

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6536354号
(P6536354)

(45) 発行日 令和1年7月3日 (2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日 (2019.6.14)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 M 2/02 (2006.01)	HO 1 M 2/02 F
HO 1 M 10/0587 (2010.01)	HO 1 M 10/0587
HO 1 M 2/12 (2006.01)	HO 1 M 2/12 I O I
HO 1 M 4/525 (2010.01)	HO 1 M 4/525
HO 1 M 4/505 (2010.01)	HO 1 M 4/505

請求項の数 21 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2015-215748 (P2015-215748)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成27年11月2日 (2015.11.2)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開2017-91609 (P2017-91609A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	平成29年5月25日 (2017.5.25)	(74) 代理人	100082762
審査請求日	平成29年11月17日 (2017.11.17)		弁理士 杉浦 正知
		(74) 代理人	100123973
			弁理士 杉浦 拓真
		(72) 発明者	上 光宏
			福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内
		(72) 発明者	獨古 義博
			福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池、電池パック、電子機器、電動車両、蓄電装置および電力システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電池素子と、
前記電池素子を収容し、少なくとも1つの薄壁部を周面に有する円筒缶と
を備え、
前記電池素子は略円柱状を有する巻回電極体であり、前記巻回電極体の一端の面の中心から他端の面の中心に向けて貫通孔を有し、

前記電池素子の平均外径に対する前記貫通孔の平均孔径の比率は、17%以下であり、
前記薄壁部は、前記周面の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方または両方に設けられ、かつ、前記電池素子の周面に対向している電池。

【請求項 2】

前記周面の高さに対する前記薄壁部の長さの比率は、5%以上30%以下である請求項1に記載の電池。

【請求項 3】

前記円筒缶の厚さに対する前記薄壁部の厚さの比率は、1%以上90%以下である請求項1または2に記載の電池。

【請求項 4】

前記円筒缶の厚さに対する前記薄壁部の厚さの比率は、10%以上80%以下である請求項3に記載の電池。

【請求項 5】

前記円筒缶の外径に対する前記薄壁部の幅の比率は、16%以下である請求項1から4のいずれかに記載の電池。

【請求項6】

前記円筒缶の外径に対する前記薄壁部の幅の比率は、8%以下である請求項5に記載の電池。

【請求項7】

前記薄壁部は、前記円筒缶の中心軸に対して平行に延設されている、または電池缶の中心軸と10°以内の角度をなすように延設されている請求項1から6のいずれかに記載の電池。

【請求項8】

前記周面の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方または両方が、前記薄壁部を2つ以上含んでいる請求項1から7のいずれかに記載の電池。

【請求項9】

前記周面の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方または両方が、前記薄壁部を3つ以上含んでおり、該3つ以上の薄壁部は、前記周面の周方向に等間隔で設けられている請求項1から7のいずれかに記載の電池。

【請求項10】

前記周面の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方または両方が、前記薄壁部を3つ以上含んでおり、隣り合った前記薄壁部と前記円筒缶の中心軸とを結ぶ線分のなす角度が110°以上120°以下の範囲である請求項1から7のいずれかに記載の電池。

【請求項11】

前記電池素子の平均外径に対する前記貫通孔の平均孔径の比率は、12.5%以下である請求項1から10のいずれかに記載の電池。

【請求項12】

前記円筒缶内でガスが発生したときに該ガスを放出する安全弁をさらに備え、

前記薄壁部のガス開放圧は、前記安全弁のガス開放圧よりも高い請求項1から11のいずれかに記載の電池。

【請求項13】

前記電池素子は、以下の式(1)で表される平均組成を有する正極活物質を含む正極を備える請求項1から12のいずれかに記載の電池。



(式中、 $0 < v < 2$ 、 $w + x + y = 1$ 、 $0 < w = 1$ 、 $0 \leq x \leq 0.5$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ 、 $0 < z < 3$ であり、 M' および M'' は、Co(コバルト)、Fe(鉄)、Mn(マンガン)、Cu(銅)、Zn(亜鉛)、Al(アルミニウム)、Cr(クロム)、V(バナジウム)、Ti(チタン)、Mg(マグネシウム)、Zr(ジルコニウム)から選択される少なくとも1種以上である。)

【請求項14】

前記薄壁部は、溝または平面部である請求項1から13のいずれかに記載の電池。

【請求項15】

前記周面は、前記円筒缶の絞り加工部から底部までの範囲に設けられている請求項1から14のいずれかに記載の電池。

【請求項16】

請求項1から15のいずれかに記載の電池と、

前記電池を制御する制御部と

を備える電池パック。

【請求項17】

請求項1から15のいずれかに記載の電池を備え、

前記電池から電力の供給を受ける電子機器。

【請求項 18】

請求項 1 から 15 のいずれかに記載の電池と、
前記電池から電力の供給を受けて車両の駆動力に変換する変換装置と、
前記電池に関する情報に基づいて車両制御に関する情報処理を行う制御装置と
を備える電動車両。

【請求項 19】

請求項 1 から 15 のいずれかに記載の電池を備え、
前記電池に接続される電子機器に電力を供給する蓄電装置。

【請求項 20】

他の機器とネットワークを介して信号を送受信する電力情報制御装置を備え、
前記電力情報制御装置が受信した情報に基づき、前記電池の充放電制御を行う請求項 1
9 に記載の蓄電装置。 10

【請求項 21】

請求項 1 から 15 のいずれかに記載の電池を備え、
前記電池から電力の供給を受ける電力システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、電池、電池パック、電子機器、電動車両、蓄電装置および電力システムに関
する。 20

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン電池などの電池では、通常の使用範囲外の異常な使用をされると大量の
ガスを発生し、破裂する虞がある。このため、電池のトップ側（封口部側）に安全弁を設
け、発電素子の中空状の孔部を介して電池のボトム側（缶底側）からトップ側にガスを導
き安全弁を開裂などして、ガスを電池のトップ側から排出し、内圧上昇による電池の破裂
を抑制する技術が提案されている。

【0003】

しかし、近年の電池の高容量化に対する要求に応えるためには、発電素子の孔部を小さ
くすることが必要となり、ガスを安全弁へ導く誘導路としての孔部の機能が不十分となる
虞がある。そこで、電池の安全性を向上するために、以下のような技術が提案されている
。（１）特許文献１では、円筒缶の缶底に溝を形成する技術が提案されている。（２）特
許文献２では、缶側面に直線状の切込みを入れる技術が提案されている。（３）特許文献
３では、電極が配置されていない箇所に H 型の溝を作る技術が提案されている。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献１】特開平 6 - 33354 号公報

【特許文献２】特開 2000 - 182588 号公報

【特許文献３】特開平 10 - 269997 号公報 40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本技術の目的は、安全性を向上できる電池、電池パック、電子機器、電動車両、蓄電装
置および電力システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の課題を解決するために、第 1 の技術は、電池素子と、電池素子を収容し、少なく
とも 1 つの薄壁部を周面に有する円筒缶とを備え、電池素子は略円柱状を有する巻回電極
体であり、巻回電極体の一端の面の中心から他端の面の中心に向けて貫通孔を有し、電池 50

素子の平均外径に対する貫通孔の平均孔径の比率は、１７％以下であり、薄壁部は、周面の一端から０％以上３０％以下および７０％以上１００％の範囲の領域の一方または両方に設けられ、かつ、電池素子の周面に対向している電池である。

【０００７】

第２の技術は、第１の技術の電池と、この電池を制御する制御部とを備える電池パックである。

【０００８】

第３の技術は、第１の技術の電池を備え、この電池から電力の供給を受ける電子機器である。

【０００９】

第４の技術は、第１の技術の電池と、この電池から電力の供給を受けて車両の駆動力に変換する変換装置と、この電池に関する情報に基づいて車両制御に関する情報処理を行う制御装置とを備える電動車両である。

【００１０】

第５の技術は、第１の技術の電池を備え、この電池に接続される電子機器に電力を供給する蓄電装置である。

【００１１】

第６の技術は、第１の技術の電池を備え、この電池から電力の供給を受ける電力システムである。

【発明の効果】

【００１２】

以上説明したように、本技術によれば、電池の安全性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】図１は、本技術の第１の実施形態に係る非水電解質二次電池の一構成例を示す断面図である。

【図２】図２Ａは、電池缶の周面の範囲を説明するための概略図である。図２Ｂは、図２Ａに示した絞り加工部を拡大して表す概略図である。

【図３】図３Ａ、図３Ｂ、図３Ｃはそれぞれ、薄壁部の形状例を説明するための概略図である。

【図４】図４Ａ、図４Ｂ、図４Ｃはそれぞれ、巻回電極体の平均外径の算出方法を説明するための図である。

【図５】図５Ａ、図５Ｂ、図５Ｃはそれぞれ、巻回電極体の平均孔径の算出方法を説明するための図である。

【図６】図６は、図１に示した巻回電極体の一部を拡大して表す断面図である。

【図７】図７は、本技術の第２の実施形態に係る電子機器の一構成例を示すブロック図である。

【図８】図８は、本技術の第３の実施形態に係る蓄電システムの一構成例を示す概略図である。

【図９】図９は、本技術の第４の実施形態に係る電動車両の一構成を示す概略図である。

【図１０】図１０Ａ、図１０Ｂ、図１０Ｃ、図１０Ｄはそれぞれ、周面に対する溝の形成位置を説明するための概略図である。

【図１１】図１１Ａ、図１１Ｂ、図１１Ｃ、図１１Ｄはそれぞれ、周面に対する溝の形成位置を説明するための概略図である。

【図１２】図１２Ａ、図１２Ｂ、図１２Ｃ、図１２Ｄはそれぞれ、周面に対する溝の形成位置を説明するための概略図である。

【図１３】図１３Ａ、図１３Ｂ、図１３Ｃ、図１３Ｄはそれぞれ、周面に対する溝の形成位置を説明するための概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

本技術の実施形態について以下の順序で説明する。

- 1 第1の実施形態（円筒型電池の例）
- 2 第2の実施形態（電池パックおよび電子機器の例）
- 3 第3の実施形態（蓄電システムの例）
- 4 第4の実施形態（電動車両の例）

【0015】

< 1. 第1の実施形態 >

[電池の構成]

以下、図1を参照しながら、本技術の第1の実施形態に係る非水電解質二次電池（以下単に「電池」という。）の一構成例について説明する。この電池は、例えば、負極の容量が、電極反応物質であるリチウム（Li）の吸蔵および放出による容量成分により表されるいわゆるリチウムイオン二次電池である。この電池はいわゆる円筒型といわれるものであり、ほぼ中空円柱状の電池缶11の内部に、一对の帯状の正極21と帯状の負極22とがセパレータ23を介して積層し巻回された電池素子としての巻回電極体20を有している。電池缶11は、ニッケル（Ni）のめっきがされた鉄（Fe）により構成されており、一端部が閉鎖され他端部が開放されている。電池缶11の内部には、電解質としての電解液が注入され、正極21、負極22およびセパレータ23に含浸されている。また、巻回電極体20を挟むように巻回周面に対して垂直に一对の絶縁板12、13がそれぞれ配置されている。なお、以下の説明において、電池の両端部のうち、電池缶11の閉鎖端部側を「ボトム側」といい、それとは反対側である電池缶11の開放端部側を「トップ側」ということがある。

【0016】

電池缶11の開放端部には、電池蓋14と、この電池蓋14の内側に設けられた安全弁機構15および熱感抵抗素子（Positive Temperature Coefficient；PTC素子）16とが、封口ガスケット17を介してかしめられることにより取り付けられている。これにより、電池缶11の内部は密閉されている。電池蓋14は、例えば、電池缶11と同様の材料により構成されている。安全弁機構15は、異常時に電池缶11内でガスが発生した場合に開裂などして、ガスを電池のトップ側から排出する。また、安全弁機構15は、電池蓋14と電氣的に接続されており、内部短絡あるいは外部からの加熱などにより電池の内圧が一定以上となった場合に、ディスク板15Aが反転して電池蓋14と巻回電極体20との電氣的接続を切断するようになっている。封口ガスケット17は、例えば、絶縁材料により構成されており、表面にはアスファルトが塗布されている。

