

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7552875号
(P7552875)

(45)発行日 令和6年9月18日(2024.9.18)

(24)登録日 令和6年9月9日(2024.9.9)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M 50/109 (2021.01) H 0 1 M 50/109
H 0 1 M 50/153 (2021.01) H 0 1 M 50/153
H 0 1 M 50/559 (2021.01) H 0 1 M 50/559
H 0 1 M 50/545 (2021.01) H 0 1 M 50/545
H 0 1 M 10/04 (2006.01) H 0 1 M 10/04

W

請求項の数 7 (全28頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2023-510249(P2023-510249)
(86)(22)出願日 令和3年12月21日(2021.12.21)
(86)国際出願番号 PCT/JP2021/047214
(87)国際公開番号 WO2022/209060
(87)国際公開日 令和4年10月6日(2022.10.6)
審査請求日 令和5年5月24日(2023.5.24)
(31)優先権主張番号 特願2021-60140(P2021-60140)
(32)優先日 令和3年3月31日(2021.3.31)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(74)代理人 110002147
弁理士法人酒井国際特許事務所
(74)代理人 110001357
弁理士法人つばさ国際特許事務所
(72)発明者 西家 大貴
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
株式会社村田製作所内
(72)発明者 堀越 吉一
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
株式会社村田製作所内
審査官 梅野 太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 二次電池

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

外装部材と、
前記外装部材の内部に収納された電池素子と、
前記外装部材の外側に配置された電極端子と、
前記電極端子と前記外装部材との間に配置された絶縁性の接着部材と
を備え、
前記外装部材は、
開口部を有すると共に前記電池素子を内部に収納する収納部と、
前記開口部を閉塞すると共に前記収納部に接合された蓋部と
を含み、
前記電極端子の外周端部のうちの少なくとも一部は、前記接着部材を介して前記蓋部に
接着されており、
前記電極端子の厚さは、前記蓋部の厚さよりも大きく、
前記電極端子の厚さに対する前記蓋部の厚さの比は、0.40以上0.67以下である、
二次電池。

【請求項2】

外装部材と、
前記外装部材の内部に収納された電池素子と、
前記外装部材の外側に配置された電極端子と、

前記電極端子と前記外装部材との間に配置された絶縁性の接着部材とを備え、
 前記外装部材は、
 開口部を有すると共に前記電池素子を内部に収納する収納部と、
 前記開口部を閉塞すると共に前記収納部に接合された蓋部とを含み、
 前記電極端子の外周端部のうちの少なくとも一部は、前記接着部材を介して前記蓋部に接着されており、
 前記電極端子の厚さは、前記蓋部の厚さよりも大きく、
 前記蓋部の外径に対する前記電極端子の外径の比は、 0.45 以上 0.90 以下である、
 二次電池。

10

【請求項 3】

外装部材と、
 前記外装部材の内部に収納された電池素子と、
 前記外装部材の外側に配置された電極端子と、
 前記電極端子と前記外装部材との間に配置された絶縁性の接着部材とを備え、
 前記外装部材は、
 開口部を有すると共に前記電池素子を内部に収納する収納部と、
 前記開口部を閉塞すると共に前記収納部に接合された蓋部とを含み、
 前記電極端子の外周端部のうちの少なくとも一部は、前記接着部材を介して前記蓋部に接着されており、
 前記電極端子の厚さは、前記蓋部の厚さよりも大きく、
 前記蓋部は、窪み部を有し、
 前記窪み部では、前記蓋部が前記収納部の内部に向かって部分的に窪むように屈曲しており、
 前記電極端子は、前記窪み部の内部に配置されている、
 二次電池。

20

【請求項 4】

前記蓋部は、前記窪み部の内部に底面および内壁面を有し、
 前記電極端子の外周端部のうちの少なくとも一部は、前記接着部材を介して前記底面および前記内壁面のそれぞれに接着されている、
 請求項 3 に記載の二次電池。

30

【請求項 5】

前記電池素子は、正極および負極を含み、
 前記正極および前記負極のうち的一方は、前記電極端子と電氣的に接続されており、
 前記正極および前記負極のうち他方は、前記外装部材と電氣的に接続されている、
 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の二次電池。

【請求項 6】

扁平かつ柱状の二次電池である、
 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の二次電池。

40

【請求項 7】

リチウムイオン二次電池である、
 請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の二次電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、二次電池に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

携帯電話機などの多様な電子機器が普及しているため、小型かつ軽量であると共に高エネルギー密度を得ることが可能である電源として二次電池の開発が進められている。この二次電池は、外装部材の内部に収納された電池素子を備えており、その二次電池の構成に関しては、様々な検討がなされている。

【 0 0 0 3 】

具体的には、角型の収容部材の内部に発電要素が収納されており、その収容部材の開口面が蓋部材により閉塞されており、その蓋部材に外部端子部材が取り付けられており、その外部端子部材が蓋部材から外方に突出している（例えば、特許文献1参照。）。電池外装缶の内部に電極体が収納されており、その電池外装缶の開口部に封口板が固定されており、その封口板に外部端子が取り付けられている（例えば、特許文献2参照。）。

10

【 0 0 0 4 】

ケース本体の内部に電極組立体が収納されており、そのケース本体の開口縁に蓋体が接合されており、その蓋体が厚肉部を有している（例えば、特許文献3参照。）。円筒状の外装缶の内部に発電要素が収納されており、その外装缶の開口端部内に封口板が配置されており、その封口板が厚肉部を有している（例えば、特許文献4参照。）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 文献 】特開 2 0 1 4 - 1 2 7 2 7 7 号公報

20

【 文献 】特開 2 0 0 9 - 0 8 7 6 9 3 号公報

【 文献 】特開 2 0 1 5 - 2 1 0 8 7 7 号公報

【 文献 】特開 2 0 0 8 - 2 5 1 2 0 6 号公報

【 発明の概要 】

【 0 0 0 6 】

二次電池の構成に関する様々な検討がなされているが、その二次電池の耐変形特性は未だ十分でないため、改善の余地がある。

【 0 0 0 7 】

よって、優れた耐変形特性を得ることが可能である二次電池が望まれている。

【 0 0 0 8 】

本技術の一実施形態の二次電池は、外装部材と、その外装部材の内部に収納された電池素子と、その外装部材の外側に配置された電極端子と、その電極端子と外装部材との間に配置された絶縁性の接着部材とを備えたものである。外装部材は、開口部を有すると共に電池素子を内部に収納する収納部と、その開口部を閉塞すると共に収納部に接合された蓋部とを含む。電極端子の外周端部のうちの少なくとも一部は、接着部材を介して蓋部に接着されており、その電極端子の厚さは、蓋部の厚さよりも大きい。

30

【 0 0 0 9 】

本技術の一実施形態の二次電池によれば、外装部材の内部に電池素子が収納されており、その外装部材の外側に電極端子が配置されており、その外装部材と電極端子との間に絶縁性の接着部材が配置されており、その外装部材が収納部に接合された蓋部を含んでおり、その電極端子の外周端部のうちの少なくとも一部が接着部材を介して蓋部に接着されており、その電極端子の厚さが蓋部の厚さよりも大きいので、優れた耐変形特性を得ることができる。

40

【 0 0 1 0 】

なお、本技術の効果は、必ずしもここで説明された効果に限定されるわけではなく、後述する本技術に関連する一連の効果のうちのいずれの効果でもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】本技術の一実施形態における二次電池の構成を表す斜視図である。

【 図 2 】図 1 に示した二次電池の構成を拡大して表す断面図である。

50

【図 3】図 2 に示した二次電池の一部の構成を拡大して表す断面図である。

【図 4】図 2 に示した電池素子の構成を拡大して表す断面図である。

【図 5】図 2 に示した外部端子および補助端子の構成を拡大して表す断面図である。

【図 6】二次電池の製造方法を説明するための断面図である。

【図 7】比較例の二次電池の一部の構成を拡大して表す断面図である。

【図 8】比較例の二次電池の問題点を説明するための断面図である。

【図 9】変形例 1 の二次電池の構成を表す断面図である。

【図 10】変形例 2 の二次電池の構成を表す断面図である。

【図 11】変形例 3 の二次電池の構成を表す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本技術の一実施形態に関して、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、説明する順序は、下記の通りである。

1. 二次電池

1 - 1. 構成

1 - 2. 動作

1 - 3. 製造方法

1 - 4. 作用および効果

2. 変形例

【0013】

< 1. 二次電池 >

まず、本技術の一実施形態の二次電池に関して説明する。

【0014】

ここで説明する二次電池は、柱状の立体的形状を有している。この二次電池は、後述するように、互いに対向する一对の底部と、その一对の底部のそれぞれに連結された側壁部とを有している。

【0015】

ここでは、二次電池は、いわゆるコイン側またはボタン型と称される二次電池であり、その二次電池では、外径よりも高さが小さくなっている。この「外径」とは、一对の底部のそれぞれの直径（最大直径）であると共に、「高さ」とは、一方の底部から他方の底部までの距離（最大距離）である。

【0016】

二次電池の充放電原理は、特に限定されないが、以下では、電極反応物質の吸蔵放出を利用して電池容量が得られる場合に関して説明する。この二次電池は、正極および負極と共に電解質を備えており、その二次電池では、負極の充電容量が正極の放電容量よりも大きくなっている。すなわち、負極の単位面積当たりの電気化学容量は、正極の単位面積当たりの電気化学容量よりも大きくなるように設定されている。充電途中において負極の表面に電極反応物質が析出することを防止するためである。

【0017】

電極反応物質の種類は、特に限定されないが、具体的には、アルカリ金属およびアルカリ土類金属などの軽金属である。アルカリ金属の具体例は、リチウム、ナトリウムおよびカリウムなどであると共に、アルカリ土類金属の具体例は、ベリリウム、マグネシウムおよびカルシウムなどである。

【0018】

以下では、電極反応物質がリチウムである場合を例に挙げる。リチウムの吸蔵放出を利用して電池容量が得られる二次電池は、いわゆるリチウムイオン二次電池である。このリチウムイオン二次電池では、リチウムがイオン状態で吸蔵および放出される。

【0019】

< 1 - 1. 構成 >

図 1 は、二次電池の斜視構成を表している。図 2 は、図 1 に示した二次電池の断面構成

10

20

30

40

50

を拡大している。図 3 は、図 2 に示した二次電池の一部の断面構成を拡大している。図 4 は、図 2 に示した電池素子 20 の断面構成を拡大している。図 5 は、図 2 に示した外部端子 30 および補助端子 40 の断面構成を拡大している。

