

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2024-540930

(P2024-540930A)

(43)公表日 令和6年11月6日(2024.11.6)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
<i>H 0 1 M 10/0525(2010.01)</i>	H 0 1 M 10/0525	5 H 0 1 7
<i>H 0 1 M 4/505(2010.01)</i>	H 0 1 M 4/505	5 H 0 2 9
<i>H 0 1 M 4/485(2010.01)</i>	H 0 1 M 4/485	5 H 0 4 3
<i>H 0 1 M 4/131(2010.01)</i>	H 0 1 M 4/131	5 H 0 5 0
<i>H 0 1 M 50/531 (2021.01)</i>	H 0 1 M 50/531	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全37頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2024-523592(P2024-523592)	(71)出願人	502350250
(86)(22)出願日	令和4年10月13日(2022.10.13)		ヴァルタ マイクロバッテリー ゲゼルシ
(85)翻訳文提出日	令和6年6月13日(2024.6.13)		ャフト ミット ベシュレンクテル ハフ
(86)国際出願番号	PCT/EP2022/078566		ツング
(87)国際公開番号	WO2023/066791		ドイツ連邦共和国 7 3 4 7 9 エルワン
(87)国際公開日	令和5年4月27日(2023.4.27)		ゲン ヤクスト ヴアルタ プラッツ 1
(31)優先権主張番号	21203827.7	(74)代理人	110000109
(32)優先日	令和3年10月20日(2021.10.20)		弁理士法人特許事務所サイクス
(33)優先権主張国・地域又は機関		(72)発明者	ショルツ シュテファニー
	欧州特許庁(EP)		ドイツ連邦共和国 7 3 4 7 9 エルヴァ
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA		ンゲン コイパーヴェーク 1 2
	,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(	(72)発明者	ピュトリク エドゥアルト
	AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A		ドイツ連邦共和国 7 3 4 7 9 エルヴァ
	T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR		ンゲン エアフルター シュトラーセ 2
	,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,	(72)発明者	エンスリング ダーヴィト
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 リチウムイオンセル

(57) 【要約】

二次リチウムイオンセル（１００）は、アノード（１２０）／セパレータ（１１８）／カソード（１３０）の順序を有する電極－セパレータアセンブリ（１０４）を含む。アノード（１２０）及びカソード（１３０）は、ストリップ状の設計であり、且つ第１の長手方向端部（１１５ a、１２５ a）及び第２の長手方向端部を有するストリップ状集電体（１１５、１２５）をそれぞれ含み、及びストリップ状主要区域（１２２、１１６）内に電極材料（１５５、１２３）がそれぞれ装荷され、それぞれの場合に第１の長手方向端部（１１５ a、１２５ a）に沿って延在する自由端部ストリップ（１２１、１１７）には電極材料が装荷されない。電極－セパレータアセンブリ（１０４）は、２つの端子端面を有するコイルの形態であり、且つハウジングによって取り囲まれる。アノード（１２０）及びカソード（１３０）は、端部ストリップ（１２１）が端子端面の一方から出現し、及び端部ストリップ（１１７）が端子端面の他方から出現するように、電極－セパレータアセンブリ（１０４）内で互いに対して形成及び／又は配置される。セルは、端部ス

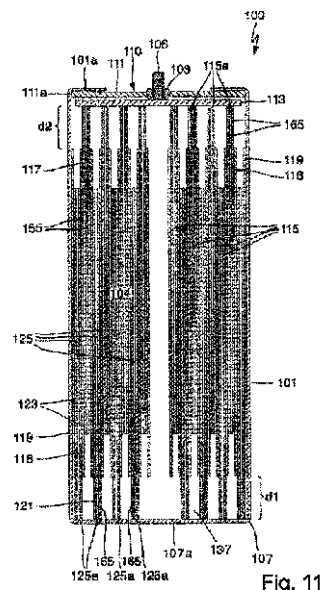


Fig. 11

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

二次リチウムイオンセルであって、特徴

a. 前記セルは、アノード（120）／セパレータ（118）／カソード（130）の順序を有する電極－セパレータアセンブリ（104）を含むこと、

b. 前記アノード（120）は、リボン状であり、且つ負極材料（155）と、第1の長手方向端部（115a）及び第2の長手方向端部を有するリボン状アノード集電体（115）とを含むこと、

c. 前記アノード集電体（115）は、前記負極材料（155）の層が装荷されるストリップ状主要区域（122）と、前記第1の長手方向端部（115a）に沿って延在し、且つ前記電極材料（155）が装荷されない自由端部ストリップ（121）とを有すること、

d. 前記カソード（130）は、リボン状であり、且つ正極材料（123）と、第1の長手方向端部（125a）及び第2の長手方向端部を有するリボン状カソード集電体（125）とを含むこと、

e. 前記カソード集電体（125）は、前記正極材料（123）の層が装荷されるストリップ状主要区域（116）と、前記第1の長手方向端部（115e）に沿って延在し、且つ前記電極材料（125）が装荷されない自由端部ストリップ（117）とを有すること、

f. 前記電極－セパレータアセンブリ（104）は、2つの端子端面（104b、104c）を有するコイルの形態であること、

g. 前記電極－セパレータアセンブリ（104）は、ハウジング内に取り囲まれること、

h. 前記アノード（120）及び前記カソード（130）は、前記アノード集電体（115）の前記自由端部ストリップ（121）が前記端子端面の一方から出現し、及び前記カソード集電体（125）の前記自由端部ストリップ（117）が前記端子端面の他方から出現するように、前記電極－セパレータアセンブリ（104）内で互いに対して形成及び／又は配置されること、

i. 前記セルは、前記端部ストリップ（117、121）の1つに直接接触する接触シート金属部材（113）を有すること、

j. 前記負極材料（155）の層は、チタン酸リチウム（LTO）を含むこと、及び

k. 前記正極材料（123）の層は、マンガン酸リチウム（LMO）を含むことを有する二次リチウムイオンセル。

【請求項 2】

以下のさらなる特徴：

a. 前記カソード集電体（125）は、アルミニウム若しくはアルミニウム合金を含むか、又は前記アルミニウム若しくはアルミニウム合金で作られること、

b. 前記アノード集電体（115）は、アルミニウム若しくはアルミニウム合金を含むか、又は前記アルミニウム若しくはアルミニウム合金で作られることを有する、請求項 1 に記載のセル。

【請求項 3】

以下のさらなる特徴：

a. 前記正極材料（123）は、前記 LMO を 70 重量％～99.4 重量％の比率で含むこと、

b. 前記正極材料（123）は、電極バインダー及び／又は導電剤を含むこと、

c. 前記電極バインダーは、前記正極材料（123）中に 0.5 重量％～15 重量％の比率で含有されること、

d. 前記導電剤は、前記正極材料（123）中に 0.1 重量％～15 重量％の比率で含有されること

の少なくとも 1 つを有する、請求項 1 又は 2 に記載のセル。

【請求項 4】

以下のさらなる特徴：

- a. 前記カソード集電体（125）上の前記正極材料（123）の層は、20～300 μm の範囲の厚さを有すること
を有する、請求項1～3のいずれか一項に記載のセル。

【請求項 5】

以下のさらなる特徴：

- a. 前記負極材料（155）は、前記LTOを70重量%～99.4重量%の比率で含むこと、
b 前記負極材料（155）は、電極バインダー及び／又は導電剤を含むこと、
c. 前記電極バインダーは、前記負極材料（155）中に0.5重量%～15重量%の比率で含有されること、
d. 前記導電剤は、前記負極材料（155）中に0.1重量%～15重量%の比率で含有されること
の少なくとも1つを有する、請求項1～4のいずれか一項に記載のセル。

【請求項 6】

以下のさらなる特徴：

- a. 前記アノード集電体（115）上の前記負極材料（155）の層は、20 μm ～300 μm の範囲の厚さを有すること
を有する、請求項1～5のいずれか一項に記載のセル。

【請求項 7】

以下のさらなる特徴：

- a. 前記セルは、アセトニトリル（ACN）、プロピレンカーボネート（PC）、 γ -ブチロラクトン（GBL）、アジポニトリル（ADN）、エチレンカーボネート-ジエチルカーボネート（EC-DEC）、エチレンカーボネート-ジメチルカーボネート（EC-DMC）、エチレンカーボネート-エチルメチルカーボネート（EC-EMC）、エチレンカーボネート-ジメチルカーボネート-エチルメチルカーボネート（EC-DMC-EMC）及びエチレンカーボネート-ジメチルカーボネート-ジエチルカーボネート（EC-DMC-DEC）を含む群からの溶媒又は溶媒混合物である電解質を含むこと、
b. 前記セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム（ Et_4NBF_4 ）、ヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）、ヘキサフルオロヒ酸リチウム（ LiAsF_6 ）、テトラフルオロホウ酸リチウム（ LiBF_4 ）、過塩素酸リチウム（ LiClO_4 ）、ビス（オキサラト）ホウ酸リチウム（ $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ ）及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ からなる群から選択される伝導性塩を含有する電解質を含むこと、
c. 前記伝導性塩は、前記電解質中に0.5M～5M、特に2Mの比率で含有されること、
d. 前記セルは、ビニレンカーボネート（VC）及びフルオロエチレンカーボネート（FEC）からなる群から選択される添加剤を含む電解質を含むこと
の少なくとも1つを有する、請求項1～6のいずれか一項に記載のセル。

【請求項 8】

以下のさらなる特徴：

- a. 前記セルは、アセトニトリル（ACN）を溶媒として含有する電解質を含むこと、
b. 前記セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム（ Et_4NBF_4 ）、ヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）、ヘキサフルオロヒ酸リチウム（ LiAsF_6 ）、テトラフルオロホウ酸リチウム（ LiBF_4 ）、過塩素酸リチウム（ LiClO_4 ）、ビス（オキサラト）ホウ酸リチウム（ $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ ）及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ 、特にテトラフルオロホウ酸リチウム（ LiBF_4 ）からなる群から選択される伝導性塩である電解質を含むこと、
c. 前記伝導性塩は、前記電解質中に1.0～3.0M、特に1.5～2.5Mの濃度で含有されること

を有する、請求項 1～7 のいずれか一項に記載のセル。

【請求項 9】

以下のさらなる特徴：

a．前記セルは、プロピレンカーボネート（PC）と γ -ブチロラクトン（GBL）との混合物を溶媒として含有する電解質を含むこと、

b．前記混合物中の PC：対 GBL の体積比は、10：90～90：10 の範囲であり、特に好ましくは、前記体積比は、30：70 であること、

c．前記セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム（ Et_4NBF_4 ）、ヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）、ヘキサフルオロヒ酸リチウム（ LiAsF_6 ）、テトラフルオロホウ酸リチウム（ LiBF_4 ）、過塩素酸リチウム（ LiClO_4 ）、ビス（オキサラト）ホウ酸リチウム（ $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ ）及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ からなる群から選択される伝導性塩である電解質を含むこと、

d．前記伝導性塩は、前記電解質中に 0.5 M～5 M、特に 2 M の濃度で含有されること

を有する、請求項 1～7 のいずれか一項に記載のセル。

【請求項 10】

以下のさらなる特徴：

a．前記セルは、プロピレンカーボネート（PC）を溶媒として含有する電解質を含むこと、

b．前記セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム（ Et_4NBF_4 ）、ヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）、ヘキサフルオロヒ酸リチウム（ LiAsF_6 ）、テトラフルオロホウ酸リチウム（ LiBF_4 ）、過塩素酸リチウム（ LiClO_4 ）、ビス（オキサラト）ホウ酸リチウム（ $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ ）及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ 、特にヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）からなる群から選択される伝導性塩である電解質を含むこと、

c．前記伝導性塩は、前記電解質中に 1.0～2.0 M の濃度で含有されること

を有する、請求項 1～7 のいずれか一項に記載のセル。

【請求項 11】

以下のさらなる特徴：

a．前記セルは、エチレンカーボネート（EC）とジメチルカーボネート（DMC）との混合物を溶媒として含有する電解質を含むこと、

b．前記混合物中の EC：対 DMC の体積比は、1：7～5：7 の範囲であり、特に好ましくは、前記体積比は、3：7 であること、

c．前記セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム（ Et_4NBF_4 ）、ヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）、ヘキサフルオロヒ酸リチウム（ LiAsF_6 ）、テトラフルオロホウ酸リチウム（ LiBF_4 ）、過塩素酸リチウム（ LiClO_4 ）、ビス（オキサラト）ホウ酸リチウム（ $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ ）及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ 、特にヘキサフルオロリン酸リチウム（ LiPF_6 ）からなる群から選択される伝導性塩である電解質を含むこと、

d．前記伝導性塩は、前記電解質中に 1.0～2.0 M の濃度で含有されること、

e．前記電解質は、ビニレンカーボネート（VC）を添加剤として特に 1 重量％～3 重量％の濃度で含むこと

を有する、請求項 1～7 のいずれか一項に記載のセル。

【請求項 12】

以下のさらなる特徴：

a．前記セルは、エチレンカーボネート（EC）と、プロピレンカーボネート（PC）と、ジメチルカーボネート（DMC）との混合物を溶媒として含有する電解質を含むこと、

b．前記電解質中の前記 3 つの成分 EC、PC 及び DMC の比率は、互いに対して 1：2：7 であること、

c. 前記セルは、テトラフルオロホウ酸テトラエチルアンモニウム (Et_4NBF_4)、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム (LiAsF_6)、テトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF_4)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、ビス(オキサラト)ホウ酸リチウム ($\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$) 及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ 、特にヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6) からなる群から選択される伝導性塩である電解質を含むこと、

d. 前記伝導性塩は、前記電解質中に 0.5 M ~ 5 M の濃度で含有されること、

e. 前記セルは、テトラフルオロホウ酸テトラエチルアンモニウム (Et_4NBF_4) を共伝導性塩として含む電解質を含むこと、

f. 前記共伝導性塩は、前記電解質中に 0.1 M ~ 2 M の濃度で含有されることを有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のセル。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