【0017】

巻回電極体20は、略円柱状を有している。巻回電極体20は、その一端の面の中心から他端の面の中心に向けて貫通する中心孔（貫通孔）20Hを有している。この中心孔20Hにセンターピン24が挿入されている。センターピン24は、両端が開放された筒状を有している。このため、センターピン24は、電池缶11内でガスが発生した場合に、ガスをボトム側からトップ側に誘導する流路として機能する。

【0018】

巻回電極体20の正極21にはアルミニウム（Al）などよりなる正極リード25が接続されており、負極22にはニッケルなどよりなる負極リード26が接続されている。正極リード25は安全弁機構15に溶接されることにより電池蓋14と電氣的に接続されており、負極リード26は電池缶11に溶接され電氣的に接続されている。

【0019】

第1の実施形態に係る電池では、一对の正極21および負極22当たりの完全充電状態における開回路電圧（すなわち電池電圧）は、4.2V以下でもよいが、4.2Vよりも高く、好ましくは4.4V以上6.0V以下、より好ましくは4.4V以上5.0V以下の範囲内になるように設計されていてもよい。電池電圧を高くすることにより、高いエネルギー密度を得ることができる。

【0020】

以下、第1の実施形態に係る電池を構成する、電池缶11、正極21、負極22、セパレータ23、および電解液について順次説明する。

【0021】

(電池缶)

電池缶11は、少なくとも1つの薄壁部11aを周面11Sに有する円筒缶である。電池缶11の側面のうちトップ側の端部近くには、絞り加工部11bが設けられている。ここで、周面11Sとは、図2Aに示すように、電池缶11の絞り加工部11bと底部11cとの間に位置する面をいう。また、周面11Sの高さ方向(幅方向)の位置は、周面11Sのトップ側の一端の位置を“0%”、ボトム側の他端の位置を“100%”とする百分率で表すものとする。なお、“0%”とするトップ側の一端の位置は、具体的には、図2Bに示すように電池缶11の絞り加工部11bのうちトップ側の方向に向けて最も突出した位置11dとする。

10

【0022】

薄壁部11aが設けられる電池缶11の周面11Sは、電池缶11の内周面および外周面の一方または両方である。薄壁部11aは、周面11Sのトップ側の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方または両方に設けられている。この範囲内に薄壁部11aが設けられていることで、充放電サイクルを多数回繰り返した場合にも薄壁部11aが裂けることを抑制できる。

【0023】

薄壁部11aは、周面11Sのトップ側の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方に設けられていてもよいし(図10A、図10B参照)、それらの領域の両方に設けられていてもよい(図11A、図11B参照)。この場合、両範囲に設けられた薄壁部11aが電池缶11の高さ方向に延びる同一の直線上に位置していてもよいし(図11A参照)、同一の直線上に位置せず電池缶11の周方向にずれていてもよい(図11B参照)。

20

【0024】

周面11Sのトップ側の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲に設けられる薄壁部11aの個数は、1個に限らず、複数個であってもよい(図10C、図10D)。また、薄壁部11aは、周面11Sのトップ側の一端から0%以上30%以下の領域全体に渡って設けられていなくてもよいし(図11D、図12B参照)、周面11Sのトップ側の一端から70%以上100%の領域全体に渡って設けられていなくてもよい(図11C、図12A参照)。

30

【0025】

周面11Sのトップ側の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方または両方が、薄壁部11aを2つ以上含んでいることが好ましい。電池の安全性をより向上できるからである。

【0026】

周面11Sのトップ側の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方または両方が、薄壁部11aを3つ以上含んでおり、これらの3つ以上の薄壁部11aが、周面11Sの周方向に等間隔で設けられていることが好ましい。電池の安全性をより向上できるからである。上述のように薄壁部11aを3つ以上含んでいる場合、隣り合った薄壁部11aと円筒缶11の中心軸とを結ぶ線分のなす角度が110°以上120°以下の範囲であることが好ましい。

40

【0027】

周面11Sの高さ(幅)Hに対する薄壁部11aの長さLの比率($(L/H) \times 100$)は、好ましくは5%以上30%以下である。比率がこの範囲であると、過充電状態の電池が誤って火中に投下された場合などにも、電池の内容物が飛び出すことを更に抑制できる。

【0028】

周面11Sの高さHに対する薄壁部11aの長さLの比率は、以下のようにして求めら

50

れる。まず、測定顕微鏡（工具顕微鏡）により周面 1 1 S の高さ H および薄壁部 1 1 a の長さ L を求める。次に、求めた高さ H および長さ L を用いて、高さ H に対する長さ L の比率を百分率（ $(L/H) \times 100$ ）として求める。

【0029】

周面 1 1 S のうち薄壁部 1 1 a が設けられている部分の厚さ（以下単に「薄壁部 1 1 a の厚さ」という。）D 1 は、周面 1 1 S のうち薄壁部 1 1 a が設けられていない部分の厚さ（以下単に「電池缶 1 1 の厚さ」という。）D 2 に比して薄くなっている。薄壁部 1 1 a は、図 3 A に示すように溝であってもよいし、図 3 B に示すように周面 1 1 S の一部が辺面状に切り取られた平面部であってもよい。薄壁部 1 1 a の底面は、平面状であってもよいし、曲面であってもよいが、形成の容易さの観点からすると、平面状であることが好ましい。曲面は、例えば、図 3 C に示すように電池缶 1 1 と中心軸を同じくする円筒面の一部の曲面であってもよい。

10

【0030】

溝の断面形状は、例えば、ほぼ多角形状、ほぼ部分円形状、ほぼ部分楕円形状、または不定形状であるが、これに限定されるものではない。多角形状の頂部には、曲率 R などが付与されていてもよい。多角形状としては、例えば、三角形状、台形状や長方形などの四角形状、五角形状などが挙げられる。ここで、“部分円形状”とは、円形状の一部の形状であり、例えば半円形状である。部分楕円形状とは、楕円形状の一部の形状であり、例えば半楕円形状である。溝が底面を有する場合、その底面は、例えば、平坦面、段差を有する凹凸面、うねりを有する曲面、またはそれらの面が 2 以上組み合わせられた複合面であ

20

【0031】

溝を周面 1 1 S に垂直な方向から見ると、溝は、例えば、直線状、曲線状、折線状またはそれらを 2 以上組み合わせた形状などを有し、溝の形成の容易さの観点からすると、直線状であることが好ましい。

【0032】

電池缶 1 1 の外径 D に対する薄壁部 1 1 a の幅 W の比率（ $(W/D) \times 100$ ）は、例えば 25% 以下、好ましくは 16% 以下、さらに好ましくは 8% 以下である。比率が 16% 以下であると、一般的な壁厚の電池缶 1 1 では、薄壁部 1 1 a の底面を平面状とすることができるため（図 3 A、図 3 B 参照）、薄壁部 1 1 a の形成が容易である。一方、比率

30

が 16% を超えると、一般的な壁厚の電池缶 1 1 では、薄壁部 1 1 a の底面を曲面状に形成とすることが必要となるため（図 3 C 参照）、薄壁部 1 1 a の形成が困難となる虞がある。なお、φ18mm の電池缶では、比率 16%、8% はそれぞれ、幅 3mm、1.5mm に相当する。

【0033】

電池缶 1 1 の外径 D に対する薄壁部 1 1 a の幅 W の比率は、以下のようにして求められる。まず、測定顕微鏡（工具顕微鏡）により電池缶 1 1 の外径 D を求める。次に、測定顕微鏡（工具顕微鏡）により薄壁部 1 1 a の幅 W を測定する（図 3 A ~ 図 3 C 参照）。なお、薄壁部 1 1 a が断面 U 字状または V 字状などの溝であり、薄壁部 1 1 a の幅 W が深さ方向または延設方向などに変動する場合には、薄壁部 1 1 a の幅 W のうち最も幅が広い部分

40

を薄壁部の幅 W と定義する。次に、求めた外径 D および幅 W を用いて、外径 D に対する幅 W の比率を百分率（ $(W/D) \times 100$ ）として求める。

【0034】

電池缶 1 1 の厚さに D 2 対する薄壁部 1 1 a の厚さ D 1 の比率（ $(D1/D2) \times 100$ ）は、好ましくは 1% 以上 90% 以下、より好ましくは 10% 以上 80% 以下である。比率が 1% 未満であると、充放電サイクルを多数回繰り返した場合に薄壁部 1 1 a が裂ける虞がある。一方、比率が 90% を超えると、過充電状態の電池が誤って火中に投下された場合などに、電池の内容物が飛び出す虞がある。

【0035】

電池缶 1 1 の厚さ D 2 に対する薄壁部 1 1 a の厚さ D 1 の比率は、以下のようにして求

50

められる。まず、外装缶としての電池缶 11 を樹脂に埋め込み樹脂を固化させる。次に、それを輪切りにした後、切断面の研磨を行う。次に、切断面を測定顕微鏡により観察し、薄壁部 11a の厚さ D1 と電池缶 11 の厚さ D2 とを測定する（図 3A ~ 図 3C 参照）。ここで、厚さ D1、D2 は、電池缶 11 の周面 11S に対して垂直またはほぼ垂直の方向における厚さである。なお、薄壁部 11a の厚さ D1 が測定位置により変動する場合には、薄壁部 11a の厚さ D1 のうち最も薄い部分の厚さを薄壁部 11a の厚さ D1 と定義する（図 3B 参照）。また、電池缶 11 の厚さ D2 が測定位置により変動している場合には、電池缶 11 の厚さ D2 のうち最も厚い部分の厚さを電池缶 11 の厚さ D2 と定義する。次に、求めた高さ厚さ D1、D2 を用いて、電池缶 11 の厚さに D2 対する薄壁部 11a の厚さ D1 の比率を百分率 $((D1 / D2) \times 100)$ として求める。

10

【0036】

薄壁部 11a は、電池缶 11 の中心軸と平行な方向に延設されていてもよいし、電池缶 11 の中心軸と所定の角度をなす方向に延設されていてもよいが、薄壁部 11a の形成の容易さの観点からすると、電池缶 11 の中心軸と平行な方向に延設されていることが好ましい。電池缶 11 の中心軸と所定の角度をなす場合、その角度は 10° 以内、より好ましくは 5° 以内、更により好ましくは 3° 以内である。角度が 10° を超えると、円周方向に対して例えば約 11mm を超える範囲にわたり薄壁部 11a を形成する必要性が生じ、薄壁部 11a の形成が困難になる虞がある。角度が 5° 以下であると、円周方向に対して例えば約 5mm 以下の範囲にわたり薄壁部 11a を形成すればよいので、薄壁部 11a の形成が容易となる。角度が 3° 以下であると、円周方向に対して例えば約 3mm 以下の範囲

20

【0037】

上述のように薄壁部 11a を周面 11S に設ける構成は、巻回電極体 20 の平均外径 R に対する中心孔 20H の平均孔径 r の比率 $((r / R) \times 100)$ が 17% 以下である電池に適用した場合に、特に顕著な効果を発現する。このような構成の電池では、電池の高容量化を図ることができるが、異常時に発生したガスを安全弁機構 15 に導く誘導路としての中心孔 20H の機能が不十分となる虞があるため、安全弁機構 15 以外に安全性を向上する機構を設けることが必要となるためである。

【0038】

巻回電極体 20 の平均外径 R に対する中心孔 20H の平均孔径 r の比率は、以下のようにして求められる。まず、CT (Computed Tomography) を用いて、電池の周面 11S のトップ側の一端から 20%、50%、80% の位置でそれぞれ電池の断面画像を撮影する。次に、図 4A、図 5A に示すように、20% の位置にて撮影した断面画像中で巻回電極体 20 の最外周または最内周の集電体（例えば銅箔）上に 6 点を設定する。この際、巻回電極体 20 の中心軸と最外周または最内周の集電体上の隣り合う 2 点を結ぶ線分のなす角度は全て $50 \sim 70^\circ$ に設定する。次に、図 4B、図 5B に示すように、円周上の 6 点から一つおきに 3 点を選択し、その 3 点を通る円の直径を R1（外径）、r1（内径）とし、残りの 3 点を通る円の直径を R2（外径）、r2（内径）とする。

