

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6607357号
(P6607357)

(45) 発行日 令和1年11月20日 (2019. 11. 20)

(24) 登録日 令和1年11月1日 (2019. 11. 1)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/18 (2006. 01)	HO 1 M 8/18
HO 1 M 8/0273 (2016. 01)	HO 1 M 8/0273
HO 1 M 8/2483 (2016. 01)	HO 1 M 8/2483

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-557499 (P2016-557499)	(73) 特許権者	000002130
(86) (22) 出願日	平成27年10月5日 (2015. 10. 5)		住友電気工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/078208		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(87) 国際公開番号	W02016/072191	(74) 代理人	100100147
(87) 国際公開日	平成28年5月12日 (2016. 5. 12)		弁理士 山野 宏
審査請求日	平成30年4月23日 (2018. 4. 23)	(72) 発明者	山口 英之
(31) 優先権主張番号	特願2014-226268 (P2014-226268)		大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
(32) 優先日	平成26年11月6日 (2014. 11. 6)		住友電気工業株式会社大阪製作所内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	山西 克也
			大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
			住友電気工業株式会社大阪製作所内
		(72) 発明者	寒野 毅
			大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
			住友電気工業株式会社大阪製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池セル、およびレドックスフロー電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

正極電極と負極電極の間に隔膜を挟み込み、さらに両電極を一对のセルフフレームで挟み込んだセルユニットを備え、

前記セルフフレームは、貫通窓を有する枠体と、前記貫通窓を塞いだ状態で前記電極に接触する双極板と、を有し、

前記枠体は、その厚み方向に貫通する電解液の供給路である給液用マニホールド、前記電解液の排出路である排液用マニホールド、前記給液用マニホールドから前記電極に前記電解液を導入する入口スリット、および前記電極から前記排液用マニホールドに前記電解液を排出する出口スリットを有する電池セルであって、

前記枠体は、前記貫通窓を全周にわたって取り囲む周縁部が前記枠体の他の部分よりも薄くなることで形成される内周縁凹部を備え、

前記双極板は、その外周縁全周にわたる所定幅の部分であって、前記内周縁凹部と係合する外周縁係合部を備え、

前記内周縁凹部の外周縁と前記外周縁係合部の外周縁との間に形成される隙間であるリーク流路であって、前記入口スリットと前記出口スリットとを連通させる前記電解液の逃げ道であるリーク流路を分断する分断構造を備える電池セル。

【請求項 2】

前記外周縁係合部が、前記双極板のその他の部分よりも薄く形成されている請求項 1 に記載の電池セル。

【請求項 3】

前記リーク流路に嵌め込まれ、前記リーク流路を分断する分断部材を備える請求項 1 または請求項 2 に記載の電池セル。

【請求項 4】

前記双極板の外縁部分の一部が前記枠体側に突出しており、その突出した部分によって前記リーク流路が分断されている請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電池セル。

【請求項 5】

前記枠体の一部が前記双極板側に突出しており、その突出した部分によって前記リーク流路が分断されている請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の電池セル。

10

【請求項 6】

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を複数積層してなるセルスタックと、

前記セルスタックに正極用電解液を循環させる正極用循環機構と、

前記セルスタックに負極用電解液を循環させる負極用循環機構と、

を備えるレドックスフロー電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電解液循環型電池に用いられる電池セル、および電池セルを用いたレドックスフロー電池に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

太陽光発電や風力発電といった新エネルギーを蓄電する大容量の蓄電池の一つに電解液循環型電池、代表的にはレドックスフロー電池（RF 電池）がある。RF 電池は、正極用電解液に含まれるイオンと負極用電解液に含まれるイオンの酸化還元電位の差を利用して充放電を行う電池である（例えば、特許文献 1 参照）。図 15 の RF 電池 1 の動作原理図に示すように、RF 電池 1 は、水素イオンを透過させる隔膜 101 で正極セル 102 と負極セル 103 とに分離された電池セル 100 を備える。正極セル 102 には正極電極 104 が内蔵され、かつ正極用電解液を貯留する正極電解液用タンク 106 が導管 108、110 を介して接続されている。導管 108 にはポンプ 112 が設けられており、これら部材 106、108、110、112 によって正極用電解液を循環させる正極用循環機構 100P が構成されている。同様に、負極セル 103 には負極電極 105 が内蔵され、かつ負極用電解液を貯留する負極電解液用タンク 107 が導管 109、111 を介して接続されている。導管 109 にはポンプ 113 が設けられており、これらの部材 107、109、111、113 によって負極用電解液を循環させる負極用循環機構 100N が構成されている。各タンク 106、107 に貯留される電解液は、充放電の際にポンプ 112、113 によりセル 102、103 内に循環される。充放電を行なわない場合、ポンプ 112、113 は停止され、電解液は循環されない。

30

【0003】

40

上記電池セル 100 は通常、図 16 に示すような、電池用セルスタック 200 と呼ばれる構造体の内部に形成される。電池用セルスタック 200 は、サブスタック 200s と呼ばれる積層構造物をその両側から二枚のエンドプレート 210、220 で挟み込み、締付機構 230 で締め付けることで構成されている（図示する構成では、複数のサブスタック 200s を用いている）。サブスタック 200s は、図 16 の上図に示すように、セルフフレーム 120、正極電極 104、隔膜 101、負極電極 105、およびセルフフレーム 120 で構成されるセルユニットを積層し、その積層体を給排板 190、190（図 16 の下図参照）で挟み込んだ構成を備える。セルユニットに備わるセルフフレーム 120 は、貫通窓を有する枠体 122 と貫通窓を塞ぐ双極板 121 とを有しており、双極板 121 の一面側には正極電極 104 が接触するように配置され、双極板 121 の他面側には負極電極 1

50

05が接触するように配置される。この構成では、隣接する各セルフフレーム120の双極板121の間に一つの電池セル100が形成されることになる。

【0004】

サブスタック200sにおける給排板190、190を介した電池セル100への電解液の流通は、枠体122に形成される給液用マニホールド123、124と、排液用マニホールド125、126により行われる。正極用電解液は、給液用マニホールド123から枠体122の一面側（紙面表側）に形成される入口スリットを介して正極電極104に供給され、枠体122の上部に形成される出口スリットを介して排液用マニホールド125に排出される。同様に、負極用電解液は、給液用マニホールド124から枠体122の他面側（紙面裏側）に形成される入口スリット（点線で示す）を介して負極電極105に供給され、枠体122の上部に形成される出口スリット（点線で示す）を介して排液用マニホールド126に排出される。各セルフフレーム120間には、Oリングや平パッキンなどの環状のシール部材127が配置され、サブスタック200sからの電解液の漏れが抑制されている。

10

【0005】

サブスタック200sに備わる電池セル100と外部機器との間の電力の入出力は、導電性材料で構成された集電板を用いた集電構造によって行われる。集電板は、各サブスタック200sにつき一対設けられており、各集電板はそれぞれ、積層される複数のセルフフレーム120のうち、積層方向の両端に位置するセルフフレーム120の双極板121に導通されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-139905号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

