

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バッテリーの動作圧力及び動作温度を管理するシステムであって、前記システムが、

前記バッテリーのセルを収容するチャンバと、前記セルに接続され、前記セルの動作を制御するように、且つ前記セルの充電状態を監視するように構成された少なくとも 1 つのオンボード回路とを有する少なくとも 1 つのバッテリーモジュールであって、前記チャンバが、すべての前記セルに適用される伝熱流体を受け入れるため、及び排出するために、互いに反対側にある流体入口及び流体出口を有する、少なくとも 1 つのバッテリーモジュールと、

各バッテリーモジュールの前記流体出口と連通する還流槽と、前記還流槽からポンプで送られた、ある量の前記伝熱流体を事前定義された低温で収容する冷却槽と、前記還流槽からポンプで送られた、ある量の前記伝熱流体を事前定義された高温で収容する加熱槽と、前記冷却槽及び前記加熱槽から導かれた前記伝熱流体の混合及び流量を制御することによって、ある温度及びある圧力で前記伝熱流体を送出するために、前記冷却槽及び前記加熱槽と連通する入口と各バッテリーモジュールの前記流体入口と連通する少なくとも 1 つの出口とを有する温度及び圧力調節デバイスとを有する流体ユニットと、

前記流体ユニットと前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールとの間を循環する前記伝熱流体の温度及び圧力を測定する温度センサ及び圧力センサと、

前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールにおける前記伝熱流体の温度セットポイント信号及び圧力セットポイント信号を受信するための入力と、前記温度センサ及び前記圧力センサによって生成された温度測定信号及び圧力測定信号を受信するための入力と、前記セットポイント信号並びに前記温度測定信号及び前記圧力測定信号にしたがって前記流体ユニットによって送出された前記伝熱流体の前記混合及び前記流量を制御する信号を生成するための出力とを有する少なくとも 1 つのコントローラと、

前記少なくとも 1 つのコントローラ及び前記少なくとも 1 つのオンボード回路に接続された BMS であって、前記 BMS が、入力において受信されたエネルギー及び電力の需要並びに前記少なくとも 1 つのオンボード回路によって提供された前記充電状態に応じて、前記伝熱流体のための前記温度セットポイント信号及び前記圧力セットポイント信号と、前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールのための需要セットポイントとを生成するように構成される、BMS と

を備える、システム。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの前記セルが前記伝熱流体に浸漬され、前記伝熱流体と直接接触し、前記伝熱流体が前記セルに等方的な圧力をかける、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記伝熱流体がオイルである、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールが、

管状要素、及び前記管状要素を閉鎖して前記チャンバを画定する端部要素と、

前記管状要素の軸方向に前記セルを支持し、間隔を空けて配置する構造体と、

前記流体入口と連通し、前記セル間の空間と整列した開口部を有する前記伝熱流体の分配装置と、

前記セルと前記少なくとも 1 つのオンボード回路とを接続する配線装置と

を備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記端部要素が、前記管状要素の互いに反対側にある両方の端部から突出し、前記少なくとも 1 つのオンボード回路を収容する内部空間を画定するカップ形状を有する、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記セルを支持し、間隔を空けて配置する前記構造体が、前記管状要素の内面と実質的に一致する外面と、前記管状要素の前記軸方向に配置され前記セルの周縁に係合する横方向切欠きを呈する内面とを有する細長い棒を備え、

前記分配装置が、前記棒の中に延び、前記流体入口と連通する導管であって、前記分配装置の前記開口部が、前記伝熱流体が前記セルに等方的な圧力をかけるように、前記棒の前記内面に作られる、導管を備え、

前記配線装置が、互いに電氣的に接続され、前記セルの電極と接触する上部パッド及び下部パッドであって、前記上部の一連のパッドが前記棒の間に延び、前記少なくとも1つのオンボード回路が、前記端部要素に収容された2つのオンボード回路を備える、上部パッド及び下部パッドを備える、請求項4に記載のシステム。

10

【請求項7】

前記伝熱流体が、パイプ回路を循環する前記伝熱流体の温度及び圧力を調節するために、前記少なくとも1つのコントローラによって制御される、前記伝熱流体の流量を調節するためのデバイスを備えた前記パイプ回路を介して、前記流体入口と前記少なくとも1つのバッテリーモジュールとの間を循環する、請求項1に記載のシステム。

【請求項8】

流量を調節するための前記デバイスが、バッテリーモジュールごとに、前記バッテリーモジュールに運ばれる前記伝熱流体の分配器と、前記バッテリーモジュールによって排出される前記伝熱流体の比例圧力リミッタとを備える、請求項7に記載のシステム。

【請求項9】

20

前記少なくとも1つのコントローラが、

温度セットポイントにしたがって前記冷却槽及び前記加熱槽に関連する流体ライン上にある流量調節デバイスを制御する、前記伝熱流体の温度管理のための第1のコントローラと、

前記圧力セットポイント信号及び前記圧力測定信号にしたがって、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールに運ばれ、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールによって排出される前記伝熱流体の流量調節デバイスを制御する、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールにおいて循環する前記伝熱流体の圧力管理のための第2のコントローラと、

前記温度セットポイント信号及び前記温度測定信号にしたがって、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールに運ばれる前記伝熱流体の前記流量調節デバイスを制御する、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールにおいて循環する前記伝熱流体の温度管理のための第3のコントローラと

30

を備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項10】

前記少なくとも1つのバッテリーモジュールが、それらの流体入口及び流体出口が組み合わされているか分離されているかに応じて、またそれらのセルの化学的性質に応じて、独立した、補完的な、又は組み合わされた装置を形成するいくつかのバッテリーモジュールを備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項11】

前記BMSが、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールの需要、充電状態、及び健康状態に応じて、また前記少なくとも1つのバッテリーモジュールのうちの1つのバッテリーモジュールの周囲温度及び事前に定められた使命に応じて、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールの動作パラメータを指令するためのスケラブルなアルゴリズムを格納し、実行するように構成される、請求項1に記載のシステム。

40

【請求項12】

前記動作パラメータが、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールにおいて循環する前記伝熱流体の前記圧力及び前記温度と、前記少なくとも1つのバッテリーモジュールによって許容される電力とを含み、

前記需要条件が、急速充電と電力需要とを含む、請求項11に記載のシステム。

【請求項13】

50

前記流体ユニットの前記槽及び熱エネルギーを発生する周辺デバイスに関連する熱交換器を更に備える、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記事前定義された高温が 80℃から 100℃であり、前記事前定義された低温が -30℃から 0℃である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記流体ユニットが、

前記還流槽と連通する入口と、前記還流槽からポンプで送られた、ある量の前記伝熱流体を送出するための出口とを有するポンプと、

前記ポンプの前記出口と連通する入口と、前記冷却槽及び前記加熱槽と連通する出口とを有するアキュムレータであって、前記アキュムレータが、前記アキュムレータの前記出口にある圧力センサによって提供される圧力測定値にしたがって、前記冷却槽及び前記加熱槽における前記伝熱流体の圧力が前記圧力セットポイントよりもわずかに高くなるように、前記ポンプを制御する制御信号を生成する、アキュムレータと

を備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 16】

バッテリーの動作圧力及び動作温度を管理する方法であって、前記方法が、

少なくとも 1 つのバッテリーモジュールによって画定されたチャンバに、前記バッテリーのセルを収容するステップであって、前記チャンバが、すべての前記セルに適用される伝熱流体を受け入れるため、及び排出するために、互いに反対側にある流体入口及び流体出口を有する、ステップと、

前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールにおける前記セルの充電状態を監視するステップと、

各バッテリーモジュールの前記流体出口によって排出された前記伝熱流体を還流槽に回収するステップと、

前記還流槽から冷却槽及び加熱槽にポンプで送られた、ある量の前記伝熱流体を事前定義された低温及び高温に別々に冷却及び加熱するステップと、

前記冷却槽及び前記加熱槽から導かれた前記伝熱流体の混合及び流量の制御によって調節された温度及び圧力で、前記伝熱流体を前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの前記流体入口に運ぶステップと、

前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールに向かって運ばれ、前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールによって排出された前記伝熱流体の温度及び圧力の測定値を取得するステップと、

