

(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2011-522354

(P2011-522354A)

(43) 公表日 平成23年7月28日(2011.7.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 2/34 (2006.01)	H01M 2/34 A	5H011
H01M 2/14 (2006.01)	H01M 2/14	5H021
H01M 2/02 (2006.01)	H01M 2/02 F	5H029
H01M 10/0587 (2010.01)	H01M 10/00 118	5H043
H01M 10/0566 (2010.01)	H01M 10/00 111	
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 34 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-506364 (P2011-506364)
 (86) (22) 出願日 平成21年4月16日 (2009.4.16)
 (85) 翻訳文提出日 平成22年10月25日 (2010.10.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2009/040839
 (87) 国際公開番号 W02009/131894
 (87) 国際公開日 平成21年10月29日 (2009.10.29)
 (31) 優先権主張番号 61/125,327
 (32) 優先日 平成20年4月24日 (2008.4.24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 507213639
 ボストン・パワー、インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
 581 ウェストバラ、スイート 320
 、ウェスト パーク ドライブ 2200
 (74) 代理人 100095832
 弁理士 細田 芳徳
 (72) 発明者 オネルド、パー
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
 702 フレーミングハム、サーレム エ
 ンド ロード 449
 (72) 発明者 スン、イエンニン
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
 824 チェルムスフォード、ユニット
 26、グレン アベニュー 37
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 安全性が向上した電池

(57) 【要約】

電池は、セルケース；第一の端子；セルケースと電気的に連絡しており、第一の端子から電気的に絶縁されている第二の端子；セルケース内の電極アセンブリ；第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電気的に連絡している電流遮断デバイス(CID)；ならびに第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を遮断する絶縁部を含む。電極アセンブリは、第一の端子と電気的に連絡している第一の電極、第二の端子と電気的に連絡している第二の電極、および第一の電極と第二の電極間の電解液を含む。絶縁部は、充電条件または過充電条件下にある場合、およびCIDが作動している場合、第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を遮断し、それにより、第一の端子と第一の電極間または第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を遮断する。

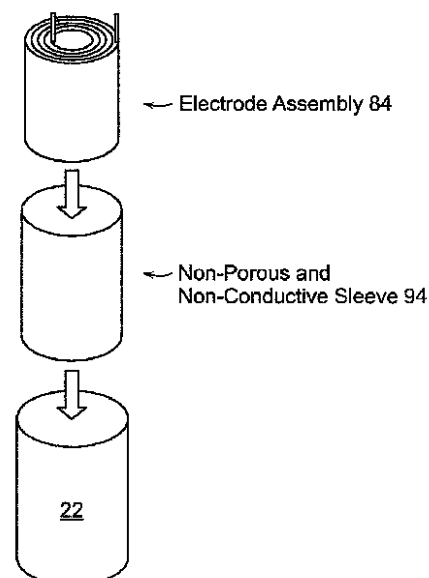


FIG. 9

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

- a) セルケース；
- b) 第一の端子；
- c) セルケースと電氣的に連絡しており、第一の端子から電氣的に絶縁されている第二の端子；
- d) セルケース内の電極アセンブリ、該電極アセンブリは、第一の端子と電氣的に連絡している第一の電極、第二の端子と電氣的に連絡している第二の電極、および第一の電極と第二の電極間の電解液を含む；
- e) 第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している電流遮断デバイス、該電流遮断デバイスは、互いに電氣的に連絡している第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素を含み、該 2 つの構成要素間のゲージ圧が約 $4\text{kg/cm}^2 \sim \text{約}15\text{kg/cm}^2$ の範囲である場合、第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡は遮断される；ならびに
- f) 充電条件または過充電条件下にある場合、および電流遮断デバイスの第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡が遮断されている場合、第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を遮断し、それにより、第一の端子と第一の電極間または第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を遮断する絶縁部を含む電池。

【請求項 2】

絶縁部が、

- i) 電極アセンブリとセルケース間の非多孔質非導電性障壁；および
- ii) 電池を充電する充電器から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流の流れを遮断する電気絶縁部の少なくとも 1 つである、請求項 1 記載の電池。

【請求項 3】

絶縁部が、電池を充電する充電器から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流の流れを遮断する電気絶縁部である、請求項 2 記載の電池。

【請求項 4】

電気絶縁部が温度ヒューズである、請求項 3 記載の電池。

【請求項 5】

温度ヒューズが、i) セルケースの外表面の一部分に、もしくは該一部分の上部に、または ii) 充電器からの電流の流れを受ける端子の一方にある、請求項 4 記載の電池。

【請求項 6】

絶縁部が電極アセンブリとセルケース間の非多孔質非導電性障壁である、請求項 2 記載の電池。

【請求項 7】

非多孔質非導電性障壁が、非多孔質非導電性のコーティング、テープ、ラップ、スリーブまたはバッグである、請求項 6 記載の電池。

【請求項 8】

非多孔質非導電性障壁が非多孔質非導電性コーティングであり、非多孔質非導電性コーティングによりセルケースの内表面の少なくとも一部分がコーティングされている、請求項 7 記載の電池。

【請求項 9】

非多孔質非導電性コーティングが Al_2O_3 および / または SiO_2 を含む、請求項 8 記載の電池。

【請求項 10】

非多孔質非導電性コーティングが Al_2O_3 を含む、請求項 9 記載の電池。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

Al₂O₃コーティングが約5ミクロン～約50ミクロンの範囲の厚さを有する、請求項10記載の電池。

【請求項12】

Al₂O₃コーティングが約5ミクロン～約15ミクロンの範囲の厚さを有する、請求項11記載の電池。

【請求項13】

非多孔質非導電性コーティングにより、さらに、セルケースの外表面の少なくとも一部分がコーティングされている、請求項9記載の電池。

【請求項14】

さらにセルケースを覆う蓋を含み、セルケースの外表面の非多孔質非導電性コーティングでコーティングされた部分が、該蓋と接触する部分以外である、請求項13記載の電池。

10

【請求項15】

蓋の少なくとも一部分が第二の端子と電氣的に連絡している、請求項14記載の電池。

【請求項16】

非多孔質非導電性障壁が非多孔質非導電性のテープまたはラップである、請求項7記載の電池。

【請求項17】

電極アセンブリがゼリーロールの形態である、請求項16記載の電池。

【請求項18】

非多孔質非導電性のテープまたはラップが、ゼリーロールの末端から延在し、ゼリーロールの外壁を覆っている、請求項17記載の電池。

20

【請求項19】

非多孔質非導電性障壁が、電極アセンブリを収容する非多孔質非導電性スリーブまたはバッグである、請求項7記載の電池。

【請求項20】

セルケースを覆う蓋をさらに含み、該蓋が導電性材料製である、請求項1記載の電池。

【請求項21】

導電性材料が金属である、請求項20記載の電池。

【請求項22】

セルケースおよび蓋が、アルミニウムを含む金属製である、請求項21記載の電池。

30

【請求項23】

電流遮断デバイスが第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している、請求項1～22いずれか記載の電池。

【請求項24】

蓋が第二の端子と電氣的に連絡している、請求項23記載の電池。

【請求項25】

電流遮断デバイスが該蓋に存在している、請求項24記載の電池。

【請求項26】

少なくとも1つのセルおよび該セルを充電する少なくとも1つの充電器を含む電池パックであって、各セルが、

40

a) セルケース

b) 第一の端子

c) セルケースと電氣的に連絡しており、第一の端子から電氣的に絶縁されている第二の端子；

d) セルケース内の電極アセンブリ、該電極アセンブリは、第一の端子と電氣的に連絡している第一の電極、第二の端子と電氣的に連絡している第二の電極、および第一の電極と第二の電極間の電解液を含む；

e) 第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している電流遮断デバイス、該電流遮断デバイスは、互いに電氣的に連絡している第一

50

の導電性構成要素と第二の導電性構成要素を含み、該2つの構成要素間のゲージ圧が約4kg/cm²～約15kg/cm²の範囲である場合、第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡は遮断される；ならびに

f) 充電条件または過充電条件下にある場合、および電流遮断デバイスの第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡が遮断されている場合、第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を遮断し、それにより、第一の端子と第一の電極間または第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を遮断する絶縁部を含み、

該充電器が該セルの第一の端子または第二の端子と電氣的に連絡している、
電池パック。

10

【請求項27】

絶縁部が、

i) 電極アセンブリとセルケース間の非多孔質非導電性障壁；および/または

ii) 電池を充電する充電器から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流の流れを遮断する電気絶縁部

である、請求項26記載の電池パック。

【請求項28】

絶縁部が、電池を充電する充電器から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流の流れを遮断する電気絶縁部である、請求項27記載の電池パック。

20

【請求項29】

電気絶縁部が温度ヒューズである、請求項28記載の電池パック。

【請求項30】

温度ヒューズが、i) セルケースの外表面の一部分に、もしくは該一部分の上部に、またはii) 充電器からの電流の流れを受ける端子の一方にある、請求項29記載の電池パック。

【請求項31】

絶縁部が電極アセンブリとセルケース間の非多孔質非導電性障壁である、請求項26記載の電池パック。

【請求項32】

30

非多孔質非導電性障壁が、非多孔質非導電性のコーティング、テープ、ラップ、スリーブまたはバッグである、請求項31記載の電池パック。

【請求項33】

非多孔質非導電性障壁が非多孔質非導電性コーティングであり、非多孔質非導電性コーティングによりセルケースの内表面の少なくとも一部分がコーティングされている、請求項32記載の電池パック。

【請求項34】

非多孔質非導電性コーティングがAl₂O₃および/またはSiO₂を含む、請求項33記載の電池パック。

【請求項35】

40

非多孔質非導電性コーティングがAl₂O₃を含む、請求項34記載の電池パック。

【請求項36】

Al₂O₃コーティングが約5ミクロン～約50ミクロンの範囲の厚さを有する、請求項35記載の電池パック。

【請求項37】

Al₂O₃コーティングが約5ミクロン～約15ミクロンの範囲の厚さを有する。請求項36記載の電池パック。

【請求項38】

非多孔質非導電性コーティングにより、さらに、セルケースの外表面の少なくとも一部分がコーティングされている、請求項34記載の電池パック。

50

【請求項 39】

さらにセルケースを覆う蓋を含み、セルケースの外表面の非多孔質非導電性コーティングでコーティングされた部分が、該蓋と接触する部分以外である、請求項 38 記載の電池パック。

【請求項 40】

蓋の少なくとも一部分が第二の端子と電氣的に連絡している、請求項 39 記載の電池パック。

【請求項 41】

非多孔質非導電性障壁が非多孔質非導電性のテープまたはラップである、請求項 32 記載の電池パック。

10

【請求項 42】

電極アセンブリがゼリーロールの形態である、請求項 41 記載の電池パック。

【請求項 43】

非多孔質非導電性のテープまたはラップが、ゼリーロールの末端から延在し、ゼリーロールの外壁を覆っている、請求項 42 記載の電池パック。

【請求項 44】

非多孔質非導電性障壁が、電極アセンブリを収容する非多孔質非導電性スリーブまたはバッグである、請求項 32 記載の電池パック。

【請求項 45】

セルケースを覆う蓋をさらに含み、該蓋が導電性材料製である、請求項 26 記載の電池パック。

20

【請求項 46】

導電性材料が金属である、請求項 45 記載の電池パック。

【請求項 47】

セルケースおよび蓋が、アルミニウムを含む金属製である、請求項 46 記載の電池パック。

【請求項 48】

電流遮断デバイスが第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している、請求項 26 ~ 47 いずれか記載の電池パック。

【請求項 49】

蓋が第二の端子と電氣的に連絡している、請求項 48 記載の電池パック。

30

【請求項 50】

電流遮断デバイスが該蓋に存在している、請求項 49 記載の電池パック。

【請求項 51】

充電条件または過充電条件下で電池パックの少なくとも1つのセルの内圧の上昇を最小限にする方法であって、

a) 電池パックの少なくとも1つのセルを、該セルの第一の端子または第二の端子と電氣的に連絡している電池パックの充電器で充電する工程、第一および第二の端子は、それぞれ、該セルの電極アセンブリの第一の電極および第二の電極と電氣的に連絡している；

b) 該セルの第一の端子と第一の電極間または該セルの第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を、互いに電氣的に連絡している第一の導電性構成要素および第二の導電性構成要素を含む電流遮断デバイスによって、該構成要素間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ~ 約 $15\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に遮断する工程；ならびに

