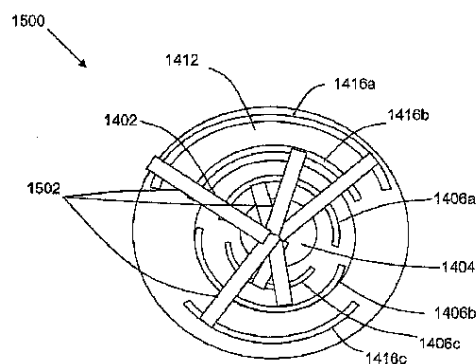




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気化学セルであって、

セパレータ膜により分離されたアノードシートとカソードシートとを含むアセンブリであって、アノードシートは第 2 電流コレクタ上の第 2 電気活性層を含み、カソードシートは第 1 電流コレクタ上の第 1 電気活性層を含み、アセンブリは側壁と、対向する端面とを有するアセンブリと、

アノードシートおよびカソードシートの少なくとも 1 つから延びた複数の導電性タブであって、アセンブリの端面から延びて、第 1 電流コレクタと第 2 電流コレクタの少なくとも 1 つと電氣的に接続された複数の導電性タブと、

外方部材と内方部材を有する第 1 タブ絶縁体であって、外方部材と内方部材のそれぞれは、複数の導電性タブの 1 つまたはそれ以上が通る少なくとも 1 つのスロットを有する第 1 タブ絶縁体と、を含み、

内方部材と外方部材は、第 1 タブ絶縁体の外方部材および内方部材の上の少なくとも 1 つのスロットの相対的な角度方向について調整可能である電気化学セル。

【請求項 2】

1 またはそれ以上のスロットは、円弧形状である請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 3】

1 またはそれ以上のスロットの少なくとも 1 つは、約 120°～180°の角度距離を有する請求項 2 に記載の電気化学セル。

【請求項 4】

1 またはそれ以上のスロットの少なくとも 1 つは、約 90°の角度距離を有する請求項 2 に記載の電気化学セル。

【請求項 5】

外方部材は、外方部材の面に垂直な円筒状の側壁を有する請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 6】

外方部材および内方部材の少なくとも 1 つは、複数の導電性タブの少なくとも 1 つの曲げを容易にするための、リブ形状の突出部を有する請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 7】

外方部材および内方部材の少なくとも 1 つは、内方部材を外方部材と入れ子式にするための、1 またはそれ以上のリッジを有する請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 8】

複数の導電性タブは、4 から 12 のタブを含む請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 9】

第 1 電流コレクタはカソードシートから延びた第 1 の複数の導電性タブと電氣的に接続され、第 2 電流コレクタはアノードシートから延びた第 2 の複数の導電性タブと電氣的に接続され、第 1 の複数の導電性タブと第 2 の複数の導電性タブは、アセンブリの対向する端面から延び、アセンブリは螺旋状に巻かれたアセンブリである請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 10】

更に、第 2 タブ絶縁体を含み、第 1 タブ絶縁体と第 2 タブ絶縁体は、螺旋状に巻かれたアセンブリの対向する端面上に配置された請求項 9 に記載の電気化学セル。

【請求項 11】

内方部材と外方部材の少なくとも 1 つは、内方部材と外方部材の少なくとも 1 つの中心に対して、反対側に設けられた少なくとも 2 つのスロットを有する請求項 1 に記載の電気化学セル。

【請求項 12】

電気化学セルを形成する方法であって、

第 1 電流コレクタ上に第 1 電気活性層を含む正電極と、第 2 電流コレクタ上に第 2 電気

10

20

30

40

50

活性層を含む正電極との間にセパレータ部材を挿入し、多層アセンブリを形成する工程であって、

それぞれの電流コレクタは、電流コレクタに電氣的に接続され電流コレクタから外方に延びた複数の導電性タブを有し、正電極のタブと負電極のタブは、多層アセンブリの対向する側にある工程と、

選択された電流コレクタのタブを、螺旋状に巻かれたアセンブリの中心に向かって折り畳み、中心軸でタブが互いに横切る工程と、

タブの交差を越える点で、選択された電流コレクタの重なったタブを集める工程と、

選択された電流コレクタの集められたタブを、接続ストラップに固定する工程と、を含む電気化学セルの形成方法。

10

【請求項 1 3】

更に、多層アセンブリを螺旋状に巻く工程を含む請求項 1 2 に記載の電気化学セルの形成方法。

【請求項 1 4】

更に、外方部材の面に垂直な円筒状の側壁を有する外方部材を提供する請求項 1 2 に記載の電気化学セルの形成方法。

【請求項 1 5】

更に、リブ形状の突出部を有する、外方部材と内方部材の少なくとも 1 つを提供し、複数の導電性タブの少なくとも 1 つを曲げやすくする請求項 1 2 に記載の電気化学セルの形成方法。

20

【請求項 1 6】

更に、1 またはそれ以上のリッジを有する、外方部材と内方部材の少なくとも 1 つを提供し、内方部材を外方部材と入れ子式にする請求項 1 2 に記載の電気化学セルの形成方法。

【請求項 1 7】

電池セルの使用するためのタブ絶縁体であって、

互いに入れ子式になった少なくとも 1 つの外方部材と少なくとも 1 つの内方部材であって、1 またはそれ以上の電池セルの導電性タブがそこを通る少なくとも 1 つのスロットをそれぞれが有する、少なくとも 1 つの外方部材と少なくとも 1 つの内方部材とを含み、

内方部材と外方部材は、内方部材と外方部材の少なくとも 1 つのスロットの相対的な角度方向について調整可能であるタブ絶縁体。

30

【請求項 1 8】

スロットの少なくとも 1 つは、約 120°～180°の角度距離を有する請求項 1 7 に記載のタブ絶縁体。

【請求項 1 9】

スロットの少なくとも 1 つは、約 90°の角度距離を有する請求項 1 7 に記載のタブ絶縁体。

【請求項 2 0】

外方部材は、外方部材の面に垂直な円筒状の側壁を有する請求項 1 7 に記載のタブ絶縁体。

40

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本願は、参照することによりその全体がここに含まれる、2007年7月24日出願した米国仮出願60/951,571に基づき優先権を主張する。本願は、また、2006年9月5日出願の米国特許出願11/515,597、2005年9月2日出願の米国特許出願60/714,171、および2007年5月14日出願の米国特許出願11/748,286に関連し、これらの全ては「電池セル設計およびその建造方法」というタイトルであり、参照することによりその全体がここに含まれる。

【技術分野】

50

【0002】

本発明は、一般に、電気化学電池セルに関する。特に、本発明は、小型で丈夫な多機能で製造性の高い再充電可能な電池セルに関する。

【背景技術】

【0003】

電気化学電池セルの製造を容易にするために、電流収集タブは、しばしば、最終のセルの形状に必要とされるより長く形成される。このため、タブはしばしば一連の計画的な曲げを通してそれらの最終位置に形成される。製造プロセスの固有のバラツキの結果、タブの曲げは望まない力を与え、タブ材料が異極性の電極と接触し、短絡や機能しない製品の原因となる。短絡は、また、電池の寿命中の、電池サイクル、機械的衝撃、および／または振動負荷によるタブの移動によって発生しうる。短絡を避けるために、1またはそれ以上のタブが通る1またはそれ以上の孔を有するタブ絶縁体を用いても良い。しかしながら、タブの相対位置は十分にばらつき、複数のタブを収容でき、働くセルに容易に組み込むことができる絶縁体は、特に、4つまたはそれ以上のタブを収容する場合には、作製が困難である。接着剤が付けられたポリイミド材料でそれぞれのタブを覆い、電池セル上の追加のストライプ状ポリイミドテープを用いてセルとの接触を防止することも可能である。しかしながら、現在知られているポリイミドテープ接着剤は、熱やリチウムイオン電解液に晒されることにより軟化する。これにより、機械的衝撃や振動負荷の間に、テープは、タブ上の保護位置から移動してしまう。

【0004】

従来の円柱および角柱の電池の、それらの及び他の制限に対する改良が望まれる。

【発明の概要】

【0005】

1またはそれ以上の具体例では、電気化学セルはアセンブリを含み、これは円筒形の螺旋状にねじれたアセンブリでも良く、セパレータ部材で分離されたアノードシートとカソードシートとを有し、カソードシートは第1電流コレクタ上の第1電気活性層を有し、アノードシートは第2電流コレクタ上の第2電気活性層を有し、螺旋状に巻かれたアセンブリは円柱状側壁と対向する端面を有する。セルは、また、少なくともアノードシートとカソードシートの少なくとも一方から延びた導電性タブを含んでも良く、タブは螺旋状にねじれたアセンブリの端部表面から延びて、第1電流コレクタと第2電流コレクタの少なくとも一方と電氣的に接続する。加えて、セルは、同軸に配置された外方部材および内方部材を有する第1タブ絶縁体を含んでも良く、外方部材および内方部材のそれぞれは、複数の導電性タブの1つ又はそれ以上が通る少なくとも1つのスロットを有する。外方部材および内方部材は、第1タブ絶縁体の外方部材および内方部材の上の少なくとも1つのスロットの相対的な角度方向に関して調整可能である。

【0006】

1またはそれ以上の具体例では、外方部材および／または内方部材の上のスロットはアーチ形状である。1の具体例では、少なくとも1つのスロットは、約90度の角度距離（angular span）を有する。

