

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7645202号
(P7645202)

(45)発行日 令和7年3月13日(2025.3.13)

(24)登録日 令和7年3月5日(2025.3.5)

(51)国際特許分類	F I		
H 0 1 M 50/262 (2021.01)	H 0 1 M	50/262	E
H 0 1 M 4/66 (2006.01)	H 0 1 M	4/66	A
H 0 1 M 50/209 (2021.01)	H 0 1 M	50/209	
H 0 1 M 50/293 (2021.01)	H 0 1 M	50/293	
H 0 1 M 50/489 (2021.01)	H 0 1 M	50/489	

請求項の数 6 (全18頁)

(21)出願番号	特願2021-574637(P2021-574637)	(73)特許権者	000005821 パナソニックホールディングス株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(86)(22)出願日	令和3年1月18日(2021.1.18)	(74)代理人	110001210 弁理士法人Y K I 国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/001387	(72)発明者	浅利 太久哉 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックホールディングス株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/153291	(72)発明者	島村 治成 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックホールディングス株式会社内
(87)国際公開日	令和3年8月5日(2021.8.5)	(72)発明者	続木 康平 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニックホールディングス株式会社内
審査請求日	令和5年10月11日(2023.10.11)	(72)発明者	柳田 勝功
(31)優先権主張番号	特願2020-13401(P2020-13401)		
(32)優先日	令和2年1月30日(2020.1.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非水電解質二次電池及び二次電池モジュール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの非水電解質二次電池と、前記非水電解質二次電池と共に配列され、前記非水電解質二次電池から前記配列方向に荷重を受ける弾性体と、を有する二次電池モジュールであって、

前記非水電解質二次電池は、正極、負極、及び前記正極及び前記負極との間に配置されるセパレータとを積層した電極体と、前記電極体を収容する筐体と、を備え、

前記弾性体の圧縮弾性率は60MPa～120MPaであり、

前記正極は、Al及びAl以外の元素を含む正極集電体を有し、前記正極集電体の熱伝導率は65W/(m・K)～150W/(m・K)である、二次電池モジュール。

10

【請求項2】

前記正極集電体のヤング率は45kN/mm²～73.5kN/mm²である、請求項1に記載の二次電池モジュール。

【請求項3】

前記Al以外の元素はMgを含み、前記正極集電体中のMgの含有量は、1.5質量%以上である、請求項1又は2に記載の二次電池モジュール。

【請求項4】

前記正極集電体の液相線温度は650以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載の二次電池モジュール。

【請求項5】

20

前記セパレータは、前記負極を構成する負極活物質層より圧縮弾性率が小さく、
前記弾性体は、前記セパレータより圧縮弾性率が小さい、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項
に記載の二次電池モジュール。

【請求項 6】

正極、負極、及び前記正極及び前記負極との間に配置されるセパレータとを積層した電
極体と、前記電極体から前記電極体の積層方向に荷重を受ける弾性体と、前記電極体及び
前記弾性体を収容する筐体と、を有する非水電解質二次電池であって、

前記弾性体の圧縮弾性率は $60 \text{ MPa} \sim 120 \text{ MPa}$ であり、

前記正極は、Al 及び Al 以外の元素を含む正極集電体を有し、前記正極集電体の熱導
電率は $65 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K}) \sim 150 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ である、非水電解質二次電池。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、非水電解質二次電池及び二次電池モジュールの技術に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン二次電池等の非水電解質二次電池は、典型的に、正極活物質層を備えた
正極と、負極活物質層を備えた負極とがセパレータを介して積層された電極体と、電解液
とを備える。かかる非水電解質二次電池は、例えば、電解液中の電荷担体（例えばリチウ
ムイオン）が両電極間を行き来することで充放電を行う電池である。非水電解質二次電池
を充電する際には正極活物質層を構成する正極活物質内から電荷担体が放出され、負極活
物質層を構成する負極活物質内に電荷担体が吸蔵される。放電時には逆に負極活物質内か
ら電荷担体が放出され、正極活物質内へ電荷担体が吸蔵される。このように、非水電解質
二次電池の充放電に伴い活物質内への電荷担体が吸蔵および放出されると、電極体が膨張
及び収縮する。

20

【0003】

ところで、電池の内部短絡に対する耐性を確認する安全性評価試験として、釘刺し試験
がある。釘刺し試験とは、たとえば、電池に釘を突き刺して内部短絡を模擬的に発生させ
、発熱の度合を調べて電池の安全性を確認する試験である。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、リチウムイオンを可逆的に吸蔵する正極を有する非水電解液
二次電池であって、前記正極は、活物質層と前記活物質層を支持するシート状の集電体と
を含み、前記集電体は、アルミニウムとアルミニウム以外の少なくとも 1 つの元素とを含
み、前記集電体を構成する元素の割合を前記集電体の厚さ方向に平均化することによっ
て得られる平均組成が、液相線温度が 630 以下である合金の組成と等しい非水電解液
二次電池が開示されている。そして、特許文献 1 によれば、正極集電体の融点が低く抑えら
れ、釘刺し試験時に正極集電体が溶断するまでの時間が早められるため、釘刺し試験にお
ける電池の発熱が抑制される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【文献】国際公開第 2005 / 076392 号

【発明の概要】

【0006】

非水電解質二次電池の更なる安全性を確保するために、釘刺し試験における電池の発熱
量を更に抑えることは重要である。

【0007】

本開示の一態様である二次電池モジュールは、少なくとも 1 つの非水電解質二次電池と
、前記非水電解質二次電池と共に配列され、前記非水電解質二次電池から前記配列方向に
荷重を受ける弾性体と、を有する二次電池モジュールであって、前記非水電解質二次電池

50

は、正極、負極、及び前記正極及び前記負極との間に配置されるセパレータとを積層した電極体と、前記電極体を収容する筐体と、を備え、前記弾性体の圧縮弾性率は $5\text{MPa} \sim 120\text{MPa}$ であり、前記正極は、Al及びAl以外の元素を含む正極集電体を有し、前記正極集電体の熱伝導率は $65\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \sim 150\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ である。

【0008】

また、本開示の一態様である非水電解質二次電池は、正極、負極、及び前記正極及び前記負極との間に配置されるセパレータとを積層した電極体と、前記電極体から前記電極体の積層方向に荷重を受ける弾性体と、前記電極体及び前記弾性体を収容する筐体と、を有する非水電解質二次電池であって、前記弾性体の圧縮弾性率は $5\text{MPa} \sim 120\text{MPa}$ であり、前記正極は、Al及びAl以外の元素を含む正極集電体を有し、前記正極集電体の熱導電率は $65\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \sim 150\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ である。

10

【0009】

本開示の一態様によれば、釘刺し試験における電池の発熱量を抑制することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、実施形態に係る二次電池モジュールの斜視図である。

【図2】図2は、実施形態に係る二次電池モジュールの分解斜視図である。

【図3】図3は、非水電解質二次電池が膨張する様子を模式的に示す断面図である。

【図4】図4は、釘刺し試験時の電極体の状態を示す模式断面図である。

20

【図5】図5は、弾性体が筐体内に配置された状態を示す模式断面図である。

【図6】図6は、円筒巻回型の電極体の模式斜視図である。

【図7】図7は、弾性体の一例を示す模式斜視図である。

【図8】図8は、電極体と筐体に挟まれた状態にある弾性体の一部模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、実施形態の一例について詳細に説明する。実施形態の説明で参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された構成要素の寸法比率などは、現物と異なる場合がある。

