

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-104849

(P2009-104849A)

(43) 公開日 平成21年5月14日(2009.5.14)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
HO 1 M	4/70	(2006.01)	HO 1 M	4/70	ZHVA	5HO17
HO 1 M	2/10	(2006.01)	HO 1 M	2/10	S	5HO29
HO 1 M	4/66	(2006.01)	HO 1 M	4/66	A	5HO40
HO 1 M	10/36	(2006.01)	HO 1 M	10/00	1O2	5HO50
HO 1 M	4/02	(2006.01)	HO 1 M	4/02	1O1	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2007-274250 (P2007-274250)
 (22) 出願日 平成19年10月22日(2007.10.22)

(71) 出願人 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 110000671
 八田国際特許業務法人
 (72) 発明者 木下 拓哉
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
 (72) 発明者 宮竹 一希
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
 (72) 発明者 柳原 康宏
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

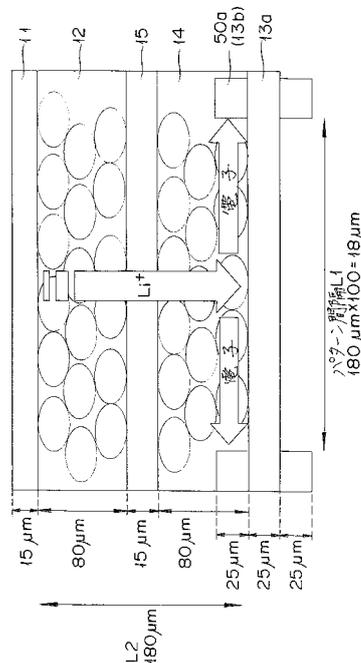
(54) 【発明の名称】 負極集電体、二次電池および組電池、並びにこれらを搭載した車両

(57) 【要約】

【課題】負極集電体の電流経路を工夫し、負極集電体の短絡箇所を部分的に溶融させて電流を遮断させることができる負極集電体の提供を目的とする。

【解決手段】電気絶縁性を有する絶縁層13aおよび絶縁層13aの表面に形成される導電部13bからなる負極集電体13であって、導電部13bは、電池端子方向に延在する複数の金属部が互いに独立して櫛型状に配列されたことを特徴とする負極集電体。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気絶縁性を有する絶縁層および当該絶縁層の表面に形成される導電部からなる負極集電体であって、

前記導電部は、電池端子方向に延在する複数の金属部が互いに独立して櫛形状に配列されたことを特徴とする負極集電体。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の負極集電体上に負極活物質層を有する負極と、正極活物質層を有する正極とが、電解質層を介して積層されてなる二次電池であって、

前記負極集電体上に櫛形状に配列された隣接する金属部の所定の間隔は、前記負極活物質層と前記電解質層と前記正極活物質層とを積層した厚みの 100 倍以下の間隔であることを特徴とする二次電池。

10

【請求項 3】

前記絶縁層の厚みは、3 ~ 30 μm であることを特徴とする請求項 2 に記載の二次電池。

【請求項 4】

前記絶縁層の表面積上全体における前記金属部の平均厚みは、0.1 ~ 5 μm であることを特徴とする請求項 2 に記載の二次電池。

【請求項 5】

電池端子方向の導電率が、前記電池端子方向と垂直方向の導電率より高いことを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載の二次電池。

20

【請求項 6】

前記電池端子方向に延在する各金属部は、抵抗値が異なる第 1 金属部と第 2 金属部とが繰り返し接続されて配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載の二次電池。

【請求項 7】

負極活物質、接着剤、および導電助剤を含み、前記負極活物質、前記接着剤、および前記導電助剤に対する前記接着剤の重量比率は 6 % 以下であることを特徴とする請求項 2 ~ 6 のいずれかに記載の二次電池。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の二次電池を直並列に接続して構成した組電池。

30

【請求項 9】

請求項 8 に記載の組電池を適用した車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、負極集電体、これを用いた二次電池、これを用いた組電池およびこれらを搭載した車両に関する。

【背景技術】

【0002】

二次電池は、充電を行うことにより電気を蓄えて電池として繰り返し使用することができる化学電池である。二次電池は、デジタルカメラ、携帯電話などの小型機器、および電気自動車、電動自転車などの車両機器の分野において需要が高まってきている。特に、電気自動車などの車両機器に用いられるモータ駆動用の二次電池としては、非水電解質電池（非水系溶媒型二次電池とも称される）、中でも全ての電池の中で最も高い理論エネルギーを有するリチウムイオン二次電池が注目を集めており、現在急速に開発が進められている。

40

【0003】

リチウムイオン二次電池を例にとると、リチウムイオン二次電池は、一般的には、接着剤（バインダー）を用いて正極活物質などを正極集電体の両面に塗布した正極、リチウムイオンの移動を許容する電解質層、およびバインダーを用いて負極活物質などを負極集電

50

体の両面に塗布した負極が積層した積層体（電池要素）を有する。

【0004】

正極集電体、および/または負極集電体に金属箔を用いたリチウムイオン二次電池は、電池の内部短絡により放電し、充電しても電圧が維持できなくなり、使用できなくなるおそれがあった。このため、集電体において、内部短絡による放電を防ぐことは、リチウムイオン二次電池が、長期信頼性を確保して作動する上で重要な課題となっている。

