

(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
2019年6月6日(06.06.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/106723 A1

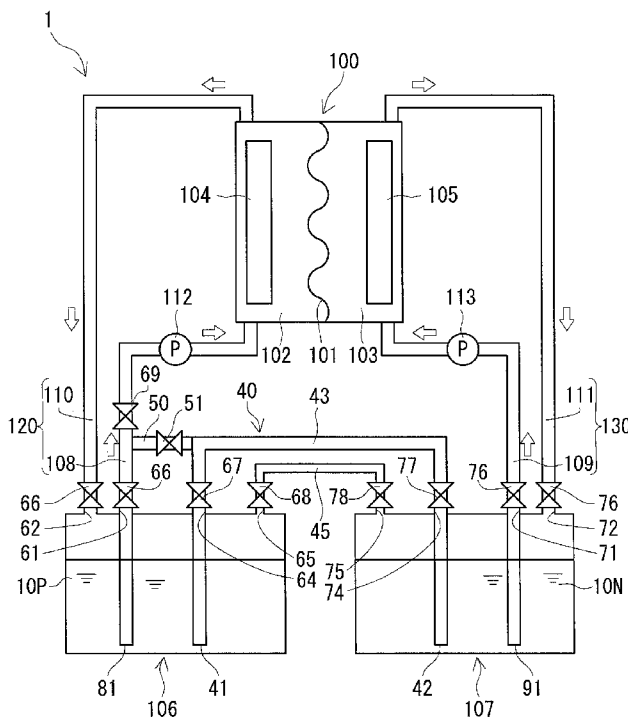
- (51) 国際特許分類:
H01M 8/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/042652
- (22) 国際出願日: 2017年11月28日(28.11.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 池内 淳夫(IKEUCHI, Atsuo); 〒5410041
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(YAMANO, Hiroshi); 〒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,
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,
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,

(54) Title: REDOX FLOW BATTERY

(54) 発明の名称: レドックスフロー電池



(57) Abstract: This redox flow battery is provided with a battery cell, a positive electrode electrolyte tank and a negative electrode electrolyte tank respectively storing a positive electrode electrolyte and a negative electrode electrolyte, a positive electrode circulation flow path and a negative electrode circulation flow path which circulate the respective electrolytes between the tanks and the battery cell, and a communication pipe which comprises a piping material that is immersed at one open end in the positive electrode electrolyte, is hung in the intermediate portion above the liquid level of the two electrolytes, and is immersed at the other open end in the negative electrode electrolyte.

(57) 要約: 電池セルと、正極電解液及び負極電解液をそれぞれ貯留する正極電解液タンク及び負極電解液タンクと、前記各タンクと前記電池セルとの間で前記各電解液を循環させる正極循環流路及び負極循環流路と、一方の開口端が前記正極電解液に浸漬され、中間部が前記両電解液の液面よりも上方に架け渡され、他方の開口端が前記負極電解液に浸漬される管材を有する連通管と、を備えるレドックスフロー電池。

WO 2019/106723 A1

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：レドックスフロー電池

技術分野

[0001] 本発明は、レドックスフロー電池に関する。

背景技術

[0002] 大容量の蓄電池の一つとして、電池セルに正負の各電解液を循環流通させて充放電を行うレドックスフロー電池（以下、「RF電池」と呼ぶ場合がある）が知られている（例えば、特許文献1、2を参照）。RF電池は、電池セルと、正極電解液及び負極電解液をそれぞれ貯留する正極電解液タンク及び負極電解液タンクと、各タンクと電池セルとの間で各電解液を循環させる正極循環流路及び負極循環流路とを備える。特許文献1、2には、正極電解液タンクと負極電解液タンクとを連通する連通管を備えるRF電池が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-25964号公報

特許文献2：特開2013-37814号公報

発明の概要

[0004] 本開示のレドックスフロー電池は、

電池セルと、

正極電解液及び負極電解液をそれぞれ貯留する正極電解液タンク及び負極電解液タンクと、

前記各タンクと前記電池セルとの間で前記各電解液を循環させる正極循環流路及び負極循環流路と、

一方の開口端が前記正極電解液に浸漬され、中間部が前記両電解液の液面よりも上方に架け渡され、他方の開口端が前記負極電解液に浸漬される管材を有する連通管と、を備える。

図面の簡単な説明

- [0005] [図1]実施形態に係るレドックスフロー電池の概略構成図である。
- [図2]セルスタックの概略構成図である。
- [図3]実施形態に係るレドックスフロー電池に備える連通管の寸法を説明する図である。
- [図4]実施形態に係るレドックスフロー電池に備える連通管の開口端の別の一例を示す図である。
- [図5]変形例1に係るレドックスフロー電池の概略構成図である。
- [図6]変形例2に係るレドックスフロー電池の概略構成図である。

発明を実施するための形態

- [0006] [本開示が解決しようとする課題]

レドックスフロー電池（RF電池）では、運転中、充放電の繰返しに伴い、電池セル内において正極電極と負極電極との間に介在される隔膜を通して正負の電解液が一方から他方へ移動する現象（「液移り」と呼ばれる）が生じることがある。これにより、正極電解液タンク及び負極電解液タンク内の電解液の液量に差が生じ、電池容量（放電容量）が低下する場合がある。

- [0007] このような液移りによる不具合を解消するため、特許文献1、2では、正極電解液タンクと負極電解液タンクとを連通管で接続し、各タンク内の電解液の液量に差が生じたときに、連通管を介して各タンク内の電解液の液面が同じ高さになるように調整している。しかしながら、特許文献1、2では、連通管が各タンク内の電解液の液面と略同じ位置、或いはそれより低い位置に接続されて配置されている。そのため、各タンクの連通管の接続部から電解液が漏出したり、連通管が破損した場合には連通管から電解液が流出する虞がある。

- [0008] そこで、本開示は、正極電解液タンク及び負極電解液タンク内の電解液の液量を調整できながら、電解液がタンク外に流出することを抑制できるレドックスフロー電池を提供することを目的とする。

- [0009] [本開示の効果]

本開示によれば、正極電解液タンク及び負極電解液タンク内の電解液の液量を調整できながら、電解液がタンク外に流出することを抑制できるレドックスフロー電池を提供できる。

[0010] [本願発明の実施形態の説明]