【0012】

図1は、実施形態に係る二次電池モジュールの斜視図である。図2は、実施形態に係る二次電池モジュールの分解斜視図である。二次電池モジュール1は、一例として、積層体2と、一对の拘束部材6と、冷却板8と、を備える。積層体2は、複数の非水電解質二次電池10と、複数の絶縁スペーサ12と、複数の弾性体40と、一对のエンドプレート4と、を有する。

30

【0013】

各非水電解質二次電池10は、例えば、リチウムイオン二次電池等の充放電可能な二次電池である。本実施形態の非水電解質二次電池10は、いわゆる角形電池であり、電極体38(図3参照)、電解液、偏平な直方体形状の筐体13を備える。筐体13は、外装缶14および封口板16で構成される。外装缶14は、一面に略長形状の開口を有し、この開口を介して外装缶14に、電極体38や電解液等が収容される。なお、外装缶14は、シュリンクチューブ等の絶縁フィルムで被覆されることが望ましい。外装缶14の開口には、開口を塞いで外装缶14を封止する封口板16が設けられている。封口板16は、筐体13の第1面13aを構成する。封口板16と外装缶14とは、例えば、レーザー、摩擦攪拌接合、ろう接等で接合される。

40

【0014】

筐体13は、例えば円筒形ケースであってもよく、金属層及び樹脂層を含むラミネートシートで構成された外装体であってもよい。

【0015】

電極体38は、複数のシート状の正極38aと複数のシート状の負極38bとがセパレ

50

ータ38dを介して交互に積層された構造を有する(図3参照)。正極38a、負極38b、セパレータ38dは、第1方向Xに沿って積層している。すなわち、第1方向Xが、電極体38の積層方向となる。そして、この積層方向において両端に位置する電極は、筐体13の後述する長側面と向かい合う。なお、図示する第1方向X、第2方向Y及び第3方向Zは互いに直交する方向である。

【0016】

電極体38は、帯状の正極と帯状の負極とがセパレータを介して積層されたものを巻回した円筒巻回型の電極体、円筒巻回型の電極体を偏平状に成形した偏平巻回型の電極体であってもよい。なお、偏平巻回型の電極体の場合には、直方体形状の外装缶を適用できるが、円筒巻回型の電極体の場合には、円筒形の外装缶を適用する。

10

【0017】

封口板16、つまり筐体13の第1面13aには、長手方向の一端よりに電極体38の正極38aと電氣的に接続される出力端子18が設けられ、他端よりに電極体38の負極38bと電氣的に接続される出力端子18が設けられる。以下では、正極38aに接続される出力端子18を正極端子18aと称し、負極38bに接続される出力端子18を負極端子18bと称する。また、一对の出力端子18の極性を区別する必要がない場合には、正極端子18aと負極端子18bとをまとめて出力端子18と称する。

【0018】

外装缶14は、封口板16と対向する底面を有する。また、外装缶14は、開口および底面をつなぐ4つの側面を有する。4つの側面のうち2つは、開口の対向する2つの長辺に接続される一对の長側面である。各長側面は、外装缶14が有する面のうち面積の最も大きい面、すなわち主表面である。また、各長側面は、第1方向Xと交わる(例えば直行する)方向に広がる側面である。2つの長側面を除いた残り2つの側面は、外装缶14の開口および底面の短辺と接続される一对の短側面である。外装缶14の底面、長側面および短側面は、それぞれ筐体13の底面、長側面および短側面に対応する。

20

【0019】

本実施形態の説明では、便宜上、筐体13の第1面13aを非水電解質二次電池10の上面とする。また、筐体13の底面を非水電解質二次電池10の底面とし、筐体13の長側面を非水電解質二次電池10の長側面とし、筐体13の短側面を非水電解質二次電池10の短側面とする。また、二次電池モジュール1において、非水電解質二次電池10の上面側の面を二次電池モジュール1の上面とし、非水電解質二次電池10の底面側の面を二次電池モジュール1の底面とし、非水電解質二次電池10の短側面側の面を二次電池モジュール1の側面とする。また、二次電池モジュール1の上面側を鉛直方向上方とし、二次電池モジュール1の底面側を鉛直方向下方とする。

30

【0020】

複数の非水電解質二次電池10は、隣り合う非水電解質二次電池10の長側面同士が対向するようにして、所定の間隔で並設される。また、本実施形態では、各非水電解質二次電池10の出力端子18は、互いに同じ方向を向くように配置されているが、異なる方向を向くように配置されてもよい。

【0021】

隣接する2つの非水電解質二次電池10は、一方の非水電解質二次電池10の正極端子18aと他方の非水電解質二次電池10の負極端子18bとが隣り合うように配列(積層)される。正極端子18aと負極端子18bとは、バスバーを介して直列接続される。なお、隣接する複数個の非水電解質二次電池10における同極性の出力端子18同士をバスバーで並列接続して、非水電解質二次電池ブロックを形成し、非水電解質二次電池ブロック同士を直列接続してもよい。

40

【0022】

絶縁スペーサ12は、隣接する2つの非水電解質二次電池10の間に配置されて、当該2つの非水電解質二次電池10間を電氣的に絶縁する。絶縁スペーサ12は、例えば絶縁性を有する樹脂で構成される。絶縁スペーサ12を構成する樹脂としては、例えば、ポリ

50

プロピレン、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネート等が挙げられる。複数の非水電解質二次電池 10 と複数の絶縁スペーサ 12 とは、交互に積層される。また、絶縁スペーサ 12 は、非水電解質二次電池 10 とエンドプレート 4 との間にも配置される。

【0023】

絶縁スペーサ 12 は、平面部 20 と、壁部 22 と、を有する。平面部 20 は、隣接する 2 つの非水電解質二次電池 10 の対向する長側面間に介在する。これにより、隣り合う非水電解質二次電池 10 の外装缶 14 同士の絶縁が確保される。

【0024】

壁部 22 は、平面部 20 の外縁部から非水電解質二次電池 10 が並ぶ方向に延び、非水電解質二次電池 10 の上面の一部、側面、および底面の一部を覆う。これにより、例えば、隣り合う非水電解質二次電池 10 間、或いは非水電解質二次電池 10 とエンドプレート 4 との間の側面距離を確保することができる。壁部 22 は、非水電解質二次電池 10 の底面が露出する切り欠き 24 を有する。また、絶縁スペーサ 12 は、第 2 方向 Y における両端部に、上方を向く付勢受け部 26 を有する。

【0025】

弾性体 40 は、複数の非水電解質二次電池 10 と共に、第 1 方向 X に沿って配列される。すなわち、第 1 方向 X は、前述したように電極体 38 の積層方向でもあるが、非水電解質二次電池 10 と弾性体 40 の配列方向でもある。弾性体 40 は、シート状であり、例えば、各非水電解質二次電池 10 の長側面と各絶縁スペーサ 12 の平面部 20 との間に介在する。隣り合う 2 つの非水電解質二次電池 10 の間に配置される弾性体 40 は、1 枚のシートでも複数のシートが積層した積層体でもよい。弾性体 40 は、平面部 20 の表面に接着等により固定されてもよい。或いは、平面部 20 に凹部が設けられ、この凹部に弾性体 40 が嵌め込まれてもよい。あるいは、弾性体 40 と絶縁スペーサ 12 とは一体成形されてもよい。或いは、弾性体 40 が平面部 20 を兼ねてもよい。

