

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7306576号
(P7306576)

(45)発行日 令和5年7月11日(2023.7.11)

(24)登録日 令和5年7月3日(2023.7.3)

(51)国際特許分類		F I	
H O 1 M	10/0587(2010.01)	H O 1 M	10/0587
H O 1 M	10/04 (2006.01)	H O 1 M	10/04 W
H O 1 M	10/052(2010.01)	H O 1 M	10/052
H O 1 M	50/474(2021.01)	H O 1 M	50/474
H O 1 M	50/486(2021.01)	H O 1 M	50/486
請求項の数 6 (全35頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2022-517587(P2022-517587)	(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
(86)(22)出願日	令和3年4月7日(2021.4.7)	(74)代理人	110001357 弁理士法人つばさ国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/014726	(72)発明者	堀内 博志 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
(87)国際公開番号	WO2021/220746	(72)発明者	井原 将之 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
(87)国際公開日	令和3年11月4日(2021.11.4)	審査官	富士 美香
審査請求日	令和4年8月19日(2022.8.19)		
(31)優先権主張番号	特願2020-80779(P2020-80779)		
(32)優先日	令和2年4月30日(2020.4.30)		
(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】 二次電池

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】
可撓性の外装部材と、
前記外装部材の内部に収納され、正極および負極を含む扁平状の電池素子と、
前記正極に接続され、前記外装部材の外部に導出された正極端子と、
前記負極に接続され、前記外装部材の外部に導出された負極端子と、
前記外装部材と前記電池素子との間に配置され、前記外装部材および前記電池素子のそれぞれに接着された固定部材と
を備え、
前記正極および前記負極は、互いに対向しながら第1方向に巻回されており、
前記正極端子および前記負極端子のそれぞれは、互いに離隔されながら前記第1方向と交差する第2方向に延在しており、
前記正極端子よりも外側の第1領域と、前記負極端子よりも外側の第2領域と、前記正極端子と前記負極端子との間の第3領域とに前記電池素子を区分した際、前記固定部材は、前記第3領域に配置されておらずに前記第1領域および前記第2領域のそれぞれに配置されており、
前記第2方向における前記電池素子の寸法に対する、前記第2方向における前記固定部材の寸法の割合は、50%以上100%以下であり、
前記正極は、
巻外側面および巻内側面を有する正極集電体と、

前記巻外側面および前記巻内側面のそれぞれに設けられた正極活物質層と
を含み、
前記正極および前記負極は、最外周に前記正極が配置されるように巻回されており、
最外周の前記正極では、前記巻外側面に前記正極活物質層が設けられておらずに前記巻
外側面が露出しており、前記巻内側面に前記正極活物質層が設けられており、
または、
前記負極は、
巻外側面および巻内側面を有する負極集電体と、
前記巻外側面および前記巻内側面のそれぞれに設けられた負極活物質層と
を含み、
前記正極および前記負極は、最外周に前記負極が配置されるように巻回されており、
最外周の前記負極では、前記巻外側面に前記負極活物質層が設けられておらずに前記巻
外側面が露出しており、前記巻内側面に前記負極活物質層が設けられており、
前記正極および前記負極は、巻回軸を中心として巻回されており、
前記巻回軸と交差する前記電池素子の断面は、長軸および短軸により規定される扁平形状
を有し、
さらに、前記短軸に沿った方向において第1端部から第2端部まで延在し、前記第1端部
および第2端部のそれぞれにおいて前記電池素子に取り付けられた矯正部材を備え、
前記矯正部材は、前記正極端子および前記負極端子のそれぞれが前記電池素子に接続され
ている場所以外の場所において、前記電池素子に取り付けられている、

10

20

二次電池。

【請求項2】

前記固定部材は、加熱および加圧に応じて接着性を発揮する熱接着性部材を含む、
請求項1記載の二次電池。

【請求項3】

前記熱接着性部材は、配向ポリスチレンテープおよびホットメルトテープのうちの少な
くとも一方を含む、
請求項2記載の二次電池。

【請求項4】

前記固定部材は、前記第2方向に延在している、
請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の二次電池。

30

【請求項5】

前記矯正部材は、前記固定部材と重ならないように前記電池素子に取り付けられている、
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】

リチウムイオン二次電池である、
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。

【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。

40

【背景技術】

【0002】

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、正極および負極と共に電解液を備えており、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。

【0003】

具体的には、電池ケースの封止不良を防止するために、その電池ケースと発電要素など
の被収容体との間に絶縁部材が介在していると共に、その絶縁部材が被収容体に固定され

50

ている（例えば、特許文献 1 参照。）。極板芯体が切断されることを防止するために、扁平渦巻状電極群の曲率部（R 部）に巻止めテープが貼着されている（例えば、特許文献 2 参照。）。振動の影響で電極体が移動（損傷）することを抑制するために、ケースの内側に凸部が設けられており、その凸部を用いて電極体が固定されている（例えば、特許文献 3 参照。）。ケースの内部において電極組立体が移動することを防止するために、配向ポリスチレンフィルムなどの粘着性テープを含む最外郭テープが電極組立体に貼り付けられている（例えば、特許文献 4，5 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2006-278245 号公報

特開 2007-242519 号公報

特許第 6052574 号明細書

特開 2015-118921 号公報

特開 2015-015236 号公報

【発明の概要】

【0005】

二次電池の諸特性を改善するために様々な検討がなされているが、エネルギー密度、物理的耐久性および安全性の観点においては未だ十分でないため、改善の余地がある。

【0006】

本技術はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、エネルギー密度を担保しながら優れた物理的耐久性および優れた安全性を得ることが可能である二次電池を提供することにある。

【0007】

本技術の一実施形態の二次電池は、可撓性の外装部材と、その外装部材の内部に収納され、正極および負極を含む扁平状の電池素子と、その正極に接続され、外装部材の外部に導出された正極端子と、その負極に接続され、外装部材の外部に導出された負極端子と、外装部材と電池素子との間に配置され、その外装部材および電池素子のそれぞれに接着された固定部材とを備えたものである。正極および負極は、互いに対向しながら第 1 方向に巻回されており、正極端子および負極端子のそれぞれは、互いに離隔されながら第 1 方向と交差する第 2 方向に延在している。正極端子よりも外側の第 1 領域と、負極端子よりも外側の第 2 領域と、正極端子と負極端子との間の第 3 領域とに電池素子を区分した際、固定部材は、第 3 領域に配置されておらずに第 1 領域および第 2 領域のそれぞれに配置されている。第 2 方向における電池素子の寸法に対する、その第 2 方向における固定部材の寸法の割合は、50%以上100%以下である。正極は、巻外側面および巻内側面を有する正極集電体と、その巻外側面および巻内側面のそれぞれに設けられた正極活物質層とを含み、正極および負極は、最外周に正極が配置されるように巻回されており、最外周の正極では、巻外側面に正極活物質層が設けられておらずに巻外側面が露出しており、巻内側面に正極活物質層が設けられており、または、負極は、巻外側面および巻内側面を有する負極集電体と、その巻外側面および巻内側面のそれぞれに設けられた負極活物質層とを含み、正極および負極は、最外周に負極が配置されるように巻回されており、最外周の負極では、巻外側面に負極活物質層が設けられておらずに巻外側面が露出しており、巻内側面に負極活物質層が設けられている。

【0008】

本技術の一実施形態の二次電池によれば、可撓性の外装部材の内部に扁平状の電池素子が収納されており、その外装部材と電池素子との間に固定部材が配置されている。この固定部材は、第 3 領域に配置されておらずに第 1 領域および第 2 領域のそれぞれに配置されることにより、外装部材および電池素子のそれぞれに接着されている。電池素子の寸法に対する固定部材の寸法の割合は、50%以上100%以下である。正極および負極は、最外周に正極が配置されるように巻回されており、最外周の正極では、巻外側面に正極活物

10

20

30

40

50

質層が設けられておらずに巻内側面に正極活物質層が設けられており、または、正極および負極は、最外周に負極が配置されるように巻回されており、最外周の負極では、巻外側面に負極活物質層が設けられておらずに巻内側面に負極活物質層が設けられている。よって、エネルギー密度を担保しながら優れた物理的耐久性および優れた安全性を得ることができる。

【0009】

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】

【0010】

【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】電池素子の構成を表す斜視図である。

【図3】図2に示した電池素子の構成の一部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のうちの他の一部を拡大して表す断面図である。

【図5】図2に示した電池素子の構成（割合＝90％）を表す平面図である。

【図6】図1に示した二次電池の構成を表す断面図である。

【図7】図5に示した電池素子の構成を表す断面図である。

【図8】第1比較例の二次電池の構成を表す平面図である。

【図9】第2比較例の二次電池の構成を表す平面図である。

【図10】第3比較例の二次電池の構成を表す平面図である。

【図11】第4比較例の二次電池の構成を表す平面図である。

【図12】第5比較例の二次電池の構成を表す平面図である。

【図13】第6比較例の二次電池の構成（割合＝30％）を表す平面図である。

【図14】第7比較例の二次電池（電池素子）の構成を表す断面図である。

【図15】変形例2の二次電池の構成（割合＝100％）を表す平面図である。

【図16】変形例2の二次電池の構成（割合＝50％）を表す平面図である。

【図17】変形例3の二次電池（電池素子）の構成を表す断面図である。

【図18】第9比較例の二次電池（電池素子）の構成を表す断面図である。

【図19】変形例5の二次電池の構成を表す平面図である。

【図20】二次電池の適用例の構成を表すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

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

3. 二次電池の用途

【0012】

<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。

【0013】

ここで説明する二次電池は、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二次電池であり、正極および負極と共に、液状の電解質である電解液を備えている。この二次電池では、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に、その負極の充電容量は、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

10

20

30

40

50

るように設定されている。

【0014】

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。

【0015】

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放出される。

10

【0016】

<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、電池素子20の斜視構成を表している。図3および図4のそれぞれは、図2に示した電池素子20の断面構成の一部を拡大している。

【0017】

図5は、図2に示した電池素子20の平面構成を表している。図6は、図1に示した二次電池の断面構成を表している。図7は、図5に示した電池素子20の断面構成を表している。

20

【0018】

ただし、図2では、電池素子20と共に正極リード31および負極リード32も併せて示していると共に、XZ面に沿った電池素子20の断面を破線で示している。

【0019】

図3では、電池素子20の巻回途中部分の断面を示していると共に、図4では、電池素子20の最外周近傍部分の断面を示している。なお、図3および図4のそれぞれでは、上側が巻外側（後述する巻回軸Pから遠い側）であると共に、下側が巻内側（巻回軸Pに近い側）である。

【0020】

図5では、電池素子20と共に正極リード31、負極リード32、固定テープ50および矯正テープ60も併せて示している。図6では、XZ面に沿った二次電池の断面を示していると共に、図7では、YZ面に沿った電池素子20の断面を示している。なお、図7では、電池素子20と共に矯正テープ60も併せて示している。

30

【0021】

この二次電池は、図1～図7に示したように、外装フィルム10と、電池素子20と、正極リード31および負極リード32と、封止フィルム41, 42と、固定テープ50と、矯正テープ60とを備えている。ここで説明する二次電池は、電池素子20を収納するために可撓性（または柔軟性）の外装フィルム10を用いたラミネートフィルム型の二次電池である。

【0022】

[外装フィルムおよび封止フィルム]

外装フィルム10は、図1および図2に示したように、電池素子20を収納する可撓性の外装部材であり、袋状の構造を有している。このため、外装フィルム10は、後述する正極21および負極22と共に電解液を収納している。

40

【0023】

外装フィルム10の立体的形状は、特に限定されないが、電池素子20の立体的形状に対応している。ここでは、外装フィルム10の立体的形状は、後述する扁平状の電池素子20の立体的形状に応じて、扁平な略直方体である。

【0024】

外装フィルム10の構成（材質および層数など）は、特に限定されないため、単層フィルムでもよいし、多層フィルムでもよい。ここでは、外装フィルム10は、融着層、金属

50

層および表面保護層が内側からこの順に積層された３層のラミネートフィルムである。融着層は、ポリプロピレンなどの高分子化合物を含んでいる。金属層は、アルミニウムなどの金属材料を含んでいる。表面保護層は、ナイロンなどの高分子化合物を含んでいる。

【００２５】

外装フィルム１０と正極リード３１との間には、封止フィルム４１が挿入されていると共に、外装フィルム１０と負極リード３２との間には、封止フィルム４２が挿入されている。