近年、新エネルギーの蓄電手段としてレドックスフロー電池の需要の増加が期待されており、生産性に優れる電池セルが求められている。例えば、電池セルに備わるセルフフレームは通常、2枚の枠状板材の間に双極板を挟み込んで、枠状板材を接着剤などで接着することで作製されている。この場合、2枚の枠状板材が、セルフフレームの枠体となる。このような構成では、2枚の枠状板材の位置合わせが煩雑である上、接着剤が乾燥するまでの間、両枠状板材がズレないように保持する手間が煩雑で、セルフフレームの生産性が良いとは言いがたい。セルフフレームの生産性が低ければ、複数のセルフフレームを含む電池セルの生産性も当然低くなる。

30

【0008】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的の一つは、生産性に優れる電池セルを提供することにある。また、本発明の別の目的は、電池セルを用いたレドックスフロー電池を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0009】

本発明の一形態に係る電池セルは、正極電極と負極電極の間に隔膜を挟み込み、さらに両電極を一対のセルフフレームで挟み込んだセルユニットを備える。前記セルフフレームは、貫通窓を有する枠体と、前記貫通窓を塞いだ状態で前記電極に接触する双極板と、を有する。前記枠体は、その厚み方向に貫通する電解液の供給路である給液用マニホールド、前記電解液の排出路である排液用マニホールド、前記給液用マニホールドから前記電極に前記電解液を導入する入口スリット、および前記電極から前記排液用マニホールドに前記電解液を排出する出口スリットを有する。この電池セルでは、前記枠体は、前記貫通窓を全周にわたって取り囲む周縁部が前記枠体の他の部分よりも薄くなることで形成される内周縁凹部を備え、前記双極板は、その外周縁全周にわたる所定幅の部分であって、前記内周

50

縁凹部と係合する外周縁係合部を備える。そして、この電池セルでは、前記セルフフレームを正面視したときに、前記内周縁凹部の外周縁と前記外周縁係合部の外周縁との間に形成され、前記入口スリットと前記出口スリットとを連通させる前記電解液の逃げ道であるリーク流路を分断する分断構造を備える。

【0010】

本発明の一形態に係るレドックスフロー電池は、上記電池セルを複数積層してなるセルスタックと、前記セルスタックに正極用電解液を循環させる正極用循環機構と、前記セルスタックに負極用電解液を循環させる負極用循環機構と、を備える。

【発明の効果】

【0011】

10

上記電池セル及びレドックスフロー電池は、枠体の内周縁凹部に双極板を嵌め込むことで形成されるセルフフレームを備えるため、生産性に優れる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態1の電池セルに備わるセルフフレームの枠体と双極板の概略構成図である。

【図2】図1の枠体と双極板とを組み合わせたセルフフレームの概略構成図である。

【図3】図2のI-I断面図である。

【図4】枠体に対する双極板の取付状態の一例を示す概略図である。

【図5】枠体に対する双極板の取付状態の一例を示す概略図である。

20

【図6】枠体に対する双極板の取付状態の一例を示す概略図である。

【図7】枠体に対する双極板の取付状態の一例を示す概略図である。

【図8】枠体に対する双極板の取付状態の一例を示す概略図である。

【図9】枠体に対する双極板の取付状態の一例を示す概略図である。

【図10】枠体に対する双極板の取付状態の一例を示す概略図である。

【図11】枠体に対する双極板の取付状態の一例を示す概略図である。

【図12】実施形態2の電池セルに備わるセルフフレームの枠体と双極板の概略構成図である。

【図13】図12の枠体と双極板とを組み合わせたセルフフレームの概略構成図である。

【図14】図13のX-X断面図である。

30

【図15】レドックスフロー電池の動作原理図である。

【図16】電池用セルスタックの概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

[本発明の実施形態の説明]

最初に本発明の実施形態の内容を列記して説明する。

【0014】

本発明者らは、生産性に優れる電池セルとして、電池セルに備わるセルフフレームに着目し、枠体に双極板を嵌め込む嵌め込み式のセルフフレームを検討した。その検討の過程で、さらに嵌め込み式のセルフフレームにおいて、セルフフレームを平面視したときに、枠体と双極板との間に形成され、入口スリットから出口スリットに至る電解液の流路であるリーク流路の存在に着目した。枠体と双極板は共にリジッドな部材であるため、枠体と双極板の公差や熱膨張の差によって枠体と双極板との間に隙間が形成され易く、その隙間がリーク流路となる。リーク流路は部材間の隙間で、電極が存在しないため、その流路抵抗は非常に小さく、そのため入口スリットから双極板に導入された電解液は、リーク流路に流れ込み易い。リーク流路に流れ込んだ電解液は、双極板上に配置される電極に殆ど接触しないまま出口スリットに排出されるため、リーク流路を流れる電解液が多くなるほど、電池セルの充放電効率が低下する。このような問題点に鑑み、本発明者らは、以下に列挙する電池セルを完成させた。

40

【0015】

50

< 1 >実施形態に係る電池セルは、正極電極と負極電極の間に隔膜を挟み込み、さらに両電極を一对のセルフフレームで挟み込んだセルユニットを備える。前記セルフフレームは、貫通窓を有する枠体と、前記貫通窓を塞いだ状態で前記電極に接触する双極板と、を有する。前記枠体は、その厚み方向に貫通する電解液の供給路である給液用マニホールド、前記電解液の排出路である排液用マニホールド、前記給液用マニホールドから前記電極に前記電解液を導入する入口スリット、および前記電極から前記排液用マニホールドに前記電解液を排出する出口スリットを有する。この電池セルでは、前記枠体は、前記貫通窓を全周にわたって取り囲む周縁部が前記枠体の他の部分よりも薄くなることで形成される内周縁凹部を備え、前記双極板は、その外周縁全周にわたる所定幅の部分であって、前記内周縁凹部と係合する外周縁係合部を備える。そして、この電池セルでは、前記セルフフレームを正面視したときに、前記内周縁凹部の外周縁と前記外周縁係合部の外周縁との間に形成され、前記入口スリットと前記出口スリットとを連通させる前記電解液の逃げ道であるリーク流路を分断する分断構造を備える。

10

【0016】

上記電池セルに備わるセルフフレームは、枠体の内周縁凹部の位置に双極板を嵌め込むだけで、枠体の貫通窓に双極板を配置でき、かつ枠体に対する双極板の位置を決めることができるため、生産性に優れる。このような生産性に優れるセルフフレームを用いることで、電池セルの生産性も向上させることができる。

【0017】

また、上記電池セルに備わるセルフフレームでは、セルフフレームを平面視したときに、枠体と双極板との間に形成され、入口スリットから出口スリットに至る電解液のリーク流路が分断されているので、リーク流路を流れる電解液の量を大幅に低減することができる。その結果、リーク流路に起因する電池セルの充放電効率の低下を抑制することができる。

