

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7302663号

(P7302663)

(45)発行日 令和5年7月4日(2023.7.4)

(24)登録日 令和5年6月26日(2023.6.26)

(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 4/64 (2006.01)

H O 1 M 4/64

A

H O 1 M 4/66 (2006.01)

H O 1 M 4/66

A

H O 1 M 4/02 (2006.01)

H O 1 M 4/02

Z

H O 1 M 4/13 (2010.01)

H O 1 M 4/13

請求項の数 9 (全21頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-536998(P2021-536998)

(86)(22)出願日 令和2年7月22日(2020.7.22)

(86)国際出願番号 PCT/JP2020/028453

(87)国際公開番号 WO2021/020277

(87)国際公開日 令和3年2月4日(2021.2.4)

審査請求日 令和3年12月2日(2021.12.2)

(31)優先権主張番号 特願2019-139817(P2019-139817)

(32)優先日 令和1年7月30日(2019.7.30)

(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号

(74)代理人 100123973

弁理士 杉浦 拓真

(74)代理人 100082762

弁理士 杉浦 正知

(72)発明者 大谷 彬

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号

株式会社村田製作所内

審査官 引 明佳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 二次電池、電池パック、電子機器、電動工具、電動式航空機及び電動車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

セパレータを介して帯状の正極と帯状の負極とが積層され、巻回された構造を有する電極巻回体と、正極集電板及び負極集電板が、外装缶に收容された二次電池において、

前記正極は、帯状のアルミニウム又はアルミニウム合金の正極箔上に、正極活物質層によって被覆された被覆部と、正極活物質非被覆部を有し、

前記負極は、帯状のニッケル、ニッケル合金、銅若しくは銅合金の単体、又は、それらの複合材の負極箔上に、負極活物質層によって被覆された被覆部と、負極活物質非被覆部を有し、

前記正極活物質非被覆部は、前記電極巻回体の端部の一方において、前記正極集電板と接合され、

前記負極活物質非被覆部は、前記電極巻回体の端部の他方において、前記負極集電板と接合され、

前記正極活物質非被覆部と前記負極活物質非被覆部の何れか一方又は両方が、前記巻回された構造の中心軸に向かって曲折し、重なり合うことによって形成された平坦面を有し、前記平坦面は溝を有し、

前記正極活物質非被覆部の幅は、前記負極活物質非被覆部の幅よりも大きく、

前記正極活物質非被覆部の端部及び前記負極活物質非被覆部の端部はそれぞれ前記セパレータよりも外側に突出し、

前記正極活物質非被覆部が前記セパレータの幅方向の一端から突出した部分の長さは、

10

20

前記負極活物質非被覆部が前記セパレータの幅方向の他端から突出した部分の長さよりも大きい二次電池。

【請求項 2】

前記正極活物質非被覆部のうち、前記セパレータを挟んで前記負極に対向する部分に絶縁層を有する請求項 1 に記載の二次電池。

【請求項 3】

前記正極箔の厚さは 5 μm 以上 20 μm 以下であり、前記負極箔の厚さは 5 μm 以上 20 μm 以下である請求項 1 又は 2 に記載の二次電池。

【請求項 4】

請求項 1 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。

10

【請求項 5】

請求項 1 から 3 の何れかに記載の二次電池又は請求項 4 に記載の電池パックを有する電子機器。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の電池パックを有し、前記電池パックを電源として使用する電動工具。

【請求項 7】

請求項 4 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。

20

【請求項 8】

対向する前記回転翼の対を複数有し、
前記電池パックを複数有し、
前記回転翼の複数の対と複数の前記電池パックとが等しい数とされた請求項 7 に記載の電動式航空機。

30

【請求項 9】

請求項 1 から 3 の何れかに記載の二次電池を有し、
前記二次電池から電力の供給を受けて車両の駆動力に変換する変換装置と、
前記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う制御装置とを有する電動車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池、電池パック、電子機器、電動工具、電動式航空機及び電動車両に関する。

40

【背景技術】

【0002】

自動車や工具などを電池で駆動させる場合において、高出力のリチウムイオン電池が必要となってきた。この高出力を生み出す方法の一つとして、ハイレート放電が提案されている。ハイレート放電は比較的大きな電流を流す放電であり、その際、電池の内部抵抗の大きさが問題となる。電池の内部抵抗として、例えば、正極と負極の集電体と電流取り出し用の集電板との接触抵抗が挙げられる。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、電極の端部一方向に活物質非被覆部を有し、端部の箔状集電

50

体と集電板とをレーザー溶接する電極巻回体の構造が開示されている。これにより大電流高率充放電が可能になるとしている。また、構造として正極の活物質非被覆部が負極の活物質非被覆部より大きく、集電体がセパレータからはみ出した幅が正極と負極で等しい構造が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第5132269号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、レーザー溶接を行うと集電板の穴あきや未溶接などが発生したり、レーザーの熱エネルギーによってセパレータが溶けたり、電極が損傷することで内部短絡を生じるという問題があった。

【0006】

従って、本発明は、活物質非被覆部と集電板の溶接時の不良発生を抑えることのできる、高出力な電池を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決するために、本発明は、セパレータを介して帯状の正極と帯状の負極とが積層され、巻回された構造を有する電極巻回体と、正極集電板及び負極集電板が、外装缶に收容された二次電池において、

正極は、帯状のアルミニウム又はアルミニウム合金の正極箔上に、正極活物質層によって被覆された被覆部と、正極活物質非被覆部を有し、

負極は、帯状のニッケル、ニッケル合金、銅若しくは銅合金の単体、又は、それらの複合材の負極箔上に、負極活物質層によって被覆された被覆部と、負極活物質非被覆部を有し、

正極活物質非被覆部は、電極巻回体の端部の一方において、正極集電板と接合され、

負極活物質非被覆部は、電極巻回体の端部の他方において、負極集電板と接合され、

正極活物質非被覆部と負極活物質非被覆部の何れか一方又は両方が、巻回された構造の中心軸に向かって曲折し、重なり合うことによって形成された平坦面を有し、

平坦面は溝を有し、

正極活物質非被覆部の幅は、負極活物質非被覆部の幅よりも大きく、

正極活物質非被覆部の端部及び負極活物質非被覆部の端部はそれぞれセパレータよりも外側に突出し、

正極活物質非被覆部がセパレータの幅方向の一端から突出した部分の長さは、負極活物質非被覆部がセパレータの幅方向の他端から突出した部分の長さよりも大きい二次電池である。

【0008】

また、本発明は、上述した二次電池と、

二次電池を制御する制御部と、

二次電池を内包する外装体と

を有する電池パックである。

本発明は、上述した二次電池又は上述した電池パックを有する電子機器である。

本発明は、上述した電池パックを有し、電池パックを電源として使用する電動工具である。

本発明は、上述した電池パックと、

複数の回転翼と、

回転翼をそれぞれ回転させるモータと、

回転翼及びモータをそれぞれ支持する支持軸と、

10

20

30

40

50

モータの回転を制御するモータ制御部と、
モータに電力を供給する電力供給ラインとを備え、
電池パックが電力供給ラインに接続されている電動式航空機である。
本発明は、上述した二次電池を有し、
二次電池から電力の供給を受けて車両の駆動力に変換する変換装置と、
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う制御装置とを有する
電動車両である。

【発明の効果】

【0009】

本発明の少なくとも実施の形態によれば、電池の内部抵抗を低下させることができ、高
出力の電池を実現することができる。なお、本明細書で例示された効果により本発明の
内容が限定して解釈されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、一実施の形態に係る電池の概略断面図である。

