

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第1区分

【発行日】平成21年10月1日(2009.10.1)

【公開番号】特開2006-185926(P2006-185926A)

【公開日】平成18年7月13日(2006.7.13)

【年通号数】公開・登録公報2006-027

【出願番号】特願2006-49885(P2006-49885)

【国際特許分類】

H 01M 2/02 (2006.01)

H 01M 2/04 (2006.01)

H 01M 2/30 (2006.01)

H 01M 10/40 (2006.01)

【F I】

H 01M 2/02 F

H 01M 2/04 F

H 01M 2/30 D

H 01M 10/40 Z

【手続補正書】

【提出日】平成21年8月17日(2009.8.17)

【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】

正極板と負極板とを、セパレータを介して捲回又は積層した、非水電解液を含浸した、電極体を、電池蓋と内部端子と外部端子とを有する電極蓋を備えた円筒形の電池ケースに収容してなり、前記電池ケースの前記電極蓋と接する部分を圧接して形成したかしめ部によって封止してなるリチウム二次電池であつて、

前記電池ケースの胴体部の直径を R_{body} (mm)、前記かしめ部の直径を R_{top} (mm)としたときに、 R_{body} と R_{top} とが、 $R_{body} > R_{top}$ の関係を満足させ、

且つ前記電池ケースの先端部と前記電極蓋の外縁部とを、溶接加工により接合したことを特徴とするリチウム二次電池。

【請求項2】

前記電池ケースが、A1又はA1合金からなる請求項1に記載のリチウム二次電池。

【請求項3】

前記電池蓋と前記外部端子とが、A1又はA1合金からなる請求項1又は2に記載のリチウム二次電池。

【請求項4】

前記 R_{body} (mm) と前記 R_{top} (mm) の差を R (mm) としたときに、 R が、 $R - 5$ (mm) の関係を満足した請求項1～3のいずれか1項に記載のリチウム二次電池。

【請求項5】

前記 R_{body} と前記 R とが、 $(R / R_{body}) \times 100 = 10$ (%) の関係を満足した請求項1～4のいずれか1項に記載のリチウム二次電池。

【請求項6】

前記電池ケースの形状が、パイプ状である請求項1～5のいずれか1項に記載のリチウム二次電池。

【請求項7】

前記溶接加工によって、前記電池ケースの先端部の全域と前記電極蓋とが接合される請求項1～6のいずれか1項に記載のリチウム二次電池。

【請求項8】

前記電極蓋の外縁部直近部分に絞り加工部を形成した請求項1に記載のリチウム二次電池。

【請求項9】

2 A h 以上の電池容量である請求項1～8のいずれか1項に記載のリチウム二次電池。

【請求項10】

車載用である請求項1～9のいずれか1項に記載のリチウム二次電池。

【請求項11】

エンジン起動用である請求項10に記載のリチウム二次電池。

【請求項12】

電気自動車用又はハイブリッド電気自動車用である請求項10又は11に記載のリチウム二次電池。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

本発明によれば、正極板と負極板とを、セパレータを介して捲回又は積層した、非水電解液を含浸した、電極体を、電池蓋と内部端子と外部端子とを有する電極蓋を備えた円筒形の電池ケースに収容してなり、前記電池ケースの前記電極蓋と接する部分を圧接して形成したかしめ部によって封止してなるリチウム二次電池であって、前記電池ケースの胴体部の直径を R_{body} (mm)、前記かしめ部の直径を R_{top} (mm) としたときに、 R_{body} と R_{top} とが、 $R_{body} > R_{top}$ の関係を満足させ、且つ前記電池ケースの先端部と前記電極蓋の外縁部とを、溶接加工により接合したことを特徴とするリチウム二次電池、が提供される。このとき、電池ケースとしては、A1又はA1合金からなることが好ましく、電池蓋と外部端子とが、A1又はA1合金からなることが好ましい。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

以下、本発明の実施形態について説明をするが、本発明がこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもない。以下、各発明について説明する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

