

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5771155号
(P5771155)

(45) 発行日 平成27年8月26日 (2015. 8. 26)

(24) 登録日 平成27年7月3日 (2015. 7. 3)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 M 2/08 (2006. 01)
HO 1 M 2/02 (2006. 01)
HO 1 M 2/04 (2006. 01)
HO 1 M 2/12 (2006. 01)
HO 1 M 2/34 (2006. 01)

HO 1 M 2/08 S
HO 1 M 2/02 F
HO 1 M 2/04 F
HO 1 M 2/12 I O I
HO 1 M 2/34 A

請求項の数 18 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2011-552046 (P2011-552046)
(86) (22) 出願日 平成22年1月27日 (2010. 1. 27)
(65) 公表番号 特表2012-518889 (P2012-518889A)
(43) 公表日 平成24年8月16日 (2012. 8. 16)
(86) 国際出願番号 PCT/US2010/022158
(87) 国際公開番号 W02010/098923
(87) 国際公開日 平成22年9月2日 (2010. 9. 2)
審査請求日 平成25年1月28日 (2013. 1. 28)
(31) 優先権主張番号 12/391, 795
(32) 優先日 平成21年2月24日 (2009. 2. 24)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 397043422
エバレディ バッテリー カンパニー イン
コーポレーテッド
アメリカ合衆国 ミズーリ州 63141
セントルイス メアリービル ユニバー
シテイ ドライブ 533
(74) 代理人 100092093
弁理士 辻居 幸一
(74) 代理人 100082005
弁理士 熊倉 禎男
(74) 代理人 100067013
弁理士 大塚 文昭
(74) 代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気化学電池のための閉鎖組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

閉鎖底端部、側壁及び開放端を有する円筒形容器と、
前記容器内に配置された電極アセンブリ及び電解質と、
前記開放端内に配置され、通気アセンブリ、カバー及び P T C デバイスを有する端部ア
センブリと、

前記容器と前記端部アセンブリとの間に同心円状に配置され、半径方向突起部を有する
環状ガスケットであって、前記半径方向突起部は：i) 前記ガスケットの内周の少なくと
も一部分に沿って形成され、ii) 半径方向面に沿って半径方向内側に延び、また iii) 前
記半径方向面と交差する前記ガスケットの中央部分に沿った最内直径を定める、前記環状
ガスケットと、
を含み、

前記最内直径は、前記容器の前記開放端の圧着端部が前記ガスケットの上に半径方向内
側に圧着されて形成される外径よりも小さく、

前記カバーの一部分及び前記通気アセンブリの一部分は、前記半径方向突起部の両側で
前記ガスケットと圧縮シールを形成し、

前記半径方向突起部は、前記 P T C デバイスの軸方向高さ少なくとも等しい軸方向高
さを有し、かつ、

前記半径方向突起部が前記 P T C デバイスの周りに適合するように、前記 P T C デバイ
スは、前記半径方向面において前記半径方向突起部の近くに位置合わせされ、前記最内直

径に等しい直径を有し、かつ、

前記 P T C デバイスが作動時に膨張することを特徴とする電気化学セル。

【請求項 2】

前記ガスケットの断面は、前記圧着端部が圧着された後、E 形状又は F 形状を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 3】

前記突起部の前記軸方向高さは前記 P T C デバイスの前記軸方向高さより高いことを特徴とする、請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 4】

前記半径方向突起部は前記ガスケットの内径の全てに沿って連続的に延びることを特徴とする、請求項 1 に記載の電気化学セル。

10

【請求項 5】

前記通気アセンブリはロールバック・カバーを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 6】

前記ガスケットと前記ロールバック・カバーとの間の前記シールは、半径方向及び軸方向の圧縮力を加えることを特徴とする、請求項 5 に記載の電気化学セル。

【請求項 7】

前記半径方向突起部は、前記カバーの一部分又は前記通気アセンブリの一部分を収容するための環状溝を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の電気化学セル。

20

【請求項 8】

前記環状溝は前記カバーの一部分を収容することを特徴とする、請求項 7 に記載の電気化学セル。

【請求項 9】

前記通気アセンブリは、前記電極アセンブリと接触する接触部材及びホイル通気口を受けるリテーナを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 10】

前記リテーナは、前記接触部材と前記 P T C デバイスとの間の電気的接触を維持することを特徴とする、請求項 9 に記載の電気化学セル。

【請求項 11】

30

前記容器は前記開放端の近くに環状ビードを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 12】

前記ガスケットの断面は、前記圧着端部が圧着された後、E 形状又は F 形状を有することを特徴とする、請求項 11 に記載の電気化学セル。

【請求項 13】

前記環状ビード及び圧着された圧着端部は主軸方向圧縮をもたらし、前記 P T C デバイスは前記主軸方向圧縮にさらされないことを特徴とする、請求項 11 に記載の電気化学セル。

【請求項 14】

40

前記ガスケットは前記通気アセンブリの周りにインサート成形されることを特徴とする、請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 15】

閉鎖底端部、ビード付き側壁及び開放端を有する円筒形容器と、

前記容器内に配置された電極アセンブリ及び電解質と、

前記開放端内に配置され、通気アセンブリ、カバー及び P T C デバイスを有する端部アセンブリと、

前記容器と前記端部アセンブリとの間に配置される環状ガスケットであって、突起部の真上及び真下の前記環状ガスケットの部分に比べて小さい内径を定める一体形成される内側半径方向突起部を有する前記環状ガスケットと、

50

を含み、

前記容器の前記開放端の圧着端部は前記環状ガスケット及び前記カバーの上に圧着されて、主軸方向圧縮力を生成し、

前記半径方向突起部の最内縁部は前記 P T C デバイスの最外縁部に当接して、該 P T C デバイスが、前記容器の前記開放端の圧着端部を前記端部アセンブリの部分の上に圧着することにより発生する前記主軸方向圧縮力にさらされるのを防止し、かつ、

前記 P T C デバイスが作動時に膨張することを特徴とする電気化学セル。

【請求項 16】

前記端部アセンブリは、前記通気アセンブリの一部分及び前記電極アセンブリと接触する接触部材の一部分を受けるリテーナをさらに含むことを特徴とする、請求項 15 に記載の電気化学セル。

10

【請求項 17】

前記電極アセンブリと接触する接触部材はばねであることを特徴とする、請求項 15 に記載の電気化学セル。

【請求項 18】

前記半径方向突起部は前記環状ガスケットの内径の全てに沿って連続的に延びることを特徴とする、請求項 15 に記載の電気化学セル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、電気化学セル用の閉鎖アセンブリに関する。より具体的には、一次リチウム含有電気化学セルが開示される。このセルは、カバー、軸方向中央部分に沿って配置された棚部を有するシール・ガスケット、及び正温度係数 (P T C) デバイスを含む閉鎖アセンブリを有し、ここで閉鎖部の構成は、 P T C を主軸方向圧縮力から隔離する。予備成形されたシール・アセンブリが、カバーの周りにガスケットをインサート成形することによって形成される。

【背景技術】

【0002】

電気化学的活性物質として、これに限定されるものではないがリチウム金属又は合金を有するものを含む電気化学セルには、1つ又はそれ以上の正温度係数 (「positive temperature coefficient、 P T C」) 安全デバイスが用いられることが多い。これらのデバイスは、特定の条件下で正常にセルを通して流れることができる電流を制限する。例えば、一次セルを再充電しようとする、再充電可能セルを不適切に充電すること、強制過剰放電、又はデバイス内でのセルの不適切な取り付けによる外部短絡の結果として、 P T C デバイスを作動させるのに十分な過剰な熱が電気化学セル内に発生することがある。

30

【0003】

通常、 P T C デバイスは、ポリマー及び炭素のような導電性粒子を含んだ層を含む。 P T C デバイスの温度が作動温度より高くなると、ポリマーが熱膨張して P T C 内に分散した導電性粒子を電気的に切り離し、その結果 P T C デバイスを通る電流が切断される。従って、電気化学セルの設計には、 P T C デバイスの熱膨張を考慮に入れる必要がある。

40

【0004】

A A 及び A A A サイズの電池のような円筒形電気化学セルは、缶 (即ち、閉鎖底部を有する円筒) 及びカバーによって形成され、缶の直径より大きい缶全体の高さを有する。電池の電気端子は、缶の底部及びカバー上に一体形成される。容器 (即ち、缶とカバーの組み合わせ) は、カバーと缶の開放端との間でガスケット又はシール部材を圧縮することによって密封される。気密シールを確実にするために、通常、缶の側壁をビード溶接し、次いで缶の開放端の縁部をカバーの上に圧着することにより円筒の軸方向及び半径方向の両方において圧縮力を保持する必要がある。多くの場合、 P T C デバイスがカバーに接続される限り、この閉鎖部は、 P T C の作動に悪影響を与える軸方向の圧縮力を P T C デバイ

50

スに及ぼすことがある。

【 0 0 0 5 】

市販のリチウム・二硫化鉄セルに用いられる一般的な閉鎖部を図 7 に示す。電気化学セル 1 は、カバー 2 と、セルの端子縁部に配置された P T C デバイス 4 とを含む。ガスケット 6 は、実質的に均一な形状の軸方向中央部分を有する。カバー 2、P T C デバイス 4 及び接触アセンブリ 8 (ロールバック・カバー及びばねの両方を含む) は、C 形状ガスケット 6 の内部に保たれ、収容され、又は保持される。特に、セルを密封する際に缶 3 の端子縁部を圧着するために軸方向の力を加える必要があり、そのため閉鎖操作自体の間 P T C デバイス 4 が軸方向の圧縮力にさらされる。さらに圧着された端部が所定の位置に留まり、弾性ガスケットが軸方向に圧縮されたままとなるので、電池の寿命全体を通して、P T C の作動 (P T C の軸方向の膨張を必要とする) を軸方向に圧縮し続けることになる。

10

【 0 0 0 6 】

P T C デバイスを望ましくない軸方向の圧縮から取り除き、それにより P T C デバイスが作動時に膨張するのを可能にするために、種々の手法が試みられてきた。その一つの手法は、付加的な導電性部材、及び / 又はばねのようなデバイスの使用を考えるものであるが、これは P T C デバイスの実質的な再構成 (及びサイズの縮小) を必要とする。P T C デバイスの作動点より低い温度で軟化するガスケット材料も使用されているが、これは最良性能材料の使用を排除することがある。さらに別の手法は、P T C を容器の外部に配置することであるが、これは P T C を缶 / カバーに取り付けるための手段を必要とし、P T C を損傷する可能性が大きくなる。

20

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 は、コイン電池内の金属封口板の周縁部の上に C 形状ガスケットを一体にインサート成形する方法に関する。特許文献 2 は、円筒形電池カバー・プレートの周りに未知の形状のガスケットをインサート成形することを説明する。特許文献 2 の幾つかの実施形態において、P T C デバイスは、ビードと、端子カバーの 1 つ又はそれ以上に隣接した、容器の開放端の圧着部分との間に配置されるが、この構成により、セルを密封する際、P T C デバイスは軸方向の圧縮力を受ける。

【 0 0 0 8 】

特許文献 3 は、正温度係数抵抗器を有する有機電解質電池について記載している。一実施形態において、P T C 抵抗器は導電性環状部材上に支持されて、P T C 抵抗器が圧着域から離れるように半径方向内側に離間配置される。第 2 の実施形態においては、P T C 抵抗器は蓋の中央に配置され、支持部材によって密封部材に接続される。いずれの場合も、これらの配置は、必然的に P T C 抵抗器を付加的な導電性密封部材に溶接又は接着固定することを必要とし、P T C 抵抗器は電池缶の内径よりも実質的に小さい直径を有する必要があるので、P T C 抵抗器の表面積の大きさ及び全体的な有効性が制限される。

