

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年5月25日(25.05.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/090367 A1

(51) 国際特許分類:

H01M 10/0587 (2010.01) H01M 4/525 (2010.01)
H01M 4/13 (2010.01) H01M 10/052 (2010.01)
H01M 4/38 (2006.01) H01M 10/0567 (2010.01)
H01M 4/48 (2010.01) H01M 10/0568 (2010.01)
H01M 4/505 (2010.01) H01M 10/0569 (2010.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/042586

(22) 国際出願日: 2022年11月16日(16.11.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2021-187683 2021年11月18日(18.11.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 岩間 正之 (IWAMA Masayuki);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

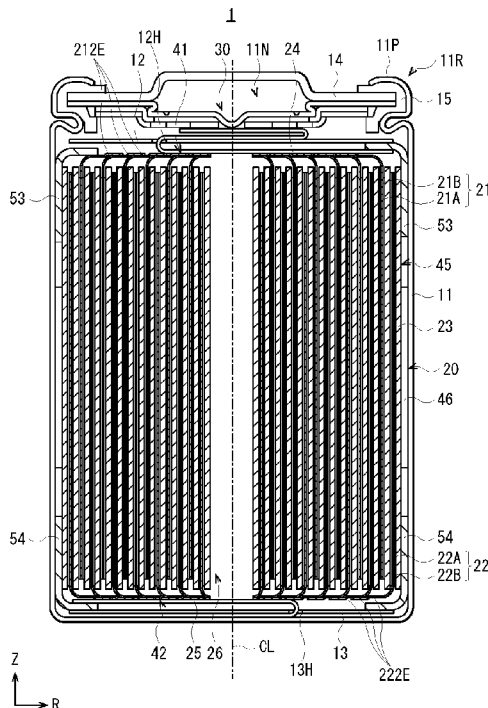
(74) 代理人: 弁理士法人つばさ国際特許
事務所 (TSUBASA PATENT PROFESSIONAL
CORPORATION); 〒1600022 東京都新宿
区新宿 1 丁目 1 5 番 9 号 さわだビ
ル 3 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG,

(54) Title: SECONDARY BATTERY, BATTERY PACK, ELECTRONIC DEVICE, POWER TOOL, ELECTRICALLY
POWERED AIRCRAFT, AND ELECTRIC VEHICLE

(54) 発明の名称: 二次電池、電池パック、電子機器、電動工具、電動式航空機、および電動車両

図1



(57) Abstract: In this secondary battery, a plurality of radially adjacent first edge parts of an electrode winding body in a wound positive electrode exposed part and/or a plurality of radially adjacent second edge parts in a wound negative electrode exposed part are bent toward a central axis to overlap each other. In the present invention, an electrolytic solution contains LiPF_6 as an electrolyte salt, and the concentration of the electrolyte salt in the electrolytic solution is 1.25 mol/kg or greater and 1.45 mol/kg or less.

(57) 要約: この二次電池では、巻回された正極露出部のうちの電極巻回体の径方向に隣り合う複数の第1縁部、および巻回された負極露出部のうちの径方向に隣り合う複数の第2縁部、の少なくとも一方が互いに重なり合うように中心軸に向かって折れ曲がっている。電解液は、電解質塩として LiPF_6 を含有し、電解液における電解質塩の濃度が 1.25 mol/kg 以上 1.45 mol/kg 以下である。

SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

二次電池、電池パック、電子機器、電動工具、電動式航空機、および電動車両

技術分野

[0001] 本開示は、二次電池、ならびに二次電池を備えた電池パック、電子機器、電動工具、電動式航空機、および電動車両に関する。

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、外装部材の内部に収納された正極、負極および電解質を有する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（例えば特許文献1参照）。例えば特許文献1には、電解液が所定量の低抵抗添加剤、線状カーボネート及び/又は線状カルボン酸エステルを含むようにすることで、優れた高低温性能を有するようにした高電圧リチウムイオン電池が提案されている。

[0003] また、近年、電池素子の正極および負極に接続される電極端子（タブ）を用いない、いわゆるタブレス構造と呼ばれる構造を採用し、内部抵抗を低減し、比較的大きな電流での充放電を可能とした二次電池も提案されている（例えば特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：中国特許公開第111900480号公報
特許文献2：国際公開第2021/020237号

発明の概要

[0005] 二次電池の性能を改善するために様々な検討がなされている。しかしながら、二次電池の性能には改善の余地がある。

[0006] したがって、より高い信頼性を有する二次電池が望まれている。

[0007] 本開示の一実施形態の二次電池は、正極と負極とがセパレータを介して積層されて第1の方向に延びる中心軸を中心に巻回されてなる電極巻回体と、その電極巻回体のうちの、第1の方向における第1端面と対向するように配置された正極集電板と、電極巻回体のうちの、第1の方向における第1端面と反対側の第2端面と対向するように配置された負極集電板と、電解液と、それら電極巻回体、正極集電板、負極集電板、および電解液を収容する電池缶とを備える。正極は、正極集電体に正極活物質層が被覆されている正極被覆部と、正極集電体が正極活物質層に覆われずに露出し正極集電板と接合された正極露出部とを有する。負極は、負極集電体に負極活物質層が被覆されている負極被覆部と、負極集電体が負極活物質層に覆われずに露出し負極集電板と接合された負極露出部とを有する。中心軸を中心に巻回された正極露出部のうちの電極巻回体の径方向に隣り合う複数の第1縁部および中心軸を中心に巻回された負極露出部のうちの径方向に隣り合う複数の第2縁部、の少なくとも一方が互いに重なり合うように中心軸に向かって折れ曲がっている。電解液は、電解質塩として LiPF_6 を含有し、電解液における電解質塩の濃度が 1.25 mol/kg 以上 1.45 mol/kg 以下である。

[0008] 本技術の一実施形態の二次電池によれば、充電時における内部の温度上昇を緩和することができる。このため、電解液の分解反応が抑制され、優れた高負荷レート充電サイクル特性を実現できる。よって、より高い信頼性を有する。

[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]本開示の一実施の形態における二次電池の構成を表す断面図である。

[図2]図1に示した正極、負極およびセパレータを含む積層構造の一構成例を表す模式図である。

[図3A]図 1 に示した正極の展開図である。

[図3B]図 1 に示した正極の断面図である。

[図4A]図 1 に示した負極の展開図である。

[図4B]図 1 に示した負極の断面図である。

[図5A]図 1 に示した正極集電板の平面図である。

[図5B]図 1 に示した負極集電板の平面図である。

[図6]図 1 に示した二次電池の製造過程を説明する斜視図である。

[図7]本開示の一実施の形態の二次電池を適用した電池パックの回路構成を表すブロック図である。

[図8]本開示の一実施の形態の二次電池を適用可能な電動工具の構成を表す概略図である。

[図9]本開示の一実施の形態の二次電池を適用可能な無人航空機の構成を表す概略図である。

[図10]本開示の一実施の形態の二次電池を適用した電動車両用の蓄電システムの構成を表す概略図である。

[図11]比較例としての二次電池の正極の構成を模式的に表す展開図である。

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。

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

[0012] <0. 経緯>

従来、電池素子を構成する正極および負極とそれぞれ電氣的に接続された

、電流取り出し用の正極端子（正極タブ）および負極端子（負極タブ）を有する二次電池が広く用いられている。ここではタブ構造の二次電池と呼ぶ。しかしながら、一般に、タブ構造の二次電池では正極端子や負極端子が短冊状の細長い形状を有しており、正極端子と正極との接続箇所の面積や負極端子と負極との接続箇所の面積は狭い。そのため、それらの接続箇所における電気抵抗が高くなり、結果として電池の内部抵抗の増加の原因となり得る。

近年

、より高い負荷レートでの充放電が求められつつある。ところがタブ構造の二次電池では、高負荷レートでの充電を行うと、内部抵抗が大きいことから電池内部の温度が上昇しやすい。電池内部に電解質塩として含まれるリチウム塩は、高温環境下で分解しやすい特性を有する。したがって、電池温度の上昇に伴い、電解液中のリチウム塩の分解反応が進んでイオンのキャリアが減少すると、二次電池の内部抵抗がさらに上昇する。その結果、二次電池の発熱量が増大するため、二次電池の温度はますます上昇し、リチウム塩の分解反応もさらに進行するという、悪循環を招く可能性が懸念される。

[0013] そこで、本出願人は、電池素子の正極および負極に接続される電極端子（タブ）を用いない、いわゆるタブレス構造と呼ばれる二次電池を開発している（例えば上述の特許文献2参照）。このタブレス構造の二次電池では、正極タブおよび負極タブを用いる代わりに正極集電体板および負極集電板を用い、それら正極集電体板および負極集電板と電池素子の正極および負極とを、より大きな接触面で接続するようにしている。したがって、タブ構造の二次電池と比較して内部抵抗が非常に小さく、比較的大きな電流での充放電を可能としている。

[0014] このように、タブレス構造の二次電池では、タブ構造の二次電池に比べて内部抵抗が非常に小さいという特徴により、高負荷レートでの充電時の電池温度上昇を抑制することができる。本出願人は、さらに検討をすすめ、高負荷レートでの充電時の電解質塩の分解を抑制し、優れたサイクル特性を実現することのできるタブレス構造の二次電池を提案するに至った。以下、その

二次電池について詳細に説明する。

[0015] < 1. 二次電池 >

まず、本開示の一実施形態の二次電池に関して説明する。

[0016] 本実施の形態では、円筒形状の外観を有する円筒型リチウムイオン二次電池を例示して説明する。但し、本開示の二次電池は円筒型リチウムイオン二次電池に限定されるものではなく、円筒形状以外の形状の外観を有するリチウムイオン二次電池であってもよいし、リチウム以外の電極反応物質を用いた電池であってもよい。

[0017] 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。

[0018] 電極反応物質の種類は、上述したように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。

[0019] 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。

[0020] [1 - 1. 構成]

(リチウムイオン二次電池 1)

図 1 は、本実施の形態のリチウムイオン二次電池 1 (以下、単に二次電池 1 という。) の断面構成を表している。図 1 に示した二次電池 1 では、円筒状の外装缶 11 の内部に電

池素子としての電極巻回体 20 が収納されている。

[0021] 具体的には、二次電池 1 は、例えば、外装缶 11 の内部に、一对の絶縁板 12, 13 と、電極巻回体 20 とを備えている。電極巻回体 20 は、例えば、セパレータ 23 を介して正極 21 および負極 22 が積層されて巻回された構造体である。電極巻回体 20 には、液状の電解質である電解液が含浸されている。なお、二次電池 1 は、外装缶 11 の内部に、熱感抵抗 (PTC) 素子および補強部材のうちの 1 種以上をさらに備えていてもよい。

[0022] (外装缶 11)

外装缶 11 は、例えば、高さ方向である Z 軸方向の下端部が閉鎖されると共に上端部が開放された中空の円筒構造を有している。したがって、外装缶 11 の上端部は開放端部 11N となっている。外装缶 11 の構成材料は、例えば、鉄などの金属材料を含んでいる。ただし、外装缶 11 の表面には、例えば、ニッケルなどの金属材料が鍍金されていてもよい。絶縁板 12 と絶縁板 13 とは、例えば、Z 軸方向においてそれらの間に電極巻回体 20 を挟むように互いに対向して配置されている。なお、本明細書では、Z 軸方向において、開放端部 11N およびその近傍を二次電池 1 の上部といい、外装缶 11 が閉塞されている部分およびその近傍を二次電池 1 の下部という場合がある。

[0023] (絶縁板 12, 13)

絶縁板 12, 13 のそれぞれは、例えば、電極巻回体 20 の巻回軸に対して垂直な面、すなわち図 1 中の Z 軸に垂直な面を有する皿状の板である。また、絶縁板 12, 13 は、電極巻回体 20 を挟むように配置されている。

[0024] (かしめ構造 11R)

外装缶 11 の開放端部 11N には、例えば、電池蓋 14 および安全弁機構 30 がガスケット 15 を介してかしめられた構造、すなわち、かしめ構造 11R が形成されている。電池蓋 14 により、外装缶 11 の内部に電極巻回体 20 などが収納された状態で外装缶 11 は密閉されている。かしめ構造 11R は、いわゆるクリンプ構造であり、いわゆるクリンプ部としての折り曲げ

部 1 1 P を有している。

[0025] (電池蓋 1 4)

電池蓋 1 4 は、主に、外装缶 1 1 の内部に電極巻回体 2 0 などが収納された状態において開放端部 1 1 N を閉塞する閉塞部材である。電池蓋 1 4 は、例えば、外装缶 1 1 の形成材料と同様の材料を含んでいる。電池蓋 1 4 のうちの中央領域は、例えば、上方（+Z 方向）に突出している。これにより、電池蓋 1 4 のうちの中央領域以外の領域である周辺領域は、例えば、安全弁機構 3 0 に接触した状態となっている。

[0026] (ガスケット 1 5)

ガスケット 1 5 は、主に、外装缶 1 1 の折り曲げ部 1 1 P と電池蓋 1 4 との間に介在する封止部材である。ガスケット 1 5 は、折り曲げ部 1 1 P と電池蓋 1 4 との間の隙間を封止している。ただし、ガスケット 1 5 の表面には、例えば、アスファルトなどが塗布されていてもよい。ガスケット 1 5 は、例えば、絶縁性材料のうちのいずれか 1 種類又は 2 種類以上を含んでいる。絶縁性材料の種類は、特に限定されないが、例えば、ポリブチレンテレフタレート（P B T）及びポリプロピレン（P P）などの高分子材料である。中でも、絶縁性材料は、ポリブチレンテレフタレートであることが好ましい。外装缶 1 1 と電池蓋 1 4 とを互いに電氣的に分離しながら、折り曲げ部 1 1 P と電池蓋 1 4 との間の隙間が十分に封止されるからである。

[0027] (安全弁機構 3 0)

安全弁機構 3 0 は、主に、外装缶 1 1 の内部の圧力（内圧）が上昇した際に、必要に応じて外装缶 1 1 の密閉状態を解除することにより、その内圧を開放するようになっている。外装缶 1 1 の内圧が上昇する原因は、例えば、充放電時において電解液の分解反応に起因して発生するガスなどである。また、外部からの加熱により外装缶 1 1 の内圧が上昇する可能性もある。

[0028] (電極巻回体 2 0)

電極巻回体 2 0 は、充放電反応を進行させる発電素子であり、外装缶 1 1 の内部に収納されている。電極巻回体 2 0 は、正極 2 1 と、負極 2 2 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。

[0029] 図 2 は、電極巻回体 20 の展開図であり、正極 21、負極 22 およびセパレータ 23 を含む積層構造 S 20 の一部を模式的に表したものである。電極巻回体 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。すなわち、電極巻回体 20 は、正極 21 と、セパレータ 23 と、負極 22 と、セパレータ 23 とが積層された 4 層の積層構造 S 20 を有している。正極 21 および負極 22 がセパレータ 23 は、いずれも、W 軸方向を短手方向とすると共に L 軸方向を長手方向とする略帯状の部材である。電極巻回体 20 は、積層構造 S 20 が、Z 軸方向と直交する水平断面において渦巻き状をなすように、Z 軸方向に延びる中心軸 CL（図 1 参照）を中心に巻回されたものである。このとき、積層構造 S 20 は、W 軸方向が Z 軸方向とおおよそ一致する姿勢で巻回されている。電極巻回体 20 は、全体として略円柱形状の外観を有している。正極 21 および負極 22 は、セパレータ 23 を介して互に対向した状態を維持しつつ巻回されている。電極巻回体 20 の中心には、内部空間としての貫通孔 26 が形成されている。貫通孔 26 は、電極巻回体 20 の組み立て用の巻き芯、および溶接用の電極棒を差し込むための孔である。

