

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

0.1 mAh より大きい高容量を達成するために複数のスタックを構築するように何回か繰り返すプロセスシーケンスの反復する組を用いて固体電池を製造するための方法であって、前記基板から電池デバイスを剥離するステップ、またはエネルギー密度への不利益を最小限にすることで電池デバイスの一部として含まれる薄いポリマー基板（0.1 μm から 100 μm）上で処理する別の方法を含み、前記プロセスは、

容量が 0.1 mAh より大きい前記電池の容量の仕様に基づいて対象数のスタックを構築するためにクロズドループのプロセスシーケンスにおいて何回かにわたって基板を移動させるステップと、

堆積源から得られる複数の材料を順次堆積させることによって単一のスタックを構築して、前記基板の上に重なる結果として生じる電気化学セルを形成する複数のプロセスを実行するステップとを含み、前記複数のプロセスは少なくとも、

前記基板の上に重なる剥離材料を形成する工程と、

前記剥離材料の上に重なる第 1 の集電体を堆積させる工程と、

集電体の上に重なる、前記堆積チャンバ内でイオンと電気化学的に反応できる第 1 の電極層を堆積させる工程と、

導電性を有しかつ固体材料である、前記カソードの上に重なるイオン拡散可能な電解質材料を堆積させる工程と、

前記電解質材料の上に重なる第 2 の電極層を堆積させる工程と、

前記第 2 の電極層の上に重なる第 2 の集電体を堆積させる工程と、

前記第 2 の集電体の上に重なる中間層を堆積させる工程とを含み、

前記剥離材料の上に重なる前記結果として生じる電気化学セルに続けて、前記基板を前記プロセスシーケンスの最初に戻して前記同一基板上に前記第 1 のセルスタックの上に重なる第 2 の電気化学セルを形成するステップと、

前記複数スタック電気化学電池が 0.1 mAh より大きい高容量を有するまで 1 回から N 回にわたって前記セルスタック堆積シーケンスを繰り返すステップと、

前記複数スタック電気化学電池が前記目標とする容量に達するまで前記基板と前記堆積された単一電気化学セルスタックとの組合せを積層することによって前記高容量電池を形成するステップと、

前記結果として生じる電気化学セルを前記剥離材料から除去させて前記結果として生じる電気化学セルから前記基板を分離するステップとをさらに含む、固体電池を製造するための方法。

【請求項 2】

前記プロセスシーケンスに関わる前記基板は、ガラス、アルミナ、セラミック、マイカ、金属、プラスチック、バリア被覆材料、保護材料、低拡散材料、マスクまたはパターン化された材料の少なくとも 1 つからなる剛性材料による平面である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記剥離材料は、ポリマー、フッ素ポリマー、モノマー、オリゴマー、導電材料、半導体材料、または組合せ、二元機能剥離層、乾燥剤、解重合層、熱リフトオフ材料、ポリイミド、ポリジメチルシロキサン（PDMS）、半有機分子シロキサン、疎水性層、エピタキシャルリフトオフ材料、アモルファスフッ素ポリマー、放射リフトオフ材料の少なくとも 1 つから選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記基板から前記電池を剥離するプロセスは、化学的溶解、熱プロセス、照射プロセス、重力プロセス、機械的プロセス、電気的プロセス、またはレーザー光プロセスから選択されるプロセスを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記基板は、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（P

10

20

30

40

50

EN)を含むがこれらに限定されないポリマー、または銅、アルミニウム、ステンレス鋼、ニッケルおよび合金箔を含むがこれらに限定されない金属箔から選択される可撓性材料である、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記可撓性基板上に搬送される前記結果として生じる電気化学セルを、前記プロセスシーケンスおよび堆積ごとのチャンバ構成に関して一方向または複数方向に巻くステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記堆積プロセスシーケンスは前記可撓性基板の両面で行われ、上部と下部の複数スタック電気化学セルが1つの可撓性基板を共有して前記基板の寄生体積および質量を最小化する、請求項1に記載の方法。

10

【請求項8】

前記可撓性基板は、例示としてであって限定ではないが、前記プロセスシーケンスを通して前記基板の近接にガスを注入することによる非接触冷却を備える、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記可撓性基板は導電材料から選択され、浸漬被覆および酸化での前処理または絶縁材料の真空蒸着による絶縁被覆層を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記固体電池は、たとえば携帯用電子機器（携帯電話、携帯情報端末、音楽プレイヤー、ビデオカメラなど）、電動工具、軍事利用のための電力供給（通信、照明、撮像など）、航空宇宙用途のための電力供給（衛星用電力）、および車両用途のための電力供給（ハイブリッド電気車両、プラグインハイブリッド電気車両および完全な電気車両）などのさまざまな用途の構成要素上に直接堆積される、請求項1に記載の方法。

20

【請求項11】

低温プロセスを用いてポリマー基板上に電極材料を堆積させることによって膜を形成するステップと、

巻付け、折畳み、予め切断された膜の積層、または 1 m^2 未満の範囲への複数の層の直接堆積によって、 0.1 mAh より大きい容量を特徴とする複数スタック電池を形成するステップと、

30

曲線を除去することによってより高いエネルギー密度を達成し、かつ損失が起こりやすい場所である角部における応力集中を防止するために、巻き付けられた電池または折り畳まれた電池の境界を切断することによって、各スタックおよび湾曲部が $1.5\text{ }\mu\text{m}$ から $500\text{ }\mu\text{m}$ の範囲の、基板を含んで均一の厚さである複数スタック電池を形成するステップとを含む、薄膜固体電池デバイスを製造する方法。

【請求項12】

前記複数スタック電池デバイスは、巻付け、折畳み、前記堆積膜の積層または層の直接堆積によって、平坦表面、または任意の湾曲の円筒、円錐もしくは波形表面などの展開可能曲面上に形成され、かつ、層の直接堆積によって非展開可能曲面上に形成される、請求項11に記載の方法。

40

【請求項13】

低温プロセスを用いてポリマー基板上に電極材料を堆積させることによって膜を形成するステップと、

電池式器具に適合させるように、前記ポリマー基板を含む前記電池を切断することによって随意の形状のフットプリント内に複数スタック電池デバイスを形成するステップとを含む、薄膜固体電池デバイスを製造する方法。

【請求項14】

前記複数スタック電池デバイスは、かみそり刃、ダイヤモンドソー、切断ホイールおよびレーザーなどの切断ツールによって形成される、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

50

前記ポリマー基板は、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリイミドおよびアクリレートを含み、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ から $100\text{ }\mu\text{m}$ の範囲の厚さである、請求項13に記載の方法。

【請求項16】

前記複数の電池セルに結合される器具をさらに備え、前記用途は少なくとも、スマートフォン、携帯電話、携帯情報端末、ラジオプレイヤー、音楽プレイヤー、ビデオカメラ、タブレット型コンピュータおよびラップトップ型コンピュータ、軍事通信、軍事照明、軍事撮像、衛星、飛行機、衛星、超小型飛行機、ハイブリッド電気車両、プラグインハイブリッド電気車両、完全な電気車両、電動スクーター、水中用車両、ボート、船舶、電動ガーデンラクターおよび電動乗用ガーデンデバイス、無人航空機、無人飛行機、遠隔制御(RC)自動車、ロボット玩具、ロボット掃除機、ロボット園芸用具、ロボット建設設備、ロボット警報システム、ロボット高齢者介護ユニット、ロボット育児ユニット、電気ドリル、電動芝刈り機、電気掃除機、電動金属加工研削機、電動熱線銃、電動圧縮拡張ツール、電動鋸および切断機、電動研磨機および研磨機、電動剪断および打抜き切断機、電動えぐり機、電動歯ブラシ、電気加熱式ヘアドライヤー、電気ハンドドライヤー、全地球測位システム(GPS: global positioning system)デバイス、レーザー測距器、懐中電灯、電気街路照明、予備電力供給、無中断の電源、ならびに他の携帯用および固定式電子デバイスのうちの少なくとも1つまたは複数から選択される、請求項13に記載の装置。

10

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

[0001]本出願は、参照によりその内容が全体として本明細書に組み込まれる、2014年12月18日に出願された米国仮出願第62/094,039号の利益を主張するものである。

【0002】

[0002]本発明は、高容量固体電気化学セルの製造に関する。より詳細には、本発明は、固体電池デバイスの真空中プロセスシーケンスおよび堆積後プロセスのための方法を提供する。単なる例として、本発明はリチウムを基礎とするセルを用いて提供されている。さらに、このような電池は、たとえば携帯用電子機器（携帯電話、携帯情報端末、音楽プレイヤー、ビデオカメラなど）、電動工具、軍事利用のための電力供給（通信、照明、撮像など）、航空宇宙用途のための電力供給（衛星用電力）、および車両用途のための電力供給（ハイブリッド電気車両、プラグインハイブリッド電気車両および完全な電気車両）などさまざまな用途で用いられ得る。このような電池の設計は、燃料電池、他の電池、内燃(IC: internal combustion)機関または他の燃焼デバイス、蓄電器、太陽電池などによって追加の電力が供給される、電池がシステムにおける唯一の電力供給ではない場合にも適用可能である。

