(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2024-59770
(P2024-59770A)
(43)公開日　令和6年5月1日(2024.5.1)

(51)国際特許分類		FI		
H01M	*4/13 (2010.01)*	H01M	4/13	
H01M	*4/62 (2006.01)*	H01M	4/62	Z
H01M	*4/139(2010.01)*	H01M	4/139	
H01G	*11/50 (2013.01)*	H01G	11/50	
H01G	*11/86 (2013.01)*	H01G	11/86	

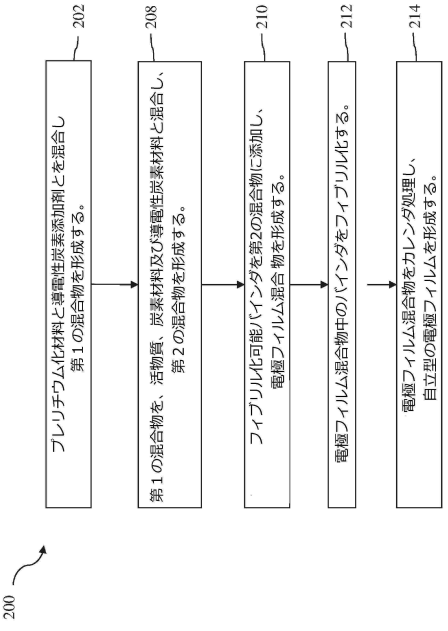
審査請求　有　請求項の数　27　ＯＬ　（全26頁）

(21)出願番号　特願2024-24178(P2024-24178)
(22)出願日　令和6年2月21日(2024.2.21)
(62)分割の表示　特願2021-540107(P2021-540107)の分割
原出願日　令和2年1月14日(2020.1.14)
(31)優先権主張番号　62/792,544
(32)優先日　平成31年1月15日(2019.1.15)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(71)出願人　509316442
テスラ・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国 テキサス州，オースティン，テスラロード １
(74)代理人　110001427
弁理士法人前田特許事務所
(72)発明者　ワン ズーイン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州，サンディエゴ，カーレ フォーチュナーダ ３８８８
(72)発明者　ドゥオン ヒエウ ミン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州，サンディエゴ，カーレ フォーチュナーダ ３８８８，マックスウェル テクノロジーズ インコーポレイテッド内

(54)【発明の名称】　プレリチウム化エネルギー貯蔵デバイスのための組成物及び方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】エネルギー貯蔵デバイス用乾燥電極フィルムを提供する。
【解決手段】エネルギー貯蔵デバイスは、カソード、アノード及びカソードとアノードとの間のセパレータを備え得る。電極の少なくとも１つは、乾燥プロセスにより準備された電極フィルムを備え得る。電極フィルム及び／又は電極は、プレリチウム化材料を含み得る。電極及び／又は電極フィルムを製造するために使用するプロセス及び装置も記載されている。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
エネルギー貯蔵デバイスの乾燥電極フィルムであって、以下を含み：
乾燥活物質；
乾燥バインダ；そして、
乾燥プレリチウム化材料（ａ　ｄｒｙ　ｐｒｅｌｉｔｈｉａｔｉｎｇ　ｍａｔｅｒｉａｌ）が、前記乾燥活物質及び前記乾燥バインダの全体に均一に分布し、前記乾燥電極フィルムが自立型である、
乾燥電極フィルム。
【請求項２】
請求項１に記載の乾燥電極フィルムにおいて、
前記乾燥プレリチウム化材料は、Li_2O、Li_2O_2、Li_2S、Li_3N、LiN_3、ＬｉＦ、Li_5FeO_4、Li_2NiO_2、Li_6CO_4及びLi_2MoO_3又はそれらの組み合わせから構成された群から選択される、乾燥電極フィルム。
【請求項３】
請求項１に記載の乾燥電極フィルムにおいて、
前記乾燥プレリチウム化材料はLi_2O_2である、乾燥電極フィルム。
【請求項４】
請求項１に記載の乾燥電極フィルムにおいて、
前記乾燥プレリチウム化材料は、前記乾燥電極フィルムの約０．５～１０重量％を構成する、乾燥電極フィルム。
【請求項５】
請求項１に記載の乾燥電極フィルムにおいて、
前記乾燥活物質は乾燥カソード活物質である、乾燥電極フィルム。
【請求項６】
請求項５に記載の乾燥電極フィルムにおいて、
前記乾燥カソード活物質は、硫黄又は硫黄含有材料を含む、乾燥電極フィルム。
【請求項７】
請求項１に記載の乾燥電極フィルムを備える、エネルギー貯蔵デバイス。
【請求項８】
請求項７に記載のエネルギー貯蔵デバイスにおいて、
前記エネルギー貯蔵デバイスはバッテリである、エネルギー貯蔵デバイス。
【請求項９】
エネルギー貯蔵デバイスの乾燥電極フィルムの製造方法であって、以下を含む方法：
乾燥プレリチウム化材料と乾燥導電性炭素添加剤とを混合して、第１の乾燥混合物を形成し；
前記第１の乾燥混合物と乾燥活物質とを混合して、第２の乾燥混合物を形成し；
乾燥フィブリル化可能バインダを前記第２の乾燥混合物に添加して、乾燥電極フィルム混合物を形成し；そして、
前記乾燥電極フィルム混合物における乾燥バインダをフィブリル化する。
【請求項１０】
請求項９に記載の製造方法において、
前記乾燥電極フィルム混合物をカレンダ処理して、自立型の乾燥電極フィルムを形成することをさらに含む、製造方法。
【請求項１１】
請求項１０に記載の製造方法おいて、
前記自立型の乾燥電極フィルムを集電体上に配置して電極を形成することをさらに含む、製造方法。
【請求項１２】
請求項１１に記載の製造方法おいて、

さらに以下を含む、製造方法：
前記電極をエネルギー貯蔵デバイスに組み込み；そして、
前記エネルギー貯蔵デバイスの初期サイクルを実行し、それによりプレリチウム化材料を酸化する。
【請求項１３】
請求項９に記載の製造方法おいて、
前記第１の乾燥混合物と前記乾燥活物質とを混合することは、乾燥炭素材料と乾燥導電性炭素材料とを混合して、前記第２の乾燥混合物を形成することをさらに含む、製造方法。
【請求項１４】
請求項９に記載の製造方法おいて、
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤とを混合することは、第１の混合物の温度が最大でも約１５０℃になるように行う、製造方法。
【請求項１５】
請求項９に記載の製造方法おいて、
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤とを混合することは、第１の混合物の温度が最大でも約１００℃になるように行う、製造方法。
【請求項１６】
請求項９に記載の製造方法おいて、
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤とを混合することは、プレリチウム化材料の一次粒子と導電性炭素添加剤との間に電気的接触を生じさせる、製造方法。
【請求項１７】
請求項９に記載の製造方法おいて、
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤とを混合することは、前記第１の乾燥混合物を過度に加熱することなく行う、製造方法。
【請求項１８】
請求項９に記載の製造方法おいて、
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤との比は約１０：１～約１：１である、製造方法。
【請求項１９】
請求項９に記載の製造方法おいて、
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤との比は約５：１～約５：３である、製造方法。
【請求項２０】
請求項９に記載の製造方法おいて、
前記第１の乾燥混合物と前記乾燥活物質とを混合することは、第２の混合物の温度が最大でも約１００℃になるように行う、製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
あらゆる優先権出願の参照による組み込み
本出願は、２０１９年１月１５日に出願された米国仮出願番号６２／７９２，５４４の利益を主張し、その全体は参照によりここに組み込まれる。
【背景技術】
【０００２】
分野
本発明は、エネルギー貯蔵デバイスに関し、特にエネルギー貯蔵デバイスの電極の組成物及び製造方法に関する。
【０００３】

関連技術の説明

様々なタイプのエネルギー貯蔵デバイスを使用して、例えばコンデンサ、バッテリ、コンデンサバッテリハイブリッド及び／又は燃料電池を含む、電子機器に電力を供給できる。改良された電極配合及び／又は製造プロセスを使用して準備された電極を備える、従来の又は固体リチウムイオンコンデンサ又はバッテリなどの、エネルギー貯蔵デバイスは、改良されたコンデンサの電気的性能を促進し得る。改良された電極配合及び／又は製造プロセスを使用して準備された電極を備えるリチウムイオンコンデンサ又はバッテリは、改良されたサイクル性能、低減された等価直列抵抗（ＥＳＲ）値、増加した電力密度性能及び／又は増加したエネルギー密度性能を示し得る。改良された電極配合及び／又は製造プロセスはまた、エネルギー貯蔵デバイス製造のより低いコストを促進し得る。

【発明の概要】

【０００４】

本開示及び従来技術に対して達成された利点を要約する目的で、本開示の特定の目的及び利点をここに記載する。特定の実施形態において、そのような目的又は利点のすべてが達成され得るわけではない。したがって、例えば、当業者は、本発明を、教示又は示唆され得る他の目的又は利点を必ずしも達成することなく、ここで教示される１つの利点又は利点群を達成し又は最適化する方法で、具体化し又は実行し得ることを認識するであろう。

【０００５】

第１の態様では、エネルギー貯蔵デバイスの乾燥電極フィルムが提供される。乾燥電極フィルムは、乾燥活物質を含む。乾燥電極フィルムは、乾燥バインダをさらに含む。乾燥電極のさらなるフィルムは、乾燥活物質及び乾燥バインダの全体に分布した乾燥プレリチウム化材料を含む。乾燥電極フィルムは自立型（ｆｒｅｅ－ｓｔａｎｄｉｎｇ）である。

【０００６】

乾燥電極フィルムのいくつかの実施形態では、乾燥プレリチウム化材料はLi_2O_2である。いくつかの実施形態では、乾燥活物質は、乾燥カソード活物質である。いくつかの実施形態では、乾燥カソード活物質は硫黄又は硫黄含有材料を含む。

【０００７】

第２の態様では、エネルギー貯蔵デバイスの乾燥電極フィルムの製造方法が提供される。本方法は、乾燥プレリチウム化材料と乾燥導電性炭素添加剤とを混合して、第１の乾燥混合物を形成することを含む。本方法はさらに、第１の乾燥混合物と乾燥活物質とを混合して第２の乾燥混合物を形成することを含む。本方法はさらに、乾燥フィブリル化可能バインダを第２の乾燥混合物に添加して、乾燥電極フィルム混合物を形成することを含む。本方法はさらに、乾燥電極フィルム混合物における乾燥バインダをフィブリル化することを含む。

【０００８】

本方法のいくつかの実施形態では、本方法は、乾燥電極フィルム混合物をカレンダ処理して自立型乾燥電極フィルムを形成することをさらに含む。いくつかの実施形態では、第１の乾燥混合物と乾燥活物質とを混合することは、乾燥炭素材料と乾燥導電性炭素材料とを混合して第２の乾燥混合物を形成することをさらに含む。いくつかの実施形態では、乾燥プレリチウム化材料と乾燥導電性炭素添加剤とを混合することは、第１の混合物の温度が最大でも約１００℃になるように行う。いくつかの実施形態では、乾燥プレリチウム化材料と乾燥導電性炭素添加剤とを混合することは、プレリチウム化材料の一次粒子と導電性炭素添加剤との間に電気的接触を生じさせる。いくつかの実施形態では、乾燥プレリチウム化材料と乾燥導電性炭素添加剤とを混合することは、第１の乾燥混合物を過度に加熱することなく行う。いくつかの実施形態では、乾燥プレリチウム化材料と乾燥導電性炭素添加剤との比は、約５：１～約５：３である。

【０００９】

これらの実施形態のすべては、ここに開示される本発明の範囲内に属することが意図されている。これらの及び他の実施形態は、添付の図面を参照する好ましい実施形態の以下

の詳細な説明から当業者に容易に明らかになり、本発明は、開示されたどのような特定の好ましい実施形態にも限定されない。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

本開示のこれらの及び他の特徴、態様及び利点は、特定の実施形態の図面を参照して説明され、それらは、特定の実施形態を説明することを意図し、本発明を限定することを意図しない。