[0030] 正極 21、負極 22 およびセパレータ 23 は、セパレータ 23 が電極巻回体 20 の最外周および電極巻回体 20 の最内周のそれぞれに配置されるように巻回されている。また、電極巻回体 20 の最外周では負極 22 が正極 21 よりも外側に配置され、電極巻回体 20 の最内周では負極 22 が正極 21 よりも内側に配置されている。正極 21、負極 22 およびセパレータ 23 のそれぞれの巻回数は、特に限定されず、任意に設定可能である。

[0031] 図 3 A は、正極 21 の展開図であり、巻回する前の状態を模式的に表したものである。図 3 B は、正極 21 の断面構成を表している。なお、図 3 B は、図 3 A に示した I-I' 線に沿った矢視方向の断面を表している。正極 21 は、例えば、正極集電体 21 A と、正極集電体 21 A に設けられた正極活物質層 21 B とを含んでいる。正極活物質層 21 B は、例えば、

正極集電体 2 1 A の片面だけに設けられていてもよいし、正極集電体 2 1 A の両面に設けられていてもよい。図 3 B では、正極活物質層 2 1 B が正極集電体 2 1 A の両面に設けられている場合を示している。

[0032] 正極 2 1 は、正極集電体 2 1 A に正極活物質層 2 1 B が被覆されている正極被覆部 2 1 1 と、正極集電体 2 1 A が正極活物質層 2 1 B に覆われずに露出している正極露出部 2 1 2 とを有している。図 3 A に示したように、正極被覆部 2 1 1 および正極露出部 2 1 2 は、それぞれ、長手方向である L 軸方向に沿って、電極巻回体 2 0 の最内周側端部から最外周端部まで延在している。正極被覆部 2 1 1 と正極露出部 2 1 2 とは、短手方向である W 軸方向に互いに隣り合っている。なお、正極露出部 2 1 2 は、図 1 に示したように正極集電板 2 4 と接続されている。正極被覆部 2 1 1 と正極露出部 2 1 2 との近傍には、絶縁層 1 0 1 が設けられているとよい。絶縁層 1 0 1 も、正極被覆部 2 1 1 および正極露出部 2 1 2 と同様、電極巻回体 2 0 の最内周側端部から最外周端部まで延在しているとよい。正極 2 1 の詳細の構成については後述する。

[0033] 図 4 A は、負極 2 2 の展開図であり、巻回する前の状態を模式的に表したものである。図 4 B は、負極 2 2 の断面構成を表している。なお、図 4 B は、図 4 A に示した I V B - I V B 線に沿った矢視方向の断面を表している。負極 2 2 は、例えば、負極集電体 2 2 A と、負極集電体 2 2 A に設けられた負極活物質層 2 2 B とを含んでいる。負極活物質層 2 2 B は、例えば、負極集電体 2 2 A の片面だけに設けられていてもよいし、負極集電体 2 2 A の両面に設けられていてもよい。図 4 B では、負極活物質層 2 2 B が負極集電体 2 2 A の両面に設けられている場合を示している。

[0034] 負極 2 2 は、負極集電体 2 2 A に負極活物質層 2 2 B が被覆されている負極被覆部 2 2 1 と、負極集電体 2 2 A が負極活物質層 2 2 B に覆われずに露出している負極露出部 2 2 2 とを有している。図 4 A に示したように、負極被覆部 2 2 1 および負極露出部 2 2 2 は、それぞれ、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 2 2 2 は、電極巻回体 2 0 の最内周側

端部から最外周側端部に至るまで延在している。これに対し、負極被覆部 221 は、電極巻回体 20 の最内周側端部および最外周端部には設けられていない。図 4 A に示したように、負極露出部 222 の一部は、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 222 A と、第 2 部分 222 B と、第 3 部分 222 C とを含む。第 1 部分 222 A は、負極被覆部 221 と W 軸方向に隣り合うように設けられ、電極巻回体 20 の最内周側端部から最外周側端部に至るまで L 軸方向に延在している。第 2 部分 222 B および第 3 部分 222 C は、L 軸方向において負極被覆部 221 を挟むように設けられている。第 2 部分 222 B は、例えば電極巻回体 20 の最内周側端部の近傍に位置し、第 3 部分 222 C は、電極巻回体 20 の最外周側端部の近傍に位置する。なお、図 1 に示したように、負極露出部 222 のうちの第 1 部分 222 A は、負極集電板 25 と接続されている。負極 22 の詳細の構成については後述する。

[0035] 二次電池 1 では、電極巻回体 20 の積層構造 S20 は、正極露出部 212 と負極露出部 222 の第 1 部分 222 A とが、幅方向である W 軸方向に沿って互いに反対向きとなるように、正極 21 と負極 22 とがセパレータ 23 を介して積層されている。電極巻回体 20 は、その側面部 45 に固定テープ 46 を貼り付けることによってセパレータ 23 の端部が固定され、巻き緩みが生じないようにになっている。

[0036] 二次電池 1 では、図 2 に示したように、正極露出部 212 の幅を A とし、負極露出部 222 の第 1 部分 222 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 212 のうち、セパレータ 23 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 222 の第 1 部分 222 A のうち、セパレータ 23 の幅方向の反対側の外縁から突出した長さを 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。

[0037] 図1に示したように、二次電池1の上部において、中心軸CLを中心に巻回された正極露出部212のうちの電極巻回体20の径方向（R方向）に隣り合う複数の第1縁部212Eが互いに重なり合うように中心軸CLに向かって折れ曲がっている。同様に、二次電池1の下部において、中心軸CLを中心に巻回された負極露出部222のうちの径方向（R方向に隣り合う複数の第2縁部222Eが互いに重なり合うように中心軸CLに向かって折れ曲がっている。したがって、電極巻回体20の上部の端面41には、正極露出部212の複数の第1縁部212Eが集まり、電極巻回体20の下部の端面42には、負極露出部222の複数の第2縁部222Eが集まっている。電流を取り出すための正極集電板24と第1縁部212Eとの接触をよくするために、中心軸CLに向かって折れ曲がっている複数の第1縁部212Eは平坦面となっている。同様に、電流を取り出すための負極集電板25と第2縁部222Eとの接触をよくするために、中心軸CLに向かって折れ曲がっている複数の第2縁部222Eは平坦面となっている。なお、ここでいう平坦面とは、完全に平坦な面のみならず、正極露出部212および負極露出部222がそれぞれ正極集電板24および負極集電板25と接合可能な程度において、多少の凹凸や表面粗さを有する表面も含む。

[0038] 正極集電体21Aは、後述するように例えばアルミニウム箔からなる。一方、負極集電体22Aは、後述するように例えば銅箔からなる。この場合、正極集電体21Aは負極集電体22Aよりも柔らかい。すなわち、正極露出部212のヤング率のほうが負極露出部222のヤング率よりも低い。このため、一実施の形態では、 $A > B$ かつ $C > D$ がより好ましい。その場合、両極側から同時に同じ圧力で正極露出部212と負極露出部222とが折り曲げられるとき、折り曲げられた部分のセパレータ23の先端から測った高さは正極21と負極22とで同じくらいになることがある。このとき、正極露出部212の複数の第1縁部212E（図1）がそれぞれ折り曲げられて適度に重なり合うこととなる。そのため、正極露出部212と正極集電板24との接合を容易に行うことができる。同様に、負極露出部222の複数の第

2 縁部 2 2 2 E (図 1) がそれぞれ折り曲げられて適度に重なり合うこととなる。そのため、負極露出部 2 2 2 と負極集電板 2 5 との接合を容易に行うことができる。ここでいう接合とは、例えばレーザ溶接により繋ぎ合わされることを意味するが、その接合方法はレーザ溶接に限定されない。

[0039] 図 2 に示したように、正極 2 1 の正極露出部 2 1 2 のうち、セパレータ 2 3 を挟んで負極 2 2 に対向する部分は絶縁層 1 0 1 により覆われている。絶縁層 1 0 1 は、W 軸方向において例えば 3 mm の幅を有する。絶縁層 1 0 1 は、セパレータ 2 3 を介して負極 2 2 の負極被覆部 2 2 1 に対向する正極 2 1 の正極露出部 2 1 2 の全ての領域を覆っている。絶縁層 1 0 1 は、例えば負極被覆部 2 2 1 と正極露出部 2 1 2 との間に異物が侵入したときに、二次電池 1 の内部短絡を効果的に防ぐことができる。また、絶縁層 1 0 1 は、二次電池 1 に衝撃が加わったときに、その衝撃を吸収し、正極露出部 2 1 2 の折れ曲がりの発生や、正極露出部 2 1 2 と負極 2 2 との短絡の発生を効果的に防ぐことができる。

[0040] (絶縁テープ 5 3, 5 4)

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 をさらに有していてもよい。端面 4 1, 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、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ショートする可能性もある。そのため、絶縁部材としての絶縁テープ 5 3, 5 4 が設けられているとよい。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、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド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 は側面部 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。

[0041] (正極集電板24および負極集電板25)

従来のリチウムイオン二次電池では、例えば正極の1か所と負極の2か所とに電流取り出し用のリードがそれぞれ溶接されている構造、あるいは、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構造などが採用されている。なお、リードはタブとも呼ばれる。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、充電時および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、ハイレートでの充放電には適さない。そこで、本実施の形態の二次電池1では、端面41に正極集電板24を配置すると共に端面42に負極集電板25を配置し、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。端面41、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と電氣的に接続されている。負極集電板25は、例えば外装缶11と電氣的に接続されている。図5Aは、正極集電板24の一構成例を表す模式図である。図5B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。

[0042] 図5Aに示したように、正極集電板24は、略扇形の扇状部31に、略矩形の带状部32が接続された形状を有している。扇状部31の中央付近に貫通孔35が形成されている。二次電池1では、正極集電板24は、貫通孔35が貫通孔26とZ軸方向において重なり合うように設けられている。図5Aの斜線で示す部分は、带状部32のうちの絶縁部32Aである。絶縁部32Aは、带状部32の一部であって絶縁テープが貼付されたり絶縁材料が塗

布されたりしている部分である。帯状部 3 2 のうち、絶縁部 3 2 A の下側の部分は外部端子を兼ねた封口板への接続部 3 2 B である。なお、図 1 に示したように、二次電池 1 が、貫通孔 2 6 に金属製のセンターピンを備えていない電池構造を有する場合に、帯状部 3 2 が負極電位の部位と接触する可能性が低い。そのため、正極集電板 2 4 は絶縁部 3 2 A を有しなくてもよい。正極集電板 2 4 が絶縁部 3 2 A を有しない場合、正極 2 1 と負極 2 2 との幅を絶縁部 3 2 A の厚さに相当する分だけ広げることで充放電容量を大きくすることができる。

[0043] 図 5 B に示した負極集電板 2 5 の形状は、図 5 A に示した正極集電板 2 4 の形状とほとんど同じである。但し、負極集電板 2 5 の帯状部 3 4 は正極集電板 2 4 の帯状部 3 2 と異なっている。負極集電板 2 5 の帯状部 3 4 は、正極集電板 2 4 の帯状部 3 2 より短く、正極集電板 2 4 の絶縁部 3 2 A に相当する部分がない。帯状部 3 4 には、複数の丸印で示される丸型の突起部 3 7 が設けられている。抵抗溶接時には、電流が突起部 3 7 に集中し、突起部 3 7 が溶けて帯状部 3 4 が外装缶 1 1 の底に溶接される。正極集電板 2 4 と同様に、負極集電板 2 5 には扇状部 3 3 の中央付近に貫通孔 3 6 が形成されている。二次電池 1 では、負極集電板 2 5 は、貫通孔 3 6 が貫通孔 2 6 と Z 軸方向において重なり合うように設けられている。

[0044] 正極集電板 2 4 の扇状部 3 1 は、その平面形状に起因して、端面 4 1 の一部のみを覆うようになっている。同様に、負極集電板 2 5 の扇状部 3 3 は、その平面形状に起因して、端面 4 2 の一部のみを覆うようになっている。扇状部 3 1 および扇状部 3 3 が端面 4 1 および端面 4 2 の全てを覆わないようにしている理由は、例えば以下の 2 つである。第 1 に、例えば二次電池 1 を組み立てる際に電極巻回体 2 0 へ電解液を円滑に浸透させるためである。第 2 に、リチウムイオン二次電池が異常な高温状態や過充電状態になったときに発生したガスを外部へ放出しやすくするためである。

[0045] (正極集電体 2 1 A)

正極集電体 2 1 A は、例えば、アルミニウムなどの導電性材料を含んでい

る。正極集電体 2 1 A は、例えば、アルミニウムやアルミニウム合金からなる金属箔である。

[0046] (正極活物質層 2 1 B)

正極活物質層 2 1 B は、正極活物質として、リチウムを吸蔵放出可能である正極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。ただし、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。正極材料は、リチウム含有化合物であることが好ましく、より具体的にはリチウム含有複合酸化物およびリチウム含有リン酸化合物などであることが好ましい。リチウム含有複合酸化物は、リチウムと、1 種類または 2 種類以上の他元素、すなわちリチウム以外の元素とを構成元素として含む酸化物である。リチウム含有複合酸化物は、例えば、層状岩塩型及びスピネル型などのうちのいずれかの結晶構造を有している。リチウム含有リン酸化合物は、リチウムと 1 種類または 2 種類以上の他元素とを構成元素として含むリン酸化合物であり、例えば、オリビン型などの結晶構造を有している。正極活物質層 2 1 B は、特に、正極活物質としてコバルト酸リチウム、リチウムニッケルコバルトマンガン酸化物、およびリチウムニッケルコバルトアルミニウム酸化物のうちの少なくとも 1 種を含有するとよい。正極結着剤は、例えば、合成ゴム及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、例えば、スチレンブタジエン系ゴム、フッ素系ゴムおよびエチレンプロピレンジエンなどである。高分子化合物は、例えば、ポリフッ化ビニリデン及びポリイミドなどである。正極導電剤は、例えば、炭素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。この炭素材料は、例えば、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、正極導電剤は、導電性を有する材料であれば、金属材料および導電性高分子などでもよい。

[0047] また、正極活物質層 2 1 B は、フッ素化合物および窒素化合物を含んでいるとよい。特に、正極活物質層 2 1 B の表層には、フッ素化合物および窒素

化合物を含む正極被膜が形成されているとよい。さらに、正極活物質層 2 1 B の正極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N が、3 以上 5 0 以下であるとよい。特に、正極活物質層 2 1 B の正極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N は、1 5 以上 3 5 以下であるとよい。なお、正極活物質層 2 1 B の正極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N は、例えば、X 線光電子分光分析法により測定される窒素原子の 1 s 軌道のスペクトルピーク面積およびフッ素原子の 1 s 軌道のスペクトルピーク面積に基づいて算出される。

