

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2012-160282  
(P2012-160282A)

(43) 公開日 平成24年8月23日 (2012. 8. 23)

|                          |                  |             |
|--------------------------|------------------|-------------|
| (51) Int.Cl.             | F I              | テーマコード (参考) |
| HO 1 M 2/26 (2006.01)    | HO 1 M 2/26 A    | 5HO28       |
| HO 1 M 10/04 (2006.01)   | HO 1 M 10/04 W   | 5HO29       |
| HO 1 M 10/0587 (2010.01) | HO 1 M 10/00 118 | 5HO43       |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

|           |                            |          |                                                  |
|-----------|----------------------------|----------|--------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2011-17745 (P2011-17745) | (71) 出願人 | 505083999<br>日立ビークルエナジー株式会社<br>茨城県ひたちなか市稲田1410番地 |
| (22) 出願日  | 平成23年1月31日 (2011. 1. 31)   | (74) 代理人 | 100084412<br>弁理士 永井 冬紀                           |
|           |                            | (72) 発明者 | 破戸 裕樹<br>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       |
|           |                            | (72) 発明者 | 篠原 英毅<br>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       |
|           |                            | (72) 発明者 | 佐々木 孝<br>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       |
|           |                            | Fターム(参考) | 5H028 AA01 AA03 BB08 CC12 HH05<br>最終頁に続く         |

(54) 【発明の名称】 円筒形二次電池

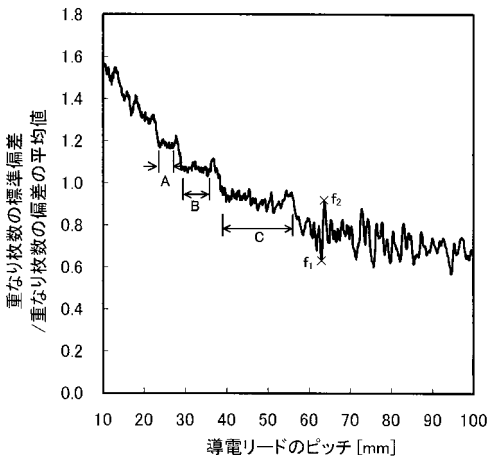
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】円筒形二次電池において、正極または負極の集電部材に接合される導電リードの重なり枚数のばらつきに起因する接合力のばらつきを小さくする。

【解決手段】導電リードが、薄い円筒形状を有する正極または負極の集電部材に捲回された状態で溶接されている円筒形二次電池において、導電リードのピッチの公差を $\Delta p$ 、導電リードの根元部と先端部の幅寸法の差を $\Delta w$ としたとき、導電リードのピッチが、導電リードの重なり枚数の標準偏差を導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値で除した数値の変動幅が $\Delta p$ と $\Delta w$ の和よりも大きい範囲に亘り0.2以下である領域A、B、Cのいずれかの領域内に定められている。

【選択図】 図8

【図8】



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

長手方向の一側縁に沿って多数の導電リードが所定ピッチで形成された正極金属箔の両面に正極合剤が形成された正極電極と、前記正極電極の導電リードが形成された一側縁に対向する他側縁に沿って多数の導電リードが所定ピッチで形成された負極金属箔の両面に負極合剤が形成された負極電極とがセパレータを介して捲回された電極群と、

前記正極電極および負極電極の少なくとも一方の導電リードが捲回され重なって接合された集電部材と、

前記電極群および前記集電部材が収容され、電解液が注入された電池容器とを備えた円筒形二次電池において、

前記導電リードが根元部から先端部に向けて先細に形成され、前記導電リードのピッチの公差を  $\Delta p$ 、前記導電リードの根元部と先端部の幅寸法の差を  $\Delta w$  としたとき、前記導電リードのピッチが、導電リードの重なり枚数の標準偏差を導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値で除した数値の変動幅が  $\Delta p$  と  $\Delta w$  の和よりも大きい範囲に亘り所定以下である適正領域内に定められたことを特徴とする円筒形二次電池。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の円筒形二次電池において、前記導電リードのピッチが、前記導電リードの重なり枚数の偏差の変動幅が 2 mm 以上の範囲に亘り 0.2 以下である領域内に定められたことを特徴とする円筒形二次電池。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の円筒形二次電池において、前記導電リードのピッチが、前記導電リードの重なり枚数の偏差の変動幅が 2 mm 以上の範囲に亘り 0.1 以下である領域内に定められたことを特徴とする円筒形二次電池。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の円筒形二次電池において、前記導電リードのピッチを  $p$  mm、電極の長さを  $x$  mm、前記正極電極、前記負極電極および前記第 1、第 2 のセパレータの厚さの合計である電極繰返し厚さを  $y$  mm とするとき、下記の式を満足することを円筒形二次電池。

$$3.4341 + 0.00266972 x + 37.6812 y < p < -1.75694 + 0.0032418 x + 63.7681 y$$

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の円筒形二次電池において、前記導電リードのピッチを  $p$  mm、電極の長さを  $x$  mm、前記正極電極、前記負極電極および前記第 1、第 2 のセパレータの厚さの合計である電極繰返し厚さを  $y$  mm とするとき、下記の式を満足することを円筒形二次電池。

$$2.76142 + 0.0032418 x + 55.0725 y < p < 2.30873 + 0.00411899 x + 68.1159 y$$

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の円筒形二次電池において、前記導電リードのピッチを  $p$  mm、電極の長さを  $x$  mm、前記正極電極、前記負極電極および前記第 1、第 2 のセパレータの厚さの合計である電極繰返し厚さを  $y$  mm とするとき、下記の式を満足することを円筒形二次電池。

$$3.65859 + 0.00495805 x + 62.3188 y < p < -11.1444 + 0.00781846 x + 143.478 y$$

## 【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の円筒形二次電池において、前記導電リードは正極電極の導電リードおよび前記負極電極の導電リードであることを特徴とする円筒形二次電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、円筒形二次電池に関し、より詳細には、正極および負極の少なくとも一方

10

20

30

40

50

と集電部材とが接合される円筒形二次電池に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウム二次電池等に代表される円筒形二次電池は、電池容器内に、正極電極と負極電極とがセパレータを介して軸芯の周囲に捲回された電極群が収容され、電解液が注入されて構成される。正・負極の電極は、それぞれ、正・負極の金属箔の両面に塗工された、正・負極の活物質を有する。正・負極の金属箔は、それぞれ、長手方向の片側縁に沿って所定のピッチで配列された多数の導電リードを有する。

【0003】

正・負極の金属箔の導電リードは、それぞれ、薄い円筒形の集電板の外周に捲回され、導電リード同士が多数枚、重ね合わされた状態で電極集電部材に超音波溶接等により接合される。

10

正・負極の金属箔に形成された導電リードは、通常、数十mm程度の等間隔で配列されており、金属箔の長さは数千mmの長さを有するため、導電リードは、電極集電部材の外周に数十周捲回される。捲回された導電リードは、周回毎に位置がずれるため、重ね合わされる枚数は電極集電部材の位置により相違する。つまり、導電リードが重なる枚数にはばらつきが生じる。

【0004】

上述した如く、導電リードは電極集電部材に溶接されるが、導電リードの重なる枚数が多い箇所では、接合時に大きなエネルギーが必要とされ、逆に、導電リードの重なる枚数が少ない箇所では、接合時に必要なエネルギーは小さくてよい。接合時のエネルギーは一定であるから、導電リードの重なる枚数のばらつきが大きくなると、接合力等の接合状態のばらつきが大きくなる。

20

これに伴って、導電リードと電極集電部材の内部抵抗等のばらつきが大きくなり電池性能が低下する。

【0005】

この対応として、電極集電部材に捲回される金属箔に形成された導電リードのピッチを、金属箔の長手方向の距離に比例して、順次大きくなるように変化させ、電極集電部材に捲回した状態で、導電リードが所定の角度の箇所だけで重なるようにした構造が知られている（例えば、特許文献1参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平11-111259号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献1に記載されたように、金属箔に形成する導電リードのピッチを、金属箔の長手方向の距離に比例して順次大きくなるように変化するように形成することは、製造方法が複雑化し、生産性が低下する。また、捲回時に、トルクのばらつきも発生することから、歩留まりの低下も予測される。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の円筒形二次電池は、長手方向の一側縁に沿って多数の導電リードが所定ピッチで形成された正極電極箔の両面に正極合剤が形成された正極電極と、正極電極の導電リードが形成された一側縁に対向する他側縁に沿って多数の導電リードが所定ピッチで形成された負極金属箔の両面に負極合剤が形成された負極電極とがセパレータを介して捲回された電極群と、正極電極および負極電極の少なくとも一方の導電リードが捲回され重なって接合された集電部材と、電極群および集電部材が収容され、電解液が注入された電池容器とを備えた円筒形二次電池において、導電リードが根元部から先端部に向けて先細に形成