本発明は、正極板と負極板とを、セパレータを介して捲回又は積層した、非水電解液を含浸した、電極体を、両端部に、電池蓋と内部端子と外部端子とを有する電極蓋を備えた円筒形の電池ケースに収容してなり、電池ケースの電極蓋と接する部分を圧接して形成したかしめ部によって封止してなるリチウム二次電池であって、電池ケースの胴体部の直径を R_{body} (mm)、かしめ部の直径を R_{top} (mm)としたときに、 R_{body} と R_{top} とが、 $R_{body} > R_{top}$ の関係を満足させ、且つ電池ケースの先端部と電極蓋の外縁部とを、溶接加工により接合するように構成する。図1(a)、図1(b)に示すように、電池ケース16、正極蓋、負極蓋の強度の範囲内で、電池ケースの胴体部の直径 R_{body} 、かしめ部の直径 R_{top} を $R_{body} > R_{top}$ と強くかしめ加工を行い

、電池ケース16と電極蓋とのかしめ隙間をなくすことにより、溶接を安定的に行うこと が可能となり、電解液の漏れを抑制することができる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

このとき、電池ケースとしては、A1若しくはA1合金からなることが好ましく、この電池ケースの形状はパイプ状であることが好ましい。このような材料の電池ケースは各種の径のものが市販されているため入手が容易かつ安価であり、しかも、A1等の材料は軽量であることから電池の軽量化が可能となり、電池の重量エネルギー密度、及び重量出力密度の向上を図ることができる。さらに、電池の成形においても、かしめ加工等が容易であるという特徴も備えている。アルミニウムとは純アルミニウムを指すが、純度として90%以上のものであれば、問題なく用いることが可能である。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

又、電池蓋及び外部端子としては、A1若しくはA1合金からなることが好ましい。本発明の電極蓋は、電池ケースと溶接され電池に蓋をする（電池蓋）、内部端子と接続され電流を外部に取り出す（外部端子）、電極リードと接合され電極体内部の電流を受け取る（内部端子）、という3つの役割をもっている。本発明において、上述した理由により電池ケースにA1材質のものを用いた際には、電池ケースと溶接される電池蓋に同じA1材質のものを用いると、溶け込みが良く、均質で電池ケースと電極蓋が一体化したような、しつかりした溶接を行うことができる。又、A1は電気伝導性が良く、従来から外部端子としてよく用いられている。電池蓋、外部端子、内部端子の各部材の接合する際には、特にその方法には制限は無いが、摩擦接合、口ウ付け、溶接、かしめ、又は鍛造かしめ等により接合すればよい。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

本発明においては、 $R_{b o d y}$ (mm) と $R_{t o p}$ (mm) の差を R (mm) としたときに、 R が、 $R = 5$ (mm) の関係を満足することが好ましく、 $R_{b o d y}$ と R とが、 $(R / R_{b o d y}) \times 100 = 10$ (%) の関係を満足することが好ましい。後述する実施例の結果より、これ以上に強くかしめると、電池ケースに割れが生じることとなるからである。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

さらに、本発明においては、溶接加工によって、電池ケースの先端部の全域と電極蓋とが接合されることが、確実に密閉するために、好ましい。また、電極蓋の外縁部直近部分

に絞り加工部を形成することが好ましい。本発明のように、電池ケースの先端部と電極蓋の外縁部をかしめ加工し、電極蓋の外縁部直近部を絞り加工し、電池ケースの先端部の全域と電極蓋とを溶接をすることにより、車載した場合にリチウム二次電池にかかる振動等の応力を分散することができる。よって、かしめ部の溶接の安定性が向上し、車載用電池として用いた場合にも、移動中に常に加えられる振動に対して長期的に密閉を保持することが可能となる。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

ところで、電極蓋等の溶接による固定方法は、図1(a)、(b)に示した形態に限定されるものではない。図3(a)、(b)及び図4(a)、(b)、(c)は別の溶接方法を用いたリチウム二次電池の断面図である。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