【図１】一実施形態に係る、プレリチウム化エネルギー貯蔵デバイスの概略断面図である。

【図２】プレリチウム化材料を含む電極フィルム混合物から電極フィルムを製造するためのプロセスの一例を示すプロセスフロー図である。

【図３Ａ】受け取ったままの過酸化リチウムのＳＥＭ画像である。

【図３Ｂ】５対２の比でＳｕｐｅｒＰ（登録商標）カーボンブラックと混合された過酸化リチウムのＳＥＭ画像である。

【図４】水に沈められた過酸化リチウムを含むラミネート電極の画像である。

【図５】２％の過酸化リチウムを含む電気化学セルを、過酸化リチウムを含まない対照セルと比較した、電気化学的プロファイルである。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

詳細な説明

本開示は、エネルギー貯蔵デバイスで使用するための、プレリチウム化材料を含む電極フィルム、及びその製造方法に関する。例えば、プレリチウム化材料は、対応するエネルギー貯蔵デバイスの初期サイクル中に電極上に固体電解質中間相（ＳＥＩ）層を形成する際に消費されるリチウムを補うために電極フィルムに組み込み得る。プレリチウム化材料の反応はまた、ガスを生成する場合があり、これは、電極の多孔度を有益に増加させ得る。

【００１２】

定義

ここで使用される場合、「バッテリ」及び「コンデンサ」という用語は、当業者にとってのそれらの通常の且つ慣習的な意味を与えられるべきである。「バッテリ」及び「コンデンサ」という用語は、互いに排他的ではない。コンデンサ又はバッテリは、単独で動作することも、マルチセルシステムのコンポーネントとして動作することもできる、単一の電気化学セルを指し得る。

【００１３】

ここで提供されるように、「自己支持型（ｓｅｌｆ－ｓｕｐｐｏｒｔｉｎｇ）」の電極フィルムは、フィルム又は層を支持し、電極フィルム又は層が自立できるようにその形状を維持するのに十分なバインダマトリックス構造を組み込んだ電極フィルムである。エネルギー貯蔵デバイスに組み込まれる場合、自己支持型の電極フィルム又は活性層は、そのようなバインダマトリックス構造を組み込むものである。エネルギー貯蔵デバイスの製造プロセスを容易にするために支持要素が用いられるが、一般に、そして採用される方法に応じて、そのような電極フィルム又は活性層は、集電体、支持ウェブ又は他の構造などのあらゆる外部支持要素なしで、エネルギー貯蔵デバイス製造プロセスで使用されるのに十分な強度を有する。例えば、「自己支持型」の電極フィルムは、他の支持要素なしで、電極製造プロセス内で圧延され、扱われ及び展開される（ｕｎｒｏｌｌｅｄ）のに十分な強度を有し得る。カソード電極フィルム又はアノード電極フィルムなどの乾燥電極フィルムは、自己支持型であってもよい。

【００１４】

ここで提供されるように、「無溶媒」の電極フィルムは、検出可能な処理溶媒、処理溶媒残留物又は処理溶媒不純物を含まない電極フィルムである。乾燥成分のみで製造されたカソード電極フィルム又はアノード電極フィルムなどの乾燥電極フィルムは、無溶媒であ

り得る。
【００１５】
「湿潤」電極、「湿潤プロセス」電極又はスラリー電極は、たとえ後続の乾燥ステップで電極又は電極フィルムから水分が除去されたとしても、活物質、バインダ及びオプションの添加剤の、スラリーが関与する、少なくとも１つのステップにより準備された電極フィルム又は電極を備える。したがって、湿潤電極又は湿潤電極フィルムは、少なくとも１つ又は複数の、処理溶媒、処理溶媒残留物及び／若しくは処理溶媒不純物を含むであろう。
【００１６】
「場合がある」、「可能性がある」、「であってもよい」、「し得る」などの条件言葉は、特に明記しない限り、又は使用される文脈内で別のように理解されない限り、一般に、特定の実施形態は含むものの、その一方で他の実施形態は特定の特徴、要素及び／又はステップを含まないことを伝えることを意図している。したがって、そのような条件言葉は、一般に、特徴、要素及び／又はステップが１つ又は複数の実施形態に何らかの方法で必要であることを暗に示すことを一般に意図せず、また、１つ若しくは複数の実施形態が、ユーザ入力若しくはプロンプトの有無にかかわらず、これらの特徴、要素及び／若しくはステップが含まれるか又は特定の実施形態で実行されるかどうかを、決定するためのロジックを、必然的に含むことを暗に示すことを一般に意図しない。
【００１７】
「Ｘ、Ｙ及びＺの少なくとも１つ」というフレーズなどの接続的な言葉は、特に明記しない限り、項目、用語などがＸ、Ｙ又はＺのいずれかであり得ることを伝えるために一般に使用される文脈で代替的に理解される（ｏｔｈｅｒｗｉｓｅ　ｕｎｄｅｒｓｔｏｏｄ）。したがって、そのような接続的な言葉は、一般に、特定の実施形態が、Ｘの少なくとも１つ、Ｙの少なくとも１つ及びＺの少なくとも１つの存在を必要とすることを暗に意味することを意図しない。
【００１８】
ここで使用される「略」、「約」、「一般に」及び「実質的に」という用語など、ここで使用される、程度を表す言葉は、記載された値、量又は特性に近い、所望の機能を実行し又は所望の結果を達成する、値、量又は特性を表す。例えば、「略」、「約」、「一般に」及び「実質的に」という用語は、所望の機能又は所望の結果に応じて、記載されている量の１０％未満、５％未満、１％未満、０．１％未満及び０．０１％未満の量を指し得る。
【００１９】
説明
特定の実施形態及び例を以下に記載するが、当業者は、本発明が、具体的に開示された実施形態及び／又は使用並びにそれらの明白な変更及び同等物を超えて拡張することを理解するであろう。したがって、ここに開示される本発明の範囲は、以下に記載する特定のどのような実施形態によっても限定されるべきではないことが意図されている。
【００２０】
リチウムイオン電気化学デバイスのエネルギー密度を高める試みでは、シリコンなどの比エネルギー密度の高いアノード材料が検討されている。最初の充電中に、カソード材料からのリチウムは、アノードの周りの保護層として機能する固体電解質中間相（ＳＥＩ）層の形成プロセス中に、消費される。しかし、ＳＥＩ層のこの形成で消費されるリチウムイオンは、電気化学デバイスの通常の動作中のサイクルに使用できなくなり、性能可能性（ｐｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ　ｐｏｔｅｎｔｉａｌ）が低減する。以下に説明するのは、プレリチウム化電極フィルムを形成するために使用される電極フィルム混合物へのプレリチウム化材料の導入を可能にする電極フィルムの組成物及び形成プロセスである。いくつかの実施形態は、溶媒及び高温への曝露によるプレリチウム化材料の分解を回避し又は低減する。さらに、いくつかの実施形態では、そのようなプレリチウム化材料は、多孔度が増加したプレリチウム化電極を製造するという追加の利点を有し得る。

【００２１】
図１は、プレリチウム化電極フィルムを備えたプレリチウム化エネルギー貯蔵デバイス１００の一例の側方断面概略図である。エネルギー貯蔵デバイス１００は、例えば、コンデンサ、バッテリ、コンデンサバッテリハイブリッド又は燃料電池として分類され得る。いくつかの実施形態では、デバイス１００はリチウムイオンバッテリである。
【００２２】
このデバイスは、第１の電極１０２、第２の電極１０４及び第１の電極１０２と第２の電極１０４との間に配置されたセパレータ１０６を備える。第１の電極１０２及び第２の電極１０４は、セパレータ１０６のそれぞれの反対の表面に隣接する。エネルギー貯蔵デバイス１００は、エネルギー貯蔵デバイス１００の電極１０２、１０４間のイオン伝達を容易にするための電解質１１８を含む。例えば、電解質１１８は、第１の電極１０２、第２の電極１０４及びセパレータ１０６と接していてもよい。電解質１１８、第１の電極１０２、第２の電極１０４及びセパレータ１０６は、エネルギー貯蔵デバイスハウジング１２０内に収容されている。
【００２３】
第１の電極１０２、第２の電極１０４及びセパレータ１０６、又はその構成要素のうちの、１つ又は複数は、多孔質材料を含み得る。多孔質材料内の細孔は、封じ込め及び／又はハウジング１２０内の電解質１１８と接するための増加した表面積を提供し得る。エネルギー貯蔵デバイスハウジング１２０は、第１の電極１０２、第２の電極１０４及びセパレータ１０６の周りで密封され得、そして周囲の環境から物理的に密閉され得る。
【００２４】
いくつかの実施形態では、第１の電極１０２はアノード（「負電極」）であり得、第２の電極１０４はカソード（「正電極」）であり得る。セパレータ１０６は、２つの隣接する電極間のイオン伝達を可能にしながら、セパレータ１０６の反対側で隣接する２つの電極、例えば第１の電極１０２及び第２の電極１０４を、電気的に絶縁するように構成され得る。セパレータ１０６は、適切な多孔質電気絶縁材料を含み得る。いくつかの実施形態では、セパレータ１０６は、ポリマー材料を含み得る。例えば、セパレータ１０６は、セルロース材料（例えば、紙）、ポリエチレン（ＰＥ）材料、ポリプロピレン（ＰＰ）材料並びに／又はポリエチレン及びポリプロピレン材料を含み得る。
【００２５】
一般に、第１の電極１０２及び第２の電極１０４は各々、集電体及び電極フィルムを備える。電極１０２及び１０４は、それぞれ、高い電極フィルム密度及び／又は高い電子密度を有する電極フィルム１１２及び１１４を備える。電極１０２及び１０４は各々、示されるように単一の電極フィルム１１２及び１１４を備えるが、各電極１０２及び１０４のための２つ以上の電極フィルムの他の組み合わせが可能である。デバイス１００は、単一電極１０２及び単一電極１０４で示されているが、他の組み合わせも可能である。電極フィルム１１２及び１１４は各々、任意の適切な形状、サイズ及び厚さを有し得る。例えば、電極フィルムは各々、約３０ミクロン（μｍ）～約２５０ミクロン、例えば、約又は少なくとも約５０ミクロン、約１００ミクロン、約１５０ミクロン、約２００ミクロン、約２５０ミクロン、約３００ミクロン、約４００ミクロン、約５００ミクロン、約７５０ミクロン、約１０００ミクロン、約２０００ミクロン又はそれらの間の任意の範囲の値の厚さを有し得る。単一電極フィルムについて、本開示全体を通して、さらなる電極フィルムの厚さが記載されている。電極フィルムは、一般に、１つ又は複数の活物質、例えば、ここで提供されるようなアノード活物質又はカソード活物質を含む。電極フィルム１１２及び／又は１１４は、ここで提供される乾燥及び／又は自己支持型の電極フィルムであり得、ここに提供されるような、厚さ、増加した電極フィルム密度、エネルギー密度、比エネルギー密度、面積エネルギー密度、面積容量又は比容量などの、有利な特性を有し得る。第１の電極フィルム１１２及び／又は１１４はまた、ここで提供されるような１つ又は複数のバインダを含み得る。電極フィルム１１２及び／又は１１４は、ここで記載するプロセスにより準備できる。電極フィルム１１２及び／又は１１４は、ここで記載する湿潤又

は自己支持型の乾燥電極であり得る。

【００２６】

図１に示すように、第１の電極１０２及び第２の電極１０４は、それぞれ、第１の電極フィルム１１２と接する第１の集電体１０８と、第２の電極フィルム１１４と接する第２の集電体１１０とを備える。第１の集電体１０８及び第２の集電体１１０は、対応する各電極フィルムと外部電気回路（図示せず）との間の電気的結合を容易にする。第１の集電体１０８及び／又は第２の集電体１１０は、１つ又は複数の導電性材料を含み、対応する電極と外部回路との間の電荷の移動を容易にするように選択される任意の適切な形状及びサイズを有し得る。例えば、集電体は、アルミニウム、ニッケル、銅、レニウム、ニオブ、タンタル、並びに銀、金、白金、パラジウム、ロジウム、オスミウム、イリジウム及び合金及びそれらの組み合わせなどの貴金属を含む材料などの金属材料を含み得る。例えば、第１の集電体１０８及び／又は第２の集電体１１０は、例えば、アルミホイル又は銅ホイルを含み得る。第１の集電体１０８及び／又は第２の集電体１１０は、対応する電極と外部回路との間で電荷の移動を提供するようなサイズの長方形又は実質的に長方形の形状を有し得る。

