

(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8月6日(06.08.2020)



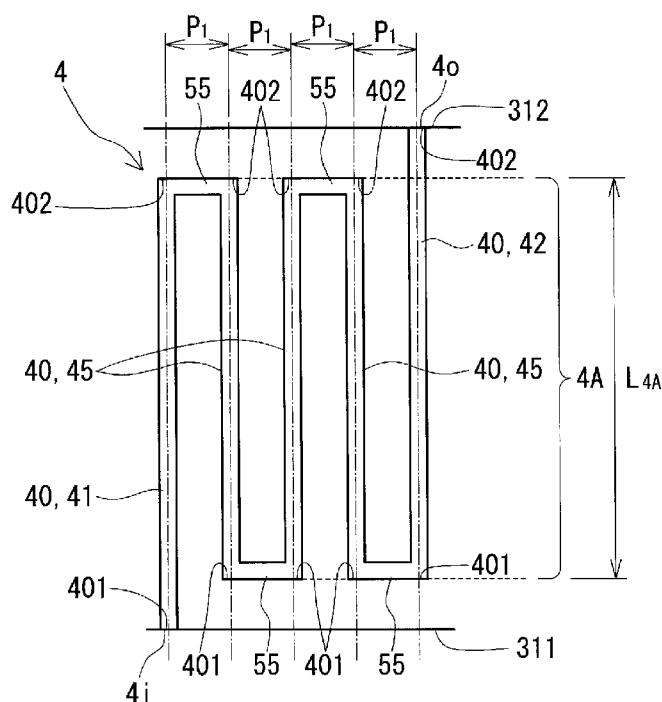
(10) 国際公開番号

WO 2020/158623 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 4/86 (2006.01) *H01M 8/0263* (2016.01)
H01M 8/026 (2016.01) *H01M 8/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/002595
- (22) 国際出願日: 2020年1月24日(24.01.2020)
- (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 2019-014460 2019年1月30日(30.01.2019) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
- [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 桑原 雅裕 (KUWABARA Masahiro); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 寒野 毅 (KANNO Takashi); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 山野 宏, 外 (YAMANO Hiroshi et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島六丁目1番3号 アストロ新大阪第2ビル10階 啓明特許事務所 Osaka (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,

(54) Title: BATTERY CELL, CELL STACK, AND REDOX FLOW BATTERY

(54) 発明の名称: 電池セル、セルスタック、及びレドックスフロー電池



(57) Abstract: Provided is a battery cell which has a supply edge, where an electrolyte is supplied, and a discharge edge where the electrolyte is discharged, the battery cell comprising a plurality of zigzag flow paths that: have an introduction port, which communicates with the supply edge, and a discharge port which communicates with the discharge edge; are formed in series from the introduction port to the discharge port; and are disposed so as to be arranged in a width direction. The zigzag flow paths have a plurality of parallel segments that extend in a lengthwise direction and are arranged in the

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

width direction. From among the plurality of parallel segments, supply-edge-side ends of the parallel segments disposed on one end side in the width direction connect to the introduction port, and discharge-edge-side ends of the parallel segments disposed on the other end side in the width direction connect to the discharge port. The discharge-edge-side ends and the supply-edge-side ends of adjacent parallel segments are alternately connected.

(57) 要約: 電解液が供給される供給縁と電解液が排出される排出縁とを有する電池セルであって、供給縁に連通する導入口と、排出縁に連通する排出口とを有し、導入口から排出口まで一連に形成され、幅方向に並列に配置される複数の蛇行流路を備え、蛇行流路は、長さ方向に伸び、幅方向に並ぶ複数の並列区間を有し、複数の並列区間のうち、幅方向の一端側に配置される並列区間における供給縁側の端部が導入口に繋がると共に、幅方向の他端側に配置される並列区間における排出縁側の端部が前記排出口に繋がっており、隣り合う並列区間における排出縁側の端部同士、及び供給縁側の端部同士が交互に接続されている、電池セル。

明 細 書

発明の名称：

電池セル、セルスタック、及びレドックスフロー電池

技術分野

[0001] 本開示は、電池セル、セルスタック、及びレドックスフロー電池に関する。

本出願は、2019年1月30日付の日本国出願の特願2019-014460号に基づく優先権を主張し、前記日本国出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 大容量の蓄電池の一つとして、レドックスフロー電池が知られている（特許文献1、2を参照）。以下では、レドックスフロー電池を「RF電池」と呼ぶ場合がある。RF電池は、正極電極と、負極電極と、両電極間に介在される隔膜とを備える電池セルを主な構成要素とする。一般に、RF電池では、セルスタックと呼ばれる複数の電池セルを備える積層体が利用される。セルスタックは、セルフフレーム、正極電極、隔膜、負極電極を順に繰り返し積層した構造となっている。セルフフレームは、正極電極と負極電極との間に配置される双極板と、双極板の外周に設けられる枠体とを有する。セルスタックでは、隣接するセルフフレームの双極板の間に、隔膜を挟んで正負の電極が対向するように配置されて、1つの電池セルが構成される。電池セルには電解液が供給され、電極で電池反応を行い、反応後の電解液が電池セルから排出される。

[0003] 特許文献1、2は、双極板における電極側の面に電解液が流通する流路を備える双極板を開示する。双極板における電極側の面は、電極と対向する面である。特許文献1、2には、電解液が流通する流路として、蛇行形状の流路が記載されている（特許文献1の段落0041、0042及び図5、特許文献2の段落0061及び図5を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 5 － 1 2 2 2 3 1 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 5 － 1 3 8 7 7 1 号公報

発明の概要

[0005] 本開示の電池セルは、

電極と、前記電極に対向して配置される双極板とを備え、

前記電極と前記双極板とが重なる方向から見た平面視において、電解液が供給される供給縁と前記電解液が排出される排出縁とを有する電池セルであって、

前記供給縁から前記排出縁に向かう方向を長さ方向、前記供給縁及び前記排出縁に沿う方向を幅方向とするとき、

前記供給縁に連通する導入口と、前記排出縁に連通する排出口とを有し、前記導入口から前記排出口まで一連に形成され、前記幅方向に並列に配置される複数の蛇行流路を備え、

前記蛇行流路は、

前記長さ方向に伸び、前記幅方向に並ぶ複数の並列区間を有し、

複数の前記並列区間のうち、前記幅方向の一端側に配置される前記並列区間における前記供給縁側の端部が前記導入口に繋がると共に、前記幅方向の他端側に配置される前記並列区間における前記排出縁側の端部が前記排出口に繋がっており、

隣り合う前記並列区間における前記排出縁側の端部同士、及び前記供給縁側の端部同士が交互に接続されている。

[0006] 本開示のセルスタックは、

本開示の電池セルを備える。

[0007] 本開示のレドックスフロー電池は、

本開示のセルスタックを備える。

[0008] 本開示の別のレドックスフロー電池は、

本開示の電池セルを備える。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施形態に係るレドックスフロー電池の動作原理を示す説明図である。

[図2]図2は、実施形態に係るレドックスフロー電池の一例を示す概略構成図である。

[図3]図3は、実施形態に係るセルスタックの一例を示す概略構成図である。

[図4]図4は、実施形態に係るセルスタックに備えるセルフレームを一面側から見た概略平面図である。

[図5]図5は、実施形態に係る電池セルに備える双極板を一面側から見た概略平面図である。

[図6]図6は、実施形態に係る電池セルにおける蛇行流路を示す概略拡大平面図である。

発明を実施するための形態

[0010] [本開示が解決しようとする課題]

R F 電池の更なる電池性能の向上が望まれており、エネルギー効率を高めることが求められている。特に、電解液の圧力損失を低減できつつ、電極の広範囲に電解液を流通できることが求められている。

[0011] 特許文献1、2は、蛇行形状の流路が形成された双極板を開示する。特許文献1、2に記載された蛇行形状の流路は、双極板の全域にわたって一連に形成されている。この流路により、双極板の全域に均一的に電解液を行き渡らせることができる。一方、流路の全長が長くなり、その分、電解液の流通抵抗が増えるので、電解液を通液した時の圧力損失が増大するおそれがある。電解液の圧力損失が大きいと、電解液を送るポンプの動力を大きくする必要があるため、R F 電池のエネルギー効率が低下する場合がある。したがって、従来は、R F 電池のポンプ動力を低減することについて、必ずしも十分な検討がなされているとはいえなかった。