30

【0039】

次に、50%、80% の位置にて撮影した断面画像を用いて、上記と同様の方法で円の直径 R3 ~ R4（外径）、r3 ~ r4（内径）を求める。次に、求めた直径 R1 ~ R6（外径）を単純に平均（算術平均）して平均外径 R を求める。また、求めた直径 r1 ~ r6（内径）を単純に平均（算術平均）して平均孔径 r を求める。次に、求めた平均外径 R および平均孔径 r を用いて、平均外径 R に対する平均孔径 r の比率を百分率 $((r / R) \times 100)$ として求める。

40

【0040】

薄壁部 11a のガス開放圧（開裂圧）は、安全弁機構 15 のガス開放圧（作動圧）より高いことが好ましい。薄壁部 11a は、過充電状態の電池が誤って火中に投下されるなどして大量のガスが発生した場合に、ガスを電池の外部へ逃がすことを目的として設けられているため、通常使用時においては薄壁部 11a の開裂を防ぐ必要があるためである。

50

【 0 0 4 1 】

(正極)

正極 2 1 は、図 6 に示すように、例えば、正極集電体 2 1 A の両面に正極活物質層 2 1 B が設けられた構造を有している。なお、図示はしないが、正極集電体 2 1 A の片面のみに正極活物質層 2 1 B を設けるようにしてもよい。正極集電体 2 1 A は、例えば、アルミニウム箔、ニッケル箔あるいはステンレス箔などの金属箔により構成されている。正極活物質層 2 1 B は、例えば、電極反応物質であるリチウム (L i) を吸蔵および放出することが可能な正極活物質を含んでいる。正極活物質層 2 1 B は、必要に応じて添加剤をさらに含んでいてもよい。添加剤としては、例えば、導電剤および結着剤のうちの少なくとも 1 種を用いることができる。

10

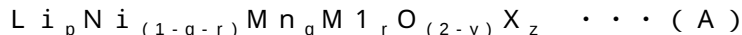
【 0 0 4 2 】

(正極活物質)

正極活物質としては、例えば、リチウム酸化物、リチウムリン酸化物、リチウム硫化物あるいはリチウムを含む層間化合物などのリチウム含有化合物が適当であり、これらの 2 種以上を混合して用いてもよい。エネルギー密度を高くするには、リチウムと遷移金属元素と酸素 (O) とを含むリチウム含有化合物が好ましい。このようなリチウム含有化合物としては、例えば、式 (A) に示した層状岩塩型の構造を有するリチウム複合酸化物、式 (B) に示したオリビン型の構造を有するリチウム複合リン酸塩などが挙げられる。リチウム含有化合物としては、遷移金属元素として、コバルト (C o)、ニッケル (N i)、マンガン (M n) および鉄 (F e) からなる群のうちの少なくとも 1 種を含むものであればより好ましい。このようなリチウム含有化合物としては、例えば、式 (C)、式 (D) もしくは式 (E) に示した層状岩塩型の構造を有するリチウム複合酸化物、式 (F) に示したスピネル型の構造を有するリチウム複合酸化物、または式 (G) に示したオリビン型の構造を有するリチウム複合リン酸塩などが挙げられ、具体的には、 $\text{LiNi}_{0.50}\text{Co}_{0.20}\text{Mn}_{0.30}\text{O}_2$ 、 Li_aCoO_2 ($a < 1$)、 Li_bNiO_2 ($b < 1$)、 $\text{Li}_{c1}\text{Ni}_{c2}\text{Co}_{1-c2}\text{O}_2$ ($c1 < 1$, $0 < c2 < 1$)、 $\text{Li}_d\text{Mn}_2\text{O}_4$ ($d < 1$) あるいは Li_eFePO_4 ($e < 1$) などがある。

20

【 0 0 4 3 】



(但し、式 (A) 中、M 1 は、ニッケル (N i)、マンガン (M n) を除く 2 族 ~ 1 5 族から選ばれる元素のうち少なくとも一種を示す。X は、酸素 (O) 以外の 1 6 族元素および 1 7 族元素のうち少なくとも 1 種を示す。p、q、y、z は、 $0 \leq p \leq 1.5$ 、 $0 \leq q \leq 1.0$ 、 $0 \leq r \leq 1.0$ 、 $-0.1 \leq y \leq 0.2$ 、 $0 \leq z \leq 0.2$ の範囲内の値である。)

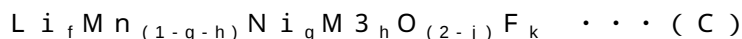
30

【 0 0 4 4 】



(但し、式 (B) 中、M 2 は、2 族 ~ 1 5 族から選ばれる元素のうち少なくとも一種を示す。a、b は、 $0 \leq a \leq 2.0$ 、 $0 \leq b \leq 2.0$ の範囲内の値である。)

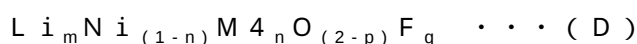
【 0 0 4 5 】



(但し、式 (C) 中、M 3 は、コバルト (C o)、マグネシウム (M g)、アルミニウム (A l)、ホウ素 (B)、チタン (T i)、バナジウム (V)、クロム (C r)、鉄 (F e)、銅 (C u)、亜鉛 (Z n)、ジルコニウム (Z r)、モリブデン (M o)、スズ (S n)、カルシウム (C a)、ストロンチウム (S r) およびタンゲステン (W) からなる群のうちの少なくとも 1 種を表す。f、g、h、j および k は、 $0 \leq f \leq 1.2$ 、 $0 < g < 0.5$ 、 $0 \leq h \leq 0.5$ 、 $g + h < 1$ 、 $-0.1 \leq j \leq 0.2$ 、 $0 \leq k \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、f の値は完全放電状態における値を表している。)

40

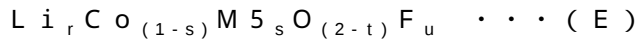
【 0 0 4 6 】



50

(但し、式(D)中、M4は、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、マグネシウム(Mg)、アルミニウム(Al)、ホウ素(B)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、鉄(Fe)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)、スズ(Sn)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)およびタングステン(W)からなる群のうちの少なくとも1種を表す。m、n、pおよびqは、 $0.8 \leq m \leq 1.2$ 、 $0.005 \leq n \leq 0.5$ 、 $-0.1 \leq p \leq 0.2$ 、 $0 \leq q \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、mの値は完全放電状態における値を表している。)

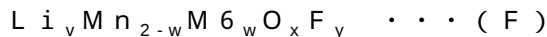
【0047】



10

(但し、式(E)中、M5は、ニッケル(Ni)、マンガン(Mn)、マグネシウム(Mg)、アルミニウム(Al)、ホウ素(B)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、鉄(Fe)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)、スズ(Sn)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)およびタングステン(W)からなる群のうちの少なくとも1種を表す。r、s、tおよびuは、 $0.8 \leq r \leq 1.2$ 、 $0 \leq s < 0.5$ 、 $-0.1 \leq t \leq 0.2$ 、 $0 \leq u \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、rの値は完全放電状態における値を表している。)

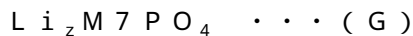
【0048】



20

(但し、式(F)中、M6は、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、マグネシウム(Mg)、アルミニウム(Al)、ホウ素(B)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、鉄(Fe)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)、スズ(Sn)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)およびタングステン(W)からなる群のうちの少なくとも1種を表す。v、w、xおよびyは、 $0.9 \leq v \leq 1.1$ 、 $0 \leq w \leq 0.6$ 、 $3.7 \leq x \leq 4.1$ 、 $0 \leq y \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、vの値は完全放電状態における値を表している。)

【0049】

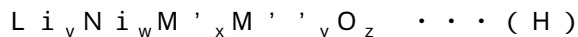


30

(但し、式(G)中、M7は、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、マグネシウム(Mg)、アルミニウム(Al)、ホウ素(B)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、タングステン(W)およびジルコニウム(Zr)からなる群のうちの少なくとも1種を表す。zは、 $0.9 \leq z \leq 1.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、zの値は完全放電状態における値を表している。)

【0050】

Niを含むリチウム含有化合物としては、式(H)に示した正極材料が好ましい。



40

(式中、 $0 < v < 2$ 、 $w + x + y = 1$ 、 $0 < w \leq 1$ 、 $0 \leq x \leq 0.5$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ 、 $0 < z < 3$ であり、M'およびM''は、Co(コバルト)、Fe(鉄)、Mn(マンガン)、Cu(銅)、Zn(亜鉛)、Al(アルミニウム)、Cr(クロム)、V(バナジウム)、Ti(チタン)、Mg(マグネシウム)、Zr(ジルコニウム)から選択される少なくとも1種以上である。)

【0051】

ニッケル(Ni)を含むリチウム含有化合物としては、Ni含有量が80%以上であるものが好ましい。Ni含有量が80%以上であると、高い電池容量が得られるからである。このような高いNi含有量のリチウム含有化合物を用いると、上述のように電池容量が高くなる反面、異常な熱が加えられたときに正極21のガス発生量(酸素放出量)が非常に大きくなる。第1の実施形態に係る電池では、このようなガス発生量が多い電極を用いた場合に特に優れた安全性向上の効果が発現する。

50

【 0 0 5 2 】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な正極材料としては、これらの他にも、 MnO_2 、 V_2O_5 、 V_6O_{13} 、 NiS 、 MoS などのリチウムを含まない無機化合物も挙げられる。

【 0 0 5 3 】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な正極材料は、上記以外のものであってもよい。また、上記で例示した正極材料は、任意の組み合わせで2種以上混合されてもよい。

【 0 0 5 4 】

(結着剤)

結着材としては、例えば、ポリフッ化ビニリデン(PVdF)、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ポリアクリロニトリル(PAN)、スチレンブタジエンゴム(SBR)およびカルボキシメチルセルロース(CMC)などの樹脂材料、ならびにこれら樹脂材料を主体とする共重合体などから選択される少なくとも1種が用いられる。

【 0 0 5 5 】

(導電剤)

導電剤としては、例えば、黒鉛、カーボンブラックあるいはケッチェンブラックなどの炭素材料が挙げられ、それらのうちの1種または2種以上が混合して用いられる。また、炭素材料の他にも、導電性を有する材料であれば金属材料あるいは導電性高分子材料などを用いるようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

(負極)

負極22は、図6に示すように、例えば、負極集電体22Aの両面に負極活物質層22Bが設けられた構造を有している。なお、図示はしないが、負極集電体22Aの片面のみに負極活物質層22Bを設けるようにしてもよい。負極集電体22Aは、例えば、銅箔、ニッケル箔あるいはステンレス箔などの金属箔により構成されている。

【 0 0 5 7 】

負極活物質層22Bは、負極活物質として、リチウムを吸蔵および放出することが可能な1種または2種以上の負極活物質を含んでいる。負極活物質層22Bは、必要に応じて結着剤などの添加剤をさらに含んでいてもよい。

【 0 0 5 8 】

なお、第1の実施形態に係る電池では、リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料の電気化学当量が、正極21の電気化学当量よりも大きくなっており、充電の途中において負極22にリチウム金属が析出しないようになっている。

【 0 0 5 9 】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料としては、例えば、リチウムを吸蔵および放出することが可能であり、金属元素および半金属元素のうちの少なくとも1種を構成元素として含む材料が挙げられる。ここでは、このような負極材料を含む負極22を合金系負極と称する。このような材料を用いれば、高いエネルギー密度を得ることができるからである。特に、炭素材料と共に用いるようにすれば、高エネルギー密度を得ることができると共に、優れたサイクル特性を得ることができるのでより好ましい。この負極材料は金属元素あるいは半金属元素の単体でも合金でも化合物でもよく、またこれらの1種または2種以上の相を少なくとも一部に有するようなものでもよい。なお、本技術において、合金には2種以上の金属元素からなるものに加えて、1種以上の金属元素と1種以上の半金属元素とを含むものも含める。また、非金属元素を含んでいてもよい。その組織には固溶体、共晶(共融混合物)、金属間化合物あるいはそれらのうちの2種以上が共存するものがある。