30

【背景技術】

【0003】

[0003]一般的な電気化学セルは、液体電解質を用いることが多い。このようなセルは、多くの従来用途で典型的に用いられる。電気化学セルを製造するための代替技術は固体セルを含む。このような固体セルは一般的に実験的状況にあり、製造は困難であり、大規模な生産に成功していない。将来性があるとはいえ、上記に挙げられた用途に用いられ得る十分な容量を備える固体セルは、セル構造および製造技術の制限が原因で実現されていない。これらの制限および他の制限については本明細書全体にわたって記述され、下記においてより詳細に記述される。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

[0004]固体電池は液体電解質を用いる従来の電池に比べていくつかの利点を有すること

50

が、研究の場において証明されている。安全性が最大の利点である。固体電池は、結果として熱暴走、また最悪の場合には爆発を生じることがある望ましくない反応を引き起こす液体を含まないので、液体電解質セルを基礎とする電池よりも本質的に安定している。従来の電池と比較して、固体電池は同体積または同質量でより多くのエネルギーを蓄えることができる。さらに、10,000サイクル超の良好なサイクル性能、および良好な高温安定性も報告されている。

【0005】

[0005]固体電池のこれらの顕著な特性にもかかわらず、この種類の電池を市場で入手可能にするために将来取り組むべき課題がある。コンパクトであることおよび高エネルギー密度を活用するために、このような電池のパッケージングが改良されるべきである。現在の用途以外に家庭用電子機器または電気車両などさまざまな用途において用いられるために、低コストでの広範囲かつ迅速な膜堆積技術が開発されるべきである。本発明は、新たなさまざまな用途のための高容量固体電池を実現する方法を提供する。

10

【0006】

[0006]本発明によれば、電気化学セルの製造に関する技術が提供される。より詳細には、本発明は、固体薄膜電池デバイスを製造するためのデバイスおよび方法を提供する。単なる例として、本発明はリチウムを基礎とするセルを用いて提供されている。固体電池は一般的に実験的または小規模生産の状況にあり、製造は困難であり、大規模な生産に成功していない。将来性があるとはいえ、その用途の多くに用いられ得る十分な容量を備える固体セルは、セル構造および製造技術の制限が原因で実現されていない。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

[0007]好ましい実施形態において、本発明は、0.1mAhより大きい高容量を達成するために複数のスタックを構築するように何回か繰り返すプロセスシーケンスの反復する組を用いて固体電池を製造するための方法を提供する。本発明は、電池の容量の仕様に基づいて対象数のスタックを構築するためにクロズドループのプロセスシーケンスにおいて何回かにわたって基板を移動させることを含む。移動する基板は、剥離材料、第1の集電体、イオンと電気化学的に反応することができる電解質層、第2の電極層、第2の集電体、中間層に関わる複数のプロセスを通過し、堆積源から得られる複数の材料を順次堆積させることによって単一のスタックを構築して、基板の上に重なる結果として生じる電気化学セルを形成する。

30

【0008】

[0008]好ましい実施形態において、本発明は、剥離材料の上に重なる結果として生じる電気化学セルに続けて、基板をプロセスシーケンスの最初に戻して同一基板上に第1のセルスタックの上に重なる第2の電気化学セルを形成し、かつ、複数スタック電気化学電池が0.1mAhより大きい高容量を有するまで1回からN回にわたってセルスタック堆積シーケンスを繰り返す方法を提供する。

【0009】

[0009]好ましい実施形態において、本発明は、電池デバイスから基板を省くことによって1リットル当たり50ワット時より大きい高エネルギー密度を達成する方法を提供する。この方法は、基板から電池デバイスを剥離するステップを含む。ガラス基板、アルミナ基板または金属基板などの平面基板上に形成される200ミクロン未満の層厚さを有するのが典型的である固体電池は、その平面基板が寄生構成要素としてパッケージされた電池製品に含まれる場合、非常に限られたエネルギー密度を有する。厚い平面基板から電池デバイスを剥離することによって、固体電池は1リットル当たり50ワット時より大きい高エネルギー密度を達成することができる。このプロセスシーケンスに関わる基板は、ガラス、アルミナ、セラミック、マイカ、金属、プラスチック、バリア被覆材料、保護材料、低拡散材料、マスクまたはパターン化された材料の少なくとも1つからなる剛性材料による平面である。剥離材料は、ポリマー、フッ素ポリマー、モノマー、オリゴマー、導電材料、半導体材料、または組合せ、二元機能剥離層、乾燥剤、解重合層、熱リフトオフ材料

40

50

、ポリイミド、ポリジメチルシロキサン（PDMS：polydimethylsiloxane）、半有機分子シロキサン、疎水性層、エピタキシャルリフトオフ材料、アモルファスフッ素ポリマー、放射リフトオフ材料の少なくとも1つから選択される。基板から電池を剥離するプロセスは、化学的溶解、熱プロセス、照射プロセス、重力プロセス、機械的プロセス、電気的プロセス、またはレーザー光プロセスから選択されるプロセスを含む。

【0010】

[0010]好ましい実施形態において、本発明は、エネルギー密度への不利益を最小限にすることで電池デバイスの一部として含まれる薄いウェブ基板（ $0.1\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ ）上で処理することにより、1リットル当たり50ワット時より大きい高エネルギー密度を達成する別の方法を提供する。この薄いウェブ基板は、ポリエチレンテレフタレート（PET：polyethylene terephthalate）、ポリエチレンナフタレート（PEN：polyethylene naphthalate）を含むがこれらに限定されないポリマー、または銅、アルミニウム、ステンレス鋼、ニッケルおよび合金箔を含むがこれらに限定されない金属箔から選択される可撓性材料である。本発明は、可撓性基板上に搬送される結果として生じる電気化学セルを、プロセスシーケンスおよび堆積ごとのチャンバ構成に関して一方向または複数方向に巻く方法を提供する。このロールツーロール（roll-to-roll）プロセスは可撓性基板の片面または両面で行われてよく、両面電気化学セルは1つの可撓性基板を共有して基板の寄生体積および質量をさらに最小化する。

【0011】

[0011]特定の実施形態において、本発明は、例示としてであって限定ではないが、プロセスシーケンスを通して基板の近接にガスを注入することによる、可撓性基板のための非接触冷却の方法を提供する。可撓性基板は導電材料から選択され、浸漬被覆および酸化での前処理または絶縁材料の真空蒸着による絶縁被覆層を有する。

【0012】

[0012]好ましい実施形態において、本発明は、たとえば携帯用電子機器（携帯電話、携帯情報端末、音楽プレイヤー、ビデオカメラなど）、電動工具、軍事利用のための電力供給（通信、照明、撮像など）、航空宇宙用途のための電力供給（衛星用電力）、および車両用途のための電力供給（ハイブリッド電気車両、プラグインハイブリッド電気車両および完全な電気車両）などのさまざまな用途の構成要素上に固体電池を直接堆積させる方法を提供する。単なる例にすぎないが、たとえば電子デバイスの金属またはプラスチックの筐体のような電気掃除機に適合する構成要素は、追加的基板材料を使用する代わりに、堆積電池のプラットフォームとして用いられてよい。完了すると、固体電池はデバイス構成要素に一体化され、次いで、パッケージするステップをさらに要することなくツールに組み立てられる。この方法は、電池用の電子デバイス内の利用可能空間を最大限にすることができるので、エネルギー密度の点で大きな利点を示す。

【0013】

[0013]以下の図は単に例であるにすぎず、本書面における特許請求の範囲の範囲を必要以上に制限するものではない。当業者は、多くの他の変形形態、修正形態および代替形態を認識するであろう。さらに、本明細書において記述される実施例および実施形態は例証する目的であるにすぎず、この観点から、さまざまな修正または変更が当業者に対して提案され、かつ、これらは本プロセスの精神および範囲ならびに添付の特許請求の範囲の範囲に含まれることも理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】[0014]直列型（in-line）設計として、複数の薄膜堆積真空チャンバおよびロードロックからなる、薄膜電池を製造する設備の配置を示す簡略図である。

【図2】[0015]本開示の実施例による単一スタック固体電池セルを示す簡略図である。

【図3A】[0016]本開示の実施例による、剥離層および基板の上部に堆積される複数スタ

ック固体電池セルを示す簡略図である。

【図 3 B】[0017]本開示の実施例による、基板および剥離層から複数スタック固体電池セルを剥離するプロセスを示す簡略図である。

【図 4】[0018]カルーセル (c a r o u s e l) 設計と呼ばれる、多ドラム設計構成の薄膜電池を製造するプラントの配置を示す簡略図である。

【図 5】[0019]ロールツーロール設計として、コンベヤベルトまたはウェブなど、移動表面を制御するいくつかの回転ユニットを含む、薄膜電池を製造するプラントの配置を示す簡略図である。