50

され、導電リードのピッチの公差を $\Delta p$ 、導電リードの根元部と先端部の幅寸法の差を $\Delta w$ としたとき、導電リードのピッチが、導電リードの重なり枚数の標準偏差を導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値で除した数値の変動幅が $\Delta p$ と $\Delta w$ の和よりも大きい範囲に亘り所定値以下である適正領域内に定められたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

この発明の円筒形二次電池によれば、導電リードのピッチは、導電リードの重なり枚数の変動幅が導電リードのピッチの公差 $\Delta p$ および導電リードの根元部と先端部の幅寸法の差 $\Delta w$ に対して、十分大きな範囲に亘り、所定の値よりも小さい範囲に定められているので、導電リードの重なり枚数のばらつきを十分に小さくし、接合状態のばらつきを小さくすることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明に係る円筒形二次電池の一実施形態の断面図。

【図2】図1に示された円筒形二次電池の分解斜視図。

【図3】図1の電極群の詳細を示し、一部を切断した状態の斜視図。

【図4】図3に図示された電極群の正・負極電極、セパレータを一部展開した状態の平面図。

【図5】図1における円筒形二次電池の正極リード周辺の拡大断面図。

【図6】集電部材の外周に重ねられた導電リードの円周角度に対する重なり枚数を示すグラフ。

20

【図7】導電リードの重なり枚数の分布を示すグラフ。

【図8】導電リードのピッチに対する導電リードの重なり枚数の偏差を示すグラフ。

【図9】図8に図示された各適正領域の導電リードピッチの範囲と重なり枚数に関する表。

【図10】図8に図示された領域A、B、Cに対する導電リードの幅と導電リードのピッチの関係を示すグラフ。

【図11】図8に図示された領域A、B、Cに対する集電部材の外径と導電リードのピッチの関係を示すグラフ。

【図12】図8に図示された領域A、B、Cに対する電極長さとの導電リードのピッチの関係を示すグラフ。

30

【図13】図8に図示された領域A、B、Cに対する電極繰返し厚さと導電リードのピッチの関係を示すグラフ。

【図14】図8に図示された領域A、B、Cに対する電極長さ、電極繰返し厚さおよび導電リードのピッチの関係を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、この発明の円筒形二次電池を図面と共に説明する。

図1は、この発明の円筒形二次電池の一実施の形態を示す拡大断面図であり、図2は、図1に示された円筒形二次電池の分解斜視図である。

40

円筒形二次電池1は、例えば、リチウムイオン二次電池であり、外形40mmφ、高さ100mmの寸法を有する。この円筒形二次電池1は、底部を有し、上部が開口された有底無頭の円筒形の電池缶2および電池缶2の上部を封口するハット型の電池蓋3で構成される電池容器4の内部に、以下に説明する発電用の各構成部材が収容され、非水電解液5が注入されている。

【0012】

有底無頭の円筒形の電池缶2には、上端側に設けられた開口部2b側に電池缶2の内側に突き出した溝2aが形成されている。

電池缶2の中央部には、電極群10が配置されている。電極群10は、軸方向に沿う中空部を有する細長い円筒形の軸芯15と、軸芯15の周囲に捲回された正極電極および負

50

極電極とを備える。図3は、電極群10の構造の詳細を示し、一部を切断した状態の斜視図である。また、図4は、図3に図示された電極群の正・負極電極、セパレータを一部展開した状態の平面図である。

図3に図示されるように、電極群10は、軸芯15の周囲に、正極電極11、負極電極12、および第1、第2のセパレータ13、14が捲回された構造を有する。

#### 【0013】

軸芯15は、軸に沿って形成された中空部を有する中空円筒状を有する。軸芯15には、負極電極12、第1のセパレータ13、正極電極11および第2のセパレータ14が、この順に積層され、捲回されている。最内周の負極電極12の内側には第1のセパレータ13および第2のセパレータ14が数周(図3では、1周)捲回されている。第1のセパレータ13および第2のセパレータ14は、絶縁性の多孔質体で形成されている。また、最外周側は負極電極12およびその外周に捲回された第2のセパレータ14となっている。最外周の第2のセパレータ14が接着テープ19で止められる(図2参照)。

10

#### 【0014】

正極電極11は、アルミニウム箔により形成され長尺な形状を有し、正極金属箔11aと、この正極金属箔11aの両面に正極合剤が塗布された正極処理部11bを有する。正極金属箔11aの長手方向に延在する上方側の側縁は、正極合剤が塗布されずアルミニウム箔が露出した正極合剤未処理部11cとなっている。この正極合剤未処理部11cには、軸芯15の軸に沿って上方に突き出す多数の正極リード16が等間隔に一体的に形成されている。

20

#### 【0015】

正極合剤は正極活物質と、正極導電材と、正極バインダとからなる。正極活物質はリチウム酸化物が好ましい。例として、コバルト酸リチウム、マンガン酸リチウム、ニッケル酸リチウム、リチウム複合酸化物(コバルト、ニッケル、マンガンから選ばれる2種類以上を含むリチウム酸化物)等が挙げられる。正極導電材は、正極合剤中におけるリチウムの吸蔵放出反応で生じた電子の正極電極への伝達を補助できるものであれば制限は無い。しかし中でも上述の材料である、コバルト酸リチウムとマンガン酸リチウムとニッケル酸リチウムとからなるリチウム複合酸化物を使用することにより良好な特性が得られる。

#### 【0016】

正極バインダは、正極活物質と正極導電材を結着させ、また正極合剤と正極集電体を結着させることが可能であり、非水電解液5との接触により、大幅に劣化しなければ特に制限はない。正極バインダの例としてポリフッ化ビニリデン(PVDF)やフッ素ゴムなどが挙げられる。正極合剤による正極処理部11bの形成方法は、正極電極上に正極合剤が形成される方法であれば制限はない。正極合剤による正極処理部11bの形成方法の例として、正極合剤の構成物質の分散溶液を正極金属箔11a上に塗布する方法が挙げられる。このような方法で製造することにより特性の優れた正極合剤が得られる。

30

#### 【0017】

正極合剤を正極金属箔11aに塗布する方法の例として、ロール塗工法、スリットダイ塗工法、等が挙げられる。正極合剤に分散溶液の溶媒例として、N-メチルピロリドン(NMP)や水等を添加し、混練したスラリーを、厚さ20 $\mu$ mのアルミニウム箔の両面に均一に塗布し、乾燥させた後、プレスし、裁断する。正極合剤の塗布厚さの一例としては片側約40 $\mu$ mである。正極金属箔11aをプレスにより裁断する際、正極リード16を一体的に形成する。すべての正極リード16の長さは、ほぼ同じである。

40

#### 【0018】

負極電極12は、銅箔により形成され長尺な形状を有し、負極金属箔12aと、この負極金属箔12aの両面に負極合剤が塗布された負極処理部12bを有する。負極金属箔12aの長手方向に延在する下方側の側縁は、負極合剤が塗布されず銅箔が露出した負極合剤未処理部12cとなっている。この負極合剤未処理部12cには、軸芯15の軸に沿って正極リード16とは反対方向に延出された、多数の負極リード17が等間隔に一体的に形成されている。

50

## 【 0 0 1 9 】

負極合剤は、負極活物質と、負極バインダと、増粘剤とからなる。負極合剤は、アセチレンブラックなどの負極導電材を有しても良い。負極活物質としては、黒鉛炭素を用いること、特に人造黒鉛を使用することが好ましい。黒鉛炭素を用いることにより、大容量が要求されるプラグインハイブリッド自動車や電気自動車向けのリチウムイオン二次電池が作製できる。負極合剤による負極合剤処理部 1 2 b の形成方法は、負極金属箔 1 2 a 上に負極合剤が形成される方法であれば制限はない。しかしその中でも次に記載する方法により優れた特性の負極合剤が得られる。負極合剤を負極金属箔 1 2 a に塗布する方法の例として、負極合剤の構成物質の分散溶液を負極金属箔 1 2 a 上に塗布する方法が挙げられる。塗布方法の例として、ロール塗工法、スリットダイ塗工法等が挙げられる。

10

## 【 0 0 2 0 】

負極合剤を負極金属箔 1 2 a に塗布する方法の例として、負極合剤に分散溶媒として N - メチル - 2 - ピロリドンや水を添加し、混練したスラリーを、厚さ 1 0  $\mu\text{m}$  の圧延銅箔の両面に均一に塗布し、乾燥させた後、プレスし、裁断する。負極合剤の塗布厚さの一例としては片側約 4 0  $\mu\text{m}$  である。負極金属箔 1 2 a をプレスにより裁断する際、負極リード 1 7 を一体的に形成する。すべての負極リード 1 7 の長さは、ほぼ同じである。

