(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-226866
(P2012-226866A)
(43)公開日　平成24年11月15日(2012.11.15)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01M 2/10	(2006.01)	H01M	2/10	A	5H029
H01M 10/39	(2006.01)	H01M	10/39	D	5H030
H01M 10/0568	(2010.01)	H01M	10/00	113	5H040
H01M 10/058	(2010.01)	H01M	10/00	115	
H01M 10/48	(2006.01)	H01M	10/48	P	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 11 頁）

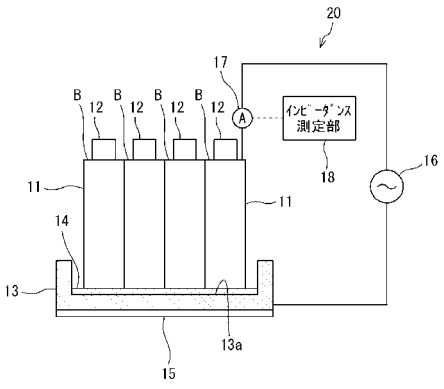
(21)出願番号　特願2011-91097(P2011-91097)
(22)出願日　平成23年4月15日(2011.4.15)

(71)出願人　000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号
(74)代理人　110000280
特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
(72)発明者　新田　耕司
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　稲澤　信二
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　酒井　将一郎
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】溶融塩電池及びその液漏れ検知方法

(57)【要約】
【課題】溶融塩電池の液漏れを、簡単な構造で確実に検知する。
【解決手段】電解質として溶融塩を含む溶融塩電池本体を収容し、外面が導電性の電池容器１１と、電池容器１１の外面に接して設けられ、電池容器１１から漏れ出た電解液を吸着することが可能な吸着シート１４と、電池容器１１との間に吸着シート１４を挟み込む導電性部材の受け皿１３とを備えた溶融塩電池Ｂについて、電池容器１１の外面と受け皿１３との間に交流電圧を印加すると、吸着シート１４が交流電圧に対してインピーダンスを有し、このインピーダンスは、吸着シート１４が溶融塩の電解液を吸着すると低下する。そこで、インピーダンスの変化に基づいて、電解液が電池容器１１から漏れ出たことを、検知することができる。
【選択図】図５



【特許請求の範囲】
【請求項１】
電解質として溶融塩を含む溶融塩電池本体と、
前記溶融塩電池本体を収容し、少なくとも外面が導電性の電池容器と、
前記電池容器の外面に接して設けられ、前記電池容器から漏れ出た電解液を吸着することが可能な吸着シートと、
前記電池容器との間に前記吸着シートを挟み込む導電性部材と
を備えていることを特徴とする溶融塩電池。
【請求項２】
前記溶融塩電池本体を収容した電池容器を複数個並べて組電池が構成され、各電池容器の外面が互いに接触している請求項１記載の溶融塩電池。
【請求項３】
前記溶融塩電池本体を収容した電池容器を複数個並べて組電池が構成され、各電池容器は、隙間を設けるか又は絶縁材を挟むことにより互いに絶縁されている請求項１記載の溶融塩電池。
【請求項４】
前記吸着シートは絶縁性の多孔質シートである請求項１～３のいずれか１項に記載の溶融塩電池。
【請求項５】
前記吸着シートは前記電池容器の下に敷かれ、前記導電性部材は前記吸着シートを介して前記電池容器を載せる受け皿となっている請求項１～４のいずれか１項に記載の溶融塩電池。
【請求項６】
前記吸着シートを前記溶融塩の融点以上の温度に維持する加熱装置を備えた請求項１～５のいずれか１項に記載の溶融塩電池。
【請求項７】
電解質として溶融塩を含む溶融塩電池本体と、
前記溶融塩電池本体を収容し、少なくとも外面が導電性の電池容器と、
前記電池容器の外面に接して設けられ、前記電池容器から漏れ出た電解液を吸着することが可能な吸着シートと、
前記電池容器との間に前記吸着シートを挟み込む導電性部材と、
前記電池容器の外面と前記導電性部材との間に交流電圧を印加してインピーダンスを測定する測定装置と
を備えていることを特徴とする溶融塩電池。
【請求項８】
電解質として溶融塩を含む溶融塩電池本体と、前記溶融塩電池本体を収容し、少なくとも外面が導電性の電池容器と、前記電池容器の外面に接して設けられ、前記電池容器から漏れ出た電解液を吸着することが可能な吸着シートと、前記電池容器との間に前記吸着シートを挟み込む導電性部材とを備えた溶融塩電池について、前記電池容器から電解液が漏れ出たことを検知する溶融塩電池の液漏れ検知方法であって、
前記電池容器から電解液が漏れ出る前の前記電池容器の外面と前記導電性部材との間に交流電圧を印加した場合のインピーダンスを予め測定しておき、当該インピーダンスが変化した場合に前記電池容器から電解液が漏れ出たと判定する溶融塩電池の液漏れ検知方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、溶融塩を電解質とする電池に関し、特に、電解液の液漏れ検知のための構成及び方法に関する。なお、溶融塩には、室温で溶融するイオン液体も含むものとする。
【背景技術】