30

【 0 0 0 9 】

特許文献 4 は、二次電池内に使用するための、一連の円盤状ばねに依存する安全デバイスに関する。電池ハウジングからの内圧がばねを変形させて外部端子と円盤状ばねの 1 つとの間の電氣的接続を切断する。特に、このデバイスは多くの可動部分を必要とし、セルにかけられる電力需要 (即ち、負荷) によって作動するのではなく、電解質の加熱に起因するセル内部の内圧のみに依拠するものである。

40

【 0 0 1 0 】

特許文献 5 及び特許文献 6 は、電池シール内に複数のガスケットを使用することを開示している。これらのガスケットは一緒に働いて P T C デバイスにかかる圧縮力を最小にする。前者においては、鉛板及び P T C デバイスと共に、一連の入れ子式ガスケットが協働する。後者においては、2 つの分離したガスケットが設けられ、P T C デバイスに接触するガスケットが P T C デバイスの作動温度より低い融点を有し、それにより P T C デバイスが軟化したガスケット内で必要に応じて膨張できることが保証される。付加的な部品 (例えば、2 つ又はそれ以上のガスケット) を含ませることにより、製造の複雑さ及びコストが増加する。

50

【 0 0 1 1 】

特許文献 7 は、両方とも P T C デバイスの近傍に配置された金属発泡体の「衝撃吸収材」及び別個の絶縁リングに依拠する電気化学セルを開示している。ここで、金属発泡体は作動時に P T C デバイスが膨張するのを可能にし、一方、絶縁リングは、セルが密封されるときに部品間の適切な間隔を可能にするように、P T C デバイスよりも厚い。上記の特許文献 3 と同様に、この構成は、より小さい直径の P T C デバイスを使用することを必要とする。

【 0 0 1 2 】

最後に特許文献 8 では、セルの中心軸に沿って P T C デバイスを設けることが検討されている。ここで、P T C デバイスは、その全体の直径を制限することにより圧着力にさらされることを回避するが、この制限された直径は、電極に接触する表面積の大きさを制限することによって P T C デバイスの有効性を減少させる。さらに、この P T C デバイスの中央の配置は、一般的な通気装置を含ませることを防止する。最後に、参考文献に言及されているように、この構成の幾つかの実施形態により、P T C デバイスが、セル・ハウジング内に含まれる有機電解質に接触することが可能になる。このような場合、P T C デバイスは有機溶媒と反応するか又はこれに溶解してはならず、従って、化学的適合性の点で重大な技術的課題が提起される。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 3 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 6 , 0 9 0 , 3 2 2 号明細書

【 特許文献 2 】 米国特許第 6 , 2 7 4 , 2 6 7 号明細書

【 特許文献 3 】 米国特許第 5 , 3 7 6 , 4 6 7 号明細書

【 特許文献 4 】 米国特許第 5 , 7 6 6 , 7 9 0 号明細書

【 特許文献 5 】 米国特許第 6 , 5 3 1 , 2 4 2 号明細書

【 特許文献 6 】 特開平 0 5 - 1 5 1 9 4 4 号公報

【 特許文献 7 】 米国特許第 6 , 6 2 0 , 5 4 4 号明細書

【 特許文献 8 】 特開平 1 0 - 1 6 2 8 0 5 号公報

【 特許文献 9 】 米国特許公開第 2 0 0 5 / 0 0 7 9 4 0 4 号公報

【 特許文献 1 0 】 米国特許公開第 2 0 0 5 / 0 0 7 9 4 1 3 号公報

【 特許文献 1 1 】 米国特許公開第 2 0 0 5 / 0 2 4 4 7 0 6 号公報

【 特許文献 1 2 】 米国特許公開第 2 0 0 6 / 0 2 2 8 6 2 0 号公報

【 特許文献 1 3 】 米国特許公開第 2 0 0 8 / 0 2 1 3 6 5 1 号公報

【 特許文献 1 4 】 米国特許第 6 , 8 4 9 , 3 6 0 号明細書

【 特許文献 1 5 】 米国特許第 5 , 2 9 0 , 4 1 4 号明細書

【 特許文献 1 6 】 米国特許公開第 2 0 0 5 / 0 1 1 2 4 6 2 号公報

【 特許文献 1 7 】 米国特許公開第 2 0 0 8 / 0 0 2 6 2 8 8 号公報

【 特許文献 1 8 】 米国特許公開第 2 0 0 8 / 0 0 2 6 2 9 3 号公報

【 発明の概要 】

【 0 0 1 4 】

上記のことを考慮して、本発明は特に、所望の温度（典型的には酷使条件下で生じる）において内部を流れる電流を制限する能力を有する P T C デバイスを有し、同時に P T C デバイスが作動する能力を制限せず、その表面積又は形を実質的に減少させない、リチウム電気化学セル設計を検討する。さらにこのセル設計は、P T C デバイスの作動前及び作動後のいずれにおいても、長時間にわたって、かつ、P T C デバイスを電解質の有機溶媒に直接さらすことなく、信頼度の高い圧縮密封力を維持する。

【 0 0 1 5 】

本発明における P T C デバイスは、典型的には 8 5 から 1 7 5 までの間の温度で電流を制限する相変化を起こす。最終的には、P T C の好ましい作動温度は、設計、並びに他のセル材料（例えば、ガスケットのポリマー）の融点及び／又はセルが気体を放出でき

る温度によって決められることになる。上述のように、電池の電気経路（即ち、電極と端子の間）内に配置される P T C の表面積を最大にして P T C の最も効率的な使用を確実にする必要がある。

【 0 0 1 6 】

セル設計は、電池容器の開放端に付けられた閉鎖アセンブリを含む。この閉鎖アセンブリは P T C を含み、電解質蒸気の通過に対する効果的な障壁を形成し、電池が過電流又は過剰温度のような酷使条件を受けるときに破裂しないことを保証する。閉鎖アセンブリの設計は、主に密封ガスケット内に半径方向及び軸方向の力を及ぼして電解質の脱出及び水蒸気の侵入を防ぐが、端部アセンブリ内に存在する P T C デバイスは、通気機構を妨げることなく主軸方向圧縮力から部分的に又は完全に遮断される。特に、ガスケットは、電氣的に絶縁性であり、電解質による化学的劣化に対して耐性があり、低温フローに対して不浸透性であるか又は長時間にわたりその構造的及び機械的な完全性を失いにくい材料から作製する必要がある。インサート成形を用いて、ガスケットを直接に別の構成要素、例えば、容器又は閉鎖アセンブリに、又はより具体的にはカバー若しくは閉鎖アセンブリのロールバック・カバーに一体化することができる。

10

【 0 0 1 7 】

密封ガスケットの断面形状を変更することにより、電池の製造中にも、その後の貯蔵 / 使用中にも電池を効果的に密封するのに必要な圧縮力から P T C デバイスが引き離される。この構成は、P T C デバイスが、i) 製造中の損傷を避け、i i) 作動中に膨張し、i i i) 電池の内部電極と電池ハウジングの外部端子との間の電氣的接続の表面積を最大にすることにより、電気抵抗を減らすことを可能にする。

20

【 0 0 1 8 】

具体的には、閉鎖アセンブリが形成されて 2 つの軸方向圧縮区域：即ち、一次区域及び二次区域（即ち、それぞれについて言えば、軸方向圧縮がかかる圧着部の下の区域、及び最小の圧縮がかかるガスケットの第 2 の壁に同心円状に隣接する区域）が形成される。一次区域は、セルの閉鎖シールの保持する役割を果たし、圧着部、即ち容器の側壁内に作製される環状ビードと共に機能する圧着部による影響を受け得る。二次区域は、一次区域より小さい圧縮力を有する。このように、P T C デバイスは、閉鎖アセンブリの他のそれぞれの部分よりも小さい軸方向圧縮軸にさらされ、従って P T C デバイスの損傷が回避され、また制約なしに P T C デバイスを作動させることも可能になる。特に、ガスケット材料は、これらの高圧縮及び低圧縮区域の形成を可能にするのに十分な剛性を有する必要がある、二重壁ガスケットのために単一の射出成形熱可塑性材料を使用することは、材料適合性及び関連した問題を回避しながら、部品の大量生産を可能にするので有利である。

30

【 0 0 1 9 】

一実施形態において、環状シール部材（即ち、密封ガスケット）は、E 形状の断面を有する（最終的な閉鎖セルにおいて）が、ガスケットの元の断面形状は、F 形状に類似したものとすることができ、そこで、開放端の圧着がガスケットの端子フランジを半径方向に部分的に又は完全に圧縮する。どの場合にも、環状ガスケットの軸方向内側側壁に沿って配向された半径方向突起部は、P T C デバイスの周りに同心円状に適合するように構成される。ガスケットはまた、環の内径の上部端子及び下部端子において半径方向内側に突出する上部フランジ及び下部フランジも有することができる。突起部は、P T C デバイスと比べて（容器の軸に沿って測定された）高さがより高い。突起部、及びより一般的にはガスケット全体は、P T C デバイスの作動温度でその剛性を維持する材料から構成されるので、セルの製造中もその後の作動中も、突起部は、P T C デバイスを望ましくない主軸方向圧縮力から遮断するのを助ける。突起部はまた、P T C デバイスと関連した端部アセンブリの他の構造部がガスケットに受けられることも可能にし、それによりアセンブリと、ガスケットと、容器との間により良好な半径方向及び軸方向のシールが与えられる。複数の突起部を設けることもできる。付加的に又は代替的に、上部及び下部フランジは、内側突起部を有するように具体的に成形される必要はなく、代わりに、セル自体の閉鎖プロセス（例えば、圧着）によって形成することができる。

40

50

【 0 0 2 0 】

最終的に、以下の説明及び特許請求の範囲を参照することによって、本発明の種々の特徴及び実施形態を含む完全な説明を見出すことができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の詳細な説明を添付の図面と共に読むことによって、本発明がより良く理解され、他の特徴及び利点が明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】複数の軸方向圧縮区域と共に、ガスケットと、ボール通気口を含む端部アセンブリとを有する、本発明の一実施形態の断面図である。

10

【図 2】図 1 のさらに別の実施形態の断面図である。

【図 3】ガスケットと、ホイル通気口、複数の軸方向圧縮区域を含む閉鎖アセンブリとを有する、本発明の一実施形態の断面図である。

【図 4】鑄造通気機構と、複数の軸方向圧縮区域を有するガスケットとを有する閉鎖アセンブリを示す、本発明の一実施形態の断面図である。

【図 5】図 3 又は図 4 のさらに別の実施形態の断面図である。

【図 6】図 1 のさらに別の実施形態の断面図である。

【図 7】従来技術の閉鎖アセンブリの断面図である。

【図 8】図 1 ~ 図 6 に示す実施形態のいずれかに適用することができる、軸方向の圧縮力及びガスケットの種々の直径を示す、本発明の一実施形態の断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

本明細書の全体を通して用いられる「電気化学セル」という用語には広い意味が与えられ、正電極、負電極、セパレータ及び電解質を有し、電流を生成することができる任意のシステムを含むが、本発明は非水電解質を用いるシステムに最もよく適用できる。円筒形容器は、少なくとも 1 つの開放端を有し、軸方向の高さが直径より大きい任意の管状容器である。ガスケットとの関連において、「突起部」又は「突出部」は、ガスケットの軸方向側壁から半径方向内側に突出する水平方向に配向された構造部であり、従って、突起部は、ガスケットの上部又は下部に配向されたフランジとは構造的及び機能的に異なる（フランジが半径方向に又はむしろ軸方向に圧着又は配置されるかどうかに関係なく）。