前記測定値並びに温度セットポイント及び圧力セットポイントにしたがって、前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールに運ばれた前記伝熱流体の前記混合及び前記流量を制御するステップと、

エネルギー及び電力の需要並びに前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールにおける前記セルの前記充電状態に応じて、前記伝熱流体の前記温度セットポイント及び前記圧力セットポイントと、前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールのための需要セットポイントとを調節するステップと

を含む、方法。

【請求項 17】

前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールに運ばれる前記伝熱流体の前記流量が、前記圧力及び温度の測定値が前記圧力セットポイント及び前記温度セットポイントと異なる限り維持される、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの需要、充電状態、及び健康状態に応じて、また前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールのうちの 1 つのバッテリーモジュールの周囲温度及び事前に定められた使命に応じて、前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの動作パラメータを指令するためのスケーラブルなプロセスを実行するステップを更に含む、

請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記少なくとも 1 つのバッテリーモジュールの前記セルが前記伝熱流体に浸漬され、前記伝熱流体と直接接触し、前記伝熱流体が前記セルに等方的な圧力をかける、請求項 16 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1 つ以上のバッテリーモジュールのセルの動作圧力及び動作温度を能動的且つ動的に管理するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

固体電池を含む次世代バッテリーセルの最適な動作のための基準として、リチウムイオンセルの動作圧力及び動作温度の値を使用することはできない。現在の知識によれば、バッテリーの動作圧力及び動作温度の値の正確で能動的且つ動的な管理は、次のことにとって重要になり得る。

－ 急速放電（「ストリップング」段階）中の空隙すなわち「ボイド」（これは、後に急速充電においてデンドライトの形成を促進する）の動的な出現を最小化／除去すること、

－ 「析出」中のデンドライトの形成及び伝播のプロセスを制限／除去しながら充電速度を上げること、

－ バッテリーの寿命を延ばすこと（容量を維持し、「デッド」又は不活性なリチウムを最小限に抑える）、

－ 充放電サイクルに伴うバッテリーセルのインピーダンスの上昇率を制限すること、

－ デンドライトの加工硬化ゾーン／先端（アノードを形成するリチウム又は他の金属の拡散／輸送の増加）、

－ セルのカソード－電解質－アノード界面の接点の品質が維持されることを保証すること、

－ 需要が異常な場合に、セルに生じる損傷を最小限に抑える／なくすこと、

－ 次世代バッテリーのポテンシャルを十分に活用すること。

【0003】

当技術分野で知られているように、国際公開第 2019／017994 号パンフレット（H e t t r i c h）は、流体がモジュールにおける少なくとも 1 つの電気化学セルに対して等方的な圧力を維持する、能動的及び受動的なバッテリー圧力管理並びにバッテリーモジュールを提案している。

【0004】

米国特許出願第 2020／0259232 号明細書（G e r a）は、重要に応じて高い性能を発揮する安定なバッテリーを提案しており、ここで、バッテリーセルは、バッテリーの温度を上昇させ、その性能を向上させるために、抵抗器などの加熱要素を備える。

【0005】

米国特許出願第 2016／0380315 号明細書（W e i c k e r r a）は、例えば電力に特化したモジュール及びエネルギーに特化したモジュールなど、特化した補完的なバッテリーモジュールに基づいて、独立に制御されるバッテリーセルのセットを有するバッテリーシステムを提案している。モジュールの特異性は、モジュールごとに異なる化学物質を使用することに関係し得る。

【0006】

米国特許出願第 2014／0227568 号明細書（H e r m a n n）は、あるモジュールが必要に応じて他のモジュールを加熱するように、一緒に働くバッテリーモジュールを備える、選択的に熱管理するバッテリーシステムを提案している。

【0007】

10

20

30

40

50

米国特許出願第2013/0330577号明細書(Kristofekら)は、温度を管理することにも使用され得る流体によるバッテリーアセンブリの動的圧力制御を提案している。流体はバッテリーセルと直接接触するのではなく、セルと接触し、セルを冷却することができ、セルに圧力を加えることができるパウチに収容される。

【0008】

米国特許出願第2021/0167414号明細書(Torres Martinez)は、加圧電気化学バッテリー及び対応する製造方法を提案している。圧力及び温度を動的に管理するシステムが、米国特許出願第2013/0330577号明細書で提案されているものと同様の仕方で、両方の役割を果たす流体によって実現される。

【0009】

独国特許出願第102019211729号明細書(Jahnkeら)は、動的圧力管理システムを備える車両用バッテリーモジュールを提案している。バッテリーのセルに圧力をかける機構が、ばね、圧電素子、又は流体を充填した小さなパウチによって、受動的又は能動的であり得る。

【0010】

独国特許出願第102018203050号明細書(Hoffmann)は、バッテリーのセルに接触して適用されたパウチに流体を注入することに基づく、バッテリーのための動的圧力管理システムを提案している。

【0011】

当技術分野で提案されているシステムのいずれも、そのようなバッテリーの可能な性能特徴を利用するために、所与の動作条件又は需要条件に応じてほぼ瞬時の応答時間で、バッテリーのセルのレベルで重要な圧力及び温度の変動を能動的且つ動的に管理することはできない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、1つ以上のバッテリーモジュールのセルの動作圧力及び動作温度を管理するシステムを提供することであり、これにより、このようなバッテリーの可能な性能特徴を利用することができる。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一態様によれば、バッテリーの動作圧力及び動作温度を管理するシステムであって、本システムが、

- ・バッテリーのセルを収容するチャンバと、セルに接続され、セルの動作を制御するように、且つセルの充電状態を監視するように構成された少なくとも1つのオンボード回路とを有する少なくとも1つのバッテリーモジュールであって、チャンバが、すべてのセルに適用される伝熱流体を受け入れるため、及び排出するために、互いに反対側にある流体入口及び流体出口を有する、少なくとも1つのバッテリーモジュールと、

- ・各バッテリーモジュールの流体出口と連通する還流槽と、還流槽からポンプで送られた、ある量の伝熱流体を事前定義された低温で収容する冷却槽と、還流槽からポンプで送られた、ある量の伝熱流体を事前定義された高温で収容する加熱槽と、冷却槽及び加熱槽から導かれた伝熱流体の混合及び流量を制御することによって、ある温度及びある圧力で伝熱流体を送出するために、冷却槽及び加熱槽と連通する入口と各バッテリーモジュールの流体入口と連通する少なくとも1つの出口とを有する温度及び圧力調節デバイスとを有する流体ユニットと、

- ・流体ユニットと上記少なくとも1つのバッテリーモジュールとの間を循環する伝熱流体の温度及び圧力を測定する温度センサ及び圧力センサと、

- ・上記少なくとも1つのバッテリーモジュールにおける伝熱流体の温度セットポイント信号及び圧力セットポイント信号を受信するための入力と、温度センサ及び圧力センサによって生成された温度測定信号及び圧力測定信号を受信するための入力と、セットポイント信

10

20

30

40

50

号並びに温度測定信号及び圧力測定信号にしたがって流体ユニットによって送出された伝熱流体の混合及び流量を制御する信号を生成するための出力とを有する少なくとも1つのコントローラと、

- ・上記少なくとも1つのコントローラ及び上記少なくとも1つのオンボード回路に接続されたBMSであって、BMSが、入力において受信されたエネルギー及び電力の需要並びに上記少なくとも1つのオンボード回路によって提供された充電状態に応じて、伝熱流体のための温度セットポイント信号及び圧力セットポイント信号と、上記少なくとも1つのバッテリーモジュールのための需要セットポイントとを生成するように構成される、BMSと

を備える、システムが提供される。

10

【0014】

本発明の別の態様によれば、バッテリーの動作圧力及び動作温度を管理する方法であって、本方法が、

- ・少なくとも1つのバッテリーモジュールによって画定されたチャンバに、バッテリーのセルを収容するステップであって、チャンバが、すべてのセルに適用される伝熱流体を受け入れるため、及び排出するために、互いに反対側にある流体入口及び流体出口を有する、ステップと、