【0007】

1またはそれ以上の具体例では、外方部材は、外方部材の面に垂直な円筒状の側壁を有する。

【0008】

1またはそれ以上の具体例では、外方部材と内方部材の少なくとも一方は、複数の導電性タブの少なくとも1つを容易に曲げるための、リブ形状の突出部を有する。

【0009】

1またはそれ以上の具体例では、外方部材と内方部材の少なくとも一方は、内方部材を外方部材に入れ子状に重ねるための、1またはそれ以上のリッジを有する。

【0010】

1またはそれ以上の具体例では、導電性タブは、4から12のタブを含む。

【0011】

1またはそれ以上の具体例では、第1電流コレクタはカソードシートから延びた第1の複数の導電性タブと電氣的に接続され、第2電流コレクタはアノードシートから延びた第2の複数の導電性タブと電氣的に接続される。第1の複数の導電性タブと、第2の複数の導電性タブとは、螺旋状に巻かれたアセンブリの対向する端面から延びる。1の具体例では、電池は更に第2タブ絶縁体を含み、第1タブ絶縁体と第2タブ絶縁体は、螺旋状にねじれたアセンブリの対向する面に配置される。

【0012】

1またはそれ以上の具体例では、内方部材と外方部材の一方は、部材の中心に対して反対側に配置された少なくとも2つのスロットを有する。

10

【0013】

1またはそれ以上の具体例では、電気化学セルの製造方法が含まれる。この方法は、第1電流コレクタ上の第1電気活性層を含む正電極と、第2電流コレクタ上の第2電気活性層を含む負電極との間にセパレータ部材を挿入し、多層アセンブリを形成する工程を含み、それぞれの電流コレクタは、電流コレクタに電氣的に接続し、電流コレクタから外方に延びた複数の導電性タブを有し、正電極のタブと負電極のタブは多層アセンブリの反対側にある。この方法は、更に、多層アセンブリを螺旋状に巻く工程と、外方部材と内方部材を有する第1タブ絶縁体のスロットを通して、選択された電流コレクタのタブを取り付ける工程とを含み、第1絶縁体は、外方部材および内方部材の相対的な角度方向について調整可能である。加えて、この方法は、選択された電流コレクタのタブを、螺旋状にねじられたアセンブリに中心に向かって折りたたみ、中心軸でタブを互いに交差させる工程と、タブの交差を越える点で、選択された電流コレクタの重なったタブを集める工程と、選択された電流コレクタの選択されたタブを接続ストラップに固定する工程を含む。

20

【0014】

1またはそれ以上の具体例では、電池セルで使用されるタブ絶縁体は、同軸状に配置された外方部材および内方部材を含んでも良く、それぞれの部材は、1またはそれ以上の電池の導電性タブが通ることができる、1またはそれ以上のスロットを有する。内方部材および外方部材は、内方部材および外方部材の相対的な角度方向について調整可能である。

【図面の簡単な説明】

30

【0015】

本発明は、以下の図面を参照しながら説明される。これらの図面は図示目的でのみ提供され、本発明の全ての範囲は、請求の範囲により示される。

【0016】

【図1】本発明の1またはそれ以上の具体例に使用される、例示的な電池セルの内部構成を示す分解図である。

【図2】例示的な組み立てられた電池セルの断面図である。

【図3】圧力開放口とインターフェイス端子を示す正極（カソード）端キャップを示す。

【図4A】負極（アノード）端キャップアセンブリに使用される構成の分解図を示す。

【図4B】組み立てられた負極端キャップの断面図を示す。

40

【図4C】固定後の組み立てられた正極端キャップの斜視図を示す。

【図5A】電池活性化後の、金属プラグとプラスチックシールを有する負極端キャップ中の充填孔の封止の斜視図を示す。

【図5B】電池活性化後の、金属プラグとプラスチックシールを有する負極端キャップ中の充填孔の封止の断面拡大図を示す。

【図6A】タブを有する電極シートの平面図である。

【図6B】タブを有する電極シートの拡大平面図である。

【図7A】90度四分円形内のコレクタタブの例示的な位置を示す電池缶の上面図を示す。

【図7B】本発明の1またはそれ以上の具体例にかかる一連の電池セル設計の図を示し、

50

電流収集タブの位置と曲げを示す。

【図 8】それぞれの端子への電流拡張タブの取り付けを示す。

【図 9】約 4000 回／秒のパルスのモータの、電流と時間のプロットである。

【図 10 A】螺旋状に巻かれた電極の、巻かれた端面から見た場合の、例示的な円筒状に巻かれた電池中の、タブの位置と電流の流れを示す。

【図 10 B】図 10 A に示す円筒状にねじられた電池の巻いていない電極の平面図である。

【図 11 A】螺旋状に巻かれた電極の巻かれた端面から見た場合の、他の例示的な円筒状に巻かれた電池中の、タブの位置と電流の流れを示す。

【図 11 B】図 11 A に示す円筒状に巻かれた電池の巻いていない電極の平面図である。

【図 12】高インダクタンス電池の電圧と電流波形を示す。

【図 13】低インダクタンス電池の電圧と電流波形を示す。

【図 14】本発明の 1 またはそれ以上の具体例にかかる 2 つの部材を有するタブ絶縁体を示す。

【図 15】図 14 に示す絶縁体の上面図であり、2 つの部材が同軸状に配置されている。

【図 16】本発明の他の具体例にかかるタブ絶縁体設計を示す。

【図 17】タブライザと円筒形の側壁を有するタブ絶縁体の部材の斜視図である。

【図 18】タブ絶縁体の 2 つの部材の斜視図であり、1 の部材は、組立後に、2 つの部材を確実に同軸状に配置するためのリッジを有する。

【詳細な説明】

【0017】

本発明の具体例は、電池セル上で使用され、電流収集タブが異極性の電極に接触するのを防止できるタブ絶縁体を提供する。電池セルの例示的な具体例が図 1 ～ 13 に示される。図 14 ～ 18 は、本発明の 1 又はそれ以上の具体例にかかるタブ絶縁体を示す。幾つかの具体例にかかるタブ絶縁体は、図 1 ～ 13 に記載された例示の電池セルと関連して記載されるが、本発明の 1 又はそれ以上の具体例は、他の適した電池セルでも使用できることを理解すべきである。

【0018】

電池セルは、上部および下部の溶接された端キャップを含む。セルの第 1 のパッキング（缶およびキャップ）は、アルミニウム合金から形成される。溶接されたシールは、一般にはレーザー溶接で形成され、または選択的に、超音波溶接、MIG 溶接、TIG 溶接のような他の金属接続方法で形成される。二重に溶接された（上端および下端）容器の端キャップは、缶壁より厚く、即ち、端キャップは缶壁より約 50% 厚くても良い。厚さの違いは、深絞りのような他の手段によっても達成される。二重に溶接された電池パッキング缶は、丸めた封止や一重の溶接の電池に比較して十分に大きなセル体積となる。加えて、厚い端キャップは、例えば、押しつぶしに対するセルの機械的な構造安定性を改良する。セルの設計に組み込まれる追加のセルの修正は、二重の溶接パッキングの使用を許容し、これはそうでなければ可能ではなく、または従来の電池セル設計が便利である。

【0019】

電池セルパッケージの設計は、軽量で非常にコンパクトなアルミニウムハウジングを用い、一般には A13003H14 のようなアルミニウム合金である。アルミニウムおよびアルミニウム合金は、構造における高い比弾性と高い比剛性と、高い強度重量比を提供する。アルミニウムは、Li イオンセルのカソード電位において安定である。電池設計の多くの特長が、図 1 の分解図に示される。電池設計は、正極端キャップ（1）、カソード拡張タブ（2）、絶縁ディスク（3）、円筒状の管（4）、負極端キャップ（5）、アノード電流収集タブ（6）、カソード電流収集タブ（7）、および中間活性カソードおよびアノード材料（電極）（8a および 8b）を含む。例示的な具体例では、円筒形の管について検討するが、他の形状や外部形状を用いても良い。正極端キャップ（1）は、電池のための正極電池端子、並びにセルのベントメカニズムの双方を含む。カソード拡張タブ（2）は、カソード電流収集タブ（7）と電池の外部正極端子（1）との間の電氣的接続とし

10

20

30

40

50

て働く。絶縁性ディスク（３）は、電流収集タブがそこを通過して延びるスロット（３ a）を含む。絶縁性ディスク（３）はカソード電流収集タブ（７）とカソード拡張タブ（２）が、内部の活性なカソード材料とアノード材料（８ aおよび８ b）と短絡するのを防止する。円筒形の管（４）は電池パッケージの主なハウジングとして働く。

【００２０】

組立中に、溶接およびクリンプの接続が使用され、拡張タブ（２）と負極端キャップ（５）に見られる組み込まれた拡張タブ（５ a）とを介して、電流収集タブ（６）、（７）の双方の組と、端キャップ（５）（１）の双方がそれぞれ接続される。双方の端キャップは管（４）に溶接され、円筒状のセルを形成する。負極端キャップ（５）は、セルの負極電池端子と、（後の詳細に検討する）セルの充填孔の双方を含み、それらの双方は、同じ内部体積と外部空間に分かれ、セルの中心に対称に置かれる。負極端キャップ（５）は、アノード電流収集タブ（６）と、負極端キャップ（５）の上に配置されたセルの外部負極端子の間を電氣的に接続するために、組み込まれた拡張タブ（５ a）を有する。スロット（３ a）を有する絶縁性ディスク（３）も、アノードにおいて、アノード電流収集タブ（６）とアノード拡張タブ（５ a）との短絡を防止するために使用される。