【図2】図2は、電極巻回体における正極、負極とセパレータの配置関係の一例を説明す
る図である。

【図3】図3Aは、正極集電板の平面図であり、図3Bは負極集電板の平面図である。

【図4】図4Aから図4Fは、一実施の形態に係る電池の組み立て工程を説明する図であ
る。

【図5】一実施の形態に係るレーザー溶接と重なり枚数を説明するための図である。

【図6】図6A及び図6Bは、実施例1を示す図である。

【図7】図7A及び図7Bは、比較例1を示す図である。

【図8】図8A及び図8Bは、比較例3を示す図である。

【図9】図9は、本発明の応用例としての電池パックの説明に使用する接続図である。

【図10】図10は、本発明の応用例としての電動工具の説明に使用する接続図である。

【図11】図11は、本発明の応用例としての無人航空機の説明に使用する接続図である。

【図12】図12は、本発明の応用例としての電動車両の説明に使用する接続図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態等について図面を参照しながら説明する。なお、説明は以下
の順序で行う。

<1. 一実施の形態>

<2. 変形例>

<3. 応用例>

以下に説明する実施の形態等は本発明の好適な具体例であり、本発明の内容がこれらの
実施の形態等に限定されるものではない。

【0012】

本発明の実施の形態では、二次電池として、円筒形状のリチウムイオン電池を例にして
説明する。勿論、リチウムイオン電池以外の他の電池や円筒形状以外の電池が用いられて
も良い。

【0013】

<1. 一実施の形態>

まず、リチウムイオン電池の全体構成に関して説明する。図1は、リチウムイオン電池
1の概略断面図である。リチウムイオン電池1は、例えば、図1に示すように、外装缶1
1の内部に電極巻回体20が収納されている円筒型のリチウムイオン電池1である。

【0014】

具体的には、リチウムイオン電池1は、例えば、円筒状の外装缶11の内部に、一対の
絶縁板12、13と、電極巻回体20とを備えている。ただし、リチウムイオン電池1は
、例えば、さらに、外装缶11の内部に、熱感抵抗（PTC）素子及び補強部材などのう

10

20

30

40

50

ちのいずれか 1 種類又は 2 種類以上を備えていてもよい。

【0015】

〔外装缶〕

外装缶 11 は、主に、電極巻回体 20 を収納する部材である。この外装缶 11 は、例えば、一端部が開放されると共に他端部が閉塞された円筒状の容器である。すなわち、外装缶 11 は、開放された一端部（開放端部 11N）を有している。この外装缶 11 は、例えば、鉄、アルミニウム及びそれらの合金などの金属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。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のうちのいずれか 1 種類又は 2 種類以上が鍍金されていてもよい。

【0016】

〔絶縁板〕

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、例えば、互いに電極巻回体 20 を挟むように配置されている。

【0017】

〔かしめ構造〕

外装缶 11 の開放端部 11N には、例えば、電池蓋 14 及び安全弁機構 30 がガスケット 15 を介して、かしめられている。電池蓋 14 は、本発明の一実施形態の「蓋部材」とあると共に、ガスケット 15 は、本発明の一実施形態の「封止部材」である。これにより、外装缶 11 の内部に電極巻回体 20 などが収納された状態において、その外装缶 11 は密閉されている。このため、外装缶 11 の開放端部 11N に、電池蓋 14 及び安全弁機構 30 がガスケット 15 を介して、かしめられた構造（かしめ構造 11R）が形成されている。すなわち、折り曲げ部 11P は、いわゆるクリンプ部であると共に、かしめ構造 11R は、いわゆるクリンプ構造である。

【0018】

〔電池蓋〕

電池蓋 14 は、主に、外装缶 11 の内部に電極巻回体 20 などが収納された状態において、その外装缶 11 の開放端部 11N を閉塞する部材である。この電池蓋 14 は、例えば、外装缶 11 の形成材料と同様の材料を含んでいる。電池蓋 14 のうちの中央領域は、例えば、+Z 方向に突出している。これにより、電池蓋 14 のうちの中央領域以外の領域（周辺領域）は、例えば、安全弁機構 30 に接触している。

【0019】

〔ガスケット〕

ガスケット 15 は、主に、外装缶 11（折り曲げ部 11P）と電池蓋 14 との間に介在することにより、その折り曲げ部 11P と電池蓋 14 との間の隙間を封止する部材である。ただし、ガスケット 15 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。

【0020】

このガスケット 15 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（PBT）及びポリプロピレン（PP）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 11 と電池蓋 14 とを互いに電氣的に分離しながら、折り曲げ部 11P と電池蓋 14 との間の隙間が十分に封止されるからである。

【0021】

〔安全弁機構〕

安全弁機構 30 は、主に、外装缶 11 の内部の圧力（内圧）が上昇した際に、必要に応じて外装缶 11 の密閉状態を解除することにより、その内圧を開放する。外装缶 11 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。

10

20

30

40

50

【0022】

〔電極巻回体〕

円筒形状のリチウムイオン電池では、帯状の正極21と帯状の負極22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に収まっている。正極21は正極箔21Aの片面又は両面に正極活物質層21Bを形成したものであり、正極箔21Aの材料は例えば、アルミニウムやアルミニウム合金でできた金属箔である。負極22は負極箔22Aの片面又は両面に負極活物質層22Bを形成したものであり、負極箔22Aの材料は例えば、ニッケル、ニッケル合金、銅や銅合金でできた金属箔である。セパレータ23は多孔質で絶縁性のあるフィルムであり、正極21と負極22とを電氣的に絶縁しながら、イオンや電解液等の物質の移動を可能にしている。

10

【0023】

正極活物質層21Bと負極活物質層22Bはそれぞれ、正極箔21Aと負極箔22Aとの多くの部分を覆うが、どちらも帯の短軸方向にある片方の端周辺を意図的に被覆していない。この活物質層21B、22Bが被覆されていない部分を以下、適宜、活物質非被覆部と称する。円筒形状の電池では、電極巻回体20は正極の活物質非被覆部21Cと負極の活物質非被覆部22Cが逆方向を向くようにしてセパレータ23を介して重ねられて巻回されている。

【0024】

図2に正極21、負極22とセパレータ23を積層した巻回前の構造の一例を示す。正極の活物質非被覆部21C（図2の斜線部分）の幅はAであり、負極の活物質非被覆部22C（図2の斜線部分）の幅はBである。正極の活物質非被覆部21Cがセパレータ23の幅方向の一端から突出した部分の長さはCであり、負極の活物質非被覆部22Cがセパレータ23の幅方向の他端から突出した部分の長さはDである。一実施の形態では、 $A > B$ かつ $C > D$ であることが好ましい。このように、正極の位置と負極の位置とをずらして配置することで、端部41に正極の活物質非被覆部21Cを、端部42に負極の活物質非被覆部22Cを配置することができる。

20

【0025】

正極21は、活物質非被覆部21Cと活物質被覆部21Bとの境界を含む幅3mmの区間が絶縁層101（図2の灰色の領域部分）で被覆されている。そして、セパレータを介して負極の活物質被覆部22Bに対向する正極の活物質非被覆部21Cの全ての領域が絶縁層101で覆われている。絶縁層101は、負極の活物質被覆部22Bと正極の活物質非被覆部21Cとの間に異物が侵入したときに、電池1の内部短絡を確実に防ぐ効果がある。また、絶縁層101は、電池1に衝撃が加わったときに、その衝撃を吸収し、正極の活物質非被覆部21Cが折れ曲がりや、負極22との短絡を確実に防ぐ効果がある。