40

c) 第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を絶縁部により遮断する工程を含む方法。

【請求項 52】

絶縁部が、

i) 電極アセンブリとセルケース間の非多孔質非導電性障壁；および

ii) 電池を充電する充電器から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流の流れ

50

を遮断する電気絶縁部

の少なくとも1つである、請求項5 1記載の方法。

【請求項5 3】

絶縁部を電池の一構成要素として形成する工程を含む電池の形成方法であって、

電池が、さらに、電池の第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している電流遮断デバイスを含み、電流遮断デバイスが、互いに電氣的に連絡している第一の導電性構成要素および第二の導電性構成要素を含み、第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡が、該2つの構成要素間のゲージ圧が約4kg/cm²～約15kg/cm²の範囲である場合に遮断され、

絶縁部は、充電条件または過充電条件下にある場合、および電流遮断デバイスの第一の構成要素と第二の構成要素間の電氣的連絡が遮断されている場合、電池の第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を遮断し、それにより、第一の端子と第一の電極間または第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を遮断する方法。

10

【請求項5 4】

絶縁部が、

i) 電極アセンブリとセルケース間の非多孔質非導電性障壁；および

ii) 電池を充電する充電器から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流の流れを遮断する電気絶縁部

20

の少なくとも1つである、請求項5 3記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本願は、2008年4月24日に出願された米国特許仮出願第61/125,327号の恩典を主張する。上記出願の全教示は、参照により本明細書に援用される。

【背景技術】

【0002】

30

(発明の背景)

リチウムイオン充電電池などの充電式の電池は、携帯電話、携帯用コンピューター、カムコーダー、デジタルカメラ、PDA等の電池電源携帯用電子デバイスの電源として広く使用されている。かかる携帯用電子デバイス用の典型的なリチウムイオン電池パックには並列および直列に配置された複数のセルが使用されている。例えば、リチウムイオン電池パックは、それぞれのブロックが並列に接続された1つ以上のセルを含む、直列に接続されたいくつかのブロックを含み得る。典型的に、それぞれのブロックは、ブロックの電圧レベルをモニターする電子制御装置を有する。理想的な配列では、電池パックに含まれるそれぞれのセルは同一である。しかしながら、セルが古くなりサイクル数が多くなった場合、セルは最初の理想的な状態から外れるようになり、均衡の取れていないセルパック（例えば、同一でない容量、インピーダンス、放電および充電速度）が生じる。セル間のこの不均衡は、充電電池の通常の作動時に過充電または過放電を引き起こし、爆発などの安全性の心配事（すなわち、急激なガスの放出および発火の可能性）を課すことがある。様々な種類の安全手段が立案および使用されているが、爆発などの電池に関する不幸な事故が当該技術分野において報告されている。

40

【0003】

従って、安全性が向上した新規な電池を開発する必要がある。

【発明の概要】

【0004】

(発明の概要)

50

一態様において、本発明は、セルケース；第一の端子；セルケースと電氣的に連絡して、第一の端子から電氣的に絶縁された第二の端子；セルケース中の電極アセンブリ；第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡した電流遮断デバイス；ならびに第一の電極と第二の端子の間または第二の電極と第一の端子の間の潜在的な電気化学的連絡を遮断する絶縁体を備える電池に関する。該電極アセンブリは、第一の端子と電氣的に連絡した第一の電極；第二の端子と電氣的に連絡した第二の電極；および第一の電極と第二の電極の間の電解液を含む。該電流遮断デバイスは、互いに電氣的に連絡した第一の導電構成要素および第二の導電構成要素を含み、ここで第一の導電構成要素と第二の導電構成要素の間の電氣的連絡は、該二つの構成要素間のゲージ圧が約 $4\text{kg/cm}^2 \sim \text{約}15\text{kg/cm}^2$ の範囲である場合に遮断される。該絶縁体は、充電または過充電状態下にある場合、および電流遮断デバイスの第一および第二の導電構成要素間の電氣的連絡が遮断されている場合、第一の電極と第二の端子の間または第二の電極と第一の端子の間の潜在的な電気化学的連絡が遮断され、それにより第一の端子と第一の電極の間または第二の端子と第二の電極の間の電氣的連絡が遮断される。

10

【0005】

別の態様において、本発明は、少なくとも1つのセルおよびセルを充電する少なくとも1つの充電装置を備える電池パックに関する。それぞれのセルは、セルケース；第一の端子；セルケースと電氣的に連絡し、第一の端子と電氣的に絶縁された第二の端子；セルケース中の電極アセンブリ；第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡した電流遮断デバイス；ならびに第一の電極と第二の端子の間または第二の電極と第一の端子の間の潜在的な電気化学的連絡を遮断する絶縁体を含む。電極アセンブリ、電流遮断デバイスおよび絶縁体の特徴は、それぞれ独立して、本発明の電池について上述されるとおりである。充電装置はセルの第一の端子または第二の端子と電氣的に連絡している。

20

【0006】

さらに別の態様において、本発明は、充電または過充電状態下の電池パックの少なくとも1つのセルの内圧の増加を最小限にする方法に関する。該方法は、a) セルの第一の端子または第二の端子と電氣的に連絡した電池パックの充電装置で電池パックの少なくとも1つのセルを充電する工程、第一および第二の端子は電極アセンブリの第一および第二の電極とそれぞれ電氣的に連絡している；b) セルの第一の端子と第一の電極の間またはセルの第二の端子と第二の電極の間の電氣的連絡を、電流遮断デバイスにより遮断する工程；c) および第一の電極と第二の端子の間または第二の電極と第一の端子の間の潜在的な電気化学的連絡を絶縁体で遮断する工程を含む。該電流遮断デバイスは、互いに電氣的に連絡した第一の導電構成要素および第二の導電構成要素を含む。電流遮断デバイスの第一および第二の構成要素の間のゲージ圧が約 $4\text{kg/cm}^2 \sim \text{約}15\text{kg/cm}^2$ になる場合、セルの第一の端子と第一の電極の間またはセルの第二の端子と第二の電極の間の電氣的連絡の遮断が起こる。

30

【0007】

さらに別の態様において、本発明は、電池の構成要素として絶縁体を作製する工程を含む、電池の作製方法に関する。該電池はさらに、電池の第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している電流遮断デバイスを含み、ここで該電流遮断デバイスは互いに電氣的に連絡した第一の導電構成要素および第二の導電構成要素を含み、第一および第二の導電構成要素の間の電氣的連絡は、導電構成要素間のゲージ圧が約 $4\text{kg/cm}^2 \sim \text{約}15\text{kg/cm}^2$ の範囲にある場合に遮断される。該絶縁体は、充電または過充電状態下にある場合、および電流遮断デバイスの第一および第二の構成要素の間の電氣的連絡が遮断される場合、電池の第一の電極と第二の端子の間または第二の電極と第一の端子の間の潜在的な電気化学的連絡が遮断されて、それにより第一の端子と第一の電極の間または第二の端子と第二の電極の間の電氣的連絡が遮断される。

40

【0008】

一般的に、リチウムイオンセル（または電池）が過充電誤用状態にある場合、セルの内

50

圧が約4kg/cm²～約15kg/cm²などの所定の作動圧に達した後、電流遮断デバイス(CID)が作動する。典型的に、CIDは2つの導電構成要素(例えばプレート)を含み、一方はセル(または電池)の外部端子に接続され、他方はセル内部の2つの電極の1つに接続される。CIDが作動すると、外部端子と内部電極の間の電氣的接続が遮断される。しかしながら、CIDの作動後であっても、セルがセルを充電した充電装置に接続している場合は、依然としてセル中に電流が流れる。特定の理論に拘束されないが、セルの電解液を介して、(外部セル端子に接続している)CIDの導電構成要素と(CIDの他方の導電構成要素に接続している)セルの負電極または正電極の間に電流路(flow)がもたらされ得ると考えられる。かかる電流路は、電解液の変質を引き起こし、CIDの作動後であっても内部セル圧を連続的に増加させ、セルの爆発を引き起こすことがある。

10

【0009】

本発明により、上述の第一の電極と第二の端子の間または第二の電極と第一の端子の間の潜在的な電氣化学的経路は、充電または過充電状態下にある場合、およびCIDが作動する場合に遮断されて、それにより第一の端子と第一の電極の間または第二の端子と第二の電極の間の電氣的な連絡が遮断される。従って、本発明は、電池の内圧がCID作動後に増加し続けないように、電池または複数の電池(またはセル)を含む電池パックに改善された安全性をもたらす。

【0010】

本発明の電池および電池パックは、携帯用コンピューター、電源ツール、おもちゃ、携帯電話、カムコーダー、PDA等の携帯用電源デバイスに使用することができる。電池を使用した携帯用電子デバイスにおいて、一般的に、その充電装置は4.20Vの充電圧用に設計されている。従って、本発明の電池および電池パックは、これらの携帯用電子デバイスに特に有用である。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、本発明の柱状電池の模式図である。

【図2】図2Aは、図1の柱状電池の上面図を示す。図2Bは、図1の柱状電池のフタの側面図を示す。

【図3】図3は、本発明の円筒形電池の模式図を示す。

【図4】図4は、本発明において、本発明の電池パック内に一緒に配置した場合、本発明の個々のセルがどのように好ましく接続されるかを示す模式的な回路である。

30

【図5】図5は、温度ヒューズを使用する本発明の電池の一態様を示す。

【図6】図6は、温度ヒューズを使用する本発明の電池の別の態様を示す。

【図7】図7は、非多孔非導電性のラップまたはテープを使用する本発明の電池の一態様を示す。

【図8】図8Aは、非多孔非導電性コーティングを使用する本発明の電池の一態様を示す。図8Bは、非多孔非導電性コーティングを使用する本発明の電池の別の態様を示す。

【図9】図9は、非多孔非導電性のスリーブを使用する本発明の電池の一態様を示す。

【図10】図10は、非多孔非導電性バッグを使用する本発明の電池の一態様を示す。

【発明を実施するための形態】

40

【0012】

(発明の詳細な説明)

前述のことは、同様の参照記号が異なる図面を通して同じ部分を参照する添付の図面に示す以下の本発明の例示的態様のより具体的な記載から明らかとなろう。図面は必ずしも共通の尺度ではなく、本発明の態様の例示を強調する。

【0013】

本明細書で使用する場合、本発明の電池の「端子」は、外部の電子回路が接続される電池の部分または表面を意味する。

【0014】

通常、本発明の電池は、第一の電極と電氣的に連絡している第一の端子、および第二の

50

電極と電氣的に連絡している第二の端子を含む。第一の電極および第二の電極は、セルケース内に、例えば「ゼリーロール」形態で含まれる。第一の端子は、電池の正電極と電氣的に連絡している正端子、または電池の負電極に電氣的に連絡している負端子のいずれかであり得、第二の端子についてはその逆である。一態様において、第一の端子は電池の負電極と電氣的に連絡している負端子であり、第二の端子は電池の正電極と電氣的に連絡している正端子である。

【0015】

本明細書で使用する場合、句「電氣的に接続された」または「電氣的に連絡している」または「電氣的に接触した」は、電解液を介した Li^+ などのイオンの流れを含む電気化学的な連絡とは対照的に、特定の部分が導電体を介した電子の流れにより、互いに連絡していることを意味する。

10

【0016】

本明細書で使用する場合、句「電氣的に連絡している」は、電解液媒体を介した特定の部分の間の連絡を意味し、 Li^+ などのイオンの流れを伴う。

【0017】

本発明に使用可能なCIDは、例えば約 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $15\text{kg}/\text{cm}^2$ （例えば、約 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 、約 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ 、約 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ または約 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ ）の範囲の内部ゲージ圧で作動する。本明細書で使用する場合、CIDの「作動」は、CIDを介した電子デバイスの電流路が遮断されることを意味する。具体的な態様において、本発明のCIDは、（例えば溶接、圧着、鉚留め等により）互いに電氣的に連絡している第一の導電構成要素および第二の導電構成要素を含む。このCIDにおいて、CIDの「作動」は、第一および第二の導電構成要素の間の電氣的連絡が遮断されることを意味する。CIDの第一および第二の構成要素は、プレートまたはディスクなどの任意の適切な形態であり得る。

20

【0018】

いくつかの態様において、CIDの第一の導電構成要素は、第二の導電構成要素と電氣的に連絡し、電池のセルケースと電氣的および圧力的に（すなわち、ガスなどの流体）連絡している。具体的な態様において、第一の導電構成要素は、円錐またはドーム状の部分を含む。別の具体的な態様において、円錐またはドーム状部分の上部（またはキャップ）の少なくとも一部は実質的に平坦である。さらに別の具体的な態様において、CIDの第一および第二の導電構成要素は、実質的に平坦なキャップの一部で互いに直接的に接触している。さらに別の具体的な態様において、第一の導電構成要素は、2007年6月22日に出願された米国特許仮出願第60/936,825号（その全教示は参照により本明細書中に援用される）に記載されるように、実質的に平坦なキャップを有する錐台を含む。