【図 6】[0020]本開示の実施例による、薄い基板層上に堆積される複数スタック固体電池セルを示す簡略図である。

10

【図 7】[0021]本開示の実施例による、ドラム上での複数スタック固体電池セルの製造を概略的に表す図である。

【図 8】[0022]一例としてソーダ石灰ガラス基板である平面型の基板上で製造される、堆積固体電池の画像を示す図である。

【図 9】[0023]本発明の実施形態による、ドラムコーター上で製造される堆積膜電池の画像を示す図である。

【図 1 0】[0024]ロールツーロール機器上の可撓性ポリマー基板上で製造される堆積固体電池の画像を示す図である。

【図 1 1】[0025]本開示の実施例による、巻付け (w i n d i n g) による複数スタック固体電池を示す概略図である。

20

【図 1 2】[0026]本開示の実施例による、巻付け後に切断することによって複数スタック固体電池を製造する手順を示す概略図である。

【図 1 3】[0027]本開示の実施例による、折畳み (z - f o l d i n g) による複数スタック固体電池を示す概略図である。

【図 1 4】[0028]本開示の実施例による、折畳み後に切断することによって複数スタック固体電池を製造する手順を示す概略図である。

【図 1 5】[0029]本開示の実施例による、切断かつ積層することによって複数スタック固体電池を製造する手順を示す概略図である。

【図 1 6】[0030]本開示の実施例による、連続的な堆積プロセスによるスタック固体電池を示す概略図である。

30

【図 1 7】[0031]本開示の実施例による堆積中の巻付けとして、随意の形状のマンドレル上での複数スタック固体電池セルの製造を概略的に表す図である。

【図 1 8】[0032]本開示の実施例による、堆積されたドラムから随意の形状のマンドレル上への複数スタック固体電池セルの巻付けを概略的に表す図である。

【図 1 9】[0033]本開示の実施例による、複数スタック固体電池セルの随意の構成を示す簡略図の一覧である。

【図 2 0】[0034]構造の一部として手持ち式器具の曲線状表面で一体化された複数スタック電池デバイスを示す図である。

【図 2 1】[0035]円筒形状器具内の利用可能空間の形状に切断された複数スタック電池デバイスを示す図である。

40

【図 2 2】[0036]羽根のない扇風機のヘッドの周囲に一体化された、輪の形状に巻き付けられた複数スタック電池デバイスを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 5】

[0037]本発明によれば、電気化学セルの製造に関する技術が提供される。より詳細には、本発明は、固体薄膜電池デバイスを製造するためのデバイスおよび方法を提供する。単なる例として、本発明はリチウムを基礎とするセルを用いて提供されている。固体電池は一般的に実験的または小規模生産の状況にあり、製造は困難であり、大規模な生産に成功していない。将来性があるとはいえ、その用途の多くに用いられ得る十分な容量を備える固体セルは、セル構造および製造技術の制限が原因で実現されていない。

50

【0016】

[0038]好ましい実施形態において、本発明は、0.1mAhより大きい高容量を達成するために複数のスタックを構築するように何回か繰り返すプロセスシーケンスの反復する組を用いて固体電池を製造するための方法を提供する。本発明は、電池の容量の仕様に基づいて対象数のスタックを構築するためにクロズドループのプロセスシーケンスにおいて何回かにわたって基板を移動させることを含む。移動する基板は、剥離材料、第1の集電体、イオンと電気化学的に反応することができる電解質層、第2の電極層、第2の集電体、中間層に関わる複数のプロセスを通過し、堆積源から得られる複数の材料を順次堆積させることによって単一のスタックを構築して、基板の上に重なる結果として生じる電気化学セルを形成する。

10

【0017】

[0039]好ましい実施形態において、本発明は、剥離材料の上に重なる結果として生じる電気化学セルに続けて、基板をプロセスシーケンスの最初に戻して同一基板上に第1のセルスタックの上に重なる第2の電気化学セルを形成し、かつ、複数スタック電気化学電池が0.1mAhより大きい高容量を有するまで1回からN回にわたってセルスタック堆積シーケンスを繰り返す方法を提供する。

【0018】

[0040]好ましい実施形態において、本発明は、電池デバイスから基板を省くことによって1リットル当たり50ワット時より大きい高エネルギー密度を達成する方法を提供する。この方法は、基板から電池デバイスを剥離するステップを含む。ガラス基板、アルミナ基板または金属基板などの平面基板上に形成される200ミクロン未満の層厚さを有するのが典型的である固体電池は、その平面基板が寄生構成要素としてパッケージされた電池製品に含まれる場合、非常に限られたエネルギー密度を有する。厚い平面基板から電池デバイスを剥離することによって、固体電池は1リットル当たり50ワット時より大きい高エネルギー密度を達成することができる。このプロセスシーケンスに関わる基板は、ガラス、アルミナ、セラミック、マイカ、金属、プラスチック、バリア被覆材料、保護材料、低拡散材料、マスクまたはパターン化された材料の少なくとも1つからなる剛性材料による平面である。剥離材料は、ポリマー、フッ素ポリマー、モノマー、オリゴマー、導電材料、半導体材料、または組合せ、二元機能剥離層、乾燥剤、解重合層、熱リフトオフ材料、ポリイミド、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、半有機分子シロキサン、疎水性層、エピタキシャルリフトオフ材料、アモルファスフッ素ポリマー、放射リフトオフ材料の少なくとも1つから選択される。基板から電池を剥離するプロセスは、化学的溶解、熱プロセス、照射プロセス、重力プロセス、機械的プロセス、電気的プロセス、またはレーザー光プロセスから選択されるプロセスを含む。

20

30

【0019】

[0041]図1は、本発明の実施形態による薄膜電池を製造する設備の配置を示す簡略図である。この図は例証にすぎず、本書面における特許請求の範囲の範囲を必要以上に制限するものではない。図示の通り、このツールは複数の薄膜堆積真空チャンバおよびロードロックからなる。電池が堆積される基板はこれらのチャンバおよびロードロック内を移動する。この構成は、直列型設計と呼ばれる。コンベヤベルトまたは他の運搬機構によって搬送される基板は、チャンバを連続的に移動する。チャンバは、ゲートまたは他の中間チャンバによって連結される。このプロセスは、基板が連続的に移動するか、または任意のチャンバにおいて一定の滞留時間もしくは移動時間の変動を伴う、連続的または順次的なプロセスであり得る。基板がチャンバを移動するにつれてこの基板に電池材料が順次堆積され、電池を形成する。電池を形成するためのすべてのプロセスが完了されると、基板はロードロックから出る。当業者であれば、チャンバ内およびチャンバ間で気体および粒子の圧力および組成を適当に制御することができる、複数のロードロックもしくは分散型ロードロック、気体ゲート、または他の移行チャンバを設計することができるであろう。当業者であれば、固体電池セルの生産に用いられるさまざまなプロセスのために必要に応じたさまざまな大きさおよび形状のチャンバを設計することができるであろう。

40

50

【0020】

[0042]図2は、本開示の実施例による単一スタック固体電池セルを示す簡略図である。201は、第1の集電体である。202は、集電体の上に重なる、イオンと電気化学的に反応できる第1の電極層である。203は、カソードの上に重なる、イオン拡散可能な電解質材料である。204は、電解質の上に重なる第2の電極層である。205は、第2の電極層の上に重なる第2の集電体である。

【0021】

[0043]図3Aおよび図3Bは、本開示の実施例による、剥離層を有する複数スタック固体電池セル、および剥離するプロセスステップを示す簡略図である。301は、堆積膜を搬送する平面型の基板である。302は、堆積に先立って基板に加えられる剥離層である。303は、第1の集電体である。304は、集電体の上に重なる、イオンと電気化学的に反応できる第1の電極層である。305は、カソードの上に重なる、イオン拡散可能な電解質材料である。306は、電解質の上に重なる第2の電極層である。307は、第2の電極層の上に重なる第2の集電体である。308は、第2の集電体の上に重なる、下にある第1のセルスタックと次のセルスタックとの間を絶縁する中間層である。320は、303～307の5つの層からなる第1のセルスタックである。309は、N番目のスタックの第1の集電体である。310は、集電体の上に重なる、N番目のスタックの第1の電極層である。311は、カソードの上に重なる、N番目のスタックの電解質材料である。312は、電解質の上に重なる、N番目のスタックの第2の電極層である。313は、第2の電極層の上に重なる、N番目のスタックの第2の集電体である。330は、309～313の5つの層とさらなるバリア層314とからなるセルスタック#Nである。360は、固体電池が取り除かれた後の剥離層および基板である。

【0022】

[0044]図4は、多ドラム設計構成を示す簡略図である。これは、カルーセル設計とも呼ばれる。カルーセル設計では、処理タスクが終了して次の処理ツールに移動するまでの一定時間、ドラムは各処理ツールに留まる。この設計では、ドラムの数は総処理ツール数と等しく、すべての処理ツールは環状ラインに沿って配置される。他の変形形態、修正形態および代替形態があり得る。当業者であれば、単一のチャンバ内で複数の層を生成するようにドラムの周りに周方向に配置される複数のソースを備える単一のドラムシステムを設計することができ、または、回転する基板上に特定の層を生成するように単一または複数のチャンバ内に任意の随意の組合せのソースを設計することができるであろう。当業者であれば、平坦表面もしくは曲線状表面を備える回転する基板またはこれらの任意の組合せを設計することができ、または、電池生産用のマンドレルとしての役割を果たす随意の形状の回転表面を設計することができるであろう。このような形状上に電池セルを共形的に被覆することが、単一のセルまたは複数のセルを問わず、個々のパックまたはパッケージされた電池を必要とせずに複雑な形状を備えるデバイスを生成するために用いられるであろう。当業者であれば、固体電池セルの生産に用いられるさまざまなプロセスのために必要に応じたさまざまな大きさおよび形状のチャンバを設計することができるであろう。

【0023】

[0045]図8は、平面基板上で製造される堆積固体電池を示す画像である。801は、平面型の基板の一例としてのソーダ石灰ガラス基板である。802は、集電体、第1の電極、電解質、第2の電極および中間層からなる電気化学セルの完全な層に関わるプロセスシーケンスを通してガラス基板を搬送する金属基板トレイである。この画像は、これらすべての層を示すものではない。803は、2つの異なる大きさの固体電池の上面図である。