## 【 0 0 2 1 】

第 1 のセパレータ 1 3 および第 2 のセパレータ 1 4 の幅を  $W_S$ 、負極金属箔 1 2 a に形成される負極処理部 1 2 b の幅を  $W_C$ 、正極金属箔 1 1 a に形成される正極処理部 1 1 b の幅を  $W_A$  とした場合、下記の式を満足するように形成される。

20

$$W_S > W_C > W_A \text{ ( 図 3 参照 )}$$

すなわち、正極処理部 1 1 b の幅  $W_A$  よりも、常に、負極処理部 1 2 b の幅  $W_C$  が大きい。これは、リチウムイオン二次電池の場合、正極活物質であるリチウムがイオン化してセパレータを浸透するが、負極側に負極活物質が形成されておらず負極金属箔 1 2 a が表出していると負極金属箔 1 2 a にリチウムが析出し、内部短絡を発生する原因となるからである。

## 【 0 0 2 2 】

正極金属箔 1 1 a の正極合剤未処理部 1 1 c に形成される正極リード ( 導電リード ) 1 6 および負極金属箔 1 2 a の負極合剤未処理部 1 2 c に形成される負極リード ( 導電リード ) 1 7 は、例えば、ロールカットにより、図 4 に図示されるように、所定のピッチ  $p$  で等間隔に形成される。

30

正極リード 1 6 および負極リード 1 7 は、根元部の幅  $w_1$  が太く、先端部の幅  $w_2$  が細い、先細形状を有する。一例を挙げれば、根元部の幅  $w_1$  は 5 mm 程度であり、先端部の幅  $w_2$  が 4 mm 程度、根元部の幅  $w_1$  と先端部の幅  $w_2$  の差  $\Delta w$  が 1 mm 程度である。

正極リード 1 6 と負極リード 1 7 の根元部の幅  $w_1$  と先端部の幅  $w_2$  とは、同一であっても良いし、異なってもよい。後述する如く、正極リード 1 6 および負極リード 1 7 の幅は、導電リードの重ね枚数のばらつきに大きな影響がない。

## 【 0 0 2 3 】

第 1 のセパレータ 1 3 および第 2 のセパレータ 1 4 は、それぞれ、例えば、厚さ 4 0  $\mu\text{m}$  のポリエチレン製多孔膜で形成されている。

40

図 1 および図 3 において、中空な円筒形状の軸芯 1 5 は軸方向 ( 図面の上下方向 ) の上端部の内面に中空部よりも径大の溝 1 5 a が形成され、この溝 1 5 a に大略薄い円筒状の正極集電部材 2 7 が圧入されている。正極集電部材 2 7 は、例えば、アルミニウムにより形成され、円盤状の基部 2 7 a、この基部 2 7 a の内周部において軸芯 1 5 側に向かって突出し、軸芯 1 5 の内面に圧入される下部筒部 2 7 b、および外周縁において電池蓋 3 側に突き出す上部筒部 2 7 c を有する。正極集電部材 2 7 の基部 2 7 a には、電池内部で発生するガスを放出するための開口部 2 7 d ( 図 2 参照 ) が形成されている。

## 【 0 0 2 4 】

正極金属箔 1 1 a の正極リード 1 6 は、すべて、正極集電部材 2 7 の上部筒部 2 7 c に溶接される。図 2 に図示されるように、正極リード 1 6 は、正極集電部材 2 7 の上部筒部

50

27c上に重なり合って接合される。各正極リード16は大変薄いため、1つでは大電流を取りだすことができない。このため、軸芯15への巻き始めから巻き終わりまでの全長に亘り、多数の正極リード16が所定間隔に形成されている。

【0025】

正極集電部材27は、電解液によって酸化されるので、アルミニウムで形成することにより信頼性を向上することができる。アルミニウムは、なんらかの加工により表面が露出すると、直ちに、表面に酸化アルミニウム皮膜が形成され、この酸化アルミニウム皮膜により、電解液による酸化を防止することができる。

また、正極集電部材27をアルミニウムで形成することにより、正極金属箔11aの正極リード16を超音波溶接またはスポット溶接等により溶接することが可能となる。

10

【0026】

正極集電部材27の上部筒部27cの外周には、正極金属箔11aの正極リード16および押え部材28が溶接されている。多数の正極リード16は、正極集電部材27の上部筒部27cの外周に密着させておき、正極リード16の外周に押え部材28をリング状に巻き付けて仮固定し、この状態で溶接される。

【0027】

軸芯15の下端部の外周には、外径が径小とされた段部15bが形成され、この段部15bに負極集電部材21が圧入されて固定されている。負極集電部材21は、例えば、銅により形成され、円盤状の基部21aに軸芯15の段部15bに圧入される開口部21bが形成され、外周縁に、電池缶2の底部側に向かって突き出す外周筒部21cが形成されている。

20

負極金属箔12aの負極リード17は、すべて、負極集電部材21の外周筒部21cに超音波溶接等により溶接される。各負極リード17は大変薄いため、大電流を取りだすために、軸芯15への巻き始めから巻き終わりまで全長にわたり、所定間隔で多数形成されている。

【0028】

負極集電部材21の外周筒部21cの外周には、負極金属箔12aの負極リード17および押え部材22が溶接されている。多数の負極リード17を、負極集電部材21の外周筒部21cの外周に密着させておき、負極リード17の外周に押え部材22をリング状に巻き付けて仮固定し、この状態で溶接される。

30

負極集電部材21の下面には、ニッケルからなる負極通電リード23が溶接されている。

負極通電リード23は、鉄製の電池缶2の底部において、電池缶2に溶接されている。

【0029】

ここで、正極集電部材27に形成された開口部27eは、負極通電リード23を電池缶2に溶接するための電極棒（図示せず）を挿通するためのものである。電極棒を正極集電部材27に形成された開口部27eから軸芯15の中空部に差し込み、その先端部で負極通電リード23を電池缶2の底部内面に押し付けて抵抗溶接を行う。負極集電部材21に接続されている電池缶2の底面は一方の出力端子として作用し、電極群10に蓄電された電力を電池缶2から取り出すことができる。

40

【0030】

多数の正極リード16が正極集電部材27に溶接され、多数の負極リード17が負極集電部材21に溶接されることにより、正極集電部材27、負極集電部材21および電極群10が一体的にユニット化された発電ユニット20が構成される（図2参照）。但し、図2においては、図示の都合上、負極集電部材21、押え部材22および負極通電リード23は発電ユニット20から分離して図示されている。

【0031】

正極集電部材27の基部27aの上面には、複数のアルミニウム箔が積層されて構成されたフレキシブルな接続部材33が、その一端部を溶接されて接合されている。接続部材33は、複数枚のアルミニウム箔を積層して一体化することにより、大電流を流すことが

50

可能とされ、且つ、フレキシブル性を付与されている。つまり、大電流を流すには接続部材 33 の厚さを大きくする必要があるが、1 枚の金属板で形成すると剛性が大きくなり、フレキシブル性が損なわれる。そこで、板厚の小さな多数のアルミニウム箔を積層してフレキシブル性を持たせている。接続部材 33 の厚さは、例えば、0.5 mm 程度であり、厚さ 0.1 mm のアルミニウム箔を 5 枚積層して形成される。

【0032】

正極集電部材 27 の上部筒部 27c 上には、電池蓋ユニット 30 が配置されている。電池蓋ユニット 30 は、リング形状をした絶縁板 34、絶縁板 34 に設けられた開口部 34a に嵌入された接続板 35、接続板 35 に溶接されたダイアフラム 37 およびダイアフラム 37 に、かしめにより固定された電池蓋 3 により構成される。

10

絶縁板 34 は、円形の開口部 34a を有する絶縁性樹脂材料からなるリング形状を有し、正極集電部材 27 の上部筒部 27c 上に載置されている。

【0033】

絶縁板 34 は、開口部 34a (図 2 参照) および下方に突出する側部 34b を有している。絶縁板 34 の開口部 34a 内には接続板 35 が嵌合されている。接続板 35 の下面には、接続部材 33 の他端部が溶接されて接合されている。この場合、接続部材 33 は他端部側において湾曲状に折り返されて、正極集電部材 27 に溶接された面と同じ面が接続板 35 に溶接されている。