【０００２】
エネルギー密度に優れた二次電池として、例えば、リチウムイオン電池、ナトリウム硫黄電池、ニッケル水素電池が知られているが、近年、高いエネルギー密度に加えて、不燃性という強力な利点を持つ二次電池として、溶融塩を電解質とする溶融塩電池が開発され、注目されている（特許文献１及び非特許文献１参照。）。また、溶融塩電池の稼働温度領域は５７℃～１９０℃であり、これは、上記他の電池と比べて温度範囲が広い。そのため、排熱スペースや防火等の装備が不要であり、個々の素電池を高密度に集めて組電池を構成しても全体としては比較的コンパクトである、という利点がある。このような溶融塩組電池は、中規模電力網や家庭等での電力貯蔵用途の他、トラックやバス等の車載用途にも期待されている。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００９－６７６４４号公報
【非特許文献】
【０００４】
【非特許文献１】「ＳＥＩ　ＷＯＲＬＤ」２０１１年3月号（ＶＯＬ．４０２）、住友電気工業株式会社
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
上記のような溶融塩電池の容器は、内部の気圧が上昇したときに、これを逃がすための安全弁を備えており、完全な密閉構造ではない。そのため、例えば車載の溶融塩電池であれば、加速・減速の際の慣性や、走行中の振動等によって、電解液が若干漏れ出ることも想定される。漏れによって電解液が減ると電池としての性能が低下する。また、多数の素電池で構成される組電池の中の特定の電池のみ性能が低下すると、その分、他の素電池に過度の負担がかかり、好ましくない。
【０００６】
そこで、電解液の液漏れを検知できれば、取り替え等の迅速的確な対策が可能となる。液漏れ検知には、例えば、櫛状のパターン電極を電池の下に配置し、漏れた電解液により局部的なパターン短絡が生じることを利用する装置がある。しかし、このような装置は、専用のパターン電極を用意しなければならない点で構造的に簡単ではなく、また、汚れによる誤動作も生じやすい。
かかる課題に鑑み、本発明は、溶融塩電池の液漏れを、簡単な構造で確実に検知することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
（１）本発明の溶融塩電池は、電解質として溶融塩を含む溶融塩電池本体と、前記溶融塩電池本体を収容し、少なくとも外面が導電性の電池容器と、前記電池容器の外面に接して設けられ、前記電池容器から漏れ出た電解液を吸着することが可能な吸着シートと、前記電池容器との間に前記吸着シートを挟み込む導電性部材とを備えたものである。
【０００８】
このように構成された溶融塩電池では、電池容器の外面と導電性部材との間に交流電圧を印加すると、吸着シートが交流電圧に対してインピーダンスを有する。このインピーダンスは、吸着シートが溶融塩の電解液を吸着すると低下する。そこで、インピーダンスの変化に基づいて、電解液が電池容器から漏れ出たことを、検知することができる。
【０００９】
（２）また、上記（１）の溶融塩電池において、溶融塩電池本体を収容した電池容器を複数個並べて組電池が構成され、各電池容器の外面が互いに接触していてもよい。
この場合、組電池を構成するいずれの電池容器から電解液が漏れ出ても、これを、イン