【0024】

[0046]図9は、本発明の実施形態による、ドラムコーター上で製造される堆積膜電池を示す画像である。この実施例において901である基板は、ドラムのステンレス鋼表面である。902は、電池製造に先立って基板上に直接加えられる剥離層である。集電体903、第1の電極（カソード）904、電解質905、第2の電極（アノード）906および中間層907からなる本発明におけるようなプロセスシーケンスが続く。完全なスタック

クの完成後、電池は、機械的方法、化学的方法、熱的方法によって基板から取り除かれる。この特定の実施例では、切断刃 908 が用いられる。

【0025】

[0047] 好ましい実施形態において、本発明は、エネルギー密度への不利益を最小限にすることで電池デバイスの一部として含まれる薄いウェブ基板（ $0.1\ \mu\text{m}$ から $100\ \mu\text{m}$ ）上で処理することにより、1 リットル当たり 50 ワット時より大きい高エネルギー密度を達成する別の方法を提供する。この薄いウェブ基板は、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）を含むがこれらに限定されないポリマー、または銅、アルミニウム、ステンレス鋼、ニッケルおよび合金箔を含むがこれらに限定されない金属箔から選択される可撓性材料である。本発明は、可撓性基板上に搬送される結果として生じる電気化学セルを、プロセスシーケンスおよび堆積ごとのチャンバ構成に関して一方向または複数方向に巻く方法を提供する。このロールツーロールプロセスは可撓性基板の片面または両面で行われてよく、両面電気化学セルは 1 つの可撓性基板を共有して基板の寄生体積および質量をさらに最小化する。

【0026】

[0048] 図 5 は、本発明の実施形態による、薄膜電池を製造するプラントの配置を示す簡略図である。この図は単なる例証であって、本書面における特許請求の範囲の範囲を必要以上に制限するものではない。図示の通り、プラント配置は、コンベヤベルトまたはウェブなど、移動表面を制御するいくつかの回転ユニットを含む。この設計は、ロールツーロール設計と呼ばれることもある。電池または他のエネルギー源は、この回転ユニットを駆動するために用いられ得る。移動表面は、それぞれ特定の機能を備えるいくつかのツールを通過する。特定の実施形態において、PVD コーター（PVD Coater）ツールは、1 つまたは複数の材料の物理蒸着が電池デバイス用の薄膜層を形成するように構成され得る。さらに、堆積層の過剰部分を除去するようにスリッタが構成されてよく、また、薄膜層を巻き付けるようにワインダが構成されてよい。パッケージングツールは、電気化学的に活性な材料を封止ユニット内に封入することができる。当業者は、たとえばチャンバを追加または削除し、個々のチャンバの機能を追加または削除するなど、このような配置に対する多くの変形形態、修正形態および代替形態を認識するであろう。当業者であれば、固体電池セルの生産に用いられるさまざまなプロセスのために必要に応じたさまざまな大きさおよび形状のチャンバを設計することができるであろう。

【0027】

[0049] 多くのロールツーロール被覆用途では、堆積膜は基板それ自体に比べてはるかに薄い。例として、広く用いられる食品包装（たとえばポテトチップの袋）は、数十から数百ミクロンのポリエチレンテレフタレート（PET）のようなポリマー材料上に 100 から 500 オングストロームのアルミニウム被覆を有する。これらの従来のウェブ被覆に関しては、基板は堆積膜構造を物理的に支持し、かつ堆積薄膜の目的で用いられるのに十分な物理的強度をもたらす（たとえば、アルミニウムはポテトチップを湿気から密封する）。しかしながら、固体電池は、従来のロールツーロール被覆用途に比べてはるかに厚みのあるもの（ $10,000$ から $2,000,000$ オングストロームの範囲）からなる。堆積膜は、十分な物理的強度を有しないサブミクロンの PET または PEN のような薄い可撓性基板上であっても自己支持を可能にする。

【0028】

[0050] ロールツーロール被覆用途における別の役割の可撓性ポリマー基板は、電気化学スタック間の電気絶縁を行う。金属集電層が堆積されるポリマー誘電体基板は金属層を絶縁し、非常に高い電流が漏電することなく送られることを可能にする。可撓性ウェブ材料は、薄膜電池技術の出現によって同様の利点をもたらすことができる。薄膜電池用途において、可撓性ポリマーウェブは絶縁特性をもたらす基板として用いられて、ロールツーロール処理された電池層を支持することができる。 $0.1\ \text{mAh}$ より大きい高容量セルを形成するため、いくつかの電気化学セルスタックは漏電することなく積み重ねられることを要し、可撓性ポリマーまたは任意の他の絶縁材料基板は、本発明において提示される巻付

け、折畳み、または切断および積層など、積層するための任意の方法に必要な絶縁を行うことができる。

【0029】

[0051]可撓性基板材料の選択は一般に、軽量ではあるが処理中およびその後ともに非常に耐久性がある利用可能な薄い材料のうち最小の厚さの工学的ポリマーに向けられ、また、蓄電器および電池セルのような活性の膜の場合、耐用期間が長く、かつその上に堆積される材料の作用による劣化に抵抗する特性を有するように作られることが多い。別法として、薄い金属箔などの導電材料は、これらが集電体として機能することができ、電池製造から集電体を堆積させるステップを省くことができるので、ポリマー基板に対して別の利点を持つ。

10

【0030】

[0052]特定の実施形態において、本発明は、例示としてであって限定ではないが、プロセスシーケンスを通して基板の近接にガスを注入することによる、可撓性基板のための非接触冷却の方法を提供する。可撓性基板は導電材料から選択され、浸漬被覆および酸化での前処理または絶縁材料の真空蒸着による絶縁被覆層を有する。

【0031】

[0053]図6は、本開示の実施例による可撓性ポリマー基板上の複数スタック固体電池セルを示す簡略図である。601は、可撓性ポリマー基板である。602は、ポリマー基板上の第1の集電体である。603は、集電体の上に重なる、イオンと電気化学的に反応できる第1の電極層である。604は、カソードの上に重なる、イオン拡散可能な電解質材料である。605は、電解質の上に重なる第2の電極層である。606は、第2の電極層の上に重なる第2の集電体である。607は、第2の集電体の上に重なる、下にある第1のセルスタックと次のセルスタックとの間を絶縁する中間層である。610は第1のセルスタックであり、620はN番目のセルスタックである。

20

【0032】

[0054]図10は、ロールツーロール機器上の可撓性ポリマー基板上で製造される堆積固体電池の画像である。1001は、基板の動き、具体的にはツール構成およびプロセスごとに基板の方向および速度を制御するローラである。1002は、プロセス間で堆積層を搬送し、かつ電気化学セルスタック間で絶縁を行う可撓性基板である。1003は、ある方向に進む可撓性基板上に堆積される固体電池の上面図である。

30

【0033】

[0055]好ましい実施形態において、本発明は、たとえば携帯用電子機器（携帯電話、携帯情報端末、音楽プレイヤー、ビデオカメラなど）、電動工具、軍事利用のための電力供給（通信、照明、撮像など）、航空宇宙用途のための電力供給（衛星用電力）、および車両用途のための電力供給（ハイブリッド電気車両、プラグインハイブリッド電気車両および完全な電気車両）などのさまざまな用途の構成要素上に固体電池を直接堆積させる方法を提供する。単なる例にすぎないが、たとえば電子デバイスの金属またはプラスチックの筐体のような電気掃除機に適合する構成要素は、追加的基板材料を使用する代わりに、堆積電池のプラットフォームとして用いられてよい。完了すると、固体電池はデバイス構成要素に一体化され、次いで、パッケージするステップをさらに要することなくツールに組み立てられる。この方法は、電池用の電子デバイス内の利用可能空間を最大限にすることができるので、エネルギー密度の点で大きな利点を示す。

40

【0034】

[0056]本明細書における実施形態に関する確実な利点の例を示すために、以下の実施例の場合において、本発明について記述する。もちろん、これらの実施例は単なる例証であって、本書面における特許請求の範囲の範囲を必要以上に制限するものではない。当業者は、他の変形形態、修正形態および代替形態を認識するであろう。

【実施例1】

【0035】

[0057]巻付けによって複数スタック固体電池を構築する。実施例として、本発明は、固

50

体電池用の基板として0.1から100 μm の範囲内の厚さを有する可撓性材料を用いる方法を提供する。この可撓性材料は、たとえばPET、PENのようなポリマー膜、または銅、アルミニウムのような金属箔から選択され得る。可撓性基板上に固体電池を備える堆積層は、次に円筒形状に巻き付けられ、または巻き付けられてから角柱形状に圧縮され得る。図11は、本発明の実施例として巻き付けられたセルの図を示す。図12に示されるように、この巻き付けられたセルは周囲の角を切断することによってさらに処理されて、エネルギー密度を最大限にすることができる。

【実施例2】

【0036】

[0058] 折り畳みによって複数スタック固体電池を構築する。実施例として、本発明は、固体電池の一部となり得る可撓性基板を用いる方法を提供する。図13に示されるように、可撓性基板上の固体電池の堆積層は、折り畳むことによって積層され得る。図14に示されるように、この折り畳まれたセルは、セルの2つの側面を切断し、かつこれらを終端することによってさらに処理されて、エネルギー密度を最大限にすることができる。図15に示されるように、プロセスシーケンスを交互にすることで、個別の層を切断してからそれらを積層することによって別の構成の複数スタック電池が形成されることもある。