【0005】

したがって、内部短絡による放電を防ぐ技術として、例えば、下記特許文献1に記載されているように、集電体に貫通孔を格子状に配列形成させることで、短絡部の接触抵抗を上げて短絡電流を小さくし電流を抑制することができるリチウム二次電池が提案されている（下記特許文献1参照）。

10

【特許文献1】特許第3696790号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、この従来技術は、携帯電話用の小容量バッテリーを例に挙げ、異常時に流れる電流も少ないことが前提であって、自動車用などの大容量バッテリーのように、大きな電流が流れることを利用し、集電体の短絡箇所を溶融させて、短絡箇所を遮断するという発想そのものがなかった。

【0007】

20

さらに、大容量バッテリーを想定し、集電体の短絡箇所を溶融させる場合であっても、一般に、正極集電体の材質に用いられるアルミニウムなど融点が高い金属は、正極集電体の形状または厚さにかかわらず、溶融させることは比較的容易であるが、負極集電体の材質に用いられる銅など融点が高い金属を溶融させることは困難であるという問題があった。

【0008】

したがって、本発明は、上記問題点を解決し、電気自動車などの大容量バッテリーにおいて、負極集電体の電流経路を工夫し、負極集電体の短絡箇所を部分的に溶融させて電流を遮断させることができ、かつ、二次電池全体の電圧バランスに与える影響を抑えることができる負極集電体およびそれを備えた二次電池の提供を目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の上記目的は、下記的手段によって達成される。

【0010】

本発明の負極集電体は電気絶縁性を有する絶縁層および当該絶縁層の表面に形成される導電部からなる負極集電体であって、前記導電部は、電池端子方向に延在する複数の金属部が互いに独立して櫛形状に配列されたことを特徴とする。

【0011】

本発明の二次電池は、上記負極集電体上に負極活物質層を有する負極と、正極活物質層を有する正極とが、電解質層を介して積層されてなる二次電池であって、前記負極集電体上に櫛形状に配列された隣接する金属部の所定の間隔は、前記負極活物質層と前記電解質層と前記正極活物質層とを積層した厚みの100倍以下の間隔であることを特徴とする。

40

【0012】

本発明の組電池は、前記二次電池を直並列に接続して構成することを特徴とする。

【0013】

本発明の車両は、前記組電池を搭載することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、負極集電体の電流経路を工夫することで、短絡時に、負極集電体の短絡箇所を部分的に溶融させて電流を遮断し、短絡箇所を電氣的に分離し、短絡による二次

50

電池全体の電圧バランスに与える影響を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面では、説明の明確化のために各構成要素を誇張して表現している。また、図中、同様の部材には同一の符号を用いた。さらに、本発明のそれぞれの実施形態では、リチウムイオン二次電池を例にとって説明する。

【0016】

(第1の実施の形態)

図1は、本実施の形態に係るリチウムイオン二次電池の外観図である。図2は、図1に示すリチウムイオン二次電池100を電池端子(タブ)方向に切断した断面図である。

10

【0017】

本実施の形態のリチウムイオン二次電池100は、概説すれば、絶縁層および当該絶縁層の表面に形成される導電部からなる負極集電体を含み、導電部は、電池端子方向に延在する複数の金属部が互いに独立して櫛形状に配列されるものである。

【0018】

リチウムイオン二次電池100は、たとえば、図1に示すように長形状の扁平な形状を有しており、その両側部からは電力を取り出すための正極タブ30A、負極タブ30Bが引き出されている。電池要素10は、リチウムイオン二次電池100の外装材(たとえば、ラミネートフィルム)20によって包まれ、その周囲は熱融着されており、正極タブ30Aおよび負極タブ30Bを引き出した状態で密封されている。

20

【0019】

電池要素10は、物質の化学反応などを利用して電気を発生させるためのものである。電池要素10は、図2に示すように、正極集電体11および正極集電体11の両面に形成された正極活物質層12からなる正極と、負極集電体13および負極集電体13の両面に形成された負極活物質層14からなる負極とを有する。電池要素10は、正極および負極が電解質層15を介して複数積層されて形成される。正極集電タブ部40Aは、電池要素10の複数の正極集電体11の端部が延長され接続されたものであり、電気を取り出すための正極タブ30Aと接続する。また、負極集電タブ部40Bは、電池要素10の複数の負極集電体13の端部から延長されたものであり、電気を取り出すための負極タブ30Bと接続する。なお、本実施の形態では、電池要素10の最外層に位置する正極集電体11および負極集電体13には、片面のみに、正極活物質層12および負極活物質層14が形成されている。また、本実施の形態では、正極タブ30Aが、下側の正極集電タブ部40Aの負極集電体13と接触して短絡することを防止するために、正極タブ30Aと負極集電体13との間には絶縁層35が設けられる。同様に、負極タブ30Bが、上側の負極集電タブ部40Bの正極集電体11と接触して短絡することを防止するために、負極30Bと正極集電体11との間には絶縁層35が設けられる。絶縁層35は、たとえば、カプトンテープのような電気絶縁テープまたは絶縁紙などからなる。さらに、正極、負極、および電解質層の積層数は、図2に示す形態に限定されるものではない。

30

【0020】

以下、電池要素10を構成する正極集電体、正極活物質層、電解質層、負極活物質層、および負極集電体について詳細に説明する。

40

【0021】

[正極集電体]