30

【 0 0 2 4 】

本発明は、好ましくは電気化学的活性物質としてリチウム又はリチウム合金、及び非水電解質を含み、セルの内圧が所定の圧力又はそれ以上のときに通気することができる圧力解放通気部材を含む端部アセンブリによって密封された開放端を有する円筒形容器を含むセル閉鎖アセンブリを有する、電気化学セルに関する。本発明は、図面を参照してより良く理解され、ここで図 1 は本発明の円筒形電気化学セル 10 の一実施形態を示す。セル 10 は、一次 FR6 型円筒形 Li / FeS₂セルである。しかしながら、本発明は他のセルの型、材料及び構成にも適用できることを理解すべきである。

【 0 0 2 5 】

セル 10 は、閉鎖底部と、閉鎖アセンブリが取り付けられる開放上端部とを有する缶の形態の容器 14 を含むハウジング 12 を有する。円筒形セルと関連した機械的強度、閉鎖 / 密封要件及び内部セル設計は、特に円筒形状が優れたフープ強度を有する限り、コイン又はボタン型セルのものとは著しく異なり、またコイン及びボタン型セル内で一般的に起きる軸方向の膨張を起こさない。

40

【 0 0 2 6 】

容器 14 の開放上端部は、開放上端部と協働する端部アセンブリ 30 によって閉鎖される。容器 14 は、該容器の上端部近くに周方向の内側突出部又はビード 16 を有し、これが端部アセンブリの一部分を支持する。ビード 16 は一般に、容器 14 の上部と下部を分離すると考えられる。容器 14 及び端部アセンブリ 30 を含む閉鎖アセンブリは、容器 14 の上部内に嵌合し、電極アセンブリ 60 を容器 14 の下部内に密封する。ここに示され

50

る電極アセンブリ 60 は、螺旋状に一緒に巻かれたアノード即ち負電極 62、カソード即ち正電極 64、及びセパレータ 66 を含む「ゼリーロール構成」である。1 層又は複数層のセパレータ 66 を用いて、イオン伝導を可能にし、電極 62、64 の間の直接の電氣的接触を防止する。電解質も容器 14 の内部に配置される。

【0027】

容器 14 は、閉鎖アセンブリに関する本教示に従うならば、例えば、角柱型容器及び矩形型容器などの開口容器のための幾つかの幾何学的形状の一つとすることができる。開口円筒形セルを密封することは、密封するのに必要な半径方向及び軸方向の力に関する課題を提示するので、蒸気の透過を最小するように容器 14 と協働する端部アセンブリ 30 は、円筒形容器に対して特別な適用性を有すると期待される。

10

【0028】

容器 14 は、一体型の閉鎖底部を有する金属缶であることが好ましい。しかしながら、幾つかの実施形態において、初めに両端が開いた金属管を用いることができる。一実施形態における容器 14 は、容器の露出表面を腐食から保護し又は望ましい外観をもたらすように、随意的に、例えば少なくとも外側をニッケルでめっきした鋼である。例えば、缶は冷延鋼板 (CRS) 製とすることができ、少なくとも外側をニッケルでめっきして缶の外側を腐食から保護することができる。典型的には、本発明による CRS 容器は、FR6 セルについては約 7 ミルから 10 ミルまで、FR03 セルについては 6 ミルから 9 ミルまでの壁厚を有することができる。めっきの種類を変えて様々な耐蝕度をもたらし、接触抵抗を改善し、又は所望の外観をもたらすことができる。鋼の種類は、部分的には、容器を形成する方法によって決まる。延伸缶の場合、鋼は、ASTM 9 から 11 までの粒度、及び等軸性から僅かに細長い粒形状を有する、拡散焼なまし型の低炭素アルミニウム・キルド鋼 SAE 1006 又は同等の鋼とすることができる。他の金属を用いて、当技術分野において周知の特別の必要性を満たすこともでき、例えば、セルの開回路電圧が約 3 ボルトより大きい又は約 3 ボルトとなるように設計される場合、或いはセルが再充電可能である場合には、比較的大きな耐食性をもたらすように、ステンレス鋼を用いることができる。代替的な容器材料の例としては、これらに限定されるものではないが、ステンレス鋼、ニッケルめっきステンレス鋼、ニッケル被覆ステンレス鋼、アルミニウム及びその合金が挙げられる。

20

【0029】

図 1 及び図 2 に特に示すように、ビード 16 は、好ましくは円筒形容器の周りに周方向に延びる内側突出部である。ビード 16 は上部壁 18 と、下部壁 20 と、上部壁 18 を下部壁 20 につなぐ遷移部材 22 とを有する。上部壁 18 は、セルの半径方向中心に向かって上向きに傾斜させることができる。ビード 16 は、上部壁 18 と容器 14 の圧着端部 24 との間に所望の軸方向圧縮をもたらす。最終的に、ビード 16 は、容器 14 と端部アセンブリ 30 を密封する際及び密封した後に軸方向閉鎖力を生成し保持するのを助けるために設けられる。ビードに関するさらなる詳細は、引用により本明細書に組み入れられる 2008 年 6 月 11 日出願の米国特許出願第 12/136,910 号 (米国出願公開番号は未定) に見出すことができる。

30

【0030】

端部アセンブリ 30 は、容器 14 の上部内に配置され、セルの端子の一つとして機能する導電性接触を有する端子カバー 32 と、セルを通して流れる電流を制限又は遮断する PTC デバイス 34 と、破裂可能な圧力解放通気機構 36 と、ガスケット又はシール部材 40 と、図 1 の構成に示される開口部を定める溶接リード線又はばねのような接触部材 50 とを含む。電気絶縁ポリマー・ガスケット 40 を容器 14 と端部アセンブリ 30 の構成要素との間に配置して、端部アセンブリ 30 が容器 14 とは異なる極性を有するようにすることができる。

40

【0031】

PTC デバイス 34 は、接触端子カバー 32 と電極アセンブリ 60 の正電極 64 との間の電気路内に配置される。従って、PTC デバイスが酷使条件によって作動されるとき、

50

電極アセンブリ 60 から端子カバー 32 に流れる電流は、完全に除去されないとしても、厳しく制限される。このようにして、PTC は、例えば、セルが、セルの外部短絡、酷使充電、逆向き取り付け、又は強制放電などに起因する過電流及び/又は過熱条件などの酷使条件にさらされると、セル 10 を損傷又は分解から保護する。導電性接触端子 32 は、容器 14 の端部の上に突出し、容器 14 の圧着端部 24 によって所定の位置に内側に保持され、それらの間に絶縁ガスケット 40 が配置されることが好ましい。上述のように、圧着端部 24 は軸方向の閉鎖力を及ぼす。この圧着はセル 10 の閉鎖操作中に行われる。即ち、容器 14 は所定の位置に嵌め込まれた端部アセンブリ 30 とビード接続され、それにより端部 24 が圧着されて上述のような軸方向圧縮を生成する。

【0032】

10

電気化学セル、及び特にリチウム又はリチウムベースの合金を含むものは、内部又は外部短絡、意図しない充電、不良若しくは不完全設計デバイスなどに起因する酷使条件（例えば、高温、過電流など）にさらされることがある。従って、PTC デバイス 34 は、セル 10 内の重要な安全要素である。PTC デバイス 34 は、温度上昇と共にデバイスの電気抵抗が増大する正温度係数挙動を示すリセット可能なデバイスである。

【0033】

好ましい一実施形態において、PTC デバイス 34 は、導電性粒子を内部に分散させたポリマーを含む。具体的には、PTC デバイス 34 は、ポリエチレン及び炭素のような導電性粒子を含む。導電性金属、例えばニッケルのような他の種類の粒子を用いることもできる。大部分の PTC についての 85 ~ 170 の典型的な動作温度範囲、及び約 85 から 125 まで（大部分の消費者用電気化学セルの望ましい最大動作温度と一致する）の間のより好ましい温度より低温で、PTC 内の導電性分散粒子は、ポリマーを通る比較的抵抗の電気路を形成する。一般的な温度範囲の下端は、約 85 の温度で機能するセルに対する要求によって決められる。一般的温度範囲の上端は、シール材料及び電気化学的活性材料などのセル構成要素の融点によって決められる。PTC デバイスが作動する機能は、PTC の圧縮、及び PTC デバイスの密度を含む他の要因によって決まる。

20

【0034】

PTC デバイス 34 の温度が切替え温度（本明細書ではデバイスの「作動」とも言う）より高くなる場合又はとき、ポリマーが相変化する。この相変化はポリマーの体積を増大させて大部分の分散導電性粒子を分離し、低抵抗電気路を遮断して PTC デバイスの抵抗を劇的に増大させる。抵抗が増大すると、PTC デバイスを通して流れることができる電流量が減少する。PTC デバイスの温度が動作範囲まで下がると、ポリマーは再結晶して導電性粒子が互いにより接近し、PTC デバイスの低抵抗状態を回復させる。

30

【0035】

円筒形電気化学セル用の好ましい PTC デバイス 34 は、流体が内部を通過できる中央開口部を有する環の形状になる。特に、開口部は通気機構を収容し、密封容器内に爆発的圧力が蓄積されないことを保証する。しかしながら、電気路を形成する PTC の表面積量を最大にして、セル自体に対する PTC の抵抗効果の最小化を助長する必要がある。従って、好ましい PTC デバイスは、容器により許容される最大直径に相対的に近い直径を有すると同時に、中央開口部は最小化される。適当な PTC デバイスは、多くの供給元から市販されている。適切な PTC デバイスは、米国カリフォルニア州リバーサイド所在の Bourns 社、及び米国カリフォルニア州メンロパーク所在の Tyco Electronics 社によって販売されている。

40

【0036】

PTC デバイスは、セルの内部抵抗を付加する。典型的には、この付加抵抗は AA フォームファクタにおいて約 36 m を超えてはならず、現在 AA フォームファクタにおいて約 18 m の低抵抗デバイスが入手できるようになっている。最適には、デバイスは、電圧を直流 15 V まで及び電流を 20 A までに制限する。PTC の直径は、以下により詳細に説明されるような端部アセンブリの直径に対応すべきである。通気孔は、通気機構と協働するサイズにする必要があり、2.5 ミリメートルから 5.5 ミリメートルまでの間の

50

直径が適切である。P T C デバイスの厚さ（又は以下に用いられる「軸方向高さ」）は、端部アセンブリ 3 0 内の要素の正確な構成に応じて、約 0 . 2 5 ミリメートルから 0 . 5 0 ミリメートルまで（1 ミルから 2 ミルまで）、より好ましくは 0 . 3 0 ミリメートルから 0 . 3 5 ミリメートルまでの範囲にする必要がある。

