

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 登録実用新案公報(U)

(11) 実用新案登録番号
実用新案登録第3223846号
(U3223846)

(45) 発行日 令和1年11月7日(2019.11.7)

(24) 登録日 令和1年10月16日(2019.10.16)

(51) Int.Cl. F I

HO 1 M 10/052 (2010.01)

HO 1 M 10/0585 (2010.01)

HO 1 M 10/0587 (2010.01)

HO 1 M 2/16 (2006.01)

HO 1 M 4/66 (2006.01)

HO 1 M 10/052

HO 1 M 10/0585

HO 1 M 10/0587

HO 1 M 2/16 P

HO 1 M 4/66 A

評価書の請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 実願2019-3212 (U2019-3212)

(22) 出願日 令和1年8月27日 (2019.8.27)

出願変更の表示 特願2019-153529 (P2019-153529) の変更

原出願日 平成30年4月3日 (2018.4.3)

(31) 優先権主張番号 62/602,010

(32) 優先日 平成29年4月10日 (2017.4.10)

(33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 15/924,299

(32) 優先日 平成30年3月19日 (2018.3.19)

(33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(73) 実用新案権者 514284958

ナノ アンド アドヴァンスト マテリア
ルズ インスティテュート リミテッド
Nano and Advanced M
aterials Institute
Ltd.
香港 ニューテリトリーズ シャーティン
ホンコン サイエンスパーク ナンバー
8 サイエンスパークウェストアベニュー
レイクサイド1 5/エフ ユニット5
15-517

(74) 代理人 100163991
弁理士 加藤 慎司

最終頁に続く

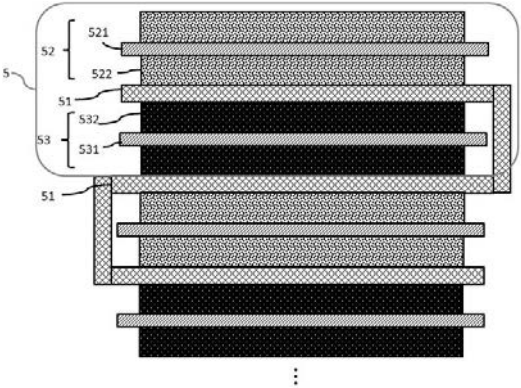
(54) 【考案の名称】 可撓性電池

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電力供給の中断を伴わない、180度の作動曲げ範囲を有する、可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池を提供する。

【解決手段】第1の集電体521、第2の集電体531、及びセパレータ51を含む要素5からなる電池の単セルを含み、第1の集電体521は、アルミニウムなどの金属から選択される。アルミニウムは、約5ミクロン～約100ミクロンの厚さを有するシートである。第1の活物質522は、カソードを形成するアルミニウムシートの片面又は両面にコーティングされる。第2の集電体531は、銅などの金属から選択される。銅は、約5ミクロン～約100ミクロンの厚さを有するシートである。第2の活物質532は、アノードを形成する銅シートの片面又は両面にコーティングされる。セパレータ51は、不織ポリマー繊維を含む70～90%の気孔率を有する高弾性セパレータスポンジである。

【選択図】 図1



【実用新案登録請求の範囲】

【請求項 1】

(i) 不織ポリマー繊維マットを含む 70% ~ 90% の気孔率を有する高弾性セパレータスポンジであって、前記繊維がサブミクロンの直径を有し、前記セパレータスポンジが 5 ミクロン ~ 50 ミクロンの範囲の厚さ、 $100\text{ s} / 100\text{ ml} \sim 300\text{ s} / 100\text{ ml}$ の空気透過性、 $350\text{ N} \sim 950\text{ N}$ の穿刺抵抗を有し、前記セパレータスポンジが外力による変形後に元の形状及び体積を回復する、セパレータスポンジ、

(ii) 前記セパレータスポンジの第 1 の面に配置され、5 ミクロン ~ 100 ミクロンの厚さを有するアルミニウムシートである第 1 の集電体を含み、前記第 1 の集電体の片面又は両面に位置するリチウムを含む第 1 の活物質を含む、第 1 の電極、

(iii) 前記セパレータスポンジの第 2 の面に配置され、5 ミクロン ~ 100 ミクロンの厚さを有する銅シートである第 2 の集電体を含み、前記第 2 の集電体の片面又は両面に位置する第 2 の活物質を含む、第 2 の電極、及び