30

【0026】

電極巻回体20の中心軸には、貫通孔26が空いている。貫通孔26は電極巻回体20の組み立て用の巻き芯と溶接用の電極棒を差し込むための孔である。電極巻回体20は、正極の活物質非被覆部21Cと負極の活物質非被覆部22Cが逆方向を向くように重ねて巻回してあるので、電極巻回体20の端部の一方（端部41）には、正極の活物質非被覆部21Cが集まり、電極巻回体20の端部の他方（端部42）には、負極の活物質非被覆部22Cが集まる。電流を取り出すための集電板24、25との接触を良くするために、活物質非被覆部21C、22Cは曲折されて、端部41、42が平坦面となっている。曲折する方向は端部41、42の外縁部27、28から貫通孔26に向かう方向であり、巻回された状態で隣接する周の活物質非被覆部同士が重なって曲折している。なお、本明細書において「平坦面」とは、完全に平坦な面のみならず、活物質非被覆部21C、22Cと集電板24、25が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。

40

【0027】

活物質非被覆部21C、22Cがそれぞれ重なるようにして曲折することで、一見、端部41、42を平坦面にすることが可能に思われるが、曲折する前に何らの加工もないと

50

、曲折するときに端部 4 1, 4 2 にシワやボイド（空隙、空間）が発生する。ここで、「シワ」や「ボイド」とは曲折した活物質非被覆部 2 1 C, 2 2 C に偏りが生じ、端部 4 1, 4 2 が平坦面とはならない部分である。このシワやボイドの発生を防止するために、貫通孔 2 6 から放射方向に溝 4 3（例えば図 4 B を参照）が形成されている。溝 4 3 は端部 4 1, 4 2 の外縁部 2 7, 2 8 から中心軸のある貫通孔 2 6 まで延在している。電極巻回体 2 0 の中心軸には貫通孔 2 6 があり、貫通孔 2 6 はリチウムイオン電池 1 の組み立て工程で、溶接器具を差し込む孔として使用される。貫通孔 2 6 の付近にある、正極 2 1 と負極 2 2 との巻き始めの活物質非被覆部 2 1 C, 2 2 C には切欠きがある。これは貫通孔 2 6 に向かって曲折したとき貫通孔 2 6 を塞がないようにするためである。溝 4 3 は、活物質非被覆部 2 1 C, 2 2 C を曲折した後も平坦面内に残っており、溝 4 3 の無い部分が、正極集電板 2 4 又は負極集電板 2 5 と接合（溶接等）されている。なお、平坦面のみならず、溝 4 3 が集電板 2 4, 2 5 の一部と接合されていてもよい。

10

電極巻回体 2 0 の詳細な構成、すなわち正極 2 1、負極 2 2、セパレータ 2 3 及び電解液のそれぞれの詳細な構成に関しては、後述する。

【0028】

〔集電板〕

通常のリチウムイオン電池では例えば、正極と負極の一か所ずつに電流取出し用のリードが溶接されているが、これでは電池の内部抵抗が大きく、放電時にリチウムイオン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、一実施の形態のリチウムイオン電池では、端部 4 1, 4 2 に正極集電板 2 4 と負極集電板 2 5 とを配置し、端部 4 1, 4 2 に存在する正極や負極の活物質非被覆部 2 1 C, 2 2 C と多点で溶接することで、電池の内部抵抗を低く抑えている。端部 4 1, 4 2 が曲折して平坦面となっていることも低抵抗化に寄与している。

20

【0029】

図 3 A 及び図 3 B に、集電板の一例を示す。図 3 A が正極集電板 2 4 であり、図 3 B は負極集電板 2 5 である。正極集電板 2 4 の材料は例えば、アルミニウムやアルミニウム合金の単体若しくは複合材でできた金属板であり、負極集電板 2 5 の材料は例えば、ニッケル、ニッケル合金、銅や銅合金の単体若しくは複合材でできた金属板である。図 3 A に示すように、正極集電板 2 4 の形状は平坦な扇形をした扇状部 3 1 に、矩形の帯状部 3 2 が付いた形状になっている。扇状部 3 1 の中央付近に孔 3 5 があいていて、孔 3 5 の位置は貫通孔 2 6 に対応する位置である。

30

【0030】

図 3 A の斜線で示す部分は帯状部 3 2 に絶縁テープが貼付されているか絶縁材料が塗布された絶縁部 3 2 A であり、図面の斜線部より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、貫通孔 2 6 に金属製のセンターピン（図示せず）を備えていない電池構造の場合には帯状部 3 2 が負極電位の部位と接触する可能性が低いため、絶縁部 3 2 A が無くても良い。その場合には、正極 2 1 と負極 2 2 との幅を負極絶縁部 3 2 A の厚さに相当する分だけ大きくして充放電容量を大きくすることができる。

【0031】

負極集電板 2 5 の形状は正極集電板 2 4 と殆ど同じ形状だが、帯状部が異なっている。図 3 B の負極集電板の帯状部 3 4 は、正極集電板の帯状部 3 2 より短く、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（プロジェクション）3 7 がある。抵抗溶接時には、電流が突起部に集中し、突起部が溶けて帯状部 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 の中央付近に孔 3 6 があいていて、孔 3 6 の位置は貫通孔 2 6 に対応する位置である。正極集電板 2 4 の扇状部 3 1 と負極集電板 2 5 の扇状部 3 3 は扇形の形状をしているため、端部 4 1, 4 2 の一部を覆うようになっている。全部を覆わない理由は、電池を組み立てる際に電極巻回体へ電解液を円滑に浸透させる為、あるいは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電池外へ放出しやすくする為である。

40

【0032】

50

〔正極〕

正極活物質層 2 1 B は、正極活物質として、リチウムを吸蔵及び放出することが可能である正極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。ただし、正極活物質層 2 1 B は、さらに、正極結着剤及び正極導電剤などの他の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及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。

【0033】

リチウム含有複合酸化物は、リチウムと 1 種類又は 2 種類以上の他元素（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り、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 種類又は 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。

【0034】

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 種類又は 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、フッ素系ゴム及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。

【0035】

正極導電剤は、例えば、炭素材料などのうちのいずれか 1 種類又は 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及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、金属材料及び導電性高分子などでもよい。

【0036】

正極箔 2 1 A の厚みは 5 μm 以上、20 μm 以下にすることが好ましい。正極箔 2 1 A の厚みを 5 μm 以上にすることで、正極と負極とセパレータとを重ねて巻回する際に正極が破断することなく製造することが可能になるためである。正極箔 2 1 A の厚みを 20 μm 以下にすることで、電池のエネルギー密度の低下を防ぐことができると共に、正極と負極との対向面積が大きくなり、出力の大きい電池にすることができるからである。

【0037】

〔負極〕

負極箔 2 2 A の表面は、粗面化されていることが好ましい。いわゆるアンカー効果により、負極箔 2 2 A に対する負極活物質層 2 2 B の密着性が向上するからである。この場合には、少なくとも負極活物質層 2 2 B と対向する領域において、負極箔 2 2 A の表面が粗面化されていればよい。粗面化の方法は、例えば、電解処理を利用して微粒子を形成する方法などである。電解処理では、電解槽中において電解法により負極箔 2 2 A の表面に微粒子が形成されるため、その負極箔 2 2 A の表面に凹凸が設けられる。電解法により作製された銅箔は、一般的に、電解銅箔と呼ばれている。

【0038】

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 種類又は 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、負極結着剤及び負極導電剤などの他の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てもよい。