[0048] また、正極活物質層 2 1 B の面積密度が 21.5 mg/cm^2 以上 23.5 mg/cm^2 以下であるとよい。高負荷レート充電の際の二次電池 1 の温度上昇を抑制できるからである。さらに、図 3 B に示したように、正極集電体 2 1 A の厚さ T_1 に対する正極被覆部 2 1 1 の厚さ T_2 、すなわち、正極集電体 2 1 A と正極活物質層 2 1 B との合計の厚さ T_2 の比 T_2/T_1 が 5. 0 以上 6. 5 以下であるとよい。

[0049] (負極集電体 2 2 A)

負極集電体 2 2 A は、例えば、銅などの導電性材料を含んでいる。負極集電体 2 2 A は、例えばニッケル、ニッケル合金、銅、または銅合金からなる金属箔である。

[0050] (負極活物質層 2 2 B)

負極活物質層 2 2 B は、負極活物質として、リチウムを吸蔵及び放出することが可能である負極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。ただし、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 種類以上を含んでもよい。負極材料は、例えば、炭素材料である。リチウムの吸蔵放出時における結晶構造の変化が非常に少ないため、高いエネルギー密度が安定して得られるからである。また、炭素材料は負極導電剤としても機能するため、負極活物質層 2 2 B の導電性が向上するからである。炭素材料は、例えば、易黒鉛化性炭素、難黒鉛化性炭素および黒鉛などである。ただし、難黒鉛化性

炭素における（002）面の面間隔は、0.37 nm以上であることが好ましい。黒鉛における（002）面の面間隔は、0.34 nm以下であることが好ましい。より具体的には、炭素材料は、例えば、熱分解炭素類、コークス類、ガラス状炭素繊維、有機高分子化合物焼成体、活性炭およびカーボンブラック類などである。このコークス類には、ピッチコークス、ニードルコークスおよび石油コークスなどが含まれる。有機高分子化合物焼成体は、フェノール樹脂およびフラン樹脂などの高分子化合物が適当な温度で焼成（炭素化）されたものである。この他、炭素材料は、約1000℃以下の温度で熱処理された低結晶性炭素でもよいし、非晶質炭素でもよい。なお、炭素材料の形状は、繊維状、球状、粒状および鱗片状のうちのいずれでもよい。二次電池1では、完全充電時の開回路電圧、すなわち電池電圧が4.25 V以上であると、その完全充電時の開回路電圧が4.20 Vである場合と比較して、同じ正極活物質を用いても単位質量当たりのリチウムの放出量が多くなる。このため、それに応じて正極活物質と負極活物質との量が調整されている。これにより、高いエネルギー密度が得られる。

[0051] また、負極活物質層22Bは、負極活物質として、珪素、珪素酸化物、炭素珪素化合物、および珪素合金のうちの少なくとも1つを含有する珪素含有材料を含むものであってもよい。珪素含有材料とは、珪素を構成元素として含む材料の総称である。ただし、珪素含有材料は、珪素のみを構成元素として含んでいてもよい。なお、珪素含有材料の種類は、1種類だけでもよいし、2種類以上でもよい。珪素含有材料は、リチウムと合金を形成可能であり、珪素の単体でもよいし、珪素の合金でもよいし、珪素の化合物でもよいし、それらの2種類以上の混合物でもよいし、それらの1種類または2種類以上の相を含む材料でもよい。また、珪素含有材料は、結晶質でもよいし、非晶質でもよいし、結晶質部分および非晶質部分の双方を含んでいてもよい。ただし、ここで説明した単体は、あくまで一般的な単体を意味しているため、微量の不純物を含んでいてもよい。すなわち、単体の純度は、必ずしも100%に限られない。珪素の合金は、例えば、珪素以外の構成元素として、ス

ズ、ニッケル、銅、鉄、コバルト、マンガン、亜鉛、インジウム、銀、チタン、ゲルマニウム、ビスマス、アンチモンおよびクロム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。珪素の化合物は、例えば、珪素以外の構成元素として、炭素および酸素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。なお、珪素の化合物は、例えば、珪素以外の構成元素として、珪素の合金に関して説明した一連の構成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。具体的には、珪素の合金および珪素の化合物は、例えば、 SiB_4 、 SiB_6 、 Mg_2Si 、 Ni_2Si 、 TiSi_2 、 MoSi_2 、 CoSi_2 、 NiSi_2 、 CaSi_2 、 CrSi_2 、 Cu_5Si 、 FeSi_2 、 MnSi_2 、 NbSi_2 、 TaSi_2 、 VSi_2 、 WSi_2 、 ZnSi_2 、 SiC 、 Si_3N_4 、 $\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ および SiO_v ($0 < v \leq 2$) などである。ただし、 v の範囲は、任意に設定可能であり、例えば、 $0.2 < v < 1.4$ でもよい。

[0052] また、負極活物質層22Bは、フッ素化合物および窒素化合物を含んでいるとよい。特に、負極活物質層22Bの表層には、フッ素化合物および窒素化合物を含む負極被膜が形成されているとよい。さらに、負極活物質層22Bの負極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N が1以上30以下であるとよい。特に、負極活物質層22Bの負極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N は、5以上15以下であるとよい。なお、負極活物質層22Bの負極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N は、例えば、X線光電子分光分析法により測定される窒素原子の1s軌道のスペクトルピーク面積およびフッ素原子の1s軌道のスペクトルピーク面積に基づいて算出される。

[0053] (セパレータ23)

セパレータ23は、正極21と負極22との間に介在している。セパレータ23は、正極21と負極22との接触に起因する電流の短絡を防止しながらリチウムイオンを通過させる。セパレータ23は、例えば、合成樹脂およびセラミックなどの多孔質膜のうちのいずれか1種類または2種類以上であ

り、2種類以上の多孔質膜の積層膜でもよい。合成樹脂は、例えば、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である。特に、セパレータ23は、例えば、上記した基材層としての多孔質膜と、その基材層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、基材層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層に塗布したのち、その基材層を乾燥させる。なお、溶液中に基材層を浸漬させたのち、その基材層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。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。

[0054] (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、ニトリル化合物は、例えばモノニトリル化合物、ジニトリル化合物、およびトリニトリル化合物のうちの少なくとも1種を含むものである。

ニトリル化合物として、例えばスクシノニトリル（SN）が好ましい。

[0055] 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（ $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ ）、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。

[0056] [1-2. 動作]

本実施の形態の二次電池1では、例えば、充電時において、正極21からリチウムイオンが放出されると共に、そのリチウムイオンが電解液を介して負極22に吸蔵される。また、二次電池1では、例えば、放電時において、

負極 2 2 からリチウムイオンが放出されると共に、そのリチウムイオンが電解液を介して正極 2 1 に吸蔵される。

[0057] [1 - 3. 製造方法]

図 1 ～図 5 B に加えて図 6 を参照して、二次電池 1 の製造方法について説明する。

[0058] まず、正極集電体 2 1 A を用意し、正極集電体 2 1 A の表面に正極活物質層 2 1 B を選択的に形成することにより、正極被覆部 2 1 1 および正極露出部 2 1 2 を有する正極 2 1 を形成する。次に、負極集電体 2 2 A を用意し、負極集電体 2 2 A の表面に負極活物質層 2 2 B を選択的に形成することにより、負極被覆部 2 2 1 および負極露出部 2 2 2 を有する負極 2 2 を形成する。そののち、正極露出部 2 1 2 の一部および負極露出部 2 2 2 の一部であって巻回するときの巻き始めに当たる部分に切欠きを作製する。正極 2 1 および負極 2 2 について乾燥処理を行うようにしてもよい。続いて、正極露出部 2 1 2 と負極露出部 2 2 2 の第 1 部分 2 2 2 A とが W 軸方向において互いに反対側となるように、正極 2 1 と負極 2 2 とをセパレータ 2 3 を介して重ねることにより積層構造 S 2 0 を作製する。そののち、貫通孔 2 6 が形成されると共に切欠きが中心軸 C L 付近に配置されるように、積層構造 S 2 0 を渦巻き状に巻回する。さらに、渦巻き状に巻回した積層構造 S 2 0 の最外周に固定テープ 4 6 を貼り付ける。これにより、図 6 の (A) に示したように、電極巻回体 2 0 を得る。

[0059] 次に、図 6 の (B) に示したように、例えば厚さ 0.5 mm の平板などの端を電極巻回体 2 0 の端面 4 1, 4 2 に対して垂直に、すなわち Z 軸方向に押し付けることで、端面 4 1, 4 2 を局所的に折り曲げる。その結果、貫通孔 2 6 から径方向 (R 方向) に放射状に延びる溝 4 3 が作製される。なお、図 6 の (B) に示した溝 4 3 の数や配置は例示であって本開示はこれに限定されるものではない。

[0060] 続いて、図 6 の (C) に示したように、電極巻回体 2 0 の上方および下方から実質的に同時に、かつ実質的に同じ圧力を端面 4 1 および端面 4 2 に対

して略垂直方向に加える。そうすることにより、正極露出部 2 1 2 と負極露出部 2 2 2 の第 1 部分 2 2 2 A とをそれぞれ折り曲げて、端面 4 1 および端面 4 2 がそれぞれ平坦面となるようにする。このとき、端面 4 1 および端面 4 2 にある正極露出部 2 1 2 の第 1 縁部 2 1 2 E および負極露出部 2 2 2 の第 2 縁部 2 2 2 E が、貫通孔 2 6 に向かって重なりつつ折れ曲がるようにする。そののち、端面 4 1 に正極集電板 2 4 の扇状部 3 1 をレーザ溶接などにより接合すると共に、端面 4 2 に負極集電板 2 5 の扇状部 3 3 をレーザ溶接などにより接合する。

[0061] 次に、電極巻回体 2 0 の所定の位置に絶縁テープ 5 3, 5 4 を貼付ける。そののち、図 6 の (D) に示したように、正極集電板 2 4 の帯状部 3 2 を折り曲げ、絶縁板 1 2 の穴 1 2 H に帯状部 3 2 を挿通させる。また、負極集電板 2 5 の帯状部 3 4 を折り曲げ、絶縁板 1 3 の穴 1 3 H に帯状部 3 4 を挿通させる。

[0062] 次に、図 6 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 2 0 を挿入したのち、外装缶 1 1 の底部と負極集電板 2 5 との溶接を行う。そののち、外装缶 1 1 の開放端部 1 1 N の近傍にくびれ部 1 1 S を形成する。さらに、電解液を外装缶 1 1 内に注入したのち、正極集電板 2 4 の帯状部 3 2 と安全弁機構 3 0 とを溶接する。

[0063] 次に、図 6 の (F) に示したように、くびれ部 1 1 S を利用してガスケット 1 5、安全弁機構 3 0 および電池蓋 1 4 で密封する。

[0064] 以上により、本実施の形態の二次電池 1 が完成する。

[0065] [1-4. 作用および効果]

このように、本実施の形態の二次電池 1 は、電解液がリチウム塩として LiPF_6 を含有し、電解液における LiPF_6 の濃度が 1.25 mol/kg 以上 1.45 mol/kg 以下であるように構成されている。電解質塩の濃度が 1.25 mol/kg 以上であれば、十分なイオンキャリア数が得られるので抵抗の増加を回避でき、発熱を効果的に低減できる。また、電解質塩の濃度が 1.45 mol/kg 以下であれば、電解質塩の存在による電解液の

粘度上昇を抑制でき、正極 2 1 および負極 2 2 への含浸性を良好に維持でき、発熱を効果的に低減できる。このため、二次電池 1 は、その充電時における内部の温度上昇を緩和することができ、電解液の分解反応を効果的に抑制することができる。したがって、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、高負荷サイクル特性が向上する。よって、高い信頼性を実現することができる。

[0066] なお、電池素子に正極タブや負極タブを取り付けて電流の取り出しを行うようにしたタブ構造の二次電池では、背景の欄で述べたように、高負荷レート充電時の電池温度上昇を抑えることが困難である。したがって、リチウム塩の分解反応を抑制できず、優れたサイクル特性が得ることが困難である。これに対し、本実施の形態の二次電池 1 では、タブレス構造を採用して内部抵抗の低減を図ると共に、電解質塩の濃度を適正化することにより、高負荷レート充電時の電池温度上昇を抑えるようにしている。その結果、本実施の形態の二次電池 1 は、電解液中の電解質塩の分解反応を抑制できるので、優れたサイクル特性が得られる。すなわち、本実施の形態の二次電池 1 は、高負荷レート充電を行う際にも温度上昇を抑制し、優れたサイクル特性を発揮することができ、より高い信頼性を確保することができる。

[0067] したがって、本実施の形態の二次電池 1 は、特に高負荷レート充電を多用されるような用途に適している。本実施の形態の二次電池 1 は、例えば後述する電動車両、電動式航空機、あるいは電動工具など、より短時間で繰り返しの充電が行われるような用途において使用された場合に、従来のタブ構造の二次電池より格段に優れた寿命特性を発揮することができる。

[0068] 特に、二次電池 1 は、電解質塩として、 LiPF_6 に加えて LiBF_4 をさらに含み、電解液における LiBF_4 の濃度を 0.001（重量％）以上 0.1（重量％）以下となるように構成すれば、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。よって、よりいっそう高い信頼性を実現することができる。

[0069] また、本実施の形態の二次電池 1 では、正極活物質層 2 1 B および負極活物質層 2 2 B が、いずれも、フッ素化合物および窒素化合物を含むようにしている。ここで、正極活物質層 2 1 B における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N が 3 以上 5 0 以下である。また、負極活物質層 2 2 B における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N が 1 以上 3 0 以下である。このため、正極 2 1 および負極 2 2 のそれぞれに安定した被膜が形成される。このため、電解液の分解反応が抑制され、優れた高負荷サイクル特性が得られる。よって、よりいっそう高い信頼性を実現できる。

[0070] なお、正極活物質層 2 1 B および負極活物質層 2 2 B がフッ素化合物および窒素化合物を含むことにより得られる正極 2 1 の被膜および負極 2 2 の被膜は、その絶対量が増加すると被膜の存在自体が抵抗成分となってしまう。本実施の形態の二次電池 1 では、正極活物質層 2 1 B および負極活物質層 2 2 B にそれぞれ含有される重量比 F/N を適切な範囲とすることにより被膜の絶対量を制御し、抵抗の増加を抑制することができる。その結果、二次電池 1 によれば、高出力領域でのサイクル特性をより向上させることができる。

[0071] 特に、二次電池 1 では、正極活物質層 2 1 B における F/N を 1 5 以上 3 5 以下にすると共に負極活物質層 2 2 B における F/N を 5 以上 1 5 以下にするようにすれば、電解液の分解反応をより抑制し、より優れた高負荷サイクル特性が得られる。よって、より高い信頼性を有する。

[0072] < 2. 応用例 >

上記した本開示の一実施の形態としてのリチウムイオン二次電池 1 の用途は、例えば、以下で説明する通りである。

[0073] [2 - 1. 電池パック]

図 7 は、本発明の一実施の形態に係る電池（以下、二次電池と適宜称する）を電池パック 3 3 0 に適用した場合の回路構成例を示すブロック図である。電池パック 3 0 0 は、組電池 3 0 1、外装、充電制御スイッチ 3 0 2 a と、放電制御スイッチ 3 0 3 a、を備えるスイッチ部 3 0 4、電流検出抵抗 3