【 0 0 3 7 】

端部アセンブリ 3 0 内に P T C デバイス 3 4 を保持することに関連する問題は、容器 1 4 と端部アセンブリ 3 0 との間にシールを保持してセル電解質の漏出を防がなければならないことである。シールは典型的には、一般には容器 1 4 と端部アセンブリ 3 0 との間にセルの軸方向及び半径方向の両方に圧縮シールを形成することにより、圧力を用いて形成されるので、P T C デバイス 3 4 は、高信頼性シールが形成されるのを確実にするのに必要な圧縮力を受けることがある。しかしながら、端部アセンブリ 3 0 及び容器による、より具体的には、圧着端部 2 4 の軸方向圧縮効果、ガスケット 4 0 の剛性及びビード 1 6 の上部壁 1 8 の組み合わせによる P T C デバイス 3 4 の圧縮は膨張を制限し、その結果その性能に影響する。従って、本発明の課題は、端部アセンブリ内に P T C デバイスを設けること、P T C デバイスを電解質との接触（P T C デバイスの作動に影響を与える）、セル外部の周囲環境及び外部との物理的接触から隔離すること（活性部分の周りの短絡を防ぐために）、並びに、P T C をセル内部の所望の位置に保持しながら P T C デバイスの圧縮を最小にして作動時の所望の膨張（従って、P T C デバイスの最終的な所望の性能）を可能にすることである。上述した参考文献によって示唆されるような剛性の低いポリマー材料の使用は、ガスケットの好ましくないコールドフロー、電解質の漏出、及び端部アセンブリ 3 0 の一般に許容できない密封性能をもたらし得る。さらに、ガスケットの材料は、本明細書で説明する基準を満たすための十分な剛性を有する必要がある。

【 0 0 3 8 】

P T C デバイス 3 4 が所望の膨張を実現できるようにするために、P T C デバイス 3 4 は、これを主軸方向圧縮力から引き離すように、端部アセンブリ 3 0 内に配置される。主軸方向圧縮力という用語は、本明細書では、端部アセンブリ 3 0 を密封する際に、円筒形容器の軸に沿って及ぼされる最高又は最大の軸方向圧力、並びに結果として得られる密封セル内に保持される圧縮力として定義される。例えば、図 8 は、線 A - A を通って延びる軸線に加わる主軸方向圧縮力を示し、軸方向圧縮区域は、ビード 1 6 の上部壁 1 8 及び容器 1 4 の圧着端部 2 4 によって境界付けられるが、及ぼされる力の正確な量は、部分的に、容器の材料、圧着条件、及びガスケット材料の剛性によって決まる。しかしながら、より小さい（又は、本明細書で用いられる「副（secondary）」）軸方向の圧縮が、端部アセンブリの構成要素の全体を通して依然として及ぼされることが理解されるであろう。この力の量は、主圧縮区域より少なくなるので、P T C デバイスの作動が可能になる。

【 0 0 3 9 】

前述のように、P T C デバイス 3 4 は環状構成を有し、P T C デバイス 3 4 の外径又は外周は、端部アセンブリ 3 0 の異なる構成要素が収容されるキャビティ 8 2 により上部及び下部が境界付けられた、1 つ又はそれ以上の別個の軸方向に延びる壁部分又は突出部 4 6 内に同心円状に配置され、それらの全てを以下により詳細に説明する。このようにして、P T C は、セル閉鎖アセンブリにかかる主軸方向圧縮力から半径方向内部に配置され、かつ、副軸方向圧縮の区域内にある。この区域は、端子カバー 3 2 の部分によって境界付けられ、圧着端部 2 4、P T C デバイス 3 4 及び通気機構 3 6 に対して半径方向に同心の構成要素を含む。

【 0 0 4 0 】

P T C デバイス 3 4 に加わる軸方向圧力を減少させるための好ましい構成は、i) 非導電性であり反対極性の所望のセル構成要素を絶縁し、i i) 密封閉鎖アセンブリの形成を助けるのに確実に圧縮可能であるがコールドフロー又は他の好ましくない変形に対して耐性のあるプラスチックから形成された、ガスケット 4 0 を含む。ガスケット 4 0 を成形するのに用いる熱可塑性プラスチックはまた、P T C デバイス 3 4 の作動温度にさらされた

ときでさえも、十分な剛性を保持する必要がある。ガスケット 40 は、軸方向長さに沿って実質的に垂直な（即ち、水平方向の）面に配向された、1 つ又はそれ以上の内向きの半径方向突起部 46 を有する中空の円筒又は環として形成される。好ましい実施形態において、突起部は、ガスケットの内径の周りに連続的に形成され、その結果突起部の真上及び真下のガスケットの軸方向領域と比べて突起部の内径が小さくなる。

【0041】

図 8 を参照すると、ガスケット 40 の各部分の特定の直径をより詳細に定めることができる。上部フランジ 43 及び下部フランジ 49 が、軸方向の内側側壁部分 41、44 を含むことができるガスケット 40 の軸方向側壁から半径方向内側に延びる。突起部 46 と協働して、壁部分 41、44 は、端部アセンブリの部分を受けて軸方向及び半径方向の圧縮シールを形成することができるキャビティ 82（図 1 及び図 6 に示される）を定める。ガスケット 40 の軸方向外側側壁 42 は容器 14 と協働して圧縮シールを完成させ、好ましくは一定の直径を有するように外側側壁を定める。従って、ガスケットの軸方向内側側壁は、線 1R - 1R、2R - 2R、3R - 3R、4R - 4R 及び 5R - 5R により示されるような 5 つの別個の直径を含むことができる。PTC を主軸方向圧縮から保護するために、直径 3R - 3R は、2R - 2R 及び 4R - 4R のものより小さくしなければならない。2R - 2R は、4R - 4R とおおよそ等しいことが好ましい。フランジ 43 の圧着のために、直径 1R - 1R は、2R - 2R のものより小さくなる。ガスケット 40 がビード 16 内に据え付けられる範囲で、フランジ 49 により定められる直径 5R - 5R は、4R - 4R のものより小さくなる。このようにして、ガスケット 40 の好ましい実施形態は、断面で見たときに E 形状を有する。ビード 16 及び/又はフランジ 49 が提供されない場合、ガスケットは代わりに断面で見たときに F 形状をとることができ、フランジ 43 がない及び/又は圧着が壁部分 41 の内径を超えて延びていない場合、突起部 46 は、実質的に直径減少部分のみとすることができる。

【0042】

図 1 は、ビード 16 の上部壁 18 と容器 14 の圧着端部 24 との間に配置されたセル構成要素の積層体を示す。PTC デバイス 34 は、界面 85 において突起部 46 に当接するセル内の位置によって、副軸方向圧縮の区域（即ち、主軸方向圧縮力より小さい圧縮の領域）の突起部 446 内に同心円状に配向されたままである。図示のように、より少ない軸方向圧縮力が、PTC デバイス 34 の全長に沿って加えられる。

【0043】

上述のように、キャビティ 82 は、突起部 46、及び内側側壁部分壁 41、44 によって定められる。各キャビティの半径方向深さは、キャビティ内に配置された端部アセンブリ構成要素が、閉鎖アセンブリに加えられた主軸方向圧縮力を受けるのに十分なものである。一実施形態において、シール部材の内面 44 は、キャビティ 82 内に端子カバー 32 を受ける。端子カバー 32 は、突起部 46 により形成された座部 45 上に載っている。座部はさらに、端子カバーを受け、これと協働する環状溝 86（図 2 に示される）を含むことができる。同じく図 2 に示されるように、端子カバー 32 の周縁部 35 は、溝 86 に嵌合されるように及び/又は半径方向圧縮力を壁部分 44 により良好に加えるように適合される。同様に、通気機構 36 は、側壁部分 41 において下部キャビティ 82 に嵌合し、これにより端部アセンブリ 30 が露出された縁部の全ての上の突起部 46 を囲むようになる。ここで再び、通気機構 36 は、「ロールバック」部分 79 で終端する内側カバー 72 を含むことができる。存在する場合、フランジ 49 は、座部 47 を形成することができる。座部 47 はまた、通気口 36 と、より特定的にはロールバック・カバー 79 と協働して、端部アセンブリ 30 とガスケット 40 との間の嵌合をより良好に完成させる、環状溝 86 を有することもできる。

【0044】

特に、突起部 46 は、PTC デバイス 34 の軸方向高さに少なくとも合致する軸方向高さを有する。突起部 46 の軸方向高さが PTC 34 のものを上回る場合、主軸方向圧縮の軽減を実現することができる。さらに、PTC デバイス 34 は、PTC のサイズ / 表面積

10

20

30

40

50

を最大にするために、界面 8 5 において内径に沿って突起部 4 6 に当接する必要がある。

【 0 0 4 5 】

電極アセンブリ 6 0 により生成される電流は、次の好ましい経路：即ち、電極アセンブリ 6 0（正電極又は負電極）、接触部材 5 0（ばねの形態で設けられた図 1 の）、導電性内側通気カバー 7 2、PTC 3 4、及び端子カバー 3 2 に出る経路により端部アセンブリ 3 0 を通って流れる。この構成において、セルからの電流の流れを PTC 3 4 の作動により停止することができ、上述した条件によりトリガすることができる。

【 0 0 4 6 】

図 1 の説明を考慮して、主軸方向圧縮力は、セル内の位置のために、容器 1 4 の圧着端部 2 4、シール部材 4 0、端子カバー 3 2、突起部 4 6、通気部材 3 6、及びビード 1 6 の上部壁 1 8 を含む閉鎖アセンブリの構成要素の積層体に加えられ、PTC デバイス 3 4 は、その位置のために、主軸方向圧縮力を受けない。従って、シール部材 4 0 は、閉鎖アセンブリの構成要素、即ち、容器 1 4 とシール部材 4 0 を含む端部アセンブリ 3 0 との間に、複数の半径方向及び軸方向圧縮領域、主軸方向及び副軸方向両方の圧縮領域をもたらす。この設計は、セルから電解質蒸気がセルから抜ける能力及びセル内への水分が侵入する能力を低減させ、さらに PTC デバイス 3 4 を閉鎖アセンブリの主軸方向圧縮力から隔離するように適合される。

【 0 0 4 7 】

シール部材 4 0 は、閉鎖アセンブリの他のセル構成要素と共に圧縮シールを形成することができ、また、例えばセル内への水の侵入及び電気化学セルからの電解質の損失を最小にするように低い蒸気透過速度も有する、材料組成物から作製される。シール部材 4 0 は、例えば、その組成が部分的に、電極アセンブリの構成要素、即ち、負電極、正電極、及び電気化学セル 1 0 に用いられる非水電解質のような電解質との化学的適合性のような要因に基づいている、熱可塑性ポリマーなどのポリマー組成物を含むことができる。シール部材は、所望の密封及び絶縁特性をもたらす任意の適切な材料から作製される。シール部材の材料は、PTC デバイスの剛性よりも大きい十分な剛性を維持する必要がある（即ち、セルの閉鎖時に、ガスケット材料は、PTC デバイスを主軸方向圧縮から遮断できないほど可撓性であってはならない）。適切な材料の例としては、これらに限定されるものではないが、ポリエチレン、ポリプロピレン、プロフェニレンスルフィド、四フッ化ペルフルオロアルキルビニルエーテル・コポリマー、ポリブチレンテレフタレート、エチレンテトラフルオロエチレン、ポリフタルアミド、又はこれらの任意の組み合わせが挙げられる。優れた剛性のために、好ましいガスケット材料は、ポリフタルアミド（例えば、米国ジョージア州アルファレッタ所在の Solvay Advanced Polymers 社からの Amodel（登録商標）ET 1001 L）又は場合によっては、ポリフェニレンスルフィド（例えば、米国テキサス州シャイナー所在の Boedeker Plastics, Inc., 社からの TECHTRON（登録商標）PPS）であり、これら両方とも、引用により本明細書に組み入れられる特許文献 7 及び特許文献 8 に記載されている。シール部材組成物には、随意的に、無機充填材及び/又は有機化合物などの補強充填材を含めることができる。