【0039】

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。

【0040】

炭素材料は、例えば、易黒鉛化性炭素、難黒鉛化性炭素及び黒鉛などである。ただし、

10

20

30

40

50

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と共に、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、活性炭及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、ニードルコークス及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、フェノール樹脂及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。その他、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、粒状及び鱗片状のうちのいずれでもよい。

【0041】

リチウムイオン電池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。

【0042】

負極箔22Aの厚みは5 µm以上、20 µm以下にすることが好ましい。負極箔22Aの厚みを5 µm以上にすることで、正極と負極とセパレータとを重ねて巻回する際に負極が破断することなく製造することが可能になるためである。負極箔22Aの厚みを20 µm以下にすることで、電池のエネルギー密度の低下を防ぐことができると共に、正極と負極との対向面積が大きくなり、出力の大きい電池にすることができるからである。

【0043】

[セパレータ]

セパレータ23は、正極21と負極22との間に介在しており、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、合成樹脂及びセラミックなどの多孔質膜のうちのいずれか1種類又は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、ポリプロピレン及びポリエチレンなどである。

【0044】

特に、セパレータ23は、例えば、上記した多孔質膜(基材層)と、その基材層の片面又は両面に設けられた高分子化合物層とを含んでもよい。正極21及び負極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すると共に、電池膨れが抑制される。

【0045】

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種類又は2種類以上を含んでもよい。無機粒子の種類は、例えば、酸化アルミニウム及び窒化アルミニウムなどである。

【0046】

[電解液]

電解液は、溶媒及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種類又は2種類以上を含んでもよい。

溶媒は、有機溶媒などの非水溶媒のうちのいずれか1種類又は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。

10

20

30

40

50

非水溶媒は、例えば、環状炭酸エステル、鎖状炭酸エステル、ラクトン、鎖状カルボン酸エステル及びニトリル(モノニトリル)などである。

【0047】

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種類又は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。

【0048】

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。

【0049】

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。

【0050】

[リチウムイオン電池の作製方法]

図4Aから図4Fを参照して、一実施の形態のリチウムイオン電池1の作製方法について述べる。まず、正極活物質を、帯状の正極箔21Aの表面に塗着させ、これを正極21とし、負極活物質を、帯状の負極箔22Aの表面に塗着させ、これを負極22とした。このとき、正極21と負極22との短手方向の一端には正極活物質と負極活物質が塗着されていない活物質非被覆部21C、22Cを作製し、正極21と負極22との活物質非被覆部21C、22C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、切欠きを作製した。正極21と負極22とには乾燥等の工程を行った。そして、正極の活物質非被覆部21Cと負極の活物質非被覆部22Cが逆方向となるようにセパレータ23を介して重ね、中心軸に貫通孔26ができるように、且つ、作製した切欠きが中心軸付近に配置されるように、渦巻き状に巻回して、図4Aのような電極巻回体20を作製した。

【0051】

次に、図4Bのように、薄い平板（例えば厚さ0.5mm）などの端を端部41、42に対して垂直に押し付けることで、端部41、42を局部的に折り曲げて溝43を作製した。この方法で貫通孔26から放射方向に、中心軸に向かって延びる溝43を作製した。図4Bに示される、溝43の数や配置はあくまでも一例である。そして、図4Cのように、溝43を設けた端部41、42について、両極側から同時に同じ圧力を加え、正極の活物質非被覆部21Cと負極の活物質非被覆部22Cを折り曲げて、端部41、42が平坦面となるように形成した。このとき、端部41、42にある活物質非被覆部が、貫通孔26側に向かって重なって曲折するように圧力を加えた。その後、端部41に正極集電板24の扇状部31をレーザー溶接し、端部42に負極集電板25の扇状部33をレーザー溶接した。

【0052】

その後、図4Dのように、集電板24、25の帯状部32、34を折り曲げ、正極集電板24と負極集電板25に絶縁板12、13（又は絶縁テープ）を貼り付け、図4Eに示される外装缶11内に上記のように組立てを行った電極巻回体20を挿入し、外装缶11の底の溶接を行った。電解液を外装缶11内に注入後、図4Fのように、ガスケット15及び電池蓋14にて封止を行った。

【0053】

図5は正極活物質未被覆部21Cと正極集電板24のレーザー溶接部の断面を示してい

10

20

30

40

50

る。端部 4 1 において、電極巻回体の側面から距離 a の地点から所定の範囲においてレーザー光 5 2 を照射することで溶接を行った。正極側での重なり枚数 m は、図 5 の距離 a の地点の直下における活物質未被覆部 2 1 C（正極箔）が溶接されている枚数である。距離 a の地点とは、レーザー光 5 2 で形成された軌跡のうち、中心軸から最も遠い地点のことである。電池を中心軸に平行な面で切断し、溶接部を観察することで重なり枚数を確認することができる。負極活物質未被覆部 2 2 C と負極集電板 2 5 とのレーザー溶接状態の図は省略する。負極側での重なり枚数 m は、距離 a の地点の直下における活物質未被覆部 2 2 C（負極箔）が溶接されている枚数である。

【実施例】

【0054】

以下、上記のようにして作製したリチウムイオン電池 1 を用い、レーザー溶接の不良率などを比較した実施例に基づいて本発明を具体的に説明する。なお、本発明は、以下に説明する実施例に限定されるものではない。

全ての実施例と比較例において、電池サイズを 2 1 7 0 0 とした。

【0055】

【実施例 1】

図 2 において、A = 7（mm）、B = 4（mm）、C = 4.5（mm）、D = 3（mm）とした。

【0056】

【比較例 1】

図 2 において、A = 4（mm）、B = 7（mm）、C = 1.5（mm）、D = 6（mm）とした。

【0057】

【比較例 2】

図 2 において、A = 4（mm）、B = 4（mm）、C = 1.5（mm）、D = 3（mm）とした。

【0058】

【比較例 3】

図 2 において、A = 6（mm）、B = 3（mm）、C = 2（mm）、D = 2（mm）とした。リチウムイオン電池 1 の作製方法（図 4 B と図 4 C）で、端部 4 1、4 2 を折り曲げなかった（正極の活物質非被覆部 2 1 C と負極の活物質非被覆部 2 2 C を曲折しなかった）。

【0059】

【比較例 4】

図 2 において、A = 7（mm）、B = 5.5（mm）、C = 4.5（mm）、D = 4.5（mm）とした。

【0060】

【比較例 5】

図 2 において、A = 7（mm）、B = 6（mm）、C = 4.5（mm）、D = 3（mm）とした。

【0061】

【比較例 6】

図 2 において、A = 7（mm）、B = 10（mm）、C = 4.5（mm）、D = 3（mm）とした。

【0062】

【評価】

上述した電池について、電池の評価を行った。1 つの実施例又は比較例について、100 本ずつ電極巻回体 2 0 を準備し、集電板 2 4、2 5 をレーザー溶接した後に、外観検査とショートの有無のチェックを行った。集電板 2 4、2 5 の表面に穴があくなどしてレーザーの熱が内部にダメージを与えている可能性のある電池と、実際に熱の影響でセパレー

10

20

30

40

50

タ 2 3 が溶けてしまい正極 2 1 と負極 2 2 が接触し抵抗が低下してショートしている電池との合計数を電池の総数で除したときの割合を溶接不良率とした。さらに外観検査とショートチェックを合格した 1 0 本ずつの電極巻回体 2 0 を用いて電池を作成し、2 A 定電流で 4 . 2 V まで充電し、引続き 4 . 2 V 定電圧で、電流が 0 . 1 A になるまで充電した。その後、1 A 定電流で 3 . 0 V になるまでの放電容量 (mA h) を計測した。周囲環境温度、電池温度ともに $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の条件で容量を測定した。実施例の 1 0 本の電池容量の平均値を 1 0 0 % として、比較例 1 ~ 6 のそれぞれについて 1 0 本の電池容量の平均値が実施例の電池容量の平均値の何%に相当するか、1 の位を四捨五入して算出した。なお、内部ダメージとは、例えば正極や負極から活物質層の一部が脱落した状態や、セパレータが破膜した状態などを意味している。