20

【0018】

< 2 >実施形態に係る電池セルとして、前記外周縁係合部が、前記双極板のその他の部分よりも薄く形成されている形態を挙げることができる。

【0019】

枠体の内周縁凹部に係合する双極板の外周縁係合部が、双極板のその他の部分よりも薄い薄肉部となっていることで、枠体に対する双極板の嵌め込み状態が安定する。

【0020】

30

< 3 >実施形態に係る電池セルとして、前記リーク流路に嵌め込まれ、前記リーク流路を分断する分断部材を備える形態を挙げることができる。

【0021】

分断部材を用いることでリーク流路を簡単かつ確実に分断することができる。リーク流路における分断部材を嵌め込む位置は特に限定されないが、リーク流路における入口スリット寄りの位置に分断部材を嵌め込むことが好ましい。

【0022】

< 4 >実施形態に係る電池セルとして、前記セルフフレームを平面視したときに、前記双極板の外縁部分の一部が前記枠体側に突出しており、その突出した部分によって前記リーク流路が分断されている形態を挙げることができる。

40

【0023】

リーク流路が形成されないように双極板の寸法と、枠体における双極板の嵌め込み部の寸法と、を一致させることは非常に困難であるし、仮に両寸法を一致させることができたとしてもその場合は枠体に双極板を嵌め込むことが困難になる。しかし、上記< 4 >の形態のように、セルフフレームを平面視したときに、双極板の一部のみを枠体側に突出させることで、枠体に双極板を嵌め込み難くなるという問題を回避しつつ、双極板の突出部分でリーク流路を分断することができる。また、双極板の一部を用いてリーク流路を分断する構成であれば、別途分断部材を用意することなくリーク流路を分断することができるという効果もある。

【0024】

50

<5>実施形態に係る電池セルとして、前記セルフフレームを平面視したときに、前記枠体の一部が前記双極板側に突出しており、その突出した部分によって前記リーク流路が分断されている形態を挙げることができる。

【0025】

セルフフレームを平面視したときに、枠体の一部のみを双極板側に突出させることで、枠体に双極板を嵌め込み難くなるという問題を回避しつつ、双極板の突出部分でリーク流路を分断することができる。また、枠体の一部を用いてリーク流路を分断する構成であれば、別途分断部材を用意することなくリーク流路を分断することができるという効果もある。

【0026】

ここで、上記<3>～<5>の構成は、組み合わせて用いることができる。

【0027】

<6>実施形態に係るレドックスフロー電池は、上記実施形態に係る電池セルを複数積層してなるセルスタックと、前記セルスタックに正極用電解液を循環させる正極用循環機構と、前記セルスタックに負極用電解液を循環させる負極用循環機構と、を備える。

【0028】

上記レドックスフロー電池は、生産性に優れる。レドックスフロー電池に備わる電池セルの生産性が従来よりも高いからである。

【0029】

[本発明の実施形態の詳細]

以下、実施形態に係るレドックスフロー電池（以下、RF電池）の実施形態を説明する。なお、本発明は実施形態に示される構成に限定されるわけではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内の全ての変更が含まれることを意図する。

【0030】

<実施形態1>

本実施形態に係るRF電池は、図15を用いて説明した従来型のRF電池1と同様に、電池セル100と、正極用循環機構100Pと、負極用循環機構100Nと、を備える。本実施形態における電池セル100は、図16に示す電池用セルスタック200の形態で用いられている。電池用セルスタック200は既に述べたように、隔膜101、電極104、105、および一対のセルフフレーム120、120を備えるセルユニットを複数積層した構成を備える。本実施形態のRF電池における従来との主な相違点は、セルフフレームの構成にある。以下、図1～11に基づいて本実施形態におけるセルフフレーム2の構成を中心に説明する。なお、セルフフレーム2における従来と同様の構成については、図16と同一の符号を付してその説明を省略する。

【0031】

《セルフフレーム》

図1に示すように、セルフフレーム2は、枠体22と双極板21とを備える。枠体22はその厚さ方向に貫通する貫通窓22wを備えており、太線矢印に示すように、その貫通窓22wを埋めるように双極板21が配置される（枠体22の貫通窓22wに双極板21が配置された状態は図2に示す）。このセルフフレーム2における従来との相違点として、枠体22の貫通窓22wの周縁部と双極板21の外周縁部とが係合する構造、即ち枠体22に双極板21を嵌め込んだ嵌込構造を採用している点、および嵌込構造によって生じるリーク流路9（図2を参照して後述する）を分断する分断構造を採用している点が挙げられる。以下、枠体22と双極板21の基本構成を簡単に説明し、次いで嵌込構造および分断構造の詳細を説明する。

【0032】

[枠体]

図1に示すように、枠体22は、後述する双極板21を支持する部材である。この枠体22は、従来と同様に、給液用マニホールド123、124と、排液用マニホールド

10

20

30

40

50

ド125, 126と、入口スリット123s, 124sと、出口スリット125s, 126sと、を備える。実線で示される入口スリット123sと出口スリット125sは紙面手前側に設けられ、点線で示される入口スリット124sと出口スリット126sは紙面奥側に設けられている。各スリット123s~126sはそれぞれ、マニホールド123~126から枠体22の中心線に向かって伸び、貫通窓22wに繋がっている（入口スリット124sと出口スリット126sは一部図示を省略する）。マニホールド123~126とスリット123s~126sの外周は、リングなどのシール部材127で囲まれており、シール部材127の内側から外側に電解液が漏れないようになっている。リングは、複数のセルフフレーム2を積層して締め付けた際に圧縮され、シールとして機能する。シール部材127は二重になっていても良い。また、図示していないが、マニホールドの外周を取り囲むようにシール部材が設けられていても良い。

10

【0033】

枠体22の材料は、絶縁性に優れることが好ましく、加えて耐酸性を有することがより好ましい。枠体22の材料として、例えば、塩化ビニル、塩素化ポリエチレン、塩素化パラフィンなどを利用することができる。

【0034】

枠体22の厚さ（後述する内周縁凹部22cを除く部分の厚さ）は、4mm以上とすることが好ましい。枠体22には、マニホールド123~126やスリット123s~126sなどが設けられるため、枠体22にある程度の厚さを持たせて、枠体22の強度を確保する必要があるからである。

20

【0035】

[双極板]

双極板21は、その一面側が正極電極に接触し、他面側が負極電極に接触する部材である。本例の双極板21は、ほぼ様な厚さを有する板材である。積層される双極板21のうち、端部に配置される双極板21は、集電板に接触・導通される。

【0036】

本例の双極板21の一面側と他面側には、入口スリット123s, 124sを介して供給された電解液を双極板21の全面にわたって分散させる流通溝（図示略）を形成することができる。この流通溝は特に、双極板の一面側と他面側に配置する正極電極と負極電極を薄くしたときに有効に機能する。流通溝の形状は特に限定されず、例えば櫛歯状に形成することもできるし、樹状に形成することもできる。

30

【0037】

双極板21の材料は、導電性に優れることが好ましく、加えて耐酸性および可撓性を有することがより好ましい。例えば、炭素材を含有する導電性材料からなることが挙げられ、具体的には、黒鉛と塩素化有機化合物とからなる導電性プラスチックが挙げられる。その黒鉛の一部をカーボンブラックとダイヤモンドライクカーボンの少なくとも一方に置換した導電性プラスチックでもよい。この塩素化有機化合物には、塩化ビニル、塩素化ポリエチレン、塩素化パラフィンなどが挙げられる。このような材料から双極板21を構成することで、電気抵抗を小さく、かつ耐酸性および可撓性に優れる双極板21とすることができる。