【 0 0 6 0 】

この負極材料を構成する金属元素あるいは半金属元素としては、例えば、マグネシウム(Mg)、ホウ素(B)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)、インジウム(In)、ケイ素(Si)、ゲルマニウム(Ge)、スズ(Sn)、鉛(Pb)、ビスマス(B

10

20

30

40

50

i)、カドミウム(Cd)、銀(Ag)、亜鉛(Zn)、ハフニウム(Hf)、ジルコニウム(Zr)、イットリウム(Y)、パラジウム(Pd)あるいは白金(Pt)が挙げられる。これらは結晶質のものでもアモルファスのものでもよい。

【0061】

中でも、この負極材料としては、短周期型周期表における4B族の金属元素あるいは半金属元素を構成元素として含むものが好ましく、特に好ましいのはケイ素(Si)およびスズ(Sn)の少なくとも一方を構成元素として含むものである。ケイ素(Si)およびスズ(Sn)は、リチウム(Li)を吸蔵および放出する能力が大きく、高いエネルギー密度を得ることができるからである。

【0062】

スズ(Sn)の合金としては、例えば、スズ(Sn)以外の第2の構成元素として、ケイ素(Si)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、インジウム(In)、銀(Ag)、チタン(Ti)、ゲルマニウム(Ge)、ビスマス(Bi)、アンチモン(Sb)、およびクロム(Cr)からなる群のうちの少なくとも1種を含むものが挙げられる。ケイ素(Si)の合金としては、例えば、ケイ素(Si)以外の第2の構成元素として、スズ(Sn)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、インジウム(In)、銀(Ag)、チタン(Ti)、ゲルマニウム(Ge)、ビスマス(Bi)、アンチモン(Sb)およびクロム(Cr)からなる群のうちの少なくとも1種を含むものが挙げられる。

【0063】

スズ(Sn)の化合物あるいはケイ素(Si)の化合物としては、例えば、酸素(O)あるいは炭素(C)を含むものが挙げられ、スズ(Sn)またはケイ素(Si)に加えて、上述した第2の構成元素を含んでいてもよい。スズ(Sn)の化合物の具体例としては、 SiO_v ($0.2 < v < 1.4$) で表される酸化ケイ素が挙げられる。

【0064】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料としては、例えば、難黒鉛化性炭素、易黒鉛化性炭素、黒鉛、熱分解炭素類、コークス類、ガラス状炭素類、有機高分子化合物焼成体、炭素繊維あるいは活性炭などの炭素材料も挙げられる。黒鉛としては、球形化处理などを施した天然黒鉛、略球状の人造黒鉛を用いることが好ましい。人造黒鉛としては、メソカーボンマイクロビーズ(MCMB)を黒鉛化した人造黒鉛、またはコークス原料を黒鉛化、粉碎した人造黒鉛が好ましい。コークス類には、ピッチコークス、ニードルコークスあるいは石油コークスなどがある。有機高分子化合物焼成体というのは、フェノール樹脂やフラン樹脂などの高分子材料を適当な温度で焼成して炭素化したものをいい、一部には難黒鉛化性炭素または易黒鉛化性炭素に分類されるものもある。また、高分子材料としてはポリアセチレンあるいはポリピロールなどがある。これら炭素材料は、充放電時に生じる結晶構造の変化が非常に少なく、高い充放電容量を得ることができると共に、良好なサイクル特性を得ることができるので好ましい。特に黒鉛は、電気化学当量が大きく、高いエネルギー密度を得ることができ好ましい。また、難黒鉛化性炭素は、優れた特性が得られるので好ましい。更にまた、充放電電位が低いもの、具体的には充放電電位がリチウム金属に近いものが、電池の高エネルギー密度化を容易に実現することができるので好ましい。

【0065】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料としては、更に、他の金属化合物あるいは高分子材料が挙げられる。他の金属化合物としては、 MnO_2 、 V_2O_5 、 V_6O_{13} などの酸化物、 NiS 、 MoS などの硫化物、あるいは LiN_3 などのリチウム窒化物が挙げられ、高分子材料としてはポリアセチレン、ポリアニリンあるいはポリピロールなどが挙げられる。

【0066】

(結着剤)

10

20

30

40

50

結着剤としては、例えば、ポリフッ化ビニリデン（P V d F）、ポリテトラフルオロエチレン（P T F E）、ポリアクリロニトリル（P A N）、スチレンブタジエンゴム（S B R）およびカルボキシメチルセルロース（C M C）などの樹脂材料、ならびにこれら樹脂材料を主体とする共重合体などから選択される少なくとも１種が用いられる。

【 0 0 6 7 】

（セパレータ）

セパレータ 2 3 は、正極 2 1 と負極 2 2 とを隔離し、両極の接触による電流の短絡を防止しつつ、リチウムイオンを通過させるものである。セパレータ 2 3 は、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレンあるいはポリエチレンなどよりなる合成樹脂製の多孔質膜、またはセラミック製の多孔質膜により構成されており、これらの２種以上の多孔質膜を積層した構造とされていてもよい。中でも、ポリオレフィン製の多孔質膜は短絡防止効果に優れ、かつシャットダウン効果による電池の安全性向上を図ることができるので好ましい。特にポリエチレンは、１００ 以上１６０ 以下の範囲内においてシャットダウン効果を得ることができ、かつ電気化学的安定性にも優れているので、セパレータ 2 3 を構成する材料として好ましい。また、ポリプロピレンも好ましく、他にも、化学的安定性を備えた樹脂であればポリエチレンあるいはポリプロピレンと共重合させたり、またはブレンド化することで用いることができる。

10

【 0 0 6 8 】

（電解液）

セパレータ 2 3 には、液状の電解質である電解液が含浸されている。電解液は、溶媒と、この溶媒に溶解された電解質塩とを含んでいる。電解液が、電池特性を向上するために、公知の添加剤を含んでいてもよい。

20

【 0 0 6 9 】

溶媒としては、炭酸エチレンあるいは炭酸プロピレンなどの環状の炭酸エステルを用いることができ、炭酸エチレンおよび炭酸プロピレンのうち的一方、特に両方を混合して用いることが好ましい。サイクル特性を向上させることができるからである。

【 0 0 7 0 】

溶媒としては、また、これらの環状の炭酸エステルに加えて、炭酸ジエチル、炭酸ジメチル、炭酸エチルメチルあるいは炭酸メチルプロピルなどの鎖状の炭酸エステルを混合して用いることが好ましい。高いイオン伝導性を得ることができるからである。

30

【 0 0 7 1 】

溶媒としては、さらにまた、２，４ - ジフルオロアニソールあるいは炭酸ビニレンを含むこと好ましい。２，４ - ジフルオロアニソールは放電容量を向上させることができ、また、炭酸ビニレンはサイクル特性を向上させることができるからである。よって、これらを混合して用いれば、放電容量およびサイクル特性を向上させることができるので好ましい。

【 0 0 7 2 】

これらの他にも、溶媒としては、炭酸ブチレン、 γ - ブチロラクトン、 γ - バレロラクトン、１，２ - ジメトキシエタン、テトラヒドロフラン、２ - メチル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、酢酸メチル、プロピオン酸メチル、アセトニトリル、グルタロニトリル、アジポニトリル、メトキシアセトニトリル、３ - メトキシプロピロニトリル、N，N - ジメチルフォルムアミド、N - メチルピロリジノン、N - メチルオキサゾリジノン、N，N - ジメチルイミダゾリジノン、ニトロメタン、ニトロエタン、スルホラン、ジメチルスルフォキシドあるいはリン酸トリメチルなどが挙げられる。

40

【 0 0 7 3 】

なお、これらの非水溶媒の少なくとも一部の水素をフッ素で置換した化合物は、組み合わせる電極の種類によっては、電極反応の可逆性を向上させることができる場合があるので、好ましい場合もある。

【 0 0 7 4 】

50

電解質塩としては、例えばリチウム塩が挙げられ、1種を単独で用いてもよく、2種以上を混合して用いてもよい。リチウム塩としては、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiClO_4 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 LiCH_3SO_3 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ 、 LiAlCl_4 、 LiSiF_6 、 LiCl 、ジフルオロ[オキソラト-O, O']ホウ酸リチウム、リチウムビスオキサレートボレート、あるいは LiBr などが挙げられる。中でも、 LiPF_6 は高いイオン伝導性を得ることができるとともに、サイクル特性を向上させることができるので好ましい。

【0075】

上述の構成を有する電池では、充電を行うと、例えば、正極活物質層21Bからリチウムイオンが放出され、電解液を介して負極活物質層22Bに吸蔵される。また、放電を行うと、例えば、負極活物質層22Bからリチウムイオンが放出され、電解液を介して正極活物質層21Bに吸蔵される。

10

【0076】

[電池の製造方法]

次に、本技術の第1の実施形態に係る電池の製造方法の一例について説明する。

【0077】

まず、例えば、正極活物質と、導電剤と、結着剤とを混合して正極合剤を調製し、この正極合剤をN-メチル-2-ピロリドン(NMP)などの溶剤に分散させてペースト状の正極合剤スラリーを作製する。次に、この正極合剤スラリーを正極集電体21Aに塗布し溶剤を乾燥させ、ロールプレス機などにより圧縮成型することにより正極活物質層21Bを形成し、正極21を形成する。

20

【0078】

また、例えば、負極活物質と、結着剤とを混合して負極合剤を調製し、この負極合剤をN-メチル-2-ピロリドンなどの溶剤に分散させてペースト状の負極合剤スラリーを作製する。次に、この負極合剤スラリーを負極集電体22Aに塗布し溶剤を乾燥させ、ロールプレス機などにより圧縮成型することにより負極活物質層22Bを形成し、負極22を作製する。

【0079】

次に、正極集電体21Aに正極リード25を溶接などにより取り付けるとともに、負極集電体22Aに負極リード26を溶接などにより取り付け。次に、正極21と負極22とをセパレータ23を介して巻回する。次に、正極リード25の先端部を安全弁機構15に溶接するとともに、負極リード26の先端部を電池缶11に溶接して、巻回した正極21および負極22を一对の絶縁板12、13で挟み電池缶11の内部に収納する。次に、正極21および負極22を電池缶11の内部に収納したのち、電解液を電池缶11の内部に注入し、セパレータ23に含浸させる。次に、電池缶11の開口端部に電池蓋14、安全弁機構15および熱感抵抗素子16を封口ガasket17を介してかしめることにより固定する。これにより、図1に示した二次電池が得られる。

30

【0080】

[効果]

上述の第1の実施形態に係る電池では、電池缶11の周面11Sに少なくとも1つの薄壁部11aが設けられ、巻回電極体20の平均外径に対する中心孔20Hの平均孔径の比率は17%以下であり、薄壁部11aは周面11Sのトップ側の一端から0%以上30%以下および70%以上100%の範囲の領域の一方または両方に設けられている。これにより、過充電状態の電池が誤って火中に投下されるなどして大量のガスを発生した場合にも、薄壁部11aを開裂して、ガスを放出させることができる。また、充放電サイクルを多数回繰り返した場合にも薄壁部11aが裂けることを抑制できる。したがって、電池の安全性を向上できる。

40

【0081】

[変形例]

上述の第1の実施形態では、センターピン24を有する電池について説明したが、セン

50

ターピン 24 を有さない電池であってもよい。このような構成の電池でも、上述の第 1 の実施形態に係る電池と同様に安全性を向上する効果が得られる。

【0082】

< 2 . 第 2 の実施形態 >

第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態に係る電池を備える電池パックおよび電子機器について説明する。

【0083】

[電池パックおよび電子機器の構成]