30

【0019】

本発明で使用可能なCIDの具体的な一態様を図1に示す。図2Aおよび2Bに、それぞれ図1の電池10のフタの上面図および断面図を示す。図1に示すように、電池10は、第一の電極12および第二の電極14を含む。第一の電極12は、第一の電極12の近位にある第一の構成要素18、および第一の電極12の遠位にある第二の構成要素20を含むフィードスルーデバイス16に電氣的に接続される。フィードスルーデバイス16は、導電層26をさらに含み得る電極12、14を、セルケース22およびフタ24を含む電池缶21の内部、つまりセルケース22およびフタ24で規定された内部空間27に設置する。電池10のセルケース22およびフタ24は互いに電氣的に連絡される。

40

【0020】

CID 28は、（例えば、溶接、圧着、鉚留め等により）互いに電氣的に連絡している第一の導電構成要素30および第二の導電構成要素32を含む。第二の導電構成要素32は、第二の電極14と電氣的に連絡し、第一の導電構成要素30は、電池缶21、例えばフタ24と電氣的に接触している。電池缶21、すなわちセルケース22およびフタ24は、電池10の第一の端子（例えば、導電層26）から電氣的に遮断され、電池缶21の少なくとも一部は、電池10の第二の端子の少なくとも一構成要素であるか、または第二の端子と電氣的に接続している。具体的な一態様において、フタ24またはセルケース22の底部は電池10の第二の端子として機

50

能し、導電層26は電池10の第一の端子として機能する。

【0021】

CID 28はさらに、第一の導電構成要素30と第二の導電構成要素32の少なくとも一部の間に絶縁体34（例えば、絶縁層または絶縁ガasket）を含み得る。

【0022】

具体的な一態様において、CID 28の第二の導電構成要素32および絶縁体34の少なくとも一方は、電池10内部のガスが第一の導電構成要素30と流体により連絡する少なくとも1つの孔（例えば、図1の孔36または38）を含む。

【0023】

別の具体的な態様において、CID 28はさらに、第一の導電構成要素30上に配置され、第一の導電構成要素30が電池の外気と流体により連絡する少なくとも1つの孔42が設けられた端構成要素（例えばプレート）40を含む。端構成要素40（例えば、プレートまたはディスク）は、図1に示されるように電池缶21の一部であり得、端構成要素40は、電池缶21のフタ24の一部である。あるいは、端構成要素40は、電池缶21とは別個の構成要素であり得、例えば電池缶21のフタ24の上、下またはフタ24に配置され得る。

【0024】

図3に、本発明で使用可能なCIDアセンブリの別の態様を示す。図3に示すように、電池50は、CID 28、セルケース22およびフタ24を含む電池缶21、第一の電極12ならびに第二の電極14を含む。第一の電極12は、電池の第一の端子（例えば導電構成要素58）と電氣的に連絡しており、第二の電極14は電池の第二の端子（例えば、フタ24）と電氣的に連絡している。セルケース22およびフタ24は互いに電氣的に接触している。第一の電極12のタブ（図3には示さず）は、フィードスルーデバイス52の導電性の第一の構成要素54と（例えば、溶接、圧着、鋸留め等により）電氣的に接続している。第二の電極14のタブ（図3には示さず）は、CID 28の第二の導電構成要素32と（例えば、溶接、圧着、鋸留め等により）電氣的に接続している。フィードスルーデバイス52は、導電性である第一の導電構成要素54、絶縁体56、および電池50の第一の端子であり得る第二の導電構成要素58を含む。

【0025】

電池50において、電池缶21、すなわちセルケース22およびフタ24は、電池50の第一の端子（例えば、導電構成要素58）から電氣的に絶縁され、電池缶21の少なくとも一部は、電池50の第二の端子の少なくとも構成要素であるか、または第二の端子と電氣的に接続している。具体的な一態様において、フタ24またはセルケース22の底部の少なくとも一部は、電池50の第二の端子として機能し、導電構成要素58は電池50の第一の端子として機能する。

【0026】

図1～3に、CID 28が第二の電極14と電氣的に連絡するCIDアセンブリを示すが、CID 28などのCIDが第一の電極12と電氣的に連絡するCIDアセンブリも本発明に使用することができる。

【0027】

図4は、個々のセルまたは電池（例えば、図1の電池10または図3の電池50）が電池パック中にどのように一緒に配置されるかを示す本発明の模式的回路である。充電装置70はセル1、2および3を充電するために使用される。

【0028】

一般的に、電池が過充電誤用状態にある場合、セル内圧が所定の作動圧に達した後でCID 28などのCIDが作動する。例えば、CID 28において、第二の導電構成要素32は、電池内ゲージ圧が所定の値、例えば約4kg/cm²～約15kg/cm²よりも高くなる場合、第一の導電構成要素30から分離され（例えば、変形または離される）、それにより第二の電極14と電池缶21（第二の端子の少なくとも構成要素であるか、または第二の端子と電氣的に接続するものの少なくとも一部）の間の電流路が遮断される。従って、CIDの作動後、通常は、外部端子と内部電極の間の電氣的接続が遮断される。しかしながら、CIDの作動後であっても、特にセルがセルを充電した充電装置（例えば、図4の充電装置70）と接続している場

合は、電流は依然としてセル内を流れ得る。CIDの作動後であっても、かかるセル内の電流路は、例えば、電池の電解液を介したセルケース22またはフタ24（第二の端子の少なくとも構成要素であるかまたは第二の端子に電氣的に接続されるものの少なくとも一部）と第一の電極12の間の潜在的な電気化学的連絡によって引き起こされ得る。かかる電流路は電解液の分解を引き起こし得、CID作動後であってもセル内圧の継続的な増加に寄与する。

【0029】

さらなる安全手段として、本発明では、CID（例えば、CID 28）の他に、第一の電極（例えば、第一の電極12）と第二の端子（例えば、フタ24）の間、または第二の電極（例えば、第二の電極14）と第一の端子（例えば、図1の構成要素26または図3の構成要素58）の間の潜在的な電気化学的連絡を遮断する絶縁体が使用される。該絶縁体は、充電または過充電状態下にある場合（例えば、図4参照）、ならびに電流遮断デバイスの第一および第二の導電構成要素の間の電氣的連絡が遮断される場合、第一の電極と第二の端子の間または第二の電極と第一の端子の間の潜在的な電気化学的連絡が遮断され、それにより第一の端子と第一の電極の間または第二の端子と第二の電極の間の電氣的連絡が遮断される。

10

【0030】

一態様において、絶縁体は、電池を充電する充電装置（例えば、図4の充電装置70）から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流路を遮断する電気絶縁体である。具体的な一態様において、該電気絶縁体は当該技術分野において公知の温度ヒューズである。図5に示すように、温度ヒューズ80は、電極アセンブリ84を保持するセルケース22の外表面にあり得るかその一部分の上にあり得る。あるいは、図6に示すように、温度ヒューズ80は、充電装置70からの電流路を受ける端子の1つ（図6には示さず）にあり得る。

20

【0031】

別の態様において、該絶縁体は、電極アセンブリ（例えば、ゼリーロール）（第一の電極（例えば、第一の電極12）、第二の電極（例えば、第二の電極14）および電解液を含む）と電極アセンブリを保持するセルケース（例えば、セルケース22）の間の非多孔、導電性障壁である。本明細書で使用する場合、用語「非多孔」は、電池産業において使用されていた従来のセパレータよりも、例えば少なくとも約5%、約10%、約30%または約50%、孔が少ないことを意味する。具体的な態様において、本発明に使用される「非多孔」障壁は、正電極と負電極の間のイオン輸送を可能にするセパレータとは対照的に、実質的にイオン輸送（例えば、 Li^+ ）を遮る。本明細書で使用する場合、用語「非導電性」は、導電性を実質的に遮ることを意味する。本発明に使用される「非多孔」「非導電性」障壁は、実質的にイオン（例えば、 Li^+ ）および電子の輸送を遮る。本発明に使用可能な非多孔非導電性障壁の例としては、非多孔非導電性のコーティング、テープ、ラップ、スリーブおよびバッグが挙げられる。

30

【0032】

具体的な一態様において、非多孔非導電性ラップまたはテープを本発明に使用する。図7には、電極アセンブリ84とセルケース22（図7には示さず）の間のかかる非多孔非導電性ラップまたはテープ90の具体的な一態様を示す。図7において、非多孔非導電性のラップまたはテープ90は、負電極および正電極ならびにセパレータを含む活物質83の端に配置される。活物質83をらせん状に巻いて、当該技術分野において一般的に公知な「ゼリーロール」などの電極アセンブリ84を作製する。非多孔非導電性ラップまたはテープ90は、電極アセンブリ84の端から伸び、電極アセンブリの外壁を包み、電極アセンブリ84（例えば、ゼリーロール）およびセルケース22（図7には示さず）の間に非多孔非導電性障壁が設けられる。

40

【0033】

さらに別の具体的な態様において、絶縁体は、非多孔非導電性コーティングである。図8Aに示すように、非多孔非導電性コーティング92は、セルケース22の内表面93の少なくとも一部を覆う（例えば、陽極酸化セルケースを形成する）。より具体的な態様において、非多孔非導電性コーティング92はセルケース22の内表面93の実質的に全体を覆う。本明細

50

書で使用する場合、句「内表面の実質的に全体」は、内表面93の全体の少なくとも約90%を意味する。当該技術分野で公知の任意の適切な非多孔非導電性コーティングを本発明に使用できる。適当な例としては、 Al_2O_3 および/または SiO_2 コーティングが挙げられる。典型的な例としては、 Al_2O_3 が挙げられる。非多孔非導電性コーティングは、当該技術分野で公知の任意の適切な方法、例えば化学蒸着、スパッタリング等により作製できる。非多孔非導電性コーティングは、典型的に、約5ミクロン～約50ミクロン、例えば約5ミクロン～約20ミクロンまたは約5ミクロン～約15ミクロン（例えば、約10ミクロン）の範囲の厚さを有する。

【0034】

任意に、非多孔非導電性コーティング92はさらに、セルケース22の外表面の少なくとも一部を覆い得る。一具体例において、図8Bに示すように、セルケース22の外表面95のコーティング部分94は、フタ24と接触する、セルケース22の外表面95の部分96以外である。具体的な態様において、セルケース22の外表面95のコーティング部分94は、フタ24が、例えば溶接により接触するセルケース22の端領域以外である。さらに具体的な態様において、セルケース22は、その形成プロセス時の、例えば最終的なセルケース22の前の予備形成セルケース段階で、非多孔非導電性コーティング92（例えば、 Al_2O_3 コーティング）で覆われる。別のさらに具体的な態様において、非多孔非導電性コーティング92（例えば、 Al_2O_3 コーティング）で覆われた予備形成セルケースの端は、セルケース22の形成の最終段階で新たに切断され、非導電性コーティング92で覆われない端を生じる。あるいは、当該技術分野で公知のマスクを使用して、例えばかかる選択的コーティングを作製することができる。

10

20

【0035】

さらに別の具体的な態様において、非多孔非導電性スリーブまたはバッグを本発明に使用する。図9に、電極アセンブリ84とセルケース22の間に絶縁体を設けるための非多孔非導電性スリーブ94を示す。図10には、電極アセンブリ84とセルケース22の間に絶縁体を設けるための非多孔非導電性バッグ96を示す。

【0036】

90、94および96などの非多孔非導電性障壁について、当該技術分野に公知の任意の適切な、非多孔非導電性物質を本発明に使用できる。適切な非多孔非導電性物質の共通の具体例としてはポリプロピレンが挙げられる。

30

【0037】

図1～3を再度参照すると、用語「フィードスルー」には、セルケース22およびフタ24で規定された内部空間の電極12と、内部空間で規定されたものの外側の電池の構成要素を接続する任意の物質またはデバイスが含まれる。具体的な一態様において、フィードスルーデバイス16または52は、フタ24に設けられた通過孔を通して伸びる。フィードスルーデバイス16または52はまた、屈折、ねじれおよび/または折りたたみなどの変形なくフタ24を通過し得、セル容量を増加し得る。当該技術分野に公知の任意の他の適切な手段を本発明に使用して、電極12と電池缶21の外部の電池の構成要素、例えば電池の端子を接続することができる。一般的に、フィードスルーデバイス16および52は、例えば絶縁ガスカート（図1～2Bには示さず、図3の絶縁体56）により電池缶21、例えばフタ24から電氣的に絶縁される。絶縁ガスカートは、ポリプロピレン、ポリビニルフルオリド（PVF）等の適切な絶縁材料で作製される。フィードスルーデバイス16の構成要素18、20および26ならびにフィードスルーデバイス52の構成要素54および58は、当該技術分野に公知の任意の適切な導電性材料、例えばニッケルで作製できる。