[0012] そこで、本開示は、レドックスフロー電池のポンプ動力を低減することが

できる電池セルを提供することを目的の一つとする。また、本開示は、レドックスフロー電池の電池性能を向上させることができるセルスタックを提供することを別の目的の一つとする。更に、本開示は、電池性能に優れるレドックスフロー電池を提供することを別の目的の一つとする。

[0013] [本開示の効果]

本開示の電池セルは、レドックスフロー電池のポンプ動力を低減することができる。また、本開示のセルスタックは、レドックスフロー電池の電池性能を向上させることができる。本開示のレドックスフロー電池は、電池性能に優れる。

[0014] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

[0015] (1) 本開示の実施形態に係る電池セルは、

電極と、前記電極に対向して配置される双極板とを備え、

前記電極と前記双極板とが重なる方向から見た平面視において、電解液が供給される供給縁と前記電解液が排出される排出縁とを有する電池セルであって、

前記供給縁から前記排出縁に向かう方向を長さ方向、前記供給縁及び前記排出縁に沿う方向を幅方向とすると、

前記供給縁に連通する導入口と、前記排出縁に連通する排出口とを有し、前記導入口から前記排出口まで一連に形成され、前記幅方向に並列に配置される複数の蛇行流路を備え、

前記蛇行流路は、

前記長さ方向に伸び、前記幅方向に並ぶ複数の並列区間を有し、

複数の前記並列区間のうち、前記幅方向の一端側に配置される前記並列区間における前記供給縁側の端部が前記導入口に繋がると共に、前記幅方向の他端側に配置される前記並列区間における前記排出縁側の端部が前記排出口に繋がっており、

隣り合う前記並列区間における前記排出縁側の端部同士、及び前記供給縁

側の端部同士が交互に接続されている。

[0016] 本開示の電池セルは、複数の蛇行流路を備えることで、電解液を各蛇行流路に沿って電極の広範囲に流通させることができる。また、本開示の電池セルは、従来のように1つの蛇行流路ではなく、複数の蛇行流路を備えることで、1つの蛇行流路を備える場合に比較して各蛇行流路の全長が短くなる。そのため、本開示の電池セルは、電解液を通液した時の圧力損失を低減できる。したがって、本開示の電池セルは、R F 電池のポンプ動力を低減することができる。

[0017] (2) 上記の電池セルの一形態として、
互いに隣り合う前記並列区間の間の前記幅方向の距離が1 mm以上40 mm以下であることが挙げられる。

[0018] 隣り合う並列区間の間の距離が上記範囲内であることで、電極への電解液の拡散性を改善できる。よって、上記形態は、電池反応を効率よく行うことができる。

[0019] (3) 上記の電池セルの一形態として、
前記並列区間数が3以上35以下であることが挙げられる。

[0020] 並列区間数が3以上であることで、電極の広範囲に電解液を行き渡らせ易い。そのため、上記形態は、電極において電池反応を生じさせ易い。並列区間数が35以下であることで、蛇行流路の全長が過度に長くなることを回避できる。そのため、上記形態は、蛇行流路における電解液の流通抵抗を低減できるので、電解液の圧力損失を低減し易い。よって、上記形態はポンプ動力をより低減し易い。

[0021] (4) 上記の電池セルの一形態として、
前記蛇行流路の断面積が前記導入口から前記排出口までの全長にわたって一様であることが挙げられる。

[0022] 蛇行流路の断面積が全長にわたって一様であることで、蛇行流路の全長にわたって電解液の流量を一定に保ち易い。

[0023] (5) 上記の電池セルの一形態として、

前記蛇行流路の断面積が 0.25 mm^2 以上 25 mm^2 以下であることが挙げられる。

[0024] 蛇行流路の断面積が上記範囲内であることで、蛇行流路に流れる電解液の流量を十分に確保し易く、電極の広範囲に電解液を行き渡らせ易い。そのため、上記形態は、電極において電池反応を生じさせ易い。また、蛇行流路の断面積が上記範囲内であれば、蛇行流路における電解液の流通抵抗を低減できるので、電解液の圧力損失を低減し易い。よって、上記形態はポンプ動力をより低減し易い。

[0025] (6) 上記の電池セルの一形態として、

前記電極の前記長さ方向の長さに対する前記並列区間が幅方向に並ぶ領域の前記長さ方向の長さの比率が50%以上であることが挙げられる。

[0026] 電極の長さに対する並列区間が幅方向に並ぶ領域の長さの比率が、50%以上であることで、電極の広範囲に電解液を拡散させ易い。そのため、上記形態は、電極において電池反応を生じさせ易い。

[0027] (7) 上記の電池セルの一形態として、

前記蛇行流路の全長が 150 mm 以上 10000 mm 以下であることが挙げられる。

[0028] 蛇行流路の全長が 150 mm 以上であることで、電極の広範囲に電解液を拡散させ易い。そのため、上記形態は、電極において電池反応を生じさせ易い。蛇行流路の全長が 10000 mm 以下であることで、蛇行流路における電解液の流通抵抗を十分に低減できるので、電解液の圧力損失を十分に低減し易い。よって、上記形態はポンプ動力を十分に低減し易い。

[0029] (8) 上記の電池セルの一形態として、

前記蛇行流路が前記双極板に設けられていることが挙げられる。

[0030] 蛇行流路は、双極板及び電極の少なくとも一方に設けることが好ましい。双極板に流路を設けることは容易である。そのため、上記形態は蛇行流路を形成し易い。蛇行流路は電極に設けてもよい。

[0031] (9) 上記の電池セルの一形態として、

前記蛇行流路は溝を含むことが挙げられる。

[0032] 蛇行流路が溝を含むことで、蛇行流路に電解液がより流れ易い。そのため、上記形態は電解液の圧力損失をより低減し易い。よって、上記形態はポンプ動力をより低減し易い。電極に蛇行流路を設ける場合、蛇行流路は、溝によって構成する他、電極を構成する多孔体自体の気孔率が局所的に大きい疎な部分によって構成してもよい。溝や多孔体における気孔率が大きい疎な部分は、溝のない箇所や気孔率が小さい密な部分に比べて電解液が流れ易く、流路として機能する。

[0033] (10) 上記の電池セルの一形態として、

前記電極の透過率が $1 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-10} \text{ m}^2$ 以下であることが挙げられる。

[0034] 電極の透過率とは、電極における電解液の流通のし易さを示す指標である。透過率が高いほど電極に電解液が流れ易いことを示す。透過率が上記範囲内であることで、電極に流れる電解液の圧力損失をより低減できる。また、透過率が上記範囲内であれば、電極に電解液が拡散し易く、電極の広範囲に電解液を行き渡らせ易い。そのため、上記形態は、電極において電池反応が生じ易い。

[0035] (11) 本開示の実施形態に係るセルスタックは、

上記(1)から(10)のいずれか一つに記載の電池セルを備える。

[0036] 本開示のセルスタックは、電解液の圧力損失を低減できつつ、電極の広範囲に電解液を流通させることができる。そのため、本開示のセルスタックは、RF電池のポンプ動力を低減することができる。これは、本開示のセルスタックが上述の本開示の電池セルを備えるからである。よって、本開示のセルスタックは、RF電池の電池性能を向上させることができる。

[0037] (12) 本開示の実施形態に係るレドックスフロー電池は、

上記(11)に記載のセルスタックを備える。

[0038] (13) 本開示の別の実施形態に係るレドックスフロー電池は、

上記(1)から(10)のいずれか一つに記載の電池セルを備える。

[0039] 本開示のＲＦ電池は、上述の本開示の電池セル、又は上述の本開示のセルスタックを備えるため、ポンプ動力を低減することができる。よって、本開示のＲＦ電池は、電池性能に優れる。

[0040] [本開示の実施形態の詳細]

本開示の電池セル、セルスタック、及びレドックスフロー電池（ＲＦ電池）の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。図中の同一符号は同一又は相当部分を示す。なお、本願発明はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0041] [実施形態]