【００２７】

図１を引き続き参照して、第２の電極フィルム１１４はプレリチウム化されている。しかし、第１の電極フィルム１１２がプレリチウム化され得るか、又は電極フィルム１１２及び１１４の両方がプレリチウム化され得ることが理解されるべきである。電極フィルム１１２及び／又は１１４は、ここに記載されるようにプレリチウム化され得る。

【００２８】

いくつかの実施形態では、エネルギー貯蔵デバイス１００は、適切なリチウム含有電解質１１８で満たされる。例えば、デバイス１００は、リチウム塩、及び非水性又は有機溶媒などの溶媒を含み得る。一般に、リチウム塩は、酸化還元安定性のあるアニオンを含み得る。いくつかの実施形態では、アニオンは一価であり得る。いくつかの実施形態では、リチウム塩は、ヘキサフルオロリン酸塩（$LiPF_6$）、テトラフルオロホウ酸リチウム（$LiBF_4$）、過塩素酸リチウム（$LiClO_4$）、リチウムビス（トリフルオロメタンスルホニル）イミド（$LiN(SO_2CF_3)_2$）、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム（$LiSO_3CF_3$）、リチウムビス（オキサレート）ボレート（ＬｉＢＯＢ）及びそれらの組み合わせから選択され得る。いくつかの実施形態では、電解質は、第四級アンモニウムカチオン、並びにヘキサフルオロリン酸アニオン、テトラフルオロホウ酸アニオン及びヨウ化物アニオンから構成される群から選択されるアニオンを含み得る。いくつかの実施形態では、塩濃度は、約０．１モル／Ｌ（Ｍ）～約５Ｍ、約０．２～約３Ｍ又は約０．３～約２Ｍであり得る。さらなる実施形態では、電解質の塩濃度は、約０．７～約１Ｍであり得る。特定の実施形態では、電解質の塩濃度は、約０．２Ｍ、約０．３Ｍ、約０．４Ｍ、約０．５Ｍ、約０．６Ｍ、約０．７Ｍ、約０．８Ｍ、約０．９Ｍ、約１Ｍ、約１．１Ｍ、約１．２Ｍ又はそれらの間の任意の範囲の値であり得る。

【００２９】

いくつかの実施形態では、ここで提供されるエネルギー貯蔵デバイス電解質は、液体溶媒を含み得る。ここで提供される溶媒は、電解質のすべての成分を溶解する必要はなく、いかなる成分も完全に溶解する必要はない。さらなる実施形態では、溶媒は、有機溶媒であり得る。いくつかの実施形態では、溶媒は、炭酸塩、エーテル及び／又はエステルから選択される１つ以上の官能基を有し得る。いくつかの実施形態では、溶媒は炭酸塩を含み得る。さらなる実施形態では、炭酸塩は、例えば、エチレンカーボネート（ＥＣ）、プロピレンカーボネート（ＰＣ）、ビニルエチレンカーボネート（ＶＥＣ）、ビニレンカーボネート（ＶＣ）、フルオロエチレンカーボネート（ＦＥＣ）及びそれらの組み合わせなどの環式カーボネート、又は、例えばジメチルカーボネート（ＤＭＣ）、ジエチルカーボネート（ＤＥＣ）、エチルメチルカーボネート（ＥＭＣ）及びそれらの組み合わせなどの非環式カーボネートから選択され得る。特定の実施形態では、電解質は、$LiPF_6$及び１つ又は複数の炭酸塩を含み得る。

【００３０】
いくつかの実施形態では、リチウムイオンバッテリは、約２．５～４．５Ｖ又は３．０～４．２Ｖで動作するように構成されている。さらなる実施形態では、リチウムイオンバッテリは、それぞれ約２．５～約３Ｖの最小動作電圧を有するように構成されている。さらに別の実施形態では、リチウムイオンバッテリは、それぞれ約４．１～約４．４Ｖの最大動作電圧を有するように構成されている。
【００３１】
いくつかの実施形態では、エネルギー貯蔵デバイスを製造するための方法が提供される。さらなる実施形態では、本方法は、アノード及びカソードを選択することを含む。いくつかの実施形態では、アノードを選択することは、乾燥自己支持型アノード又は湿潤アノードを選択することを含む。さらなる実施形態では、カソードを選択することは、乾燥自己支持型カソード又は湿潤カソードを選択することを含む。乾燥アノードを選択するステップは、活物質処理方法を選択すること及びバインダ処理方法を選択することを含み得る。
【００３２】
いくつかの実施形態では、ここで提供される電極フィルムは、少なくとも１つの活物質及び少なくとも１つのバインダを含む。その少なくとも１つの活物質は、当技術分野で知られている任意の活物質であり得る。その少なくとも１つの活物質は、バッテリのアノード又はカソードでの使用に適した材料であり得る。アノード活物質は、例えば、挿入材料（炭素、グラファイト及び／又はグラフェンなど）、合金化／脱合金化材料（ケイ素、酸化ケイ素、スズ及び／又は酸化スズなど）、金属合金又は化合物（Ｓｉ－Ａｌ及び／又はＳｉ－Ｓｎなど）及び／又は変換材料（ａ　ｃｏｎｖｅｒｓｉｏｎ　ｍａｔｅｒｉａｌ）（酸化マンガン、酸化モリブデン、酸化ニッケル及び／又は酸化銅など）を含み得る。アノード活物質は、単独で使用してもよく、又は混合して多相材料（Ｓｉ－Ｃ、Ｓｎ－Ｃ、ＳｉＯｘ－Ｃ、ＳｎＯｘ－Ｃ、Ｓｉ－Ｓｎ、Ｓｉ－ＳｉＯｘ、Ｓｎ－ＳｎＯｘ、Ｓｉ－ＳｉＯｘ－Ｃ、Ｓｎ－ＳｎＯｘ－Ｃ、Ｓｉ－Ｓｎ－Ｃ、ＳｉＯｘ－ＳｎＯｘ－Ｃ、Ｓｉ－ＳｉＯｘ－Ｓｎ又はＳｎ－ＳｉＯｘ－ＳｎＯｘなど）を形成してもよい。
【００３３】
カソード活物質は、例えば、金属酸化物、金属硫化物又はリチウム金属酸化物を含み得る。リチウム金属酸化物は、例えば、リチウムニッケルマンガンコバルト酸化物（ＮＭＣ）、リチウムマンガン酸化物（ＬＭＯ）、リチウム鉄リン酸塩（ＬＦＰ）、リチウムコバルト酸化物（ＬＣＯ）、リチウムチタン酸塩（ＬＴＯ）及び／又はリチウムニッケルコバルトアルミニウム酸化物（ＮＣＡ）であり得る。いくつかの実施形態では、カソード活物質は、例えば、層状遷移金属酸化物（$LiCoO_2$（ＬＣＯ）、Ｌｉ（ＮｉＭｎＣｏ）O_2（ＮＭＣ）及び／又は$LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$（ＮＣＡ）など）、スピネル酸化マンガン（$LiMn_2O_4$（ＬＭＯ）及び／又は$LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O_4$（ＬＭＮＯ）など）又はかんらん石（$LiFePO_4$など）を含み得る。カソード活物質は、硫黄又は硫化リチウム（Li_2S）などの硫黄含有材料又は他の硫黄ベースの材料又はそれらの混合物を含み得る。いくつかの実施形態では、カソードフィルムは、硫黄又は少なくとも５０重量％の濃度の硫黄活物質含有材料を含む。いくつかの実施形態では、硫黄又は硫黄活物質含有材料を含むカソードフィルムは、少なくとも６ｍＡｈ／cm^2の面積容量を有する。いくつかの実施形態では、硫黄又は硫黄活物質含有材料を含むカソードフィルムは、１ｇ／cm^3の電極フィルム密度を有する。いくつかの実施形態では、硫黄又は硫黄活物質含有材料を含むカソードフィルムは、バインダをさらに含む。いくつかの実施形態では、硫黄又は硫黄活物質含有材料を含むカソードフィルムのバインダは、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）、ポリエチレン（ＰＥ）、その他熱可塑性材料又はそれらの任意の組み合わせから選択される。
【００３４】
電極フィルムは、１つ又は複数の炭素材料と組み合わされた少なくとも１つの活物質を含み得る。炭素材料は、例えば、黒鉛材料（ｇｒａｐｈｉｔｉｃ　ｍａｔｅｒｉａｌ）、

グラファイト、グラフェン含有材料、硬質炭素、軟質炭素、カーボンナノチューブ、多孔質炭素、導電性炭素又はそれらの組み合わせから選択され得る。活性炭は、例えば、蒸気プロセス又は酸／エッチングプロセスから得られた活性炭を実施し得る。いくつかの実施形態では、黒鉛材料は、表面処理された材料であり得る。いくつかの実施形態では、多孔質炭素は、活性炭を含み得る。いくつかの実施形態では、多孔質炭素は、階層的に構造化された炭素を含み得る。いくつかの実施形態では、多孔質炭素は、構造化カーボンナノチューブ、構造化カーボンナノワイヤ及び／又は構造化カーボンナノシートを含み得る。いくつかの実施形態では、多孔質炭素は、グラフェンシートを含み得る。いくつかの実施形態では、多孔質炭素は、表面処理された炭素であり得る。いくつかの実施形態では、ここに記載するこれらの炭素材料は、実施例１及び２及び図２に示されるプロセスに関して以下でさらに詳細に記載する導電性炭素添加剤並びに／又は導電性炭素材料とは異なる材料であり得る。

【００３５】

いくつかの実施形態では、リチウムイオンバッテリ又はハイブリッドエネルギー貯蔵デバイスのカソード電極フィルムは、約７０～約９２重量％又は約７０～約９６重量％を含む、約７０～約９８重量％の少なくとも１つの活物質を含み得る。いくつかの実施形態では、カソード電極フィルムは、約７０重量％若しくは最大約７０重量％、約９０重量％若しくは最大約９０重量％、約９２重量％若しくは最大約９２重量％、約９４重量％、約９５重量％、約９６重量％若しくは最大約９６重量％又は約９８重量％若しくは最大約９８重量％、又はこれらの間の任意の範囲の値の、少なくとも１つの活物質を含み得る。いくつかの実施形態では、リチウムイオンバッテリ又はハイブリッドエネルギー貯蔵デバイスのカソード電極フィルムは、約４０～約６０重量％の少なくとも１つの活物質を含み得る。いくつかの実施形態では、カソード電極フィルムは、最大約５重量％又は約１～約５重量％を含む、最大約１０重量％の多孔質炭素材料を含み得る。いくつかの実施形態では、カソード電極フィルムは、約１０重量％若しくは最大約１０重量％、約５重量％若しくは最大約５重量％、約１重量％若しくは最大約１重量％又は約０．５重量％若しくは最大約０．５重量％、又はそれらの間の任意の範囲の値の、多孔質炭素材料を含み得る。いくつかの実施形態では、カソード電極フィルムは、約１～約３重量％を含む最大約５重量％の導電性添加剤を含む。いくつかの実施形態では、カソード電極フィルムは、約１０重量％若しくは最大約１０重量％、５重量％、約３重量％若しくは最大約３重量％、又は約１重量％若しくは最大約１重量％、又はそれらの間の任意の範囲の値の、導電性添加剤を含む。いくつかの実施形態では、カソード電極フィルムは、例えば、約１．５～１０重量％、約１．５～５重量％、又は約１．５～３重量％を含む、最大約２０重量％のバインダを含む。いくつかの実施形態では、カソード電極フィルムは、約１．５～約３重量％のバインダを含む。いくつかの実施形態では、カソード電極フィルムは、約２０重量％若しくは最大約２０重量％、約１５重量％若しくは最大約１５重量％、約１０重量％若しくは最大約１０重量％、約５重量％若しくは最大約５重量％、約３重量％若しくは約３重量％、約１．５重量％若しくは最大約１．５重量％又は約１重量％若しくは最大約１重量％、又はそれらの間の任意の範囲の値の、バインダを含む。

