

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5690575号
(P5690575)

(45) 発行日 平成27年3月25日 (2015. 3. 25)

(24) 登録日 平成27年2月6日 (2015. 2. 6)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 M	2/26	(2006. 01)	HO 1 M	2/26	A
HO 1 M	10/0585	(2010. 01)	HO 1 M	10/0585	
HO 1 M	2/16	(2006. 01)	HO 1 M	2/16	P
HO 1 M	4/66	(2006. 01)	HO 1 M	4/66	A
HO 1 M	4/70	(2006. 01)	HO 1 M	4/70	A

請求項の数 14 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2010-280843 (P2010-280843)
 (22) 出願日 平成22年12月16日 (2010. 12. 16)
 (65) 公開番号 特開2012-129114 (P2012-129114A)
 (43) 公開日 平成24年7月5日 (2012. 7. 5)
 審査請求日 平成25年12月12日 (2013. 12. 12)

(73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 (74) 代理人 110001933
 特許業務法人 佐野特許事務所
 (74) 代理人 100085501
 弁理士 佐野 静夫
 (74) 代理人 100128842
 弁理士 井上 温
 (74) 代理人 100145207
 弁理士 酒本 裕明
 (72) 発明者 長谷川 里美
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非水系二次電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁層の両面上に導電層が形成された多層構造を有する集電体と、前記集電体上に形成された活物質層とを含む電極と、

導電性材料から構成され、前記集電体を厚み方向に貫通する貫通部材と、

前記電極と電気的に接続されるタブ電極とを備え、

前記電極は、前記活物質層が形成されずに前記導電層が露出された露出領域を有するとともに、複数積層されており、

前記貫通部材は、前記露出領域に設けられているとともに、2つ以上の前記電極を連続して貫通していることを特徴とする、非水系二次電池。

【請求項 2】

前記電極は、正極および負極を含み、

前記正極および前記負極の少なくとも一方は、多層構造を有する前記集電体を用いて形成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の非水系二次電池。

【請求項 3】

多層構造を有する前記集電体を用いて形成されている同極性の前記電極の全てが、前記貫通部材によって連続して貫通されていることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の非水系二次電池。

【請求項 4】

複数積層された同極性の前記電極における前記露出領域の間には、導電性物質からなる

箔状部材が配されており、

前記貫通部材は、前記箔状部材をも貫通するように、前記電極の前記露出領域に設けられていることを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の非水系二次電池。

【請求項 5】

前記箔状部材は、前記集電体の外側に延出されており、前記箔状部材の延出された部分が、前記タブ電極に溶接されていることを特徴とする、請求項 4 に記載の非水系二次電池。

【請求項 6】

複数積層された同極性の前記電極は、前記貫通部材によって、前記集電体の一部が互いに密着されていることを特徴とする、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の非水系二次電池。

10

【請求項 7】

前記タブ電極は、前記貫通部材が設けられている領域に溶接固定されていることを特徴とする、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の非水系二次電池。

【請求項 8】

絶縁層の両面上に導電層が形成された多層構造を有する集電体と、前記集電体上に形成された活物質層とを含む電極と、

前記集電体の前記導電層と電気的に接続されるタブ電極とを備え、

前記電極は、複数積層されており、

前記集電体は、前記活物質層が形成されずに前記導電層が露出された露出領域を有しているとともに、複数積層された同極性の前記電極における前記露出領域の間には、導電性物質からなる箔状部材が配されており、

20

前記タブ電極は、前記露出領域における前記箔状部材が配されている部分に溶接されているとともに、前記箔状部材の一部が、前記集電体の外側に延出されており、直接、前記タブ電極に溶接されていることを特徴とする、非水系二次電池。

【請求項 9】

前記集電体の絶縁層は、フィルム状または繊維状の樹脂からなることを特徴とする、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の非水系二次電池。

【請求項 10】

前記集電体の絶縁層は、120 での熱収縮率が、平面方向のいずれかの方向で 1.5 % 以上である熱可塑性樹脂からなることを特徴とする、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の非水系二次電池。

30

【請求項 11】

前記集電体の絶縁層は、ポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル、または、これらの複合材料からなることを特徴とする、請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の非水系二次電池。