０７、温度検出素子３０８、制御部３１０を備えている。

[0074] 電池パック３００は、正極端子３２１及び負極端子３２２を備え、充電時には正極端子３２１および負極端子３２２がそれぞれ充電器の正極端子、負極端子に接続され、充電が行われる。また、電子機器使用時には、正極端子３２１および負極端子３２２がそれぞれ電子機器の正極端子、負極端子に接続され、放電が行われる。

[0075] 組電池３０１は、複数の二次電池３０１ａを直列または並列に接続してなる。二次電池３０１ａとして、上述の二次電池１を適用可能である。なお、図７では、６つの二次電池３０１ａが、２並列３直列（２Ｐ３Ｓ）に接続された場合が例として示されているが、その他、 n 並列 m 直列（ n ， m は整数）のように、どのような接続方法でもよい。

[0076] スイッチ部３０４は、充電制御スイッチ３０２ａおよびダイオード３０２ｂ、ならびに放電制御スイッチ３０３ａおよびダイオード３０３ｂを備え、制御部３１０によって制御される。ダイオード３０２ｂは、正極端子３２１から組電池３０１の方向に流れる充電電流に対して逆方向であって、極端子３２２から組電池３０１の方向に流れる放電電流に対して順方向の極性を有する。ダイオード３０３ｂは、充電電流に対して順方向であって放電電流に対して逆方向の極性を有する。なお、図７では＋側にスイッチ部３０４を設けているが、一側に設けてもよい。

[0077] 充電制御スイッチ３０２ａは、電池電圧が過充電検出電圧となった場合にオフされて、組電池３０１の電流経路に充電電流が流れないように充放電制御部によって制御される。充電制御スイッチ３０２ａのオフ後は、ダイオード３０２ｂを介することによって放電のみが可能となる。また、充電時に大電流が流れた場合にオフされて、組電池３０１の電流経路に流れる充電電流を遮断するように、制御部３１０によって制御される。放電制御スイッチ３０３ａは、電池電圧が過放電検出電圧となった場合にオフされて、組電池３０１の電流経路に放電電流が流れないように制御部３１０によって制御される。放電制御スイッチ３０３ａのＯＦＦ後は、ダイオード３０３ｂを介する

ことによって充電のみが可能となる。また、放電時に大電流が流れた場合にオフされて、組電池301の電流経路に流れる放電電流を遮断するように、制御部310によって制御される。

[0078] 温度検出素子308は例えばサーミスタであり、組電池301の近傍に設けられ、組電池301の温度を測定して測定温度を制御部310に供給する。電圧検出部311は、組電池301およびそれを構成する各二次電池301aの電圧を測定し、この測定電圧をA/D変換して、制御部310に供給する。電流測定部313は、電流検出抵抗307を用いて電流を測定し、この測定電流を制御部310に供給する。スイッチ制御部314は、電圧検出部311および電流測定部313から入力された電圧および電流に基づき、スイッチ部304の充電制御スイッチ302aおよび放電制御スイッチ303aを制御する。

[0079] スイッチ制御部314は、複数の二次電池301aのいずれかの電圧が過充電検出電圧以下もしくは過放電検出電圧以下になったとき、また、大電流が急激に流れたときに、スイッチ部304に制御信号を送ることにより、過充電および過放電、過電流充放電を防止する。ここで、例えば、二次電池がリチウムイオン二次電池の場合、過充電検出電圧が例えば $4.20\text{V} \pm 0.05\text{V}$ と定められ、過放電検出電圧が例えば $2.4\text{V} \pm 0.1\text{V}$ と定められる。

[0080] 充放電スイッチは、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DOおよびCO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 303 a を ON 状態とする。

[0081] 例えば過充電若しくは過放電の際には、制御信号 C O および D O をハイレベルとし、充電制御スイッチ 302 a および放電制御スイッチ 303 a を OFF 状態とする。

[0082] メモリ 317 は、RAM や ROM からなり例えば不揮発性メモリである EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) などからなる。メモリ 317 では、制御部 310 で演算された数値や、製造工程の段階で測定された各二次電池 301 a の初期状態における電池の内部抵抗値などが予め記憶され、また適宜、書き換えも可能である。また、二次電池 301 a の満充電容量を記憶しておくことで、制御部 310 とともに例えば残容量を算出することができる。

[0083] 温度検出部 318 では、温度検出素子 308 を用いて温度を測定し、異常発熱時に充放電制御を行ったり、残容量の算出における補正を行ったりする。

[0084] [2-2. 蓄電システム]

上述した本開示の一実施の形態に係る二次電池は、例えば電子機器や電動車両、電動式航空機、蓄電装置などの機器に搭載され、または電力を供給するために使用することができる。

[0085] 電子機器として、例えばノート型パソコン、スマートフォン、タブレット端末、PDA (携帯情報端末)、携帯電話、ウェアラブル端末、コードレスフォン子機、ビデオムービー、デジタルスチルカメラ、電子書籍、電子辞書、音楽プレイヤー、ラジオ、ヘッドホン、ゲーム機、ナビゲーションシステム、メモリーカード、ペースメーカー、補聴器、電動工具、電気シェーバー、冷蔵庫、エアコン、テレビ、ステレオ、温水器、電子レンジ、食器洗い器、洗濯機、乾燥器、照明機器、玩具、医療機器、ロボット、ロードコンディショナー、信号機などが挙げられる。

[0086] また、電動車両としては鉄道車両、ゴルフカート、電動カート、電気自動車 (ハイブリッド自動車を含む) などが挙げられ、これらの駆動用電源また

は補助用電源として用いられる。蓄電装置としては、住宅をはじめとする建築物用または発電設備用の電力貯蔵用電源などが挙げられる。

[0087] 以下では、上述した適用例のうち、上述した本開示の二次電池 1 を適用した蓄電装置を用いた蓄電システムの具体例を説明する。

[0088] (電動工具)

図 8 を参照して、本開示の二次電池が適用可能な電動工具としての電動ドライバの一例について概略的に説明する。電動ドライバ 431 は、本体内に DC モータ等のモータ 433 が収納されている。モータ 433 の回転がシャフト 434 に伝達され、シャフト 434 によって被対象物にねじが打ち込まれる。電動ドライバ 431 には、ユーザが操作するトリガースイッチ 432 が設けられている。

[0089] 電動ドライバ 431 の把手の下部筐体内に、電池パック 430 およびモータ制御部 435 が収納されている。電池パック 430 として電池パック 300 を使用することができる。モータ制御部 435 は、モータ 433 を制御する。モータ 433 以外の電動ドライバ 431 の各部が、モータ制御部 435 によって制御されてもよい。電池パック 430 と電動ドライバ 431 とはそれぞれに設けられた係合部材によって係合される。後述するように、電池パック 430 およびモータ制御部 435 のそれぞれにマイクロコンピュータが備えられている。電池パック 430 からモータ制御部 435 に対して電池電源が供給されると共に、両者のマイクロコンピュータ間で電池パック 430 の情報が通信される。

[0090] 電池パック 430 は、例えば、電動ドライバ 431 に対して着脱自在とされる。電池パック 430 は、電動ドライバ 431 に内蔵されていてもよい。電池パック 430 は、充電時には充電装置に装着される。なお、電池パック 430 が電動ドライバ 431 に装着されているときに、電池パック 430 の一部が電動ドライバ 431 の外部に露出し、露出部分をユーザが視認できるようにしてもよい。例えば、電池パック 430 の露出部分に LED が設けられ、LED の発光及び消灯をユーザが確認できるようにしてもよい。

[0091] モータ制御部435は、例えば、モータ433の回転および停止、ならびに回転方向を制御する。さらに、過放電時に負荷への電源供給を遮断する。トリガースイッチ432は、例えば、モータ433とモータ制御部435の間に挿入され、ユーザがトリガースイッチ432を押し込むと、モータ433に電源が供給され、モータ433が回転する。ユーザがトリガースイッチ432を戻すと、モータ433の回転が停止する。

[0092] (無人航空機)

本開示の二次電池を電動式航空機用の電源に適用した例について、図9を参照して説明する。本開示の二次電池は、ドローンなどの無人航空機の電源として適用できる。図9は、無人航空機の平面図である。無人航空機の基体は、中心部としての円筒状または角筒状の胴体部と、胴体部の上部に固定された支持軸442a～442fとを含んで構成される。図9では、胴体部が六角筒状を有し、胴体部の中心から6本の支持軸442a～442fが等角間隔で放射状に延びるように構成されている。胴体部および支持軸442a～442fは、軽量であって強度の高い材料から構成されている。

[0093] 支持軸442a～442fの先端部には、回転翼の駆動源としてのモータ443a～443fがそれぞれ取り付けられている。モータ443a～443fの回転軸に回転翼444a～444fが取り付けられている。各モータを制御するためのモータ制御回路を含む回路ユニット445は支持軸442a～442fが交わる中心部（胴体部の上部）に取り付けられている。

[0094] さらに、胴体部の下側の位置に動力源としてのバッテリー部が配置されている。バッテリー部は、180度の対向間隔を有するモータ及び回転翼の対に対して電力を供給するように

3個の電池パックを有している。各電池パックは、例えばリチウムイオン二次電池と充放電を制御するバッテリー制御回路とを有する。電池パックとして電池パック300を使用することができる。モータ443aおよび回転翼444aと、モータ443dおよび回転翼444dとが対を構成する。同様に、モータ443bおよび回転翼444bとモータ443eおよび回転翼44

4 e とが対を構成し、モータ 4 4 3 c および回転翼 4 4 4 c とモータ 4 4 3 f および回転翼 4 4 4 f とが対を構成する。これらの対と電池パックとが等しい数とされている。

[0095] (車両用蓄電システム)

本開示の二次電池を電動車両用の蓄電システムに適用した例について、図 10 を参照して説明する。図 10 に、本開示の二次電池が適用されるシリーズハイブリッドシステムを採用するハイブリッド車両の構成の一例を概略的に示す。シリーズハイブリッドシステムはエンジンで動かす発電機で発電された電力、あるいはバッテリーに一旦貯めておいた電力を用いて、電力駆動力変換装置で走行する車である。

[0096] ハイブリッド車両 6 0 0 には、エンジン 6 0 1、発電機 6 0 2、電力駆動力変換装置 6 0 3、駆動輪 6 0 4 a、駆動輪 6 0 4 b、車輪 6 0 5 a、車輪 6 0 5 b、バッテリー 6 0 8、車両制御装置 6 0 9、各種センサ 6 1 0、充電口 6 1 1 が搭載されている。バッテリー 6 0 8 については、上述した本開示の電池パック 3 0 0 が適用され得る。

[0097] ハイブリッド車両 6 0 0 は、電力駆動力変換装置 6 0 3 を動力源として走行する。電力駆動力変換装置 6 0 3 の一例は、モータである。バッテリー 6 0 8 の電力によって電力駆動力変換装置 6 0 3 が作動し、この電力駆動力変換装置 6 0 3 の回転力が駆動輪 6 0 4 a、6 0 4 b に伝達される。なお、必要な個所に直流－交流 (DC－AC) あるいは逆変換 (AC－DC 変換) を用いることによって、電力駆動力変換装置 6 0 3 が交流モータでも直流モータでも適用可能である。各種センサ 6 1 0 は、車両制御装置 6 0 9 を介してエンジン回転数を制御したり、図示しないスロットルバルブの開度 (スロットル開度) を制御したりする。各種センサ 6 1 0 には、速度センサ、加速度センサ、エンジン回転数センサなどが含まれる。

[0098] エンジン 6 0 1 の回転力は発電機 6 0 2 に伝えられ、その回転力によって発電機 6 0 2 により生成された電力をバッテリー 6 0 8 に蓄積することが可能である。図示しない制動機構によりハイブリッド車両 6 0 0 が減速すると、

その減速時の抵抗力が電力駆動力変換装置 603 に回転力として加わり、この回転力によって電力駆動力変換装置 603 により生成された回生電力がバッテリー 608 に蓄積される。

[0099] バッテリー 608 は、ハイブリッド車両 600 の外部の電源に接続されることで、その外部電源から充電口 611 を入力口として電力供給を受け、受けた電力を蓄積することも可能である。

[0100] さらに、二次電池に関する情報に基づいて車両制御に関する情報処理を行なう情報処理装置を備えていてもよい。このような情報処理装置としては、例えば、二次電池の残量に関する情報に基づき、電池残量表示を行う情報処理装置などがある。

[0101] なお、以上は、エンジンで動かす発電機で発電された電力、あるいはバッテリーに一旦貯めておいた電力を用いて、モータで走行するシリーズハイブリッド車を例として説明した。しかしながら、エンジンとモータの出力がいずれも駆動源とし、エンジンのみで走行、モータのみで走行、エンジンとモータ走行という 3 つの方式を適宜切り替えて使用するパラレルハイブリッド車に対しても本開示の二次電池は有効に適用可能である。さらに、エンジンを用いず駆動モータのみによる駆動で走行する、いわゆる電動車両に対しても本開示の二次電池は有効に適用可能である。

実施例

[0102] 本開示の実施例について説明する。

[0103] (実施例 1-1 ~ 1-4)

以下で説明するように、図 1 などに示した円筒型のリチウムイオン二次電池を作製したのち、そのリチウムイオン二次電池の電池特性を評価した。ここでは、直径 21 mm、長さ 70 mm の寸法を有するリチウムイオン二次電池を作製した。

[0104] [作製方法]

まず、正極集電体 21A として、厚さ 12 μ m のアルミニウム箔を用意し

た。次に、正極活物質としてリチウムニッケルコバルトアルミニウム酸化物（NCA）のNi比率が85%以上の層状リチウム酸化物と、ポリフッ化ビニリデンからなる正極結着材と、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が混合された導電助剤とを混合することにより正極合剤を得た。正極活物質と、正極結着材と、導電助剤との混合比率は95：2：3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21Aの両面の所定の領域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21Bを形成した。また、正極露出部212の表面であって正極被覆部211に隣接する部位に、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）を含んだ塗料を塗布し乾燥させることによって幅3mmの絶縁層101を形成した。そののち、ロールプレス機を用いて正極活物質層21Bを圧縮成型した。以上により、正極被覆部211および正極露出部212を有する正極21を得た。ここで、正極被覆部211のW軸方向の幅を60mmとし、正極露出部212のW軸方向の幅を7mmとした。また、正極21のL軸方向の長さを1700mmとした。なお、得られた正極21では、正極活物質層21Bの面積密度が22.0mg/cm²であり、正極活物質層21Bの体積密度は3.55mg/cm³であった。また、正極被覆部211の厚さT1は62.0μmであった。したがって、正極被覆部211の厚さT1に対する正極集電体21Aの厚さT2の比T2/T1が5.17であった。

[0105] また、負極集電体22Aとして、厚さ8μmの銅箔を用意した。次に、黒鉛からなる炭素材料とSiO₂とを混合した負極活物質と、ポリフッ化ビニリデンからなる負極結着材と、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が混合された導電助剤とを混合することにより負極合剤を得た。負極活物質と、負極結着材と導電助剤との混合比率は95：3.5：1.5とした。また、負極活物質のうち、黒鉛とSiO₂との混合比率

を95 : 5とした。続いて、有機溶剤（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22Aの両面の所定の領域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。そののち、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。以上により、負極被覆部221および負極露出部222を有する負極22を得た。ここで、負極被覆部221のW軸方向の幅を62mmとし、負極露出部222の第1部分222AのW軸方向の幅を4mmとした。また、負極22のL軸方向の長さを1760mmとした。