図3(a)は、電池ケース16の側面から電極蓋ヘレーザーを貫通させることによる溶接方法、図3(b)は、電池ケース16の端面側からレーザーを照射させる溶接方法である。この際、図3(a)は図3(b)の場合に比べ、溶接部26の偏心の影響は少ないが、電池ケース16と電極蓋の間に隙間があると不充分な溶接になる。又、図3(b)は図3(a)に比べ、直接突き合わせた部分にレーザーが当たるため該隙間の影響は受けにくいが、溶接部26の偏心の影響は受けやすく、レーザーを溶接面に正確に照射しなければならない。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

後述する実施例において示しているが、図3(a)、図3(b)の溶接方法は、本発明のかしめ具合を用いた場合、充分に車載用リチウム二次電池として実用可能なものである。図4(a)は、電極蓋がかしめにより固定状態になった後も更に電池ケース16を倒しこんで溶接の密着性を改善した電池に対して、図3(a)と同じく、電池ケース16の側面から電極蓋ヘレーザーを貫通させることによる溶接方法である。図4(a)のように、電池ケース16を内側に倒しこむことは、溶接部26にかかる応力を低減することにもつながるので、耐振動性を向上させることのできる溶接方法といえる。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

図4(b)、図4(c)は、図3(a)、図3(b)、図4(a)と電極蓋の形状が異なっている。図3(a)、図3(b)、図4(a)の電極蓋の外周部は、薄い板状になっており、電池ケース16のかしめ応力を歪み無く、曲げ応力として受けとることができる

形状になっている。それに対して、図4(b)、図4(c)の電極蓋は、電池蓋全体が一様の厚みであり且つ1枚の真直ぐな板状の形状になっている。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

その図4(b)は、電池蓋全体が一様の厚みであり且つ1枚の真直ぐな板状である電極蓋の上部を覆いかぶせるように電池ケース16を倒しこむことで、電池ケース16と電極蓋の密着性を高めた電池に対して、図3(b)と同じく、電池ケース16の端面側からレーザーを照射させる溶接方法である又、図4(c)は、図4(b)と同じ形状の電極蓋を、図4(b)と同じように電池ケース16をかしめて倒しこんだ電池に対して、図3(b)と同じく、電池ケース16の端面側からレーザーを照射させる溶接方法である。これら図4(b)、図4(c)は、電池ケース16と電極蓋の密着性が高いことから、耐振動性に優れた溶接方法といえる。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

ここで、作製された本発明のリチウム二次電池の用途として、例えば、EVやHEV等のモータ駆動用を考える。この場合、モータ駆動のために100~200Vといった電圧が必要となるため、複数の電池を直列に接続する必要がある。そこで、図1(a)中に示される電池14の電極端子構造のように、正極外部端子18A、負極外部端子18Bを電池14の端面の中央に配設すると、電池間の接続が容易となり、好ましい。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

本発明のリチウム二次電池の製造方法においては、まず、正極板と負極板とをセパレータを介して巻芯外周に捲回してなる内部電極体の両端に設けた集電タブのそれぞれと、2枚の電極蓋のそれぞれの内部端子部とを接合して電池素子を形成する。次ぎに、この電池素子を、両端が開放された電池ケースに挿入した後、電池ケースの両端部のそれぞれと2枚の電極蓋のそれぞれの外縁部を接合する。そして、最後に、少なくとも一枚の電極蓋に設けた電解液注入口より電解液を注入した後、電解液注入口を封止する。このように、図7(a)から図7(b)、図7(c)、図7(d)、図8(a)に示すようにして、先に内部電極体1と、正極蓋と負極蓋の2枚の電極蓋とを接合して電池素子を作製し、図8(b)に示すようにして、それを一体として電池ケース16に挿入することで、電池ケース16内で行う作業を不必要にすることができる、また、選別された良品の電池素子のみを次工程に用いることができるので、工程を簡易にし生産性の向上を図ることができる。さらに、図9(a)、図9(b)、図10に示すようにして、電池ケース16と電極蓋の外縁部とを絞り加工及びかしめ加工により接合して電池を封止した後に電解液を注入することで、電解液を電池ケース胴体部に確実に閉じこめることができるので、電池の電解液漏れの抑制を図ることができる。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

