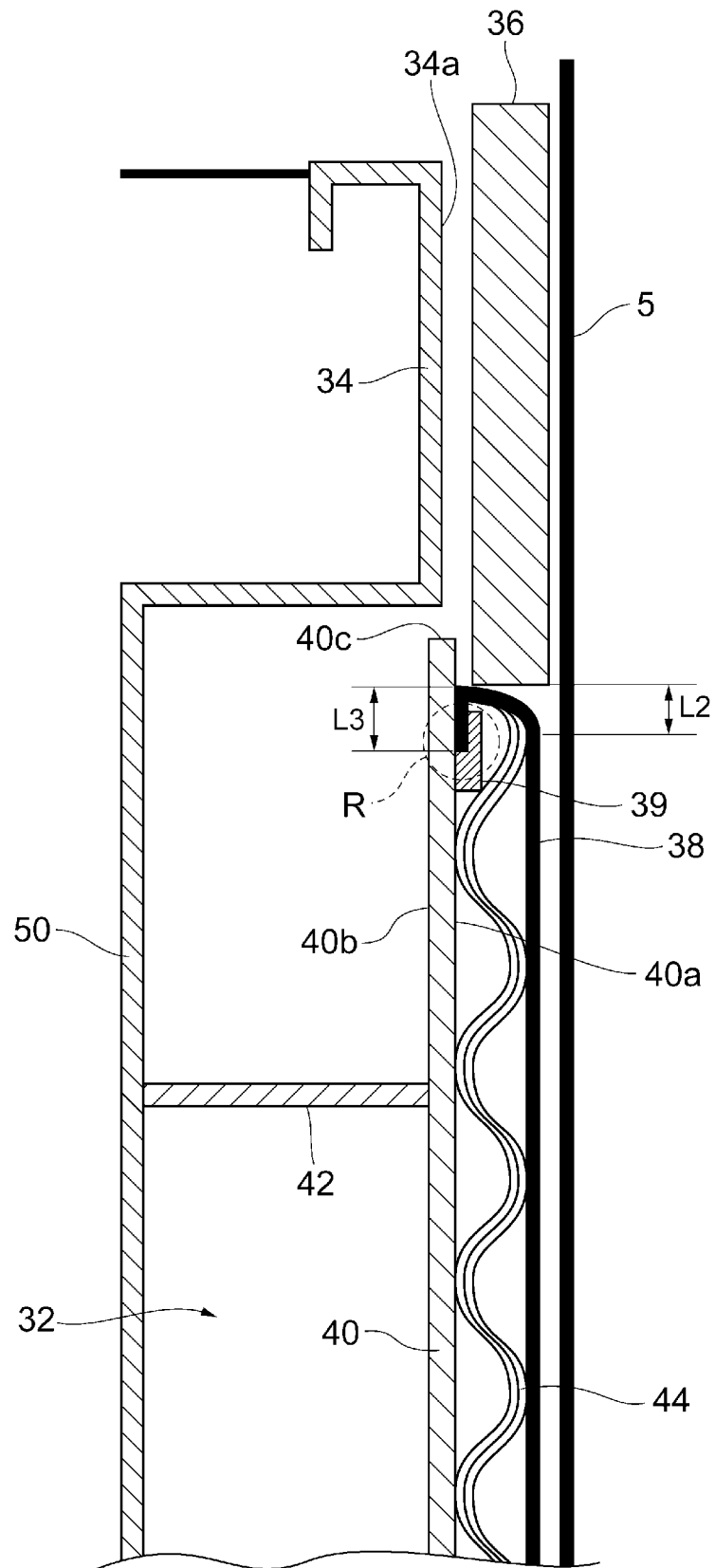
[図2]