- ・上記少なくとも1つのバッテリーモジュールにおけるセルの充電状態を監視するステップと、

- ・各バッテリーモジュールの流体出口によって排出された伝熱流体を還流槽に回収するステップと、

20

- ・還流槽から冷却槽及び加熱槽にポンプで送られた、ある量の伝熱流体を事前定義された冷温及び高温に別々に冷却及び加熱するステップと、

- ・冷却槽及び加熱槽から導かれた伝熱流体の混合及び流量の制御によって調節された温度及び圧力で、伝熱流体を上記少なくとも1つのバッテリーモジュールの流体入口に運ぶステップと、

- ・上記少なくとも1つのバッテリーモジュールに向かって運ばれ、上記少なくとも1つのバッテリーモジュールによって排出された伝熱流体の温度及び圧力の測定値を取得するステップと、

- ・測定値並びに温度セットポイント及び圧力セットポイントにしたがって、上記少なくとも1つのバッテリーモジュールに運ばれた伝熱流体の混合及び流量を制御するステップと、

30

- ・エネルギー及び電力の需要並びに上記少なくとも1つのバッテリーモジュールにおけるセルの充電状態に応じて、伝熱流体の温度セットポイント及び圧力セットポイントと、上記少なくとも1つのバッテリーモジュールのための需要セットポイントとを調節するステップと

を含む、方法が提供される。

【0015】

限定するものではないが、本発明は、1つ以上のバッテリーモジュールのセルの動作圧力及び動作温度を管理するシステムであって、バッテリーの需要条件に応じて、セルに適用される正確な圧力値に到達すること、バッテリーセルに均一な圧力をかけること、重要な圧力値、例えば最大2000psiまでの圧力値を適用すること、バッテリーの需要又は動作条件の変化に応じて、セルに適用される圧力値を非常に迅速に変化させること、充放電サイクルにおけるセルの体積変化、バッテリーの需要又は動作条件に応じて、セルの正確な温度値に到達すること、需要又は動作条件の変化に応じて、セルの温度値を非常に迅速に変化させること、重要な温度値及び変化（例えば、0から80℃）を適用すること、セルのそれぞれで、その表面全体にわたって均一な温度を得ること、可変の及び／又はスケーラブルなアルゴリズムによって、バッテリーの健康状態及びバッテリーの使用に関連する特異性に応じて、圧力及び温度の制御戦略を調節すること、バッテリーが車両に使用される場合、電気接点の完全性を維持するために、車両の振動がバッテリーセルに伝わるのを最小限に抑えること、伝熱流体を冷却又は加熱するため、及び重要な圧力を加えるためのエネルギー消

40

50

費を最小限に抑えること、システムの様々なアセンブリをコスト効率のよい仕方で車体に一体化すること、並びにセルの欠陥又は事故の場合に化学反応を中和することを同時に又は別々に可能にする、システムを提供する。

【0016】

以下、下記の図面を参照しながら、好ましい実施形態を詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態による、バッテリーの動作圧力及び動作温度を管理するシステムを示す概略図である。

【図2】本発明の一実施形態による、圧力及び温度制御装置を示す概略図である。

10

【図3】本発明の一実施形態による、システムの指令及び制御プロセスを示すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施形態による、バッテリーモジュールの圧力及び温度の管理並びに動作に関するパラメータを示すフローチャートである。

【図5A-5D】本発明の一実施形態による、システムで実施される圧力及び温度を管理するプロトコルの例を示すグラフである。

【図6】本発明の一実施形態による、ボタン型セルを有するバッテリーモジュールの分解概略図である。

【図7A-7B】本発明の一実施形態による、バッテリーモジュールの内部構造の部分斜視図である。

20

【図8A-8D】本発明の一実施形態による、いくつかのバッテリーモジュールの可能な構成の概略図である。

【図9A-9B】本発明の一実施形態による、角柱型セルを有するバッテリーモジュールの分解概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本開示に関連して、バッテリーが、電解質と呼ばれるイオン伝導体として作用する媒体によって隔てられた2つの電極、すなわち、正極（又はカソード）と負極（又はアノード）とを備えるセルから形成される。これらのセルは、異なるアーキテクチャ、形式、及び寸法のものであってもよい。アノード、カソード、及び電解質は、異なる材料で作られてもよい。電解質は、液体、固体、ハイブリッド（ポリマー、セラミック、液体など）であってもよい。

30

【0019】

本開示に関連して使用される場合、「ほぼ瞬時」又は「瞬時」という表現は、文脈上他の意味に解釈すべき場合を除いて、約15秒以下の時間経過又は応答時間を意味する。

【0020】

図1を参照すると、本発明の一実施形態による、バッテリーの動作圧力及び動作温度を管理するシステムが示されている。本システムは、少なくとも1つのバッテリーモジュール2を備える。図示の場合及び以下の開示では、単純に簡単のために、3つのバッテリーモジュール2を備えるシステムについて述べる。本システムにおけるバッテリーモジュールの数は、1つ又は3つとは異なってもよく、例えば、所望の場合には、2つであっても4つ以上であってもよいことを理解されたい。本発明は、後述する制御モードにしたがって本システムを循環する伝熱流体によって、バッテリーが含むセルの動作圧力及び動作温度を能動的、動的、正確、且つほぼ瞬時に管理することにより、バッテリーを最適に使用するという課題に対する解決策を提供する。図1では、点線は伝熱流体の循環ラインを表し、実線は信号通信ラインを表している。

40

【0021】

図6を参照すると、各バッテリーモジュール2は、バッテリーのセル6を収容するチャンバ4と、セル6に接続され、セル6の動作を制御するように、またセル6の充電状態を監視するように構成された少なくとも1つのオンボード回路8とを有する。オンボード回路（

50

複数可) 8は、パワーユニット、エネルギーシンク、電流リミッタ、及びスマートチャージャ(図示せず)を備えることができ、これにより、バッテリーモジュール2から最適な性能を得るために、圧力、温度、及び電流密度の関連条件を作り出すことができる。チャンバ4は、すべてのセル6に適用される伝熱流体を受け入れ、排出するために、互いに反対側にある流体入口10及び流体出口12(例えば、図2に示すもの)を有する。好ましくは、伝熱流体は液体であり、有利にはオイルであり、より有利には、セルに欠陥又は損傷がある場合に潜在的な化学反応を中和することができる鉱油である。以下の開示では、伝熱流体として使用されるオイルに関して、伝熱流体をオイルのみに限定したり、圧力及び温度調節デバイスをオイル専用のみに限定したりすることなしに、「流体(の)」の代わりに「油圧(の)」という用語が使用されることもある。

10

【0022】

図1を再び参照すると、本システムは、各バッテリーモジュール2の流体出口12(例えば、図2に示すもの)と連通する還流槽16と、事還流槽16からポンプで送られた、ある量の伝熱流体を前定義された低温で収容する冷却槽18と、還流槽16からポンプで送られた、ある量の伝熱流体を事前定義された高温で収容する加熱槽20と、冷却槽18及び加熱槽20から導かれた伝熱流体の混合及び流量を制御することによって、所望の温度及び圧力で伝熱流体を送出するために、冷却槽18及び加熱槽20と連通する入口26と各バッテリーモジュール2の流体入口10と連通する少なくとも1つの出口28とを有する温度調節デバイス22及び圧力調節デバイス24とを有する流体ユニット14を備える。一実施形態によれば、事前定義された高温が100℃であり、事前定義された低温が-30℃であり、その結果、流体ユニット14によってバッテリーモジュール2に供給された伝熱流体は、動的な管理のおかげで、-30℃から100℃までの、ほぼ瞬時に変化する温度を有し得る。使用されるバッテリーモジュール2の化学的性質及びその動作温度範囲によっては他の低温及び高温の値、例えば、好ましくは最大で0℃及び80℃が適切であることもある。