【００２１】

図１の設計特性が組み込まれた、組み立てられたセルが、図２に断面が示され、同じ要素は同様に表示されている。また、表示は、電極（８ a、８ b）の間のセパレータ層またはセパレータ部材（８'）である。一旦、組み立てると、セルは、容量分析で効率的なパッケージにおいて、製造と顧客の双方のインターフェイスに対して、好適な特性を持つ。これは、セルの内部の大部分が、活性材料のために使用されることを許容し、セルの、体積に対するエネルギー蓄積容量比を大きく改良する。

【００２２】

セルの、個々の構成要素と特長について述べる。

【００２３】

負極端キャップ（１）は、図３に示すように、人工的なベントスコア（vent score）（１０）と、ニッケルインターフェイス端子（９）を含む。人工的なベントスコアは、予め決められた内部圧力で開き、必要であれば大量の気体と材料をセルから出す。ベントは、正極端キャップの周囲近傍に配置された環状の溝であり、端キャップの周囲とニッケル端子との間に配置される。溝は、端キャップの内部または外部表面、または双方に配置しても良い。１またはそれ以上の具体例では、溝は、端キャップ内部および外部の双方の表面に配置される。溝は、互いに対向し、または互いにオフセットとなっても良い。溝は、所定の圧力で破壊するように設計された、端キャップ中の薄い半径部分を提供する。環状の溝は、約１５０度から完全な３６０度の範囲、または約１８０度から約３００度の範囲で、端キャップ上に円弧を形成する。実際の円弧の長さは、セルの大きさに依存する。円弧の長さは、破裂した時に端キャップが蝶番状に動き、破裂した端キャップが電池缶から分断されないとともに、明確な蝶番無しに約全３６０度まで円弧となるように選択されても良い。環状の溝の更なる長所は、端キャップを電池ボディに溶接する時に、端子を熱的に絶縁することである。溝は、スタンピング（stamping）、スコアリング（scoring）等の従来の方法で導入される。

【００２４】

ニッケルインターフェイス端子（９）は、低抵抗、低腐食の耐性電池端子であるとともに、電池を集団に接続するための溶接可能なインターフェイスを提供する。ニッケル板は、一般に、約７５ μmから約１２５ μmまでの範囲の厚さを有する。より厚い端子板は、高パワーの電池に特に適している。１またはそれ以上の具体例ではカソードキャップのボディはアルミニウムであり、例えば電池管と同じアルミニウム合金である。１またはそれ以上の具体例では、カソードキャップはその外側表面にニッケル層がめっきされても良い。ニッケルインターフェイス端子は、カソードキャップに抵抗（スポット）溶接されて機械的に強固なインターフェイスが形成されるか、ニッケルメッキ層にリフロー半田されて２つの部分の間に電氣的に強固なインターフェイスが形成され、または双方でも良い。他

の溶接および半田技術、例えば超音波溶接または導電性接着剤が用いられても良い。適した半田は、電池の最大使用温度より高い融点を有する半田を含む。Ni端子とAlカソードキャップの間のこの接合技術は、電池産業において独特である。

【0025】

圧力バントは、端キャップ表面の周辺領域を占め、ニッケル端子の位置や固定を邪魔しない。ニッケル端子の断面積は、非常に広く、端キャップ表面の大きな部分を占める。これは、セルのインピーダンスを減らし、バック組立中にセルとセルの溶接能力を提供する。

【0026】

図4A～図4Cは、中央に配置された充填孔(40)を含む負極端キャップ(5)を示す。充填孔は、一旦、組み立てられたセルを活性化するために使用され、少なくとも一部において、パワー端子を作る中空のボアリベット(bore rivet)により形成される。負極端キャップの中央位置の、充填孔とパワー端子の双方としての使用は、効果的に空間が使用でき、電池の操作を妨げない。充填孔(40)は端キャップ表面の中央に配置される。中央に配置された充填孔は、孔の中に取り付けられ、セルの内部に接続される導入口を提供する。電解液(electrolyte)はこの導入口を通して活性化中に導入される。

【0027】

負極端キャップは、図4Aの分解図に記載したような成分である構成要素を組み立てて形成される。上部ガスケット(44)は端キャップボディ(43)中に配置され、端キャップボディはガスケットを受ける凹部を含んでも良い。パワー端子(45)として与えられる中空のボアリベットは、上部ガスケット(44)中に組み立てられる。リベット(45)のステム(45a)は、上部ガスケット(44)と端キャップボディ(43)の双方の中央開口部を通して延びる。アセンブリはひっくり返され、シールガスケット(47)がガスケット(44)の上に挿入され、ボディ(43)の上に配置される。下部ガスケット(42)、シールガスケット(47)、およびリベットバックキングディスク(46)が組み立てられ、図4Aのように配置される。拡張タブ(41)がリベット(45)のステム上に挿入される。クリンピング前の組み立てられたままの構成要素が、図4Bに示される。

【0028】

リベット(45)は、良好な耐腐食性と良好な溶接性の双方のために、Niめっき鋼でも良く、セルのパワー端子となる。リベットの平坦な頭部は、端キャップの外部表面の一部の上に延びて、中空のステム(45a)はセルの内部に延びる。これはまた、その中央を通り、シールを助けるための人工的な棚部と、対称な形状と、空間を分けて電池端子と充填孔との間で対称にするためにリベットステムを中央に配置する充填孔を含む。拡張タブ(41)は、パワー端子(45)をセルの内部活性アノード材料に接続する。下方ガスケット(42)は、拡張タブ(41)が、異なる電位にある端キャップボディ(43)に接触するのを防止する。ボディ(43)は、電池管(図示せず)またはセルの主ボディに、これらには限定されないクランピングや溶接のような上述の方法を含み多くの方法を用いて密封シールされる。上部ガスケット(44)は、パワー端子(45)を、異なる電位にある端キャップボディ(43)から絶縁する。リベットバックキングディスク(46)は、ボディ(43)の上で、強固なプレスリベットのクランプ力の形成を助ける。シールガスケット(47)は、プレスリベットの下で強固なシールの達成を助ける。

【0029】

全体のアセンブリは、図4Cに示すように、リベット(45)のステムをプレスして変形させることで、互いにクリンプして、全ての部分を互いに押し込んでプレスリベット(48)を形成し、拡張タブ(41)とパワー端子(45)との間で良好な電氣的接続を形成する。

【0030】

端キャップがセルの管に溶接された後、パワー端子(45)中の孔を通して電解液が充填されてセルが活性化される。図5Aおよび図5Bを見ると、充填孔(40)は、充填孔

プラグシール（５０）（例えば、高温プラスチックシール）と充填孔プラグ（５１）、例えば変形可能な金属インサートのような変形可能なインサート、の手段により密封シールされる。端キャップが管にシールされ、セルが電解液で活性化される前に、充填孔シール（５０）は充填孔開口部中にプレスされる。充填孔プラグ（５１）は、続いて同じ充填孔中にプレスされ、拡張し、クランプし、そしてリベット（４５）の人工的な柵部に向かってシール（５０）を保持し、充填孔のように密封シールが達成される。

【００３１】

セルの内部活性材料は、２つの電極、カソードとアノードを含む。電池セルのインピーダンスの一因は、活性セル材料（アノードおよびカソード）と拡張セルターミナルとの間の電流輸送パスの不足である。全てのセルインピーダンスが、より多くの電流キャリアまたは「タブ」を用いることで、電極に対して１または２つのタブがある設計の、従来の円筒状（巻き付けたアセンブリ）セルに比較して、十分に低くなることが、驚くべきことに発見された。本発明の１またはそれ以上の具体例では、複数のタブが、拡張タブを呼び出すセルのいずれかの側面のより大きな電流コレクタに接続され、次にセルの電池端子のそれぞれに接続される。１またはそれ以上の具体例では、電極は、約４から約１２のタブを含み、例えば４つのタブを含む。他の具体例では、電極は、電極の 200 cm^2 の面積につき１つのタブを含む。ハイパワー電池セルは、ローパワーセルに比べて、高密度のタブ密度を必要とする。

【００３２】

このセル設計中の電極は、複数の、例えば４から１２の、電流収集タブを使用し、それぞれの活性材料、例えばカソードおよびアノードから電池端子に電流を導く。図６Ａは、例示の電極シート（６０）を示す。電極シート（６０）は、不可欠の電流収集基板（６６）と、電流収集基板に電氣的に接続された電気活性な材料の層（６７）とを含む。電流収集タブ（６１）、（６２）、（６３）、（６４）は、電極のエッジ部（６８）から延びる。

【００３３】

タブ電極は、続いて電気化学セル中に組織化される。例えば２つのセパレータシートのような、セパレータシートが、カソードとアノードソートの間に配置され、カソードとアノードのタブは、アセンブリの反対側に配置される。多層アセンブリは、螺旋状に巻かれて、ジェリーロール（jellyroll）として知られた螺旋状の電気化学アセンブリを形成する。拡張タブ（６）、（７）を備えたジェリーロールは、図１に示される。

