

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第1区分

【発行日】令和7年6月5日(2025.6.5)

【国際公開番号】WO2024/090282

【出願番号】特願2024-552984(P2024-552984)

【国際特許分類】

H 0 1 M 10/0587(2010.01)

H 0 1 M 10/052(2010.01)

H 0 1 M 10/04(2006.01)

H 0 1 M 50/533(2021.01)

H 0 1 M 50/586(2021.01)

H 0 1 M 50/595(2021.01)

10

【F I】

H 0 1 M 10/0587

H 0 1 M 10/052

H 0 1 M 10/04 W

H 0 1 M 50/533

H 0 1 M 50/586

H 0 1 M 50/595

20

【手続補正書】

【提出日】令和7年3月19日(2025.3.19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

本開示の一実施形態の二次電池は、電極巻回体と、第1テープと、第2テープと、第3テープと、第1電極集電板と、第2電極集電板とを備える。電極巻回体は、第1電極と第1セパレータと第2電極と第2セパレータとを順に含む積層体が第1方向に延びる中心軸を中心に巻回されてなり、第1方向に互いに対向する第1端面および第2端面と、第1端面と第2端面とを繋ぐ側面とを有する。第1テープは、電極巻回体の側面のうち、第1端面側の第1側面部分を覆う。第2テープは、電極巻回体の側面のうち、第2端面側の第2側面部分を覆う。第3テープは、電極巻回体の側面のうち第1側面部分と第2側面部分との間の第3側面部分を覆う。第1電極集電板は、電極巻回体のうちの第1端面と対向しつつ第1電極と接続されている。第2電極集電板は、電極巻回体のうちの第2端面と対向しつつ第2電極と接続されている。ここで、第1テープの伸び率および第2テープの伸び率の双方よりも第3テープの伸び率が大きい。

30

40

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

本開示の一実施形態の二次電池によれば、電極巻回体の側面のうち、第1側面部分と第2側面部分との間の第3側面部分を覆う第3テープの伸び率が、第1テープの伸び率および第2テープの伸び率の双方よりも大きい。このため、充放電を実施した場合に電極巻回体における第1電極と第2電極との間隔が大きく変動するのを回避できる。したがって、

50

電極巻回体における電流密度のばらつきが抑えられ、充放電に伴う局所的な電流の集中や金属リチウムの析出などが発生するのを防ぐことができる。その結果、サイクル特性などの電池性能の劣化を効果的に抑制することができ、動作信頼性を向上させることができる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

以下、本開示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。

0. 経緯

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. 応用例

2-1. 電池パック

2-2. 蓄電システム

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

(電極巻回体 20)

電極巻回体 20 は、充放電反応を進行させる発電素子であり、外装缶 11 の内部に収納されている。電極巻回体 20 は、正極 21 と、負極 22 と、セパレータ 23 と、液状の電解質である電解液とを含んでいる。電極巻回体 20 は、帯状の正極 21 と帯状の負極 22 とがセパレータ 23 を挟んで渦巻き状に巻回されて電解液に含浸された状態で、外装缶 11 の内部に収まっている。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

負極 22 は、負極集電体 22A に負極活物質層 22B が被覆されている負極被覆部 221 と、負極集電体 22A が負極活物質層 22B に覆われずに露出している負極露出部 222 とを有している。図 5A に示したように、負極被覆部 221 および負極露出部 222 は、それぞれ、負極 22 の長手方向である L 軸方向に沿って延在している。負極露出部 222 は、電極巻回体 20 の巻回方向において、負極 22 の中心軸側端縁 22E1 から外周側端縁 22E2 に至るまで延在している。これに対し、負極被覆部 221 は、負極 22 の中心軸側端縁 22E1 および外周側端縁 22E2 には設けられていない。図 5A に示したように、負極露出部 222 の一部は、負極 22 の長手方向である L 軸方向において負極被覆部 221 を挟むように形成されている。具体的には、負極露出部 222 は、第 1 部分 222A と、第 2 部分 222B と、第 3 部分 222C とを含む。また、負極 22 は、電極巻回体 20 の下部側において L 軸方向に延在する下部端縁 22E3 をさらに有している。第 1