【請求項 12】

前記電極は、正極および負極を含むとともに、前記正極および前記負極の間に配されるセパレータをさらに備えており、

前記セパレータは、120 での熱収縮率が、前記集電体の絶縁層より小さいことを特徴とする、請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の非水系二次電池。

40

【請求項 13】

前記セパレータの180 での熱収縮率は、1.0 % 以下であることを特徴とする、請求項 12 に記載の非水系二次電池。

【請求項 14】

前記セパレータは、アラミド系樹脂、ポリエステル、セルロース系樹脂のいずれかを含むことを特徴とする、請求項 12 または 13 に記載の非水系二次電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、非水系二次電池に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン二次電池に代表される非水系二次電池は、高容量・高エネルギー密度を有し、かつ、貯蔵性能や充放電の繰り返し特性等にも優れるため、携帯機器などの民生機器に広く利用されている。また、近年では、環境問題や省エネルギーに関する意識の高まりから、電力貯蔵用途や、電気自動車などの車載用途にリチウムイオン二次電池が利用されるようになってきている。

【0003】

一方、非水系二次電池は、そのエネルギー密度の高さ故に、過充電状態や高温環境下にさらされた状態においては、異常過熱や発火などの危険性が高い。そのため、非水系二次電池では、安全性に対する種々の対応策が講じられている。

10

【0004】

また、従来、異常発熱による発火を防止するために、多層構造を有する集電体を用いたリチウムイオン二次電池が提案されている（たとえば、特許文献1参照）。

【0005】

上記特許文献1には、130 ～ 170 の低融点を持つ樹脂フィルムの両面に金属層が形成された集電体を用いたリチウムイオン二次電池が提案されている。このリチウムイオン二次電池では、過充電状態や高温状態等で異常発熱が発生すると、低融点の樹脂フィルムが溶融する。そして、樹脂フィルムの溶融により、電極が破損される。これにより、電流がカットされるので、電池内部の温度上昇が抑制されて、発火が防止される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平11-102711号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のように、特許文献1で提案されている集電体は、非水系二次電池の安全対策としては非常に有効である。

30

【0008】

しかしながら、上記集電体は、絶縁性の樹脂フィルムの両面に金属層が形成された構成を有するため、たとえば、複数の電極が積層された積層型の非水系二次電池の場合には、配線引き出し用のタブ電極を集電体に接続する際に、電極同士の導通がとれなくなるという不都合がある。このため、タブ電極を、全ての電極と電気的に接続することが困難になるため、電池性能が著しく低下するという問題点がある。

【0009】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、安全性を向上させつつ、電池性能の低下を抑制することが可能な非水系二次電池を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、この発明の第1の局面による非水系二次電池は、絶縁層の両面上に導電層が形成された多層構造を有する集電体とこの集電体上に形成された活物質層とを含む電極と、導電性材料から構成され、集電体を厚み方向に貫通する貫通部材と、上記電極と電気的に接続されるタブ電極とを備えている。そして、上記電極は、複数積層されており、上記貫通部材は、2つ以上の電極を連続して貫通している。

【0011】

この第1の局面による非水系二次電池では、上記のように、集電体を厚み方向に貫通する貫通部材を備えることによって、この貫通部材を介して、集電体における絶縁層の一方

50

側の導電層と他方側の導電層とを電氣的に接続することができる。このため、この貫通部材で、2つ以上の電極を連続して貫通することにより、多層構造を有する集電体を用いた場合でも、複数積層された電極同士の導通をとることができる。これにより、タブ電極を、積層された複数の電極と電氣的に接続することができる。たとえば、タブ電極を、積層された同極性の全ての電極と電氣的に接続することができる。したがって、電池性能の低下を抑制することができるので、非水系二次電池の性能を最大限活用することができる。

【0012】

また、第1の局面では、上記のように、多層構造を有する集電体を用いることによって、たとえば、過充電状態や高温状態等で異常発熱が発生した場合に、集電体の絶縁層が溶融して電極が破損されるので、電流をカットすることができる。これにより、電池内部の温度上昇を抑制することができるので、発火などの異常状態が生じるのを防止することができる。

