(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5802607号
(P5802607)
(45)発行日　平成27年10月28日(2015.10.28)　(24)登録日　平成27年9月4日(2015.9.4)

(51)Int.Cl.　F I
H01M 10/0587 (2010.01)　H01M 10/0587
H01M 10/0566 (2010.01)　H01M 10/0566
H01M 10/052 (2010.01)　H01M 10/052

請求項の数 3　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2012-110998 (P2012-110998)
(22)出願日　平成24年5月14日 (2012.5.14)
(65)公開番号　特開2013-239313 (P2013-239313A)
(43)公開日　平成25年11月28日 (2013.11.28)
審査請求日　平成26年9月16日 (2014.9.16)

(73)特許権者　509186579
日立オートモティブシステムズ株式会社
茨城県ひたちなか市高場２５２０番地
(74)代理人　100084412
弁理士　永井　冬紀
(72)発明者　八木　陽心
茨城県ひたちなか市稲田１４１０番地　日立ビークルエナジー株式会社内

審査官　山下　裕久

(56)参考文献　特開２００４－３１９４４９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１２／００４８８６（ＷＯ，Ａ１）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】リチウムイオン角形二次電池

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
軸芯の周囲に、正極電極と負極電極とがセパレータを介して捲回され、扁平直方体状に形成された発電要素と、
前記発電要素が収容され、電解液が注入された電池容器と、を備え、
前記発電要素は、一対の平面部と、前記平面部の両側部に設けられた円弧部とにより扁平直方体状に形成された軸芯部を有し、前記軸芯部と前記軸芯との間には、少なくとも前記平面部と前記各円弧部との境界面に跨る領域を有する空隙部が設けられており、
前記発電要素の前記軸芯部は、前記発電要素の捲回方向である幅方向の長さが、前記軸芯の幅方向における長さよりも大きく形成され、前記空隙部は、前記軸芯部における前記各円弧部の幅方向の端部と前記軸芯の両側部の各先端部との間に設けられており、
前記軸芯の捲回方向における両側部は、それぞれ、円弧状に形成され、かつ、前記各円弧状の側部の幅方向における先端部は、前記軸芯部の前記平面部と前記各円弧部との境界面よりも内方に位置していることを特徴とするリチウムイオン角形二次電池。
【請求項２】
軸芯の周囲に、正極電極と負極電極とがセパレータを介して捲回され、扁平直方体状に形成された発電要素と、
前記発電要素が収容され、電解液が注入された電池容器と、を備え、
前記発電要素は、一対の平面部と、前記平面部の両側部に設けられた円弧部とにより扁平直方体状に形成された軸芯部を有し、前記軸芯部と前記軸芯との間には、少なくとも前

記平面部と前記各円弧部との境界面に跨る領域を有する空隙部が設けられており、
前記軸芯の捲回方向における両側部は、それぞれ、先細に形成され、前記先細の先端部は、前記平面部と前記各円弧部との境界面よりも軸方向において外側に張り出していることを特徴とするリチウムイオン角形二次電池。
【請求項３】
請求項２に記載のリチウムイオン角形二次電池において、前記軸芯の捲回方向における両側部の前記各先端部は、前記軸芯部の前記円弧部に接していることを特徴とするリチウムイオン角形二次電池。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、リチウムイオン角形二次電池に関し、より詳細には、軸芯の周囲に正・負極電極が捲回された扁平直方体状の発電要素を備えるリチウムイオン角形二次電池に関する。
【背景技術】
【０００２】
リチウムイオン角形二次電池は、正・負極電極が捲回された扁平直方体状の発電要素を備えている。
発電要素は、充放電の際のリチウムイオンの吸蔵・脱離により、正・負極電極が膨張・収縮する。発電要素が膨張すると、電池容器を押し広げ、電池容器の中央部が膨らむ。電池容器の膨らみは、電池収容スペースの拡大が必要となるため、電池容器の膨らみを緩和する対策が講じられている。
【０００３】
そのような発電要素の作製方法の一例を以下に示す。先ず、円柱状の軸芯の周囲に、正・負極電極を所定の巻数回、捲回し、内周捲回体を形成する。この状態では、正・負極電極は、内周捲回体の最外周から、シート状に延出されている。次に、内周捲回体の外周に、軸芯より小径の円柱状スペーサを配置する。次に、内周捲回体の最外周から延出されている正・負極電極を、円柱状スペーサと内周捲回体の両方に跨るように捲回し、外周捲回体を形成する。次に、円柱状の軸芯を内周捲回体から引き抜いて、内周捲回体の捲回の中心部に円筒状の空隙部を形成する。
【０００４】
次に、内周捲回体と外周捲回体をプレスし、扁平直方体状の発電要素を形成する。そして、最後に、円柱状スペーサを引き抜く。
このようにすることで、内周捲回体と、外周捲回体との間に、円柱状スペーサの径と同じ厚さの空隙部を有する発電要素が形成される（例えば、特許文献１参照）。この空隙部により、発電要素の膨張が緩和される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００３－１５７８８８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
上記特許文献１に記載された発明では、内周捲回体と外周捲回体との間に、円柱状スペーサの径と同じ厚さの空隙を有する空隙部が形成される。このため、内周捲回体は、この空隙分、充放電面積が小さくなり、充放電の総容量が低下する。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明のリチウムイオン角形二次電池は、軸芯の周囲に、正極電極と負極電極とがセパレータを介して捲回され、扁平直方体状に形成された発電要素と、発電要素が収容され、

電解液が注入された電池容器と、を備え、発電要素は、一対の平面部と、平面部の両側部に設けられた円弧部とにより扁平直方体状に形成された軸芯部を有し、軸芯部と軸芯との間には、少なくとも平面部と各円弧部との境界面に跨る領域を有する空隙部が設けられており、発電要素の軸芯部は、発電要素の捲回方向である幅方向の長さが、軸芯の幅方向における長さよりも大きく形成され、空隙部は、軸芯部における各円弧部の幅方向の端部と軸芯の両側部の各先端部との間に設けられており、軸芯の捲回方向における両側部は、それぞれ、円弧状に形成され、かつ、各円弧状の側部の幅方向における先端部は、軸芯部の平面部と各円弧部との境界面よりも内方に位置していることを特徴とする。