40

【0038】

図1および3を再度参照すると、具体的な態様において、第一の導電構成要素30が第二の導電構成要素32から隔離すると、第一の導電構成要素30中に破断は生じないので、電池10または50内部のガスは、第一の導電構成要素30を通して外に漏れない。内圧が高く維持され、通気手段56の活性化のための所定値に達する場合、ガスは、1つ以上の通気手段56（例えば、セルケース22のセルの壁もしくは底部、または第一の導電構成要素30）を通して

50

電池10または50から排気され得る。いくつかの態様において、通気手段56の活性化のための所定のゲージ圧値（例えば、約10kg/cm²～約20kg/cm²）は、CID 28の活性化のための値（例えば、約5kg/cm²～約10kg/cm²）よりも高い。この特性は、正常に作動している隣接する電池（またはセル）を損傷し得る早期のガス漏れを防ぐことに役立つ。そのために、本発明の電池パック中の複数のセルの1つが損傷した場合、他の正常なセルは損傷しない。CID 28の活性化および通気手段56の活性化に適切なゲージ圧値または下位範囲は、選択された圧力値と下位範囲が重ならないように、規定のゲージ圧範囲から選択されることに注意されたい。好ましくは、CID 28の活性化、ならびに通気手段56の活性化のゲージ圧の値または範囲は、少なくとも約2kg/cm²圧力差、より好ましくは少なくとも約4kg/cm²、さらにより好ましくは少なくとも約6kg/cm²、例えば約7kg/cm²で異なる。

10

【0039】

CID 28の第一の導電構成要素30、第二の導電構成要素32および端構成要素40は、電池の技術分野において公知の任意の適切な導電性材料から作製することができる。適切な材料の例としては、アルミニウム、ニッケルおよび銅、好ましくはアルミニウムが挙げられる。具体的な一態様において、電池缶21（例えば、セルケース22およびフタ24）、第一の導電構成要素30および第二の導電構成要素32は、実質的に同じ材料で作製される。本明細書で使用する場合、用語「実質的に同じ材料」は、所定の電圧、例えば電池の作動電圧で、実質的に同じ化学的および電気化学的安定性を有する金属を意味する。より好ましくは、電池缶21、第一の導電構成要素30および第二の導電構成要素32は同じ金属、例えばアルミニウム（例えば、アルミニウム3003シリーズ、例えばアルミニウム3003 H-14シリーズおよび/またはアルミニウム3003 H-0シリーズ）で作製される。

20

【0040】

CID 28は当該技術分野、例えばWO 2008/002487および米国特許仮出願第60/936,825号（両方の全教示は参照により本明細書に援用される）で公知の任意の適切な方法で作製できる。CID 28の電池缶21への接着は、当該技術分野に公知の任意の適切な手段によりなされ得る。具体的な態様において、CID 28は溶接により電池缶21に接着され、より好ましくは第一の導電構成要素30を端構成要素40（またはフタ24自体）に溶接して接着する。

【0041】

セルケース22は、本発明のリチウムイオン電池などの電池の所定の電圧で、実質的に、電気的かつ化学的に安定な、任意の適切な導電性材料で作製することができる。セルケース22の適切な材料の例としては、金属材料、例えば、アルミニウム、ニッケル、銅、鉄、ニッケルめっき鉄、ステンレス鋼およびそれらの組合せが挙げられる。具体的な態様において、セルケース22は、アルミニウム製であるかまたはアルミニウムを含む。

30

【0042】

フタ24の適切な材料の例は、セルケース22について列挙されたものと同じである。具体的な態様において、フタ24は、セルケース22と同じ材料で作製される。別の具体的な態様において、セルケース22とフタ24は両方、アルミニウムで作製されるかまたはアルミニウムを含む。

【0043】

フタ24は、当該技術分野に公知の任意の適切な方法（例えば、溶接、圧着等）により、セルケース22を密封し得る。具体的な態様において、フタ24およびセルケース22を互いに溶接する。別の具体的な態様において、溶接して接続されたフタ24とセルケース22は、フタ24とセルケース22の間のゲージ圧が約20kg/cm²より高くなると破断する。

40

【0044】

図1および3を再度参照すると、いくつかの好ましい態様において、セルケース22は、必要な場合に（例えば、内部ゲージ圧が約10kg/cm²～約20kg/cm²、例えば約12kg/cm²～約20kg/cm²または約10kg/cm²～約18kg/cm²の範囲になる場合）、内部気体種を通気するための手段として、少なくとも1つの通気手段56を含む。通常の電池作動条件下で通気手段が密封をもたらすのであれば、任意の適切な種類の通気手段を使用できることが理解されよう。通気手段の種々の適切な例は、その全教示が参照により本明細書に援用される、2005年

50

9月16日に出願された米国特許仮出願第60/717,898号に記載される。

【0045】

通気手段の具体例としては、通気切れ目 (score) が挙げられる。本明細書で使用する場合、用語「切れ目」とは、セルの圧力および任意の内部セル構成要素が所定内圧で放出されるように設計されるセルケース104などのセルケースの(1つ以上の)区画の部分的な切れ目を意味する。好ましくは、通気手段112は通気切れ目であり、より好ましくはユーザー/または隣接するセルから離れて指向的 (directionally) に設置される通気切れ目である。1つより多くの通気切れ目を本発明に用いることができる。いくつかの態様において、パターン通気切れ目をを用いることができる。通気切れ目は、セルケースの形状の作製時に、セルケース物質の主な伸長(または延伸)方向に対して平行、垂直、対角であり得る。深さ、形状および長さ(大きさ)などの通気切れ目の特性も考慮される。

10

【0046】

本発明の電池は、第一の端子または第二の端子のいずれかと電氣的に連絡する、好ましくは第一の端子と電氣的に連絡する正端子熱係数層 (PTC) をさらに含み得る。適切なPTC物質は当該技術分野に公知のものである。一般的に、適切なPTC物質とは、規定の閾値よりも大きな電流にさらされた場合に、温度の上昇に伴って数桁(例えば、 $10^4 \sim 10^6$ 以上)で導電性が減少する物質である。電流が適当な閾値よりも下がると、通常、PTC物質は実質的に初期電気抵抗に戻る。1つの適当な態様において、PTC物質は少量の多結晶質セラミックの半導体物質、またはPTC物質中に炭素粒状物が埋め込まれたプラスチックもしくはポリマーの切片を含む。PTC物質の温度が臨界点に達すると、半導体物質または炭素粒状物が埋め込まれたプラスチックもしくはポリマーが電流の障壁を形成し、電気抵抗の急激な増加が生じる。電気抵抗が急激に増加する温度は、当該技術分野に公知のようにPTC物質の組成を調整することで変化し得る。PTC物質の「実用温度」とは、PTCが最高電気抵抗～最低電気抵抗のほぼ中間の電気抵抗を示す温度である。好ましくは、本発明で使用されるPTC層の実用温度は、約70 ～ 約150 である。

20

【0047】

具体的なPTC物質の例としては、少量のチタン酸バリウム (BaTiO_3) を含む多結晶セラミックおよびPTC中に埋め込まれた炭素粒状物を含むポリオレフィンが挙げられる。2種類の導電性金属層の間に挟まれたPTC層を含む市販のPTC積層体の例としては、Raychem Co製のLTPおよびLR4シリーズが挙げられる。通常、PTC層は、約50 μm ～ 約300 μm の厚さを有する。

30

【0048】

好ましくは、PTC層は、電池10もしくは50のフタ24または底部の全表面積の少なくとも約25%または少なくとも約50% (例えば、約48%または約56%) の導電性表面を含む。PTC層の導電性表面の全表面積は、電池10もしくは50のフタ24または底の全表面積の少なくとも約56%であり得る。PTC層の導電性表面は電池10または50のフタ24の全表面積の100%までを占めることができる。あるいは、PTC層の導電性表面は電池10もしくは50の底部の全部または一部を占めることができる。

【0049】

PTC層は、電池缶の外部、例えば電池缶のフタ(例えば、図1および3のフタ24)の上に設置され得る。

40

【0050】

具体的な一態様において、PTC層は、第一の導電層と第二の導電層の間にあり、第二の導電層の少なくとも一部は第一の端子の少なくとも構成要素であるかまたは第一の端子と電氣的に接続されている。別の具体的な態様において、第一の導電層は、フィードスルーデバイスと接続している。第一および第二の導電層に挟まれたかかるPTC層の適切な例は、その全教示が参照により本明細書に援用されるWO 2007/149102に記載される。

【0051】

いくつかの具体的な態様において、本発明の電池は、セルケース22およびフタ24を含む電池缶21、電池の第一または第二の電極のいずれかと電氣的に連絡する上述のCID 28など

50

の少なくとも1つのCID、ならびにセルケース22上の少なくとも1つの通気手段56を含む。上述のように、電池缶21は、電池の第一の電極と電氣的に連絡している第一の端子から電氣的に絶縁されている。電池缶21の少なくとも一部は、電池の第二の電極と電氣的に連絡している第二の端子の少なくとも構成要素である。約 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ より高い内部ゲージ圧で溶接したフタがセルケース22から離れるようにフタ24をセルケース22上に溶接する。CIDは、好ましくは溶接により互いに電氣的に連絡した第一の導電構成要素（例えば、第一の導電構成要素30）および第二の導電構成要素（例えば、第二の導電構成要素32）を含む。この電氣的な連絡は、約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 10\text{kg}/\text{cm}^2$ （例えば、約 $5\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 9\text{kg}/\text{cm}^2$ または約 $7\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 9\text{kg}/\text{cm}^2$ ）の内部ゲージ圧で遮断される。例えば、第一および第二の導電構成要素を、所定のゲージ圧で溶接が破断するように、互いに溶接、例えばレーザー溶接する。少なくとも1つの通気手段56は、内部ゲージ圧が約 $10\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 20\text{kg}/\text{cm}^2$ または約 $12\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 20\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲になる場合に内部の気体種を通気するために形成される。上述のように、CID 28の作動に適切なゲージ圧値または下位範囲、および通気手段56の活性化のためのゲージ圧値または下位範囲は、選択された圧力値間または下位範囲間に重複がないように、所定のゲージ圧範囲から選択される。典型的に、CID 28の作動のためおよび通気手段56の活性化のためのゲージ圧の値または範囲は、少なくとも約 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 圧力差、より典型的には少なくとも約 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 、さらにより好ましくは少なくとも約 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 、例えば約 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ で異なる。また、溶接されたフタ24のセルケース22からの破断に適切なゲージ圧値または下位範囲および通気手段56の活性化のための該圧力値または下位範囲は、選択された圧力値間または下位範囲間で重複がないように所定のゲージ圧範囲から選択される。

10

20

【0052】

一般的に、本発明の電池は充電可能である。具体的な態様において、本発明の電池はリチウムイオン充電電池である。

【0053】

特定の態様において、リチウムイオン電池などの本発明の電池は、通常作業条件下で、約 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下の内部ゲージ圧を有する。本発明のかかる電池について、電池缶の密封の前にまず正電極活物質が活性化され得る。

【0054】

本発明の電池（またはセル）は、円筒形（例えば、26650、18650または14500配置）または柱状（積層または巻かれる、例えば183665または103450配置）であり得る。好ましくは、それらは柱状であり、より好ましくは長方形の柱状である。本発明には全ての型の柱状セルケースを使用できるが、部分的に2つの下記の特性のために、長方形セルケースが好ましい。

30

【0055】

183665形状因子などの長円形の利用可能な内部容積は、同じ外部体積の積層を比較した場合、2つの18650セルの容積よりも大きい。電池パック中に集合させた場合、長円形のセルは、電池パックに占有されるより多くの空間を充分に利用する。これにより、現在当業界に見られるものと比較して、セル容量を無駄にすることなく、重要な特性特徴を増大し得る内部セル構成要素を変化させる新規の設計が可能になる。利用可能な容積が大きいので、比較的高いサイクル寿命および高い速度容量を有するより薄い電極を使用することを選択することができる。さらに、長円形の缶は高い柔軟性を有する。例えば、長円形の缶は、円筒形の缶と比較して胴部のより多くの点で曲がり得、充電時にスタック圧が増加するにつれてより低い柔軟性が可能になる。高い柔軟性により、電極の機械的疲労が減少し、高いサイクル寿命が生じる。また、比較的低いスタック圧により、電池のセパレータの孔のつまりが改善され得る。