[0106] 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とをセパレータ23を介して重ねることにより積層構造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構造S20を作製した。また、セパレータ23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が形成されると共に切欠きが中心軸CL付近に配置されるように、渦巻き状に巻回し、巻回された積層構造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。

[0107] 次に、厚さ0.5mmの平板の端を電極巻回体20の端面41, 42に対してZ軸方向に押し付けることで、端面41, 42を局所的に折り曲げ、貫通孔26から径方向（R方向）に放射状に延びる溝43を作製した。

[0108] 続いて、電極巻回体20の上方および下方から実質的に同時に、かつ実質的に同じ圧力を端面41および端面42に対して略垂直方向に加えることで、正極露出部212と負極露出部222の第1部分222Aとをそれぞれ折り曲げて、端面41および端面42をそれぞれ平坦面とした。このとき、端面41および端面42にある正極露出部212の第1縁部212Eおよび負極露出部222の第2縁部222Eが、貫通孔26に向かって重なりつつ折

れ曲がるようにした。そののち、端面 4 1 に正極集電板 2 4 の扇状部 3 1 をレーザ溶接により接合すると共に、端面 4 2 に負極集電板 2 5 の扇状部 3 3 をレーザ溶接により接合した。

[0109] 次に、電極巻回体 2 0 の所定の位置に絶縁テープ 5 3, 5 4 を貼付けたのち、正極集電板 2 4 の帯状部 3 2 を折り曲げて絶縁板 1 2 の穴 1 2 H に帯状部 3 2 を挿通させると共に、負極集電板 2 5 の帯状部 3 4 を折り曲げて絶縁板 1 3 の穴 1 3 H に帯状部 3 4 を挿通させた。

[0110] 次に、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 2 0 を挿入したのち、外装缶 1 1 の底部と負極集電板 2 5 とを溶接した。そののち、外装缶 1 1 の開放端部 1 1 N の近傍にくびれ部 1 1 S を形成した。さらに、電解液 6. 5 g を外装缶 1 1 内に注入したのち、正極集電板 2 4 の帯状部 3 2 と安全弁機構 3 0 とを溶接した。

[0111] 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 LiBF_4 および LiPF_6 を含むものを用いた。実施例 1-1 ~ 1-4 の二次電池では、電解液における EC, DMC, FEC, および SN の各々の含有率を、後出の表 1 に示したように変化させた。電解質塩の濃度は、電解液中の組成比の中で重量比が 5 % 以上である環状カーボネートおよび鎖状カーボネートの合計に対する、 LiBF_4 および LiPF_6 の合計の重量の比率 (mol/kg) を算出した。具体的には、電解液における EC, DMC, および FEC の合計の重量に対する LiBF_4 および LiPF_6 の合計の重量の比率 (mol/kg) を算出した。実施例 1-1 ~ 1-4 の二次電池では、電解質塩の濃度が $1.25 \text{ mol/kg} \sim 1.45 \text{ mol/kg}$ の範囲となるように電解液の各成分の含有率を調整した。また、電解液 (EC, DMC, および FEC) 中の LiBF_4 の濃度は 0.1 重量% 以下とした。本実施例では、外装缶 1 1 の底部に切り込みを入れ、遠心分離を行うことにより電解液を採取した。採取した電解液を硝酸水溶液で希釈したものについて、ICP 分析法によ

りP元素およびLi元素の定量をおこなった。さらに、希釈した電解液について、ガスクロマトグラフィーにより、EC、DMC、FEC、およびSNの各々の含有率を算出した。

[0112] なお、本実施例の二次電池では、FECおよびSNの添加量および被膜形成プロセスの条件により、正極活物質層21Bの被膜および負極活物質層22Bの被膜の絶対量が変化する。また、正極活物質層21Bへの被膜形成については、電池電圧を3.9Vから4.2V、雰囲気温度を40℃、保持時間を10hから40hとすることで、被膜の絶対量および重量比F/Nを微調整した。負極活物質層22Bへの被膜形成については、電池電圧を3.4Vから3.6V、雰囲気温度を60℃、保持時間を3hから20hとすることで、被膜の絶対量および重量比F/Nを微調整した。実施例1-1～1-4の二次電池では、いずれも、正極活物質層21Bの重量比F/Nを25とし、負極活物質層22Bの重量比F/Nを10とした。

[0113] 最後に、くびれ部11Sを利用してガスケット15、安全弁機構30および電池蓋14で密封した。

[0114] 以上により、各実施例のリチウムイオン二次電池を得た。

[0115] [電池特性の評価]

リチウムイオン二次電池の電池特性を評価したところ、表1に示した結果が得られた。具体的には、300サイクル維持率および電池容量について評価した。300サイクル維持率については、15Aの定電流で4.2Vの電圧まで充電したのち、40Aまたは10Aの定電流で2.5Vの電圧まで放電する操作を1サイクルとし、これを300サイクル繰り返した。1サイクル目の放電容量に対する300サイクル目の放電容量の比率を算出し、その数値を40Aまたは10Aの300サイクル維持率とした。40Aの300サイクル維持率とは、放電を40Aの定電流で実施した場合の300サイクル維持率であり、10Aの300サイクル維持率とは、放電を10Aの定電流で実施した場合の300サイクル維持率である。電池容量については、上記の定電流・定電圧充電を6Aで4.2Vまで行い、そののち、2.0Vま

で800mAで放電させたときの容量とした。

[0116] 正極および負極の被膜中に含まれるフッ素および窒素の定量は以下の要領で実施した。(1) リチウムイオン二次電池を0.2Cで2.5Vまで放電したのち非大気環境で解体し、正極および負極を取り出した。

(2) 取り出した負極をジメチルカーボネート(DMC)に浸漬して洗浄した。

(3) 非大気環境を維持したまま、正極および負極を分析装置に導入した。分析装置として、アルバック・ファイ製の走査型X線光電子分光分析装置(PHI Quantera SXM)を用いた。測定条件は、モノクロ化したAl-K α 線(1486.6eV, ビームサイズ約100 μ m ϕ)とした。測定元素は5~10元素とした。

(4) XPS測定により得られたスペクトルのピーク面積から、フッ素の重量および窒素の重量をそれぞれ算出し、重量比F/Nを算出した。このとき、フッ素および窒素ピークトップの結合エネルギー差は280~292eV程度とした。

[0117] [表1]

表 1

	電解質塩 濃度 (mol/kg)	電解液の含有率(%)				重量比 F/N		電池 容量 (mAh)	300 サイクル 維持率(%)	
		EC	DMC	FEC	SN	正極	負極		40A	10A
比較例 1-1	1.24	11.65	58.86	12.0	0.95	25	10	4000	79	87
実施例 1-1	1.25	11.63	58.77	12.0	0.95	25	10	4000	85	91
実施例 1-2	1.35	11.46	57.90	12.0	0.95	25	10	4000	86	91
実施例 1-3	1.40	11.38	57.48	12.0	0.95	25	10	4000	88	92
実施例 1-4	1.45	11.29	57.06	12.0	0.95	25	10	4000	85	90
比較例 1-2	1.46	11.28	56.98	12.0	0.95	25	10	4000	77	85

[0118] (比較例 1-1 ~ 1-2)

上記実施例に対する比較例としてのリチウムイオン二次電池を作製した。比較例 1-1 では、電解質塩の濃度が 1.24 mol/kg となるように電解液の各成分の含有率を調整し、比較例 1-2 では、電解質塩の濃度が 1.46 mol/kg となるように電解液の各成分の含有率を調整した。比較例 1-1 ~ 1-2 のリチウムイオン二次電池についても実施例 1-1 ~ 1-4 のリチウムイオン二次電池と同様の電池特性の評価を実施した。その結果を表 1 に併せて示す。

[0119] (実施例 2-1 ~ 2-17)

正極活物質層 21B の重量比 F/N および負極活物質層 22B の重量比 F/N がそれぞれ 表 2 に示した数値となるように電解液を調整した。その点を除き、他は実施例 1-3 と同様にして実施例 2-1 ~ 2-17 のリチウムイオン二次電池をそれぞれ作製し、実施例 1-3 と同様の電池特性の評価を実施した。その結果を表 2 に示す。

[0120]

[表2]

表 2

	構造	電解液の含有率(重量%)				重量比 F/N		電池 容量 (mAh)	300 サイクル 維持率(%)	
		EC	DMC	FEC	SN	正 極	負 極		40A	10A
実施例 2-1	タフレス	11.38	57.47	12.0	0.95	15	5	4000	87	91
実施例 2-2	タフレス	11.38	57.47	12.0	0.95	15	15	4000	86	91
実施例 2-3	タフレス	11.38	57.47	12.0	0.95	35	5	4000	87	91
実施例 2-4	タフレス	11.38	57.47	12.0	0.95	35	15	4000	86	90
実施例 1-3	タフレス	11.38	57.48	12.0	0.95	25	10	4000	88	92
実施例 2-5	タフレス	12.37	62.48	6.00	0.95	3	1	4000	82	87
実施例 2-6	タフレス	12.37	62.48	6.00	0.95	50	1	4000	81	86
実施例 2-7	タフレス	11.04	55.77	14.00	1.00	3	30	4000	82	86
実施例 2-8	タフレス	11.04	55.77	14.00	1.00	50	30	4000	82	86
実施例 2-9	タフレス	11.04	55.77	14.00	1.00	48	34	4000	65	76
実施例 2-10	タフレス	11.04	55.77	14.00	1.00	25	35	4000	63	77
実施例 2-11	タフレス	11.04	55.77	14.00	1.00	8	35	4000	64	75
実施例 2-12	タフレス	10.71	54.10	16.00	1.00	48	52	4000	65	75
実施例 2-13	タフレス	10.71	54.10	16.00	1.00	25	56	4000	64	76
実施例 2-14	タフレス	10.71	54.10	16.00	1.00	8	58	4000	63	75
実施例 2-15	タフレス	10.38	52.43	18.00	1.00	48	77	4000	66	74
実施例 2-16	タフレス	10.38	52.43	18.00	1.00	25	74	4000	65	74
実施例 2-17	タフレス	10.38	52.43	18.00	1.00	8	76	4000	66	73

※電解質塩濃度：1.40 mol/kg

[0121] (比較例 2-1 ~ 2-4)

上記実施例 2-1 ~ 2-17 に対する比較例としてのリチウムイオン二次

電池を作製した。但し、比較例 2-1 では負極活物質層における重量比 F/N が 0.9 となるようにし、比較例 2-2 では負極活物質層における重量比 F/N が 3.1 となるようにし、比較例 2-3 では正極活物質層における重量比 F/N が 2 となるようにし、比較例 2-4 では負極活物質層における重量比 F/N が 5.1 となるようにした。比較例 2-1 ~ 2-4 のリチウムイオン二次電池の構成は、それらの点を除き、他は実施例 1-3 のリチウムイオン二次電池と同じ構成とした。比較例 2-1 ~ 2-4 のリチウムイオン二次電池についても実施例 1-3 のリチウムイオン二次電池と同様の電池特性の評価を実施した。その結果を表 3 に示す。

[0122]

[表3]

表 3

	構造	電解液の含有率 (%)				重量比 F/N		電池 容量 (mAh)	300 サイクル 維持率 (%)	
		EC	DMC	FEC	SN	正 極	負 極		40A	10A
比較例 2-1	タブレス	12.38	62.48	6.00	0.95	25	0.9	4000	67	77
比較例 2-2	タブレス	11.38	57.47	12.0	0.95	25	31	4000	65	78
比較例 2-3	タブレス	11.38	57.47	12.0	0.95	2	10	4000	66	76
比較例 2-4	タブレス	11.38	57.47	12.0	0.95	51	10	4000	67	77
比較例 2-5	3 本タブ	11.38	57.47	12.0	0.95	27	9	4000	53	67
比較例 2-6	3 本タブ	12.38	62.48	6.00	0.95	8	4	4000	52	67
比較例 2-7	3 本タブ	11.38	57.47	12.0	0.95	40	10	4000	53	68
比較例 2-8	3 本タブ	11.04	55.73	14.00	1.00	5	25	4000	54	67
比較例 2-9	3 本タブ	11.05	55.77	14.00	1.00	42	28	4000	53	67
比較例 2-10	3 本タブ	10.88	54.93	15.00	1.00	36	42	4000	52	78
比較例 2-11	3 本タブ	10.88	54.93	15.00	1.00	24	43	4000	52	77
比較例 2-12	3 本タブ	10.72	54.10	16.00	1.00	38	58	4000	52	79
比較例 2-13	3 本タブ	10.72	54.10	16.00	1.00	25	55	4000	53	76
比較例 2-14	3 本タブ	10.39	52.43	18.00	1.00	33	78	4000	55	78
比較例 2-15	3 本タブ	10.39	52.43	18.00	1.00	22	76	4000	54	79

※電解質塩濃度：1.40 mol/kg

[0123] (比較例 2-5 ~ 2-15)

上記実施例 1-1 ~ 1-4, 2-1 ~ 2-17 では、正極タブおよび負極タブを用いずに正極集電板および負極集電板を用いるようにした、いわゆるタブレス構造を有するリチウムイオン二次電池を作製した。これに対し、比較例 2-5 ~ 2-15 のリチウムイオン二次電池では、正極集電板および負極集電板を用いずに正極タブおよび負極タブを用いるようにした、3 本タブ

構造を採用した。具体的には図 11 に示した正極 121 および負極 122 を採用した。すなわち、図 11 に示した正極 121 では、長手方向である L 軸方向の中間部に、正極活物質層 121B が形成されずに正極集電体 121A が露出した状態の正極露出部 121C を設け、正極露出部 121C に正極タブ 121T を取り付けようとしている。正極タブ 121T は、正極集電板 24 の代わりに安全弁機構 30 を介して電池蓋 14 と電氣的に接続されている。また、図 11 に示した負極 122 では、L 軸方向の両端部に、負極活物質層 122B が形成されずに負極集電体 122A が露出した状態の負極露出部 122C を設け、各々の負極露出部 122C に負極タブ 122T を取り付けようとしている。負極タブ 122T は、負極集電板 25 の代わりに外装缶 11 と電氣的に接続されている。比較例 2-5～2-15 のリチウムイオン二次電池についても実施例 1-3 のリチウムイオン二次電池と同様の電池特性の評価を実施した。その結果を表 3 に併せて示す。

[0124] (実施例 3-1～3-8)

正極活物質層 21B の面積密度および正極活物質層 21B の体積密度がそれぞれ表 4 に示した数値となるように正極 21 を形成した。その点を除き、他は実施例 1-3 と同様にして実施例 3-1～3-8 のリチウムイオン二次電池をそれぞれ作製し、実施例 1-3 と同様の電池特性の評価を実施した。ここで、正極活物質層 21B の面積密度については、正極集電体 21A に塗布するスラリーの塗布量を変化させることで調整した。また、正極活物質層 21B の体積密度については、ロールプレス機の押圧力を変化させることで制御した。実施例 3-1～3-8 のリチウムイオン二次電池については、さらに、500 サイクル維持率および表面温度についても評価した。500 サイクル維持率については、3C の定電流で 4.0V の電圧まで充電する第 1 段階の充電操作と、それに続く、1C の定電流で 4.2V の電圧まで充電する第 2 段階の充電操作と、30A の定電流で 2.5V の電圧まで放電する放電操作とを 1 サイクルとし、これを 500 サイクル繰り返した。1 サイクル目の放電容量に対する 500 サイクル目の放電容量の比率を算出し、その数