以下に記載される本発明は、二次リチウムイオンセルに関する。

【背景技術】

【0002】

電気化学セルは、酸化還元反応により、貯蔵された化学エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。これらは、通常、セパレータによって互いに分離される正極及び負極を含む。放電中、酸化プロセスを介して負極で電子が放出される。これにより、外部の電気消費者によって取り出すことができる電子電流が得られ、このため、電気化学セルは、エネルギー供給元として機能する。同時に、電極反応に対応するイオン電流がセル内で生じる。このイオン電流は、セパレータを通過し、これは、イオン伝導性電解質によって可能になる。

20

【0003】

放電が可逆的である場合、すなわち放電中の化学エネルギーから電気エネルギーへの変換を反転させ、セルを再び充電することができる場合、これは、二次セルと呼ばれる。二次セル内のアノードとしての負極の一般的名称及びカソードとしての正極の名称は、電気化学セルの放電機能を基準とする。

【0004】

最近では、二次リチウムイオンセルは、大電流を得ることができ、比較的高いエネルギー密度を特徴とするため、多くの用途に使用される。これらは、イオンの形態でセルの電極間を往復して移動し得るリチウムの使用に基づく。リチウムイオンセルの負極及び正極は、通常、電気化学的に不活性の成分と、電気化学的に活性の成分とを含むいわゆる複合電極によって形成される。

30

【0005】

原理上、リチウムイオンの吸収及び放出が可能なあらゆる材料を二次リチウムイオンセルの電気化学的活性成分(活物質)として使用することができる。黒鉛状炭素などの炭素をベースとする粒子が負極に使用されることが多い。チタン酸リチウム(LTO)など、リチウムインターカレーションに適切な別の非黒鉛状炭素材料を使用することもできる。さらに、リチウムと合金化可能な金属及び半金属材料を使用することもできる。例えば、元素のスズ、アルミニウム、アンチモン及びケイ素は、リチウムと金属間相を形成することができる。コバルト酸リチウム(LiCoO_2)及びマンガン酸リチウム(LMO)、リン酸鉄リチウム(LiFePO_4)又はそれらの誘導体などのリチウム金属酸化物を正極の活物質として使用することができる。電気化学的活性材料は、通常、電極中に粒子形態で含有される。

40

【0006】

電気化学的に不活性の成分として、複合電極は、一般に、それぞれの活物質の担体として機能する平坦及び／又はストリップ状の集電体、例えば金属箔を含む。負極の集電体(アノード集電体)は、例えば、銅又はニッケルで作られ得、正極の集電体(カソード集電

50

体)は、例えば、アルミニウムで作られ得る。さらに、電極は、電極バインダー(例えば、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)又は別のポリマー、例えばカルボキシメチルセルロース)、伝導性を改善する添加剤及び別の添加剤を電気化学的に不活性の成分として含み得る。電極バインダーにより、電極の機械的安定性が保証され、多くの場合、活物質の集電体に対する接着も保証される。

【0007】

リチウムイオンセル内で使用される電解質は、通常、有機溶媒(例えば、エーテル及び炭酸のエステル)中のヘキサフルオロリン酸リチウム(LiPF₆)などのリチウム塩の溶液である。

【0008】

リチウムイオンセルの製造中、複合電極は、1つ以上のセパレータと組み合わされてアセンブリが形成される。このプロセスでは、電極及びセパレータは、通常、加圧下において、場合により積層又は接合も行うことによって互いに接続される。次に、セルの基本的な機能は、アセンブリに電解質を含浸させることによって得ることができる。

【0009】

多くの実施形態では、アセンブリは、コイルの形態で形成されるか又はコイルに加工される。通常、これは、正極/セパレータ/負極の順序を含む。アセンブリは、多くの場合、いわゆるバイセルとして製造され、可能性のある順序として負極/セパレータ/正極/セパレータ/負極又は正極/セパレータ/負極/セパレータ/正極を有する。

【0010】

自動車部門における用途、e-バイク又は工具などの高エネルギー必要量を有する別の用途の場合、充電及び放電中の大電流に耐えることもできる可能な最大エネルギー密度を有するリチウムイオンセルが必要となる。

【0011】

前述の用途のセルは、例えば、21×70(mmの単位での直径×高さ)の形状因子を有する円筒形丸形セルとして設計されることが多い。この種類のセルは、常に巻回の形態のアセンブリを含む。この形状因子の最新のリチウムイオンセルは、既に最大で270Wh/kgのエネルギー密度を実現可能である。しかしながら、このエネルギー密度は、単に中間段階であると考えられている。市場では、さらに高いエネルギー密度を付するセルが既に要求されている。

【0012】

しかしながら、改善された電気化学セルを開発する場合、エネルギー密度だけでなく、別の要因が考慮される。充電及び放電中の電力損失を軽減するために、できるだけ低く維持すべきセルの内部抵抗及びセルの温度の調節に重要となり得る電極の熱的接続も非常に重要なパラメーターである。これらのパラメーターは、コイルの形態のアセンブリを含む円筒形丸形セルの場合にも非常に重要である。セルが急速充電される場合、電力損失のためにセル内に熱が蓄積し、それにより大きい熱機械応力が生じ得、続いてセル構造の変形及び損傷が生じ得る。巻回アセンブリから軸方向に出現する(emerge)、集電体に溶接された別個の導電性アレスタータブによって集電体の電氣的接続が行われる場合、その危険性が高まり、なぜなら、充電及び放電中の重負荷下でこれらのアレスタータブにおいて発熱が生じ得るためである。このようなアレスタータブは、例えば、薄い幅数mmの金属箔のストリップであり得る。

【0013】

国際公開第2017/215900 A1号パンフレットは、電極-セパレータアセンブリ及びその電極がリボン状及びコイルの形態であるセルを記載している。それぞれの電極は、電極材料が装荷された集電体を有する。互いに反対の極性の電極は、電極-セパレータアセンブリ内で互いにオフセットして配列され、そのため、正極の集電体の長手方向端部は、コイルの一方の側で出現し、負極の集電体の長手方向端部は、コイルの別の側から出現する。集電体の電氣的接触に関して、セルは、線状接触ゾーンが形成されるように、一方の長手方向端部上にある少なくとも1つの接触シート金属部材を有する。接触シ-

10

20

30

40

50

ト金属部材は、溶接によって直線状接触ゾーンに沿って長手方向端部に接続される。これにより、集電体に電氣的に接触することができ、したがって関連する電極にその全長にわたって電氣的に接触することができる。これにより、上記のセル内の内部抵抗が大幅に低下する。結果として、大電流の発生を非常に良好に緩和することができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、従来技術と比較して改善されたエネルギー密度を特徴とし、同時にその内部抵抗及びその受動的熱放散能力に関して優れた特性を有するリチウムイオンセルを提供するという課題に基づくものであった。

【課題を解決するための手段】

【0015】

この課題は、請求項1の特徴を有するリチウムイオンセルによって解決される。セルの好ましい実施形態は、従属請求項に示される。

【0016】

本発明による二次リチウムイオンセルは、直下の特徴a.～k:

a. セルは、順序アノード／セパレータ／カソードの順序を有する電極－セパレータアセンブリを含むこと、

b. アノードは、リボン状であり、且つ負極材料と、第1の長手方向端部及び第2の長手方向端部を有するリボン状アノード集電体とを含むこと、

c. アノード集電体は、負極材料の層が装荷されるストリップ状主要区域と、第1の長手方向端部に沿って延在し、且つ電極材料が装荷されない自由端部ストリップとを有すること、

d. カソードは、リボン状であり、且つ正極材料と、第1の長手方向端部及び第2の長手方向端部を有するリボン状カソード集電体とを含むこと、

e. カソード集電体は、正極材料の層が装荷されるストリップ状主要区域と、第1の長手方向端部に沿って延在し、且つ電極材料が装荷されない自由端部ストリップとを有すること、

f. 電極－セパレータアセンブリは、2つの端面を有するコイルの形態であること、

g. 電極－セパレータアセンブリは、ハウジング内に取り囲まれること、

h. アノード及びカソードは、アノード集電体の自由端部ストリップが端子端面の一方から出現し、及びカソード集電体の自由端部ストリップが端子端面の他方から出現するように、電極－セパレータアセンブリ内で設計及び／又は配置されること、

i. セルは、端部ストリップの1つに直接接触し、好ましくは溶接又ははんだ付けによってこの端部ストリップに直接接続される接触シート金属部材を有すること、

j. 負極材料の層は、チタン酸リチウム (LTO) を含むこと、及び

k. 正極材料の層は、マンガン酸リチウム (LMO) を含むこと

を常に有する。

【0017】

明確にするために、接触シート金属部材と、アノード集電体又はカソード集電体の端部ストリップとの間の接続は、直接的なものである。溶接の場合、接触シート金属部材は、自由端部ストリップに直接融着する一方、はんだ付けの場合、最大でもはんだ金属の薄層が接触シート金属部材と自由端部ストリップとの間に配置される。

【0018】

電極の集電体への接触シート金属部材の直接的な接続により、優れた熱放散特性を補償することができ、これについて以下で説明する。

【0019】

さらに、第1の長手方向端部に沿って延在する自由端部ストリップは、これらの長手方向端部を含む。したがって、第1の長手方向端部は、それぞれの端部ストリップの一部であると見なされるべきである。

10

20

30

40

50

【0020】

電気化学的システム

本発明によるセルは、リチウムイオンセルとして設計され、すなわち、これは、リチウムの吸収及び放出を可逆的に行うことができる電極を有する。負極中のLTO及び正極中のLMOは、この目的のために使用される。

【0021】

LMOは、これまで、リチウムイオン電池の正極の電極材料として知られている。これは、天然鉱物の $MgAl_2O_4$ と類似したスピネル構造を有する。

【0022】

LTOも、これまで、リチウムイオン電池の負極の電極材料として知られている。これもスピネル構造で利用可能である。

【0023】

適切なリチウムマンガンスピネル化合物及び適切なチタン酸リチウム化合物の概要は、

— J. B. Goodenough / Journal of Power Sources 174 (2007) 996–1000

— Zaghbi et al. / Materials 2013, 6, 1028–1049

— Lin et al. / Journal of Power Sources 248 (2014) 1034–1041

に見ることができる。

【0024】

特定の利点の1つは、本発明による電極材料の組み合わせ(LTO/LMO)により、従来のスーパーキャパシタとの電圧互換性が可能になることである。本発明によるセルは、好ましくは、室温で2.2～3.0Vの範囲、特に2.7Vの公称電圧を有する。このような電圧ウィンドウを有するセルは、対応する用途でスーパーキャパシタに取って代わることができるが、はるかに高い容量を有し得る。電極材料の上記の組合せと、接触シート金属部材による集電体の接触との組み合わせにより、特に充電方向及びまた低温(<10℃)で驚くべき良好な高電流容量をセルに与える。

【0025】

好ましいカソード側の構造

特に好ましい一実施形態では、本発明によるセルのカソードは、直下のさらなる特徴a.～d.の少なくとも1つを特徴とする：

a. 正極材料は、70重量%～99.4重量%の比率でLMOを含む。

b. 正極材料は、電極バインダー及び／又は導電剤を含む。

c. 電極バインダーは、正極材料中に0.5重量%～15重量%の比率で含有される。

d. 導電剤は、正極材料中に0.1重量%～15重量%の比率で含有される。

好ましくは、直前の追加の特徴a.～d.は、組み合わせで実現される。

【0026】

パーセント値は、電極材料の乾燥質量、すなわち電解質を除外した電極材料を基準とする。

【0027】

カソードの活物質は、好ましくは、電極バインダーのマトリックス中に埋め込まれ、それにより、マトリックス中の隣接する粒子は、好ましくは、互いに直接接触する。導電剤は、電極の導電率を増加させるために使用される。一般的な電極バインダーは、例えば、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、ポリアクリレートスチレン-ブタジエン-ゴム(SBR)又はカルボキシメチルセルロースをベースとする。一般的な導電剤は、カーボンブラック、黒鉛、グラフェン、カーボンナノファイバー及び金属粉末である。

【0028】

好ましくは、カソード集電体上の正極材料の層は、20µm～300µmの範囲の厚さを有する。

【0029】

好ましいアノード側の構造

特に好ましい一実施形態では、本発明によるセルのアノードは、直下のさらなる特徴 a. ~ d. の少なくとも 1 つを特徴とする：

- a. 負極材料は、70 重量% ~ 99.4 重量% で LTO を含む。
- b. 負極材料は、電極バインダー及び／又は導電剤を含む。
- c. 電極バインダーは、負極材料中に 0.5 重量% ~ 15 重量% の比率で含有される。
- d. 導電剤は、負極材料中に 0.1 重量% ~ 15 重量% の比率で含有される。