【0034】

接続板 35 は、アルミニウム合金で形成され、中央部を除くほぼ全体が均一でかつ、中央側が少々低い位置に撓んだ、ほぼ皿形状を有している。接続板 35 の厚さは、例えば、1 mm 程度である。接続板 35 の中心には、薄肉でドーム形状に形成された突起部 35a が形成されており、突起部 35a の周囲には、複数の開口部 35b (図 2 参照) が形成されている。開口部 35b は、電池内部に発生するガスを放出する機能を有している。

20

【0035】

接続板 35 の突起部 35a はダイアフラム 37 の中央部の底面に抵抗溶接または摩擦攪拌接合により接合されている。ダイアフラム 37 はアルミニウム合金で形成され、ダイアフラム 37 の中心部を中心とする円形の切込み 37a を有する。切込み 37a はプレスにより上面側を V 字形状に押し潰して、残部を薄肉にしたものである。ダイアフラム 37 は、電池の安全性確保のために設けられており、電池の内圧が上昇すると、第 1 段階として、上方に反り、接続板 35 の突起部 35a との接合を剥離して接続板 35 から離間し、接続板 35 との導通を絶つ。第 2 段階として、それでも内圧が上昇する場合は切込み 37a において開裂し、内部のガスを放出する機能を有する。

30

【0036】

ダイアフラム 37 は周縁部において電池蓋 3 の周縁部を固定している。ダイアフラム 37 は図 2 に図示されるように、当初、周縁部に電池蓋 3 側に向かって垂直に起立する側壁 37b を有している。この側壁 37b 内に電池蓋 3 を収容し、かしめ加工により、側壁 37b を電池蓋 3 の上面側に屈曲して固定する。

【0037】

電池蓋 3 は、炭素鋼等の鉄で形成してニッケルめっきが施されており、ダイアフラム 37 に接触する円盤状の周縁部 3a と、この周縁部 3a から上方に突出する有頭無底の筒部 3b を有するハット型を有する。筒部 3b には開口部 3c が形成されている。この開口部 3c は、電池内部に発生するガス圧によりダイアフラム 37 が開裂した際、ガスを電池外部に放出するためのものである。電池蓋 3 は一方の電力出力端として作用し、電池蓋 3 から蓄電された電力を取り出すことができる。

40

なお、電池蓋 3 が鉄で形成されている場合には、別の円筒形二次電池と直列に接合する際、鉄で形成された別の円筒形二次電池とスポット溶接により接合することが可能である。

【0038】

ダイアフラム 37 の側壁 37b と周縁部を覆ってガスケット 43 が設けられている。ガ

50

スケット 4 3 は、ゴムで形成されており、限定する意図ではないが、1 つの好ましい材料の例として、フッ素系樹脂をあげることができる。

ガスケット 4 3 は、当初、図 2 に図示されるように、リング状の基部 4 3 a の周側縁に、上部方向に向けてほぼ垂直に起立して形成された外周壁部 4 3 b を有する形状を有している。

#### 【0039】

そして、プレス等により、電池缶 2 と共にガスケット 4 3 の外周壁部 4 3 b を屈曲して基部 4 3 a と外周壁部 4 3 b により、ダイアフラム 3 7 と電池蓋 3 を軸方向に圧接するようにかしめ加工される。これにより、電池蓋 3、ダイアフラム 3 7、絶縁板 3 4 および接続板 3 5 が一体に形成された電池蓋ユニット 3 0 がガスケット 4 3 を介して電池缶 2 に固定される。

10

#### 【0040】

電池缶 2 の内部には、非水電解液 5 が所定量注入されている。非水電解液 5 の一例としては、リチウム塩がカーボネート系溶媒に溶解した溶液を用いることが好ましい。リチウム塩の例として、フッ化リン酸リチウム ( $\text{LiPF}_6$ )、フッ化ホウ酸リチウム ( $\text{LiBF}_6$ )、等が挙げられる。また、カーボネート系溶媒の例として、エチレンカーボネート ( $\text{EC}$ )、ジメチルカーボネート ( $\text{DMC}$ )、プロピレンカーボネート ( $\text{PC}$ )、メチルエチルカーボネート ( $\text{MEC}$ )、或いは上記溶媒の 1 種類以上から選ばれる溶媒を混合したもの、が挙げられる。

#### 【0041】

20

しかして、上述した如く、正極電極 1 1 に形成された多数の正極リード 1 6 は、すべて、正極集電部材 2 7 の上部筒部 2 7 c の外周に超音波溶接等により溶接される。この場合、正極集電部材 2 7 の上部筒部 2 7 c の外周の全周囲に亘り、正極リード 1 6 をほぼ均等に配分して密着し、正極リード 1 6 の外周に押え部材 2 8 を巻き付ける。より正確には、押さえ部材 2 8 を平坦状に保持し、正極リード 1 6 が捲回された正極集電部材 2 7 を正極リード 1 6 に密着させた状態で回転させながら、超音波溶接等により、正極集電部材 2 7 に正極リード 1 6 および押え部材 2 8 を溶接する。

#### 【0042】

負極リード 1 7 を負極集電部材 2 1 に溶接する方法も、正極側と同様に行われる。図 5 は、正極リード 1 6 周辺における円筒形二次電池 1 の拡大断面図である。

30

正極リード 1 6 は、例えば、20 ~ 60 mm のピッチで等間隔に形成されており、正極金属箔 1 1 a は、例えば、3000 ~ 5000 mm の長さを有し、正極リード 1 6 は正極集電部材の 2 7 の上部筒部 2 7 c の外面に数十周捲回される。

#### 【0043】

正極電極 1 1 は、軸芯 1 5 の外周に捲回されており、1 周毎に厚さが増大する。つまり、正極電極 1 1、負極電極 1 2、第 1 のセパレータ 1 3 および第 2 のセパレータ 1 4 の合計の厚さ (電極繰返し厚さ) が 1 周毎に増大する。

従って、一定のピッチ p で配列された正極リード 1 6 は、1 周毎に、異なる円周角度の位置で正極集電部材 2 7 の上部筒部 2 7 c に接合される。これに起因して、正極集電部材 2 7 に接合される正極リード 1 6 の重なり枚数は、円周角度に関してばらつきが生じる。このことは、負極側においても同一であり、負極リード 1 7 は、円周角度の位置によって異なる重なり枚数で、負極集電部材 2 1 の外周筒部 2 1 c に接合される。

40

以下、正極リード 1 6 および負極リード 1 7 を代表して導電リード 1 6 の重なり枚数のばらつきについて説明する。

#### 【0044】

(導電リードの重なりの要因)

図 6 は、正極集電部材 2 7 の上部筒部 2 7 c の外周に捲回された正極金属箔 1 1 a に形成された導電リード 1 6 の重なり枚数を示すグラフである。図 6 では、導電リード 1 6 の重なり枚数は、正極集電部材 2 7 の上部筒部 2 7 c の外周面 2 7 g を 0 枚として、半径方向への距離に比例して増大する図として示されている。この図は、軸正極集電部材 2 7 の

50

上部筒部 27c の外周面 27g の巻始め位置 S から、 $0.5^\circ$  間隔で導電リード 16 の重なり枚数を示したものである。

図 6 において、導電リード 16 の重なり枚数の最低は、ほぼ 5 枚であり、導電リード 16 の重なり枚数の最大は、ほぼ 15 枚である。最低と最大の重なり枚数の間で、導電リード 16 の重なり枚数が  $0.5^\circ$  毎に示されている。

【0045】

図 7 は、図 6 に図示された重なり枚数を、発生位置割合の分布で示したグラフである。

図 7 のデータは、導電リード 16 の重なり枚数の標準偏差を求める際に用いることができる。

【0046】

図 8 は、導電リード 16 のピッチが  $10 \sim 80$  mm の範囲において、 $0.1$  mm 刻みで計算を行い、重なり枚数の標準偏差の変動をグラフにしたものである。重なり枚数は、導電リード 16 の幅を  $5$  mm、正極集電部材 27 の上部筒部 27c の外径を  $30$  mm、電極の繰り返し厚さ  $y$  (図 2 参照)、すなわち、正極電極 11、負極電極 12、第 1 のセパレータ 13、第 2 のセパレータ 14 の厚さの合計を  $0.25$  mm、正極電極 11 の長さを  $4000$  mm として演算により求めた。横軸は導電リード 16 のピッチであり、縦軸は、導電リードの重なり枚数の標準偏差を導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値で除した数値である。この場合、導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値は、導電リード 16 のピッチ  $p$  が  $10 \sim 100$  mm の間における重なり枚数の平均値とした。以下においては、説明の単純化のために、縦軸の定義である、「導電リードの重なり枚数の標準偏差を導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値で除した数値」を、単に、「導電リードの重なり枚数の偏差の相対値」とする。