【0026】

並設された複数の非水電解質二次電池 10、複数の絶縁スペーサ 12、複数の弾性体 40 は、一对のエンドプレート 4 で第 1 方向 X に挟まれる。エンドプレート 4 は、例えば、金属板や樹脂板からなる。エンドプレート 4 には、エンドプレート 4 を第 1 方向 X に貫通し、ねじ 28 が螺合するねじ穴 4a が設けられる。

【0027】

一对の拘束部材 6 は、第 1 方向 X を長手方向とする長尺状の部材である。一对の拘束部材 6 は、第 2 方向 Y において互いに向かい合うように配列される。一对の拘束部材 6 の間には、積層体 2 が介在する。各拘束部材 6 は、本体部 30 と、支持部 32 と、複数の付勢部 34 と、一对の固定部 36 とを備える。

【0028】

本体部 30 は、第 1 方向 X に延在する矩形の部分である。本体部 30 は、各非水電解質二次電池 10 の側面に対して平行に延在する。支持部 32 は、第 1 方向 X に延在するとともに、本体部 30 の下端から第 2 方向 Y に突出する。支持部 32 は、第 1 方向 X に連続する板状体であり、積層体 2 を支持する。

【0029】

複数の付勢部 34 は、本体部 30 の上端に接続され、第 2 方向 Y に突出する。支持部 32 と付勢部 34 とは、第 3 方向 Z において対向する。複数の付勢部 34 は、所定の間隔をあけて第 1 方向 X に配列される。各付勢部 34 は、例えば板ばね状であり、各非水電解質二次電池 10 を支持部 32 に向けて付勢する。

【0030】

一对の固定部 36 は、第 1 方向 X における本体部 30 の両端部から第 2 方向 Y に突出する板状体である。一对の固定部 36 は、第 1 方向 X において対向する。各固定部 36 には、ねじ 28 が挿通される貫通孔 36a が設けられる。一对の固定部 36 により、拘束部材 6 は積層体 2 に固定される。

【0031】

10

20

30

40

50

冷却板 8 は、複数の非水電解質二次電池 10 を冷却するための機構である。積層体 2 は、一对の拘束部材 6 で拘束された状態で冷却板 8 の主表面上に載置され、支持部 32 の貫通孔 32a と冷却板 8 の貫通孔 8a とにねじ等の締結部材が挿通されることで、冷却板 8 に固定される。

【0032】

図 3 は、非水電解質二次電池が膨張する様子を模式的に示す断面図である。なお、図 3 では、非水電解質二次電池 10 の個数を間引いて図示している。また、非水電解質二次電池 10 の内部構造の図示を簡略化し、絶縁スペーサ 12 の図示を省略している。図 3 に示すように、各非水電解質二次電池 10 の内部には電極体 38 (正極 38a、負極 38b、セパレータ 38d) が収容される。非水電解質二次電池 10 は、充放電に伴う電極体 38 の膨張及び収縮によって、外装缶 14 が膨張及び収縮する。各非水電解質二次電池 10 の外装缶 14 が膨張すると、積層体 2 には、第 1 方向 X の外側へ向かう荷重 G1 が発生する。すなわち、非水電解質二次電池 10 と共に配列される弾性体 40 は、非水電解質二次電池 10 から第 1 方向 X (非水電解質二次電池 10 と弾性体 40 の配列方向であって、電極体 38 の積層方向) に荷重を受ける。一方、積層体 2 には、拘束部材 6 によって荷重 G1 に対応する荷重 G2 が掛けられる。

10

【0033】

図 4 は、釘刺し試験時の電極体の状態を示す模式断面図である。図 4 に示すように、正極 38a は、正極集電体 50 と正極集電体 50 上に形成される正極活物質層 52 を備え、負極 38b は、負極集電体 54 と負極集電体 54 上に形成される負極活物質層 56 を備える。そして、釘刺し試験によって非水電解質二次電池に釘が突き刺さり、図 4 に示すように、釘 58 が、正極 38a、セパレータ 38d を突き抜けて負極 38b に到達し、正極集電体 50 及び負極集電体 54 が釘 58 に直接接触すると、内部短絡が発生して、短絡電流が流れ、非水電解質二次電池が発熱する。

20

【0034】

ここで、本実施形態の正極集電体 50 は、Al 及び Al 以外の元素を含み、熱伝導率が $65 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K}) \sim 150 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ である低熱伝導率 Al 含有正極集電体である。このような低熱伝導率 Al 含有正極集電体では、短絡部 (釘と直接接触している正極集電体の箇所) に熱が集中し易いため、短絡部での正極集電体 50 の溶融が早められる。すなわち、釘刺し試験において内部短絡が生じてから正極集電体 50 が溶断するまでの時間が早められる。

30

【0035】

また、本実施形態の弾性体 40 は、 $5 \text{ MPa} \sim 120 \text{ MPa}$ の圧縮弾性率を有する弾性体である。そして、 $5 \text{ MPa} \sim 120 \text{ MPa}$ の圧縮弾性率を有する弾性体によって、第 1 方向 X の外側へ向かう荷重 G1 及び荷重 G1 に対応する荷重 G2 が緩和されるため、正極 38a と負極 38b との間の過剰な近接が抑えられる。これにより、前述の低熱伝導率 Al 含有正極集電体を使用しているが、 $5 \text{ MPa} \sim 120 \text{ MPa}$ の圧縮弾性率を有する弾性体を配置していない或いは 120 MPa を超える弾性体を配置している場合と比べて、釘刺し試験における正極集電体 50 の短絡部の面積の増大が抑えられるため、釘刺し試験において内部短絡が生じてから正極集電体 50 が溶断するまでの時間がより早められ、釘刺し試験における電池の発熱量が抑制される。

40

【0036】

図 5 は、弾性体が筐体内に配置された状態を示す模式断面図である。弾性体 40 は前述したように非水電解質二次電池 10 と共に配列される場合、すなわち、筐体 13 の外に配置される場合に限定されず、筐体 13 の内部に配置されてもよい。図 5 に示す弾性体 40 は、電極体 38 の積層方向 (第 1 方向 X) において、電極体 38 の両端に配置される。また、弾性体 40 は、筐体 13 の内壁と電極体 38 との間に挟まれている。

【0037】

非水電解質二次電池 10 の充放電等によって、電極体 38 が膨張すると、電極体 38 には、第 1 方向 X の外側へ向かう荷重が発生する。すなわち、筐体 13 内に配置された弾性

50

体40は、電極体38から第1方向X(電極体38の積層方向)に荷重をうける。そして、弾性体40が5MPa~120MPaの圧縮弾性率を有し、正極集電体50が、Al及びAl以外の元素を含み、熱伝導率が65W/(m・K)~150W/(m・K)である低熱伝導率Al含有正極集電体であれば、前述と同様の作用効果が得られる。