【0020】

ただし、図 3 では、外装缶 10（収納部 11 および蓋部 12）、外部端子 30 およびガスケット 51 のそれぞれの一部だけを示している。図 4 では、電池素子 20 の一部だけを示している。

【0021】

以下の説明では、便宜上、図 2 中の上側を二次電池の上側とすると共に、図 2 中の下側を二次電池の下側とする。

【0022】

図 1 に示した二次電池は、ボタン型の二次電池であり、外径 D および高さ H を有している。このため、二次電池は、外径 D よりも高さ H が小さい立体的形状、すなわち扁平かつ柱状の立体的形状を有している。ここでは、二次電池の立体的形状は、扁平かつ円筒（円柱）状であるため、高さ H に対する外径 D の比 D/H は、1 よりも大きくなっている。

【0023】

二次電池の具体的な寸法は、特に限定されない。一例を挙げると、外径 $D = 3 \text{ mm} \sim 30 \text{ mm}$ であると共に、高さ $H = 0.5 \text{ mm} \sim 70 \text{ mm}$ である。また、比 D/H は、2.5 以下であることが好ましい。

【0024】

この二次電池は、図 1～図 5 に示したように、外装缶 10 と、電池素子 20 と、外部端子 30 と、補助端子 40 と、ガスケット 51、52 と、正極リード 61 および負極リード 62 と、絶縁板 70 と、シーラント 80 とを備えている。

【0025】

[外装缶]

外装缶 10 は、図 1～図 3 に示したように、電池素子 20 などを収納する中空の外装部材である。

【0026】

ここでは、外装缶 10 は、扁平かつ円柱状である二次電池の立体的形状に応じて、扁平かつ円柱状の立体的形状を有している。このため、外装缶 10 は、互いに対向する上底部 M1 および下底部 M2 と、側壁部 M3 とを有している。この側壁部 M3 は、上底部 M1 と下底部 M2 との間に配置されていると共に、その上底部 M1 および下底部 M2 のそれぞれに連結されている。ここでは、上底部 M1 および下底部 M2 のそれぞれの平面形状は、円形であると共に、側壁部 M3 の表面は、外側に向かって凸型の湾曲面である。

【0027】

この外装缶 10 は、収納部 11 および蓋部 12 を含んでおり、その蓋部 12 は、収納部 11 に接合されている。ここでは、後述するように、蓋部 12 は、収納部 11 に溶接されている。

【0028】

収納部 11 は、電池素子 20 などを内部に収納する扁平かつ円柱状の略器状の部材（下底部 M2 および側壁部 M3）である。ここでは、収納部 11 は、下底部 M2 と側壁部 M3 とが互いに一体化された構造を有している。この収納部 11 は、上端が開放されると共に下端が閉塞された中空の構造を有しているため、その上端に開口部 11K を有している。

【0029】

蓋部 12 は、開口部 11K を閉塞する略円盤状の部材（上底部 M1）であり、外径 D_1 および厚さ T_1 を有している。この蓋部 12 は、上記したように、収納部 11 に溶接されているため、その収納部 11 は、蓋部 12 により封止されている。なお、蓋部 12 は、電池素子 20 と外部端子 30 とを互いに接続させるために貫通口 12K を有している。

【0030】

ただし、外径 D_1 は、互いに離隔された 5 箇所において測定された蓋部 12 の外径の平

10

20

30

40

50

均値であると共に、厚さ T 1 は、互いに離隔された 5 箇所において測定された蓋部 1 2 の厚さの平均値である。

【 0 0 3 1 】

なお、完成後の二次電池では、上記したように、蓋部 1 2 が既に収納部 1 1 に溶接されているため、開口部 1 1 K が蓋部 1 2 により閉塞されている。これにより、二次電池の外観を見ても、収納部 1 1 が開口部 1 1 K を有していたかどうかを確認することができないとも考えられる。

【 0 0 3 2 】

しかしながら、蓋部 1 2 が収納部 1 1 に溶接されていると、外装缶 1 0 の表面、より具体的には収納部 1 1 と蓋部 1 2 との境界に溶接痕が残っている。このため、溶接痕の有無に応じて、収納部 1 1 が開口部 1 1 K を有していたかどうかを事後的に確認することができる。

10

【 0 0 3 3 】

すなわち、外装缶 1 0 の表面に溶接痕が残っている場合には、収納部 1 1 が開口部 1 1 K を有していたということである。一方、外装缶 1 0 の表面に溶接痕が残っていない場合には、収納部 1 1 が開口部 1 1 K を有していなかったということである。

【 0 0 3 4 】

ここでは、蓋部 1 2 は、窪み部 1 2 U を有している。この窪み部 1 2 U では、蓋部 1 2 が収納部 1 1 の内部に向かって部分的に窪むように屈曲しているため、その蓋部 1 2 の一部が下向きの段差を形成するように折れ曲がっている。これにより、蓋部 1 2 は、窪み部 1 2 U の内部に底面 W 1 および内壁面 W 2 を有している。

20

【 0 0 3 5 】

窪み部 1 2 U の形状、すなわち二次電池を上方から見た場合において窪み部 1 2 U の外縁により画定される形状は、特に限定されない。ここでは、窪み部 1 2 U の形状は、円形である。なお、窪み部 1 2 U の内径および深さは、特に限定されないため、任意に設定可能である。

【 0 0 3 6 】

窪み部 1 2 U を形成するために蓋部 1 2 が屈曲している回数、すなわち蓋部 1 2 に形成されている段差の数は、特に限定されないため、1 段だけでもよいし、2 段以上でもよい。ここでは、蓋部 1 2 が 2 段階に窪むように部分的に屈曲しており、すなわち蓋部 1 2 の一部が下向きの 2 段の段差を形成するように 2 回折れ曲がっているため、その蓋部 1 2 は、2 段階に窪んでいる。

30

【 0 0 3 7 】

具体的には、窪み部 1 2 U は、下側窪み部 1 2 U X および上側窪み部 1 2 U Y を有している。下側窪み部 1 2 U X は、中央に位置していると共に、上側窪み部 1 2 U Y は、下側窪み部 1 2 U X の周囲に位置している。下側窪み部 1 2 U X の深さは、上側窪み部 1 2 U Y の深さよりも大きくなっている。貫通口 1 2 K は、下側窪み部 1 2 U X に設けられていると共に、底面 W 1 および内壁面 W 2 は、上側窪み部 1 2 U Y に設けられている。

【 0 0 3 8 】

上記したように、外装缶 1 0 は、互いに物理的に分離されていた 2 個の部材（収納部 1 1 および蓋部 1 2 ）が互いに溶接されている缶であるため、いわゆる溶接缶である。これにより、外装缶 1 0 は、全体として物理的に 1 個の部材であるため、事後的に 2 個の部材（収納部 1 1 および蓋部 1 2 ）に分離できない状態である。

40

【 0 0 3 9 】

溶接缶である外装缶 1 0 は、加締め加工を用いて形成されたクリンプ缶とは異なる缶であり、いわゆるクリンプレス缶である。外装缶 1 0 の内部において素子空間体積が増加するため、単位体積当たりのエネルギー密度が増加するからである。この「素子空間体積」とは、電池素子 2 0 を収納するために利用可能である外装缶 1 0 の内部空間の体積（有効体積）である。

【 0 0 4 0 】

50

また、溶接缶である外装缶 10 は、互いに折り重なった部分を有していないと共に、2 個以上の部材が互いに重なった部分を有していない。

【0041】

「互いに折り重なった部分を有していない」とは、外装缶 10 の一部が互いに折り重なるように加工（折り曲げ加工）されていないことを意味している。また、「2 個以上の部材が互いに重なった部分を有していない」とは、二次電池の完成後において外装缶 10 が物理的に 1 個の部材であるため、その外装缶 10 が事後的に 2 個以上の部材に分離できないことを意味している。すなわち、完成後の二次電池における外装缶 10 の状態は、事後的に分離できるように 2 個以上の部材が互いに重なりながら組み合わされている状態でない。

10

【0042】

ここでは、外装缶 10 が導電性を有しているため、収納部 11 および蓋部 12 のそれぞれが導電性を有している。これにより、外装缶 10 は、負極リード 62 を介して電池素子 20（後述する負極 22）と電気的に接続されているため、その負極 22 の外部接続用端子として機能する。二次電池が外装缶 10 とは別個に負極 22 の外部接続用端子を備えていなくてもよいため、その負極 22 の外部接続用端子の存在に起因する素子空間体積の減少が抑制されるからである。これにより、素子空間体積が増加するため、単位体積当たりのエネルギー密度が増加する。

【0043】

具体的には、外装缶 10、すなわち収納部 11 および蓋部 12 のそれぞれは、金属材料および合金材料などの導電性材料のうちいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでおり、その導電性材料は、鉄、銅、ニッケル、ステンレス、鉄合金、銅合金およびニッケル合金などである。ステンレスの種類は、特に限定されないが、具体的には、SUS304 および SUS316 などである。ただし、収納部 11 の形成材料と蓋部 12 の形成材料とは、互いに同じでもよいし、互いに異なってよい。

20

【0044】

なお、蓋部 12 は、後述するように、正極 21 の外部接続用端子として機能する外部端子 30 からガスカート 51 を介して絶縁されている。外装缶 10（負極 22 の外部接続用端子）と外部端子 30（正極 21 の外部接続用端子）との接触（短絡）が防止されるからである。

30

【0045】

[電池素子]

電池素子 20 は、図 1、図 2 および図 4 に示したように、充放電反応を進行させる発電素子であり、外装缶 10 の内部に収納されている。この電池素子 20 は、正極 21、負極 22 およびセパレータ 23 と共に、液状の電解質である電解液（図示せず）を含んでいる。

【0046】

ここで説明する電池素子 20 は、いわゆる巻回電極体である。すなわち、電池素子 20 では、正極 21 および負極 22 がセパレータ 23 を介して互いに積層されていると共に、その正極 21、負極 22 およびセパレータ 23 が巻回されている。これにより、正極 21 および負極 22 は、セパレータ 23 を介して互いに対向しながら巻回されているため、電池素子 20 は、巻芯部である巻回中心空間 20K を有している。ここでは、正極 21、負極 22 およびセパレータ 23 は、そのセパレータ 23 が最外周に配置されるように巻回されている。

40

【0047】

この電池素子 20 は、外装缶 10 の立体的形状と同様の立体的形状を有しているため、円柱状の立体的形状を有している。電池素子 20 が外装缶 10 の立体的形状とは異なる立体的形状を有している場合と比較して、その外装缶 10 の内部に電池素子 20 が収納された際にデッドスペース（外装缶 10 と電池素子 20 との間の余剰空間）が発生しにくくなるため、その外装缶 10 の内部空間が有効に利用されるからである。これにより、素子空間体積が増加するため、単位体積当たりのエネルギー密度が増加する。