ピーダンスの変化に基づいて検知することができる。

【００１０】

（３）また、上記（２）の溶融塩電池において、溶融塩電池本体を収容した電池容器を複数個並べて組電池が構成され、各電池容器は、隙間を設けるか又は絶縁材を挟むことにより互いに絶縁されていてもよい。

この場合、各電池容器について個別にインピーダンスを測定することにより、組電池の中から電解液が漏れ出た電池容器を特定することができる。

【００１１】

（４）また、上記（１）～（３）のいずれかの溶融塩電池において、吸着シートは絶縁性の多孔質シートであることが好ましい。

この場合、漏れ出た電解液を素早く確実に保持し、インピーダンス変化につなげることができる。

【００１２】

（５）また、上記（１）～（４）のいずれかの溶融塩電池において、吸着シートは電池容器の下に敷かれ、導電性部材は吸着シートを介して電池容器を載せる受け皿となっていてもよい。

この場合、漏れ出た電解液は自然に滴下して吸着シートに吸着される。導電性部材は、受け皿としてより確実に、吸着シートとともに電解液を受け止める。

【００１３】

（６）また、上記（１）～（５）のいずれかの溶融塩電池においては、吸着シートを溶融塩の融点以上の温度に維持する加熱装置が設けられていてもよい。

この場合、吸着シートに吸着された電解液は溶融状態を確実に維持することができるので、インピーダンス変化を確実に捉えることができる。なお、溶融塩の電解液は蒸発せずに吸着シートに残る。そのため、吸着シートのインピーダンス変化を生じさせる物質として好適である。

【００１４】

（７）また、少し異なる視点から見た本発明の溶融塩電池は、電解質として溶融塩を含む溶融塩電池本体と、前記溶融塩電池本体を収容し、少なくとも外面が導電性の電池容器と、前記電池容器の外面に接して設けられ、前記電池容器から漏れ出た電解液を吸着することが可能な吸着シートと、前記電池容器との間に前記吸着シートを挟み込む導電性部材と、前記電池容器の外面と前記導電性部材との間に交流電圧を印加してインピーダンスを測定する測定装置とを備えたものである、とも言える。

【００１５】

このように構成された溶融塩電池では、交流電圧を印加すると、吸着シートが交流電圧に対してインピーダンスを有する。このインピーダンスは、吸着シートが溶融塩の電解液を吸着すると低下する。そこで、インピーダンスの変化に基づいて、電解液が電池容器から漏れ出たことを、検知することができる。

【００１６】

（８）一方、本発明の溶融塩電池の液漏れ検知方法は、電解質として溶融塩を含む溶融塩電池本体と、前記溶融塩電池本体を収容し、少なくとも外面が導電性の電池容器と、前記電池容器の外面に接して設けられ、前記電池容器から漏れ出た電解液を吸着することが可能な吸着シートと、前記電池容器との間に前記吸着シートを挟み込む導電性部材とを備えた溶融塩電池について、前記電池容器から電解液が漏れ出たことを検知する溶融塩電池の液漏れ検知方法であって、

前記電池容器から電解液が漏れ出る前の前記電池容器の外面と前記導電性部材との間に交流電圧を印加した場合のインピーダンスを予め測定しておき、当該インピーダンスが変化した場合に前記電池容器から電解液が漏れ出たと判定する、というものである。