【0038】

筐体13内の弾性体40は、電極体38から電極体38の積層方向に荷重を受けることができれば、どこに配置されていてもよい。例えば、電極体38が図6に示す円筒巻回型の電極体38であれば、弾性体40は、円筒巻回型の電極体38の巻き芯部39に配置されてもよい。なお、円筒巻回型の電極体38の積層方向は、電極体38の径方向(R)である。そして、電極体38の膨張収縮に伴い、電極体38には電極体38の積層方向(電極体38の径方向(R))に荷重が発生し、巻き芯部39内の弾性体40は電極体38の積層方向の荷重を受ける。また、図での説明は省略するが、筐体13内に複数の電極体38が配列されている場合には、隣り合う電極体38の間に弾性体40を配置してもよい。また、扁平巻回型の場合においても同様に電極体の中心部に弾性体を配置してもよい。

10

【0039】

以下に、正極38a、負極38b、セパレータ38d、弾性体40及び電解液について詳述する。

【0040】

正極38aは、正極集電体50と、正極集電体50上に形成される正極活物質層52とを有する。正極集電体50は、Al及びAl以外の元素を含み、熱伝導率が65W/(m・K)~150W/(m・K)の範囲であればよい。なお、Al及びAl以外の元素は合金化していても合金化していなくてもよい。

20

【0041】

正極集電体50中のAlの含有量は、例えば、正極集電体50の抵抗値の上昇等を抑制する等の点で、50質量%超であることが好ましく、75質量%以上であることがより好ましく、90質量%以上であることがより好ましい。正極集電体50中のAlの含有量の上限值は、例えば、98質量%以下である。

【0042】

正極集電体50に含まれるAl以外の元素は、熱伝導率を上記範囲に調整することができるものであれば特に限定されないが、例えば、Mg、Si、Sn、Cu、Zn、Ge等が挙げられる。これらの中では、正極集電体50の熱伝導率を調整し易い等の点で、Mgが好ましい。正極集電体50中のMgの含有量は、正極集電体50の熱伝導率を150W/(m・K)以下に調整する点で、1.5質量%以上であることが好ましく、3質量%以上が好ましい。正極集電体50中のMgの含有量が増えれば増えるほど、正極集電体50は硬くなる。一般的に、正極集電体が硬くなると、例えば、扁平巻回型の電極体を採用した非水電解質二次電池では、充放電による電極体の膨張収縮により、扁平巻回型の電極体のコーナー部(電極及びセパレータが湾曲している箇所)に応力が掛かって、電極体のコーナー部の正極集電体が破断する場合がある。しかし、本実施形態では、5MPa~120MPaの弾性体40により、扁平巻回型の電極体のコーナー部に掛かる応力も緩和されるため、正極集電体50中のMgの含有量を増やしても、正極集電体50の破断は抑えられる。正極集電体50中のMgの含有量は、例えば50質量%未満であり、正極集電体50の抵抗値を考慮すると、10質量%以下が好ましく、より好ましくは6質量%以下である。

30

40

【0043】

正極集電体50の熱伝導率は、65W/(m・K)~150W/(m・K)の範囲であればよいが、釘刺し試験時の電池の発熱量をより抑制する点で、85W/(m・K)~130W/(m・K)の範囲が好ましく、95W/(m・K)~120W/(m・K)の範囲がより好ましい。

【0044】

<熱伝導率の測定方法>

50

正極集電体 50 の熱拡散率、比熱及び密度を次の方法により測定した後、下記式 (1) に代入し、正極集電体 50 の熱伝導率 ($W/m \cdot K$) を求める。

- ・熱拡散率：キセノンフラッシュアナライザー（登録商標：LFA 467HT Hyper Flash、ネッチ・ジャパン株式会社製）を用いて、25 で測定する。
- ・比熱：示差走査熱量計（DSC）を用い、サファイア標準物質との比較により測定する。
- ・密度：アルキメデスの原理を用いて測定する。
- ・熱伝導率 = (熱拡散率) × (比熱) × (密度) (1)

正極集電体 50 は、例えば、充放電によって、偏平巻回型の電極体のコーナー部における正極集電体 50 の破断を抑制する点で、 $45 \text{ kN/mm}^2 \sim 73.5 \text{ kN/mm}^2$ のヤング率を有することが好ましい。ヤング率は、25 の温度条件で、引張試験（例えば、ミネベアミツミ製、引張圧縮試験機 テクノグラフ TG-2 kN）により測定される。

10

【0045】

正極集電体 50 は、例えば、釘刺し試験時において速やかに溶融し、電池の発熱量を効果的に抑制する等の点で、650 以下の液相線温度を有することが好ましい。正極集電体 50 の液相線温度の下限値は、例えば、450 以上である。なお、液相線温度とは、液相から固相が生じ始める温度である。液相線温度は、示差走査熱量測定（DSC）によって得られる。

【0046】

正極活物質層 52 は、正極活物質を含む。正極活物質層 52 は、正極活物質以外に、導電材や結着材を含むことが好ましい。正極活物質層 52 は、正極集電体 50 の両面に設けられることが好ましい。

20

【0047】

正極活物質は、例えば、リチウム遷移金属複合酸化物等が用いられる。リチウム遷移金属複合酸化物に含有される金属元素としては、Ni、Co、Mn、Al、B、Mg、Ti、V、Cr、Fe、Cu、Zn、Ga、Sr、Zr、Nb、In、Sn、Ta、W等が挙げられる。中でも、Ni、Co、Mnの少なくとも1種を含有することが好ましい。好適な複合酸化物の一例としては、Ni、Co、Mnを含有するリチウム遷移金属複合酸化物、Ni、Co、Alを含有するリチウム遷移金属複合酸化物が挙げられる。

【0048】

導電材は、例えば、カーボンブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、黒鉛等の炭素材料が挙げられる。結着材は、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリフッ化ビニリデン（PVdF）等のフッ素樹脂、ポリアクリロニトリル（PAN）、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂などが挙げられる。また、これらの樹脂と、カルボキシメチルセルロース（CMC）又はその塩等のセルロース誘導体、ポリエチレンオキシド（PEO）などが併用されてもよい。

30

【0049】

正極 38a は、例えば、正極集電体 50 上に正極活物質、導電材、及び結着材等を含む正極合材スラリーを塗布し、塗膜を乾燥させた後、圧延して正極活物質層 52 を正極集電体 50 上に形成することにより作製できる。

【0050】

負極 38b は、負極集電体 54 と、負極集電体 54 上に形成される負極活物質層 56 と、を有する。負極集電体 54 には、負極 38b の電位範囲で安定な金属の箔、当該金属を表層に配置したフィルム等が用いられ、例えば、銅等が挙げられる。

40

【0051】

負極活物質層 56 は、負極活物質を含む。負極活物質層 56 は、結着材等を含むことが好ましい。結着材は、正極活物質層 52 に含まれる結着材と同様のものが挙げられる。負極活物質層 56 は、負極集電体 54 の両面に形成されることが好ましい。

【0052】

負極活物質は、リチウムイオンを可逆的に吸蔵、放出できるもの等が挙げられ、具体的には、天然黒鉛、人造黒鉛、難黒鉛化炭素、易黒鉛化炭素等の炭素材料、上記炭素材料の

50

表面が非晶質炭素膜で覆われた表面修飾炭素材料、ケイ素（Si）、錫（Sn）等のリチウムと合金化する金属、又はSi、Sn等の金属元素を含む合金、Si、Sn等の金属元素を含む酸化物等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種類以上を組み合わせ用いてもよい。