また、本発明のリチウムイオン角形二次電池は、軸芯の周囲に、正極電極と負極電極とがセパレータを介して捲回され、扁平直方体状に形成された発電要素と、発電要素が収容され、電解液が注入された電池容器と、を備え、発電要素は、一対の平面部と、平面部の両側部に設けられた円弧部とにより扁平直方体状に形成された軸芯部を有し、軸芯部と軸芯との間には、少なくとも平面部と各円弧部との境界面に跨る領域を有する空隙部が設けられており、軸芯の捲回方向における両側部は、それぞれ、先細に形成され、先細の先端部は、平面部と各円弧部との境界面よりも軸方向において外側に張り出していることを特徴とする。

【発明の効果】

【０００８】

この発明のリチウムイオン角形二次電池によれば、空隙となる領域が縮減されるので、総容量をほとんど低下することなく、電池容器の膨れを緩和することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本発明に係るリチウムイオン角形二次電池の一実施の形態の外観斜視図。

【図２】図１に示されたリチウムイオン角形二次電池の分解斜視図。

【図３】図２に図示された発電要素を、その捲回終端部側を展開した状態の斜視図。

【図４】図３に図示された発電要素の拡大断面図。

【図５】（ａ）は発電要素の軸芯の取付け状態を示す断面図、（ｂ）は図５（ａ）の領域Ｖｂの拡大図。

【図６】実施形態１の発電要素を作製する方法の説明するための図であり、発電要素の軸芯部に空隙部を形成する前の状態を示す断面図。

【図７】発電要素の軸芯部に空隙部を形成する方法を説明するための模式的平面図。

【図８】従来の角形二次電池における電池容器の膨れを説明するための模式的断面図であり、（ａ）は充電前の図、（ｂ）は充電後の図。

【図９】本発明の一実施の形態における電池容器の膨れを説明するための模式的断面図であり、（ａ）は充電前の図、（ｂ）は充電後の図。

【図１０】本発明の実施形態２を示し、（ａ）は発電要素の軸芯の取付け状態を示す断面図、（ｂ）は図１０（ａ）の領域Ｘｂの拡大図。

【図１１】実施形態２の発電要素を作製する方法の説明するための図であり、発電要素の軸芯部に空隙部を形成する前の状態を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

-実施形態１-

［角形二次電池の全体構造］

以下、この発明のリチウムイオン角形二次電池の一実施形態を図面と共に説明する。

図１は、この発明のリチウムイオン角形二次電池の一実施の形態を示す外観斜視図であり、図２は、図１に示された角形二次電池の分解斜視図である。

リチウムイオン角形二次電池（以下、角形二次電池という）１は、電池蓋３および電池缶４とから構成される薄型のほぼ直方体形状の電池容器２内に、発電要素４０が収容され、図示はしないが非水電解液が注入されて構成されている。電池蓋３および電池缶４は、

例えば、アルミニウムまたはアルミニウム合金等のアルミニウム系金属により形成されている。

【００１１】

電池蓋３の中央部には、非水電解液を注入するための注液口１１が設けられている。注液口１１は、電解液注入後に注液栓１５により封口される。注液栓１５は、例えば、レーザ溶接によって電池蓋３の注液口１１の周縁部に接合される。

また、電池蓋３には、過充電等により内部圧力が上昇した際に、圧力を抜くための開裂弁１２が設けられている。開裂弁１２には、開裂用の溝１２ａが形成されている。

なお、本明細書においては、各図に図示されるように、角形二次電池１の幅方向をＸ方向、高さ方向をＹ方向、厚さ方向をＺ方向として説明する。

【００１２】

電池缶４内に注入される非水電解液としては、例えば、エチレンカーボネートとジメチルカーボネートとを体積比で１：２の割合で混合した混合溶液中へ六フッ化リン酸リチウム（ＬｉＰＦ６）を１モル／リットルの濃度で溶解したものを用いることができる。

有機溶媒としては、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート、１，２－ジメトキシエタン、１，２－ジエトキシエタン、γ－ブチロラクトン、テトラヒドロフラン、１，３－ジオキソラン、４－メチル－１，３－ジオキソラン、ジエチルエーテル、スルホラン、メチルスルホラン、アセトニトリル、プロピオニトニル等またはこれら２種類以上の混合溶媒を用いるようにしてもよく、混合配合比についても限定されるものではない。また、電解質としては、$LiClO_4$、$LiAsF_6$、$LiBF_4$、$LiB(C_6H_5)_4$、CH_3SO_3Li、CF_3SO_3Li等やこれらの混合物を用いることができる。したがって、一般的なリチウム塩を電解質とし、これを有機溶媒に溶解した非水電解液を用いるようにすればよく、本発明に用いられるリチウム塩や有機溶媒は特に制限されない。

【００１３】

電池蓋３には、正極側の端子構成部６０と負極側の端子構成部７０とが設けられている。

正極側の端子構成部６０は、外部正極端子６１、正極接続端子６２、正極端子板６３、絶縁部材６４および正極集電板２１を備えている。

正極集電板２１は、発電要素４０の正極電極４１（図３）に接合される接合部２１ａを有している。正極集電板２１は、電池蓋３の裏面側において、正極接続端子６２の下端部にかしめられている。正極接続端子６２は、電池蓋３に形成された貫通孔に挿通され、その上端部が電池蓋３の外部に露出されている。正極接続端子６２の上端部には、電池蓋３の上面に固定された正極端子板６３がかしめられている。

【００１４】

絶縁部材６４は、正極端子板６３と電池蓋３との間に設けられ、正極端子板６３と電池蓋３とを絶縁する。絶縁部材６４は、また、電池蓋３の貫通孔と正極接続端子６２との間に介装されるリング状部を有し、電池蓋３と正極接続端子６２とを絶縁する。外部正極端子６１は、絶縁部材６４上に固定される基部（図示せず）を有し、軸部が正極端子板６３に設けられた貫通孔を貫通して、電池蓋３上に突き出している。