【００３６】

いくつかの実施形態では、アノード電極フィルムは、少なくとも１つの活物質、バインダ並びにオプションの導電性添加剤及び／又は導電性材料を含み得る。いくつかの実施形態では、導電性添加剤は、カーボンブラックなどの導電性炭素添加剤を含み得る。いくつかの実施形態では、導電性材料は、カーボンブラックなどの導電性炭素材料を含み得る。いくつかの実施形態では、導電性炭素添加剤は、導電性炭素材料とは異なるタイプ及び／又は量の、材料である。例えば、いくつかの実施形態では、導電性炭素添加剤及び導電性炭素材料は、異なるカーボンブラック材料である。いくつかの実施形態では、アノードのその少なくとも１つの活物質は、合成グラファイト、天然グラファイト、硬質炭素、軟質炭素、グラフェン、メソポーラスカーボン、ケイ素、酸化ケイ素、スズ、酸化スズ、ゲルマニウム、チタン酸リチウム、混合物又は前記材料の複合材料を含み得る。いくつかの実

施形態では、アノード電極フィルムは、約８０～約９８重量％又は約９４～約９７重量％を含む、約８０～約９８重量％の、少なくとも１つの活物質を含み得る。いくつかの実施形態では、アノード電極フィルムは、約８０重量％、約８５重量％、約９０重量％、約９２重量％、約９４重量％、約９５重量％、約９６重量％、約９７重量％、約９８重量％若しくは約９９重量％、又はこれらの間の任意の範囲の値の、少なくとも１つの活物質を含み得る。いくつかの実施形態では、アノード電極フィルムは、約１～約３重量％を含む、最大約５重量％の導電性添加剤を含む。いくつかの実施形態では、アノード電極フィルムは、約５重量％若しくは最大約５重量％、約３重量％若しくは最大約３重量％、約１重量％若しくは最大約１重量％又は約０．５重量％若しくは最大約０．５重量％、又はこれらの間の任意の範囲の値の、導電性添加剤を含み得る。いくつかの実施形態では、アノード電極フィルムは、約１．５～約１０重量％、約１．５～約５重量％又は約３～約５重量％を含む、最大約２０重量％のバインダを含む。いくつかの実施形態では、アノード電極フィルムは、約４重量％のバインダを含む。いくつかの実施形態では、アノード電極フィルムは、約２０重量％若しくは最大約２０重量％、約１５重量％若しくは最大約１５重量％、約１０重量％若しくは最大約１０重量％、約５重量％若しくは最大約５重量％、約３重量％若しくは最大約３重量％、約１．５重量％若しくは最大約１．５重量％又は約１重量％若しくは最大約１重量％の、又はこれらの間の任意の範囲の値の、バインダを含む。いくつかの実施形態では、アノードフィルムは、導電性添加剤を含まなくてもよい。

【００３７】

いくつかの実施形態は、ポリマーバインダ材料を含む１つ又は複数の活性層を有する、アノード及び／又はカソードなどの電極フィルムを含む。バインダは、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ポリオレフィン、ポリアルキレン、ポリエーテル、スチレン－ブタジエン、ポリシロキサン及びポリシロキサンのコポリマー、分岐ポリエーテル、ポリビニルエーテル、それらのコポリマー及び／又はそれらの混合物を含み得る。バインダは、セルロース、例えばカルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）を含み得る。いくつかの実施形態では、ポリオレフィンは、ポリエチレン（ＰＥ）、ポリプロピレン（ＰＰ）、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）、それらのコポリマー及び／又はそれらの混合物を含み得る。例えば、バインダは、ポリ塩化ビニレン、ポリ（フェニレンオキシド）（ＰＰＯ）、ポリエチレン－ブロック－ポリ（エチレングリコール）、ポリ（エチレンオキシド）（ＰＥＯ）、ポリ（フェニレンオキシド）（ＰＰＯ）、ポリエチレン－ブロック－ポリ（エチレングリコール）、ポリジメチルシロキサン（ＰＤＭＳ）、ポリジメチルシロキサン－コアルキルメチルシロキサン、それらのコポリマー及び／又はそれらの混合物を含み得る。いくつかの実施形態では、バインダは熱可塑性材料であり得る。いくつかの実施形態では、バインダは、フィブリル化可能ポリマーを含む。特定の実施形態では、バインダは、ＰＴＦＥなどの、単一の、フィブリル化可能バインダを含むか、本質的にそれから構成されるか又はそれから構成される。

【００３８】

いくつかの実施形態では、バインダは、ＰＴＦＥ及びオプションの１つ又は複数の追加のバインダ成分を含み得る。いくつかの実施形態では、バインダは、１つ又は複数のポリオレフィン及び／又はそのコポリマー、並びにＰＴＦＥを含み得る。いくつかの実施形態では、バインダは、ＰＴＦＥ、並びにセルロース、ポリオレフィン、ポリエーテル、ポリエーテル前駆体、ポリシロキサン、それらのコポリマー及び／又はそれらの混合物のうちの１つ又は複数、を含み得る。ポリマーの混合物は、前記のポリマー又はコポリマーの相互貫入ネットワーク（ｉｎｔｅｒｐｅｎｅｔｒａｔｉｎｇ　ｎｅｔｗｏｒｋｓ）を含み得る。

【００３９】

バインダは、様々な適切な比のポリマー成分を含み得る。例えば、ＰＴＦＥは、バインダの最大約９８重量％、例えば、約２０～約９５重量％、約２０～約９０重量％、約２０～約８０重量％、約３０～約７０重量％、約３０～約５０重量％又は約５０～約９０重量％であり得る。いくつかの実施形態では、ＰＴＦＥは、バインダの約９９重量％若しくは

最大約９９重量％、約９８重量％若しくは最大約９８重量％、約９５重量％若しくは最大約９５重量％、約９０重量％若しくは最大約９０重量％、約８０重量％若しくは最大約８０重量、約７０重量％若しくは最大約７０重量％、約６０重量％若しくは最大約６０重量％、約５０重量％若しくは最大約５０重量％、約４０重量％若しくは最大約４０重量％、約３０重量％若しくは最大約３０重量％、又は約２０重量％若しくは最大約２０重量％、又はそれらの間の任意の範囲の値であり得る。

【００４０】

いくつかの実施形態では、電極フィルム混合物は、選択されたサイズを有するバインダ粒子を含み得る。いくつかの実施形態では、バインダ粒子は、約５０ｎｍ、約１００ｎｍ、約１５０ｎｍ、約２００ｎｍ、約２５０ｎｍ、約３００ｎｍ、約３５０ｎｍ、約４００ｎｍ、約４５０ｎｍ、約５００ｎｍ、約１μｍ、約２μｍ、約３μｍ、約４μｍ、約５μｍ、約１０μｍ、約５０μｍ、約１００μｍ又はそれらの間の任意の範囲の値であり得る。

【００４１】

ここで使用される場合、乾燥電極製造プロセスは、乾燥電極フィルムを形成するために溶媒を全く使用しない、又は実質的に全く使用しないプロセスを指し得る。例えば、炭素材料及びバインダを含む活性層又は電極フィルムの成分は、乾燥粒子を含むか、それから構成されているか又は本質的にそれから構成されていてもよい。活性層又は電極フィルムを形成するための乾燥粒子を組み合わせて、乾燥粒子活性層混合物を提供し得る。いくつかの実施形態では、活性層又は電極フィルムは、活性層又は電極フィルムの成分の重量パーセント及び乾燥粒子活性層混合物の成分の重量パーセントが実質的に同じであるように、乾燥粒子活性層混合物から形成され得る。いくつかの実施形態では、乾燥製造プロセスを使用して乾燥粒子活性層混合物から形成された活性層又は電極フィルムは、溶媒及びそれから生じる溶媒残留物などのあらゆる処理添加剤を含まないか、又は実質的に含まなくてもよい。いくつかの実施形態では、得られる活性層又は電極フィルムは、乾燥粒子混合物から乾燥プロセスを利用して形成された自己支持型のフィルムである。いくつかの実施形態では、得られる活性層又は電極フィルムは、乾燥粒子混合物から乾燥プロセスを利用して形成された自立型のフィルムである。活性層又は電極フィルムを形成するためのプロセスは、フィルムがフィブリル化されたバインダを含むように、フィブリル化可能バインダ成分をフィブリル化することを含み得る。さらなる実施形態では、自立型の活性層又は電極フィルムは、集電体の非存在下で形成され得る。さらに別の実施形態では、活性層又は電極フィルムは、フィルムが自己支持するようにフィブリル化されたポリマーマトリックスを含み得る。フィブリルのマトリックス、格子又はウェブを形成して、電極フィルムに機械的構造を提供できると考えられる。

【００４２】

いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムであるエネルギー貯蔵デバイスの電極フィルムは、約１２ｍｇ／ｃｍ^2、約１３ｍｇ／ｃｍ^2、約１４ｍｇ／ｃｍ^2、約１５ｍｇ／ｃｍ^2、約１６ｍｇ／ｃｍ^2、約１７ｍｇ／ｃｍ^2、約１８ｍｇ／ｃｍ^2、約１９ｍｇ／ｃｍ^2、約２０ｍｇ／ｃｍ^2、約２１ｍｇ／ｃｍ^2、約２２ｍｇ／ｃｍ^2、約２３ｍｇ／ｃｍ^2、約２４ｍｇ／ｃｍ^2、約２５ｍｇ／ｃｍ^2、約２６ｍｇ／ｃｍ^2、約２７ｍｇ／ｃｍ^2、約２８ｍｇ／ｃｍ^2、約２９ｍｇ／ｃｍ^2、約３０ｍｇ／ｃｍ^2、約４０ｍｇ／ｃｍ^2、約５０ｍｇ／ｃｍ^2、約６０ｍｇ／ｃｍ^2、約７０ｍｇ／ｃｍ^2、約８０ｍｇ／ｃｍ^2、約９０ｍｇ／ｃｍ^{2}若しくは約１００ｍｇ／ｃｍ^{2}又はそれらの間の任意の範囲の値の、高電極材料充填又は高活物質充填（これは、電極フィルム又は集電体の単位面積あたりの電極フィルムの重量として表され得る）を提供し得る。いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムであるエネルギー貯蔵デバイスの電極フィルムは、少なくとも約１２ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約１３ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約１４ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約１５ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約１６ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約１７ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約１８ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約１９ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２０ｍｇ／ｃｍ^2、少なく

とも約２１ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２２ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２３ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２４ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２５ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２６ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２７ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２８ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約２９ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約３０ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約４０ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約５０ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約６０ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約７０ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約８０ｍｇ／ｃｍ^2、少なくとも約９０ｍｇ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約１００ｍｇ／ｃｍ^2、又はこれらの間の任意の範囲の値の、高電極材料充填又は高活物質充填（これは、電極フィルム又は集電体の単位面積あたりの電極フィルムの重量として表され得る）を提供し得る。

【００４３】

電極フィルムは、特定の用途に適した選択された厚さを有し得る。ここで提供される電極フィルムの厚さは、従来のプロセスにより準備された電極フィルムの厚さよりも厚くてもよい。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、約１１０ミクロン以上、約１１５ミクロン、約１２０ミクロン、約１３０ミクロン、約１３５ミクロン、約１５０ミクロン、約１５５ミクロン、約１６０ミクロン、約１７０ミクロン、約２００ミクロン、約２５０ミクロン、約２６０ミクロン、約２６５ミクロン、約２７０ミクロン、約２８０ミクロン、約２９０ミクロン、約３００ミクロン、約３５０ミクロン、約４００ミクロン、約４５０ミクロン、約５００ミクロン、約７５０ミクロン、約１ｍｍ若しくは約２ｍｍ、又はこれらの間の任意の範囲の値であってよい。電極フィルムの厚さは、所望の面積容量、比容量、面積エネルギー密度、エネルギー密度又は比エネルギー密度に対応するように選択され得る。