50

【 0 0 4 8 】

(正極)

正極 2 1 は、図 4 に示したように、正極集電体 2 1 A および正極活物質層 2 1 B を含んでいる。

【 0 0 4 9 】

正極集電体 2 1 A は、正極活物質層 2 1 B を支持する導電性の支持体であり、その正極活物質層 2 1 B が設けられる一対の面を有している。この正極集電体 2 1 A は、金属材料などの導電性材料を含んでおり、その金属材料は、アルミニウムなどである。

【 0 0 5 0 】

ここでは、正極活物質層 2 1 B は、正極集電体 2 1 A の両面に設けられており、リチウムを吸蔵放出可能である正極活物質のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいる。ただし、正極活物質層 2 1 B は、正極 2 1 が負極 2 2 に対向する側において正極集電体 2 1 A の片面だけに設けられていてもよい。また、正極活物質層 2 1 B は、さらに、正極結着剤および正極導電剤などの材料のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいてもよい。正極活物質層 2 1 B の形成方法は、特に限定されないが、具体的には、塗布法などである。

10

【 0 0 5 1 】

正極活物質は、リチウム化合物を含んでいる。高いエネルギー密度が得られるからである。このリチウム化合物は、リチウムを構成元素として含む化合物であり、より具体的には、リチウムと共に 1 種類または 2 種類以上の遷移金属元素を構成元素として含む化合物である。ただし、リチウム化合物は、さらに、他元素（リチウムおよび遷移金属元素のそれぞれ以外の元素）のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいてもよい。

20

【 0 0 5 2 】

リチウム化合物の種類は、特に限定されないが、具体的には、酸化物、リン酸化合物、ケイ酸化合物およびホウ酸化合物などである。酸化物の具体例は、 LiNiO_2 、 LiCoO_2 および LiMn_2O_4 などである。リン酸化合物の具体例は、 LiFePO_4 および LiMnPO_4 などである。

【 0 0 5 3 】

正極結着剤は、合成ゴムおよび高分子化合物などのうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいる。合成ゴムは、スチレンブタジエン系ゴムなどであると共に、高分子化合物は、ポリフッ化ビニリデンなどである。正極導電剤は、炭素材料などの導電性材料のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでおり、その炭素材料は、黒鉛、カーボンブラック、アセチレンブラックおよびケッチェンブラックなどである。ただし、導電性材料は、金属材料および高分子化合物などでもよい。

30

【 0 0 5 4 】

(負極)

負極 2 2 は、図 4 に示したように、負極集電体 2 2 A および負極活物質層 2 2 B を含んでいる。

【 0 0 5 5 】

負極集電体 2 2 A は、負極活物質層 2 2 B を支持する導電性の支持体であり、その負極活物質層 2 2 B が設けられる一対の面を有している。この負極集電体 2 2 A は、金属材料などの導電性材料を含んでおり、その金属材料は、銅などである。

40

【 0 0 5 6 】

ここでは、負極活物質層 2 2 B は、負極集電体 2 2 A の両面に設けられており、リチウムを吸蔵放出可能である負極活物質のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいる。ただし、負極活物質層 2 2 B は、負極 2 2 が正極 2 1 に対向する側において負極集電体 2 2 A の片面だけに設けられていてもよい。また、負極活物質層 2 2 B は、さらに、負極結着剤および負極導電剤などの材料のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいてもよい。負極結着剤および負極導電剤のそれぞれに関する詳細は、正極結着剤および正極導電剤のそれぞれに関する詳細と同様である。負極活物質層 2 2 B の形成方法は、特

50

に限定されないが、具体的には、塗布法、気相法、液相法、溶射法および焼成法（焼結法）などのうちのいずれか1種類または2種類以上である。

【0057】

負極活物質は、炭素材料および金属系材料のうち的一方または双方などを含んでいる。高いエネルギー密度が得られるからである。炭素材料は、易黒鉛化性炭素、難黒鉛化性炭素および黒鉛（天然黒鉛および人造黒鉛）などである。金属系材料は、リチウムと合金を形成可能である金属元素および半金属元素のうちのいずれか1種類または2種類以上を構成元素として含む材料であり、その金属元素および半金属元素は、ケイ素およびスズのうち的一方または双方などである。ただし、金属系材料は、単体でもよいし、合金でもよいし、化合物でもよいし、それらの2種類以上の混合物でもよい、それらの2種類以上の相を含む材料でもよい。金属系材料の具体例は、 $TiSi_2$ および SiO_x ($0 < x \leq 2$ または $0.2 < x < 1.4$) などである。

10

【0058】

ここでは、負極22（負極活物質層22B）の高さは、正極21（正極活物質層21B）の高さよりも大きくなっているため、その負極22は、正極21よりも上方および下方のそれぞれに突出している。充電時において正極21から放出されたリチウムが負極22の表面において析出することを防止するためである。ここで説明した「高さ」とは、図2中の上下方向の寸法である。

【0059】

（セパレータ）

20

セパレータ23は、図4に示したように、正極21と負極22との間に介在している絶縁性の多孔質膜であり、その正極21と負極22との接触（短絡）を防止しながらリチウムイオンを通過させる。このセパレータ23は、ポリエチレンなどの高分子化合物を含んでいる。

【0060】

ここでは、セパレータ23の高さは、負極22の高さよりも大きくなっているため、そのセパレータ23は、負極22よりも上方および下方のそれぞれに突出している。正極21と負極22との短絡が防止されると共に、その負極22の外部接続用端子として機能する外装缶10と正極21との短絡が防止されるからである。

【0061】

30

（電解液）

電解液は、正極21、負極22およびセパレータ23のそれぞれに含浸されており、溶媒および電解質塩を含んでいる。溶媒は、炭酸エステル系化合物、カルボン酸エステル系化合物およびラクトン系化合物などの非水溶媒（有機溶剤）のうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでおり、その非水溶媒を含んでいる電解液は、いわゆる非水電解液である。電解質塩は、リチウム塩などの軽金属塩のうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでいる。

【0062】

[外部端子]

40

外部端子30は、図1～図3および図5に示したように、二次電池が電子機器に搭載された際に、その電子機器に接続される電極端子であり、外径D2および厚さT2を有している。

【0063】

ただし、外径D2は、互いに離隔された5箇所において測定された外部端子30の外径の平均値であると共に、厚さT2は、互いに離隔された5箇所において測定された外部端子30の厚さの平均値である。

【0064】

この外部端子30は、外装缶10の外側に配置されており、ガスケット51を介して外装缶10により支持されている。すなわち、外部端子30は、ガスケット51を介して蓋部12に固定されていると共に、そのガスケット51を介して蓋部12から絶縁されてい

50

る。この外部端子30は、後述するように、ガスケット51を介して蓋部12に熱溶着されている。

【0065】

ここでは、外部端子30は、正極リード61を介して電池素子20（上記した正極21）と電氣的に接続されているため、その正極21の外部接続用端子として機能する。これにより、二次電池の使用時には、外部端子30（正極21の外部接続用端子）および外装缶10（負極22の外部接続用端子）を介して二次電池が電子機器に接続されるため、その電子機器が二次電池を電源として用いて動作可能になる。

【0066】

また、外部端子30は、窪み部12Uよりも外側に突出しないように、その窪み部12Uの内部に配置されている。外部端子30が窪み部12Uよりも外側に突出している場合と比較して、二次電池の高さHが小さくなるため、体積エネルギー密度が増加するからである。

10

【0067】

この外部端子30は、略板状の部材であり、貫通口30Kを有している。ここでは、外部端子30は、窪み部30Uを有しており、貫通口30Kは、窪み部30Uに設けられている。この窪み部30Uでは、外部端子30が収納部11の内部に向かって部分的に窪むように屈曲しているため、その外部端子30の一部が下向きの段差を形成するように折れ曲がっている。窪み部30Uの形状に関する詳細は、窪み部12Uに関する詳細と同様である。ここでは、窪み部30Uの形状は、円形である。なお、窪み部30Uの内径および深さは、特に限定されないため、任意に設定可能である。

20

【0068】

外部端子30に形成されている段差の数は、特に限定されないため、1段だけでもよいし、2段以上でもよい。ここでは、段差の数は、1段である。

【0069】

特に、外部端子30は、外周端部30Pを有している。この外周端部30Pは、外部端子30の外縁に沿った端部であり、すなわち外部端子30の外側の端部である。ガスケット51は、後述するように、外部端子30のうちの外周端部30P以外の部分と蓋部12との間に配置されているだけでなく、その外周端部30Pと蓋部12の間にも配置されている。これにより、外部端子30は、ガスケット51を介して蓋部12に接着されており、特に、外周端部30Pは、ガスケット51を介して蓋部12に接着されている。

30

【0070】

外部端子30のうちの外周端部30Pまでガスケット51を介して蓋部12に接着されているのは、その外周端部30Pまでガスケット51を介して蓋部12に接着されていない場合と比較して、外装缶10の内圧上昇時において外部端子30が変形しにくくなるからである。ここで説明した理由の詳細に関しては、後述する。

【0071】

ここでは、外周端部30Pの全体がガスケット51を介して蓋部12に接着されている。ただし、外周端部30Pの一部だけがガスケット51を介して蓋部12に接着されていてもよい。外周端部30Pがガスケット51を介して蓋部12に接着されていない場合と比較して、上記した利点が得られるからである。

40

【0072】

また、外部端子30の厚さT2は、蓋部12の厚さT1よりも大きくなっている。外部端子30の剛性が蓋部12の剛性よりも高くなるため、外装缶10の内圧上昇時において外部端子30がより変形しにくくなるからである。ここで説明した理由の詳細に関しても、後述する。

【0073】

ここでは、外部端子30は、上記したように、窪み部12Uの内部に配置されている。このため、外周端部30Pは、ガスケット51を介して底面W1に接着されていると共に、そのガスケット52を介して内壁面W2に接着されている。外装缶10の内圧上昇時に

50

において外部端子 30 がより変形しにくくなるからである。

【0074】

なお、外部端子 30 は、金属材料および合金材料などの導電性材料のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでおり、その導電性材料は、アルミニウムおよびアルミニウム合金などである。

【0075】

ただし、外部端子 30 は、クラッド材を含んでいてもよい。このクラッド材は、ガスケット 51 に近い側から順にアルミニウム層およびニッケル層を含んでおり、そのアルミニウム層およびニッケル層は、互いに圧延接合されている。なお、クラッド材は、ニッケル層の代わりにニッケル合金層を含んでいてもよい。