このように、外部正極端子６１、正極接続端子６２、正極端子板６３および正極集電板２１は、絶縁部材６４により電池蓋３とは電気的に絶縁された状態で、相互に電気的に接続されている。外部正極端子６１、正極接続端子６２、正極端子板６３および正極集電板２１は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金等のアルミニウム系金属により形成されている。

【００１５】

負極側の端子構成部７０は、外部負極端子７１、負極接続端子７２、負極端子板７３、絶縁部材７４および負極集電板２２を備えている。

負極集電板２２は、発電要素４０の負極電極４２（図３）に接合される接合部２２ａを有している。負極集電板２２は、電池蓋３の裏面側において、負極接続端子７２の下端部

にかしめられている。負極接続端子７２は、電池蓋３に形成された貫通孔に挿通され、その上端部が電池蓋３の外部に露出されている。負極接続端子７２の上端部には、電池蓋３の上面に固定された負極端子板７３がかしめられている。

【００１６】

絶縁部材７４は、負極端子板７３と電池蓋３との間に設けられ、負極端子板７３と電池蓋３とを絶縁する。絶縁部材７４は、また、電池蓋３の貫通孔と負極接続端子７２との間に介装されるリング状部を有し、電池蓋３と負極接続端子７２とを絶縁する。外部負極端子７１は、絶縁部材７４上に固定される基部（図示せず）を有し、軸部が負極端子板７３に設けられた貫通孔を貫通して、電池蓋３上に突き出している。

このように、外部負極端子７１、負極接続端子７２、負極端子板７３および負極集電板２２は、絶縁部材７４により電池蓋３とは電気的に絶縁された状態で、相互に電気的に接続されている。外部負極端子７１、負極接続端子７２、負極端子板７３および負極集電板２２は、例えば、銅、銅合金等の銅系金属により形成されている。

【００１７】

発電要素４０は、正極側では、捲回により積層状態とされた正極合剤未塗工部４１ｃ（図３）が正極集電板２１の接合部２１ａに接合され、負極側では、捲回により積層状態とされた負極合剤未塗工部４２ｃ（図３）が負極集電板２２の接合部２２ａに接合される。接合は、例えば、超音波溶接等により行われ、これにより、正極側の端子構成部６０、負極側の端子構成部７０と発電要素４０とが、電池蓋３に一体化された電池蓋・発電要素ユニットが形成される。

【００１８】

電池缶４は、電池蓋３側に開口部を有する薄箱型に形成されている。電池缶４には、絶縁袋５が収納されている。絶縁袋５の電池蓋３側には開口部５ａが形成されている。

発電要素４０は、電池蓋３に一体化された電池蓋・発電要素ユニットの状態で、絶縁袋５の開口部５ａから、絶縁袋５内に収容される。電池缶４の開口部は、電池蓋３により、その開口部が閉塞される。電池蓋３の周縁部３ａは薄肉とされており、この周縁部３ａを電池缶４の開口部の周縁部に嵌合した状態で、例えば、レーザ溶接によって電池缶４に接合され、外部に対し密封構造とされる。

【００１９】

図３は、図２に図示された発電要素の詳細を説明するための斜視図であり、図４は、図３に図示された発電要素の拡大断面図である。なお、図３においては、発電要素４０の捲回終端部側を展開した状態として示している。

発電要素４０は、正極電極４１と負極電極４２とを、第１、第２のセパレータ４３、４４を介在して軸芯３０の周りに捲回して、扁平直方体状に形成されたものである。

正極電極４１は、例えば、アルミニウムまたはアルミニウム合金等のアルミニウム系金属からなる正極金属シート４１ａの表裏両面に正極合剤が塗工された正極合剤塗工部４１ｂを有する。正極合剤塗工部４１ｂは、正極金属シート４１ａの一側縁に、正極金属シート４１ａが露出された正極合剤未塗工部４１ｃが形成されるように正極金属シート４１ａに正極合剤を塗工して形成される。

負極電極４２は、例えば、銅または銅合金等の銅系金属からなる負極金属シート４２ａの表裏両面に負極合剤が塗工された負極合剤塗工部４２ｂを有する。負極合剤塗工部４２ｂは、負極合剤未塗工部４２ｃが配置された側縁と対向する側縁である他側縁に、負極金属シート４２ａが露出された負極合剤未塗工部４２ｃが形成されるように負極金属シート４２ａに負極合剤を塗工して形成される。

【００２０】

正極合剤塗工部４１ｂは、正極活物質としてリチウム含有複合酸化物粉末と、導電材として鱗片状黒鉛と、結着剤としてポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）とを重量比９０：６．５：３．５で混合し、これに分散溶媒であるＮ－メチルピロリドン（ＮＭＰ）を添加、混練したスラリを作成し、厚さ１５μｍのアルミニウム箔の両面に塗布して作製される。その後、乾燥、プレス、裁断することにより活物質合剤層が配された部分の幅１３０ｍｍ

、厚さ１４０μｍの正極電極４１が形成される。

【００２１】

負極合剤塗工部４２ｂは、負極活物質としての黒鉛粉末と、結着剤としてのスチレンブタジエンゴム（ＳＢＲ）、増粘材としてカルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）を重量比９８：１：１で混合し、これに分散溶媒の水を添加し、混練して得られたスラリを、厚さ１０μｍの圧延銅箔の両面に塗布して作製される。その後、乾燥プレス、裁断することにより活物質合剤層が配された部分の幅１３４ｍｍ、厚さ１４０μｍの負極電極４２が形成される。

【００２２】

なお、上記において、正極バインダとしてＰＶＤＦを、負極バインダとしてＳＢＲを例示したが、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリブタジエン、ブチルゴム、ニトリルゴム、多硫化ゴム、ニトロセルロース、シアノエチルセルロース、各種ラテックス、アクリロニトリル、フッ化ビニル、フッ化ビニリデン、フッ化プロピレン、フッ化クロロプレン等の重合体及びこれらの混合体などを使用するようにしてもよい。