10

20

30

40

50

部分 2 2 2 A は、負極被覆部 2 2 1 と W 軸方向に隣り合うように設けられ、負極 2 2 の中心軸側端縁 2 2 E 1 から外周側端縁 2 2 E 2 に至るまで L 軸方向に延在している。第 2 部分 2 2 2 B および第 3 部分 2 2 2 C は、L 軸方向において負極被覆部 2 2 1 を挟むように設けられている。第 1 部分 2 2 2 A は、負極 2 2 の下部端縁 2 2 E 3 の近傍に位置する。第 2 部分 2 2 2 B は、例えば負極 2 2 の外周側端縁 2 2 E 2 の近傍に位置し、第 3 部分 2 2 2 C は、負極 2 2 の中心軸側端縁 2 2 E 1 の近傍に位置する。なお、図 5 A および図 5 B では、模式的に W 軸方向に沿って直線状に伸びた状態の負極集電体 2 2 A を記載している。しかしながら実際には、負極露出部 2 2 2 のうちの負極縁部 2 2 2 E は、図 1 に示したように中心軸 C L に向かって折り曲げられており、負極集電板 2 5 と接続されている。負極 2 2 の詳細の構成については後述する。

10

【手続補正 6】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0 0 4 0**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0 0 4 0】**

二次電池 1 では、図 2 B に示したように、正極露出部 2 1 2 の幅を A とし、負極露出部 2 2 2 の第 1 部分 2 2 2 A の幅を B としたとき、 $A > B$ であることが好ましい。例えば幅 $A = 7$ (mm) であるとき、幅 $B = 4$ (mm) である。また、正極露出部 2 1 2 のうち、セパレータ 2 3 の幅方向の外縁から突出した部分の幅を C とし、負極露出部 2 2 2 の第 1 部分 2 2 2 A のうち、セパレータ 2 3 の幅方向の反対側の外縁から突出した部分の幅を D としたとき、 $C > D$ であることが好ましい。例えば幅 $C = 4.5$ (mm) であるとき、幅 $D = 3$ (mm) である。

20

【手続補正 7】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0 0 4 4**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0 0 4 4】**

(絶縁テープ 5 3 , 5 4)

30

二次電池 1 は、外装缶 1 1 と電極巻回体 2 0 との隙間に絶縁テープ 5 3 , 5 4 をさらに有している。上部端面 4 1 および下部端面 4 2 に集まっている正極露出部 2 1 2 および負極露出部 2 2 2 は剥き出しの金属箔などの導電体である。このため、正極露出部 2 1 2 および負極露出部 2 2 2 と外装缶 1 1 とが近接していると、外装缶 1 1 を介して正極 2 1 と負極 2 2 との短絡が発生する可能性がある。また、上部端面 4 1 にある正極集電板 2 4 と外装缶 1 1 とが近接したときに正極集電板 2 4 と外装缶 1 1 との短絡が発生する可能性もある。それらの短絡を回避するため、絶縁部材としての絶縁テープ 5 3 , 5 4 が設けられている。絶縁テープ 5 3 , 5 4 は、例えば、基材層の材質がポリプロピレン (PP)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリイミド (PI)、または熱可塑性ポリウレタン (TPU) のうちいずれかで構成され、基材層の一面に粘着層を有している粘着テープである。絶縁テープ 5 3 , 5 4 の設置により電極巻回体 2 0 の容積を減らさないために、絶縁テープ 5 3 , 5 4 は側面 4 5 に貼付された固定テープ 4 6 と重ならないように配置され、絶縁テープ 5 3 , 5 4 の厚さは固定テープ 4 6 の厚さ以下に設定されている。固定テープ 4 6 は、例えば基材層の一面に粘着層を有している粘着テープである。固定テープ 4 6 の基材層の構成材料としては、例えばポリプロピレン (PP)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリイミド (PI)、および熱可塑性ポリウレタン (TPU) を用いることができる。固定テープ 4 6 の構成材料は、絶縁テープ 5 3 の構成材料および絶縁テープ 5 4 の構成材料のいずれとも異なってもよい。また、絶縁テープ 5 3 の伸び率および絶縁テープ 5 4 の伸び率の双方よりも、固定テープ 4 6 の伸び率が大きいとよい。なお、固定テープ 4 6、絶縁テープ 5 3 および絶縁テープ 5 4 の基材層としては、例え

40

50

ば10%～80%の伸び率を有するPPテープ、80%～100%の伸び率を有するPIテープ、100%～200%の伸び率を有するPTFEテープ、および200%～400%の伸び率を有するTPUテープを用いることができる。但し、固定テープ46、絶縁テープ53および絶縁テープ54の基材層の材料種は上記に限定されず、他の材料種を用いてもよい。また、基材層の伸び率についても上記範囲に限定されるものではなく、上記範囲以外の伸び率を有する基材層を用いてもよい。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

(正極集電板24および負極集電板25)