図１～図６を参照して、実施形態に係るＲＦ電池１、並びに、ＲＦ電池１に備える電池セル１０及びセルスタック２の一例を説明する。

[0042] 《ＲＦ電池》

図１、図２に示すＲＦ電池１は、正極電解液及び負極電解液として、酸化還元により価数が増減する金属イオンを活性物質として含有する電解液を使用する。ＲＦ電池１は、正極電解液に含まれるイオンの酸化還元電位と、負極電解液に含まれるイオンの酸化還元電位との差を利用して充放電を行う。ここでは、ＲＦ電池１の一例として、正極電解液及び負極電解液にバナジウム（Ｖ）イオンを含有するバナジウム電解液を使用したバナジウム系ＲＦ電池を示す。図１中の電池セル１０内の実線矢印は充電反応を、破線矢印は放電反応をそれぞれ示している。ＲＦ電池１は、交流／直流変換器８０を介して電力系統９０に接続されている。ＲＦ電池１は、例えば、負荷平準化用途、瞬低補償、非常用電源などの用途、太陽光発電、風力発電といった自然エネルギー発電の出力平滑化用途に利用される。ＲＦ電池１は、正極電解液にマンガンイオンを含み、負極電解液にチタンイオンを含むマンガン－チタン系ＲＦ電池などでもよい。電解液は公知の組成のものを利用できる。

[0043] ＲＦ電池１は、充放電を行う電池セル１０と、電解液を貯留するタンク１０６、１０７と、タンク１０６、１０７と電池セル１０との間で電解液を循

環させる循環流路100P、100Nとを備える。

[0044] 《電池セル》

電池セル10は、図1に示すように、正極電極14と、負極電極15と、両電極間に介在される隔膜11とを備える。電池セル10の構造は、隔膜11を挟んで正極セル12と負極セル13とに分離され、正極セル12に正極電極14、負極セル13に負極電極15が内蔵されている。電池セル10は、図2に示すように、双極板31の間に、正極電極14と負極電極15とが隔膜11を介して対向するように配置されて構成される（図3も参照）。

[0045] 本実施形態の電池セル10は、図5に示すように、電解液が流通する流路として、複数の蛇行流路4を備える点を特徴の1つとする。蛇行流路4は、例えば、正極電極14、負極電極15といった電極と双極板31の少なくとも一方に設けられる。本実施形態では、双極板31に複数の蛇行流路4が設けられている。蛇行流路4は、図6に示すように、複数の並列区間40を有する。以下では、電池セル10の基本構成を先に説明し、その後、図5、図6を参照して、電池セル10に備える蛇行流路4の構成を説明する。

[0046] （電極）

R F電池1の正極電極14及び負極電極15の各電極には、正極電解液及び負極電解液といった電解液が供給される。各電極は電解液が電池反応を行う反応場として機能する。正極電極14及び負極電極15は、導電性を有する多孔体で形成されている。多孔体で形成された電極は、空孔を有するため、電極内に電解液を流通させることができる。正極電極14及び負極電極15には、例えば、カーボンフェルト、カーボンクロス、カーボンペーパーなどが好適に利用できる。隔膜11は、例えば、水素イオンを透過するイオン交換膜で形成されている。

[0047] 〈電極の透過率〉

正極電極14及び負極電極15の各電極の透過率は、例えば $1 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-10} \text{ m}^2$ 以下であることが挙げられる。透過率は、電解液の流通のし易さを示す指標である。透過率が高いほど電極に電解液が流れ易いこと

を示す。透過率が $1 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ 以上であることで、電極における電解液の流通抵抗が小さくなり、電極に流れる電解液の圧力損失をより低減できる。また、透過率が $1 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ 以上であれば、電極に電解液が拡散し易く、電極の広範囲に電解液を行き渡らせ易い。透過率が高過ぎると、電池反応せずに未反応のまま電極内を通過する電解液の割合が多くなる。そのため、電極において電池反応が生じ難くなる。透過率が $1 \times 10^{-10} \text{ m}^2$ 以下であることで、未反応のまま電極内を通過する電解液を低減できる。よって、電極において電池反応が生じ易い。より好ましい電極の透過率は、 $2 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ 以上、更に $5 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ 以上 $5 \times 10^{-11} \text{ m}^2$ 以下である。

[0048] 透過率は、電極の透過抵抗の逆数であり、次式で示されるダルシー・ワイズバッハの式により求められる。

$$\Delta P = (h / K) \mu (Q / w d)$$

Kは透過率 (m^2) である。 ΔP は圧力損失 (Pa)、Qは電極に供給される流体の流量 (m^3 / s)、 μ は流体の粘度 (Pa · s)、hは電極の長さ (m)、wは電極の幅 (m)、dは電極の厚み (m) をそれぞれ示す。電極の厚みは、電池セル10に電極を組み込んだときにおける圧縮状態での電極の厚みとする。透過率は、流体の種類によらず電極固有の値である。透過率は、粘度が既知である水などの流体を用いて測定することができる定数である。電極の透過率は、特許文献1に記載された測定方法を用いて求めることができる。

[0049] 電池セル10を構成する正極セル12及び負極セル13には、図1、図2に示すように、循環流路100P、100Nを通して正極電解液及び負極電解液といった電解液が循環する。正極セル12には、正極電解液を貯留する正極電解液タンク106が正極循環流路100Pを介して接続されている。同様に、負極セル13には、負極電解液を貯留する負極電解液タンク107が負極循環流路100Nを介して接続されている。各循環流路100P、100Nは、各タンク106、107から電池セル10へ電解液を送る往路配管108、109と、電池セル10から各タンク106、107へ電解液を

戻す復路配管 110、111 とを有する。各往路配管 108、109 には、各タンク 106、107 に貯留される電解液を圧送するポンプ 112、113 が設けられている。電解液は、ポンプ 112、113 により電池セル 10 に循環される。

[0050] 《セルスタック》

R F 電池 1 は、単数の電池セル 10 を備える単セル電池であってもよいし、複数の電池セル 10 を備える多セル電池であってもよい。R F 電池 1 は通常、図 2 に示すような、複数の電池セル 10 が積層されたセルスタック 2 が利用される。セルスタック 2 は、図 3 に示すように、複数のサブスタック 200 をその両側から 2 枚のエンドプレート 220 で挟み込み、両側のエンドプレート 220 を締付機構 230 で締め付けることで構成されている。図 3 は、複数のサブスタック 200 を備えるセルスタック 2 を示している。サブスタック 200 は、セルフフレーム 3、正極電極 14、隔膜 11、負極電極 15 の順に繰り返し積層され、その積層体の両端に給排板 210 が配置された構造である。給排板 210 には、各循環流路 100P、100N（図 1、図 2 参照）の往路配管 108、109 及び復路配管 110、111 が接続される。

[0051] 《セルフフレーム》

セルフフレーム 3 は、図 3 に示すように、正極電極 14 と負極電極 15 との間に配置される双極板 31 と、双極板 31 の周囲に設けられる枠体 32 とを有する（図 4 も参照）。双極板 31 の一面側には、正極電極 14 が対向するように配置される。双極板 31 の他面側には、負極電極 15 が対向するように配置される。枠体 32 の内側には、双極板 31 が設けられ、双極板 31 と枠体 32 により凹部 320 が形成される。凹部 320 は、双極板 31 の両側にそれぞれ形成され、各凹部 320 内に正極電極 14 及び負極電極 15 が双極板 31 を挟んで収納される。

[0052] 双極板 31 は、例えば導電性プラスチック、代表的にはプラスチックカーボンなどで形成されている。プラスチックカーボンは、導電性カーボンと樹

脂との複合材料である。枠体 32 は、例えば、塩化ビニル樹脂（PVC）、ポリプロピレン、ポリエチレン、フッ素樹脂、エポキシ樹脂などのプラスチックで形成されている。セルフフレーム 3 は、双極板 31 の周囲に枠体 32 を射出成型などにより一体化することで製造することが挙げられる。その他、セルフフレーム 3 は、双極板 31 の外周部と枠体 32 の内周部との間にシール部材を配置し、双極板 31 の外周部と枠体 32 の内周部とを重ね合わせることで製造することもできる。

[0053] セルスタック 2 を構成するサブスタック 200 は、隣接する各セルフフレーム 3 の枠体 32 の一面側と他面側とが互いに対向して突き合わされ、隣接する各セルフフレーム 3 の双極板 31 の間にそれぞれ 1 つの電池セル 10 が形成される（図 3 参照）。換言すれば、隣り合う電池セル 10 の間に双極板 31 が介在される。正極電極 14 及び負極電極 15 の各電極は、電池セル 10 を構成したときに枠体 32 の各凹部 32o 内に収納される。各セルフフレーム 3 の枠体 32 の間には、電解液の漏洩を抑制するため、Oリング又は平パッキンなどの環状のシール部材 37（図 2、図 3 参照）が配置されている。