【 0 0 6 3 】

【表 1】

	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	活物質 非被覆部の 折り曲げ	正極側の 溶接不良 率(%)	負極側の 溶接不良 率(%)	内部 ダメージ リスク	電池 容量 (%)
実施例 1	7	4	4.5	3	○	1	0	○	100
比較例 1	4	7	1.5	6	○	64	0	○	100
比較例 2	4	4	1.5	6	○	66	0	○	100
比較例 3	6	3	2	2	×	82	76	○	100
比較例 4	7	5.5	4.5	4.5	○	0	0	×	100
比較例 5	7	6	4.5	5	○	0	0	×	100
比較例 6	7	10	4.5	3	○	0	0	○	90

【 0 0 6 4 】

実施例 1 ($A > B$, $C > D$) は、例えば、図 6 A 上側にある電極巻回体 2 0 で表され、矢印で示すように端部 4 1, 4 2 の両側から同時に圧力を掛けて曲折させると、図 6 A の下側のように、正極の活物質非被覆部 2 1 C をセパレータ 2 3 の端から測った高さ、負極の活物質非被覆部 2 2 C をセパレータ 2 3 の端から測った高さは、(正極 2 1 は負極 2 2 よりヤング率が低く曲折しやすいので) 同じくらいになった。図 6 B のように、電極巻回体 2 0 の端部 4 1, 4 2 に集電板 2 4, 2 5 を載せ、集電板 2 4, 2 5 とのレーザー溶接を行うと、成功 (図 6 B 中の黒丸は溶接が成功した箇所) した。実施例 1 では、正極の活物質非被覆部 2 1 C で重なり枚数を多く確保できるので、端部 4 1, 4 2 の曲折の際に内部ダメージを保護する緩衝厚みとなると考えられ、また、正負極間の狭い領域が発生しやすい正極の端部 4 1 への正極集電板 2 4 の溶接にも十分に重なり枚数を確保できているので、工業的な生産を想定したバラツキを考慮しても失敗のないレーザー溶接を可能にすると考えられる。

【 0 0 6 5 】

これに対し、比較例 1 ($A < B$, $C < D$) と比較例 2 ($A = B$, $C < D$) は、例えば、図 7 A 上側にある電極巻回体 2 0 で表され、図 7 A の下側のように、矢印で示すように端部 4 1, 4 2 の両側から同時に圧力を掛けて曲折させると、正極の活物質非被覆部 2 1 C をセパレータ 2 3 から測った高さは、負極の活物質非被覆部 2 2 C をセパレータ 2 3 から測った高さより小さかった。図 7 B のように、電極巻回体 2 0 の端部 4 1, 4 2 に集電板 2 4, 2 5 を載せ、集電板 2 4, 2 5 とのレーザー溶接を行うと、成功した箇所と失敗した箇所 (図 7 B 中の黒丸は溶接が成功した箇所、白丸は溶接が失敗した箇所) があつた。比較例 1 ($A < B$, $C < D$) と比較例 2 ($A = B$, $C < D$) では、平坦面形成時に正極の端部 4 1 に過剰な力がかかって深刻な内部ダメージが発生するとともに、正極の活物質非被覆部 2 1 C の重なり枚数が十分に確保されないため、レーザー溶接に失敗することがあると考えられる。

【 0 0 6 6 】

比較例 3 では、図 8 A のように、正極の活物質非被覆部 2 1 C がセパレータ 2 3 から突

出した長さ、負極の活物質非被覆部 2 2 C がセパレータ 2 3 から突出した長さは同じであるが、端部 4 1, 4 2 を曲折させていない（活物質非被覆部 2 1 C, 2 2 C の折り曲げが×）ため、図 8 B のように、電極巻回体の端部 4 1, 4 2 に集電板 2 4, 2 5 を載せ、レーザー溶接を行うと、比較的多くの箇所では失敗（図 8 B 中の黒丸は溶接が成功した箇所、白丸は溶接が失敗した箇所）した。

【0067】

比較例 4 と比較例 5 ($C \leq D$) では、十分に正極 2 1 側の重なり枚数を確保しているため、溶接不良は起こりにくい、負極 2 2 の銅箔は正極 2 1 のアルミ箔よりヤング率が大いなので、実施例 1 に比べて両端から同時に潰して規定サイズに納めるのに必要な圧力が高くなってしまい、すなわち、正極の活物質非被覆部 2 1 C をセパレータ 2 3 の端から測った高さよりも、負極の活物質非被覆部 2 2 C をセパレータ 2 3 の端から測った高さの方が少し高くなってしまい、ヤング率の小さい正極 2 1 側において緩衝厚みで保護できる許容量を超えて、深刻な内部ダメージが発生してしまうリスクがある。

【0068】

比較例 6 では、意図的に負極活物質層 2 2 B の領域を狭くし、負極の活物質非被覆部 2 2 C を広くとりながら、セパレータ 2 3 からの突出した長さを実施例 1 と同じとなるように作製することで、溶接不良率も内部ダメージのリスクも十分に満足できる電極巻回体 2 0 が実現可能である。しかし、リチウムイオン電池 1 の設計上、負極活物質層 2 2 B の領域外に正極活物質層 2 1 B がはみ出してはいけなため、負極活物質層 2 2 B の領域を狭くすれば必然的に正極活物質層 2 1 B の領域も狭くする必要がある。結果として、実施例 1 に対して実現可能な電池容量が少なくなってしまうので好ましくない。

【0069】

実施例 1 では、溶接不良率が比較的小さく、内部ダメージリスクが○で、電池容量も 100% と大きかったのに対し、比較例 1 から比較例 6 では、溶接不良率が比較的大きかった、又は、内部ダメージリスクが×であった、又は、電池容量が 90% と比較的低かった。表 1 の結果より、正極の活物質非被覆部 2 1 C の幅が、負極の活物質非被覆部 2 2 C の幅よりも大きいとき ($A > B$) で、正極の活物質非被覆部 2 1 C がセパレータ 2 3 から突出した長さが、負極の活物質非被覆部 2 1 C がセパレータ 2 3 から突出した長さよりも大きいとき ($C > D$) にレーザー溶接に比較的成功することが分かった。

【0070】

< 2. 変形例 >

以上、本発明の一実施の形態について具体的に説明したが、本発明の内容は上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0071】

実施例及び比較例では、溝 4 3 の数を 8 としていたが、これ以外の数であってもよい。電池サイズを 21700 としていたが、18650 やこれら以外のサイズであってもよい。

正極集電板 2 4 と負極集電板 2 5 は、扇形の形状をした扇状部 3 1, 3 3 を備えていたが、それ以外の形状であってもよい。

【0072】

< 3. 応用例 >

「電池パックの例」

図 9 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 0 7、温度検出素子 3 0 8、制御部 3 1 0 を備えている。

【0073】

また、電池パック 3 0 0 は、正極端子 3 2 1 及び負極端子 3 2 2 を備え、充電時には正極端子 3 2 1 及び負極端子 3 2 2 がそれぞれ充電器の正極端子、負極端子に接続され、充

10

20

30

40

50

電が行われる。また、電子機器使用時には、正極端子 3 2 1 及び負極端子 3 2 2 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。