【００２６】

封止フィルム４１は、外装フィルム１０の内部に外気などが侵入することを防止する封止部材であり、正極リード３１に対して密着性を有するポリオレフィンなどの高分子化合物のうちのいずれか１種類または２種類以上を含んでいる。このポリオレフィン、ポリエチレン、ポリプロピレン、変性ポリエチレンおよび変性ポリプロピレンなどである。封止フィルム４２の構成は、負極リード３２に対して密着性を有する封止部材であることを除いて、封止フィルム４１の構成と同様である。すなわち、封止フィルム４２は、負極リード３２に対して密着性を有するポリオレフィンなどの高分子化合物を含んでいる。ただし、封止フィルム４１、４２のそれぞれは、省略されてもよい。

【００２７】

〔電池素子〕

電池素子２０は、図１～図５に示したように、正極２１と、負極２２と、セパレータ２３と、電解液（図示せず）とを含む扁平状の発電素子であり、外装フィルム１０の内部に収納されている。

【００２８】

ここでは、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が巻回軸Ｐを中心として巻回方向Ｄ１（第１方向）に巻回されている。このため、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ている。ただし、巻回軸Ｐは、Ｙ軸方向に延在する仮想軸である。

【００２９】

この電池素子２０は、扁平な立体的形状を有しているため、巻回軸Ｐと交差する電池素子２０の断面（ＸＺ面に沿った断面）は、図２に示したように、長軸Ｊ１および短軸Ｊ２により規定される扁平形状を有している。この長軸Ｊ１は、Ｘ軸方向に延在すると共に短軸Ｊ２よりも大きい長さを有する仮想軸であると共に、短軸Ｊ２は、Ｘ軸方向と交差するＺ軸方向に延在すると共に長軸Ｊ１よりも小さい長さを有する仮想軸である。ここでは、電池素子２０の断面の形状は、扁平な略楕円形である。

【００３０】

（正極）

正極２１は、図３および図４に示したように、正極集電体２１Ａおよび正極活物質層２１Ｂを含んでいる。

【００３１】

正極集電体２１Ａは、正極活物質層２１Ｂが配置される一対の面（巻外側面Ｆ１および巻内側面Ｆ２）を有している。この正極集電体２１Ａは、金属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、その金属材料は、アルミニウム、ニッケルおよびステンレスなどである。

【００３２】

正極活物質層２１Ｂは、巻外側面Ｆ１および巻内側面Ｆ２のそれぞれに設けられており、リチウムを吸蔵放出可能である正極活物質を含んでいる。ただし、正極活物質層２１Ｂは、さらに、正極結着剤および正極導電剤などを含んでいてもよい。正極活物質層２１Ｂの形成方法は、特に限定されないが、具体的には、塗布法などのうちのいずれか１種類または２種類以上である。

【００３３】

10

20

30

40

50

正極活物質は、リチウム含有化合物であり、より具体的には、リチウム遷移金属化合物などである。高いエネルギー密度が得られるからである。このリチウム遷移金属化合物は、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。リチウム遷移金属化合物の種類は、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 などであると共に、リン酸化合物の具体例は、 LiFePO_4 および LiMnPO_4 などである。

【００３４】

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。

【００３５】

ここでは、正極２１が負極２２よりも巻外側に配置されるように正極２１および負極２２が巻回されているため、図４に示したように、最外周に正極２１が配置されている。

【００３６】

この場合において、最外周の正極２１では、正極集電体２１Ａが有する一対の面（巻外側面Ｆ１および巻内側面Ｆ２）のうちの巻内側面Ｆ２だけに正極活物質層２１Ｂが設けられている。すなわち、最外周の正極２１では、図４に示したように、巻内側面Ｆ２に正極活物質層２１Ｂが設けられているのに対して、巻外側面Ｆ１に正極活物質層２１Ｂが設けられていないため、その巻外側面Ｆ１（正極集電体２１Ａ）が露出している。

【００３７】

巻外側面Ｆ１だけでなく巻内側面Ｆ２にも正極活物質層２１Ｂが設けられていない場合と比較して、落下時などにおいて二次電池が衝撃を受けた際に最外周の正極２１の巻きずれが発生しにくくなるため、外装フィルム１０の内部において二次電池が動きにくくなるからである。また、巻外側面Ｆ１および巻内側面Ｆ２のそれぞれに正極活物質層２１Ｂが設けられている場合と比較して、電池素子２０の厚さ（Ｚ軸方向の最大寸法）が減少するからである。

【００３８】

巻外側面Ｆ１に正極活物質層２１Ｂが設けられていない範囲は、正極２１の最外周の１周分以上であればよい。その正極２１の最外周の１周分だけでもよいし、その正極２１の最外周の１周分よりも大きい周回分でもよい。この「最外周の１周分よりも大きい周回分」とは、一例を挙げると、１．５周分および２周分などである。

【００３９】

（負極）

負極２２は、図３および図４に示したように、負極集電体２２Ａおよび負極活物質層２２Ｂを含んでいる。

【００４０】

負極集電体２２Ａは、負極活物質層２２Ｂが配置される一対の面（巻外側面および巻内側面）を有している。この負極集電体２２Ａは、金属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、その金属材料は、銅、アルミニウム、ニッケルおよびステンレスなどである。

【００４１】

負極活物質層２２Ｂは、負極集電体２２Ａの巻外側面および巻内側面のそれぞれに設けられており、リチウムを吸蔵放出可能である負極活物質を含んでいる。ただし、負極活物質層２２Ｂは、さらに、負極結着剤および負極導電剤など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２２Ｂの形成方法は、特に限定されないが、具

10

20

30

40

50

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。

【００４２】

負極活物質は、炭素材料および金属系材料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。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

【００４３】

ここでは、上記したように、正極２１が負極２２よりも巻外側に配置されるように正極２１および負極２２が巻回されているため、最外周に正極２１が配置されている。これにより、セパレータ２３を介して最外周の正極２１と対向する負極２２では、図４に示したように、負極集電体２２Ａの巻外側面および巻内側面のそれぞれに負極活物質層２２Ｂが設けられている。

【００４４】

（セパレータ）

セパレータ２３は、図３および図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、ポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレンおよびポリエチレンなどの高分子化合物のうちのいずれか１種類または２種類以上を含んでいる。

20

【００４５】

（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。

【００４６】

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。

30

【００４７】

〔正極リード〕

正極リード３１は、図１、図２および図５に示したように、電池素子２０に接続された正極端子であり、より具体的には、正極２１（正極集電体２１Ａ）に接続されている。この正極リード３１は、外装フィルム１０の内部から外部に導出されており、巻回方向Ｄ１と交差する導出方向Ｄ２（第２方向）に延在している。ここでは、導出方向Ｄ２は、Ｙ軸方向に対応している。

40

【００４８】

また、正極リード３１は、アルミニウムなどの導電性材料のうちのいずれか１種類または２種類以上を含んでいる。正極リード３１の形状は、特に限定されないが、具体的には、薄板状および網目状などのうちのいずれかである。

【００４９】

〔負極リード〕

負極リード３２は、図１、図２および図５に示したように、電池素子２０に接続された負極端子であり、より具体的には、負極２２（負極集電体２２Ａ）に接続されている。この負極リード３２は、上記した正極リード３１と同様に、外装フィルム１０の内部から外

50

部に導出されており、導出方向 D 2 に延在している。

【0050】

ただし、負極リード 3 2 は、短絡を防止するために、正極リード 3 1 から離隔されている。すなわち、正極リード 3 1 および負極リード 3 2 のそれぞれは、互いに離隔されながら導出方向 D 2 に延在することにより、外装フィルム 1 0 の外部に導出されている。

【0051】

また、負極リード 3 2 は、銅、ニッケルおよびステンレスなどの導電性材料のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいる。なお、負極リード 3 2 の形状に関する詳細は、正極リード 3 1 の形状に関する詳細と同様である。

【0052】

[固定テープ]

固定テープ 5 0 は、図 5 および図 6 に示したように、外装フィルム 1 0 に電池素子 2 0 を固定させるテープ状の固定部材である。この固定テープ 5 0 は、外装フィルム 1 0 と電池素子 2 0 との間に配置されていると共に、その外装フィルム 1 0 および電池素子 2 0 のそれぞれに接着されている。これにより、電池素子 2 0 の表面は、固定テープ 5 0 を介して外装フィルム 1 0 の内側面に固定されている。

【0053】

上記したように、電池素子 2 0 は、可撓性の外装フィルム 1 0 の内部に収納されていると共に、正極 2 1 および負極 2 2 が巻回された巻回電極体である。また、電池素子 2 0 では、正極リード 3 1 が正極 2 1 に接続されていると共に、負極リード 3 2 が負極 2 2 に接続されている。この場合において、固定テープ 5 0 の位置、すなわち固定テープ 5 0 を介して電池素子 2 0 が外装フィルム 1 0 に固定される位置は、所定の位置となるように適正化されている。

【0054】

具体的には、図 5 に示したように、正極リード 3 1 および負極リード 3 2 のそれぞれが接続されている電池素子 2 0 の平面構成において、その正極リード 3 1 および負極リード 3 2 のそれぞれの位置を基準として電池素子 2 0 を 3 種類の領域（領域 R 1，R 2，R 3）に区分する。領域 R 1 は、正極リード 3 1 よりも外側（図 5 中において正極リード 3 1 よりも左側）の領域である。領域 R 2 は、負極リード 3 2 よりも外側の領域（図 5 中において負極リード 3 2 よりも右側）である。領域 R 3 は、正極リード 3 1 と負極リード 3 2 との間の領域である。図 5 では、領域 R 1～R 3 のそれぞれに淡い網掛けを施している。

【0055】

この場合において、固定テープ 5 0 は、領域 R 3 に配置されておらずに領域 R 1，R 2 のそれぞれに配置されているため、二次電池は、2 個の固定テープ 5 0 を備えている。すなわち、二次電池は、領域 R 1 の範囲内に配置された固定テープ 5 0 と、領域 R 2 の範囲内に配置された固定テープ 5 0 とを備えている。図 5 では、固定テープ 5 0 に領域 R 1～R 3 よりも濃い網掛けを施している。

【0056】

固定テープ 5 0 が領域 R 3 に配置されておらずに領域 R 1，R 2 のそれぞれに配置されているのは、正極リード 3 1 および負極リード 3 2 のそれぞれが電池素子 2 0（巻回電極体）に接続されていると共に可撓性の外装フィルム 1 0 の内部に電池素子 2 0 が収納されている場合において、その固定テープ 5 0 を介して外装フィルム 1 0 に固定される電池素子 2 0 の位置が適正化されるからである。これにより、二次電池の薄さが担保されながら、その二次電池が衝撃を受けた際に外装フィルム 1 0 の内部において電池素子 2 0 が動きにくくなると共に、発熱時において二次電池の温度が上昇しにくくなる。ここで説明した理由の詳細に関しては、後述する。

【0057】

ここでは、上記したように、電池素子 2 0 において最外周に正極 2 1 が配置されていると共に、その最外周の正極 2 1 では正極集電体 2 1 A の巻外側面 F 1 が露出している。このため、固定テープ 5 0 は、正極集電体 2 1 A の巻外側面 F 1 に接着されている。

10

20

30

40

50

【0058】

なお、確認まで説明しておく、ここで領域R3に配置されておらずに領域R1, R2のそれぞれに配置されている二次電池の構成要素は、矯正テープ60ではなく固定テープ50である。固定テープ50は、上記したように、外装フィルム10および電池素子20のそれぞれに接着されているため、その固定テープ50の設置場所は、領域R3ではなく領域R1, R2のそれぞれとなるように制御される必要がある。これに対して、矯正テープ60は、外装フィルム10に取り付けられておらずに電池素子20だけに取り付けられているため、その矯正テープ60の設置場所は、固定テープ50の設置場所とは異なり、領域R3ではなく領域R1, R2のそれぞれとなるように制御される必要がない。

【0059】

固定テープ50の種類は、外装フィルム10と電池素子20とを互いに接着可能であれば、特に限定されない。中でも、固定テープ50は、加熱および加圧に応じて接着性を発揮する熱接着性部材のうちのいずれか1種類または2種類以上を含んでいることが好ましい。固定テープ50を介して外装フィルム10と電池素子20とが互いに容易かつ強固に接着されるからである。

【0060】

熱接着性部材の具体例は、配向ポリスチレンテープおよびホットメルトテープなどである。配向ポリスチレンテープは、ポリスチレンが所定の方向に延伸されているテープ状の接着用部材であり、より具体的には、OPS（登録商標）テープなどである。ホットメルトテープは、主に、80℃～100℃の加熱温度において接着剤成分が熔融することに起因して接着性を発揮する接着用部材である。