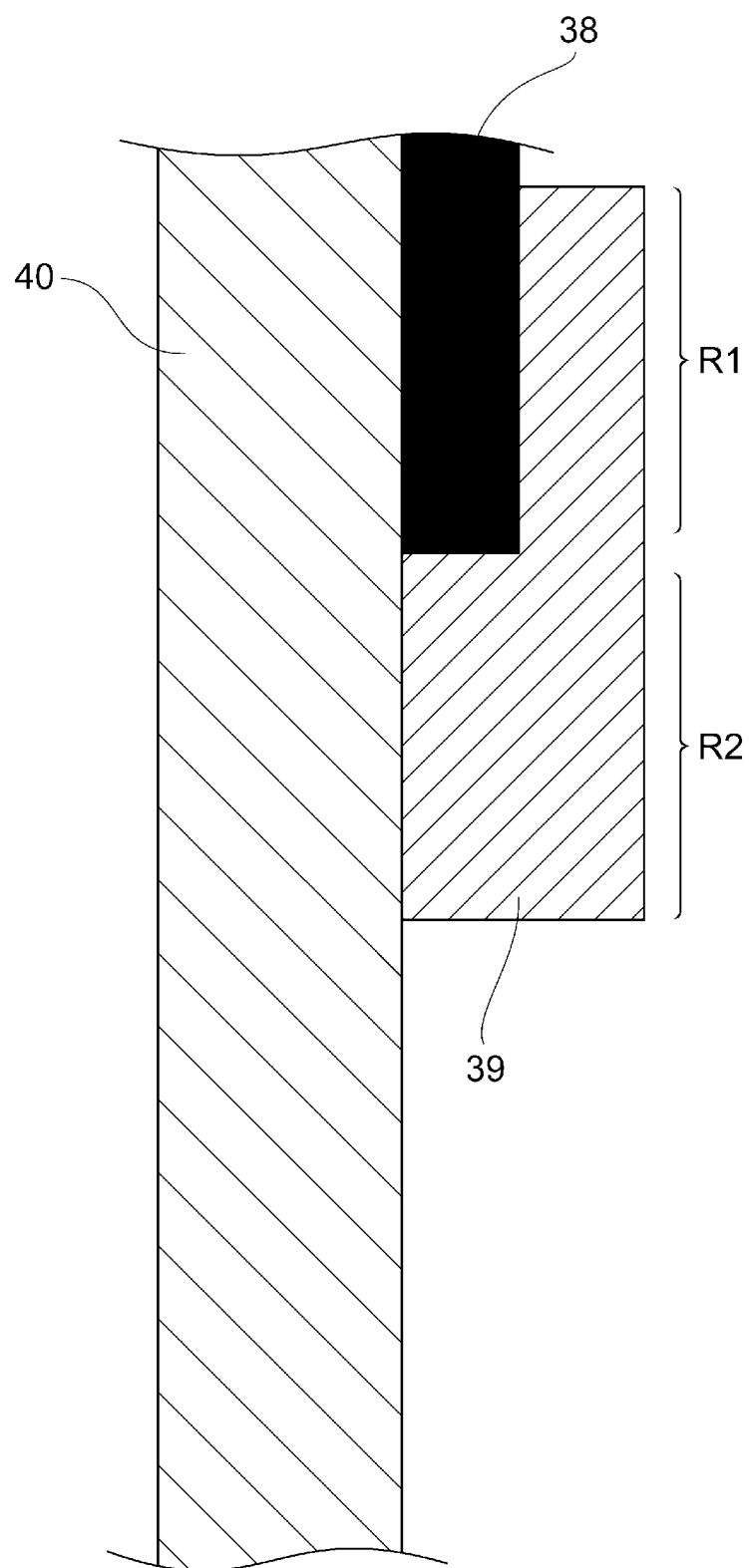
[図3]