【００４４】

いくつかの実施形態では、ここで提供される電極フィルムの電極フィルム多孔度は、従来のプロセスにより準備された電極フィルムの多孔度よりも大きくてもよい。いくつかの実施形態では、ここで提供される電極フィルムの電極フィルム多孔度は、従来のプロセスにより準備された電極フィルム多孔度よりも小さくてもよい。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、約１０％、約１２％、約１４％、約１６％、約１８％若しくは約２０％、又はこれらの間の任意の範囲の値であってよい、電極フィルム多孔度（これは、細孔によって占められる電極フィルムの体積のパーセンテージとして表され得る）を有し得る。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、少なくとも約１０％、少なくとも約１２％、少なくとも約１４％、少なくとも約１６％、少なくとも約１８％若しくは少なくとも約２０％又はこれらの間の任意の範囲の値の、電極フィルム多孔度（これは、細孔によって占められる電極フィルムの体積のパーセンテージとして表され得る）を有し得る。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、最大でも約１０％、最大でも約１２％、最大でも約１４％、最大でも約１６％、最大でも約１８％若しくは最大でも約２０％又はこれらの間の任意の範囲の値の、電極フィルム多孔度（これは、細孔によって占められる電極フィルムの体積のパーセンテージとして表され得る）を有し得る。

【００４５】

いくつかの実施形態では、ここで提供される電極フィルムの電極フィルム密度は、従来のプロセスにより準備された電極フィルムの密度よりも小さくてもよい。いくつかの実施形態では、ここで提供される電極フィルムの電極フィルム密度は、従来のプロセスにより準備された電極フィルムの電極フィルム密度よりも大きくてもよい。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、約０．８ｇ／ｃｍ^3、約１．０ｇ／ｃｍ^3、約１．４ｇ／ｃｍ^3、約１．５ｇ／ｃｍ^3、約１．６ｇ／ｃｍ^3、約１．７ｇ／ｃｍ^3、約１．８ｇ／ｃｍ^3、約１．９ｇ／ｃｍ^3、約２．０ｇ／ｃｍ^3、約２．５ｇ／ｃｍ^3、約３．０ｇ／ｃｍ^3、約３．３ｇ／ｃｍ^3、約３．４ｇ／ｃｍ^3、約３．５ｇ／ｃｍ^3、約３．６ｇ／ｃｍ^3、約３．７ｇ／ｃｍ^{3}若しくは約３．８ｇ／ｃｍ^{3}又はこれらの間の任意の範囲の値の、電極フィルム密度を有し得る。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、最大でも約０．８ｇ／ｃｍ^3、１．０ｇ／ｃｍ^3、１．４ｇ／ｃｍ^3、最大でも約１．５ｇ／ｃｍ^3、最大でも約１．６ｇ／ｃｍ^3、最大でも約１．７ｇ／ｃｍ^3、最大でも約１．８ｇ／ｃｍ

^{3}、最大でも約１．９ｇ／ｃｍ^{3}若しくは最大でも約２．０ｇ／ｃｍ^3、又はこれらの間の任意の範囲の値の、電極フィルム密度を有し得る。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、少なくとも約０．８ｇ／ｃｍ^3、１．０ｇ／ｃｍ^3、１．４ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約１．５ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約１．６ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約１．７ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約１．８ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約１．９ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約２．０ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約２．５ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約３．０ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約３．３ｇ／ｃｍ^3、少なくとも約３．４ｇ／ｃｍ^{3}若しくは少なくとも約３．５ｇ／ｃｍ^3、又はこれらの間の任意の範囲の値の、電極フィルム密度を有し得る。

【００４６】

いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムであるエネルギー貯蔵デバイス電極フィルムは、約３．５ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約３．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約３．８ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約３．８ｍＡｈ／ｃｍ^2、約４ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約４ｍＡｈ／ｃｍ^2、約４．３ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約４．３ｍＡｈ／ｃｍ^2、約４．５ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約４．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約４．８ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約４．８ｍＡｈ／ｃｍ^2、約５ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約５．５ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約５．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約６ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約６ｍＡｈ／ｃｍ^2、約６．５ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約６．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約６．６ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約６．６ｍＡｈ／ｃｍ^2、約７ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約７ｍＡｈ／ｃｍ^2、約７．５ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約７．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約８ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約８ｍＡｈ／ｃｍ^{2}又は約１０ｍＡｈ／ｃｍ^{2}若しくは少なくとも約１０ｍＡｈ／ｃｍ^2、又はこれらの間の任意の範囲の値の、面積容量（これは、電極フィルム又は集電体の単位面積あたりの容量として表し得る）を提供し得る。さらなる実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムであるエネルギー貯蔵デバイス電極フィルムは、少なくとも約８ｍＡｈ／ｃｍ^2、例えば約８ｍＡｈ／ｃｍ^2、約１０ｍＡｈ／ｃｍ^2、約１２ｍＡｈ／ｃｍ^2、約１４ｍＡｈ／ｃｍ^2、約１６ｍＡｈ／ｃｍ^2、約１８ｍＡｈ／ｃｍ^2、約２０ｍＡｈ／ｃｍ^{2}又はこれらの間の任意の範囲の値の、面積容量（これは、電極フィルム又は集電体の単位面積あたりの容量として表され得る）を提供し得る。いくつかの実施形態では、面積容量は充電容量である。さらなる実施形態では、面積容量は放電容量である。

【００４７】

いくつかの実施形態では、乾燥及び／又は自己支持型グラファイトバッテリのアノード電極フィルムは、約３．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約４ｍＡｈ／ｃｍ^2、約４．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約５．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約６ｍＡｈ／ｃｍ^2、約６．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約７ｍＡｈ／ｃｍ^2、約７．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約８ｍＡｈ／ｃｍ^2、約８．５ｍＡｈ／ｃｍ^2、約９ｍＡｈ／ｃｍ^2、約１０ｍＡｈ／ｃｍ^2、又はこれらの間の任意の範囲の値の、面積容量を提供し得る。いくつかの実施形態では、面積容量は充電容量である。さらなる実施形態では、面積容量は放電容量である。

【００４８】

いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムであるエネルギー貯蔵デバイスの電極フィルムは、約１５０ｍＡｈ／ｇ、約１６０ｍＡｈ／ｇ、約１７０ｍＡｈ／ｇ、約１７５ｍＡｈ／ｇ、約１７６ｍＡｈ／ｇ、約１７７ｍＡｈ／ｇ、約１７９ｍＡｈ／ｇ、約１８０ｍＡｈ／ｇ、約１８５ｍＡｈ／ｇ、約１９０ｍＡｈ／ｇ、約１９６ｍＡｈ／ｇ、約２００ｍＡｈ／ｇ、約２５０ｍＡｈ／ｇ、約３００ｍＡｈ／ｇ、約３５０ｍＡｈ／ｇ、約３５４ｍＡｈ／ｇ若しくは約４００ｍＡｈ／ｇ、又はこれらの間の任意の範囲の値の、比容量（これは、電極フィルム又は集電体の質量当たりの容量として表され得る）を提供し得る。さらなる実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムであるエネルギー貯蔵デバイスの電極フィルムは、少なくとも約１７５ｍＡｈ／ｇ若しくは少なくとも約２５０ｍＡｈ／ｇ、又はこれらの間の任意の範囲の値の、

比容量（電極フィルム又は集電体の質量当たりの容量として表され得る）を提供し得る。いくつかの実施形態では、比容量は充電容量である。さらなる実施形態では、比容量は放電容量である。いくつかの実施形態では、電極は、アノード及び／又はカソードであり得る。いくつかの実施形態では、比容量は、最初の充電及び／又は放電容量であり得る。さらなる実施形態では、比容量は、最初の充電及び／又は放電の後に測定された充電及び／又は放電容量であり得る。

【００４９】

いくつかの実施形態では、ここに記載する自己支持型乾燥電極フィルムは、有利には、典型的な電極フィルムと比較して改良された性能を示し得る。その性能は、例えば、引張強度、弾性（伸び）、曲げ性、クーロン効率、容量又は導電率であり得る。いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムである、エネルギー貯蔵デバイスの電極フィルムは、約８５％若しくは少なくとも約８５％、約８６％若しくは少なくとも約８６％、約８７％若しくは少なくとも約８７％、約８８％、約８９％、約９０％、約９１％、約９２％、約９３％、約９４％又は約９５％、又はこれらの間の任意の範囲の値、例えば９０．１％、９０．５％及び９１．９％又はこれらの間の任意の範囲の値の、クーロン効率（これは、放電容量を充電容量で割ったパーセントとして表され得る）を提供し得る。

【００５０】

いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／若しくは自己支持型フィルムであるか又は電極が乾燥及び／若しくは自己支持型フィルムを含む、エネルギー貯蔵デバイスの電極フィルム又は電極は、約１０％若しくは少なくとも約１０％、約２０％若しくは少なくとも約２０％、約３０％若しくは少なくとも約３０％、約４０％若しくは少なくとも約４０％、約５０％若しくは少なくとも約５０％、約６０％若しくは少なくとも約６０％、約７０％若しくは少なくとも約７０％、約８０％若しくは少なくとも約８０％、約９０％若しくは少なくとも約９０％、約９８％若しくは少なくとも約９８％、約９９％若しくは少なくとも約９９％、約９９．９％若しくは少なくとも約９９．９％又は約１００％若しくは少なくとも約１００％、又はこれらの間の任意の範囲の値の、充電容量保持パーセンテージ（所定速度での放電容量をＣ／１０で測定された放電容量で割ったものによって表され得る）を提供し得る。いくつかの実施形態では、充電容量保持パーセンテージの放電率は、約Ｃ／１０若しくは少なくとも約Ｃ／１０、約Ｃ／５以上若しくは少なくとも約Ｃ／５、約Ｃ／３若しくは少なくとも約Ｃ／３、約Ｃ／２若しくは少なくとも約Ｃ／２、約１Ｃ以上若しくは少なくとも約１Ｃ、約１．５Ｃ若しくは少なくとも約１．５Ｃ又は２Ｃ若しくは少なくとも約２Ｃ、又はこれらの間の任意の値である。

【００５１】

いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／若しくは自己支持型フィルムであるか又は電極が乾燥及び／若しくは自己支持型フィルムを含む、エネルギー貯蔵デバイスの電極フィルム又は電極は、約１０％若しくは少なくとも約１０％、約２０％若しくは少なくとも約２０％、約３０％若しくは少なくとも約３０％、約４０％若しくは少なくとも約４０％、約５０％若しくは少なくとも約５０％、約６０％若しくは少なくとも約６０％、約７０％若しくは少なくとも約７０％、約８０％若しくは少なくとも約８０％、約９０％若しくは少なくとも約９０％、約９８％若しくは少なくとも約９８％、約９９％若しくは少なくとも約９９％、約９９．９％若しくは少なくとも約９９．９％又は約１００％若しくは少なくとも約１００％、又はそれらの間の任意の範囲の値の、充電容量生成パーセンテージ（これは、所定の定電流速度で測定された充電容量をＣ／１０で測定された放電容量で割ったものにより表され得る）を提供し得る。いくつかの実施形態では、充電容量生成パーセンテージの充電率は、少なくともＣ／１０、Ｃ／５、Ｃ／３、Ｃ／２、１Ｃ、１．５Ｃ若しくは２Ｃ、又はこれらの間の任意の値である。

【００５２】

いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムであるエネルギー貯蔵デバイスの電極フィルムが提供し得る比エネルギー密度又は重量エネルギー