[0054] 電池セル 10 への電解液の供給及び排出は、枠体 32 に貫通して形成された給液マニホールド 33、34 及び排液マニホールド 35、36 と、枠体 32 に形成された給液スリット 33s、34s 及び排液スリット 35s、36s を介して行われる。図 3 に示すセルフフレーム 3 の場合、正極電解液は、枠体 32 の下部に形成された給液マニホールド 33 から枠体 32 の一面側に形成された給液スリット 33s を介して双極板 31 の一面側に供給される。供給された正極電解液は、枠体 32 の上部に形成された排液スリット 35s を介して排液マニホールド 35 に排出される。同様に、負極電解液は、枠体 32 の下部に形成された給液マニホールド 34 から枠体 32 の他面側に形成された給液スリット 34s を介して双極板 31 の他面側に供給される。供給された負極電解液は、枠体 32 の上部に形成された排液スリット 36s を介して排液マニホールド 36 に排出される。給液マニホールド 33、34 及び排液マニホールド 35、36 は、給排板 210（図 3 参照）を介して各循環流

路１００Ｐ、１００Ｎ（図１、図２参照）の往路配管１０８、１０９及び復路配管１１０、１１１にそれぞれつながっている。

[0055] 本例の電池セル１０は、電解液が下縁側から供給され、上縁側から排出されるように構成されている。つまり、電池セル１０における全体的な電解液の流れる方向は、紙面上方向となる。

[0056] セルフフレーム３は、図４に示すように、供給側整流部３３０と排出側整流部３５０とを有する。供給側整流部３３０は、枠体３２の一面側に形成され、枠体３２の内周の下縁に沿って伸びる溝である。供給側整流部３３０に給液スリット３３ｓがつながっている。供給側整流部３３０は、給液スリット３３ｓから供給された正極電解液を双極板３１の下縁部に沿って拡散させる機能を有する。排出側整流部３５０は、枠体３２の一面側に形成され、枠体３２の内周の上縁に沿って伸びる溝である。排出側整流部３５０に排液スリット３５ｓがつながっている。排出側整流部３５０は、双極板３１の上縁部から排出された正極電解液を排液スリット３５ｓに集約する機能を有する。

[0057] この例では、供給側整流部３３０及び排出側整流部３５０を枠体３２に設けているが、供給側整流部３３０及び排出側整流部３５０は双極板３１に設けることも可能である。双極板３１に供給側整流部３３０を設ける場合は双極板３１の下縁部に沿って溝を形成すればよい。また、双極板３１に排出側整流部３５０を設ける場合は双極板３１の上縁部に沿って溝を形成すればよい。

[0058] 図４では、正極電極１４（図３参照）が配置されるセルフフレーム３の正極側である一面側に形成された正極電解液用の供給側整流部３３０及び排出側整流部３５０のみを図示している。負極電極１５（図３参照）が配置されるセルフフレーム３の負極側である他面側にも、一面側と同様に、負極電解液用の供給側整流部及び排出側整流部が形成されている。セルフフレーム３の他面側に形成された負極電解液用の供給側整流部及び排出側整流部の構成は、図４に示す供給側整流部３３０及び排出側整流部３５０と同様であるので、その説明を省略する。

[0059] (双極板)

双極板 3 1 は、図 4、図 5 に示すように、正極電極 1 4 (図 3 参照) 及び負極電極 1 5 (図 3 参照) の各電極と双極板 3 1 とが重なる方向から見た平面視において、電解液が供給される供給縁 3 1 1 と、電解液が排出される排出縁 3 1 2 とを有する。本例の場合、双極板 3 1 における周縁の下縁が供給縁 3 1 1 である。双極板 3 1 における周縁の上縁が排出縁 3 1 2 である。

[0060] 本例の双極板 3 1 の平面形状は矩形状である。図 4、図 5 における紙面表側から見た双極板 3 1 の一面側は、正極電極 1 4 (図 3 参照) に対向する面である。図 4、図 5 における紙面裏側から見た双極板 3 1 の他面側は、負極電極 1 5 (図 3 参照) に対向する面である。

[0061] (蛇行流路)

本例の電池セル 1 0 は、図 5 に示すように、複数の蛇行流路 4 を備える。蛇行流路 4 は、代表的には、双極板 3 1 に設けられる。蛇行流路 4 は、正極電極 1 4 及び負極電極 1 5 の少なくとも一方の電極に設けることも可能である。

[0062] 蛇行流路 4 は、例えば、溝によって形成される。上記溝に多孔体が収納されていてもよい。また、電極に蛇行流路 4 を設ける場合、蛇行流路 4 は、電極を構成する多孔体自体の気孔率が局所的に大きい疎な部分によって形成されていてもよい。上記の溝や多孔体における気孔率が大きい疎な部分は、溝のない箇所や気孔率が小さい密な部分に比べて、電解液が流れ易い。

[0063] 本例では、図 5 に示すように、双極板 3 1 に複数の蛇行流路 4 が設けられると共に、各蛇行流路 4 が溝によって形成されている場合を例示する。双極板 3 1 に溝を形成することは比較的容易である。そのため、双極板 3 1 に溝からなる蛇行流路 4 を形成し易い。また、蛇行流路 4 が溝を含む構成とすると、蛇行流路 4 に電解液がより流れ易いため、電解液の圧力損失を低減し易い。

[0064] 以下、図 5 に示す双極板 3 1 に設けられた蛇行流路 4 の構成を説明する。以下の説明において、供給縁 3 1 1 から排出縁 3 1 2 に向かう方向を長さ方

向とする。供給縁 3 1 1 及び排出縁 3 1 2 に沿う方向を幅方向とする。つまり、図 4、図 5 における紙面上下方向が上記長さ方向である。図 4、図 5 における紙面左右方向が上記幅方向である。図 4、図 5 では、双極板 3 1 の一面側である正極電極 1 4 側に設けられた正極電解液が流通する複数の蛇行流路 4 しか図示していない。双極板 3 1 の他面側である負極電極 1 5 側にも、一面側と同様に、負極電解液が流通する複数の蛇行流路が設けられている。なお、図 4、図 5 では、複数の蛇行流路 4 のうち、2 つの蛇行流路 4 のみを図示し、その他の蛇行流路は「・・・（ドット）」で省略して示す。

[0065] 蛇行流路 4 は、図 5 に示すように、幅方向に並列に複数配置されている。本例の場合、双極板 3 1 の概ね全域にわたって、蛇行流路 4 が並んで設けられている。蛇行流路 4 の数は、双極板 3 1 の全域に電解液を均一に行き渡らせられるように、双極板 3 1 のサイズ、代表的には双極板 3 1 の幅方向の長さによって適宜選択することが好ましい。各蛇行流路 4 は、供給縁 3 1 1 に連通する導入口 4 i と、排出縁 3 1 2 に連通する排出口 4 o とを有する。各蛇行流路 4 は、導入口 4 i から排出口 4 o まで一連に形成されている。

[0066] 図 6 を用いて、蛇行流路 4 の構成を詳しく説明する。蛇行流路 4 は、図 6 に示すように、複数の並列区間 4 0 を有する。各並列区間 4 0 は、長さ方向に伸び、幅方向に並ぶように設けられている。各並列区間 4 0 は、供給縁 3 1 1 側及び排出縁 3 1 2 側にそれぞれ端部 4 0 1、4 0 2 を有している。本例の蛇行流路 4 を構成する並列区間 4 0 は、溝によって形成されている。以下の説明では、複数の並列区間 4 0 のうち、幅方向の一端側に配置され、導入口 4 i を介して供給縁 3 1 1 に直接連通する並列区間 4 0 を指すときは、「導入側区間 4 1」という。また、幅方向の他端側に配置され、排出口 4 o を介して排出縁 3 1 2 に直接連通する並列区間 4 0 を指すときは、「排出側区間 4 2」という。つまり、図 5、図 6 に示す蛇行流路 4 において、紙面左側に位置する並列区間 4 0 が導入側区間 4 1、紙面右側に位置する並列区間 4 0 が排出側区間 4 2 である。更に、導入側区間 4 1 及び排出側区間 4 2 を除く、導入側区間 4 1 と排出側区間 4 2 との間に配置される残りの並列区間