(iv) セパレータスポンジによって吸収される液体電解質

を含み、自己回復特性を有する、可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池であって、前記リチウムイオン電池が、

a) 前記セパレータスポンジ、前記第 1 の電極、及び前記第 2 の電極が積層されてなる第 1 のセル、又は

b) 前記セパレータスポンジ、前記第 1 の電極、及び前記第 2 の電極が巻回されてなるゼリーロール型構造を有し、

前記電池による電力供給の中断を伴わない、最大 180 度の作動曲げ範囲を有する、リチウムイオン電池。

【請求項 2】

前記セパレータスポンジのポリマー繊維がポリ(フッ化ビニリデン)を含む、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 3】

前記セパレータスポンジのポリマー繊維がポリ(フッ化ビニリデン)及びポリ(フッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン)を含む、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 4】

前記繊維が $100\text{ nm} \sim 300\text{ nm}$ の直径を有する、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 5】

前記第 1 の活物質が、 LiCoO_2 、 LiMn_2O_4 、 Li_2MnO_3 、 LiNiMnCoO_2 、 LiNiCoAlO_2 、 LiFePO_4 、又は $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 、及びそれらの混合物から選択される、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 6】

前記第 2 の活物質が、炭素、グラファイト、カーボンナノチューブ、ケイ素、ケイ素/炭素複合体、ゲルマニウム、スズ、金属酸化物、金属水素化物、及びそれらの混合物から選択される、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 7】

さらに、前記第 1 及び第 2 の電極並びにセパレータスポンジを包含する可撓性パッケージを含む、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 8】

前記可撓性パッケージが、ポリマー、金属、ガラス繊維、及びそれらの複合体の少なくとも 1 つを含む、請求項 7 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 9】

さらに、セパレータスポンジ、第 1 の電極、及び第 2 の電極の積層体が前記第 1 のセル

10

20

30

40

50

に付加され、複数のセルを形成する、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 1 0】

さらに、前記第 1 の電極及び第 2 の電極のうち 1 つ又は複数を囲むポリマーシートを含む、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 1 1】

前記電解質が、1 種又は複数のリチウム塩が溶解された、エチレンカーボネート、ジメチルカーボネート、及びジエチルカーボネートのうち 1 種又は複数から選択される、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 1 2】

前記リチウム塩が、 LiPF_6 、 LiBF_4 、又は LiClO_4 から選択される、請求項 1 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【請求項 1 3】

前記高弾性セパレータスポンジが、機械方向に $120\text{MPa} \sim 140\text{MPa}$ の破断応力を有し、横断方向に $90\text{MPa} \sim 110\text{MPa}$ の破断応力を有する、請求項 1 に記載の可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池。

【考案の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2017年4月10日に出版された米国仮特許出願第62/602010号及び2018年3月19日に出版された米国仮特許出願第15/924999号に基づく優先権を主張し、当該出願の開示内容を、本明細書の一部を構成するものとして援用する。

【0002】

本考案は、可撓性二次電池に関し、より詳細には、折り畳まれても作動状態のままである、すなわち、180度の作動曲げ範囲を有する可撓性リチウムイオン電池に関する。

【背景技術】

【0003】

携帯用電子機器の使用が増え続けることで、当該携帯用機器に電力を供給する電池の製造業者への課題が提起される。装着可能な電子機器は、特に、装着者の快適性及び安全性を確保するため、薄型及び軽量の電池を要する。装着可能な電子機器がより複雑な形状をとるにつれ、装着者の身体に沿って湾曲及び屈曲し得る電池が求められている。

【0004】

様々な可撓性電池が記述されてきた。しかしながら、そのような電池は、当該電池が曲げられ得る程度を制限する、セラミックセパレータなどの様々な剛性又は脆性の成分を含む傾向にある。従って、前記電池の全体は、電池作動を失うことなく実質的な変形又は再形成をすることができない。その結果、従来の可撓性電池は、例えば、プレスレット形状を形成するのに十分な曲げを可能にする程度の、制限された曲度を提供できるとどまる。このような電池は、折り畳み可能ではない、すなわち、180度の作動曲げ範囲を有しない。

【考案の概要】

【0005】

よって、本考案は、可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池を提供する。前記リチウムイオン電池は、約80%～約90%の気孔率を有する高弾性セパレータスポンジを含む。前記セパレータは、直径がサブミクロンの繊維を有するポリマーベースの繊維マットである。前記セパレータスポンジは、約5ミクロン～約50ミクロンの厚さ、約100s/100ml～約300s/100mlの空気透過性、及び約350N～約950Nの穿刺抵抗を有する。