40

【0056】

柱状の電池と比較して、長円形の電池では、比較的高い安全性を可能にする特に望ましい特徴が利用可能である。長円形によりゼリーロールにぴったりとフィットし、電池に必要な電解液の量が少なくなる。比較的小さい量の電解液により、誤用状況下で使用される反応物質が少なくなり、安全性が向上する。また、電解液の使用量が少なくなるのでコス

50

トが低くなる。断面が長方形になる積層型の電極構造を有する柱状の缶の場合、不必要な電解液を要することなく本質的に完全な容積利用が可能になるが、この種類の缶の設計は困難であるので製造の観点からはコスト高になる。

【0057】

また図4を参照すると、本発明のいくつかの態様において、本発明の複数のリチウムイオン電池（例えば、2～5個のセル）を電池パック内に接続することが可能であり、電池（セル）のそれぞれは互いに直列、並列または直列および並列に接続される。本発明のいくつかの電池パックにおいて、電池間に並列な接続はない。

【0058】

好ましくは、少なくとも1つのセルは、柱状のセルケース、より好ましくは図1に示すような長円形のセルケースを有する。好ましくは、電池パックのセルの容量は通常、約3.0Ah以上、より好ましくは約4.0Ah以上である。セルの内部インピーダンスは好ましくは約50ミリオーム未満、およびより好ましくは30ミリオーム未満である。

【0059】

本発明はまた、上述の充電式リチウムイオン電池などの電池の作製方法を含む。該方法は、電池の一構成要素としての絶縁部を形成する工程を含む。絶縁部の具体的な特徴を含む特徴は、上記のとおりである。

【0060】

本発明のリチウムイオン電池（またはセル）の正電極および負電極ならびに電解液は、当該技術分野に公知の適切な方法により形成することができる。

【0061】

負電極用の適切な負極活物質の例としては、該物質からリチウムがドーブされるかまたはアンドーブされる任意の物質が挙げられる。かかる物質の例としては炭素物質、例えば非グラファイト炭素、人工炭素、人工グラファイト、天然グラファイト、熱分解炭素、ピッチコークス、針状コークスや石油コークスなどのコークス、グラファイト、ガラス質炭素、またはフェノール樹脂、フラン樹脂もしくは同様物を炭化して得られる熱処理有機ポリマー化合物、炭素繊維ならびに活性炭が挙げられる。さらに、負極活物質としては、金属リチウム、リチウム合金およびそれらの合金または化合物が使用可能である。特に、リチウムと合金または化合物を形成し得る金属元素または半導体素子は、限定されないが、ケイ素またはスズなどの第IV族金属元素または半導体素子であり得る。比較的基本的な電位で、リチウムを酸化物からドーブするかまたはアンドーブする酸化鉄、酸化ルテニウム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化チタンおよび酸化スズなどの酸化物ならびに窒素化合物も同様に、負極活物質として使用可能である。特定の態様において、コバルトまたは鉄/ニッケルなどの遷移金属で任意にドーブされた不定形スズが本発明において使用される。

【0062】

正電極用の適切な正極活物質としては、当該技術分野で公知の任意の物質、例えばニッケル酸リチウム、コバルト酸リチウム、かんらん石化合物、マンガン酸スピネル化合物、およびそれらの混合物が挙げられる。適切な正極活物質の種々の例は、それら全ての全教示が参照により本明細書中に援用される、WO 2006/071972、WO 2008/002486、および2008年4月24日に出版された米国特許仮出願第61/125,285号に見ることができる。

【0063】

1つの具体的な態様において、本発明の正電極用の正極活物質は $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$ などのコバルト酸リチウムを含む。より具体的には、本発明には約60～90wt%（例えば、約80wt%）の $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$ などのコバルト酸リチウム、および約40～10wt%（例えば、約20wt%）の $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$ などのマンガン酸スピネルの混合物が使用される。数値 x_1 は0以上、0.3以下である（例えば、0.05 x_1 0.2または0.05 x_1 0.15）。数値 z_1 は3.9以上、4.2以上である。数値 x_8 は0以上、0.2以下である。数値 z_8 は1.9以上、2.1以上である。

【0064】

別の具体的な態様において本発明の正極活物質は、 $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$ などのコバルト酸リ

10

20

30

40

50

チウム、および実験式 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ で表されるマンガン酸スピネルを含む混合物を含む。数値 x_1 および x_2 はそれぞれ独立して 0.01 以上、0.3 以下である。数値 y_1 および y_2 はそれぞれ独立して 0.0 以上、0.3 以下である。数値 z_1 は 3.9 以上、4.2 以下である。A' は、マグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも 1 種類である。より具体的には、コバルト酸リチウムおよびマンガン酸スピネルは、約 0.95 : 0.05 ~ 約 0.6 : 0.4 のコバルト酸リチウム : マンガン酸スピネルの重量比である。あるいは、コバルト酸リチウムおよびマンガン酸スピネルは、約 0.90 : 0.10 ~ 約 0.75 : 0.25 のコバルト酸リチウム : マンガン酸スピネルの重量比である。

【 0 0 6 5 】

さらに別の具体的な態様において、本発明の正極活物質は、100% の $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$ などのコバルト酸リチウムを含む混合物を含む。

【 0 0 6 6 】

また別の特定の態様において、本発明の正極活物質としては、a) コバルト酸リチウム ; b) ニッケル酸リチウム ; c) $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ の実験式で表されるマンガン酸スピネル ; d) $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$ または $\text{Li}_{1+x_9}\text{Mn}_{2-y_9}\text{O}_4$ の実験式で表されるマンガン酸スピネル ; および e) $\text{Li}_{(1-x_{10})}\text{A}''_{x_{10}}\text{MPO}_4$ の実験式で表されるかんらん石型化合物からなる群より選択される少なくとも 1 種類の酸化リチウムが挙げられる。 x_1 、 z_1 、 x_9 および y_9 の値は上記のとおりである。値 x_2 は、0.01 以上 0.3 以下である。 y_1 および y_2 の値は各々独立して、0.0 以上、0.3 以下である。A' は、マグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも 1 種類である。値 x_{10} は、0.05 以上、0.2 以下であるか、または値 x_{10} は、0.0 以上、0.1 以下である。M は、鉄、マンガン、コバルトおよびマグネシウムからなる群の少なくとも 1 種類である。A'' は、ナトリウム、マグネシウム、カルシウム、カリウム、ニッケルおよびニオブからなる群の少なくとも 1 種類である。

【 0 0 6 7 】

本発明において使用され得るニッケル酸リチウムは、Li 原子もしくは Ni 原子のどちらか、または両方の少なくとも 1 種類のモディファイア (modifier) を含む。本明細書に用いられる場合、「モディファイア」とは、 LiNiO_2 の結晶構造において、Li 原子もしくは Ni 原子の位置、または双方を占める置換原子を意味する。一態様において、ニッケル酸リチウムは、Li 原子のモディファイアまたは Li 原子についての置換 (「Li モディファイア」) のみを含む。別の態様において、ニッケル酸リチウムは、Ni 原子のモディファイアまたは Ni 原子についての置換 (「Ni モディファイア」) のみを含む。さらに別の態様において、ニッケル酸リチウムは、Li および Ni モディファイアの両方を含む。Li モディファイアの例としては、バリウム (Ba)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca) およびストロンチウム (Sr) が挙げられる。Ni モディファイアの例としては、Li に対するモディファイア、さらにアルミニウム (Al)、マンガン (Mn) およびホウ素 (B) が挙げられる。Ni モディファイアの他の例としては、コバルト (Co) およびチタン (Ti) が挙げられる。好ましくは、ニッケル酸リチウムは、 LiCoO_2 で被覆されている。被覆は、例えば、傾斜 (gradient) 被覆またはスポットワイズ (spot-wise) 被覆であり得る。

【 0 0 6 8 】

本発明において使用され得るニッケル酸リチウムの 1 つの特定の型は、 $\text{Li}_{x_3}\text{Ni}_{1-z_3}\text{M}'_{z_3}\text{O}_2$ (式中、 $0.05 < x_3 < 1.2$ および $0 < z_3 < 0.5$ 、ならびに M' は、Co、Mn、Al、B、Ti、Mg、Ca および Sr からなる群より選択される 1 つ以上の元素である) の実験式で表される。好ましくは、M' は、Mn、Al、B、Ti、Mg、Ca および Sr からなる群より選択される 1 つ以上の元素である。

【 0 0 6 9 】

本発明において使用され得るニッケル酸リチウムの別の特定の型は、 $\text{Li}_{x_4}\text{A}^*_{x_5}\text{Ni}_{(1-y_4-z_4)}\text{Co}_{y_4}\text{Q}_{z_4}\text{O}_a$ (式中、 x_4 は約 0.1 以上約 1.3 以下である ; x_5 は 0.0 以上約 0.2 以下である ; y_4 は 0.0 以上約 0.2 以下である ; z_4 は 0.0 以上約 0.2 以下である ; a は約 1.5 より大きく約 2.1 未満である ; A* は、バリウム (Ba)、マグネシウム (Mg) およびカルシウム (Ca) からなる群の少なくとも 1 種類である ; ならびに Q は、アルミニウム (Al)、マンガン (Mn) およびホウ素 (B)

からなる群の少なくとも1種類である)の実験式で表される。好ましくは、 y_4 は0より大きい。好ましい一態様において、 x_5 は0と等しく、 z_4 は0.0より大きく約0.2以下である。別の態様において、 z_4 は0と等しく、 x_5 は0.0より大きく約0.2以下である。さらに別の態様において、 x_5 および z_4 は各々独立して、0.0より大きく約0.2以下である。さらに別の態様において、 x_5 、 y_4 および z_4 は各々独立して、0.0より大きく約0.2以下である。 x_5 、 y_4 および z_4 が各々独立して、0.0より大きく約0.2以下であるニッケル酸リチウムの種々の例は、米国特許第6,855,461号および6,921,609号(その全教示は、参照により本明細書に援用される)に見られ得る。

【0070】

ニッケル酸リチウムの具体例は、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ である。好ましい具体例は、 LiCoO_2 被覆 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ である。スポットワイズ被覆した正極では、 LiCoO_2 がニッケル酸塩コア粒子を十分に被覆しない。 LiCoO_2 で被覆された $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ の組成は、組成において、 $\text{Ni}:\text{Co}:\text{Al}$ 間の0.8:0.15:0.05重量比から自然に少し外れる。偏差は、 Ni でおよそ10~15%、 Co で5~10%、および Al で2~4%であり得る。ニッケル酸リチウムの別の具体例は、 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ である。好ましい具体例は、 LiCoO_2 被覆 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ である。 LiCoO_2 で被覆された $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ の組成は、組成において、 $\text{Mg}:\text{Ni}:\text{Co}$ 間の0.03:0.9:0.1重量比から少し外れ得る。偏差は、 Mg でおよそ2~4%、 Ni で10~15%、および Co で5~10%であり得る。本発明において使用され得る別の好ましいニッケル酸塩は、 $\text{Li}(\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_2$ であり、それはまた「333型ニッケル酸塩」とよばれる。この333型ニッケル酸塩は、上記したように、任意に LiCoO_2 で被覆され得る。

【0071】

本発明において使用され得るコバルト酸リチウムの適当な例としては、 Li および Co 原子の少なくとも1つのモディファイアで変更(modify)される $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ を含む。 Li モディファイアの例は、ニッケル酸リチウムの Li について上記の通りである。 Co モディファイアの例としては、 Li に対するモディファイアおよびアルミニウム(Al)、マンガン(Mg)およびホウ素(B)が挙げられる。他の例としては、ニッケル(Ni)およびチタン(Ti)が挙げられ、特に、 $\text{Li}_{x_6}\text{M}'_{(1-y_6)}\text{Co}_{(1-z_6)}\text{M}''_{z_6}\text{O}_2$ (式中、 x_6 は0.05より大きく1.2未満である； y_6 は0より大きく0.1未満である； z_6 は0以上0.5未満である； M' は、マグネシウム(Mg)およびナトリウム(Na)の少なくとも1種類である、ならびに M'' は、マンガン(Mn)、アルミニウム(Al)、ホウ素(B)、チタン(Ti)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)およびストロンチウム(Sr)からなる群の少なくとも1種類である)の実験式で表されるコバルト酸リチウムが、本発明において使用され得る。本発明において使用され得るコバルト酸リチウムの別の例としては、 LiCoO_2 などの非変更 $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ が挙げられる。特定の一態様において、 Mg がドーブされた、および/または ZrO_2 もしくは $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3$ などの屈折性のオキシドもしくはリン酸塩でコートされたコバルト酸リチウム(例えば、 LiCoO_2)。