【 0 0 4 8 】

シール部材 4 0 を密封剤で被覆して、密封特性をさらに高めることができる。エチレンプロピレンジエン・ターポリマー（EPDM）が適切な密封剤であるが、他の材料を用いることもできる。

【 0 0 4 9 】

導電性端子カバー 3 2 に 1 つ又はそれ以上の通気孔 3 3 を設けて、通気機構 3 6 が破損した場合に流体の放出を可能にすることができる。端子カバー 3 2 は、容器に対して適切であると識別されたものと同じ又は類似の材料、例えば、ニッケルめっきした冷延鋼板（めっき前又はめっき後）、ニッケルめっきしたステンレス鋼、又はニッケル合金などから作製することができる。一実施形態においては、ニッケルめっきしたステンレスが好ましい。最終的には、端子カバーは、周囲環境中の水による腐食に対して優れた耐性を有し、

優れた導電性を有する導電部分を含み、消費者用電池が見えるときに魅力的な外観を有することが必要である。端子カバーの導電性部分は、多くの場合、ニッケルめっきした冷延鋼板又はカバーが形成された後にニッケルめっきされた鋼から作製される。

【0050】

圧力解放通気機構36が存在し、セル内容物を、所定の圧力以下で電気化学セル10の内部に実質的に閉じ込めることができるようにする。圧力解放通気機構36は、例えば、ボール通気口(ball vent)又はホイル通気口(foil vent)とすることができる。ガスは、温度などの環境条件によってセル内で発生し、特定の場合には、通常の動作中に化学反応によって発生する。電気化学セル内の圧力が所定の解放圧力と少なくとも同じ高さに達すると、通気機構36の一部分が破裂して、セル内の液体又は気体、或いはそれらの組み合わせの形態の流体が、通気機構36内に作られた開口部を通して脱出できるようになる。所定の解放圧力は、セルの化学組成に応じて変化し得る。所定の圧力は、通常、取り扱い及び使用法又は周囲環境への露出による誤通気を回避する圧力より高いことが好ましい。例えば、FR6型リチウム含有電気化学セルにおいて、所定の解放圧力、例えば、破裂により通気機構36が開口部を生成する圧力は、室温約21において、約10.5 kg/cm² (150 lbf/in²) から約112.6 kg/cm² (1600 lbf/in²) まで、幾つかの実施形態においては約14.1 kg/cm² (200 lbf/in²) から約56.3 kg/cm² (800 lbf/in²) までの範囲にすることができる。圧力解放通気機構36が破裂する圧力は、例えば容器内に開けた穴を通してセルを加圧することによって決定することができる。ホイル通気口の設計例は、特許文献11、特許文献12、及び特許文献13に見出すことができ、これらの全てが引用により本明細書に組み入れられる。

【0051】

図1に示した通気機構36はボール通気口である。ボール通気口70は、半径方向密封部分、中央通気井戸74、及び通気ボール76によって密封される通気孔75を含む。通気ブッシング78は、上記のガスケットに適すると説明されたものと類似の熱可塑性材料から作製することができる。通気ブッシング78は、通気井戸74の垂直壁及び通気ボール76の外周の十分な圧縮率を可能にして通常(即ち、非酷使)条件下で気密シールを維持する。セルの内圧が所定のレベルを超えたとき、通気ボール76又はボール76及びブッシング78の両方が孔75から押し出されて、セル10から加圧流体が放出される。

【0052】

通気密封部分72は、U型壁(「ロールバック・カバー」とも呼ばれる)79を有する外周で終わる。上述したように、ロールバック・カバー79はガスケット40と係合する。外周壁79の構成は、電解質移動障壁の形成を助け、ばねのような特性を有し、隣接する側壁又は容器14と共にシール部材40に半径方向圧縮をもたらすのを助ける。電気化学セルは、通気機構36に、より具体的には半径方向密封部分72及びロールバック・カバー79のうちの1つ又は両方に電氣的に接続される導電性接触部材50を含むことができる。従って、通気機構のこれらの部分は導電性でなければならない。容器14、シール部材40及び通気機構36は協働して電極アセンブリ60及び電解質を容器12の下部内に保持する。

【0053】

通気ボール76は、セル内容物と接触した状態で安定であり、所望のセル密封及び通気特性をもたらす任意の適切な材料から作製することができる。ガラス又は例えばステンレス鋼などの金属を用いることができる。通気ボールは高度に球形であり、10倍の拡大で見える溝、スクラッチ又は穴などの欠陥がない滑らかな表面仕上げを有する必要がある。望ましい球形度及び表面仕上げは部分的にボール直径によって決まる。

【0054】

特に、図2に示される構成は、積層高さ及びセル高さのばらつきを最小にするように、端子カバーの高さをビードに対して配置するものである。これにより、PTCデバイスへの圧縮のばらつきが最小になる。この構成はまた、2つの区域内的の圧縮シール部材、1つ

の隣接する内側カバー 72 及び第 2 の隣接する端子カバー 32 を有することにより、シール部材の内面の周りの蒸気の通過のための比較的長い通路ももたらす。

【0055】

通気機構 36 を含み、具体的にはホイル通気口である本発明のさらに別の実施形態を図 3 に示す。本発明に用いられるホイル通気口という用語は、1 つ又はそれ以上の層を有する通気構成を指し、例えば、2 つ又はそれ以上の異なる層を有し、ホイル通気口の一部が、少なくとも所定量の圧力を受けることに応答して破裂するラミネート・ホイル通気口を含む。図 3 に示す通気機構 36 は、セル内部、即ち電極アセンブリを収容する区画から所定の圧力を受けると破裂するように適合された中央領域を有する、ラミネート型のホイル通気口である。

10

【0056】

図 3 に示すように、電気的接触部材 38 は、一方の側が PTC デバイス 34 を介して導電性接触端子 32 に、そして反対の側（図示せず）が電極アセンブリ 60 に、電気的に接続される、通気機構 36 の別個の構成要素と見なすことができる。最終的に接触部材 38 は、ガスケット 40（及び、具体的には内側壁及び座部）、通気機構 36 及び端子カバー 32 に適合する形状を有する。図 3 に示す「横向き」形状は 1 つの好ましい実施形態であり、ここでは部材 38 の上端部が実質的に半径方向面に平行に配置されて PTC 34 との接触表面積を最大にし（それ故に抵抗を減らす）、同時に部材 38 のタブ又は下部脚部 39 が、容器 14 の内部に軸方向及び半径方向の両方に延びて電極の一つ（典型的には正電極）との電気的接触を確立する。例えば、正電極 64 の電流コレクタは、正電極物質及びセパレータ 66 を超えて延びる、例えば、銅、アルミニウム又は他の金属のホイル若しくはメッシュなどの導電性基材とすることができる。次に、この基材の上に電気化学的活性な正電極物質が被覆される。

20

【0057】

接触部材 38 及び 50 が用いられる場合、それらは、好ましくはばねのような特性を有する 1 つ又はそれ以上の導電性材料から作製することができるが、所望の構成要素との十分な電気的接触状態を作り、維持する任意の構成要素を用いることができる。これらの部材 38、50 は、簡単に電極アセンブリ 60 との圧力接触を維持することができ、又はそれらは、溶接、接着又は他の方法により、アセンブリ 60 との固定接続を形成することができる。

30

【0058】

組み立て中に端部アセンブリ 30 が容器 14 内部に配置されると、電流コレクタは、上記のように弾力があり及び / 又は力に対する抵抗力のある接触部材 38 のタブ 39 に対して付勢される。タブ 39 のこの特性は、接触部材 38 と電流コレクタとの間の接触を維持する助けとなる。随意的に、タブ 39 は電流コレクタに溶接し、ばね力を介して、又は、例えばタブ 39 及び電流コレクタの両方に溶接することができる狭い金属ストリップ又はワイヤのような中継リード線を使用して、接触を維持することができる。溶接接続は、特に比較的過酷な取り扱い、保存及び使用条件の下で、多くの場合信頼度がより高いものであり得るが、加圧接続は、付加的な組み立て操作及び機器を必要としない。

【0059】

40

図 3 に示すように、通気機構 36 は接触部材 38 の外周フランジによって定められる開口部内に配置される。より具体的には、通気機構 36 の外周は、接触部材 38 の外周フランジの折り畳まれた端部によって固定される。通気機構 36 と接触部材 38 との間のシールは、界面における緊密な加圧接触の結果としてもたらすことができ、これは、幾つかの実施形態においては、通気機構 36 の外周部分の軸方向圧縮により強化することができる。随意的に、接着剤又は密封剤を所望の界面に塗布して、通気機構 36 を接触部材 38 に接続し、所望のシールを形成することができる。セルの組み立て中、容器 14 の圧着又は閉鎖中に生じる主軸方向圧縮力もまた、通気機構 36 及び接触部材 38 の外周部分に加わる。

【0060】

50

図5は、通気機構36のようなホイル通気口の使用への特定の適用可能性を有する、本発明のさらに別の実施形態を示す。ここで、リテーナ・キャップ88を用いて、ホイル通気口（一般的に通気機構36として設計された）及び接触部材38を挟むサブアセンブリが形成される。従って、リテーナ88は、ガスケット40の座部47と係合する。リテーナ88は、接触部材38とPTCデバイス34との間の電気路中に配置される導電性材料を含むように形成される。そのようなリテーナの使用により製造プロセスが簡単になり得る。

【0061】

図3に示す圧力解放ホイル通気機構36は、金属、ポリマー、又はそれらの混合物の組成の少なくとも1つの層を含む。圧力解放ホイル通気機構36は、異なる材料組成の2つ又はそれ以上の層を含むことも可能である。例えば、圧力解放通気機構36を図5に示すようなリテーナ88に、又は接触部材38に接合するために、第1の層とは異なる組成を有する第2の層を用いることができる。別の例では、第1の層とは異なる組成を有する第2及び第3の層を用いて、圧力解放通気機構36をリテーナ88及び接触部材38の両方に接合することができる。また、2つ又はそれ以上の組成物を有する複数の層を用いて、圧力解放通気機構36の性能特性、例えば、強度及び可撓性を調整することができる。理想的には、電解質との適合性、蒸気透過を防ぐ機能、及び/又は端部アセンブリ内の通気機構36の密封特性を向上させる機能に基づいて、別々の層が設けられる。例えば、圧力、超音波及び/又は熱によって活性化される接着剤、例えば、ポリマー又は本明細書で開示される要素と適合する接着剤分野における他のいずれかの周知の材料を通気機構36の層として設けて通気部材を端部アセンブリ内に接合することができる。

【0062】

圧力解放ホイル通気機構36内での使用に適した組成物は、これらに限定されるものではないが、アルミニウム、銅、ニッケル、ステンレス鋼及びそれらの合金などの金属、並びに、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、エチレンアクリル酸、エチレンメタクリル酸、ポリエチレンメタクリル酸、及びそれらの混合物などのポリマー材料を含むことができる。圧力解放通気機構36の組成物はまた、金属で補強されたポリマー、並びに、金属又はポリマー、或いはその両方の単一層又は複数層ラミネートを含むこともできる。例えば、単一層は、水、二酸化炭素及び電解質を実質的に浸透させない金属ホイル、好ましくはアルミホイルとすることができ、或いは、例えば、 SiO_x 又は Al_2O_x などの蒸気透過を防ぐ酸化材料の層で被覆されたポリマーの非金属膜とすることができ、圧力解放通気機構36は、例えばポリウレタンなどの接触接合接着材料、或いは、例えば低密度ポリオレフィンなどの、熱、圧力及び/又は超音波により活性化される材料を含む接着層をさらに含むことができる。代替的に、これらの又は他の接着剤若しくは密封剤を、圧力解放通気部材の一部（例えば、接触部材38、リテーナ88、又はその両方と接触することになる外周）に別々に塗布して、コレクタ・アセンブリ内のシールを強化することができる。好ましい積層通気構造は、配向ポリプロピレン、ポリエチレン、アルミニウムホイル及び低密度ポリエチレンからなる4つの層を有することになる。