正極集電体11は、絶縁層11aおよび絶縁層11aの両表面に形成される導電部11bからなる。絶縁層11aは、高い絶縁性を有する樹脂材料であるポリイミドから形成される。なお、本実施の形態と異なり、絶縁層11aは、ポリエチレンテレフタレート(PET)、フェノール樹脂、およびエポキシなどの熱硬化性樹脂、または、ゴム、塩化ビニル樹脂、ポリスチレン、ABS樹脂、ポリエチレン、およびポリプロピレンなどの伸展性樹脂からなることができる。あるいは、絶縁層11aは、たとえば、上記材料からなる薄

50

膜が2つ以上組み合わせられた多層構造に形成されることもできる。導電部11bは、好適にアルミニウムが用いられる。なお、導電部11bは、アルミニウムに限られず、ニッケル、銅などの金属を用いることもできる。

【0022】

[正極活物質層]

正極活物質層12は、リチウムイオン二次電池100の充放電反応の中心を担う正極活物質を含む層である。正極活物質としては、リチウム遷移金属酸化物が好適に用いられる。なお、正極活物質として、リチウム遷移金属酸化物以外にも、リチウム遷移金属リン化合物、またはリチウム遷移金属酸化化合物を用いることもできる。

【0023】

正極活物質層12は、正極活物質の他、結着剤(バインダー)、導電助剤などの添加物を含む。バインダーとしては、たとえば、ポリフッ化ビニリデン(PVdF)である。導電助剤は、活物質層の導電性を向上させるために配合される添加物であって、好適には炭素繊維である。

【0024】

[電解質層]

電解質層15は、たとえば、電解液を含浸させたセパレータで構成される。セパレータを含浸させることのできる電解質としては、 $LiPF_6$ 、 $LiBF_4$ などのリチウム塩があげられる。セパレータは、たとえば、電解質を吸収保持するポリマーからなる多孔性シートを用いることができる。

【0025】

[負極活物質層]

負極活物質層14は、リチウムイオン二次電池100の充放電反応の中心を担う負極活物質を含む層である。負極活物質としては、炭素材料が好適に用いられる。また、負極の充填効率や、導電性の確保のために、大きさの異なる炭素材料を用いることが望ましい。炭素材料としては、たとえば、天然黒鉛、人造黒鉛などの黒鉛系炭素材料、カーボンブラック、活性炭が挙げられる。なお、負極活物質は、炭素材料に限られず、たとえば、Si系材料、Sn系材料などの材料を用いてもよい。

【0026】

負極活物質層14は、負極活物質の他、バインダー、導電助剤などの添加物を含む。バインダーとしては、官能基を導入したフッ素系樹脂が用いられ、たとえば、ポリフッ化ビニリデンである。導電助剤としては、正極活物質層12と同様に、好適には炭素繊維が用いられる。

【0027】

ここで、負極活物質層14に含まれる負極活物質、接着剤、および導電助剤に対する接着剤の重量比率は6%以下であることが望ましい。負極活物質層14内のバインダーを、負極集電体13の基材となる絶縁物(絶縁層13a)との接着性の良い樹脂を用いることで、バインダーの添加量を少なくしても結着性を保つことができる。したがって、負極集電体13を覆い、反応を阻害するバインダーを6%以下にすることで、負極の出力を向上させることができ、負極活物質の含有量を増やせることから、エネルギー密度も増加させることができる。

【0028】

[負極集電体]

負極集電体13は、絶縁層13aおよび絶縁層13aの両表面に形成される導電部13bからなる。具体的には、負極集電体13は、絶縁層13aの両表面上に、導電部13bが電池端子方向(タブ30B方向)に延在する複数の金属部が互いに独立して櫛形状に配列されるものである。したがって、負極集電体13は、電池端子方向の導電率が、電池端子方向と垂直方向の導電率より高くなる。前記櫛形状に配列された隣接する金属部の所定の間隔は、負極活物質層14と電解質層15と正極活物質層12とを積層した厚みの100倍以下の間隔である。なお、導電部13bの詳細な説明は後述する。

10

20

30

40

50

【0029】

絶縁層13aは、高い絶縁性を有する樹脂材料であるポリイミドから形成される。なお、本実施の形態と異なり、絶縁層13aは、ポリエチレンテレフタレート(PET)、フェノール樹脂、およびエポキシなどの熱硬化性樹脂、または、ゴム、塩化ビニル樹脂、ポリスチレン、ABS樹脂、ポリエチレン、およびポリプロピレンなどの伸展性樹脂からなることができる。あるいは、絶縁層13aは、たとえば、上記材料からなる薄膜が2つ以上組み合わせられた多層構造に形成されることもできる。絶縁層13aの厚みは、3~30 μm であることが望ましい。絶縁層13aの厚みが3 μm 以下であると、絶縁層13aの表面に集電箔を塗布する塗布工程で、塗布装置によって印加されるテンションに耐えるための十分な厚みが確保できない。また、絶縁層13bの厚みが30 μm 以上であると、負極集電体13の重量増加を最小限に抑える観点から好ましくない。

10

【0030】

導電部13bは、リチウムと合金化しない銅からなり、蒸着法などによって絶縁層13aと一体的に形成されている。なお、導電部13bは、銅に限られず、たとえば、ニッケルなどリチウムと合金化しない金属を用いることもできる。絶縁層13aの表面積上全体における銅の平均厚み(表面積上で銅が形成されていない部分は厚みを0とする)は、0.1~5 μm であることが望ましい。すなわち、集電箔としての銅の平均厚みは、定格電流を十分に流すことができる厚みを確保する必要がある。外部端子である電池端子に近いほど集電箔を流れる電流は大きくなり、集電箔面内で、外部端子と垂直方向の寸法や外部端子の形状によっても確保すべき厚みは異なる。集電箔の縦横比率が1:5~10:1の間では、0.1 μm ~5 μm の厚みが必要となる。