【0061】

配向ポリスチレンテープの構成は、特に限定されない。具体的には、配向ポリスチレンテープは、配向ポリスチレンを含む基材層と、接着層とが互いに積層された構造を有している。この基材層は、配向ポリスチレンを含んでいれば、単層でもよいし、多層でもよい。配向ポリスチレンテープの厚さは、特に限定されないため、任意に設定可能である。

【0062】

ホットメルトテープの構成は、特に限定されない。具体的には、ホットメルトテープは、ホットメルト接着層と、基材層とが互いに積層された構造を有している。ホットメルト接着層に含まれる高分子化合物の種類は、特に限定されないが、具体的には、スチレンーイソプレンースチレンブロック共重合体（SIS）、エチレンー酢酸ビニル共重合体（EVA）、ポリオレフィンエラストマー（POE）、スチレンーブタジエンブロックゴム（SBS）、スチレン系熱可塑性エラストマー（SEBS）、ポリウレタン（PU）およびアモルファスポリアルファオレフィン（APO）などのうちのいずれか1種類または2種類以上である。このスチレン系熱可塑性エラストマーは、ポリスチレン部分と柔らかいポリエチレン・ポリブチレン部分とがブロック共重合体された基本単位構造を有する材料である。ホットメルトテープの厚さは、特に限定されないため、任意に設定可能である。

【0063】

ただし、ホットメルトテープは、ホットメルト接着層と、基材層と、ホットメルト接着層とがこの順に互いに積層された構造を有していてもよい。また、ホットメルトテープは、ホットメルト接着層と、基材層と、接着層とがこの順に互いに積層された構造を有していてもよい。この接着層は、一般的なゴム系粘着材料などを含むゴム系接着層である。ここで説明した接着層に関する詳細は、以降においても同様である。

【0064】

固定テープ50の設置状態（設置範囲）は、その固定テープ50が領域R1, R2のそれぞれの内部に配置されていれば、特に限定されない。中でも、固定テープ50は、正極リード31および負極リード32のそれぞれと同様に、導出方向D2に延在していることが好ましい。固定テープ50が領域R1, R2のそれぞれから逸脱すること、より具体的には固定テープ50の設置範囲が領域R3まで拡張されることは回避されながら、その固定テープ50の設置面積が増加するため、その固定テープ50を介して電池素子20が外

10

20

30

40

50

装フィルム 10 に強固に固定されやすくなるからである。

【0065】

ただし、導出方向 D2 における電池素子 20 の寸法（長さ L1）と、その導出方向 D2 における固定テープ 50 の寸法（長さ L2）との関係は、所定の条件を満たしている。具体的には、電池素子 20 の長さ L1 に対する固定テープ 50 の長さ L2 の割合は、50% ~ 100% である。固定テープ 50 の設置面積が十分に増加するため、その固定テープ 50 を介して電池素子 20 が外装フィルム 10 に十分に固定されるからである。この割合は、 $\text{割合}(\%) = (L2 / L1) \times 100$ という計算式により算出される。図 5 では、割合が 90% である場合を示している。

【0066】

なお、一方の固定テープ 50 の長さ L2 と他方の固定テープ 50 の長さ L2 とは、互いに同じでもよいし、互いに異なってもよい。

【0067】

また、導出方向 D2（Y 軸方向）と交差する方向（X 軸方向）における固定テープ 50 の寸法（幅）は、その固定テープ 50 が領域 R1，R2 のそれぞれから逸脱しなければ、特に限定されない。ここでは、固定テープ 50 の幅は、領域 R1，R2 のそれぞれの幅よりも小さくなっている。なお、一方の固定テープ 50 の幅と他方の固定テープ 50 の幅とは、互いに同じでもよいし、互いに異なってもよい。

【0068】

もちろん、固定テープ 50 の平面形状は、特に限定されない。ここでは、固定テープ 50 の平面形状は、図 5 に示したように、矩形である。なお、一方の固定テープ 50 の平面形状と他方の固定テープ 50 の平面形状とは、互いに同じでもよいし、互いに異なってもよい。

【0069】

[矯正テープ]

矯正テープ 60 は、図 5 および図 7 に示したように、電池素子 20 の立体的形状（扁平形状）を維持（矯正）するために、その電池素子 20 に取り付けられているテープ状の矯正部材である。この矯正テープ 60 は、一面に接着層（接着面）を有しているため、その接着面において電池素子 20 に取り付けられている。

【0070】

電池素子 20 の作製工程では、後述するように、巻回体が形成されたのち、その巻回体が扁平形状となるように押圧（成型）されている。これにより、矯正テープ 60 は、押圧方向と反対方向に電池素子 20 が変形（復元）することを防止するために、その電池素子 20 に取り付けられている。この矯正テープ 60 は、一端部 60A（第 1 端部）および他端部 60B（第 2 端部）を有しており、短軸 J2 に沿った方向において一端部 60A から他端部 60B まで延在している。また、矯正テープ 60 は、一端部 60A および他端部 60B のそれぞれにおいて電池素子 20 に固定されている。ただし、矯正テープ 60 の延在方向は、短軸 J2 に対して傾斜していてもよい。

【0071】

具体的には、電池素子 20 は、図 7 に示したように、互いに反対の方向を向いた上面 M1 および下面 M2 と、その上面 M1 と下面 M2 との間の側面 M3 とを有している。この側面 M3 は、巻回方向 D1 と交差する方向（Y 軸方向）における電池素子 20 の一側面である。

【0072】

また、矯正テープ 60 は、図 7 に示したように、一端部 60A および他端部 60B と共に、その一端部 60A と他端部 60B との間の中間部 60C とを含んでいる。この中間部 60C は、一端側において一端部 60A に連結されていると共に、他端側において他端部 60B に連結されている。

【0073】

この場合において、矯正テープ 60 では、中間部 60C が側面 M3 に隣接されている状

10

20

30

40

50

態において、一端部 60A が上面 M1 に接着されていると共に他端部 60B が下面 M2 に接着されている。すなわち、矯正テープ 60 は、一端側において上面 M1 に沿うように屈曲していると共に、他端側において下面 M2 に沿うように屈曲している。ただし、中間部 60C は、側面 M3 から離隔されていてもよい。これにより、矯正テープ 60 は、一端部 60A および他端部 60B を介して電池素子 20 に固定されているため、その電池素子 20 は、上記したように、矯正テープ 60 を利用して変形しないように矯正されている。よって、矯正テープ 60 を利用して電池素子 20 の扁平形状が維持されている。

【0074】

矯正テープ 60 の設置数は、特に限定されないため、任意に設定可能である。ここでは、二次電池は、図 5 に示したように、3 個の矯正テープ 60 を備えている。図 5 では、矯正テープ 60 に領域 R1 ～ R3 よりも濃い網掛けを施している。

10

【0075】

1 個目の矯正テープ 60 は、巻回方向 D1 と交差する方向（Y 軸方向）において、正極リード 31 および負極リード 32 に近い側に配置されており、より具体的には、正極リード 31 と負極リード 32 との間（領域 R3）に配置されている。

【0076】

2 個目の矯正テープ 60 および 3 個目の矯正テープ 60 のそれぞれは、巻回方向 D1 と交差する方向（Y 軸方向）において、正極リード 31 および負極リード 32 から遠い側に配置されており、互いに離隔されている。ここでは、2 個目の矯正テープ 60 は、領域 R1 から領域 R3 まで設置されていると共に、3 個目の矯正テープ 60 は、領域 R2 から領域 R3 まで設置されている。

20

【0077】

矯正テープ 60 の設置場所は、特に限定されないため、任意に設定可能である。

【0078】

中でも、矯正テープ 60 は、正極リード 31 および負極リード 32 のそれぞれが電池素子 20 に接続されている場所以外の場所において、その電池素子 20 に取り付けられていることが好ましい。正極リード 31 および負極リード 32 により邪魔されずに矯正テープ 60 が電池素子 20 に取り付けられるため、その矯正テープ 60 を利用して電池素子 20 が変形しないように十分に矯正されるからである。また、矯正テープ 60 の存在に起因して二次電池の厚さが大きくなることは防止されると共に、その矯正テープ 60 の存在に起因して二次電池の発熱時の温度が過剰に高くなることは抑制されるからである。

30

【0079】

このため、1 個目の矯正テープ 60 は、正極リード 31 および負極リード 32 のそれぞれが電池素子 20 に接続されている場所以外の場所、すなわち領域 R3 において電池素子 20 に取り付けられている。

【0080】

また、矯正テープ 60 は、固定テープ 50 と重ならないように電池素子 20 に取り付けられていることが好ましい。矯正テープ 60 により邪魔されずに固定テープ 50 を介して外装フィルム 10 と電池素子 20 とが互いに接着されるからである。また、矯正テープ 60 の存在に起因して二次電池の厚さが大きくなることは防止されるからである。

40

【0081】

このため、2 個目の矯正テープ 60 は、領域 R1 に配置されている固定テープ 50 と重ならないように電池素子 20 に取り付けられていると共に、3 個目の矯正テープ 60 は、領域 R2 に配置されている固定テープ 50 と重ならないように電池素子 20 に取り付けられている。

【0082】

矯正テープ 60 の構成は、特に限定されない。具体的には、矯正テープ 60 は、基材層と、接着層とが互いに積層された構造を有している。矯正テープ 60 の具体例は、ポリエチレンテレフタレート（PET）テープおよびポリプロピレン（PP）テープなどである。

【0083】

50

< 1-2. 動作 >

二次電池の充電時には、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。また、二次電池の放電時には、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。

【0084】

< 1-3. 製造方法 >

二次電池を製造する場合には、以下で説明する手順により、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作製する。ここでは、一端部が開放されているため、その一端部に開口部を有する外装フィルム 10（図示せず）を用いる。以下では、随時、既に説明した図 1～図 7 を参照する。

【0085】

[正極の作製]

正極活物質、正極結着剤および正極導電剤などを混合することにより、正極合剤としたのち、有機溶剤などに正極合剤を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。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。なお、正極活物質層 21B を形成したのち、ロールプレス機などを用いて正極活物質層 21B を圧縮成型してもよい。この場合には、正極活物質層 21B を加熱してもよいし、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。

【0086】

正極 21 を作製する場合には、上記したように、後工程において電池素子 20 を作製した際に、最外周の正極 21 において正極集電体 21A の巻外側面 F1 が露出するように正極活物質層 21B の形成範囲を調整する。

【0087】

[負極の作製]

上記した正極 21 の作製手順と同様の手順により、負極集電体 22A の両面に負極活物質層 22B を形成する。具体的には、負極活物質、負極結着剤および負極導電剤などを混合することにより、負極合剤としたのち、有機溶剤などに負極合剤を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。こののち、負極活物質層 22B を圧縮成型してもよい。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。

【0088】

[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。

【0089】

[二次電池の組み立て]

最初に、溶接法などを用いて、導出方向 D2 に延在するように正極リード 31 を正極 21（正極集電体 21A）に接続させると共に、溶接法などを用いて、導出方向 D2 に延在するように負極リード 32 を負極 22（負極集電体 22A）に接続させる。

【0090】

続いて、セパレータ 23 を介して正極 21 および負極 22 を互いに積層させたのち、巻回軸 P を中心として正極 21、負極 22 およびセパレータ 23 を巻回方向 D1 に巻回させることにより、巻回体を作製する。この巻回体は、正極 21、負極 22 およびセパレータ 23 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 20 の構成と同様の構成を有している。この場合には、上記したように、最外周に正極 21 が配置されるよう

に正極 2 1 および負極 2 2 を巻回させることにより、その最外周の正極 2 1 において正極集電体 2 1 A の巻外側面 F 1 を露出させる。続いて、プレス機などを用いて巻回体を押圧することにより、扁平形状となるように巻回体を成型する。この巻回体（正極 2 1 および負極 2 2）には、上記したように、正極リード 3 1 および負極リード 3 2 のそれぞれが接続されている。

【0091】

続いて、巻回体に固定テープ 5 0 および矯正テープ 6 0 を取り付ける。この場合には、後工程において電池素子 2 0 を作製した際に、その電池素子 2 0 の長さ L 1 に対する固定テープ 5 0 の長さ L 2 の割合が 5 0 % ~ 1 0 0 % となるように、その長さ L 2 を調整する。ここでは、上記したように、巻回体に 2 個の固定テープ 5 0 および 3 個の矯正テープ 6 0 を取り付ける。