【0063】

組成に関わりなく、圧力解放通気機構36はセル10内に含まれる電解質に対して化学的耐性である必要があり、そして低い蒸気透過速度（VTR）を有して広範囲の周囲温度にわたりセル10に対して低速の重量損失をもたらす必要がある。例えば、圧力解放通気機構36が蒸気透過を起こさない金属である場合、圧力解放通気機構36の厚さを通してのVTRは実質的にゼロである。しかしながら、圧力解放通気機構36は、例えば接着又は弾性層として機能して圧力解放通気機構36と別のセル構成要素、好ましくは接触部材38との間の所望のシールを達成することができる、例えばポリマー材料などの少なくとも1つの蒸気透過性材料の層を含むことができる。

【0064】

所定の解放圧力、即ち、圧力解放通気機構36を意図的に破裂させる圧力は、その物理

的特性（例えば強度）、その物理的寸法（例えば厚さ）、並びに、例えば図 3 に示す接触部材 38 によって定められる開口部の面積及び PTC デバイスによって定められる開口部の面積のうちのいずれか小さい方の面積の関数である。圧力解放通気機構 36 の露出面積が大きい程、電気化学的電池セル 10 の内部ガスによって及ぼされる集合力がより大きいことに起因して、所定の解放圧力が低くなる。従って、本発明の原理から逸脱することなく、これらの変数のいずれかを調節して通気部材を有する端部アセンブリを設計することができる。

【0065】

通気機構 36 の露出面積に応じて、圧力解放ホイル通気部材の厚さは、約 0.254 mm (0.010 インチ) 未満とすることができ、幾つかの実施形態においては、約 0.254 mm (0.001 インチ) から約 0.127 mm (0.005 インチ) までの範囲とすることができ、さらに他の実施形態においては、厚さは約 0.0254 mm (0.001 インチ) から約 0.05 mm (0.002 インチ) までの範囲とすることができる。蒸気透過速度 (VTR) 及び所定の解放圧力要件を考慮して、当業者であれば、圧力解放通気機構 36 の組成及び厚さを決定することができる。

【0066】

通気機構 36 の露出面積に応じて、圧力解放ホイル通気部材の厚さは、約 0.254 mm (0.010 インチ) 未満とすることができ、幾つかの実施形態においては、約 0.254 mm (0.001 インチ) から約 0.127 mm (0.005 インチ) までの範囲とすることができ、さらに他の実施形態においては、厚さは約 0.0254 mm (0.001 インチ) から約 0.05 mm (0.002 インチ) までの範囲とすることができる。蒸気透過速度 (VTR) 及び所定の解放圧力要件を考慮して、当業者であれば、圧力解放通気機構 36 の組成及び厚さを決定することができる。

【0067】

図 5 に示すように、鑄造した通気口 37 を用いることもできる。このような通気口は、ホイル通気口に関して上述したように、金属、ポリマー、又はそれらの混合物の組成物の少なくとも 1 つの層を含み、ここで鑄造通気部材は、セルの所定の内圧に達したときに通気部材が破裂するのを可能にする薄い破裂可能領域又は切り欠き部 37 を有する。

【0068】

図 4 に示すように、鑄造した通気口 37 を用いることもできる。このような通気口は、ホイル通気口に関して上述したように、金属、ポリマー、又はそれらの混合物の組成物の少なくとも 1 つの層を含み、ここで鑄造通気部材は、セルの所定の内圧に達したときに通気部材が破裂するのを可能にする薄い破裂可能領域又は切り欠き部 37 を有する。

【0069】

図 6 は、シール部材 40 の環状突起部 46 から横方向内側に配置された PTC デバイス 34 を含む、本発明の電気化学セル 10 のさらに別の実施形態の部分断面図を示し、ここで突起部 46 はシール部材 40 の変形されていない形状の部分ではなく、シール部材 40 の外径において段部を内向きに押すことによって形成される。突起部 46 の上面は、端子カバー 32 の外周部分が配置される上部キャビティ 82 の下面又は座部 45 (図示されていない) を形成する。突起部 46 の下面は、通気部材 36 の内側カバー 72 (ここではロールバック・カバーとして示されるが、リテーナ又は異なる形状のカバーの使用も可能である) の外周部分が配置される下部キャビティ 82 上部壁を形成する。示されるように、突起部は、端子カバー 32 及び通気部材 36 の内側カバー 72 の両方に係合する。PTC デバイス 34 は、容器 14 の圧着端部 24、シール部材 40 の上部フランジ 43、端子カバー 32、シール部材突起部 84、通気部材 36 の内側カバー 72、下部フランジ 49、及びビード 16 の上部壁 18 を含む、端部アセンブリ 30 の構成要素の軸方向積層体の横方向内側に配置される。端部アセンブリ 30 の示される構成要素の間の協働により、セル 10 からの電解質の漏れ及びセル 10 への水分の浸入を最小にするための望ましいシールを有するセル 10 がもたらされる。PTC デバイス 34 の内端部は、通気部材 36 の通気ブッシング 78 の上にある底面を有する。ホイル通気に置き換えられた場合、代わりに P

10

20

30

40

50

ＴＣデバイス３４は、部分的に又は完全に接触部材３８及び／又は通気口自体の上に載っている。

【００７０】

セル１０の端部アセンブリ３０のＰＴＣデバイス３４内に存在する主軸方向圧縮力を回避するために、ＰＴＣデバイス３４は、シール部材４０の突起部４６の横方向内側に配置され、これにより突起部４６の一部が主軸方向圧縮力を受ける。ＰＴＣデバイス３４は、図１乃至図５に示されるような突起部と接触状態にある、又は図６に示されるような突起部４６と最小の接触状態にあることができる。ＰＴＣデバイス３４に接触する端子カバー３２の外周部分は、ＰＴＣデバイス３４に加えられる力を制限するばねのように働く湾曲形状を有する。

10

【００７１】

各キャビティ８２は、図１に示されるような実質的に一定の、又は図６に示されるような軸方向長さに沿った１つ又はそれ以上のセクションにおいて可変の半径を有することができる。しかしながら、いずれの場合も、変形された状態又は最終的な状態の各キャビティの最小直径は、依然として突起部４６の直径より大きい。従って、ＰＴＣデバイス３４の配置に関する本発明の教示は、種々の電気化学セル構成に適合させることができる。

【００７２】

一実施形態において、予備成形端部アセンブリは、通気部材３６の外周の周りにシール部材を、随意的には図１乃至図４に示されるような接触部材３８、及び随意的には図５に示されるようなリテーナ８８をインサート成形することによって提供される。シール部材内に少なくとも通気機構３６をインサート成形する利点は、通気部材キャビティ８２内に、通気部材３６又は通気部材３６のようなサブアセンブリ及び接触部材３８を、或いは、通気部材３６、接触部材３８及びリテーナ８８を配置するために、セルの組み立て中にシール部材を変形させる必要がないことである。インサート成形のさらに別の利点は、シール部材の内面上に比較的深い構造部を有するようにシール部材を形成できることである。回転式成形又は積層成形などの典型的なインサート成形法を用いることができるが、他の方法も利用可能である。

20

【００７３】

シール部材の成形中、少なくとも通気部材、及び随意的に接触部材及び／又はリテーナの外周が、通気部材及び随意的に接触部材の外周の周りに形成されるシール部材の一部によりカプセル封入される。インサート成形プロセスの間、挿入物（この場合には、少なくとも予備成形通気部材及び随意的な接触部材及び／又はリテーナ）は、シール部材を形成するのに用いられる成形材料の導入の前に、金型内に入れられる。次に、シール部材の一部が、通気部材及び／又は接触部材を含む通気部材複合物などの挿入された部品の周りに形成される。結果として得られる製品は、結合されたシール部材及び通気部材、並びに随意的に接触部材又は接触部材及びリテーナを含む、シール部材／通気部材の複合物を備えた予備成形密封アセンブリである。この配置において、挿入物は、プラスチック製ガasketを適切に成形するのに必要な金型及び溶融温度に耐えることができなければならない。

30

【００７４】

負電極６２は、電気化学的活性物質のストリップを含む。好ましい実施形態においては、リチウムホイルと呼ばれることもあるリチウム金属が用いられる。リチウムの組成は変化し得るが、電池等級のリチウムの純度は常に高い。リチウムはアルミニウムなどの他の金属との合金にして所望のセルの電気的性能をもたらすことができる。０．５重量パーセントのアルミニウムを含む電池等級のリチウム・アルミニウムホイルは、米国ノースカロライナ州キングスマウンテン所在のChemetal Footecorp., 社から入手可能である。典型的には、以下でカソード物質に関して説明されるプロセスに類似した方法で電流コレクタの上に被覆される、実際には任意の介在可能な(intercale)リチウム含有組成物を含む、付加的な又は代替的な負電極物質も可能である。

40

50

【 0 0 7 5 】

負電極は、幾つかの実施形態においては、金属リチウム内又はその表面上に非消耗電流コレクタを有することができる。負電極が非消耗電流コレクタを含むとき、それは、セル内部で安定である限り、銅、ニッケル又は他の導電性金属又は合金製とすることができる。

【 0 0 7 6 】

負電極は、別個の電流コレクタがなく、ホイルだけが電流コレクタとして機能するようにすることができる。これは、リチウム、及び比較的高い導電率の合金であるためにリチウム合金で実現可能である。電流コレクタを使用しないことにより、容器内で、他の活性材料などの他の構成要素のためのより大きな空間が利用可能となる。負電極電流コレクタのないセルを提供することにより、セルのコストを下げることもできる。

【 0 0 7 7 】

電気リード線がアノード又は負電極をセル容器に接続することが好ましい。これはリード線の一端を負電極の一部分の中に埋め込むこと、又は単にリード線の一端などの部分をリチウムホイルの表面の上に押し付けることによって達成することができる。リチウム又はリチウム合金は粘着性を有するので、一般に、リード線と電極の間の、少なくとも僅かな十分な圧力又は接着により、構成要素が互いに溶着されることになる。1つの好ましい実施形態において、負電極には、ゼリーロール構成に巻かれる前に、リード線が設けられる。例えば、製造中、リード線が所望の位置で電極の表面上に溶接されるリード線接続ステーションに、リチウム又はリチウム合金からなる少なくとも1つの負電極を含む帯が設けられる。次に、タブ付きの電極を処理し、電極に接続されないリード線の自由端を成形するように、所望であれば、リード線を鋳造する。その後、負電極を、正電極及びセパレータなどの電極アセンブリの残りの所望の構成要素と組み合わせて、ゼリーロール構成に巻く。巻き操作を行った後、セル容器内に挿入する前に所望の構成に曲げることによって、負電極リード線の自由端をさらに処理することが好ましい。

【 0 0 7 8 】

導電性の負電極リード線は、リード線を通して電流の十分な移送を可能にし、セルの耐用寿命に与える影響を最小にするか又は全く与えないように、十分に低い抵抗を有する。望ましい抵抗値は、タブの幅及び厚さを増すことによって達成することができる。

