

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-509100

(P2017-509100A)

(43) 公表日 平成29年3月30日 (2017.3.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 2/10 (2006.01)	H01M 2/10 V	5E078
H01M 10/04 (2006.01)	H01M 2/10 E	5E082
H01M 2/02 (2006.01)	H01M 10/04 W	5H011
H01M 2/04 (2006.01)	H01M 2/02 L	5H021
H01M 2/26 (2006.01)	H01M 2/04 Z	5H028
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-539252 (P2016-539252)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月9日 (2015.1.9)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年8月3日 (2016.8.3)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/010914
 (87) 国際公開番号 W02015/106168
 (87) 国際公開日 平成27年7月16日 (2015.7.16)
 (31) 優先権主張番号 61/925,534
 (32) 優先日 平成26年1月9日 (2014.1.9)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 515052578
 エイ 1 2 3 ・ システムズ ・ リミテッド ・ ラ
 イアビリティ ・ カンパニー
 A 1 2 3 S Y S T E M S , L L C
 アメリカ合衆国 0 2 4 5 1 マサチューセッ
 ツ州ウォルサム、ウエスト・ストリート 2
 〇〇番
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100112911
 弁理士 中野 晴夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気化学マルチセル及びそのための方法

(57) 【要約】

電気化学蓄電マルチセルは、複数の同心環状セル室を含む筐体と、複数の電気化学蓄電セルと、を備え、複数の環状セルの各々は複数の環状セル室のうちの一つの中に位置付けられ、複数の環状セルは電氣的に直列に接続され、導電性電解質が環状セル室の各々を満たす。

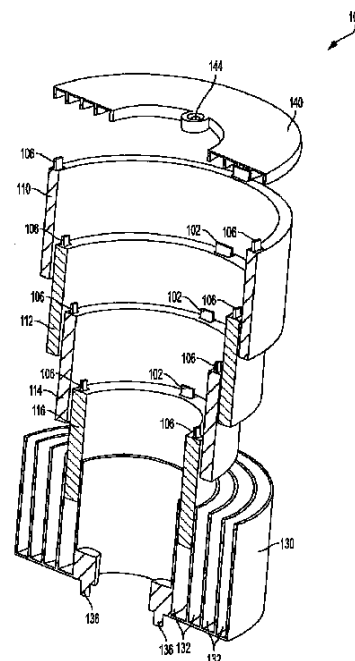


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の同心環状セル室を含む筐体、
複数の電気化学蓄電セル、
を備え、
複数の環状セルの各々は、複数の環状セル室のうちの一つの中に位置付けられ、
複数の環状セルは電氣的に直列に接続され、
導電性電解質が環状セル室の各々を満たす、
電気化学蓄電マルチセル。

【請求項 2】

複数の環状セル室の各々は、
円筒状コアに巻きつけられてジェリーロール構造を形成する第 1 及び第 2 の電極シート

10

、
第 1 及び第 2 の電極シートの各々は、ジェリーロール構造の端面に平行なコーティングされていない導電性エッジと、コーティングされていない導電性エッジの間にあるコーティングされている対向面とを含み、

第 1 及び第 2 の電極シートのコーティングされている対向面を機械的及び電氣的に分離し、且つ、円筒状コアと第 1 の電極シートのコーティングされている対向面とを機械的及び電氣的に分離する、第 1 及び第 2 のセパレータシート、

を備え、

20

コーティングされていない導電性エッジはタブを含み、タブはタブ間のコーティングされていない導電性エッジの一部を切り取ることによって形成され、タブは軸方向に外側へ突き出ていて、ジェリーロール構造を形成するときに、円筒状コアに対して、角度が同一の場所に配置される、

請求項 1 に記載の電気化学蓄電マルチセル。

【請求項 3】

円筒状コアはプラスチックコアを含む、請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

コーティングされていない導電性エッジの、押し付けられて角度が同一の場所に配置されたタブをさらに含み、押し付けられて角度が同一の場所に配置されたタブは、互いに電氣的に接続されている、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の電気化学蓄電マルチセル。

30

【請求項 5】

筐体は 4 つの同心環状セル室を含む、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の電気化学蓄電マルチセル。

【請求項 6】

カバーをさらに備え、

複数のセル室の各々は、筐体に取り付けられたカバーによって流体的に分離される、
請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の電気化学蓄電マルチセル。

【請求項 7】

複数の電気化学蓄電セルの各々を筐体の同心環状室内に位置付けること、

40

ここで、同心環状室の数は複数の電気化学蓄電セルに一致し、
複数の電気化学蓄電セルの各々を直列に電氣的に接続すること、
を含み、
環状セル室の各々が導電性電解質で満たされている、
電気化学蓄電マルチセルのための方法。

【請求項 8】

第 1 及び第 2 の電極シートを円筒状コアに巻きつけてジェリーロール構造を形成することにより、複数の電気化学蓄電セルの各々を形成し、

第 1 及び第 2 の電極シートの各々は、ジェリーロール構造の端面に平行なコーティング

50

されていない導電性エッジと、コーティングされていない導電性エッジの間にあるコーティングされている対向面とを含み、

第1及び第2のセパレータシートを第1及び第2の電極シートの間の円筒状コアに巻きつけて、第1及び第2の電極シートのコーティングされている対向面を機械的及び電氣的に分離し、且つ、円筒状コアとコーティングされている対向面とを機械的及び電氣的に分離し、

第1及び第2の電極シートのコーティングされていない導電性エッジから一部を切り取ることによって、タブを形成し、

タブは、軸方向に外側へ突き出ている、ジェリーロール構造を形成するときに、円筒状コアに対して、角度が同一の場所に配置される、

請求項7に記載の方法。

【請求項9】

複数の電気化学蓄電セルの各々を直列に電氣的に接続することは、角度が同一の場所に配置されたタブを押し付けて、複数の電気化学蓄電セルのうちの一つの第1の電極のコーティングされていない導電性エッジを、複数の電気化学蓄電セルのうちの隣接する一つの第2の電極のコーティングされていない導電性エッジに、電氣的に接続することを含む、請求項7又は請求項8に記載の方法。

【請求項10】

複数の電気化学蓄電セルの各々を直列に電氣的に接続することは、押し付けられたタブを筐体の導電性インサートに溶接して、複数の電気化学蓄電セルのうちの一つの第1の電極のコーティングされていない導電性エッジを、複数の電気化学蓄電セルのうちの隣接する一つの第2の電極のコーティングされていない導電性エッジに、電氣的に接続することを含む、請求項7から請求項9のいずれかに記載の方法。

【請求項11】

浸漬、噴霧、物理的蒸着、及び金属スパッタリングの処理のうちの1つ又は複数によって、電気化学マルチセルを密閉することをさらに含む、請求項7から請求項10のいずれかに記載の方法。

【請求項12】

環状セル室の各々を流体的に分離することをさらに含む、請求項7から請求項11のいずれかに記載の方法。

【請求項13】

複数の電気化学蓄電セルは、4つの電気化学蓄電セルを含み、
電気化学蓄電マルチセルは、電気化学蓄電クアドセルを含む、
請求項7から請求項12のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、従来の装置と比較して、電気性能及び熱性能が同等で又は電気性能及び熱性能を増加させ、且つ製造コストを低減する、電気化学マルチセル及びそのための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

低電気インピーダンスで高出力の円筒状電気化学セルを製造するために、現在の製造技術は、電極の長さに沿って数カ所で、通常は溶接により、電極基板箔に取り付けられる複数の導電性タブを含む。セルのインピーダンスを減少させるために、タブの数はそれ相応に増やされる。

【0003】

個別タブを取り付けるためのいくつかの従来の方法が、現在、電気化学蓄電セル、電気化学コンデンサ、電界コンデンサ、ドライフィルムコンデンサ、及び類似の電気装置の製造において利用されている。個別タブを取り付けるための従来の方法は、コーティングさ

10

20

30

40

50

れている電極の両側の領域内でコーティングを取り除き、露出したコーティングされていない領域にタブを溶接し、その後に、溶接されたタブと、電極を間にしてタブと向かい合った露出した箔に、絶縁被覆層を貼り付けることを含む。他の従来の方法では、電極表面を部分的にコーティングし、コーティングされていない、コーティングのない電極エッジ箔を残すことにより、コーティングを除去するステップが回避される。さらに、タブは、接着される場合もあるし、又は、コーティングされていない電極領域から交互に切り取られて形成される場合もある。それから、タブのエッジで電氣的に短絡することを防ぐために、絶縁テープがタブを覆うために貼り付けられることもある。個別タブを用いずに巻かれた電極アセンブリに電極を電氣的接続するための従来の方法は、コーティングのないエッジ箔をプレートに溶接することによるブラインド (blind) を含む。電氣的接続は、コーティングされていない電極箔エッジに対して、プレートを機械的に押し付けた状態に保つことにより、提供される場合もある。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、発明者は、上述のアプローチに関する起こり得る問題に気付いた。すなわち、個別タブを使用すると、電流が電極に沿った離散点でタブの小さい領域に導かれ、局所的な高オーム加熱により、電極の残りの部分よりも非常に高温で動作する領域を生成する場合がある。さらに、セルのアンペア時 (Ah) 容量は、タブの取り付けのためにコーティングされていない領域に起因して全体的に低減され、コーティングされていない領域のアノード対カソードの容量比の局所的な差が、リチウムイオン電池化学の場合、局所的なリチウムめっきを引き起こす場合がある。さらに、セルの製造の複雑さが増して、製造速度が減少し、コーティングの除去、タブの溶接、及びテーピング動作を成し遂げるためのさらなる機能を必要とし、生産を開始するためにより大きな財政投資が要求される。さらに、コーティングの除去、タブの溶接、及びタブのテーピングを実行するためにセルの製造工程の速度が低減して、セルの製造コストが増加する可能性がある。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記問題を少なくとも部分的に取り組む一つのアプローチは、電気化学蓄電マルチセルを含み、電気化学蓄電マルチセルは、複数の同心環状セル室を含む筐体と、複数の電気化学蓄電セルと、を備え、複数の環状セルの各々は、複数の環状セル室のうちの一つの中に位置付けられ、複数の環状セルは電氣的に直列に接続され、導電性電解質が環状セル室の各々を満たす。

30

【0006】

別の態様において、電気化学蓄電マルチセルのための方法は、複数の電気化学蓄電セルの各々を筐体の同心環状室内に位置付けること、ここで同心環状室の数は複数の電気化学蓄電セルに一致し、複数の電気化学蓄電セルの各々を直列に電氣的に接続すること、及び環状セル室の各々を導電性電解質で満たすことを含む。