10

【0092】

続いて、開口部から外装フィルム 1 0 の内部に巻回体を収容したのち、その開口部から外装フィルム 1 0 の内部に電解液を注入する。続いて、熱融着法を用いて、開口部において互いに対向している外装フィルム 1 0（融着層）同士を互いに熱融着させる。この場合には、正極リード 3 1 および負極リード 3 2 のそれぞれが外装フィルム 1 0 の外部に導出されるようにする。また、外装フィルム 1 0 と正極リード 3 1 との間に封止フィルム 4 1 を挿入すると共に、外装フィルム 1 0 と負極リード 3 2 との間に封止フィルム 4 2 を挿入する。これにより、巻回体に電解液が含浸されるため、巻回電極体である電池素子 2 0 が作製されると共に、外装フィルム 1 0 が封止されるため、その外装フィルム 1 0 の内部に電池素子 2 0 が封入される。

20

【0093】

最後に、加熱式のプレス機などを用いて、固定テープ 5 0 の設置場所において二次電池を加熱しながら加圧する。加熱時の温度および加圧時の圧力などの各種条件は、任意に設定可能である。これにより、外装フィルム 1 0 および電池素子 2 0 が固定テープ 5 0 を介して互いに接着されると共に、その電池素子 2 0 が固定テープ 5 0 を介して外装フィルム 1 0 に固定されるため、その固定テープ 5 0 を用いて二次電池が組み立てられる。

【0094】

〔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各種条件は、任意に設定可能である。これにより、負極 2 2 など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。

30

【0095】

よって、外装フィルム 1 0 を用いた二次電池、すなわちラミネートフィルム型の二次電池が完成する。

【0096】

< 1-4. 作用および効果 >

この二次電池によれば、可撓性の外装フィルム 1 0 の内部に扁平状の電池素子 2 0 が収納されており、その外装フィルム 1 0 と電池素子 2 0 との間に固定テープ 5 0 が配置されている。この固定テープ 5 0 は、領域 R 3 に配置されておらずに領域 R 1, R 2 のそれぞれに配置されることにより、外装フィルム 1 0 および電池素子 2 0 のそれぞれに接着されている。電池素子 2 0 の長さ L 1 に対する固定テープ 5 0 の長さ L 2 の割合は、5 0 % ~ 1 0 0 % である。正極 2 1 および負極 2 2 は、最外周に正極 2 1 が配置されるように巻回されており、その最外周の正極 2 1 では、巻外側面 F 1 に正極活物質層 2 1 B が設けられておらずに巻内側面 F 2 に正極活物質層 2 1 B が設けられている。よって、以下で説明する理由により、エネルギー密度を担保しながら優れた物理的耐久性および優れた安全性を得ることができる。

40

【0097】

ここでは、後述する第 1 ~ 第 8 比較例の二次電池と対比しながら、本実施形態の二次電池の作用および効果に関して説明する。

50

【0098】

図8は、第1比較例の二次電池の平面構成を表しており、図5に対応している。図9は、第2比較例の二次電池の平面構成を表しており、図5に対応している。図10は、第3比較例の二次電池の平面構成を表しており、図5に対応している。図11は、第4比較例の二次電池の平面構成を表しており、図5に対応している。図12は、第5比較例の二次電池の平面構成を表しており、図5に対応している。図13は、第6比較例の二次電池の断面構成を表しており、図5に対応している。図14は、第7比較例の二次電池（電池素子20）の断面構成を表しており、図4に対応している。

【0099】

第1～第8比較例の二次電池は、以下で説明することを除いて、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。

【0100】

第1比較例の二次電池では、図8に示したように、大きい長さL2を有する1個の固定テープ50が領域R3に配置されている。第2比較例の二次電池では、図9に示したように、小さい長さL2を有する1個の固定テープ50が領域R3から領域R1，R2のそれぞれまで配置されている。第3比較例の二次電池では、図10に示したように、小さい長さL2を有する2個の固定テープ50が領域R3から領域R1，R2のそれぞれまで配置されている。第4比較例の二次電池では、図11に示したように、大きい長さL2を有する1個の固定テープ50が領域R3から領域R1，R2のそれぞれまで配置されている。第5比較例の二次電池では、図12に示したように、電池素子20に固定テープ50が設けられていないため、その電池素子20が外装フィルム10に固定されていない。

【0101】

第6比較例の二次電池では、図13に示したように、固定テープ50の長さL2に応じて決定される割合が30%であるため、その割合が50%～100%という条件を満たしていない。第7比較例の二次電池では、図14に示したように、最外周の正極21において、正極集電体21Aの巻外側面F1に正極活物質層21Bが設けられていないだけでなく、その正極集電体21Aの巻内側面F2にも正極活物質層21Bが設けられていない。

【0102】

ここでは、具体的に図示しないが、第8比較例の二次電池では、セパレータ23が巻外側となるように正極21および負極22が巻回されている。すなわち、電池素子20では、正極21および負極22ではなくセパレータ23が最外周に配置されている。

【0103】

本実施形態の二次電池では、図5に示したように、正極リード31および負極リード32のそれぞれが電池素子20（巻回電極体）に接続されていると共に、可撓性の外装フィルム10の内部に電池素子20が収納されている場合において、固定テープ50を利用して外装フィルム10に固定される電池素子20の位置が適正化される。しかも、電池素子20の長さL1に対する固定テープ50の長さL2の割合が適正化されると共に、最外周に配置される正極21の状態（巻内側面F2における正極活物質層21Bの有無）も適正化される。

【0104】

これにより、第1に、二次電池の厚さ（Z軸方向の最大寸法）に影響を及ぼす領域R3に固定テープ50が配置されていないため、その二次電池の厚さが小さくなり、すなわち二次電池の薄さが担保される。

【0105】

詳細には、上記したように、電池素子20の断面の形状は、扁平な略楕円形である。このため、図6に示したように、領域R3では、電池素子20の表面がほぼ平坦であるのに対して、領域R1，R2のそれぞれでは、電池素子20の表面が領域R3から離れるにしたがって次第に落ち込むように湾曲している。

【0106】

第1～第4比較例の二次電池では、図8～図11のそれぞれに示したように、固定テ

10

20

30

40

50

プ50が領域R3に配置されている。この場合には、領域R3に配置されている固定テープ50が二次電池の厚さに影響を及ぼしやすいため、その固定テープ50の存在に起因して二次電池の厚さが増加しやすくなる。これに対して、本実施形態の二次電池では、図5に示したように、固定テープ50が領域R3に配置されておらずに領域R1，R2のそれぞれに配置されている。この場合には、領域R1，R2のそれぞれに配置されている固定テープ50が二次電池の厚さに影響を及ぼしにくいため、その固定テープ50を用いても二次電池の厚さが増加しにくくなる。

【0107】

よって、固定テープ50が領域R3に配置されておらずに領域R1，R2のそれぞれに配置されている本実施形態の二次電池では、固定テープ50が領域R3に配置されている第1～第4比較例の二次電池と比較して、充放電反応に関与しない固定テープ50を用いても厚さが小さくなる。これにより、二次電池が固定テープ50を備えていても、単位体積当たりのエネルギー密度が増加する。

【0108】

第2に、外装フィルム10が外力を受けても変形しにくい領域R1，R2のそれぞれに固定テープ50が配置されているため、落下時などにおいて二次電池が外力を受けた際に電池素子20が破損しにくくなる。

【0109】

詳細には、上記したように、電池素子20は、外装フィルム10の内部に収納されている。このため、落下時などにおいて二次電池が衝撃を受けると、その衝撃に起因して電池素子20は外装フィルム10の内部において動く可能性がある。

【0110】

第5比較例の二次電池では、図12に示したように、固定テープ50を用いていないため、電池素子20が外装フィルム10に固定されていない。この場合には、外装フィルム10の内部において電池素子20が衝撃に起因して激しく動きやすくなるため、その電池素子20が破損しやすくなる。

【0111】

また、第1～第4比較例の二次電池では、図8～図11のそれぞれに示したように、固定テープ50を用いているため、その固定テープ50を介して電池素子20が外装フィルム10に固定されている。しかしながら、固定テープ50は、電池素子20の動きに応じて外装フィルム10が変形しやすい領域R3に配置されている。この場合には、領域R3において外装フィルム10が衝撃に起因して変形すると、その外装フィルム10の変形に応じて電池素子20が動いてしまう。特に、領域R3に1個の固定テープ50が配置されている第1比較例の二次電池では、その領域R3において外装フィルム10が衝撃に起因して著しく変形しやすくなるため、電池素子20も著しく動きやすくなる。これにより、外装フィルム10の内部において電池素子20が依然として衝撃に起因して激しく動きやすくなるため、その電池素子20が破損しやすくなる。

【0112】

これに対して、本実施形態の二次電池では、図5に示したように、電池素子20の動きに応じて外装フィルム10が変形しにくい領域R1，R2のそれぞれに固定テープ50が配置されている。この場合には、領域R1，R2のそれぞれにおいて外装フィルム10が衝撃に応じて変形しにくいため、電池素子20が動きにくくなる。特に、領域R1，R2のそれぞれに固定テープ50が配置されていると、電池素子20が2箇所において外装フィルム10に固定されることに起因して、領域R3では外装フィルム10が衝撃を受けても著しく変形しにくくなるため、電池素子20も著しく動きにくくなる。これにより、外装フィルム10の内部において電池素子20が衝撃を受けても安定かつ十分に動きにくくなるため、その電池素子20が破損しにくくなる。

【0113】

よって、固定テープ50が領域R3に配置されておらずに領域R1，R2のそれぞれに配置されている本実施形態の二次電池では、固定テープ50が領域R3に配置されている

第1～第4比較例の二次電池および固定テープ50が用いられていない第5比較例の二次電池と比較して、電池素子20の破損確率が低下するため、落下時などにおいて物理的耐久性が向上する。

【0114】

第3に、電池素子20の中心部から離れた領域R1，R2のそれぞれに固定テープ50が配置されているため、二次電池が充放電時において発熱しても、その二次電池の温度が上昇しにくくなる。

【0115】

詳細には、上記したように、電池素子20では充放電反応が進行するため、その充放電時の発熱に起因して電池素子20の温度が上昇する。この場合には、特に、巻回電極体である電池素子20では、発熱中心から遠い領域R1，R2のそれぞれよりも、その発熱中心に近い領域R3において電池素子20の温度が上昇しやすくなる。

【0116】

第1～第4比較例の二次電池では、図8～図11のそれぞれに示したように、領域R3に固定テープ50が配置されているため、発熱中心に近い領域R3において電池素子20の表面が固定テープ50により被覆されている。この場合には、発熱に起因して発生した熱が電池素子20の外部に放出（放熱）されにくくなるため、二次電池の温度が上昇しやすくなる。特に、固定テープ50の大きさ、すなわち固定テープ50による電池素子20の表面の被覆面積が大きくなるほど、二次電池の温度がより上昇しやすくなる。

【0117】

これに対して、本実施形態の二次電池では、図5に示したように、領域R1，R2のそれぞれに固定テープ50が配置されているため、発熱中心から遠い領域R1，R2のそれぞれにおいて電池素子20の表面が固定テープ50により被覆されている。この場合には、発熱に起因して発生した熱が領域R3において固定テープ50により邪魔されずに電池素子20の外部に放出（放熱）されやすくなるため、二次電池の温度が上昇しにくくなる。

【0118】

よって、固定テープ50が領域R3に配置されておらずに領域R1，R2のそれぞれに配置されている本実施形態の二次電池では、固定テープ50が領域R3に配置されている第1～第4比較例の二次電池と比較して、電池素子20の発熱時において温度が上昇しにくくなるため、使用時の安全性が向上する。

【0119】

第4に、電池素子20の長さL1に対する固定テープ50の長さL2の割合が50%～100%であるため、二次電池が衝撃を受けても、電池素子20が外装フィルム10から脱落しにくくなる。

【0120】

詳細には、固定テープ50を介した外装フィルム10に対する電池素子20の接着力は、上記した割合に応じて変動すると共に、その割合は、固定テープ50の長さL2に応じて決定される。

【0121】

第6比較例の二次電池では、図13に示したように、長さL2が小さすぎることに起因して、割合も小さくなりすぎるため、その割合が50%～100%であるという条件を満たさない。この場合には、固定テープ50の設置面積が不足することに起因して、外装フィルム10に対する電池素子20の接着力も不足するため、その電池素子20が外装フィルム10に対して十分に固定されにくくなる。これにより、二次電池が衝撃を受けると、電池素子20が外装フィルム10から脱落しやすくなる。

【0122】

これに対して、本実施形態の二次電池では、図5に示したように、長さL2が十分に大きいことに起因して、割合も十分に大きくなるため、その割合が50%～100%であるという条件を満たす。この場合には、固定テープ50の設置面積が担保されることに起因して、外装フィルム10に対する電池素子20の接着力も担保されるため、その電池素子