10

【0076】

ここで、外部端子 30 の厚さ T_2 に対する蓋部 11 の厚さ T_1 の比である厚さ比 R_T ($= T_1 / T_2$) は、特に限定されないが、中でも、 $0.40 \sim 0.67$ であることが好ましい。厚さ比 R_T が適正化されるため、外装缶 10 の内圧上昇時において外部端子 30 がより変形しにくくなるからである。この場合には、特に、厚さ比 R_T が大きくなりすぎないことに応じて、素子空間体積が担保されるため、体積エネルギー密度も担保される。ただし、厚さ比 R_T の値は、小数点第三位の値を四捨五入した値である。

【0077】

また、蓋部 12 の外径 D_1 に対する外部端子 30 の外径 D_2 の比である外径比 R_T ($= D_2 / D_1$) は、特に限定されないが、中でも、 $0.45 \sim 0.90$ であることが好ましい。外径比 R_T が適正化されるため、外装缶 10 内圧上昇時において外部端子 30 がより変形しにくくなるからである。ただし、外径比 R_T の値は、小数点第三位の値を四捨五入した値である。

20

【0078】

[補助端子]

補助端子 40 は、図 2 および図 5 に示したように、外部端子 30 と正極リード 61 とを互いに接続させる部材であり、その外部端子 30 と電氣的に接続されている。ここでは、補助端子 40 は、2 個の大外径部分 40B, 40C が 1 個の小外径部分 40A を介して互いに連結された略リベット状の部材である。すなわち、補助端子 40 は、外径が途中で局所的に減少する略円柱状の立体的形状を有している。

30

【0079】

小外径部分 40A は、貫通口 12K の内部に挿通されており、その貫通口 12K の内径以下の外径を有している。また、小外径部分 40A は、貫通口 30K に挿通されているため、その貫通口 30K の内径以下の内径を有している。この小外径部分 40A は、大外径部分 40B に連結されていると共に、大外径部分 40C に連結されている。

【0080】

大外径部分 40B は、蓋部 12 の外側、より具体的には外部端子 30 の外側に配置されており、貫通口 12K, 30K のそれぞれの内径よりも大きな外径を有している。ここでは、大外径部分 40B は、窪み部 30U よりも外側に突出しないように、その窪み部 30U の内部に配置されている。大外径部分 40B が窪み部 30U よりも外側に突出している場合と比較して、二次電池の高さ H が小さくなるため、体積エネルギー密度が増加するからである。これにより、大外径部分 40B は、外部端子 30 に接続されているため、補助端子 40 は、上記したように、外部端子 30 と電氣的に接続されている。

40

【0081】

大外径部分 40C は、蓋部 12 の内側に配置されており、貫通口 12K, 30K のそれぞれの内径よりも大きな外径を有している。大外径部分 40C の外径は、大外径部分 40B の外径と同じでもよいし、その大外径部分 40B の外径と異なってもよい。

【0082】

大外径部分 40C の一部または全部は、巻回中心空間 20K の内部に配置されていることが好ましい。大外径部分 40C が収納部 11 の内部に配置されていても、電池素子 20

50

の高さが担保されるため、体積エネルギー密度が担保されるからである。

【 0 0 8 3 】

この補助端子 4 0 では、大外径部分 4 0 B , 4 0 C のそれぞれが貫通口 1 2 K , 3 0 K のそれぞれの内径よりも大きな外径を有しているため、その大外径部分 4 0 B , 4 0 C のそれぞれが貫通口 1 2 K , 3 0 K のそれぞれを通過しにくくなる。これにより、補助端子 4 0 が蓋部 1 2 から脱落しにくくなるため、外部端子 3 0 も蓋部 1 2 から脱落しにくくなる。

【 0 0 8 4 】

また、補助端子 4 0 は、貫通口 3 0 K の内部に小外径部分 4 0 A が挿通されている状態において、後述する押圧力に応じて上方、すなわち収納部 1 1 の外部に向かう方向に外部端子 3 0 を付勢している。これにより、外部端子 3 0 は、上記したように、大外径部分 4 0 B に接続されているため、補助端子 4 0 と電氣的に接続されている。

10

【 0 0 8 5 】

さらに、補助端子 4 0 では、大外径部分 4 0 B , 4 0 C がガスケット 5 1 , 5 2 を介して蓋部 1 2 および外部端子 3 0 を上下から挟んでいる。この場合には、蓋部 1 2 および外部端子 3 0 がガスケット 5 1 , 5 2 を介して互いに対向している状態において、大外径部分 4 0 B がガスケット 5 1 に向けて外部端子 3 0 を押圧していると共に、大外径部分 4 0 B がガスケット 5 1 に向けて蓋部 1 2 を押圧している。これにより、大外径部分 4 0 B , 4 0 C のそれぞれによる押圧力を利用して、外部端子 3 0 および補助端子 4 0 が蓋部 1 2 に固定されている。

20

【 0 0 8 6 】

なお、補助端子 4 0 は、省略されてもよい。この場合には、外部端子 3 0 が貫通口 3 0 K を有していないと共に、ガスケット 5 2 が省略されてもよい。

【 0 0 8 7 】

[ガスケット]

ガスケット 5 1 は、図 2 および図 3 に示したように、外装缶 1 0 と外部端子 3 0 との間に配置されている絶縁性の接着部材であり、より具体的には、蓋部 1 2 と外部端子 3 0 との間に配置されている。これにより、外部端子 3 0 は、上記したように、ガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されているため、外周端部 3 0 P は、ガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されている。

30

【 0 0 8 8 】

ここでは、ガスケット 5 1 は、窪み部 1 2 U の内部において底面 W 1 および内壁面 W 2 のそれぞれに沿うように延在している。これにより、ガスケット 5 1 は、外周端部 3 0 P と底面 W 1 との間に配置されていると共に、その外周端部 3 0 P と内壁面 W 2 との間に配置されている。よって、外周端部 3 0 P は、上記したように、ガスケット 5 1 を介して底面 W 1 および内壁面 W 2 のそれぞれに接着されている。

【 0 0 8 9 】

このガスケット 5 1 は、絶縁性かつ熱溶解性を有する高分子化合物のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでおり、その高分子化合物は、ポリプロピレンなどである。これにより、外部端子 3 0 は、上記したように、ガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に熱溶解されているため、そのガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 から絶縁されながら蓋部 1 2 に固定されている。

40

【 0 0 9 0 】

ここでは、ガスケット 5 1 は、貫通口 1 2 K , 3 0 K のそれぞれに対応する箇所に貫通口を有するリング状の平面形状を有している。ただし、ガスケット 5 1 の平面形状は、特に限定されないため、任意に変更可能である。

【 0 0 9 1 】

ガスケット 5 2 は、図 2 に示したように、蓋部 1 2 と補助端子 4 0 との間に配置されており、ガスケット 5 1 に連結されている。ただし、ガスケット 5 2 は、蓋部 1 2 と補助端子 4 0 との間の領域だけでなく、その領域の周辺まで拡張されていてもよい。

50

【 0 0 9 2 】

ガスケット 5 2 の形成材料および形状に関する詳細は、ガスケット 5 1 の形成材料および形状に関する詳細と同様である。これにより、補助端子 4 0 は、ガスケット 5 2 を介して蓋部 1 2 に熱溶着されているため、そのガスケット 5 2 を介して蓋部 1 2 から絶縁されながら蓋部 1 2 に固定されている。

【 0 0 9 3 】

[正極リード]

正極リード 6 1 は、図 2 に示したように、外装缶 1 0 の内部に収納されており、外部端子 3 0 に正極 2 1 を接続させる正極 2 1 用の接続配線である。この正極リード 6 1 は、正極集電体 2 1 A に接続されていると共に、貫通口 1 2 K を経由して外部端子 3 0 に接続されている。

10

【 0 0 9 4 】

ここでは、二次電池は、1 本の正極リード 6 1 を備えている。ただし、二次電池は、2 本以上の正極リード 6 1 を備えていてもよい。正極リード 6 1 の本数が増加すると、電池素子 2 0 の電気抵抗が低下するからである。

【 0 0 9 5 】

正極リード 6 1 の形成材料に関する詳細は、正極集電体 2 1 A の形成材料に関する詳細と同様である。ただし、正極リード 6 1 の形成材料と正極集電体 2 1 A の形成材料とは、互いに同じでもよいし、互いに異なってもよい。

【 0 0 9 6 】

なお、正極リード 6 1 は、正極集電体 2 1 A から物理的に分離されているため、その正極集電体 2 1 A とは別体化されている。ただし、正極リード 6 1 は、正極集電体 2 1 A と物理的に連続しているため、その正極集電体 2 1 A と一体化されていてもよい。

20

【 0 0 9 7 】

[負極リード]

負極リード 6 2 は、図 2 に示したように、外装缶 1 0 の内部に収納されており、外装缶 1 0 に負極 2 2 を接続させる負極 2 2 用の接続配線である。この負極リード 6 2 は、負極集電体 2 2 A に接続されていると共に、収納部 1 1 に接続されている。

【 0 0 9 8 】

ここでは、二次電池は、1 本の負極リード 6 2 を備えている。ただし、二次電池は、2 本以上の負極リード 6 2 を備えていてもよい。負極リード 6 2 の本数が増加すると、電池素子 2 0 の電気抵抗が低下するからである。

30

【 0 0 9 9 】

負極リード 6 2 の形成材料に関する詳細は、負極集電体 2 2 A の形成材料に関する詳細と同様である。ただし、負極リード 6 2 の形成材料と負極集電体 2 2 A の形成材料とは、互いに同じでもよいし、互いに異なってもよい。

【 0 1 0 0 】

なお、負極リード 6 2 は、負極集電体 2 2 A から物理的に分離されているため、その負極集電体 2 2 A とは別体化されている。ただし、負極リード 6 2 は、負極集電体 2 2 A と物理的に連続しているため、その負極集電体 2 2 A と一体化されていてもよい。

40

【 0 1 0 1 】

[絶縁板]

絶縁板 7 0 は、図 2 に示したように、蓋部 1 2 と電池素子 2 0 との間に配置されている。この絶縁板 7 0 は、高分子化合物などの絶縁性材料を含んでおり、その高分子化合物は、ポリイミドなどである。