20

【0031】

ここで、従来の負極集電体は、一般に、金属のみで形成され、その厚みは10 μm のものが用いられていたが、電流を流す目的を満たすためには十分すぎる厚みを持っている。しかしながら、この厚みを決めているのは、集電箔である銅箔の圧延精度や、塗布時に箔を引っ張る引っ張り強度などである。したがって、本実施の形態のリチウムイオン二次電池100では、絶縁層(樹脂)13aに銅などのリチウムと合金化しない金属の薄膜を付けることで、十分な電気伝導性を確保し、銅が保っていた引っ張り強度を絶縁層(樹脂)に持たせることで重量を低減することができる。すなわち、導電部13bの材質に銅、および絶縁層13aの材質にポリイミドを用いた場合、それぞれの密度は、およそ、銅が9g/cc、ポリイミドの密度が0.8~1.5g/ccであるので、絶縁層13aの膜厚は、削減した銅の6倍以下にすることが望ましい。

30

【0032】

以下、本実施の形態のリチウムイオン二次電池100の特徴である負極集電体13の絶縁層13aおよび導電部13bの構造について詳述する。

【0033】

図3は、本実施の形態のリチウムイオン二次電池100の負極集電体13の導電部13bの形状を表す図である。

【0034】

負極集電体13の導電部13bは、図3(a)に示すように、電池端子方向(タブ120B方向)に延在する銅が所定の間隔をおいて櫛型のパターン状に複数形成される。すなわち、導電部13bは、絶縁層13aの表面に位置する線状の複数の銅でなる金属部50aで構成される。また、本実施の形態のリチウムイオン二次電池100は、複数の金属部50aを接合し、負極タブ30Bと接続する金属部50bを有する。なお、金属部50bは、負極集電タブ部40Bにもなり、負極タブ30Bに複数の金属部50aを接合させる。

40

【0035】

導電部13bをこのような櫛型のパターン状に形成することによって、通常は、図3(a)に示すような電流経路にそって、負極集電体13の電流を流す目的は果たすことができる。また、リチウムイオン二次電池100に、短絡電流が生じたとしても、図3(b)

50

に示すように、ショート部分周辺の電流集中により導電部 13 b の一部を蒸散させ、ショート部分のみを不活性化させることができる。なお、参考として、従来のリチウムイオン二次電池における導電部が平坦である場合を例にとると、通常時は、図 4 (a) に示すような電流経路にそって電流は流れるが、短絡時は、図 4 (b) に示すように、二次電池全体の出力に与える影響が大きかった。

【 0 0 3 6 】

次に、導電部 13 b の櫛形状に配列された金属部 50 a 同士が隣接する間隔 L 1 (以下、「パターン間隔」と称する) について述べる。

【 0 0 3 7 】

図 5 は、パターン間隔を説明するために電池要素 10 の一部の断面を例示した概略図であって、負極集電体 13 上に、負極活物質層 14、電解質層 15、および正極活物質層 12 が積層されている様子を示している。図 6 は、パターン間隔 L 1 と、内部抵抗との関係を示す図である。なお、内部抵抗とは、リチウムイオンが電解質を伝達する際の抵抗と、電子が負極活物質を伝達する際の抵抗との和をあらわすものとする。

10

【 0 0 3 8 】

図 5 に示すように、各層の厚みはそれぞれ、たとえば、正極集電体 11 は $15 \mu\text{m}$ 、正極活物質層 12 は $80 \mu\text{m}$ 、電解質層 (セパレータ) 15 は $20 \mu\text{m}$ 、負極活物質層 14 は $80 \mu\text{m}$ (電解質層 15 から絶縁層 13 a までの距離)、金属部 50 a (導電部 13 b) は $25 \mu\text{m}$ 、および絶縁層 13 a は $25 \mu\text{m}$ とする。また、負極の負極活物質を介しての電子の移動経路 (以下、「導電ネットワーク」と称する。) の抵抗率 R 1 は、一般に、電解質の抵抗率 R 2 の $1 / 1000$ ほどである。また、パターン間隔 L 1 を設けているので、パターン間隔の内に位置する電子は、導電ネットワークを介して隣接する導電部 13 b まで移動する。

20

【 0 0 3 9 】

ここで、内部抵抗の最大値について考慮してみると、内部抵抗が最大になるのは、図 5 に示すように、電解質中のリチウムが、正極活物質層 12 の上部 (正極集電体 11 に接近している部分) から負極活物質層 14 の下部 (負極集電体 13 に接近している部分) まで移動し、かつ、電子がパターン間隔 L 1 の中央で発生した場合である。すなわち、電解質中のリチウムの最大の移動距離は、正極活物質層 12 および負極活物質層 14 中の電解質を含めて、正極活物質層 12、電解質層 15、および負極活物質層 14 を合わせた距離 L 2 ($180 \mu\text{m}$) である。したがって、リチウムが正極活物質層 12 の上部から絶縁層 13 a まで移動した場合の最大の抵抗は、 $L 2 \times R 2$ で表すことができる。また、電子がパターン間隔 L 1 の中央で発生した場合、電子が導電ネットワークを介して隣接する導電部 13 b まで移動する距離は $L 1 / 2$ であるので、その抵抗は、 $L 1 / 2 \times R 1$ で表すことができる。以上より、内部抵抗の最大値は、 $(L 2 \times R 2) + (L 1 / 2 \times R 1)$ で略表すことができる。