以下、図 7 を参照して、本技術の第 2 の実施形態に係る電池パック 300 および電子機器 400 の一構成例について説明する。電子機器 400 は、電子機器本体の電子回路 401 と、電池パック 300 とを備える。電池パック 300 は、正極端子 331a および負極端子 331b を介して電子回路 401 に対して電氣的に接続されている。電子機器 400 は、例えば、ユーザにより電池パック 300 を着脱自在な構成を有している。なお、電子機器 400 の構成はこれに限定されるものではなく、ユーザにより電池パック 300 を電子機器 400 から取り外しできないように、電池パック 300 が電子機器 400 内に内蔵されている構成を有していてもよい。

【0084】

電池パック 300 の充電時には、電池パック 300 の正極端子 331a、負極端子 331b がそれぞれ、充電器（図示せず）の正極端子、負極端子に接続される。一方、電池パック 300 の放電時（電子機器 400 の使用時）には、電池パック 300 の正極端子 331a、負極端子 331b がそれぞれ、電子回路 401 の正極端子、負極端子に接続される。

【0085】

電子機器 400 としては、例えば、ノート型パーソナルコンピュータ、タブレット型コンピュータ、携帯電話（例えばスマートフォンなど）、携帯情報端末（Personal Digital Assistants：PDA）、表示装置（LCD、ELディスプレイ、電子ペーパーなど）、撮像装置（例えばデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラなど）、オーディオ機器（例えばポータブルオーディオプレイヤー）、ゲーム機器、コードレスフォン子機、電子書籍、電子辞書、ラジオ、ヘッドホン、ナビゲーションシステム、メモリーカード、ペースメーカー、補聴器、電動工具、電気シェーバー、冷蔵庫、エアコン、テレビ、ステレオ、温水器、電子レンジ、食器洗い器、洗濯機、乾燥器、照明機器、玩具、医療機器、ロボット、ロードコンディショナー、信号機などが挙げられるが、これに限定されるものでない。

【0086】

（電子回路）

電子回路 401 は、例えば、CPU、周辺ロジック部、インターフェース部および記憶部などを備え、電子機器 400 の全体を制御する。

【0087】

（電池パック）

電池パック 300 は、組電池 301 と、充放電回路 302 とを備える。組電池 301 は、複数の二次電池 301a を直列および／または並列に接続して構成されている。複数の二次電池 301a は、例えば n 並列 m 直列（n、m は正の整数）に接続される。なお、図 7 では、6 つの二次電池 301a が 2 並列 3 直列（2P3S）に接続された例が示されている。二次電池 301a としては、第 1 の実施形態に係る電池が用いられる。

【0088】

充放電回路 302 は、組電池 301 の充放電を制御する制御部である。具体的には、充電時には、充放電回路 302 は、組電池 301 に対する充電を制御する。一方、放電時（すなわち電子機器 400 の使用時）には、充放電回路 302 は、電子機器 400 に対する放電を制御する。

【0089】

〔変形例〕

上述の第2の実施形態では、電池パック300が、複数の二次電池301aにより構成される組電池301を備える場合を例として説明したが、電池パック300が、組電池301に代えて1つの二次電池301aを備える構成を採用してもよい。

【0090】

<3. 第3の実施形態>

第3の実施形態では、第1の実施形態に係る電池を蓄電装置に備える蓄電システムについて説明する。この蓄電システムは、およそ電力を使用するものである限り、どのようなものであってもよく、単なる電力装置も含む。この電力システムは、例えば、スマートグリッド、家庭用エネルギー管理システム（HEMS）、車両など含み、蓄電も可能である。

10

【0091】

〔蓄電システムの構成〕

以下、図8を参照して、第3の実施形態に係る蓄電システム（電力システム）100の構成例について説明する。この蓄電システム100は、住宅用の蓄電システムであり、火力発電102a、原子力発電102b、水力発電102cなどの集中型電力系統102から電力網109、情報網112、スマートメータ107、パワーハブ108などを介し、電力が蓄電装置103に供給される。これと共に、家庭内発電装置104などの独立電源から電力が蓄電装置103に供給される。蓄電装置103に供給された電力が蓄電される。蓄電装置103を使用して、住宅101で使用する電力が給電される。住宅101に限らずビルに関しても同様の蓄電システムを使用できる。

20

【0092】

住宅101には、家庭内発電装置104、電力消費装置105、蓄電装置103、各装置を制御する制御装置110、スマートメータ107、パワーハブ108、各種情報を取得するセンサ111が設けられている。各装置は、電力網109および情報網112によって接続されている。家庭内発電装置104として、太陽電池、燃料電池などが利用され、発電した電力が電力消費装置105および/または蓄電装置103に供給される。電力消費装置105は、冷蔵庫105a、空調装置105b、テレビジョン受信機105c、風呂105dなどである。さらに、電力消費装置105には、電動車両106が含まれる。電動車両106は、電気自動車106a、ハイブリッドカー106b、電気バイク106cなどである。

30

【0093】

蓄電装置103は、第1の実施形態に係る電池を備えている。スマートメータ107は、商用電力の使用量を測定し、測定された使用量を、電力会社に送信する機能を備えている。電力網109は、直流給電、交流給電、非接触給電の何れか一つまたは複数の組み合わせであってもよい。

【0094】

各種のセンサ111は、例えば人感センサ、照度センサ、物体検知センサ、消費電力センサ、振動センサ、接触センサ、温度センサ、赤外線センサなどである。各種のセンサ111により取得された情報は、制御装置110に送信される。センサ111からの情報によって、気象の状態、人の状態などが把握されて電力消費装置105を自動的に制御してエネルギー消費を最小とすることができる。さらに、制御装置110は、住宅101に関する情報を、インターネットを介して外部の電力会社などに送信することができる。

40

【0095】

パワーハブ108によって、電力線の分岐、直流交流変換などの処理がなされる。制御装置110と接続される情報網112の通信方式としては、UART(Universal Asynchronous Receiver-Transceiver:非同期シリアル通信送受信回路)などの通信インターフェースを使う方法、Bluetooth(登録商標)、ZigBee、Wi-Fiなどの無線通信規格によるセンサーネットワークを利用する方法がある。Bluetooth(登録商標)方式は、マルチメディア通信に適用され、一対多接続の通信を行うことができ

50

る。ZigBeeは、IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.15.4の物理層を使用するものである。IEEE802.15.4は、PAN(Personal Area Network) またはW(Wireless) PANと呼ばれる短距離無線ネットワーク規格の名称である。

【0096】

制御装置110は、外部のサーバ113と接続されている。このサーバ113は、住宅101、電力会社、およびサービスプロバイダーのいずれかによって管理されていてもよい。サーバ113が送受信する情報は、たとえば、消費電力情報、生活パターン情報、電力料金、天気情報、天災情報、電力取引に関する情報である。これらの情報は、家庭内の電力消費装置(たとえばテレビジョン受信機)から送受信してもよいが、家庭外の装置(たとえば、携帯電話機など)から送受信してもよい。これらの情報は、表示機能を持つ機器、たとえば、テレビジョン受信機、携帯電話機、PDA(Personal Digital Assistants)などに、表示されてもよい。

10

【0097】

各部を制御する制御装置110は、CPU(Central Processing Unit)、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)などで構成され、この例では、蓄電装置103に格納されている。制御装置110は、蓄電装置103、家庭内発電装置104、電力消費装置105、各種のセンサ111、サーバ113と情報網112により接続され、例えば、商用電力の使用量と、発電量とを調整する機能を有している。なお、その他にも、電力市場で電力取引を行う機能などを備えていてもよい。

20

【0098】

以上のように、電力が火力発電102a、原子力発電102b、水力発電102cなどの集中型電力系統102のみならず、家庭内発電装置104(太陽光発電、風力発電)の発電電力を蓄電装置103に蓄えることができる。したがって、家庭内発電装置104の発電電力が変動しても、外部に送出する電力量を一定にしたり、または、必要なだけ放電するといった制御を行うことができる。例えば、太陽光発電で得られた電力を蓄電装置103に蓄えると共に、夜間は料金が安い深夜電力を蓄電装置103に蓄え、昼間の料金が安い時間帯に蓄電装置103によって蓄電した電力を放電して利用するといった使い方もできる。

【0099】

なお、この例では、制御装置110が蓄電装置103内に格納される例を説明したが、スマートメータ107内に格納されてもよいし、単独で構成されていてもよい。さらに、蓄電システム100は、集合住宅における複数の家庭を対象として用いられてもよいし、複数の戸建て住宅を対象として用いられてもよい。

30

【0100】

<4. 第4の実施形態>

第4の実施形態では、第1の実施形態に係る電池を備える電動車両について説明する。

【0101】

[電動車両の構成]

図9を参照して、本技術の第4の実施形態に係る電動車両の一構成について説明する。このハイブリッド車両200は、シリーズハイブリッドシステムを採用するハイブリッド車両である。シリーズハイブリッドシステムは、エンジンで動かす発電機で発電された電力、あるいはそれをバッテリーに一旦貯めておいた電力を用いて、電力駆動力変換装置203で走行する車である。

40

【0102】

このハイブリッド車両200には、エンジン201、発電機202、電力駆動力変換装置203、駆動輪204a、駆動輪204b、車輪205a、車輪205b、バッテリー208、車両制御装置209、各種センサ210、充電口211が搭載されている。バッテリー208としては、第1の実施形態に係る電池が用いられる。

【0103】

50

ハイブリッド車両 200 は、電力駆動力変換装置 203 を動力源として走行する。電力駆動力変換装置 203 の一例は、モータである。バッテリー 208 の電力によって電力駆動力変換装置 203 が作動し、この電力駆動力変換装置 203 の回転力が駆動輪 204 a、204 b に伝達される。なお、必要な個所に直流 - 交流 (DC - AC) あるいは逆変換 (AC - DC 変換) を用いることによって、電力駆動力変換装置 203 が交流モータでも直流モータでも適用可能である。各種センサ 210 は、車両制御装置 209 を介してエンジン回転数を制御したり、図示しないスロットルバルブの開度 (スロットル開度) を制御したりする。各種センサ 210 には、速度センサ、加速度センサ、エンジン回転数センサなどが含まれる。

【0104】

10

エンジン 201 の回転力は発電機 202 に伝えられ、その回転力によって発電機 202 により生成された電力をバッテリー 208 に蓄積することが可能である。

【0105】

図示しない制動機構によりハイブリッド車両 200 が減速すると、その減速時の抵抗力が電力駆動力変換装置 203 に回転力として加わり、この回転力によって電力駆動力変換装置 203 により生成された回生電力がバッテリー 208 に蓄積される。

【0106】

バッテリー 208 は、充電口 211 を介してハイブリッド車両 200 の外部の電源に接続されることで、その外部電源から充電口 211 を入力口として電力供給を受け、受けた電力を蓄積することも可能である。

20

【0107】

図示しないが、電池に関する情報に基づいて車両制御に関する情報処理を行なう情報処理装置を備えていてもよい。このような情報処理装置としては、例えば、電池の残量に関する情報に基づき、電池残量表示を行う情報処理装置などがある。

【0108】

なお、以上は、エンジンで動かす発電機で発電された電力、またはそれをバッテリーに一旦貯めておいた電力を用いて、モータで走行するシリーズハイブリッド車を例として説明した。しかしながら、エンジンとモータの出力をいずれも駆動源とし、エンジンのみで走行、モータのみで走行、エンジンとモータ走行という 3 つの方式を適宜切り替えて使用するパラレルハイブリッド車に対しても本技術は有効に適用可能である。さらに、エンジンを用いず駆動モータのみによる駆動で走行する所謂、電動車両に対しても本技術は有効に適用可能である。

30

【実施例】

【0109】

以下、実施例により本技術を具体的に説明するが、本技術はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

【0110】

以下の実施例および比較例において、巻回電極体の平均外径 R に対する中心孔の平均孔径 r の比率 ($(r/R) \times 100$)、および周面の高さ (幅) H に対する薄壁部の長さ L の比率 ($(L/H) \times 100$) は、上述の実施形態と同様にして求めたものである。なお、以下の実施例および比較例では、薄壁部は溝とした。

40

【0111】

(実施例 1 - 1)

(正極の作製工程)