さらに、この製造方法においては、電池ケースの両端部のそれぞれと2枚の電極蓋のそれぞれの外縁部とを接合すると同時に又はその前後に、電池ケースの電極蓋の外縁直近部分に絞り加工をすることが好ましい。このことにより、電池における電極蓋の位置決めと固定がなされることになる。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

電池ケースと電極蓋との接合方法としては、かしめ、及び／又は、溶接の方法を用いることが好ましい。これらの方法の技術的意義と好適な方法は以下に述べる。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

電池ケースと電極蓋の接合方法としてかしめの方法を用いる場合には、かしめ作業時に、電池ケースと電極蓋の間に弾性体を介することが好ましい。図9(a)の下図に示すように、電極蓋の形状に応じた弾性体であるパッキン23を用いた場合、このパッキン23はかしめ加工により適度な弾性変形を示していくが、かしめ加工にあたっては、このパッキンの荷重方向の変形量がスプリングバック量よりも大きく、且つ、弾性体の弾性維持率が95%以上となる応力以下とすることが好ましい。

【手続補正28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

また、電池ケースと電極蓋の接合方法として溶接の方法を用いる場合には、溶接作業時に、エネルギー源としてYAGレーザーを用いることが好ましい。この際には、電池ケースの先端部と電極蓋の外縁部の全域を溶接することが、確実に密閉するために、好ましい。

【手続補正30】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正31】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正32】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正33】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正34】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0050】

また、本発明における電解液注入方法については特に制限はないが、上述したような構造である本発明のリチウム二次電池においては、以下のような方法が好適である。電解液を充填する際、図9(b)に示すように、電池内を真空ポンプを用いて真空雰囲気とし、大気圧との差圧を利用して、電解液注入口15から電解液が注入される。ここでは真空度を0.1 torr(13.3 Pa)程度より高真空の状態となるようにすることが好ましい。

【手続補正35】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0056】

コイン電池のような小容量電池に対して、容量の大きい電池に用いられる電極体の1つの構造は捲回型である。図11に示されるように、捲回型電極体1は、正極板2と負極板3とを、多孔性ポリマーからなるセパレータ4を介して正極板2と負極板3とが直接に接触しないように巻芯13の外周に捲回して構成される。正極板2及び負極板3(以下、「電極板2・3」と記す。)に取り付けられている電極リード5・6の数は最低1本あればよく、複数の電極リード5・6を設けて集電抵抗を小さくすることもできる。

【手続補正36】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0057】

電極体の別の構造としては、コイン電池に用いられる単セル型の電極体を複数段に積層してなる積層型が挙げられる。図12に示すように、積層型電極体7は、所定形状の正極板8と負極板9とをセパレータ10を挟み交互に積層したもので、1枚の電極板8・9に少なくとも1本の電極リード11・12を取り付ける。電極板8・9の使用材料や作成方法等は、捲回型電極体1における電極板2・3等と同様である。

【手続補正37】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正38】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正39】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正40】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正41】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正42】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0070】

(実施例1~4、比較例1~3)

実施例1~4及び比較例1~3の電池は、正極の電極基板として幅200mm、長さ3600mm、負極の電極基板として幅200mm、長さ4000mmの大きさのものを捲回して内部電極体を作製した。その内部電極体に、正極電池蓋、正極外部端子、及び正極内部端子からなる放圧孔を備えた正極蓋と、それぞれの間にパッキンを挟んだ負極電池蓋、負極外部端子、及び負極内部端子からなる負極蓋を両端に溶接し、一体化された電池素子として、内径48mmの電池ケースに収容した後、電池ケースを絞り加工及びかしめ加工した。次いで、電池ケースと電極蓋を、図3(a)の溶接法と同じように、電池ケースの側面側から電極蓋に貫通するようにして、その全周をYAGレーザーを用いて溶接した。