密度（ｇｒａｖｉｍｅｔｒｉｃ　ｅｎｅｒｇｙ　ｄｅｎｓｉｔｙ）（これは、電極フィルムの質量当たりのエネルギーとして表され得る）は、約２００Ｗｈ／ｋｇ、約２１０Ｗｈ／ｋｇ、約２２０Ｗｈ／ｋｇ、約２３０Ｗｈ／ｋｇ、約２４０Ｗｈ／ｋｇ、約２５０Ｗｈ／ｋｇ、約２６０Ｗｈ／ｋｇ、約２７０Ｗｈ／ｋｇ、約２８０Ｗｈ／ｋｇ、約２９０Ｗｈ／ｋｇ、約３００Ｗｈ／ｋｇ、約４００Ｗｈ／ｋｇ、約５００Ｗｈ／ｋｇ、約６００Ｗｈ／ｋｇ、約６５０Ｗｈ／ｋｇ、約７００Ｗｈ／ｋｇ、約７５０Ｗｈ／ｋｇ、約８００Ｗｈ／ｋｇ、約８２５Ｗｈ／ｋｇ、約８５０Ｗｈ／ｋｇ若しくは約９００Ｗｈ／ｋｇ、又はこれらの間の任意の範囲の値であり得る。

【００５３】

いくつかの実施形態では、電極フィルムが乾燥及び／又は自己支持型フィルムであるエネルギー貯蔵デバイスの電極フィルムは、提供し得るエネルギー密度又は体積エネルギー密度（ｖｏｌｕｍｅｔｒｉｃ　ｅｎｅｒｇｙ　ｄｅｎｓｉｔｙ）（これは、最終的な又はその場（ｉｎ　ｓｉｔｕ）での電極フィルムの単位体積あたりのエネルギーとして表され得る）が、約５５０Ｗｈ／Ｌ、約６００Ｗｈ／Ｌ、約６３０Ｗｈ／Ｌ、約６５０Ｗｈ／Ｌ、約６８０Ｗｈ／Ｌ、約７００Ｗｈ／Ｌ、約７５０Ｗｈ／Ｌ、約８５０Ｗｈ／Ｌ、約９５０Ｗｈ／Ｌ、約１１００Ｗｈ／Ｌ、約１４００Ｗｈ／Ｌ、約１４２５Ｗｈ／Ｌ、約１４５０Ｗｈ／Ｌ、約１４７５Ｗｈ／Ｌ、約１５００Ｗｈ／Ｌ、約１５２５Ｗｈ／Ｌ若しくは約１５５０Ｗｈ／Ｌ、又はこれらの間の任意の範囲の値であり得る。

【００５４】

いくつかの実施形態では、自己支持型の乾燥バッテリのカソードは、湿潤バッテリのカソードと比較して、低減されたオーム抵抗及び／又は改良された電圧分極特性を示し得る。さらなる実施形態では、自己支持型の乾燥カソードが組み込まれたリチウムイオンバッテリは、湿潤カソード及び湿潤アノードを備えるリチウムイオンバッテリと比較して、低減されたオーム抵抗及び／又は改良された電圧分極特性を有利に示し得る。さらに別の実施形態では、自己支持型の乾燥カソードが組み込まれたリチウムイオンバッテリは、湿潤カソードを備えるリチウムイオンバッテリと比較して、改良されたエネルギー密度及び／又は比エネルギー密度を示し得る。

【００５５】

いくつかの実施形態では、経年劣化後の自己支持型の乾燥バッテリの電極は、経年劣化した湿潤バッテリの電極と比較して、低減されたオーム抵抗、改良された電圧分極特性及び／又は改良された容量を示し得る。いくつかの実施形態では、経年劣化後の乾燥バッテリの電極は、同様に経年劣化した湿潤バッテリの電極におけるオーム抵抗の低減よりも約５倍、約１０倍、約１５倍若しくは約２０倍小さく、又はそれらの間のあらゆる範囲の値小さい、オーム抵抗の低減を示す。いくつかの実施形態では、経年劣化後の乾燥バッテリの電極は、同様に経年劣化した湿潤バッテリの電極の電圧の低下よりも、電圧の低下が、約１．５倍、約２倍、約３倍若しくは約５倍小さく、又はそれらの間の任意の範囲の値で、小さい。いくつかの実施形態では、経年劣化後の乾燥バッテリの電極は、同様に経年劣化した湿潤バッテリの電極よりも、容量の減少が、約１．５倍、約２倍、約３倍若しくは約５倍小さく、又はそれらの間の任意の範囲の値で小さい。

【００５６】

プレリチウム化

電極のプレリチウム化は、電気化学デバイスの最初のサイクル中に消費されたリチウムを補うことを可能にでき、それはその後のサイクルにはもはや利用できない。犠牲的なプレリチウム化材料は、例えば最初のサイクル中にアノード上に固体電解質中間相（ＳＥＩ）層を形成する際に、消費されるリチウムを補うために、電極に組み込まれ得る。

【００５７】

ここで定義されるプレリチウム化材料は、電気化学デバイスのサイクルが行われて遊離リチウムイオン及び副生成物を形成するときに、酸化されるリチウムを含む材料である。そのリチウムイオンは、デバイスの電解質により溶媒和され得る。このように、プレリチウム化材料は、電極フィルム内からのリチウム源として機能し、電気化学デバイスの最初

の充電プロセス中に消費されるリチウムイオンを補う。いくつかの実施形態では、プレリチウム化材料は強い還元剤である。いくつかの実施形態では、プレリチウム化材料は酸化リチウムである。いくつかの実施形態では、プレリチウム化材料は、酸化リチウム（ｌｉｔｈｉａ）（Li_2O）、過酸化リチウム（Li_2O_2）、Li_2S、Li_3N、LiN_3、ＬｉＦ、Li_5FeO_4、Li_2NiO_2、Li_6CO_4、Li_2MoO_3又はそれらの混合物である。いくつかの実施形態では、プレリチウム化材料はLi_2O_2である。プレリチウム化材料は、酸化状態がゼロのリチウム金属である元素リチウム金属を含まないことが理解されよう。

【００５８】

プレリチウム化材料の反応はまた、電極をリチウム化することに加え、有益な副生成物を生成し得る。いくつかの実施形態では、その副産物はガスであり得る。例えば、過酸化リチウムの分解により酸素ガスが発生する。電極内のプレリチウム化材料からのガスの生成は、電極の多孔度を有益に増加させ得る。

【００５９】

いくつかの実施形態では、電極フィルム混合物は、プレリチウム化材料を、０．５重量％若しくは約０．５重量％、約１重量％、約１．５重量％、約２重量％、約３重量％、約４重量％、約５重量％、約６重量％、約７重量％、約８重量％、約９重量％又は約１０重量％、又はそれらの間の任意の範囲の値、を含み得る。

【００６０】

図２は、いくつかの実施形態に係る、プレリチウム化材料を含む電極フィルムを製造するためのプロセス２００の一例を示すプロセスフロー図である。ブロック２０２では、混合ステップにより、プレリチウム化材料と導電性炭素添加剤とを含む第１の混合物を形成する。いくつかの実施形態では、プレリチウム化材料は過酸化リチウムである。いくつかの実施形態では、導電性炭素添加剤は、ここに記載するように、カーボンブラックである。いくつかの実施形態では、ブロック２０２に示される混合を、第１の混合物を過度に加熱することなく行う。いくつかの実施形態では、ブロック２０２に示される混合を、第１の混合物の温度が最大でも２００℃若しくは最大でも約２００℃、最大でも１５０℃若しくは最大でも約１５０℃、最大でも１４０℃若しくは最大でも約１４０℃、最大でも１３０℃若しくは最大でも約１３０℃、最大でも１２０℃若しくは最大でも約１２０℃、最大でも１１０℃若しくは最大でも約１１０℃、最大でも１００℃若しくは最大でも約１００℃、最大でも９０℃若しくは最大でも約９０℃、最大でも８０℃若しくは最大でも約８０℃、最大でも７０℃若しくは最大でも約７０℃、最大でも６０℃若しくは最大でも約６０℃又は最大でも５０℃若しくは最大でも約５０℃、又はそれらの間の任意の範囲の値になるように行う。いくつかの実施形態では、ブロック２０２に示される混合を、第１の混合物の温度が２００℃未満若しくは約２００℃未満、１５０℃未満若しくは約１５０℃未満、１４０℃未満若しくは約１４０℃未満、１３０℃未満若しくは約１３０℃未満、１２０℃未満若しくは約１２０℃未満、１１０℃未満若しくは約１１０℃未満、１００℃未満若しくは約１００℃未満、９０℃未満若しくは約９０℃未満、８０℃未満若しくは約８０℃未満、７０℃未満若しくは約７０℃未満、６０℃未満若しくは約６０℃未満又は５０℃未満若しくは約５０℃未満、又はそれらの間の任意の範囲の値になるように行う。いくつかの実施形態では、ブロック２０２に示される混合は、ブレンディング（ｂｌｅｎｄｉｎｇ）によって行う。いくつかの実施形態では、プレリチウム化材料と導電性炭素添加剤との重量比は、約１０：１、約５：１、約５：２、約５：３、約５：４若しくは約１：１、又はそれらの間の任意の範囲の値である。いくつかの実施形態では、プレリチウム化材料及び導電性炭素添加剤は、第１の混合物全体に成分が均一に分布するように密接に混合される。いくつかの実施形態では、プレリチウム化材料及び導電性炭素添加剤は、プレリチウム化材料の一次粒子と導電性炭素添加剤との間の電気的接触をもたらすように混合する。

【００６１】

ブロック２０８では、ブロック２０２の第１の混合物を、活物質、炭素材料及び導電性炭素材料と混合し、第２の混合物を形成する。いくつかの実施形態では、活物質、炭素材

料及び導電性炭素材料は、ブロック２０２の第１の混合物と混合する前に、最初に混合して追加の混合物を形成する。いくつかの実施形態では、導電性炭素材料は、ここに記載されるようにカーボンブラックである。いくつかの実施形態では、炭素材料及び／又は導電性炭素材料は、第２の混合物を形成するためにブロック２０８で使用しない。いくつかの実施形態では、ブロック２０８に示される混合を、ブレンディングにより行う。いくつかの実施形態では、ブロック２０８に示される混合を、第１の混合物の温度が最大でも２００℃若しくは最大でも約２００℃、最大でも１５０℃若しくは最大でも約１５０℃、最大でも１４０℃若しくは最大でも約１４０℃、最大でも１３０℃若しくは最大でも約１３０℃、最大でも１２０℃若しくは最大でも約１２０℃、最大でも１１０℃若しくは最大でも約１１０℃、最大でも１００℃若しくは最大でも約１００℃、最大でも９０℃若しくは最大でも約９０℃、最大でも８０℃若しくは最大でも約８０℃、最大でも７０℃若しくは最大でも約７０℃、最大でも６０℃若しくは最大でも約６０℃又は最大でも５０℃若しくは最大でも約５０℃、又はそれらの間の任意の範囲の値になるように行う。いくつかの実施形態では、ブロック２０８に示される混合を、第１の混合物の温度が２００℃未満若しくは約２００℃未満、１５０℃未満若しくは約１５０℃未満、１４０℃未満若しくは約１４０℃未満、１３０℃未満若しくは約１３０℃未満、１２０℃未満若しくは約１２０℃未満、１１０℃未満若しくは約１１０℃未満、１００℃未満若しくは約１００℃未満、９０℃未満若しくは約９０℃未満、８０℃未満若しくは約８０℃未満、７０℃未満若しくは約７０℃未満、６０℃未満若しくは約６０℃未満又は５０℃未満若しくは約５０℃未満、又はそれらの間の任意の範囲の値になるように行う。いくつかの実施形態では、第１の混合物、活物質、炭素材料及び導電性炭素材料は、第２の混合物全体にそれら成分が均一に分布するように、密接に混合される。いくつかの実施形態では、ブロック２０８の混合プロセスを利用して、活物質の粒子を破壊し又は変質させる。いくつかの実施形態では、活物質の変質粒子は、電気化学デバイスの最初のサイクル中にプレリチウム化材料の反応の触媒となるように作用する。