好ましくは、直前の追加の特徴 a. ~ d. は、組み合わせで実現される。

【0030】

ここでのパーセント値も、電極材料の乾燥質量、すなわち電解質を除外した電極材料を基準とする。

【0031】

アノードの活物質は、好ましくは、電極バインダーのマトリックス中に埋め込まれ、それにより、マトリックス中の隣接する粒子は、好ましくは、互いに直接接触する。導電剤は、電極の導電率を増加させるために使用される。一般的な電極バインダーは、例えば、ポリフッ化ビニリデン (PVDF)、ポリアクリレートスチレン-ブタジエン-ゴム (SBR) 又はカルボキシメチルセルロースをベースとする。一般的な導電剤は、カーボンブラック、黒鉛、グラフェン、カーボンナノファイバー及び金属粉末である。

【0032】

好ましくは、アノード集電体上の負極材料の層は、20 μm ~ 300 μm の範囲の厚さを有する。

【0033】

セパレータ

電極-セパレータアセンブリは、好ましくは、少なくとも 1 つのリボン状セパレータ、特に好ましくは 2 つのリボン状セパレータを含み、そのそれぞれは、第 1 及び第 2 の長手方向端部並びに 2 つの末端を有する。

【0034】

セパレータは、好ましくは、電気絶縁性プラスチックフィルムから形成される。セパレータが液体電解質によって透過され得ることが好ましい。このため、例えば、使用されるプラスチックフィルムは、細孔を有し得る。これらのフィルムは、例えば、ポリオレフィン又はポリエーテルケトンで作られ得る。プラスチック材料で作られた不織布及び布又は別の電気絶縁性の布をセパレータとして使用することもできる。5 μm ~ 50 μm の範囲の厚さを有するセパレータが好ましい。

【0035】

セパレータは、動作のための液体電解質を含浸される。

【0036】

しかしながら、セパレータ-液体電解質の組み合わせに対する代替形態として、セルは、例えば、固体電解質を有することもできる。

【0037】

固体電解質は、好ましくは、液体成分を全く含まない単相中に存在するポリマー-伝導性塩複合体をベースとするポリマー固体電解質である。ポリマー固体電解質は、ポリアクリル酸 (PAA)、ポリエチレングリコール (PEG) 又はポリメタクリル酸メチル (PMMA) をポリマーマトリックスとして有し得る。これらの中にリチウムビス-(トリフルオロメタン)スルホニルイミド (LiTFSI)、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF₆) 及びテトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF₄) などのリチウム伝導性塩を溶解させることができる。

【0038】

電解質

ほとんどの場合、セルは、溶媒又は溶媒混合物と、リチウムイオン含有伝導性塩とから

10

20

30

40

50

なり、セパレータに含浸される液体電解質を含むことが好ましい。

【0039】

セルは、好ましくは、アセトニトリル (ACN)、プロピレンカーボネート (PC)、 γ -ブチロラクトン (GBL)、アジポニトリル (ADN)、エチレンカーボネート-ジエチルカーボネート (EC-DEC)、エチレンカーボネート-ジメチルカーボネート (EC-DMC)、エチレンカーボネート-エチルメチルカーボネート (EC-EMC)、エチレンカーボネート-ジメチルカーボネート-エチルメチルカーボネート (EC-DMC-EMC) 及びエチレンカーボネート-ジメチルカーボネート-ジエチルカーボネート (EC-DMC-DEC) を含む群からの溶媒又は溶媒混合物である電解質を含む。

【0040】

さらに、セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム (tetraethylammonium tetrafluoroborate) (Et_4NBF_4)、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム (LiAsF_6)、テトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF_4)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、ビス (オキサラト) ホウ酸リチウム ($\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$) 及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ からなる群から選択される伝導性塩を含有する電解質を含むことが好ましい。

【0041】

伝導性塩は、好ましくは、電解質中に 0.5 M ~ 5 M、特に 2 M の比率で含有される。

【0042】

幾つかの好ましい実施形態では、電解質は、ビニレンカーボネート (VC) 及びフルオロエチレンカーボネート (FEC) からなる群から選択される添加剤を含む。

【0043】

第 1 の特に好ましい変形形態では、本発明によるセルは、電解質に関して以下の 3 つのさらなる特徴 a. ~ c. の少なくとも 1 つを特徴とする：

a. セルは、アセトニトリル (ACN) を溶媒として含有する電解質を含む。

b. セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム (Et_4NBF_4)、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム (LiAsF_6)、テトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF_4)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、ビス (オキサラト) ホウ酸リチウム ($\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$) 及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ 、特にテトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF_4) からなる群から選択される伝導性塩を含む電解質を含む。

c. 伝導性塩は、電解質中に 1.0 ~ 3.0 M、特に 1.5 ~ 2.5 M の濃度で含有される。

特に好ましくは、直前の 3 つの特徴 a. ~ c. は、互いの組み合わせで実現される。

【0044】

第 2 の特に好ましい変形形態では、本発明によるセルは、電解質に関して以下の 4 つのさらなる特徴 a. ~ d. の少なくとも 1 つを特徴とする：

a. セルは、プロピレンカーボネート (PC) と γ -ブチロラクトン (GBL) との混合物を溶媒として含有する電解質を含む。

b. 混合物中の PC : 対 GBL の体積比は、10 : 90 ~ 90 : 10 の範囲であり、特に好ましくは、体積比は、30 : 70 である。

c. セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム (Et_4NBF_4)、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム (LiAsF_6)、テトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF_4)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、ビス (オキサラト) ホウ酸リチウム ($\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$) 及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ からなる群から選択される伝導性塩を含む電解質を含む。

d. 伝導性塩は、電解質中に 0.5 ~ 5 M、特に 2 M の濃度で含有される。

直前の 4 つの特徴 a. ~ d. は、特に好ましくは、互いの組み合わせで実現される。

【0045】

第 3 の特に好ましい変形形態では、本発明によるセルは、電解質に関して以下の 3 つの

さらなる特徴 a. ~ c. の少なくとも 1 つを特徴とする：

a. セルは、プロピレンカーボネート (PC) を溶媒として含有する電解質を含む。

b. セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム (Et_4NBF_4)、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム (LiAsF_6)、テトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF_4)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、ビス (オキサト) ホウ酸リチウム ($\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$) 及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ 、特にヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6) からなる群から選択される伝導性塩を含む電解質を含む。

c. 伝導性塩は、電解質中に 1.0 ~ 2.0 M の濃度で含有される。

直前の 3 つの特徴 a. ~ c. は、特に好ましくは、互いの組み合わせで実現される。

10

【0046】

第 4 の特に好ましい変形形態では、本発明によるセルは、電解質に関して以下の 5 つのさらなる特徴 a. ~ e. の少なくとも 1 つを特徴とする：

a. セルは、エチレンカーボネート (EC) とジメチルカーボネート (DMC) との混合物を溶媒として含有する電解質を含む。

b. 混合物中の EC : 対 DMC の体積比は、1 : 7 ~ 5 : 7 の範囲であり、特に好ましくは、体積比は、3 : 7 である。

c. セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム (Et_4NBF_4)、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム (LiAsF_6)、テトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF_4)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、ビス (オキサト) ホウ酸リチウム ($\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$) 及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ 、特にヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6) からなる群から選択される伝導性塩を含む電解質を含む。

20

d. 伝導性塩は、電解質中に 1.0 ~ 2.0 M の濃度で含有される。

e. 電解質は、ビニレンカーボネート (VC) を添加剤として特に 1 重量% ~ 3 重量% の濃度で含む。

直前の 5 つの特徴 a. ~ e. は、特に好ましくは、互いの組み合わせで実現される。

【0047】

第 5 の特に好ましい変形形態では、本発明によるセルは、電解質に関して直下の 6 つのさらなる特徴 a. ~ f. の少なくとも 1 つを特徴とする：

30

a. セルは、エチレンカーボネート (EC) と、プロピレンカーボネート (PC) と、ジメチルカーボネート (DMC) との混合物を溶媒として含有する電解質を含む。

b. 電解質中の 3 つの成分 EC、PC 及び DMC の互いに対する比率は、1 : 2 : 7 である。

c. セルは、テトラフルオロホウ酸テトラテチルアンモニウム (Et_4NBF_4)、ヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム (LiAsF_6)、テトラフルオロホウ酸リチウム (LiBF_4)、過塩素酸リチウム (LiClO_4)、ビス (オキサト) ホウ酸リチウム ($\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$) 及び $\text{LiP}(\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2)_3$ 、特にヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6) からなる群から選択される伝導性塩を含む電解質を含む。

40

d. 伝導性塩は、電解質中に 0.5 M ~ 5 M の濃度で含有される。

e. セルは、テトラフルオロホウ酸テトラエチルアンモニウム (Et_4NBF_4) を共伝導性塩として含む電解質を含む。

f. 共伝導性塩は、電解質中に 0.1 M ~ 2 M の濃度で含有される。

直前の 6 つの特徴 a. ~ f. は、特に好ましくは、互いの組み合わせで実現される。

【0048】

第 1 の変形形態による電解質は、特に有利であることが分かっている。溶媒のアセトニトリルは、EDLC のキャパシタ領域に使用されることが多い。これは、一般に、リチウムイオンセルに使用されず、なぜなら、通常の電気化学的条件下で安定ではないためである。しかしながら、本明細書の場合、この点に関して問題は生じなかった。むしろ、本発

50

明によるセルは、この電解質を用いて優れたサイクル性を示すことが明らかになった。

【0049】

セパレータの特に好ましい実施形態

本発明によるセルは、特に好ましくは、直下の特徴 a を特徴とする：

a. セパレータは、熱応力に対するその抵抗性を改善する少なくとも 1 つの無機材料を含む。

【0050】

この材料は、特に、接触シート金属部材の溶接又ははんだ付けの場合に発生し得る局所加熱によって生じる収縮からセパレータを保護する。これにより、短絡の危険性が大幅に低下する。

【0051】

好ましいさらなる発展形態では、本発明によるセルは、直下の特徴 a. ~ c の少なくとも 1 つを特徴とする：

a. 電極-セパレータアセンブリは、第 1 のセパレータ及び第 2 のセパレータを含む。

b. 第 1 のセパレータと第 2 のセパレータとは、同一である。

c. 電極-セパレータアセンブリは、アノード／第 1 のセパレータ／カソード／第 2 のセパレータの順序又は第 1 のセパレータ／アノード／第 2 のセパレータ／カソードの順序を有する。

【0052】

直前の特徴 a. 及び c. 並びに場合により直前の特徴 a. ~ c. は、互いの組み合わせで実現されることが特に好ましい。

【0053】

好ましくは、第 1 及び第 2 のセパレータの両方は、少なくとも 1 つの無機材料によって熱応力に対して改善される。

【0054】

好ましいさらなる発展形態では、本発明によるセルは、直下の特徴 a を特徴とする：

a. 少なくとも 1 つの無機材料は、セパレータ、特に第 1 のセパレータ及び／又は第 2 のセパレータ中に粒子状充填材料として含有される。

【0055】

したがって、セパレータは、好ましくは、粒子状充填材料がその中に埋め込まれる電気絶縁性プラスチックフィルムであり得る。プラスチックフィルムは、例えば、微細孔を有するため、電解質によって透過され得ることが好ましい。このフィルムは、例えば、ポリオレフィン又はポリエーテルケトンで作られ得る。このようなプラスチック材料で作られた不織布及び布も使用できることは排除されない。

【0056】

セパレータ中の粒子状フィラー材料の比率は、好ましくは、少なくとも 40 重量%、特に好ましくは少なくとも 60 重量%である。

【0057】

さらに好ましいさらなる発展形態では、本発明によるセルは、直下の特徴 a を特徴とする：

a. 少なくとも 1 つの無機材料は、セパレータ、特に第 1 のセパレータ及び／又は第 2 のセパレータの表面上のコーティングとして存在する。

【0058】

したがって、セパレータは、好ましくは、粒子状充填材料がコーティングされるプラスチックフィルム又は不織布若しくは布或いは別の電気絶縁性シート材料であり得る。

【0059】

この場合、 $5\text{ }\mu\text{m}$ ~ $20\text{ }\mu\text{m}$ の範囲、好ましくは $7\text{ }\mu\text{m}$ ~ $12\text{ }\mu\text{m}$ の範囲のベース厚さを有するセパレータが好ましくは使用される。前述の好ましいセパレータ全体の厚さは、ベース厚さとコーティングの厚さによって得られる。

【0060】

10

20

30

40

50

幾つかの実施形態では、平坦構造、特にプラスチックフィルム的一方の側にのみ無機材料がコーティングされる。さらなる実施形態では、シート構造、特にプラスチックフィルムの好ましくは両側に無機材料がコーティングされる。

【0061】

コーティングの厚さは、好ましくは、 $0.5\ \mu\text{m}$ ～ $5\ \mu\text{m}$ の範囲である。これは、両側のコーティングの場合にセパレータ全体の厚さが好ましくは $6\ \mu\text{m}$ ～ $30\ \mu\text{m}$ の範囲、特に好ましくは $8\ \mu\text{m}$ ～ $22\ \mu\text{m}$ の範囲となることを意味する。片側のコーティングの場合、厚さは、好ましくは、 $5.5\ \mu\text{m}$ ～ $20.5\ \mu\text{m}$ の範囲、特に好ましくは $7.5\ \mu\text{m}$ ～ $17\ \mu\text{m}$ の範囲である。