【００１７】

このような溶融塩電池の液漏れ検知方法では、電池容器の外面と導電性部材との間に交流電圧を印加すると、吸着シートが交流電圧に対してインピーダンスを有する。このイン

ピーダンスは、吸着シートが溶融塩の電解液を吸着すると低下する。そこで、吸着前後でのインピーダンスの変化に基づいて、電解液が電池容器から漏れ出たことを、検知することができる。

【発明の効果】

【００１８】

本発明の溶融塩電池及びその液漏れ検知方法によれば、溶融塩電池の液漏れを、簡単な構造で確実に検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】溶融塩電池における発電要素の基本構造を原理的に示す略図である。

【図２】溶融塩電池本体（電池としての本体部分）の積層構造を簡略に示す斜視図である。

【図３】図２と同様の構造についての横断面図である。

【図４】電池容器に収められた状態の溶融塩電池の外観の概略を示す斜視図である。

【図５】溶融塩電池を複数並べた組電池について、その液漏れ検知を可能とするための構成（方法）を示す概略図である。

【図６】溶融塩電池を複数並べた組電池について、その液漏れ検知を可能とするための他の構成（他の方法）を示す概略図である。

【図７】図６と類似の構成であり、隣接する各電池容器間に絶縁材のスペーサを挟んだ構成を示している。

【発明を実施するための形態】

【００２０】

以下、本発明の実施形態に係る溶融塩電池について、図面を参照して説明する。

図１は、溶融塩電池における発電要素の基本構造を原理的に示す略図である。図において、発電要素は、正極１、負極２及びそれらの間に介在するセパレータ３を備えている。正極１は、正極集電体１ａと、正極材１ｂとによって構成されている。負極２は、負極集電体２ａと、負極材２ｂとによって構成されている。

【００２１】

正極集電体１ａの素材は、例えば、アルミニウム不織布（線径１００μｍ、気孔率８０％）である。正極材１ｂは、正極活物質としての例えば$NaCrO_2$と、アセチレンブラックと、ＰＶＤＦ（ポリフッ化ビニリデン）と、Ｎ－メチル－２－ピロリドンとを、質量比８５：１０：５：５０の割合で混練したものである。そして、このように混練したものを、アルミニウム不織布の正極集電体１ａに充填し、乾燥後に、１０００ｋｇｆ／ｃｍ^{2}にてプレスし、正極１の厚みが約１ｍｍとなるように形成される。

一方、負極２においては、アルミニウム製の負極集電体２ａ上に、負極活物質としての例えば錫を含むＳｎ－Ｎａ合金が、メッキにより形成される。

【００２２】

正極１及び負極２の間に介在するセパレータ３は、ガラスの不織布（厚さ２００μｍ）に電解質としての溶融塩を含浸させたものである。この溶融塩は、例えば、ＮａＦＳＡ（ナトリウム　ビスフルオロスルフォニルアミド）０．４５ｍｏｌ％と、ＫＦＳＡ（カリウム　ビスフルオロスルフォニルアミド）０．５５ｍｏｌ％との混合物であり、融点は５７℃である。融点以上の温度では、溶融塩は溶融し、高濃度のイオンが溶解した電解液となって、正極１及び負極２に触れている。また、この溶融塩は不燃性である。

【００２３】

なお、上述した各部の材質・成分や数値は好適な一例であるが、これらに限定されるものではない。

例えば、溶融塩としては、上記の他、ＬｉＦＳＡ－ＫＦＳＡ－ＣｓＦＳＡの混合物も好適である。また、他の塩を混合する場合もあり（有機カチオン等）、一般には、溶融塩は、（ａ）ＮａＦＳＡ、又は、ＬｉＦＳＡを含む混合物、（ｂ）ＮａＴＦＳＡ、又は、ＬｉＴＦＳＡを含む混合物、が適する。これらの場合、各混合物の溶融塩は、比較的低融点と

なるので、少ない加熱で溶融塩電池を作動させることができる。

【００２４】

次に、より具体的な溶融塩電池の発電要素の構成について説明する。図２は、溶融塩電池本体（電池としての本体部分）１０の積層構造を簡略に示す斜視図、図３は同様の構造についての横断面図である。