【0007】

このように、非常に大きな型を持ち、従来 of 電気化学蓄電マルチセルと比較して、電気性能及び熱性能が同等で又は電気性能及び熱性能を改良し、且つ製造コストを低減する、電気化学蓄電マルチセルが提供される。さらに、電気化学蓄電マルチセルは、タブを個々の電極に溶接することなく製造されても良い。これにより、製造時間とコストが低減される。さらに、電極箔と筐体端子の間を低インピーダンスで電氣的接続する円筒状電気化学蓄電マルチセルが製造されても良い。これにより、製造コストを低減しつつ高出力動作を可能にする。さらに、互いに関して低い熱抵抗であって、部品の共有を増加させた、円筒状電気化学蓄電マルチセルが提供されても良い。これにより、部品の数と電気化学蓄電マルチセルの製造の複雑さを低減でき、単位出力当たりの電気化学蓄電マルチセルのサイズを低減でき、(部品の数とその取り扱いが低減し、製造の複雑さが低減することにより) 製造コストを低減できる。

40

50

【0008】

上述の要約は、詳細な説明でさらに記載する概念の選択を簡単にした形式で取り入れるために提供されていることが理解される。請求項に係る主題のキー又は必須の特徴を特定することを意図していない。請求項に係る主題の範囲は、詳細な説明に続く特許請求の範囲によって独自に定義される。さらに、請求項に係る主題は、上述した又はこの開示の全ての部分のあらゆるデメリットの解決の実施に限定されない。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】電気化学マルチセルの断面の分解斜視図を概略的に示す。

【図2A】電気化学蓄電セルのためのコーティングされた電極の平面図を概略的に示す。

10

【図2B】電気化学蓄電セルのためのコーティングされた電極の斜視図を概略的に示す。

【図3A】電気化学蓄電セルのためのコーティングされた電極の平面図を概略的に示す。

【図3B】電気化学蓄電セルのためのコーティングされた電極の斜視図を概略的に示す。

【図4A】電気化学蓄電セルの巻きコアの側面図を概略的に示す。

【図4B】電気化学蓄電セルの巻きコアの断面図を概略的に示す。

【図4C】電気化学蓄電セルの巻きコアの端面図を概略的に示す。

【図4D】電気化学蓄電セルの巻きコアの斜視図を概略的に示す。

【図4E】電極シートが部分的に巻かれた状態の円筒状巻きコアの端面図を概略的に示す。

。

【図5A】電極シートが巻かれた状態の円筒状巻きコアの端面図を概略的に示す。

20

【図5B】図5Aの断面B-Bで得られる、電極シートが巻かれた状態の円筒状巻きコアの断面図を概略的に示す。

【図5C】図5Aの断面C-Cで得られる、電極シートが巻かれた状態の円筒状巻きコアの断面図を概略的に示す。

【図6】巻く工程中に部分的に形成された電気化学蓄電セルの斜視図を概略的に示す。

【図7】電気化学蓄電マルチセルの断面図を概略的に示す。

【図8】電気化学蓄電マルチセルの平面図を概略的に示す。

【図9】電気化学蓄電マルチセルの分解断面斜視図を概略的に示す。

【図10】電気化学蓄電マルチセルの断面図を概略的に示す。

【図11】電気化学蓄電マルチセルの上面図を概略的に示す。

30

【図12A】電気化学蓄電マルチセルの平面図を概略的に示す。

【図12B】図12Aの断面12B-12Bで得られる、電気化学蓄電マルチセルの断面図を概略的に示す。

【図13A】電気化学蓄電マルチセルの上面斜視図を概略的に示す。

【図13B】電気化学蓄電マルチセルの底面斜視図を概略的に示す。

【図14】電気化学蓄電マルチセルのための例示的な方法のフローチャートを示す。

【図15】電気化学蓄電マルチセルのための例示的な方法のフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本開示の態様について、例を挙げて、上記のように列挙した実施形態に関して、説明する。1つ又は複数の実施形態において実質的に同一の構成部品、工程ステップ、及び他の要素は、協調的に識別され、最小限の繰り返しで説明する。しかし、協調的に識別される要素がある程度異なることもあることは留意される。さらに、特に断りのない限り、本開示に含まれる描画図面は概略であり、通常、尺度通りに描かれていないことがさらに留意される。むしろ、図面に示される様々な描画尺度、アスペクト比、構成部品の数、ある特徴又は関係をより見やすくするように意図的に変形されている。しかし、図1、図5A～図5C、図6～図11、図12A、図12B、図13A、及び図13Bは、他の相対的な寸法が使用されているけれども、尺度通りに描かれている。

40

【0011】

本明細書は、従来の円筒状電気化学蓄電マルチセルと従来のその製造方法と比較して、

50

電気性能及び熱性能が同等で又は電気性能及び熱性能を改良し、且つ製造コストを低減する、円筒状電気化学蓄電マルチセル及びその製造方法に関する。

【0012】

電気化学蓄電マルチセルの例示的な実施形態の分解断面斜視図が図1に示されている。図2A、図2B、図3A、及び図3Bは、電気化学蓄電セルのためのコーティングされた電極の平面図及び斜視図をそれぞれ示している。電気化学蓄電セルの例示的な円筒状巻きコアが、図4A、図4B、図4C、及び図4Dに描かれている。電気化学蓄電セルの、第1及び第2のセパレータシートの一部と、第1及び第2の電極の一部が巻かれた状態の例示的な円筒状巻きコアの端面図が図4Eに示されている。図5Aは、電気化学蓄電セルの端面図を概略的に示し、図5B及び図5Cは、図5Aの断面5B-5B及び断面5C-5Cでそれぞれ得られる電気化学蓄電セルの断面を概略的に示している。図6は、巻く工程中に部分的に形成された電気化学蓄電セルの斜視図を示す。図8は、電気化学蓄電マルチセルの平面図であり、図7は、図8の断面7-7で得られる電気化学マルチセルの断面図である。図9は、電気化学蓄電マルチセルの分解断面斜視図を示している。図10は、筐体に取り付けられたカバーを含む電気化学マルチセルの断面図を概略的に示している。図11は、電気化学蓄電マルチセルのカバーの平面図を概略的に示している。図12Aは電気化学蓄電マルチセルの筐体1200の平面図を概略的に示し、図12Bは、図12Aの断面12B-12Bで得られる筐体の断面を概略的に示している。図13A及び図13Bは、電気化学蓄電マルチセルの上面斜視図及び底面斜視図を示している。図14及び図15は、電気化学蓄電マルチセルのための例示的な方法のフローチャートを示している。

10

20

【0013】

低電気インピーダンスの電気化学蓄電マルチセルを製造する方法は、従来、電極の長さに沿って数カ所で、複数の導電性タブを個々の電気化学蓄電セルの電極基板（箔）に取り付けることを含んでいる。さらに、電気化学蓄電セルのインピーダンスを相応に減少させるために、電極に取り付けられるタブの数は増やされている。個別タブの取り付けのいくつかの従来の方法が、現在、電気化学蓄電セル、電気化学コンデンサ、電界コンデンサ、ドライフィルムコンデンサ、及び類似の電気装置の製造において利用されている。従来の方法の一例では、電極のコーティングが、電極の幅の両側で遮断され又は取り除かれて、下層の金属基板箔を露出させる。それから、タブは、この露出した箔の領域に溶接される。それから、粘着テープなどの絶縁被覆層が、溶接されたタブ領域と電極の反対側の露出した箔に貼り付けられる。従来の方法の別の例では、電極コーティングは、両側で、電極のエッジ近くの小さい矩形領域から取り除かれて、両側の下層箔を露出させる。タブは、予め取り除かれた矩形領域内の露出した箔に溶接される。絶縁テープ又は類似の物が両側のタブの溶接領域に貼り付けられる。従来の方法の別の例では、電極は、両側のコーティングされていない露出箔のコーティングされていないエッジゾーン領域と共に、コーティングされる。タブは、この露出箔領域に溶接され、テープで絶縁されて、タブの鋭いエッジの電氣的短絡が防がれる。

30

【0014】

電極基板に取り付けられる個別タブの使用は、電流が電極に沿った離散点で小さい領域のタブに導かれ、局所的な高オーム加熱により、特にセルに重い電気負荷がかけられるときに、電極の残りの部分よりも非常に高温で動作する領域を生成する場合があるという欠点がある。さらに、タブの取り付けに必要な、コーティングが除去された領域に起因して、セルのアンペア時（Ah）容量は全体的に低減される。露出した領域の電極（例えば、アノード対カソード）の容量比の局所的な差により、リチウムイオン電池化学の場合、リチウムめっき領域が生じる場合がある。さらに、セルの製造機器がより複雑になり、コーティングの除去、タブの溶接、及びテーピング動作を成し遂げるためのさらなる機能を必要とし、生産を開始するためにより大きな財政投資が要求される。さらに、コーティングの除去、タブの溶接、及びタブのテーピング作業を成し遂げるためにセルの製造工程の速度が低減して、セルの製造コストが増加する。

40

【0015】

50

図1を参照すると、図1は、例示的な電気化学蓄電マルチセル（マルチセル）100の分解断面図を示している。マルチセル100は、複数の個別セル室132を備えた筐体130とカバー140とを含む。筐体130の形状は円筒状である。複数のセル室132の各々は、その中に同心円状に形成された環状の円筒状室を含む。筐体130は、個々の電気化学蓄電セルを複数個収納することができ、複数の個々の電気化学蓄電セルの各々は、同心のセル室132の一つに収納され、且つ同心のセル室132の一つに大きさが一致する。よって、電気化学蓄電セルは、筐体130内で同心円状に形成された環状同心セル室132の寸法に一致するように同心円状に形成される。図1は、電気化学蓄電クアドセルの例を示している。電気化学蓄電クアドセルは、筐体130の4つの同心セル室132に収納された4つの個々の電気化学蓄電セル110、112、114、116を含む電気化学蓄電マルチセルである。一例として、電気化学蓄電クアドセルは、大型の12Vの電気化学蓄電クアドセルであり、個々の電気化学蓄電セルは3Vの電気化学蓄電セルを含む。

10

【0016】

筐体130は、プラスチック筐体物質又は他の非導電性筐体物質を含む。プラスチックの筐体は、マルチセルの質量を低減し、マルチセルのコストを低減し、成形及び押出などによりマルチセルの特徴の製造を容易にするのに、有利である。筐体130は、筐体内への成形された相互接続ブスバー挿入部を含むように設計されて、筐体130内でブスバーを適切に位置付けても良い。さらに、個別セル室132の各々は、電気化学蓄電セルスタック（ジェリーロール構造）を一つだけ含んでも良い。よって、筐体の室132は、隣接する室の電気化学蓄電セルから、各電気化学蓄電セルを機械的に、電気化学的に、環境的に分離しても良い。