【0062】

適切な場合、使用されるセパレータは、コーティングと同じ又は異なる無機材料である無機材料をフィラーとして含むことが好ましい場合もある。

【0063】

さらなる可能な好ましい実施形態では、本発明によるセルは、直下の特徴 a. ～ e の少なくとも1つを特徴とする：

a. 少なくとも1つの無機材料は、電気絶縁性材料であるか又はそれを含む。

b. 少なくとも1つの無機材料は、セラミック材料、ガラス—セラミック材料及びガラスからなる群から選択される少なくとも1つの材料であるか又はそれを含む。

c. 少なくとも1つの無機材料は、リチウムイオン伝導性のセラミック材料、例えば $\text{Li}_5\text{AlO}_4 * \text{Li}_4\text{SiO}_4$ 又は $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ であるか又はそれを含む。

d. 少なくとも1つの無機材料は、酸化物材料、特に金属酸化物であるか又はそれを含む。

e. セラミック又は酸化物材料は、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化チタン (TiO_2)、窒化チタン (TiN)、窒化チタンアルミニウム (TiAlN)、酸化ケイ素、特に二酸化ケイ素 (SiO_2) 又は炭窒化チタン (TiCN) である。

【0064】

直前の特徴 a. ～ c. 又は直前の特徴 a. 、及び b. 、及び d. 又は直前の特徴 a. 、及び b. 、及び e. は、互いの組み合わせで実現されることが特に好ましい。

【0065】

前述の材料のうち、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、酸化チタン (TiO_2) 及び二酸化ケイ素 (SiO_2) がコーティング材料として特に好ましい。

【0066】

さらなる可能な好ましい実施形態では、本発明によるセルは、直下の特徴 a. ～ c の少なくとも1つを特徴とする：

a. 第1のセパレータ及び／又は第2のセパレータは、特定の領域にのみ少なくとも1つの無機材料を含む。

b. 第1のセパレータ及び／又は第2のセパレータは、第1及び／又は第2の長手方向端部に沿って端部ストリップを有し、その中にコーティング及び／又は粒子状フィラー材料としての少なくとも1つの無機材料を含む。

c. 第1のセパレータ及び／又は第2のセパレータは、好ましくは、少なくとも1つの無機材料を含まない帯型主要区域を有する。

直前の特徴 a. ～ c. は、互いの組み合わせで実現されることが特に好ましい。

【0067】

セパレータが、均一に分散した無機材料を含有するか又はその材料であらゆる場所で均一にコーティングされることは、絶対に必要というわけでは決していない。実際、セパレータは、特定の領域、例えば前述の主要領域に無機材料を含まないことがさらに好ましい場合がある。この領域内では、セパレータの端部ほどセパレータの耐熱性が増加する必要がない。さらに、無機材料により、特にこの領域内において、本発明によるセルの内部抵抗の望ましくない増加が生じ得る。

【0068】

10

20

30

40

50

コイルとして形成される電極－セパレータアセンブリの好ましい構造

ストリップ状アノード、ストリップ状カソード及びストリップ状セパレータは、好ましくは、らせん状に巻かれて、コイルとして形成された電極－セパレータアセンブリとなる。好ましくは、電極－セパレータアセンブリを製造するために、ストリップ状電極は、ストリップ状セパレータとともに巻取装置に供給され、そこで、これらは、好ましくは、巻取軸の周囲にらせん状に巻き取られる。代わりに、電極及びセパレータを組み合わせてアセンブリを形成し、次に巻き取ることもできる。幾つかの実施形態では、電極及びセパレータは、この目的のための円筒形又は中空円筒形の巻取コアの上に巻き取られ、このコアは、巻取マンドレル上に配置され、巻き取り後にコイル中に残存する。例えば、プラスチックフィルム又は接着テープによって巻取シェル（コイルのシェル）を形成することができる。巻取シェルは、1つ以上のセパレータを巻き取ったものから形成することもできる。

10

【0069】

1つ又は複数のセパレータの長手方向端部は、コイルとして形成された電極－セパレータアセンブリの端面を形成することが好ましい。

【0070】

コイルの端面から出現するアノード集電体及び／又はカソード集電体の端部ストリップは、端面から5000 μm を超えて突出せず、好ましくは3500 μm を超えて突出しないことも好ましい。

【0071】

特に好ましくは、アノード集電体の端部ストリップは、コイルの端面から2500 μm を超えて突出せず、特に好ましくは1500 μm を超えて突出しない。特に好ましくは、カソード集電体の端部ストリップは、コイルの端面から3500 μm を超えて突出せず、特に好ましくは2500 μm を超えて突出しない。

20

【0072】

電極－セパレータアセンブリ内では、アノード及びカソードは、好ましくは、互いにオフセットして配置され、それにより、アノード集電体の端部ストリップは、電極－セパレータアセンブリの端子端面の一方から出現し、及びカソード集電体の端部ストリップは、電極－セパレータアセンブリの端子端面の他方から出現する。

【0073】

集電体

本発明によるエネルギー貯蔵要素は、2つの金属製の接触シート金属部材を含み、特に溶接又ははんだ付けによって接続されて、その一方がアノード集電体の自由端部ストリップに直接接触し、他方がカソード集電体の自由端部ストリップに直接接触することが特に好ましい。

30

【0074】

本発明によるセルの集電体は、できる限り広い面積にわたり、それぞれの電極材料中に含有される電気化学的活性成分に電気的に接触する役割を果たす。好ましくは、集電体は、金属で作られるか又は少なくとも表面上において金属化される。アノード集電体に適切な金属としては、銅若しくはニッケル又は別の電気伝導性材料、特に銅及びニッケルの合金又はニッケルで被覆された金属が挙げられる。選択肢として、ステンレス鋼も挙げられる。アルミニウム又は別の電気伝導性材料、例えばアルミニウム合金は、カソード集電体に適切な金属である。ステンレス鋼、例えばタイプ1.4404もこの場合の選択肢である。

40

【0075】

好ましくは、アノード集電体及び／又はカソード集電体のそれぞれは、4 μm ～30 μm の範囲の厚さの金属箔、特に4 μm ～30 μm の範囲の厚さのストリップ状金属箔である。

【0076】

特に好ましい実施形態では、本発明によるセルは、直下の特徴a. 及びbの少なくとも

50

1つを特徴とする：

a．カソード集電体は、アルミニウム若しくはアルミニウム合金を含む又はそれからなる。

b．アノード集電体は、アルミニウム若しくはアルミニウム合金を含むか、又はアルミニウム若しくはアルミニウム合金で作られる。

直前の特徴 a．及び b．は、互いの組み合わせで実現されることが特に好ましい。

【0077】

特に、LTO／LMO電気化学の使用によって得られるアノード側でのアルミニウム集電体の使用は、例えば、銅をベースとする集電体の使用に対する利点を有する。アルミニウムは、銅よりも軽いため、セルのエネルギー密度を大幅に増加させることができる。さらに、集電体としてのアルミニウム箔及びLTOをベースとするアノードを有する本発明によるセルは、深放電に対して非常に安定であることが示された。デンドライトを形成する傾向は、大幅に縮小されると思われる。

【0078】

集電体、特にアルミニウム又はアルミニウム合金をベースとする集電体の表面は、特に接触抵抗を低下させるために、好ましくは炭素層でコーティングすることができる。この層は、好ましくは、数nm～数μmの厚さであり、例えば気相からの堆積、例えばCVDプロセス（CVD＝化学蒸着）又は吹き付けプロセスによって形成することができる。

【0079】

フィルムに加えて、金属製不織布若しくは金属化不織布又は開放細孔金属発泡体或いはエキスパンドメタルなどの別のストリップ状構造を集電体として使用することもできる。

【0080】

集電体は、好ましくは、それぞれの電極材料が両側に装荷される。したがって、これらのそれぞれは、好ましくは、それぞれの電極材料の層が両側に装荷されるストリップ状主要領域を有する。

【0081】

アルミニウム、銅又はニッケルの合金が集電体に関連して言及される場合、これは、好ましくは、それぞれのベース金属のアルミニウム、銅又はニッケルの含有量が少なくとも70重量%、好ましくは少なくとも90重量%である合金を意味する。

【0082】

集電体の低材料設計

特に好ましい実施形態では、本発明によるセルは、直下の特徴 a．～c の少なくとも1つを特徴とする：

a．好ましくは溶接又ははんだ付けによって接触シート金属部材に接続される集電体のストリップ状主要領域は、多数の開口部を有する。

b．主要領域内の開口部は、丸い又は正方形の孔であり、特に打ち抜かれた又は穿孔された孔である。

c．好ましくは溶接又ははんだ付けによって接触シート金属部材に接続される集電体は、主要領域内において、特に丸い孔又はスロット状の孔によって穿孔される。

好ましくは、直前の特徴 a．及び b．又は a．及び c．、特に好ましくは直前の3つの特徴 a．～c．は、互いの組み合わせで実現される。

【0083】

多数の開口部によって集電体の体積が減少し、重量も減少する。これにより、より多くの活物質をセル内に導入することができ、したがってセルのエネルギー密度が大幅に増加する。この方法により、2桁パーセント値の範囲でのエネルギー密度の増加を実現することができる。

【0084】

幾つかの好ましい実施形態では、開口部は、ストリップ状主要領域内にレーザーを用いて形成される。

【0085】

10

20

30

40

50

原則として、開口部の形状は、本発明にとって重要ではない。重要なことは、開口部を導入することにより、集電体の質量が減少し、開口部に活物質を満たすことができるため、活物質のためにより多くの空間が得られることである。

【0086】

開口部を挿入する場合、開口部の最大直径が大きくなりすぎないことを保証することが非常に有利であり得る。好ましくは、開口部の寸法は、それぞれの集電体上の電極材料の層の厚さの2倍を超えるべきではない。

【0087】

特に好ましい実施形態では、本発明によるセルは、直下の特徴aを特徴とする：

a．集電体中、特に主要領域内の開口部は、 $1\mu\text{m}\sim 3000\mu\text{m}$ の範囲の直径を有する。

10

【0088】

この好ましい範囲内において、 $10\mu\text{m}\sim 2000\mu\text{m}$ の範囲、好ましくは $10\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ 、特に $50\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$ の直径がさらに好ましい。

【0089】

特に好ましくは、本発明によるセルは、直下の特徴a．及びbの少なくとも1つをさらなる特徴とする：

a．好ましくは溶接又ははんだ付けによって接触シート金属部材に接続される集電体は、少なくとも主要領域の部分において、同じ集電体の自由端部ストリップよりも単位面積当たりの重量が小さい。

20

b．好ましくは溶接又ははんだ付けによって接触シート金属部材に接続される集電体は、主要領域内と比較して、自由端部ストリップ中に単位面積の開口部がないか又は少ない。

直前の特徴a．及びb．は、互いの組み合わせで実現されることが特に好ましい。

【0090】

開口部は、好ましくは、主要領域にわたって実質的に均一に分布する。

【0091】

さらなる特に好ましい実施形態では、本発明によるセルは、直下の特徴a．～cの少なくとも1つを特徴とする：

a．主要領域内の集電体の単位面積当たりの重量は、自由端部ストリップ中の集電体の単位面積当たりの重量よりも5%～80%小さい。

30

b．集電体は、主要領域内に5%～80%の範囲の穿孔領域を有する。

c．集電体は、主要領域内で $20\text{N}/\text{mm}^2\sim 250\text{N}/\text{mm}^2$ の引張強度を有する。

直前の特徴a．～c．は、互いの組み合わせで実現されることが特に好ましい。

【0092】

自由断面と呼ばれることも多い穿孔領域は、ISO 7806-1983に準拠して決定することができる。主要領域内の集電体の引張強度は、開口部を有しない集電体よりも低い。これは、DIN EN ISO 527 Part 3に準拠して求めることができる。

【0093】

アノード集電体及びカソード集電体は、開口部に関して同じ又は類似の設計を有することが好ましい。それぞれの場合の実現可能なエネルギー密度の改善が足し合わされる。したがって、好ましい実施形態では、本発明によるセルは、直下の特徴a．～cの少なくとも1つをさらなる特徴とする：

40

a．アノード集電体の主要ストリップ状領域と、カソード集電体の主要領域との両方は、前述の多数の開口部を特徴とする。

b．セルは、一方の端部ストリップに直接接続される接触シート金属部材を第1の接触シート金属部材として含み、特に溶接又ははんだ付けによって他方の端部ストリップに直接接続される第2の接触シート金属部材を含む。

【0094】

直前の特徴a．及びb．は、互いの組み合わせで実現されることが特に好ましい。

50

【0095】

前述の開口部が設けられた集電体の好ましい実施形態は、アノード集電体及びカソード集電体に対して互いに独立して適用することができる。

【0096】

穿孔された集電体又は多数の開口部を有する集電体の使用は、そのような集電体を電氣的に接触させることが非常に困難であるため、リチウムイオンセルに関してあまり重要であるとは考えられていなかった。最初に述べたように、集電体の電氣的接続は、別個のアレスターラグを介して行われることが多い。しかしながら、工業的大量生産プロセスで容認できないエラー率が生じることなく、これらのアレスタータブと穿孔された集電体との間に信頼性のある溶接接続を形成することは、特に困難である。