40

【0038】

双極板21の厚さは特に限定されないが、2mm以上とすることが好ましい。嵌込構造の場合、双極板21にある程度の強度が要求されるからである。双極板21の厚さは、双極板21の両側に電極を配置することを考慮して、枠体22の厚さよりも0.5mm以上2mm以下程度小さい値とすると良い。

【0039】

[嵌込構造]

嵌込構造は、セルフフレーム2を正面視したときに、枠体22の貫通窓22wを塞ぐように配置した双極板21の外周縁部分が全周にわたって枠体22に重複するように寸法を調整すると共に、枠体22における双極板21と重複する部分を凹ませることで構成される

50

。本例においては、枠体 2 2 の貫通窓 2 2 w を全周にわたって取り囲む周縁部が枠体 2 2 の他の部分よりも薄くなっており、その薄くなった部分が、双極板 2 1 を嵌め込むための内周縁凹部 2 2 c を形成している。本例における内周縁凹部 2 2 c は、枠体 2 2 の一面側にのみ形成されている。つまり、内周縁凹部 2 2 c の他面（裏側の面）は、その面よりも外側の部分に平坦に繋がっている（後述する図 3 を参照）。

【0040】

上記内周縁凹部 2 2 c に双極板 2 1 を嵌め込んだ状態を、セルフフレーム 2 の概略図である図 2、および図 2 の I I I - I I I 断面図である図 3 に基づいて説明する。図 2 に示すように、枠体 2 2 の内周縁凹部 2 2 c に双極板 2 1 を嵌め込むことで、内周縁凹部 2 2 c と双極板 2 1 の外周縁全周にわたる所定幅の部分である外周縁係合部とが枠体 2 2 の厚み方向に係合する（図 3 を合わせて参照）。その結果、枠体 2 2 の貫通窓 2 2 w が双極板 2 1 で塞がれた状態になる。ここで、図 3 に示すように、嵌込構造を採用する場合、双極板 2 1 の一面側と他面側との間で電解液が流通しないようにするために、枠体 2 2 と双極板 2 1 との間をシールする必要がある。本例では、双極板 2 1 における内周縁凹部 2 2 c と重複する部分に環状の溝を形成し、その溝に O リング 2 1 o を配置することで、シール構造を形成している。O リング 2 1 o は、複数のセルフフレーム 2 を積層して締め付けた際に圧縮され、シールとして機能する。その他、内周縁凹部 2 2 c に接着剤を塗布し、内周縁凹部 2 2 c と双極板 2 1 を接着することで、シール構造を形成しても構わない。

【0041】

次に、図 3 を参照して双極板 2 1 に対する電極の配置状態を説明する。図 3 の図示しない下端側の断面形状は、図示する上端側とほぼ同じと考えて良い。この図 3 では、双極板 2 1 の右側には正極電極 1 0 4 が、左側には負極電極 1 0 5 が配置されている。両電極 1 0 4, 1 0 5 は、変形性を有する多孔体であって、積層されるセルフフレーム 2 の間で圧縮されている。また、両電極 1 0 4, 1 0 5 は、その上端位置と図示しない下端位置とが異なる構成、即ち正極電極 1 0 4 の紙面縦方向の長さが負極電極 1 0 5 よりも長い構成となっている。このような構成となっているのは、枠体 2 2 の凹部に両電極 1 0 4, 1 0 5 が隙間無く配置されるようにするためである。図中では電極 1 0 4, 1 0 5 と隣接する部材との間に隙間があるように描かれているが、実際には電極 1 0 4, 1 0 5 の変形性の故に当該隙間は形成されない。電極 1 0 4, 1 0 5 は、薄く形成することが好ましく、例えば 0.5 mm 以下とすることが好ましい。電極 1 0 4, 1 0 5 が厚くなるほど、電池セルの内部抵抗が高くなる傾向にあるからである。

【0042】

上記嵌込構造を採用することで、図 2 に示すように、枠体 2 2 の内周縁凹部 2 2 c に双極板 2 1 を嵌め込むだけで枠体 2 2 の貫通窓 2 2 w に双極板 2 1 を配置することができる。また、内周縁凹部 2 2 c に双極板 2 1 を嵌め込むことによって、枠体 2 2 に対する双極板 2 1 の位置決めを行うことができる。そのため、セルフフレーム 2 の生産性を向上させることができる。

【0043】

ここで、嵌込構造を採用する場合、作製時の公差によって、内周縁凹部 2 2 c の外寸と双極板 2 1 の外寸とを同じにすることは難しく、また同じにできた場合には枠体 2 2 に双極板 2 1 を嵌め込み難くなるという問題がある。そこで、双極板 2 1 の外寸よりも内周縁凹部 2 2 c の外寸を若干（例えば、1 mm ~ 3.0 mm 程度）大きくし、枠体 2 2 への双極板 2 1 の嵌め込みを容易にしている。しかし、この場合、セルフフレーム 2 を正面視したときに、枠体 2 2 と双極板 2 1 との間に形成され、入口スリット 1 2 3 s から出口スリット 1 2 5 s に至る電解液のリーク流路 9 が形成される。リーク流路 9 は、部材間の隙間であって、その流路抵抗が非常に小さいため、入口スリット 1 2 3 s から双極板 2 1 に導入された電解液は、リーク流路 9 に流れ込み易い。リーク流路 9 に流れ込んだ電解液は、双極板 2 1 上に配置される正極電極に殆ど接触しないまま出口スリット 1 2 5 s に排出されるため、リーク流路 9 を流れる電解液が多くなるほど、電池セルの充放電効率が低下する。そこで、本実施形態では、次に説明するリーク流路 9 を分断する分断構造を

設ける。

【0044】

[分断構造]

リーク流路9は、図2に示すように、セルフフレーム2の下方側で入口スリット123sに繋がる第一横方向経路9dと、セルフフレーム2の上方側で出口スリット125sに繋がる第二横方向経路9uと、両横方向経路9d, 9uを繋ぐ二本の縦方向経路9sr, 9slと、で構成されている。このリーク流路9を分断する分断構造には、大きく分けて次の三つの構成が存在する。

(1) 分断部材をリーク流路9に挟み込むことでリーク流路9を分断する構成。

(2) 双極板21の一部が枠体22側に突出することでその突出した部分によってリーク流路9を分断する構成。

10

(3) 枠体22の一部が双極板21側に突出することでその突出した部分によってリーク流路9を分断する構成。

各分断構造を、図4～11に基づいて以下に説明する。なお、図4～11では、マニホールドやスリットなどのリーク流路9に直接関係ない部分の図示を省略している。また、図4～11では、双極板21の部分に45°のハッチングを付してリーク流路9を白抜きとし、分かり易くしている。

【0045】

[分断部材を利用した構成]