【実施例3】

【0037】

[0059] 反復的な堆積プロセスによって複数スタック固体電池を構築する。実施例として、本発明は、いくつかの堆積プロセスにわたって基板を移動させることによって複数スタック固体電池を構築する方法を提供する。プロセスのシーケンスをN回繰り返すことによって、図16の概略図に示されるように、固体電池デバイスはN個のスタックを有する。

【実施例4】

【0038】

[0060] 随意の形状のマンドレルへの固体電池セルの巻付け。図17は、マンドレル1701への固体電池セルの巻付けおよび堆積手段を概略的に示す。これは、随意の形状のマンドレルによって複数スタック固体電池セルを堆積させる実施例としてであるが、この図において例証される形状に限定されるものではない。この実施例では、8の字形の断面は電気掃除機のハンドル部分としてであってよい。この電気掃除機のハンドル部分は、固体電池セル用の基板として用いられ得る。本発明の特定の実施形態の1つにおいて、複数スタック固体電池セルは、第1の集電体から、カソード、電解質、アノード、第2の集電体および絶縁中間層と、順次各セル構成要素を堆積させることによって実現され得る。この堆積シーケンスは、所望の総容量が達成されるまで1回からN回繰り返される。薄い層の特性のため、従来の液体型またはポリマーゲル型の電池セルと比較して、スティック型掃除機の体積増加は最小限に抑えられるであろう。この実施例では、堆積電池セル1703がマンドレルに整合して張り付くのを助けるために、1704、1705および1706のような押付けローラを有する必要がある。マンドレルが回転すると、押付けローラは、その回転の進路上に存在しないようにその表面に沿って移動することを要する。さらに、堆積源は実施例のようにマンドレルの下に位置する。しかしながら、堆積源の位置は複数スタック固体電池セルの均一性を達成するようにマンドレル周辺の任意の位置にあってもよい。要求される堆積源は、必要とされるときにその位置に移動する。堆積源は、マンドレルの形状に基づいて位置してもよい。たとえば、堆積時間を最小限にするために、幅広のシェードシールドイング (shade shielding) 特性という理由から2つの異なる層の堆積源が8の字形のマンドレルの反対側に位置してもよい。

【実施例5】

【0039】

[0061] 随意の形状のマンドレルへの巻付け。図18は、マンドレル1803への巻付けを概略的に示す。これは、随意の形状のマンドレルによって複数スタック固体電池セルを堆積させる実施例としてであるが、この図において例証される形状に限定されるものではない。この実施例では、8の字形の断面は電気掃除機のハンドル部分としてであってよい

。本発明の特定の実施形態の1つにおいて、複数スタック固体電池セルは、第1の集電体から、カソード、電解質、アノード、第2の集電体および絶縁中間層と、別のドラムすなわちマンドレル1801に順次各セル構成要素を堆積させることによって実現され得る。この堆積シーケンスは、所望の総容量が達成されるまで1回からN回繰り返される。所望の総容量が達成されれば、巻かれた固体電池セルは、巻付けステーション（station）に移動する。巻付けステーションでは、固体電池セルを巻き取る（load）のに望ましい形状のマンドレルが用いられる。堆積固体電池セルは円筒形のドラムから巻き取られ、かつ、この実施例においては8の字形であるような望ましい形状のマンドレルに巻き付けられる。8の字形のマンドレルに巻き付けられた後、最後のパッケージング層が電池の上部に重ねられて、環境に対する絶縁を可能にする。薄い層の特性のため、従来の液体型またはポリマーゲル型の電池セルと比較して、電気掃除機のハンドルの体積増加は最小限となるであろう。この実施例では、巻付け電池セル1802がマンドレル表面に整合して張り付くのを助けるために、1804、1805および1806のような押付けローラを有する必要がある。マンドレルが回転すると、押付けローラは、その回転の進路上に存在しないようにその表面に沿って移動することを要する。

【実施例6】

【0040】

[0062] 複数スタック固体電池を、応用デバイスの構造的および／または装飾的な空間に一体化する。本発明において開示される可撓性基板上の固体電池は、任意の随意的形状を形成することができる。図19は、トラス、コイル、円錐、台形錐、四面体など、可撓性電池が有し得る例示的形状要素のいくつかを示す。

【実施例7】

【0041】

[0063] 図20において、随意的曲線状表面上に複数スタック電池デバイスを形成する実施例が示される。電池デバイス2002は、随意的特徴を備える管状ハンドル2001に巻き付けられる。電池バックは器具の本体2003を備えているのが典型的であるが、本発明は、見た目の良さ、さらには使いやすさのための重量分散が達成されるように、器具内部の任意の場所に電池を有することによって、設計に対する別の自由度を可能にする。2004は随意的曲線形状のハンドルの断面を示し、2005は電池2002で用いられる複数スタック構造を示す。一例として、応用デバイスの曲線状表面への固体電池の一体化については（Sastriらによる米国特許出願第13／910,036号）に記述され、Ann Arbor, Mich. の Sakti 3, Inc. に譲渡され、これは本明細書によって参照により全体として組み込まれる。

【実施例8】

【0042】

[0064] たとえば携帯用スピーカ、ロボット掃除機、カメラ、高性能温度自動調整器、高性能ドアロックなど、家庭用電子デバイスおよび家庭用電気器具の多くは円筒形または部分的円形を有する。しかしながら、電子機器、および典型的には六面体形状である従来の電池は、大きな間隙を生じることなく器具の円筒形筐体内の空間を埋めることはできない。従来の円筒形状の電池でさえ、パッキングの限度を超えるより大きな直径の円筒内の空間を埋めることはできない。図21では、複数スタック固体電池デバイス2102は随意的形状2103に切断されて任意の形状の空間全体を十分に活用することができ、よりコンパクトなデバイスを可能にする。図21は、円筒形状の筐体2105を備える電池式器具2105が、他の非電池構成要素のための正方形の空間2104を残して円形の筐体を埋める形状の複数スタック固体電池2013と共にバックされることを示す。複数スタック電池2012は、かみそり刃、ダイヤモンドソー、切断ホイール（wheel）およびレーザーなどのツール2101を用いて切断され得る。

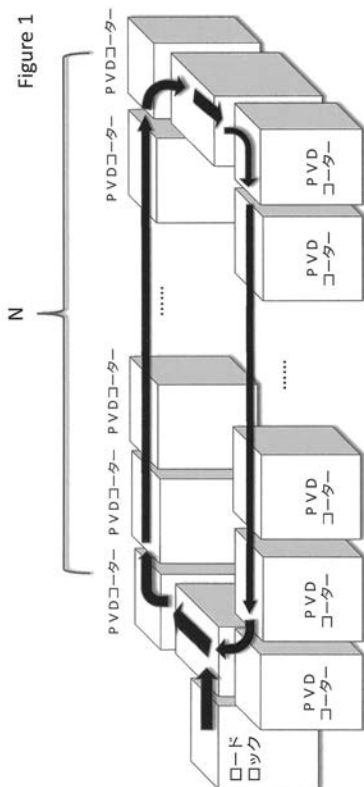
【実施例9】

【0043】

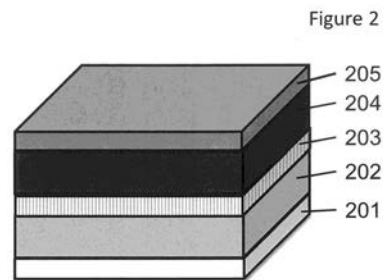
[0065] 図22に示されるような別の実施例では、複数スタック電池デバイス2205は

中空コアに巻き付けられて、図 2 2 に示されるような羽根の無い扇風機または送風機 2 2 0 1 の筐体 2 2 0 2 内で用いられる。たとえば扇風機のヘッドのリム 2 2 0 4 のような構造に一体化された複数スタック電池 2 2 0 5 は、収容するための別個の空間を備える必要性を排除し、携帯性を可能にしつつ、器具の機能にのみ必要とされる設計を可能にする。