10

【0097】

本発明によると、この問題は、特に前述の端部ストリップの接触シート金属部材に対する溶接又ははんだ付けによって解決される。本発明による概念により、別個のアレスターラグを全く用いないことが可能になり、したがって開口部が設けられた低材料集電体の使用が可能になる。特に、集電体の自由端部ストリップに開口部が設けられない実施形態では、溶接又ははんだ付けは、非常に低い不良率を有して高い信頼性で行うことができる。

【0098】

ハウジング

特に好ましい一実施形態では、本発明によるセルのハウジングは、直下の特徴 a. 及び b. の少なくとも 1 つを特徴とする：

20

a. 電極—セパレータアセンブリを取り囲むハウジングは、円形開口部を末端に有する金属製管状ハウジング部分を含む。

b. コイルとして設計される電極／セパレータアセンブリは、管状ハウジング部分の内側に対して巻取シェルが配置されるように、ハウジング内で軸方向に配列される。

直前の特徴 a. 及び b. は、互いの組み合わせで実現されることが特に好ましい。

【0099】

ハウジングの閉鎖

特に好ましくは、セルは、直下の 2 つの特徴 a. 及び b. を特徴とする：

a. 接触シート金属部材は、円形端部を有する。

b. 接触シート金属部材によって管状ハウジング部分の末端円形開口部が閉じられる。

30

【0100】

したがって、本発明によると、円形端部を有する接触シート金属部材を接触シート金属部材として使用し、管状ハウジング部分の末端円形開口部を閉じるために接触シート金属部材を使用することが提案される。したがって、ここで、接触シート金属部材は、電極と電氣的接触を行うためにのみ使用されるのではなく、ハウジング部分としても機能する。接触シート金属部材とハウジング部分との間に別個の電氣的接続は、もはや必要ではなくなるため、これは、大きい利点となる。これにより、ハウジング内に空間が形成され、セルアセンブリが簡略化される。さらに、セルの集電体にハウジング部分を直接接続することで優れた熱放散特性が得られる。

【0101】

40

好ましいさらなる発展形態では、本発明によるセルは、直下の 4 つの特徴 a. ～ d. の少なくとも 1 つを特徴とする：

a. 接触シート金属部材は、金属ディスクであるか又は金属ディスクを含むカバーアセンブリの一部である。

b. 金属ディスクは、その端部が周囲接触ゾーンに沿って管状ハウジング部分の内側に対して配置されるように管状ハウジング部分内に配置される。

c. 金属ディスクの端部は、周囲の溶接又ははんだ付けによる継ぎ目によって管状ハウジング部分に接続される。

d. 1 つの端部ストリップは、溶接又ははんだ付けによって金属ディスクに接続される。

50

特に好ましくは、直前の４つの特徴 a . ～ d . のすべては、互いの組み合わせで実現される。

【 0 1 0 2 】

幾つかの実施形態では、金属ディスクは、第 1 の長手方向端部を下にして平坦に配置され、それにより、らせん状に巻かれた電極の場合、らせん形状を有する線状接触ゾーンが得られる。さらなる実施形態では、第 1 の長手方向端部と、したがって端部ストリップとは、曲げるか又は変形させることができる。

【 0 1 0 3 】

金属ディスクの端部は、周囲接触ゾーンに沿って管状ハウジング部分の内側に対して配置できるため、管状ハウジング部分は、少なくとも金属ディスクの端部が配置される部分で円形断面を有することが好ましい。このため、この部分が中空の円筒形となると好都合である。管状ハウジング部分のこの部分の内径は、金属ディスクの端部の外径に対応して適合する。

【 0 1 0 4 】

金属ディスクの端部と管状ハウジング部分との溶接は、特にレーザーを用いて行うことができる。代わりに、はんだ付け又は接合によって金属ディスクを固定することも可能である。

【 0 1 0 5 】

周囲の溶接又ははんだ付けが行われる継ぎ目のための別個の封止要素は、不用である。金属ディスク及び管状ハウジング部分は、溶接又ははんだ付けが行われた継ぎ目による封止方法で互いに接続される。さらに、溶接又ははんだ付けによる接続により、金属ディスクと管状ハウジング部分との間に実質的に抵抗のない電氣的接続も保証される。この場合、金属ディスク及び管状ハウジング部分は、同じ極性を有する。

【 0 1 0 6 】

さらなる好ましいさらなる発展形態では、本発明によるセルは、直下の４つの特徴 a . ～ d の少なくとも１つを特徴とする：

a . 接触シート金属部材は、金属ディスクであるか又は金属ディスクを含むカバーアセンブリの一部である。

b . セルは、金属ディスクの円形端部を取り囲む電気絶縁性材料で作られたリング型シールを含む。

c . 金属ディスクは、周囲接触ゾーンに沿って管状ハウジング部分の内側に対してリング型シールが配置されるように管状ハウジング部分内に配置される。

d . １つの端部ストリップは、溶接又ははんだ付けによって金属ディスクに接続される。

【 0 1 0 7 】

特に好ましくは、直前の４つの特徴 a . ～ d . のすべては、互いの組み合わせで実現される。したがって、この実施形態では、電気絶縁性材料で作られた環状シールを接触シート金属部材の円形端部に適合させるために円形端部を有する接触シート金属部材を使用し、管状ハウジング部分の末端円形開口部を閉じるために接触シート金属部材を使用することが提案される。代わりに、接触シート金属部材と金属ディスクとの組み合わせを含むカバーアセンブリを接触シート金属部材の代わりに使用することができる。この場合、このシールは、金属ディスクの端部の上に取り付けられ、管状ハウジング部分の末端円形開口部は、カバーアセンブリを用いて閉じられる。

【 0 1 0 8 】

セルは、例えば、圧着又はシールが好ましくは圧縮される圧着によって閉じることができる。

【 0 1 0 9 】

環状シールは、周囲接触ゾーンに沿って内側に対して配置することができるため、この場合、管状ハウジング部分は、少なくともシールが配置される部分に円形断面を有することも好ましい。このため、この部分が中空の円筒形となると好都合である。この部分では

、管状ハウジング部分の内径は、シールが上に装荷される金属ディスクの端部の外径に対応して適合する。

【0110】

シール自体は、標準的なプラスチックシールであり得、これは、使用される電解質に対して化学的に抵抗性となるべきである。適切な封止材料は、当業者に公知である。

【0111】

電気絶縁性材料で作られたリング型シールを用いる封止の変形形態は、接触シート金属部材が管状ハウジング部分から電氣的に絶縁されることを意味する。これは、セルの電極を形成する。周囲の溶接又ははんだ付けによる継ぎ目によって金属ディスクの端部を管状ハウジング部分に接続する封止の変形形態では、管状ハウジング部分と接触シート金属部材とは、同じ極性を有する。

【0112】

金属ディスクの設計

接触シート金属部材は、接触シート金属部材に加えて、前述の金属ディスクと、場合により別の個別の部分とを含む前述のカバーアセンブリの一部であり得る。この場合、接触シート金属部材と金属ディスクとは、好ましくは、互いに直接接触するか又は導電体を介して接触する。幾つかのさらなる好ましい実施形態では、接触シート金属部材は、前述の金属ディスクである。

【0113】

最も単純な実施形態では、金属ディスクは、1つの面内でのみ延在する円形の周囲を有する平坦なシート金属部分である。しかしながら、多くの場合、より精巧な設計が好ましい場合もある。例えば、金属ディスクは、輪郭を形成することができ、例えばその中心の周囲に好ましくは同心配置で1つ以上の円形のくぼみ及び／又は隆起部を有し得、これにより例えば波形の断面を形成し得る。その内側は、1つ以上の稜線又は直線状のくぼみ及び／若しくは隆起部を有することもできる。さらに、ディスクは、例えば、U字型断面を有する二重層端部領域を有するように、半径方向内側に曲げられる端部を有し得るか、又はL字型の断面が得られるように半径方向に90°曲げられ得る。

【0114】

さらなる発展形態では、本発明によるセルは、直下の3つの特徴a.～cの少なくとも1つを特徴とする：

a. 金属ディスクは、その一方の側の上に少なくとも1つの溝型及び／又はドット型のくぼみを有し、これによりその反対側に少なくとも1つの直線状及び／又はドット型の隆起部が出現する。

b. 少なくとも1つの隆起部を有する側は、端部ストリップに直接接触する。

c. 少なくとも1つの隆起部と端部ストリップとは、少なくとも1つの溶接若しくははんだ付け箇所及び／又は少なくとも1つの溶接若しくははんだ付けの継ぎ目を介して接続される。

直前の特徴a.～c.は、特に好ましくは、組み合わせで実現される。

【0115】

したがって端部ストリップは、好ましくは、少なくとも1つの隆起部に直接溶接又ははんだ付けが行われる。

【0116】

幾つかの実施形態では、1つの端部ストリップは、少なくとも1つの隆起部に接触することによって曲げるか又は変形させることができる。

【0117】

さらに、細長いくぼみとしてビーズが導入されることが好ましい場合がある。したがって、本発明によるセルの金属ディスクの好ましいさらなる発展形態では、以下の2つの特徴a.及びbの少なくとも1つを特徴とする：

a. 金属ディスクは、その一方の側に例えば星型配列などの幾つかの溝型のくぼみを有し、これにより他方の側に線状の隆起部が出現する。

b. 金属ディスクは、金属ディスクの端部ストリップへの溶接又ははんだ付けの結果としての溝型のくぼみのそれぞれの中に少なくとも1つの溶接又ははんだの継ぎ目、好ましくは2つの平行な溶接の継ぎ目を含む。

直前の特徴a. 及びb. は、特に好ましくは、組み合わせで実現される。

【0118】

星型の配列及び必要に応じて二重の溶接の継ぎ目により、1つの端部ストリップに対する金属ディスクの良好で特に均一な接続が保証される。

【0119】

複数部分のカバーアセンブリ

特に好ましいさらなる発展形態では、本発明によるセルは、直下の特徴a. 及びb. の少なくとも1つを特徴とする：

a. これは、接触シート金属部材に加えて、前述の金属ディスクを含むカバーアセンブリを含む。

b. 接触シート金属部材は、端部ストリップに直接接触し、この端部ストリップに溶接又ははんだ付けによって接続される。

直前の特徴a. 及びb. は、特に好ましくは、組み合わせで実現される。

【0120】

したがって、この実施形態では、カバーアセンブリは、少なくとも2つの個別の部分を含む。ここで、金属ディスクは、ハウジングを閉じるために使用される一方、接触シート金属部材は、集電体の端部ストリップに接触する。

【0121】

幾つかの好ましい実施形態では、接触シート金属部材は、円形の周囲を有し得るが、これは、決して必須ではない。幾つかの場合、例えば、接触シート金属部材は、金属ストリップであり得るか、又は例えば星型配列で幾つかのストリップ状セグメントを有し得る。

【0122】

幾つかの実施形態では、少なくとも1つのスロット、及び／又は少なくとも1つの孔、及び／又は少なくとも1つの穿孔を有する接触シート金属部材を使用することができる。これらは、端部ストリップへの溶接接続又ははんだ付け接続を形成する場合、接触シート金属部材の変形を抑制する役割を果たし得る。

【0123】

さらに、接触シート金属部材は、孔又は間隙などのくぼみを有し得、これらは、供給中の電解質の分布を単純化し、形成中に生じるか又はコイルの内側からの誤用若しくは欠陥の結果として生じるガスの放出を促進する目的に用いられる。

【0124】

好ましくは、接触シート金属部材及び金属ディスクは、少なくとも一部の領域で互いの上に平坦に配置され、それにより2次元の接触表面が形成される。

【0125】

好ましくは、接触シート金属部材と金属ディスクとは、互いに直接接触する。この場合、これらは、特に好ましくは、溶接又ははんだ付けによって互いに固定される。

【0126】

特に好ましい実施形態では、接触シート金属部材は、国際公開第2017/215900 A1号パンフレットに記載の接触シート金属部材のように設計される。

【0127】

特に好ましい一実施形態では、カバーアセンブリは、金属ディスクに加えて及びまた場合により接触シート金属部材に加えて、円形の周囲を有する輪郭が形成された金属製電極カバーを含み得、これは、金属ディスク上に溶接又ははんだ付けを行うことができ、金属ディスクとはほぼ又は正確に同じ直径を有し、これにより金属ディスクの端部と電極カバーの端部とを合わせたものがカバーアセンブリの端部を形成する。さらなる一実施形態では、電極カバーの端部は、金属ディスクの半径方向内側に曲げられた端部によって取り囲むことができる。好ましい実施形態では、2つの個別の部分間にクランプ接続が存在し得る

10

20

30

40

50

。

【0128】

1つの端部ストリップへの接触要素の溶接

接触要素を用いて集電体の端部を溶接するという概念は、国際公開第2017/215900 A1号パンフレット又は特開2004-119330 A号公報から既に公知である。この技術により、特に高い電流通過容量及び低い内部抵抗が可能になる。したがって、接触要素、特にディスク型接触要素の、集電体の端部への電氣的接続方法に関して、国際公開第2017/215900 A1号パンフレット及び特開2004-119330 A号公報の内容全体が参照される。

【0129】

ハウジングカップを有するハウジングの変形形態

前述の説明のように、本発明によるセルのハウジングは、好ましい一実施形態では、末端に円形開口部を有する金属製の管状ハウジング部分を含むことを特徴とし、接触シート金属部材は、円形端部を含み、管状ハウジング部分の末端で円形開口部を閉じ、1つの端部ストリップは、溶接又ははんだ付けによって接触シート金属部材に接続される。