10

20

30

40

50

20が外装フィルム10に対して十分に固定されやすくなる。これにより、二次電池が衝撃を受けても、電池素子20が外装フィルム10から脱落しにくくなる。

【0123】

よって、割合が50%~100%であるという条件を満たしている本実施形態の二次電池では、その条件を満たしていない第6比較例の二次電池と比較して、二次電池が衝撃を受けても電池素子20が脱落しにくくなるため、その電池素子20が破損しにくくなる。

【0124】

第5に、最外周の正極21において巻外側面F1に正極活物質層21Bが設けられておらずに巻内側面F2に正極活物質層21Bが設けられているため、落下時などにおいて二次電池が外力を受けた際に電池素子20が破損しにくくなる。

10

【0125】

詳細には、落下時などにおいて二次電池が衝撃を受けた際に、外装フィルム10の内部において二次電池が動きやすくなるかどうかは、セパレータ23に対する正極21の密着性に依存する。

【0126】

第7比較例の二次電池では、図14に示したように、最外周の正極21において巻内側面F2に正極活物質層21Bが設けられていないため、セパレータ23に対して正極集電体21Aが直接的に接触する。この場合には、セパレータ23に対して正極21（正極集電体21A）が十分に密着されないため、二次電池が衝撃を受けた際に正極21の巻きずれが発生しやすくなる。これにより、電池素子20が動きやすくなるため、その電池素子20が破損しやすくなる。

20

【0127】

これに対して、本実施形態の二次電池では、図5に示したように、最外周の正極21において巻内側面F2に正極活物質層21Bが設けられているため、セパレータ23に対して正極集電体21Aが正極活物質層21Bを介して間接的に接触する。この場合には、セパレータ23に対して正極21（正極集電体21A）が十分に密着されるため、二次電池が衝撃を受けた際に正極21の巻きずれが発生しにくくなる。これにより、電池素子20が動きにくくなるため、その電池素子20が破損しにくくなる。

【0128】

よって、最外周の正極21において巻内側面F2に正極活物質層21Bが設けられている本実施形態の二次電池では、最外周の正極21において巻内側面F2に正極活物質層21Bが設けられていない第7比較例の二次電池と比較して、二次電池が衝撃を受けても電池素子20が動きにくくなるため、その電池素子20が破損しにくくなる。

30

【0129】

第6に、電池素子20において最外周に正極21が配置されているため、落下時などにおいて二次電池が外力を受けた際に電池素子20が破損しにくくなる。

【0130】

詳細には、落下時などにおいて二次電池が衝撃を受けた際に電池素子20が破損しやすくなるかどうかは、外装フィルム10の内部において電池素子20が動きやすくなるかどうかに依存する。

40

【0131】

第8比較例の二次電池では、電池素子20において最外周にセパレータ23が配置されているため、二次電池が衝撃を受けた際に外装フィルム10の内部において電池素子20が動きやすくなる。これにより、二次電池が衝撃を受けると、電池素子20が破損しやすくなる。

【0132】

これに対して、本実施形態の二次電池では、電池素子20において最外周に正極21が配置されているため、二次電池が衝撃を受けた際に外装フィルム10の内部において電池素子20が動きにくくなる。これにより、二次電池が衝撃を受けても、電池素子20が破損しにくくなる。

50

【0133】

よって、電池素子20において最外周に正極21が配置されている本実施形態の二次電池では、電池素子20において最外周にセパレータ23が最外周に配置されている第8比較例の二次電池と比較して、二次電池が衝撃を受けても電池素子20が動きにくくなるため、その電池素子20が破損しにくくなる。

【0134】

これらのことから、本実施形態の二次電池では、第1～第8比較例の二次電池と比較して、単位体積当たりのエネルギー密度が増加するだけでなく、落下時などにおいて物理的耐久性が向上すると共に、使用時の安全性も向上する。よって、エネルギー密度を担保しながら優れた物理的耐久性および優れた安全性を得ることができる。

10

【0135】

特に、本実施形態の二次電池では、固定テープ50が加熱および加圧に応じて接着性を発揮する熱接着性部材を含んでいれば、その固定テープ50を利用して電池素子20が外装フィルム10に容易かつ強固に固定されるため、より高い効果を得ることができる。この場合には、熱接着性部材が配向ポリスチレンテープなど含んでいれば、電池素子20が外装フィルム10に十分に固定されるため、さらに高い効果を得ることができる。

【0136】

また、固定テープ50が導出方向D2に延在していれば、その固定テープ50を介して電池素子20が外装フィルム10に強固に固定されやすくなるため、より高い効果を得ることができる。

20

【0137】

また、短軸J2に沿った方向に延在する矯正テープ60が一端部60Aおよび他端部60Bのそれぞれにおいて電池素子20に取り付けられていれば、その矯正テープ60を利用して電池素子20の扁平形状が維持される。よって、電池素子20の扁平形状（厚さ）などが変動しにくくなるため、より高い効果を得ることができる。この場合には、正極リード31および負極リード32のそれぞれが電池素子20に接続されている場所以外の場所において矯正テープ60が電池素子20に取り付けられていれば、その矯正テープ60を利用して電池素子20が変形しないように十分に矯正されるため、さらに高い効果を得ることができる。また、固定テープ50と重ならないように矯正テープ60が電池素子20に取り付けられていれば、その固定テープ50を介して外装フィルム10と電池素子20とが互いに接着されやすくなるため、さらに高い効果を得ることができる。

30

【0138】

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。

【0139】

<2. 変形例>

次に、二次電池の変形例に関して説明する。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。

【0140】

[変形例1]

図5では、二次電池が1個の正極リード31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、正極リード31の数は、特に限定されないため、2個以上でもよい。この場合には、正極リード31の個数が増加するにしたがって二次電池（電池素子20）の電気抵抗が低下するため、より高い効果を得ることができる。ただし、二次電池が複数の正極リード31を備えている場合には、領域R1、R3は、最も外側（図5中において最も左側）に配置されている正極リード31の位置を基準として規定される。

40

【0141】

ここで正極リード31に関して説明した変形例1は、負極リード32にも適用可能である。すなわち、負極リード32の数は、2個以上でもよいと共に、二次電池（電池素子2

50

0) の電気抵抗は、負極リード 3 2 の個数が増加すると低下する。二次電池が複数の負極リード 3 2 を備えている場合における領域 R 2, R 3 は、最も外側（図 5 中において最も右側）に配置されている負極リード 3 2 の位置を基準として規定される。

【0142】

〔変形例 2〕

図 5 において、固定テープ 5 0 の長さ L 2 に応じて決定される割合は、特に限定されないため、任意に変更可能である。具体的には、図 5 に対応する図 1 5 および図 1 6 のそれぞれに示したように、割合を変更してもよい。図 1 5 では、割合 = 1 0 0 % であるため、電池素子 2 0 の長さ L 1 = 固定テープ 5 0 の長さ L 2 である。図 1 6 では、割合 = 5 0 % である。

10

【0143】

〔変形例 3〕

図 4 では、正極 2 1 が負極 2 2 よりも巻外側に配置されるように正極 2 1 および負極 2 2 が巻回されており、その最外周の正極 2 1 において正極集電体 2 1 A の巻外側面 F 1 に正極活物質層 2 1 B が設けられておらずに正極集電体 2 1 A の巻外側面 F 1 が露出している。

【0144】

しかしながら、図 4 に対応する図 1 7 に示したように、負極 2 2 が正極 2 1 よりも巻外側に配置されるように正極 2 1 および負極 2 2 が巻回されており、その最外周の負極 2 2 において、負極集電体 2 2 A の巻外側面 F 1 に負極活物質層 2 2 B が設けられておらずに巻外側面 F 1 が露出していると共に、その負極集電体 2 2 A の巻内側面 F 2 に負極活物質層 2 2 B が設けられていてもよい。この場合においても、最外周の正極 2 1 において正極集電体 2 1 A の巻外側面 F 1 に正極活物質層 2 1 B が設けられておらずに巻内側面 F 2 に正極活物質層 2 1 B が設けられている場合と同様の効果を得ることができる。

20

【0145】

すなわち、図 4 に対応する図 1 8 に示したように、最外周の負極 2 2 において巻内側面 F 2 に負極活物質層 2 2 B が設けられていない第 9 比較例の二次電池では、セパレータ 2 3 に対して負極 2 2（負極集電体 2 2 A）が十分に密着されない。これにより、負極 2 2 の巻きずれが発生しやすくなるため、電池素子 2 0 が破損しやすくなる。

【0146】

これに対して、図 1 7 に示したように、最外周の負極 2 2 において巻内側面 F 2 に負極活物質層 2 2 B が設けられている本実施形態の二次電池では、セパレータ 2 3 に対して負極 2 2（負極集電体 2 2 A）が十分に密着される。これにより、負極 2 2 の巻きずれが発生しにくくなるため、電池素子 2 0 が破損しにくくなる。

30

【0147】

〔変形例 4〕

図 5 では、厚さ方向（Z 軸方向）における一方側（図 5 中の手前側、すなわち表側）から二次電池を見た場合において、固定テープ 5 0 が領域 R 3 に配置されておらずに領域 R 1, R 2 のそれぞれに配置されているため、その二次電池が 2 個の固定テープ 5 0 を備えている。すなわち、二次電池は、表側において領域 R 1, R 2 のそれぞれに配置された 2 個の固定テープ 5 0 を備えている。

40

【0148】

しかしながら、ここでは具体的に図示しないが、厚さ方向（Z 軸方向）における他方側（図 5 中の奥側、すなわち裏側）から二次電池を見た場合において、固定テープ 5 0 が領域 R 3 に配置されておらずに領域 R 1, R 2 のそれぞれに配置されているため、その二次電池が 2 個の固定テープ 5 0 を備えていてもよい。すなわち、二次電池は、裏側において領域 R 1, R 2 のそれぞれに配置された 2 個の固定テープ 5 0 を備えていてもよい。この場合においても、同様の効果を得ることができる。

【0149】

もちろん、二次電池は、表側において領域 R 1, R 2 のそれぞれに配置された 2 個の固

50

定テープ 50 と、裏側において領域 R1, R2 のそれぞれに配置された 2 個の固定テープ 50 を備えているため、合計で 4 個の固定テープ 50 を備えていてもよい。この場合には、4 個の固定テープ 50 を介して電池素子 20 が外装フィルム 10 により強固に固定されるため、より高い効果を得ることができる。

【0150】

[変形例 5]

図 5 では、二次電池が固定テープ 50 と共に矯正テープ 60 を備えている。しかしながら、図 5 に対応する図 19 に示したように、二次電池が固定テープ 50 だけを備えているため、その二次電池が矯正テープ 60 を備えていなくてもよい。この場合においても、固定テープ 50 を利用して電池素子 20 が外装フィルム 10 に固定されるため、同様の効果を得ることができる。

10

【0151】

ただし、上記したように、電池素子 20 の扁平形状を維持するためには、図 5 に示したように、二次電池は固定テープ 50 と共に矯正テープ 60 を備えていることが好ましい。

【0152】

[変形例 6]

多孔質膜であるセパレータ 23 を用いた。しかしながら、ここでは具体的に図示しないが、多孔質膜であるセパレータ 23 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。

【0153】

20

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配置された高分子化合物層とを含んでいる。正極 21 および負極 22 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 20 の巻きずれが発生しにくくなるからである。これにより、電解液の分解反応などが発生しても、二次電池が膨れにくくなる。高分子化合物層は、物理的強度に優れていると共に電気化学的に安定である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。

【0154】

なお、多孔質膜および高分子化合物層のうちの一方または双方は、複数の絶縁性粒子のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでもよい。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と共に、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。

30

【0155】

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有機溶剤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。その他、前駆溶液中に多孔質膜を浸漬させてもよい。この場合には、必要に応じて前駆溶液に複数の絶縁性粒子を添加してもよい。

【0156】

40

この積層型のセパレータを用いた場合においても、正極 21 と負極 22 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。

【0157】

[変形例 7]

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。

【0158】

電解質層を用いた電池素子 20 では、セパレータ 23 および電解質層を介して正極 21 および負極 22 が巻回されている。この電解質層は、正極 21 とセパレータ 23 との間に介在していると共に、負極 22 とセパレータ 23 との間に介在している。

50

【0159】

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、その電解質層中では、電解液が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有機溶剤などを含む前駆溶液を調製したのち、正極21および負極22のそれぞれの片面または両面に前駆溶液を塗布する。

【0160】

この電解質層を用いた場合においても、正極21と負極22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。