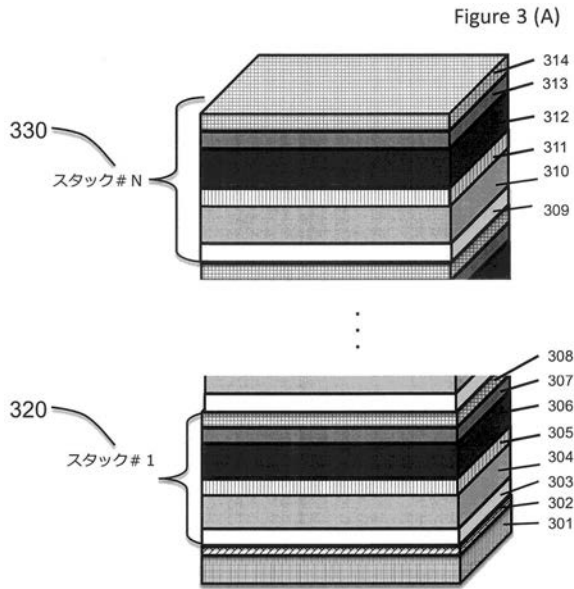
【図 1】



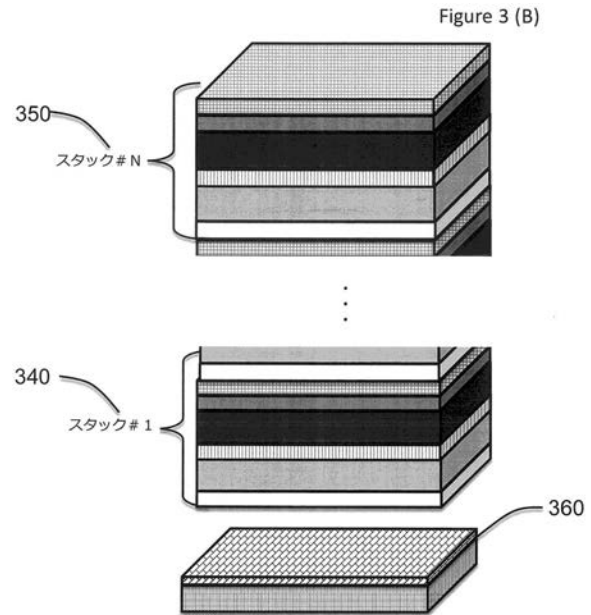
【図 2】



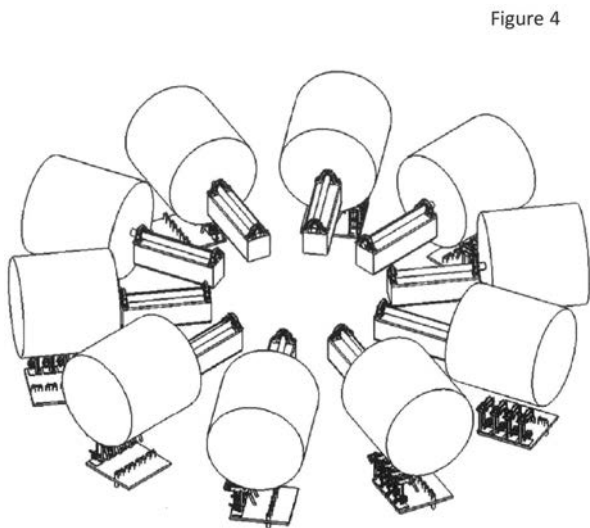
【図 3 A】



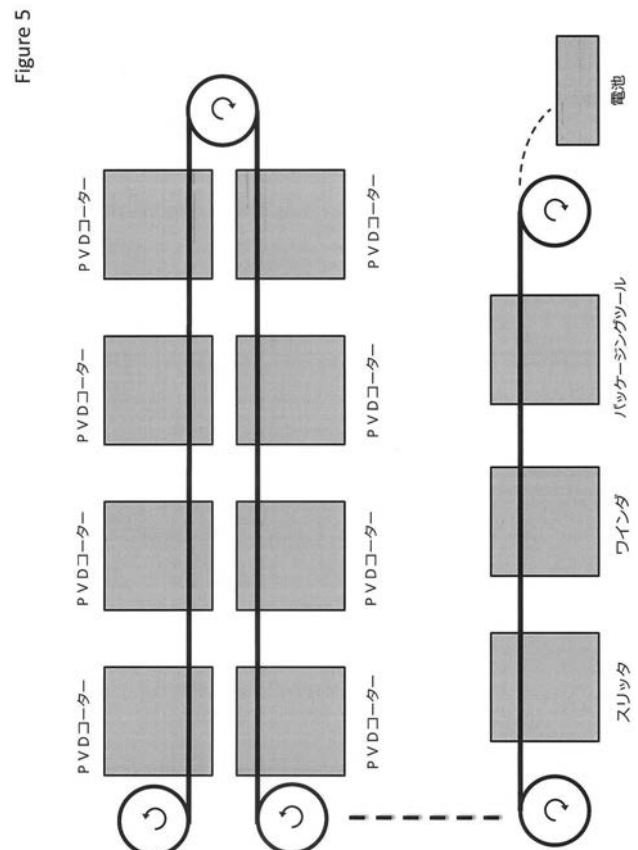
【図 3 B】



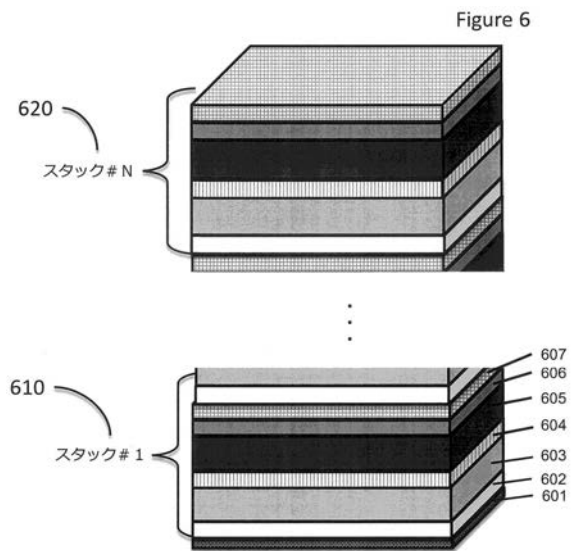
【図 4】



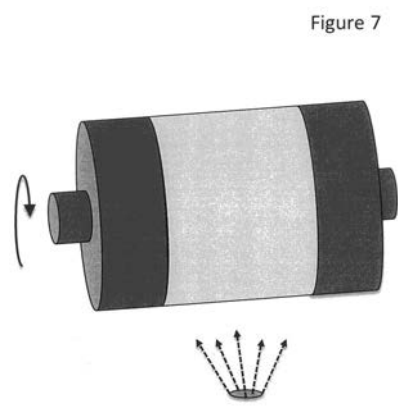
【図 5】



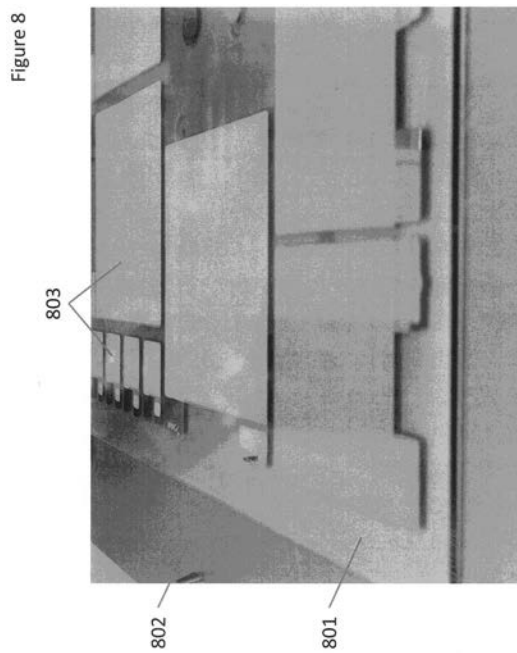
【図 6】



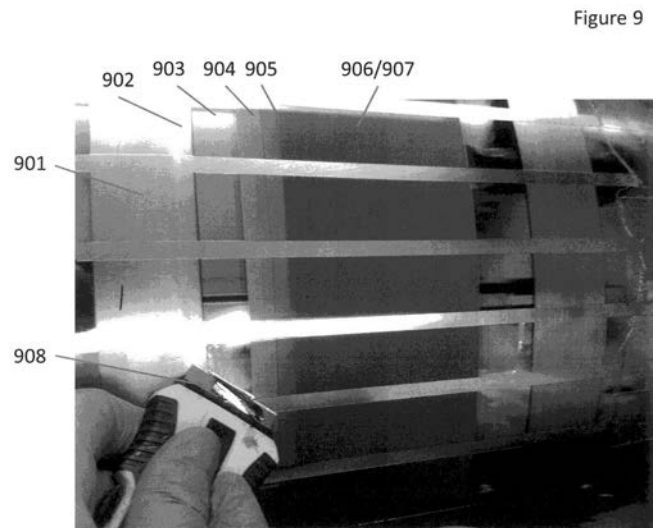
【図 7】



【図 8】



【図 9】



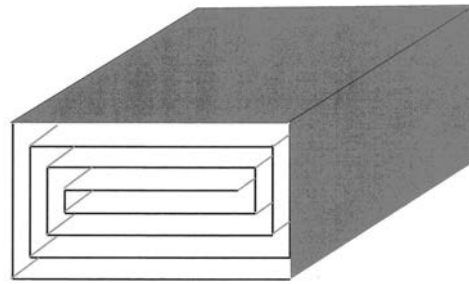
【図 10】

Figure 10



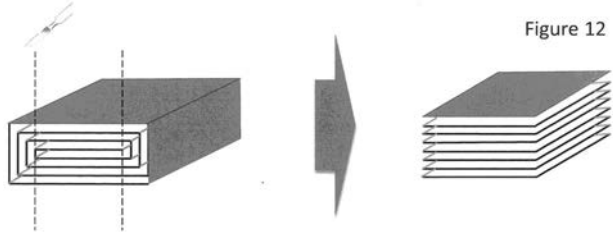
【図 11】

Figure 11



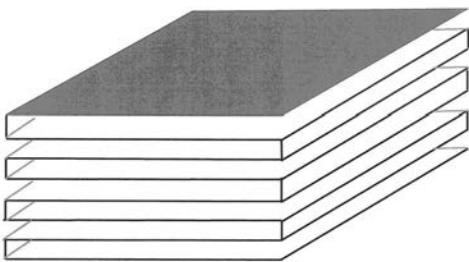
【図 12】

Figure 12



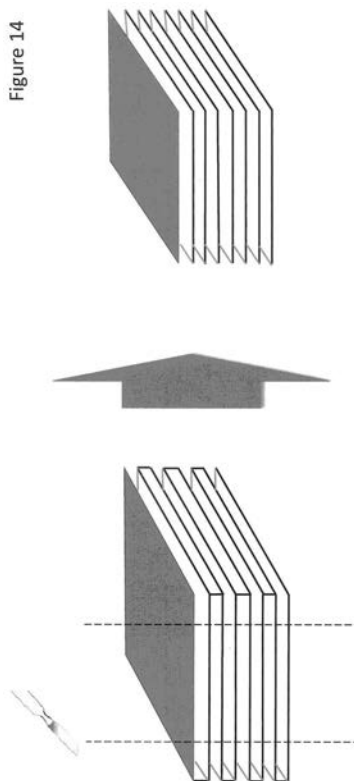
【図 13】

Figure 13



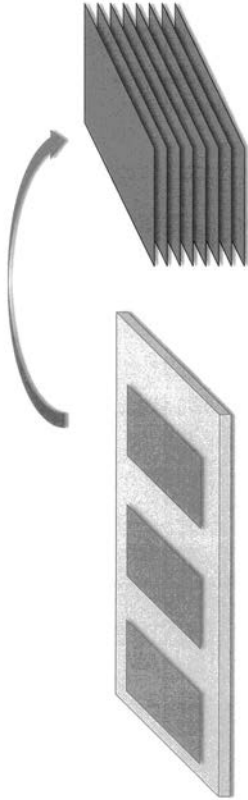
【図 14】

Figure 14



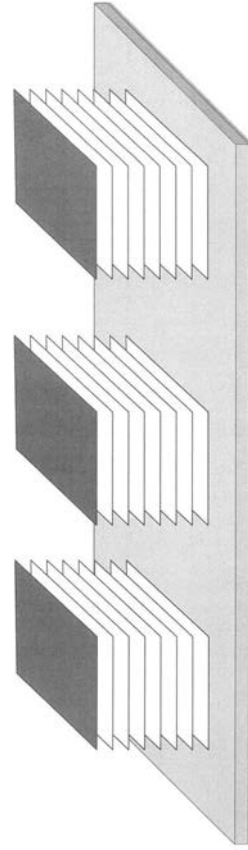
【図 15】

Figure 15

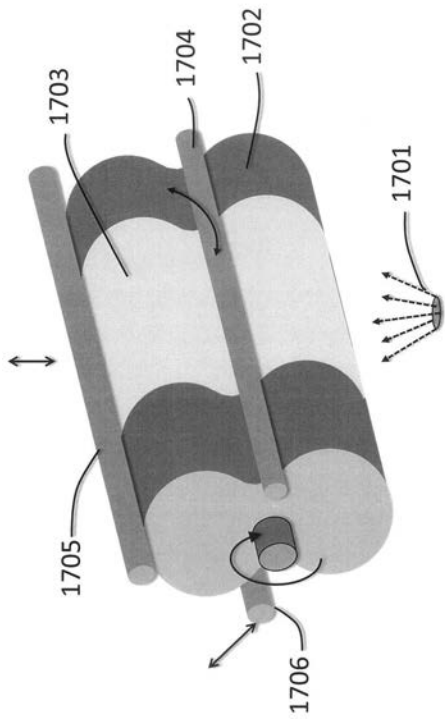


【図 16】

Figure 16



【図 17】

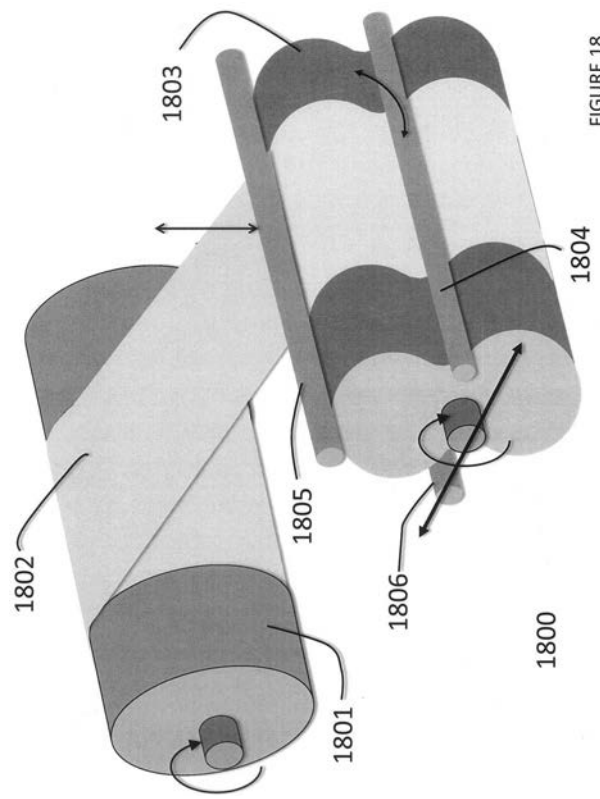


【図 18】

FIGURE 17

1700

FIGURE 18



1800

【図 19】

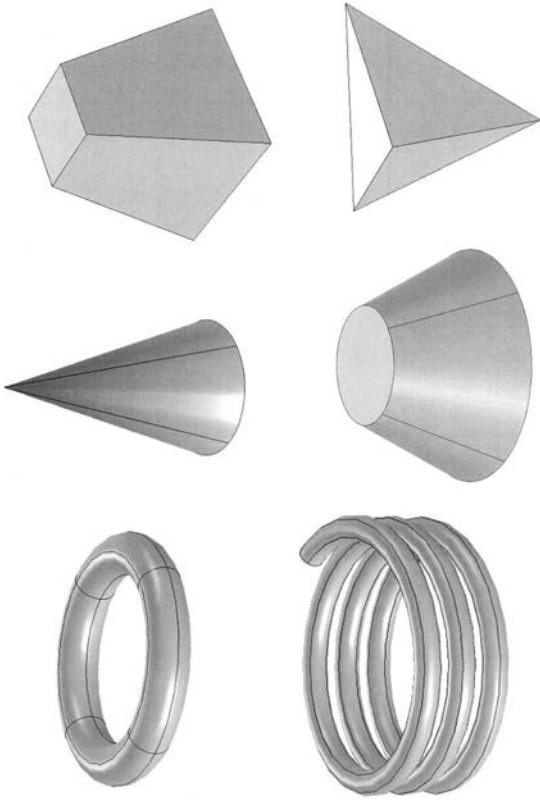


FIGURE 19

【図 20】

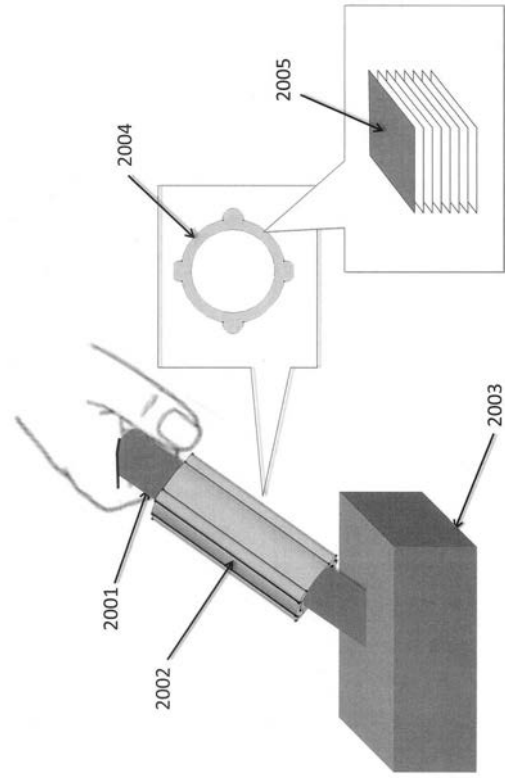


Figure 20

【図 21】

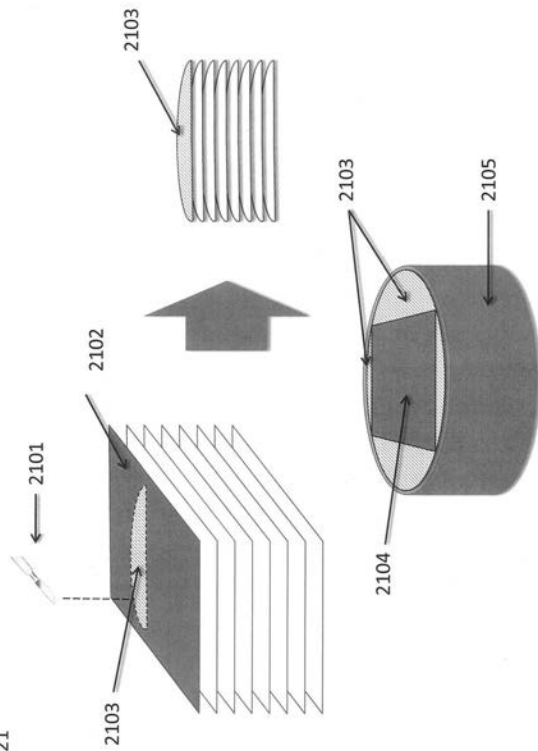


Figure 21

【図 22】

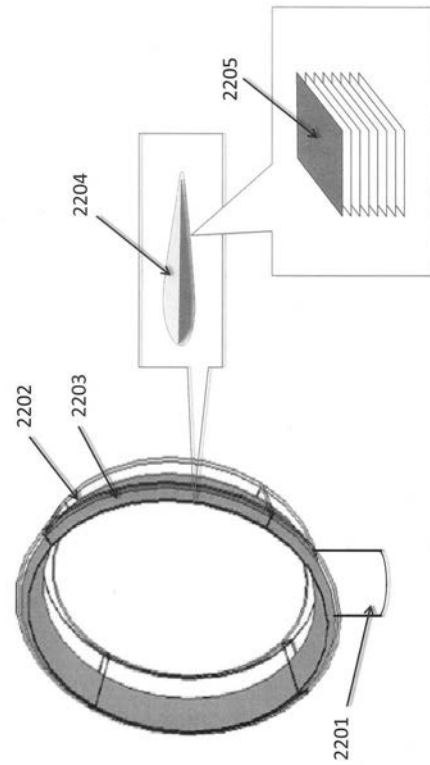


Figure 22

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US15/66525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H01M 10/04, 10/585, 4/04 (2016.01) CPC - H01M 10/0404, 10/585, 4/0421 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) IPC(8) Classification(s): H01M 2/14, 4/04, 4/139, 10/04, 10/0562, 10/585 (2016.01) CPC Classification(s): H01M 2/14, 4/0421, 4/139, 10/0404, 10/0562, 10/585; Y02P 70/54 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) PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data); Google; Google Scholar; EBSCO Keywords searched: solid state battery, manufacture, electrolyte, substrate, release layer, electrode, ionic diffusion, capacity thickness, deposition, current collector, cell stack, micron, ampere hours																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2012/0058280 A1 (CHUNG, M. et al.) March 08, 2012; figures 1-4; paragraphs [0008, 0028-0032, 0043-0054]</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 6,432,584 B1 (VISCO, S. et al.) August 13, 2002; figures 1, 3; column 4, lines 5-40; column 16, lines 15-25</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2009/0208671 A1 (NIEH, K. et al.) August 20, 2009; figures 3a, 4; paragraphs [0019, 0021])</td> <td>2, 7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2012/0274273 A1 (JACOBS, H. et al.) November 01, 2012; figures 1b, 1d, 2b, 3a, 28a; paragraphs [0136-0139, 0148-0159, 0310, 0316]</td> <td>2-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US 2012/0058280 A1 (CHUNG, M. et al.) March 08, 2012; figures 1-4; paragraphs [0008, 0028-0032, 0043-0054]	1-10	Y	US 6,432,584 B1 (VISCO, S. et al.) August 13, 2002; figures 1, 3; column 4, lines 5-40; column 16, lines 15-25	1-10	Y	US 2009/0208671 A1 (NIEH, K. et al.) August 20, 2009; figures 3a, 4; paragraphs [0019, 0021])	2, 7	A	US 2012/0274273 A1 (JACOBS, H. et al.) November 01, 2012; figures 1b, 1d, 2b, 3a, 28a; paragraphs [0136-0139, 0148-0159, 0310, 0316]	2-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
Y	US 2012/0058280 A1 (CHUNG, M. et al.) March 08, 2012; figures 1-4; paragraphs [0008, 0028-0032, 0043-0054]	1-10															
Y	US 6,432,584 B1 (VISCO, S. et al.) August 13, 2002; figures 1, 3; column 4, lines 5-40; column 16, lines 15-25	1-10															