正極を次のようにして作製した。まず、活物質として NCM (ニッケル - コバルト - マンガン) と、導電剤として炭素の微粉末と、結着剤として PVDF (ポリフッ化ビニリデン) とを混合することにより正極合剤としたのち、溶剤として N - メチル - 2 - ピロリドンに分散させることにより、ペースト状の正極合剤スラリーとした。次に、帯状のアルミニウム箔 (12 μm 厚) からなる正極集電体の両面に正極合剤スラリーを塗布して乾燥させたのち、ロールプレス機で圧縮成型することにより、正極活物質層を形成した。次に、

50

正極集電体の一端に、アルミニウム製の正極リードを溶接して取り付けた。

【0112】

(負極の作製工程)

負極を次のようにして作製した。まず、負極活物質として人造黒鉛粉末と、結着剤としてポリフッ化ビニリデンとを混合して負極合剤としたのち、N-メチル-2-ピロリドンに分散させることにより、ペースト状の負極合剤スラリーとした。次に、帯状の銅箔(15 μm厚)からなる負極集電体の両面に負極合剤スラリーを塗布して乾燥させたのち、ロールプレス機で圧縮成型することにより、負極活物質層を形成した。次に、負極集電体の一端に、ニッケル製の負極リードを取り付けた。

【0113】

10

(電池の組み立て工程)

電池を次のようにして組み立てた。まず、上述のようにして得られた正極と負極とを厚み23 μmの微多孔性ポリエチレン延伸フィルムよりなるセパレータを介して、負極、セパレータ、正極、セパレータの順に積層し、多数回巻回することにより、電池素子としてジェリーロール型の巻回電極体を得た。なお、巻回電極体の平均外径および平均孔径(平均内径)の比率が、平均外径:平均孔径=100:12.5(φ2.2 mm)となるように設定された。すなわち、巻回電極体の平均外径Rに対する巻回電極体の平均孔径rの比率((r/R)×100)が、12.5%となるように設定された。

【0114】

次に、図10Aに示すように、1個の溝が外周面のトップ側の一端から70%以上100%以下の範囲に渡って設けられた電池缶を準備した。次に、巻回電極体の中心孔にセンターピンを挿入し、巻回電極体を一對の絶縁板で挟み、負極リードを電池缶に溶接すると共に、正極リードを安全弁機構に溶接して、巻回電極体を電池缶の内部に収納した。次に、エチレンカーボネートとメチルエチルカーボネートとを1:1の体積比で混合した溶媒に、電解質塩としてLiPF₆を1mol/dm³の濃度になるように溶解して非水電解液を調製した。

20

【0115】

最後に、上述の巻回電極体が収容された電池缶内に、電解液を注入した後、絶縁封口ガasketを介して電池缶をかしめることにより、安全弁、PTC素子および電池蓋を固定し、外径(直径)18 mm、高さ65 mmの円筒型の電池を作製した。

30

【0116】

(実施例1-2)

電池の組み立て工程において、巻回電極体の中心孔にセンターピンを挿入しないこと以外は実施例1-1と同様にして電池を得た。

【0117】

(実施例2-1、2-2)

図10Bに示すように、1個の溝が外周面のトップ側の一端から0%以上30%以下の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例1-1、1-2と同様にして電池を得た。

【0118】

40

(実施例3-1、3-2)

図10Cに示すように、4個の溝が外周面のトップ側の一端から70%以上100%以下の範囲に渡ると共に、外周面の周方向に等間隔で設けられた電池缶を用いること以外は実施例1-1、1-2と同様にして電池を得た。

【0119】

(実施例4-1、4-2)

図10Dに示すように、4個の溝が外周面のトップ側の一端から0%以上30%以下の範囲に渡ると共に、外周面の周方向に等間隔で設けられた電池缶を用いること以外は実施例1-1、1-2と同様にして電池を得た。

【0120】

50

(実施例 5 - 1、5 - 2)

図 1 1 A に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 0 % 以上 3 0 % 以下の範囲に渡って設けられ、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 7 0 % 以上 1 0 0 % 以下の範囲に渡って設けられ、両溝が電池缶の高さ方向に延びる同一の直線上に位置する電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 1】

(実施例 6 - 1、6 - 2)

図 1 1 B に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 0 % 以上 3 0 % 以下の範囲に渡って設けられ、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 7 0 % 以上 1 0 0 % 以下の範囲に渡って設けられ、両溝が電池缶の高さ方向に延びる同一の直線上に位置せず
10 外周面の周方向にずれた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 2】

(実施例 7 - 1、7 - 2)

図 1 1 C に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 7 5 % 以上 9 5 % 以下の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 3】

(実施例 8 - 1、8 - 2)

図 1 1 D に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 5 % 以上 2 5 % 以下の
20 範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 4】

(実施例 9 - 1、9 - 2)

図 1 2 A に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 8 0 % 以上 8 3 % 以下の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 5】

(実施例 1 0 - 1、1 0 - 2)

図 1 2 B に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 1 7 % 以上 2 0 % 以下の
30 範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 6】

(比較例 1 - 1、1 - 2)

溝が外周面に設けられていない電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 7】

(比較例 2 - 1、2 - 2)

巻回電極体の平均外径および平均孔径(平均内径)の比率が、平均外径：平均孔径 = 1 0 0 : 2 1 (φ 3 . 6 mm) となるように設定した。すなわち、巻回電極体の平均外径 R
40 に対する巻回電極体の平均孔径(平均内径) r の比率 $((r / R) \times 1 0 0)$ を 2 1 . 0 % となるように設定した。これ以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 8】

(比較例 3 - 1、3 - 2)

図 1 2 C に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 0 % 以上 1 0 0 % 以下の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0 1 2 9】

(比較例 4 - 1、4 - 2)

図 1 2 D に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 3 0 % 以上 7 0 % 以下
50

の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0130】

(比較例 5 - 1、5 - 2)

図 13A に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 20 % 以上 40 % 以下の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0131】

(比較例 6 - 1、6 - 2)

図 13B に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 60 % 以上 80 % 以下の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0132】

(比較例 7 - 1、7 - 2)

図 13C に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 0 % 以上 40 % 以下の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0133】

(比較例 8 - 1、8 - 2)

図 13D に示すように、1 個の溝が外周面のトップ側の一端から 60 % 以上 100 % 以下の範囲に渡って設けられた電池缶を用いること以外は実施例 1 - 1、1 - 2 と同様にして電池を得た。

【0134】

(評価)

上述のようにして得られた実施例 1 - 1 ~ 10 - 2、比較例 1 - 1 ~ 8 - 2 の電池について、以下の火中投下試験およびサイクル試験を行った。なお、これらの試験は公的な試験法に準拠するものである。

【0135】

(火中投下試験)

10 個の電池をそれぞれ 4.5 V まで過充電した後、火中に投下し、内容物が飛び出した電池の個数をカウントした。なお、実施例 1 - 1 ~ 10 - 2、比較例 1 - 1 ~ 8 - 2 の電池は、通常 4.2 V で満充電となるように設計されたものである。

【0136】

(サイクル試験)

電池を 1 C 充電 1 C 放電でサイクル試験し、何サイクルで電池缶に裂けが発生するかを確認した。なお、「1 C 充電」とは、電池容量 (理論容量) を 1 時間で充電しきる電流値であり、「1 C 放電」とは、電池容量 (理論容量) を 1 時間で放電しきる電流値である。

【0137】

表 1 は、実施例 1 - 1 ~ 10 - 2、比較例 1 - 1 ~ 8 - 2 の電池の構成および評価結果を示す。

10

20

30

40

【表 1】

	(r/R)X100 (%)	センターピン 有無	溝の形成範囲 (mm)	溝数	(L/H)X100 (%)	試験結果 (n/N)	サイクル試験時 缶裂けの有無
実施例1-1	12.5	有	70～100(図10A)	1	30	1/10	500サイクル裂け無
実施例1-2	12.5	無	70～100(図10A)	1	30	1/10	500サイクル裂け無
実施例2-1	12.5	有	0～30(図10B)	1	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例2-2	12.5	無	0～30(図10B)	1	30	2/10	500サイクル裂け無
実施例3-1	12.5	有	70～100(図10C)	4	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例3-2	12.5	無	70～100(図10C)	4	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例4-1	12.5	有	0～30(図10D)	4	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例4-2	12.5	無	0～30(図10D)	4	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例5-1	12.5	有	0～30,70～100 直線上(図11A)	2	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例5-2	12.5	無	0～30,70～100 直線上(図11A)	2	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例6-1	12.5	有	0～30,70～100 ずれた位置(図11B)	2	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例6-2	12.5	無	0～30,70～100 ずれた位置(図11B)	2	30	0/10	500サイクル裂け無
実施例7-1	12.5	有	75～95(図11C)	1	20	1/10	500サイクル裂け無
実施例7-2	12.5	無	75～95(図11C)	1	20	0/10	500サイクル裂け無
実施例8-1	12.5	有	5～25(図11D)	1	20	1/10	500サイクル裂け無
実施例8-2	12.5	無	5～25(図11D)	1	20	2/10	500サイクル裂け無
実施例9-1	12.5	有	80～83(図12A)	1	3	3/10	500サイクル裂け無
実施例9-2	12.5	無	80～83(図12A)	1	3	4/10	500サイクル裂け無
実施例10-1	12.5	有	17～20(図12B)	1	3	4/10	500サイクル裂け無
実施例10-2	12.5	無	17～20(図12B)	1	3	3/10	500サイクル裂け無
比較例1-1	12.5	有	無	0	—	6/10	500サイクル裂け無
比較例1-2	12.5	無	無	0	—	7/10	500サイクル裂け無
比較例2-1	21.0	有	無	0	—	0/10	500サイクル裂け無
比較例2-2	21.0	無	無	0	—	0/10	500サイクル裂け無
比較例3-1	12.5	有	0～100(図12C)	1	100	0/10	100サイクル裂け
比較例3-2	12.5	無	0～100(図12C)	1	100	0/10	150サイクル裂け
比較例4-1	12.5	有	30～70(図12D)	1	40	0/10	100サイクル裂け
比較例4-2	12.5	無	30～70(図12D)	1	40	1/10	150サイクル裂け
比較例5-1	12.5	有	20～40(図13A)	1	20	1/10	250サイクル裂け
比較例5-2	12.5	無	20～40(図13A)	1	20	0/10	200サイクル裂け
比較例6-1	12.5	有	60～80(図13B)	1	20	1/10	200サイクル裂け
比較例6-2	12.5	無	60～80(図13B)	1	20	1/10	250サイクル裂け
比較例7-1	12.5	有	0～40(図13C)	1	40	0/10	200サイクル裂け
比較例7-1	12.5	無	0～40(図13C)	1	40	0/10	250サイクル裂け
比較例8-1	12.5	有	60～100(図13D)	1	40	0/10	200サイクル裂け
比較例8-2	12.5	無	60～100(図13D)	1	40	0/10	250サイクル裂け

表 1 中、記号 r 、 R 、 L 、 H 、 n および N は以下の内容を示す。

r : 巻回電極体の平均孔径 (直径)

R : 巻回電極体の平均外径 (直径)

L : 溝 (薄壁部) の長さ

H : 電池缶の周面の高さ (幅)

n : 火中投下試験で内容物が飛び出したサンプルの数

N : 火中投下試験を実施したサンプルの総数

【 0 1 3 9 】

上記評価結果から以下のことがわかる。

巻回電極体の平均外径 R に対する中心孔の平均孔径 r の比率が 21.0% ($\Phi 3.6\text{ mm}$) の電池 (比較例 2 - 1、2 - 2) では、全て破裂がなく内容物が飛び出していないのに対して、上記比率が 12.5% ($\Phi 2.2\text{ mm}$) の電池 (比較例 1 - 1、1 - 2) では、約 60% の割合で内容物が飛び出してしまふ。

1 個の薄壁部が電池缶の外周面のトップ側の一端から 70% 以上 100% 以下 (図 10 A、実施例 1 - 1、1 - 2) または 0% 以上 30% 以下 (図 10 B、実施例 2 - 1、2 - 2) の範囲に渡って設けられた電池では、電池の内容物が飛び出す割合が低下する。