10

【0013】

なお、第1の局面では、上記貫通部材を備えることによって、たとえば、溶接などでタブ電極を電極に接続する場合に、タブ電極と電極との接触抵抗、および、電極同士の接触抵抗を低減することができる。これにより、タブ電極を電極に強固に導通接続することが可能となる。なお、タブ電極を電極に強固に導通接続することにより、接触抵抗の増加に起因する電池容量の低下を抑制することもできる。

【0014】

上記第1の局面による非水系二次電池において、好ましくは、電極は、正極および負極を含み、正極および負極の少なくとも一方は、多層構造を有する上記集電体を用いて形成されている。このように構成すれば、効果的に、非水系二次電池の安全性を向上させることができる。

20

【0015】

上記第1の局面による非水系二次電池において、好ましくは、多層構造を有する上記集電体を用いて形成されている同極性の電極の全てが、貫通部材によって連続して貫通されている。このように構成すれば、同極性の電極の全てにおいて、集電体の導電層を互いに電氣的に接続することができる。たとえば、溶接などでタブ電極を電極に接続する際に、容易に、同極性の全ての電極を、互いに電氣的に接続された状態で、タブ電極に接続（接合）することができる。これにより、電池性能の低下を効果的に抑制することができる。

30

【0016】

上記第1の局面による非水系二次電池において、好ましくは、電極は、活物質層が形成されずに導電層が露出された露出領域を有し、複数積層された同極性の電極における露出領域の間には、導電性物質からなる箔状部材が配されており、貫通部材は、箔状部材をも貫通するように、電極の露出領域に設けられている。このように構成すれば、貫通部材によって、効果的に、各電極の導電層を互いに電氣的に接続することができるとともに、効果的に、タブ電極を、全ての電極と電氣的に接続することができる。これにより、電池性能の低下をより効果的に抑制することができる。したがって、上記のように構成すれば、容易に、安全性を向上させつつ、電池性能の低下を抑制することができる。

【0017】

40

この場合において、好ましくは、箔状部材は、集電体の外側に延出されており、箔状部材の延出された部分が、タブ電極に溶接されている。このように構成すれば、貫通部材のみならず、箔状部材によっても、タブ電極と各電極とを電氣的に接続することができるので、タブ電極を電極に、より強固に導通接続することができる。これにより、より効果的に、タブ電極を、全ての電極と電氣的に接続（接合）することができる。加えて、タブ電極と電極との接触抵抗をより低減することができる。

【0018】

上記第1の局面による非水系二次電池において、好ましくは、複数積層された同極性の電極は、貫通部材によって、集電体の一部が互いに密着されている。このように構成すれば、複数積層された同極性の電極において、各電極（各集電体）の接触抵抗を低減して、

50

タブ電極と電極、および、電極同士をより強固に導通接続することができる。これにより、さらに効果的に、電池性能の低下を抑制することができる。

【0019】

この場合において、貫通部材は、締結部材から構成されているのが好ましい。このように構成すれば、容易に、集電体の一部が互いに密着された状態にすることができる。

【0020】

上記第1の局面による非水系二次電池において、好ましくは、上記タブ電極は、貫通部材が設けられている領域に溶接固定されている。このように構成すれば、タブ電極と電極との導通を取りやすくすることができる。

【0021】

また、上記第1の局面による非水系二次電池において、貫通部材は、針状に尖った先端部を有していてもよい。このように構成すれば、容易に、貫通部材を、集電体の厚み方向に貫通させることができるので、容易に、集電体における絶縁層の一方側の導電層と他方側の導電層とを電氣的に接続することができる。

【0022】

上記第1の局面による非水系二次電池において、電極の集電体に、貫通部材が挿通される貫通孔が予め形成された構成とすることもできる。このように構成すれば、容易に、貫通部材を集電体の厚み方向に貫通させることができるので、容易に、集電体における絶縁層の一方側の導電層と他方側の導電層とを電氣的に接続することができる。