【0130】

特に好ましいさらなる発展形態では、本発明によるセルは、そのハウジングに関して以下のさらなる特徴a. 及びb. の少なくとも1つを特徴とする：

a. 管状ハウジング部分は、円形基部を有する金属ハウジングカップの一部である。

b. 別の端部ストリップは、床に直接配置され、好ましくは溶接又ははんだ付けによって床に接続される。

直前の特徴a. 及びb. は、特に好ましくは、組み合わせで実現される。

【0131】

この変形形態は、電気絶縁性材料で作られたリング型シールを有する前述の閉鎖の変形形態によるセルに特に適切である。

【0132】

セルハウジングの構成におけるハウジングカップの使用は、例えば、最初に言及した国際公開第2017/215900 A1号パンフレットから長い間公知である。しかしながら、本明細書で提案されるように、ハウジングカップの基部に集電体の端部ストリップを直接接続することは、知られていない。

【0133】

したがって、本発明によると、コイルとして形成された電極－セパレータアセンブリの互いに反対側の端面から出現する集電体の端部ストリップを、ハウジング部分、すなわちカップの基部及び閉鎖要素として機能する前述の接触シート金属部材に直接連結することが可能であり、好ましい。したがって、セルハウジングの利用可能な内部容積の活性成分のための利用は、その理論上の最適条件に近づく。

【0134】

ハウジング材料

ハウジングカップ及び接触シート金属部材が製造される材料の選択は、通常、それらがアノード又はカソードの集電体と電氣的に接触するかどうかによって決定される。集電体自体が製造される材料と同じ材料が一般に好ましい。記載の構成要素は、例えば、以下の材料から作られ得る。

【0135】

合金化された又は合金化されていないアルミニウム、合金化された又は合金化されていないチタン、合金化された又は合金化されていないニッケル、合金化された又は合金化されていない銅、ステンレス鋼（例えば、タイプ1.4303又は1.4404）、ニッケルめっきされた鋼。

【0136】

さらに、ハウジング及びその構成要素は、多層材料（クラッド材料）、例えば鋼の層及びアルミニウム若しくは銅の層からなり得る。これらの場合、アルミニウムの層又は銅の

10

20

30

40

50

層は、例えば、ハウジングカップの内側又はハウジングカップの基部を形成する。

【0137】

別の適切な材料は、当業者に公知である。

【0138】

アルミニウム、銅又はニッケルの合金がハウジング材料に関連して言及される場合、これは、好ましくは、それぞれのベース金属のアルミニウム、銅又はニッケルの含有量が少なくとも70重量%、好ましくは少なくとも90重量%である合金を意味する。

【0139】

電極の好ましい設計

自由端部ストリップでは、それぞれの集電体の金属は、好ましくは、それぞれの電極材料を含まない。幾つかの好ましい実施形態では、それぞれの集電体の金属は、被覆されず、例えば接触シート金属部材への前述の溶接又ははんだ付けによる電氣的接触に利用可能である。

【0140】

しかしながら、幾つかのさらなる実施形態では、支持材料であって、それがコーティングされる集電体よりも耐熱性が高く、それぞれの集電体上に配置される電極材料と異なる支持材料を自由端部ストリップ中のそれぞれの集電体の金属の少なくとも一部の領域にコーティングすることもできる。

【0141】

本明細書では、「より熱安定性」は、集電体の金属が溶融する温度で支持材料がその固体状態を維持することを意味する。したがって、これは、金属よりも高い融点を有するか、又は金属が既に溶融している温度で昇華若しくは分解が起こるかのいずれかである。

【0142】

本発明に関連して使用され得る持材料は、原理上、金属又は金属合金であり得るが、但し、これ又はこれは、支持材料でコーティングされる表面を構成する金属よりも高い融点を有することを条件とする。多くの実施形態では、しかしながら、本発明によるセルは、好ましくは、直下のさらなる特徴a.～dの少なくとも1つを特徴とする：

a. 支持材料は、非金属材料である。

b. 支持材料は、電気絶縁性材料である。

c. 非金属材料は、セラミック材料、ガラスーセラミック材料又はガラスである。

d. セラミック材料は、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、二酸化チタン (TiO_2)、窒化チタン (TiN)、窒化チタンアルミニウム ($TiAlN$)、酸化ケイ素、特に二酸化ケイ素 (SiO_2) 又は炭窒化チタン ($TiCN$) である。

【0143】

本発明によると、支持材料は、特に好ましくは、直前の特徴b. によって形成され、特に好ましくは直前の特徴d によって形成される。

【0144】

非金属材料という用語は、特にプラスチック、ガラス及びセラミック材料を含む。

【0145】

電気絶縁性材料という用語は、本明細書で広く解釈されるべきである。原則として、これは、あらゆる電気絶縁性材料、特に前述のプラスチックを含む。

【0146】

セラミック材料という用語は、本明細書で広く解釈されるべきである。特に、これは、炭化物、窒化物、酸化物、ケイ化物又はこれらの化合物の混合物及び誘導体を含む。

【0147】

「ガラスーセラミック材料」という用語は、特に非晶質ガラス層中に埋め込まれた結晶性粒子を含む材料を意味する。

【0148】

「ガラス」という用語は、基本的に、前述の規定の熱安定性基準に適合し、セル内に存在するあらゆる電解質に対して化学的に安定なあらゆる無機ガラスを意味する。

10

20

30

40

50

【0149】

アノード集電体は、好ましくは、銅又は銅合金で作られる一方、カソード集電体は、アルミニウム又はアルミニウム合金で作られ、支持材料は、酸化アルミニウム又は酸化チタンである。

【0150】

アノード及び／又はカソードの集電体の自由端部ストリップは、支持材料のストリップで被覆されることが好ましい場合もある。

【0151】

アノード集電体及びカソード集電体の主要領域、特にストリップ状主要領域は、好ましくは、集電体のそれぞれの端部又は長手方向端部に対して平行に延在する。好ましくは、ストリップ状主要領域は、アノード集電体及びカソード集電体の面積の少なくとも90%、特に好ましくは少なくとも95%にわたって延在する。

10

【0152】

幾つかの好ましい実施形態では、支持材料は、好ましくは、ストリップ状主要領域に隣接してストリップ又は線の形態で取り付けられるが、自由面積を完全に覆わず、そのため、それぞれの集電体の金属は、長手方向端部に沿って直接露出する。

【0153】

本発明によるセルの別の好ましい実施形態

本発明によるセルは、ボタンセルであり得る。ボタンセルは、円筒形の形状であり、それらの直径よりも小さい高さを有する。好ましくは、高さは、4mm～15mmの範囲である。ボタンセルは、5mm～25mmの範囲の直径を有することも好ましい。ボタンセルは、例えば、腕時計、補聴器及びワイヤレスヘッドホンなどの小型電子デバイスに電気エネルギーを供給するために適切である。

20

【0154】

リチウムイオンセルとして設計された本発明によるボタンセルの公称容量は、一般に、最大で1500mAhである。好ましくは、公称容量は、100mAh～1000mAhの範囲、特に好ましくは100～800mAhの範囲である。

【0155】

しかしながら、本発明によるセルは、特に好ましくは、円筒形丸形セルである。円筒形丸形セルは、それらの直径よりも大きい高さを有する。これらは、例えば、自動車部門における高エネルギー必要量の前述の用途又はe-バイク若しくは動力工具に特に適切である。

30

【0156】

丸形セルとして設計されるセルの高さは、好ましくは、15mm～150mmの範囲である。円筒形丸形セルの直径は、好ましくは、10mm～60mmの範囲である。これらの範囲内において、例えば、18×65（mmの単位での直径×高さ）又は21×70（mmの単位での直径×高さ）の形状因子が特に好ましい。これらの形状因子を有する円筒形丸形セルは、自動車の電気駆動装置に電力を供給するために特に適切である。

【0157】

リチウムイオンセルとして設計される本発明による円筒形丸形セルの公称容量は、好ましくは、最大で9000mAhである。21×70の形状因子では、リチウムイオンセルとしての一実施形態におけるセルは、好ましくは、1500mAh～7000mAhの範囲、特に好ましくは3000～5500mAhの範囲の公称容量を有する。18×65の形状因子では、リチウムイオンセルとしての一実施形態におけるセルは、好ましくは、1000mAh～5000mAhの範囲、特に好ましくは2000～4000mAhの範囲の公称容量を有する。

40

【0158】

欧州連合では、二次電池の公称容量に関する製造者情報が厳しく規制されている。例えば、二次ニッケルカドミウム電池の公称容量に関する情報は、IEC/EN 61951-1及びIEC/EN 60622の規格に準拠した測定に基づく必要があり、二次ニッ

50

ケル金属水素化物電池の公称容量に関する情報は、EC/EN 61951-2の規格に準拠した測定に基づく必要があり、二次リチウム電池の公称容量に関する情報は、IEC/EN 61960の規格に準拠した測定に基づく必要があり、二次鉛酸電池の公称容量に関する情報は、IEC/EN 61056-1の規格に準拠した測定に基づく必要がある。本明細書の用途における公称容量に関するあらゆる情報も好ましくはこれらの規格に基づく。

【0159】

本発明によるセルが円筒形丸形セルである実施形態では、アノード集電体、カソード集電体及びセパレータは、好ましくは、リボン状であり、好ましくは以下の寸法：

- － 0.5 m～2.5 mの範囲の長さ
- － 30 mm～145 mmの範囲の幅

10

を有する。

【0160】

第1の長手方向端部に沿って延在し、且つ電極材料が装荷されない自由端部ストリップは、好ましくは、これらの場合に5000 μm以下の幅を有する。

【0161】

18×65の形状因子の円筒形丸形セルの場合、集電体は、好ましくは、

- － 56 mm～62 mm、好ましくは60 mmの幅、及び
- － 2 m以下、好ましくは1.5 m以下の長さ

を有する。

20

【0162】

21×70の形状因子の円筒形丸形セルの場合、集電体は、好ましくは、

- － 56 mm～68 mm、好ましくは65 mmの幅、及び
- － 3 m以下、好ましくは2.5 m以下の長さ

を有する。

【0163】

本発明の特に好ましい一実施形態では、本発明によるセルは、以下のさらなる特徴を特徴とする：

a. 接触シート金属部材又は接触シート金属部材を有するカバーアセンブリは、さらなる圧力閾値を超える場合にハウジングから圧力を逃すことができる安全弁を含む。

30

【0164】

この安全弁は、例えば、セルの爆発を回避するためにセル内の規定の過圧で破裂し得る、破裂膜、破裂クロス又は類似の所定の亀裂用箇所であり得る。例えば、カバーアセンブリの金属ディスクは、特に所定の亀裂用箇所の形態の安全弁を有し得る。

【0165】

角形設計

本発明は、角形ハウジング内に入れられた複数のアノード及び複数のカソードのスタックを含むエネルギー貯蔵要素も含む。

【0166】

したがって、特に本発明は、直下の特徴a.～k.を有するエネルギー貯蔵要素も含む：

40

- a. これは、複数のアノード及びカソードを含むこと、
- b. それぞれのアノードは、アノード集電体及び負極材料を含むこと、
- c. それぞれのアノード集電体は、

- － 負極材料の層が装荷された主要領域と、

- － アノード集電体の一方の端部に沿って延在し、且つ負極材料が装荷されない自由端部ストリップと

を有すること、

- d. それぞれのカソードは、カソード集電体及び正極材料を含むこと、

- e. それぞれのカソード集電体は、

50

ー 正極材料の層が装荷された主要領域と、
ー カソード集電体の一方の端部に沿って延在し、且つ正極材料が装荷されない自由端部ストリップと
を有すること、

f. アノード及びカソードは、積み重ねられ、それにより、スタック中のアノード及びカソードは、セパレータ又は固体電解質の層によって分離されること、

g. スタックは、角形ハウジング内に入れられること、

h. アノード集電体の自由端部ストリップは、スタックの一方の側から突出し、及びカソード集電体の自由端部ストリップは、スタックの別の側から突出すること、

i. エネルギー貯蔵要素は、アノード集電体及び／又はカソード集電体の自由端部ストリップに直接接触する接触シート金属部材を有すること、

j. 負極材料の層は、チタン酸リチウム（LTO）を含むこと、及び

k. 正極材料の層は、マンガン酸リチウム（LMO）を含むこと。

【0167】

本発明によるリチウムイオンセルの場合のように、同じ好ましい実施形態が負極材料の層、正極材料の層、集電体及びセパレータに適用される。エネルギー貯蔵要素が電解質を有する場合、同じことがその電解質に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0168】

【図1】本発明による一実施形態における集電体の上面図を示す。

【図2】図1に示される集電体の断面図を示す。

【図3】コイルの形態の電極－セパレータアセンブリに加工することができるアノードの上面図を示す。

【図4】図3に示されるアノードの断面図である。

【図5】図3に示されるアノードを用いて製造された電極－セパレータアセンブリの上面図を示す。

【図6】図5に示される電極－セパレータアセンブリの断面図である。

【図7】本発明によるセルの接触シート金属部材又はカバーアセンブリの種々の実施形態を示す（断面図）。

【図8】本発明によるセルの一実施形態による部分図である（断面図）。

【図9】本発明によるセルのさらなる一実施形態の部分図である（断面図）。

【図10】本発明によるセルのさらなる一実施形態の図である（断面図）。

【図11】本発明によるセルのさらなる一実施形態の図である（断面図）。

【図12】3つのサイクル試験の結果のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0169】

図1及び図2は、集電体115の設計を示す。図2は、 S_1 に沿った断面図である。集電体115は、長方形の孔である複数の開口部211を含む。領域115xは、開口部211を特徴とする一方、長手方向端部115aに沿った領域115z中には開口部が存在しない。したがって、集電体115は、領域115x中の単位面積当たりの重量が領域115z中よりもはるかに小さい。