Y	US 2009/0208671 A1 (NIEH, K. et al.) August 20, 2009; figures 3a, 4; paragraphs [0019, 0021])	2, 7															
A	US 2012/0274273 A1 (JACOBS, H. et al.) November 01, 2012; figures 1b, 1d, 2b, 3a, 28a; paragraphs [0136-0139, 0148-0159, 0310, 0316]	2-10															
☐ 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 22 April 2016 (22.04.2016)		Date of mailing of the international search report 03 MAY 2016															
Name and mailing address of the ISA/ Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774															

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US15/66525

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See Extra Sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-10

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US15/66525

-***Continued from Box No. III Observations where unity of invention is lacking -***

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fee must be paid.

Group I: Claims 1-10 appear to be directed towards a method includes battery device releasing step from the substrate, or another method of processing on thin polymer substrates (0.1 μm to 100 μm) that are included as a part of battery device by minimizing the penalty on energy density.

Group II: Claims 11 & 12 appear to be directed towards forming a multiple stack battery characterized by a capacity greater than 0.1 mAh by winding, z-folding, stacking precut films, or directly depositing multiple layers on an area less than 1 m^2 .

Group III: Claims 13-16 appear to be directed towards forming the multiple stack battery device within a footprint of an arbitrary shape by cutting the battery including the polymeric substrate to conform to a battery powered appliance.

The inventions listed as Groups I-III do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features.

The special technical features of Group I are at least a method for manufacturing solid state batteries using an iterative set of process sequences that repeats a number of times to build multiple stacks to achieve high capacity which is greater than 0.1 mAh, wherein a method includes battery device releasing step from the substrate, or another method of processing on thin polymer substrates (0.1 μm to 100 μm) that are included as a part of battery device by minimizing the penalty on energy density, the process comprising: moving a substrate in a closed loop process sequence for a number of times to build the target number of stacks based on the battery capacity specification, wherein the capacity is greater than 0.1 mAh; performing a plurality of processes to build a single stack by sequentially depositing a plurality of materials derived from deposition sources to form a resulting electrochemical cell overlying the substrate, the plurality of processes comprising at least: forming a release material overlying the substrate; depositing a first current collector overlying the release material; depositing a first electrode layer that is capable of an electrochemical reaction with ions overlying current collector in the deposition chamber; depositing an electrolyte material overlying the cathode that is capable of ionic diffusion, the electrolyte material having an electrical conductivity and being a solid state material; depositing a second electrode layer overlying the electrolyte material; depositing a second current collector overlying the second electrode layer; depositing an interlayer overlying the second current collector; following the resulting electrochemical