4 0 を指すときは、「中間区間 4 5」という。

[0067] 蛇行流路 4 において、導入側区間 4 1 における供給縁 3 1 1 側の端部 4 0 1 は導入口 4 i に繋がっている。また、排出側区間 4 2 における排出縁 3 1 2 側の端部 4 0 2 は排出口 4 o に繋がっている。中間区間 4 5 は、導入側区間 4 1 と排出側区間 4 2 との間に、幅方向に間隔をあけて並ぶように配置されている。そして、隣り合う並列区間 4 0 における排出縁 3 1 2 側の端部 4 0 2 同士、及び供給縁 3 1 1 側の端部 4 0 1 同士が交互に接続されることによって、蛇行流路 4 が構成されている。蛇行流路 4 は、並列区間 4 0 が幅方向に並ぶ領域を有する。以下、並列区間 4 0 が幅方向に並ぶ領域を「並列領域 4 A」という。並列領域 4 A は、並列区間 4 0 を幅方向に見て、全並列区間 4 0 が互いに重なり合う領域である。並列領域 4 A は、排出縁 3 1 2 側の後述する横区間 5 5 と供給縁 3 1 1 側の後述する横区間 5 5 との間の長さ方向の長さを有し、幅方向の一端側にある並列区間 4 0 から幅方向の他端側にある並列区間 4 0 までの幅方向の長さを有する。

[0068] 導入側区間 4 1 は、導入口 4 i から排出縁 3 1 2 側に向かって伸びる。導入側区間 4 1 における排出縁 3 1 2 側の端部 4 0 2 は、排出縁 3 1 2 まで達しておらず、排出縁 3 1 2 に連通していない。排出側区間 4 2 は、排出口 4 o から供給縁 3 1 1 側に向かって伸びる。排出側区間 4 2 における供給縁 3 1 1 側の端部 4 0 1 は、供給縁 3 1 1 まで達しておらず、供給縁 3 1 1 に連通していない。導入側区間 4 1 における排出縁 3 1 2 側の端部 4 0 2 は中間区間 4 5 に連通し、更に中間区間 4 5 は排出側区間 4 2 における供給縁 3 1 1 側の端部 4 0 1 に連通している。中間区間 4 5 における排出縁 3 1 2 側の端部 4 0 2 及び供給縁 3 1 1 側の端部 4 0 1 は、排出縁 3 1 2 及び供給縁 3 1 1 まで達しておらず、排出縁 3 1 2 及び供給縁 3 1 1 に連通していない。

[0069] 図 6 に示す蛇行流路 4 の場合、導入側区間 4 1 及び排出側区間 4 2 が、長さ方向に沿って平行に形成されている。また、中間区間 4 5 も、長さ方向に沿うように形成されている。つまり、各並列区間 4 0 は、長さ方向に沿って形成され、かつ、互いに幅方向に間隔をあけて平行に設けられている。隣り

合う並列区間 4 0 における排出縁 3 1 2 側の端部 4 0 2 同士、及び供給縁 3 1 1 側の端部 4 0 1 同士は、幅方向に沿う横区間 5 5 を介して交互に接続されている。

[0070] (蛇行流路の作用)

蛇行流路 4 を備える場合の電解液の流れについて説明する。供給縁 3 1 1 から供給された正極電解液といった電解液は、導入口 4 i から蛇行流路 4 に導入される。蛇行流路 4 に導入された電解液は、蛇行流路 4 に沿って流れ、排出口 4 o から排出縁 3 1 2 に排出される。

[0071] 蛇行流路 4 に流れる電解液は、蛇行流路 4 から蛇行流路 4 に面する正極電極 1 4 といった電極に浸透し、電極の表面から電極内部へ拡散する。この電極への電解液の拡散により、電極内部に電解液の流通を生じさせることができる。電解液が電極に流通することによって、電極において電池反応が生じる。

[0072] (蛇行流路の断面積)

図 6 に示す蛇行流路 4 は、導入口 4 i から排出口 4 o までの全長にわたって断面積が一樣である。「蛇行流路 4 の断面積」とは、蛇行流路 4 における電解液の流通方向に直交する横断面の断面積である。「断面積が一樣」とは、次のことを意味する。蛇行流路 4 に沿って複数の箇所を選択し、蛇行流路 4 における複数の箇所の断面積を測定する。具体的には、各並列区間 4 0、即ち導入側区間 4 1、中間区間 4 5 及び排出側区間 4 2 の各区間における複数の箇所の断面積を測定する。測定する箇所は、例えば各並列区間 4 0 において 1 0 箇所以上とし、等間隔に設定するとよい。そして、測定した断面積の平均値を求め、各箇所の断面積が平均値の $\pm 30\%$ 以内であるとき、断面積が一樣であるとみなす。より好ましくは、各箇所の断面積が平均値の $\pm 20\%$ 以内、更に $\pm 10\%$ 以内である。

[0073] 蛇行流路 4 を構成する並列区間 4 0 の断面積は、例えば 0.25 mm^2 以上 2.5 mm^2 以下、更に 1 mm^2 以上 1.5 mm^2 以下であることが挙げられる。蛇行流路 4 の断面積が上記範囲内であることで、蛇行流路 4 に流れる電解液の

流量を十分に確保し易い。よって、蛇行流路4の断面積が上記範囲内である場合は、電極の広範囲に電解液を行き渡らせ易いため、電極において電池反応を生じさせ易い。また、蛇行流路4の断面積が上記範囲内であれば、蛇行流路4における電解液の流通抵抗を低減できるため、電解液の圧力損失を低減し易い。

[0074] この例では、蛇行流路4の断面形状が矩形状である。「蛇行流路4の断面形状」とは、上記横断面での形状である。蛇行流路4の断面形状は、矩形状に限定されるものではなく、例えば、三角形状、台形状、半円形状、半楕円形状などであってもよい。蛇行流路4の幅及び深さが導入口4 i から排出口4 o までの全長にわたって一様である。「蛇行流路4の幅」とは、上記横断面での幅である。蛇行流路4の深さとは、上記横断面での深さである。蛇行流路4の幅は、例えば0.5 mm以上10 mm以下、更に1 mm以上5 mm以下であることが挙げられる。蛇行流路4の深さは、例えば0.5 mm以上10 mm以下、更に1 mm以上5 mm以下であることが挙げられる。

[0075] (蛇行流路の全長)

蛇行流路4の全長は、例えば150 mm以上10000 mm以下、更に500 mm以上5000 mm以下であることが挙げられる。「蛇行流路4の全長」とは、導入口4 i から排出口4 o までの中心線に沿った長さを意味する。蛇行流路4の全長が短過ぎると、蛇行流路4から電極への電解液の拡散が生じ難い。その結果、電極に電解液が十分に流通せず、電解液が未反応のまま蛇行流路4を通過してしまうおそれがある。蛇行流路4の全長が150 mm以上であることで、蛇行流路4から電極への電解液の拡散が十分に生じ易くなる。そのため、電極内部に電解液の流通を生じさせ易い。よって、蛇行流路4の全長が150 mm以上である場合は、電極の広範囲に電解液を拡散させ易いので、電極において電池反応を生じさせ易い。蛇行流路の全長が10000 mm以下であることで、蛇行流路4における電解液の流通抵抗が大きくなり過ぎることを回避できる。よって、蛇行流路4の全長が10000 mm以下である場合は、蛇行流路4における電解液の流通抵抗を十分に低減

できるので、電解液の圧力損失を十分に低減し易い。

[0076] (並列領域の長さ)

電池セル 10 (図 3 参照) を構成したとき、正極電極 14 及び負極電極 15 の少なくとも一方の電極の長さに対する蛇行流路 4 における並列領域 4A の長さの比率は、例えば 50% 以上、更に 60% 以上、70% 以上、80% 以上であることが好ましい。電極の長さは長さ方向における長さである。上記の並列領域 4A の長さは、図 6 中、 L_{4A} で示される長さ方向の寸法のことである。並列領域 4A の長さは、複数の並列区間 40 のうち、幅方向の両端に配置される並列区間 40 を除いた並列区間 40 の長さ方向の長さである。換言すれば、並列領域 4A の長さは、中間区間 45 の長さ方向の長さに相当するといえる。中間区間 45 の上記長さとは、中間区間 45 において、排出縁 312 に最も近い部分と供給縁 311 に最も近い部分との間の長さ方向の距離をいう。本例の場合、並列領域 4A の長さは、中間区間 45 における排出縁 312 側の端部 402 と供給縁 311 側の端部 401 との間の長さ方向の距離に等しい。上記の比率が高いほど、電極の広範囲に電解液を拡散させ易いため、電極において電池反応を生じさせ易い。双極板 31 の長さに対する並列領域 4A の長さの比率は、例えば 50% 以上、更に 60% 以上、70% 以上、80% 以上であることが挙げられる。双極板 31 の長さは、供給縁 311 から排出縁 312 までの長さ方向の距離である。