20

【0017】

さらに後述するように、個々の電気化学蓄電セルは、支持され且つ円筒状巻きコアに巻きつけられる電極シートとセパレータシートを含んでも良い。巻かれた電極シートとセパレータシートは、ジェリーロール構造を形成する。電極シートは、部分的にコーティングされた導電性基板（箔）を含んでも良い。部分的にコーティングされた導電性基板（箔）は、コーティングされた中心部を、コーティングされていない導電性エッジの間に含む。コーティングされていない導電性エッジは、円筒状巻きコアに対して、軸方向に外側へ突き出るタブとして形成されても良い。さらに、タブは、円筒状巻きコアの上に、電極シートとセパレータシートを巻くときに、円筒状巻きコアの中心軸に対して角度が同一の場所に配置されるように、箔に沿って位置付けられても良い。角度が同一の場所に配置される複数のタブ群は、電極シートを円筒状巻きコアの上に巻く前に、電極シートの長さに沿って距離をあけてタブを配置することにより、形成されても良い。例示的な電気化学蓄電マルチセル100において、タブ106は、正反対の位置で、角度が同一の場所に配置されているタブの2つの群を含み、タブ102は、タブ106からオフセット90°で、角度が同一の場所に配置されているタブの2つの正反対の位置の群（1つの群のみが図1に示されている）を含む。90°のオフセットにより、製造再現性と電極シート上のタブの位置決め精度とが増し、製造効率が促進される。例えば、角度が同一の場所に配置されるタブ群のオフセットを90°以外にすると、製造の複雑さが増し、及び／又は製造の欠陥の数が増す可能性がある。さらに、角度が同一の場所に配置されるタブ群のオフセットを90°以外にすると、隣接する及び対向する、同一の場所に配置されるタブ群の間の間隔が増え、発熱が増し、第1の電極シートと第2の電極シートの同一の場所に配置されるタブ間のアーク放電又は短絡のリスクが減る。

30

40

【0018】

同一の場所に配置されるタブ群は、各群の各タブが、ジェリーロール構造の巻かれた各電極層に沿った、同一の角度の円弧長のタブを含むという点で、対応する群である。さらに、角度が同一の場所に配置されるタブ群のペアは、およそ正反対の側に、例えば、円筒状巻きコアの周りで互いに、ちょうど正反対の位置から数度の範囲内、又はちょうど正反対の位置に、形成されても良い。さらに、電気化学蓄電セル100のいずれかの軸端で、

50

タブ群の角度が合わされても良い。タブの形状は、丸くても良く、角が付けられても良く、正方形、長方形、三角形、歯状、又は他のそのような形状であっても良く、必ずしも物理的に物質を切断することによって形成される特徴に限らないことに留意すべきである。

【0019】

電気化学蓄電マルチセル100は、さらに、カバー140を含む。カバー140は、筐体130に取り付けられるときに、室132の各々を流体的に分離する。カバー140は、大電流のメス相互接続端子144を含んでも良く、電気化学蓄電マルチセル100は、さらに、大電流のオス相互接続端子136を含んでも良い。

【0020】

電気化学セルのジェリーロール構造は、円筒状コア540に巻きつけられた、コーティングされた第1及び第2の電極シートと、第1及び第2のセパレータシート（図5において520として全体的に描かれている）とを含み、個々の電極に個別タブを溶接することなく、低電気インピーダンスの電気化学蓄電セルを形成する。図4Bの例に示すように、電気化学蓄電セルの円筒状コア400は、さらに後述するように、巻きマンドレルに円筒状コアを取り付ける及び取り外すのを促進するのに役立ち、巻いている間はコアを回転させるのに役立つ、六角形の中心などの、主要な中心を持つ。

【0021】

図2A及び図2Bを参照すると、図2A及び図2Bは、第1の電極シート200を形成するための方法のステップを示している。一例において、第1の電極はアノードを含む。しかし、第1の電極は、代わりに、カソード、正電極、又は負電極を含んでも良い。リチウムイオン電気化学蓄電セルのアノードの場合、第1の電極は、連続的なコーティング工程において、金属箔基板の両側にコーティングされる、電気活性リチウムインターカレーション物質、又は金属リチウムコーティングを含んでも良い。コーティングは、特定の幅230において施され、コーティングされる部分の間にある箔のコーティングされていないエッジ部分224はそのままにしておく。コーティングを施した後、コーティングされた表面を持つ電極は、乾かされ、光沢を付けられても良い。それから、コーティングされた部分の交互のエッジ220に沿って、コーティングされたシートの物質に、切り込みが入れられても良い。これにより、電極シート200の1つのエッジ上のコーティングされた領域210から特定の幅230を伸ばす、箔の露出したコーティングされていないエッジ部分224を含む、連続的な電極物質が得られる。第1の電極シート200は、幅240において、箔のコーティングされていないエッジ部分224を含む。

【0022】

図3A及び図3Bを参照すると、図3A及び図3Bは、第2の電極シート300を形成するための方法のステップを示している。一例において、第2の電極はカソードを含む。しかし、第2の電極は、代わりに、アノード、正電極、又は負電極を含んでも良い。リチウムイオン電気化学蓄電セルのカソードの場合、第2の電極は、特別に調合されたリチウム化された鉄リン酸塩粉末と導電性カーボンとポリマー接着剤の混合物を含んでも良い。混合物が、連続的なコーティング工程において、金属箔基板の両側にコーティングされて、第2の電極300が形成されうる。コーティングは、特定の幅330において施され、コーティングされた部分の間にある箔のコーティングされていないエッジ部分324はそのままにしておく。コーティングを施した後、コーティングされた表面を持つ電極は、乾かされ、光沢を付けられても良い。それから、コーティングされた部分の交互のエッジ320に沿って、コーティングされたシートの物質に、切り込みが入れられても良い。これにより、電極シート300の1つのエッジ上のコーティングされた領域310から特定の幅330を伸ばす、箔の露出したコーティングされていないエッジ部分324を含む、連続的な電極物質が得られる。第1の電極シート300は、幅340において、箔のコーティングされていないエッジ部分324を含む。

【0023】

図4A～図4Dを参照すると、図4A～図4Dは、電気化学蓄電セルのための円筒状巻きコア400の一例を示している。円筒状巻きコア400は、中空の中心コア410を含

10

20

30

40

50

んでも良い。電極シートのエッジが、円筒状巻きコア400の端部を越えて、軸方向に突き出るようにするために、円筒状巻きコアの長さは、第1及び第2の電極シートの幅未満であっても良い。円筒状巻きコア400は、金属コア又はプラスチックコアと壁402とを含む。壁402は、ジェリーロール構造とそれの巻きを構造的に支持できるほどに十分に厚く、且つ、電気化学蓄電セルがセル室132のうちの一つに挿入できるように十分に薄い。従って、円筒状巻きコア400の内径406は、電気化学蓄電セルをセル室132のうちの一つに挿入できるほど十分に大きい。図4Aは、円筒状巻きコア400の側面図を示し、図4Bは、円筒状巻きコア400の中心軸408を通る、断面4B-4Bで得られる、円筒状巻きコア400の断面図を示している。

【0024】

10

図4Eを参照すると、図4Eは、電極シートとセパレータシートの一部が巻きつけられた円筒状巻きコア400の端面図を示している。上述したように、円筒状巻きコア400は、中空の中心コア410を含む。図4Eに示されるように、第1のセパレータシート450、第1の電極シート452、第2のセパレータシート454、及び第2の電極シート456が、この順番で、円筒状巻きコア400の周囲に巻きつけられている。電極シートとセパレータシートの一部が巻かれた層460は、電気化学蓄電セルの巻かれた外径480を形成する。第1及び第2のセパレータシート450、454は、非導電性物質を含んでも良い。例えば、第1及び第2のセパレータシート450、454は、ポリマー材料を含んでも良い。

【0025】

20

電気化学蓄電セルのジェリーロール構造を作るために、中空のプラスチック又は金属の円筒状巻きコア400が、巻線機のシャフト上に配置され又は取り付けられる。第1及び第2のセパレータシート450、454の幅方向のエッジを、コアの軸方向の長さに沿って中心に置き、粘着テープを使用してコアに固定する。それから、円筒状巻きコア400を、少なくとも1回転分、回転する。第1の電極の幅方向のエッジは、第1のセパレータシートと第2のセパレータシートの間の円筒状巻きコアの軸470と平行に位置付けられる。それから、巻きコアは、1回転分、回転される。これにより、第1の電極シート452を第1と第2のセパレータシート450、454の間に閉じ込めて固定する。次に、第2の電極シート456が、第2のセパレータシート454とコアに既に巻かれた第1のセパレータシート450の間の、円筒状巻きコア軸470と平行に位置付けられる。それから、所望の長さの第1及び第2の電極シートがジェリーロール構造に巻きつくまで、及び/又は最終的な巻かれた全径480が達成されるまで、円筒状巻きコアを連続的に回転する。図4Eは、さらに、円筒状巻きコア400の周りの層内に巻かれた、第1及び第2のセパレータシート450、454と第1及び第2の電極シート452、456をそれぞれ示している。

30

【0026】

第1及び第2の電極の幅は、いずれも第1及び第2のセパレータシートの幅よりも大きいけれども、いずれも第1及び第2のセパレータシートの幅以下の幅でコーティングされる。さらに、第2の電極は、第1の電極のコーティングされた幅よりもわずかに狭い幅でコーティングされる。このようにして、セパレータシートは、円筒状巻きコアの周りに巻かれた第1及び第2の電極のコーティングされた表面を機械的に及び電氣的に分離する。

40

【0027】

巻く工程中、タブが電極シートのコーティングされた領域から（軸方向の）外側に突き出たままで、電極シートのコーティングされていない導電性エッジ部分の一部が切り取られる又はトリミングされる。この方法で、別個の個別タブを電極シートに溶接することなく、且つコーティングの一部を取り除いて基板箔を露出させることなく、タブを電極シートから一体的に形成することができる。タブは回転の巻き角に対して特定のパターン又は頻度で形成されても良く、同一の場所に配置された一連のタブ群（例えば、タブ106）が生成されて、このタブ群が、溶接ステップの前の統合ステップ中に、機械的に自由に後で変形されても良い（例えば、統合されても良い及び/又は押し付けられても良い）。統

50

合及び溶接ステップは、第1の電極シートの巻かれた層を互いに電氣的に接続し、第2の電極シートの巻かれた層を互いに電氣的に接続し、且つ第1の電極シートと第2の電極シートの巻かれた層を電気化学蓄電セルの端子に電氣的に接続するのに役立つ。