【 0 1 0 2 】

なお、絶縁板 7 0 は、巻回中心空間 2 0 K のうちの一部または全体と重なる位置に貫通口を有していることが好ましい。大外径部分 4 0 C が巻回中心空間 2 0 K の内部に配置されている場合と同様の理由により、体積エネルギー密度が増加するからである。また、後述するように、二次電池の製造工程において、巻回体 2 0 Z (図 6 参照) が収納されてい

50

る収納部 11 の内部に電解液が注入された際に、その電解液の一部が巻回中心空間 20K の内部に供給されるため、その電解液が巻回体に含浸されやすくなるからである。

【0103】

[シーラント]

シーラント 80 は、図 2 に示したように、正極リード 61 を保護する部材であり、その正極リード 61 の周囲を被覆するチューブ状の構造を有している。このシーラント 80 は、高分子化合物などの絶縁性材料を含んでおり、その高分子化合物は、ポリイミドなどである。これにより、正極リード 61 は、シーラント 80 を介して蓋部 12 および負極 22 のそれぞれから絶縁されている。

【0104】

< 1 - 2 . 動作 >

二次電池は、充放電時において、以下で説明するように動作する。充電時には、電池素子 20 において、正極 21 からリチウムが放出されると共に、そのリチウムが電解液を介して負極 22 に吸蔵される。一方、放電時には、電池素子 20 において、負極 22 からリチウムが放出されると共に、そのリチウムが電解液を介して正極 21 に吸蔵される。これらの充放電時には、リチウムがイオン状態で吸蔵および放出される。

【0105】

< 1 - 3 . 製造方法 >

図 6 は、二次電池の製造方法を説明するために、図 1 に対応する斜視構成を表している。ただし、図 6 では、収納部 11 と蓋部 12 とが互いに分離されている状態を示している。以下の説明では、随時、図 6 と共に、既に説明した図 1 ~ 図 5 を参照する。

【0106】

二次電池を製造する場合には、以下で例示する手順により、正極 21 および負極 22 を作製すると共に電解液を調製したのち、その正極 21、負極 22 および電解液を用いて二次電池を組み立てると共に、その組み立て後の二次電池の安定化処理を行う。

【0107】

ここでは、図 6 に示したように、外装缶 10 を形成するために、互いに物理的に分離されている収納部 11 および蓋部 12 を用いる。上記したように、収納部 11 は、開口部 11K を有している。また、蓋部 12 は、窪み部 12U を有していると共に、その蓋部 12 には、あらかじめ外部端子 30 および補助端子 40 がガスケット 51, 52 を介して接着されている。

【0108】

[正極の作製]

最初に、正極活物質、正極結着剤および正極導電剤が互いに混合された正極合剤を溶媒に投入することにより、ペースト状の正極合剤スラリーを調製する。この溶媒は、水性溶媒でもよいし、有機溶剤でもよい。ここで説明した溶媒に関する詳細は、以降においても同様である。続いて、正極集電体 21A の両面に正極合剤スラリーを塗布することにより、正極活物質層 21B を形成する。最後に、ロールプレス機などを用いて正極活物質層 21B を圧縮成型する。この場合には、正極活物質層 21B を加熱してもよいと共に、圧縮成型を複数回繰り返してもよい。これにより、正極集電体 21A の両面に正極活物質層 21B が形成されるため、正極 21 が作製される。

【0109】

[負極の作製]

最初に、負極活物質、負極結着剤および負極導電剤が互いに混合された負極合剤を溶媒に投入することにより、ペースト状の負極合剤スラリーを調製する。続いて、負極集電体 22A の両面に負極合剤スラリーを塗布することにより、負極活物質層 22B を形成する。最後に、ロールプレス機などを用いて負極活物質層 22B を圧縮成型する。負極活物質層 22B の圧縮成型に関する詳細は、正極活物質層 21B の圧縮成型に関する詳細と同様である。これにより、負極集電体 22A の両面に負極活物質層 22B が形成されるため、負極 22 が作製される。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 0 】

[電解液の調製]

溶媒に電解質塩を投入する。これにより、溶媒中において電解質塩が分散または溶解されるため、電解液が調製される。

【 0 1 1 1 】

[二次電池の組み立て]

最初に、溶接法などを用いて、正極 2 1 のうちの正極集電体 2 1 A に、シーラント 8 0 により周囲を部分的に被覆された正極リード 6 1 を接続させる。また、溶接法などを用いて、負極 2 2 のうちの負極集電体 2 2 A に負極リード 6 2 を接続させる。溶接法は、抵抗溶接法およびレーザー溶接法などのうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上である。ここで説明した溶接法に関する詳細は、以降においても同様である。

10

【 0 1 1 2 】

続いて、セパレータ 2 3 を介して正極 2 1 および負極 2 2 を互いに積層させたのち、その正極 2 1、負極 2 2 およびセパレータ 2 3 を巻回させることにより、図 6 に示したように、巻回中心空間 2 0 K を有する巻回体 2 0 Z を作製する。この巻回体 2 0 Z は、正極 2 1、負極 2 2 およびセパレータ 2 3 のそれぞれに電解液が含浸されていないことを除いて、電池素子 2 0 の構成と同様の構成を有している。

【 0 1 1 3 】

続いて、開口部 1 1 K から収納部 1 1 の内部に巻回体 2 0 Z と共に絶縁板 7 0 を収納する。この場合には、溶接法などを用いて、収納部 1 1 に負極リード 6 2 を接続させる。

20

【 0 1 1 4 】

続いて、開口部 1 1 K から収納部 1 1 の内部に電解液を注入する。これにより、巻回体 2 0 Z (正極 2 1、負極 2 2 およびセパレータ 2 3) に電解液が含浸されるため、電池素子 2 0 が作製される。この場合には、電解液の一部が巻回中心空間 2 0 K の内部に供給されるため、その電解液が巻回中心空間 2 0 K の内部から巻回体 2 0 Z に含浸される。

【 0 1 1 5 】

続いて、外部端子 3 0 および補助端子 4 0 がガスケット 5 1, 5 2 を介して固定されている蓋部 1 2 を用いて開口部 1 1 K を遮蔽したのち、収納部 1 1 に蓋部 1 2 を接合させる。ここでは、溶接法を用いて収納部 1 1 に蓋部 1 2 を溶接する。この場合には、溶接法などを用いて、貫通口 1 2 K を経由して外部端子 3 0 に正極リード 6 1 を接続させる。

30

【 0 1 1 6 】

これにより、収納部 1 1 および蓋部 1 2 が互いに溶接されるため、外装缶 1 0 が形成されると共に、その外装缶 1 0 の内部に電池素子 2 0 などが収納されるため、二次電池が組み立てられる。

【 0 1 1 7 】

[二次電池の安定化]

組み立て後の二次電池を充放電させる。環境温度、充放電回数 (サイクル数) および充放電条件などの条件は、任意に設定可能である。これにより、電池素子 2 0 において正極 2 1 および負極 2 2 のそれぞれの表面に被膜が形成されるため、二次電池の状態が電気化学的に安定化する。

40

【 0 1 1 8 】

よって、外装缶 1 0 の内部に電池素子 2 0 などが封入されるため、二次電池が完成する。

【 0 1 1 9 】

< 1 - 4 . 作用および効果 >

本実施形態の二次電池によれば、外装缶 1 0 (収納部 1 1 および蓋部 1 2) の内部に電池素子 2 0 が収納されており、その蓋部 1 2 の外側に外部端子 3 0 が配置されており、その蓋部 1 2 と外部端子 3 0 との間にガスケット 5 1 が配置されており、その蓋部 1 2 が収納部 1 1 に接合されている。また、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されており、外部端子 3 0 の厚さ T 2 が蓋部 1 2 の厚さ T 1 よりも大きい。よって、以下で説明する理由により、優れた耐変形特性を得ることができる。

50

【 0 1 2 0 】

図 7 は、比較例の二次電池の断面構成を表しており、図 3 に対応している。図 8 は、比較例の二次電池の問題点を説明するために、図 7 に対応する断面構成を表している。

【 0 1 2 1 】

比較例の二次電池は、図 7 に示したように、ガスケット 5 1 の設置範囲が狭いため、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されていないことを除いて、図 3 に示した本実施形態の二次電池の構成と同様の構成を有している。

【 0 1 2 2 】

この比較例の二次電池では、本実施形態の二次電池と同様に、外部端子 3 0 がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されているため、その外部端子 3 0 が正極 2 1 の外部接続用端子として機能する。

10

【 0 1 2 3 】

しかしながら、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されていないため、その外周端部 3 0 P が外力に対して自由端部として挙動する。これにより、外装缶 1 0 の内圧が上昇すると、外部端子 3 0 が変形しやすくなる。

【 0 1 2 4 】

詳細には、外装缶 1 0 の内圧が上昇すると、その外装缶 1 0 が膨張する。この外装缶 1 0 の内圧が上昇するのは、大電流の条件下において二次電池が充電された場合および二次電池が過充電された場合などにおいて電解液の分解反応が過剰に進行するため、外装缶 1 0 の内部において大量のガスが発生するからである。

20

【 0 1 2 5 】

この場合には、内圧上昇に起因して蓋部 1 2 が外側（上側）に向かって押されるため、その蓋部 1 2 によりガスケット 5 1 を介して外部端子 3 0 が外側に向かって押される。これにより、外部端子 3 0 では、図 8 に示したように、ガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されていない自由端部である外周端部 3 0 P が外側に反るように変形しやすくなる。

【 0 1 2 6 】

よって、比較例の二次電池では、外装缶 1 0 の内圧上昇時において外部端子 3 0 が変形しやすくなるため、優れた耐変形特性を得ることが困難である。

【 0 1 2 7 】

これに対して、本実施形態の二次電池では、図 3 に示したように、ガスケット 5 1 の設置範囲が広いため、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されている。これにより、外周端部 3 0 P が外力に対して固定端部として挙動するため、外装缶 1 0 の内圧が上昇しても外部端子 3 0 が変形しにくくなる。

30

【 0 1 2 8 】

詳細には、内圧上昇に応じて外装缶 1 0 が膨張したため、蓋部 1 2 と共に外部端子 3 0 が外側に向かって押されても、固定端部である外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されている状態は維持されやすくなる。これにより、外周端部 3 0 P が外側に反るように変形しにくくなる。

【 0 1 2 9 】

しかも、外部端子 3 0 の厚さ T 2 が蓋部 1 2 の厚さ T 1 よりも大きいため、その外部端子 3 0 の剛性が蓋部 1 2 の剛性よりも高くなる。これにより、外部端子 3 0 自体が外力に応じて変形しにくくなるため、内圧上昇に応じて蓋部 1 2 と共に外部端子 3 0 が外側に向かって押されても、外周端部 3 0 P がより変形しにくくなる。