最初に本願発明の実施態様を列記して説明する。

[0011] (1) 本願発明の一態様に係るレドックスフロー電池は、

電池セルと、

正極電解液及び負極電解液をそれぞれ貯留する正極電解液タンク及び負極電解液タンクと、

前記各タンクと前記電池セルとの間で前記各電解液を循環させる正極循環流路及び負極循環流路と、

一方の開口端が前記正極電解液に浸漬され、中間部が前記両電解液の液面よりも上方に架け渡され、他方の開口端が前記負極電解液に浸漬される管材を有する連通管と、を備える。

[0012] 上記レドックスフロー電池によれば、連通管の一方及び他方の開口端がそれぞれ正極電解液及び負極電解液に浸漬され、連通管の中間部が両電解液の液面よりも上方に架け渡されている。連通管内に電解液が満たされることによって連通管がサイフォン状態になり、連通管は、各タンク内の電解液の液面に差が生じたときに、サイフォンの原理により両電解液の液面が同じになるように調整する。よって、各タンク内の電解液の液面が維持されるように、電解液の液量を自動的に調整できる。連通管が破損した場合、連通管内に空気が入り込み、サイフォン状態が破られる。連通管の中間部が両電解液の液面よりも上方に配置されているため、破損したとしても、サイフォン状態が破られることによって連通管内の電解液が各タンク内に戻される。よって、連通管が破損したとしても、連通管から電解液がタンク外に流出することを抑制できる。したがって、上記レドックスフロー電池は、正極電解液タンク及び負極電解液タンク内の電解液の液量を調整できながら、電解液がタンク外に流出することを抑制できる。

- [0013] (2) 上記レドックスフロー電池の一形態として、
前記正極循環流路及び前記負極循環流路の少なくとも一方の循環流路と前記連通管とを接続する導入管と、
前記導入管を開閉する開閉弁と、を備えることが挙げられる。
- [0014] 連通管をサイフォン状態にするためには、連通管内に電解液を満たしておく必要がある。上記形態によれば、導入管を備えることで、レドックスフロー電池の始動時に導入管を利用して連通管に電解液を導入することができ、連通管内に電解液を満たすことができる。また、開閉弁を備えており、連通管内に電解液が満たされた状態で開閉弁により導入管を閉じて循環流路と連通管との間を遮断することで、サイフォン状態を形成することができる。
- [0015] (3) 上記レドックスフロー電池の一形態として、
前記連通管の開口端が前記各タンク内の底部側に位置することが挙げられる。
- [0016] 連通管内に気体が入ると、サイフォン状態が破られる虞がある。各タンク内の電解液の液面近傍では気泡が発生することがあるため、各タンク内の液面に近い位置に連通管の開口端が位置する場合、開口端から気泡が取り込まれ易い。上記形態によれば、連通管の開口端が各タンク内の底部側に位置することで、開口端から気泡が取り込まれ難く、連通管のサイフォン状態が維持され易い。
- [0017] (4) 上記レドックスフロー電池の一形態として、
前記連通管の開口端が上に向くように形成されていることが挙げられる。
- [0018] 上記形態によれば、連通管の開口端が上に向くように形成されていることで、開口端から気泡が取り込まれ難く、連通管のサイフォン状態が維持され易い。
- [0019] (5) 上記レドックスフロー電池の一形態として、
前記連通管に流量調整弁を備えることが挙げられる。
- [0020] 上記形態によれば、連通管に流量調整弁を備えることで、連通管を介してサイフォンの原理により両タンク内の電解液の液量を調整する際に、連通管

に流れる電解液の流量（移動量）を流量調整弁によって制御することが可能である。

[0021] (6) 上記レドックスフロー電池の一形態として、
前記連通管内から気泡を抜くためのガス抜き配管を備え、
前記ガス抜き配管は、前記連通管に一端が接続され、前記正極循環流路及び前記負極循環流路の少なくとも一方の循環流路に他端が接続されていることが挙げられる。

[0022] 上記形態によれば、ガス抜き配管を備えることで、連通管内に滞留する気泡をガス抜き配管を通して循環流路に排出することができ、連通管のサイフォン状態を維持することが可能である。

[0023] [本願発明の実施形態の詳細]

本願発明の実施形態に係る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。

[0024] 《RF電池》

実施形態に係るRF電池は、代表的には、交流／直流変換器を介して電力系統に接続され、充電と放電とを行う。充放電は、酸化還元により価数に変化する金属イオンを活物質として含有する正極電解液及び負極電解液を使用し、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行う。

[0025] 図1～図2を参照して、実施形態に係るRF電池1の一例を説明する。実施形態のRF電池1は、図1に示すように、電池セル100と、正極電解液タンク106及び負極電解液タンク107と、正極循環流路120及び負極循環流路130とを備える。RF電池1の特徴の1つは、サイフォンの原理により正極電解液タンク106及び負極電解液タンク107内の両電解液10P、10Nの液面が同じになるように調整する連通管40を備える点にあ

る。以下、RF電池1の構成について詳しく説明する。

[0026] (電池セル)

電池セル100は、図1に示すように、正極電極104と、負極電極105と、両電極104、105間に介在される隔膜101とを有し、隔膜101を挟んで正極セル102と負極セル103とが形成されている。隔膜101は、例えば水素イオンを透過するイオン交換膜である。電池セル100(正極セル102及び負極セル103)には、正極循環流路120及び負極循環流路130が接続され、正極電解液10P及び負極電解液10Nが循環する。電解液10P、10Nは、活物質として同種の金属イオンを含有するものが挙げられる。電解液10P、10Nとしては、例えば、バナジウムイオンを含有する電解液、マンガンイオン又はチタンイオン、或いはマンガンイオン及びチタンイオンの双方を含有する電解液などが挙げられる。

[0027] 電池セル100は、単数の電池セル100を備える単セルで構成されていてもよいし、複数の電池セル100を備える多セルで構成されていてもよい。多セルの場合、図2に示すような、電池セル100を複数積層してなるセルスタック2と呼ばれる形態が利用される。セルスタック2は、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2の下図参照)。図2では、複数のサブスタック200を備える形態を例示している。サブスタック200は、セルフフレーム3、正極電極104、隔膜101、及び負極電極105を順に複数積層してなり(図2の上図参照)、その積層体の両端に給排板210が配置された構成である。セルスタック2における電池セル100の積層数は適宜選択できる。