30

【 0 0 4 0 】

したがって、たとえば、パターン間隔 L 1 を距離 L 2 の 100 倍にした場合 ($L 1 = L 2 \times 100$)、抵抗率 R 1 と R 2 との関係は、 $R 1 \times 1000 = R 2$ であることから、最大の内部抵抗は、 $1.05 \times L 2 \times R 2$ と表すことができる。したがって、パターン間隔 L 1 が無い場合、すなわち、導電部 13 b が絶縁層 13 a の表面全体に均一に形成されている場合、内部抵抗の最大は $L 2 \times R 2$ であるので、パターン間隔 L 1 を L 2 の 100 倍以下にすれば、内部抵抗の上昇を 10 % 以下に抑えることができる。パターン間隔 L 1 を大きくすれば、図 6 に示すように、その内部抵抗が急激に上昇するため、電池の性能低下が著しくなるので、パターン間隔 L 1 は、負極活物質層 14 と電解質層 15 と正極活物質層 12 とを積層した厚みの 100 倍以下の間隔とすることが望ましい。

40

【 0 0 4 1 】

また、パターン間隔 L 1 の最小の間隔としては、図 7 に示すように、結着力を十分に確保するため、負極活物質と同程度が望ましい。

【 0 0 4 2 】

50

以上のように、本実施の形態のリチウムイオン二次電池100によれば、以下の効果を奏する。

【0043】

(a) 短絡箇所付近の電池端子方向に延在する金属に電流が流れることにより、短絡箇所周辺の金属のみを溶融して遮断し、短絡箇所を電氣的に分離し、短絡による二次電池の性能低下を抑えることができる。

【0044】

(b) 隣接する電池端子方向に延在する隣接する金属部の間隔を、負極活物質層と電解質層と正極活物質層とを積層した厚みの100倍以下の間隔にすることで、電解質の抵抗の1/10以下の抵抗上昇を抑えて十分な出力電流を流すことができ、一定の間隔を設けても電池の性能低下を抑えることができる。

10

【0045】

(c) 負極集電体の絶縁層の厚みを3~30 μ mにすることで、銅などの集電箔を塗布する塗布工程で印加されるテンションに耐えることができ、歩留まりを確保することができる。さらに、銅が保っていた引っ張り強度を絶縁層に持たせることで、銅の量を減らすことができ、リチウムイオン二次電池全体の重量が低減し、重量エネルギー密度の高い電池を供給することができる。

【0046】

(d) 金属の平均厚みを0.1~5 μ mにすることで、出力電流(定格電流)を十分に流すことができ、短時間、定格電流を流した場合の集電箔による発熱を抑えて、初期不良時には、ショート部分を蒸散させることができる。

20

【0047】

(e) 電池端子方向の導電率が、前記電池端子方向と垂直方向の導電率より高くすることで、定格電流の通電方向には、均一な電流分布と良好な導電性を確保しつつ、短時間、定格電流を流した場合の集電箔による発熱を抑えて、初期不良時には、ショート部分を蒸散させることができる。

【0048】

(f) 負極活物質層に含まれる負極活物質、接着剤、および導電助剤に対する接着剤の重量比率を6%以下とすることで、炭素の表面をバインダーが覆う割合を低減し、電解質と炭素の接触した反応面を増加させることができるので、電池のエネルギー密度を増大させることができる。また、負極活物質である炭素材料と炭素材料との間の空間に占める電解質の割合が増加し、イオン伝導の障害物が減るので、イオン抵抗が減少して、電池のパワー密度を増大させることができる。

30

【0049】

(第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態のリチウムイオン二次電池について詳細に説明する。

【0050】

第2の実施の形態のリチウムイオン二次電池は、負極集電体13の導電部13bを構成する金属部50aの形状が、第1実施形態とは異なる。

【0051】

第2の実施の形態のリチウムイオン二次電池における負極集電体の導電部13bは、図8に示すように、電池端子方向に延在する金属部50aが抵抗値の異なる第1金属部501と第2金属部502とが繰り返し接続されて配置されている。なお、第1実施形態と同様の構成については、上記第1実施形態の説明を参照するものとし、以下では説明を省略する。

40

【0052】

負極集電体13の導電部13bは、定格電流の通電方向には直線的な導電経路とし、短絡などの不良時には電流がショート部へ遠回りし、細い導電経路に電流が集中するパターンとする。したがって、図8に示すような形状を有する導電部13bは、電池端子方向に第1金属部501と第2金属部502とを介して電流が流れ、短絡時は、第1金属部50

50

1より抵抗が大きい第2金属部502に電流が集中し、第2金属部502が溶融して電流が遮断されやすくなる。

【0053】

なお、導電部13bは、図8(a)の形状に限られず、絶縁層13aまたは負極活物質層14との接着力を上げるために、図8(b)の形状のように、様々な形状にすることができる。

【0054】

以上のとおり、説明した本実施の形態は、第1の実施の形態の効果(a)~(f)に加えて、以下の効果を奏する。

【0055】

(g)定格電流の通電方向には、均一な電流分布と良好な導電性を確保し、短絡時などの不良時には短絡部周辺の電流密度が上がるようなパターンを形成することにより、不良時に、より短時間で、蒸散しやすい特性を得ることができる。

【0056】

(第3の実施の形態)