【００２３】

セパレータ４３、４４は、正極金属シート４１ａまたは負極金属シート４２ａを絶縁する役割を有している。負極電極４２の負極合剤塗工部４２ｂは、正極電極４１の正極合剤塗工部４１ｂよりも幅方向（Ｘ方向）に大きく形成され、これにより正極合剤塗工部４１ｂは、必ず負極合剤塗工部４２ｂに挟まれるように構成されている。

発電要素４０は、図３に示すように、最外周の電極が負極電極４２とされ、さらにその外側にセパレータ４４が捲回される。

【００２４】

図３、図４に図示されるように、発電要素４０の外形形状は、捲回方向（Ｙ方向）の両側部に形成された円弧部４０Ｔと、両円弧部４０Ｔの間に位置する平坦部４０Ｐとにより形成される扁平直方体状である。

発電要素４０は、軸芯３０を保持する軸芯部４０Ａを備えている。詳細は後述するが、発電要素４０は、軸芯３０および軸心３０の高さ方向（Ｙ方向）における両側部側に配置されたスペーサ５３（図７）の周囲に、負極電極４２、セパレータ４４、正極電極４１およびセパレータ４３を積層して、Ｙ方向に捲回して作製される。軸芯部４０Ａは、軸芯３０およびスペーサ５３の周囲に捲回される発電要素４０の内面に囲まれる領域を指す。従って、軸芯部４０Ａは、捲回の中心部に位置する。換言すれば、軸芯部４０Ａは、その中心軸が発電要素４０の厚さ方向（Ｚ方向）および高さ方向（Ｙ方向）のほぼ中心に位置する。

【００２５】

軸芯３０は、全体がほぼ平坦な板状部材であり、中央の矩形部３１の幅方向（Ｘ方向）における両側端に、正・負極電極４１、４２の各側端から突き出す一対の突出片３２が形成されている。また、軸芯３０のＹ方向における両側部には、円弧部３４（図４参照）が形成されている。

【００２６】

図５（ａ）は発電要素の軸芯の取付け状態を示す断面図であり、図５（ｂ）は図５（ａ）の領域Ｖｂの拡大図である。

発電要素４０の軸芯部４０Ａは、外形形状に倣って、高さ方向（Ｙ方向）の両側部に形成された円弧部４０Ｕと、両円弧部４０Ｕの間に位置する平坦部４０Ｑとにより形成される扁平直方体形状を有する。各円弧部４０Ｕは、断面が半円形であり、円弧部４０Ｕと平坦部４０Ｑの境界面４０Ｚは、円弧部４０Ｕの中心を通り、平坦部４０Ｑに垂直な面となっている。

【００２７】

軸芯３０の各円弧部３４と発電要素４０の軸芯部４０Ａとの間には、空隙部４０Ｓが形成されている。軸芯３０の各円弧部３４のＹ方向における先端部は、軸芯部４０Ａにおけ

る円弧部４０Ｕと平坦部４０Ｑの境界面４０Ｚよりも内方に位置している。すなわち、軸芯３０の円弧部３４の外方は、空隙部４０Ｓとなっている。このように、空隙部４０Ｓは、境界面４０Ｚの両側に隣接する円弧部４０Ｕおよび平坦部４０Ｑの領域に跨っている。

後述する如く、この空隙部４０Ｓによって、角形二次電池１を充放電した際の角形二次電池１の厚さ方向（Ｚ方向）の膨れが緩和される。

次に、このような空隙部４０Ｓを有する軸芯部４０Ａを備えた発電要素の製造方法を説明する。

【００２８】

図６は、発電要素の軸芯部に空隙部を形成する前の状態を示す断面図であり、図７は、発電要素の軸芯部に空隙部を形成する方法を説明するための模式的平面図である。

図７に図示されるように、捲回装置５１には、軸芯３０の突出片３２を嵌合する溝５２が設けられ、また、溝５２の両側に、平行に延在された一対のスペーサ５３が植立されている。各スペーサ５３は、空隙部４０Ｓを形成するためのもので、空隙部４０Ｓの厚さと同じ厚さの長い薄板形状を有する。図６に図示されるように、スペーサ５３の内側部は、軸芯３０の円弧部３４の側面に対応する円弧状に形成され、外側部は空隙部４０Ｓの円弧部４０Ｕ（図５参照）に対応する円弧状に形成されている。

【００２９】

捲回装置５１の溝５２に、軸芯３０の突出片３２を嵌入すると、図６に図示されるように、軸芯３０のＸ方向における両側部に隣接して、それぞれ、スペーサ５３が配置される。この状態で、軸芯３０および一対のスペーサ５３の周囲に、負極電極４２、セパレータ４４、正極電極４１およびセパレータ４３を積層して、捲回する。これにより、図６に図示されたスペーサ５３を備える発電要素４０が作製される。捲回に際しては、負極電極４２、セパレータ４４、正極電極４１およびセパレータ４３に、シート長手方向に、例えば、１０Ｎ程度の荷重をかけて伸展しながら行う。

この後、図５に図示されるように、発電要素４０を、スペーサ５３から引出すことにより、図５に図示される発電要素４０を得ることができる。

【００３０】

次に、発電要素４０に形成された空隙部４０Ｓの作用を説明する。

図８は、従来の角形二次電池における電池容器の膨れを説明するための模式的断面図であり、図８（ａ）は充電前の図、図８（ｂ）は充電後の図である。

図８（ａ）、８（ｂ）に図示されるように、従来では、発電要素１４０の軸芯部１４０Ａと軸芯１３０との間には、空隙部は存在していなかった。

リチウム角形二次電池が充放電されると、リチウムイオンの吸蔵・脱離によって、発電要素１４０が厚さ方向（Ｚ方向）に膨張する。正極活物質及び負極活物質の材料により、充電時に膨張し、放電時に収縮する場合と、逆に、充電時に収縮し、放電時に膨張する場合があるが、いずれにしても、充放電により厚さ方向への膨張・収縮が生じる。