【0072】

使用される酸化リチウム化合物は、パッキングおよび他の生産関連特性を向上させると考えられるため、球状様形態を有することが特に好ましい。

【0073】

好ましくは、コバルト酸リチウムおよびニッケル酸リチウムの各々の結晶構造は、独立して、 $R-3m$ 型空間群(変形した(distorted)菱面体晶を含む菱面体晶)である。あるいは、ニッケル酸リチウムの結晶構造は、単斜晶系空間群(例えば $P2/m$ または $C2/m$)中に存在し得る。 $R-3m$ 型空間群において、リチウムイオンは「3a」部位($x=0$ 、 $y=0$ および $z=0$)を占め、遷移金属イオン(すなわちニッケル酸リチウム中の Ni 、およびコバルト酸リチウム中の Co)は「3b」部位($x=0$ 、 $y=0$ 、 $z=0.5$)を占める。酸素は「6a」部位($x=0$ 、 $y=0$ 、 $z=z_0$ 、式中 z_0 は金属イオンのモディファイア(1つまたは複数)を含む、金属イオンの性質によって変化する)に配置される。

【0074】

本発明での使用に適したかんらん石型化合物の例は、一般的に、一般式 $\text{Li}_{1-x_2}\text{A}''_{x_2}\text{MPO}$

4 (式中、 x_2 は0.05以上、または x_2 は0.0以上および0.1以上である；Mは、Fe、Mn、CoまたはMgからなる群より選択される1つ以上の元素である；ならびにA'は、Na、Mg、Ca、K、Ni、Nbからなる群より選択される)で表される。好ましくは、MはFeまたはMnである。より好ましくは、 LiFePO_4 もしくは LiMnPO_4 、または両方が本発明に用いられる。好ましい態様において、かんらん石型化合物は、炭素などの比較的高い導電率を有する物質で被覆される。より好ましい態様において、炭素被覆 LiFePO_4 、または炭素被覆 LiMnPO_4 が本発明に用いられる。MがFeまたはMnであるかんらん石型化合物の種々の例は、米国特許第5,910,382号(その全教示は、参照により本明細書に援用される)に見られ得る。

【0075】

かんらん石型化合物は、典型的に、充電/放電の際、結晶構造において小さな変化を有し、それにより、サイクル特性の点でかんらん石型化合物を優れたものとする。また、電池が高温環境に曝露された場合でさえ、一般的に安全性は高い。かんらん石型化合物(例えば、 LiFePO_4 および LiMnPO_4)の他の利点は、それらの比較的低いコストである。

【0076】

マンガン酸スピネル化合物は、 LiMn_2O_4 などのマンガン主成分を有する。マンガン酸スピネル化合物は、典型的に比較的低比容量(例えば、約110~115mAh/gの範囲)を有するが、それらは電極に作製されると比較的高い電力送達を有し、より高温での化学反応性の点から典型的に安全である。マンガン酸スピネル化合物の別の利点は、それらの比較的低いコストである。

【0077】

本発明において使用され得るマンガン酸スピネル化合物の1つの型は、 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ (式中、A'は、Mg、Al、Co、NiおよびCrの1つ以上である； x_1 および x_2 は各々独立して、0.01以上0.3以下である； y_1 および y_2 は各々独立して、0.0以上0.3以下である； z_1 は、3.9以上4.1以下である)の実験式で表される。好ましくは、A'としては、 Al^{3+} 、 Co^{3+} 、 Ni^{3+} および Cr^{3+} などの M^{3+} イオンが挙げられ、より好ましくは Al^{3+} である。 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ のマンガン酸スピネル化合物は、 LiMn_2O_4 のマンガン酸スピネル化合物と比較して、向上したサイクル能力(cyclability)および電力を有し得る。本発明において使用され得る別の型のマンガン酸スピネル化合物は、 $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$ (式中、 x_1 および z_1 は各々独立して、上記と同じである)の実験式で表される。あるいは、本発明のマンガン酸スピネルとしては、 $\text{Li}_{1+x_9}\text{Mn}_{2-y_9}\text{O}_{z_9}$ (式中、 x_9 および y_9 は各々独立して、0.0以上、0.3以下(例えば、0.05 x_9 , y_9 0.15)；ならびに z_9 は3.9以上、4.2以下である)の実験式で表される化合物が挙げられる。本発明において使用され得るマンガン酸スピネルの具体例としては、 $\text{LiMn}_{1.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_{1+x_1}\text{Mn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_{1+x_7}\text{Mn}_{2-x_7}\text{O}_4$ 、ならびにAlおよびMgモディファイアを有する改変体が挙げられる。 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ 型マンガン酸スピネル化合物の種々の他の例は、米国特許第4,366,215号、5,196,270号、および5,316,877号(その全教示は参照により本明細書に援用される)中に見られ得る。

【0078】

本明細書に記載の適当な正極物質は、これが組み込まれるリチウムイオン電池の製造時に存在する実験式によって特徴付けられていることに注意されたい。その後のその具体的な組成は、使用時に起こるその電気化学的反応(例えば、充電および放電)に従って変化することになることは理解されよう。

【0079】

適切な非水性電解質の例としては、電解質塩を非水性溶媒中に溶解して調製した非水性電解液、固形電解質(電解質塩を含む無機電解質またはポリマー電解質)、および電解質をポリマー化合物等に混合または溶解して調製した固形もしくはゲル状電解質が挙げられる。

【0080】

非水性電解質溶液は、通常、塩を有機溶媒中に溶解して調製される。有機溶媒には、一般的にこの型の電池に使用される、任意の適切な種類が含まれる。かかる有機溶媒の例としては、炭酸プロピレン(PC)、炭酸エチレン(EC)、炭酸ジエチル(DEC)、炭酸ジメチル(DM

10

20

30

40

50

C)、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジエトキシエタン、 γ -ブチロラクトン、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1,3-ジオキソラン、4-メチル-1,3-ジオキソラン、ジエチルエーテル、スルホラン、メチルスルホラン、アセトニトリル、プロピオニトリル、アニソール、アセテート、ブチレート、プロピオネート等が挙げられる。炭酸プロピレンなどの環状炭酸塩、または炭酸ジメチルおよび炭酸ジエチルなどの鎖状炭酸塩を使用することが好ましい。これらの有機溶媒は、単独で、または2種類以上を組み合わせで使用することができる。

【0081】

また、電解質中に、VC（炭酸ビニル）、VEC（炭酸ビニルエチレン）、EA（酢酸エチレン）、TPP（リン酸トリフェニル）、ホスファゼン、ビフェニル（BP）、シクロヘキシルベンゼン（CHB）、2,2-ジフェニルプロパン（DP）、ホウ酸リチウムビス（オキサラート）（LiBOB）、硫酸エチレン（ES）および硫酸プロピレンなどの添加剤または安定化剤を存在させてもよい。構成、サイクル効率、安全性および寿命に関して電池に高い性能を付与し得るこれらの添加剤を、負極および正極の安定化剤、難燃剤またはガス放出剤として使用する。

10

【0082】

物質がリチウムイオン伝導性を有する限りにおいては、固形電解質としては無機電解質、ポリマー電解質等を挙げることができる。無機電解質としては、例えば、窒素化リチウム、ヨウ化リチウム等を挙げることができる。ポリマー電解質は、電解質塩および電解質塩が溶解されたポリマー化合物から構成される。ポリマー電解質に使用されるポリマー化合物の例としては、ポリエチレンオキサイドおよび架橋ポリエチレンオキサイドなどのエーテル系ポリマー、ポリメタクリレートエステル系ポリマー、アクリレート系ポリマー等が挙げられる。これらのポリマーは単独で、または混合物の形態もしくは2種類以上のコポリマーの形態で使用し得る。

20

【0083】

上述の非水性電解質溶液を吸収してポリマーがゲル化される限りにおいては、ゲル電解質のマトリクスは任意のポリマーであり得る。ゲル電解質に使用されるポリマーの例としては、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、ポリビニリデン-コ-ヘキサフルオロプロピレン（PVDF-HFP）などのフルオロカーボンポリマー等が挙げられる。

【0084】

ゲル電解質に使用されるポリマーの例としては、ポリアクリロニトリルおよびポリアクリロニトリルのコポリマーも挙げられる。共重合に使用されるモノマー（ビニル系モノマー）の例としては、酢酸ビニル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸ブチル、アクリル酸メチル、アクリル酸ブチル、イタコン酸、水素化アクリル酸メチル、水素化アクリル酸エチル、アクリルアミド、塩化ビニル、フッ化ビニリデン、および塩化ビニリデンが挙げられる。ゲル電解質に使用されるポリマーの例としては、アクリロニトリル-ブタジエンコポリマーゴム、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレンコポリマー樹脂、アクリロニトリル-塩素化ポリエチレン-プロピレンジエン-スチレンコポリマー樹脂、アクリロニトリル-塩化ビニルコポリマー樹脂、アクリロニトリル-メタクリル酸樹脂、およびアクリロニトリル-アクリル酸コポリマー樹脂がさらに挙げられる。

30

40

【0085】

ゲル電解質に使用されるポリマーの例としては、ポリエチレンオキサイド、ポリエチレンオキサライドのコポリマー、および架橋ポリエチレンオキサイドなどのエーテル系ポリマーが挙げられる。共重合に使用されるモノマーの例としては、ポリプロピレンオキサイド、メタクリル酸メチル、メタクリル酸ブチル、アクリル酸メチル、アクリル酸ブチルが挙げられる。

【0086】

特に、酸化-還元の実験の観点から、ゲル電解質のマトリクスにはフルオロカーボンポリマーが好適に使用される。

【0087】

50

電解質に使用される電解質塩は、この種の電池に適切な任意の電解質塩であり得る。電解質塩の例としては、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 、 $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、 $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、 LiCl 、 LiBr 等が挙げられる。一般に、セパレータは電池の正極と負極を分離する。セパレータとしては、一般的にこの種の非水性電解質二次電池のセパレータを形成するために使用される任意のフィルム状物質、例えばポリプロピレン製、もしくはポリエチレン製の微小孔ポリマーフィルムまたは2つを重ね合わせた組み合わせを挙げることができる。また、固形電解質またはゲル電解質が電池の電解質として使用される場合、セパレータが設けられることは必ずしも必要ではない。特定の場合においては、ガラス繊維製もしくはセルロース材料製の微小孔セパレータを使用することもできる。セパレータの厚さは、典型的には約9～約25 μm である。

10

【0088】

いくつかの特定の態様において、本発明の電池（またはセル）の正極は、正極粉末を特定の比率で混合することによって作製することができる。次いで、約90wt%のこの混合物を、導電剤として約5wt%のアセチレンブラック、および結合剤として約5wt%のPVDFと混合する。スラリーを調製するために、混合物を、溶媒としてのN-メチル-2-ピロリドン（NMP）中に分散する。次いで、このスラリーを、典型的に厚さ約20 μm のアルミニウム電流コレクタホイルの両面に塗布し、約100～150 で乾燥させる。次いで、乾燥させた電極をロールプレスにより引き伸ばし（calendared）、圧縮された正極を得る。正極として LiCoO_2 のみを使用する場合、典型的には、約94wt%の LiCoO_2 、約3%のアセチレンブラック、および約3%のPVDFを用いた混合物を使用する。本発明の電池（またはセル）の負極は、負極活物質として約93wt%のグラファイト、約3wt%のアセチレンブラック、および結合剤として約4wt%のPVDFを混合することにより調製され得る。スラリーを調製するために、負極の混合物を溶媒としてのN-メチル-2-ピロリドンに分散させてもよい。負極の混合スラリーを、典型的に厚さ約10 μm のストリップ状の銅製負電流コレクタホイルの両面に均等に塗布した。次いで、乾燥させた電極をロールプレスにより引き伸ばして、高密度負極を得る。

20

【0089】

負極および正極、ならびに例えばポリエチレンフィルムで形成された、微小孔を有するセパレータ（例えば、約25 μm 厚）を一般的に積層して、らせん状に巻き、らせん型の電極素子を作製する。