【0028】

電極シートの切り取り工程は、巻きマンドレル回転角に基づいて実行されても良い。このようにして、第1の電極シートと第2の電極シートの後続層のタブが、ジェリーロール構造の外側へ突き出た多層タブ群を形成するように、巻かれた各層のタブは、放射状に並べられ、角度が同一の場所に配置される。多層タブ群は、セルの外面の巻かれた電極シート層から円筒状巻きコアの外面の巻かれた電極シート層にまで及ぶ。

【0029】

タブの長さが調整されて、2ラジアン（ 114.6° ）以上且つ 180° 未満（例えば、 π ラジアン未満）の、ジェリーロール構造の電極物質の各層の夾角に及ぶ自由な円弧長のタブが生成される。別の例では、タブの長さが調整されて、2ラジアン（ 114.6° ）以上且つ 178° 未満の、ジェリーロール構造の電極物質の各層の夾角に及ぶ自由な円弧長のタブが生成される。タブの長さは、全巻きマンドレル回転角に基づいて調整される、又は巻き角、物質の厚み、ジェリーロール構造の巻き直径（又は半径）のうちの1つ又は複数に基づいて調整される。

【0030】

図6を参照すると、図6は、第1及び第2の電極シートと第1及び第2のセパレータシートを円筒状巻きコア630に巻いているときの、部分的に組み立てられた電気化学蓄電セル600の斜視図を示している。部分的に組み立てられた電気化学蓄電セル600は、幅610においてコーティングされた電極シート（例えば、第1の電極シート又は第2の電極シート）、電極シートのコーティングされていないエッジ部分640、巻かれたセパレータシート620（例えば、第1又は第2のセパレータシート）を含み、部分的なジェリーロール構造650を形成する。図6A及び図6Bには明示的に示されていないけれども、部分的に組み立てられた電気化学蓄電セル600は、第1及び第2の電極シートの両方と、一部が巻かれた第1及び第2のセパレータシートの両方を含み、部分的なジェリーロール構造650を形成する。コーティングされた幅610はセパレータシート620の幅以下であって、セパレータシート620は、確実に、第1の電極シートを第2の電極シートから電氣的且つ機械的に分離する。

【0031】

コーティングされていないエッジ部分640は、複数のタブ670を含む。タブ670は、巻く前に形成されても良いし、又は電極シートが円筒状巻きコア630に巻かれるときに、その間のコーティングされていない導電性のエッジ部分の一部をトリミングする又は切り取ることにより、形成されても良い。図6に示すように、タブ670の形状は全体的に長くて狭い。さらに、電極シートを円筒状巻きコア630に巻くときに、タブ670が円筒状巻きコア630に対して角度が同一の場所に配置されるように、円筒状コアに巻かれる電極シートの長さが増えるにつれて、タブ670の長さ690は増える（且つタブ670間の間隔694も増える）。上述したように、タブの長さは、電極シートを円筒状巻きコア630に巻くときの、2ラジアン以上の夾角に及ぶ円弧長に一致する。さらに、連続的なタブ670の縦方向の中心線696は、円筒状巻きコア630に巻かれるときに 180° で向かい合うように、間隔を空けられて、ジェリーロール構造の外側へ突き出た多層タブ群を形成する。多層タブ群は、セルの外面の巻かれた電極シート層から円筒状巻きコアの外面の巻かれた電極シート層にまで及ぶ。このようにして、スタンピングタブ形成工程を使用する従来の方法によって生じる、タブの長さの均一性を修正するための二次的なトリミング動作が回避され、製造コストと複雑さが低減される。

【0032】

図6に示すように、タブ670は、巻かれてジェリーロール構造を形成するときに、円筒状巻きコア630を越えて軸方向に突き出ても良い。コーティングされていないエッジ部分640と、電極シートのその場所から一体的に形成されたタブ670とが、円筒状巻

10

20

30

40

50

きコア 630 の端部を越えて突き出るように、円筒状巻きコア 630 の軸方向の長さは、第 1 及び第 2 の電極シートの幅未満であっても良い。このように、スロット切り抜き (slotted cutouts) 670 に隣接する電極シートの一部は、円筒状巻きコア 630 に向かって又は円筒状巻きコア 630 から離れるように、変形され、押し付けられ、及び統合されて、第 1 及び第 2 の電極シートをジェリーロール構造の第 1 の端部 654 に隣接する筐体の導電性インサートに電氣的に接続しても良い。さらに、第 1 及び第 2 の電極シートのコーティングされていないエッジ部分は、第 1 の端部 654 で円筒状巻きコアの端部を越えて突き出て、第 1 の電極シートを第 1 の導電性インサートに電氣的に接続し、且つ第 2 の電極シートを第 2 の導電性インサートに電氣的に接続しても良い。このようにして、第 1 の電極シートは、さらに、電気化学蓄電セルの第 1 の端子に電氣的に接続され、第 2 の電極シートは、さらに、電気化学蓄電セルの第 2 の端子に電氣的に接続される。

10

【0033】

タブ形成切り取り工程は、論理的に制御されたレーザー切断、高圧非導電性研磨媒体切断、機械的なダイカット、又は他の一般に知られている工業的切断又は打ち抜き工程により実行されうる。巻き工程は、第 1 及び第 2 の電極シートの最終的な長さが巻かれるまで、及び／又は最終的な巻き径が巻かれるまで、継続される。それから、ジェリーロールが 1 回以上のさらなる回転で回転されて、ジェリーロール構造の全体の外層が第 1 及び／又は第 2 のセパレータシートで覆われても良く、ジェリーロールの外層が 1 つ以上の層の粘着テープで固定されても良い。テープの幅は、第 1 及び／又は第 2 のセパレータシートと同じか、又はわずかに広い。得られたジェリーロール構造と巻きコアは、巻線機マンドレルから取り除かれる。

20

【0034】

図 5 A を参照すると、図 5 A は、電気化学蓄電セルのジェリーロール構造の端面図を示している。電気化学蓄電セルのジェリーロール構造は、520 で全体的に示される、電極シートとセパレータシートが巻かれた円筒状巻きコア 540 を含む。第 1 の電極 (例えば、アノード又はカソード) は、第 1 の電極シート内で形成される正反対に位置する多層タブ群 522 を含み、第 2 の電極 (例えば、カソード又はアノード) は、第 2 の電極シート内で形成される正反対に位置する多層タブ群 526 を含む。巻かれたジェリーロール構造は、もう一つの巻かれたセパレータシート層 550 により、その外面を包まれてもいい。4 つの群からなる正反対に位置するタブ群が示されているけれども、電気化学蓄電セルのジェリーロール構造は、少なくとも 2 つの群の多層タブを含んでいれば良い。90° のオフセットにより、製造再現性と電極シート上のタブの位置決め精度とが増し、製造効率が促進される。例えば、角度が同一の場所に配置されるタブの群のオフセットを 90° 以外にすると、製造の複雑さが増し、及び／又は製造の欠陥の数が増す可能性がある。さらに、角度が同一の場所に配置されるタブ群のオフセットを 90° 以外にすると、隣接する及び対向する、同一の場所に配置されるタブ群の間隔が増え、発熱が増し、第 1 の電極シートと第 2 の電極シートの同一の場所に配置されるタブ群の間のアーク放電又は短絡のリスクが減る。

30

【0035】

図 5 B 及び図 5 C を参照すると、図 5 B 及び図 5 C は、図 5 A の断面 5 B-5 B 及び断面 5 C-5 C で得られる電気化学蓄電セルのジェリーロール構造の断面図を示している。多層タブ群 522 は、第 1 及び第 2 の電極シートのうちの一方において形成され、多層タブ群 526 は、第 1 及び第 2 の電極シートのうちの他方において形成される。

40

【0036】

図 7 を参照すると、図 7 は、図 8 の断面 7-7 で得られる電気化学蓄電マルチセルの部分的な断面図を示している。電気化学蓄電マルチセル 700 は、4 つの室 714 を含む筐体 710 を備える。4 つの室 714 の各々は、電気化学蓄電セル 720 を含む。さらに、電気化学蓄電セル 720 は、マルチセル 700 の内部 702 に向かって、より多くの数の巻かれた層を含むため、より厚く、マルチセル 700 の外部 704 に向かって、より少ない数の巻かれた層を含むため、より薄い。このように、巻きコアと電気化学蓄電セル 72

50

0の直径が外部704からマルチセルの内部720に向かって減少するため、各電気化学蓄電セル720の容積はほぼ同じである。各電気化学蓄電セル720は、多層タブ群730を含む。タブ群730の各々は、各電気化学蓄電セル720の巻かれた電極シートのうちの一つの複数の層から伸びる。各電極のタブは統合されても良く、共有される筐体710の複数の金属コア面（例えば、導電性インサート）760のうちの一つと圧縮接触するように、タブは押し付けられても良い。露出し且つ押し付けられたタブは導電性インサート760に溶接されて、第1のセルの第1の電極から第1のセルに隣接する第2のセルの第2の電極間の低電気抵抗及び熱接続を形成しても良い。第1及び第2の電極は、それぞれ正電極及び負電極であっても良く、又は第1及び第2の電極は、それぞれ負電極及び正電極であっても良い。一例として、押し付けられたタブの導電性インサート760への溶接は、超音波振動溶接、又はレーザー溶接又は電子ビーム溶接などの融接を含む。

10

【0037】

図7に示すように、導電性インサート760（例えば、ブスバー）は、室714の壁の先端750の内部で、先端750に隣接して、及び／又は先端750で挿入されても良い。導電性インサート760の大きさ（例えば、厚み、長さ）は、電気化学蓄電マルチセルの電流負荷を維持するように決定されても良い。導電性インサートは、電気化学蓄電マルチセル内に位置付けられて、導電性インサートの形成において物質の容積が低減されても良い。一例において、導電性インサート760、764は、電気化学蓄電セル700の正極及び負極をそれぞれ形成する。さらに、先端750は、筐体カバーの底面の溝又は形成された特徴に一致するように、形成され又は溝を彫られて、筐体カバーの筐体710への封止及び取り付けを可能にし、室714の機械的及び電気化学的な分離を可能にする。電気化学蓄電マルチセル700は、さらに、電気化学蓄電マルチセル700を別の電気化学蓄電マルチセルに直列に接続するため、又は電気化学蓄電マルチセル700を外部のエネルギーシンクに接続するための、大電流のオス相互接続端子790を備えても良い。相互接続ラッチ794は、電気化学蓄電マルチセルアセンブリを固定するのを援助するために使用される。相互接続ラッチ794の固定は、アセンブリを意図した位置に確実に結合することを援助できるようにする、機械的結合による、可聴のカチッという音の生成を含んでも良い。