40

【 0 1 3 0 】

よって、本実施形態の二次電池では、外装缶 1 0 の内圧上昇時において外部端子 3 0 が変形しにくくなるため、優れた耐変形特性を得ることができる。

【 0 1 3 1 】

本実施形態の二次電池では、特に、厚さ比 R T が 0 . 4 0 ~ 0 . 6 7 であれば、その厚さ比 R T が適正化される。よって、外装缶 1 0 の内圧上昇時において外部端子 3 0 がより変形しにくくなるため、より高い効果を得ることができる。

50

【 0 1 3 2 】

また、外径比 R T が 0 . 4 5 ~ 0 . 9 0 であれば、その外径比 R T が適正化される。よって、外装缶 1 0 の内圧上昇時において外部端子 3 0 がより変形しにくくなるため、より高い効果を得ることができる。

【 0 1 3 3 】

また、蓋部 1 2 が窪み部 1 2 U を有しており、外部端子 3 0 が窪み部 1 2 U の内部に配置されていれば、素子空間体積の増加に応じて体積エネルギー密度が増加するため、より高い効果を得ることができる。

【 0 1 3 4 】

この場合には、蓋部 1 2 が窪み部 1 2 U の内部に底面 W 1 および内壁面 W 2 を有しており、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して底面 W 1 および内壁面 W 2 のそれぞれに接着されていれば、外装缶 1 0 の内圧上昇時において外部端子 3 0 がより変形しにくくなるため、より高い効果を得ることができる。

10

【 0 1 3 5 】

また、電池素子 2 0 が正極 2 1 および負極 2 2 を含んでおり、その正極 2 1 が外部端子 3 0 と電氣的に接続されており、その負極 2 2 が外装缶 1 0 と電氣的に接続されていれば、その外部端子 3 0 が正極 2 1 の外部接続用端子として機能すると共に、その外装缶 1 0 が負極 2 2 の外部接続用端子として機能する。これにより、二次電池が外装缶 1 0 および外部端子 3 0 を介して電子機器に容易に接続可能になると共に、素子空間体積の増加に応じて単位体積当たりのエネルギー密度が増加するため、より高い効果を得ることができる。

20

【 0 1 3 6 】

また、二次電池が扁平かつ柱状の二次電池であれば、外装缶 1 0 の内圧上昇が発生しやすい小型の二次電池においても外部端子 3 0 が効果的に変形しにくくなるため、より高い効果を得ることができる。

【 0 1 3 7 】

また、二次電池がリチウムイオン二次電池であれば、リチウムの吸蔵放出を利用して十分な電池容量が安定に得られるため、より高い効果を得ることができる。

【 0 1 3 8 】

< 2 . 変形例 >

上記した二次電池の構成は、以下で説明するように、適宜、変更可能である。ただし、以下で説明する一連の変形例のうちの任意の 2 種類以上は、互いに組み合わせられてもよい。

30

【 0 1 3 9 】

[変形例 1]

図 3 では、ガスケット 5 1 が外部端子 3 0 と底面 W 1 との間に配置されていると共に外部端子 3 0 と内壁面 W 2 との間に配置されているため、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して底面 W 1 および内壁面 W 2 のそれぞれに接着されている。

【 0 1 4 0 】

しかしながら、図 3 に対応する図 9 に示したように、ガスケット 5 1 が外部端子 3 0 と底面 W 1 との間に配置されているのに対して外部端子 3 0 と内壁面 W 2 との間に配置されていないため、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して内壁面 W 2 に接着されておらずに底面 W 1 だけに接着されている。

40

【 0 1 4 1 】

この場合においても、外装缶 1 0 の内圧上昇時において外部端子 3 0 が変形しにくくなるため、図 3 に示した場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 4 2 】

ただし、外部端子 3 0 をより強固に蓋部 1 2 に接着させることにより、外周端部 3 0 P が変形することをより抑制するためには、図 3 に示したように、その外周端部 3 0 P はガスケット 5 1 を介して底面 W 1 および内壁面 W 2 のそれぞれに接着されていることが好ましい。

【 0 1 4 3 】

50

[変形例 2]

図 2 では、正極 2 1 が正極リード 6 1 を介して外部端子 3 0 に接続されていると共に、負極 2 2 が負極リード 6 2 を介して収納部 1 1 に接続されている。このため、外部端子 3 0 が正極 2 1 の外部接続用端子として機能していると共に、外装缶 1 0 が負極 2 2 の外部接続用端子として機能している。

【 0 1 4 4 】

しかしながら、図 2 に対応する図 1 0 に示したように、正極 2 1 が正極リード 6 1 を介して収納部 1 1 に接続されていると共に、負極 2 2 が負極リード 6 2 を介して外部端子 3 0 に接続されていてもよい。このため、外装缶 1 0 が正極 2 1 の外部接続用端子として機能していると共に、外部端子 3 0 が負極 2 2 の外部接続用端子として機能していてもよい。

10

【 0 1 4 5 】

この場合において、外部端子 3 0 は、負極 2 2 の外部接続用端子として機能するために、金属材料および合金材料の導電性材料のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでおり、その導電性材料は、鉄、銅、ニッケル、ステンレス、鉄合金、銅合金およびニッケル合金などである。外装缶 1 0、すなわち収納部 1 1 および蓋部 1 2 のそれぞれは、正極 2 1 の外部接続用端子として機能するために、金属材料および合金材料の導電性材料のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでおり、その導電性材料は、アルミニウム、アルミニウム合金およびステンレスなどである。

【 0 1 4 6 】

この場合においても、二次電池が外部端子 3 0 (負極 2 2 の外部接続用端子) および外装缶 1 0 (正極 2 1 の外部接続用端子) を介して電子機器に接続可能であるため、図 2 に示した場合と同様の効果を得ることができる。

20

【 0 1 4 7 】

この場合には、特に、外装缶 1 0 がアルミニウムおよびアルミニウム合金のうち的一方または双方を含んでいれば、二次電池が軽量化する。よって、重量エネルギー密度が増加するため、より高い効果を得ることができる。

【 0 1 4 8 】

[変形例 3]

図 2 では、蓋部 1 2 が窪み部 1 2 U を有しており、外部端子 3 0 が窪み部 1 2 U の内部に配置されている。

30

【 0 1 4 9 】

しかしながら、図 2 に対応する図 1 1 に示したように、蓋部 1 2 が窪み部 1 2 U を有していなくてもよい。図 1 1 に示した二次電池は、補助端子 4 0 およびガスケット 5 2 を備えていないと共に、外部端子 3 0 が平坦な板状の部材であることを除いて、図 2 に示した二次電池の構成と同様の構成を有している。

【 0 1 5 0 】

この場合においても、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されている。これにより、外装缶 1 0 の内圧上昇時において外部端子 3 0 が変形しにくくなるため、図 2 に示した場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 5 1 】

[変形例 4]

図 1 および図 2 に示した二次電池は、外径 D よりも高さ H が小さいボタン型の二次電池である。しかしながら、ここでは具体的に図示しないが、二次電池は、外径 D よりも高さ H が大きい円筒型の二次電池でもよい。比 D/H は、任意に設定可能である。

40

【 0 1 5 2 】

この場合においても、外装缶 1 0 の内圧上昇時において外部端子 3 0 が変形しにくくなるため、図 1 および図 2 に示した場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 5 3 】

[変形例 5]

多孔質膜であるセパレータ 2 3 を用いた。しかしながら、ここでは具体的に図示しない

50

が、セパレータ 2 3 の代わりに、高分子化合物層を含む積層型のセパレータを用いてもよい。

【 0 1 5 4 】

具体的には、積層型のセパレータは、一对の面を有する多孔質膜と、その多孔質膜の片面または両面に設けられた高分子化合物層とを含んでいる。正極 2 1 および負極 2 2 のそれぞれに対するセパレータの密着性が向上するため、電池素子 2 0 の巻きずれが抑制されるからである。これにより、電解液の分解反応が発生しても、二次電池が膨れにくくなる。高分子化合物層は、ポリフッ化ビニリデンなどの高分子化合物を含んでいる。ポリフッ化ビニリデンなどは、物理的強度に優れていると共に、電気化学的に安定だからである。

【 0 1 5 5 】

なお、多孔質膜および高分子化合物層のうち的一方または双方は、複数の絶縁性粒子のうちいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいてもよい。二次電池の発熱時において複数の絶縁性粒子が放熱するため、その二次電池の安全性（耐熱性）が向上するからである。絶縁性粒子は、無機粒子および樹脂粒子のうち的一方または双方などである。無機粒子の具体例は、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、ベーマイト、酸化ケイ素、酸化チタン、酸化マグネシウムおよび酸化ジルコニウムなどの粒子である。樹脂粒子の具体例は、アクリル樹脂およびスチレン樹脂などの粒子である。

【 0 1 5 6 】

積層型のセパレータを作製する場合には、高分子化合物および溶媒などを含む前駆溶液を調製したのち、多孔質膜の片面または両面に前駆溶液を塗布する。この場合には、多孔質膜に前駆溶液を塗布する代わりに、その前駆溶液中に多孔質膜を浸漬させてもよい。また、前駆溶液中に複数の絶縁性粒子を含有させてもよい。

【 0 1 5 7 】

この積層型のセパレータを用いた場合においても、正極 2 1 と負極 2 2 との間においてリチウムイオンが移動可能になるため、同様の効果を得ることができる。この場合には、特に、上記したように、二次電池の安全性が向上するため、より高い効果を得ることができる。

【 0 1 5 8 】

[変形例 6]

液状の電解質である電解液を用いた。しかしながら、ここでは具体的に図示しないが、電解液の代わりに、ゲル状の電解質である電解質層を用いてもよい。

【 0 1 5 9 】

電解質層を用いた電池素子 2 0 では、セパレータ 2 3 および電解質層を介して正極 2 1 および負極 2 2 が互いに積層されていると共に、その正極 2 1、負極 2 2、セパレータ 2 3 および電解質層が巻回されている。この電解質層は、正極 2 1 とセパレータ 2 3 との間に介在していると共に、負極 2 2 とセパレータ 2 3 との間に介在している。ただし、電解質層は、正極 2 1 とセパレータ 2 3 との間だけに介在していてもよいし、負極 2 2 とセパレータ 2 3 との間だけに介在していてもよい。