【0047】

図 8 において、縦軸、すなわち、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値が小さいということは、超音波溶接等の溶接時に必要とされるエネルギーの大きさが一定値に近くてすむことを意味するので、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値が大きい場合よりも好ましい。図 8 においては、導電リード 16 のピッチが大きくなる程、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値が小さくなる傾向がある。これは、導電リード 16 のピッチが大きくなる程、集電部材に捲回される導電リード 16 の枚数が減少することが一つの要因であるためと考えられる。

【0048】

しかし、最も重要なことは、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値の変動幅が、導電リード 16 のピッチの広い範囲に亘り小さいことである。以下、このことについて説明する。

【0049】

導電リード 16 の重なり枚数に影響する製造上の要因が 2 つある。

第 1 の要因は、導電リード 16 のピッチ  $p$  の公差である。導電リード 16 の位置は、製造時において、導電リード 16 のピッチ  $p$  の公差分ばらつくため、導電リード 16 の重なり枚数に影響する。

第 2 の要因は、導電リード 16 の形状である。上述した如く、導電リード 16 は、根元部の幅  $w_1$  が大きく、先端部の幅  $w_2$  が小さい先細形状を有する。導電リード 16 は、軸芯 15 に捲回されており、内周側から外周側に向けて導電リード 16 の根元部から正・負極の集電部材 27、21 までの距離が変化する。このため、導電リード 16 の根元部側で接合される場合と、導電リード 16 の先端部側で接合される場合とがあり、それぞれ、溶接部における導電リード 16 の幅が変化する。従って、これに伴って導電リード 16 の重なり枚数に変動する。

導電リード 16 のピッチ  $p$  の公差を  $\Delta p$ 、導電リード 16 の根元部の幅  $w_1$  と先端部の幅  $w_2$  との差  $\Delta w = (w_1 - w_2)$  とするとき、導電リード 16 の位置は、 $(\Delta p + \Delta w)$  だけばらつくことになる。

【0050】

すなわち、図 8 において、例えば、導電リード 16 のピッチ  $p$  が 60 mm 程度の場合の導電リードの重なり枚数の偏差の相対値  $f_1$  は、0.7 程度と小さい値である。しかし、導電リード 16 のピッチ  $p$  が 61 mm 程度における導電リードの重なり枚数の偏差の相対値  $f_2$  は 0.9 程度に急激に増大する。

このように、導電リード 16 のピッチ  $p$  が僅かに変化したときに導電リードの重なり枚数の偏差の相対値が大きく変動する領域では、製造時のばらつきにより、導電リード 16 の重なり枚数が大きく変動することを意味する。

すなわち、導電リード 16 を正・負極の集電部材 27、21 に溶接する際に、導電リード 16 の重なり枚数の変動幅を小さくして接合力を均一にするには、導電リード 16 のピッチ  $p$  を、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値の変動幅の小さい範囲が導電リード 16 のピッチ  $p$  の広い範囲に亘って連続する領域内に定めることが重要である。

#### 【0051】

実際の製造条件を適用すると、第 1 の要因である、導電リード 16 を形成する際の製造上の公差  $\Delta p$  は 1 mm ( $\pm 0.5$  mm) である。第 2 の要因である、導電リード 16 の根元部の幅  $w_1$  と先端部の幅  $w_2$  との差  $\Delta w$  は、上述した如く、1 mm 程度である。

従って、実際の製造において、導電リード 16 の位置は、 $(\Delta p + \Delta w) = 2$  mm 程度ずれる可能性がある。

#### 【0052】

図 8 において、領域 A、B、C は、いずれも、導電リード 16 のピッチ  $p$  が 2 mm 以上の範囲に亘り、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値の変動幅が 0.2 以下である。これらの領域は、導電リード 16 のピッチ  $p$  が 2 mm 以上の範囲に亘る他の領域よりも、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値の変動幅が小さい。

このように、導電リード 16 のピッチ  $p$  が領域 A、B、C の範囲内では、製造時に導電リード 16 の位置がずれたとしても、導電リード 16 の重なり枚数が大きく変動することはない。従って、領域 A、B、C の範囲内において、導電リード 16 のピッチ  $p$  を定めれば、導電リード 16 の重なり枚数の変動幅を小さくすることができる。その結果、均一性が高い接合が実現できる。均一性の高い接合により、内部抵抗のばらつき等が小さい電池性能が優れた円筒形二次電池 1 を作製することが可能となる。

なお、図 8 において、領域 A と B の間は、導電リード 16 のピッチ  $p$  が 2 mm 以上の範囲に亘り、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値の変動幅が 0.2 以下であるので、導電リード 16 のピッチ  $p$  を、この領域の範囲内から定めるようにしても良い。しかし、この領域は、領域 A、B、C に比較し、導電リード 16 のピッチ  $p$  の範囲が狭く、かつ、導電リードの重なり枚数の偏差の相対値の変動幅が大きいので、領域 A、B、C の範囲内から定めるようにする方が望ましい。以下、領域 A、B、C を適正領域とする。

図 9 に、図 8 に図示された各適正領域 A、B、C に対する導電リード 16 のピッチの下限値と上限値および（導電リードの重なり枚数の標準偏差 / 導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値）の幅の値を表として示した。

#### 【0053】

適正領域 A、B、C の範囲内は、いずれも導電リード 16 の重なり枚数の変動幅が小さく、良好な円筒形二次電池 1 を得ることができる。しかし、導電リード 16 のピッチ  $p$  が大きくなると、正・負極の集電部材 27、21 に接合される導電リード 16 の数が減少し、内部抵抗が増大する。この意味では、導電リード 16 のピッチ  $p$  は、適正領域 A または B の領域内で定める方が適正領域 C の領域内に定めるよりも望ましい。

#### 【0054】

この場合、後述するが、導電リード 16 の根元部の幅  $w_1$  は、導電リード 16 の重なり枚数の変動に関して影響がないので、導電リード 16 のピッチ  $p$  を大きくした場合に、導電リード 16 の根元部の幅  $w_1$  を大きくするようにしてもよい。

しかし、導電リード 16 の幅を大きくすることは、円筒形状の正・負極の集電部材 27、21 との接合部が幅広くなることを意味する。導電リード 16 の接合部は、円筒形状の正・負極の集電部材 27、21 の外周に倣って円弧状となるため、導電リード 16 の接合

10

20

30

40

50

部の幅が大きくなると、導電リード 16 の根元側の接合されない部分に対して大きく変形するため、導電リード 16 が破損し易くなる。従って、このことも考慮して、導電リード 16 の幅寸法を定める必要がある。

#### 【0055】

(導電リードの重なり枚数のパラメータ)

次に、導電リード 16 の重なり枚数に影響するパラメータに関して述べる。

導電リード 16 の重なり枚数に影響するパラメータとして、導電リード 16 のピッチ  $p$  以外に、下記に示す 4 つがある。

(i) 導電リードの幅

(ii) 正・負極の集電部材の外径

(iii) 正・負極の電極長さ

(iv) 電極繰り返し厚さ

以下、各パラメータと導電リード 16 の重なり枚数との関連について、順次、説明する。

#### 【0056】

(導電リードの幅)

図 10 は、図 8 に図示された適正領域 A、B、C に対する導電リードの幅と導電リードのピッチの関係を示すグラフである。

図 8 の場合と同様に、導電リード 16 のピッチ  $p$  を 0.1 mm ずつ変化させたときの導電リードの重なり枚数の標準偏差がどのように変動するかを、導電リード 16 の幅が 3.0 mm ~ 7.0 mm の範囲に対して演算により求めたものである。すなわち、導電リード 16 の幅が、3.0 mm、4.0 mm、5.0 mm、6.0 mm、7.0 mm に対して、それぞれ、図 8 のグラフを作成し、各グラフにおいて、図 8 に示す領域 A、B、C の範囲となる導電リード 16 のピッチ  $p$  をプロットしたものである。導電リード 16 の幅以外の各パラメータは、正・負極の集電部材 27、21 の外径を 30 mm、電極長さ (図示せず) を 4000 mm、電極繰り返し厚さ  $y$  を 0.25 mm とした。

#### 【0057】

図 10 において、導電リード 16 の幅の変動によって、重なり枚数の偏差の変動幅が小さい適正領域 A、B、C には殆ど違いが見られない。つまり、導電リード 16 の幅は、導電リード 16 の重なり枚数の偏差の変動には影響しないことが分かる。

#### 【0058】

(集電部材の外径)