[0028]セルフフレーム3は、図2の上図に示すように、正極電極104と負極電極105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。双極板31の一面側には、正極電極104が配置され、双極板31の他面側には、負極電極105が配置される。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ている。各凹部320に正極電極104及び負極電極105が双極板31を挟んで収納され、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る。サブスタック200（セルスタック2）では、隣接する各セルフフレーム3の双極板31の間に、隔膜101を挟んで正極電極104及び負極電極105が配置され、1つの電池セル100が形成されることになる。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、リングや平パッキンなどの環状のシール部材37が配置されている。

[0029] 双極板31は、例えば、プラスチックカーボンなどで形成され、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。この例では、セルフフレーム3は、双極板31の周囲に枠体32が射出成型などにより一体化されている。

[0030] 電池セル100への電解液の流通は、給排板210（図2の下図参照）を介して、図2の上図に示すセルフフレーム3の枠体32に貫通して設けら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により行われる。この例に示すセルフフレーム3（枠体32）の場合、正極電解液は、枠体32の下部に設けら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を介して正極電極104に供給され、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の下部に設けら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を介して負極電極105に供給され、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。双極板31が設けられる枠体32の内側の下縁部及び上縁部には、縁部に沿って整流部（図示せず）が形成されていてもよい。整流部は、給液スリット33s、34sから供給される各電解液を各電極104、105の下縁部に沿って拡散させ

たり、各電極104、105の上縁部から排出される各電解液を排液スリット35s、36sへ集約する機能を有する。

[0031] (正極電解液タンク及び負極電解液タンク)

正極電解液タンク106及び負極電解液タンク107は、図1に示すように、正極電解液10P及び負極電解液10Nをそれぞれ貯留する。各タンク106、107の形状は同じで、容量も同じである。各タンク106、107内の上部側(電解液10P、10Nの液面よりも上側)は気相部になっている。各タンク106、107は、各循環流路120、130の往路配管108、109及び復路配管110、111が接続される出口部61、71及び入口部62、72を有する。この例では、出口部61、71及び入口部62、72は、各タンク106、107内の電解液10P、10Nの液面よりも高い位置、具体的には、各タンク106、107の上部に設けられている。出口部61、71及び入口部62、72にはそれぞれ、開閉弁66、76が取り付けられている。

[0032] また、各タンク106、107は、各タンク106、107内の電解液10P、10Nの液面よりも高い位置に連通管40が接続される開口部64、74を有する。この例では、各タンク106、107の上部に開口部64、74が設けられている。開口部64、74には、開閉弁67、77が取り付けられている。

[0033] (正極循環流路及び負極循環流路)

正極循環流路120及び負極循環流路130は、図1に示すように、各タンク106、107と電池セル100との間を接続し、各タンク106、107と電池セル100との間で各電解液10P、10Nを循環させる。正極循環流路120は、正極電解液タンク106から正極セル102へ正極電解液10Pを送る往路配管108と、正極セル102から正極電解液タンク106へ正極電解液10Pを戻す復路配管110とを有する。負極循環流路130は、負極電解液タンク107から負極セル103へ負極電解液10Nを送る往路配管109と、負極セル103から負極電解液タンク107へ負極

電解液 10N を戻す復路配管 111 とを有する。各循環流路 120、130 の往路配管 108、109 は各タンク 106、107 の出口部 61、71 に接続され、復路配管 110、111 は各タンク 106、107 の入口部 62、72 に接続される。

[0034] 各往路配管 108、109 の端部は、各タンク 106、107 の出口部 61、71 から各タンク 106、107 内に挿入され、端部の開口端 81、91 が各タンク 106、107 内の電解液 10P、10N の液面よりも低い位置に設けられている。つまり、各往路配管 108、109 の開口端 81、91 が各電解液 10P、10N に浸漬されており、それぞれの開口端 81、91 から各電解液 10P、10N が取り込まれる。この例では、各往路配管 108、109 の開口端 81、91 が各タンク 106、107 内の底部側に位置する。ここでいう「各タンク内の底部側」とは、電解液 10P、10N の液面よりも下側であって、各タンク 106、107 の底面から電解液 10P、10N の液面までの高さを h とするとき、各タンク 106、107 の底面から $h/2$ 以下の範囲をいう。

[0035] 各往路配管 108、109 には、各タンク 106、107 から各電解液 10P、10N を吸い上げて圧送するポンプ 112、113 が設けられている。充放電を行う運転時、各ポンプ 112、113 により、各電解液 10P、10N が電池セル 100（正極セル 102 及び負極セル 103）に循環される。充放電を行わない待機時には、各ポンプ 112、113 が停止され、各電解液 10P、10N が循環されない。

[0036] （連通管）

連通管 40 は、図 1 に示すように、一方の開口端 41 が正極電解液 10P に浸漬され、中間部 43 が両電解液 10P、10N の液面よりも上方に架け渡され、他方の開口端 42 が負極電解液 10N に浸漬される管材であり、各タンク 106、107 内の液相部同士を連通する。連通管 40 は、各タンク 106、107 の開口部 64、74 に接続される。この例では、連通管 40 の両端部が各タンク 106、107 の開口部 64、74 から各タンク 106

、107内に挿入され、両端部の開口端41、42が各タンク106、107内の電解液10P、10Nの液面よりも低い位置にそれぞれ設けられている。中間部43は、各タンク106、107よりも高い位置に取り付けられている。また、この例では、連通管40の開口端41、42が各タンク106、107内の底部側に位置する。

[0037] 連通管40は、連通管40内に電解液が満たされることによりサイフォン状態になる。これにより、各タンク106、107内の電解液10P、10Nの液量に差が生じたときに、サイフォンの原理により両電解液10P、10Nの液面が同じ高さになるように調整する。連通管40（特に、中間部43）を構成する管材が透明材料で形成されている場合、連通管40内に電解液が満たされていることを外から視認できる。中間部43における頂部（最も高い位置となる部分）に窓部を設け、この窓部を透明材料で形成してもよい。透明材料としては、例えば、塩化ビニル樹脂などの透明樹脂やガラスが挙げられる。

[0038] 連通管40は、サイフォンの原理が成立するように適宜設計すればよい。以下では、図3を主に参照して、連通管の寸法について説明する。

[0039] 各タンク106、107内の電解液10P、10Nの液面から連通管40の頂部までの高さHを高くし過ぎると、サイフォンの原理による電解液の移送が不可能になる。サイフォンの原理が成立する最大高さ H_{max} は、タンク内の圧力 P_0 (N/m^2)、電解液の密度 ρ (kg/m^3)、重力加速度 g (m/s^2) とするとき、次式により求まる。

$$H_{max} = P_0 / \rho \cdot g$$

ここで、圧力 P_0 が大気圧 ($1.013 \times 10^5 N/m^2$) と等しく、電解液の密度 ρ が $1400 kg/m^3$ である場合、 H_{max} は7.38mになる。よって、中間部43の取付高さ（高さHに相当）は、各タンク106、107内の電解液10P、10Nの液面から7.38m未満とすることが挙げられる。