【0053】

負極38bは、例えば負極集電体54上に負極活物質、結着材等を含む負極合材スラリーを塗布し、塗膜を乾燥させた後、圧延して負極活物質層56を負極集電体54上に形成することにより作製できる。

【0054】

セパレータ38dは、例えば、イオン透過性及び絶縁性を有する多孔性シート等が用いられる。多孔性シートの具体例としては、微多孔薄膜、織布、不織布等が挙げられる。セパレータ38dの材質としては、ポリエチレン、ポリプロピレン等のオレフィン系樹脂、セルロースなどが好適である。セパレータ38dは、セルロース繊維層及びオレフィン系樹脂等の熱可塑性樹脂繊維層を有する積層体であってもよい。また、ポリエチレン層及びポリプロピレン層を含む多層セパレータであってもよく、セパレータ38dの表面にアラミド系樹脂、セラミック等の材料が塗布されたものを用いてもよい。

10

【0055】

弾性体40を構成する材料としては、例えば、天然ゴム、ウレタンゴム、シリコンゴム、フッ素ゴム等の熱硬化性エラストマーや、ポリスチレン、オレフィン、ポリウレタン、ポリエステル、ポリアミド等の熱可塑性エラストマー等が例示される。なお、これらの材料は、発泡されたものであってもよい。また、シリカキセロゲル等の多孔質材が担持された断熱材も例示される。

20

【0056】

本実施形態では、負極活物質層56、セパレータ38d及び弾性体40の圧縮弾性率を以下のように規定することが好ましい。セパレータ38dの圧縮弾性率が負極活物質層56の圧縮弾性率より小さく、弾性体40の圧縮弾性率がセパレータ38dの圧縮弾性率より小さいことが好ましい。すなわち、圧縮弾性率は、負極活物質層56 > セパレータ38d > 弾性体40の順である。したがって、上記の中では、負極活物質層56が最も変形し難く、弾性体40が最も変形しやすい。各部材の圧縮弾性率を上記のように規定することで、例えば、電極体38内での電解液の保持性が向上するため、ハイレート充放電における抵抗増加を抑制することが可能となる。セパレータ38dの圧縮弾性率は、例えば、ハイレート充放電における抵抗増加を効果的に抑制する等の点で、負極活物質層56の圧縮弾性率の0.3倍～0.7倍であることが好ましく、0.4倍～0.6倍であることがより好ましい。弾性体40の圧縮弾性率は5MPa～120MPaの範囲であればよいが、25MPa～100MPaの範囲であることが好ましい。

30

【0057】

圧縮弾性率は、サンプルに対して厚み方向に所定の荷重を印加したときのサンプルの厚み方向の変形量を圧縮面積で除して、サンプル厚みを乗ずることで算出される。即ち、以下の式：圧縮弾性率（MPa）＝荷重（N）／圧縮面積（mm²）×（サンプルの変形量（mm）／サンプル厚み（mm））から算出される。但し、負極活物質層56の圧縮弾性率を測定する場合は、負極集電体54の圧縮弾性率を測定し、負極集電体54上に負極活物質層56を形成した負極38bの圧縮弾性率を測定する。そして、負極集電体54と負極38bの圧縮弾性率に基づいて、負極活物質層56の圧縮弾性率を算出する。また、作製した負極38bから負極活物質層56の圧縮弾性率を求める場合には、負極38bの圧縮弾性率を測定し、負極38bから負極活物質層56を削り取った負極集電体54の圧縮弾性率を測定し、測定したこれらの圧縮弾性率に基づいて、負極活物質層56の圧縮弾性率を算出する。

40

【0058】

負極活物質層56の圧縮弾性率を調整する方法は、例えば、負極集電体54上に形成した負極合材スラリーに施す圧延力を調整する方法が挙げられる。また、例えば、負極活物

50

質の材質や物性を変えることによっても、負極活物質層 5 6 の圧縮弾性率を調整できる。なお、負極活物質層 5 6 の圧力弾性率の調整は上記に限定されるものではない。セパレータ 3 8 d の圧縮弾性率は、例えば、材質の選択、空孔率や孔径等を制御することによって調整される。弾性体 4 0 の圧縮弾性率は、例えば、材質の選択、形状等によって調整される。

【 0 0 5 9 】

弾性体 4 0 は、一面において均一な圧縮弾性率を示していてもよいが、以下で説明するように面内で変形し易さが異なる構造でもよい。

【 0 0 6 0 】

図 7 は、弾性体 4 0 の一例を示す模式斜視図である。図 7 に示す弾性体 4 0 は、軟質部 4 4 と、硬質部 4 2 とを有する。硬質部 4 2 は、軟質部 4 4 より弾性体 4 0 の外縁部側に位置する。図 7 に示す弾性体 4 0 では、第 2 方向 Y における両端側に硬質部 4 2 が配置され、2 つの硬質部 4 2 の間に軟質部 4 4 が配置された構造を有する。軟質部 4 4 は、第 1 方向 X から見て、筐体 1 3 の長側面の中心と重なるように配置され、電極体 3 8 の中心と重なるように配置されることが好ましい。また、硬質部 4 2 は、第 1 方向 X から見て、筐体 1 3 の長側面の外縁と重なるように配置され、電極体 3 8 の外縁と重なるように配置されることが好ましい。

10

【 0 0 6 1 】

前述したように、非水電解質二次電池 1 0 の膨張は、主に電極体 3 8 の膨張によって引き起こされる。そして、電極体 3 8 は、中心に近いほど大きく膨張する。すなわち、電極体 3 8 は、中心に近いほど第 1 方向 X に大きく変位し、中心から外縁に向かうほど小さく変位する。また、この電極体 3 8 の変位に伴って、非水電解質二次電池 1 0 は、筐体 1 3 の長側面の中心に近い部分ほど第 1 方向 X に大きく変位し、筐体 1 3 の長側面の中心から外縁に向かうほど小さく変位する。したがって、図 7 に示す弾性体 4 0 を筐体 1 3 内に配置する場合には、弾性体 4 0 は、電極体 3 8 の大きい変位によって生じる大きい荷重を軟質部 4 4 で受け、電極体 3 8 の小さい変位によって生じる小さい荷重を硬質部 4 2 で受けることができる。また、図 7 に示す弾性体 4 0 を筐体 1 3 外に配置する場合には、弾性体 4 0 は、非水電解質二次電池 1 0 の大きい変位によって生じる大きい荷重を軟質部 4 4 で受け、非水電解質二次電池 1 0 の小さい変位によって生じる小さい荷重を硬質部 4 2 で受けることができる。

20

30

【 0 0 6 2 】

図 7 に示す弾性体 4 0 は、第 1 方向 X に凹む凹部 4 6 を有する。凹部 4 6 に隣接する凹部非形成部は、非水電解質二次電池 1 0 又は電極体 3 8 から荷重を受けた際、一部分が凹部 4 6 側に変位することができる。したがって、凹部 4 6 を設けることで、凹部非形成部を変形し易くすることができる。ここで、軟質部 4 4 を硬質部 4 2 より変形し易くするために、第 1 方向 X から見て、軟質部 4 4 の面積に占める凹部 4 6 の面積の割合を硬質部 4 2 の面積に占める凹部 4 6 の面積の割合よりも大きくすることが好ましい。なお、図 7 に示す弾性体 4 0 では、軟質部 4 4 のみに凹部 4 6 を配置しているが、硬質部 4 2 に凹部 4 6 を配置してもよい。