20

【0038】

図8に進み、図8は、電気化学蓄電マルチセル700の平面図を示している。図8の例において、電気化学蓄電マルチセル700は、電気化学蓄電クアドセルを含む。電気化学蓄電クアドセルは、筐体710の室714内に収容された4つの同心の電気化学蓄電セル720を含む。マルチセル700は、それぞれ正極及び負極である、又はそれぞれ負極及び正極である、端子760、764を含む。マルチセル700は、さらに、個々の電気化学蓄電セル720の電極シートのコーティングされていない導電性エッジから形成される、正反対に位置する多層タブ群のペアを含む。隣接する電気化学蓄電セル720の多層タブ群の溶接により、一つの電気化学蓄電セルの電極が、隣接する電気化学蓄電セルの逆極性の電極に電氣的に接続される。このようにして、隣接するセル間の低抵抗電氣的及び熱的接続が形成される。よって、多層群のタブ730が導電性インサートに溶接される場所を除いて、筐体室714は、各電気化学蓄電セル720を電気化学的に及び電氣的に分離する。図7及び図8の例示的な電気化学蓄電クアドセルにおいて、溶接は、多数の場所、例えば、各多層タブ群に対応する16個の場所830、832で実施される。隣接する同心の電気化学蓄電セルの多層タブ群の隣接するペア820が、筐体710の共通の導電性インサートに溶接されて、隣接する同心の電気化学蓄電セル間の低抵抗の電氣的及び熱的接続が形成される。さらに、いくつかの溶接832（例えば、図8の場所5、8、15、16によって示されている）は、個々の電気化学蓄電セル720を端子760、764（例えば、正極及び負極）に接続するのに役立つ。さらに、いくつかの溶接832（例えば、図8の場所15、16によって示されている）は、筐体710を筐体カバー940に接続するのに役立つ。

30

40

【0039】

50

導電性インサートへのタブ群の溶接が完了した後、図9に示されるように、筐体カバー940が、共有される筐体930の開口端に取り付けられる。筐体カバー940は、材料のコストを低減し、且つ筐体カバーの成形特徴の製造を容易にする、プラスチックの筐体カバーであっても良い。さらに、筐体カバー940は、エポキシ樹脂、接着剤、溶接（超音波、レーザー、又はエネルギービーム）により又は機械的な接続機構を使用する（例えば、機械的スナップを連結する）ことにより、筐体930に取り付けられる。これにより、確実に、各セル932内の電解質液は流体的に分離され、混合できない。オス相互接続端子936とメス相互接続端子944は、カバー940の上面の大電流相互接続端子を含み、電気化学蓄電マルチセル900の底面は、エネルギーをアセンブリ内に流す大電流能力を持つ電気化学蓄電マルチセル900を電氣的に接続するのを可能にする。一例において、相互接続端子936，944は、Radsox端子を含む。図9に示されるように、カバー940の上面とマルチセル900の底面は平らであり、所定の電圧又は12Vの所定容量まで、オス相互接続端子936とメス相互接続端子944を介して直列に複数のマルチセルアセンブリを積み重ねて電氣的接続することを可能にする。さらに、メンテナンス又は置換を必要とする個々のマルチセルアセンブリは、単にスタックから抜いて、新しいマルチセルアセンブリ内に差し込むことにより置き換えられるため、オス相互接続端子936とメス相互接続端子944の位置決めと電氣的蓄電マルチセル900の積み重ね能力は、マルチセルスタックのその場でのメンテナンスを容易にする。

【0040】

図10に進み、図10は、電気化学蓄電クアドセル700の部分的な断面図を示している。電気化学蓄電クアドセル700は、筐体710と、筐体710に取り付けられた筐体カバー940とを含む。750で示されるように、セル室714の壁の先端の溝付き又は成形の特徴は、筐体カバー940の底面の溝付き又は成形の特徴に相応に適合する。さらに、溶接された場所で（例えば、図8の場所15，16によって示される）、筐体カバー940に不可欠なブスパー1050は、アクセスウィンドウ1046を介して一致するように位置付けられて、筐体カバー940の配列と、ブスパー1060を筐体710の対応するブスパー760に溶接することを容易にする。アクセスウィンドウ1046は、2つの対向するブスパーを共に接続し又は溶接するためのレーザアクセスを可能にするのに十分な大きさである。アクセスウィンドウ1046は、カバー940の製造中に形成されても良い。一例において、カバー940は射出成形を用いて、製造される。ブスパーのレーザー溶接の後に、アクセスウィンドウ1046は封止されて、電気化学蓄電マルチセルの気密性が確保される。ブスパー1060は、銅又は他の導電性物質を含んでも良い。

【0041】

図11に進み、図11は、電気化学蓄電マルチセル1100の平面図を示している。電気化学蓄電マルチセル1100は、マルチセルの筐体の上部に取り付けられた筐体カバー940を含む。筐体カバー940は、筐体カバー940に放射状に且つ角度分散され、且つ、各筐体の室に対応する注入口1110を含む。電解質充填量が、注入口1110を介して、マルチセルの各筐体室内に運ばれる。電解質充填量の全量が、筐体の垂直の電解質注入経路1210と水平の電解質注入経路1212において保持される。このようにして、マルチセルを電解質で満たす時間が低減され、マルチセル内の電解質の分配を均一にできる。さらに、筐体室とその中の電極シートへの電解質の浸漬及び吸収は、圧力及び／又は真空、振動、及び加熱により促進される。筐体710の突出部1270は、オス相互接続端子を含む。電解質の注入口は、プラスチックの注入プラグをその場で押し付けて溶接することにより、封止される。電気化学蓄電マルチセルの形成後、マルチセルは、浸漬、噴霧、物理的蒸着（PVD）、又は金属スパッタリングの工程を受けて、マルチセルアセンブリ全体を密閉する。図13A及び図13Bは、オス相互接続端子790を含む、密閉されたマルチセル1300の上面斜視図及び底面斜視図を示している。

【0042】

ここで説明した電気化学蓄電マルチセルは、個別タブを各電極シートに溶接することなく形成される。よって、製造時間は低減され且つ簡易化され、巻きセルアセンブリ装置の

生産のための資本投資が減少する。さらに、電極シートからの一体的なタブの形成は、箔のタブを筐体の導電性インサートに溶接するのを可能にし、それにより、隣接する電気化学蓄電セルへの電氣的接続の提供に加えて機械的な支持も提供する。この方法では、従来の方法における、個別の電極タブと、個別の電極タブを分離するためのテープは使用されない。よって、製造部品の総数を低減でき、製造を簡易化することができる。ジェリーロール構造は押し付けられて、筐体の室壁、円筒状巻きコア、及び筐体カバーの間に密接に支持されるため、マルチセルの機械的なロバスト性も増加する。

【0043】

ここで記載したように、複数の同心環状セル室を含む筐体と、複数の電気化学蓄電セルとを備え、複数の環状セルの各々は、複数の環状セル室のうちの一つの中に位置付けられ、複数の環状セルは直列に電氣的に接続され、導電性電解質が各環状セル室内を満たす、電気化学蓄電マルチセルの一例が提供される。複数の環状セル室は、円筒状コアに巻きつけられてジェリーロール構造を形成する第1及び第2の電極シートを備え、第1及び第2の電極シートの各々は、ジェリーロール構造の端面に平行なコーティングされていない導電性エッジと、コーティングされていない導電性エッジの間にあるコーティングされている対向面とを含み、第1及び第2のセパレータシートは、第1及び第2の電極シートのコーティングされている対向面を機械的及び電氣的に分離し、且つ、円筒状コアと第1の電極シートのコーティングされている対向面とを機械的及び電氣的に分離する。コーティングされていない導電性エッジはタブを含み、タブはタブ間のコーティングされていない導電性エッジの一部を切り取ることによって形成され、タブは軸方向に外側へ突き出ていて、ジェリーロール構造を形成するとき、円筒状コアに対して、角度が同一の場所に配置される。筐体は4つの同心環状セル室を含む。電気化学蓄電セルは、コーティングされていない導電性エッジの、押し付けられて角度が同一の場所に配置されたタブをさらに含み、押し付けられて角度が同一の場所に配置されたタブは、互いに電氣的に接続されている。カバーをさらに備えた電気化学蓄電マルチセルが提供されても良い。複数のセル室の各々は、筐体に取り付けられたカバーによって流体的に分離される。

【0044】

図14を参照すると、図14は、電気化学蓄電セルについての例示的な方法1400を示している。方法1400は、電極シートを形成することによって開始する(1410)。電極シートの形成は、金属シート基板の両側を特定の幅でコーティングし、特定の幅のコーティングした部分の間にあるコーティングされていない部分をそのままにすることを含む(1412)。方法1400は、コーティングしたシート基板を乾かして光沢を付けて、コーティングした基板を矯正し及び／又は滑らかにして平らにする(1414)。次に、方法1400は、コーティングした部分の交互のエッジに沿ってコーティングしたシートに切り込みを入れる(1416)。これにより、電極が形成される。コーティングの組成は、電極の本質によって決まる。例えば、リチウムイオン電気化学蓄電セルのアノードは、連続的なコーティング工程において、金属箔基板の両側にコーティングされた、電気活性リチウムインターカレーション物質、又は金属リチウムコーティングを含む。別の例として、リチウムイオン電気化学蓄電セルのカソードは、リチウム化された鉄リン酸塩粉末と導電性カーボンとポリマー接着剤の混合物を含む。方法1400は、他の種類の電気化学蓄電セルのために使用されても良く、リチウムイオン電気化学蓄電セルに限定しない。

【0045】

続いて、方法1400は、別の電極が形成されるかどうかを判断する(1418)。別の電極が形成される場合、方法1400は1412に戻り、さもなければ、方法1400は1420に進み、電極シートを取り付ける。方法1400は、巻きコアを選択して、巻線機に巻きコアを取り付ける(1422)。例として、巻きコアは、円形の断面を持つ円筒状巻きコア540などの中空円筒状巻きコアを含む。

【0046】

方法1400は1424に進み、第1及び第2のセパレータシートが巻きコアの曲線状

の外面に取り付けられ、巻きコアが回転されて、少なくとも1回転分の第1及び第2のセパレータシートを巻きコア上に巻きつける。第1及び第2のセパレータシートの幅方向のエッジは、円筒状コアの中心軸と平行であって、第1及び第2のセパレータシートの連続層は、均一の平行な方法で、巻きコアの周りに巻きつけられる。さらに、第1の電極シートは、巻かれた層のコーティングされていないエッジ部分が巻きコアの第一端を越えて突き出るように、位置付けされる。