図２及び図３において、複数（図示しているのは６個）の矩形平板状の負極２と、袋状のセパレータ３に各々収容された複数（図示しているのは５個）の矩形平板状の正極１とが、互いに対向して図３における上下方向すなわち積層方向に重ね合わせられ、積層構造を成している。

【００２５】

セパレータ３は、隣り合う正極１と負極２との間に介在しており、言い換えれば、セパレータ３を介して、正極１及び負極２が交互に積層されていることになる。実際に積層する数は、例えば、正極１が２０個、負極２が２１個、セパレータ３は「袋」としては２０袋であるが、正極１・負極２間に介在する個数としては４０個である。なお、セパレータ３は、袋状に限定されず、分離した４０個であってもよい。

【００２６】

なお、図３では、セパレータ３と負極２とが互いに離れているように描いているが、溶融塩電池の完成時には互いに密着する。正極１も、当然に、セパレータ３に密着している。また、正極１の縦方向及び横方向それぞれの寸法は、デンドライトの発生を防止するために、負極２の縦方向及び横方向の寸法より小さくしてあり、正極１の外縁が、セパレータ３を介して負極２の周縁部に対向するようになっている。

【００２７】

上記のように構成された溶融塩電池本体１０は、例えばアルミニウム合金製で直方体状の電池容器に収容され、素電池すなわち、電池としての物理的な一個体を成す。なお、電池容器は、内面には絶縁処理が施されていてもよいが、少なくとも外面は導電性である。

図４は、このような電池容器１１に収められた状態の溶融塩電池Ｂの外観の概略を示す斜視図である。なお、図２，図３における正極１及び負極２のそれぞれからは、端子（正極１の端子１ｔのみ図示している。）が電池容器１１の外部へ引き出される。図４において、電池容器１１の上部には、内部の気圧が過度に上昇したときに放圧するための安全弁１２が設けられている。

【００２８】

上記のように構成された溶融塩電池Ｂは、外部の加熱手段を用いて溶融塩の融点以上になるように加熱される。実際には、安定的な溶融状態とするため、全体が８５℃～９５℃になるように加熱される。これにより、溶融塩が融解して、充電及び放電が可能な状態となる。

また、この素電池としての溶融塩電池Ｂを集めて組電池を構成することができる。例えば、素電池としての溶融塩電池Ｂを複数個、互いに直列又は並列に接続して成る組電池は、所望の電圧・電流の定格で使用することができる。

【００２９】

図５は、溶融塩電池を複数並べた組電池について、その液漏れ検知を可能とするための構成（方法）を示す概略図である。なお、ここでは４個の溶融塩電池Ｂを示しているが、これは単なる一例に過ぎない。また、紙面に対して垂直な方向にも列を成すようにマトリックス状に任意の個数の組電池を構成することができる。

【００３０】

図５において、各溶融塩電池Ｂの電池容器１１は、互いに密着するように接しており、アルミニウム合金製であることによって、容器同士は、電気的にも相互に接続された関係にある。各電池容器１１は、皿状（バット状）に縁が立ち上がった受け皿１３の上に載置されている。受け皿１３は、導電性部材であり、例えばアルミニウム合金やステンレス等の金属からなる。但し、受け皿１３は、非導電性部材（樹脂等）の表面に金属をコーティングしたものであってもよい。