【 0 0 6 3 】

凹部 4 6 は、芯部 4 6 a と、複数の線部 4 6 b とを含む。芯部 4 6 a は、円形であり、第 1 方向 X からみて弾性体 4 0 の中心に配置される。複数の線部 4 6 b は、芯部 4 6 a から放射状に広がる。線部 4 6 b が放射状に広がることにより、芯部 4 6 a に近いほど線部 4 6 b の占める割合が高くなり、凹部非形成部が少なくなる。したがって、芯部 4 6 a に近い領域ほど凹部非形成部がより変形しやすくなる。

40

【 0 0 6 4 】

また、図での説明は省略するが、弾性体 4 0 は、前述の凹部 4 6 に代えて又は凹部 4 6 と共に、第 1 方向 X に弾性体 4 0 を貫通する複数の貫通孔を有していてもよい。貫通孔を設けることで、貫通孔非形成部を変形し易くすることができる。したがって、軟質部 4 4 を硬質部 4 2 より変形し易くするために、第 1 方向 X から見て、軟質部 4 4 の面積に占め

50

る貫通孔の面積の割合を硬質部 4 2 の面積に対する貫通孔の面積の割合より大きくすることが好ましい。

【 0 0 6 5 】

以下に弾性体の他の例を説明する。

【 0 0 6 6 】

図 8 は、電極体と筐体に挟まれた状態にある弾性体の一部模式断面図である。弾性体 4 0 は、電極体 3 8 から電極体 3 8 の積層方向（第 1 方向 X）に荷重を受ける。弾性体 4 0 は、所定の硬さを有する硬質部 4 2 が形成された基材 4 2 a と、硬質部 4 2 よりも柔らかい軟質部 4 4 を有する。硬質部 4 2 は、基材 4 2 a から電極体 3 8 に向けて突出する突出部であり、所定以上の荷重を受けて破断又は塑性変形する。軟質部 4 4 はシート状であり、硬質部 4 2 が形成された基材 4 2 a より、電極体 3 8 側に配置される。但し、軟質部 4 4 は、電極体 3 8 とは離間している。軟質部 4 4 は、第 1 方向 X から見て、硬質部 4 2 と重なる位置に貫通孔 4 4 a を有し、貫通孔 4 4 a に、硬質部 4 2 が挿通され、硬質部 4 2 の先端が軟質部 4 4 から突出する。

10

【 0 0 6 7 】

弾性体 4 0 は、硬質部 4 2 の形状が変化することで、電極体 3 8 からの荷重を硬質部 4 2 により受ける第 1 状態から、当該荷重を軟質部 4 4 により受ける第 2 状態に移行する。つまり、弾性体 4 0 は、最初に、電極体 3 8 の膨張による電極体 3 8 の積層方向の荷重を硬質部 4 2 により受ける（第 1 状態）。その後、何らかの原因で、電極体 3 8 の膨張量が増え、硬質部 4 2 で受けられない荷重が硬質部 4 2 に掛かると、硬質部 4 2 が破断又は塑性変形して、電極体 3 8 が軟質部 4 4 に接触し、電極体 3 8 の積層方向の荷重を軟質部 4 4 により受ける（第 2 状態）。

20

【 0 0 6 8 】

なお凹凸形状からなる弾性体の場合、圧縮弾性率は、 $\text{圧縮弾性率 (MPa)} = \text{荷重 (N)} / \text{弾性体の面方向の投影面積 (mm}^2\text{)} \times (\text{弾性体の変形量 (mm)} / \text{弾性体の凸部までの厚み (mm)})$ から算出される。

【 0 0 6 9 】

電解液は、例えば、有機溶媒（非水溶媒）中に支持塩を含有する非水電解液等である。非水溶媒には、例えばエステル類、エーテル類、ニトリル類、アミド類、及びこれらの 2 種以上の混合溶媒等が用いられる。支持塩には、例えば LiPF_6 等のリチウム塩が使用される。

30

【 0 0 7 0 】

< 実施例 >

以下、実施例により本開示をさらに説明するが、本開示はこれらの実施例に限定されるものではない。

【 0 0 7 1 】

< 実施例 1 >

[正極の作製]

正極活物質として、一般式 $\text{LiNi}_{0.82}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.03}\text{O}_2$ で表されるリチウム遷移金属複合酸化物を用いた。この正極活物質と、アセチレンブラックと、ポリフッ化ピニリデンとを、97 : 2 : 1 の固形分質量比で混合し、分散媒として N - メチル - 2 - ピロリドン (NMP) を用いて、正極合材スラリーを調製した。

40

【 0 0 7 2 】

正極集電体として、熱伝導率が $150 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、Mg 含有量が 1.5 質量%、液相線温度が 651 、ヤング率が $68.6 \text{ kN} / \text{mm}^2$ である Al - Mg 合金箔を用意した。

【 0 0 7 3 】

上記 Al - Mg 合金箔の両面に上記正極合材スラリーを塗布し、塗膜を乾燥、圧延した後、所定の電極サイズに切断して、正極集電体の両面に正極活物質層が形成された正極を得た。

50

【 0 0 7 4 】

[負極の作製]

負極活物質としての黒鉛粒子と、SBRのディスパージョンと、CMC-Naとを、100 : 1 : 1.5の固形分質量比で混合し、分散媒として水を用いて、負極合材スラリーを調製した。この負極合材スラリーを銅箔からなる負極集電体の両面に塗布し、塗膜を乾燥し、圧延した後、所定の電極サイズに切断して、負極集電体の両面に負極活物質層が形成された負極を得た。負極作製時に、負極活物質層の圧縮弾性率を測定したところ、660MPaであった。

【 0 0 7 5 】

[電解液の調製]

エチレンカーボネート(EC)と、メチルエチルカーボネート(EMC)と、ジメチルカーボネート(DMC)を、3 : 3 : 4の体積比で混合した。当該混合溶媒に、LiPF₆を1.4mol/Lの濃度となるように溶解させて電解液を調製した。

【 0 0 7 6 】

[非水電解質二次電池の作製]

負極、圧縮弾性率が120MPaのセパレータ、正極の順で積層し、これを巻回した後、偏平状に成形して、偏平巻回型の電極体を作成した。そして、負極及び正極を正極端子及び負極端子に接続し、これを、アルミニウムラミネートで構成される外装体内に収容し、上記電解液を注入後、外装体の開口部を封止することにより、非水電解質二次電池を作製した。

【 0 0 7 7 】

作製した非水電解質二次電池を一对の弾性体(60MPaの圧縮弾性率を有する発泡ウレタン)で挟み、さらに、これらを一対のエンドプレートで挟んで固定することにより、二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 7 8 】

< 実施例 2 >

正極集電体として、熱伝導率が138W/(m・K)、Mg含有量が2.4質量%、液相線温度が653、ヤング率が70.6kN/mm²であるAl-Mg合金箔を使用したこと以外は実施例1と同様に二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 7 9 】