分断部材を利用した構成を図4, 5に基づいて説明する。まず、図4に示す構成では、リーク流路9における各縦方向経路9sr, 9slの下方寄り(第一横方向経路9d寄り)の部分にブロック状の分断部材5を嵌め込むことで、リーク流路9を分断している。第一横方向経路9dに導入された電解液は、速やかに第一横方向経路9dに拡がり、双極板21の幅方向(紙面左右方向)に均一的に分散する。次いで、縦方向経路9sr(9sl)を流れる電解液は分断部材5に当たって、双極板21の中心方向(電極側)に流れる。その結果、電解液は、双極板21の表面に配置される電極に接触し、充放電に寄与することになる。

20

【0046】

分断部材5は、図4の丸囲み拡大図に示すように、中心に貫通孔を有する矩形の部材本体50と、その部材本体50の二つの側面にそれぞれ二つずつ設けられる突起51と、を備える。この分断部材5は、弾性材、例えばゴム材料で構成されており、リーク流路9に圧入できるようになっている。また、部材本体50に設けられる貫通孔が、分断部材5の変形性をさらに向上させる機能を持っており、分断部材5をリーク流路9に圧入し易く、圧入したときに分断部材5が枠体22と双極板21とに密着するようになっている。さらに、部材本体50の側面に設けられる突起51を設けることで、部材本体50の変形による圧力が突起51に集中し、突起51が枠体22と双極板21に強く押しつけられるので、リーク流路9が確実に分断される。

30

【0047】

図5に示す形態では、リーク流路9における縦方向経路9sr(9sl)の一部を蛇行させ、その蛇行させた部分(細線の丸で囲った部分)の近傍に分断部材5を配置している。分断部材5の形態は、図4で利用したものと同一ものである。

40

【0048】

リーク流路9を蛇行させるには、枠体22における内周縁凹部の縁に相当する部分を内周縁凹部側に突出させた第一凸部22xを形成すると共に、双極板21における第一凸部22xに対応する部分を切り欠いた第一凹部21xを形成する。そうすることで、枠体22に双極板21を嵌め込むことで、第一凸部22xと第一凹部21xとが噛み合う部分でリーク流路9を蛇行させることができる。リーク流路9を蛇行させることで、その蛇行した部分の流路抵抗を高くすることができる。さらに、その流路抵抗が高くなる位置に分断部材5を配置すれば、図4に示す形態よりも確実にリーク流路9を分断することができる。なお、蛇行する部分を、図5に示す数よりも多くすることもできる。

50

【0049】

分断部材5を配置する位置としては、図5の三つの丸囲み拡大図に示すような位置を挙げることができる（右側にある蛇行した部分にも分断部材5を配置する）。まず、左側の丸囲み拡大図には、蛇行した部分よりも上方側の縦方向に伸びる部分に分断部材5を嵌め込んだ構成が示されている。この場合、蛇行した部分を通過することで勢いが弱まった電解液を分断部材5でせき止めるので、リーク流路9における電解液の流れを効果的に抑制することができる。

【0050】

次に、中央の丸囲み拡大図には、蛇行した部分における縦方向に伸びる部分に分断部材5を嵌め込んだ構成が示されている。この場合も、蛇行する部分で電解液の勢いが弱まった直後に分断部材5で電解液をせき止めるので、リーク流路9における電解液の流れを効果的に抑制することができる。

10

【0051】

最後に、右側の丸囲み拡大図には、蛇行した部分における二つの横方向に伸びる部分にそれぞれ分断部材5、5を嵌め込んだ構成が示されている。二箇所に分断部材5を嵌め込むことで、リーク流路9の分断をより確実に行うことができる。また、セルフフレーム2は通常、横長に形成されているため、枠体22の紙面縦方向の公差および熱膨張量は、紙面横方向の公差および熱膨張量よりも小さい。従って、枠体22の公差および熱膨張量が小さい方向に分断部材5を嵌め込む構成（即ち、蛇行した部分における縦方向に内周縁凹部の外縁と双極板21の外縁とが対向する箇所に分断部材5を嵌め込む構成）とすることで、リーク流路9の分断をより確実に行うことができる。

20

【0052】

ここで、分断部材の形状は、図4、5に示す形状に限定されるわけではない。図2に示すセルフフレーム2のサイズが大きくなると、枠体22と双極板21との間に形成されるリーク流路9の幅も大きくなり易い。その場合、図6に示すような長尺の分断部材6が、リーク流路9に嵌め込み易く、好ましい。長尺の分断部材6の嵌め込み位置は、図示するように縦方向経路9s1（9sr）の位置とすると良い。分断部材6によって、縦方向経路9s1（9sr）全体を埋めても良いし、縦方向経路9s1（9sr）の一部を埋めても良い。

【0053】

30

大型のセルフフレーム2であっても、リーク流路9の幅W（丸囲み拡大図参照）は、広くなりすぎないようにすることが好ましい。リーク流路9への分断部材6の嵌め込み易さを考慮して、当該幅Wは3mm以上20mm以下とすることが好ましく、3mm以上7mm以下とすることがより好ましい。このリーク流路9の幅Wと、リーク流路9に嵌め込まれた分断部材6の幅Xとの差（幅W－幅X）は、1mm以下とすることが好ましい。上記差が多少あっても、長尺の分断部材6がリーク流路9（ここでは、縦方向経路9s1、9sr）の延伸方向に沿って配置されているため、リーク流路9に電解液が流れ難い。もちろん、分断部材6を設けた趣旨を考慮すれば、上記差は0mm（隙間なし）とすることが望ましい。上記差を0mmとするには、リーク流路9に嵌め込む前の分断部材6の幅が、リーク流路9の幅Wよりも大きければ良い。つまり、リーク流路9に分断部材6を圧入する構成とすれば、上記差を0mmとすることができる。リーク流路9に分断部材6を圧入する構成の場合、圧入前の分断部材6の幅がリーク流路9の幅Wよりも大き過ぎると、双極板21などに過剰な応力が作用する虞がある。そのため、リーク流路9の幅Wが、圧入前の分断部材6の幅の60%以上となるようにすることが好ましい。

40

【0054】

長尺の分断部材6に求められる特性は、適度な柔軟性を持ち、電解液を通し難いことである。また、電解液に接触したときに電解液への溶出物が少なく、耐酸性があることも、分断部材6に求められる特性の一つである。分断部材6の柔軟性の指標としては、JISK 6400に準拠する圧縮応力が30kPa以上150kPa以下であることを挙げることができる。

50

【0055】

上記特性の少なくとも一つを満たす分断部材6の材料として、例えば、ゴム、スポンジゴム、発泡ポリエチレン、発泡ウレタン、発泡ポリスチレンなどを挙げることができる。また、不織布、カーボン不織布、カーボクロス、カーボンペーパー、レーヨンフェルトなどで分断部材6を構成することもできる。

【0056】

その他、図7に示すように、蛇行するリーク流路9に長尺の分断部材6を嵌め込んだ構成としても良い。リーク流路9の幅がある程度広い場合、柔軟性の高い分断部材6であれば、蛇行するリーク流路9であっても長尺の分断部材6をリーク流路9に嵌め込み易い。

【0057】

[〔 枠体の一部が双極板側に突出する構成 〕]