【手続補正43】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0071】

そして、ここまで電解液注入前の電池において、Heリーク試験を行った。それは、図6に示すように、電極蓋の中央に備えられた放圧孔22から電池14内を真空に排気した後、電池ケース16と電極蓋の溶接部26からHeガス29を吹き付け、Heガス29が電池14内に侵入したかどうかをヘリウムリークディテクター30を用いて検出することにより行った。この際、電池14内のHe分圧が 10^{-9} Pa・m³/s以下であるも

のを、とした。

【手続補正44】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0073】

(実施例5~8、比較例4~6)

実施例5~8及び比較例4~6の電池は、電池ケースと電極蓋の溶接を電池ケースと電極蓋を直接突き合わせた部分に行なった点を除いては、実施例1~4と同様のリチウム二次電池を実施例1~4と同様の方法にて作製して、評価した。

【手続補正45】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

上記実施例及び比較例においてHeリーク及び電解液漏れを評価した結果を表1、表2に示す。ここで、実施例1~8及び比較例1~6のかしめ部は、上記の方法により、かしめ部にかかる応力に差が生ずるよう調整したかしめ方法を用いて作製した。このときの電極蓋の外径及び電池形状は、表1、表2に示す通りである。また、その他の部材、試験環境はすべての試料において同じとした。なお、非水電解液としては、実際のこととを考慮して、ECとDECの等容量混合溶媒に電解質としてのLiPF₆を1mol/lの濃度となるように溶解した溶液を用いた。

【手続補正46】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0075】

【表1】

	電極蓋外径 (mm)	$R_{body} - R_{top}$ (mm)	$\Delta R_{body} - R_{top}$ (%)	Heリーク	電解液漏れ
比較例1	46	0	0	×	×
比較例2	47	0	0	×	○
実施例1	47	0.5	1	○	○
実施例2	46	1.5	3	○	○
実施例3	45	2.5	5	○	○
実施例4	43	4.5	9	○	○
比較例3	42	5.5	1	×	—

※1:溶接不十分 ※2: Alパイプにクラック

※3: Alパイプにクラックが発生したため、電解液漏れ試験は未実施(漏れは確実である)

【手続補正47】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0076】

【表2】

	電極蓋外径 (mm)	$R_{body} - R_{top}$ (mm)	$\Delta R_{body} - R_{top}$ (%)	Heリーク	電解液漏れ
比較例4	46	0	0	×	×
比較例5	47	0	0	×	×
実施例5	47	0.5	1	○	○
実施例6	46	1.5	3	○	○
実施例7	45	2.5	5	○	○
実施例8	43	4.5	9	○	○
比較例6	42	5.5	1	×	— ^{※3}

※1:溶接不十分　※2: Alパイプにクラック

※3: Alパイプにクラックが発生したため、電解液漏れ試験は未実施(漏れは確実である)

【手続補正48】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0077】

Heリーク及び電解液漏れの評価については、実施例及び比較例について、それぞれ100本の電池を作製し、かしめ加工された電池ケースと電極蓋の溶接部からのHeリーク、電解液漏れの有無、アルミパイプかしめ部の割れ、クラックの有無を観察することにより評価している。表1、表2においては、1本でも上記不具合に該当すれば×、100本すべての電池においてHeリーク無し、液漏れ無し、クラック無しの場合は、とした。

【手続補正49】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0078

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0078】

(評価1)

表1から分かるように、図3(a)と同じように電池ケースと電極蓋とが溶接されたりチウム二次電池において、 $R_{body} - R_{top} = 0\text{ mm}$ 、 $R / R_{body} = 0\%$ である比較例1、比較例2では、共にHeリークが観察され、比較例1では液漏れも発生する結果となった。これは、溶接部を断面観察してみると、かしめが不充分で、電極蓋と電池ケースの間に隙間があったために、溶接が不充分であったことが分かった。