【0170】

図3及び図4は、図1及び図2に示される集電体115の両側に負極材料155を取り付けることによって製造されたアノード120を示す。図4は、 S_2 に沿った断面図である。ここで、集電体115は、負極材料123の層が装荷されるストリップ状主要領域122と、長手方向端部115aに沿って延在し、且つ電極材料155が装荷されない自由端部ストリップ121とを有する。電極材料155は、開口部211にも満たされる。

【0171】

図5及び図6は、図3及び図4に示されるアノード120を用いて製造された電極－セパレータアセンブリ104を示す。これは、カソード130並びにセパレータ118及び

10

20

30

40

50

119も含む。図6は、S₃に沿った断面図である。カソード130は、アノード120と同じ集電体設計に基づく。好ましくは、アノード120及びカソード130の集電体115及び125は、いずれもアルミニウムで作られる。カソード130の集電体125は、正極材料123の層が装荷されたストリップ状主要区域116と、長手方向端部125aに沿って延在し、且つ電極材料123が装荷されない自由端部ストリップ117とを含む。本発明によると、電極セパレータアセンブリ104は、好ましくは、らせん状に巻かれた形態であり、本発明によるセル内に含まれ得る。

【0172】

幾つかの好ましい実施形態では、自由端部ストリップ117及び121は、両面上の少なくとも一部の領域において、電気絶縁性支持材料、例えばケイ素又はアルミニウムの酸化物などのセラミック材料でコーティングされる。

【0173】

図7は、本発明によるセル100を閉じるのに適している接触シート金属部材及びカバーアセンブリの種々の実施形態A~Hの断面図を示す。詳細には、

A 本発明による接触シート金属部材113の最も単純な実施形態がここに示され、すなわち1つの面内にのみ延在する円形の周囲を有する平坦な金属ディスクである。この金属ディスクは、例えば、アルミニウムで作られ得る。

B ここに示されるカバーアセンブリ110は、金属ディスクの形態の接触シート金属部材113と、金属電極カバー112とを含む。接触シート金属部材113及び電極カバー112のそれぞれは、円形の周囲及び同一の直径を有する。接触シート金属部材113は、1つの面内にのみ延在するが、電極カバー112は、中央で湾曲している。カバーアセンブリ110の2つの構成要素112及び113は、好ましくは、溶接又ははんだ付け（図示せず）によって互いに連結される。

C ここに示されるカバーアセンブリ110は、金属ディスクとして設計された接触シート金属部材113と、金属電極カバー112とを含む。電極カバー112は、Bの電極カバーと同じ方法で設計される。しかしながら、ここで、接触シート金属部材113の端部113aは、半径方向内側に曲げられ、そのため、接触シート金属部材113は、端部領域でU字型断面を有する。曲げられた端部113aは、電極カバー112の端部112aを取り囲み、それにより、電極カバー112は、接触シート金属部材113上に固定される。これとは無関係に、接触シート金属部材及び電極カバー112は、さらに互いに溶接又ははんだ付けが行われることが好ましい。

ここに示されるカバーアセンブリ110は、金属ディスクの形態の接触シート金属部材113と、金属ディスク112とを含む。接触シート金属部材113は、金属ディスク112に対して平坦に配置され、好ましくはこれに対して溶接又ははんだ付けが行われる。金属ディスク112は、例えば、ステンレス鋼で作られ得、接触シート金属部材113は、例えば、アルミニウム合金で作られ得る。

ここに示される接触シート金属部材113は、金属ディスクとして設計される。Aに示される金属ディスクと異なり、これは、その上側の円形のくぼみ113bと、その下側の対応する隆起部とを有し、すなわち輪郭が形成されている。

F ここに示される接触シート金属部材113は、金属ディスクのみを含む。Aに示される金属ディスクと異なり、これは、半径方向内側に折りたたまれた端部113aを有し、それにより二重層端部領域を有する。

G ここに示されるカバーアセンブリ110は、金属ディスクの形態の接触シート金属部材113と、中央で湾曲した金属電極カバー112とを含む。接触シート金属部材113の端部113aは、半径方向内側に曲げられ、そのため、接触シート金属部材113は、端部領域でU字型断面を有する。曲げられた端部113aは、電極カバー112の端部112aを取り囲み、それにより、電極カバー112は、接触シート金属部材113上に固定される。好ましくは、接触シート金属部材113及び電極カバー112の端部s131a及び112aは、周囲の溶接又ははんだの継ぎ目（図示せず）によってさらに互いに連結される。接触シート金属部材113の中央に孔114が存在し、それを通して空洞1

10

20

30

40

50

16に到達可能であり、これは、接触シート金属部材113及び電極カバー112によって閉じられる。過圧安全装置120は、電極カバー112と一体化され、これは、空洞116内で過圧が発生すると作動し得る。最も単純な場合、過圧保護120は、所定の亀裂用箇所であり得る。

H ここに示される接触シート金属部材113は、金属ディスクとして設計される。これは、90°曲げられた端部113aを有し、L字型の断面を有する。

【0174】

前述の2つの蓋を有するハウジングの変形形態の一部として使用できる本発明による閉鎖要素は、好ましくは、実施形態A～Hによって設計することもできる。

【0175】

図8に示されるセル100は、図7Bに示されるカバーアセンブリ110を含み、その端部110aは、金属ディスクとして形成される接触シート金属部材113及び金属電極カバー112の端部s113a及び112aによって形成される。ハウジング部分101とともに、カバーアセンブリ110は、セル100のハウジングを形成し、ハウジング部分101の末端開口部を閉じる。カバーアセンブリ110の端部110aは、管状ハウジング部分101の内側101bの周囲接触ゾーンに沿って配置され、周囲の溶接又ははんだの継ぎ目によって管状ハウジング部分101に接続される。ハウジング部分101の端部101aは、カバーアセンブリ110の端部110aの上で半径方向内側に曲げられる。

【0176】

らせん状に巻かれた電極－セパレータアセンブリ104は、ハウジング内で軸方向に配列され、それにより、その巻取シェル104aは、管状ハウジング部分101の内側に対して配置される。電極材料で覆われていないアノード集電体の端部ストリップ121は、コイルとして形成される電極－セパレータアセンブリ104の上側端面104bから出現する。これは、接触シート金属部材113の下側に対して直接溶接又ははんだ付けが行われる。

【0177】

図9に示されるセル100は、図1Bに示されるものと類似しているが、互いに異なるカバーアセンブリを含む。ここに示されるカバーアセンブリ110では、電極カバー112に対して配置される金属ディスク111は、アノード集電体との接触に使用されない。このため、これは、金属接触シート金属部材113を含み、これは、2つの側を有し、金属ディスク111の方向にあるその一方の側は、それに対してさらに平坦に配置され、溶接又ははんだ付けによって金属ディスク111に接続される。アノード集電体の自由端部ストリップ121は、コイルとして形成される電極－セパレータアセンブリ104の上端104bから出現する。これは、接触シート金属部材113の下側に対して直接配置され、接触シート金属部材113の下側に対して溶接又ははんだ付けが行われる。

【0178】

図10に示されるセル100は、電極－セパレータアセンブリ104を含み、これは、中空円筒形のハウジング部分101内に軸方向に挿入され、そのため、その巻取シェル104aは、管状ハウジング部分101の内側101bに対して配置される。電極－セパレータアセンブリ104は、らせん状に巻かれるリボン状アノード及びリボン状カソードを含む。アノードは、リボン状アノード集電体及びリボン状カソード集電体を含む。アノード集電体には負極材料の層が装荷される。カソード集電体には正極材料の層が装荷される。

【0179】

アノード集電体の自由端部ストリップ121は、コイルとして形成される電極－セパレータアセンブリ104の上端104bから出現する。カソード集電体の自由端部ストリップ117は、コイルとして形成される電極－セパレータアセンブリ104の底部端104cから出現する。

【0180】

10

20

30

40

50

セル１００は、筒状及び中空の円筒形金属ハウジング部分１０１を含み、これは、２つの末端開口部を有する。上部の開口部は、管状ハウジング部分１０１内に配置される金属ディスク１１１によって閉じられ、その端部１１１ａは、周囲接触ゾーンに沿って管状ハウジング部分１０１の内側１０１ｂに対して配置される。金属ディスク１１１の端部１１１ａは、周囲の溶接又ははんだ付けが行われる継ぎ目によって管状ハウジング部分１０１に接続される。

【０１８１】

金属ディスク１１１は、金属ディスク１１１に加えて、接触シート金属部材１１３及び電極ピン１０８を含むカバーアセンブリ１１０の一部である。接触シート金属部材１１３は、２つの側を有し、その一方は、図の上側にあり、金属ディスク１１１の方向に面する。長手方向端部１１５ａは、接触シート金属部材１１３の他方の側、この場合には下側に対して直接配置される。長手方向端部１１５ａは、溶接又ははんだ付けによって接触シート金属部材１１３に接続される。電極ピン１０８は、接触シート金属部材１１３に対して溶接又ははんだ付けが行われ、金属ディスク１１１の中央開口部を通してセル１００のハウジングから外に出る。

【０１８２】

カバーアセンブリ１１０は、絶縁手段１０３をさらに含み、電極ピン１０８及び接触シート金属部材１１３を電氣的に絶縁し、金属ディスク１１１に対して電極ピンに溶接又ははんだ付けが行われる。

【０１８３】

ハウジング部分１０１の底部開口部は、閉鎖要素１４５を用いて閉じられる。閉鎖要素１４５は、金属ディスクであり、その端部１４５ａは、周囲接触ゾーンに沿って管状ハウジング部分１０１の内側１０１ｂに対して配置される。閉鎖要素１４５の端部１４５ａは、溶接又ははんだ付けが行われる継ぎ目によって管状ハウジング部分１０１に接続される。

【０１８４】

カソード集電体の長手方向端部１２５ａは、接触シート金属部材１１３の内（上）側に対して直接配置される。長手方向端部１２５ａは、溶接又ははんだ付けによって閉鎖要素１４５に接続される。溶接は、例えば、閉鎖要素１４５の金属ディスクを介したレーザーによって行うことができる。

【０１８５】

図１１に示されるセル１００は、円形基部１０７ａ及び円形開口部（リム１０１ａによって画定される）を含むハウジングカップ１０７の一部である中空で円筒形のハウジング部分１０１を含む。ハウジングカップ１０７は、深絞りされた部品である。円形リム１１１ａを有する平坦な金属ディスク１１１を含む蓋アセンブリ１１０とともに、ハウジングカップ１０７は、コイルとして形成される電極－セパレータアセンブリ１０４が軸方向に配列される内側１３７を取り囲む。金属ディスク１１１は、管状ハウジング部分１０１内に配置され、その端部１１１ａは、周囲接触ゾーンに沿って管状ハウジング部分１０１の内側１０１ｂに対して配置される。その端部１１１ａは、カバーアセンブリの端部に対応し、周囲の溶接又ははんだの継ぎ目によって管状ハウジング部分１０１に接続される。管状ハウジング部分１０１の端部１０１ａは、金属ディスク１１１の端部１１１ａの上で半径方向内側に（ここでは約９０°で）曲げられる。

【０１８６】

電極－セパレータアセンブリ１０４は、２つの端面を有する円筒形コイルの形態であり、これらの端面間に周囲の巻取シェルが延在し、これは、中空で円筒形のハウジング部分１０１の内側に対して配置される。これは、正極及び負極並びにセパレータ１１８及び１１９で構成され、それぞれがストリップとして形成され、らせん状に巻かれる。電極－セパレータアセンブリ１０４の２つの端面は、セパレータ１１８及び１１９の長手方向端部によって形成される。いずれもアルミニウムで作られた集電体１１５及び１２５は、これらの端面から突出する。対応する突出部は、d１及びd２で示される。

【0187】

アノード集電体115は、電極セパレータアセンブリ104の上側端面から出現し、及びカソード集電体125は、下側端面から出現する。アノード集電体115のストリップ状主要区域内に負極材料155の層が装荷される。カソード集電体125のストリップ状主要区域内に正極材料123の層が装荷される。アノード集電体115は、その長手方向端部115aに沿って延在し、且つ電極材料155は装荷されない端部ストリップ117を有する。代わりに、この場合、セラミック支持材料のコーティング165が設けられ、これによりこの領域内の集電体が安定化する。カソード集電体125は、その長手方向端部125aに沿って延在し、且つ電極材料123が装荷されない端部ストリップ121を有する。代わりに、この場合にもセラミック支持材料のコーティング165が設けられる。

10

【0188】

金属ディスク111に加えて、カバーアセンブリ110は、接触シート金属部材113及び電極ピン108も含む。金属接触シート金属部材113は、2つの側を含み、その一方は、図中の上側にあり、金属ディスク111の方向に向かう。ここでは下側にある接触シート金属部材113の他方の側では、長手方向端部115aは、その全長にわたって接触シート金属部材113及びしたがってカバーアセンブリ110に直接接触し、後者に対して少なくとも幾つかの部分、好ましくはその全長にわたって溶接又ははんだ付けによって接続される。代わりに、前述のマルチピン接続がこの場合に存在し得る。したがって、カバーアセンブリ110は、アノードに対する電氣的接触及びハウジング部分として同時に機能する。