図 11 は、図 8 に図示された適正領域 A、B、C に対する正・負極の集電部材 27、21 の外径と導電リードのピッチの関係を示すグラフである。

図 8 の場合と同様に、導電リード 16 のピッチ  $p$  を 0.1 mm ずつ変化させたときの導電リードの重なり枚数の標準偏差がどのように変動するかを、正・負極の集電部材 27、21 が 28.0 mm ~ 32.0 mm の範囲に対して演算により求めたものである。すなわち、集電部材 27、21 の外径が、28.0 mm、29.0 mm、30.0 mm、31.0 mm、32.0 mm、33.0 mm に対して、それぞれ、図 8 のグラフを作成し、各グラフにおいて、図 8 に示す領域 A、B、C の範囲となる導電リード 16 のピッチ  $p$  をプロットしたものである。正・負極の集電部材 27、21 の外径以外の各パラメータは、導電リード 16 の幅を 5 mm、電極長さ (図示せず) を 4000 mm、電極繰り返し厚さ  $y$  を 0.25 mm とした。

#### 【0059】

図 11 において、正・負極の集電部材 27、21 の外径が変動しても、重なり枚数の偏差の変動幅が小さい適正領域 A、B、C には殆ど違いが見られない。つまり、正・負極の集電部材 27、21 の外径は、導電リード 16 の重なり枚数の偏差の変動には影響しないことが分かる。

#### 【0060】

(電極長さ)

図 1 2 は、図 8 に図示された適正領域 A、B、C に対する電極長さ（図示せず）と導電リードのピッチの関係を示すグラフである。

図 8 の場合と同様に、導電リード 1 6 のピッチ  $p$  を  $0.1\text{ mm}$  ずつ変化させたときの導電リードの重なり枚数の標準偏差がどのように変動するかを、電極長さが  $3000\text{ mm} \sim 5000\text{ mm}$  の範囲に対して演算により求めたものである。すなわち、電極長さが、 $3000\text{ mm}$ 、 $3500\text{ mm}$ 、 $4000\text{ mm}$ 、 $4500\text{ mm}$ 、 $5000\text{ mm}$  に対して、それぞれ、図 8 のグラフを作成し、各グラフにおいて、図 8 に示す領域 A、B、C の範囲となる導電リード 1 6 のピッチ  $p$  をプロットしたものである。電極長さ以外の各パラメータは、導電リード 1 6 の幅を  $5\text{ mm}$ 、正・負極の集電部材 2 7、2 1 の外径を  $30\text{ mm}$ 、電極繰返し厚さ  $y$  を  $0.25\text{ mm}$  とした。

10

#### 【0061】

図 1 2 において、電極長さの変動によって、重なり枚数の偏差の変動幅が小さい適正領域 A、B、C が変化している。つまり電極長さは、導電リード 1 6 の重なり枚数の偏差の変動に影響するパラメータである。

#### 【0062】

（電極繰返し厚さ）

図 1 3 は、図 8 に図示された適正領域 A、B、C に対する電極繰返し厚さ  $y$  と導電リードのピッチの関係を示すグラフである。

上述した如く、電極繰返し厚さ  $y$ （図 2 参照）は、正極電極 1 1、負極電極 1 2、第 1 のセパレータ 1 3 および第 2 のセパレータ 1 4 の合計の厚さである。

20

図 8 の場合と同様に、導電リード 1 6 のピッチ  $p$  を  $0.1\text{ mm}$  ずつ変化させたときの導電リードの重なり枚数の標準偏差がどのように変動するかを、電極繰返し厚さ  $y$  が  $0.23\text{ mm} \sim 0.27\text{ mm}$  の範囲に対して演算により求めたものである。すなわち、電極繰返し厚さが、 $0.23\text{ mm}$ 、 $0.24\text{ mm}$ 、 $0.25\text{ mm}$ 、 $0.26\text{ mm}$ 、 $0.27\text{ mm}$  に対して、それぞれ、図 8 のグラフを作成し、各グラフにおいて、図 8 に示す領域 A、B、C の範囲となる導電リード 1 6 のピッチ  $p$  をプロットしたものである。電極繰返し厚さ  $y$  以外の各パラメータは、導電リード 1 6 の幅を  $5\text{ mm}$ 、正・負極の集電部材 2 7、2 1 の外径を  $30\text{ mm}$ 、電極長さを  $4000\text{ mm}$  とした。

#### 【0063】

図 1 3 において、電極繰返し厚さ  $y$  の変動によって、重なり枚数の偏差の変動幅が小さい適正領域 A、B、C が変化している。つまり、電極繰返し厚さ  $y$  は、導電リード 1 6 の重なり枚数の偏差の変動に影響するパラメータである。

30

#### 【0064】

以上の結果より、導電リード 1 6 の重なり枚数の偏差の変動幅が小さい適正領域 A、B、C は、導電リード 1 6 の幅および正・負極の集電部材 2 7、2 1 の外径の変化には影響されず、電極長さと電極繰返し厚さ  $y$  により変動することが分かった。

また、図 1 2 および図 1 3 により、適正領域 A、B、C の変動は、電極長さと電極繰返し厚さ  $y$  の変化に直線近似できると考えられる。

#### 【0065】

図 1 4 は、図 8 に図示された適正領域 A、B、C に対する電極長さ、電極繰返し厚さおよび導電リードのピッチの関係を示すグラフである。

40

導電リード 1 6 の重なり枚数の偏差の変動幅が小さい適正領域 A、B、C は、図 1 4 に示す如く、導電リード 1 6 のピッチ  $p$ 、電極長さ、電極繰返し厚さ  $y$  の 3 つのパラメータによって構成される平面によって限定することができる。

円筒形二次電池 1 を作製する際に、導電リード 1 6 ピッチ  $p$  を、電極長さと電極繰返し厚さ  $y$  の関数によって、導電リード 1 6 の重なり枚数の偏差の変動幅が小さい適正領域 A、B、C の範囲内とするように定める。このことにより、導電リード 1 6 のピッチ  $p$  の重なり枚数の偏差の変動を抑制することが可能となる。

#### 【0066】

電極長さを  $x\text{ mm}$ 、電極繰返し厚さを  $y\text{ mm}$ 、導電リード 1 6 のピッチを  $p$  としたとき

50

、各適正領域 A、B、C に対して、その関数は、下記通りとなる。

( 1 ) 適正領域 A :

$$3.4341 + 0.00266972 x + 37.6812 y < p < -1.75694 + 0.0032418 x + 63.7681 y$$

( 2 ) 適正領域 B :

$$2.76142 + 0.0032418 x + 55.0725 y < p < 2.30873 + 0.00411899 x + 68.1159 y$$

( 3 ) 適正領域 C :

$$3.65859 + 0.00495805 x + 62.3188 y < p < -11.1444 + 0.00781846 x + 143.478 y$$

【 0 0 6 7 】

以上説明した通り、上記実施形態では、導電リードのピッチの公差を  $\Delta p$ 、導電リードの根元部と先端部の幅寸法の差を  $\Delta w$  としたとき、導電リードのピッチが、導電リードの重なり枚数の標準偏差を導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値で除した数値の変動幅が  $\Delta p$  と  $\Delta w$  の和よりも大きい範囲に亘り 0.2 以下である範囲内に定められているので、導電リードの重なり枚数のばらつきを十分に小さくすることができる。その結果、導電リードが均一に集電部材の外周面に溶接される。このため、内部抵抗のばらつき等が小さい電池性能が優れた円筒形二次電池 1 を作製することが可能となる。この場合、導電リード 16 のピッチ  $p$  は等間隔であるので、正極電極 11、負極電極 12 および電極群 10 の製造も効率的である。

10

【 0 0 6 8 】

なお、上記実施形態では、リチウムイオン円筒形二次電池の場合で説明した。しかし、本発明は、ニッケル水素電池またはニッケル・カドミウム電池、鉛蓄電池のように水溶性電解液を用いる円筒形二次電池にも適用が可能である。

20

【 0 0 6 9 】

また、上記実施形態では、導電リード 16 の公差  $\Delta p$  を 1 mm、導電リード 16 の根元部の幅  $w_1$  と先端部の幅  $w_2$  との差  $\Delta w$  を 1 mm をとして説明したが、 $\Delta p$  および  $\Delta w$  の値が、それぞれ、異なる電極ユニットを用いた二次電池にも本発明を適用することが可能である。