cell overlying the release material, moving the substrate back to the start of the process sequence to form a second electrochemical cell overlying the first cell stack on the same substrate; repeating the cell stack deposition sequence for 1 to N times until the multiple stack electrochemical batteries that have high capacity greater than 0.1 mAh; forming the high capacity battery by stacking the combination of the substrate and the deposited single electrochemical cell stack until the multiple stack electrochemical batteries meet the targeted capacity; causing removal of the resulting electrochemical cell from the release material to detach the substrate from the resulting electrochemical cell, which Groups II & III do not have.

Group II has at least a method of fabricating a thin film solid state battery device, the method comprising: forming a multiple stack battery characterized by a capacity greater than 0.1 mAh by winding, z-folding, stacking precut films, or directly depositing multiple layers on an area less than 1 m^2 ; forming a multiple stack battery of uniform thickness including a substrate, ranging from 1.5 μm to 500 μm each stack and curvature by cutting boundaries of wound, or z-folded battery to achieve higher energy density by eliminating curves, and to prevent stress concentration at corners which are frequent failure locations, which Groups I & III do not have.

Group III has at least forming the multiple stack battery device within a footprint of an arbitrary shape by cutting the battery including the polymeric substrate to conform to a battery powered appliance, which Groups I & II do not have.

The common technical features are at least a method of fabricating a thin film solid state battery device comprising forming a film by depositing electrode materials using a low temperature process on a thin polymeric substrate; forming a multiple stack battery characterized by a capacity greater than 0.1 mAh. These common features are previously disclosed by WO 01/73833 A2 to Jenson, M (hereinafter "Jenson"). Jenson discloses a method of fabricating a thin film solid state battery device (a method of fabricating a thin film solid state battery 50; page 13, line 25 to page 14, line 13) comprising forming a film by depositing electrode materials using a low temperature process on a thin polymeric substrate (forming a film by depositing cathode films using a low temperature process on a polymer substrate; page 28, lines 1-29); forming a multiple stack battery characterized by a capacity greater than 0.1 mAh (forming a stack battery which has a capacitance of 1000 mah; page 84, lines 22-23).

Since the common technical feature is previously disclosed by Jenson these common features are not special and so Groups I-III lack unity

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100196508

弁理士 松尾 淳一

(72)発明者 チュン, ミヨンド

イギリス エスエヌ16 0アールピー ウィルトシャー マームズベリー テットベリー ヒル
ケア・オブ ダイソン テクノロジー リミテッド

(72)発明者 キム, ヒョン・チョル

イギリス エスエヌ16 0アールピー ウィルトシャー マームズベリー テットベリー ヒル
ケア・オブ ダイソン テクノロジー リミテッド

(72)発明者 サストリー, アン・マリー

イギリス エスエヌ16 0アールピー ウィルトシャー マームズベリー テットベリー ヒル
ケア・オブ ダイソン テクノロジー リミテッド

(72)発明者 チャン, シャンチュン

イギリス エスエヌ16 0アールピー ウィルトシャー マームズベリー テットベリー ヒル
ケア・オブ ダイソン テクノロジー リミテッド

(72)発明者 ワン, チアーウェイ

イギリス エスエヌ16 0アールピー ウィルトシャー マームズベリー テットベリー ヒル
ケア・オブ ダイソン テクノロジー リミテッド

(72)発明者 チェン, イェン・ハン

イギリス エスエヌ16 0アールピー ウィルトシャー マームズベリー テットベリー ヒル
ケア・オブ ダイソン テクノロジー リミテッド

Fターム(参考) 5H029 AJ14 AM12 CJ02 CJ04 CJ12 CJ24 EJ12 HJ04 HJ19

5H040 AA03 AS01 AS04 AS11 AY02