20

【0023】

図2を参照すると、本システムは、流体ユニット14とバッテリーモジュール2との間を循環する伝熱流体の温度及び圧力を検知する温度センサ31(T_1 、 T_2 、 T_3)及び圧力センサ33(P_1 、 P_2 、 P_3)を備える。本発明の一実施形態によれば、本システムは、バッテリーモジュール2における伝熱流体の温度セットポイント信号及び圧力セットポイント信号を受信するための入力40、42、44と、温度センサ31及び圧力センサ33によって生成された温度測定信号 T_1 、 T_2 、 T_3 及び圧力測定信号 P_1 、 P_2 、 P_3 を受信するための入力46、48と、セットポイント信号並びに温度測定信号及び圧力測定信号にしたがって流体ユニット14によって送出された伝熱流体の混合及び流量を制御する信号を生成するための出力50とを有するコントローラ34、36、38(以下、コントローラ#1、#2、#3とも呼ばれる)を備える。コントローラ34、36、38の機能は、所望の場合には、単一のコントローラによって行われてもよい。監視、測定、通知、調整、調節、及び放出を可能にする他のタイプのセンサ、例えば、電流を測定するセンサ、電圧を測定するセンサ、オイル又は使用される他の伝熱流体(図示せず)に溶解したガスを分析するセンサを本システムに追加することもできる。

30

40

【0024】

図1を再び参照すると、本システムは、コントローラ34、36、38(例えば、図2に示すもの)と、バッテリーモジュール2のオンボード回路8(例えば、図6に示すもの)とに接続されたBMS52を備える。BMS52は、入力56で受信したエネルギー及び電力の需要、並びにオンボード回路8によって提供された充電状態に応じて、伝熱流体のための温度セットポイント信号及び圧力セットポイント信号と、バッテリーモジュール2のための1つ以上の需要セットポイント54とを生成するように構成される。

【0025】

BMS52は、バッテリーモジュール2の需要状態、充電状態、及び健康状態に応じて、またバッテリーモジュール2のうちのバッテリーモジュールの周囲温度及び事前に定められた

50

使命に応じて、バッテリーモジュール 2 の動作パラメータを制御するアルゴリズムを格納し、実行するように構成され得る。需要状態、充電状態、及び健康状態は、バッテリーモジュールの需要セットポイントを制御するコントローラ 88 を介して BMS 52 に送信され得る。充電状態及び健康状態は、バッテリーモジュール 2 のオンボード回路 8（例えば、図 6 に示すもの）によって生成された信号を処理する監視モジュール 90 によって提供されたものである。バッテリーモジュール 2 の事前に定められた使命は、バッテリーモジュール 2 のオンボード回路 8 と通信するコントローラ 88 及び回路 54 を介して、また圧力制御コントローラ 36 及び温度制御コントローラ 34、38 を介して、その使命に応じて、その圧力、その温度、その需要使用量、及びその状態を動的且つ能動的に管理するために、BMS 52 が適切な指令及び制御信号を生成するように、BMS 52 においてプログラムされ得る。バッテリーモジュール 2 の使命は、例えば、そのセル 6 が通常設計されているのとは異なる仕方で動作させることにある。動作パラメータは、バッテリーモジュール 2 において循環する伝熱流体の圧力及び温度を含むことができ、また、各バッテリーモジュール 2 によって許容される電力も含むことができる。需要条件は、例えば、急速充電、電力需要、例えば、電気自動車の場合による、加速、荷重牽引、急制動である。

10

20

30

40

50

【0026】

本システムは、流体ユニット 14 の各槽 16、18、20 と熱交換するための熱交換器 92 と、伝熱流体を加熱／冷却するためのエネルギー消費を最小化するための、加熱デバイス、空調装置、ブレーキモータ、スマートチャージャなどの熱エネルギーを発生する周辺デバイス（図示せず）とを設けられてもよい。

【0027】

図 2 を再び参照すると、一実施形態によれば、流体ユニット 14 は、バッテリーモジュール 2 にかかる圧力を所望の値に動的に調節及び管理することを可能にするポンプ 94 及びアキュムレータ 100 を備える。ポンプ 94 は、還流槽 16 と連通する入口 96 と、還流槽 16 からポンプで送られた、ある量の伝熱流体を送出するための出口 98 とを有する。アキュムレータ 100 は、ポンプ 94 の出口 98 と連通する入口 102 と、冷却槽 18 及び加熱槽 20 と連通する出口 104 とを有する。アキュムレータ 100 は、アキュムレータ 100 の出口 104 にある圧力センサ 103（P0）によって提供される圧力測定値にしたがって、冷却槽 18 及び加熱槽 20 における伝熱流体の圧力が圧力セットポイント 44 よりもわずかに高くなるようにポンプ 94 を制御する制御信号 106 を生成する。圧力逃し弁 108 は、好ましくは、ポンプ 94 と並列に追加される。

【0028】

図 6 を再び参照すると、各バッテリーモジュール 2 は、管状要素 58 と、管状要素 58 を閉鎖して槽状のチャンバ 4 を画定する端部要素 60、62 とから形成され得る。管状要素 58 の軸方向にセル 6 を支持し、間隔を空けて配置する構造体 64 が、有利なことに、充放電サイクルにおけるセル 6 の体積変化を許容するように、また伝熱流体に浸漬されたセル 6 への機械的振動の伝達を最小限に抑えるように、セル 6 の適切な間隔を確保し得る。伝熱流体の分配装置 66 が、流体入口 10 と連通し、セル 6 間の空間と整列した開口部 68（例えば、図 7B に示すもの）を有する。配線装置 70 が、セル 6 とオンボード回路（複数可）8 とを一緒に接続する。管状要素 58 は、図 6 に示すような円筒形状を有し得る。円筒形状は、特に、この図に同様に示されているボタン型セル 6 に良く適する。端部要素 60、62 は、有利なことに、管状要素 58 の互いに反対側にある端部において突出し、オンボード回路（複数可）8 を収容する内部空間を画定するカップ形状を有し得る。オンボード回路 8 が 2 つある場合（図 6 では 1 つしか見えていない）、オンボード回路 8 はそれぞれ端部要素 60、62 に収容され、シーリングワッシャ 110、112 によって槽又はチャンバ 4 から絶縁される。円筒形状の管状要素はまた、図 9B に示すように、角柱型セル 6 の構成にも使用され得る。セル 6 を支持し、間隔を空けて配置する構造体 64、分配装置 66、及び配線装置 70（図 6 に示すもの）は、その後、例えば、セル 6 の連続するスタックの間及び管状要素 58 の互いに反対側にある端部に配置された適切な要素（図示せず）によって、適宜変更される。管状要素 58 はまた、図 9B に示すように、角柱

型セル 6 に有利なことに適し得る平行六面体形状を有することもでき、所望の場合には長楕円形状などの別の形状を有することもできる。同様に、所望の場合には、端部要素 6 0、6 2 にカップ以外の形状を使用することもできる。端部要素 6 0、6 2 及び管状要素 5 8 の互いに反対側にある端部は、有利には、ボルト（図示せず）によって組み立てるためのフランジ 5 9 を呈することができ、それにより、バッテリーモジュール 2 を必要に応じて取り外すことができる。所望の場合には、他の種類のコネクタ及びアセンブリが使用されてもよい。

【0029】

図 7 A 及び図 7 B を参照すると、一実施形態によれば、支持し、間隔を空けて配置する構造体 6 4 は、円筒要素 5 8（例えば、図 6 に示すもの）の内面と実質的に一致する外面と、円筒要素 5 8 の軸方向に配置されセル 6 の周縁 7 6 が係合する横方向切欠き 7 4 を呈する内面とを有する細長い棒 7 2 を備える。分配装置 6 6 は、棒 7 2 の中に延び、流体入口 1 0（例えば、図 6 に示すもの）と連通する導管 7 8 であって、分配装置 6 6 の開口部 6 8 が、伝熱流体が、伝熱流体に浸漬され、伝熱流体と直接接触するセル 6 に等方的な（一様な）圧力をかけるように、棒 7 2 の内面に作られる、導管 7 8 を備え得る。配線装置 7 0 は、互いに電氣的に接続され、セル 6 の電極と接触する上部及び下部の一連のパッド 8 0、8 2 によって形成され得る。上部の一連のパッド 8 0 は棒 7 2 の間に延び得る。バッテリーモジュール 2 の上記構成によって、伝熱流体を最適に循環させることができる（温度の急速な変化、セルの温度の均一化）。