【0047】

第1の電極シートは、巻きコアに隣接する第1及び第2のセパレータシートの巻かれていない端部の間に位置付けられ(1426)、巻きコアが回転されて、少なくとも1回転分の第1の電極シートを巻きコア上に巻きつける。第1の電極シートの幅方向のエッジは、円筒状コアの中心軸と平行に位置付けられて、第1の電極シートの連続層は、均一の平行な方法で、巻きコアの周りに巻きつけられる。第2の電極シートは、第2のセパレータシートの表面上に位置付けられ(1428)、巻きコアが回転されて、少なくとも1回転分の第2の電極シートを巻きコア上に巻きつける。このようにして、第1及び第2のセパレータシートは、第1及び第2の電極シートのコーティングされた幅を電氣的及び機械的に分離する。第2の電極シートの幅方向のエッジは、円筒状コアの中心軸と平行に位置付けられて、第2の電極シートの連続層は、均一の平行な方法で、巻きコアの周りに巻きつけられる。さらに、第2の電極シートは、巻かれた層のコーティングされていないエッジ部分が巻きコアの第一端を越えて突き出るように、位置付けされる。方法は、方法1500に進み(1430)、そこでは、巻き統合クアッドセルアセンブリが説明される。

【0048】

図15を参照すると、方法1400は、電気接続部の巻き及び組み立てを含む1500へと続く。巻き工程が実行される(1510)。一例として、巻き工程1510が連続的な巻線機上で実施され、コンピュータのコントローラにより実行される。巻きコアが回転されて、電極シートとセパレータシートを連続的に巻き、電気化学蓄電セルのジェリーロール構造を形成する(1512)。巻きコアの回転中、タブは、電極シートのコーティングされていないエッジ部分から、切り取られ又は一体的に形成される(1514)。上述したように、タブの長さとはタブ間の間隔は、円筒状コアの半径、電極シートとセパレータシートの厚み、及び巻かれる電極シートとセパレータシートの長さ(又は巻かれたジェリーロール構造の最終的な半径)に応じて決定される。さらに、タブの長さは、巻きマンドレル角に基づいていて、電極シートを円筒状巻きコア630上に巻くときに、2ラジアン以上(且つ180°未満)の夾角に及ぶ円弧長に一致する。別の例では、タブの長さは、2ラジアン以上(114.6°)且つ178°未満の、ジェリーロール構造の電極物質の各層の夾角に及ぶタブの自由な円弧長を生成するように、調整される。さらに、連続的なタブ670の縦方向の中心線696は、円筒状巻きコア630に巻かれるときに180°で向かい合うように(例えば、正反対になるように)間隔を空けられて、ジェリーロール構造の多層タブ群730を形成する。多層タブ群は、電気化学蓄電セルの外面から円筒状巻きコア630の外面にまで放射状に広がる。

【0049】

さらに、巻き角速度は、タブの形成速度に対応する。形成工程は、論理的に制御されたレーザー切断、高圧非導電性研磨媒体切断、機械的なダイカット、又は他の一般に知られている工業的切断及び／又は打ち抜き工程により実行されうる。方法1500は1516へと続き、最終的なジェリーロール構造の直径(例えば、電気化学蓄電セルの電極の直径)に達したかどうかを判断する。これに代えて、方法1500は、1516で、巻かれた電極シートの最終的な長さに達したかどうかを判断しても良い。達していなければ、方法1500は、1512に戻り、巻きコアの回転を継続する。

【0050】

1516で最終的なジェリーロール構造の直径に達していれば、方法1500は1518へと続き、巻きコアの最後の1回転を完了させて、電気化学蓄電セルの外面をセパレータシートのうちの一つで囲む。セパレータシートを含む電気化学蓄電セルの外層は粘着テ

ープで固定されて、巻かれた電気化学蓄電セルの電極シートと共に巻きコアが巻線機から取り除かれる（1520）。

【0051】

方法1500は1530へと続き、追加のセルが形成されるかどうか判断される。N個のセルを含む電気化学蓄電マルチセルについては、N番目のセルが形成されるまで、1530において、追加のセルが形成される。例えば、4より少ないセルが電気化学蓄電クアドセルにおいて形成されていた場合、方法1500は、1530の後、1422に戻る。形成される追加のセルがなければ方法1500は1540へと続き、マルチセルが組み立てられる。

【0052】

個々の電気化学蓄電セル（ジェリーロール構造）が、対応する筐体の室に挿入される又は装填される（1542）。個々の電気化学蓄電セルは同心状に形成されて、筐体内に装填されるときに同心のセルを形成する。各セルの電極シートの層を互いに且つ逆極性の隣接するセルの電極と電気的に接続するために、各電気化学蓄電セルの多層タブ群は、統合されて、筐体の隣接する導電性インサートに押し付けられて、導電性インサートに溶接される。筐体カバーが、筐体に取り付けられる（1546）。取り付けは、接着、機械的結合、及び溶接を含み、セル室は確実に電気化学的且つ機械的に分離される。マルチセルアセンブリは、浸漬、噴霧、物理的蒸着（PVD）、又は金属スパッタリングの工程を受けて、マルチセルアセンブリ全体が密閉される（1548）。1548の後、方法1500及び方法1400は終了する。

【0053】

ここで説明したように、電気化学蓄電マルチセルのための方法が提供される。その方法は、複数の電気化学蓄電セルの各々を筐体の同心環状室内に位置付けること、ここで同心環状室の数は複数の電気化学蓄電セルに一致していて、複数の電気化学蓄電セルの各々を直列に電気的に接続することを含み、環状セル室の各々が導電性電解質で満たされている。方法は、さらに、第1及び第2の電極シートを円筒状コアに巻きつけてジェリーロール構造を形成することにより、複数の電気化学蓄電セルの各々を形成し、第1及び第2の電極シートの各々は、ジェリーロール構造の端面に平行なコーティングされていない導電性エッジと、コーティングされていない導電性エッジの間にあるコーティングされている対向面とを含み、第1及び第2のセパレータシートを第1及び第2の電極シートの間の円筒状コアに巻きつけて、第1及び第2の電極シートのコーティングされている対向面を機械的及び電気的に分離し、且つ、円筒状コアとコーティングされている対向面とを機械的及び電気的に分離し、第1及び第2の電極シートのコーティングされていない導電性エッジから一部を切り取ることによって、タブを形成し、タブは、軸方向に外側へ突き出ている、ジェリーロール構造を形成するとき、円筒状コアに対して、角度が同一の場所に配置されても良い。複数の電気化学蓄電セルの各々を直列に電気的に接続することは、角度が同一の場所に配置されたタブを押し付けて、複数の電気化学蓄電セルのうちの一つの第1の電極のコーティングされていない導電性エッジを、複数の電気化学蓄電セルのうちの隣接する一つの第2の電極のコーティングされていない導電性エッジに、電気的に接続することを含んでも良い。複数の電気化学蓄電セルの各々を直列に電気的に接続することは、押し付けられたタブを筐体の導電性インサートに溶接して、複数の電気化学蓄電セルのうちの一つの第1の電極のコーティングされていない導電性エッジを、複数の電気化学蓄電セルのうちの隣接する一つの第2の電極のコーティングされていない導電性エッジに、電気的に接続することを含んでも良い。方法は、浸漬、噴霧、物理的蒸着、及び金属スパッタリングの処理のうちの1つ又は複数によって、電気化学マルチセルを密閉することをさらに含んでも良い。方法は、環状セル室の各々を流体的に分離することをさらに含んでも良い。複数の電気化学蓄電セルが4つの電気化学蓄電セルを含み、電気化学蓄電マルチセルが電気化学蓄電クアドセルを含む、方法が提供されても良い。

【0054】

電気化学蓄電セルにおいて使用するための、連続の、例えばロール・ツー・ロール処理

による電極物質に、多数の利点があるけれども、この開示は、バッチ式の処理にも調和する。さらに、リチウムイオンの電気化学蓄電セルの例を記載したけれども、ここで説明した、電気化学蓄電セルと、電気化学蓄電セルのための方法及びシステムは、他の種類の電気化学蓄電セルにも適用される。

【0055】

最後に、上述した商品、システム、及び方法は、本開示の限定しない例の実施形態であり、多数の変形及び拡張が同様に熟慮されることが理解される。よって、本開示は、ここに開示された商品、システム、及び方法の、新規且つ非自明のコンビネーション及びサブコンビネーションの全部と、それらに対してありとあらゆる同等のものを含む。

【図 1】

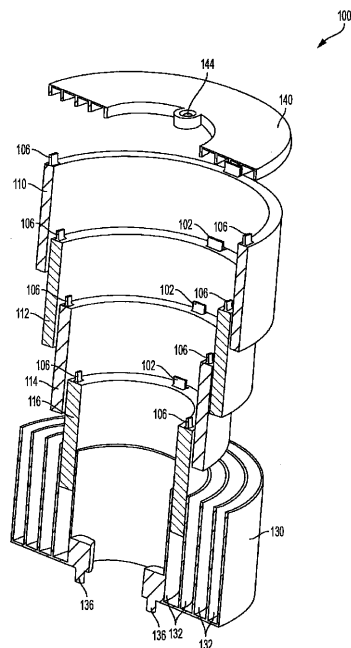
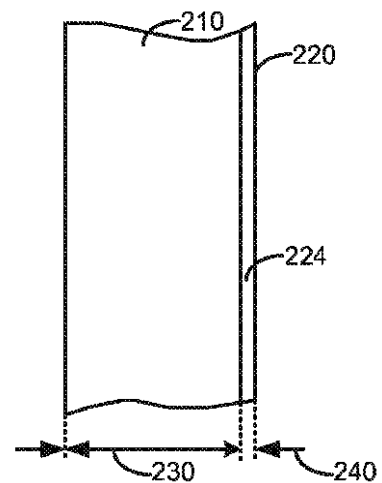