[0077] 排出側区間 42 を除く並列区間 40 における排出縁 312 側の端部 402 と排出縁 312 までの距離は、例えば 1 mm 以上 150 mm 以下、更に 2 mm 以上 100 mm 以下、4 mm 以上 80 mm 以下であることが挙げられる。また、導入側区間 41 を除く並列区間 40 における供給縁 311 側の端部 401 と供給縁 311 までの距離は、例えば 1 mm 以上 150 mm 以下、更に 2 mm 以上 100 mm 以下、4 mm 以上 80 mm 以下であることが挙げられる。

[0078] (並列区間の数)

蛇行流路 4 を構成する並列区間 40 の総数は $2n + 1$ 個となる (n は自然

数)。つまり、並列区間40の数は3以上の奇数である。並列区間40の数は、例えば3以上35以下であることが挙げられる。並列区間40の数が3以上であることで、電極の広範囲に電解液を行き渡らせ易い。並列区間40の数が35以下、更に15以下であることで、蛇行流路4の全長が過度に長くなることを回避できる。そのため、上記形態は、蛇行流路における電解液の流通抵抗を低減できるので、電解液の圧力損失を低減し易い。図5に示す複数の蛇行流路4において、各蛇行流路4における並列区間40の数は同じであってもよいし、異なってもよい。この例では、各蛇行流路4における並列区間40の数が同じ5個である。

[0079] (並列区間の間の距離)

隣り合う並列区間40の間の幅方向の距離は、例えば1mm以上40mm以下、更に2mm以上25mm以下であることが挙げられる。これにより、電極への電解液の拡散性を改善できる。「並列区間40の間の距離」とは、隣り合う一方の並列区間40の中心線と他方の並列区間40の中心線との間隔を意味する。並列区間40の間の距離は、図6中、 P_1 で示される寸法のことである。「並列区間40の中心線」は、並列区間40における幅の中心を通る線である。図6中、並列区間40の中心線を一点鎖線で示す。

[0080] 並列区間40の間の距離 P_1 が1mm以上であることで、各並列区間40の間に位置する部分(所謂、畝部)の面積が増える。そのため、電極と双極板31との接触面積を確保し易い。よって、上記距離 P_1 が1mm以上である場合は、電池反応を効率よく行うことができる。また、上記距離 P_1 が40mm以下であることで、各並列区間40から電極への電解液の拡散が十分となり、電極の全面積にわたって電池反応が十分に生じ易くなる。よって、上記距離 P_1 が40mm以下である場合は、電池反応を効率よく行うことができる。

[0081] [実施形態の効果]

実施形態に係る電池セル10における双極板31は、複数の蛇行流路4を備えることで、電解液を各蛇行流路4に沿って電極の広範囲に流通させることができる。電池セル10は、複数の蛇行流路4を備えることで、電解液の

圧力損失を低減できる。したがって、電池セル１０は、ＲＦ電池１のポンプ動力を低減することができる。

[0082] 実施形態に係るセルスタック２は、上記の電池セル１０を備えるため、ＲＦ電池１のポンプ動力を低減することができる。よって、セルスタック２は、ＲＦ電池１の電池性能を向上させることができる。

[0083] 実施形態に係るＲＦ電池１は、上記の電池セル１０、又はセルスタック２を備えるため、ポンプ動力が低く、電池性能に優れる。

符号の説明

- [0084] １ レドックスフロー電池（ＲＦ電池）
 ２ セルスタック
 １０ 電池セル
 １１ 隔膜
 １２ 正極セル １３ 負極セル
 １４ 正極電極 １５ 負極電極
 ３ セルフレーム
 ３１ 双極板
 ３１１ 供給縁 ３１２ 排出縁
 ３２ 枠体
 ３２○ 凹部
 ３３、３４ 給液マニホールド ３５、３６ 排液マニホールド
 ３３ｓ、３４ｓ 給液スリット ３５ｓ、３６ｓ 排液スリット
 ３７ シール部材
 ３３０ 供給側整流部 ３５０ 排出側整流部
 ４ 蛇行流路
 ４ｉ 導入口 ４○ 排出口
 ４０ 並列区間
 ４１ 導入側区間 ４２ 排出側区間
 ４５ 中間区間