枠体の一部が双極板側に突出する構成を図8、9に基づいて説明する。まず、図8に示す形態では、枠体22のうち、双極板21の側面に対応する部分が、双極板21に向かって湾曲して突出している。一方で、双極板21の側面は直線状である。そのため、その突出した部分で双極板21を両側から挟み込む形になり、突出した部分によってリーク流路9の縦方向経路9sr(9s1)が分断される。この場合、突出した部分に双極板21を圧入する形態となるが、突出した部分以外の部分では枠体22と双極板21との間に隙間があるため、枠体22に双極板21を嵌め込み難いという問題は生じ難い。

【0058】

次に、図9に示す形態では、枠体22のうち、双極板21の側面に対応する部分に、双極板21に向かって突出する突片22pが形成されている。突片22pには孔が設けられており、変形し易くなっている。このような構成であれば、突片22pで双極板21を両側から挟み込む形になり、突片22pによってリーク流路9の縦方向経路9sr(9s1)が分断される。この場合も、枠体22の突片22pの部分に双極板21を圧入する形態となるが、突片22p以外の部分では枠体22と双極板21との間に隙間があるため、枠体22に双極板21を嵌め込み難いという問題は生じ難い。突片22pの数は、図示する数に限定されるわけではなく、図示する数よりも少なくても多くても構わない。

【0059】

[〔 双極板の一部が枠体側に突出する構成 〕]

双極板の一部が枠体側に突出する構成を図10、11に基づいて説明する。まず、図10に示す形態では、双極板21の側面部分が、枠体22に向かって湾曲して突出している。一方で、枠体22のうち、双極板21の側面に対応する部分は直線状である。そのため、その突出した部分が枠体22によって両側から挟み込まれる形になり、突出した部分によってリーク流路9の縦方向経路9sr(9s1)が分断される。この場合、双極板21の突出した部分を枠体22に押し込む形態となるが、その突出した部分以外の部分では枠体22と双極板21との間に隙間があるため、枠体22に双極板21を嵌め込み難いという問題は生じ難い。

【0060】

次に、図11に示す形態では、双極板21の側面部分に、枠体22に向かって突出する複数の突片21pが形成されている。このような構成であれば、双極板21の突片21pが枠体22によって両側から挟み込まれる形になり、突片21pによってリーク流路9の縦方向経路9sr(9s1)が分断される。この場合も、双極板21の突片21pを枠体22に押し込む形態となるが、その突片21p以外の部分では枠体22と双極板21との間に隙間があるため、枠体22に双極板21を嵌め込み難いという問題は生じ難い。突片21pの数は、図示する数に限定されるわけではなく、図示する数より少なくても多くても構わない。

【0061】

以上説明したいずれの分断構成でも、リーク流路9を分断することができ、リーク流路9を流れる電解液の量を大幅に低減することができる。その結果、リーク流路9に起因する電池セルの充放電効率の低下を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【0062】

＜実施形態２＞

実施形態２では、双極板３１における枠体３２の内周縁凹部３２ｃに係合する所定幅の部分を、双極板３１のその他の部分よりも薄く形成した例を図１２～１４に基づいて説明する。

【0063】

図１２は、実施形態２におけるセルフフレーム３に備わる枠体３２と双極板３１の概略図である。これらの枠体３２と双極板３１は、図５を用いて説明したリーク流路９を蛇行させるための構成を備えている。リーク流路９を蛇行させる構成として、本実施形態の枠体３２は、内周縁凹部３２ｃに向かって突出する第一凸部３２ｘを備える。さらに、この枠体３２は、内周縁凹部３２ｃから貫通窓２２ｗに向かって突出する第二凸部３２ｙを備える。

10

【0064】

一方、本実施形態の双極板３１は、リーク流路９を蛇行させる構成として、枠体３２の第一凸部３２ｘに対応する部分を切り欠くことで形成される第一凹部３１ｘを備える。また、この双極板３１の裏面側のうち、枠体３２の内周縁凹部３２ｃに係合する外周縁係合部（点線で示す部分よりも外方側の部分）は、双極板３１のその他の部分よりも薄く形成された薄肉部３１ｃとなっている。薄肉部３１ｃの紙面手前側の面は、その他の部分と面一になっており、従って薄肉部３１ｃの紙面裏側の面が、その他の部分よりも紙面手前側に下がった状態となっている。この薄肉部３１ｃのうち、枠体３２の第二凸部３２ｙに対応する部分は、双極板３１の中心線側に拡がることで形成される第二凹部３１ｙを備える。

20

【0065】

上記構成を備える双極板３１を枠体３２に嵌め込んだ場合、図１３、１４に示すように、セルフフレーム３の一面側（図１３では紙面手前側、図１４では紙面右側）にリーク流路９が形成されるだけでなく、他面側（図１３では紙面奥側、図１４では紙面左側）にもリーク流路９が形成される。そこで、両リーク流路９を、その蛇行部分の近傍で図５の丸囲み拡大図に示すように分断部材５で分断する。あるいは、両リーク流路９を、図７に示す分断部材６で分断しても良い。

【0066】

以上説明した実施形態２の構成によれば、図１４に示すように、双極板３１の薄肉部３１ｃ以外の部分が、枠体３２の貫通窓に嵌まり込み、枠体３２に対する双極板３１の係合状態が、実施形態１の場合よりも安定する。

30

【0067】

＜その他の実施形態＞

実施形態２に示す双極板３１に薄肉部３１ｃを形成する形態においても、図８、９に示すような枠体の双極板側への突出によってリーク流路９を分断する構成、あるいは図１０、１１に示すような双極板の枠体側への突出によってリーク流路９を分断する構成を採用することができる。

【産業上の利用可能性】

40

【0068】

本発明の電池セルは、ＲＦ電池などの流体流通型の蓄電池の構築に好適に利用可能である。また、本発明のＲＦ電池は、太陽光発電、風力発電などの新エネルギーの発電に対して、発電出力の変動の安定化、発電電力の余剰時の蓄電、負荷平準化などを目的とした蓄電池として利用できる他、一般的な発電所に併設されて、瞬低・停電対策や負荷平準化を目的とした大容量の蓄電池としても利用することができる。