30

【0090】

いくつかの態様において、例えばアルミニウム製の1つ以上の正極導線ストリップを正の電流電極につなぎ、その後、本発明の電池の正の端子に電氣的に接続させる。例えばニッケル金属製の負の導線は負の電極に接続し、その後、フィードスルーデバイスに連結させる。例えば1M LiPF_6 を有するEC:DMC:DECの電解質を、真空下で、らせん型に巻かれた「ゼリーロール」を有する本発明のリチウムイオン電池のセルケースに充填する。

【0091】

参照による援用

WO 2006/071972 ; WO 2007/011661 ; WO 2007/149102 ; WO 2008/002486 ; WO 2008/002487 ; 2005年9月16日に出版された米国特許仮出願第60/717,898号 ; 2007年6月22日に出版された米国特許仮出願第60/936,825号 ; 2008年4月24日に出版された米国特許仮出願第61/125,285号 ; および2008年4月24日に出版された米国特許仮出願第61/125,281号はすべて、参照によりその全体が本明細書に援用される。

40

【0092】

均等物

本発明は、その好ましい態様に関して具体的に示され説明されるが、添付の特許請求の範囲に包含される本発明の範囲を逸脱することなく、形態および詳細において種々の変更が本明細書中になされ得ることが当業者には理解されよう。

50

【 図 2 】

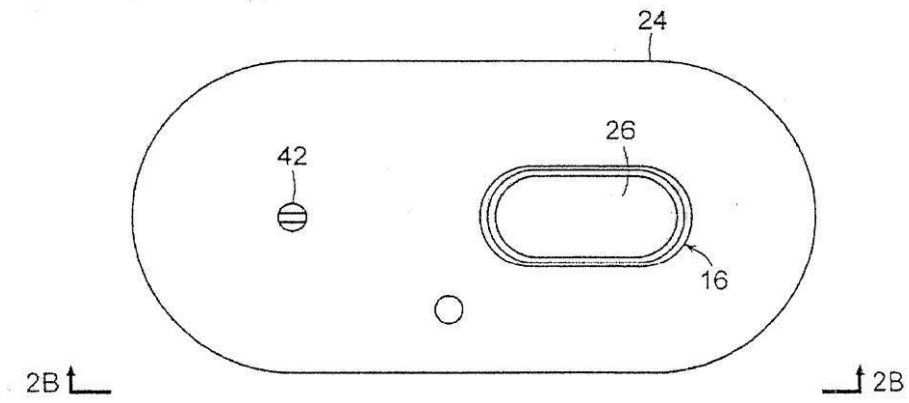


FIG. 2A

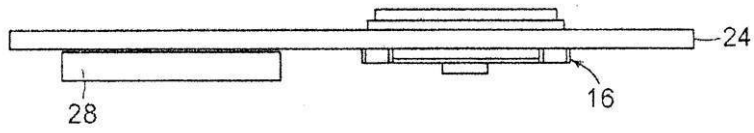


FIG. 2B

【図 3】

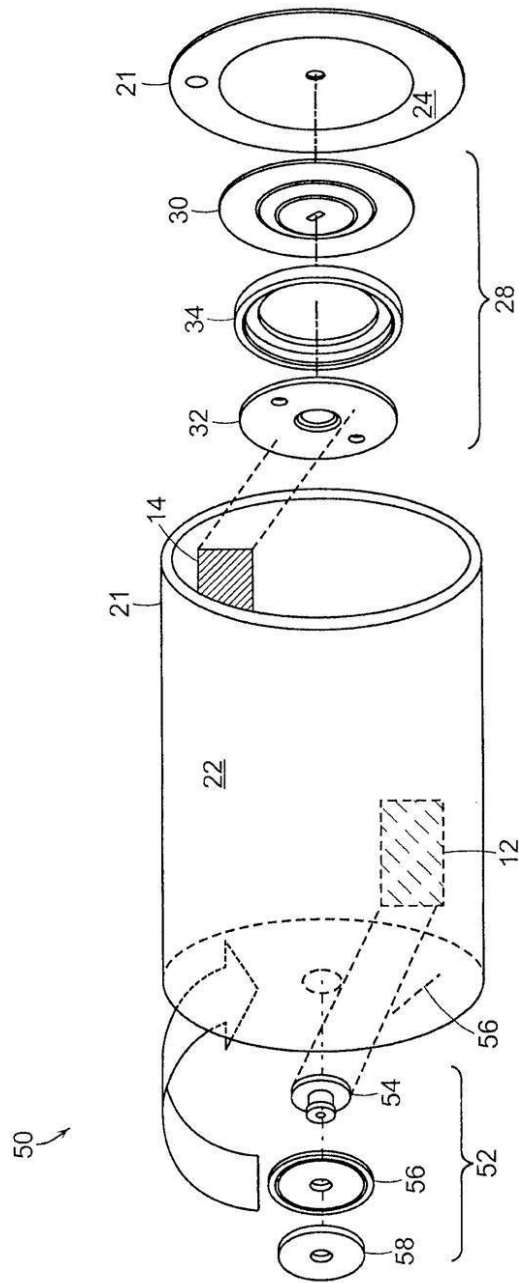


FIG. 3

【 図 4 】

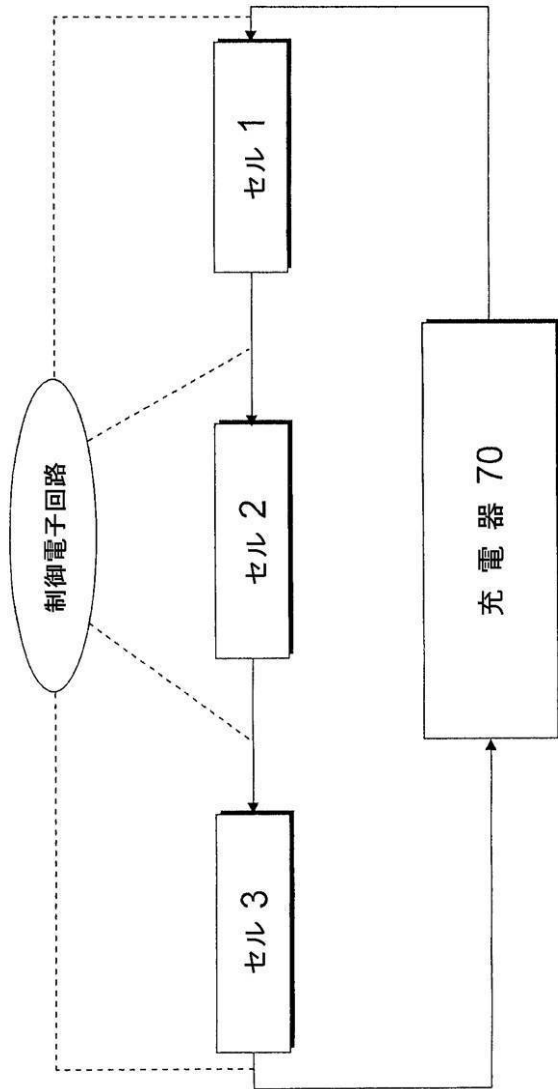


FIG. 4

【 図 5 】

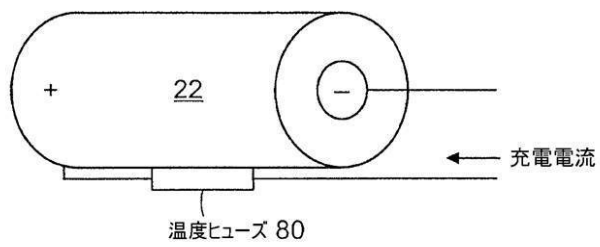


FIG. 5

【 図 6 】

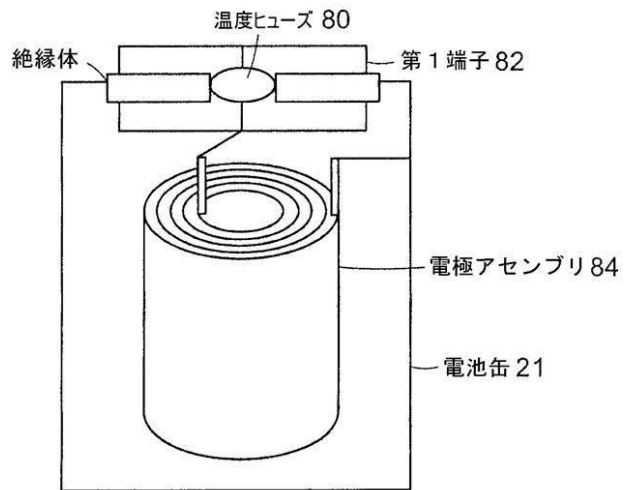


FIG. 6

【 図 7 】

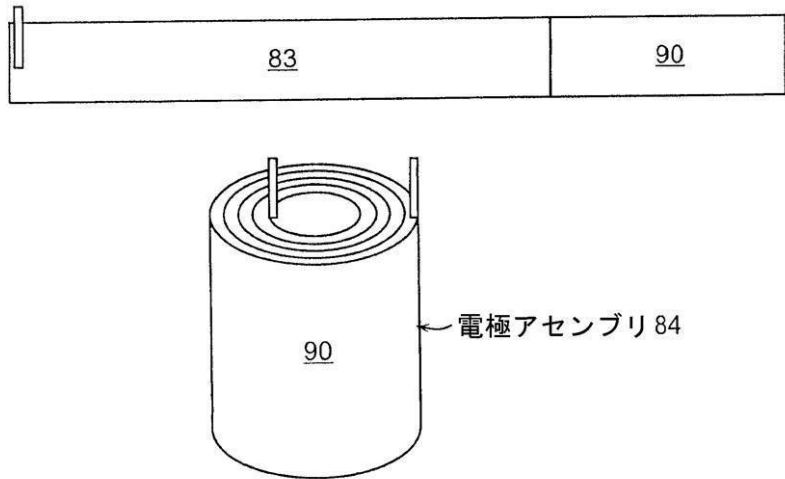


FIG. 7

【図 8】

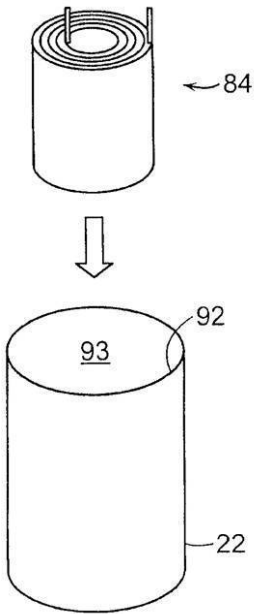


FIG. 8A

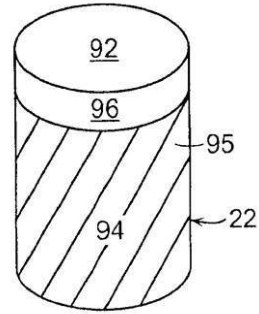


FIG. 8B

【図 9】

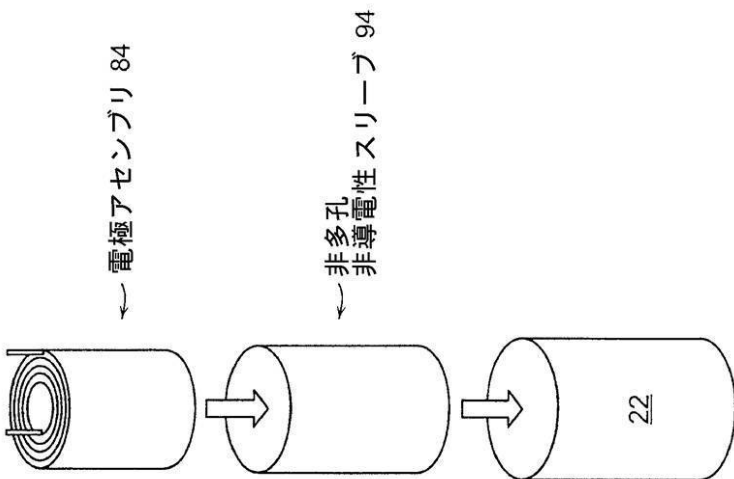


FIG. 9

【図 10】

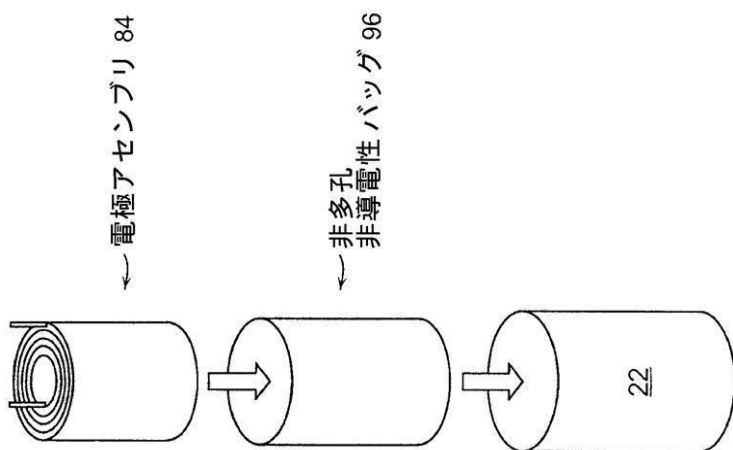


FIG. 10

【提出日】平成22年7月2日(2010.7.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

a) セルケース；

b) 第一の端子；

c) セルケースと電氣的に連絡しており、第一の端子から電氣的に絶縁されている第二の端子；

d) セルケース内の電極アセンブリ、該電極アセンブリは、第一の端子と電氣的に連絡している第一の電極、第二の端子と電氣的に連絡している第二の電極、および第一の電極と第二の電極間の電解液を含む；

e) 第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している電流遮断デバイス、該電流遮断デバイスは、互いに電氣的に連絡している第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素を含み、該2つの構成要素間のゲージ圧が約 $4\text{kg/cm}^2 \sim \text{約}15\text{kg/cm}^2$ の範囲である場合、第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡は遮断される；ならびに

f) セルケースの内表面の非多孔質非導電性コーティングを含む絶縁部、該コーティングまたはバッグが、充電条件または過充電条件下にある場合、および電流遮断デバイスの第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡が遮断されている場合、第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を遮断し、それにより、第一の端子と第一の電極間または第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を遮断する、
を含む電池。