10

【0161】

<3. 二次電池の用途>

次に、上記した二次電池の用途（適用例）に関して説明する。

【0162】

二次電池の用途は、主に、駆動用の電源または電力蓄積用の電力貯蔵源などとして二次電池を利用可能である機械、機器、器具、装置およびシステム（複数の機器などの集合体）などであれば、特に限定されない。電源として用いられる二次電池は、主電源でもよいし、補助電源でもよい。主電源とは、他の電源の有無に関係なく、優先的に用いられる電源である。補助電源は、主電源の代わりに用いられる電源でもよいし、必要に応じて主電源から切り替えられる電源でもよい。二次電池を補助電源として用いる場合には、主電源の種類は二次電池に限られない。

20

【0163】

二次電池の用途の具体例は、以下の通りである。ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、携帯電話機、ノート型パソコン、コードレス電話機、ヘッドホンステレオ、携帯用ラジオ、携帯用テレビおよび携帯用情報端末などの電子機器（携帯用電子機器を含む。）である。電気シェーバなどの携帯用生活器具である。バックアップ電源およびメモリーカードなどの記憶用装置である。電動ドリルおよび電動鋸などの電動工具である。着脱可能な電源としてノート型パソコンなどに搭載される電池パックである。ペースメーカーおよび補聴器などの医療用電子機器である。電気自動車（ハイブリッド自動車を含む。）などの電動車両である。非常時などに備えて電力を蓄積しておく家庭用バッテリーシステムなどの電力貯蔵システムである。これらの用途では、1個の二次電池が用いられてもよいし、複数個の二次電池が用いられてもよい。

30

【0164】

中でも、電池パックは、電動車両、電力貯蔵システムおよび電動工具などの比較的大型の機器などに適用されることが有効である。電池パックは、単電池を用いてもよいし、組電池を用いてもよい。電動車両は、二次電池を駆動用電源として作動（走行）する車両であり、上記したように、二次電池以外の駆動源を併せて備えた自動車（ハイブリッド自動車など）でもよい。電力貯蔵システムは、二次電池を電力貯蔵源として用いるシステムである。家庭用の電力貯蔵システムでは、電力貯蔵源である二次電池に電力が蓄積されているため、その電力を利用して家庭用の電気製品などを使用可能である。

40

【0165】

ここで、二次電池の適用例の一例に関して具体的に説明する。以下で説明する適用例の構成は、あくまで一例であるため、適宜、変更可能である。

【0166】

図20は、電池パックのブロック構成を表している。ここで説明する電池パックは、1個の二次電池を用いた簡易型の電池パック（いわゆるソフトパック）であり、スマートフォンに代表される電子機器などに搭載される。

【0167】

この電池パックは、図20に示したように、電源71と、回路基板72とを備えている。この回路基板72は、電源71に接続されていると共に、正極端子73、負極端子74

50

および温度検出端子 7 5（いわゆる T 端子）を含んでいる。

【0168】

電源 7 1 は、1 個の二次電池を含んでいる。この二次電池では、正極リードが正極端子 7 3 に接続されていると共に、負極リードが負極端子 7 4 に接続されている。この電源 7 1 は、正極端子 7 3 および負極端子 7 4 を介して外部と接続可能であるため、その正極端子 7 3 および負極端子 7 4 を介して充放電可能である。回路基板 7 2 は、制御部 7 6 と、スイッチ 7 7 と、熱感抵抗素子（Positive Temperature Coefficient（PTC）素子）7 8 と、温度検出部 7 9 とを含んでいる。ただし、PTC 素子 7 8 は省略されてもよい。

【0169】

制御部 7 6 は、中央演算処理装置（CPU：Central Processing Unit）およびメモリなどを含んでおり、電池パック全体の動作を制御する。この制御部 7 6 は、必要に応じて電源 7 1 の使用状態の検出および制御を行う。

【0170】

なお、制御部 7 6 は、電源 7 1（二次電池）の電圧が過充電検出電圧または過放電検出電圧に到達すると、スイッチ 7 7 を切断することにより、電源 7 1 の電流経路に充電電流が流れないようにする。また、制御部 7 6 は、充電時または放電時において大電流が流れると、スイッチ 7 7 を切断することにより、充電電流を遮断する。過充電検出電圧および過放電検出電圧は、特に限定されない。一例を挙げると、過充電検出電圧は、 $4.2\text{ V} \pm 0.05\text{ V}$ であると共に、過放電検出電圧は、 $2.4\text{ V} \pm 0.1\text{ V}$ である。

【0171】

スイッチ 7 7 は、充電制御スイッチ、放電制御スイッチ、充電用ダイオードおよび放電用ダイオードなどを含んでおり、制御部 7 6 の指示に応じて電源 7 1 と外部機器との接続の有無を切り換える。このスイッチ 7 7 は、金属酸化物半導体を用いた電界効果トランジスタ（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor（MOSFET））などを含んでおり、充放電電流は、スイッチ 7 7 の ON 抵抗に基づいて検出される。

【0172】

温度検出部 7 9 は、サーミスタなどの温度検出素子を含んでおり、温度検出端子 7 5 を用いて電源 7 1 の温度を測定すると共に、その温度の測定結果を制御部 7 6 に出力する。温度検出部 7 9 により測定される温度の測定結果は、異常発熱時において制御部 7 6 が充放電制御を行う場合および残容量の算出時において制御部 7 6 が補正処理を行う場合などに用いられる。

【実施例】

【0173】

本技術の実施例に関して説明する。

【0174】

（実験例 1～6 および比較例 1～9）

二次電池を作製したのち、その二次電池の諸特性を評価した。

【0175】

【二次電池の作製】

以下で説明する手順により、図 1～図 7 などに示したラミネートフィルム型の二次電池（リチウムイオン二次電池）を作製した。

【0176】

（正極の作製）

最初に、正極活物質（ LiCoO_2 ）91 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 質量部とを混合することにより、正極合剤とした。続いて、有機溶剤（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（厚さ = $12\text{ }\mu\text{m}$ である帯状のアルミニウム箔）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

10

20

30

40

50

Bを圧縮成型した。これにより、正極集電体21Aの両面に正極活物質層21Bが形成されたため、正極21が作製された。

【0177】

正極21を作製する場合には、後工程において電池素子20（巻回体）を作製する際に正極21が最外周に配置されるか否かに応じて、正極活物質層21Bの形成範囲を調整した。具体的には、正極21が最外周に配置される場合には、その最外周の正極21において正極集電体21Aの巻外側面F1に正極活物質層21Bを形成せずに巻内側面F2だけに正極活物質層21Bを形成した。また、正極21が最外周に配置されない場合には、その最外周の正極21において正極集電体21Aの巻外側面F1および巻内側面F2のそれぞれに正極活物質層21Bを形成した。

10

【0178】

表1中の「最外周」の欄には、最外周に配置される構成要素の種類（正極21、負極22またはセパレータ23）を示している。また、「活物質層（巻外側）」の欄には、最外周に配置されている電極において巻外側（巻外側面F1）に活物質層が形成されているか否かを示していると共に、「活物質層（巻内側）」の欄には、最外周に配置されている電極において巻内側（巻内側面F2）に活物質層が形成されているか否かを示している。この「活物質層」とは、最外周に配置される電極が正極21である場合には正極活物質層21Bであると共に、最外周に配置される電極が負極22である場合には負極活物質層22Bである。

【0179】

20

（負極の作製）

最初に、負極活物質（人造黒鉛）93質量部と、負極結着剤（スチレンブタジエンゴム）1.5質量部と、負極導電剤（黒鉛）4質量部と、増粘剤（カルボキシメチルセルロースナトリウム）1.5質量部とを混合することにより、負極合剤とした。続いて、水性溶媒（純水）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22A（厚さ＝6μmである帯状の銅箔）の両面に負極合剤スラリーを塗布したのち、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22B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22Bを圧縮成型した。これにより、負極集電体22Aの両面に負極活物質層22Bが形成されたため、負極22が作製された。

30

【0180】

負極22を作製する場合には、後工程において電池素子20（巻回体）を作製する際に負極22が最外周に配置されるか否かに応じて、負極活物質層22Bの形成範囲を調整した。具体的には、負極22が最外周に配置される場合には、その最外周の負極22において負極集電体22Aの巻外側面F1に負極活物質層22Bを形成せずに巻内側面F2だけに負極活物質層22Bを形成した。また、負極22が最外周に配置されない場合には、その最外周の負極22において負極集電体22Aの巻外側面F1および巻内側面F2のそれぞれに負極活物質層22Bを形成した。

【0181】

表1中において「最外周」、「活物質層（巻外側）」および「活物質層（巻内側）」のそれぞれの欄に示されている事項に関する詳細は、上記した通りである。

40

【0182】

（電解液の調製）

溶媒（炭酸エチレン、炭酸プロピレン、プロピオン酸プロピルおよびプロピオン酸エチル）に電解質塩（六フッ化リン酸リチウム（LiPF₆））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：炭酸プロピレン：プロピオン酸プロピル：プロピオン酸エチル＝20：10：60：10としたと共に、電解質塩の含有量を溶媒に対して1mol/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。

【0183】

50

(二次電池の組み立て)

最初に、導出方向D2に延在するように、アルミニウム製の正極リード31を正極21（正極集電体21A）に溶接したと共に、導出方向D2に延在するように、ニッケル製の負極リード32を負極22（負極集電体22A）に溶接した。

【0184】

続いて、セパレータ23（厚さ＝15 μmである微多孔性ポリエチレンフィルム）を介して正極21および負極22を互いに積層させたのち、巻回軸Pを中心として正極21、負極22およびセパレータ23を巻回方向D1に巻回させることにより、巻回体を作製した。この場合には、表1に示したように、巻回体の最外周に配置される構成要素を調整し、より具体的には、正極21および負極22のうちのいずれかが最外周に配置されるように正極21、負極22およびセパレータ23を巻回させた。続いて、プレス機を用いて巻回体をプレスすることにより、扁平形状となるように巻回体を成型した。

【0185】

続いて、巻回体に固定テープ50を取り付けた。この場合には、固定テープ50の取り付け時の構成が表1中（実施例1～6）の「構成」の欄に示されている構成となるようにした。ここでは、表1に示したように、固定テープ50として配向ポリスチレンテープ（OPS）およびホットメルトテープ（HM）を用いた。また、電池素子20の長さL1を固定する一方で、固定テープ50の長さL2を変更することにより、割合（%）を調整した。

【0186】

配向ポリスチレンテープとしては、配向ポリスチレンを含む基材層と、接着層（厚さ＝5 μmであるゴム系接着層）とが互いに積層されたテープ（厚さ＝56 μm）を用いた。この配向ポリスチレンを含む基材層は、接着層から遠い側から順に、配向ポリスチレン層（厚さ＝40 μm）と、ゴム系接着層（厚さ＝5 μm）と、PET層（厚さ＝6 μm）とが互いに積層されている。この固定テープ50（配向ポリスチレンテープ）を巻回体に取り付ける場合には、配向ポリスチレンを含む基材層を巻回体に対向させた。この場合には、固定テープ50が接着層を介して外装フィルム10に接着された。

【0187】

ホットメルトテープとしては、ホットメルト接着層（厚さ＝68 μmであるスチレンーイソプレンースチレンブロック共重合体（SIS）層）と、基材層（厚さ＝12 μmであるPET層）とがこの順に積層されたテープ（厚さ＝80 μm）を用いた。この固定テープ50（ホットメルトテープ）を巻回体に取り付ける場合には、ホットメルト接着層を巻回体に対向させた。後工程において固定テープ50（ホットメルトテープ）が加熱および加圧された際には、ホットメルト接着層の一部が固定テープ50の周囲にはみ出すため、そのはみ出したホット接着層を介して固定テープ50が外装フィルム10などに接着される。

【0188】

表1中の「矯正テープ（有無）」の欄には、巻回体に対する矯正テープ60の取り付けの有無を示している。ここでは、巻回体に矯正テープ60を取り付けた他、比較のために巻回体に矯正テープ60を取り付けなかった。

【0189】

続いて、一端部（開口部）が開放されている袋状の外装フィルム10を用いて、その開口部から外装フィルム10の内部に巻回体を収容したのち、その開口部から外装フィルム10の内部に電解液を注入した。外装フィルム10としては、融着層（厚さ＝30 μmであるポリプロピレンフィルム）と、金属層（厚さ＝40 μmであるアルミニウム箔）と、表面保護層（厚さ＝25 μmであるナイロンフィルム）とが内側からこの順に積層されたアルミラミネートフィルムを用いた。