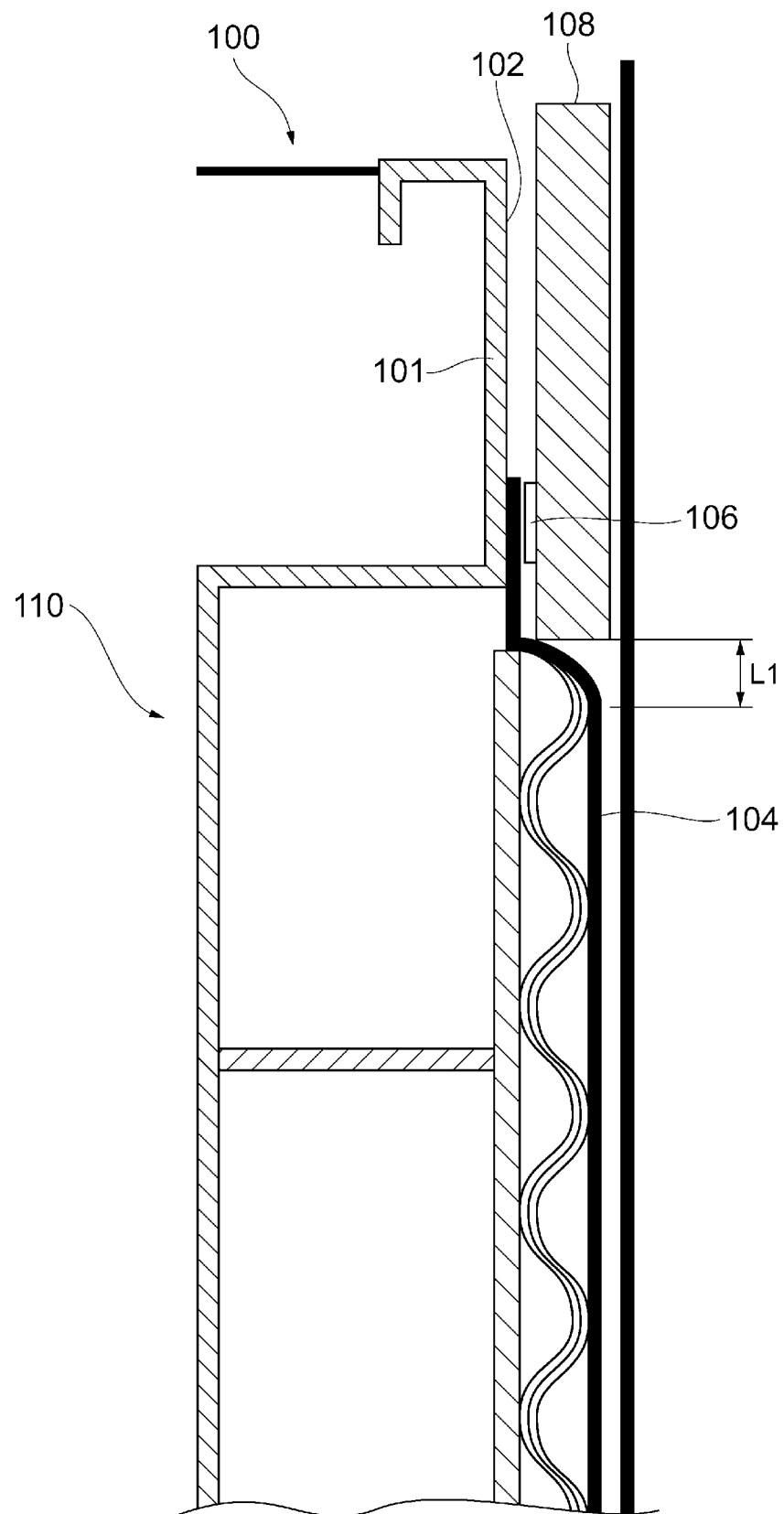
[図4]