【請求項2】

絶縁部が、電池を充電する充電器から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流の流れを遮断する電気絶縁部をさらに含む、請求項1記載の電池。

【請求項3】

電気絶縁部が温度ヒューズである、請求項2記載の電池。

【請求項4】

温度ヒューズが、i) セルケースの外表面の一部分に、もしくは該一部分の上部に、またはii) 充電器からの電流の流れを受ける端子の一方にある、請求項3記載の電池。

【請求項5】

非多孔質非導電性コーティングによりセルケースの内表面全体がコーティングされている、請求項1記載の電池。

【請求項6】

非多孔質非導電性コーティングが Al_2O_3 および/または SiO_2 を含む、請求項5記載の電池。

【請求項7】

非多孔質非導電性コーティングが Al_2O_3 を含む、請求項6記載の電池。

【請求項8】

Al_2O_3 コーティングが約5ミクロン～約50ミクロンの範囲の厚さを有する、請求項7記載の電池。

【請求項9】

Al_2O_3 コーティングが約5ミクロン～約15ミクロンの範囲の厚さを有する、請求項8記載の電池。

【請求項10】

非多孔質非導電性コーティングにより、さらに、セルケースの外表面の少なくとも一部分がコーティングされている、請求項6記載の電池。

【請求項 1 1】

さらにセルケースを覆う蓋を含み、セルケースの外表面の非多孔質非導電性コーティングでコーティングされた部分が、該蓋と接触する部分以外である、請求項1 0記載の電池。

【請求項 1 2】

蓋の少なくとも一部分が第二の端子と電氣的に連絡している、請求項1 1記載の電池。

【請求項 1 3】

絶縁部が、さらに非多孔質非導電性のテープまたはラップを含む、請求項 1 記載の電池。

【請求項 1 4】

電極アセンブリがゼリーロールの形態である、請求項1 3記載の電池。

【請求項 1 5】

非多孔質非導電性のテープまたはラップが、ゼリーロールの末端から延在し、ゼリーロールの外壁を覆っている、請求項1 4記載の電池。

【請求項 1 6】

セルケースを覆う蓋をさらに含み、該蓋が導電性材料製である、請求項 1 記載の電池。

【請求項 1 7】

導電性材料が金属である、請求項1 6記載の電池。

【請求項 1 8】

セルケースおよび蓋が、アルミニウムを含む金属製である、請求項1 7記載の電池。

【請求項 1 9】

電流遮断デバイスが第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している、請求項1 8記載の電池。

【請求項 2 0】

蓋が第二の端子と電氣的に連絡している、請求項1 9記載の電池。

【請求項 2 1】

電流遮断デバイスが該蓋に存在している、請求項2 0記載の電池。

【請求項 2 2】

少なくとも1つのセルおよび該セルを充電する少なくとも1つの充電器を含む電池パックであって、各セルが、

a) セルケース

b) 第一の端子

c) セルケースと電氣的に連絡しており、第一の端子から電氣的に絶縁されている第二の端子；

d) セルケース内の電極アセンブリ、該電極アセンブリは、第一の端子と電氣的に連絡している第一の電極、第二の端子と電氣的に連絡している第二の電極、および第一の電極と第二の電極間の電解液を含む；

e) 第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している電流遮断デバイス、該電流遮断デバイスは、互いに電氣的に連絡している第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素を含み、該 2 つの構成要素間のゲージ圧が約 $4\text{kg/cm}^2 \sim \text{約}15\text{kg/cm}^2$ の範囲である場合、第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡は遮断される；ならびに

f) セルケースの内表面の非多孔質非導電性コーティングを含む絶縁部、該絶縁部は、充電条件または過充電条件下にある場合、および電流遮断デバイスの第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡が遮断されている場合、第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を遮断し、それにより、第一の端子と第一の電極間または第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を遮断する、を含み、

該充電器が該セルの第一の端子または第二の端子と電氣的に連絡している、電池パック。

【請求項 2 3】

絶縁部が、電池を充電する充電器から第一の端子または第二の端子のいずれかへの電流の流れを遮断する電気絶縁部である、請求項 2 2 記載の電池パック。

【請求項 2 4】

電気絶縁部が温度ヒューズをさらに含む、請求項 2 3 記載の電池パック。

【請求項 2 5】

温度ヒューズが、i) セルケースの外表面の一部分に、もしくは該一部分の上部に、または ii) 充電器からの電流の流れを受ける端子の一方にある、請求項 2 4 記載の電池パック。

【請求項 2 6】

非多孔質非導電性コーティングによりセルケースの内表面全体がコーティングされている、請求項 2 2 記載の電池パック。

【請求項 2 7】

非多孔質非導電性コーティングが Al_2O_3 および / または SiO_2 を含む、請求項 2 6 記載の電池パック。

【請求項 2 8】

非多孔質非導電性コーティングが Al_2O_3 を含む、請求項 2 7 記載の電池パック。

【請求項 2 9】

Al_2O_3 コーティングが約5ミクロン～約50ミクロンの範囲の厚さを有する、請求項 2 8 記載の電池パック。

【請求項 3 0】

Al_2O_3 コーティングが約5ミクロン～約15ミクロンの範囲の厚さを有する。請求項 2 9 記載の電池パック。

【請求項 3 1】

非多孔質非導電性コーティングにより、さらに、セルケースの外表面の少なくとも一部分がコーティングされている、請求項 2 7 記載の電池パック。

【請求項 3 2】

さらにセルケースを覆う蓋を含み、セルケースの外表面の非多孔質非導電性コーティングでコーティングされた部分が、該蓋と接触する部分以外である、請求項 3 1 記載の電池パック。

【請求項 3 3】

蓋の少なくとも一部分が第二の端子と電氣的に連絡している、請求項 3 2 記載の電池パック。

【請求項 3 4】

絶縁部が、さらに非多孔質非導電性のテープまたはラップを含む、請求項 2 2 記載の電池パック。

【請求項 3 5】

電極アセンブリがゼリーロールの形態である、請求項 3 4 記載の電池パック。

【請求項 3 6】

非多孔質非導電性のテープまたはラップが、ゼリーロールの末端から延在し、ゼリーロールの外壁を覆っている、請求項 3 5 記載の電池パック。

【請求項 3 7】

セルケースを覆う蓋をさらに含み、該蓋が導電性材料製である、請求項 2 2 記載の電池パック。

【請求項 3 8】

導電性材料が金属である、請求項 3 7 記載の電池パック。

【請求項 3 9】

セルケースおよび蓋が、アルミニウムを含む金属製である、請求項 3 8 記載の電池パッ

ク。

【請求項 4 0】

電流遮断デバイスが第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している、請求項 3 9 記載の電池パック。

【請求項 4 1】

蓋が第二の端子と電氣的に連絡している、請求項 4 0 記載の電池パック。

【請求項 4 2】

電流遮断デバイスが該蓋に存在している、請求項 4 1 記載の電池パック。

【請求項 4 3】

充電条件または過充電条件下で電池パックの少なくとも1つのセルの内圧の上昇を最小限にする方法であって、

a) 電池パックの少なくとも1つのセルを、該セルの第一の端子または第二の端子と電氣的に連絡している電池パックの充電器で充電する工程、第一および第二の端子は、それぞれ、該セルの電極アセンブリの第一の電極および第二の電極と電氣的に連絡している；

b) 該セルの第一の端子と第一の電極間または該セルの第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を、互いに電氣的に連絡している第一の導電性構成要素および第二の導電性構成要素を含む電流遮断デバイスによって、該構成要素間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim \text{約}15\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に遮断する工程；ならびに

c) 第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を、該セルのセルケースの内表面の非多孔質非導電性コーティングを含む絶縁部により遮断する工程を含む方法。

【請求項 4 4】

電池のセルケースの内表面の非多孔質非導電性コーティングを含む絶縁部を該電池の一構成要素として形成する工程を含む電池の形成方法であって、

電池が、さらに、電池の第一の端子および第一の電極と、または第二の端子および第二の電極と電氣的に連絡している電流遮断デバイスを含み、電流遮断デバイスが、互いに電氣的に連絡している第一の導電性構成要素および第二の導電性構成要素を含み、第一の導電性構成要素と第二の導電性構成要素間の電氣的連絡が、該2つの構成要素間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim \text{約}15\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に遮断され、

絶縁部は、充電条件または過充電条件下にある場合、および電流遮断デバイスの第一の構成要素と第二の構成要素間の電氣的連絡が遮断されている場合、電池の第一の電極と第二の端子間または第二の電極と第一の端子間の潜在する電気化学的連絡を遮断し、それにより、第一の端子と第一の電極間または第二の端子と第二の電極間の電氣的連絡を遮断する方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2009/040839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M2/16 H01M6/50 H01M10/04 H01M10/0587 H01M10/34 ADD. H01M2/02 H01M2/34		
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 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 practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 969 535 A (NGK INSULATORS LTD [JP]) 5 January 2000 (2000-01-05) the whole document	1-54
X	US 4 788 112 A (KUNG CHIN-CHUNG [TW]) 29 November 1988 (1988-11-29) the whole document	1-54
A	US 5 800 939 A (MISHINA SHINYA [JP] ET AL) 1 September 1998 (1998-09-01) column 2, line 65 - column 5, line 25	1-54
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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 June 2009		17/06/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentrellaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Standaert, Frans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2009/040839

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0969535	A	05-01-2000	CA 2241696 A1	24-12-1999
			JP 3210593 B2	17-09-2001
			JP 10233233 A	02-09-1998
			US 6139986 A	31-10-2000
US 4788112	A	29-11-1988	NONE	
US 5800939	A	01-09-1998	CA 2156238 A1	24-02-1996
			CN 1121264 A	24-04-1996
			DE 69535278 T2	24-05-2007
			EP 0700109 A1	06-03-1996
			JP 3261688 B2	04-03-2002
			JP 8064234 A	08-03-1996

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 1 M 10/058 (2010.01) H 0 1 M 10/00 1 1 5

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 チェンバレン ザ セカンド, リチャード, ブイ.
 アメリカ合衆国 バージニア 2 2 0 3 9 フェアファックス ステーション, ローレル オーク
 プレース 9 6 2 1

F ターム(参考) 5H011 AA13 CC05 CC06 DD22 DD23 KK01
 5H021 AA02 CC18 EE30 HH10
 5H029 AJ12 AK01 AK03 AL02 AL06 AL07 AL08 AL12 AM03 AM04
 BJ02 BJ14 BJ27 CJ22 DJ02 DJ04 DJ05 EJ05 HJ04
 5H043 AA04 BA11 CA03 CA12 EA29 FA33 GA09 GA12 GA22 GA24
 GA25 HA22E JA11E JA16E JA21E KA13E LA33E