【0006】

10

20

30

40

50

第 1 の電極は、セパレータスポンジの第 1 の面に配置され、第 1 の金属集電体の片面又は両面に位置する第 1 の活物質を含み、前記第 1 の金属集電体は、約 5 ミクロン～約 100 ミクロンの厚さを有する。第 2 の電極は、セパレータスポンジの第 2 の面に配置され、約 5 ミクロン～約 100 ミクロンの厚さを有する第 2 の金属集電体の片面又は両面に位置する第 2 の活物質を含む。

【0007】

液体電解質は、セパレータスポンジによって吸収される。前記折り畳み可能な電池は、電力供給の中断を伴わない、最大 180 度の作動曲げ範囲を有する。すなわち、前記電池は、電力を損失することなく、当該電池自体の上に折り畳まれ得る。

【図面の簡単な説明】

10

【0008】

【図 1】一実施形態に係る積層型電池の構造を示す図である。

【図 2】一実施形態に係るゼリーロール型電池の構造を示す図である。

【図 3 A】セパレータスポンジの構造を示す図である。

【図 3 B】従来技術のセパレータの構造を示す図である。

【図 4】本考案の実施形態の電池のための高弾性セパレータスポンジの応力 - 歪み曲線（線形部）と、同様の歪み速度を有する市販のセパレータとの比較である。

【図 5 A】本考案の電池の電池サイクルを示す図である。

【図 5 B】市販のセパレータ電池の電池サイクルを示す図である。

【図 6 A】折り畳み前の本開示の電池の開回路電圧を示す。

20

【図 6 B】折畳み時の本開示の電池の開回路電圧を示す。

【図 7 A】曲げ疲労試験を実施するために使用される構成を示す。

【図 7 B】曲げ疲労試験を実施するために使用される構成を示す。

【図 8】1000 サイクルの曲げに対する容量を示す図である。

【図 9 A】金属鋏による電池切断前の電圧を示す。

【図 9 B】金属鋏による電池切断時の電圧を示す。

【図 9 C】金属鋏による電池切断後の電圧を示す。

【図 10 A】釘刺し前の本考案の電池の開回路電圧を示す。

【図 10 B】釘刺し時の本考案の電池の開回路電圧を示す。

【図 10 C】釘刺し後の本考案の電池の開回路電圧を示す。

30

【考案を実施するための形態】

【0009】

A. 電池の構造及び組成物

図 1 は、本開示の一態様に係る可撓性で折り畳み可能なリチウムイオン電池の一部の断面を模式的に示す。本開示の電池は全て、180 度の作動曲げ範囲を有する。「作動曲げ範囲」という用語は、本明細書で使用される場合、電池が湾曲されても依然として作動中に中断なく電力を生成し得る、湾曲の程度である。180 度の作動曲げ範囲は、電池が、依然として電力を生成しつつ、完全に折り畳まれ得ることを意味する。

【0010】

図 1 において、要素 5 は、第 1 の集電体 521、第 2 の集電体 531、及びセパレータ 51 を含む電池の単セルを表す。前記第 1 の集電体 521 は、アルミニウムなどの金属から選択され得る。前記アルミニウムは、約 5 ミクロン～約 100 ミクロンの厚さを有するシートであってもよい。活物質 522 は、カソードを形成するアルミニウムシートの片面又は両面にコーティングされ得る。活物質は、例えば、 LiCoO_2 、 LiMn_2O_4 、 Li_2MnO_3 、 LiNiMnCoO_2 、 LiNiCoAlO_2 、 LiFePO_4 、又は $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ の活物質から選択され得るが、他の活物質及びそれらの混合物を使用することもできる。

40

【0011】

前記第 2 の集電体は、銅などの金属から選択され得る。前記銅は、約 5 ミクロン～約 100 ミクロンの厚さを有するシートであってもよい。活物質 532 は、アノードを形成す

50

る銅シートの片面又は両面にコーティングされ得る。前記アノードの活物質としては、グラファイト、カーボンナノチューブ、グラフェン、ケイ素、ケイ素/炭素複合体、ゲルマニウム、スズ、金属酸化物、金属水素化物、及びそれらの混合物などの炭素系活物質が挙げられる。