【００３１】

発電要素１４０が膨張すると、軸芯部１４０Ａの円弧部１４０Ｕと平坦部１４０Ｑの境界面１４０Ｚが、作用点となって電池缶４を押し広げる。図８（ｂ）において、境界面１４０Ｚ上に図示された矢印が作用点である。このため、電池缶４の長辺側の側部は、発電要素１４０により、図示の如く、外側に向けて弓形に膨れる。このとき、高さ方向（Ｙ方向）における作用点の間隔をx_1とする。電池缶４の膨れの最大部分は、電池缶４の強度が全体に亘りほぼ等しい場合には、幅方向における作用点の間隔x_1の中央部付近となる。

【００３２】

図９は、本発明の一実施の形態における電池容器の膨れを説明するための模式的断面図であり、図９（ａ）は充電前の図、図９（ｂ）は充電後の図である。

上述した如く、本発明の一実施の形態として示した発電要素４０は、図８（ａ）に示す充電前の状態において、高さ方向（Ｙ方向）における軸芯部４０Ａと軸芯３０との間に、空隙部４０Ｓが形成されている。

【００３３】
上述した如く、空隙部４０Ｓは、境界面４０Ｚと、この境界面４０Ｚの両側に隣接する円弧部４０Ｕおよび平坦部４０Ｑの領域を含んでいる。このような空隙部４０Ｓが存在するため、充放電により、発電要素４０が厚さ方向に膨張すると、電池缶４の反力により、空隙部４０Ｓが押し潰される。つまり、空隙部４０Ｓは、発電要素４０の膨張時の逃げ用の空間となる。
本発明の一実施の形態と示す角形二次電池１の場合においては、発電要素４０が膨張した場合、図９（ｂ）の矢印に図示されるように、軸芯３０の円弧部３４と矩形部３１の境界面３０Ｚが、電池缶４を押し広げる作用点となる。
【００３４】
図９（ｂ）において、軸芯部４０Ａの高さ方向（Ｙ方向）両側端に形成された円弧部４０Ｕと平坦部４０Ｑとの境界面４０Ｚ間の間隔ｘ１は、図８（ｂ）に図示された、軸芯部１４０Ａの円弧部１４０Ｕと平坦部１４０Ｑの境界面１４０Ｚ間の間隔$ｘ_1$と同一である。
本発明の一実施の形態に示すように、軸芯部４０Ａの両端に空隙部４０Ｓがある場合には、軸芯３０の円弧部３４と矩形部３１との境界面３０Ｚが、電池缶４を押し広げる作用点となる。
従って、Ｙ方向における軸芯３０の円弧部３４と矩形部３１の境界面３０Ｚの間隔$ｘ_2$は、図８（ｂ）における間隔$ｘ_1$よりも小さい。
上述した如く、電池缶４の長辺側の側部は、Ｙ方向における２つの作用点に挟まれた間隔$ｘ_2$の部分が、外側に向けて弓形に変形する。このため、発電要素４０の膨張による電池缶４を押し広げる力が緩和され、電池缶４の膨れが低減する。
【００３５】
図４および図９において、空隙部４０Ｓを発電要素４０の中心軸に対し左右対称形状とすると、電池缶４の膨れが中心軸に対して対称となるので、角形二次電池１を設置したり、電池モジュールを作製したりする際の取り扱いが容易となる。
各空隙部４０Ｓにおける高さ方向（Ｙ方向）の長さには、特に、制限はない。但し、余り空隙部４０Ｓの幅方向の長さを大きくすると、電池缶４の膨れを緩和する量が小さくなる。従って、各空隙部４０Ｓの幅方向の長さは、軸芯部４０ＡのＹ方向の全長の１/５～１/４程度を最大とすることが好ましい。
【００３６】
-実施形態２-
本発明によるリチウムイオン角形二次電池１の実施形態２について説明する。
図１０（ａ）は、実施形態２としての発電要素の軸芯の取付け状態を示す断面図であり、図１０（ｂ）は、図１０（ａ）の領域Ｘｂの拡大図である。また、図１１は、発電要素の軸芯部に空隙部を形成する前の状態を示す断面図である。
実施形態１では、軸芯３０の各円弧部３４の高さ方向（Ｙ方向）における先端部は、軸芯部４０Ａにおける円弧部４０Ｕと平坦部４０Ｑの境界面４０Ｚよりも内方に位置していた。換言すれば、軸芯３０の先端部よりも外側に位置する空隙部４０Ｓは、軸芯部４０Ａの厚さ全体に亘って形成されていた。
【００３７】
これに対し、実施形態２では、軸芯３０Ａの高さ方向（Ｙ方向）における先端部は、軸芯部４０Ａにおける円弧部４０Ｕと平坦部４０Ｑの境界面４０Ｚを超えて張り出している。
図１０（ｂ）に図示されるように、軸芯３０Ａの高さ方向（Ｙ方向）における両側部は、先細に湾曲する半楕円部３４ａとされている。半楕円部３４ａの幅方向における先端部は、軸芯部４０Ａの円弧部４０Ｕの幅方向における端部に実質的に接している。
これにより、実施形態２では、上部空隙部４０Ｓ１と下部空隙部４０Ｓ２に２分割されている。
【００３８】

上部空隙部４０Ｓ１及び下部空隙部４０Ｓ２は、それぞれ、軸芯部４０Ａにおける円弧部４０Ｕと平坦部４０Ｑの境界面４０Ｚを含み、この境界面４０Ｚに隣接する平坦部４０Ｑと円弧部４０Ｕの領域に跨っている。上述した如く、境界面４０Ｚが、電池缶４を押し広げる作用点となるため、上部空隙部４０Ｓ１および下部空隙部４０Ｓ２は、膨張する発電要素４０の逃げ用の空間となる。したがって、このような構造においても、発電要素４０の膨張による電池缶４の膨れを緩和することができる。

【００３９】

上部空隙部４０Ｓ１および下部空隙部４０Ｓ２を有する発電要素４０を作製するには、図１１に図示されるように、上・下部空隙部４０Ｓ１、４０Ｓ２に対応する形状のスペーサ５３ａ、５３ｂを捲回装置５１（図７参照）に植立すればよい。実施形態１の場合と同様、一対の上・下部空隙部４０Ｓ１、４０Ｓ２間に軸芯３０Ａを配置して、軸芯３０Ａおよび一対のスペーサ５３ａ、５３ｂの周囲に、負極電極４２、セパレータ４４、正極電極４１およびセパレータ４３を積層して、捲回する。この後、発電要素４０を、スペーサ５３ａ、５３ｂから引出すことにより、図１０に図示される発電要素４０を得ることができる。