値をサイクル維持率とした。また、表面温度については、500サイクル後のリチウムイオン二次電池について、外装缶11の表面の温度を測定した。外装缶11の表面の温度については、熱電対を外装缶11の表面に張り付けることで測定した。それらの結果を表4に示す。

[0125] [表4]

表 4

	構造	正極活物質層		重量比 F/N		電池 容量 (mAh)	表面 温度 (℃)	300 サイクル 維持率 (%)		500 サイクル 維持率 (%)
		面積密度 (mg/cm ²)	体積密度 (mg/cm ³)	正 極	負 極			40A	10A	
実施例 3-1	タブレス	21.0	3.39	25	10	3900	21.0	88	93	86
実施例 3-2	タブレス	21.4	3.45	25	10	3930	21.0	87	92	85
実施例 3-3	タブレス	21.5	3.47	25	10	3980	21.0	87	92	85
実施例 1-3	タブレス	22.0	3.55	25	10	4000	21.0	88	92	86
実施例 3-4	タブレス	22.5	3.63	25	10	4000	24.0	81	86	79
実施例 3-5	タブレス	23.0	3.65	25	10	4000	28.0	80	85	78
実施例 3-6	タブレス	23.5	3.65	25	10	4010	32.0	79	84	77
実施例 3-7	タブレス	23.6	3.65	25	10	4020	35.0	67	72	65
実施例 3-8	タブレス	24.0	3.65	25	10	4025	38.0	51	56	49

[0126] (実施例 4-1 ~ 4-5)

正極集電体 21A としてのアルミニウム箔の厚さをそれぞれ表5に示した数値のものを除き、他は実施例 1-3 と同様にして実施例 4-1 ~ 4-5 のリチウムイオン二次電池をそれぞれ作製し、実施例 3-1 ~ 3-8 と同様の電池特性の評価を実施した。その結果を表5に示す。

[0127]

[表5]

表 5

	構造	正極 被覆部 厚さ T2 (μm)	正極 集電体 厚さ T1 (μm)	T2/T1	重量比 F/N		電池 容量 (mAh)	表面 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	300 サイクル 維持率 (%)		500 サイクル 維持率 (%)
					正 極	負 極			40A	10A	
実施例 4-1	タブレス	62.0	12.7	4.88	25	10	3880	20.0	88	93	86
実施例 4-2	タブレス	62.0	12.4	5.00	25	10	3970	21.0	88	93	86
実施例 1-3	タブレス	62.0	12.0	5.17	25	10	4000	21.0	88	92	86
実施例 4-3	タブレス	62.0	12.0	5.90	25	10	4000	23.0	86	91	84
実施例 4-4	タブレス	62.0	9.5	6.50	25	10	4000	24.0	85	90	83
実施例 4-5	タブレス	62.0	9.4	6.60	25	10	4000	28.0	70	75	68

[0128] (実施例 5-1～5-3)

正極被覆部 211 の厚さ T2 がそれぞれ表 6 に示した数値となるように、かつ、正極活物質層 21B の体積密度がそれぞれ表 6 に示した数値となるように正極活物質層 21B の厚さを調整したことを除き、他は実施例 1-3 と同様にして実施例 5-1～5-5 のリチウムイオン二次電池をそれぞれ作製し、実施例 3-1～3-8 と同様の電池特性の評価を実施した。その結果を表 6 に示す。

[0129]

[表6]

表 6

	体積 密度 (mg/ cm ³)	正極 被覆部 厚さ T1 (μm)	正極 集電体 厚さ T2 (μm)	T2/T1	重量比 F/N		電池 容量 (mAh)	表面 温度 (°C)	300 サイクル 維持率 (%)		500 サイクル 維持率 (%)
					正 極	負 極			40A	10A	
比較例 5-1	3.76	59	12.0	4.88	25	10	—	—	—	—	—
比較例 5-2	3.67	60	12.0	5.00	25	10	—	—	—	—	—
実施例 1-3	3.55	62	12.0	5.17	25	10	4000	21.0	88	92	86
実施例 5-1	3.11	71	12.0	5.90	25	10	4000	23.0	86	91	84
実施例 5-2	2.82	78	12.0	6.50	25	10	4000	24.0	68	73	66
実施例 5-3	2.78	79	12.0	6.60	25	10	4000	28.0	57	62	55

[0130] (実施例 6-1～6-4, 比較例 6-1～6-4)

電解質塩の濃度がそれぞれ表 7 に示した数値となるように電解液を調整した。また、電解液 (EC, DMC, および FEC) 中の LiBF₄ の濃度を 0.004 重量%とした。それらの点を除き、他は実施例 1-3 と同様にして実施例 6-1～6-4, 比較例 6-1～6-4 のリチウムイオン二次電池をそれぞれ作製し、電池特性の評価を実施した。ここでは、実施例 3-1～3-8 と同様に、電池容量、表面温度、および 500 サイクル維持率について評価した。その結果を表 7 に示す。

[0131]

[表7]

表 7

	電解質塩 濃度 (mol/kg)	電解液の含有率 (%)				重量比 F/N		電池 容量 (mAh)	表面 温度 (°C)	500 サイクル 維持率 (%)
		EC	DMC	FEC	SN	正極	負極			
比較例 6-1	1.20	11.72	59.21	12.00	0.95	25	10	4000	35.0	37
比較例 6-2	1.24	11.65	58.86	12.00	0.95	25	10	4000	33.0	38
実施例 6-1	1.25	11.63	58.77	12.00	0.95	25	10	4000	28.0	63
実施例 6-2	1.30	11.55	58.33	12.00	0.95	25	10	4000	25.0	71
実施例 6-3	1.35	11.46	57.90	12.00	0.95	25	10	4000	23.0	78
実施例 1-3	1.40	12.00	60.63	12.00	0.95	25	10	4000	21.0	86
実施例 6-4	1.45	11.29	57.06	12.00	0.95	25	10	4000	22.0	72
比較例 6-3	1.46	11.28	56.98	12.00	0.95	25	10	4000	31.0	52
比較例 6-4	1.50	11.21	56.64	12.00	0.95	25	10	4000	34.0	41

[0132] (実施例 7-1 ~ 7-7)

電解液 (EC, DMC, および FEC) 中の電解質塩としての LiBF_4 の濃度がそれぞれ表 8 に示した数値となるように LiBF_4 の添加量を調整した。その点を除き、他は実施例 1-3 と同様にして実施例 7-1 ~ 7-7 のリチウムイオン二次電池をそれぞれ作製し、実施例 3-1 ~ 3-8 と同様に、電池容量、表面温度、および 500 サイクル維持率について評価した。その結果を表 7 に示す。

[0133]

[表8]

表 8

	電解質 塩濃度 (mol/kg)	LiBF ₄ 濃度 (wt%)	電解液の含有率(%)				重量比 F/N		電池 容量 (mAh)	表面 温度 (°C)	500 サイクル 維持率 (%)
			EC	DMC	FEC	SN	正 極	負 極			
実施例 7-1	1.40	0.000	12.00	60.63	12.00	0.95	25	10	4000	27.0	66
実施例 7-2	1.40	0.001	12.00	60.63	12.00	0.95	25	10	4000	22.0	80
実施例 7-3	1.40	0.002	12.00	60.63	12.00	0.95	25	10	4000	21.0	82
実施例 7-4	1.40	0.005	12.00	60.63	12.00	0.95	25	10	4000	21.0	84
実施例 7-5	1.40	0.008	12.00	60.63	12.00	0.95	25	10	4000	22.0	84
実施例 7-6	1.40	0.010	12.00	60.63	12.00	0.95	25	10	4000	24.0	77
実施例 7-7	1.40	0.011	12.00	60.63	12.00	0.95	25	10	4000	29.0	67

[0134] [考察]

表 1 ～ 表 3 に示したように、実施例 1-1 ～ 1-4, 2-1 ～ 2-17 では、比較例 1-1, 1-2, 2-1 ～ 2-4 と比較して、優れたサイクル特性が得られることが確認できた。具体的には、表 1 に示したように、実施例 1-1 ～ 1-4 と比較例 1-1, 1-2 との比較から、電解液における電解質塩の濃度が 1.25 mol/kg 以上 1.45 mol/kg 以下であると、優れたサイクル特性が得られることが確認できた。この結果は、本開示のリチウムイオン二次電池では、タブレス構造を採用して内部抵抗の低減を図りつつ電解質塩の濃度を適正化することにより、高負荷レート充電時の電池温度上昇を緩和し、電解質塩の分解反応を抑制できたことによるものと考えられる。

[0135] また、実施例 1-3, 2-1 ～ 2-17 と比較例 2-1 ～ 2-4 との比較から、正極活物質層における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N が 3 以上 50 以下であり、負極活物質層における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比 F/N が 1 以上 30 以下であると、優れたサイクル特性が

得られることが確認できた。また、実施例 1-3, 2-1~2-17 と比較例 2-5~2-15 との比較から、図 11 に示した 3 本タブ構造よりも図 3 A~4 B などに示したいわゆるタブレス構造を採用することで、優れたサイクル特性が得られることが確認できた。

[0136] また、表 4 に示したように、実施例 3-3~3-6 と、実施例 3-1, 3-2, 3-7, 3-8 との比較から、正極活物質層 21B の面積密度が 21.5 mg/cm^2 以上 23.5 mg/cm^2 以下であると、表面温度の上昇を抑えつつ、十分な電池容量と、より良好なサイクル特性とが得られることが確認できた。

[0137] また、表 5 に示したように、実施例 4-2~4-4 と、実施例 4-1, 4-5 との比較から、正極集電体 21A の厚さ T_1 に対する正極被覆部 211 の厚さ T_2 、すなわち、正極集電体 21A と正極活物質層 21B との合計の厚さ T_2 の比 T_2/T_1 が 5.0 以上 6.5 以下であると、表面温度の上昇を抑えつつ、十分な電池容量と、より良好なサイクル特性とが得られることが確認できた。

[0138] また、表 6 に示したように、実施例 1-3 および実施例 5-1~5-2 と、比較例 5-1, 5-2 および実施例 5-3 との比較から、体積密度が 3.55 mg/cm^3 以下であると、表面温度の上昇を抑えつつ、十分な電池容量と、より良好なサイクル特性とが得られることが確認できた。なお、比較例 5-1, 5-2 では、体積密度が高すぎて電極を作製することができなかった。

[0139] また、表 7 に示したように、実施例 6-1~6-4, 1-3 と、比較例 6-1~6-4 との比較から、電解液における電解質塩の濃度が 1.25 mol/kg 以上 1.45 mol/kg 以下であると、表面温度の上昇を抑えつつ、十分な電池容量と、より良好なサイクル特性とが得られることが確認できた。

[0140] また、表 8 に示したように、実施例 7-1, 7-7 と、実施例 7-2~7-6 との比較から、電解液における LiBF_4 の濃度が 0.001 (重量%)

以上0.10（重量％）以下であると、表面温度の上昇を抑えつつ、十分な電池容量と、よりいっそう良好なサイクル特性とが得られることが確認できた。

[0141] 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ず、種々に変形可能である。

[0142] 具体的には、上記一実施形態および実施例では、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。

[0143] 本明細書中に記載された効果はあくまで例示であり、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。

請求の範囲

- [請求項1] 正極と負極とがセパレータを介して積層されて第1の方向に延びる中心軸を中心に巻回されてなる電極巻回体と、
- 前記電極巻回体のうちの、前記第1の方向における第1端面と対向するように配置された正極集電板と、
- 前記電極巻回体のうちの、前記第1の方向における前記第1端面と反対側の第2端面と対向するように配置された負極集電板と、
- 電解液と、
- 前記電極巻回体、前記正極集電板、前記負極集電板、および前記電解液を収容する電池缶と
- を備え、
- 前記正極は、正極集電体に正極活物質層が被覆されている正極被覆部と、前記正極集電体が前記正極活物質層に覆われずに露出し前記正極集電板と接合された正極露出部とを有し、
- 前記負極は、負極集電体に負極活物質層が被覆されている負極被覆部と、前記負極集電体が前記負極活物質層に覆われずに露出し前記負極集電板と接合された負極露出部とを有し、
- 前記中心軸を中心に巻回された前記正極露出部のうちの前記電極巻回体の径方向に隣り合う複数の第1縁部および前記中心軸を中心に巻回された前記負極露出部のうちの前記径方向に隣り合う複数の第2縁部、の少なくとも一方が互いに重なり合うように前記中心軸に向かって折れ曲がっており、
- 前記電解液は、電解質塩として LiPF_6 を含有し、
- 前記電解液における前記電解質塩の濃度が 1.25 mol/kg 以上 1.45 mol/kg 以下である
- 二次電池。
- [請求項2] 前記電解質塩として LiPF_6 に加えて LiBF_4 をさらに含み、
- 前記電解液における LiBF_4 の濃度は 0.001 （重量％）以上

0.1 (重量%) 以下である

請求項1記載の二次電池。

[請求項3] 前記正極活物質層の面積密度が 21.5 mg/cm^2 以上 23.5 mg/cm^2 以下である

請求項1または請求項2に記載の二次電池。

[請求項4] 前記正極集電体の厚さに対する前記正極被覆部の厚さの比が5.0以上6.5以下である

請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の二次電池。

[請求項5] 前記正極活物質層の表層には、フッ素化合物および窒素化合物を含む正極被膜が形成されており、

前記負極活物質層の表層には、フッ素化合物および窒素化合物を含む負極被膜が形成されている

請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の二次電池。

[請求項6] 前記正極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比が3以上50以下であり、

前記負極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比が1以上30以下である

請求項5記載の二次電池。

[請求項7] 前記正極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比および前記負極被膜における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比は、X線光電子分光分析法により測定される窒素原子の1s軌道のスペクトルピーク面積およびフッ素原子の1s軌道のスペクトルピーク面積に基づいて算出される

請求項6記載の二次電池。

[請求項8] 前記正極活物質層における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比が1.5以上3.5以下であり、

前記負極活物質層における窒素含有量に対するフッ素含有量の重量比が5以上15以下である

請求項 6 または請求項 7 記載の二次電池。

[請求項 9] 前記電解液は、フッ素化合物およびニトリル化合物を含有する
請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の二次電池。

[請求項 10] 前記フッ素化合物は、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

請求項 9 記載の二次電池。

[請求項 11] 前記ニトリル化合物は、モノニトリル化合物、ジニトリル化合物、
および 3 ニトリル化合物のうちの少なくとも 1 種を含む

請求項 9 または請求項 10 記載の二次電池。

[請求項 12] 前記ニトリル化合物はスクシノニトリルである
請求項 9 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載の二次電池。

[請求項 13] 前記負極活物質層は、珪素、珪素酸化物、炭素珪素化合物、および
珪素合金のうちの少なくとも 1 つを含有する負極活物質を含む

請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載の二次電池。

[請求項 14] 前記正極活物質層は、コバルト酸リチウム、リチウムニッケルコバ
ルトマンガン酸化物、およびリチウムニッケルコバルトアルミニウム
酸化物のうちの少なくとも 1 種を含有する正極活物質を含む

請求項 1 から請求項 13 のいずれか 1 項に記載の二次電池。

[請求項 15] 請求項 1 から請求項 14 のいずれか 1 項に記載の二次電池と、
前記二次電池を制御する制御部と、
前記二次電池を内包する外装体と
を有する電池パック。