電池缶の外周面のトップ側の一端から 70% 以上 100% 以下の範囲に複数の薄壁部が設けられた電池は、同範囲に 1 個の薄壁部が設けられた電池に比べて、電池の内容物が飛び出す割合を低くすることができる (図 10 C、実施例 3 - 1、3 - 2)。

電池缶の外周面のトップ側の一端から 0% 以上 30% 以下の範囲に複数の薄壁部が設けられた電池は、同範囲に 1 個の薄壁部が設けられた電池に比べて、電池の内容物が飛び出す割合を低くすることができる (図 10 D、実施例 4 - 1、4 - 2)。

外周面のトップ側の一端から 0% 以上 30% 以下および 70% 以上 100% 以下の範囲の両方に薄壁部を設けた電池は、上記両範囲のいずれかに薄壁部を設けた電池に比べて、電池の内容物が飛び出す割合を低くすることができる (図 11 A、図 11 B、実施例 5 - 1 ~ 6 - 2)。また、上記両範囲の両方に薄壁部を設ける構成を採用する場合、両範囲に設けられた薄壁部が電池缶の高さ方向に延びる同一の直線上に位置しているか否かに関わらず、同様の効果が得られる (図 11 A、図 11 B、実施例 5 - 1 ~ 6 - 2)。

周面の高さ (幅) H に対する薄壁部の長さ L の比率が 30% 未満の電池でも、内容物の飛出しを抑制することができる (図 11 C ~ 図 12 B、実施例 7 - 1 ~ 10 - 2)。但し、上記比率が 5% 未満であると、薄壁部の長さが短くガス排出量が不足するため、 30% 程度の割合で電池の内容物飛出しが発生する (図 12 A、図 12 B、実施例 9 - 1 ~ 10 - 2)。

【 0 1 4 0 】

薄壁部が電池缶の外周面の中央部 (具体的には外周面のトップ側の一端から 30% 以上 70% 以下の範囲) に渡って設けられた電池では、比較的少ないサイクル数で電池缶に裂けが発生し、電池の密閉性が失われる (図 12 C、図 12 D、比較例 3 - 1 ~ 4 - 2)。

薄壁部の一部が電池缶の外周面の中央部にかかっている電池でも、比較的少ないサイクル数で電池缶に裂けが発生し、電池の密閉性が失われる (図 13 A ~ 図 13 D、比較例 5 - 1 ~ 8 - 2)。

一方、薄壁部が電池缶の外周面の両端部 (具体的には外周面のトップ側の一端から 0% 以上 30% 以下または 70% 以上 100% 以下の範囲) に設けられた電池では、 500 サイクルの試験後にも電池缶に裂けが発生することがない (図 10 A ~ 図 12 B、実施例 1 - 1 ~ 10 - 2)。

【 0 1 4 1 】

薄壁部が電池周面のトップ側の一端から 0% 以上 30% 以下および 70% 以上 100% の範囲の領域の一方または両方に設けられていることで、充放電サイクル中における電池缶の裂け発生を抑制し、かつ、電池の内容物の飛散を抑制することができる。

また、電池の内容物の飛散を抑制する観点からすると、周面の高さ (幅) H に対する薄壁部の長さ L の比率 ($(L/H) \times 100$) は、 5% 以上 30% 以下であることが好まし

10

20

30

40

50

い。

【 0 1 4 2 】

以上、本技術の実施形態およびその変形例、ならびに実施例について具体的に説明したが、本技術は、上述の実施形態およびその変形例、ならびに実施例に限定されるものではなく、本技術の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【 0 1 4 3 】

例えば、上述の実施形態およびその変形例、ならびに実施例において挙げた構成、方法、工程、形状、材料および数値などはあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる構成、方法、工程、形状、材料および数値などを用いてもよい。

【 0 1 4 4 】

また、上述の実施形態およびその変形例、ならびに実施例の構成、方法、工程、形状、材料および数値などは、本技術の主旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。

【 0 1 4 5 】

また、上述の実施形態では、リチウムイオン二次電池に対して本技術を適用した例について説明したが、本技術はリチウムイオン二次電池以外の二次電池、および一次電池に対しても適用可能である。但し、本技術はリチウムイオン二次電池に適用することが特に有効である。

【 0 1 4 6 】

上述の実施形態では、絞り加工部を有し、周面は電池缶の絞り加工部から底部までの範囲に設けられている電池に本技術を適用した例について説明したが、本技術はこれに限定されるものではなく、電池缶として円筒缶を使用する電池であれば本技術を適用可能である。

【 0 1 4 7 】

また、本技術は以下の構成を採用することもできる。

(1)

貫通孔を有する発電素子と、

前記発電素子を収容し、少なくとも 1 つの薄壁部を周面に有する円筒缶と

を備え、

前記発電素子の平均外径に対する前記貫通孔の平均孔径の比率は、 1 7 % 以下であり、

前記薄壁部は、前記周面の一端から 0 % 以上 3 0 % 以下および 7 0 % 以上 1 0 0 % の範囲の領域の一方または両方に設けられている電池。

(2)

前記周面の高さに対する前記薄壁部の長さの比率は、 5 % 以上 3 0 % 以下である (1) に記載の電池。

(3)

前記円筒缶の厚さに対する前記薄壁部の厚さの比率は、 1 % 以上 9 0 % 以下である (1)

) または (2) に記載の電池。

(4)

前記円筒缶の厚さに対する前記薄壁部の厚さの比率は、 1 0 % 以上 8 0 % 以下である

(3) に記載の電池。

(5)

前記円筒缶の外径に対する前記薄壁部の幅の比率は、 1 6 % 以下である (1) から (4) のいずれかに記載の電池。

(6)

前記円筒缶の外径に対する前記薄壁部の幅の比率は、 8 % 以下である (5) に記載の電池。

(7)

前記薄壁部は、前記円筒缶の中心軸に対して平行に延設されている、または電池缶の中心軸と 1 0 ° 以内の角度をなすように延設されている (1) から (6) のいずれかに記載

10

20

30

40

50

の電池。

(8)

前記周面の一端から 0 % 以上 3 0 % 以下および 7 0 % 以上 1 0 0 % の範囲の領域の一方または両方が、前記薄壁部を 2 つ以上含んでいる (1) から (7) のいずれかに記載の電池。

(9)

前記周面の一端から 0 % 以上 3 0 % 以下および 7 0 % 以上 1 0 0 % の範囲の領域の一方または両方が、前記薄壁部を 3 つ以上含んでおり、該 3 つ以上の薄壁部は、前記周面の周方向に等間隔で設けられている (1) から (8) のいずれかに記載の電池。

(1 0)

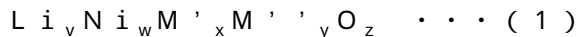
前記周面の一端から 0 % 以上 3 0 % 以下および 7 0 % 以上 1 0 0 % の範囲の領域の一方または両方が、前記薄壁部を 3 つ以上含んでおり、隣り合った前記薄壁部と前記円筒缶の中心軸とを結ぶ線分のなす角度が 1 1 0 ° 以上 1 2 0 ° 以下の範囲である (1) から (8) のいずれかに記載の電池。

(1 1)

前記円筒缶内でガスが発生したときに該ガスを放出する安全弁をさらに備え、
前記薄壁部のガス開放圧は、前記安全弁のガス開放圧よりも高い (1) から (1 0) のいずれかに記載の電池。

(1 2)

前記電池素子は、以下の式 (1) で表される平均組成を有する正極活物質を含む正極を備える (1) から (1 1) のいずれかに記載の電池。



(式中、 $0 < v < 2$ 、 $w + x + y = 1$ 、 $0 < w = 1$ 、 $0 \leq x \leq 0.5$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ 、 $0 < z < 3$ であり、 M' および M'' は、 Co (コバルト)、 Fe (鉄)、 Mn (マンガン)、 Cu (銅)、 Zn (亜鉛)、 Al (アルミニウム)、 Cr (クロム)、 V (バナジウム)、 Ti (チタン)、 Mg (マグネシウム)、 Zr (ジルコニウム) から選択される少なくとも 1 種以上である。)

(1 3)

前記薄壁部は、溝または平面部である (1) から (1 2) のいずれかに記載の電池。

(1 4)

前記周面は、前記円筒缶の絞り加工部から底部までの範囲に設けられている (1) から (1 3) のいずれかに記載の電池。

(1 5)

(1) から (1 4) のいずれかに記載の電池と、
前記電池を制御する制御部と
を備える電池パック。

(1 6)

(1) から (1 4) のいずれかに記載の電池を備え、
前記電池から電力の供給を受ける電子機器。

(1 7)

(1) から (1 4) のいずれかに記載の電池と、
前記電池から電力の供給を受けて車両の駆動力に変換する変換装置と、
前記電池に関する情報に基づいて車両制御に関する情報処理を行う制御装置と
を備える電動車両。

(1 8)

(1) から (1 4) のいずれかに記載の電池を備え、
前記電池に接続される電子機器に電力を供給する蓄電装置。

(1 9)

他の機器とネットワークを介して信号を送受信する電力情報制御装置を備え、
前記電力情報制御装置が受信した情報に基づき、前記電池の充放電制御を行う (1 8)

10

20

30

40

50

に記載の蓄電装置。

(2 0)

(1) から (1 4) のいずれかに記載の電池を備え、前記電池から電力の供給を受ける電力システム。

【符号の説明】

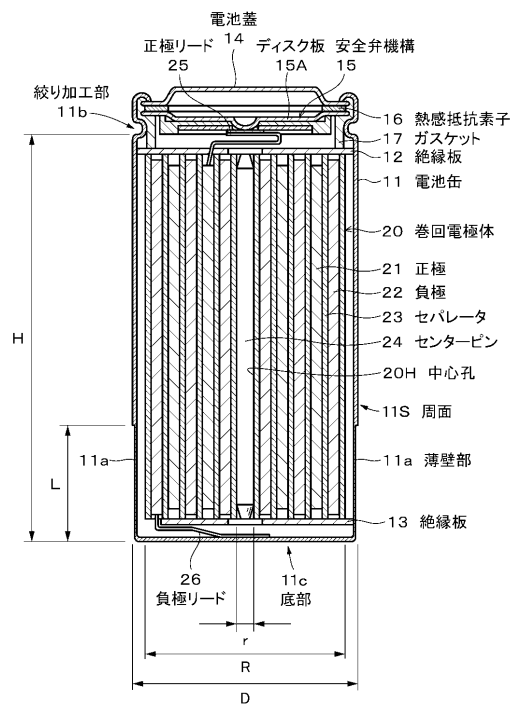
【 0 1 4 8 】

- | | |
|---------|--------|
| 1 1 | 電池缶 |
| 1 1 a | 薄壁部 |
| 1 2、1 3 | 絶縁板 |
| 1 4 | 電池蓋 |
| 1 5 | 安全弁機構 |
| 1 5 A | ディスク板 |
| 1 6 | 熱感抵抗素子 |
| 1 7 | ガスケット |
| 2 0 | 巻回電極体 |
| 2 1 | 正極 |
| 2 1 A | 正極集電体 |
| 2 1 B | 正極活物質層 |
| 2 2 | 負極 |
| 2 2 A | 負極集電体 |
| 2 2 B | 負極活物質層 |
| 2 3 | セパレータ |
| 2 4 | センターピン |
| 2 5 | 正極リード |
| 2 6 | 負極リード |