【００４０】

なお、実施形態２において、軸芯３０Ａの半楕円部３４ａの高さ方向（Ｙ方向）における先端部が、軸芯部４０Ａの円弧部４０Ｕの高さ方向（Ｙ方向）における端部に実質的に接している構造として例示した。しかし、軸芯３０Ａの半楕円部３４ａは、Ｘ方向における先端部が、軸芯部４０Ａの円弧部４０Ｕの幅方向における端部から離間する構造としてもよい。

【００４１】

以上説明した通り、本発明の実施形態では、発電要素４０の軸芯部４０Ａに取り付けられる軸芯３０、３０Ａと軸芯部４０Ａとの間に、充放電により発電要素４０が膨張する際、電池缶４を押し広げる作用点となる領域を含む空隙部４０Ｓ、４０Ｓ$_1$、４０Ｓ$_2$を形成した。このため、空隙部４０Ｓ、４０Ｓ$_1$、４０Ｓ$_2$が、発電要素４０が膨張する際の逃げ用の空間となり、角形二次電池１の膨れを緩和することができる。

【００４２】

実施形態１および２において、軸芯３０を発電要素４０の軸芯部４０Ａの高さ方向（Ｙ方向）の中心軸と同軸にし、空隙部４０Ｓ、４０Ｓ$_1$、４０Ｓ$_2$を中心軸に対し対称形状とすると、電池缶４の膨れが中心軸に対して対称となるので、角形二次電池１を設置したり、電池モジュールを作製したりする際の取り扱いが容易となる。

【００４３】

上記各実施形態では、軸芯３０、３０Ａの外周に、正極電極４１および負極電極４２を、セパレータ４３、４４を介して１つの捲回体として捲回して作製する。このため、内周捲回体と外周捲回体との間に空隙部を設けて形成する従来の発電要素に比し、空隙部の容積を小さくすることができる。これにより、発電要素４０の充電面積を従来よりも大きくすることができ、充放電の総容量を大きくすることができる。

【００４５】

上記各実施形態では、電池蓋組立体１０の正極の端子構成部は、外部正極端子６１、正極端子板６３、正極接続端子６２、絶縁部材６４および正極集電板２１を備える構造として例示した。しかし、正極の端子構成部は、上記構造に限られるものではなく、発電要素４０の正極電極４１に接続された正極集電板２１が、電池蓋３とは絶縁された状態で外部接続用端子として電池蓋３の外部に導出される構造であればよい。

このことは、負極の端子構成部においても同様である。

【００４６】

上記実施形態において、電池蓋３と電池缶４により構成される電池容器２の形状は、高さ（Ｙ方向の長さ）よりも幅（Ｘ方向の長さ）が大きい形状とされている。しかし、これとは逆に、高さの方が幅よりも大きいリチウムイオン角形二次電池に適用することが可能である。

【００４７】
その他、本発明は、種々、変形して適用することが可能であり、要は、発電要素が、一対の平面部と、平面部の両側部に設けられた円弧部とにより扁平直方体状に形成された軸芯部を有し、軸芯部と軸芯との間には、少なくとも平面部と各円弧部との境界面に跨る領域を有する空隙部が設けられているものであればよい。

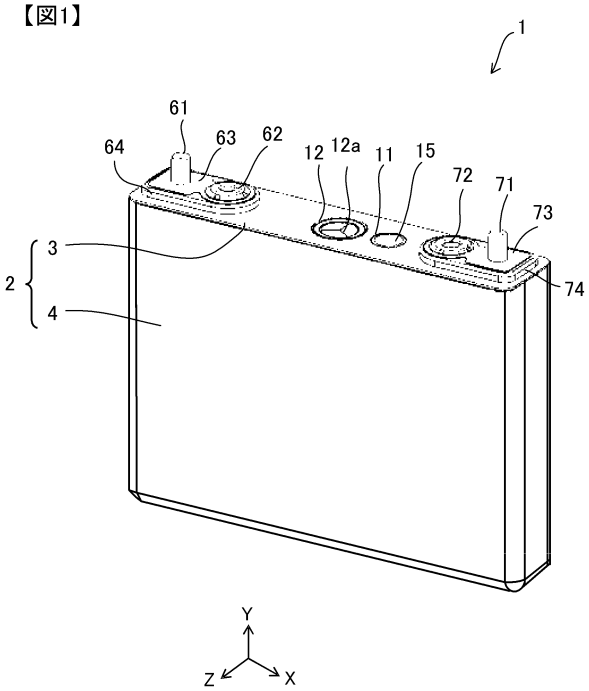
【符号の説明】

【００４８】

１　リチウムイオン角形二次電池
２　電池容器
３　電池蓋
４　電池缶
２１　正極集電板
２２　負極集電板
３０、３０Ａ　軸芯
３０Ｚ　境界面
３１　矩形部
３４　円弧部
３４ａ　半楕円部
４０　発電要素
４０Ａ　軸芯部
４０Ｐ、４０Ｑ　平坦部
４０Ｔ、４０Ｕ　円弧部
４０Ｚ　境界面
４０Ｓ、４０Ｓ１、４０Ｓ２　空隙部
４１　正極電極
４２　負極電極
５３、５３ａ、５３ｂ　スペーサ