【0012】

セパレータ51は、前記集電体の間に位置し、前記集電体が互いに接触することを防止する。前記セパレータ51は、前記電池の曲げ、折り畳み、切断、又は異物の貫入にもかかわらず、前記集電体521及び531の分離を維持するのに十分な弾力性を有する、高多孔性で高弾性のポリマー繊維マツトスポンジである。本明細書で使用される場合、「スポンジ」という用語は、弾力性を維持しつつ液体を保持する、多孔性、吸収性、及び弾性の構造物に関する。スポンジは変形後に元の形状に戻る、すなわち、スポンジは外力が維持される限り、より小さい領域に圧縮され得る。前記外力が除去されると、前記スポンジは元の形状及び体積を回復する。スポンジとして、前記セパレータは、液体電解質を確実に保持するだけでなく、外側の電池収納部が穿孔又は切断されたときに、漏れのない状態で前記液体電解質を保持するのに十分な吸収力を維持し、危険な電解質の漏出を防止する。また、前記セパレータスポンジの弾力性により、機械的損傷（切断、穿孔など）の後、電極は適切な分離された位置に戻り、全体構造に自己回復特性が付与される。「自己回復」という用語は、本明細書で使用される場合、電力の生成が機械的損傷による中断後に再開するよう、機械的損傷後に元の形状に戻ることができる電池構造に関する。前記セパレータスポンジは、そのスポンジの特性により、元の形状及び体積に戻り、電池構造全体の自己回復を可能にする。

10

20

【0013】

前記電池に用いられる前記電解質は、エチレンカーボネート、ジメチルカーボネート、及びジエチルカーボネートのうち1種又は複数などの有機溶媒を含み得る。 LiPF_6 、 LiBF_4 、又は LiClO_4 などの1種又は複数のリチウム塩が前記溶媒中に溶解される。前記電解質の組成は、典型的には、カソード及びアノードでの使用に選択される活物質に基づき調整される。

【0014】

図1は、構成要素の積層構造に基づいた電池のセルを示すものであるが、構成要素の層は、図2で示すように、いわゆる「ゼリーロール」型構造に形成され巻回されてもよい。図2において、前記セパレータ層51は、各「セル」層のカソードとアノードとの間だけではなく、電極間の短絡を防止するため、隣接するセル層の間にも位置し、自己回復可能な可撓性及び弾力性を有する全体構造を形成する。

30

【0015】

前記セパレータスポンジは、サブミクロン繊維のマツトから形成され得る。一態様では、前記繊維は、約100nm～300nmの直径を有し得る。気孔率は、約1ミクロン未満の平均細孔径で、約60%～約90%であってもよい。特に、前記サブミクロン繊維は、ポリ(フッ化ビニリデン)(PVDF)、ポリイミド(PI)、ポリアミド(PA)、ポリアクリロニトリル(PAN)、ポリ(エチレンテレフタレート)(PET)、ポリ(フッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン)(PVDF-HFP)、ポリ(フッ化ビニリデン-コ-クロロトリフルオロエチレン)(PVDF-co-CTFE)、又はそれらの混合物などのポリマーから製造され得る。

40

【0016】

別の実施形態では、セパレータスポンジは、ポリマー繊維が第1のポリマー材料及び第2のポリマー材料の複合体である、不織ポリマー繊維マツトであってもよい。前記第1のポリマー材料は、ポリ(フッ化ビニリデン)(PVDF)、ポリイミド(PI)、ポリアミド(PA)、又はポリアクリロニトリル(PAN)を含み得る。前記第2のポリマー材料は、ポリエチレングリコール(PEG)、ポリアクリロニトリル(PAN)、ポリ(エチレンテレフタレート)(PET)、ポリ(フッ化ビニリデン)(PVDF)、ポリ(フッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン)(PVDF-HFP)又はポリ(フッ化ビ

50

ニリデン - コ - クロロトリフルオロエチレン) (P V D F - c o - C T F E) を含んでもよく、前記第 2 のポリマー材料は、前記第 1 のポリマー材料とは異なっている。前記第 1 及び第 2 のポリマー材料は、約 3 : 1 ~ 約 1 : 1、より特定のには約 3 : 1 ~ 約 2 : 1、より特定のには約 3 : 1 ~ 約 3 : 2、より特定のには約 3 : 1 の範囲の重量比で使用され得る。

【0017】

P V D F は、その優れた耐薬品性及び良好な熱安定性により、限外濾過膜及び精密濾過膜を製造するために広く使用されてきた。純粋な P V D F ポリマーは高い融点及び結晶化度、並びに良好な機械的特性を有する。しかしながら、純粋な P V D F ポリマーは、N - メチル - 2 - ピロリドン (N M P)、N, N - ジメチルアセトアミド (D M A C)、N, N - ジメチルホルムアミド (D M F)、ジメチルスルホキシド (D M S O) などの限られた数の溶媒のみに溶解し、一般的な電解質中に浸漬したときに低い膨潤能力を示す。

10

【0018】

前記コポリマー P V D F - H F P は、前記電解質の溶解度を改善し、アセトン及びテトラヒドロフラン (T H F) などの一般的な有機溶媒に当該ポリマーを溶解させることができ、これにより処理能力をさらに向上させることができる。さらに、前記コポリマー P V D F - H F P は、前記セパレータ層の電解質取り込みを増強させることができる、非常に高い膨潤能力を有する。