【 0 0 7 9 】

正電極 6 4 は、一般に、電流コレクタと、通常は粒子状の1つ又はそれ以上の電気化学的活性物質を含んだ混合物とを含むストリップの形態である。二硫化鉄 (FeS_2) が、一次電池用途のための好ましい活性物質である。正電極には、セルの所望の電氣的及び放電特性に応じて、1つ又はそれ以上の付加的な活性物質を含めることができる。そのような正電極物質には、 Bi_2O_3 、 C_2F 、 CF_x 、 $(\text{CF})_n$ 、 CoS_2 、 CuO 、 CuS 、 FeS 、 FeCuS_2 、 MnO_2 、 $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{O}_5$ 及び S が含まれる。より好ましくは、 Li/FeS_2 セルの正電極用の活性物質は、金属ホイル電流コレクタ上に被覆された少なくとも95重量パーセントの FeS_2 を含む。少なくとも95重量パーセントの純度レベルを有する FeS_2 は、オーストリア国ウィーン所在の Chemetal GmbH 社、米国マサチューセッツ州ノースグラフトン所在の Washington Mills 社、及び米国バージニア州ディルウィン所在の $\text{Kyanite Mining Corp.}$ 、社から入手可能である。代替的に、二次システムと適合する任意の数の物質を用いることもできる。

【 0 0 8 0 】

典型的には、正電極及び/又は負電極の混合物は、他の材料を含むことができる。結合剤は一般に、粒子状材料と一緒に保持して混合物を電流コレクタに接着するのに用いられる。金属、グラファイト及びカーボンブラックの粉末のような1つ又はそれ以上の導電性材料を添加して、混合物に改善された導電性を与えることができる。用いられる導電性材料の量は、活性物質及び結合剤の導電率、電流コレクタ上の混合物の厚さ、及び電流コレクタ設計などの要因によって決まり得る。同様に少量の種々の添加剤を用いて、正電極の

製造及びセル性能を向上させることもできる。LiFeS₂セル用の好ましいカソード配合物は、2008年10月12日出願の米国特許出願第12/253,516号及び特許文献14に見出すことができ、これらの両方は引用により本明細書に組み入れられる。

【0081】

電流コレクタは、正電極表面内に配置するか又は埋め込むことができ、又は正電極混合物を薄い金属ストリップの片面又は両面に被覆することができる。アルミニウムが、一般的に用いられる材料である。電流コレクタは、正電極混合物を含む正電極の部分を超えて延びることができる。電流コレクタのこの延長部分は、正端子に接続される電気リード線と接触するのに都合の良い領域をもたらすことができる。電流コレクタの延長部分の容積を最小に保持して、活性物質及び電解質のために使用できるセルの内容積を大きくすることが望ましい。

10

【0082】

正電極を作製する好ましい方法は、溶媒（例えばトリクロロエチレン）中の活性物質混合材料のスラリを、アルミホイルのシートの両面にロール塗布し、被膜を乾燥させて溶媒を除去し、被覆ホイルをカレンダー仕上げして被膜を圧縮し、被覆ホイルを所望の幅に切り、切られた正電極材料のストリップを切断して所望の長さにする。小粒径の正電極材料を用いてセパレータに穴をあける危険性を最小にすることが望ましい。

【0083】

セパレータ66は、イオン透過性且つ非導電性である薄い微孔質膜である。このセパレータ66は、少なくとも幾らかの電解質をセパレータの気孔の中に保持することができる。セパレータは、負電極と正電極の隣接する表面間に配置され、電極を互いに電氣的に絶縁する。セパレータの部分はまた、セル端子と電氣的に接触している他の構成要素も絶縁して内部短絡を防ぐことができる。セパレータの縁部は、少なくとも1つの電極の縁部を超えて延びることが多く、負電極及び正電極が互いに完全に位置合わせされる場合でさえ、電氣的に接触しないことを確実にする。しかしながら、電極を超えて延びるセパレータの量は最小にすることが望ましい。

20

【0084】

優れた高電力放電性能をもたらすには、セパレータが、引用により本明細書に組み入れられる1994年3月1日発行の特許文献15に開示された特性（少なくとも0.005 μmの最小寸法及び直径が5 μmを超えない最大寸法を有する孔、30乃至70パーセントの範囲の多孔率、2乃至15オーム・cm²の面積比抵抗、及び2.5未満の屈曲度）を有することが望ましい。

30

【0085】

適切なセパレータ材料はまた、セル製造プロセス、並びに、セル放電中にセパレータに加えられる得る圧力に耐えて、内部短絡を生じる可能性がある裂け、割れ、穴、又は他の空隙を発現しないように、十分に強いことが必要である。セル内の全セパレータ容積を最小にするには、セパレータは、可能な限り薄く、好ましくは25 μm厚未満に、より好ましくは、20 μm又は16 μmなど22 μm厚を超えないようにすべきである。高い引張応力が望ましく、平方センチメートル当たり、好ましくは少なくとも800重量キログラム（kgf/cm²）、より好ましくは少なくとも1000重量キログラム（kgf/cm²）である。FR6型セルについては、好ましい引張応力は、機械方向において少なくとも1500 kgf/cm²、及び横方向において少なくとも1200 kgf/cm²であり、FR03型セルについては、好ましい引張強度は、機械方向及び横方向において、それぞれ1300 kgf/cm²及び1000 kgf/cm²である。好ましくは平均絶縁破壊電圧は、少なくとも2000ボルト、より好ましくは少なくとも2200ボルト、及び最も好ましくは少なくとも2400ボルトとなる。好ましい最大有効孔径は、0.08 μmから0.40 μmまで、より好ましくは0.20 μm未満である。好ましくは、BET比表面積は、40 m²/g未満であり、より好ましくは少なくとも15 m²/gであり、最も好ましくは少なくとも25 m²/gである。好ましくは、面積比抵抗は、4.3オーム・cm²未満であり、より好ましくは4.0オーム・cm²未満であり、最も好ましくは3.5

40

50

オーム・ cm^2 未満である。これらの特性は、引用により本明細書に組み入れられる特許文献16により詳細に記載されている。

【0086】

リチウム一次電池及び二次電池に使用されるセパレータ膜は多くの場合、ポリプロピレン、ポリエチレン、又は超高分子量ポリエチレンから作られたポリマー・セパレータであり、ポリエチレン製が好ましい。セパレータは、単一層の2軸延伸微孔質膜とすることができ、或いは2つ又はそれ以上の層を互いに貼り付けて直交方向に所望の引張強度をもたらすことができる。単一層は、コストを最小にするために好ましい。適切な単一層の2軸延伸ポリエチレン微孔質セパレータは、米国ニューヨーク州マケドニア所在のEXXON Mobile Chemical Co., 社から入手可能である。Setela F 20DHI等級のセパレータは20 μm の公称厚さを有し、Setela 16MMS等級は16 μm の公称厚さを有する。

10

【0087】

負電極、正電極及びセパレータのストリップは、電極アセンブリ内で互いに結合される。電極アセンブリは、図1に示すような螺旋状に巻かれた設計にすることができ、マンドレルの周りに、正電極、セパレータ、負電極及びセパレータの交互するストリップを巻き付け、巻き付けが完了したときに電極アセンブリからマンドレルを引き抜くことにより、作製することができる。セパレータの少なくとも1つの層及び/又は電氣的絶縁膜(例えば、ポリプロピレン)の少なくとも1つの層は、一般に電極アセンブリの外側に巻き付けられる。これは多くの目的を果たす、即ち、アセンブリを互いに保持するのを助け、これを用いて、アセンブリの幅又は直径を所望の寸法に調節することができる。セパレータ又は他の外膜層の最外端部は、接着テープ片を用いて又はヒートシールによって押え付けることができる。図1に示すように負電極を最外電極とすることができ、又は正電極を最外電極とすることができる。どちらかの電極をセル容器と電氣的に接触させることができるが、最外電極が、缶と電氣的に接触するように意図された電極と同じであるとき、最外電極とセル容器の側壁との間の内部短絡を回避することができる。

20

【0088】

本発明の1つ又はそれ以上の実施形態において、電極アセンブリが、改良された働き及び負電極の電気化学的活性物質のより効果的な使用のために、電気化学的活性物質が上に選択的に堆積された正電極を有するように形成される。正電極上に電気化学的活性物質を選択的に堆積させる配置の非限定的な例は、引用により完全に本明細書に組み入れられる特許文献17及び特許文献18に記載されている。

30

【0089】

螺旋状に巻くのではなく、電極及びセパレータのストリップを互いに折り畳むことによって、電極アセンブリを形成することができる。ストリップはその長さに沿って位置合わせし、アコーディオンのように折り畳むことができ、或いは、負電極及び1つの電極ストリップを、正電極及び別の電極ストリップに対して垂直に置き、他のものと交差する(直角に配向される)ように電極を交互に折り畳むことができ、どちらの場合にも、負電極層と正電極層の交互の積層体が形成される。

【0090】

40

電極アセンブリはハウジング容器内に挿入される。螺旋状に巻かれた電極アセンブリの場合、円筒形容器内であるか又は角柱型容器内であるかに関わらず、電極の主表面は容器の側壁と垂直となる(換言すれば、電極アセンブリの中央コアは、セルの長手方向軸と平行となる)。折り畳み電極アセンブリは、典型的には、角柱型セル内に用いられる。アコーディオン様折り畳み電極アセンブリの場合、アセンブリは、電極層の積層体の両端の平坦な電極表面が、容器の両側に隣接するように配向される。これらの構成において、負電極の主表面の全面積の大部分は、正電極の主表面の全面積の大部分にセパレータを介して隣接し、電極主表面の最外部分は容器の側壁に隣接する。このように、負電極及び正電極の組み合わせた厚さの増加による電極アセンブリの膨張は、容器の側壁によって制約される。

50

【0091】

不純物として微量だけ水を含む（例えば、用いられる電解質塩に依存して、重量で100万分の約500部（parts per million by weight）を超えない）非水電解質が、本発明の好ましい電気化学セル内に用いられる。アルカリ溶液、非水有機電解質及び固体ポリマー電解質を含む任意の適切な電解質を用いることができる。1つ又は複数の有機溶媒を用いる場合、適切な塩の例としては、臭化リチウム、過塩素酸リチウム、ヘキサフルオロリン酸リチウム、ヘキサフルオロリン酸カリウム、ヘキサフルオロヒ酸リチウム、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム及びヨウ化リチウムが挙げられる。また適切な有機溶媒には、炭酸ジメチル、炭酸ジエチル、炭酸メチルエチル、炭酸エチレン、炭酸プロピレン、炭酸1,2-ブチレン、炭酸2,3-ブチレン、ギ酸メチル、 γ -ブチロラクトン、スルホラン、アセトニトリル、3,5-ジメチルイソオキサゾール、 n , n -ジメチルホルムアミド及びエーテルのうちの1つ又はそれ以上が含まれる。塩/溶媒の組み合わせが、所望の温度範囲にわたってセルの放電要件を満たすのに十分な電解質及び導電率をもたらすことになる。エーテルは、その一般的に低い粘度、良好な濡れ性、良好な低温放電性能及び良好な高速放電性能の故に、多くの場合望ましい。このことは、エーテルが、 MnO_2 正電極の場合よりもより安定であるので高レベルのエーテルを使用できることから、特に Li/FeS_2 セルに当てはまる。適切なエーテルには、これらに限定されるものではないが、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジエトキシエタン、ジ（メトキシエチル）エーテル、トリグリム、テトラグリム及びジエチルエーテルなどの非環式エーテル、並びに、1,3-ジオキサン、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン及び3-メチル-2-オキサゾリジノンなどの環式エーテルが含まれる。