[0040] また、連通管40の長さLが長くなると、連通管40内の摩擦抵抗が増加

して損失ヘッドが大きくなり、連通管40に流れる電解液の流速が低下するため、電解液の液面の調整に時間がかかる。電解液の液面の調整は、例えば10分(600秒)以内に完了することが望ましい。よって、連通管40の長さLは、連通管40に流れる電解液の流速が一定以上確保されるように設定することが望ましく、例えば15m、更に10m以下とすることが挙げられる。

[0041] 連通管40の内径dも適宜設定すればよく、例えば10mm以上150mm以下、更に20mm以上100mm以下とすることが挙げられる。なお、連通管40の内径dによっても損失ヘッドの大きさが変わり、内径dが小さいほど、損失ヘッドが大きくなる。よって、連通管40の長さLは内径dに応じて適宜設定することが望ましい。具体的には、各タンク106、107内の電解液10P、10Nの液量に差が生じたときに、両電解液10P、10Nの液面が同じ高さになるまでの時間が10分(600秒)以内となるように設定することが望ましい。この場合、例えば、連通管40の長さLは内径dの100倍以下とする($L \leq 100d$)ことが挙げられ、具体的には、内径dが100mmでは長さLは10m以下、dが50mmではLは4.5m以下、dが20mmではLは1.7m以下とすることが挙げられる。

[0042] (導入管)

図1に例示するRF電池1は、正極循環流路120と連通管40とを接続する導入管50と、導入管50を開閉する開閉弁51とを備える。この例では、導入管50は、正極循環流路120の往路配管108から分岐するように一端が接続され、導入管50の他端が連通管40の中間部43に接続されている。また、この例では、往路配管108における導入管50との接続箇所より下流側(電池セル100側)に開閉弁69が設けられている。

[0043] 導入管50及び開閉弁51は、RF電池1の始動時に連通管40内に電解液を満たしてサイフォン状態を形成するために使用される。具体的には、RF電池1の始動時、開閉弁51を開いて往路配管108と連通管40とが導入管50を介して連通した状態でポンプ112を起動し、連通管40に電解

液 10P を流通させる。これにより、連通管 40 に電解液 10P を導入して、連通管 40 内に電解液を満たすことができる。そして、連通管 40 内に電解液が満たされた状態で開閉弁 51 により導入管 50 を閉じて往路配管 108 と連通管 40 との間を遮断し、連通管 40 内を液密状態とすることで、サイフォン状態が形成される。RF 電池 1 の始動後、運転中は開閉弁 51 が常時閉状態となる。

[0044] ここで、RF 電池 1 のメンテナンス時など、例えば連通管 40 をタンク 106、107 から取り外すときは、ポンプ 112 を停止し、開閉弁 51 を開状態とする。これにより、サイフォン状態が解除され、連通管 40 内の電解液が各タンク 106、107 内に戻されるため、メンテナンス作業が容易になる。また、連通管 40 をタンク 106、107 から取り外した後、開閉弁 67、77 を閉じることで、開口部 64、74 からタンク 106、107 内に空気が入り込むことを防止できる。よって、メンテナンス中、電解液 10P、10N の酸化を抑制できる。

[0045] この例では、導入管 50 を正極循環流路 120（往路配管 108）に接続して取り付ける場合を例に挙げて説明したが、導入管 50 は負極循環流路 130（往路配管 109）に取り付けてよいし、両方の循環流路 120、130 に取り付けることも可能である。

[0046] （気相連通管）

図 1 に例示する RF 電池 1 は、各タンク 106、107 内の気相部同士を連通する気相連通管 45 を備える。この気相連通管 45 により、両タンク 106、107 内の圧力を同じにすることができる。気相連通管 45 は、各タンク 106、107 の上方に架け渡されるように配置されており、この例では、各タンク 106、107 の上部に設けられた開口部 65、75 に気相連通管 45 が接続されている。開口部 65、75 には、開閉弁 68、78 が取り付けられている。

[0047] {実施形態の効果}

上述した実施形態に係る RF 電池 1 は、次の作用効果を奏する。

[0048] 連通管40を備えることで、RF電池1の運転中、各タンク106、107内の電解液10P、10Nの液量に差が生じたときは、連通管40を介してサイフォンの原理により両電解液10P、10Nの液面が同じになるように自動的に調整できる。また、連通管40の中間部43が両電解液10P、10Nの液面よりも上方に配置されているため、破損したとしても、サイフォン状態が破られることによって連通管40内の電解液が各タンク106、107内に戻される。よって、連通管40が破損したとしても、連通管40から電解液がタンク106、107外に流出することを抑制できる。更に、各タンク106、107において、両電解液10P、10Nの液面よりも高い位置に連通管40が接続される開口部64、74が設けられているため、開口部64、74から電解液10P、10Nが漏出することがない。よって、正極電解液タンク106及び負極電解液タンク107内の電解液10P、10Nの液量を自動的に調整できながら、電解液10P、10Nがタンク106、107外に流出することを効果的に抑制できる。

[0049] 導入管50及び開閉弁51を備えることで、RF電池1の始動時に連通管40内に電解液を満たしてサイフォン状態を形成することができる。

[0050] 連通管40の開口端41、42が各タンク106、107内の底部側に位置するため、開口端41、42から気泡が取り込まれ難く、連通管40のサイフォン状態が維持され易い。

[0051] 更に、図4に示すように、連通管40の両端部の先端がJ字状に屈曲して、開口端41、42が上に向くように形成されていると、開口端41、42から気泡が取り込まれ難く、サイフォン状態がより維持され易い。

[0052] 図5、図6を参照して、実施形態に係るRF電池1の変形例を説明する。

[0053] [変形例1]

図5に示す変形例1のRF電池1は、連通管40に流量調整弁44を備える点が上述した図1に示す実施形態と相違しており、その他の構成は同様である。

[0054] (流量調整弁)