通常のリチウムイオン二次電池では例えば、正極と負極との1か所ずつに電流取り出し用のリードが溶接されている。しかしながら、これではリチウムイオン二次電池の内部抵抗が大きく、放電時にリチウムイオン二次電池が発熱し高温になるため、ハイレート放電には適さない。そこで、本実施の形態の二次電池1では、上部端面41と対向するように正極集電板24を配置すると共に下部端面42と対向するように負極集電板25を配置し、上部端面41に存在する正極露出部212と正極集電板24とを多点で溶接すると共に下部端面42に存在する負極露出部222と負極集電板25とを多点で溶接するようにしている。こうすることで、二次電池1の内部抵抗を低下させるようにしている。上部端面41および下部端面42が上述したように平坦面となっていることも低抵抗化に寄与している。正極集電板24は、例えば、安全弁機構30を介して電池蓋14と電気的に接続されている。負極集電板25は、例えば外装缶11と電気的に接続されている。図6Aは、正極集電板24の一構成例を表す模式図である。図6Bは、負極集電板25の一構成例を表す模式図である。正極集電板24は、例えばアルミニウムもしくはアルミニウム合金の単体、またはそれらの複合材により構成される金属板である。負極集電板25は、例えばニッケル、ニッケル合金、銅、もしくは銅合金の単体、またはそれらのうちの2種以上の複合材により構成される金属板である。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

特に、セパレータ23は、例えば、上記した基材としての多孔膜と、その基材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てもよい。正極21および負極22のそれぞれに対するセパレータ23の密着性が向上するため、電極巻回体20の歪み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抑制されると共に、基材に含浸された電解液の漏液も抑制されるため、充放電を繰り返しても抵抗が上昇しにくくなると共に、電池膨れが抑制される。高分子化合物層は、例えば、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。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。ただし、高分子化合物は、ポリフッ化ビニリデン以外でもよい。この高分子化合物層を形成する場合には、例えば、有機溶剤などに高分子化合物が溶解された溶液を基材に塗布したのち、その基材を乾燥させる。なお、溶液中に基材を浸漬させたのち、その基材を乾燥させてもよい。この高分子化合物層は、例えば、無機粒子など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。無機粒子の種類は、例えば、酸化アルミニウムおよび窒化アルミニウムなどである。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

10

20

30

40

50

【補正対象項目名】 0 0 5 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 6 】

(電 解 液)

電解液は、溶媒および電解質塩を含んでいる。ただし、電解液は、さらに、添加剤などの他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。溶媒は、有機溶媒などの非水溶媒のうちのいずれか 1 種類または 2 種類以上を含んでいる。非水溶媒を含む電解液は、いわゆる非水電解液である。非水溶媒は、例えば、フッ素化合物およびジニトリル化合物を含有している。フッ素化合物は、例えばフッ素化エチレンカーボネート、トリフルオロカーボネート、トリフルオロエチルメチルカーボネート、フッ素化カルボン酸エステル、およびフッ素エーテルのうちの少なくとも 1 種を含むものである。また、非水溶媒は、ジニトリル化合物以外のニトリル化合物、例えばモノニトリル化合物やトリニトリル化合物のうちの少なくとも 1 種をさらに含んでいてもよい。ジニトリル化合物として、例えばスクシノニトリル (S N) が好ましい。但し、ジニトリル化合物は、スクシノニトリルに限定されるものではなく、例えばアジポニトリルなどの他のジニトリル化合物であってもよい。

10

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 7 】

電解質塩は、例えば、リチウム塩などの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。ただし、電解質塩は、例えば、リチウム塩以外の塩を含んでいてもよい。このリチウム塩以外の塩は、例えば、リチウム以外の軽金属の塩などである。リチウム塩は、例えば、六フッ化リン酸リチウム ($LiPF_6$)、四フッ化ホウ酸リチウム ($LiBF_4$)、過塩素酸リチウム ($LiClO_4$)、六フッ化ヒ酸リチウム ($LiAsF_6$)、テトラフェニルホウ酸リチウム ($LiB(C_6H_5)_4$)、メタンスルホン酸リチウム ($LiCH_3SO_3$)、トリフルオロメタンスルホン酸リチウム ($LiCF_3SO_3$)、テトラクロロアルミン酸リチウム ($LiAlCl_4$)、六フッ化ケイ酸二リチウム (Li_2SiF_6)、塩化リチウム ($LiCl$) 及び臭化リチウム ($LiBr$) などである。中でも、六フッ化リン酸リチウム、四フッ化ホウ酸リチウム、過塩素酸リチウム及び六フッ化ヒ酸リチウムのうちのいずれか 1 種類又は 2 種類以上が好ましく、六フッ化リン酸リチウムがより好ましい。電解質塩の含有量は、特に限定されないが、中でも、溶媒に対して $0.3 mol/kg$ から $3 mol/kg$ であることが好ましい。電解液が電解質塩として $LiPF_6$ を含有する場合、電解液における $LiPF_6$ の濃度は $1.25 mol/kg$ 以上 $1.45 mol/kg$ 以下であるとよい。高負荷レート充電時の塩の消費 (分解) によるサイクル劣化を防ぐことができるので、高負荷サイクル特性が向上するからである。電解質塩として、 $LiPF_6$ に加えて $LiBF_4$ をさらに含む場合、電解液における $LiBF_4$ の濃度は 0.001 (重量 %) 以上 0.1 (重量 %) 以下であるとよい。高負荷レート充電時の塩の消費 (分解) によるサイクル劣化をより効果的に防ぐことができるので、高負荷サイクル特性がよりいっそう向上するからである。