4 0 1、4 0 2 端部

4 A 並列領域

5 5 横区間

1 0 0 P 正極循環流路 1 0 0 N 負極循環流路

1 0 6 正極電解液タンク 1 0 7 負極電解液タンク

1 0 8、1 0 9 往路配管 1 1 0、1 1 1 復路配管

1 1 2、1 1 3 ポンプ

2 0 0 サブスタック

2 1 0 給排板 2 2 0 エンドプレート

2 3 0 締付機構

8 0 交流／直流変換器 9 0 電力系統

L_{4 A} 長さ

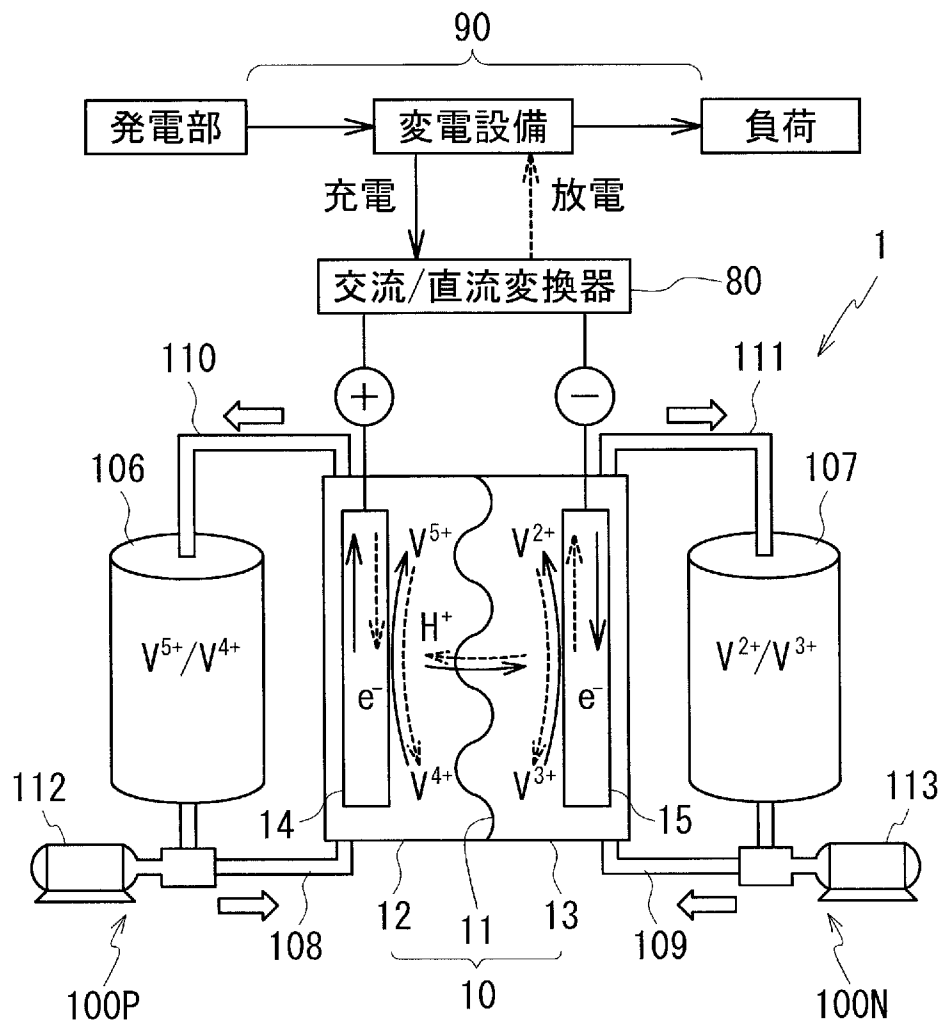
P₁ 距離

請求の範囲

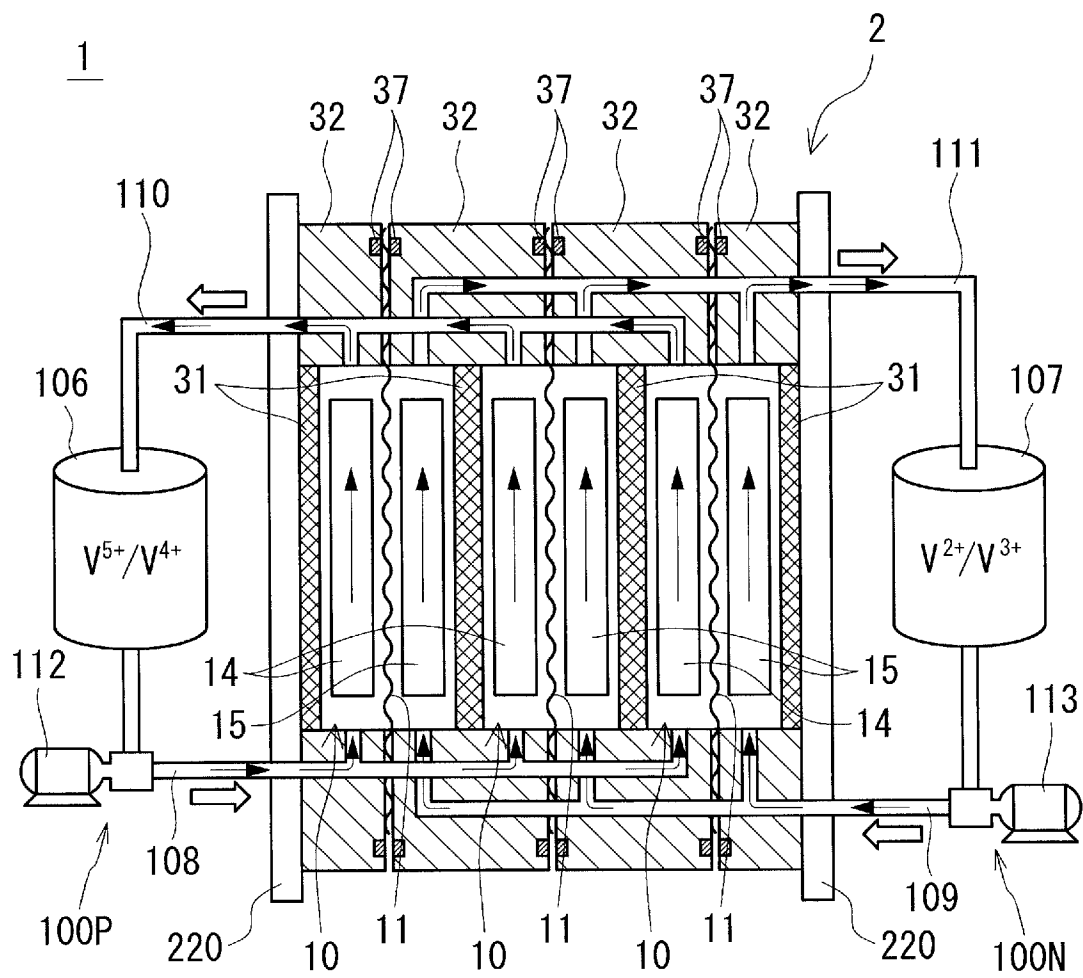
- [請求項1] 電極と、前記電極に対向して配置される双極板とを備え、
前記電極と前記双極板とが重なる方向から見た平面視において、電解液が供給される供給縁と前記電解液が排出される排出縁とを有する電池セルであって、
前記供給縁から前記排出縁に向かう方向を長さ方向、前記供給縁及び前記排出縁に沿う方向を幅方向とすると、
前記供給縁に連通する導入口と、前記排出縁に連通する排出口とを有し、前記導入口から前記排出口まで一連に形成され、前記幅方向に並列に配置される複数の蛇行流路を備え、
前記蛇行流路は、
前記長さ方向に伸び、前記幅方向に並ぶ複数の並列区間を有し、
複数の前記並列区間のうち、前記幅方向の一端側に配置される前記並列区間における前記供給縁側の端部が前記導入口に繋がると共に、
前記幅方向の他端側に配置される前記並列区間における前記排出縁側の端部が前記排出口に繋がっており、
隣り合う前記並列区間における前記排出縁側の端部同士、及び前記供給縁側の端部同士が交互に接続されている、
電池セル。
- [請求項2] 互いに隣り合う前記並列区間の間の前記幅方向の距離が1 mm以上40 mm以下である請求項1に記載の電池セル。
- [請求項3] 前記並列区間の数が3以上35以下である請求項1又は請求項2に記載の電池セル。
- [請求項4] 前記蛇行流路の断面積が前記導入口から前記排出口までの全長にわたって一様である請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の電池セル。
- [請求項5] 前記蛇行流路の断面積が0.25 mm²以上25 mm²以下である請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の電池セル。

- [請求項6] 前記電極の前記長さ方向の長さに対する前記並列区間が前記幅方向に並ぶ領域の前記長さ方向の長さの比率が50%以上である請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の電池セル。
- [請求項7] 前記蛇行流路の全長が150mm以上10000mm以下である請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の電池セル。
- [請求項8] 前記蛇行流路が前記双極板に設けられている請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の電池セル。
- [請求項9] 前記蛇行流路は溝を含む請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の電池セル。
- [請求項10] 前記電極の透過率が $1 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-10} \text{ m}^2$ 以下である請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の電池セル。
- [請求項11] 請求項1から請求項10のいずれか1項に記載の電池セルを備える、
セルスタック。
- [請求項12] 請求項11に記載のセルスタックを備える、
レドックスフロー電池。
- [請求項13] 請求項1から請求項10のいずれか1項に記載の電池セルを備える、
レドックスフロー電池。

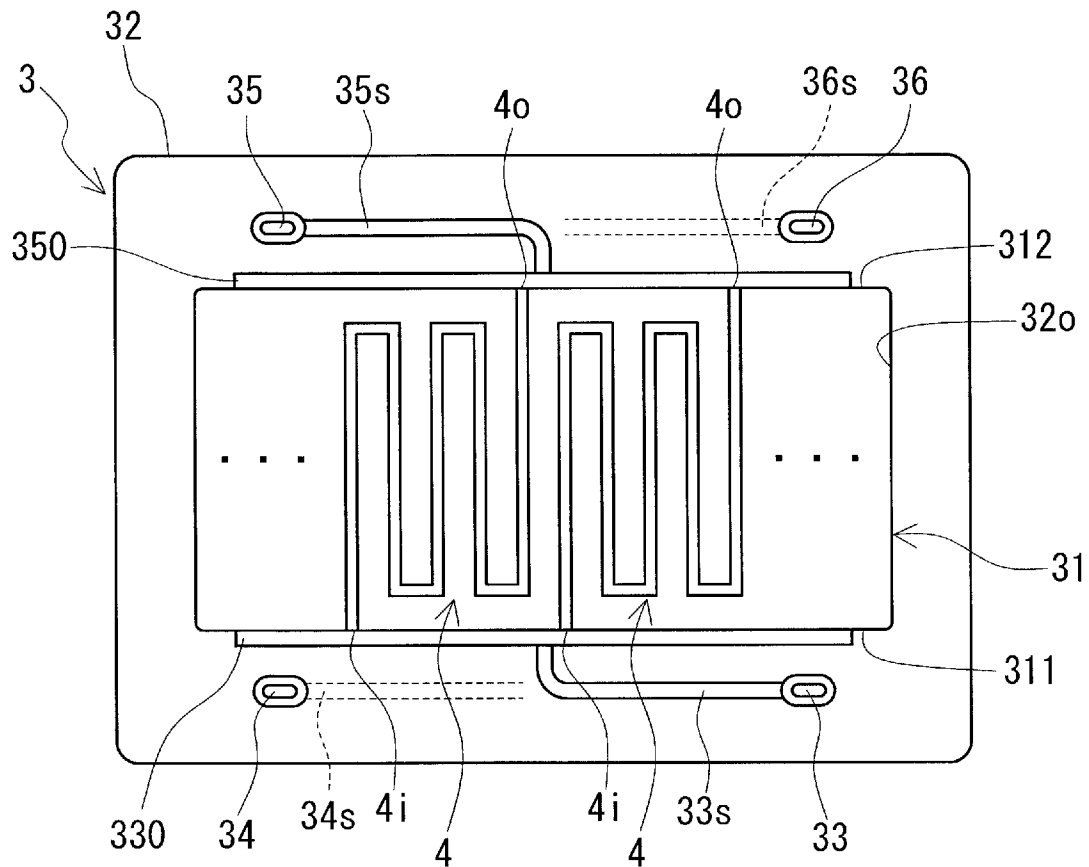
[図1]