【００３４】

タブは異なる長さでも良く、巻かれた時のジェリーロールの中心からの距離を反映する。タブの長さは、ジェリーロールを巻く前または巻いた後に調整できる。タブ状の電極を形成するために、電気活性な材料の一部が電極のエッジから除去され、図６Ｂに示すように（縮尺通りには記載されていない）、電気コンタクトのためのきれいな表面を形成する。タブは、例えば溶接、リベット、クリンプ、または他の類似の技術で、電極の露出させた部分に電氣的に接続される。コンタクト表面を洗浄し、コレクタを取り付ける例示的な方法は、「溶剤の存在下での、被覆された電極の除去を加速するための加熱された塩基の使用」という名称の、２００６年５月１２日出願の米国特許出願６０／７９９，８９４に記載されており、この内容は参照されることにより本願に含まれる。タブは続いて非反応性テープ（６５）により覆われ、このテープは露出した金属タブを覆い、セル化学物質との望まない化学反応を防止する。テープは電極の上に横たわるタブの部分の覆い、露出したまま残る下層の電極の、いくらか又は全てを覆っても良い。即ち、活性電極層または電流収集タブのいずれによっても覆われない。電極から外に延びる少なきともタブの一部は、テープにより覆われない。

【００３５】

テープの追加によるセルのインピーダンスの低減を最大にするために、それらの４つのタブは２つの電極の長さのそれぞれに沿って均等な間隔で配置され、例えば、可能ならば電極長さの $1/8$ 番目、 $3/8$ 番目、 $5/8$ 番目、および $7/8$ 番目の近傍に配置され、

10

20

30

40

50

これにより、電流収集タブと電池端子に到達するために、電流が電極を流れる距離が最小となる。電極中を流れる距離を最小にすることで、内部抵抗が最小になる。1またはそれ以上の具体例では、従来の電池で、タブの数が1から4またはそれ以上、例えば約12まで増加するにつれて、抵抗の十分な低下が観察される。これより多くタブの数が増加すると、抵抗の低下の改良が低減することが観察される。おおよそ4つのタブが意図される。一旦、共に巻かれると、ジェリーロールは、図1に示すように、それぞれの端部から突出したそれぞれの4つ（又は他の数）のタブを有する。図7Aおよび図7Bに示すようにそれらのタブはまとめられ、外部端子に接続される。セルタブ設計は、容量分析的効率、製造および機械的な強固方法で、全てのタブを制御および支配するように提供される。

【0036】

タブ設計の1つの形態では、ジェリーロールを形成する材料の厚さが制御される。それぞれの材料（アノード電極、カソード電極、およびセパレータ）は、ほぼ同じ厚さである。これにより、それらの材料がどのように螺旋状にジェリーロールに巻かれるかが、巻く回数や最終直径を含み、形づくり、信頼性をもって正確に予想できる。これにより、ジェリーロール中のタブの正確な位置がわかる。

【0037】

他のタブ設計の形態では、電極上のタブ位置は、ジェリーロールに巻かれる前に選択される、タブはそれぞれの電極の長さに沿って、例えば4タブ設計では、1／8番目、3／8番目、5／8番目、および7／8番目の電氣的に最適化された接続の近傍で、電極がジェリーロールに巻かれた後に配置されると予想できる位置に、配置される。例えば1つの電極の4つのタブが、互いに、ジェリーロールの上部表面の予め選択された領域内に、互いに整列するように、タブ位置は選択される。例えばカソードシート上に、ジェリーロールに組み立てられた場合に、カソードシートの4つのタブが、ロール表面の選択された領域で、ジェリーロールの表面から突出するように、4つのタブは配置される。1またはそれ以上の具体例では、タブは、螺旋状に巻かれた電極アセンブリの巻かれた端部表面上で、90度の四分円またはより広い円内、例えば150度の円内に整列される。例えば、90度の四分円の領域は、タブ幅を説明するために、それぞれのタブの中心線から測定される。幾つかの具体例では、タブは、おおよそ140度の円弧ウィンドウ内に配置される。この配置は、4つ（またはそれ以上）のタブのそれぞれに組を制御し、支配するのを助ける。90度の四分円中の、タブの例示的な整列が、図7Aに示される。選択された領域（例えば、90度の四分円）内にタブを整列させることで、ジェリーロールの製造コストが低減できる。

【0038】

タブ設計の第3の形態は、図7Bに示すように、適切なタブ長さとタブ曲げの選択である。これは、どのように4つのタブ（61）、（62）、（63）、（64）が支配され、電池端子に接続されるかである。図7Bの工程1は、電池の巻かれた上部面と、ジェリーロールの面から突出した4つのタブの位置を示す。絶縁性ディスク（3）は、ジェリーロールの端部上に配置され、タブは、絶縁性ディスクのスロットを通して挿入される。絶縁性ディスクは、ジェリーロールからそれぞれのタブを絶縁する。最初に、4つのタブが、絶縁性ディスク（3）の上で、ジェリーロールの中心軸（図7B中に「+」で表示）に向かって曲げられ、結果は、ジェリーロールの面上に、約140度までの領域で、タブのスタックが扇型に拡がった。先に述べたように、タブ長さは様々である。1またはそれ以上の具体例では、中心軸に最も近いタブ、例えばタブ（64）は最も短く、中心軸から最も遠いタブ、例えばタブ（61）は最も長い。ジェリーロールの中心に最も近いタブは、他の残りのタブより短い長さに切断され、それぞれの次の外方に配置されたタブは、先の内部のタブより長い。結果は、図7の工程2に示すように、全ての4つのタブが折り曲げられた場合、それらの端部は、ジェリーロールの軸から同じ距離に配置される。一旦タブがすべて平坦に横たわれば、それらは、セルが仕上げられた位置に配置される。しかしながら、それらは、最初に、電池の端子拡張タブに接続されなければならない。これを達成するために、図7の工程3に示すように、すべては互いにジェリーロールの面に対して約

10

20

30

40

50

90度の角度に曲げられ、ジェリーロールの軸において、これと平行となる。これは、4つのタブを1つにまとめ、電池端子の拡張タブに容易に溶接できる。

【0039】

タブ設計の第4の形態は、電池拡張タブを、4つの電極タブに接続することである。1の設計では、これは、超音波溶接で達成できるが、また抵抗溶接または他の金属接合技術も、容易に適用できる。1の具体例では、拡張タブは、最初に、4つの電極タブ上で溶接がそれらを止めるようにたたまれるが、しかしながら、それらの構成要素を接続する他の手段も存在する。厚い拡張タブは、より薄い電極を、溶接から保護するように保護する。より厚い拡張タブは、より薄い電極タブを溶接によりダメージから保護する。接合は、4つの電極が拡張タブとともに、平坦に曲げられて達成され、非常に容量分析効率の良いセル設計を達成する。一旦、タブが溶接され平坦に曲げられれば、セル端キャップは管に溶接され、タブを扱うための空間は非常に小さくなり、追加のセルエネルギー容量として使用できる。これは図8に示される。

10

【0040】

タブ設計の第5の具体例は、パルスパワー応用での誘導磁場を低減するための、螺旋状アセンブリに沿ったタブの位置である。例えばパルス応用のように、毎秒複数回、電池からの電流を横切るようなシステムで使用される電池の内部にあるインダクタンスは、システムにおけるパワー損失を増加させ、これにより高い内部デバイスも加熱と電池駆動時間の減少を招くことが発見された。電池は、例えば、内部エネルギー蓄積媒体と外部負荷との間で電流を運ぶ電極シートのような導体からなる。電池のインダクタンスは、電池中の電流がそこを通過して流れる導体の寸法、形状、および／または数の結果である。これらの配置は、電流変化による導体回りの電磁場に影響する。導体の周辺で誘起される電磁場のエネルギーがより大きくなれば、導体を通して計測されるインダクタンスがより大きくなる。逆に、導体がより大きなインダクタンスを示す場合は、電池にまたは電池からモータのような負荷との間で電流が流れると、より大きな電磁場エネルギーがそれらの周囲に蓄積されている。

20

【0041】

様々な速度のドリルや他の道具での応用では、モータは、1秒間に多くの回数、パルスされる。これは、電気スイッチを用いて、電流がモータ中に流され、次にオフされることを意味する。図9は、例示のモータ（例えばパワーツール）で毎秒約4000回、どのように電流がパルスされるかを示す。電流を表すトレースは、上昇し、次に急速に低下する。パワーツールのモータコントローラは、毎秒数千回、電流をオンおよびオフする。モータに電流を流す導体周辺の磁場は、電流が流れる時間だけ存在する。電流がゼロになった時に、それもゼロになる。問題はこの磁場エネルギーが、熱のような他の形のエネルギーに変換されることである。

30

【0042】

モータコントローラが電池からの電流をオフにする場合、導体のスイッチが開いた場合であっても、導体周辺の磁場は電流が続くように発生する。この電流は、一般に抵抗のような消散的な要素で、熱として消散する。このさまよった磁場エネルギーを吸収するために設計された回路は、しばしばスナッパ（snubber）と呼ばれ、エネルギー源からの電流を急に遮断するパワー回路で一般に見られる。エネルギー源にインダクタンスを含むパワー回路のインダクタンスが大きくなるほど、スナッパにより消散されるのに必要なエネルギーも大きくなる。この消散されたエネルギーは、モータ速度制御回路中で生じる熱の原因である。スナッパが回路中に設けられなければ、他のパワースイッチング回路要素のようなどこかでエネルギーは消散される。この場合、エネルギーは消散されて熱に変換されて、負荷システムのスイッチングコントローラ内部に向かう。コントローラでどれだけエネルギーが消散されるかを定める他の要因は、それによって何回電流が中断されるかである。この蓄積された磁場エネルギーが磁場エネルギーから熱エネルギーに、より多くの回数変換されると、モータ速度制御回路の中でのより高い温度が見られる。