【 0 1 6 0 】

具体的には、電解質層は、電解液と共に高分子化合物を含んでおり、その電解液は、高分子化合物により保持されている。電解液の漏液が防止されるからである。電解液の構成は、上記した通りである。高分子化合物は、ポリフッ化ビニリデンなどを含んでいる。電解質層を形成する場合には、電解液、高分子化合物および溶媒などを含む前駆溶液を調製したのち、正極 2 1 および負極 2 2 のそれぞれの片面または両面に前駆溶液を塗布する。

【 0 1 6 1 】

この電解質層を用いた場合においても、正極 2 1 と負極 2 2 との間において電解質層を介してリチウムイオンが移動可能になるため、同様の効果を得ることができる。この場合には、特に、上記したように、電解液の漏液が防止されるため、より高い効果を得ることができる。

【 0 1 6 2 】

10

20

30

40

50

[変形例 7]

図 1 では、二次電池が巻回型の電池素子 2 0 (巻回電極体) を備えている。しかしながら、ここでは具体的に図示しないが、二次電池が積層型の電池素子 (積層電極体) を備えていてもよい。

【 0 1 6 3 】

積層型の電池素子は、以下で説明することを除いて、巻回型の電池素子 2 0 の構成と同様の構成を有している。

【 0 1 6 4 】

積層型の電池素子は、正極、負極およびセパレータを含んでおり、その正極および負極は、セパレータを介して交互に積層されている。このため、積層型の電池素子は、1 個または 2 個以上の正極と、1 個または 2 個以上の負極と、1 個または 2 個以上のセパレータとを含んでいる。正極、負極およびセパレータのそれぞれの構成は、正極 2 1、負極 2 2 およびセパレータ 2 3 のそれぞれの構成と同様である。

【 0 1 6 5 】

積層型の電池素子が複数の正極および複数の負極を含んでいる場合には、複数の正極のそれぞれの正極集電体に正極リードが接続されていると共に、複数の負極のそれぞれの負極集電体に負極リードが接続されているため、二次電池は、複数の正極リードおよび複数の負極リードを備えている。複数の正極リードは、互いに接合された状態において外部端子 3 0 に接続されていると共に、複数の負極リードは、互いに接合された状態において収納部 1 1 に接続されている。

【 0 1 6 6 】

この場合においても、積層型の電池素子において充放電されるため、同様の効果を得ることができる。

【 実施例 】

【 0 1 6 7 】

本技術の実施例に関して説明する。

【 0 1 6 8 】

< 実施例 1 ~ 1 5 および比較例 1 ~ 3 >

二次電池を作製したのち、その二次電池の特性を評価した。

【 0 1 6 9 】

[二次電池の作製]

以下で説明する手順により、図 1 ~ 図 5 に示したボタン型の二次電池 (リチウムイオン二次電池) を作製した。

【 0 1 7 0 】

(正極の作製)

最初に、正極活物質 (LiCoO_2) 9 1 質量部と、正極結着剤 (ポリフッ化ビニリデン) 3 質量部と、正極導電剤 (黒鉛) 6 質量部とを互いに混合させることにより、正極合剤とした。続いて、溶媒 (有機溶剤である N - メチル - 2 - ピロリドン) に正極合剤を投入したのち、その有機溶剤を攪拌することにより、ペースト状の正極合剤スラリーを調製した。続いて、コーティング装置を用いて正極集電体 2 1 A (帯状のアルミニウム箔、厚さ = $12 \mu\text{m}$) の両面に正極合剤スラリーを塗布したのち、その正極合剤スラリーを乾燥させることにより、正極活物質層 2 1 B を形成した。最後に、ロールプレス機を用いて正極活物質層 2 1 B を圧縮成型した。これにより、正極 2 1 が作製された。

【 0 1 7 1 】

(負極の作製)

最初に、負極活物質 (黒鉛) 9 5 質量部と、負極結着剤 (ポリフッ化ビニリデン) 5 質量部とを互いに混合させることにより、負極合剤とした。続いて、溶媒 (有機溶剤である N - メチル - 2 - ピロリドン) に負極合剤を投入したのち、その有機溶剤を攪拌することにより、ペースト状の負極合剤スラリーを調製した。続いて、コーティング装置を用いて負極集電体 2 2 A (帯状の銅箔、厚さ = $15 \mu\text{m}$) の両面に正極合剤スラリーを塗布した

10

20

30

40

50

のち、その負極合剤スラリーを乾燥させることにより、負極活物質層 2 2 B を形成した。最後に、ロールプレス機を用いて負極活物質層 2 2 B を圧縮成型した。これにより、負極 2 2 が作製された。

【 0 1 7 2 】

(電解液の調製)

溶媒 (炭酸エチレンおよび炭酸ジエチル) に電解質塩 (LiPF_6) を添加したのち、その溶媒を攪拌した。この場合には、溶媒の混合比 (重量比) を炭酸エチレン : 炭酸ジエチル = 3 0 : 7 0 としたと共に、電解質塩の含有量を溶媒に対して $1 \text{ mol} / \text{kg}$ とした。これにより、溶媒中において電解質塩が溶解または分散されたため、電解液が調製された。

10

【 0 1 7 3 】

(二次電池の組み立て)

最初に、抵抗溶接法を用いて正極 2 1 のうちの正極集電体 2 1 A に正極リード 6 1 (アルミニウム) を溶接したと共に、抵抗溶接法を用いて負極 2 2 のうちの負極集電体 2 2 A に負極リード 6 2 (アルミニウム) を溶接した。この場合には、シーラント 8 0 (ポリイミドテープ) により周囲を部分的に被覆されている正極リード 6 1 を用いた。

【 0 1 7 4 】

続いて、セパレータ 2 3 (ポリエチレンフィルム , 厚さ = $10 \mu\text{m}$) を介して正極 2 1 および負極 2 2 を積層させたのち、その正極 2 1 、負極 2 2 およびセパレータ 2 3 を巻回させることにより、巻回中心空間 2 0 K を有する巻回体 2 0 Z を作製した。

20

【 0 1 7 5 】

続いて、開口部 1 1 K から収納部 1 1 (SUS316) の内部に巻回体 2 0 Z および絶縁板 7 0 を収納した。この場合には、巻回中心空間 2 0 K の内部に溶接用の電極を挿入することにより、抵抗溶接法を用いて収納部 1 1 に負極リード 6 2 を溶接した。

【 0 1 7 6 】

続いて、開口部 1 1 K から収納部 1 1 の内部に電解液を注入したのち、レーザ溶接法を用いて収納部 1 1 に蓋部 1 2 (SUS316) を溶接した。この蓋部 1 2 には、外部端子 3 0 (アルミニウム) および補助端子 4 0 (アルミニウム) がガスケット 5 1 (ポリプロピレン , 厚さ = 0.07 mm) およびガスケット 5 2 (ポリプロピレン , 厚さ = 0.07 mm) を介して接着 (熱溶着) されている。この場合には、抵抗溶接法を用いて、蓋部 1 2 に設けられている貫通口 1 2 K を経由して外部端子 3 0 に正極リード 6 1 を溶接した。

30

【 0 1 7 7 】

外部端子 3 0 および補助端子 4 0 がガスケット 5 1 , 5 2 を介して接着されている蓋部 1 2 を準備する場合には、そのガスケット 5 1 の設置範囲を調整することにより、表 1 に示したように、蓋部 1 2 に対する外周端部 3 0 P の接着の有無を設定した。表 1 中の「外周端部の接着」の欄では、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されている場合 (図 3) には「あり」と示していると共に、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されていない場合 (図 7) には「なし」と示している。

【 0 1 7 8 】

これにより、巻回体 2 0 Z (正極 2 1 、負極 2 2 およびセパレータ 2 3) に電解液が含浸されたため、電池素子 2 0 が作製されたと共に、収納部 1 1 に蓋部 1 2 が溶接されたため、外装缶 1 0 が形成された。よって、外装缶 1 0 の内部に電池素子 2 0 などが封入されたため、二次電池が組み立てられた。

40

【 0 1 7 9 】

二次電池を組み立てる場合には、表 1 に示したように、蓋部 1 2 の外径 $D1$ (mm) および厚さ $T1$ (mm) と、外部端子 3 0 の外径 $D2$ (mm) および厚さ $T2$ (mm) とを変化させることにより、外径比 RD および厚さ比 RT のそれぞれを変化させた。

【 0 1 8 0 】

(二次電池の安定化)

常温環境中 (温度 = 23) において、組み立て後の二次電池を 1 サイクル充放電させ

50

た。充電時には、0.1 Cの電流で電圧が4.2 Vに到達するまで定電流充電したのち、その4.2 Vの電圧で電流が0.05 Cに到達するまで定電圧充電した。放電時には、0.1 Cの電流で電圧が3.0 Vに到達するまで定電流放電した。0.1 Cとは、電池容量（理論容量）を10時間で放電しきる電流値であると共に、0.05 Cとは、電池容量を20時間で放電しきる電流値である。

【0181】

これにより、正極21および負極22のそれぞれの表面に被膜が形成されたため、二次電池の状態が電気化学的に安定化した。よって、二次電池が完成した。

【0182】

[特性の評価]

二次電池の特性（耐変形特性）を評価したところ、表1に示した結果が得られた。

【0183】

（膨れ良品率）

耐変形特性を評価する場合には、その耐変形特性を評価するための指標である膨れ良品率（%）を調べた。

【0184】

この場合には、最初に、常温環境中において二次電池を充電させた。充電条件は、上記した二次電池の安定化時の充電条件と同様にした。続いて、高温環境中（温度 = 60）において充電状態の二次電池を保存（保存期間 = 24時間）した。

【0185】

続いて、外装缶10の内圧上昇に起因して外周端部30Pが外側に反っているかどうかを目視で確認することにより、二次電池の良否を判定した。この場合には、外周端部30Pの反りの有無を確認するために用いた二次電池の個数（試験数）を100個とした。また、外周端部30Pが反っていなかった二次電池を良品と判定したと共に、外周端部30Pが反っていた二次電池を不良品と判定した。

【0186】

最後に、膨れ良品率（%） = （良品の個数 / 100個） × 100 という計算式に基づいて、その膨れ良品率を算出した。

【0187】

（厚さ良品率）

また、耐変形特性を評価するための他の指標である厚さ変形例（%）を調べた。

【0188】

この場合には、最初に、上記したように、二次電池の組み立て工程において、レーザ溶接法を用いて収納部11に蓋部12を溶接した。これにより、溶接時に発生した熱の影響を受けてガスケット51が加熱された。