【００３１】
受け皿１３の内底面１３ａには、吸着シート１４が載せられており、各電池容器１１はこの吸着シート１４上に載っている。すなわち、電池容器１１と受け皿１３の内底面１３ａとは互いに直接触れず、両者の間に、吸着シート１４が介在している。吸着シート１４は、絶縁材料から成り、多孔質構造を有するものであり、例えば、ガラスの不織布や、多孔質のポリマーフィルムである。厚さは、例えばセパレータと同様に２００μｍ程度である。
【００３２】
また、例えば受け皿１３の下面には加熱装置としての面状のヒータ１５が設けられており、受け皿１３及び吸着シート１４は、溶融塩電池Ｂの溶融塩の融点以上の温度に維持されている。なお、各溶融塩電池Ｂに対しては必ず、溶融塩を融点以上の温度に維持する加熱手段が設けられるので、これを、受け皿１３及び吸着シート１４の加熱手段として兼用してもよい。
【００３３】
電池容器１１と、受け皿１３との間には、交流電源１６から交流電圧が印加される。電圧を印加する回路には、電流センサ１７が挿入されている。この交流電圧は、例えば、１０ｍＶ程度の所定値であり、周波数は１～１００ｋＨｚの範囲内の所定値である。このような高周波の交流に対して、吸着シート１４は容量性のインピーダンスを有し、ごく微小な電流が流れる。この電流は、電流センサ１７によって検知され、その出力がインピーダンス測定部１８に送られることにより、回路のインピーダンスすなわち、実質的には吸着シート１４のインピーダンスが測定される。このように、交流電源１６、電流センサ１７、電池容器１１、吸着シート１４、受け皿１３、及び、インピーダンス測定部１８は、インピーダンスを測定する測定装置２０を構成している。
【００３４】
ここで、いずれかの電池容器１１の安全弁１２から電解液の液漏れがあると、その電解液は電池容器１１の外面を伝って吸着シート１４上に滴下する。吸着シート１４は滴下してきた電解液を多孔質構造によって素早く吸着する。ここで、吸着シート１４は融点以上の温度に維持されているので、電解液は溶融したままである。電解液を吸着した吸着シート１４は、インピーダンスが低下する。このインピーダンスの変化をインピーダンス測定部１８によって捉えることにより、液漏れを検知することができる。なお、溶融塩の電解液は蒸発せずに吸着シート１４に残る。そのため、吸着シート１４のインピーダンス変化を生じさせる物質として好適である。
【００３５】
このようにして、インピーダンスの変化に基づいて、電解液が電池容器１１から漏れ出たことを、検知することができる。また、組電池を構成するいずれの電池容器１１から電解液が漏れ出ても、それを、共通の回路で検知することができる。さらに、多孔質構造の吸着シート１４により、電解液を素早く確実に保持し、インピーダンス変化につなげることができる。なお、受け皿１１３の存在により、確実に、吸着シート１４とともに電解液を受け止めることができ、漏れた電解液を通過させてしまうことはない。
【００３６】
図６は、溶融塩電池を複数並べた組電池について、その液漏れ検知を可能とするための他の構成（他の方法）を示す概略図である。図５との違いは、交流電圧を各電池容器１１ごとに印加し、それぞれに設けられた電流センサ１７によって、各電池容器１１ごとにインピーダンスを測定する点である。また、そのために、隣接する各電池容器１１は互いに接触せず、隙間が設けられている。
【００３７】
図６において、例えば図の右端の電池容器１１の安全弁１２から電解液の液漏れがあると、その電解液は電池容器１１の外面を伝って吸着シート１４上に滴下する。吸着シート１４は滴下してきた電解液ｄを、多孔質構造によって素早く吸着する。電解液ｄを吸着した吸着シート１４は、インピーダンスが低下する。但し、インピーダンスの低下が測定に

影響するのは右端の電池容器１１のみである。従って、このインピーダンスの変化をインピーダンス測定部１８によって捉えることにより、右端の電池容器１１からの液漏れが生じたことを、検知することができる。他の電池容器１１から液漏れがあった場合も同様である。

【００３８】

このようにして、各電池容器１１について個別にインピーダンスを測定することにより、組電池の中から電解液が漏れ出た電池容器１１を特定することができる。従って、特定した電池容器１１を取り替えることにより、他の電池に過度の負担がかかるような事態を迅速的確に防止することができる。