< 実施例 3 >

正極集電体として、熱伝導率が117W/(m・K)、Mg含有量が4.7質量%、液相線温度が640、ヤング率が70.6kN/mm²であるAl-Mg合金箔を使用したこと以外は実施例1と同様に二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 8 0 】

< 実施例 4 >

正極集電体として、熱伝導率が65W/(m・K)、Mg含有量が9.3質量%、液相線温度が595、ヤング率が45kN/mm²であるAl-Mg合金箔を使用したこと以外は実施例1と同様に二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 8 1 】

< 実施例 5 >

正極集電体として、実施例3のAl-Mg合金箔を使用したこと、弾性体として、5MPaの圧縮弾性率を有する発泡ウレタンを使用したこと以外は実施例1と同様に二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 8 2 】

< 実施例 6 >

正極集電体として、実施例3のAl-Mg合金箔を使用したこと、弾性体として、120MPaの圧縮弾性率を有する発泡ウレタンを使用したこと以外は実施例1と同様に二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 8 3 】

10

20

30

40

50

< 比較例 1 >

正極集電体として、熱伝導率が $190 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、Mg 含有量が 0 質量%、液相線温度が 650 、ヤング率が $68.6 \text{ kN} / \text{mm}^2$ である Al 箔を使用したこと以外は実施例 1 と同様に二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 8 4 】

< 比較例 2 >

正極集電体として、熱伝導率が $180 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、Mg 含有量が 0 質量%、液相線温度が 610 、ヤング率が $73.5 \text{ kN} / \text{mm}^2$ である Al 箔を使用したこと以外は実施例 1 と同様に二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 8 5 】

< 比較例 3 >

正極集電体として、実施例 3 の Al - Mg 合金箔を使用したこと、 230 MPa の圧縮弾性率を有するセパレータを使用したこと、弾性体として、 200 MPa の圧縮弾性率を有する発泡ウレタンを使用したこと以外は実施例 1 と同様に二次電池モジュールを作製した。

【 0 0 8 6 】

[電池内部抵抗の測定]

各実施例及び各比較例の二次電池モジュールについて、電池内部抵抗を以下の条件で測定した。SOC 60% の充電状態に調整した二次電池モジュールを、 25 の温度条件下において、5C のレートで 10 秒間の定電流放電を行って、電圧降下量 (V) を算出した。そして、電圧降下量の値 (V) を、対応する電流値 (I) で除して、電池内部抵抗 () を算出した。

【 0 0 8 7 】

[釘刺し試験における電池の発熱量の測定]

各実施例及び各比較例の二次電池モジュールに対し、 25 の温度条件下で、SOC 100% の充電状態に調整した。次いで、半径 0.5 mm 、先端部の曲率 0.9 mm の針を、 $0.1 \text{ mm} / \text{sec}$ の速度で、非水電解質二次電池の厚み方向に正極と負極とを連通するように突き刺し、内部短絡を発生させた。そして、正負極間に電流計を接続しておき、短絡時に外部負荷に流れた電流量を測定することにより、発熱量を算出した。

【 0 0 8 8 】

表 1 に、各実施例及び各比較例で使用した正極集電体、弾性体、セパレータ、負極活物質層の物性、並びに各実施例及び各比較例の試験結果を示す。

【 0 0 8 9 】

10

20

30

40

50

【表 1】

	正極集電体				弾性体	セパレータ	負極活物質層	試験結果	
	熱伝導率 (W/(m・K))	Mg 含有量 (wt%)	液相線 温度 (°C)	ヤング率 (kN/mm ²)				圧縮 弾性率 (MPa)	圧縮 弾性率 (MPa)
実施例 1	150	1.5	651	68.6	60	120	660	20.7	1.37
実施例 2	138	2.4	653	70.6	60	120	660	19.1	1.38
実施例 3	117	4.7	640	70.6	60	120	660	5 以下	1.39
実施例 4	65	93	595	45	60	120	660	5 以下	1.5
実施例 5	117	4.7	640	70.6	5	120	660	5 以下	1.39
実施例 6	117	4.7	640	70.6	120	120	660	5 以下	1.39
比較例 1	190	0	650	68.6	60	120	660	47.4	1.37
比較例 2	180	0	610	73.5	60	120	660	33.2	1.37
比較例 3	117	4.7	640	70.6	200	230	660	30.5	1.39

10

20

30

40

【0090】

弾性体の圧縮弾性率が 5 MPa ~ 120 MPa であり、Al 及び Al 以外の元素を含み、熱伝導率が 65 W/(m・K) ~ 150 W/(m・K) の範囲である正極集電体を用いた実施例 1 ~ 6 はいずれも、上記要件を満たさない比較例 1 ~ 3 と比べて、釘刺し試験における電池の発熱量が抑制された。

【0091】

各実施例及び各比較例の二次電池モジュールに対して、25 の温度条件下で、0.33 C の定電流で電圧が 4.2 V になるまで定電流充電した後、0.33 C の定電流で電圧が 3.0 V になるまで定電流放電した。この充放電サイクルを 1000 サイクル行った。

50

そして、二次電池モジュールを分解して、偏平巻回型の電極体を取り出し、電極体のコーナー部の正極集電体に破断が生じているかを確認した。その結果、比較例3においてのみ、コーナー部の正極集電体に破断が生じていた。