【 0 0 7 0 】

上記実施形態では、電極群 10 を、正極電極 11 と負極電極 12 との間に、第 1、第 2 のセパレータ 13、14 を介在させた構造としたが、第 1、第 2 のセパレータ 13、14 間を 1 枚のセパレータで分離させる構造としてもよい。その他、本発明の円筒形二次電池は、発明の趣旨の範囲内において、種々、変形して適用することが可能であり、要は、長手方向の一側縁に沿って多数の導電リードが所定ピッチで形成された正極金属箔の両面に正極合剤が形成された正極電極と、正極電極の導電リードが形成された一側縁に対向する他側縁に沿って多数の導電リードが所定ピッチで形成された負極金属箔の両面に負極合剤が形成された負極電極とがセパレータを介して捲回された電極群と、正極電極および負極電極の少なくとも一方の導電リードが捲回され重なって接合された集電部材と、電極群および集電部材が収容され、電解液が注入された電池容器とを備えた円筒形二次電池において、導電リードが根元部から先端部に向けて先細に形成され、導電リードのピッチの公差を  $\Delta p$ 、導電リードの根元部と先端部の幅寸法の差を  $\Delta w$  としたとき、導電リードのピッチが、導電リードの重なり枚数の標準偏差を導電リードの重なり枚数の標準偏差の平均値で除した数値の変動幅が  $\Delta p$  と  $\Delta w$  の和よりも大きい範囲に亘り所定値以下である適正領域内に定められたものであればよい。

30

40

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

- 1 円筒形二次電池
- 2 電池缶
- 3 電池蓋
- 4 電池容器
- 5 非水電解液
- 10 電極群

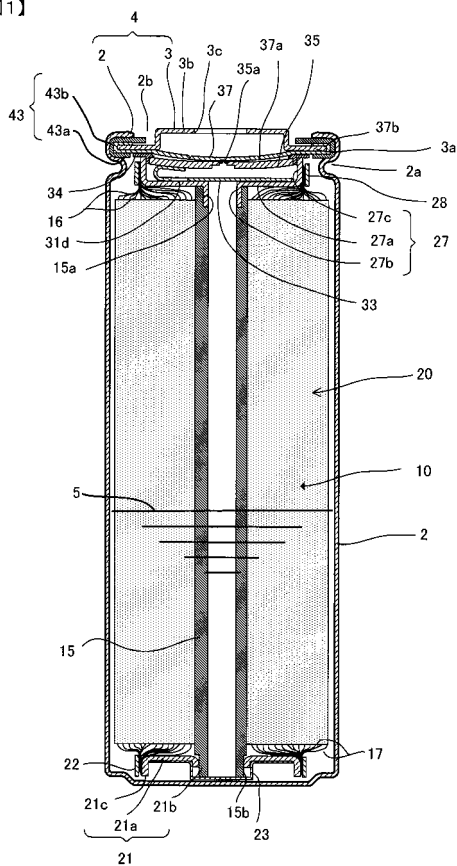
50

- 1 1 正極電極
- 1 2 負極電極
- 1 3 第 1 のセパレータ
- 1 4 第 2 のセパレータ
- 1 6 正極リード（導電リード）
- 1 7 負極リード（導電リード）
- 2 1 負極集電部材
- 2 7 正極集電部材
- 3 0 電池蓋ユニット
- A、B、C 適正領域
- p 導電リードのピッチ
- x 電極長さ
- y 電極繰り返し厚さ
- w 1 導電リード根元部の幅
- w 2 導電リード先端部の幅