【0030】

図 2 を再び参照すると、伝熱流体は、パイプ回路内を循環する伝熱流体の温度及び圧力を調節するために、コントローラ 3 4、3 6、3 8 によって制御される伝熱流体の流量制御のためのデバイスが設けられたパイプ回路（太い黒線で示す）を介して、流体ユニット 1 4 とバッテリーモジュール 2 との間を循環する。流量制御デバイスは、有利には、バッテリーモジュール 2 ごとに、バッテリーモジュール 2 に運ばれる伝熱流体の分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 、及びバッテリーモジュール 2 によって排出される伝熱流体の比例圧力リミッタ L_1 、 L_2 、 L_3 であり得る。

【0031】

一実施形態によれば、コントローラ 3 4（#1）は、例えば、入力 4 0 において受信された温度セットポイント信号にしたがって、冷却槽 1 8 及び加熱槽 2 0 に関連する流体ライン 3 0、3 2 上の分配器 D_4 、 D_5 によって形成された流量調節デバイスを制御することによって、システム全般における伝熱流体の温度管理のためのコントローラとして使用される。コントローラ 3 4 は、流体ユニット 1 4 によって送出された伝熱流体の温度を示す、温度センサ 3 5（ T_0 ）から導出された温度調節信号を受信し、考慮するための入力 8 4 を有し得る。コントローラ 3 6（#2）は、圧力セットポイント信号 4 4 及びセンサ 3 3 から提供される圧力測定信号（ P_1 、 P_2 、 P_3 ）にしたがって、分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 及び比例圧力リミッタ L_1 、 L_2 、 L_3 を制御することによって、バッテリーモジュール 2 に運ばれ、バッテリーモジュール 2 から排出される伝熱流体の圧力管理のためのコントローラとして使用される。このようにして、コントローラ 3 6 は、バッテリーモジュール 2 における伝熱流体の圧力を制御する役割を担う。コントローラ 3 6 は、流体ユニット 1 4 によって送出された伝熱流体の全体的な圧力を示す、圧力センサ 3 7（ P_0 ）から導出された信号を受信し、考慮するための入力 8 6 を有し得る。コントローラ 3 8（#3）は、バッテリーモジュール 2 のセル 6 のレベルの温度セットポイント信号 4 2 と温度センサ 3 1 から提供される温度測定信号（ T_1 、 T_2 、 T_3 ）にしたがって、伝熱流体をバッテリーモジュール 2 に運ぶ分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 を制御することによって、バッテリーモジュール 2 において特に循環する伝熱流体の温度管理のためのコントローラとして使用される。コントローラ 3 8 はまた、流体ユニット 1 4 を管理するコントローラ 3 4 に温度セットポイントを提供する。

【0032】

図 8 A、図 8 B、図 8 C、及び図 8 D を参照すると、バッテリーモジュール 2 は、流体入

口 1 0 及び出口 1 2 が組み合わされているか分離されているかによって、またバッテリーモジュール 2 のセルの化学的性質によって、独立した、補完的な、又は組み合わされた構成を形成するように構成され得る。例えば、各バッテリーモジュール 2 は、図 8 A に示すように、圧力及び温度において独立に動作することもできる。バッテリーモジュール 2 は、図 8 B に示すように、共通の圧力であるが、異なる温度で動作することもできる。図 8 C に示すように、いくつかのバッテリーモジュール 2 は、それ以外のバッテリーモジュール 2 の圧力とは異なる共通圧力であるが、バッテリーモジュール 2 ごとに異なる温度で動作することもできる。図 8 D に示すように、いくつかのバッテリーモジュール 2 は、それ以外のバッテリーモジュール 2 の動作圧力及び動作温度とは異なる共通圧力及び温度で動作することもできる。バッテリーモジュール 2 の設計は、特定の動作条件に応じて、例えば、電気自動車（図示せず）の場合では、極めて急速な充電、高度な加速、又は牽引すべき重要な積載重量、ストレージ、極端な外気温に応じて、またそれらが意図される用途、例えば、自動車、トラック、バス、航空機、列車、ボート、エネルギーストレージに応じて選択され得る。バッテリーモジュール 2 は、希望する数だけ、相補的であるか否かを問わず、様々な容量及び寸法で、組み合わせるか否かを問わず使用することができる。バッテリーモジュール 2 の圧力及び温度の値は、リアルタイムで調節されてもよいし、固定されてもよい。バッテリーモジュール 2 のうちの 1 つが、一定時間後に（例えば、通常より早く）バッテリーモジュールを交換しなければならないとしても、例えば、一定の圧力で、特に、非常に急速な充電などの極端な動作条件に対処するために非常に高い圧力で動作するなど、特別な役割（すなわち、その使命）を果たすように意図されてもよいし、電気自動車の場合に高度な加速中に優先的に呼び出されてもよい。このようなバッテリーモジュール 2 は、性能向上のための犠牲バッテリーモジュールに例えられることもある。本発明の一実施形態では、本システムは、特に、より高い温度値に対してより高い圧力値が必要な場合、伝熱流体の熱膨張係数の効果を利用することにより、伝熱流体の温度の変動のみによって圧力調節が行われるバッテリーモジュール 2 を備え得る。

10

20

【0033】

図 1 を再び参照してまとめると、本発明の一実施形態によれば、本システムは、可変又は固定の動作条件（可変の役割又は専用の役割）を有する少なくとも 1 つのバッテリーモジュール 2（又はいくつかの協働するバッテリーモジュール 2）を備え、セル 6（例えば、図 6 に示すもの）に適用される動作温度及び動作圧力の能動的且つ動的な管理が、セル 6 が浸漬される加圧下の液体（又は流体）を介して行われる。上述の様々な機械的、油圧的、電氣的、及び論理的システムは、BMS 56 に実装されたマスターソフトウェアを介したスケラブルで協調的なアルゴリズムによって制御されるプロセッサ（図示されていないが、BMS 56 又はコントローラ 34、36、38 に統合されていてもよい）によって制御される。BMS 56 は、急速充電中又は急制動時のエネルギー消費システムの効率的且つ最適な管理戦略（圧力及び温度の調節）を含むスマート充電管理アルゴリズムを実行し得る。スケラブルなアルゴリズムは、人工知能の実装に基づくのであってもよい。セル 6 に適用される動作温度及び動作圧力を能動的且つ動的に管理することによって、バッテリーのセルを最適に使用することができる。バッテリーモジュール 2 の要素 58、60、62（例えば、図 6 に示すもの）によって円筒形の槽を形成することにより、コンパクトで車両（図示せず）への組み込みが容易でありながら、セル 6 に可変且つ高い等方的な圧力（例えば、最大 2000 psi）をかけることができる。

30

40

【0034】

本発明の一実施形態によれば、バッテリーの動作圧力及び動作温度を管理する方法が、少なくとも 1 つのバッテリーモジュール 2 によって画定されたチャンバ 4 に、バッテリーのセル 6 を収容することであって、チャンバが、すべてのセル 6 に適用される伝熱流体を受け入れるため、及び排出するために、互いに反対側にある流体入口 10 及び流体出口 12 を有する、ことを含む。本方法はまた、各バッテリーモジュール 2 のセル 6 の充電状態を監視することと、各バッテリーモジュール 2 の流体出口 12 によって排出された伝熱流体を還流槽 16 に回収することと、還流槽 16 から冷却槽 18 及び加熱槽 20 にポンプで送られた、

50

ある量の伝熱流体を、事前定義された低温及び事前定義された高温で別々に冷却及び加熱することと、冷却槽 18 及び加熱槽 20 から導かれた伝熱流体の混合及び流量の制御によって調節された温度及び圧力で、伝熱流体を各バッテリーモジュール 2 の流体入口 10 に運ぶこととを含む。本方法は、各バッテリーモジュール 2 に向かって運ばれ、各バッテリーモジュール 2 によって排出された伝熱流体の温度及び圧力の測定値を取得することと、測定値並びに温度セットポイント及び圧力セットポイントにしたがって、各バッテリーモジュール 2 に運ばれた伝熱流体の混合及び流量を制御することと、エネルギー及び電力の需要、並びに各バッテリーモジュール 2 におけるセル 6 の充電状態に応じて、伝熱流体の温度セットポイント及び圧力セットポイント並びにバッテリーモジュール 2 ごとの需要セットポイントを調節することとを更に含む。一実施形態によれば、各バッテリーモジュール 2 に運ばれる伝熱流体の流量が、圧力及び温度の測定値が圧力セットポイント及び温度セットポイントと異なる限り維持される。本方法は、各バッテリーモジュール 2 の需要、充電状態、及び健康状態に応じて、並びに使用されるすべてのバッテリーモジュール 2 のうちのバッテリーモジュール 2 の周囲温度及び事前に定められた使命に応じて、各バッテリーモジュール 2 の動作パラメータを指令するスケーラブルなプロセスを実行することを含み得る。