【００３９】

図７は、図６の変形版とも言える類似の構成であり、隣接する各電池容器１１間に隙間を設ける代わりに、絶縁材のスペーサ１９を挟んだ構成を示している。この場合も同様に、各電池容器１１について個別にインピーダンスを測定することにより、組電池の中から電解液が漏れ出た電池容器１１を特定することができる。このスペーサ１９として、融点以上の温度を維持するための面状のヒータを用いることも可能である。

【００４０】

なお、上記の検知は、組電池を対象として説明したが、単一の溶融塩電池Ｂを使用している場合でも、同様の構成により、液漏れを検知することができる。

また、上記の例では、漏れ出た電解液を自然に滴下させて下で受け止める構成を示した。これは、重力で自然に滴下する電解液を確実に受け止める構成として好適であるが、その他の構成も可能である。例えば、電池容器１１の側面や安全弁１２の近傍に吸着シートを当てがい、当該吸着シートを導電性部材（この場合は受け皿ではない。）で押さえ、同様に、電解液の吸着によってインピーダンスが変化する構成とすることも可能である。

【００４１】

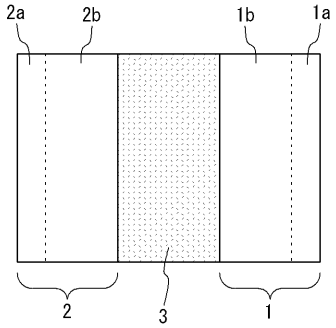
なお、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

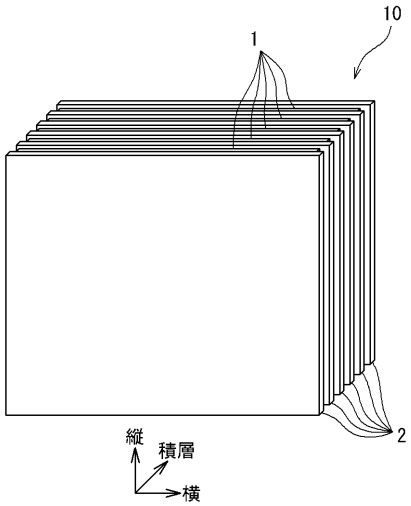
【００４２】

１０：溶融塩電池本体
１１：電池容器
１３：受け皿（導電性部材）
１４：吸着シート
１５：ヒータ（加熱装置）
１９：スペーサ（絶縁材）
２０：測定装置
Ｂ：溶融塩電池