【0074】

組電池 3 0 1 は、複数の二次電池 3 0 1 a を直列及び／又は並列に接続してなる。この二次電池 3 0 1 a は本発明の二次電池である。なお、図 9 では、6 つの二次電池 3 0 1 a が、2 並列 3 直列（2 P 3 S）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。

【0075】

スイッチ部 3 0 4 は、充電制御スイッチ 3 0 2 a 及びダイオード 3 0 2 b、ならびに放電制御スイッチ 3 0 3 a 及びダイオード 3 0 3 b を備え、制御部 3 1 0 によって制御される。ダイオード 3 0 2 b は、正極端子 3 2 1 から組電池 3 0 1 の方向に流れる充電電流に対して逆方向で、負極端子 3 2 2 から組電池 3 0 1 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 3 0 3 b は、充電電流に対して順方向で、放電電流に対して逆方向の極性を有する。尚、例では＋側にスイッチ部 3 0 4 を設けているが、－側に設けても良い。

【0076】

充電制御スイッチ 3 0 2 a は、電池電圧が過充電検出電圧となった場合に OFF されて、組電池 3 0 1 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 3 0 2 a の OFF 後は、ダイオード 3 0 2 b 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 OFF されて、組電池 3 0 1 の電流経路に流れる充電電流を遮断するように、制御部 3 1 0 によって制御される。

【0077】

放電制御スイッチ 3 0 3 a は、電池電圧が過放電検出電圧となった場合に OFF されて、組電池 3 0 1 の電流経路に放電電流が流れないように制御部 3 1 0 によって制御される。放電制御スイッチ 3 0 3 a の OFF 後は、ダイオード 3 0 3 b 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 OFF されて、組電池 3 0 1 の電流経路に流れる放電電流を遮断するように、制御部 3 1 0 によって制御される。

【0078】

温度検出素子 3 0 8 は例えばサーミスタであり、組電池 3 0 1 の近傍に設けられ、組電池 3 0 1 の温度を測定して測定温度を制御部 3 1 0 に供給する。電圧検出部 3 1 1 は、組電池 3 0 1 及びそれを構成する各二次電池 3 0 1 a の電圧を測定し、この測定電圧を A/D 変換して、制御部 3 1 0 に供給する。電流測定部 3 1 3 は、電流検出抵抗 3 0 7 を用いて電流を測定し、この測定電流を制御部 3 1 0 に供給する。

【0079】

スイッチ制御部 3 1 4 は、電圧検出部 3 1 1 及び電流測定部 3 1 3 から入力された電圧及び電流を基に、スイッチ部 3 0 4 の充電制御スイッチ 3 0 2 a 及び放電制御スイッチ 3 0 3 a を制御する。スイッチ制御部 3 1 4 は、二次電池 3 0 1 a のいずれかの電圧が過充電検出電圧若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 3 0 4 に制御信号を送ることにより、過充電及び過放電、過電流充放電を防止する。

【0080】

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 4.20V±0.05V と定められ、過放電検出電圧が例えば 2.4V±0.1V と定められる。

【0081】

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 3 0 2 b 及び 3 0 3 b 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 3 1 4 は、充電制御スイッチ 3 0 2 a 及び放電制御スイッチ 3 0 3 a のそれぞれのゲートに対して、制御信号 DO 及び CO をそれぞれ供給する。充電制御スイッチ 3 0 2 a 及び放電制御スイ

10

20

30

40

50

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、通常の充電及び放電動作では、制御信号ＣＯ及び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。
【００８２】

そして、例えば過充電若しくは過放電の際には、制御信号ＣＯ及びＤＯをハイレベルとし、充電制御スイッチ３０２ａ及び放電制御スイッチ３０３ａをＯＦＦ状態とする。

【００８３】

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３０１ａ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３０１ａ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。

【００８４】

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。

【００８５】

「蓄電システムなどの例」

上述した本発明の一実施の形態に係る電池は、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又は電力を供給するために使用することができる。

【００８６】

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。

【００８７】

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又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又は発電設備用の電力貯蔵用電源などが挙げられる。

【００８８】

以下では、上述した適用例のうち、上述した本発明の電池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。

【００８９】

「電動工具の一例」

図１０を参照して、本発明が適用可能な電動工具例えば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。

【００９０】

電動ドライバ４３１の把手の下部筐体内に、電池パック４３０及びモータ制御部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。図示しないが電池パック４３０と電動ドライバ４３１はそれぞれに設けられた係合部材によって係合されている。後述するように、電池パック４３０及びモータ制御部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。

【００９１】

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。

【００９２】

モータ制御部４３５は、例えば、モータ４３３の回転／停止、並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。

【００９３】

「無人航空機」

本発明を電動式航空機用の電源に適用した例について、図１１を参照して説明する。本発明は、無人航空機（所謂ドローン）の電源に対して適用できる。図１１は、無人航空機の平面図である。中心部としての円筒状又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とから機体が構成される。一例として、胴体部が六角筒状とされ、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なされている。胴体部及び支持軸４４２ａ～４４２ｆは、軽量で強度の高い材料から構成されている。

【００９４】

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。

【００９５】

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及び回転翼４４４ａと、モータ４４３ｄ及び回転翼４４４ｄとが対を構成する。同様に、（モータ４４３ｂ，回転翼４４４ｂ）と（モータ４４３ｅ，回転翼４４４ｅ）とが対を構成し、（モータ４４３ｃ，回転翼４４４ｃ）と（モータ４４３ｆ，回転翼４４４ｆ）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。

【００９６】

「車両用蓄電システム」

本発明を電動車両用の蓄電システムに適用した例について、図１２を参照して説明する。図１２に、本発明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、あるいはそれを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。

【００９７】

このハイブリッド車両６００には、エンジン６０１、発電機６０２、電力駆動力変換装置６０３、駆動輪６０４ａ、駆動輪６０４ｂ、車輪６０５ａ、車輪６０５ｂ、バッテリー６

10

20

30

40

50

０８、車両制御装置６０９、各種センサ６１０、充電口６１１が搭載されている。バッテリー６０８に対して、上述した本発明の電池パック３００が適用される。

【００９８】

ハイブリッド車両６００は、電力駆動力変換装置６０３を動力源として走行する。電力駆動力変換装置６０３の一例は、モータである。バッテリー６０８の電力によって電力駆動力変換装置６０３が作動し、この電力駆動力変換装置６０３の回転力が駆動輪６０４ａ、６０４ｂ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６０３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６１０は、車両制御装置６０９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６１０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。

10

【００９９】

エンジン６０１の回転力は発電機６０２に伝えられ、その回転力によって発電機６０２により生成された電力をバッテリー６０８に蓄積することが可能である。

【０１００】

図示しない制動機構によりハイブリッド車両６００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。

【０１０１】

20

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。

【０１０２】

図示しないが、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良い。このような情報処理装置としては、例えば、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。

【０１０３】

なお、以上は、エンジンで動かす発電機で発電された電力、或いはそれを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発明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所謂、電動車両に対しても本発明は有効に適用可能である。