次に、本発明の第3の実施の形態のリチウムイオン二次電池について詳細に説明する。第3実施形態のリチウムイオン二次電池は、負極集電体の導電部13bを構成する金属部50aの形状が、第1~第2実施形態とは異なる。すなわち、電池端子方向に延在する金属部50aの配列を、図9に示すように、複数の第3金属部503をパターン状に配列する。この際、それぞれの第3金属部503同士が接触する部分を小さくすることで、その接触部分における抵抗が、金属部503自体の抵抗よりも大きくなる。なお、第1の実施の形態と同様の構成については、上記第1の実施の形態の説明を参照するものとし、以下では説明を省略する。

【0057】

図9に示すような形状を有する導電部13bは、電池端子方向に複数の第3金属部503を介して電流が流れ、短絡時は、第3金属部503同士が接触する部分に電流が集中し、その接触部分が溶融して電流が遮断されやすくなる。

【0058】

なお、導電部13bは、図9(a)に示すように、接触する部分が隣接する二つの第3金属部503に接触する形状であってもよいし、図9(b)に示すように、接触する部分が隣接する一つの第3金属部503に接触する形状であってもよい。

【0059】

以上のとおり、説明した本実施の形態は、第1~第2の実施の形態の効果(a)~(g)に加えて、以下の効果を奏する。

【0060】

(h)電池端子方向に延在する複数の各金属部を、複数の同じ第3金属部で接触させる構造とすることで、抵抗値が異なる第1金属部および第2金属部で形成するよりも、製造時における工程を簡略することができる。

【0061】

(第4の実施の形態)

次に、本発明の第4の実施の形態のリチウムイオン二次電池について詳細に説明する。第3実施形態のリチウムイオン二次電池は、負極集電体の導電部13bを構成する金属部50aの形状が、第1~第3実施形態とは異なる。

【0062】

第4の実施の形態のリチウムイオン二次電池における負極集電体の導電部13bは、図10に示すように、電池端子方向に延在する金属部50aは、抵抗値が異なる第4金属部504と第5金属部505とが繰り返し接続されて配置されている。また、隣接する複数の第4金属部504同士を、第4金属部504より抵抗が大きい第5金属部505で接続する。なお、第1の実施の形態と同様の構成については、上記第1の実施の形態の説明を参照するものとし、以下では説明を省略する。

10

20

30

40

50

【0063】

図10に示すような形状を有する導電部13bは、電池端子方向に第4金属部504と第5金属部505とを介して電流が流れ、短絡時は、第4金属部504より抵抗が大きい第5金属部505に電流が集中し、第5金属部505が溶融して電流が遮断されやすくなる。

【0064】

なお、導電部13bは、図10(a)、(b)に示す形状に限られず、様々な形状にすることができる。

【0065】

以上のとおり、説明した本実施の形態は、第1～第2の実施の形態の効果(a)～(g)に加えて、以下の効果を奏する。

10

【0066】

(i)電池端子方向に延在する複数の金属部を、絶縁層を覆う表面積が大きい金属部と、それらを接続する金属部とで構成することによって、金属からなる集電箔と活物質層との間の接着強度の方向依存性を小さくし、寿命の長い電池を供給することができる。

【0067】

(第5の実施の形態)

本実施の形態の組電池は、第1～第4の実施の形態で説明したリチウムイオン二次電池を直並列に接続して構成したものである。リチウムイオン二次電池を直列、または並列に接続して構成することで、組電池の容量および電圧を自由に調節することが可能になる。

20

【0068】

図11は、本実施の形態の組電池の一例を示す外觀図であって、図11Aは、組電池の平面図であり、図11Bは、組電池の平面図であり、図11Cは、組電池の側面図である。

【0069】

本実施の形態の組電池300は、たとえば、図11に示すように、装脱着可能な複数の小型の電池モジュール250を、接続治具310を用いて接続して構成される。電池モジュール250は、上記実施の形態のリチウムイオン二次電池が複数、直列または並列に複数接続されて形成することができる。接続治具310は、電気的な接続手段であって、複数の電池モジュール250を相互に接続するものである。

30

【0070】

以上のとおり、説明した本実施の形態は、第1～第3の実施の形態の効果に加えて、以下の効果を奏する。

【0071】

(j)本実施の形態の組電池は、第1～第4の実施の形態に示すリチウムイオン二次電池を直列または並列に接続して構成している。したがって、耐久性に優れた二次電池が用いられるため、電池の電圧バランス不均衡による長期信頼性を向上することができる。また、負極集電体に用いる銅の量を減らし、密度の小さい絶縁層を用いた二次電池で構成することで、より軽量の組電池を提供することができる。

【0072】

(第6の実施の形態)

本実施の形態の車両は、第1～第4の実施の形態で説明したリチウムイオン二次電池または第5の実施の形態で説明した組電池を搭載したものである。このようなリチウムイオン二次電池、電池モジュール、および/または組電池を自動車および電車などの車両に搭載し、モータなどの電気機器の駆動用電源に使用することができる。

40

【0073】

図12は、本発明の第6の実施の形態である車両として自動車を示す概略構成図である。

【0074】

組電池300を、電気自動車400に搭載するには、図12に示すとおり、電気自動車

50

400の車体中央部の座席下に搭載する。座席下に搭載すれば、車内空間およびトランクルームを広く取ることができる。なお、組電池300を搭載する場所は、座席下に限定されず、後部トランクルームの下部もしくは車両前方のエンジンルームでもよい。以上のような組電池300を用いた電気自動車400は、高い耐久性を有し、長期間使用しても十分な出力を提供しうる。さらに、燃費、走行性能に優れた電気自動車、プラグイン・ハイブリッド自動車(PHEV)を提供できる。また、このような車両用電源として使用するために、リチウムイオン二次電池の内部抵抗は1~5m程度であることが好ましい。