流量調整弁 44 は、連通管 40 の途中に設けられており、連通管 40 に流れる電解液の流量を制御する。この例では、図 5 に示すように、流量調整弁 44 が連通管 40 の中間部 43 に設けられている。変形例 1 の R F 電池 1 では、連通管 40 を介して両タンク 106、107 内の電解液 10P、10N の液量を調整する際に、電解液の流量（移動量）を流量調整弁 44 によって制御することが可能である。また、場合によっては、流量調整弁 44 を閉じて、電解液の移送を停止することも可能である。この例では、流量調整弁 44 が電動弁である。

[0055] [変形例 2]

図 6 に示す変形例 2 の R F 電池 1 は、連通管 40 内から気泡を抜くためのガス抜き配管 55 を備える点が上述した図 1 に示す実施形態と相違しており、その他の構成は同様である。

[0056] (ガス抜き配管)

ガス抜き配管 55 は、連通管 40 内に誤って取り込まれた気泡を連通管 40 内から排出するために使用される。ガス抜き配管 55 は、連通管 40 に一端が接続され、正極循環流路 120 及び負極循環流路 130 の少なくとも一方の循環流路に他端が接続されている。この例では、図 6 に示すように、ガス抜き配管 55 の一端が連通管 40 から分岐するように中間部 43 に接続され、ガス抜き配管 55 の他端が負極循環流路 130 の往路配管 109 に合流するように接続されている。より具体的には、ガス抜き配管 55 の一端が中間部 43 における頂部に接続され、ガス抜き配管 55 の他端が往路配管 109 のポンプ 113 より上流側（タンク 107 側）に接続されている。

[0057] ガス抜き配管 55 には、逆止弁 56 を備える。逆止弁 56 は、ガス抜き配管 55 の途中に設けられ、負極循環流路 130（往路配管 109）から連通管 40 への流通を阻止する。更に、この例では、逆止弁 56 より下流側（往路配管 109 側）に開閉弁 57 が設けられている。開閉弁 57 は、連通管 40 内から気泡を抜くときは開状態とし、連通管 40 内から気泡を抜く必要がないときは閉状態とする。

[0058] 変形例2のRF電池1では、連通管40内に誤って気泡が取り込まれた場合に、ポンプ113の吸引を利用して、連通管40内に滞留する気泡をガス抜き配管55を通して負極循環流路130（往路配管109）に排出することができる。よって、連通管40のサイフォン状態を維持することが可能である。また、ガス抜き配管55に逆止弁56が設けられているので、ポンプ113が停止して往路配管109が空の状態になっても、往路配管109から連通管40への気体の侵入を阻止できる。そのため、ポンプ113が停止しても、連通管40のサイフォン状態が維持されることになり、連通管40内の電解液が各タンク106、107内に戻されることもない。

[0059] 更に、開閉弁57の開度を調整することで、ガス抜き配管55に流れる電解液の流量を制御し、連通管40から往路配管109へ電解液が不用意に流出することを抑制できる。具体的には、ポンプ113の吸引でガス抜き配管55を通して連通管40から往路配管109へ電解液を少量ずつ送り、連通管40内に滞留する気泡を効率的に取り除く。また、RF電池1のメンテナンス時など、連通管40を取り外すときは、開閉弁57を閉じることで、往路配管109内に空気が入り込むことを防止できる。

[0060] {実施形態の用途}

実施形態に係るレドックスフロー電池は、負荷平準化用途、瞬低補償や非常用電源などの用途、大量導入が進められている太陽光発電や風力発電などの自然エネルギーの出力平滑化用途などに利用できる。

符号の説明

- [0061] 1 レドックスフロー電池（RF電池）
2 セルスタック
3 セルフレーム
31 双極板
32 枠体
32o 凹部
33、34 給液マニホールド

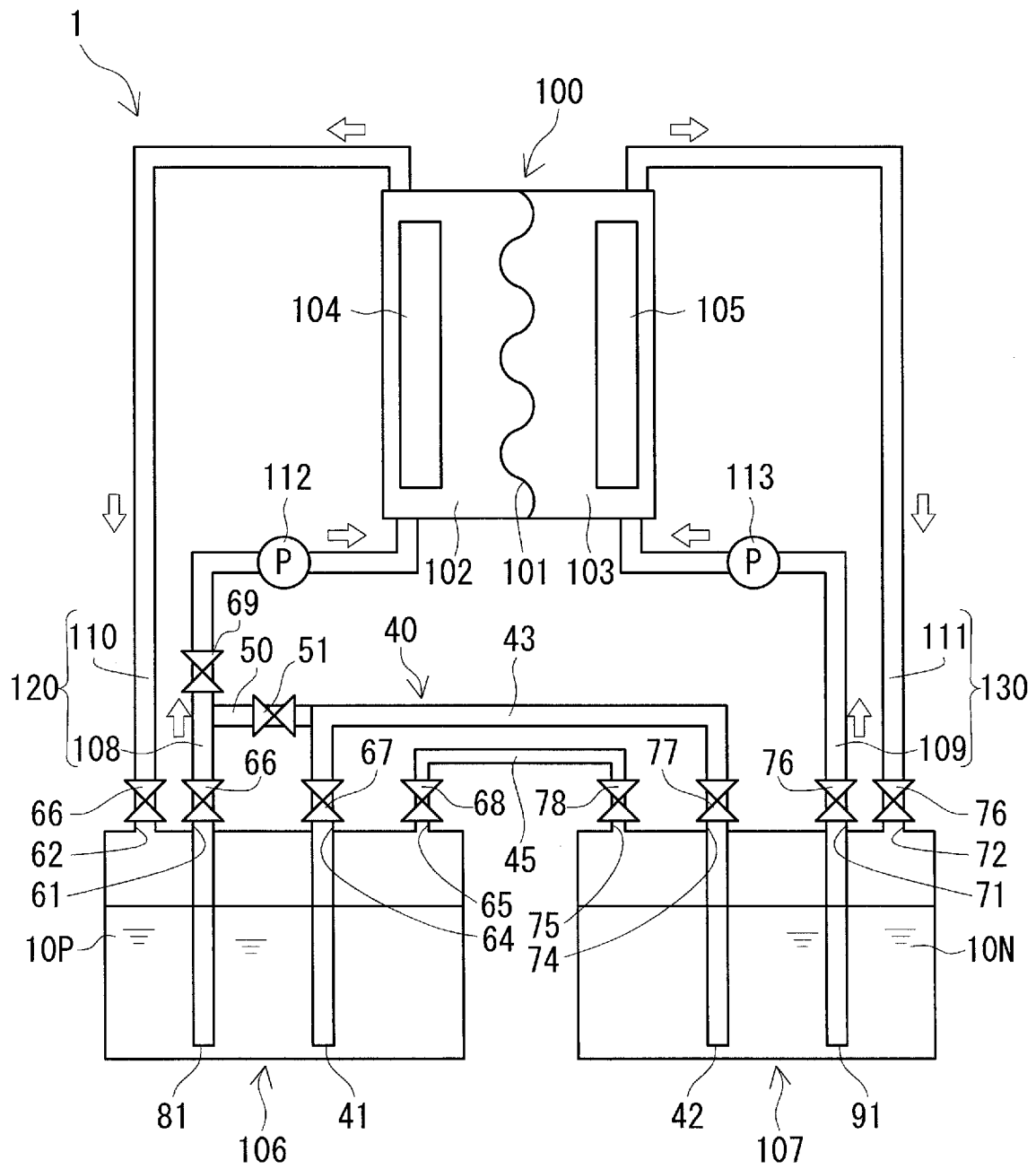
- 35、36 排液マニホールド
- 33s、34s 給液スリット
- 35s、36s 排液スリット
- 37 シール部材
- 40 連通管
- 41、42 開口端
- 43 中間部
- 44 流量調整弁
- 45 気相連通管
- 50 導入管
- 51 開閉弁
- 55 ガス抜き配管
- 56 逆止弁
- 57 開閉弁
- 61、71 出口部
- 62、72 入口部
- 64、74 開口部
- 65、75 開口部
- 66、67、68、69、76、77、78 開閉弁
- 81、91 開口端
- 100 電池セル
- 101 隔膜
- 102 正極セル
- 103 負極セル
- 104 正極電極
- 105 負極電極
- 106 正極電解液タンク
- 107 負極電解液タンク