10

【0035】

以下の説明では、伝熱流体はオイルであると考える。しかしながら、所望の場合には、本発明に適した別の流体を、異なる温度範囲で使用してもよいことを理解されたい。

【0036】

図 3 を参照すると、一実施形態によれば、オイル（混合物）114 の温度セットポイントは、熱損失、熱慣性、動作中のオイルの体積、新しい動作温度値に到達する許容可能な時間、及び材料に関連する考慮事項（例えば、許容される熱遷移）を考慮して、セル 6（例えば、図 6 に示すもの）の動作温度セットポイント（例えば、 -30°C から 100°C まで、又は他の好ましい温度範囲）に基づく。オイルの温度セットポイントに迅速に到達するための戦略は、必要な高温－低温混合（流量）について実験室で開発されたアルゴリズム 116、118、120、122 に基づくことができる。BMS 52 による優先順位付けは、バッテリーモジュール 2 どうしで異なる動作温度が要求される場合、セットポイントに到達するための順序付けについて実行され得る。本システムの構成要素（例えば、図 2 に示す各槽 16、18、20、ポンプ 94、アキュムレータ 100、バッテリーモジュール）のサイズ決めは、好ましくは、セル 6 の温度を変化させる速度を最大にするために最適化される。圧力調節に関しては、まずオイルを正しい温度にし、圧力セットポイント 124 は、バッテリーモジュール 2 ごとにセットポイントが異なる場合でも、すべてのバッテリーモジュール 2 に対して同時に達成され得る。コントローラ # 2 36 は、バッテリーモジュール 2 の圧力リミッタ L_1 、 L_2 、 L_3 及びサーボ弁 D_1 、 D_2 、 D_3 （例えば、図 2 に示すもの）を動作させて、それらの圧力 126、128 を調節し得る。オイルの温度及び圧力を調節するプロセスどうしの相互作用は、両方のセットポイント（温度及び圧力）に到達しない限り、オイルの流量を維持することを含み得る。圧力に到達するためのセットポイントはまた、圧力値に対する他の 2 つの要因、すなわち、セル（充電状態）のオイル温度及び可変体積の影響も考慮し得る 130。バッテリーモジュール 2 は、温度セットポイント及び圧力セットポイントに到達すれば要件に適合しているとみなされ 132、そうでなければバッテリーモジュール 2 の温度は再びに修正される 116。

20

30

40

【0037】

図 2 を再び参照すると、BMS 52（例えば、図 1 に示すもの）が、セル 6（例えば、図 6 に示すもの）の使用条件をその需要条件に応じて適切に調節するために、動作圧力及び動作温度を調節するセットポイントを送信すると、バッテリーモジュール 2（# 1、# 2、及び # 3）において目標とする動作圧力 P_1 、 P_2 、 P_3 を得るために、コントローラ # 2 36 を介して圧力リミッタ L_1 、 L_2 、 L_3 に制限圧力セットポイントが送信される。所与のバッテリーモジュール 2 の新しい圧力セットポイントが、バッテリーモジュール 2 で測定された圧力よりも高い場合、バッテリーモジュール 2（# 1、# 2、又は # 3）に関連する分配器 D_1 、 D_2 、又は D_3 は、コントローラ 36（# 2）を介して、この新しい

50

圧力値に到達することを可能にするオイルの取り込みを許可する。新しい圧力値には瞬時に到達する。アキュムレータ100の圧力 P_A は、オイルの低温槽18及び高温槽20に圧力 P_0 を発生させることができる。オイル混合が行われると、分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 の上流に圧力 P_0 が発生する。バッテリーモジュール2で瞬時に所望の圧力を形成するには、常に $P_{Amin} > P_0 > P_0 > P_1$ 、 P_2 、 P_3 である。例えば、モジュールの最大圧力が1,000psiに設定されている場合、アキュムレータ100の許容可能な最小圧力は1,500psiとなり得る。 P_{Amin} の値が1500psiの閾値を下回ると、ポンプ94が始動し、 P_{Amax} の値（例えば、2500psi）に到達するまでアキュムレータ100にオイルを注入する。セル6の動作温度セットポイント T_1 、 T_2 、 T_3 がBMS52によって送信されると、コントローラ34（#1）は、温度 T_0 のオイル混合物を生成するために、流量管理アルゴリズムにしたがって、低温及び高温のオイルのライン分配器 D_4 、 D_5 を管理する。セル6の動作温度値を上げるためには、 $T_0 > T_1$ 、 T_2 、 T_3 である。反対に、セルの動作温度値を下げるためには、 $T_0 < T_1$ 、 T_2 、 T_3 である。オイル混合物の温度 T_0 とセル6の動作温度 T_1 、 T_2 、 T_3 との間の値の差分は、システム全体の熱慣性及びセル6を形成する材料によって許容される熱転移の限界を考慮に入れて、新しい動作温度に到達する速度に依存する。動作圧力値 P_1 、 P_2 、 P_3 が所与のバッテリーモジュール2について到達した場合でも、コントローラ38（#3）は、バッテリーモジュール2の目標動作温度 T_1 、 T_2 、 T_3 に到達していない限り、バッテリーモジュール2に関連する分配器 D_1 、 D_2 、 D_3 を介した T_0 でのオイル取り込みを可能にする。

10

20

【0038】

図4を参照すると、本発明によるシステムが、圧力及び温度の管理並びにバッテリーモジュール2の動作に関する異なるパラメータにしたがって実施し得る高度な管理の例が示されている。電力需要、急制動、又は急速充電などのイベント134がBMS52（例えば、図1に示すもの）に通知される。ブロック136に示すように、BMS52は、システムパラメータ対使用要件の分析を行う。この目的のために、BMS52は、ブロック138に示すように、充電状態（SOC）、健康状態（SOH）、セル6の圧力及び温度（例えば、図6に示すもの）、それらの寿命履歴（カレンダー）、並びにバッテリーモジュール2のセル6が経験したサイクル数などの特定の条件を考慮し得る。同様に、BMS52は、ブロック140に示すように、周囲温度、予想充電時間、予想充電電力、アクティブな周辺デバイス、走行する地形の形態、運転習慣、走行モード選択、交通状況、道中の充電オプションなどの様々なパラメータを考慮し得る。次に、バッテリーモジュール2がシステムパラメータに関して要件に適合しているか否かを判定する検証142が実行される。適合している場合、ブロック144に示すように、適合するバッテリーモジュール2に電力セットポイントが送信される。適合しない場合、BMS52は、ブロック146に示すように、調節機構にセットポイントを送信する。温度の調節148、圧力の調節150、及び電流密度の管理152が実行され、その結果、最終的にバッテリーモジュール2が適合する154。電力余剰管理156が、オイルの加熱又は冷却158のため、バッテリーモジュール2をその通常の動作パラメータを犠牲にした犠牲モジュールとしての使用160のため、又は所望の場合には電力放散162のために実行され得る。

30

40

【0039】

図5A、図5B、図5C、及び図5Dを参照すると、本発明の一実施形態によるシステムで実施される圧力及び温度管理プロトコルの例がグラフ形式で示されている。図5Aは、バッテリーモジュール2（例えば、図6に示すもの）のセル6のための可能な圧力調節プロトコルを、推奨される充放電速度の関数として示す。図5Bは、バッテリーモジュール2のセル6のための可能な圧力調節プロトコルを、その充電状態（SOC）の関数として示す。図5Cは、推奨される充放電速度に関して、可能な動作温度調節プロトコルを示す。図5Dは、バッテリーモジュール2が経験した充放電サイクル数に関して、可能な動作圧力調節プロトコルを示す。