20

【0189】

電極ピン108は、接触シート金属部材113に対して溶接又ははんだ付けが行われ、金属ディスク111の中央開口部を通してセル100のハウジングから外に出る。カバーアセンブリ110は、絶縁手段103も含み、これは、電極ピン108及びしたがって接触シート金属部材113を電氣的に絶縁し、金属ディスク111から電極ピンに対して溶接又ははんだ付けが行われる。金属ディスク111のみがハウジングカップ107と直接接触し、したがって電氣的にも接触する。電極ピン108及びシート金属部材113は、ハウジングカップから絶縁される。

【0190】

カソード集電体125の端部125aは、基部107aとその全長にわたって直接接触し、後者に対して少なくとも幾つかの部分、好ましくはその全長にわたって溶接（特にレーザーを用いて）又ははんだ付けによって接続される。代わりに、この場合に前述のマルチピン接続を用いることもできる。したがって、基部107aは、ハウジングの一部としてだけでなく、カソードの電氣的接触の役割も果たす。

30

【0191】

電極セパレータアセンブリ104は、例えば、95重量%のLMO、2重量%の電極バインダー及び導電剤としての3重量%のカーボンブラックを含む正極を含み得る。アノード101は、例えば、95重量%のLTO、2重量%の電極バインダー及び導電剤としての3重量%のカーボンブラックを含む負極を含み得る。アセトニトリル中のテトラフルオロホウ酸リチウム（LiBF₄）の2M溶液を電解質として使用することができる。

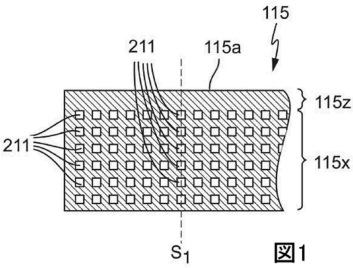
40

【0192】

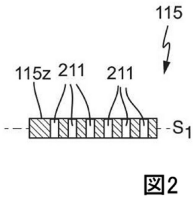
図12に示される図は、本発明によるセルの良好なサイクル性を示す。10C（充電）／10C（放電）の負荷で初期容量のほぼ80%が5000サイクル後でも達成された。3C／1C及び5C／5Cの負荷でも1000及び2500サイクルが安定して実現された。

50

【図面】
【図 1】

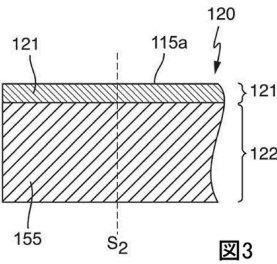


【図 2】

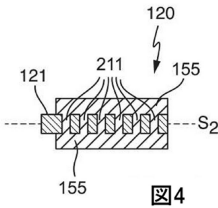


10

【図 3】

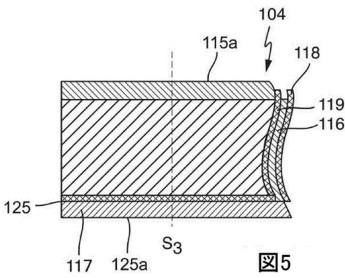


【図 4】

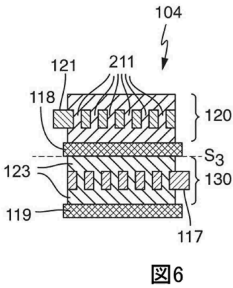


20

【図 5】



【図 6】



30

40

50

【図 7】

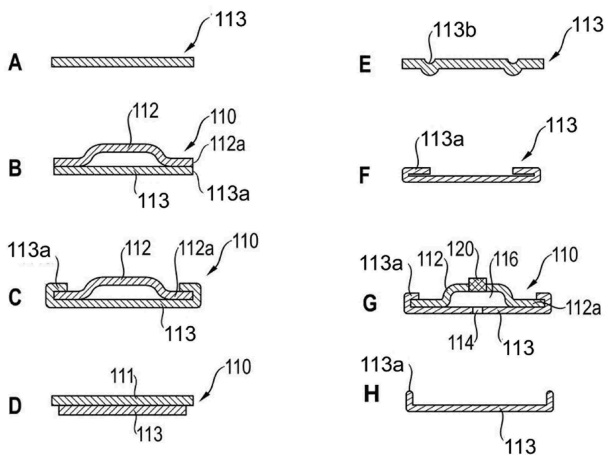


図 7

【図 8】

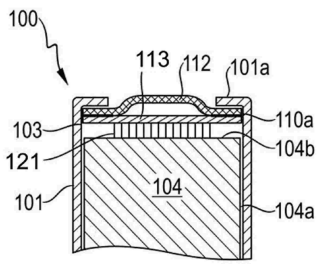


図 8

10

【図 9】

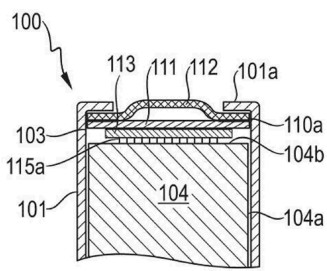


図 9

【図 10】

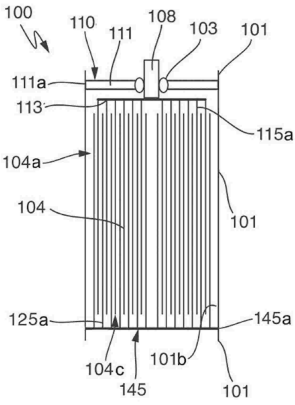


図 10

20

30

40

50

【図 1 1】

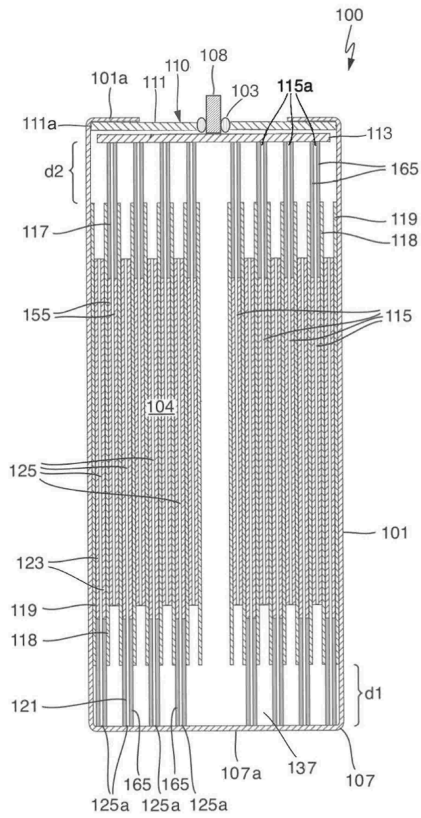


図11

【図 1 2】

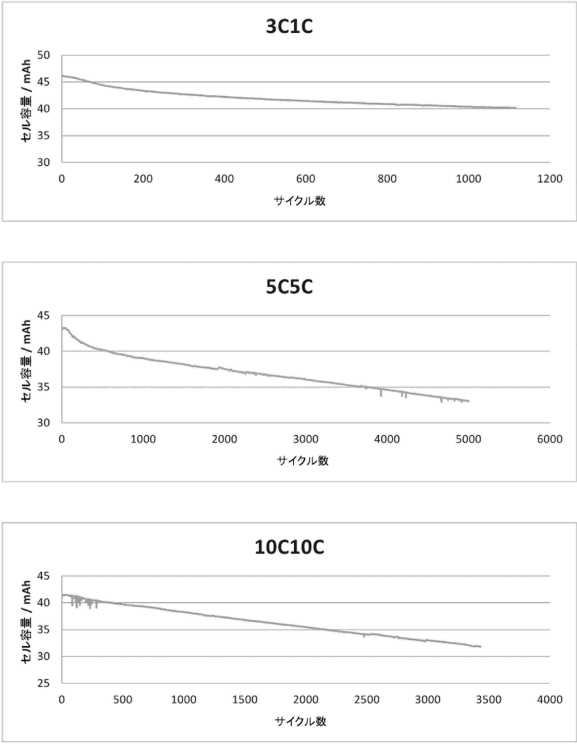


図12

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/078566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01M 50/531</i> (2021.01)i; <i>H01M 4/485</i> (2010.01)i; <i>H01M 4/505</i> (2010.01)i; <i>H01M 4/131</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/0525</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/0567</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/0568</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/0569</i> (2010.01)i; <i>H01M 4/66</i> (2006.01)i; <i>H01M 4/74</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) 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	US 2020194741 A1 (SHINODA TATSUYA [JP] ET AL) 18 June 2020 (2020-06-18) paragraphs [0038] - [0041], [0061] - [0064], [0068] - [0072]; figures 4,6	1-3,5,7-12
X	US 2018062147 A1 (ONODA YUSUKE [JP] ET AL) 01 March 2018 (2018-03-01) paragraphs [0034] - [0065]; figures 2,3	1,3-12
X,P	EP 3916870 A1 (VARTA MICROBATTERY GMBH [DE]) 01 December 2021 (2021-12-01) paragraphs [0024], [0025], [0054] - [0117], [0160], [0181], [0267] - [0271], [0286]; claim 1; figures 1-10	1-7
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 December 2022		Date of mailing of the international search report 04 January 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Schwake, Andree Telephone No.

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/078566

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2020194741	A1	18 June 2020	CN	111095644	A	01 May 2020
				EP	3709422	A1	16 September 2020
				JP	6972164	B2	24 November 2021
				JP	WO2019093333	A1	30 July 2020
				US	2020194741	A1	18 June 2020
				WO	2019093333	A1	16 May 2019
US	2018062147	A1	01 March 2018	CN	107785620	A	09 March 2018
				JP	6460413	B2	30 January 2019
				JP	2018032575	A	01 March 2018
				KR	20180023843	A	07 March 2018
				US	2018062147	A1	01 March 2018
EP	3916870	A1	01 December 2021	EP	3916870	A1	01 December 2021
				WO	2022111932	A1	02 June 2022

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/078566

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H01M50/531 H01M4/485 H01M4/505 H01M4/131 H01M10/0525	
	H01M10/0567 H01M10/0568 H01M10/0569 H01M4/66 H01M4/74	
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
H01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2020/194741 A1 (SHINODA TATSUYA [JP] ET AL) 18. Juni 2020 (2020-06-18) Absätze [0038] - [0041], [0061] - [0064], [0068] - [0072]; Abbildungen 4, 6 -----	1-3, 5, 7-12
X	US 2018/062147 A1 (ONODA YUSUKE [JP] ET AL) 1. März 2018 (2018-03-01) Absätze [0034] - [0065]; Abbildungen 2, 3 -----	1, 3-12
X, P	EP 3 916 870 A1 (VARTA MICROBATTERY GMBH [DE]) 1. Dezember 2021 (2021-12-01) Absätze [0024], [0025], [0054] - [0117], [0160], [0181], [0267] - [0271], [0286]; Anspruch 1; Abbildungen 1-10 -----	1-7
☐ Weitere Veröffentlichungen sind die Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
20. Dezember 2022		04/01/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Schwake, Andree

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/078566

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2020194741 A1	18-06-2020	CN 111095644 A	01-05-2020	
		EP 3709422 A1	16-09-2020	
		JP 6972164 B2	24-11-2021	
		JP WO2019093333 A1	30-07-2020	
		US 2020194741 A1	18-06-2020	
		WO 2019093333 A1	16-05-2019	

US 2018062147 A1	01-03-2018	CN 107785620 A	09-03-2018	
		JP 6460413 B2	30-01-2019	
		JP 2018032575 A	01-03-2018	
		KR 20180023843 A	07-03-2018	
		US 2018062147 A1	01-03-2018	

EP 3916870 A1	01-12-2021	EP 3916870 A1	01-12-2021	
		WO 2022111932 A1	02-06-2022	

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H O 1 M 4/66 (2006.01)	H O 1 M 4/66	A
H O 1 M 10/0569(2010.01)	H O 1 M 10/0569	
H O 1 M 10/0568(2010.01)	H O 1 M 10/0568	
H O 1 M 10/0567(2010.01)	H O 1 M 10/0567	

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,J
M,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY
,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,T
H,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

ドイツ連邦共和国 7 3 4 7 9 エルヴァンゲン アラマンネンシュトラッセ 2 2

(72)発明者 チュマク イホール
ドイツ連邦共和国 7 3 4 7 9 エルヴァンゲン ディンケルヴェーク 1 2

F ターム (参考) 5H017 AA03 AS10 CC01 EE05
5H029 AJ02 AJ06 AK03 AL03 AM02 AM03 AM04 AM05 AM07 BJ14
DJ08 HJ01 HJ04 HJ07 HJ10
5H043 AA03 AA19 BA19 CA03 CA12 EA35
5H050 AA02 AA12 BA17 CA09 CB03 DA10 DA11 FA05 HA01 HA04

【要約の続き】

トリップ (1 1 7、1 2 1) の1つに直接接触する接触シート金属部材 (1 1 3) を含む。負極材料 (1 5 5) の層は、チタン酸リチウム (L T O) を含み、及び正極材料 (1 2 3) の層は、マンガン酸リチウム (L M O) を含む。