【００６２】

いくつかの実施形態では、ブロック２０２及び２０８の混合ステップは、連続混合プロセスを利用できる。そのような実施形態では、ブレンディング及び／又は粉砕の持続時間は、供給速度に反比例し得る。一般に、供給速度は、ミリングマシン（ｔｈｅ　ｍｉｌｌｉｎｇ　ｍａｃｈｉｎｅｒｙ）に依存し、ここで提供されるガイダンスの観点から、機械の動作パラメータに基づき調整できる。さらなる実施形態では、より大きなチャネルを有する装置を使用して、ブレンディング及び／又は粉砕の持続時間を増加させ得る。バッチブレンディング及び／又は粉砕プロセスを利用する場合、その持続時間は、より長い時間及び／又はより高いＲＰＭでブレンディングし及び／又は粉砕することによりシンプルに増大させ得る。

【００６３】

ブロック２１０では、電極フィルム混合物は、フィブリル化可能バインダをブロック２０８の第２の混合物に添加することにより形成される。いくつかの実施形態では、フィブリル化可能バインダ及び第２の混合物は、電極フィルム混合物全体にその成分が均一に分布するように密接に混合され得る。ブロック２１２では、電極フィルム混合物中のフィブリル化可能バインダを、バインダ材料からフィブリルを形成するようにフィブリル化し得る。フィブリル化プロセスは、速度を下げ及び／又はプロセス圧力を上げたりして行い得る。速度を下げること及び／又はプロセス圧力を上げることは、フィブリル形成の増加を促進し得、その結果、引張、剪断、圧縮及び／又はねじれ応力に対して所望の耐性を有する電極フィルムを形成するために、より少ない量のバインダ材料を使用し得る。ここに記載するように、いくつかの実施形態では、フィブリル化プロセスは、例えばブレンディング及び／又は粉砕プロセスを含む、機械的剪断プロセスであってもよく、そして、いくつかの実施形態では、ジェット粉砕などの高剪断プロセスであってもよい。いくつかの実施形態では、電極フィルム混合物の粒子がブレンダ及び／又はミルを循環する速度は、フィブリル化プロセス中に低下し得る。いくつかの実施形態では、フィブリル化プロセス中の

ブレンダ及び／又はミル内のプロセス圧力を増大させ得る。いくつかの実施形態では、ブロック２１０の添加ステップ及びブロック２１２のフィブリル化ステップは、１つ又は実質的に１つの連続ステップであり得る。速度の低下及び／又はプロセス圧力の増加により、単一のより高圧のカレンダ処理プロセス（単一のステップで）、又は、例えば、フィルムを巻き戻し（ｕｎｗｏｕｎｄ）、その後、最初のカレンダ処理ステップの後に１回以上再カレンダする、複数のカレンダ処理ステップ、のいずれかによって、例えば自立型電極フィルムなどの十分に大きな強度を有する電極フィルムを製造できる。

【００６４】

ブロック２１４では、電極フィルム混合物を、カレンダ装置でカレンダ処理し、自立型のフィブリル化された電極フィルムを形成し得る。カレンダ装置は、当技術分野でよく知られており、一般に、電極フィルム混合物などの原材料がその間に供給されて電極フィルムを構成する、一対のカレンダロール（機械的に固定された間隔又は水圧若しくは空気圧により固定された間隔のいずれかを有する）を備える。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、追加のカレンダ処理ステップなしで、第１のカレンダ処理ステップで形成でき、ここでさらに説明するように、所望の最小厚さでフィルムを形成できる。いくつかの実施形態では、カレンダ処理された混合物は、液体、溶媒及びそれらから生じる残留物を含まない又は実質的に含まない、自立型の乾燥粒子フィルムを形成する。いくつかの実施形態では、電極フィルムはアノード電極フィルムである。いくつかの実施形態では、電極フィルムは、カソード電極フィルムである。

【００６５】

いくつかの実施形態では、電極フィルムを製造するためのプロセス２００は、乾燥プロセスであり、液体又は溶媒を使用せず、リストされた原材料（ｔｈｅ　ｌｉｓｔｅｄ　ｒａｗ　ｍａｔｅｒｉａｌｓ）は乾燥しており（例えば、１つ又は複数が乾燥粉末である）、得られる電極フィルムは、液体、溶剤及び結果として生じる残留物を含まない又は実質的に含まない。他の湿潤電極フィルムプロセスでは、プレリチウム化材料が、溶媒、例えばＰＶＤＦやＮ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）と、反応する可能性があり、それがエネルギー貯蔵デバイスの性能に悪影響を与える可能性のある副産物を生成し得る。このように、乾燥電極プロセスは、溶媒にさらされることなく、プレリチウム化材料を電極フィルムに組み込むための固有の方法を提供し得る。さらに、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）は、いくつかの許容可能なプレリチウム化材料、例えば過酸化リチウムに耐性があるので、有利に利用され得る。

【００６６】

以下の具体的な例では、高いエネルギー密度、高い比エネルギー密度、大きな厚さ及び／又は高い電極フィルム密度の、バッテリ電極を製造した。

【実施例】

【００６７】

例１

例１は、図２に示すプロセスにしたがい形成された電極フィルムを説明する。過酸化リチウムを、アルゴングローブボックス内の低い設定で、１０分間、Ｗａｒｉｎｇブレンダ内で５対２の比でＳｕｐｅｒＰ（登録商標）カーボンブラックと混合する。図３Ａは、過酸化リチウムのＳＥＭ画像を示し、これはサブミクロンの一次粒子を示している。図３Ｂは、５対２の比でＳｕｐｅｒＰ（登録商標）カーボンブラックと混合された過酸化リチウムのＳＥＭ画像を示し、これは、両方の成分の密接な混合及び均一な分布を示している。図２を参照して説明したように、この第１の乾燥混合物を混合して、過酸化リチウム及び導電性カーボンブラックの分散を確実にした。ここで過酸化リチウム及びＳｕｐｅｒＰ（登録商標）は、３０００ｒｐｍで３０秒の、間に３０秒の冷却を行う、断続的なパルスで混合した。前記ブレンディングは、ブレンディング中の混合物の過度の加熱を回避するために、過酸化リチウム及びＳｕｐｅｒＰ（登録商標）混合物の温度を約１００℃未満に制限した。

【００６８】

カソード活物質ＮＭＣ－６２２、活性炭及びケッチェンブラック（登録商標）の予め緻密化された混合物（ａ　ｐｒｅ－ｄｅｎｓｉｆｉｅｄ　ｍｉｘｔｕｒｅ）が形成され、これに過酸化リチウム／ＳｕｐｅｒＰ（登録商標）混合物を添加し、アルゴングローブボックス内で低設定で５分間ブレンドした。電気化学デバイスの最初のサイクル中に、より小さな一次粒子が過酸化リチウムの酸素発生反応の触媒として作用するように、ブレンディングは、カソード活物質の二次粒子の小さな一部を分解するように、部分的に行った。最後に、ＰＴＦＥバインダを混合物に添加し、バインダをフィブリル化して電極フィルム混合物を形成した。

【００６９】

電極フィルム混合物のカレンダ処理は、粉末の水分への曝露を最小限にして自立型電極フィルムを形成するためにドライルームで行った。次いで、自立型電極フィルムを、所望の負荷にさらにカレンダ処理し、接着剤コーティングでアルミホイル上にラミネートし、カソード電極を形成する。

【００７０】

図４は、水中に沈められたそのようなラミネートされた電極の画像を示す。図４では、ラミネートされた電極の表面に酸素気泡の発生が見られ、これは、電極に存在する過酸化リチウムがまだ活性であり、分解されていないことを示している。過酸化リチウムと水との反応は、以下の化学反応式にしたがう：

$$2Li_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4LiOH + O_2$$

【００７１】

例２

図５は、例１で製造した２％過酸化リチウムセル及び過酸化リチウムを含まない対照セルの電気化学的プロファイルを示す。リチウムイオンを含有する過酸化リチウムのカソード電極の電気化学的サイクルは、過酸化リチウムからの酸素の電気化学的放出による初期充電容量の増加を示し、２％過酸化リチウムを添加すると約１０ｍＡｈ／ｇの充電容量の増加がみられる。これは、すべての過酸化リチウムが利用された場合、理論上の２２ｍＡｈ／ｇの約４５％に相当する。この追加の充電容量は、形成サイクル中のアノードの不可逆容量を補うために利用できる。

【００７２】

特定の実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例としてのみ提示されており、本開示の範囲を限定することを意図しない。実際は、ここに記載する新規の方法及びシステムは、他の様々な形態で具体化できる。さらに、ここに記載するシステム及び方法の様々な省略、置換及び変更は、本開示の思想から逸脱することなく行い得る。添付の請求項及びそれらの同等物は、本開示の範囲及び思想に含まれるような形態又は変形をカバーすることを意図している。

【００７３】

特定の態様、実施形態又は例に関連して説明される特徴、材料、特性又はグループは、互いに両立しない場合を除き、このセクション又は本明細書の他の場所に記載する他の任意の態様、実施形態又は例に適用可能であると理解されるべきである。本明細書（添付の請求項、要約及び図面を含む）に開示されたすべての特徴及び／又はそのように開示された任意の方法又はプロセスのすべてのステップは、そのような特徴及び／又はステップが相互に排他的である少なくともいくつかの組み合わせを除き、任意の組み合わせが可能である。保護は、前記の実施形態の詳細に限定されない。保護は、本明細書（任意の添付の請求項、要約及び図面を含む）に開示された特徴の任意の新規のもの若しくは任意の新規の組み合わせ、又はそのように開示された任意の方法又はプロセスのステップの任意の新規なもの若しくは任意の新規な組み合わせに及ぶ。

【００７４】

さらに、別々の実装の文脈で本開示に記載する特定の特徴はまた、単一の実装において組み合わせて実装してもよい。対照的に、単一の実装の文脈で記載する様々な特徴は、また、複数の実装で別々に、又は任意の適切なサブコンビネーションで実装し得る。さらに

、特徴は特定の組み合わせで作用するものとして記載した場合もあるが、クレームされた組み合わせからの１つ又は複数の特徴は、いくつかの場合には、組み合わせから削除され得、その組み合わせは、サブコンビネーション又はサブコンビネーションの変形としてクレームされ得る。

【００７５】

さらに、操作は、特定の順序で図示され又は本明細書に記載され得るが、その一方で、そのような操作は、望ましい結果を達成するために、示される特定の順序若しくは連続した順序で実行される必要はなく、またすべての操作が行われる必要もない。図示又は記載されていない他の操作は、例示的な方法及びプロセスに組み込み得る。例えば、１つ以上の追加の操作を、記載する操作の前に、後に、同時に又はそれらの間に、行い得る。さらに、操作は、他の実装で再配置し又は並べ替えてもよい。当業者は、いくつかの実施形態において、図示及び／又は開示されたプロセスにおいて採用される実際のステップが、図示されるものとは異なる可能性があることを理解するであろう。実施形態に応じて、前記の特定のステップを削除でき、他のステップを追加し得る。さらに、前記で開示された特定の実施形態の特徴及び属性は、異なる方法で組み合わせ、追加の実施形態を形成でき、それらはすべて、本開示の範囲内にある。また、前記の実装における様々なシステムコンポーネントの分離は、すべての実装においてそのような分離を必要とするものとして理解されるべきではなく、記載するコンポーネント及びシステムは、一般に、単一の製品に一緒に統合されるか、又は複数の製品にパッケージ化され得ることを理解されるべきである。例えば、ここに記載するエネルギー貯蔵システムの任意のコンポーネントは、別々に提供するか、又は一緒に統合して（例えば、一緒にパッケージ化するか、又は一緒に取り付けて）、エネルギー貯蔵システムを構成し得る。

【００７６】

本開示の目的のために、特定の態様、利点及び新規の特徴をここに記載する。必ずしもすべてのそのような利点が特定の実施形態にしたがって達成され得るとは限らない。したがって、例えば、当業者は、ここで教示され又は示唆され得る他の利点を必ずしも達成することなく、ここで教示される１つの利点又は一群の利点を達成する方法で本開示が具体化され又は実行され得ることを認識するであろう。