【0040】

50

図 1 を再び参照すると、本発明によるシステムに関連する特定の考慮事項が関連し得る。例えば、加圧された槽内のオイル圧力の値は、次の要因、すなわち、BMS 52 によって流体ユニット 14 に課される圧力セットポイント、オイル温度の変動、セル 6 の体積変動に応じて変化する傾向がある。圧力調節制御アルゴリズムは、圧力セットポイントと温度セットポイントとの相互作用を統合したモデルに基づく、これらの要因に関連する調節された入力と、セル 6 の充電状態、ひいては特定の時間におけるそれらの体積に関するフィードバックとを含み得る。BMS 52 は、エネルギー及び電力の需要に応じて、異なるバッテリーモジュール 2 の使用を調節し、指示し得る。バッテリーモジュール 2 のそれぞれの近接管理は、各バッテリーモジュール 2 のボード上で、オンボード BMS 又はオンボード回路 8 によって実装された BMS モジュールによって実行され得る。例えば、化学元素又は溶存ガスの監視を含むオイルの監視によって、バッテリーモジュール 2 を形成する成分の劣化の兆候を特定することができる。鉱油を伝熱流体として使用することによって、セル 6 に欠陥又は損傷がある場合、潜在的な化学反応を中和することができる。BMS 52 にスケラブルなアルゴリズム、例えば人工知能を実装することは、本発明によるシステムを使用する際の戦略的態様を代表し得る。このようなアルゴリズムは、バッテリーモジュール 2 の動作パラメータ（電流、圧力、温度）の管理を担当し得る。BMS 52 における初期アルゴリズムのプログラミング（例えば、産業におけるもの）は、バッテリーモジュール 2 の用途（例えば、自動車、バス、トラック、航空機、ボート、ストレージなど）に応じてなされ得る。このようなアルゴリズムの変更は、運転の種類（例えば、加速、制動、荷重牽引）、地形の形態、外気温、充電パターン、使用パターン（頻度、持続時間）などの様々な要因に応じて、時間の経過とともに行われ得る。スケラブルなアルゴリズムは、極端な使用状況（例えば、犠牲モジュール）の場合、バッテリーモジュール 2 を過剰に使用するという決定につながる可能性がある。また、（電力需要／課金率、バッテリーモジュール 2 の性能低下、デンドライト発生ゾーンの存在が疑われることに応じて）バッテリーの状態に有益な影響を与えることが知られている温度－圧力－電流の値と充電電流パターンとを戦略的に組み合わせることによるデンドライト損傷の修復手順（「自己修復」）を含む、特定の充電スキームを導くこともある。

10

20

【0041】

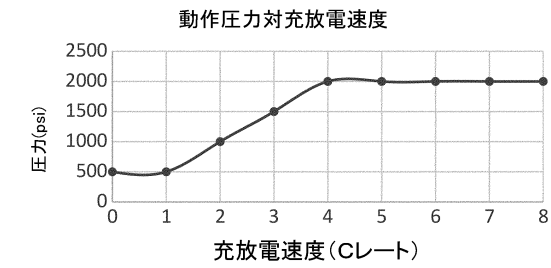
以上、本発明の実施形態を添付の図面に示し、説明してきたが、当業者には、本発明から逸脱することなく修正を行い得ることが明らかなはずである。