40

【0043】

50

それゆえに、より低いインダクタンスを有する電池は、電池からモータや他の負荷への電流を切り替えるスイッチングコントローラにより消散する熱を少なくする。そのような応用は、これらに限定されない速度変調パワーツール、シェイバ、遠隔制御モデル車、人や材料輸送のための電気推進システム、中断されないパワーシステム、および他のエネルギー源、即ち電池からの電流を制御するために電力供給デバイスのスイッチングを行うデバイスを含む。

【0044】

それぞれの電極上の複数のタブの適した配置（例えば、4～12のタブの配置）は、それぞれの電極の1つの端部での1つのタブの配置より、セルのレジスタンスとインダクタンスを十分に低減できることが見出された。1またはそれ以上の具体例では、コレクタタブは、隣り合う誘導電流のループが、反対の方向に流れるように配置される。タブは、電極シートのリーディングエッジから所定の距離に配置され、その後、電極シートの長さ方向に沿って均等に配置される。幾つかの具体例では、電極は、1～12の導電タブを含む。2つの電極は、異なる数のタブを有する。例えば、1の電極は、4つのタブを有し、他の電極は2つのタブを有する。図11Aおよび図11Bを参照して以下でより詳細に述べるように、電極のリーディングエッジから離れた第1タブの配置は、誘導電流の所望の低減を行い、これにより誘導磁場を低減させる。

【0045】

図10Aおよび図10Bは、従来の巻かれたセルのタブ位置と電流を示す。図10Aは、巻かれた端部から巻かれた電極を見た図である。図10Bは、従来の円筒状に巻かれたセルの巻かれていない電極の平面図である。この巻かれたセルでは、1つのタブ1000は、電極の端部に配置され、電流は1010の方向に流れる。セルが蓄電または放電される場合、電流は電極に沿って流れ、タブ1000から電極の長さに沿って下方に移動する。図10Aに示すように電極が巻かれた場合、電極に沿った電流は、反時計回りの方向1010に流れる。これにより、電極はコイルとして働き、コイルを流れる電流は、よく知られた「右手の法則」により、コイルの軸に沿って磁場を誘起する。これにより、巻かれたセルで比較的大きなインダクタンスとなる。アノードシートとカソードシートがこの従来の配置に従って円筒状のジェリーロールに巻かれた場合、2つのコイルが形成される。

【0046】

図11Aおよび図11Bは、本発明の1またはそれ以上の具体例にかかる巻かれた電池の、タブ位置および電流を示す。図11Aは、巻かれた端部から巻かれた電極を見た図である。図11Bは、巻かれた電池の巻かれていない電極の平面図である。このように、複数のタブ1100は電極に沿って配置され、それぞれの最も近いタブの位置に依存して、双方の方向（電極が巻かれた場合の、反時計回り1140および時計回り1120）に電流が流れる。幾つかの具体例では、タブ1100は、電極の長さに沿って、均等な間隔で配置される。タブ1100は、また、電極のリーディングエッジから距離1160で配置されてもよい。距離1160は、隣接するタブの間の間隔の約2分の1として選択される。それらの配置は、誘導電流（例えばループ）がジェリーロールの異なる層で、互いに反対に流れるようにする。この結果、電流の誘導磁場は実質的に互いに打ち消し合う。複数の導電性タブの位置は、電池中の誘導電流により発生する全磁場が、アノードシートまたはカソードシートのリーディングエッジに配置された1つの導電性タブを有する場合に比較して、少なくとも80%低減されるように選択される。この方法では、電池のインダクタンスは、十分に低くなる。

【0047】

1の具体例では、電極シートの端部に配置された1つのタブに比較して、4つのタブは十分に低いインダクタンスを表す。しかしながら、例えば12より多くのように、タブの数を増やすと、非常に限定されたインダクタンスの低減と、より高い製造コストとなる。幾つかの具体例では、4つより少ないタブで設計される。電極の中央の1つのタブは、同様の目的に使用でき、電極が1つのタブを端部に有する場合より、セルインダクタンスを小さくできる。幾つかの具体例では、電極は電極シートの50cm²から400cm²の

面積あたりに 1 つのタブを有する。

【 0 0 4 8 】

多くの例示的な円筒状に巻かれたセルは、以下に述べられる。それらのセルは、直径が 2 6 mm で長さが 6 5 mm であり、「2 6 6 5 0 サイズの」セルと呼ばれる。それらのセルは、4 つと 8 つのタブを有し、電極の長さに沿って均等に配置される。比較のために、商業的に入手できる、同じ容量の円筒状に巻かれたセルが準備された。全てのセルは、以下の 2 つの方法を用いて測定されたインダクタンスを有した。(1) Fluke PM6306 RCLメータ、および(2) Solartron 1250 周波数応答アナライザである。Solartron 1250 周波数応答アナライザを用いて、0. 0 2 5 マイクロ H の平均インダクタンスが、4 つのタブのセルで得られた。8 つのタブのセルは、0. 0 2 8 マイクロ H の平均インダクタンスを有した。これに対して、商業的に入手できる、1 つのタブの高電力セルでは、1 0 倍より大きな平均インダクタンスとなった。(以下の表 1 参照)。

【 0 0 4 9 】

表 1

セルタイプ	インストルメント: Fluke PM6306 RCL meter; 2.0 V AC excitation; zero trim set at each frequency						インダクタンス (マイクロH) インストルメント Solartron 1250 FRA, 5mV	タブの数
cell_ID	セルインダクタンス(マイクロH) at frequency, kHz (2.0V AC excitation)							
All cells: TX-C-1 26650s	1	4	10	25	50	100		
4a5	nm	0.03	0.05	0.01	0.02	0.03		4
3a1	nm	0.04	0.06	0.05	0.03	0.01		4
3a2	0.02	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02		4
3a3	nm	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03		4
4a1	nm	0.06	0.05	0.02	0.03	0.02	0.024	4
4a4	nm	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.026	4
4b6	nm	0.06	0.05	0.02	0.03	0.02	0.029	8
4b4	nm	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.026	8
Sony 18650VT		0.50				0.68	0.433	1
Sanyo 18650 LCO regular		0.45				0.61	0.330	1
Sony 18650VT		0.36				0.63	0.336	1
Valence 18650 IFR13N5		0.48				0.65	0.385	1

【 0 0 5 0 】

図 1 2 および図 1 3 は、異なるインダクタンスを有する 2 つの異なる電池が、適用内では異なるエネルギー消散レベルを示すかを示す。図 1 2 は、高インダクタンス電池の、電圧 1 2 0 0 と電流 1 2 1 0 の波形を示す。コントローラがオフになり、電流トレース 1 2 1 0 が下がり始めた時点で、電流 1 2 0 0 が上昇することに注意すべきである。上昇する電圧は、それを消散させるために制御回路に磁場が導入された起電力の測定である。より多くの消散させるエネルギー(それゆえに、より高いインダクタンス)であれば、より高くこの電圧が上昇する。スイッチがターンオフした後の、この電圧と電流の増倍は、使用できない熱として消散した正確なエネルギーを示す。それで、より高い電圧は、より高いエネルギーの消散を示す。

【 0 0 5 1 】

図 1 3 では、4 つまたは 8 つの適切に配置されたタブを含む低インダクタンスの電池が、電流 1 3 1 0 がゼロの低下した場合に、電圧スパイク 1 3 0 0 がより小さくなるのを示す。この低くなったスパイクは、図 1 2 で示された実験で使用されたより高いインダクタンスの電池の場合に比べて、電力制御回路の内部で消散されるエネルギーの量がより小さくなることを示す。

【 0 0 5 2 】

図 7 A で検討したように、巻かれたセルの表面の特定の領域(例えば 9 0 度の四分円)内に整列されるように、タブの位置は選択できる。タブが均等な間隔で電極の長さ方向に配置されるようなタブの位置の選択は、巻かれたセルのレジスタンスとインダクタンスを更に低減する。

【 0 0 5 3 】

図1および図7Bに示すように、絶縁性ディスク(3)は、電流収集タブ(61)、(62)、(63)、(64)が、逆極性の電極と接触するのを防止し、これにより短絡を避ける。絶縁性ディスク(3)は、ポリオレフィン、ポリブチレン、ポリエステル、フェノールフォルムアルデヒドレジン、およびペルフルオロアルコキシ(perfluoroalkoxy)のようなフロロポリマーからなるポリマーディスク、または他のタイプの電気絶縁性材料から形成される。絶縁体(3)は、複数のスロット(702)を有し、電流収集タブ(61)、(62)、(63)、(64)がそこを通る。ジェリーロールセルを螺旋状に巻いた後の、電流収集タブ(61)、(62)、(63)、(64)の相対位置は、電極シートの厚さの僅かなバラツキにより十分に変化するため、スロット(702)は、タブを収容するために(即ち、そこを通るように)長さが変化する。幾つかの具体例では、図1および図7Bに示すように、約90~120度の間隔を有する円弧状に配置されたスロット(702)が、絶縁性ディスク(3)の上で使用される。タブの位置は、タブが絶縁性ディスク上のスロットの1つと整列するように選択される。円弧の長さ、例えば約90~120度は、ジェリーロールの端面の選択された環状領域中にタブを配置し、一方タブ位置の変化をもたらす電極層の厚さの僅かな変化を収容する。