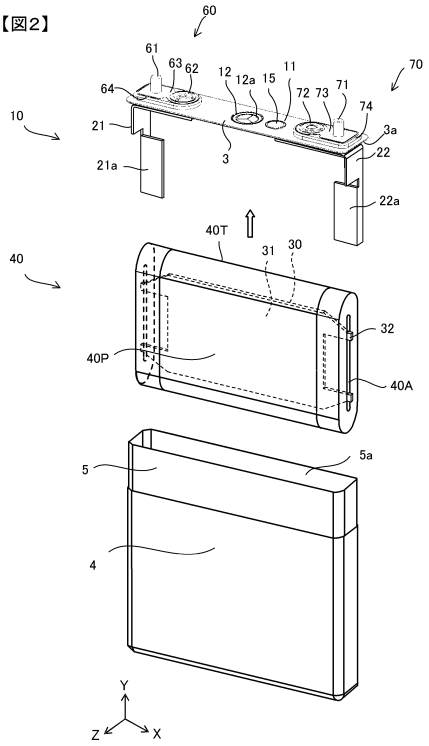
【図１】

【図1】



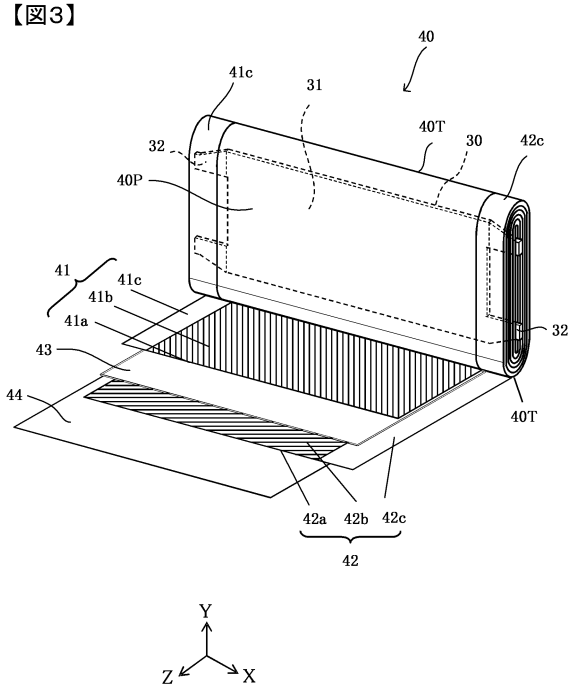
【図２】

【図2】



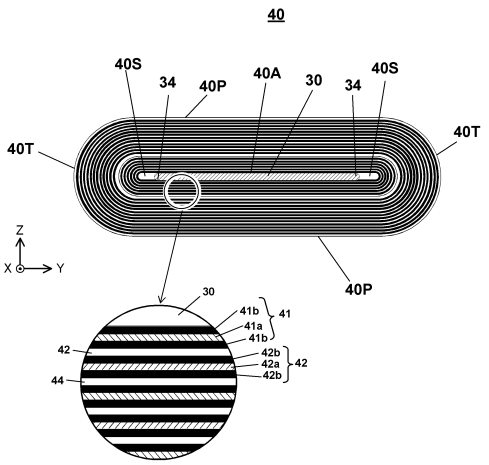
【図３】

【図3】

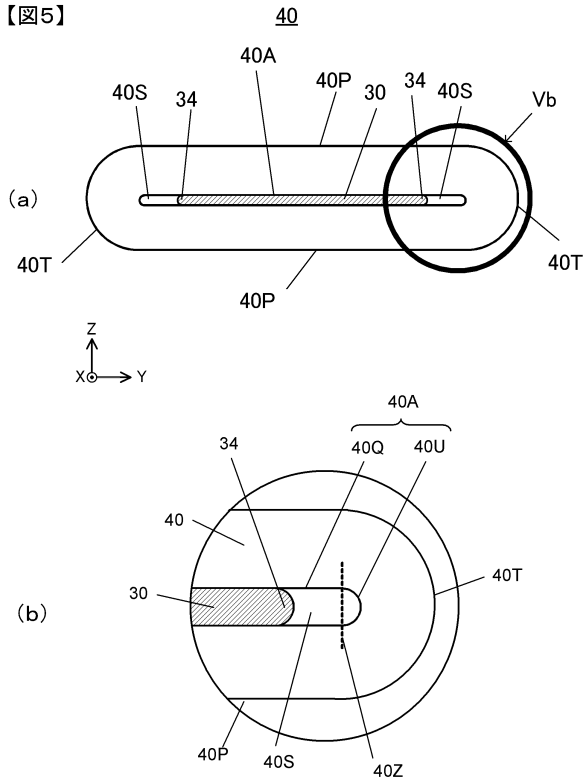


【図４】

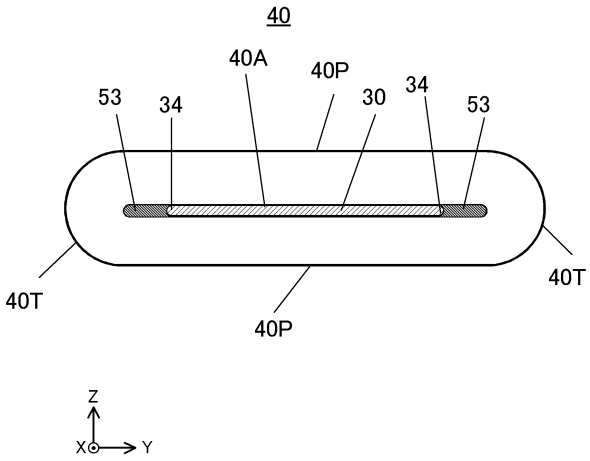
【図4】



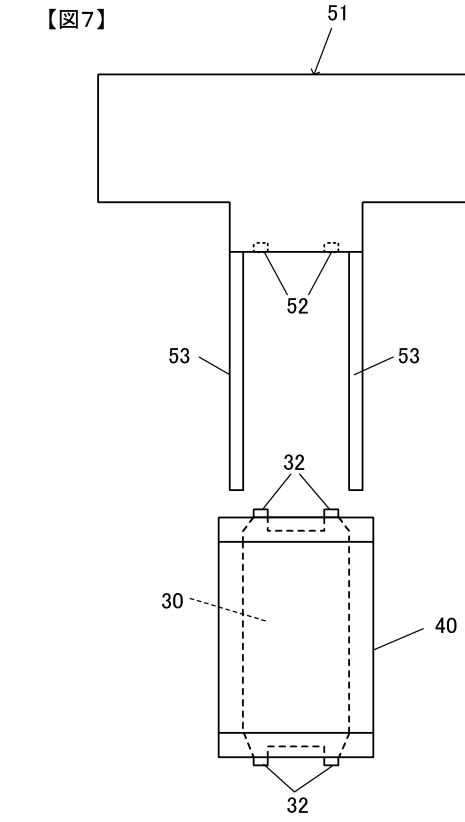
【図５】


【図5】
40
40A
40S
34
40P
30
34
40S
Vb
(a)
40T
40T
40P
Z
X
Y
40A
34
40Q
40U
40
40T
30
(b)
40P
40S
40Z