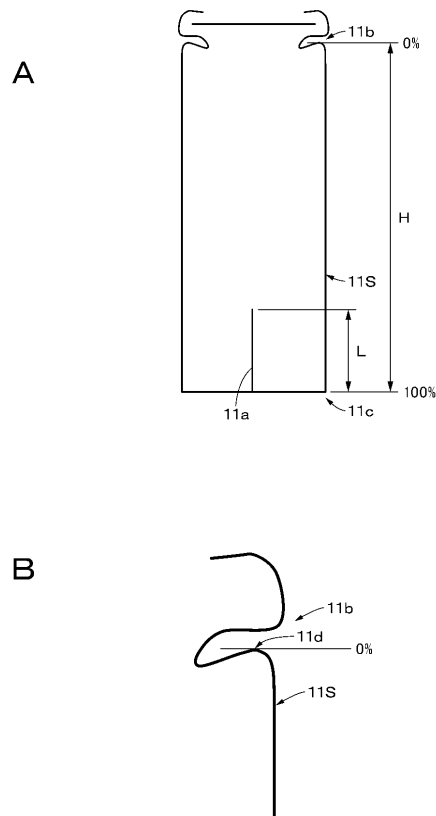
10

20

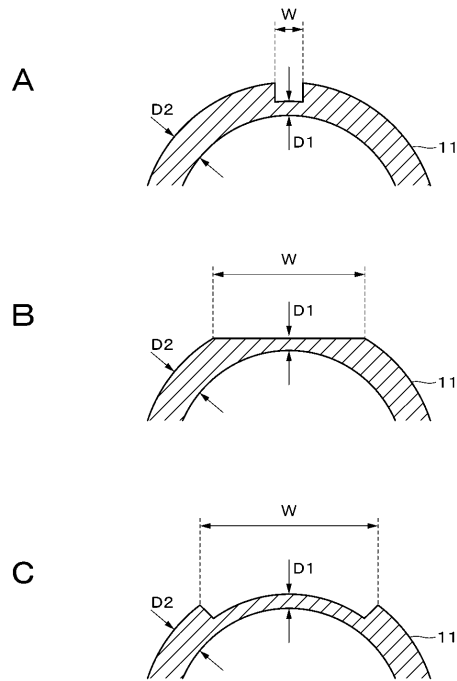
【 図 1 】



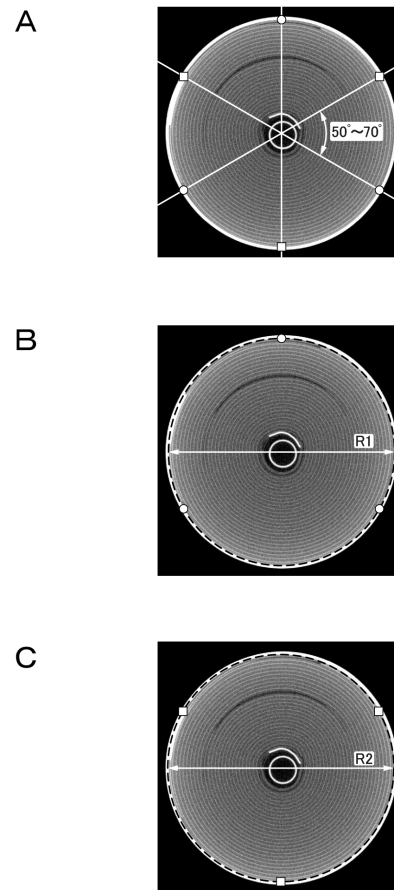
【圖 2】



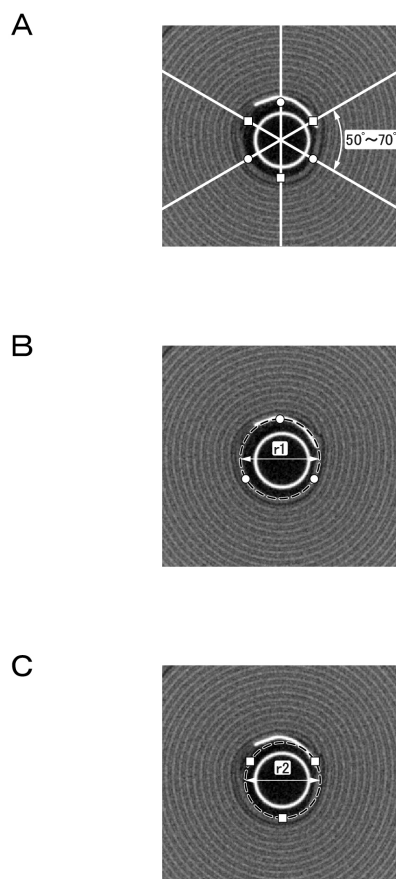
【図 3】



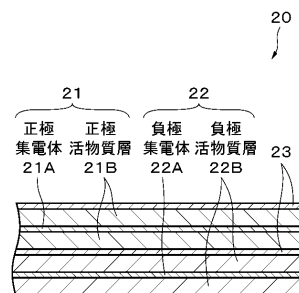
【図 4】



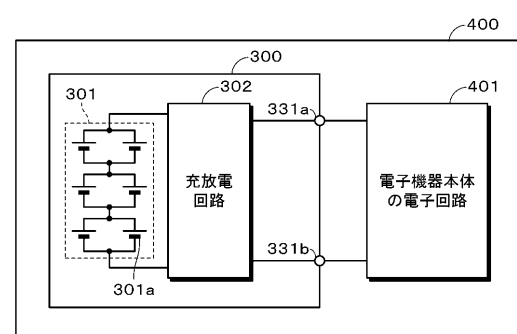
【図 5】



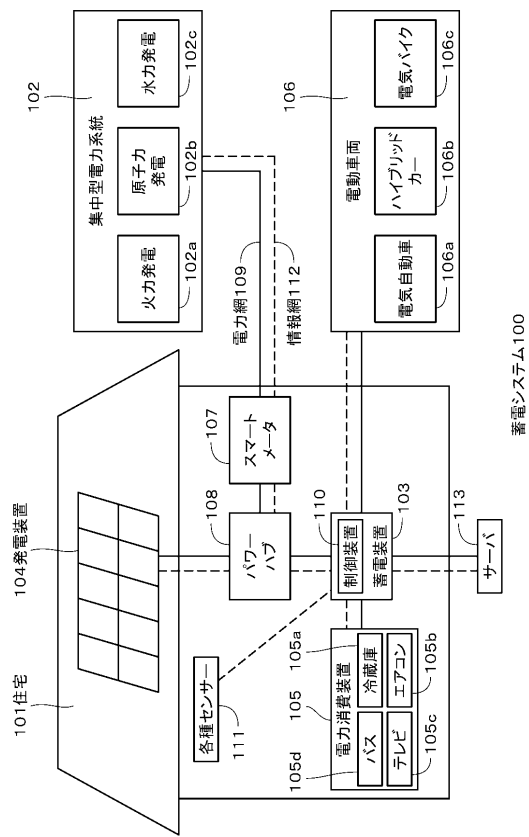
【図 6】



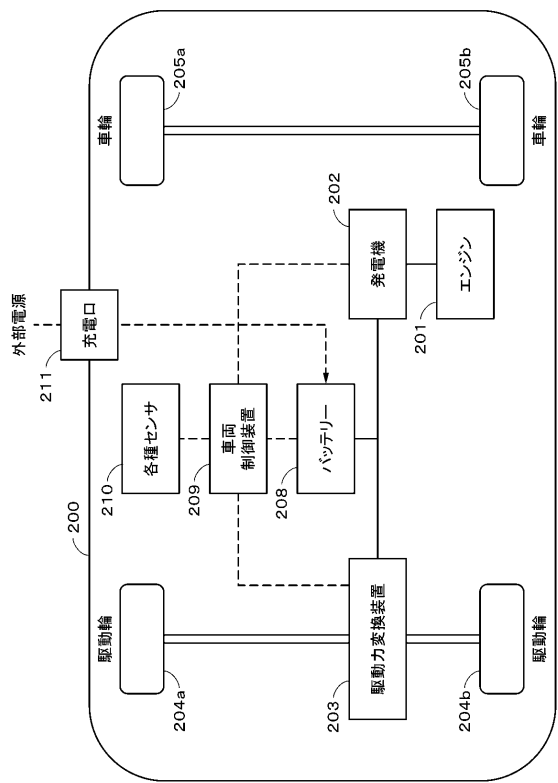
【図 7】



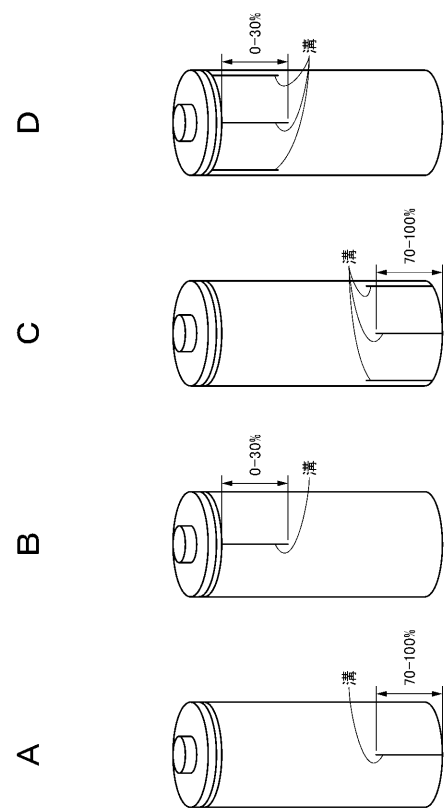
【図 8】



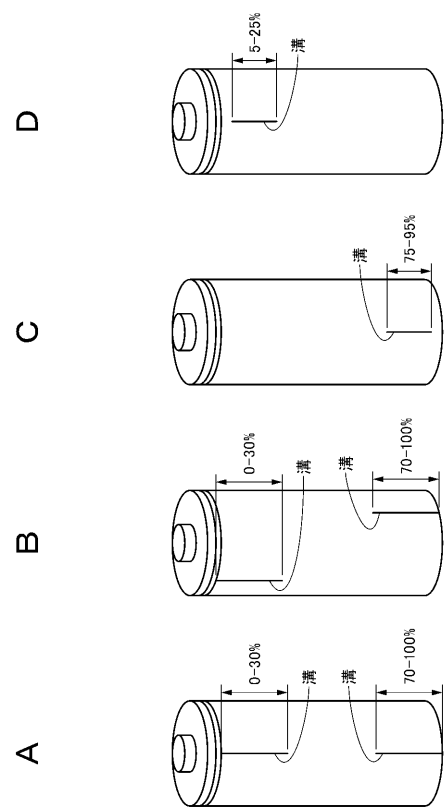
【図 9】



【図 10】

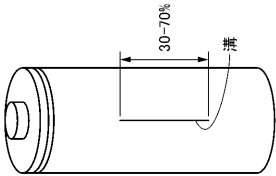


【図 11】

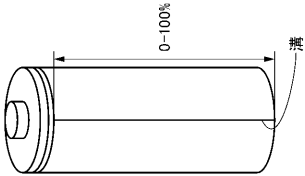


【図 1 2】

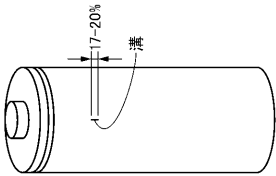
D



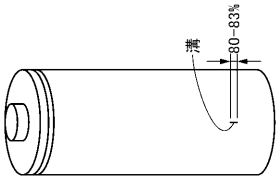
C



B

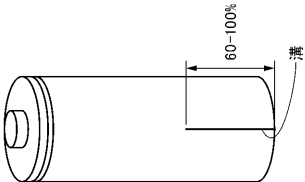


A

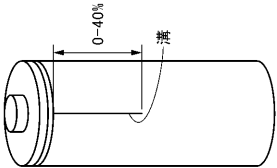


【図 1 3】

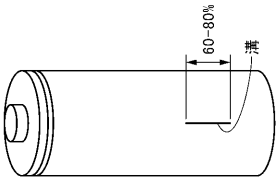
D



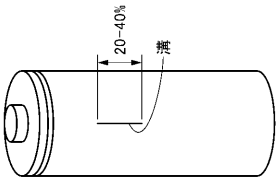
C



B



A



フロントページの続き

(72)発明者 松井 貴昭

福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内

審査官 小森 重樹

(56)参考文献 特開平10-269997(JP,A)
特開2003-308873(JP,A)
特開2015-156307(JP,A)
特開平09-320549(JP,A)
特開2009-295576(JP,A)
特開2011-204726(JP,A)
特開2009-117749(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M	2/02
H01M	2/12
H01M	4/505
H01M	4/525
H01M	10/0587