【0190】

続いて、正極リード31および負極リード32のそれぞれが外装フィルム10から外部に導出されるように、開口部において互いに対向している外装フィルム10（融着層）同

10

20

30

40

50

士を互いに熱融着した。この場合には、外装フィルム 10 と正極リード 31 との間に封止フィルム 41（厚さ＝5 μm であるポリプロピレンフィルム）を挿入すると共に、外装フィルム 10 と負極リード 32 との間に封止フィルム 42（厚さ＝5 μm であるポリプロピレンフィルム）を挿入した。これにより、巻回体に電解液が含浸されたため、巻回電極体である電池素子 20 が作製されたと共に、外装フィルム 10 が封止されたため、その外装フィルム 10 の内部に電池素子 20 が封入された。

【0191】

最後に、加熱式のプレス機を用いて、固定テープ 50 の設置場所において二次電池を加熱しながら加圧した。加熱時の温度および加圧時の圧力などの各種条件は、固定テープ 50 が接着性を発揮できる温度および圧力となるように調整した。これにより、固定テープ 50 が電池素子 20 などに接着されたため、その固定テープ 50 を介して外装フィルム 10 および電池素子 20 が互いに接着された。よって、電池素子 20 が固定テープ 50 を介して外装フィルム 10 に固定されたため、二次電池が組み立てられた。

【0192】

（二次電池の安定化）

常温環境中（温度＝23℃）において二次電池を 1 サイクル充放電させた。充電時には、0.1C の電流で電圧が 4.45V に到達するまで定電流充電したのち、その 4.45V の電圧で電流が 0.05C に到達するまで定電圧充電した。放電時には、0.1C の電流で電圧が 3.0V に到達するまで定電流放電した。0.1C 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、0.05C とは、電池容量を 20 時間で放電しきる電流値である。

【0193】

これにより、負極 22 などの表面に被膜が形成されたため、二次電池の状態が安定化した。よって、ラミネートフィルム型の二次電池が完成した。

【0194】

〔比較用の二次電池の作製〕

なお、比較のために、以下の一連の二次電池も作製した。固定テープ 50 の取り付け時の構成が表 1 中（比較例 1～4，6）の「構成」の欄に示されている構成になるようなことを除いて同様の手順により、二次電池を作製した。巻回体に固定テープ 50 を取り付けなかったことを除いて同様の手順により、二次電池を作製した（比較例 5）。最外周の正極 21（または負極 22）において巻内側面 F2 に正極活物質層 21B（または負極活物質層 22B）が形成されないようにしたことを除いて同様の手順により、二次電池を作製した（比較例 7，9）。セパレータ 23 が最外周に配置されるように電池素子 20 を作製したことを除いて同様の手順により、二次電池を作製した（比較例 8）。

【0195】

〔諸特性の評価〕

二次電池の諸特性（寸法特性、落下耐久特性および温度特性）を評価したところ、表 1 に示した結果が得られた。

【0196】

（寸法特性）

寸法特性を評価する場合には、常温環境中において二次電池を充電させたのち、厚さ測定器（株式会社テクロック製の定圧厚さ測定器 PG-02J）を用いて二次電池の厚さ（初期厚さ（mm））を測定した。充電条件は、上記した二次電池の安定化時における充電条件と同様にした。この初期厚さは、満充電状態の二次電池の最大厚さである。

【0197】

（落下耐久特性）

落下耐久特性を評価する場合には、二次電池を用いて落下試験を 100 回実施したのち、その二次電池の状態を確認する作業を繰り返すことにより、その二次電池が破損せずに正常に維持される落下回数の最大値（耐久回数（回））を調べた。この場合には、自然落下試験－方法 2（繰り返し）の落下高さを 0.5m に変更したことを除いて、JIS 6

10

20

30

40

50

0068-2-31:2013 (環境試験方法-電気・電子-第2-31部:落下試験及び転倒試験方法)に準拠して落下試験を行った。二次電池の状態を確認する場合には、外装フィルム10の内部において二次電池が激しく動いたことに起因して充放電が不能になった場合、二次電池の1kHzインピーダンスが著しく上昇した場合、外装フィルム10が破損した場合、二次電池が短絡した場合のうちのいずれかにおいて、その二次電池が破損したと判定した。

【0198】

(温度特性)

温度特性を評価する場合には、常温環境中(温度=23℃±3℃)において、二次電池を充放電させると共に、放電時において二次電池(外装フィルム10)のほぼ中央部の温度を測定することにより、その温度の最高値(最高温度(℃))を測定した。充放電条件は、放電時の電流値を0.1Cから2Cに変更したことを除いて、二次電池の安定化処理時の充放電条件と同様にした。2Cとは、電池容量を0.5時間で放電しきる電流値である。

【0199】

10

20

30

40

50

【表 1】

表 1

実験例	固定テープ					矯正 テープ	電池素子			初期 厚さ (mm)	耐久 回数 (回)	最高 温度 (℃)
	構成	有無	設置場所	種類	割合 (%)		最外周	活物質層				
								巻外側	巻内側			
実施例 1	図 5	あり	R1 + R2	OPS	90	あり	正極	なし	あり	3.748	3100	38.4
実施例 2	図 15	あり	R1 + R2	OPS	100	あり	正極	なし	あり	3.753	3200	38.6
実施例 3	図 16	あり	R1 + R2	OPS	50	あり	正極	なし	あり	3.747	2700	38.2
実施例 4	図 5	あり	R1 + R2	HM	90	あり	正極	なし	あり	3.759	3000	38.5
実施例 5	図 17	あり	R1 + R2	OPS	90	あり	負極	なし	あり	3.788	2800	38.3
実施例 6	図 19	あり	R1 + R2	OPS	90	なし	正極	なし	あり	3.751	2700	38.2
比較例 1	図 8	あり	R3	OPS	70	あり	正極	なし	あり	3.750	1700	38.5
比較例 2	図 9	あり	R1 ~ R3	OPS	45	あり	正極	なし	あり	3.750	1600	38.8
比較例 3	図 10	あり	(R1 ~ R3) × 2	OPS	20	あり	正極	なし	あり	3.823	1500	38.3
比較例 4	図 11	あり	R1 ~ R3	OPS	70	あり	正極	なし	あり	3.831	2700	41.3
比較例 5	図 12	なし	—	—	—	あり	正極	なし	あり	3.730	700	38.0
比較例 6	図 13	あり	R1 + R2	OPS	30	あり	正極	なし	あり	3.754	1500	38.2
比較例 7	図 14	あり	R1 + R2	OPS	90	あり	正極	なし	なし	3.791	1100	37.9
比較例 8	—	あり	R1 + R2	OPS	90	あり	セパレータ	なし	あり	3.794	900	38.1
比較例 9	図 18	あり	R1 + R2	OPS	90	あり	負極	なし	なし	3.832	1000	37.8

【0200】

【考察】

表 1 に示したように、二次電池の寸法特性、落下耐久特性および温度特性のそれぞれは、その二次電池の構成に応じて変動した。

【0201】

具体的には、固定テープ 50 が領域 R1～R3 のうちのいずれにも配置されていない場合（比較例 5）には、初期厚さが増加しなかったと共に最高温度も低下したが、耐久回数が大幅に減少した。

【0202】

10

20

30

40

50

また、固定テープ 50 が領域 R 3 だけに配置されている場合（比較例 1）および固定テープ 50 が領域 R 3 だけでなく領域 R 1，R 2 のそれぞれまで配置されている場合（比較例 2～4）には、初期厚さが増加するか、耐久回数が減少するか、最高温度が上昇した。特に、固定テープ 50 の面積が大きい場合（比較例 4）には、耐久回数が増加したものの、初期厚さが増加したと共に最高温度も上昇した。

【0203】

また、割合が 50%未満である場合（比較例 6）には、初期厚さが増加しなかったと共に最高温度も低下したが、耐久回数が大幅に減少した。

【0204】

また、最外周の正極 21 において巻内側面 F 2 に正極活物質層 21B が設けられていない場合（比較例 7）には、初期厚さが増加しなかったと共に最高温度も低下したが、耐久回数が大幅に減少した。しかも、最外周の負極 22 において巻内側面 F 2 に負極活物質層 22B が設けられていない場合（比較例 9）には、最高温度が低下したものの、初期厚さが増加したと共に耐久回数も減少した。

【0205】

さらに、電池素子 20 において最外周にセパレータ 23 が配置されている場合（比較例 8）には、初期厚さが増加しなかったと共に最高温度も低下したが、耐久回数が大幅に減少した。

【0206】

これに対して、固定テープ 50 が領域 R 3 に配置されておらずに領域 R 1，R 2 のそれぞれに配置されており、割合が 50%～100%であり、最外周の正極 21（または負極 22）において巻内側面 F 2 に正極活物質層 21B（または負極活物質層 22B）が設けられている場合（実施例 1～6）には、初期厚さが増加せずに、耐久回数が増加したと共に最高温度も低下した。

【0207】

この場合には、特に、以下で説明する傾向が得られた。固定テープ 50 の種類（配向ポリスチレンテープおよびホットメルトテープ）に依存せずに、良好な結果が得られた。また、矯正テープ 60 を用いた場合には、その矯正テープ 60 を用いなかった場合と比較して、耐久回数がより増加した。

【0208】

【まとめ】

表 1 に示した結果から、可撓性の外装フィルム 10 の内部に扁平状の電池素子 20 が収納されており、領域 R 3 に配置されておらずに領域 R 1，R 2 のそれぞれに配置されている固定テープ 50 が外装フィルム 10 および電池素子 20 のそれぞれに接着されており、電池素子 20 の長さ L 1 に対する固定テープ 50 の長さ L 2 の割合が 50%～100%であり、最外周の正極 21（または負極 22）において巻外側面 F 1 に正極活物質層 21B（または負極活物質層 22B）が設けられておらずに巻内側面 F 2 に正極活物質層 21B（または負極活物質層 22B）が設けられていると、初期厚さが増加せずに、耐久回数が増加したと共に最高温度が低下した。よって、二次電池において、単位体積当たりのエネルギー密度が担保されながら、優れた物理的耐久性が得られたと共に優れた安全性も得られた。

【0209】

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。

【0210】

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、特に限定されないため、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。