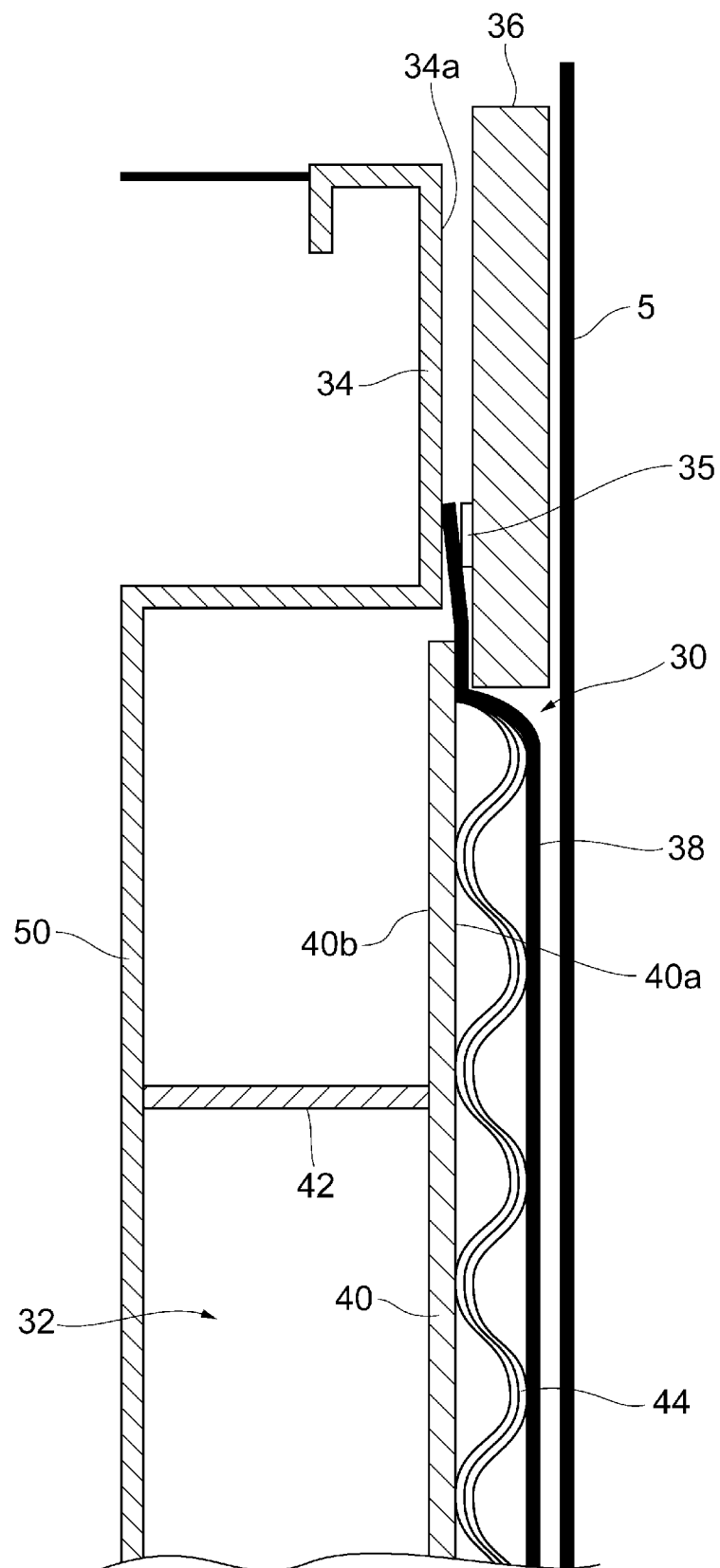
[図5]