【0019】

本出願の考案者らは、P V D F 及び P V D F - H F P の複合体が、セパレータの製造において、0 ~ 5 V で Li^+ / Li に対し電気化学的に安定である、純粋な P V D F 単独よりも良好な溶解性を有し処理が増強される、P V D F よりも速い電解質の濡れ性を有する、電解質の漏れがより良好に制御される、電極との接着に耐久性を有する、及び良好な柔軟性を有するなどの、他のポリマーと比較した多くの利点を有することを見出した。

20

【0020】

前記複合材料は、以下でさらに詳細に説明される電界紡糸により、不織繊維マットに形成されてもよい。前記電界紡糸は、自立型のセパレータを提供するため、ポリマー配合物からアルミニウム箔上に行ってもよい。前記ポリマー配合物は、当該配合物の約 15 ~ 25 重量%、好ましくは約 15 ~ 20 重量%、より好ましくは約 16 . 5 重量%の合計量で前記第 1 及び第 2 のポリマー材料を含み得る。前記セパレータスポンジを電界紡糸するためのポリマー配合物は、さらに、約 1 ~ 5 重量%、好ましくは約 2 ~ 5 w t %、より好ましくは約 3 ~ 5 重量%、最も好ましくは約 5 重量%の、少なくとも 1 種の添加剤を含み得る。前記添加剤は、前記セパレータをまたいだイオンの移動を容易にし、前記ポリマー溶液の導電率を増加させることにより電界紡糸処理を容易にするため、塩化リチウム ($LiCl$) であってもよい。好ましい一実施形態では、前記ポリマー配合物は、約 0 . 1 ~ 0 . 6 g、好ましくは約 0 . 1 ~ 0 . 5 g、より好ましくは約 0 . 2 ~ 0 . 4 g、最も好ましくは約 0 . 3 ~ 0 . 4 g の $LiCl$ を含み得る。

30

【0021】

別の実施形態では、上記及び下記の実施形態のいずれかと組み合わせて、本考案の不織ナノ繊維セパレータを電界紡糸するためのポリマー配合物は、N - メチル - 2 - ピロリドン (N M P)、N, N - ジメチルアセトアミド (D M A C)、N, N - ジメチルホルムアミド (D M F)、ジメチルスルホキシド (D M S O)、アセトン及びテトラヒドロフラン (T H F) からなる群から選択される少なくとも 1 種の溶媒を含み得る。好ましい一実施形態では、前記ポリマー配合物は D M F 及びアセトンを含み得る。別の好ましい実施形態では、前記ポリマー配合物は、約 3 : 1 ~ 約 1 : 1、好ましくは約 2 : 1 ~ 約 1 : 1、より好ましくは 1 . 5 : 1 ~ 1 : 1、最も好ましくは約 1 . 25 : 1 の範囲の重量比で、D M F 及びアセトンを含み得る。

40

【0022】

別の実施形態では、上記及び下記の実施態様のいずれかと組み合わせて、本考案の不織ナノ繊維セパレータは、以下の工程によって電界紡糸され得る：前記第 1 及び第 2 のポリ

50

マー材料を、任意に L i C l と共に、前記少なくとも 1 種の溶媒中に添加する工程；前記混合物を約 2 ～ 5 時間攪拌しながら約 80 ～ 100 で加熱する工程；及び任意で約 2 ～ 5 時間攪拌しながら約 80 ～ 100 で加熱する工程の後に、前記少なくとも 1 種の添加剤を加える工程；前記ポリマー配合物を室温まで冷却する工程；及び前記ポリマー配合物を電界紡糸のキャリッジに充填する工程。

【0023】

本考案のセパレータスポンジの電界紡糸は、以下のパラメータの下で実行することができる：温度：約 20 - 30 ；電圧：約 20 - 50 kV ；相対湿度 (RH) 約 25 ～ 60 % ；スピナー高さ：100 ～ 150 mm ；供給速度：5 . 5 ～ 8 . 5 ml / h 。

【0024】

別の態様では、添加剤のオルトケイ酸テトラメチル (TMO S) 又はオルトケイ酸テトラエチル (TEOS) が、前記ポリマー配合物と共に使用され得る。これらの添加剤は、セラミック成分へと加水分解することができ、それによって、前記セパレータスポンジの表面性状を向上させ、寸法安定性を高めることができる。