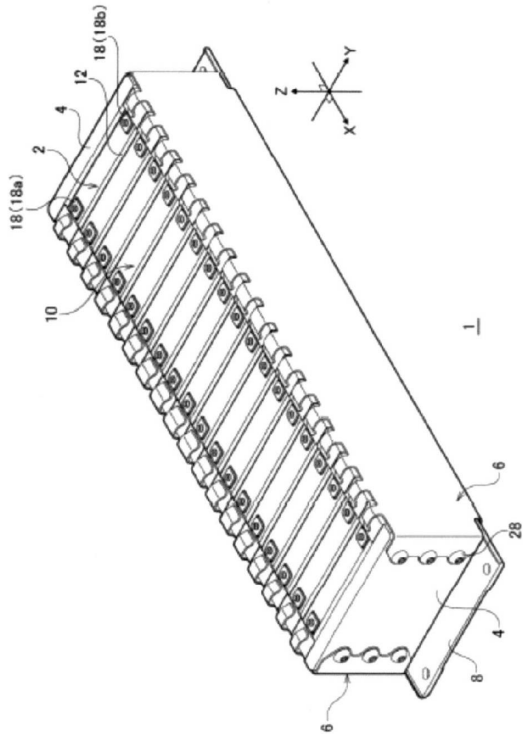
【符号の説明】

【0092】

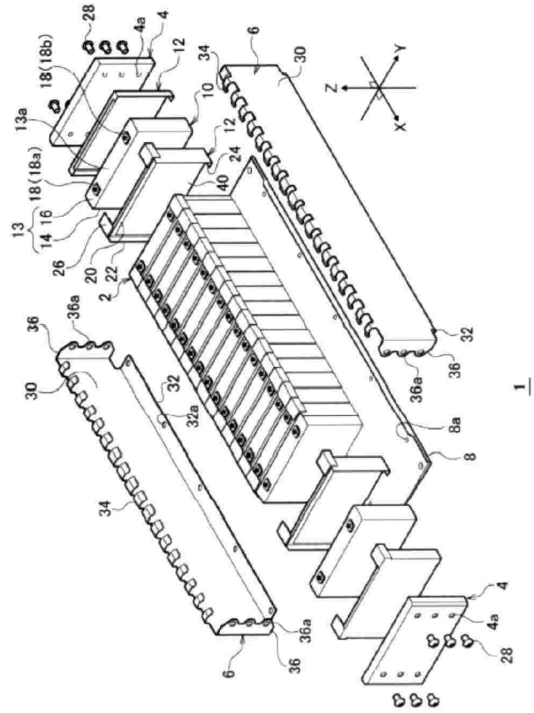
1	二次電池モジュール	
2	積層体	
4	エンドプレート	
6	拘束部材	
8	冷却板	10
10	非水電解質二次電池	
12	絶縁スペーサ	
13	筐体	
14	外装缶	
16	封口板	
18	出力端子	
38	電極体	
38a	正極	
38b	負極	
38d	セパレータ	20
39	巻き芯部	
40	弾性体	
42	硬質部	
42a	基材	
44	軟質部	
44a	貫通孔	
46	凹部	
46a	芯部	
46b	線部	
50	正極集電体	30
52	正極活物質層	
54	負極集電体	
56	負極活物質層	
58	釘	

【図面】

【図 1】



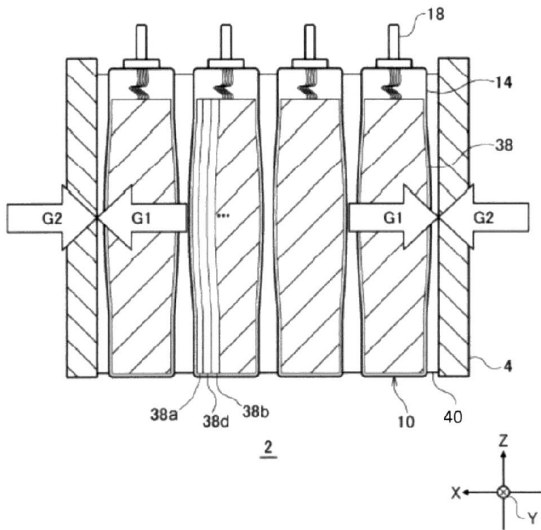
【図 2】



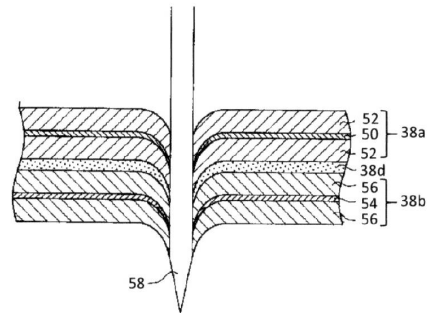
10

20

【図 3】



【図 4】

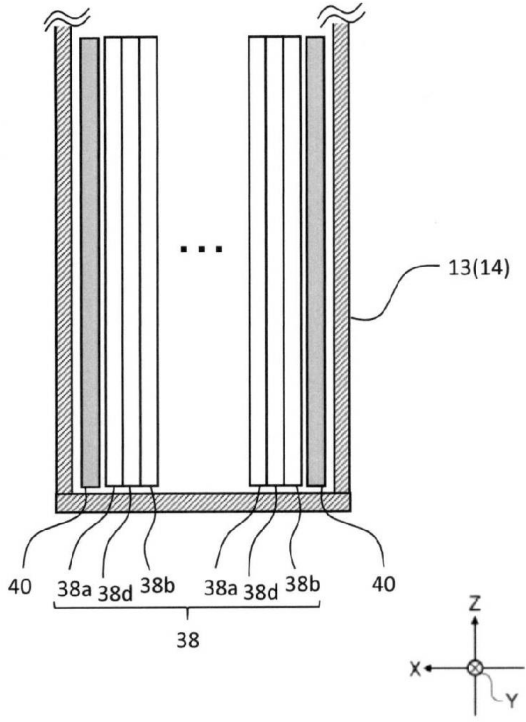


30

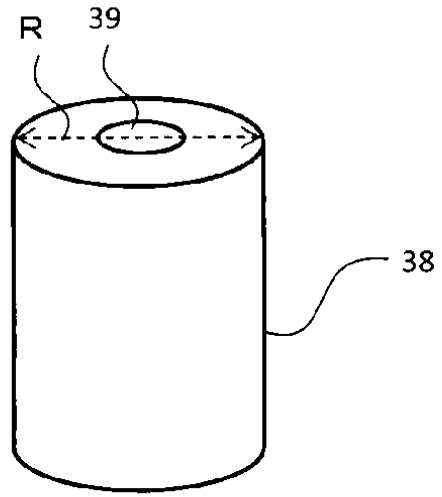
40

50

【図 5】



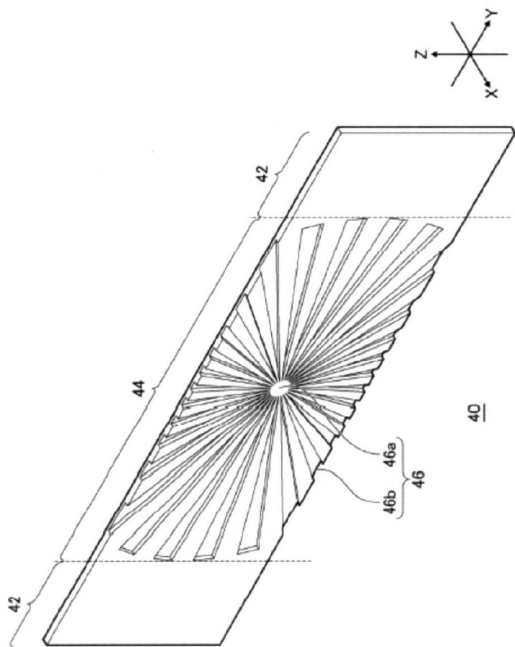
【図 6】



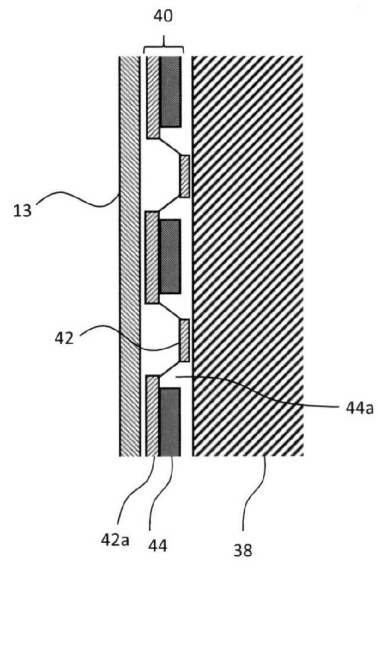
10

20

【図 7】



【図 8】



30

40

50

フロントページの続き

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックホールディングス株式会社内

審査官 小森 重樹

- (56)参考文献 特開2019-021382(JP,A)
特開2015-064951(JP,A)
特開2011-098472(JP,A)
特開2017-174664(JP,A)
特開2011-028883(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01M 50/20 - 50/298
H01M 4/64 - 4/84
H01M 50/40 - 50/497