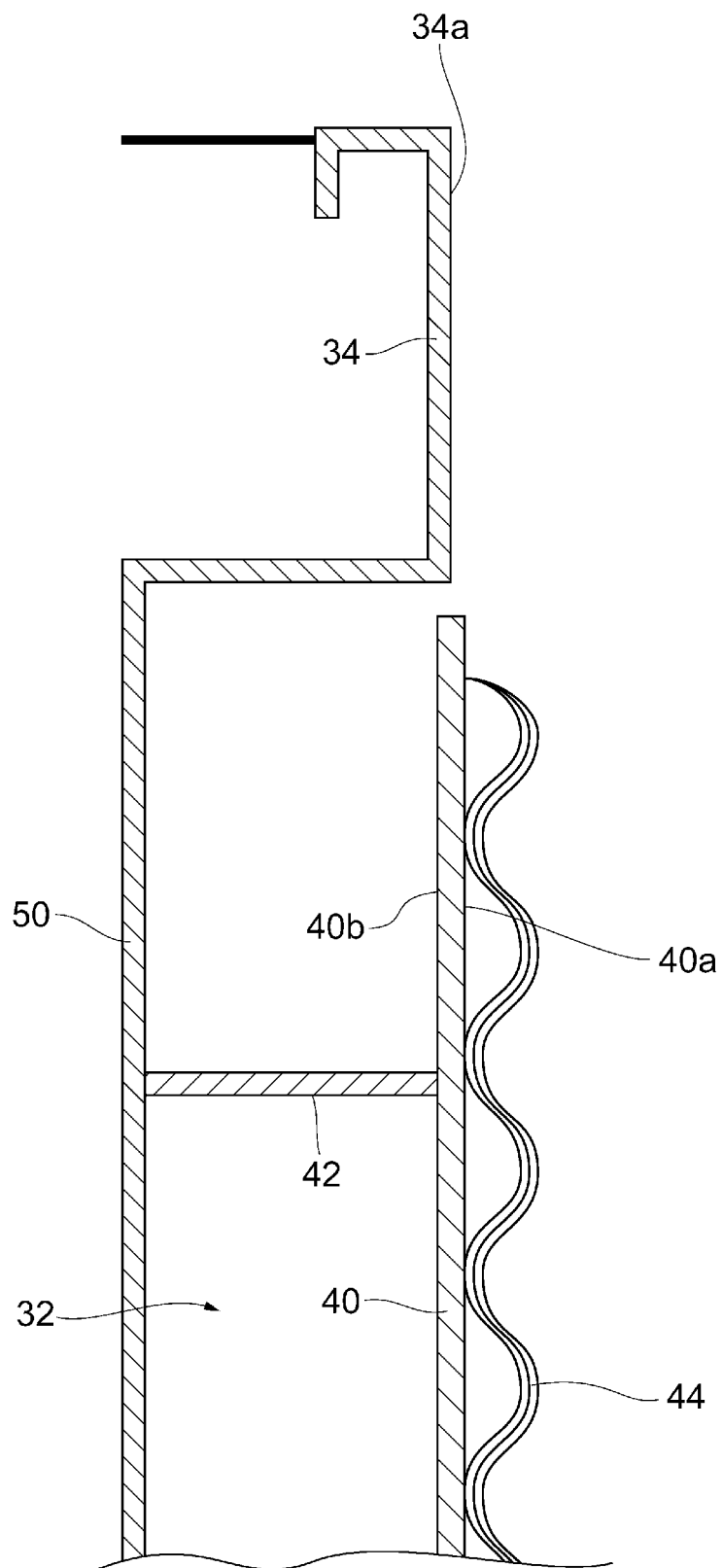
[図6]