10

20

【0092】

本発明の電気化学セルの組立て方法は、電極アセンブリ及び好ましくはコーンのような絶縁部材をセル容器に挿入するステップを含む。初期のビードが、容器の側壁内に形成される。一実施形態において、ビードは、缶をその軸の周りに回転させながら、成形輪を、ビードを形成するのが望ましい領域内の容器の側壁に対して押し付けることによって形成される。ホイル通気口が用いられる場合、端部アセンブリを容器内に挿入する前に、電解質が容器内に計量供給される。代替的に、ボール通気口が端部アセンブリ内に用いられる場合、ボール通気口のボールでセルを内部密封する前に、電解質を添加することができる。締め込みによって一緒に保持することができる端部アセンブリの外周部分は、形成された初期ビードの上部壁上に据え付けられる。セルを閉鎖する操作は、再絞り又はコレットプロセスにより上部側壁の直径を縮小するステップを含むことができる。直径縮小の後、容器の上端部をも内側に折り畳んで圧着端部を形成し、軸方向力がビードと圧着端部との間に加えられる。容器の上端部を圧着する間、少なくとも上部側壁において半径方向の圧縮が維持されることが好ましい。

30

【0093】

セル形成及び閉鎖プロセスの幾つかの実施形態の結果を図面に示すが、本発明の他の実施形態と整合する他のプロセスも可能である。部品の形状及び閉鎖プロセスは、シール部材と容器、シール部材とPTCデバイス、及びシール部材と通気部材の外径との間の所望の界面が全て確立され、電池の耐用年数全体を通して維持されることを保証するものでなければならない。

40

【0094】

上記の説明は、特にFR6型及びFR03型（スイス国ジュネーブの国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission）によって刊行された国際標準IEC60086-1及びIEC60086-2内で定められた）などの円筒形 Li/FeS_2 セルに関するものである。しかしながら、他の実施形態を他のセルのサイズ、形状及び化学に適應させることができる。例えば、他の電極アセンブリの形状、ハウジング構造、端部アセンブリ、圧力解放通気口、閉鎖プロセスなどを、二重壁ガasketと組み合わせて実装することができる。他のセルの化学は、例えば

50

、 Li/SO_2 、 Li/AgCl 、 $\text{Li}/\text{V}_2\text{O}_5$ 、 Li/MnO_2 、 $\text{Li}/\text{Bi}_2\text{O}_3$ などの、1.5又はそれ以上の公称ボルト数を有する一次又は再充電可能円筒形セルを含むことができ、「リチウム・イオン」システムに共通する種々のリチウム混合物、ニッケル金属水素化物、アルカリ性ペース及び他の類似の化学物質を用いることができる。

【0095】

電極アセンブリの構成も変化させ得る。例えば、上述のような螺旋状に巻かれた電極、折り畳み電極、又はストリップ（例えば、平坦な）の積層体などを有することができる。また、上述の実施形態は単一のPTCの使用を説明するが、本発明に従って任意の数のPTCを収容することができる。

【0096】

上記を鑑みて、以下の特徴：

- ・閉鎖底端部、側壁及び開放端を有する円筒形容器、
 - ・容器内に配置された電極アセンブリ及び電解質、
 - ・開放端内に配置され、通気アセンブリ、カバー及びPTCデバイスを有する端部アセンブリ、
 - ・容器と端部アセンブリとの間に配置され、ガスケットの内周の少なくとも一部分に沿って形成された半径方向突起部を有する環状ガスケット、
 - ・カバーの一部分及び通気アセンブリの一部分は、半径方向突起部の両側でガスケットと圧縮シールを形成する、
 - ・半径方向突起部は、PTCデバイスの軸方向高さとは少なくとも等しい軸方向高さを有し、かつ、PTCデバイスの周りに同心円状に適合する、
 - ・容器の開放端の端子縁部はガスケットの上に圧着される、
 - ・ガスケットはE形状又はF形状を有する、
 - ・突起部の軸方向高さはPTCデバイスの軸方向高さより高い、
 - ・半径方向突起部はガスケットの内径の全てに沿って連続的に延びる、
 - ・通気アセンブリはロールバック・カバーを含む、
 - ・ガスケットとロールバック・カバーとの間のシールは、半径方向及び軸方向の圧縮力を加える、
 - ・半径方向突起部は環状溝を含む、
 - ・環状溝はカバーの一部分又は通気アセンブリの一部分を収容する、
 - ・通気アセンブリは、接触部材及びホイル通気口を受けるリテーナを含む、
 - ・リテーナは、接触部材とPTCデバイスとの間の電氣的接触を維持する、
 - ・容器は開放端の近くに環状ビードを含む、
 - ・環状ビード及び圧着された端子縁部は主軸方向圧縮をもたらし、PTCデバイスは主軸方向圧縮にさらされない、及び/又は、
 - ・ガスケットは通気アセンブリの周りにインサート成形される、
- のいずれかの組み合わせを含む電気化学セルが考えられる。

【0097】

また、次の特徴：即ち、

- ・閉鎖底端部、ビード付き側壁及び開放端を有する円筒形容器、
- ・容器内に配置された電極アセンブリ及び電解質、
- ・開放端内に配置され、通気アセンブリ、カバー及びPTCデバイスを有する端部アセンブリ、
- ・容器と端部アセンブリとの間に配置され、突起部の真上及び真下のガスケットの部分より小さい内径を有する内側半径方向突起部を有する環状ガスケット、
- ・容器の開放端はガスケット及びカバーの上に圧着されて主軸方向圧縮力を生成する、
- ・半径方向突起部はPTCデバイスに係合して、該PTCデバイスが主軸方向圧縮力にさらされるのを防止する、
- ・端部アセンブリは、通気アセンブリの一部分及び接触部材の一部分を受けるリテーナをさらに含む、

- ・接触部材はばねである、及び/又は、
 - ・半径方向突起部はガスケットの内径の全てに沿って連続的に延びる、
- のうちの1つ又はそれ以上を含む電気化学セルが考えられる。

【0098】

最後に、次のステップ：即ち、

- ・開放端を有する円筒形容器を準備するステップ、
- ・容器内に電極アセンブリ及び電解質を配置するステップ、
- ・容器の開放端内に環状ビードを形成するステップ、
- ・ガスケットの側壁に沿って配置された半径方向内側突起部を有するガスケット内に、P T Cデバイスを有する通気アセンブリ及びカバーを同心円状に配置し、通気アセンブリ及びカバーは半径方向内側突起部の両側で圧縮するようにガスケットの側壁に接触するステップ、

10

- ・環状ビードに近い容器の開放端内に環状ガスケットを据え付けるステップ、
- ・容器の開放端をフランジの一部分の上に圧着して、(i) 環状ビード、ガスケットのフランジ及びカバーの全てが協働して主軸方向圧縮力を生成し、(i i) 半径方向突起部がP T Cデバイスと協働して、主軸方向圧縮力が該P T Cデバイスに加えられるのを防止するステップ、

- ・カバーは、半径方向突起部の上方の円筒形容器の内側側壁にかかる半径方向圧縮力を生成するように配置される、

- ・通気アセンブリは、ガスケット及び円筒形容器の内側内壁にかかる半径方向圧縮力を生成するように配置される、

20

- ・半径方向圧縮力は、通気アセンブリ内に設けられるロールバック・カバーにより半径方向突起部の下方に加えられる、及び/又は、

- ・通気アセンブリは、ガスケットを通気アセンブリの周りにインサート成形することによりガスケット内に配置される、

のいずれかの組み合わせによって特徴付けられる、円筒形電気化学セルを密封する方法が考えられる。

【0099】

開示された概念の精神から逸脱することなく、種々の変更及び改良をなし得ることが、本発明の実施者及び当業者には理解されるであろう。与えられる保護の範囲は、特許請求の範囲により、及び法が許容する解釈の幅により決定される。

30

【符号の説明】

【0100】

- 1、10：電気化学セル
- 2：カバー
- 3：缶
- 4、34：P T Cデバイス
- 6、40：ガスケット（シール部材）
- 8：接触アセンブリ
- 12：ハウジング
- 14：容器
- 16：ビード
- 18：上部壁
- 20：下部壁
- 24：圧着端部
- 30：端部アセンブリ
- 32：端子カバー（接触端子）
- 33、75：通気孔
- 36：通気機構
- 37：鋳造した通気口

40

50

38、50：接触部材
 39：タブ
 41、44：内側側壁部分
 42：外側側壁
 43：上部フランジ
 45、47：座部
 46：突起部
 49：下部フランジ
 50：接触部材
 60：電極アセンブリ
 62：負電極（アノード）
 64：正電極（カソード）
 66：セパレータ
 72：内側カバー
 74：通気井戸
 76：通気ボール
 78：通気ブッシング
 79：ロールバック・カバー
 82：キャピティ
 88：リテーナ

10

20

【図1】

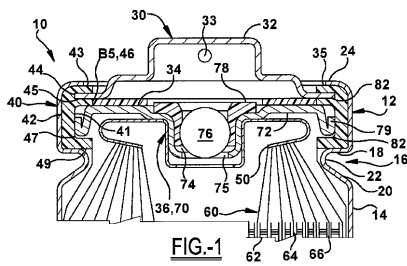


FIG.-1

【図2】

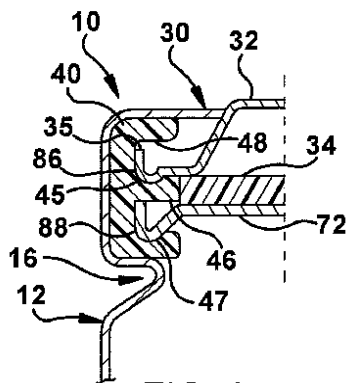


FIG.-2

【図3】

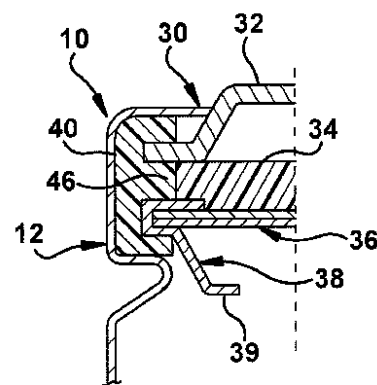


FIG.-3

フロントページの続き

(74)代理人 100109070

弁理士 須田 洋之

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(72)発明者 ウェンドリング マシュー ティー

アメリカ合衆国 オハイオ州 4 4 0 1 1 エイヴォン ダービー ドライブ 4 7 0 7

(72)発明者 シューバート マーク エイ

アメリカ合衆国 オハイオ州 4 4 2 5 6 メディナ ウィンターベリー レーン 1 2 3 4

(72)発明者 ウー ジェイムズ エックス

アメリカ合衆国 オハイオ州 4 4 0 7 0 ノース オルムステッド カーティス ドライブ 2
3 7 6 8

審査官 松本 陶子

(56)参考文献 米国特許第0 5 7 6 6 7 9 0 (U S , A)

米国特許出願公開第2 0 0 6 / 0 1 1 5 7 3 6 (U S , A 1)

米国特許出願公開第2 0 0 8 / 0 2 2 0 3 1 6 (U S , A 1)

米国特許出願公開第2 0 0 5 / 0 1 1 2 4 6 2 (U S , A 1)

特開2 0 0 6 - 0 9 3 1 5 0 (J P , A)

特開2 0 0 5 - 3 1 0 5 6 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 2 / 0 8

H 0 1 M 2 / 0 2

H 0 1 M 2 / 0 4

H 0 1 M 2 / 1 2

H 0 1 M 2 / 3 4