【0054】

1またはそれ以上の具体例では、電極シートは5つまたはそれより多い、例えば8つまたはそれ以上のタブを含む。電流収集タブの数が増加すると、巻いた後にジェリーロールの端面に沿った狭い円弧中に配置される、電極シートの長さに沿ったタブの配置がより困難になる。例えば、電極層の厚さの僅かな変化と最適な電流運搬特性のためのタブの所望の配置は、タブ位置が、ジェリーロールの端面で完全な環状形状に拡がったタブ配置となる。より間隔の離れたタブは、より多くのスロット(702)と、絶縁性ディスク(3)上でより環状に拡がった少なくとも1つのスロットを必要とする。環状のリング形状のスロットまたは他の設計が用いられるが、そのような絶縁体の製造および/または組立は困難である。より大きな円弧幅では、より多くのスロットを備えることが必要となり、スロットが配置される絶縁性の端キャップが狭い絶縁性ブリッジで互いに分離されるようになり、機械的に弱く、歪み、短絡の可能性が高くなる。

【0055】

本発明の1またはそれ以上の具体例では、タブ絶縁性缶は、2またはそれ以上の同軸配置された環状の絶縁性部材を含み、それぞれの絶縁性の環状部材は、タブを収容する少なくとも1つのスロットを含む。絶縁部材の相対的な角度位置は、多くの数(例えば4またはそれ以上)の電流収集タブを容易に収容できるように、電池セルの組立中に調整できる。1またはそれ以上の具体例では、絶縁性の環状部材は、例えば120度より大きく、または約180度までの範囲の、環状の拡がりを含むスロットを含み。絶縁性部材は、入れ子状(nested)の環状リングとして配置されても良い。1またはそれ以上の具体例では、入れ子状の環状のリングは、円弧形状のスロットが4またはそれ以上のタブを収容するように調整される。

【0056】

図14は、本発明の1またはそれ以上の具体例にかかるタブ絶縁体の平面図である。絶縁体は、6つのスロットを有するように示されるが、これは例示目的で記載されたものであり、他の数のスロットも使用できることを理解すべきである。それぞれの絶縁性部材上のスロット数は、同じまたは異なり、一般には、最小で4つから、8つまたはそれ以上までの範囲である。示されるように、タブ絶縁体(1400)は、第1の絶縁性部材(1402)および第2の絶縁性部材(1412)を有しても良い。第1および第2の絶縁性部材は、異なる寸法であり、より小さな部材は、より大きな部材の中に入れ子状に配置される。絶縁性部材(1412)より大きさが小さい絶縁性部材(1402)は、電池セルの電流収集タブ(図示せず)をその上に収容するように配置された複数の円弧形状のスロット(1406a)、(1406b)、(1406c)を有しても良い。同様に、絶縁性部材(1412)は、追加の電流収集タブ(図示せず)を収容するための複数の円弧形状のスロット(1416a)、(1416b)、(1416c)を有しても良い。部材(14

02)、(1412)は、それぞれポリオレフィン、ポリブチレン、ポリエステル、フェノールフォルムアルデヒドレジン、およびペルフルオロアルコキシ(perfluoroalkoxy)のようなフロロポリマーまたは他の好適な絶縁性材料のような、電氣的に絶縁性の材料から形成される。絶縁体(1400)は、ダイカッティング、射出成形、または他の好適な技術で作製できる。

【0057】

6つのスロット(1406a)、(1406b)、(1406c)、(1416a)、(1416b)、(1416c)のそれぞれは、1またはそれ以上の電流収集タブ(図示せず)を収容するのに用いられる。加えて、絶縁性部材(1412)は、部材(1412)の外部エッジ(1413)に沿って配置された1またはそれ以上のタブのための絶縁を提供し、絶縁性部材(1402)は、また、部材(1402)の外部エッジ(1405)に沿って配置された1またはそれ以上のタブのための絶縁を提供する。インシュレータ(1400)は、それゆえに、例えば6、7、8またはそれ以上のような複数の電流収集タブを収容する。絶縁部材(1412)は、その中央に開口部(1414)を有する。電池として使用する場合、2つの絶縁性部材(1402)、(1412)は同心円状には位置され、同心円状に配置された内部および外部の絶縁性部材は、絶縁性部材(1402)の上のスロット(1406a)、(1406b)、(1406c)と、絶縁性部材(1412)の上のスロット(1416a)、(1416b)、(1416c)とを通るタブ(図示せず)が整列する。タブは、絶縁性部材(1402)の開口部(1414)を通ってもよい。絶縁性部材(1402)は中央に開口部(1404)を有し、電池セルのステム(例えば図4Bに示されるステム(45a))がそこを通っても良い。

【0058】

例えば、スロットは約0.5mm~2.0mmの幅で、約120~180度の角度距離(スパン)を有しても良い。約32mmの直径の円筒状のセルでは、内方部材は、例えば3~10mmの内部直径と18~25mmの外部直径とを有する。外方部材は、例えば16~25mmの内部直径と30~31.5mmの外部直径とを有する。外方部材の内部直径を、内方部材の外部直径より小さくすることが有用であるが、重なる必要な無い。第1および第2の部材は、完全な円である必要は無い。1またはそれ以上の具体例では、軸からの半径が増加するスロットが、環状部材の対向する領域に配置される。このように、中心軸から最も遠くと2番目に遠くに(最大と2番目に大きい半径で)配置されたスロット(1416a)、(1416b)は、第2の環状部材の対向する領域に配置される。対向する位置は、隣接するスロット間の絶縁領域を最大にし、機械的安定性と絶縁容量を最大にする。

【0059】

図15は、図14に示された、組み立てられた絶縁体(1400)の上面図である。図14では、2つの絶縁性部材(1402)、(1412)が同心円に配置され、スロット(1406a)、(1406b)、(1406c)を有する、より小さい絶縁性部材(1402)が、より大きな第2の絶縁性部材(1412)の開口部(1414)内に配置される。電池セルの電流収集タブ(1502)は、スロット(1406a)、(1406b)、(1406c)、(1416a)、(1416b)、(1416c)を通り、図示するように、電池セルの中心に向かって曲げられる。電流収集タブは、90~120度の領域内になるように強制されるものではない。

【0060】

この絶縁性端キャップの1つの特長は、絶縁性部材(1402)、(1412)の環状位置が、互いに、十分に变化するタブ位置を収容できるように、電池セルの組立中に調整可能であることである。例えば、タブ絶縁体(1400)では、電池セルの電極シートを螺旋状に巻いた後に、電池セルの中央近くに配置されたタブが、絶縁性部材(1402)のスロット(1406a)、(1406b)、(1406c)を通るように適用される。この時点で、電池セルの中央から離れて配置されたタブが、絶縁性部材(1412)のスロット(1416a)、(1416b)、(1416c)を通して容易に適用されるよう

に、第2の絶縁性部材(1412)の角度位置が調整される。1の具体例では、1またはそれ以上のスロット(1406a)、(1406b)、(1406c)、(1416a)、(1416b)、(1416c)が、約120度の角度距離を有し、相対的なタブ位置の大きなバラツキを収容できる。

【0061】

図16は、本発明の他の具体例にかかる絶縁体の設計を示す。図のように、絶縁体(1600)は、絶縁性部材(1602)、(1612)を含む。部材(1602)は、スロット(1604a)、(1604b)、(1604c)、(1604d)、(1604e)を有し、部材(1612)は、スロット(1614a)、(1614b)を有する。絶縁性部材(1602)は、例えば、約30mm~31.5mmの直径と、約28mm~25mmの直径の開口部(1606)を有する。スロット(1604a)、(1604b)、(1604c)、(1604d)、(1604e)は、例えば、約0.5mmの幅であり、約120度の角度距離を有する。スロット(1604a)、(1604b)、(1604c)、(1604d)、(1604e)の半径は、それぞれ、例えば、約9.5mm~10mm、10.9mm~11.4mm、12.4mm~12.9mm、13.4mm~13.9mm、14.5mm~15mmである。それぞれのスロットの半径位置は、対応するタブの半径位置に一致することを意図する。幾つかの具体例では、タブはそれぞれの電極上で均等な間隔で、最も有効の電極を使用するために、インピーダンスと電流密度の傾斜を最初にする。この場合、巻いた後のタブのおおよその半径位置が予想でき、タブを収容するようにスロットが配置される。それぞれのスロットの形状は、完全な環状である必要はなく、例えば螺旋の一部のような形状で、円弧の半径が円弧の長さで変化しても良い。

【0062】

部材(1612)は完全な円である必要はない。例えば、部材(1612)の下部半分が約9.5mmの半円であり、上部半分は約12mmの半円である。この設計では部材(1612)が部材(1612)と同軸に配置された場合、タブは部材(1612)、(1602)を通り、部材(1612)の下部半分の外部エッジに乗ることができる。スロット(1614a)、(1614b)は、また約0.5mmの幅であり、例えば、約90度の角度距離を有する。スロットの角度距離は、互いのタブ位置の予想される角度バラツキに基づいて設計される。巻いた後に、外方のタブよりも内方のタブが、最も内方のタブに比べて位置のバラツキがより小さいと予想される場合、内方のスロットの角度距離は、外方のスロットの角度距離より小さくても良い。スロット(1614a)、(1614b)は、例えば、それぞれ中心から約5.6~6.1mmおよび7.85~8.35mmに配置される。スロット(1614a)、(1614b)は、絶縁性部材(1612)の同じ四分円に配置する必要はない。タブ絶縁体(1600)は、7またはそれ以上の電流収集タブを収容しても良い。