【手続補正50】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0079】

比較例2においては、液漏れはなかったがHeはリークしたため、短期的密閉性はよいが、高温下や長期振動下では信頼性が低いと考えられる。

【手続補正51】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0081】

(評価2)

表2から分かるように、図3(b)と同じように電池ケースと電極蓋とが溶接されたりチウム二次電池においては、 $R_{body} - R_{top} = 0\text{ mm}$ 、 $R / R_{body} = 0\%$ である比較例4、比較例5では、共にHeリークと液漏れが観察される結果となった。これも、比較例1、2の場合と同様に、溶接が不充分であることが理由であった。

【手続補正52】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0082

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0082】

また、かしめ部の直径が、電池の胴体部の直径に対し、 $R_{body} - R_{top} = 5\text{ mm}$ 、 $R / R_{body} = 10\%$ までの実施例5~8の場合には、実施例1~4の場合と同様に、良好な結果となった。また、電池ケースを $R_{body} - R_{top} = 5.5\text{ mm}$ 、 $R / R_{body} = 11\%$ まで密閉加工を行った比較例6の場合には、比較例3と同様に、電池として機能できない結果となった。

【手続補正53】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0085

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0085】

【図1】図1(a)(b)は、本発明のリチウム二次電池の実施形態を示すもので、図1(a)は断面図、図1(b)は図1(a)の一部拡大図である。

【図2】従来のリチウム二次電池の一実施形態を示す断面図である。

【図3】図3(a)(b)は、本発明のリチウム二次電池における電池ケースと電極蓋との溶接の一実施形態を示す断面図である。

【図4】図4(a)(b)(c)は、本発明のリチウム二次電池における電池ケースと電極蓋との溶接の、他の一実施形態を示す断面図である。

【図5】従来のリチウム二次電池の一実施形態を示す断面図である。

【図6】本発明のリチウム二次電池において、電池ケースと電極蓋との溶接部のHeリーク試験の方法を示す説明図である。

【図7】図7(a)~(d)は、本発明のリチウム二次電池の製造工程を示す連続断面図である。

【図8】図8(a)(b)は、図7(a)~(d)に続く、本発明のリチウム二次電池の製造工程を示す連続断面図である。

【図9】図9(a)(b)は、図8(a)(b)に続く、本発明のリチウム二次電池の製造工程を示す連続断面図である。

【図10】図9(a)(b)に続く、本発明のリチウム二次電池の製造工程を示す連続断面図である。

【図11】捲回型電極体の構造を示す斜視図である。

【図12】積層型電極体の構造を示す斜視図である。

【手続補正54】

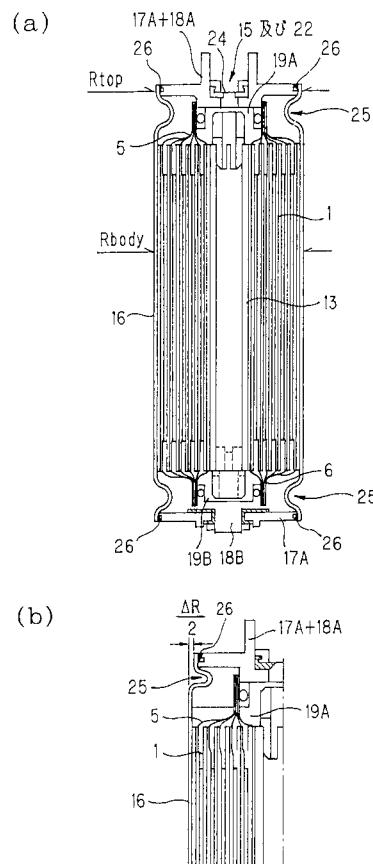
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