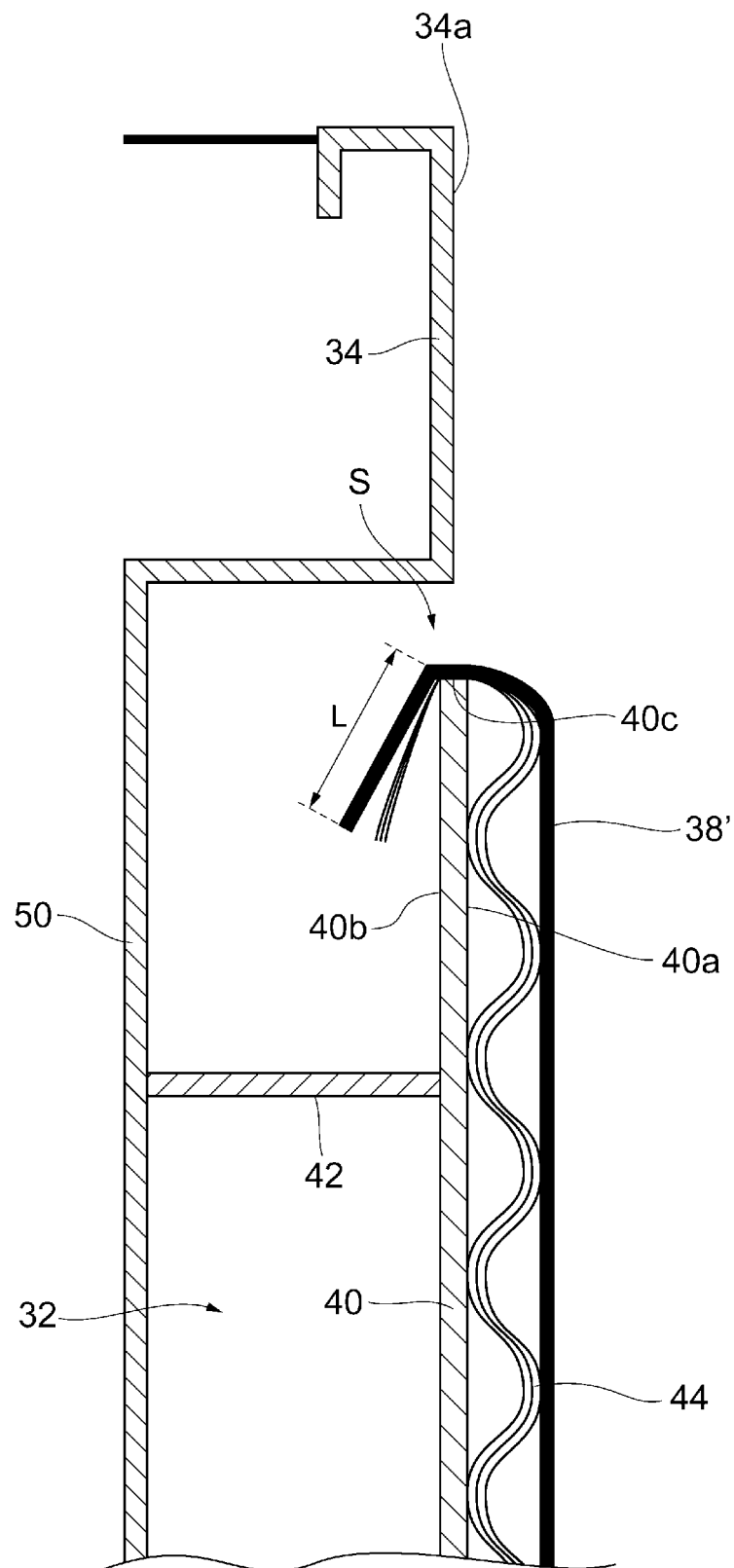
[図7]



[図8]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C25B9/02 (2006.01) i, C25B11/02 (2006.01) i, C25B15/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. C25B9/02, C25B11/02, C25B15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2014-037586 A (ASAHI KASEI CHEMICALS CORPORATION) 27 February 2014, claim 1, fig. 5, paragraph [0010] (Family: none)	6-7 1-5, 8-10
X A	JP 2000-178781 A (TOKUYAMA CORPORATION) 27 June 2000, claim 1, fig. 1-3, paragraphs [0011], [0017] (Family: none)	6-7 1-5, 8-10
A	JP 2012-140652 A (TOSOH CORPORATION) 26 July 2012, claim 1, fig. 4, 8, 11 & WO 2012/091055 A1	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31.07.2019

Date of mailing of the international search report
13.08.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026902

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-057199 A (CHLORINE ENGINEERS CORP., LTD.) 22 March 2012, claim 1, fig. 3 & US 2012/0241314 A1, claim 1, fig. 3 & WO 2012/032793 A1 & EP 2615195 A1 & CN 102762775 A	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C25B9/02(2006.01)i, C25B11/02(2006.01)i, C25B15/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C25B9/02, C25B11/02, C25B15/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2014-037586 A（旭化成ケミカルズ株式会社）2014.02.27, 請求項1、図5、第[0010]段落（ファミリーなし）	6-7 1-5, 8-10
X A	JP 2000-178781 A（株式会社トクヤマ）2000.06.27, 請求項1、図1-3、第[0011]段落、第[0017]段落 （ファミリーなし）	6-7 1-5, 8-10
A	JP 2012-140652 A（東ソー株式会社）2012.07.26, 請求項1、図4、8、11 & WO 2012/091055 A1	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.07.2019

国際調査報告の発送日

13.08.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

印出 亮太

4E

6217

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-057199 A (クロリンエンジニアズ株式会社) 2012. 03. 22, 請求項 1、図 3 & US 2012/0241314 A1 請求項 1、図 3 & WO 2012/032793 A1 & EP 2615195 A1 & CN 102762775 A	1-10