【0063】

図17は、絶縁体の外方部材(1702)の斜視図である。部材(1702)はスロット(1708)と、中心の開口部(1704)とを有する。加えて、部材(1702)は、1またはそれ以上の「タブライザ(tab riser)」と呼ばれるリブ突出部(1706)や、円筒状の垂直側壁(1710)のような3次元(3D)の特長を有する。タブライザ(1706)は、例えば円弧形状でスロット(1708)に並んで配置される。ライザ(1706)は部材(1702)の外部表面から突出し、タブの曲げを容易にする。円筒状の側壁(1710)は、部材(1702)の周囲から延びて、電流収集タブとの接触からセル缶を保護する。組み立てられた場合、円筒状の側壁は、ジェリーロールから離れて配置される。それらの3D特性は、射出成形や他の好適な製造技術を用いて形成できる。

【0064】

図18は、より大きな(外方の)部材(1802)と、より小さな(内方の)部材(1812)を有する絶縁体(1800)の斜視図である。部材(1802)、(1812)はその上に配置されたスロット(1804)を有する。部材(1802)は、円筒状の側

壁（１８０６）を有する。部材（１８０２）、（１８１２）の一方または双方は、追加の３Ｄ特性（図示せず）を有し、電池セルを組み立てた後に、２つの部材（１８０２）、（１８１２）が互いに同軸となるのを確実にしても良い。例えば、円弧形状のリッジ（図示せず）が内方の部材（１８１２）上のサイドスロット（１８０４ａ）に沿って配置され、部材（１８０２）が下げられた場合に、内方の部材（１８１２）上のリッジが、外方の部材（１８０２）の開口部（１８１４）のエッジ（１８１６）と一致し、これに乗る。この方法で、内方の部材（１８１２）は、外方の部材（１８０２）と入れ子上に重なり、それゆえに、組立後に、外方部材（１８０２）と同軸にできる。

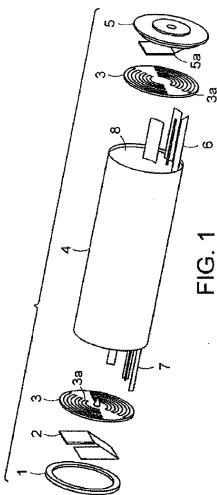
【００６５】

上述のタブ絶縁体の例は、１または２つの部材のみを有するが、本発明の具体例は、３またはそれ以上の部材を有するタブ絶縁体を含む。それらの部材はタブを収容するためのスロットを有し、同軸に配置されても良い。部材は、電池セルの組立中に、その環状の方向について柔軟に調整でき、電流収集タブの変化する位置を収容する。１またはそれ以上の具体例では、２またはそれ以上の部材を有する絶縁体は、７つより多い電流収集タブを収容するために使用される。

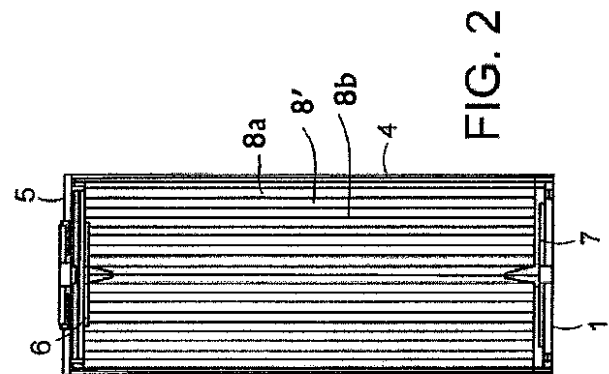
【００６６】

本発明は、先の例示された具体例に記載され示されているが、この説明は例示として行われ、本発明の手段の詳細について多くの変形が本発明の精神や範囲から離れることなく行うことができ、本発明は以下の請求の範囲によってのみ限定されることを理解すべきである。開示された具体例の特長は、本発明の範囲や精神の範囲内で、様々な方法で組み合わせ再配置することができる。

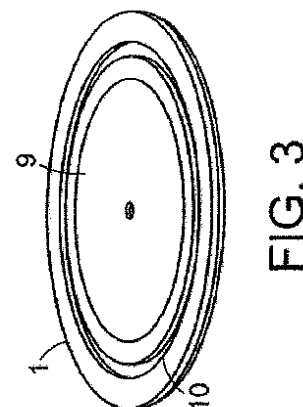
【図１】



【図２】



【図３】



【図 4 A】

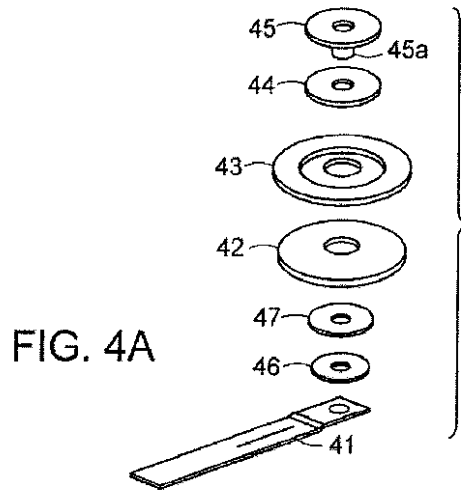


FIG. 4A

【図 4 C】

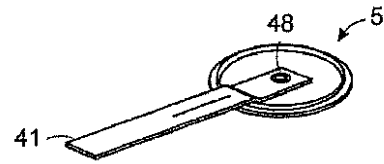


FIG. 4C

【図 4 B】

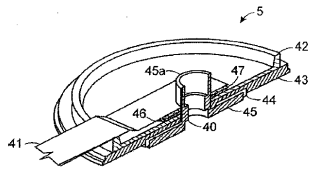


FIG. 4B

【図 5 A】

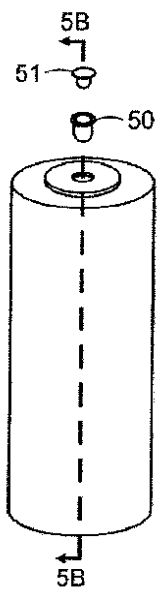


FIG. 5A

【図 5 B】

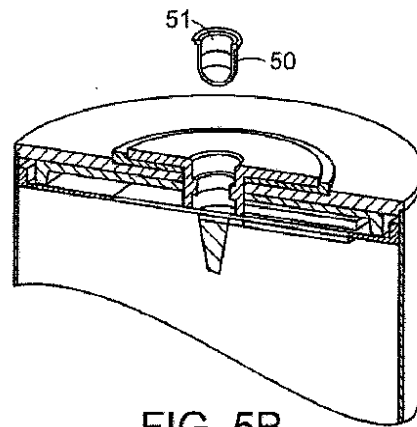
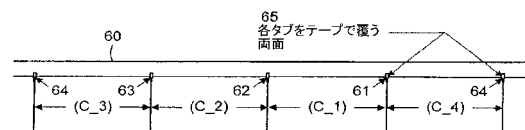


FIG. 5B

【図 6 A】



【図 6 B】

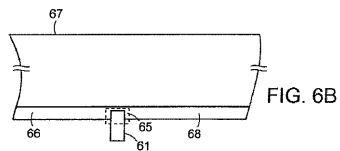
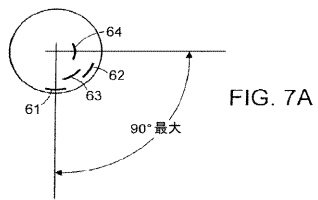
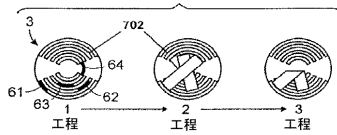


FIG. 6B

【図 7 A】



【図 7 B】



【図 8】

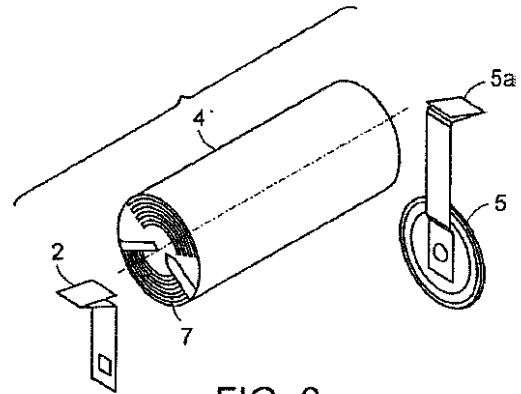
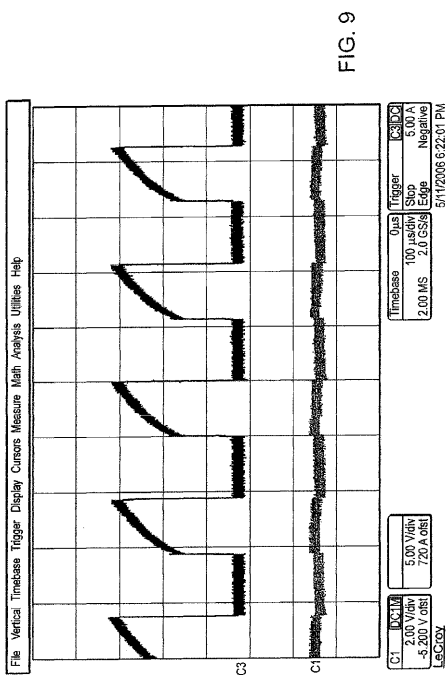