【0025】

例示的なセパレータスポンジの微細構造が図 3 A に示される。図 3 A に見られるように、個々の繊維は容易に識別可能であり、多数の細孔が約 80 パーセントの気孔率で形成されている。比較のため、約 40 パーセントの気孔率を有する従来技術の市販のセパレータ (セルガード (Celgard) 2400、ポリプロピレンセパレータ) が図 3 B に示される。この低気孔率の構造では、個々の繊維は容易に識別されない。図 3 A のスポンジにおいて個別に相互接続された繊維は、様々な実施形態の電池の自己回復特性に寄与する、可撓性及び弾性を有するセパレータスポンジを形成する。

【0026】

本発明の電池の柔軟性をさらに高めるため、第 1 のパッケージが前記第 1 の活物質層の表面の周囲に配置されてもよく、第 2 のパッケージが前記第 2 の活物質層の表面の周囲に配置されてもよい。前記パッケージは、前記電極を被覆するポリマーシートの対を含んでもよく、ポリイミド及びポリエチレンテレフタレート (PET) から選択されるポリマーが使用され得る。曲げている間、前記ポリマーシートは、補強材及び応力緩和媒体として機能し、電池全体の自己回復特性を高める。本開示の電池は、ポリマー、金属、ガラス繊維、及びそれらの組合せの少なくとも 1 つから作られた可撓性パッケージに包装されていてもよい。

【0027】

B . 成分及び電池特性

図 4 は、本考案の実施形態の電池のための高弾性セパレータスポンジの応力 - 歪み曲線 (線形部) と、同様の歪み速度を有する前記市販のセパレータ (セルガード 2400) との比較である。図 4 に示されるように、機械方向に沿って外部負荷からの同じ応力を受けた場合、前記高弾性セパレータスポンジは、前記市販のセパレータの 3 倍よりも大きい歪みを有し、前記高弾性セパレータスポンジは、前記市販のセパレータよりはるかに容易に弾性変形することを示す。この弾性により、前記セパレータスポンジを組み込んだ電池は、180 度の作動曲げ範囲及び外力適用後の自己回復特性を有する。さらに、前記セパレータスポンジは、機械方向に約 120 MPa ～ 約 140 MPa の破断応力を有し、横断方向に約 90 MPa ～ 約 110 MPa の破断応力を有する。

【0028】

図 5 A は、前記市販のセパレータを含む電池のサイクル性能曲線である図 5 B と比較した、図 1 の電池のサイクル性能曲線である。図 5 A に示されるように、図 1 の電池の充電及び放電 1000 サイクル後の容量維持率は、1000 サイクル後に 25 % しか容量が維持されなかった前記市販のセパレータを組み込んだ電池よりもはるかに高い。これは、セパレータスポンジを組み込んだ本開示の電池のサイクル性能が、前記市販のセパレータを採用した電池よりも実質的に改善されていることを示す。

【0029】

10

20

30

40

50

図 6 は、本開示の電池の作動曲げ範囲を示す。上述したように、前記電池の作動曲げ範囲は 180 度であり、すなわち、前記電池は、依然として電力を生成しつつ、折り畳まれ得る。図 6 A は、折り畳み前の本開示の電池の開回路電圧を示し、図 6 B は、折り畳み時の開回路電圧を示す。図 6 A を図 6 B と比較して分かるように、前記電池の開回路電圧は、折り畳みの後であっても変化なく維持される。これは、前記電池の電気出力が 180 度の變形下であっても安定であることを示す。

【0030】

図 7 A 及び 7 B は、曲げ疲労試験を実施するために使用される構成を示す。図 7 A は曲げ角度 60°での曲げ半径 40 mm を示し、図 7 B は、曲げ角度 165°での曲げ半径 20 mm を示す。図 1 の電池が、曲げ半径 40 mm ~ 曲げ半径 20 mm で繰り返し折り曲げられる。その結果は図 8 に示される。図 8 に示されるように、1000 サイクルの曲げの後、5%未満の容量損失が観察される。それに比べ、従来の電池は、この特徴を有しない、すなわち、市販の電池は、1 又は複数サイクルの曲げの間、電力を供給する能力を失い得る。

10

【0031】

図 9 は、本考案の電池の開回路電圧を示す。図 9 A は金属鉄による電池切断前の電圧を示し、図 9 B は電池切断時の電圧を示し、図 9 C 電池切断後の電圧を示す。図 9 A ~ 9 C に見られるように、切断時、前記鉄が前記電池本体を貫通し、カソードとアノードを短絡させた後に、開回路電圧は正常な範囲からより低い範囲へと下がる。しかしながら、前記電池の自己回復特性によって、前記電池の一部を切断した後、電圧は正常な範囲へと戻る。すなわち、前記セパレータスポンジは元の形状及び体積を回復し、前記カソード及びアノードは適切な分離された位置に戻る。この自己回復特性は、市販の、従来技術の電池では見られない。重要なことに、切断時に電解質の漏れはなく、これは本開示の電池の安全性レベルが強化されていることを示す。電解質の漏れは火災又は爆発につながる可能性があり、従って、非常に厳しい機械的損傷を受けた場合であっても本開示の電池は安全である。