FIG. 1

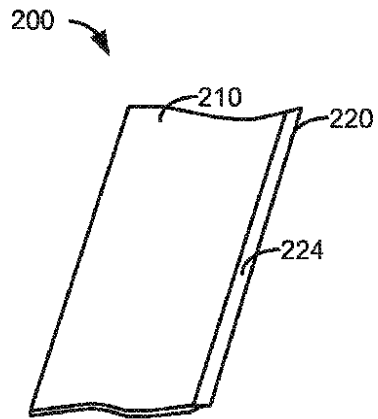
【図 2 A】

200

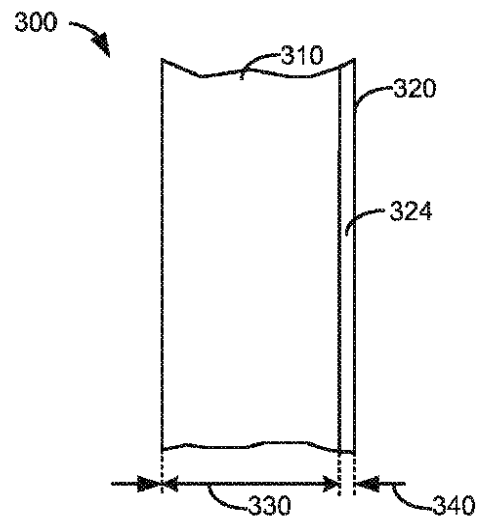
FIG. 2A



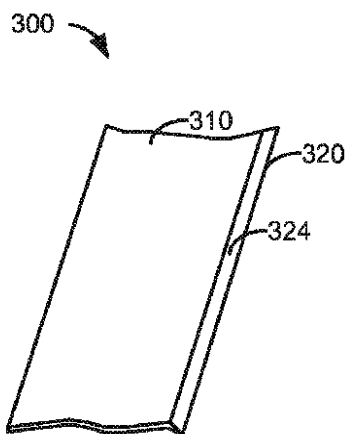
【図 2 B】

FIG. 2B

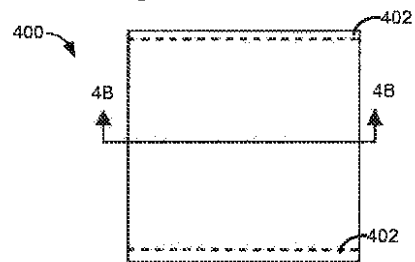
【図 3 A】

FIG. 3A

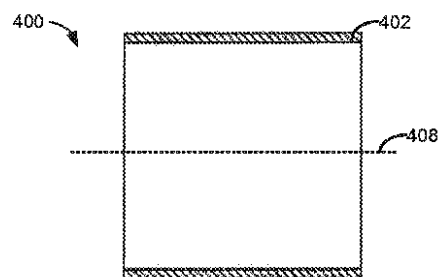
【図 3 B】

FIG. 3B

【図 4 A】

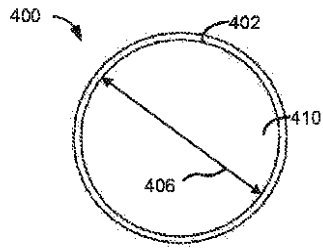
FIG. 4A

【図 4 B】

FIG. 4B

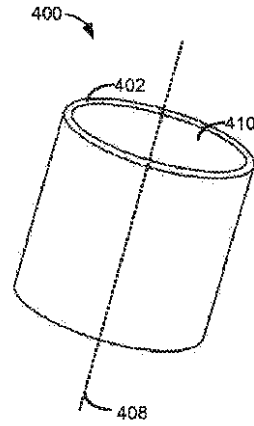
【図 4 C】

FIG. 4C



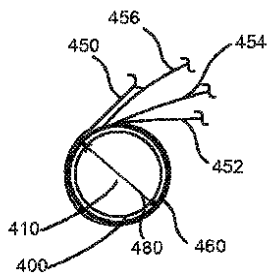
【図 4 D】

FIG. 4D

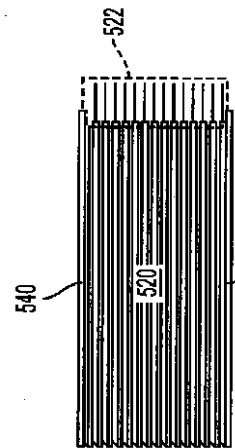


【図 4 E】

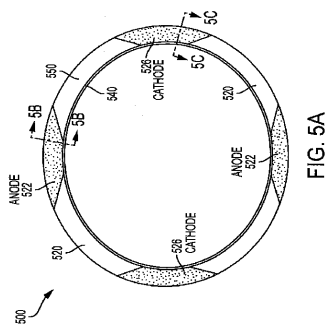
FIG. 4E



【図 5 B】



【図 5 A】



【図 5 C】

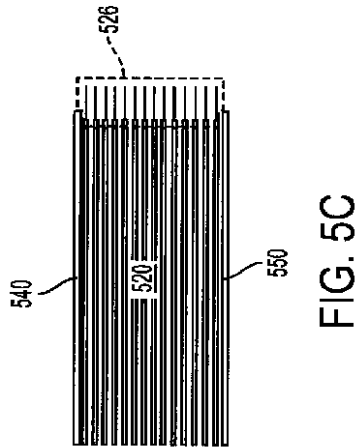


FIG. 5C

【図 6】

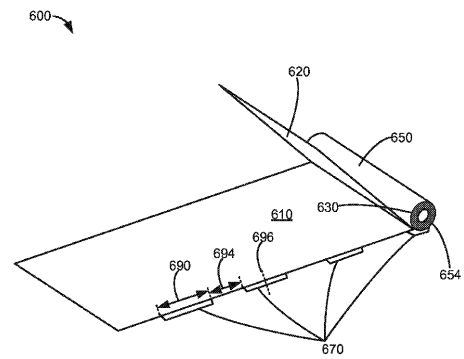


FIG. 6

【図 7】

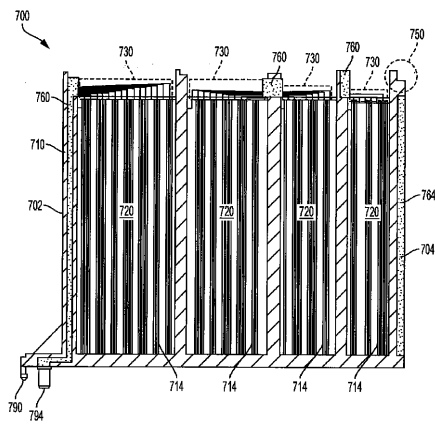


FIG. 7

【図 8】

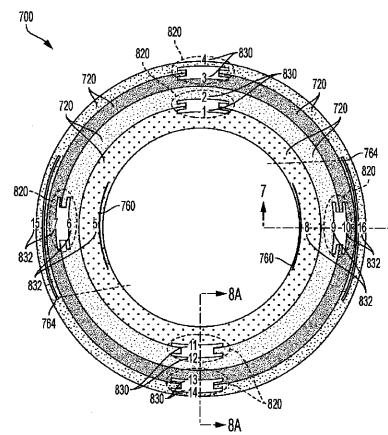


FIG. 8

【図 9】

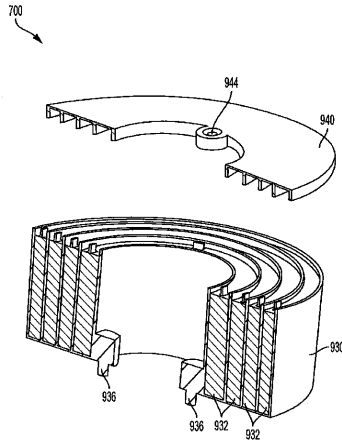


FIG. 9

【図 10】

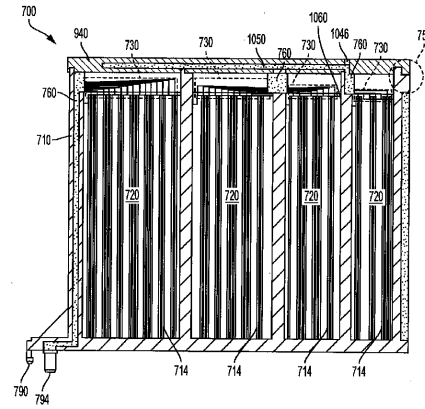


FIG. 10

【図 11】

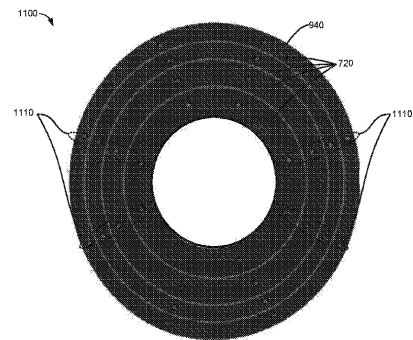


FIG. 11

【図 12 A】

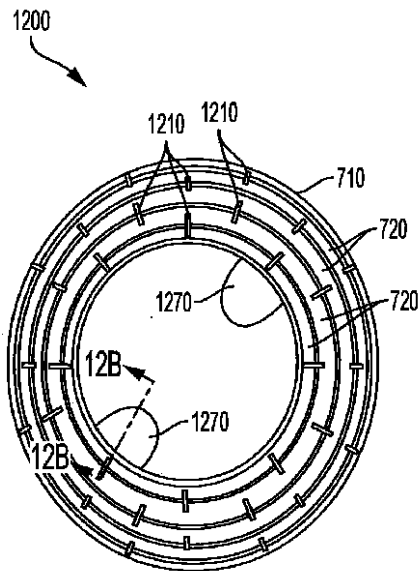


FIG. 12A

【図 12 B】

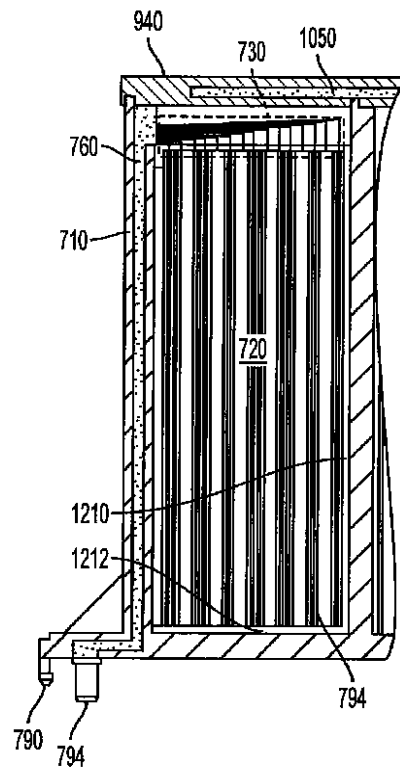
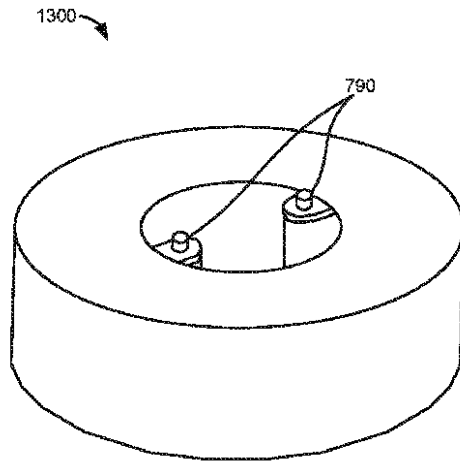