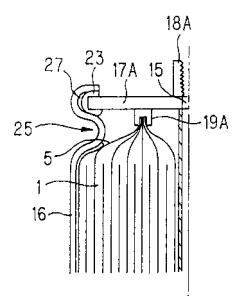
【補正方法】変更

【補正の内容】

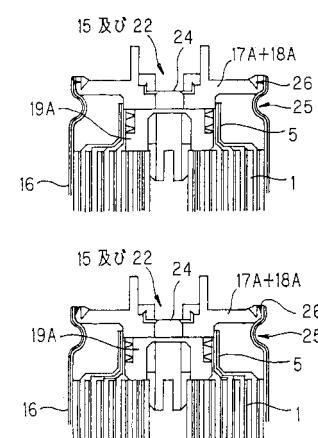
【図1】



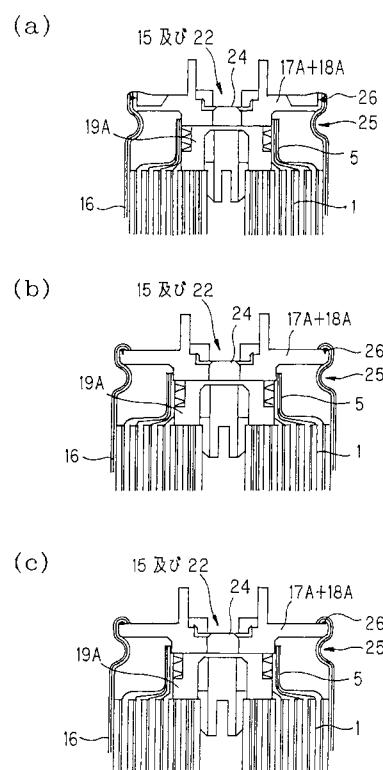
【図2】



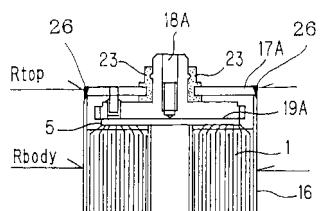
【図3】



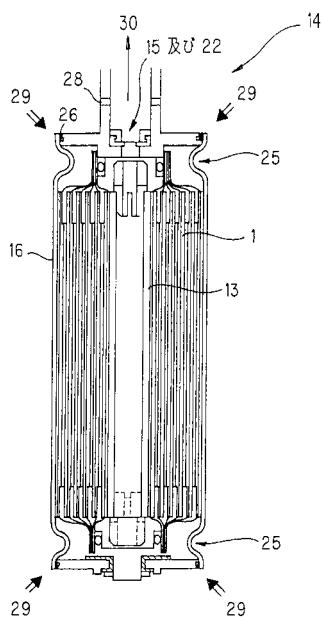
【図4】



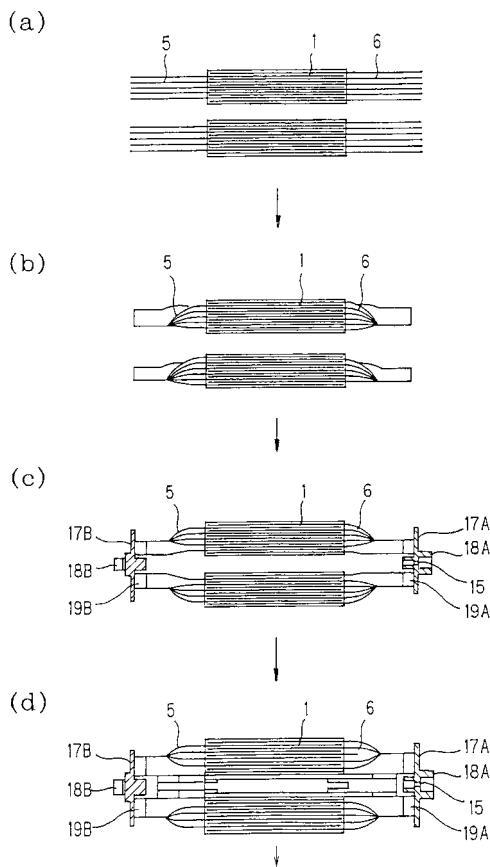