- 108、109 往路配管
- 110、111 復路配管
- 112、113 ポンプ
- 120 正極循環流路
- 130 負極循環流路
- 10P 正極電解液
- 10N 負極電解液
- 200 サブスタック
- 210 給排板
- 220 エンドプレート
- 230 締付機構

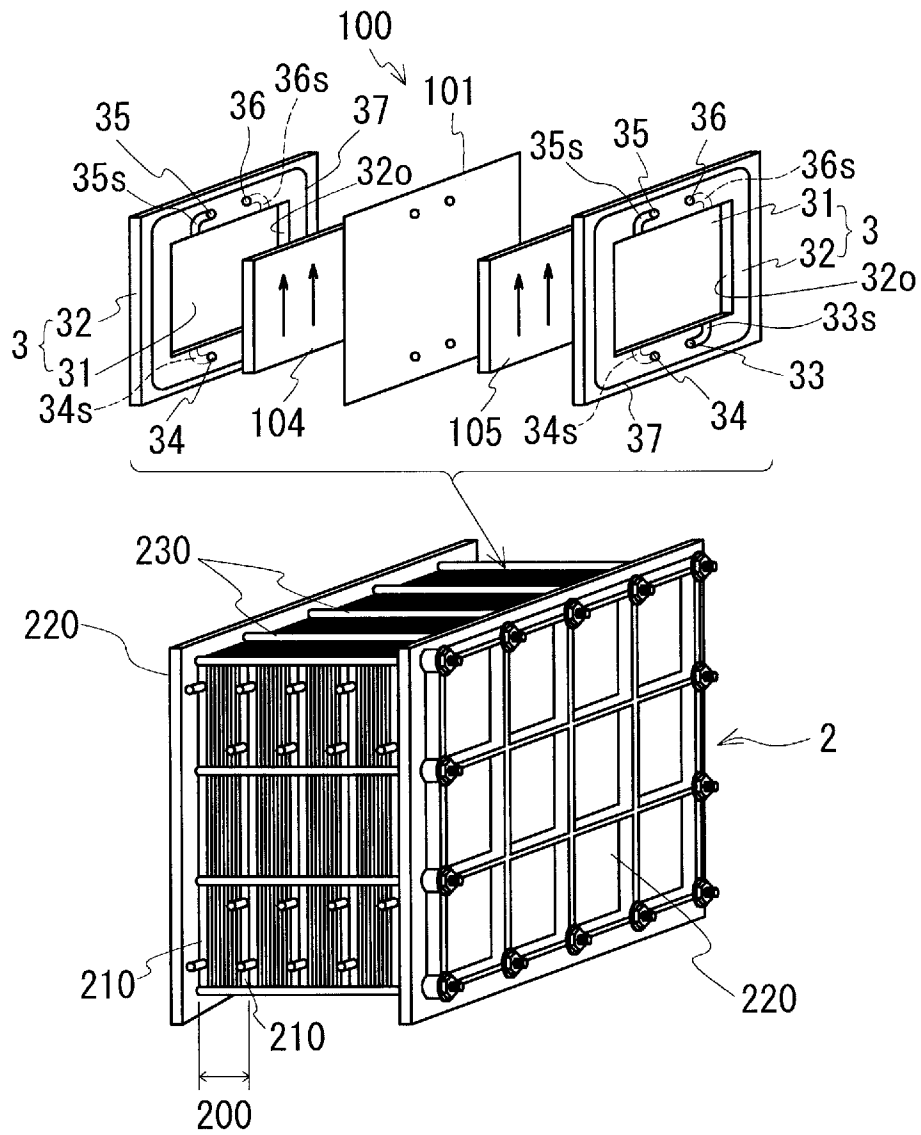
請求の範囲

- [請求項1] 電池セルと、
正極電解液及び負極電解液をそれぞれ貯留する正極電解液タンク及び負極電解液タンクと、
前記各タンクと前記電池セルとの間で前記各電解液を循環させる正極循環流路及び負極循環流路と、
一方の開口端が前記正極電解液に浸漬され、中間部が前記両電解液の液面よりも上方に架け渡され、他方の開口端が前記負極電解液に浸漬される管材を有する連通管と、を備えるレドックスフロー電池。
- [請求項2] 前記正極循環流路及び前記負極循環流路の少なくとも一方の循環流路と前記連通管とを接続する導入管と、
前記導入管を開閉する開閉弁と、を備える請求項1に記載のレドックスフロー電池。
- [請求項3] 前記連通管の開口端が前記各タンク内の底部側に位置する請求項1又は請求項2に記載のレドックスフロー電池。
- [請求項4] 前記連通管の開口端が上に向くように形成されている請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のレドックスフロー電池。
- [請求項5] 前記連通管に流量調整弁を備える請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のレドックスフロー電池。
- [請求項6] 前記連通管内から気泡を抜くためのガス抜き配管を備え、
前記ガス抜き配管は、前記連通管に一端が接続され、前記正極循環流路及び前記負極循環流路の少なくとも一方の循環流路に他端が接続されている請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のレドックスフロー電池。