20

30

40

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 6 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 6 4 】

次に、図 7 の (E) に示した外装缶 1 1 内に、上記のように組立てを行った電極巻回体

50

20を挿入したのち、外装缶11の底部と負極集電板25との溶接を行う。そののち、外装缶11の開放端部11Nの近傍にくびれ部を形成する。さらに、電解液を外装缶11内に注入したのち、正極集電板24の帯状部32と安全弁機構30とを溶接する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0080

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0080】

充放電制御スイッチは、例えばMOSFETなどの半導体スイッチを使用できる。この場合MOSFETの寄生ダイオードがダイオード302bおよび303bとして機能する。充放電制御スイッチとして、Pチャンネル型FETを使用した場合は、スイッチ制御部314は、充電制御スイッチ302aおよび放電制御スイッチ303aのそれぞれのゲートに対して、制御信号COおよびDOをそれぞれ供給する。充電制御スイッチ302aおよび放電制御スイッチ303aはPチャンネル型である場合、ソース電位より所定値以上低いゲート電位によってONする。すなわち、通常の充電および放電動作では、制御信号COおよびDOをローレベルとし、充電制御スイッチ302a及び放電制御スイッチ303aをON状態とする。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0091

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0091】

続いて、正極露出部212と負極露出部222の第1部分222AとがW軸方向において互いに反対側となるように、正極21と負極22とを第1セパレータ部材23Aおよび第2セパレータ部材23Bを介して重ねることにより積層体S20を作製した。その際、W軸方向において、正極活物質層21Bが負極活物質層22Bからはみ出さないように積層体S20を作製した。第1セパレータ部材23Aおよび第2セパレータ部材23Bとして、65mmの幅および14 μ mの厚さを有するポリエチレンシートを使用した。そののち、貫通孔26が形成されるように、積層体S20を渦巻き状に巻回し、巻回された積層体S20の最外周に固定テープ46を貼り付けた。これにより、電極巻回体20を得た。固定テープ46としては幅38mm、厚さ50 μ mのTPUテープを用いた。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0096

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0096】

電解液として、主溶媒としてのエチレンカーボネート(EC)およびジメチルカーボネート(DMC)に、フルオロエチレンカーボネート(FEC)およびスクシノニトリル(SN)を添加した溶媒と、電解質塩としてLiBF₄およびLiPF₆を含むものを用いた。本実施例のリチウムイオン二次電池では、電解液におけるEC, DMC, FEC, SN, LiBF₄およびLiPF₆の各々の含有率(重量%)は、12.7:56.2:12.0:1.0:1.0:17.1とした。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0115

【補正方法】変更

【補正の内容】

10

20

30

40

50

【 0 1 1 5 】

(比較例 4 - 1 ~ 4 - 6)

絶縁テープ 5 3 , 5 4 および固定テープ 4 6 として、それぞれ表 4 に示した伸び率を有するものを用いた。具体的には、比較例 4 - 1 ~ 4 - 6 のいずれにおいても固定テープ 4 6 として P P テープを用いた。なお、比較例 4 - 1 ~ 4 - 6 では、同じ材料種のテープであっても分子量の相違によって伸び率が異なるものを用いた。また、比較例 4 - 1 ~ 4 - 6 では、絶縁テープ 5 3 , 5 4 として、表 4 に示した伸び率を有する P P テープをそれぞれ用いた。上記の点を除き、他は実施例 1 - 1 と同様にして比較例 4 - 1 ~ 4 - 6 の二次電池を作製し、実施例 1 - 1 と同様の評価をおこなった。それらの結果を表 4 に示す。

10

20

30

40

50