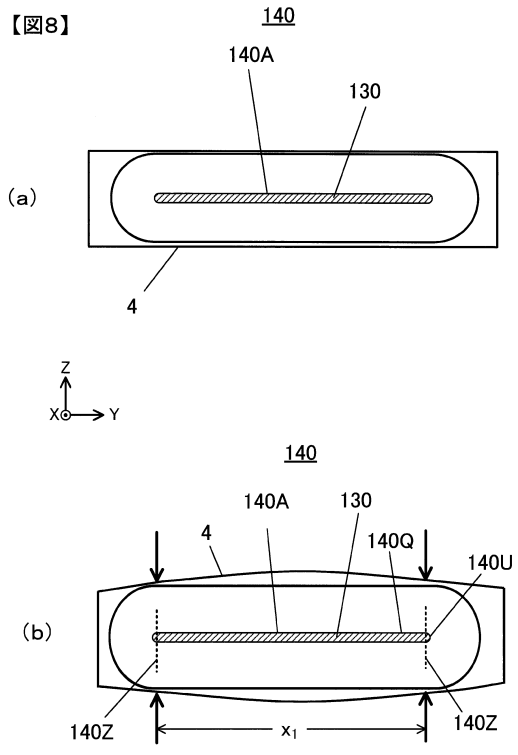
【図６】


【図6】
40
40A
40P
53
34
30
34
53
40T
40T
40P
Z
X
Y

【図７】

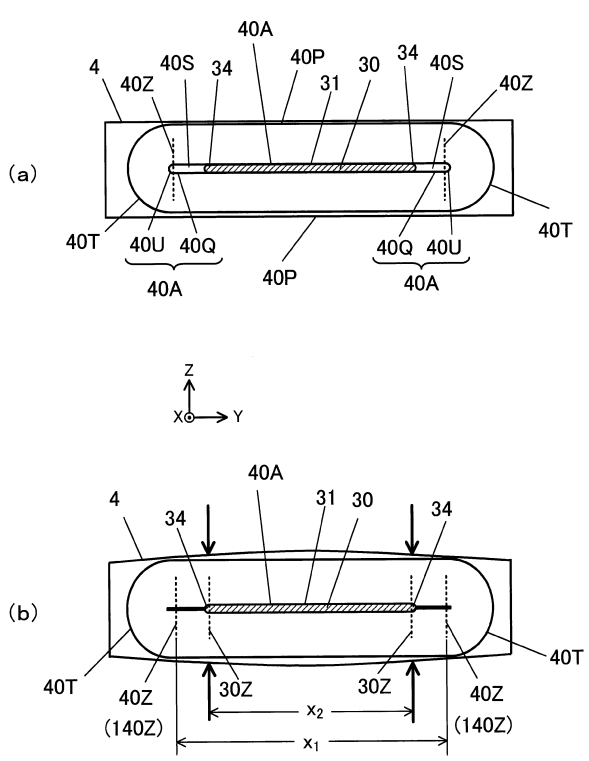

【図7】
51
52
53
53
32
30
40
32

【図８】


【図8】
140
140A
130
(a)
4
Z
X
Y
140
140A
130
4
140Q
140U
(b)
140Z
x1
140Z

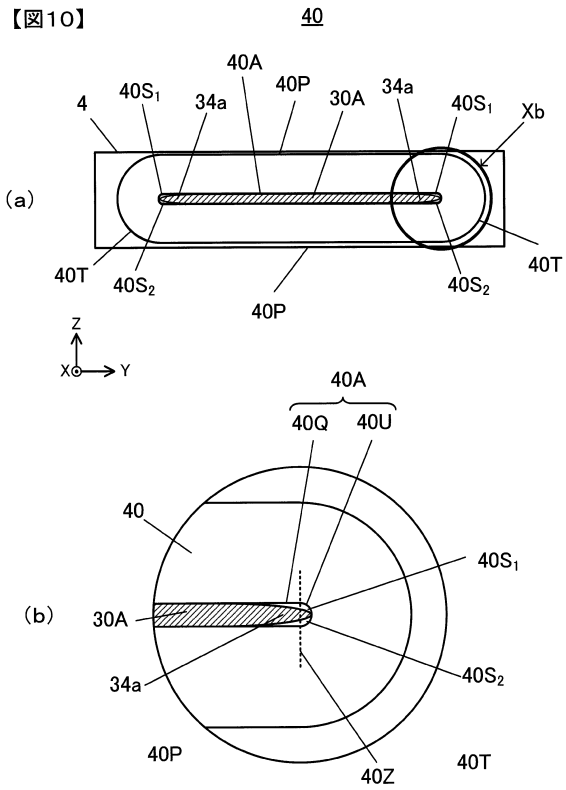
【図９】

【図9】



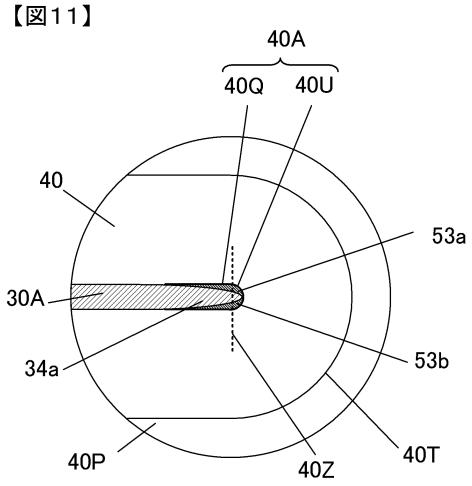
【図１０】

【図10】



【図１１】

【図11】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０１Ｍ　１０／０５－０５８７