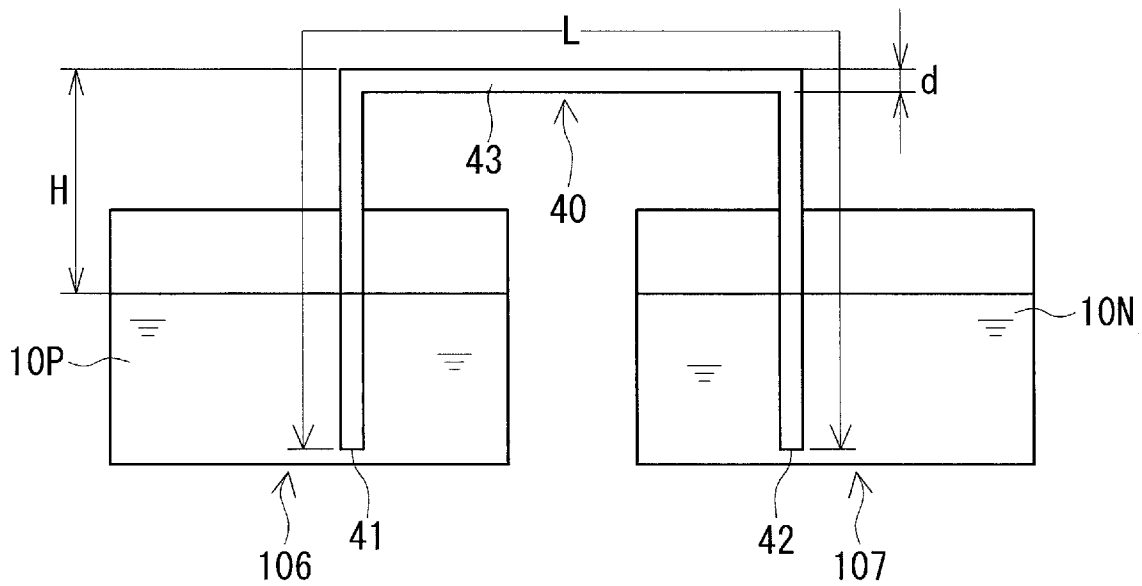
[図1]



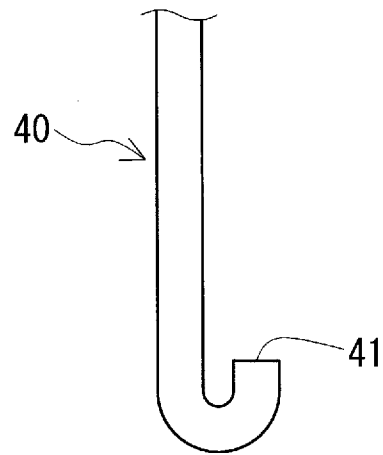
[図2]



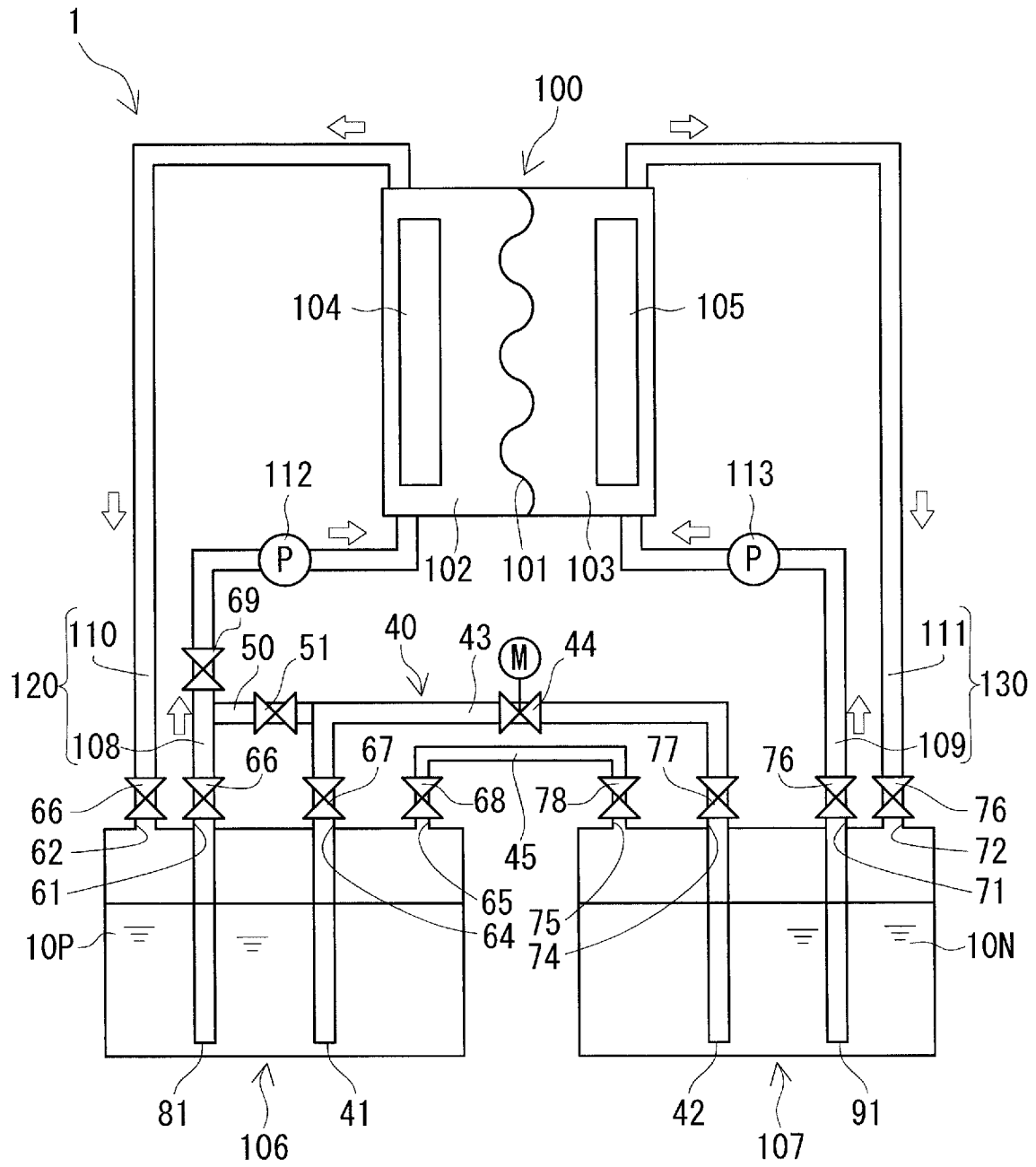
[図3]