30

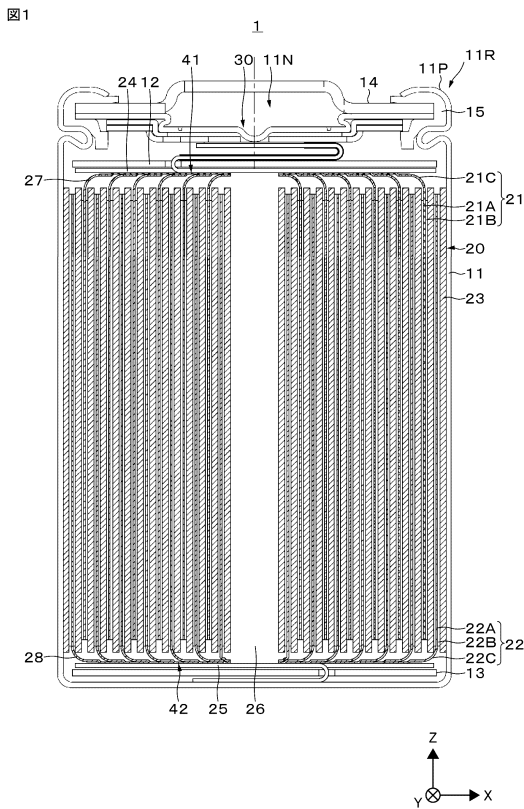
【符号の説明】

【０１０４】

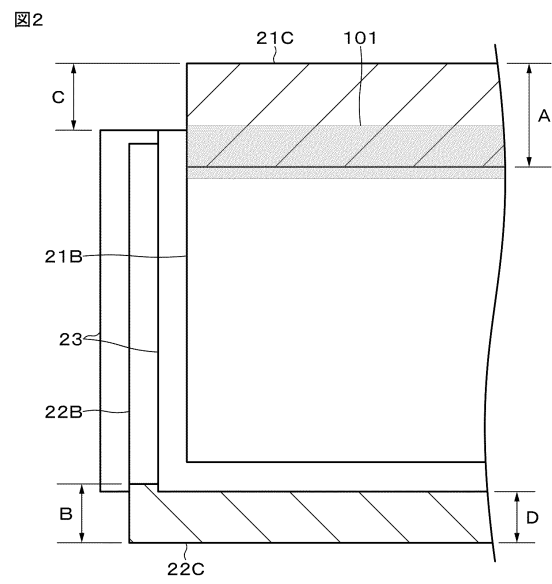
１・・・リチウムイオン電池，１２・・・絶縁板，２１・・・正極，２１Ａ・・・正極箔，２１Ｂ・・・正極活物質層，２１Ｃ・・・正極の活物質非被覆部，２２・・・負極，２２Ａ・・・負極箔，２２Ｂ・・・負極活物質層，２２Ｃ・・・負極の活物質非被覆部，２３・・・セパレータ，２４・・・正極集電板，２５・・・負極集電板，２６・・・貫通孔，２７，２８・・・外縁部，４１，４２・・・端部，４３・・・溝，１０１・・・絶縁層