[請求項 16] 請求項 1 から請求項 14 のいずれか 1 項に記載の二次電池と、
前記二次電池から供給された電力を駆動力に変換する変換部と、
前記駆動力に応じて駆動する駆動部と、
前記二次電池の動作を制御する制御部と

を備えた電動車両。

[請求項17]

請求項15に記載の電池パックと、
複数の回転翼と、
前記回転翼をそれぞれ回転させるモータと、
前記回転翼及びモータをそれぞれ支持する支持軸と、
前記モータの回転を制御するモータ制御部と、
前記モータに電力を供給する電力供給ラインとを備え、
前記電池パックが前記電力供給ラインに接続されている
電動式航空機。

[請求項18]

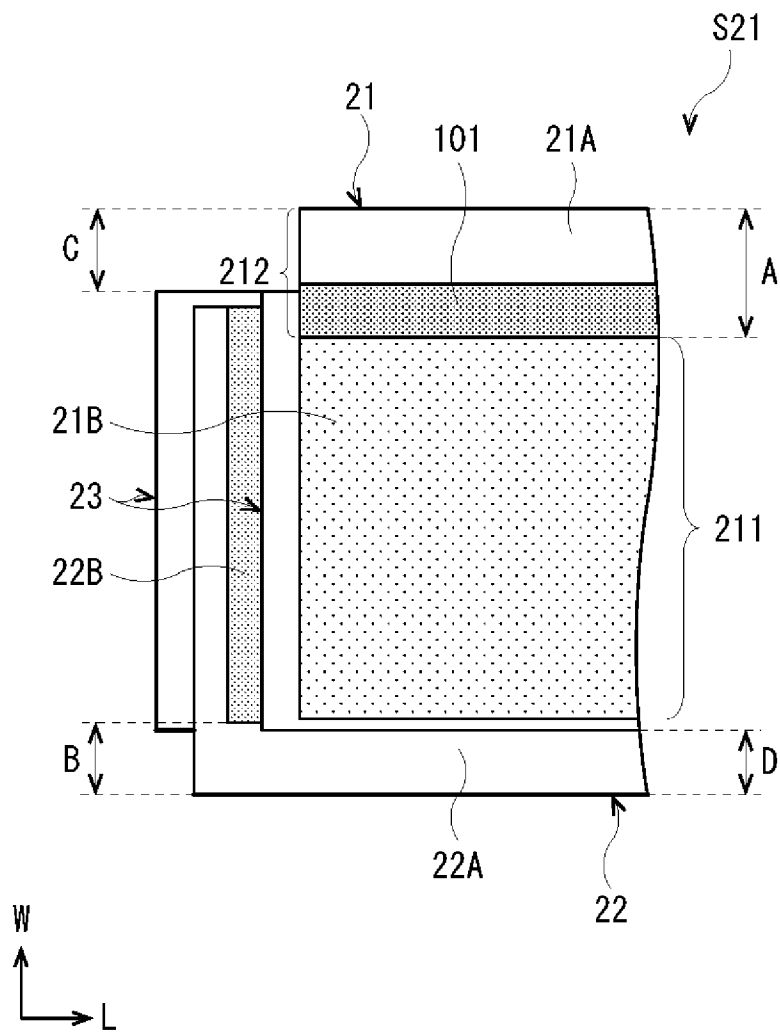
請求項1から請求項14のいずれか1項に記載の二次電池と、
前記二次電池から電力を供給される可動部と
を備えた電動工具。

[請求項19]

請求項1から請求項14のいずれか1項に記載の二次電池を電力供給源として備えた電子機器。

[図2]

図2



[図3A]

図3A

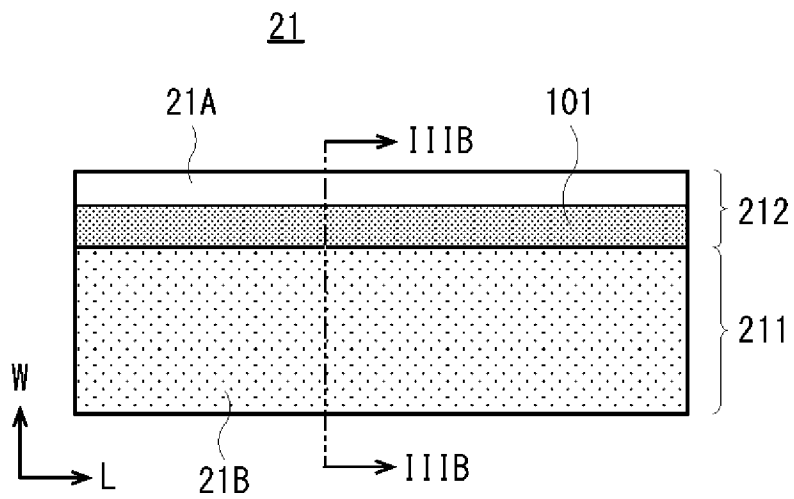
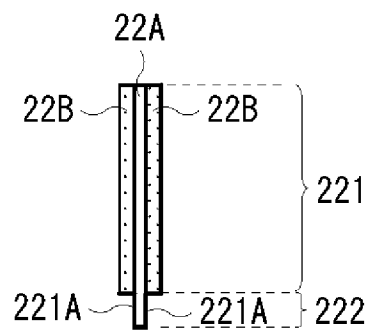
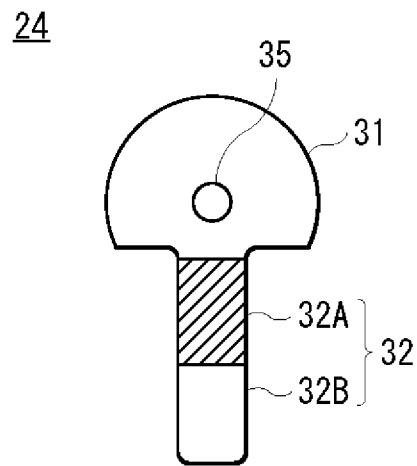


図3B



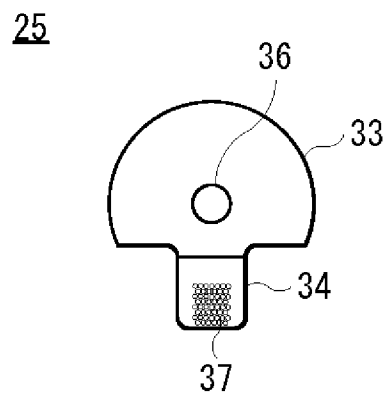
[図5A]

図5A



[図5B]

図5B



[図6]

図 6

(A)

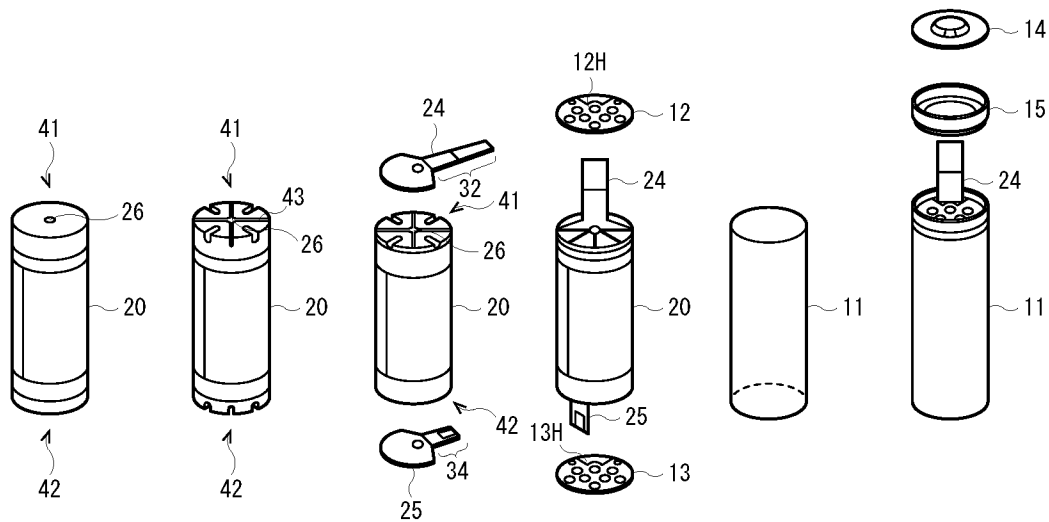
(B)

(C)

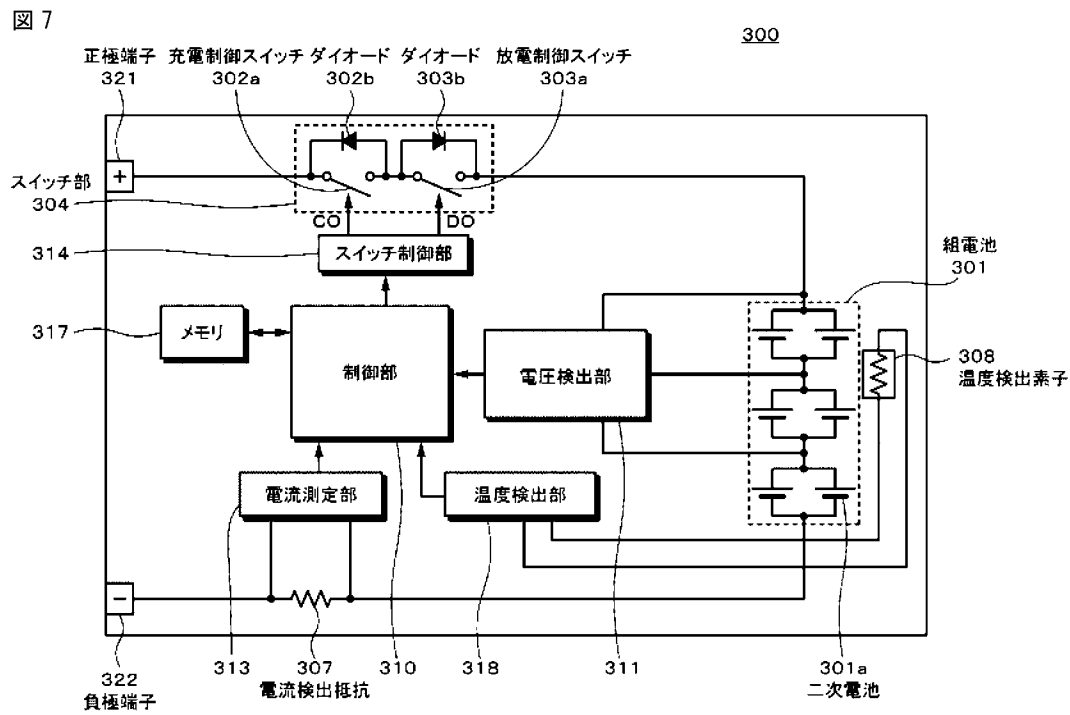
(D)

(E)

(F)

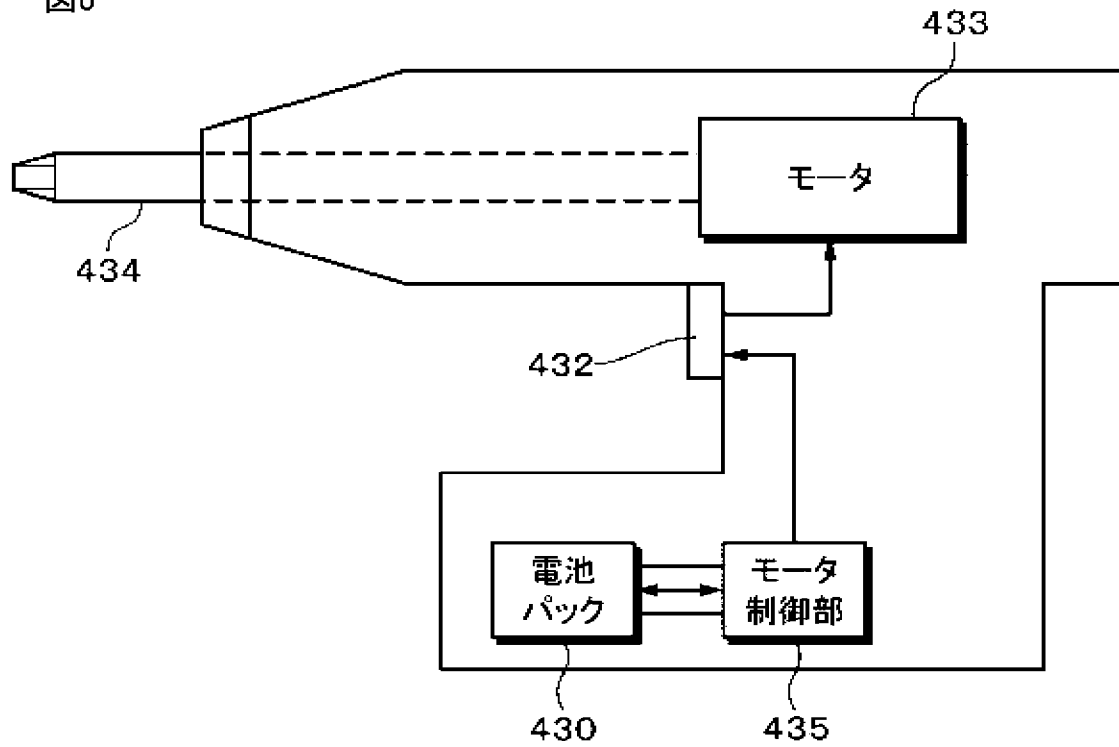


[図7]



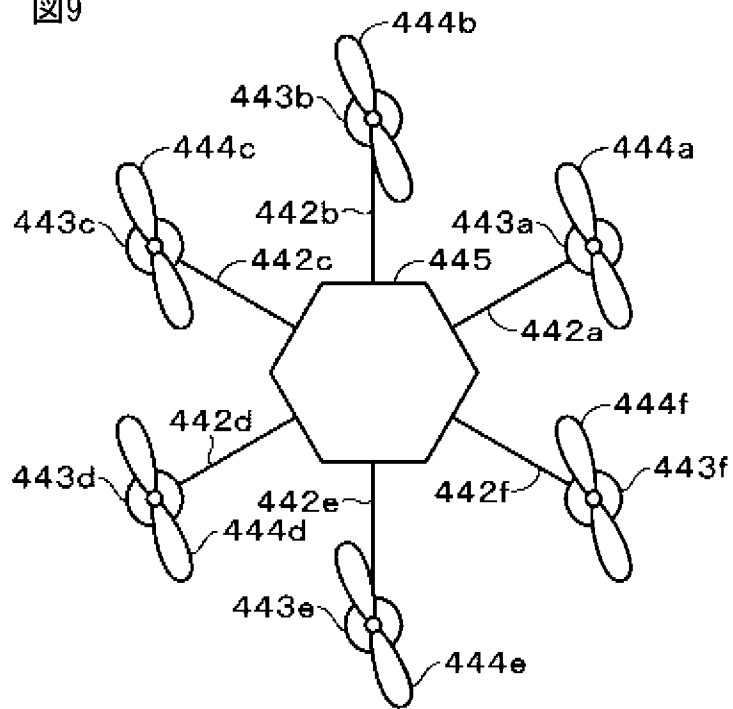
[図8]