20

【0032】

図 10 は、本考案の電池の開回路電圧を示す。図 10 A は釘刺し前の、図 10 B は釘刺し時の、及び図 10 C は釘刺し後の電圧を示す。図 10 に示されるように、前記電池本体への釘刺し後、負極と正極の間での短絡により、電圧は正常な範囲からより低い範囲へと低下し、これにより LED が消灯する。しかしながら、電圧は前記電池本体から釘を除去した後に正常な範囲へと回復し、LED を再点灯する。前記電池の開回路電圧の回復は、釘刺しによる外部負荷を除去した後、元の形状及び体積を回復し、前記電極を元の離れた位置に戻す、高弾性セパレータスポンジに起因する。重要なことに、釘刺し時に電解質の漏れ、火災、又は爆発はなく、これは、従来技術の市販の電池と比較した本開示の電池の安全性レベルを示す。

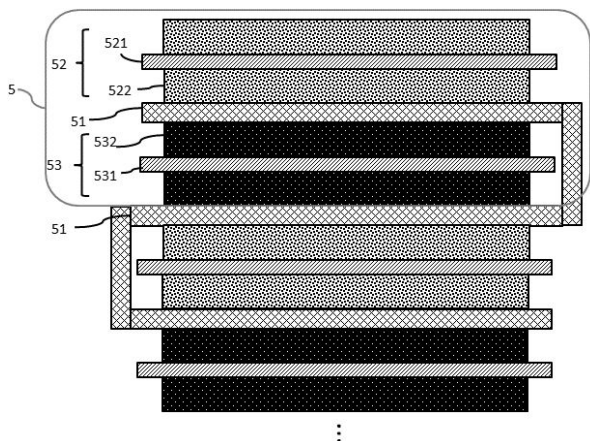
30

【0033】

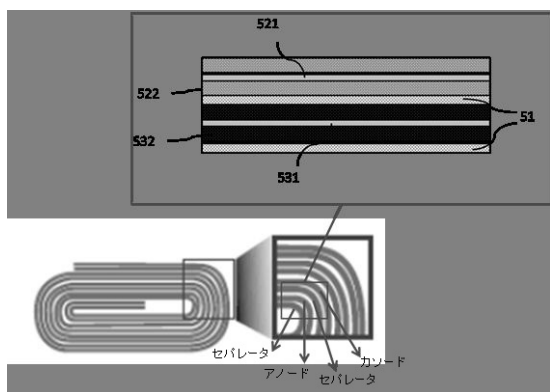
本考案は、その精神又は本質的な特徴から逸脱することなく、他の特定の形態で実施することができる。従って、本考案の実施形態は、すべての点において、例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本考案の範囲は、前述の説明ではなく添付の実用新案登録請求の範囲によって示され、当該実用新案登録請求の範囲と均等である意味及び範囲内における全ての変更が包含されることが意図される。