【0189】

続いて、溶接時においてガスケット51が溶融したことに起因して、そのガスケット51が部分的に盛り上がった（ガスケット51の厚さが部分的に増加した）ため、外周端部30Pが浮いていたかどうかを目視で確認することにより、その二次電池の良否を判定した。この場合には、外周端部30Pの浮きの有無を確認するために用いた二次電池の個数（試験数）を100個とした。また、外周端部30Pが浮いていなかった二次電池を良品と判定したと共に、外周端部30Pが浮いていた二次電池を不良品と判定した。

【0190】

最後に、厚さ良品率（%） = （良品の個数 / 100個） × 100 という計算式に基づいて、その厚さ良品率を算出した。

【0191】

10

20

30

40

50

【表 1】

	外周端部の の接着	蓋部		外部端子		外径比 RD	厚さ比 RT	膨れ 良品率 (%)	厚さ 良品率 (%)
		外径 D1 (mm)	厚さ T1 (mm)	外径 D2 (mm)	厚さ T2 (mm)				
実施例 1	あり	12	0.1	5.0	0.15	0.42	0.67	80	100
実施例 2	あり	12	0.1	5.4	0.15	0.45	0.67	100	100
実施例 3	あり	12	0.1	7.2	0.15	0.60	0.67	100	100
実施例 4	あり	12	0.1	8.2	0.15	0.68	0.67	100	100
実施例 5	あり	12	0.1	9.2	0.15	0.77	0.67	100	100
実施例 6	あり	12	0.1	10.2	0.15	0.85	0.67	100	100
実施例 7	あり	12	0.1	10.8	0.15	0.90	0.67	100	100
実施例 8	あり	12	0.1	10.9	0.15	0.91	0.67	100	65
実施例 9	あり	7	0.1	3.2	0.15	0.46	0.67	100	100
実施例 10	あり	16	0.1	7.2	0.15	0.45	0.67	100	100
実施例 11	あり	12	0.04	7.2	0.15	0.60	0.27	60	100
実施例 12	あり	12	0.05	7.2	0.15	0.60	0.33	70	100
実施例 13	あり	12	0.06	7.2	0.15	0.60	0.40	100	100
実施例 14	あり	12	0.07	10.8	0.15	0.90	0.47	100	100
実施例 15	あり	12	0.09	7.2	0.15	0.60	0.90	100	100
比較例 1	なし	12	0.1	7.2	0.15	0.60	0.67	0	100
比較例 2	あり	12	0.1	7.2	0.05	0.60	1.50	7	100
比較例 3	あり	12	0.1	7.2	0.1	0.60	1.00	23	100

表 1

【0192】

[考察]

表 1 に示したように、ガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されている外部端子 3 0 を備えた二次電池の変形状況は、その二次電池の構成に応じて変動した。

【0193】

具体的には、外部端子 3 0 の厚さ T 2 は蓋部 1 2 の厚さ T 1 よりも大きいのが、外周端部 3 0 P がガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されていない場合（比較例 1）には、膨れ良品率が著しく悪化した。

【0194】

また、外周端部 3 0 P はガスケット 5 1 を介して蓋部 1 2 に接着されているが、外部端子 3 0 の厚さ T 2 は蓋部 1 2 の厚さ T 1 以下である場合（比較例 2, 3）においても同様

10

20

30

40

50

に、膨れ良品率が著しく悪化した。

【0195】

これに対して、外部端子30の厚さT2が蓋部12の厚さT1よりも大きいと共に、外周端部30Pがガスケット51を介して蓋部12に接着されている場合（実施例1～15）には、膨れ良品率が大幅に改善された。

【0196】

この場合には、特に、厚さ比RTが0.40～0.67であると、膨れ良品率がより増加した。また、外径比RDが0.45～0.90であると、膨れ良品率がより改善されただけでなく、厚さ良品率も改善された。

【0197】

[まとめ]

表1に示した結果から、外部端子30の外周端部30Pがガスケット51を介して蓋部12に接着されていると共に、その外部端子30の厚さT2が蓋部12の厚さT1よりも大きいと、二次電池の変形が抑制された。よって、優れた耐変形特性を得ることができた。

【0198】

以上、一実施形態および実施例を挙げながら本技術に関して説明したが、その本技術の構成は、一実施形態および実施例において説明された構成に限定されないため、種々に変形可能である。

【0199】

具体的には、電極反応物質がリチウムである場合に関して説明したが、その電極反応物質は、特に限定されない。このため、電極反応物質は、上記したように、ナトリウムおよびカリウムなどの他のアルカリ金属でもよいし、ベリリウム、マグネシウムおよびカルシウムなどのアルカリ土類金属でもよい。この他、電極反応物質は、アルミニウムなどの他の軽金属でもよい。

【0200】

本明細書中に記載された効果は、あくまで例示であるため、本技術の効果は、本明細書中に記載された効果に限定されない。よって、本技術に関して、他の効果が得られてもよい。

10

20

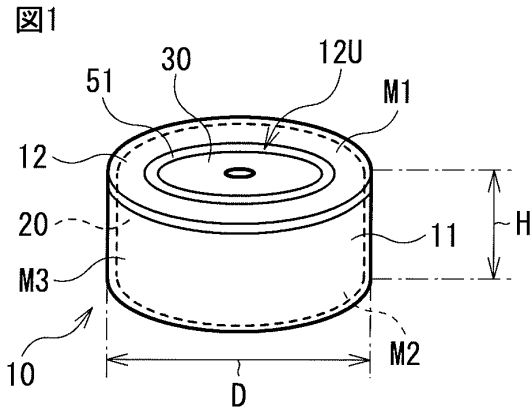
30

40

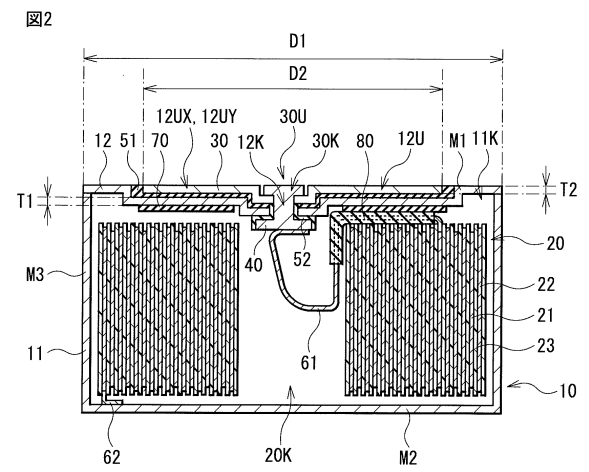
50

【図面】

【図 1】

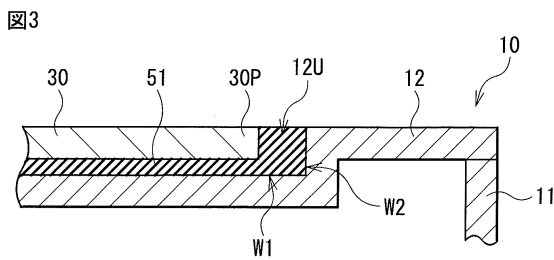


【図 2】

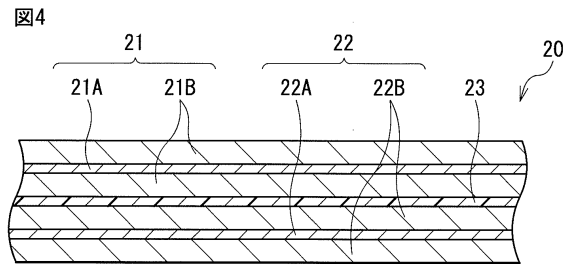


10

【図 3】



【図 4】



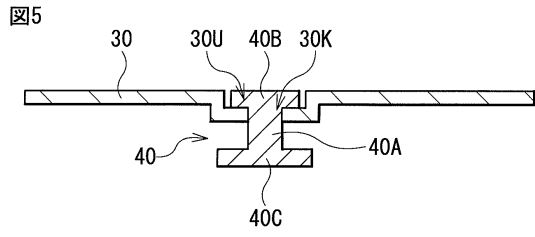
20

30

40

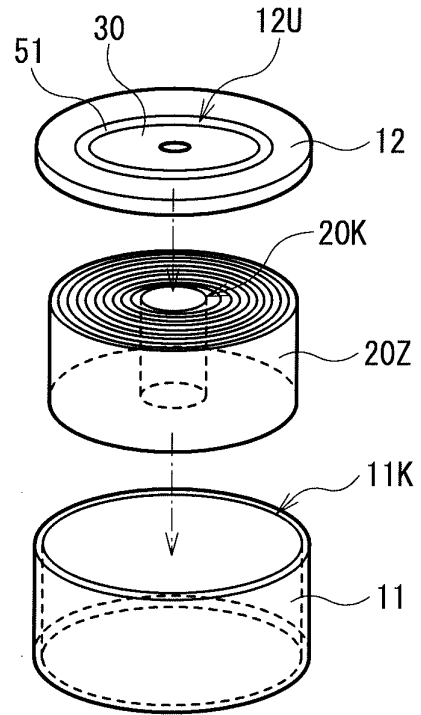
50

【 図 5 】



【 図 6 】

図6

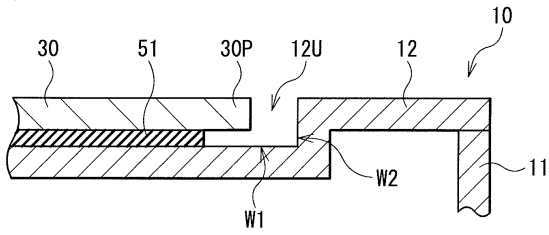


10

20

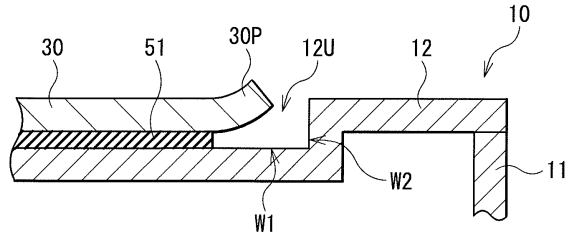
【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

<i>H 0 1 M</i>	<i>10/0587(2010.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>10/0587</i>	
<i>H 0 1 M</i>	<i>50/548(2021.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>50/548</i>	<i>2 0 1</i>
<i>H 0 1 M</i>	<i>10/052(2010.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>10/052</i>	

(56)参考文献

特開 2 0 1 2 - 1 4 2 1 6 1 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 0 5 6 6 4 8 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 1 0 4 9 2 5 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 3 0 2 0 5 6 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 3 0 5 5 7 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 5 0 / 1 0、5 0 / 5 0

H 0 1 M 1 0 / 0 4、1 0 / 0 5 2、1 0 / 0 5 8