40

【図面】
【図 1】



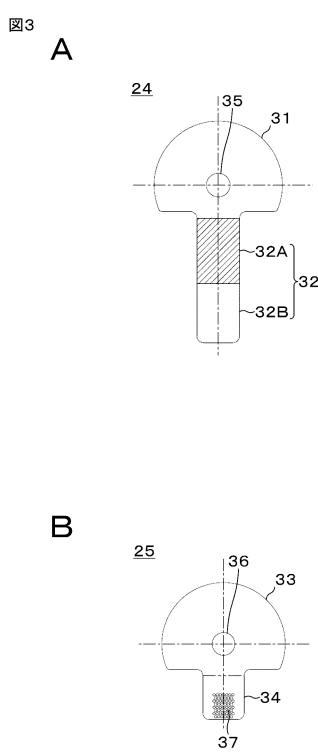
【図 2】



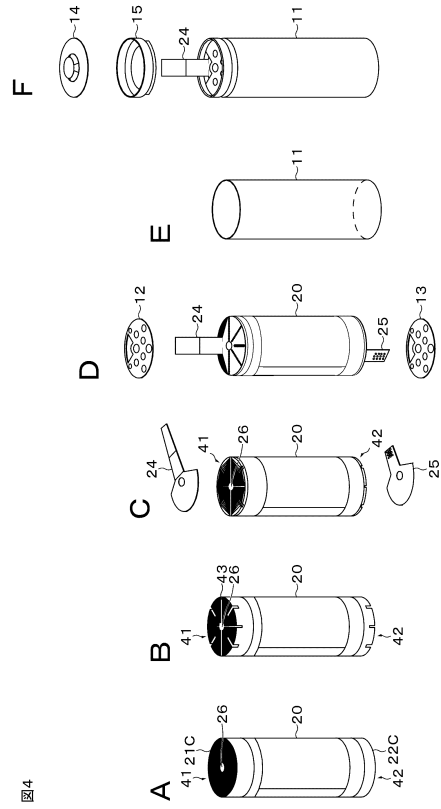
10

20

【図 3】



【図 4】

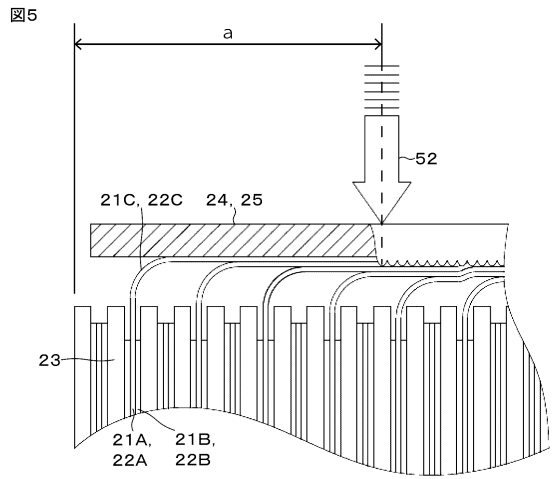


30

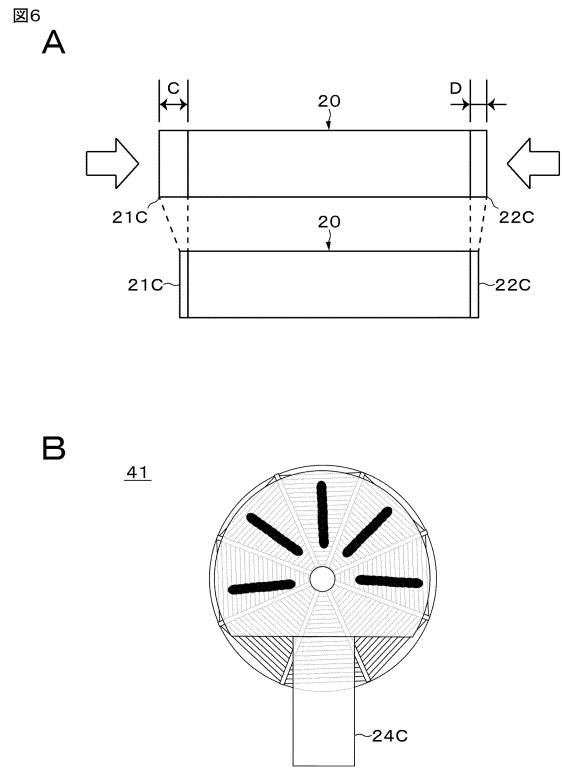
40

50

【図 5】



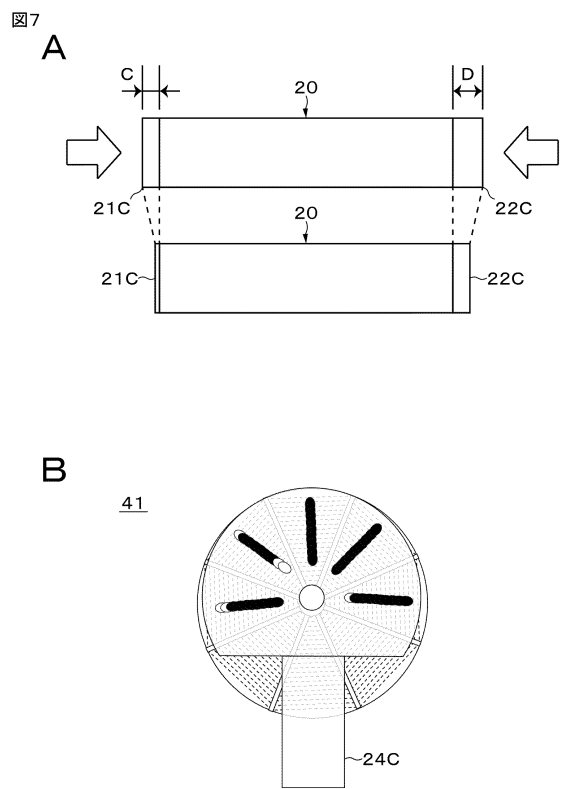
【図 6】



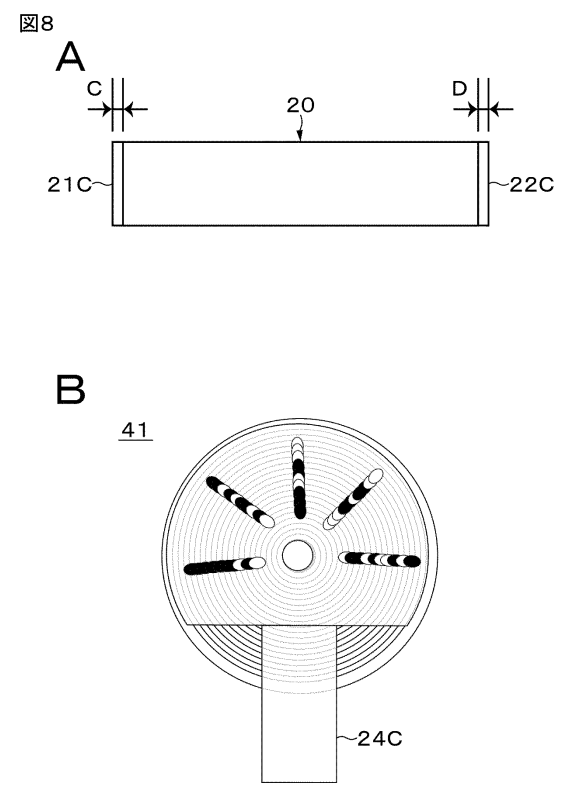
10

20

【図 7】



【図 8】

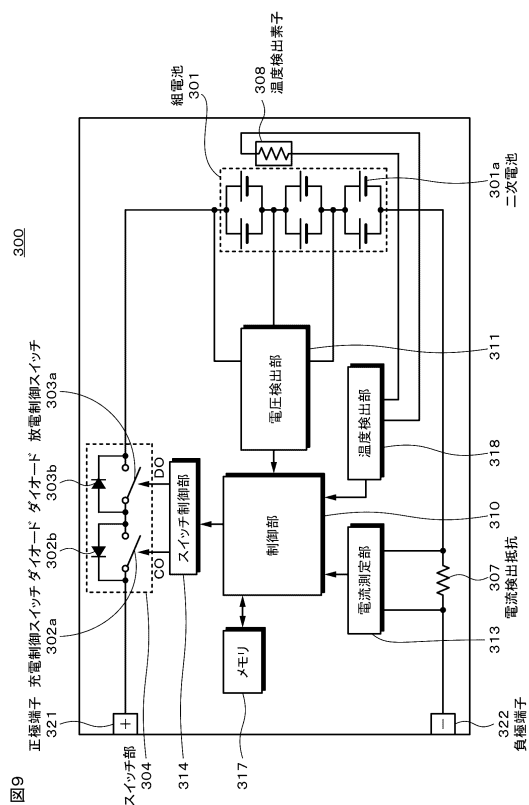


30

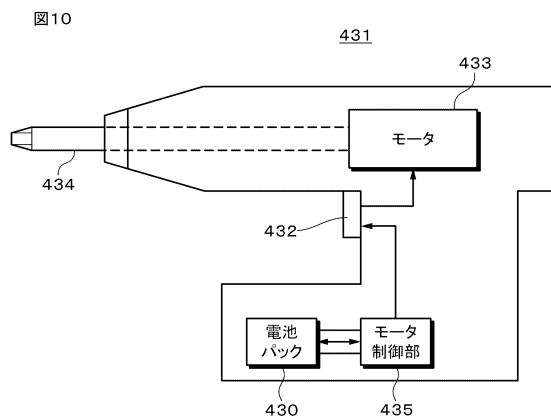
40

50

【図 9】



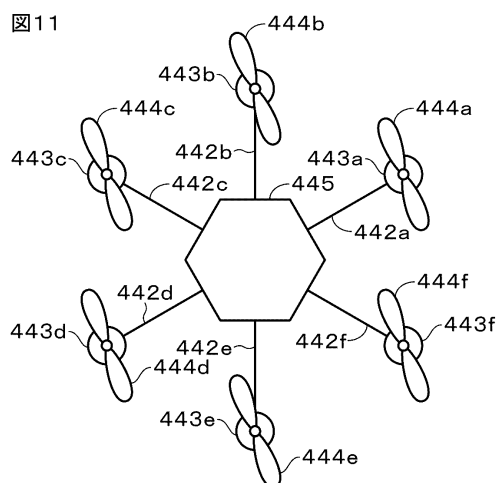
【図 10】



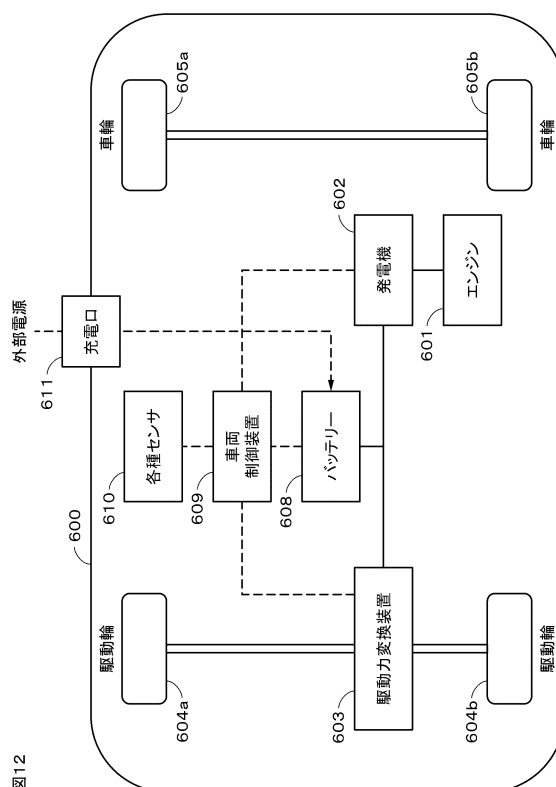
10

20

【図 1 1】



【図 12】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	10/04 (2006.01)	H 0 1 M	10/04	W
H 0 1 M	50/531 (2021.01)	H 0 1 M	50/531	
H 0 1 M	10/44 (2006.01)	H 0 1 M	10/44	P
H 0 1 M	50/534 (2021.01)	H 0 1 M	50/534	
H 0 1 M	50/249 (2021.01)	H 0 1 M	50/249	

(56)参考文献 国際公開第2011/001639 (WO, A1)

特開2008-166030 (JP, A)

特開2019-003789 (JP, A)

国際公開第2017/061066 (WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 10/05-10/0587

H 0 1 M 4/00-4/84

H 0 1 M 50/00-50/77