FIG. 8

【図 9】



【図 10 A】

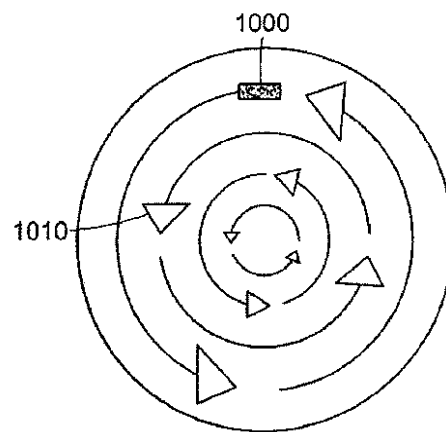


FIG. 10A

【図 10 B】

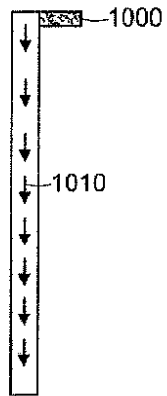


FIG. 10B

【図 11 A】

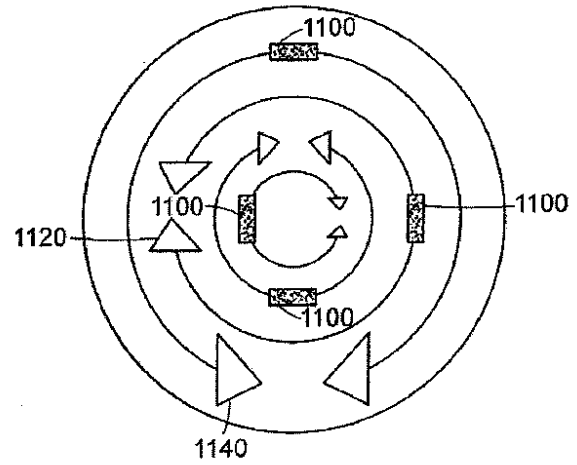


FIG. 11A

【図 11 B】

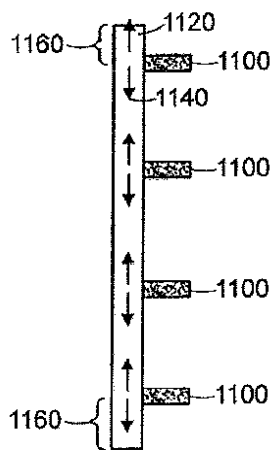


FIG. 11B

【図 12】

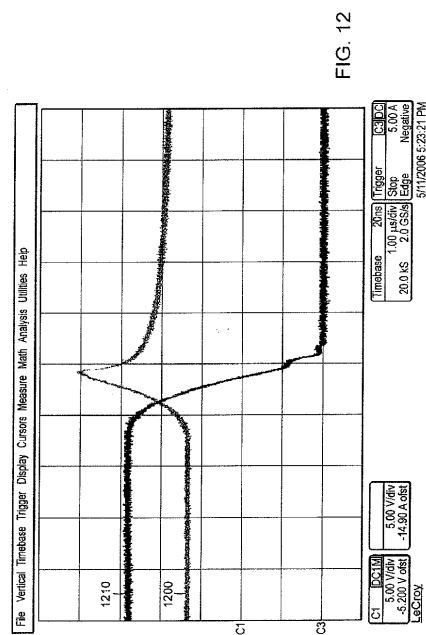
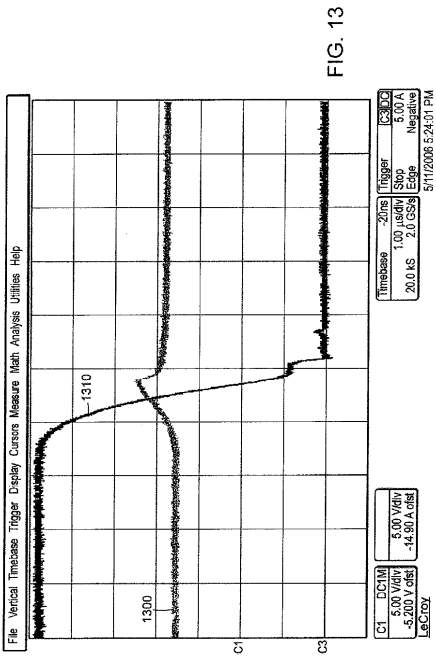
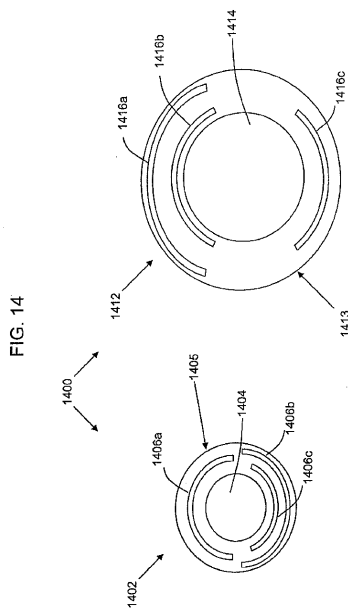


FIG. 12

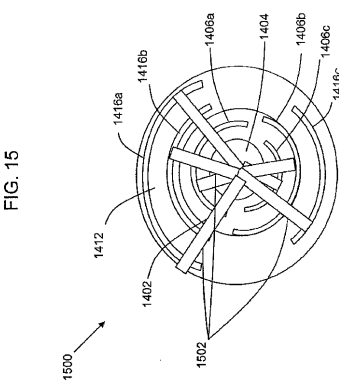
【 図 1 3 】



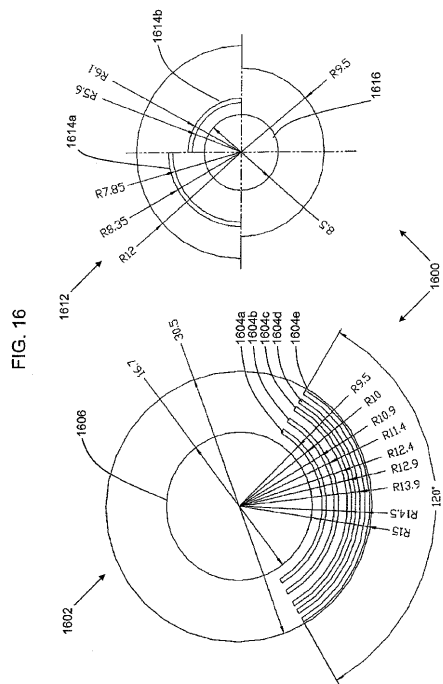
【 図 1 4 】



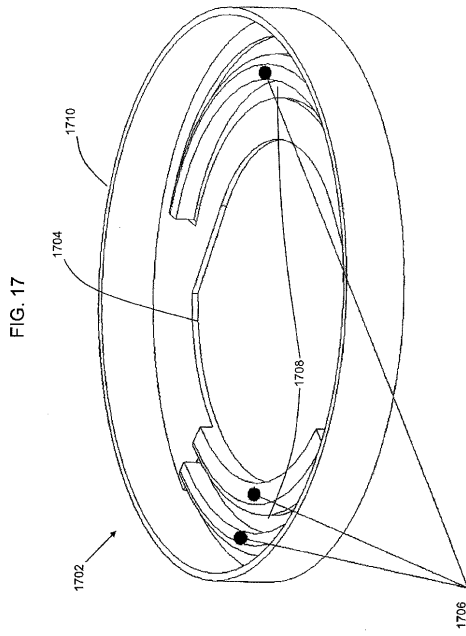
【図 15】



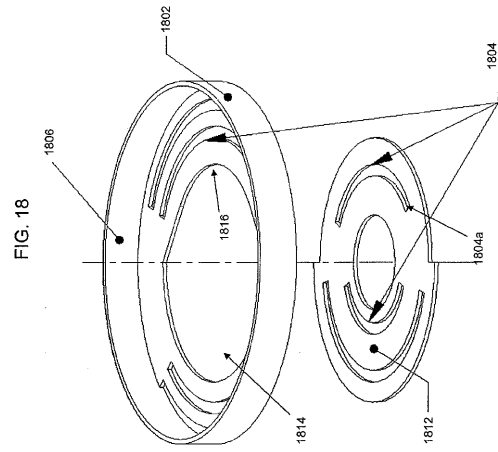
【 図 1 6 】



【図 17】



【図 18】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 08/71041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H01M 14/00 (2008.04) USPC - 429/3 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) USPC - 429/3		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC ? 429/3, 94		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST(USPT,PGPB,EPAB,JPAB); DialogPRO(Engineering); Google Scholar Search Terms: battery, cell, anode, cathode, membrane, current collector, tab, rib, ridge, arc		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007028152 A2 (Myerberg et al.) 08 Mar 2007 (08.03.2007), entire document especially para [0047], [0049], [0058], [0090]-[0091], [0094], [0077], [0078], [0081], [0089]-[0092], [0056]-[0058], [0096]	1-20
A	US 2006/0210657 A1 (Frank et al.) 21 Sep 2006 (21.09.2006), entire document	1-20
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐		
* 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 September 2008 (22.09.2008)		Date of mailing of the international search report 29 SEP 2008
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ウィリアム・エイチ・ガードナー

アメリカ合衆国 0 2 7 1 7 マサチューセッツ州 イースト・フリータウン、ベティ・スプリング・ロード 3 番

(72)発明者 チャン・グレース・スン

アメリカ合衆国 0 2 4 7 2 マサチューセッツ州 ウォータータウン、アパートメント 2-4、リバーサイド・ストリート 1 2 番

Fターム(参考) 5H043 EA06 EA35 GA22 GA24 HA02E JA01 JA02 JA03 JA06E JA08E
JA11 JA12 LA23