40

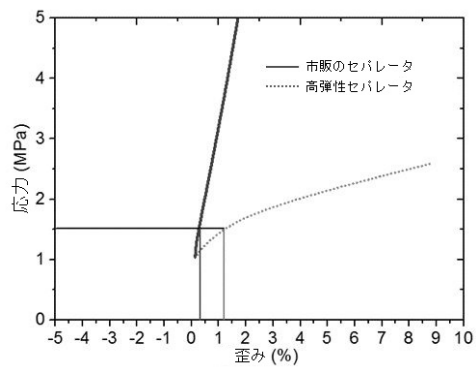
【図 1】



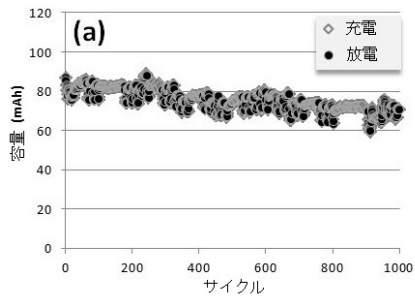
【図 2】



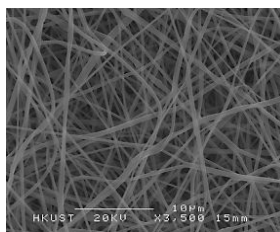
【図 4】



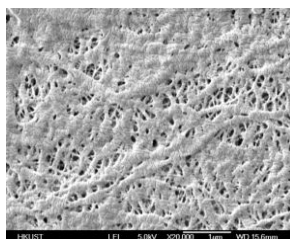
【図 5 A】



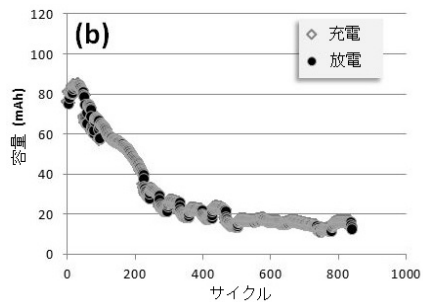
【図 3 A】



【図 3 B】



【図 5 B】



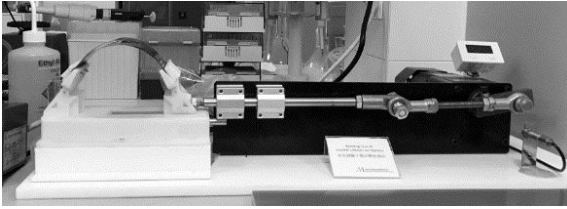
【図 6 A】



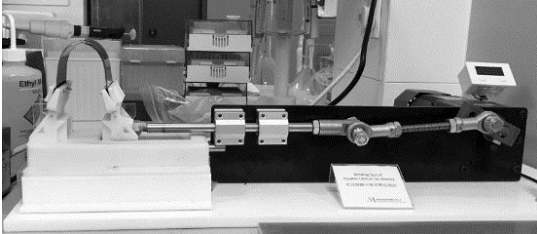
【図 6 B】



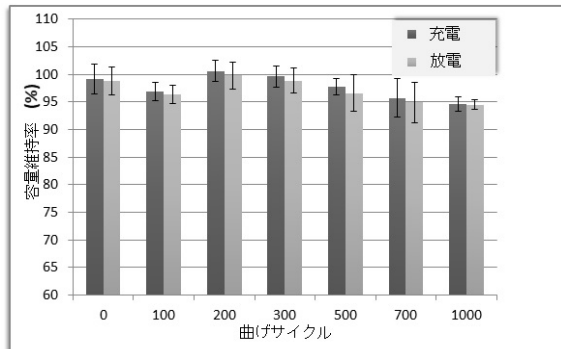
【図 7 A】



【図 7 B】



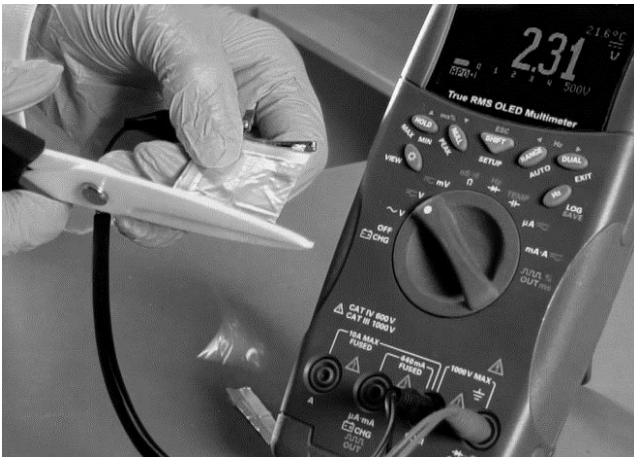
【図 8】



【図 9 A】



【図 9 B】



【図 9 C】



【図 10 A】



【図 10 B】



【図 10 C】



 フロントページの続き

(51) Int. Cl.

F I

H 0 1 M 10/0569 (2010.01)

H 0 1 M 10/0569

H 0 1 M 10/0568 (2010.01)

H 0 1 M 10/0568

(72) 考案者 チェンミン, リウ

香港 ニューテリトリーズ シャーティン ホンコンサイエンスパーク ナンバー 8 サイエンス
 パークウェストアベニュー レイクサイド 1 5 / エフ ユニット 5 1 5 - 5 1 7

(72) 考案者 チ ホ, クウォック

香港 ニューテリトリーズ シャーティン ホンコンサイエンスパーク ナンバー 8 サイエンス
 パークウェストアベニュー レイクサイド 1 5 / エフ ユニット 5 1 5 - 5 1 7

(72) 考案者 シェンボ, ルー

香港 ニューテリトリーズ シャーティン ホンコンサイエンスパーク ナンバー 8 サイエンス
 パークウェストアベニュー レイクサイド 1 5 / エフ ユニット 5 1 5 - 5 1 7