FIG. 12B

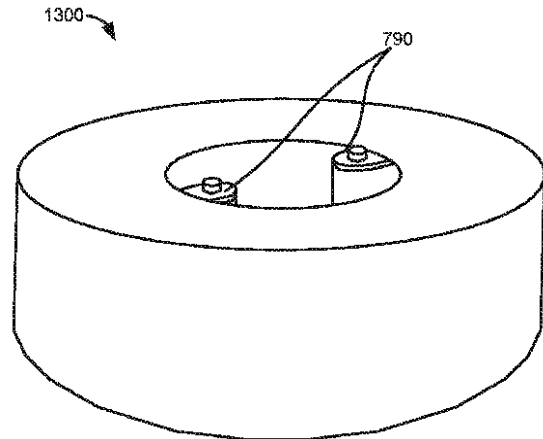
【図 13 A】

FIG. 13A

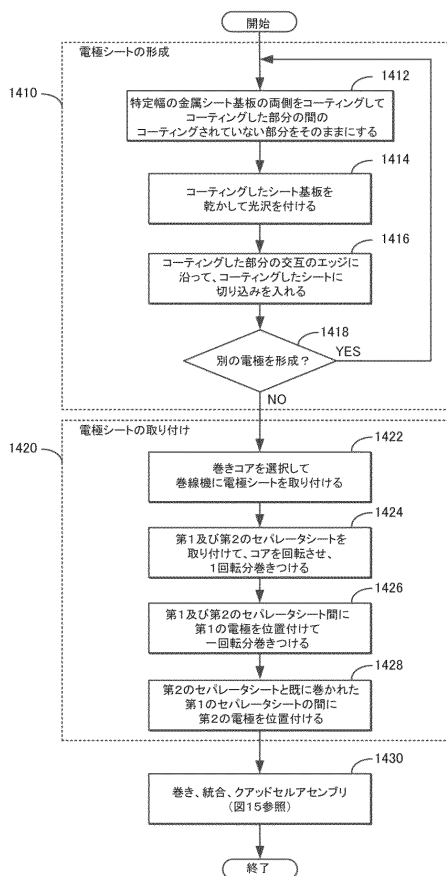


【図 13 B】

FIG. 13B



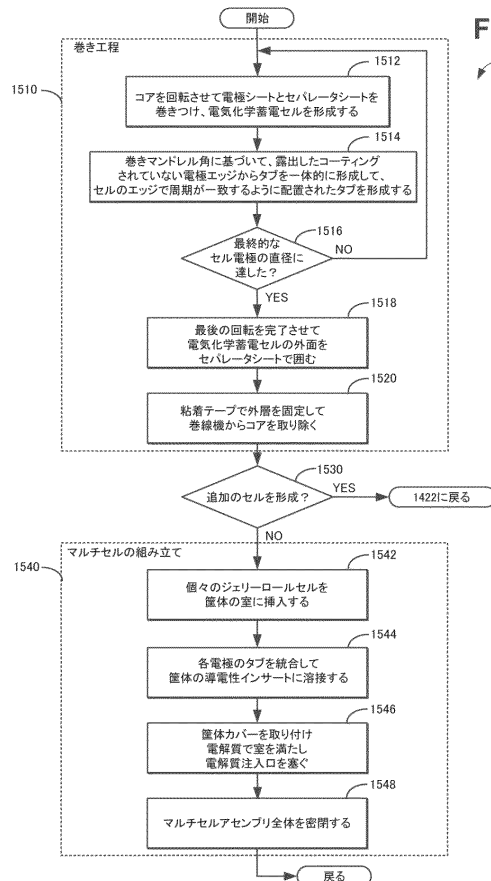
【図 14】



【図 15】

FIG. 14

FIG. 15



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2015/010914
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01M 2/02(2006.01)i, H01M 10/04(2006.01)i, H01M 10/0587(2010.01)i, H01M 4/13(2010.01)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) H01M 2/02; H01M 8/02; H01M 8/22; H01M 8/24; H01M 2/18; H01M 8/00; H01M 4/04; H01M 2/00; H01M 10/04; H01M 10/0587; H01M 4/13 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eCOMPASS(KIPO internal) & Keywords: electrochemical, multi-cell, concentric annular chamber, jellyroll, tab		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4385101 A (VINCENT O. CATANZARITE) 24 May 1983 See column 6, lines 55-58, column 11, line 16 - column 12, line 12, claim 1 and figures 6-7.	1-3,7-9
Y	US 5279908 A (ROGER J. BONES et al.) 18 January 1994 See column 2, lines 57-63, column 3, lines 20-22, claim 1 and figures 1-10.	1-3,7-9
A	US 8309259 B2 (CODY A. FRIESEN et al.) 13 November 2012 See column 6, line 7 - column 7, line 65, claims 1-26 and figures 8-10.	1-3,7-9
A	KR 10-2004-0104657 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 10 December 2004 See abstract, claims 1-29 and figures 1-6.	1-3,7-9
A	US 6399232 B1 (RAY R. ESHRAGHI) 04 June 2002 See abstract, column 14, line 28 - column 16, line 11 and figures 1-8.	1-3,7-9
☐ 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 23 April 2015 (23.04.2015)		Date of mailing of the international search report 23 April 2015 (23.04.2015)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. ++82 42 472 7140		Authorized officer KIM, Tae Hoon Telephone No. +82-42-481-8407 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2015/010914

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☒ Claims Nos.: 4-6, 10-13
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2015/010914

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4385101 A	24/05/1983	EP 0040458 A2	25/11/1981
		EP 0040458 B1	21/11/1985
		JP 3003342 B	18/01/1991
		JP 4011986 B	03/03/1992
		JP 56-153664 A	27/11/1981
		US 4331745 A	25/05/1982
		US 4352867 A	05/10/1982
US 5279908 A	18/01/1994	GB 2246904 A	12/02/1992
		JP 05-006777 A	14/01/1993
		US 5230968 A	27/07/1993
US 8309259 B2	13/11/2012	AU 2009-249449 A1	26/11/2009
		AU 2009-249449 A8	09/12/2010
		AU 2009-249449 B2	11/07/2013
		CA 2721057 A1	26/11/2009
		CN 102037593 A	27/04/2011
		CN 102037593 B	20/11/2013
		EP 2277216 A2	26/01/2011
		EP 2277216 A4	29/08/2012
		EP 2277216 B1	06/11/2013
		ES 2444765 T3	26/02/2014
		JP 2011-527808 A	04/11/2011
		JP 5520935 B2	11/06/2014
		PT 2277216 E	12/02/2014
		US 2009-0284229 A1	19/11/2009
		US 2013-0049694 A1	28/02/2013
		US 8546028 B2	01/10/2013
		WO 2009-142848 A2	26/11/2009
		WO 2009-142848 A3	14/01/2010
KR 10-2004-0104657 A	10/12/2004	AU 2003-237826 A1	11/11/2003
		CA 2487265 A1	20/11/2003
		CN 100570941 C	16/12/2009
		CN 1653638 A	10/08/2005
		EP 1504477 A1	09/02/2005
		JP 2005-524955 A	18/08/2005
		JP 2012-049143 A	08/03/2012
		JP 4960593 B2	27/06/2012
		KR 10-0885696 B1	26/02/2009
		US 2004-0023101 A1	05/02/2004
		US 2007-0059576 A1	15/03/2007
		US 2010-0255398 A1	07/10/2010
		US 7740966 B2	22/06/2010
		WO 03-096470 A1	20/11/2003
US 6399232 B1	04/06/2002	AU 2001-282953 A1	05/02/2002
		AU 2001-282953 B2	07/07/2005
		CA 2417682 A1	31/01/2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2015/010914

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		CA 2417682 C	26/06/2007
		CN 1466783 A	07/01/2004
		EP 1316119 A1	04/06/2003
		JP 2004-505417 A	19/02/2004
		KR 10-2003-0038678 A	16/05/2003
		US 6338913 B1	15/01/2002
		US 6403248 B1	11/06/2002
		US 6403517 B1	11/06/2002
		US 6444339 B1	03/09/2002
		US 6495281 B1	17/12/2002
		WO 02-09212 A1	31/01/2002

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード (参考)		
H O 1 M 2/20 (2006.01)	H O 1 M	2/26	A	5 H 0 2 9		
H O 1 M 2/16 (2006.01)	H O 1 M	2/20	A	5 H 0 4 0		
H O 1 G 11/10 (2013.01)	H O 1 M	2/16	Z	5 H 0 4 3		
H O 1 G 4/18 (2006.01)	H O 1 G	11/10				
H O 1 G 11/84 (2013.01)	H O 1 G	4/24	3 0 1 A			
H O 1 M 10/0587 (2010.01)	H O 1 G	11/84				
	H O 1 M	10/0587				

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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

(72)発明者 ジェイムズ・イー・ドーソン

アメリカ合衆国 4 8 0 4 4 ミシガン州マコーム、スプリングウッド・ドライブ 4 6 5 9 5 番

(72)発明者 ムジーブ・イジャズ

アメリカ合衆国 4 8 3 2 3 ミシガン州ウエスト・ブルームフィールド、リュ・デュ・ラック 6 3 0 0 番

F ターム (参考) 5E078 AA01 AA05 AA14 AB16 BA07 BA27 EA03 EA06 FA02 FA03
FA23 HA05 HA13 JA02 JA03 JA04 JA06 JA07 JA08 JA10
KA03 KA04 LA07
5E082 AA11 AB01 AB03 BC11 BC38 EE07 EE23 FG06 FG34 GG06
GG08 GG25 HH08 HH12 JJ05 JJ07 JJ09 JJ15 MM05
5H011 AA09 BB03 CC02 DD02 DD13 DD14 DD26 FF03 KK01
5H021 AA06 BB17 BB19 CC02 EE02 HH03 HH10
5H028 AA06 AA07 BB01 BB02 BB03 BB08 BB15 BB19 CC07 CC08
CC12 CC24 HH06
5H029 AJ14 AK02 AL06 AL12 AM02 AM07 BJ02 BJ06 BJ14 BJ23
CJ04 CJ07 CJ13 CJ28 DJ02 DJ03 DJ04 DJ05 EJ12 HJ04
HJ12
5H040 AA03 AA22 AS02 AS07 AT01 AT06 AY06 AY10 CC05 CC27
CC34 CC38 DD03 DD14 DD24 JJ06 JJ10 NN01 NN03
5H043 AA03 AA12 AA19 BA19 CA03 CA05 CA12 CA22 DA05 EA02
EA06 EA09 EA13 EA33 EA38 EA60 FA04 FA22 FA26 HA04E
HA04F HA06E HA06F HA11E HA11F JA01E JA01F JA04E JA04F JA13E
JA13F KA01E KA01F KA22 KA29 KA35 KA44E KA44F LA02E LA02F
LA03 LA21E LA21F LA23E LA23F