10

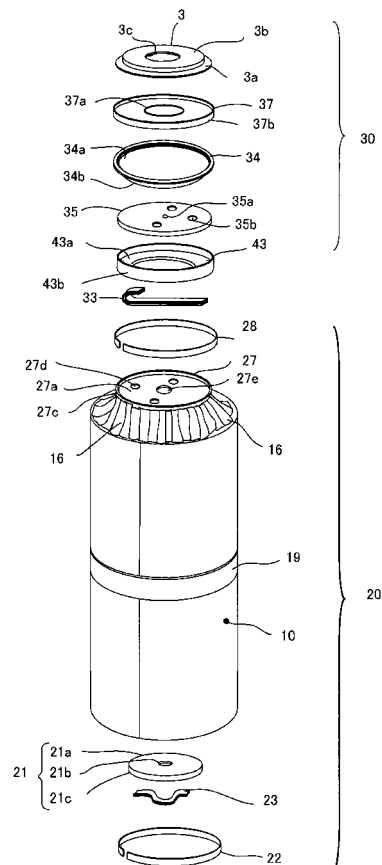
【図 1】

【図 1】



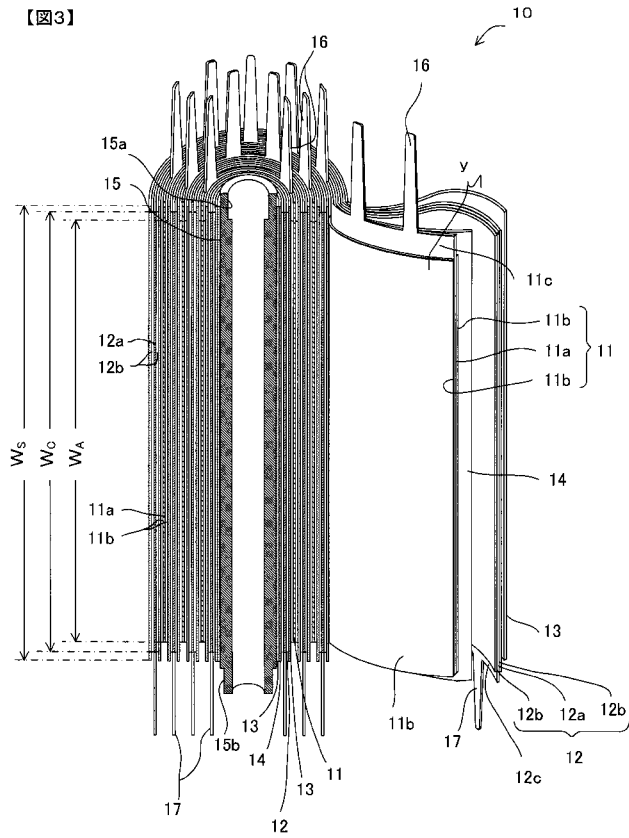
【図 2】

【図 2】

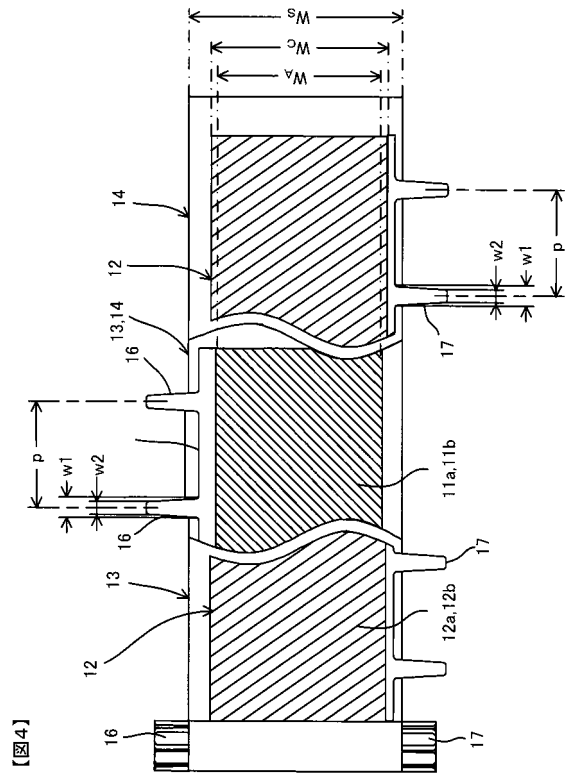


【図 3】

【図3】

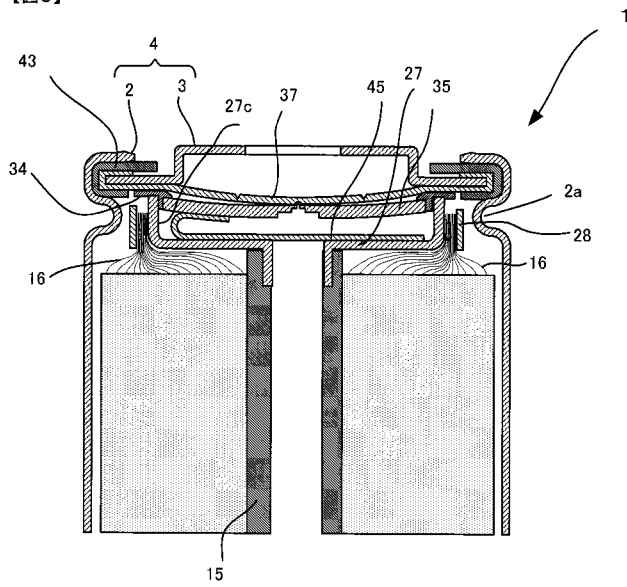


【図 4】



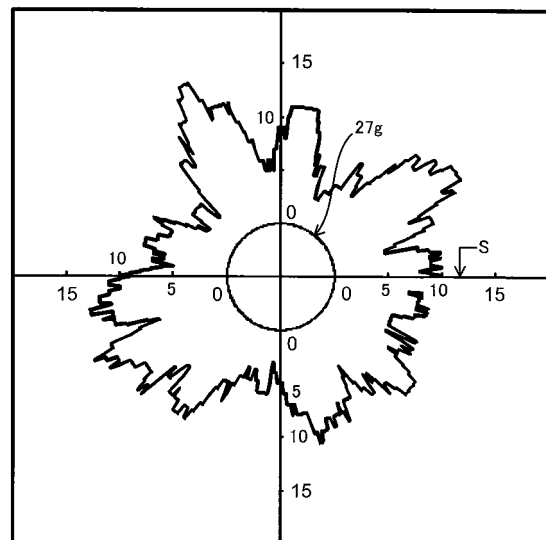
【図 5】

【図5】



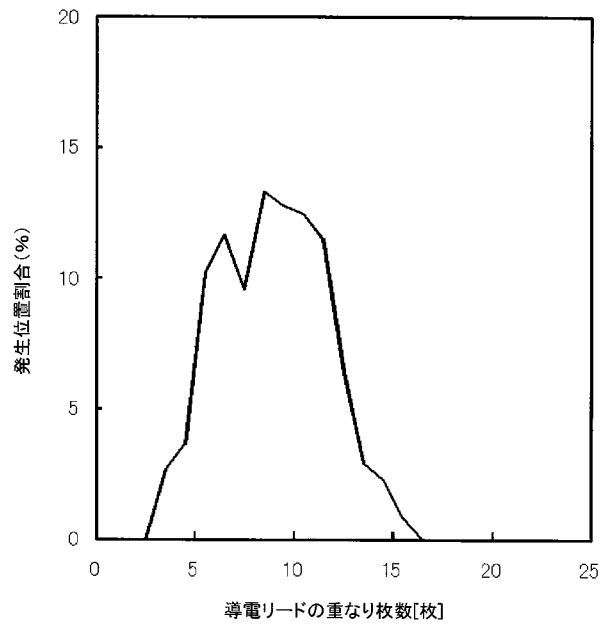
【図 6】

【図6】



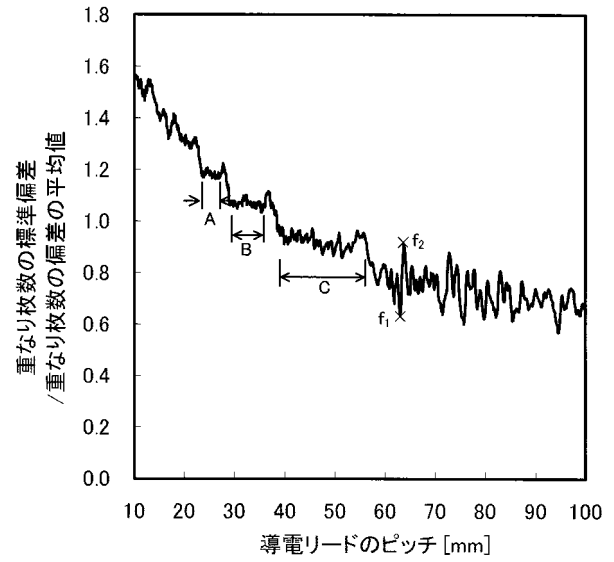
【 図 7 】

【図7】



【 図 8 】

【図8】



【 図 9 】

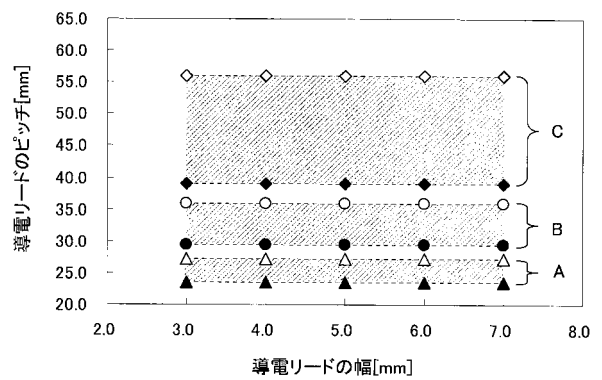
【図9】

各適正領域の範囲と重なり枚数の偏差に関する幅

| 適正領域 | 導電リードピッチ範囲 |      | (重なり枚数の標準偏差/<br>重なり枚数の標準偏差の<br>平均値)の幅 |
|------|------------|------|---------------------------------------|
|      | 下限         | 上限   |                                       |
| A    | 23.2       | 26.5 | 0.083078                              |
| B    | 28.9       | 35.1 | 0.066239                              |
| C    | 38.5       | 54.5 | 0.150390                              |

【 図 1 0 】

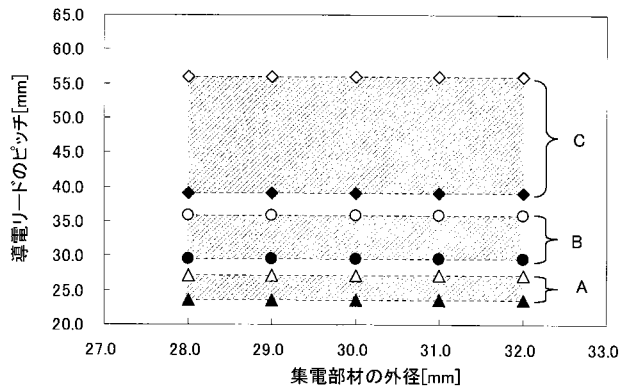
【図10】



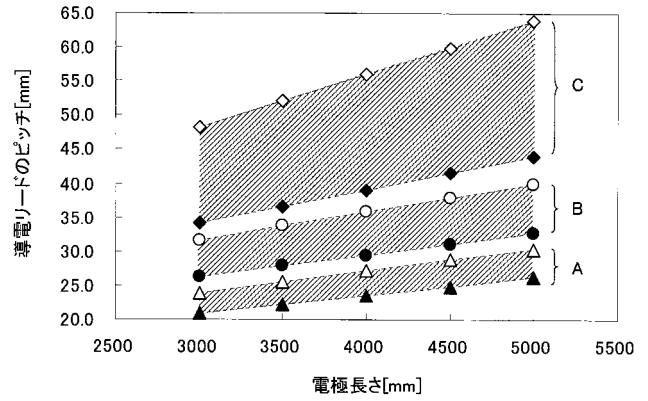
【図 1 1】

【図 1 2】

【図11】



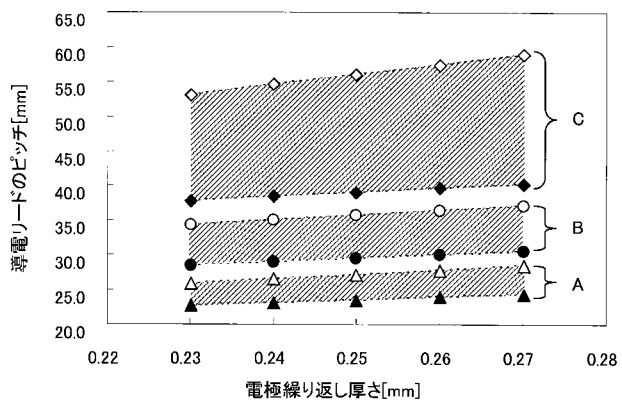
【図12】



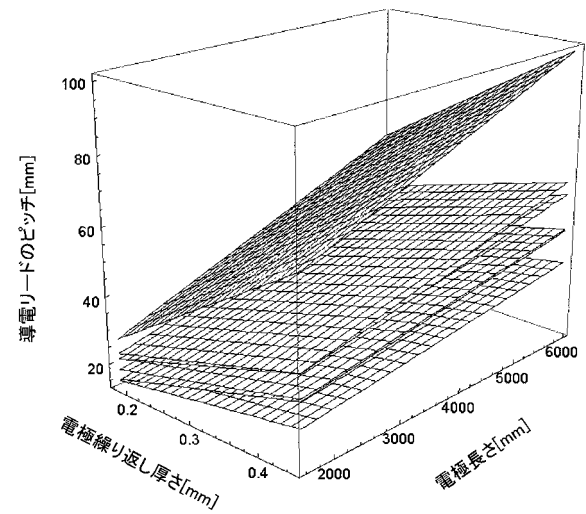
【図 1 3】

【図 1 4】

【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H029 AJ06 AK02 AK03 AL07 AM02 AM07 BJ02 BJ14 CJ03 CJ04  
CJ05 CJ07 DJ05 EJ01 HJ04  
5H043 AA03 AA19 BA15 CA03 CA12 CB04 CB09 DA03 DA09 DA15  
DA22 EA08 EA15 EA16 EA20 EA35 EA44 HA17E JA01E JA09E  
KA08E KA09E LA02E