【００７７】

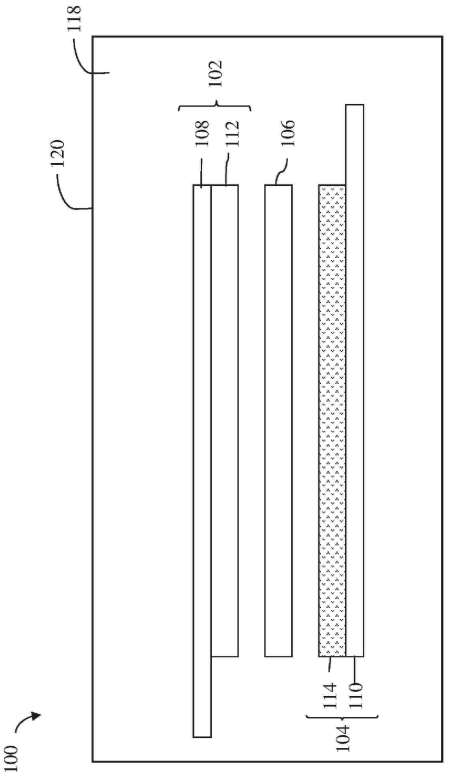
ここに提供される見出しは、あったとしても、便宜上のものであり、ここに開示されるデバイス及び方法の範囲又は意味に必ずしも影響を及ぼさない。

【００７８】

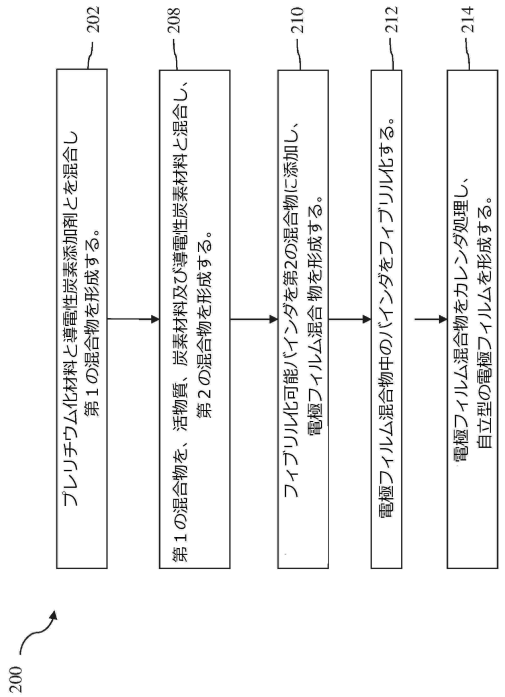
本開示の範囲は、このセクション又は本明細書の他の場所における好ましい実施形態の特定の開示によって限定されることを意図せず、このセクション若しくは本明細書の他の場所に提示されるか又は将来提示される、請求項によって定義され得る。請求項の文言は、請求項で使用されている文言に基づき広く解釈されるべきであり、本明細書に記載する例又は出願の審査中に限定されず、それらの例は非排他的であると解釈されるべきである。

【図面】

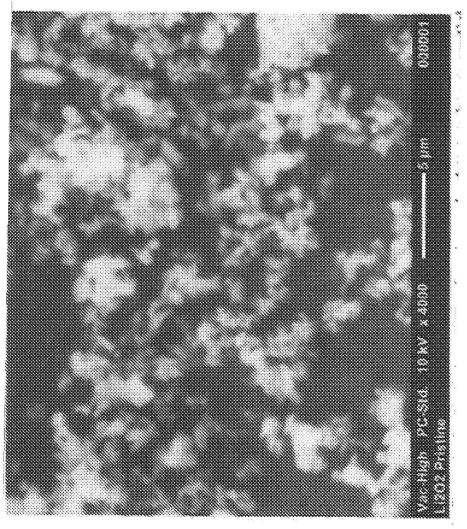
【図１】



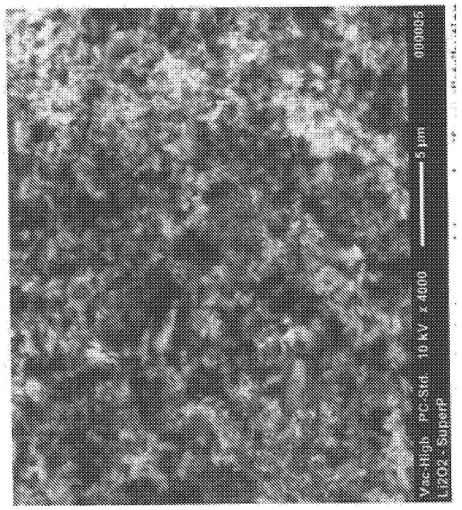
【図２】



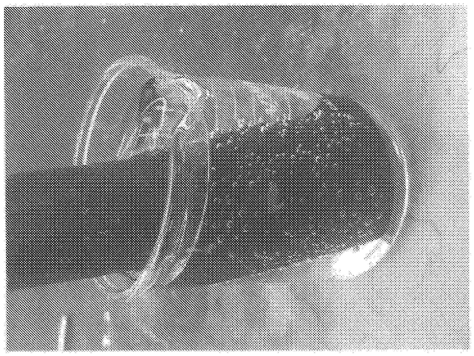
【図３Ａ】



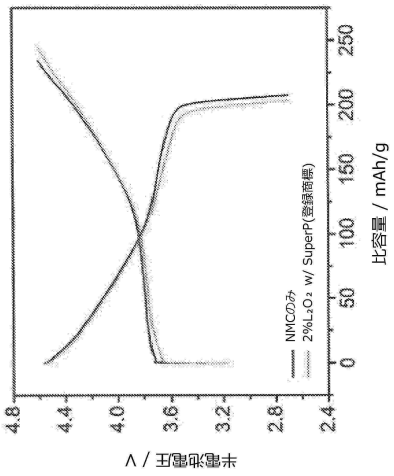
【図３Ｂ】



【図４】



【図５】


半電池電圧 / V
4.8
4.4
4.0
3.6
3.2
2.8
2.4
比容量 / mAh/g
0
50
100
150
200
250
NMC/Li
2%Li2O2 w/ SuperP(登録商標)

【手続補正書】
【提出日】令和6年2月27日(2024.2.27)
【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】
エネルギー貯蔵デバイスの乾燥電極フィルムであって、
乾燥活物質と、
乾燥バインダと、
前記乾燥活物質及び前記乾燥バインダの全体に分布した乾燥プレリチウム化材料と
を含み、
実質的に溶媒残留物を含まない、乾燥電極フィルム。
【請求項２】
請求項１に記載の乾燥電極フィルムにおいて、
前記乾燥プレリチウム化材料は、Li_2O、Li_2O_2、Li_2S、Li_3N、LiN_3、LiF、Li_5FeO_4、Li_2NiO_2、Li_6CoO_4及びLi_2MoO_3並びにそれらの組み合わせからなる群から選択される、乾燥電極フィルム。
【請求項３】
前記乾燥プレリチウム化材料はLi_2O_2である、請求項１又は２に記載の乾燥電極フィルム。
【請求項４】
前記乾燥プレリチウム化材料は、前記乾燥電極フィルムの０．５～１０重量％を構成する、請求項１～３のいずれか１項に記載の乾燥電極フィルム。
【請求項５】
前記乾燥活物質は乾燥カソード活物質である、請求項１～４のいずれか１項に記載の乾燥電極フィルム。
【請求項６】
前記乾燥カソード活物質は、硫黄又は硫黄含有材料を含む、請求項５に記載の乾燥電極フィルム。
【請求項７】
前記乾燥プレリチウム化材料は、元素リチウム金属を含まない、請求項１～６のいずれか１項に記載の乾燥電極フィルム。
【請求項８】
前記乾燥プレリチウム化材料は、前記乾燥活物質及び前記乾燥バインダの全体に均一に分布している、請求項１～７のいずれか１項に記載の乾燥電極フィルム。
【請求項９】
自立型である、請求項１～８のいずれか１項に記載の乾燥電極フィルム。
【請求項１０】
請求項１～９のいずれか１項に記載の乾燥電極フィルムを備える、エネルギー貯蔵デバイス。
【請求項１１】
バッテリである、請求項１０に記載のエネルギー貯蔵デバイス。
【請求項１２】
エネルギー貯蔵デバイスの乾燥電極フィルムの乾燥製造方法であって、
乾燥プレリチウム化材料と、乾燥導電性炭素添加剤と、乾燥活物質と、乾燥フィブリル化可能バインダとを混合することにより、乾燥電極フィルム混合物を形成することと、
前記乾燥電極フィルム混合物における前記乾燥フィブリル化可能バインダをフィブリル

化することと
を含み、実質的に溶媒を含まない乾燥製造プロセスである、乾燥製造方法。
【請求項１３】
請求項１２に記載の乾燥製造方法において、
前記乾燥プレリチウム化材料と、前記乾燥導電性炭素添加剤と、前記乾燥活物質と、前記乾燥フィブリル化可能バインダとを混合することは、
前記乾燥プレリチウム化材料と、前記乾燥導電性炭素添加剤と、前記乾燥活物質とを混合することにより、乾燥混合物を形成することと、
前記乾燥フィブリル化可能バインダと、前記乾燥混合物とを混合することにより、前記乾燥電極フィルム混合物を形成することと
を含む、乾燥製造方法。
【請求項１４】
請求項１３に記載の乾燥製造方法おいて、
前記乾燥プレリチウム化材料と、前記乾燥導電性炭素添加剤と、前記乾燥活物質とを混合することにより、前記乾燥混合物を形成することは、
前記乾燥プレリチウム化材料と、前記乾燥導電性炭素添加剤とを混合することにより、第１の混合物を形成することと、
前記第１の混合物と前記乾燥活物質とを混合することにより、前記乾燥混合物を形成することと
を含む、乾燥製造方法。
【請求項１５】
請求項１４に記載の乾燥製造方法おいて、
前記第１の混合物と前記乾燥活物質とを混合することは、乾燥炭素材料と乾燥導電性炭素添加剤とを混合することにより、前記乾燥混合物を形成することを含む、乾燥製造方法。
【請求項１６】
前記乾燥プレリチウム化材料及び前記乾燥導電性炭素添加剤は、２００℃以下の温度で混合される、請求項１２～１５のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。
【請求項１７】
前記乾燥プレリチウム化材料及び前記乾燥導電性炭素添加剤は、１５０℃以下の温度で混合される、請求項１２～１６のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。
【請求項１８】
前記乾燥プレリチウム化材料及び前記乾燥導電性炭素添加剤は、１００℃以下の温度で混合される、請求項１２～１７のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。
【請求項１９】
請求項１２～１８のいずれか１項に記載の乾燥製造方法おいて、
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤とが混合されることにより、前記乾燥プレリチウム化材料の一次粒子と前記乾燥導電性炭素添加剤との間に電気的接触が生じる、乾燥製造方法。
【請求項２０】
前記乾燥プレリチウム化材料及び前記乾燥導電性炭素添加剤は、過度に加熱することなく混合される、請求項１２～１９のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。
【請求項２１】
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤との比は１０：１～１：１である、請求項１２～２０のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。
【請求項２２】
前記乾燥プレリチウム化材料と前記乾燥導電性炭素添加剤との比は５：１～５：３である、請求項１２～２０のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。
【請求項２３】
前記第１の混合物と前記乾燥活物質とを混合することは、前記乾燥混合物の温度が１０

０℃以下になるように行われる、請求項１４～２２のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。

【請求項２４】

前記乾燥プレリチウム化材料は、元素リチウム金属を含まない、請求項１２～２３のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。

【請求項２５】

前記乾燥電極フィルム混合物をカレンダ処理することにより、乾燥電極フィルムを形成することをさらに含む、請求項１２～２４のいずれか１項に記載の乾燥製造方法。

【請求項２６】

前記乾燥電極フィルムを集電体上に配置して電極を形成することをさらに含む、請求項２５に記載の乾燥製造方法。

【請求項２７】

請求項２６に記載の乾燥製造方法おいて、

前記電極をエネルギー貯蔵デバイスに組み込むことと、

前記エネルギー貯蔵デバイスの初期サイクルを実行し、それにより前記乾燥プレリチウム化材料を酸化することと

をさらに含む、乾燥製造方法。