【図5】



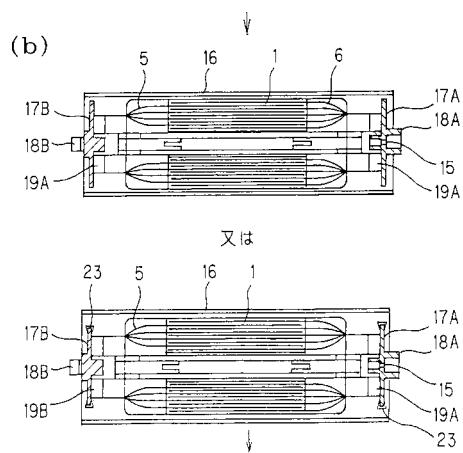
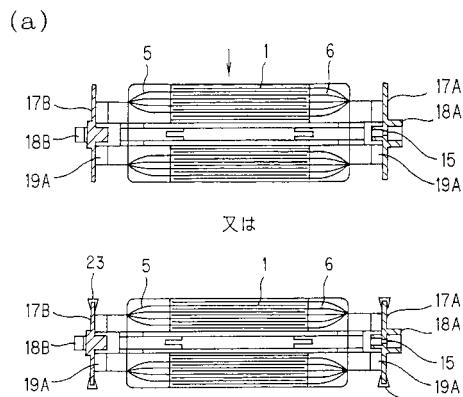
【図6】



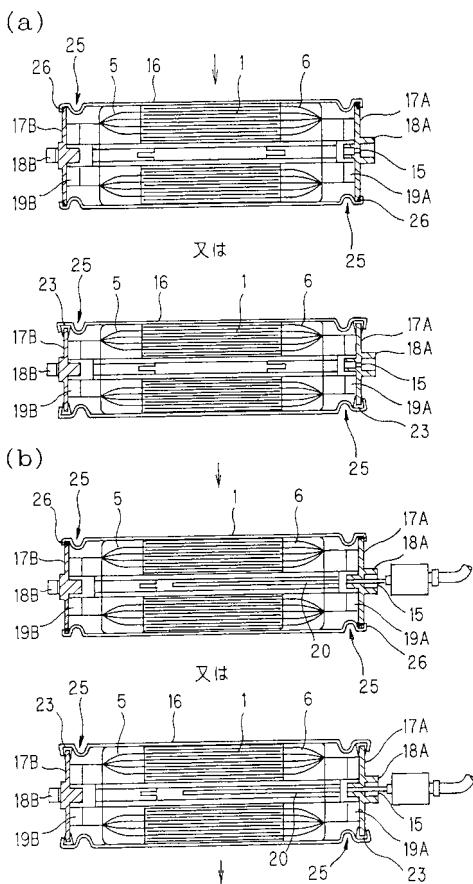
【図7】



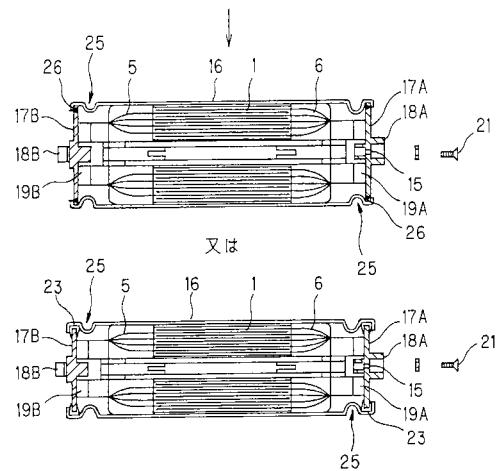
【図8】



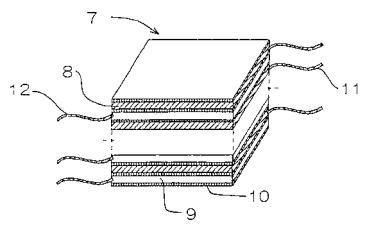
【図9】



【図 1 0】



【図 1 2】



【図 1 1】