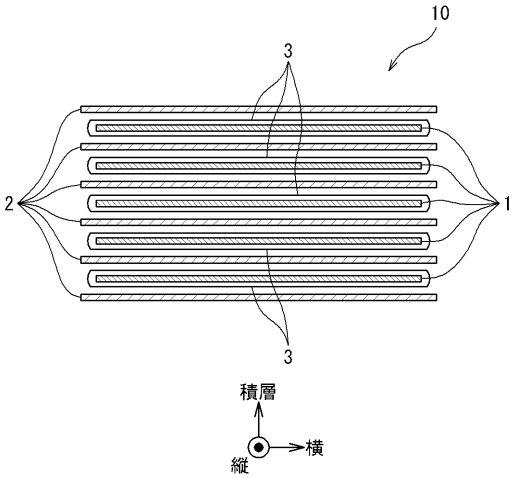
【図１】



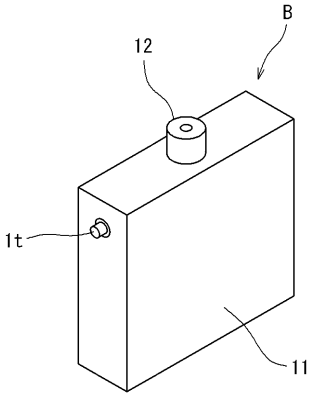
【図２】



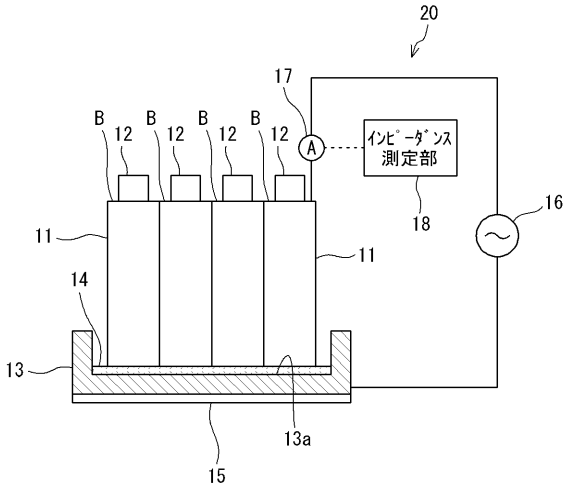
【図３】



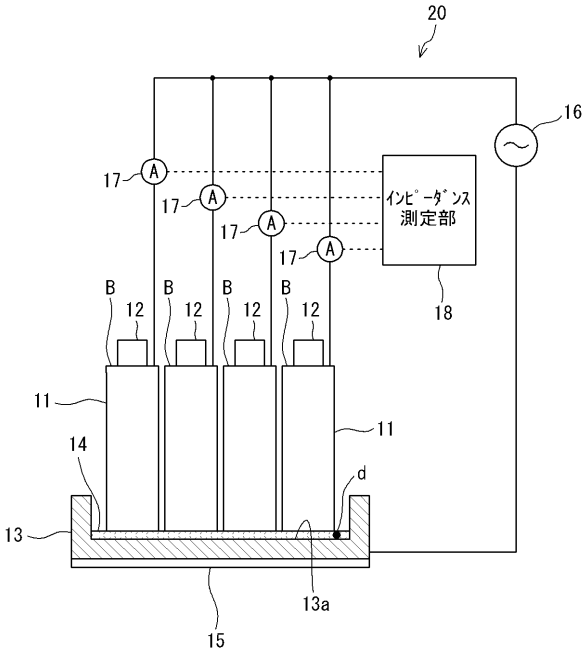
【図４】



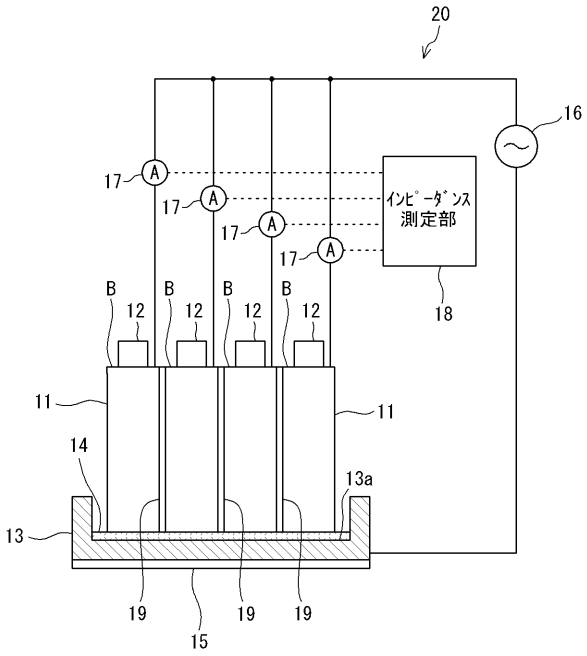
【図５】


20
17
B
12
A
インピーダンス
測定部
18
16
11
14
13
13a
15

【図６】


20
16
17
A
インピーダンス
測定部
18
B
12
11
14
d
13
13a
15

【図７】


20
16
17
A
インピーダンス
測定部
18
B
12
11
14
13a
13
19
15

フロントページの続き

(72)発明者　福永　篤史
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

Ｆターム(参考) 5H029 AJ15 AK01 AL11 AM09
5H030 AA10 AS01 AS08 FF41
5H040 AA34 AS02 AT02 AT08 AY10 DD26 GG26 LL04 LL06