30

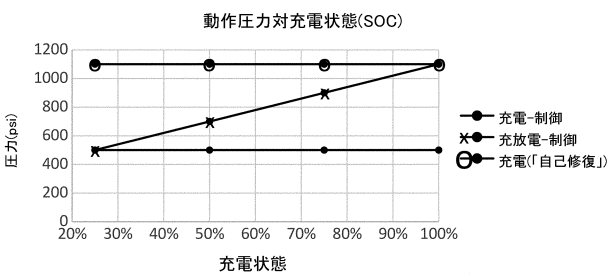
40

50

【図 5 A】

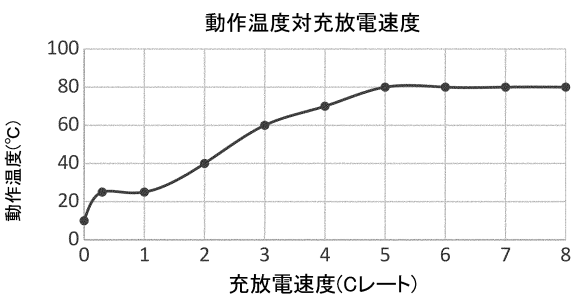


【図 5 B】

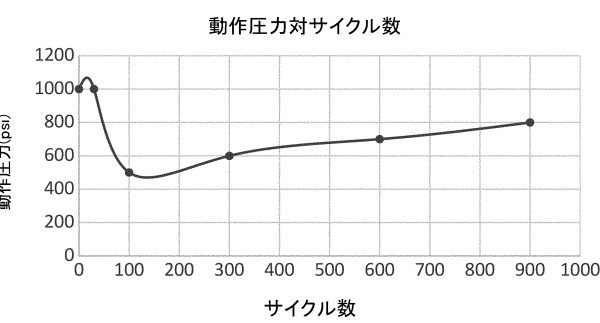


10

【図 5 C】



【図 5 D】



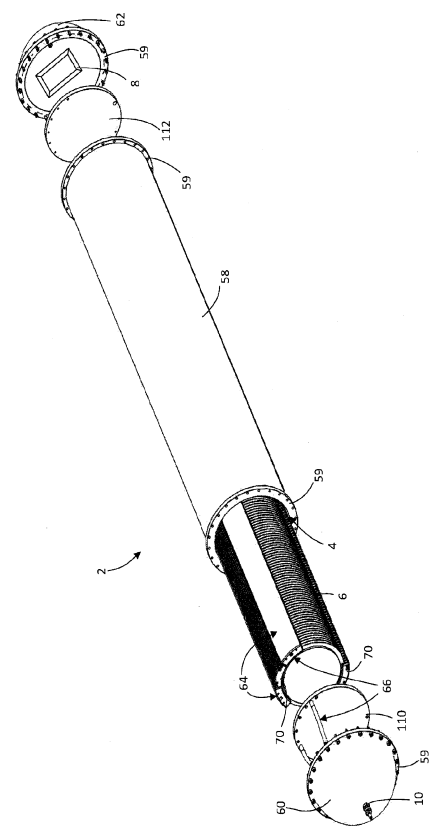
20

30

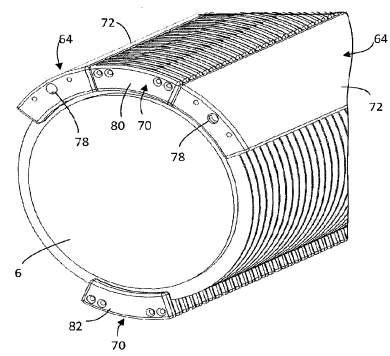
40

50

【図 6】



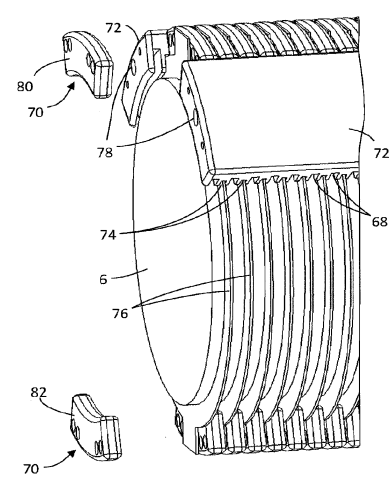
【図 7 A】



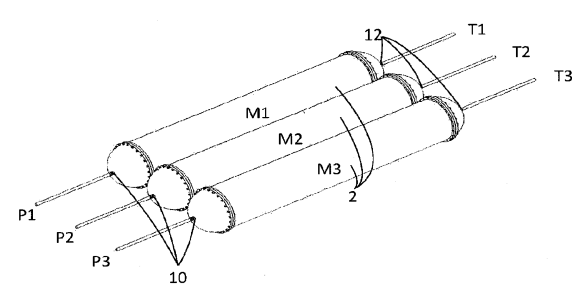
10

20

【図 7 B】



【図 8 A】

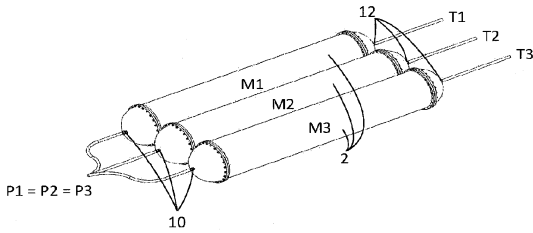


30

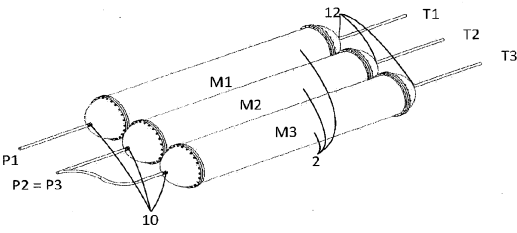
40

50

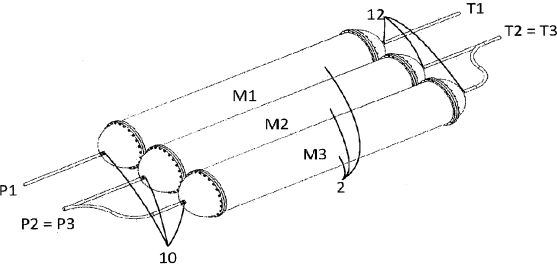
【図 8 B】



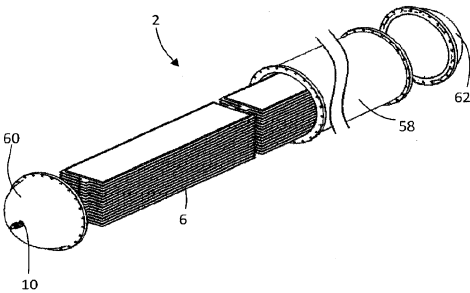
【図 8 C】



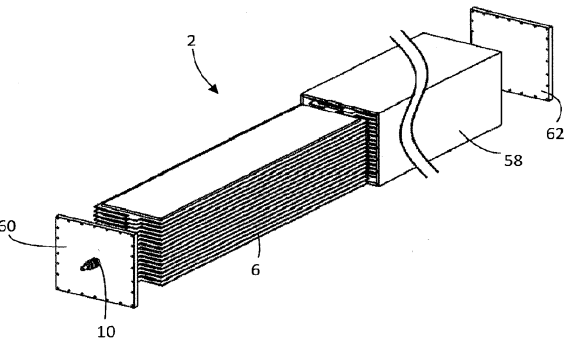
【図 8 D】



【図 9 A】



【図 9 B】



10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CA2022/051538

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER CIB: <i>H01M 10/633</i> (2014.01), <i>H01M 10/48</i> (2006.01), <i>H01M 10/617</i> (2014.01), <i>H01M 10/6567</i> (2014.01), <i>H01M 50/204</i> (2021.01) 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)		
CIB/CCB : H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
QUESTEL-ORBIT (FAMPAT); SciFinder; Base de données des brevets canadiens; GOOGLE		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Trimbake, Amol & Singh, Chandra & Krishnan, Shankar. (2021). Mineral Oil Immersion Cooling of Lithium-Ion Batteries: An Experimental Investigation. Journal of Electrochemical Energy Conversion and Storage. 19. 1-12. 10.1115/1.4052094.	
A	FR3085547 A1; ALBERGUCCI ET COLL.; 06 March 2020 (06.03.2020) The whole document	
A	CN112886093 A; FAN ET COLL.; 01 June 2021 (01.06.2021) Automatic translation	
☒ 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		Date of mailing of the international search report
9 December 2022		24 January 2023
Office de la propriété intellectuelle du Canada Place du Portage I, C114 - 1er étage, Boîte PCT 50, rue Victoria Gatineau, Québec K1A 0C9		Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

International application No.

PCT/CA2022/051538

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP3499634 A1; AYAD; 19 June 2019 (19.06.2019) The whole document	
A	EP3654442 A1; SCHUMACHER ET COLL.; 20 May 2020 (20.05.2020) The whole document	
A	US20200298663 A1; ALLGAEUER ET COLL.; 24 September 2020 (24.09.2020) The whole document	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CA2022/051538

FR3085547A1	06 March 2020 (06-03-2020)	FR3085542A1	06 March 2020 (06-03-2020)
		FR3085556A1	06 March 2020 (06-03-2020)
		WO2020049249A1	12 March 2020 (12-03-2020)
CN112886093A	01 June 2021 (01-06-2021)	None	
EP3499634A1	19 June 2019 (19-06-2019)	None	
EP3654442A1	20 May 2020 (20-05-2020)	CN113016100A	22 June 2021 (22-06-2021)
		JP2022513026A	07 Feb 2022 (07-02-2022)
		TW202034574A	16 Sept 2020 (16-09-2020)
		US2022013823A1	13 Jan 2022 (13-01-2022)
		WO2020100071A1	22 May 2020 (22-05-2020)
US2020298663A1	24 Sept 2020 (24-09-2020)	US11318813B2	03 May 2022 (03-05-2022)
		CN111716987A	29 Sept 2020 (29-09-2020)
		DE102019107191A1	24 Sept 2020 (24-09-2020)
		EP3711983A1	23 Sept 2020 (23-09-2020)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/CA2022/051538

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB: **H01M 10/633** (2014.01), **H01M 10/48** (2006.01), **H01M 10/617** (2014.01), **H01M 10/6567** (2014.01),
H01M 50/204 (2021.01)
 CCB: **H01M 10/633** (2020.01), **H01M 10/486** (2021.01), **H01M 10/617** (2020.01), **H01M 10/6567** (2020.01),
H01M 50/204 (2021.01)

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB/CCB : H01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

QUESTEL-ORBIT (FAMPAT); SciFinder; Base de données des brevets canadiens; GOOGLE

C. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	n° des revendications visées
A	Trimbake, Amol & Singh, Chandra & Krishnan, Shankar. (2021). Mineral Oil Immersion Cooling of Lithium-Ion Batteries: An Experimental Investigation. Journal of Electrochemical Energy Conversion and Storage. 19. 1-12. 10.1115/1.4052094.	
A	FR3085547 A1; ALBERGUCCI ET COLL.; 6 mars 2020 (06-03-2020) Document entier	
A	CN112886093 A; FAN ET COLL.; 1 juin 2021 (01-06-2021) Traduction automatique	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents.☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe.

• Catégories spéciales de documents cités :	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour permettre de comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
"A" document définissant l'état général de la technique, n'étant pas considéré comme particulièrement pertinent "D" document cité par le déposant dans la demande internationale "E" demande ou brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais après la date de priorité revendiquée	

Date à laquelle la recherche a été effectivement achevée
09 décembre 2022 (09-12-2022)Date d'expédition du rapport de recherche
24 janvier 2023 (24-01-2023)

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale/CA
 Office de la propriété intellectuelle du Canada
 Place du Portage I, C114 - 1er étage, Boîte PCT
 50, rue Victoria
 Gatineau, Québec K1A 0C9
 n° de télécopieur : 001-819-953-6742

Fonctionnaire autorisé

David Chamberlain (819) 639-8437

Demande internationale n°
PCT/CA2022/051538

Document de brevet cité dans le rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet	Date de publication
FR3085547A1	06 mars 2020 (06-03-2020)	FR3085542A1 FR3085556A1 WO2020049249A1	06 mars 2020 (06-03-2020) 06 mars 2020 (06-03-2020) 12 mars 2020 (12-03-2020)
CN112886093A	01 juin 2021 (01-06-2021)	None	
EP3499634A1	19 juin 2019 (19-06-2019)	None	
EP3654442A1	20 mai 2020 (20-05-2020)	CN113016100A JP2022513026A TW202034574A US2022013823A1 WO2020100071A1	22 juin 2021 (22-06-2021) 07 février 2022 (07-02-2022) 16 septembre 2020 (16-09-2020) 13 janvier 2022 (13-01-2022) 22 mai 2020 (22-05-2020)
US2020298663A1	24 septembre 2020 (24-09-2020)	US11318813B2 CN111716987A DE102019107191A1 EP3711983A1	03 mai 2022 (03-05-2022) 29 septembre 2020 (29-09-2020) 24 septembre 2020 (24-09-2020) 23 septembre 2020 (23-09-2020)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CV,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,I
T,JM,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