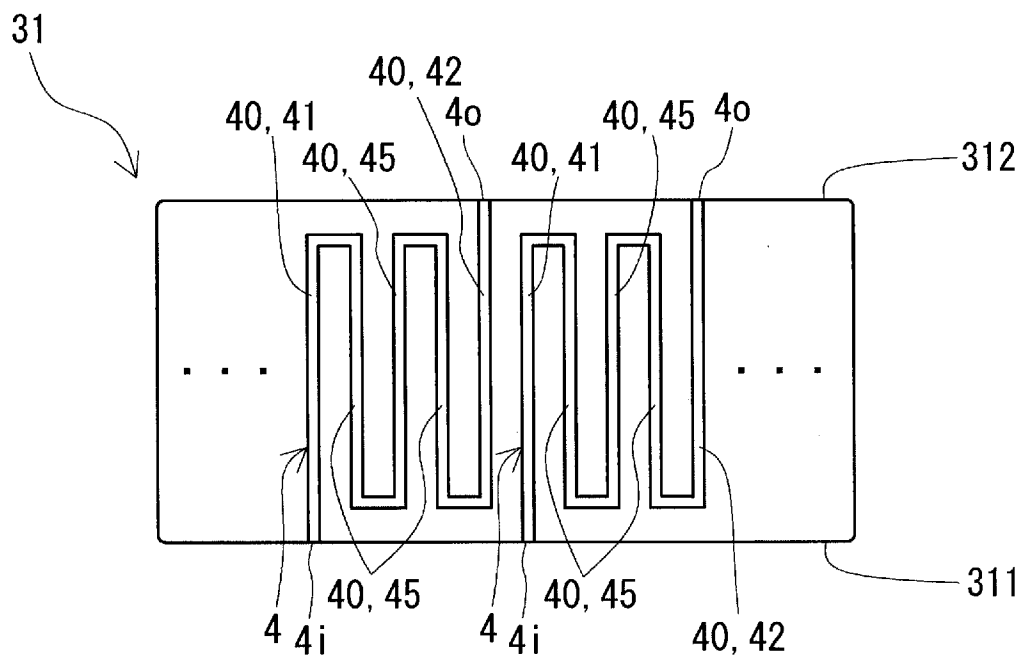
[図2]



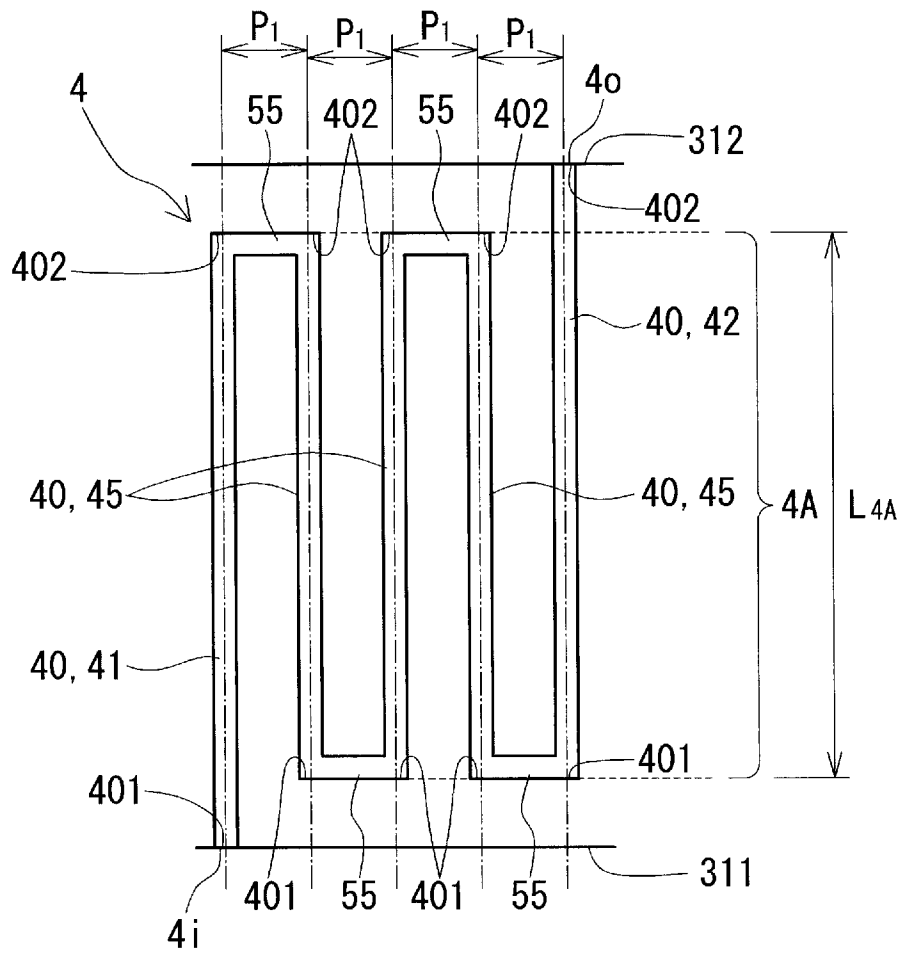
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/002595

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 4/86(2006.01)i; H01M 8/026(2016.01)i; H01M 8/0263(2016.01)i; H01M 8/18(2006.01)i

FI: H01M8/18; H01M4/86 M; H01M8/026; H01M8/0263

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)

H01M4/86; H01M8/026; H01M8/0263; H01M8/18

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	CN 206758557 U (BEIJING PRUDENT ENERGY TECH CO., LTD.) 15.12.2017 (2017-12-15) paragraphs [0002], [0013]-[0017], fig. 1	1-4, 6-9, 11-13
Y		5, 10
X	CN 206163611 U (UNIV ZHEJIANG TECHNOLOGY) 10.05.2017 (2017-05-10) paragraphs [0003], [0017]-[0019], fig. 1	1-4, 6-9, 11-13
Y		5, 10
Y	WO 2018/069996 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 19.04.2018 (2018-04-19) paragraphs [0056], [0059], [0064], [0074]-[0078], fig. 5-11	5
Y	JP 2015-122231 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 02.07.2015 (2015-07-02) paragraphs [0051], [0074]-[0088], fig. 7	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
08 May 2020 (08.05.2020)Date of mailing of the international search report
19 May 2020 (19.05.2020)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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/002595

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 206758557 U	15 Dec. 2017	(Family: none)	
CN 206163611 U	10 May 2017	(Family: none)	
WO 2018/069996 A1	19 Apr. 2018	US 2018/0375115 A1 fig. 5-11, paragraphs [0095], [0098], [0104], [0115]-[0118] EP 3528327 A1 CN 108370056 A KR 10-2019-0060724 A	
JP 2015-122231 A	02 Jul. 2015	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01M 4/86(2006.01)i; H01M 8/026(2016.01)i; H01M 8/0263(2016.01)i; H01M 8/18(2006.01)i FI: H01M8/18; H01M4/86 M; H01M8/026; H01M8/0263										
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）） H01M4/86; H01M8/026; H01M8/0263; H01M8/18										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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	CN 206758557 U (BEIJING PRUDENT ENERGY TECH CO LTD) 15.12.2017 (2017 - 12 - 15) 段落0002, 0013-0017, 図1	1-4, 6-9, 11-13								
Y		5, 10								
X	CN 206163611 U (UNIV ZHEJIANG TECHNOLOGY) 10.05.2017 (2017 - 05 - 10) 段落0003, 0017-0019, 図1	1-4, 6-9, 11-13								
Y		5, 10								
Y	WO 2018/069996 A1 (住友電気工業株式会社) 19.04.2018 (2018 - 04 - 19) 段落0056, 0059, 0064, 0074-0078, 図5-11	5								
Y	JP 2015-122231 A (住友電気工業株式会社) 02.07.2015 (2015 - 07 - 02) 段落0051, 0074-0088, 図7	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、一般的な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抵触するものではなく、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 08.05.2020		国際調査報告の発送日 19.05.2020								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 藤原 敬士 4X 5079 電話番号 03-3581-1101 内線 3477								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/002595

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN	206758557	U	15.12.2017	(ファミリーなし)	
CN	206163611	U	10.05.2017	(ファミリーなし)	
WO	2018/069996	A1	19.04.2018	US 2018/0375115 A1	
				図5-11, 段落0095, 0098, 0104, 0115-0118	
				EP 3528327 A1	
				CN 108370056 A	
				KR 10-2019-0060724 A	
JP	2015-122231	A	02.07.2015	(ファミリーなし)	