【0075】

なお、本発明では、組電池300だけではなく、使用用途によっては、電池モジュール250のみを搭載するようにしてもよいし、これらの組電池300と電池モジュール250とを組み合わせて搭載してもよい。

10

【0076】

以上のとおり、説明した本実施の形態は、第1~第5の実施の形態の効果に加えて、以下の効果を奏する。

【0077】

(k)本実施の形態の電気自動車は、第1~第5の実施の形態に示すリチウムイオン二次電池または組電池を駆動用電源として搭載している。したがって、耐久性に優れた二次電池が用いられるため、電気自動車の信頼性を向上することができる。また、負極集電体に用いる銅の量を減らし、密度の小さい絶縁層を用いた二次電池で構成することで、低重量で燃費の良いハイブリット車、電気自動車、燃料電池自動車などの車両を提供することができる。

20

【0078】

以上のように本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は、以上の実施形態に限定されるべきものではなく、特許請求の範囲に表現された思想および範囲を逸脱することなく、種々の変形、追加、および省略が当業者によって可能である。

【0079】

たとえば、本実施の形態では、負極集電体を例にとって説明したが、同様の思想で、正極集電体を同じ構成とすることができることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0080】

30

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るリチウムイオン二次電池の外観図である。

【図2】図1に示すリチウムイオン二次電池を電池端子(タブ)方向に切断した断面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態のリチウムイオン二次電池の負極集電体の導電部の形状を表す図である。

【図4】従来のリチウムイオン二次電池の負極集電体の導電部の形状を表す図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態に係るリチウムイオン二次電池のパターン間隔を説明するために電池要素の一部の断面を例示した概略図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係るリチウムイオン二次電池のパターン間隔と内部抵抗との関係を示す図である。

40

【図7】本発明の第1の実施の形態に係るリチウムイオン二次電池のパターン間隔を説明するために電池要素の一部の断面を例示した概略図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態のリチウムイオン二次電池の負極集電体の導電部の形状を表す図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態のリチウムイオン二次電池の負極集電体の導電部の形状を表す図である。

【図10】本発明の第4の実施の形態のリチウムイオン二次電池の負極集電体の導電部の形状を表す図である。

【図11】本発明の第5の実施の形態である組電池を示す図である。

【図12】本発明の第6の実施の形態である車両を示す図である。

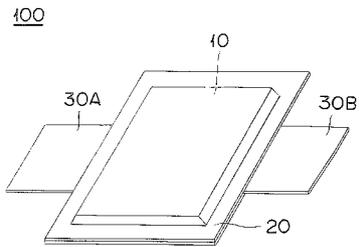
50

【符号の説明】

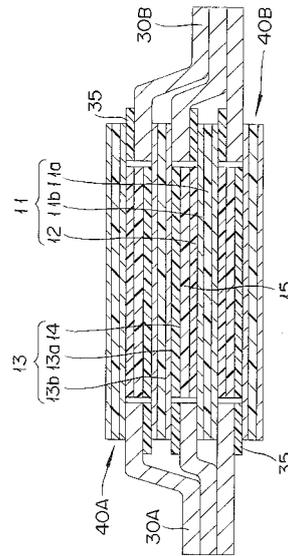
【0081】

- 1 1 正極集電体、
- 1 2 正極活物質層、
- 1 3 負極集電体、
- 1 3 a 絶縁層、
- 1 3 b 導電部、
- 1 4 負極活物質層、
- 1 5 電解質層。