【符号の説明】

【0069】

- １ レドックスフロー電池（ＲＦ電池）
- ２，３ セルフフレーム

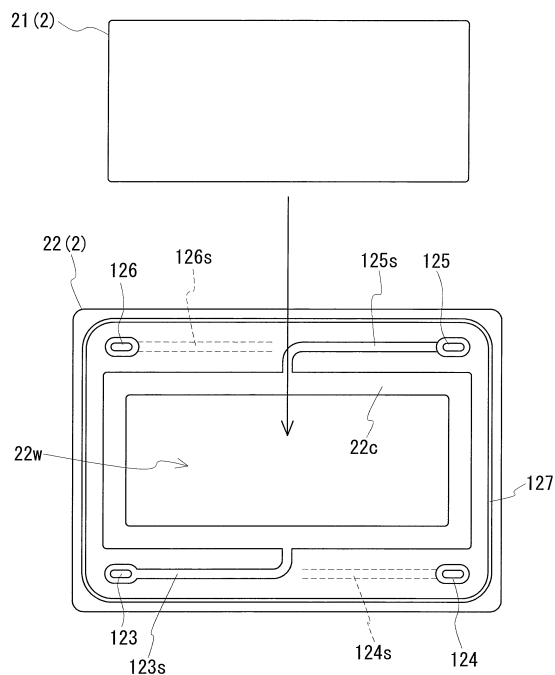
50

21, 31 双極板
 31c 薄肉部 21o オリング 21p 突片
 21x, 31x 第一凹部 31y 第二凹部
 22, 32 枠体
 22c, 32c 内周縁凹部 22p 突片 22w 貫通窓
 22x, 32x 第一凸部 32y 第二凸部
 5, 6 分断部材 50 部材本体 51 突起
 9 リーク流路
 9d 第一横方向経路 9u 第二横方向経路
 9sr, 9sl 縦方向経路
 100 セル 101 隔膜 102 正極セル 103 負極セル
 100P 正極用循環機構 100N 負極用循環機構
 104 正極電極 105 負極電極 106 正極電解液用タンク
 107 負極電解液用タンク 108, 109, 110, 111 導管
 112, 113 ポンプ
 120 セルフフレーム 121 双極板 122 枠体
 123, 124 給液用マニホールド
 125, 126 排液用マニホールド
 123s, 124s 入口スリット 125s, 126s 出口スリット
 127 シール部材
 190 給排板 210, 220 エンドプレート
 200 電池用セルスタック 200s サブスタック
 230 締付機構