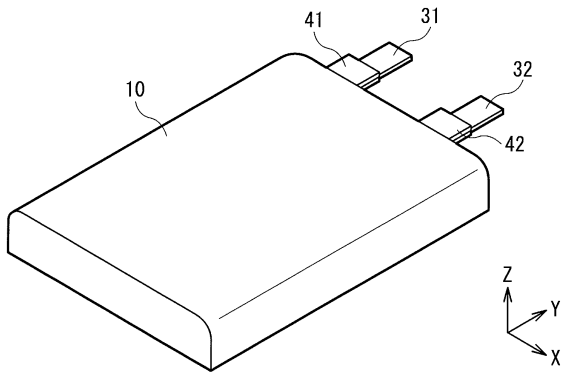
【 0 2 1 1 】

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。

【図面】

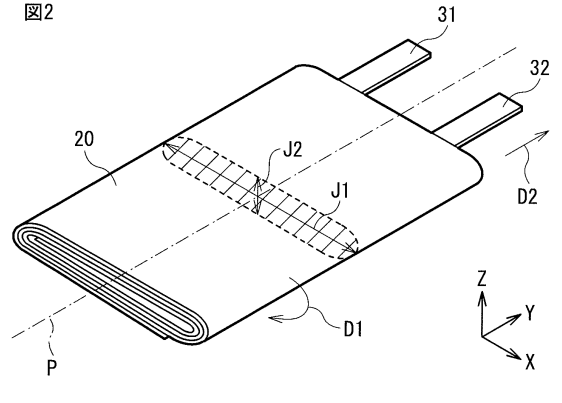
【図 1】

図1



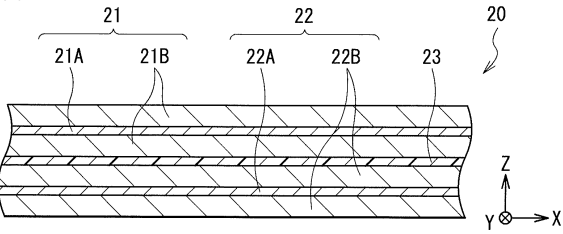
【図 2】

図2



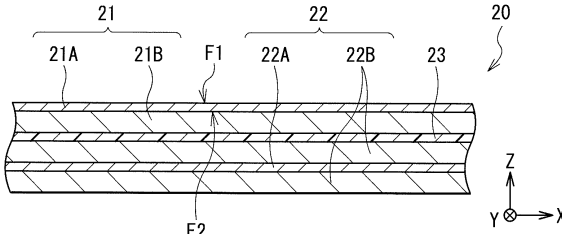
【図 3】

図3



【図 4】

図4



10

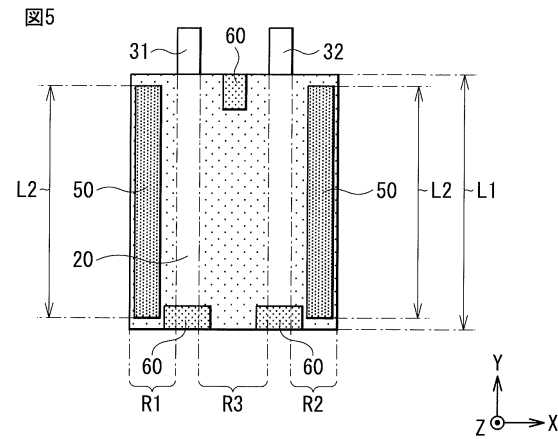
20

30

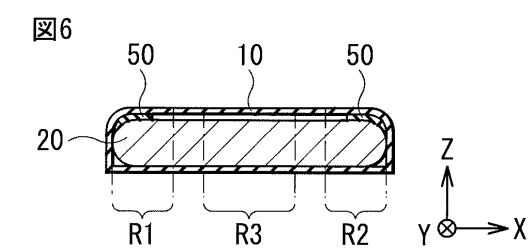
40

50

【図 5】

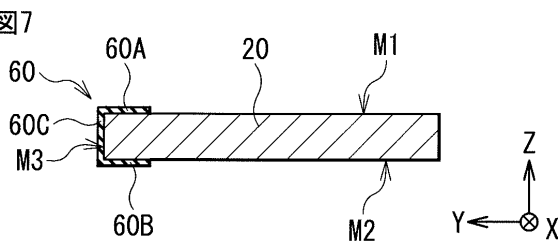


【図 6】

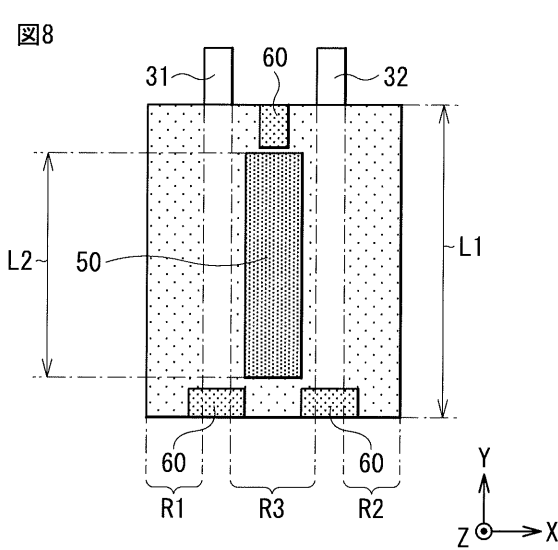


10

【図 7】



【図 8】



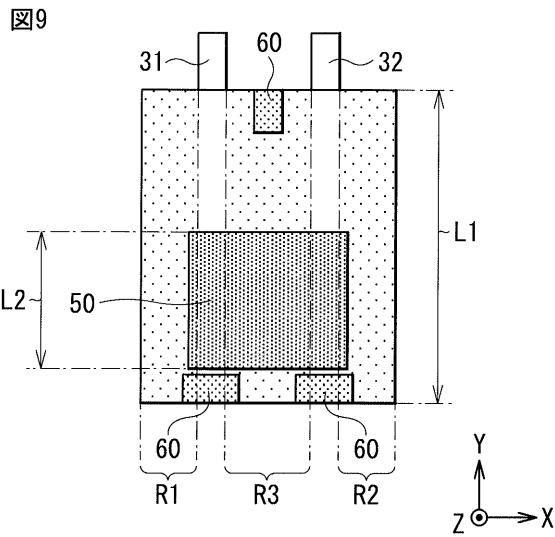
20

30

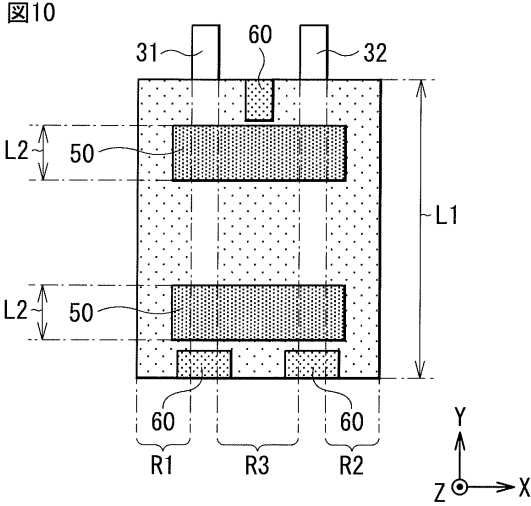
40

50

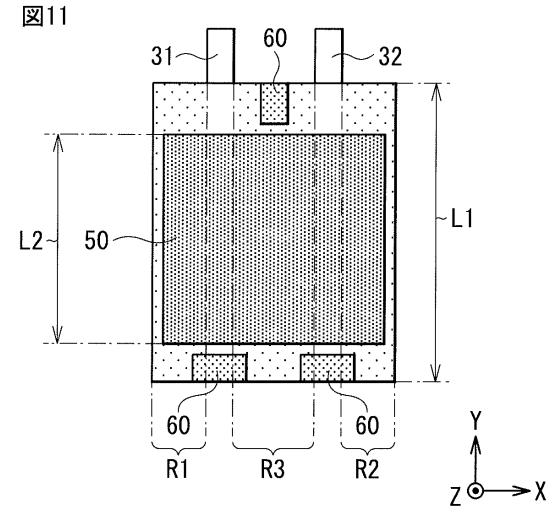
【図 9】



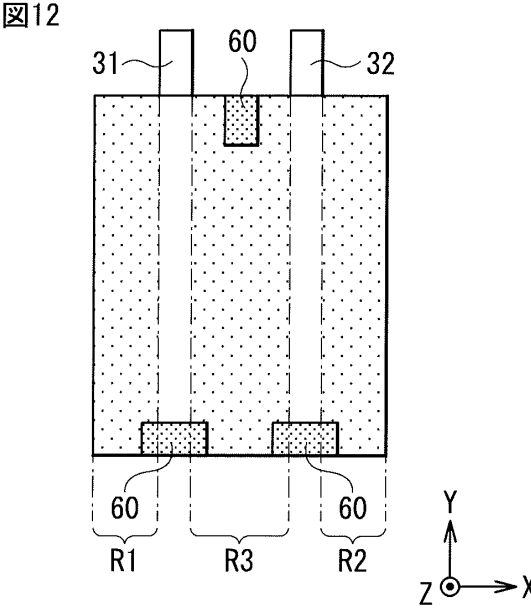
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

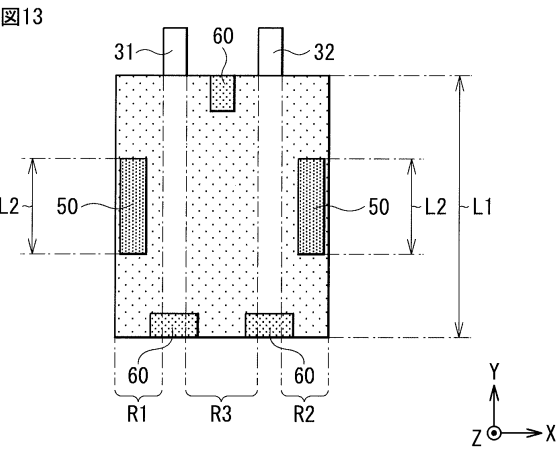
20

30

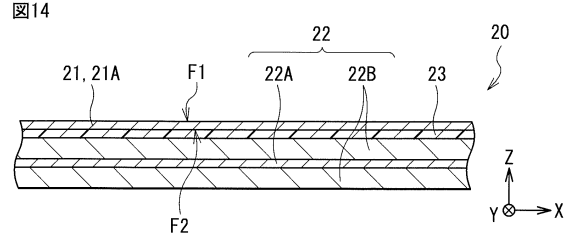
40

50

【図 1 3】

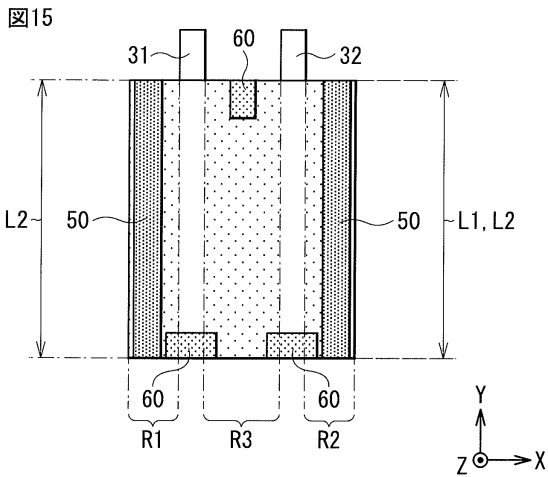


【図 1 4】

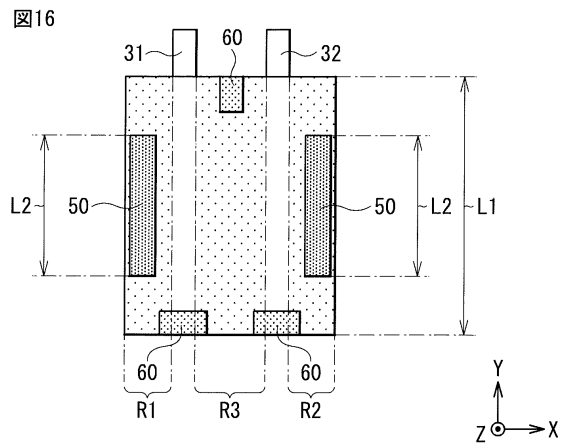


10

【図 1 5】



【図 1 6】



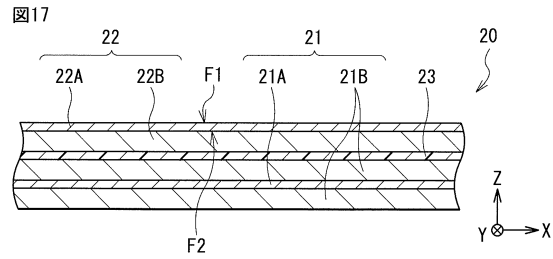
20

30

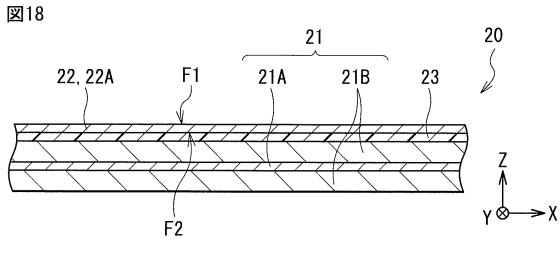
40

50

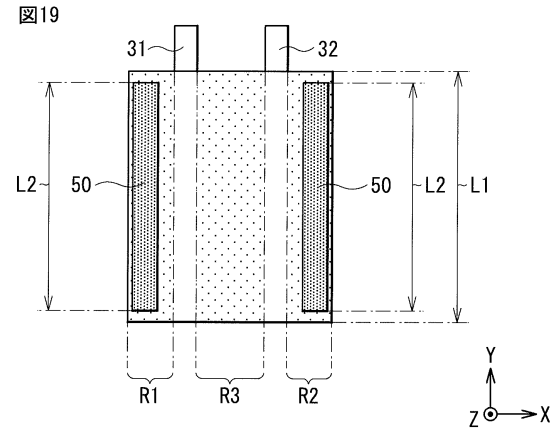
【図 1 7】



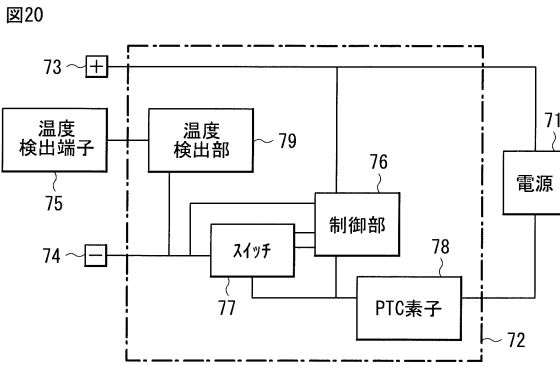
【図 1 8】



【図 1 9】



【図 2 0】



10

20

30

40

50

(51) 國際特許分類

FI

H O 1 M 50/489(2021.01)

H O 1 M

50/489

(56)参考文献 特開2016-170966 (JP, A)

特開 2019-207750 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H01M 10/0587

H01M 10/04

H01M 10/052

H01M 50/40