図8



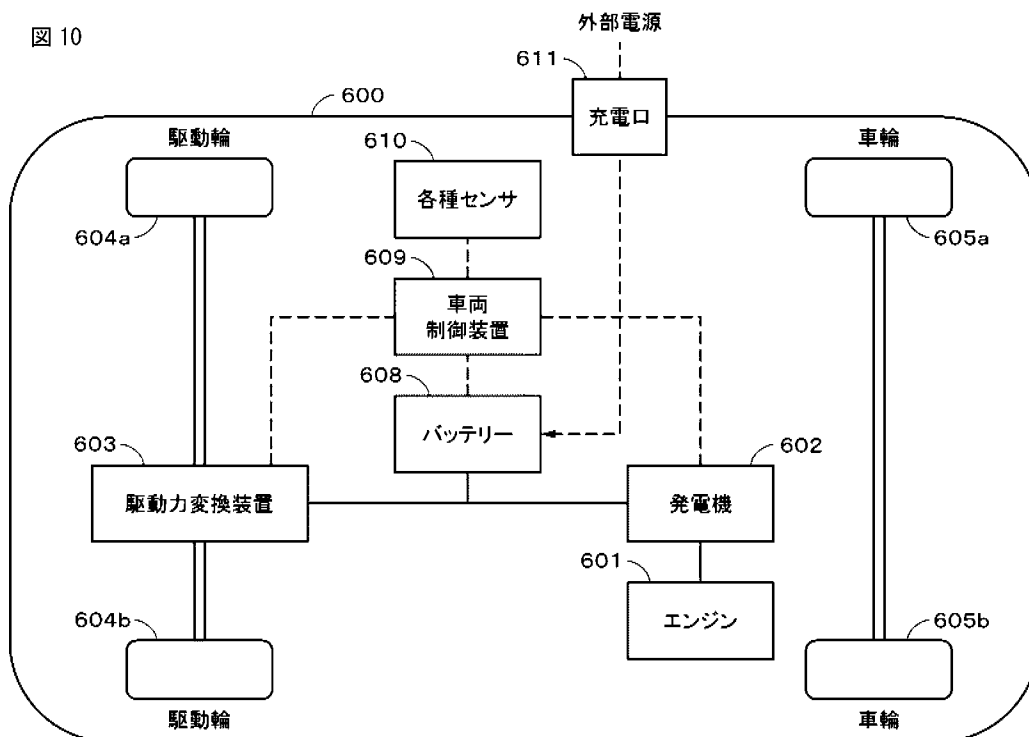
[図9]

図9



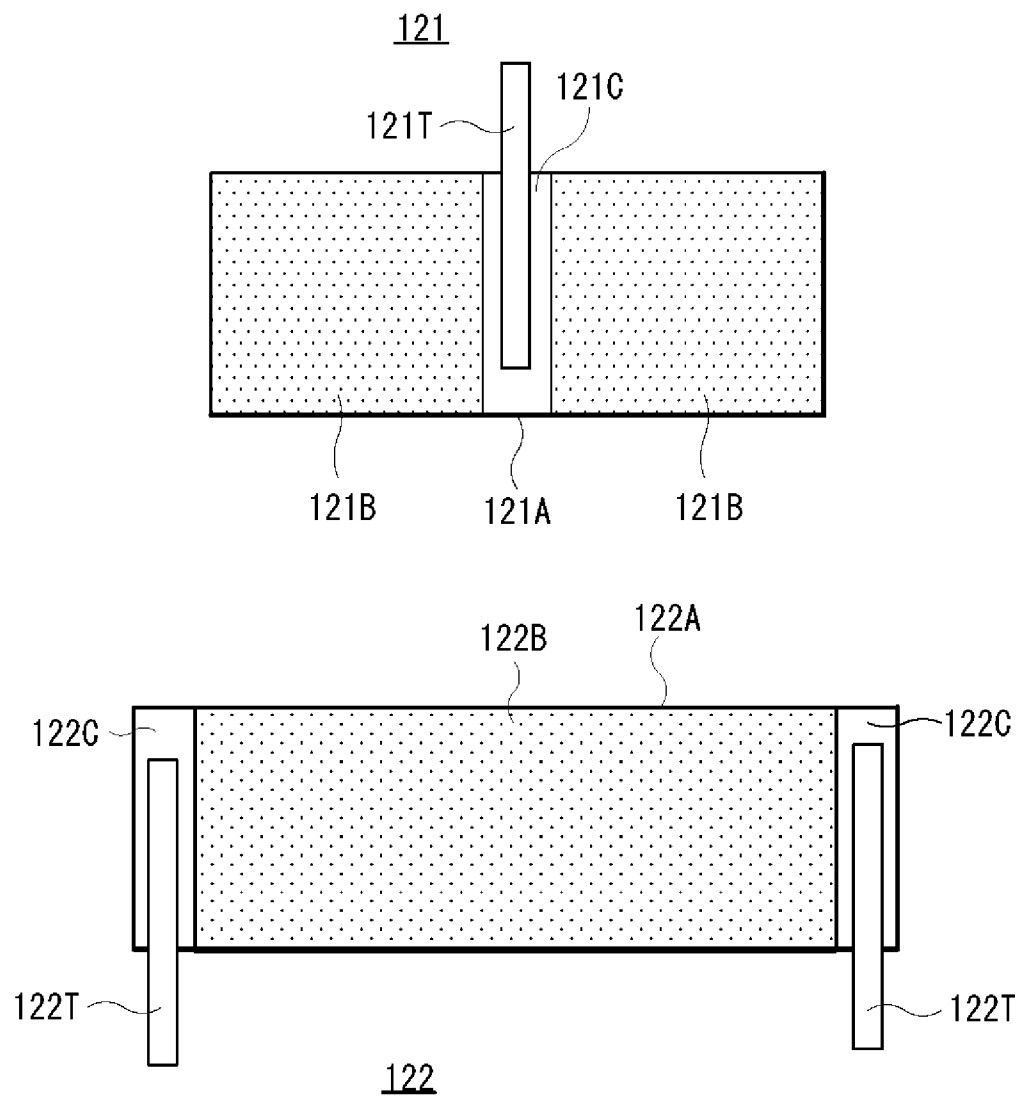
[図10]

図 10



[図11]

図11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/042586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01M 10/0587</i> (2010.01)i; <i>H01M 4/13</i> (2010.01)i; <i>H01M 4/38</i> (2006.01)i; <i>H01M 4/48</i> (2010.01)i; <i>H01M 4/505</i> (2010.01)i; <i>H01M 4/525</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/052</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/0567</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/0568</i> (2010.01)i; <i>H01M 10/0569</i> (2010.01)i FI: H01M10/0587; H01M4/13; H01M4/38 Z; H01M4/48; H01M4/505; H01M4/525; H01M10/052; H01M10/0567; H01M10/0568; H01M10/0569 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																							
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M10/0587; H01M4/13; H01M4/38; H01M4/48; H01M4/505; H01M4/525; H01M10/052; H01M10/0567; H01M10/0568; H01M10/0569 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)																							
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2010-015968 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 21 January 2010 (2010-01-21) paragraphs [0012]-[0015], [0032], [0041]-[0046], table 2, examples 18-19</td> <td>1-5, 9-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>entire text, all drawings</td> <td>6-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2021/020237 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 04 February 2021 (2021-02-04) claims 1, 11-14, 16, paragraphs [0007]-[0009], fig. 1-2</td> <td>1-5, 9-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>entire text, all drawings</td> <td>6-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-056841 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 03 March 2005 (2005-03-03) claims 2-3, paragraphs [0023], [0025], example 1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>entire text, all drawings</td> <td>6-8</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 2010-015968 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 21 January 2010 (2010-01-21) paragraphs [0012]-[0015], [0032], [0041]-[0046], table 2, examples 18-19	1-5, 9-19	A	entire text, all drawings	6-8	Y	WO 2021/020237 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 04 February 2021 (2021-02-04) claims 1, 11-14, 16, paragraphs [0007]-[0009], fig. 1-2	1-5, 9-19	A	entire text, all drawings	6-8	Y	JP 2005-056841 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 03 March 2005 (2005-03-03) claims 2-3, paragraphs [0023], [0025], example 1	2	A	entire text, all drawings	6-8
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
Y	JP 2010-015968 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 21 January 2010 (2010-01-21) paragraphs [0012]-[0015], [0032], [0041]-[0046], table 2, examples 18-19	1-5, 9-19																					
A	entire text, all drawings	6-8																					
Y	WO 2021/020237 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 04 February 2021 (2021-02-04) claims 1, 11-14, 16, paragraphs [0007]-[0009], fig. 1-2	1-5, 9-19																					
A	entire text, all drawings	6-8																					
Y	JP 2005-056841 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 03 March 2005 (2005-03-03) claims 2-3, paragraphs [0023], [0025], example 1	2																					
A	entire text, all drawings	6-8																					
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																							
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family																							
Date of the actual completion of the international search 10 January 2023		Date of mailing of the international search report 24 January 2023																					
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.																					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/042586**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-210767 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 11 September 2008 (2008-09-11) paragraphs [0077], [0081], example 13	2
A	entire text, all drawings	6-8
Y	WO 2021/044968 A1 (SHOWA DENKO K.K.) 11 March 2021 (2021-03-11) paragraphs [0090]-[0091]	3-4
A	entire text, all drawings	6-8
A	JP 2021-028957 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 25 February 2021 (2021-02-25) paragraphs [0028]-[0030]	6-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/042586

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010-015968	A	21 January 2010	US 2010/0015521 A1 paragraphs [0035]-[0038], [0061], [0068]-[0077], table 1A, examples 18-19 EP 2154746 A1 KR 10-2010-0005416 A CN 101626098 A	
WO	2021/020237	A1	04 February 2021	US 2022/0149444 A1 claims 1, 11-14, 16, paragraphs [0007]-[0031], fig. 1-2 CN 114128023 A	
JP	2005-056841	A	03 March 2005	US 2005/0026043 A1 claims 2-3, paragraphs [0030], [0032], example 1 KR 10-0612272 B1 CN 1581563 A	
JP	2008-210767	A	11 September 2008	US 2008/0206650 A1 paragraphs [0100], [0103], example 13 EP 1962364 A1 KR 10-2008-0079072 A CN 101257131 A	
WO	2021/044968	A1	11 March 2021	EP 3831859 A1 paragraphs [0087]-[0088] KR 10-2021-0030374 A CN 114080704 A	
JP	2021-028957	A	25 February 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01M 10/0587(2010.01)i; H01M 4/13(2010.01)i; H01M 4/38(2006.01)i; H01M 4/48(2010.01)i; H01M 4/505(2010.01)i; H01M 4/525(2010.01)i; H01M 10/052(2010.01)i; H01M 10/0567(2010.01)i; H01M 10/0568(2010.01)i; H01M 10/0569(2010.01)i FI: H01M10/0587; H01M4/13; H01M4/38 Z; H01M4/48; H01M4/505; H01M4/525; H01M10/052; H01M10/0567; H01M10/0568; H01M10/0569																													
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01M10/0587; H01M4/13; H01M4/38; H01M4/48; H01M4/505; H01M4/525; H01M10/052; H01M10/0567; H01M10/0568; H01M10/0569 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年																			
日本国実用新案公報	1922-1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971-2023年																												
日本国実用新案登録公報	1996-2023年																												
日本国登録実用新案公報	1994-2023年																												
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2010-015968 A（三星エスディアイ株式会社）21.01.2010（2010-01-21） 段落0012-0015, 0032, 0041-0046, 表2, 実施例18-19</td> <td>1-5, 9-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>全文, 全図</td> <td>6-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2021/020237 A1（株式会社村田製作所）04.02.2021（2021-02-04） 請求項1, 11-14, 16, 段落0007-0009, 図1-2</td> <td>1-5, 9-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>全文, 全図</td> <td>6-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-056841 A（三星エスディアイ株式会社）03.03.2005（2005-03-03） 請求項2-3, 段落0023, 0025, 実施例1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>全文, 全図</td> <td>6-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2008-210767 A（三星エスディアイ株式会社）11.09.2008（2008-09-11） 段落0077, 0081, 実施例13</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>全文, 全図</td> <td>6-8</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	Y	JP 2010-015968 A（三星エスディアイ株式会社）21.01.2010（2010-01-21） 段落0012-0015, 0032, 0041-0046, 表2, 実施例18-19	1-5, 9-19	A	全文, 全図	6-8	Y	WO 2021/020237 A1（株式会社村田製作所）04.02.2021（2021-02-04） 請求項1, 11-14, 16, 段落0007-0009, 図1-2	1-5, 9-19	A	全文, 全図	6-8	Y	JP 2005-056841 A（三星エスディアイ株式会社）03.03.2005（2005-03-03） 請求項2-3, 段落0023, 0025, 実施例1	2	A	全文, 全図	6-8	Y	JP 2008-210767 A（三星エスディアイ株式会社）11.09.2008（2008-09-11） 段落0077, 0081, 実施例13	2	A	全文, 全図	6-8
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																											
Y	JP 2010-015968 A（三星エスディアイ株式会社）21.01.2010（2010-01-21） 段落0012-0015, 0032, 0041-0046, 表2, 実施例18-19	1-5, 9-19																											
A	全文, 全図	6-8																											
Y	WO 2021/020237 A1（株式会社村田製作所）04.02.2021（2021-02-04） 請求項1, 11-14, 16, 段落0007-0009, 図1-2	1-5, 9-19																											
A	全文, 全図	6-8																											
Y	JP 2005-056841 A（三星エスディアイ株式会社）03.03.2005（2005-03-03） 請求項2-3, 段落0023, 0025, 実施例1	2																											
A	全文, 全図	6-8																											
Y	JP 2008-210767 A（三星エスディアイ株式会社）11.09.2008（2008-09-11） 段落0077, 0081, 実施例13	2																											
A	全文, 全図	6-8																											
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。 <table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 </td> <td> “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献																									
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献																												
国際調査を完了した日 10.01.2023		国際調査報告の発送日 24.01.2023																											
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 森 透 4X 8394 電話番号 03-3581-1101 内線 3435																											

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2021/044968 A1 (昭和電工株式会社) 11.03.2021 (2021 - 03 - 11) 段落0090-0091	3-4
A	全文, 全図	6-8
A	JP 2021-028957 A (株式会社豊田中央研究所) 25.02.2021 (2021 - 02 - 25) 段落0028-0030	6-8

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/042586

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-015968	A	21.01.2010	US 2010/0015521 A1 段落 0035-0038, 0061, 0068-0077, 表1A, 実施例18-19 EP 2154746 A1 KR 10-2010-0005416 A CN 101626098 A	
WO	2021/020237	A1	04.02.2021	US 2022/0149444 A1 請求項1, 11-14, 16, 段落 0007-0031, 図1-2 CN 114128023 A	
JP	2005-056841	A	03.03.2005	US 2005/0026043 A1 請求項2-3, 段落0030, 0032, 実施例1 KR 10-0612272 B1 CN 1581563 A	
JP	2008-210767	A	11.09.2008	US 2008/0206650 A1 段落0100, 0103, 実施例13 EP 1962364 A1 KR 10-2008-0079072 A CN 101257131 A	
WO	2021/044968	A1	11.03.2021	EP 3831859 A1 段落0087-0088 KR 10-2021-0030374 A CN 114080704 A	
JP	2021-028957	A	25.02.2021	(ファミリーなし)	