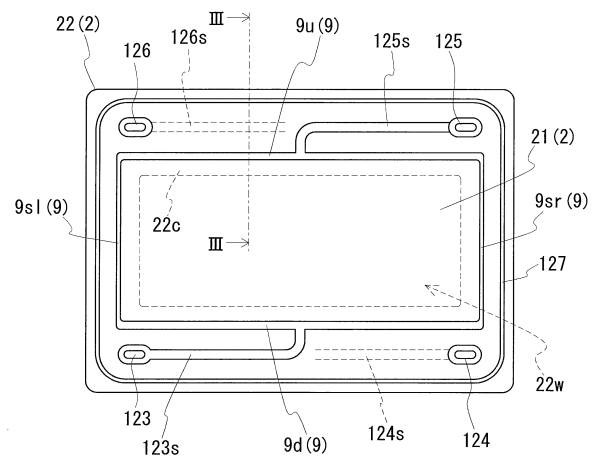
10

20

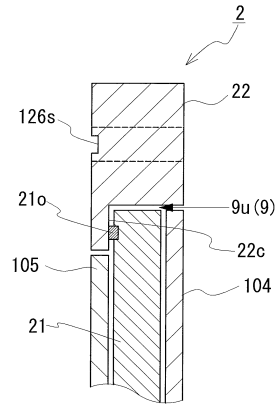
【図 1】



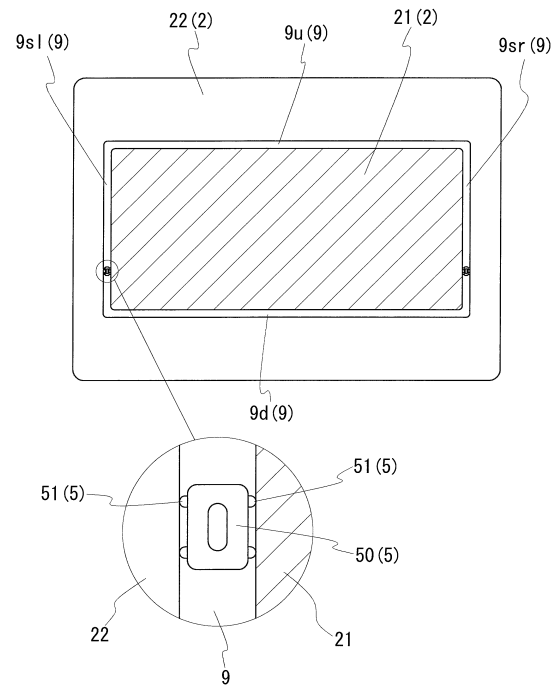
【図 2】



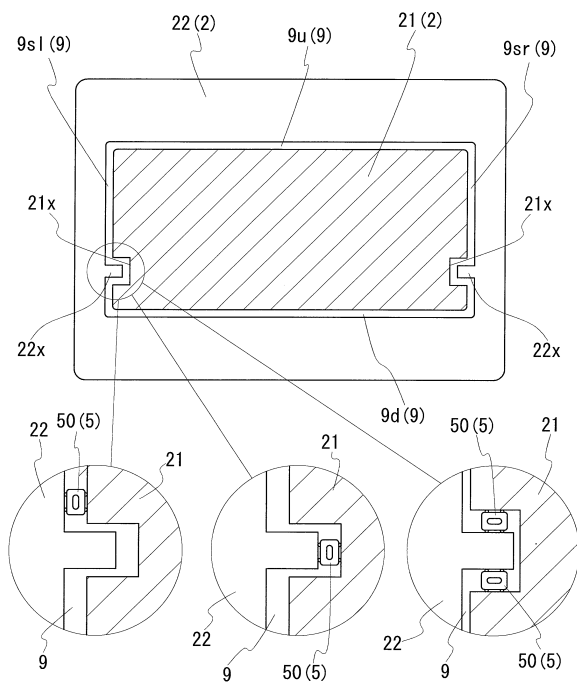
【図 3】



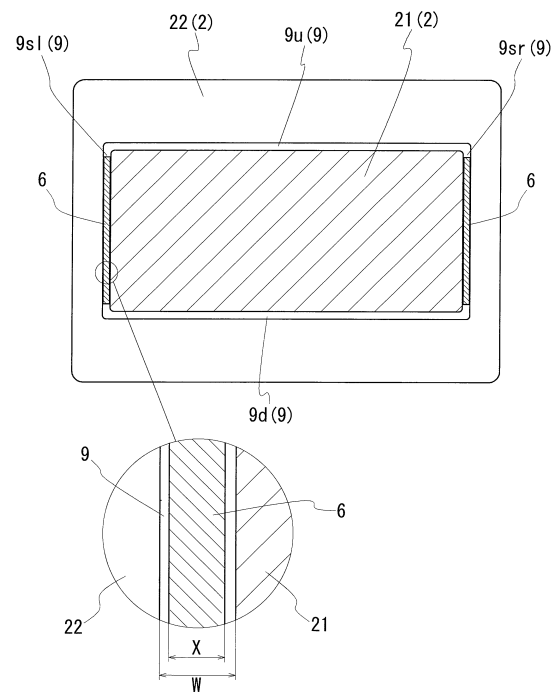
【図 4】



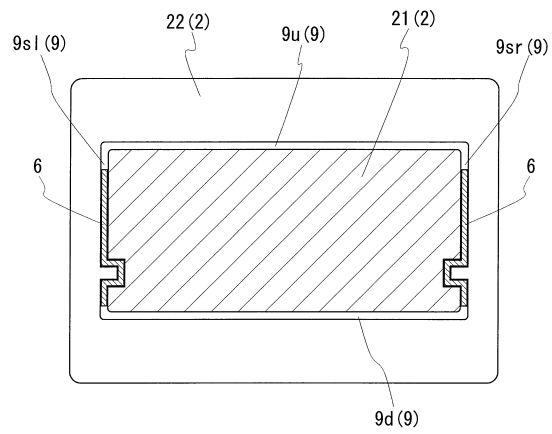
【図 5】



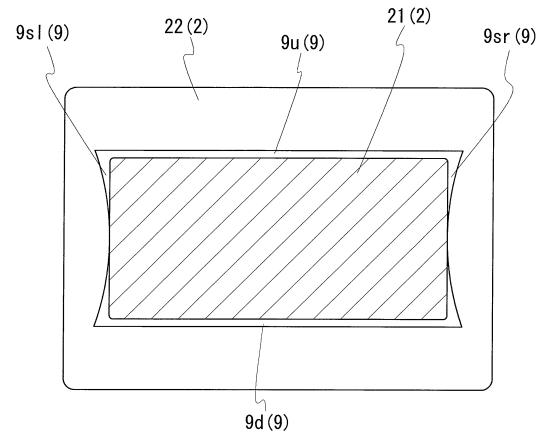
【図 6】



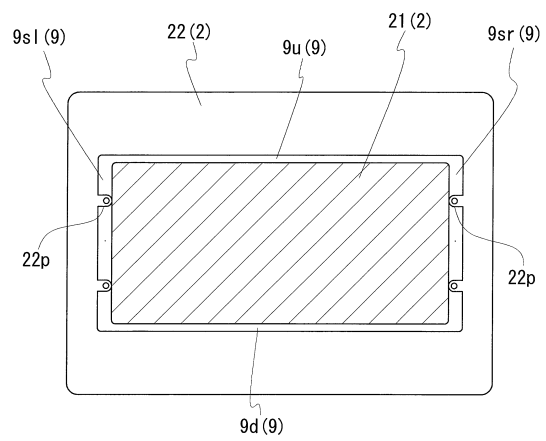
【図 7】



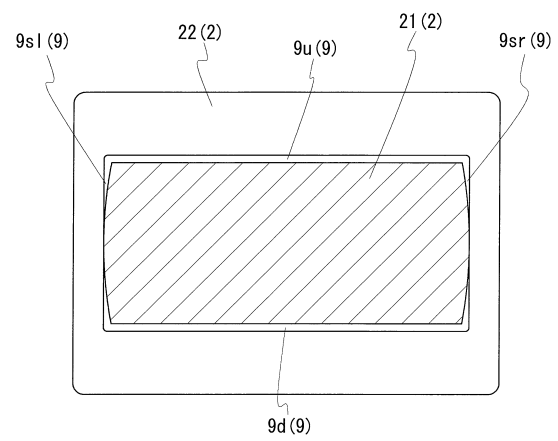
【図 8】



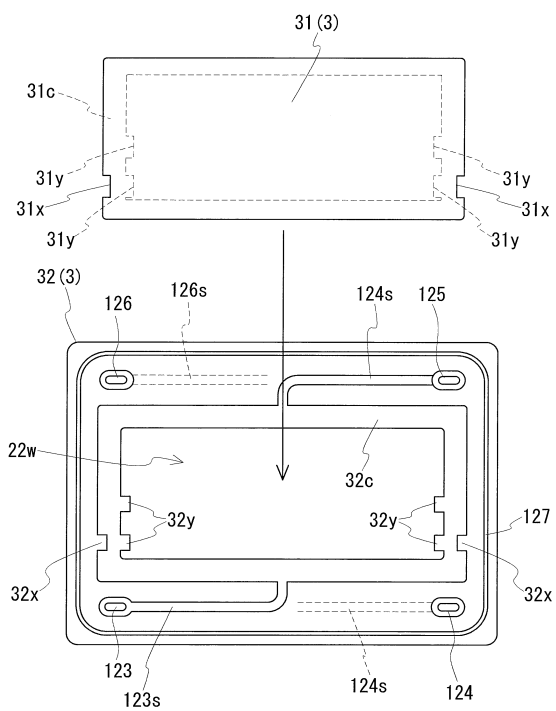
【図 9】



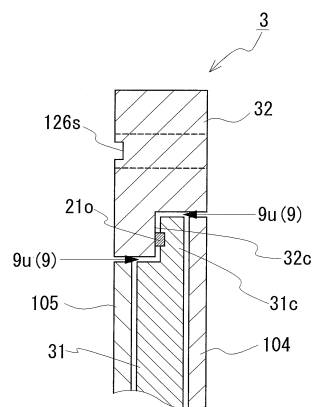
【図 10】



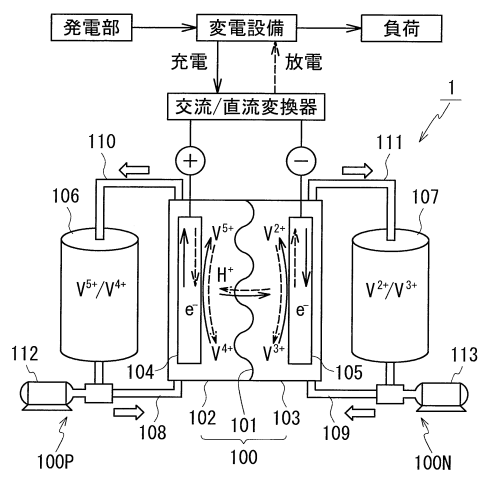
【図 1 2】



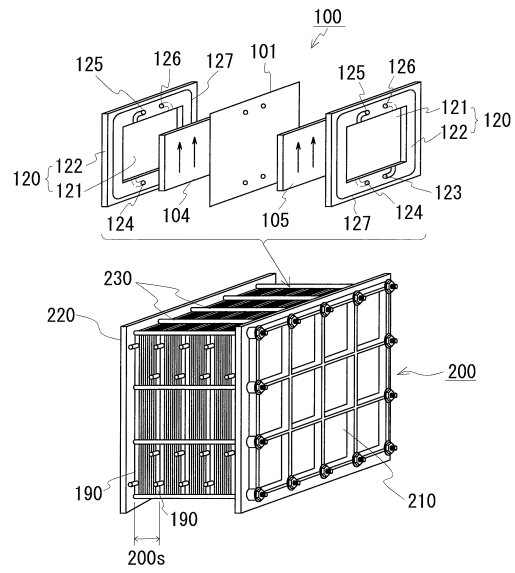
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊藤 岳文
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
- (72)発明者 桑原 雅裕
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
- (72)発明者 森内 清晃
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
- (72)発明者 林 清明
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
- (72)発明者 藤田 勇人
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
- (72)発明者 白木 高輔
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

審査官 守安 太郎

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0156535 (US, A1)
特開2006-324129 (JP, A)
特開昭63-216271 (JP, A)
特開2005-228622 (JP, A)
特表2008-537290 (JP, A)
特開2012-216510 (JP, A)
特開2001-155758 (JP, A)
特開昭62-090876 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/18