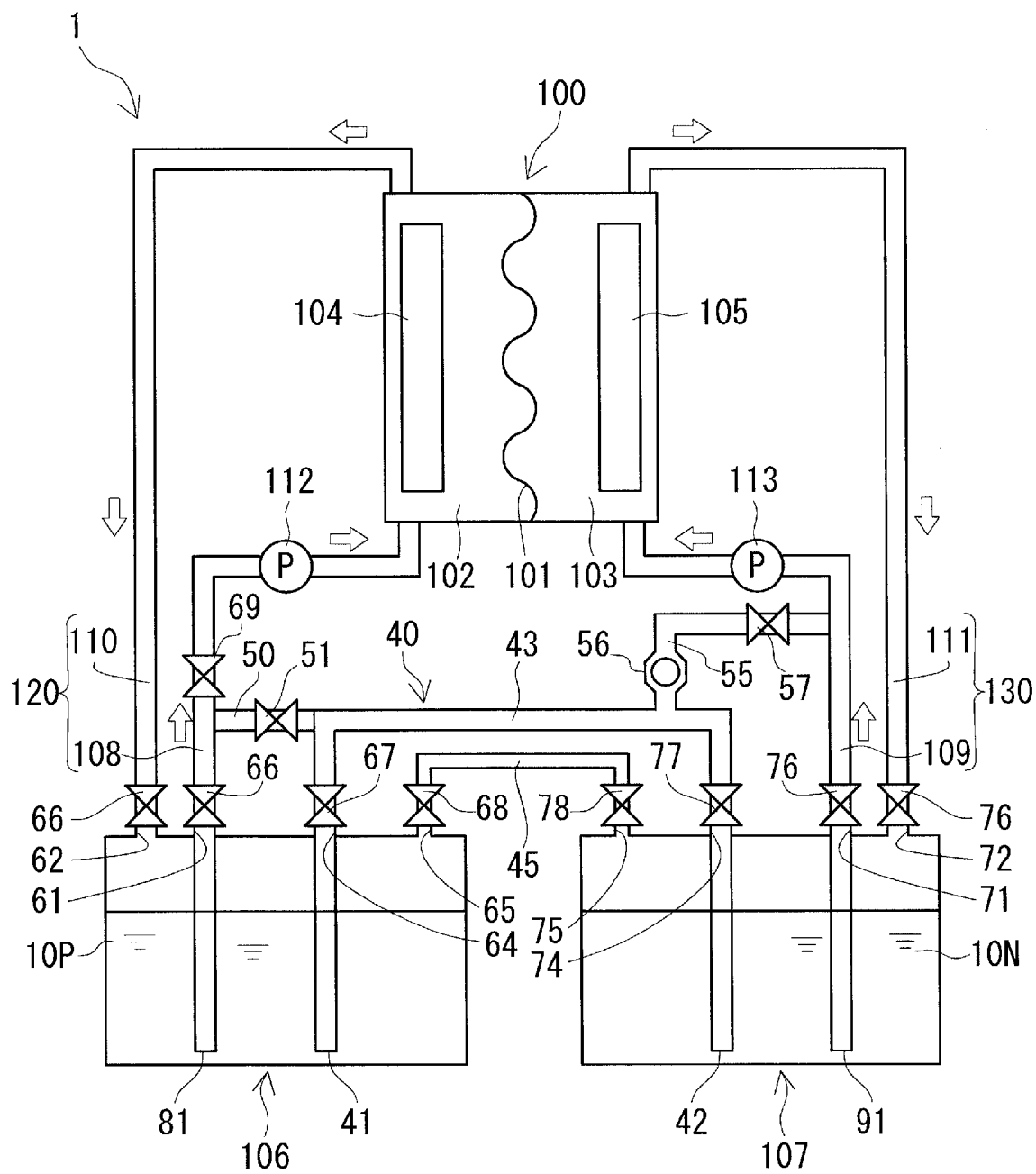
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/042652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01M8/18 (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. 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 1971-2017
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2017
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

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.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 029598/1991 (Laid-open No. 124754/1992) (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 13 November 1992, (Family: none)	1-6
A	JP 2013-025964 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 04 February 2013, (Family: none)	1-6
A	JP 2003-303611 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 24 October 2003, (Family: none)	1-6
A	JP 2006-147375 A (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.) 08 June 2006, (Family: none)	1-6

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
19.12.2017

Date of mailing of the international search report
26.12.2017

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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2017/042652

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 2013-037814 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 21 February 2013, (Family: none)	1-6
A	JP 2013-008642 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 10 January 2013, & US 2014/0134465 A1 & EP 2725648 A1	1-6
A	JP 2003-257467 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 12 September 2003, (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/18(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. 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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	日本国実用新案登録出願 3-029598 号(日本国実用新案登録出願公開 4-124754 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (住友電気工業株式会社) 1992. 11. 13, (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2013-025964 A (住友電気工業株式会社) 2013. 02. 04, (ファミリーなし)	1-6

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 19. 12. 2017	国際調査報告の発送日 26. 12. 2017
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) 太田 一平 電話番号 03-3581-1101 内線 3477

4 X 3 8 4 1

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 2003-303611 A (住友電気工業株式会社) 2003. 10. 24, (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2006-147375 A (関西電力株式会社) 2006. 06. 08, (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2013-037814 A (住友電気工業株式会社) 2013. 02. 21, (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2013-008642 A (住友電気工業株式会社) 2013. 01. 10, & US 2014/0134465 A1 & EP 2725648 A1	1-6
A	JP 2003-257467 A (住友電気工業株式会社) 2003. 09. 12, (ファミリーなし)	1-6