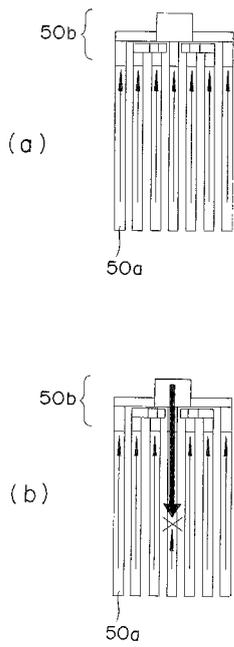
【図1】



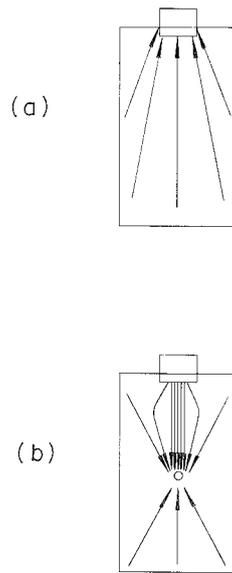
【図2】



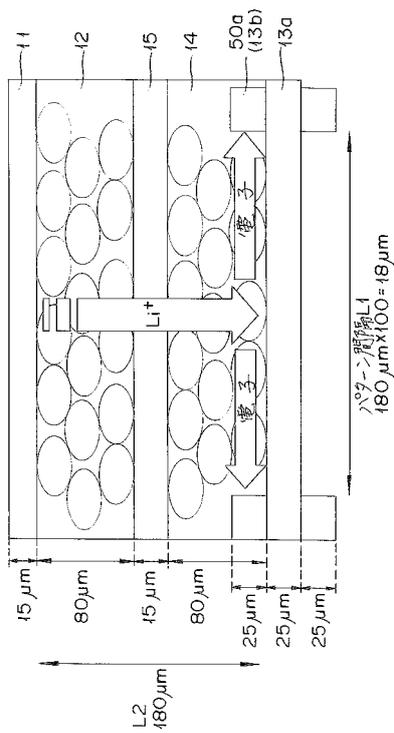
【 図 3 】



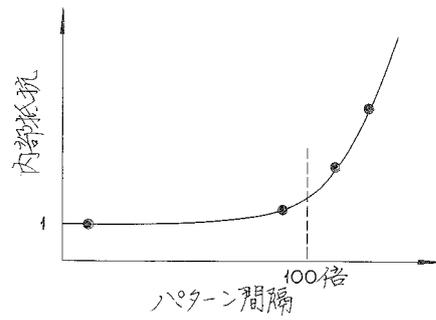
【 図 4 】



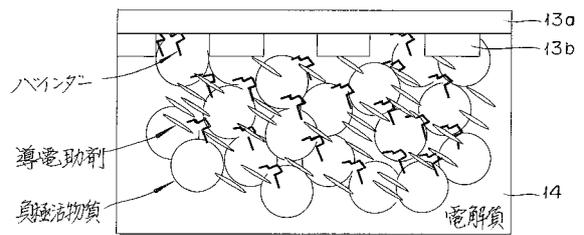
【 図 5 】



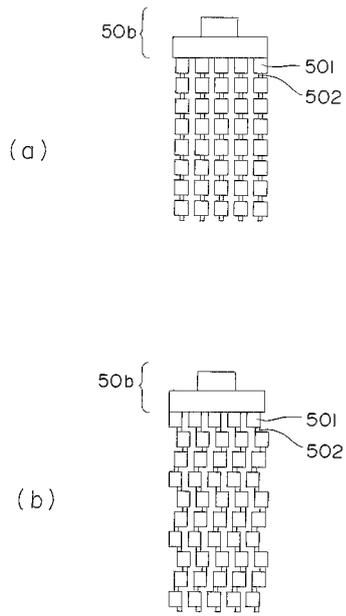
【 図 6 】



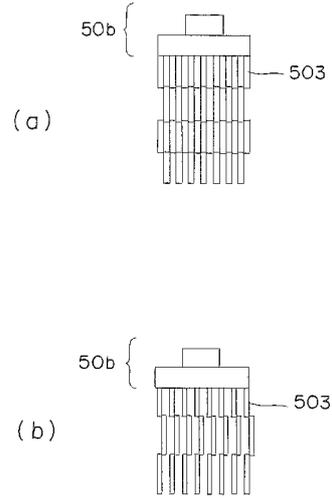
【 図 7 】



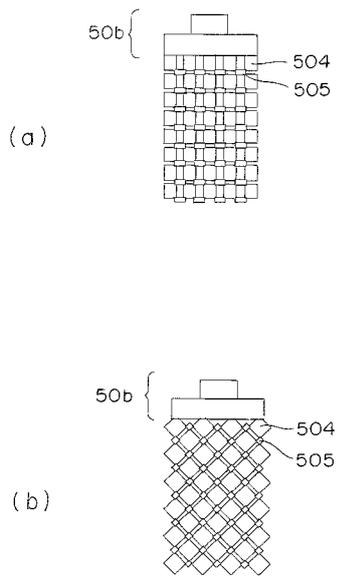
【 図 8 】



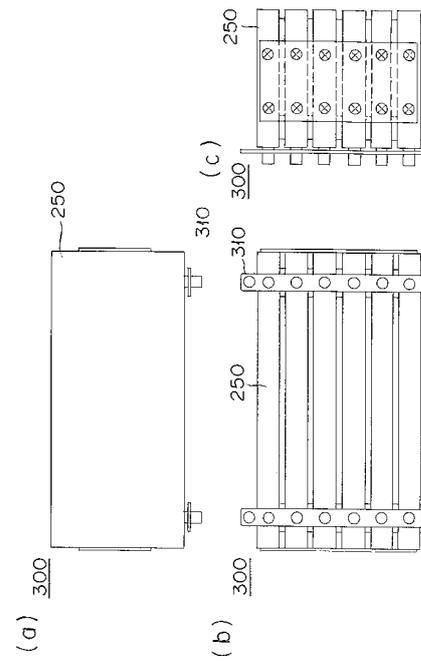
【 図 9 】



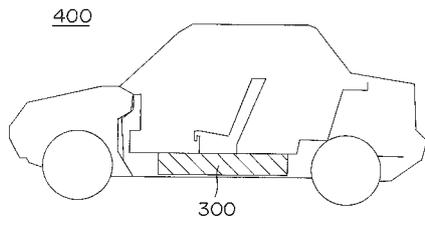
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 下井田 良雄

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H017 AA03 AS01 AS10 CC08 EE01 HH01 HH03
5H029 AJ02 AJ12 AK01 AK03 AL06 AL07 AL08 AL11 AM07 BJ02
BJ12 CJ24 DJ07 EJ12 HJ01 HJ04
5H040 AA18 AA37 AS07 AT02 AY08 JJ04 LL01 LL06 NN01
5H050 AA02 AA15 BA17 CA01 CA07 CA08 CB08 CB09 CB11 DA04
DA10 DA11 EA02 EA04 FA02 GA24 HA01 HA04