【0023】

この発明の第2の局面による非水系二次電池は、絶縁層の両面上に導電層が形成された多層構造を有する集電体と、集電体上に形成された活物質層とを含む電極と、集電体の導電層と電氣的に接続されるタブ電極とを備えている。そして、上記電極は、複数積層されており、上記集電体は、活物質層が形成されずに導電層が露出された露出領域を有しているとともに、複数積層された同極性の電極における露出領域の間には、導電性物質からなる箔状部材が配されており、上記タブ電極は、露出領域における箔状部材が配されている部分に溶接されているとともに、箔状部材の一部が、直接、タブ電極に溶接されている。

【0024】

この第2の局面による非水系二次電池では、上記のように、複数積層された同極性の電極における露出領域の間に、導電性物質からなる箔状部材を配するとともに、その箔状部材の一部を、直接、タブ電極に溶接することによって、この箔状部材を介して、各集電体の導電層を、タブ電極と電氣的に接続することができる。これにより、たとえば、全ての電極を、タブ電極と電氣的に接続することができるので、電池性能の低下を抑制することができる。その結果、非水系二次電池の性能を最大限活用することができる。

【0025】

また、第2の局面では、絶縁層の両面上に導電層が形成された上記集電体を用いているため、上記第1の局面と同様、安全性をより向上させることができる。

【0026】

なお、第2の局面では、上記のように構成することによって、たとえば、溶接でタブ電極を電極に接続する際に、タブ電極と電極との接触抵抗、および、電極同士の接触抵抗を低減することができる。これにより、タブ電極を電極に強固に導通接続することが可能となる。なお、タブ電極を電極に強固に導通接続することにより、接触抵抗の増加に起因する電池容量の低下を抑制することもできる。

【0027】

上記第1および第2の局面による非水系二次電池において、集電体の絶縁層は、フィルム状または繊維状の樹脂から構成されているのが好ましい。

【0028】

上記第1および第2の局面による非水系二次電池において、好ましくは、集電体の絶縁層は、120度の熱収縮率が、平面方向のいずれかの方向で1.5%以上である熱可塑性樹脂からなる。このように構成すれば、たとえば、過充電状態や高温状態等で異常発熱

10

20

30

40

50

が発生した場合に、電極が破損され易くすることができるので、効果的に、発火などの異常状態が生じるのを防止することができる。このため、非水系二次電池の安全性を効果的に向上させることができる。

【 0 0 2 9 】

上記第 1 および第 2 の局面による非水系二次電池において、集電体の絶縁層は、ポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル、または、これらの複合材料から構成されているのが好ましい。このように構成すれば、容易に、非水系二次電池の安全性を向上させることができる。

【 0 0 3 0 】

上記第 1 および第 2 の局面による非水系二次電池において、好ましくは、電極は、正極および負極を含むとともに、正極および負極の間に配されるセパレータをさらに備えており、上記セパレータは、120 での熱収縮率が、集電体の絶縁層の熱収縮率より小さい。このように構成すれば、セパレータのシャットダウン機能が作動する前に、電極の集電体を構成する絶縁層を溶断させることができる。これにより、絶縁層およびセパレータによる電流遮断効果によって、2 段階で電流遮断が可能となるので、非水系二次電池の安全性をより向上させることができる。

【 0 0 3 1 】

この場合において、好ましくは、上記セパレータの180 での熱収縮率は、1.0% 以下である。このように構成すれば、過充電状態や高温状態等で異常発熱が発生した場合に、容易に、セパレータの熱収縮に起因する内部短絡の発生を抑制することができる。これにより、急激な温度上昇が生じるのを抑制することができるので、非水系二次電池の安全性をさらに向上させることができる。

【 0 0 3 2 】

上記セパレータを備えた構成において、セパレータは、アラミド系樹脂、ポリエステル、セルロース系樹脂を含んで構成されているのが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 3 3 】

以上のように、本発明によれば、安全性を向上させつつ、電池性能の低下を抑制することが可能な非水系二次電池を容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示した断面図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の分解斜視図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の分解斜視図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示した斜視図である。

【図 5】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の全体斜視図である。

【図 6】図 1 の一部を拡大して示した断面図である。

【図 7】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の正極の断面図（図 9 の A - A 線に沿った断面に対応する図）である。

【図 8】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の正極の平面図である。

【図 9】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の正極の斜視図である。

【図 10】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池に用いられる正極の一部を模式的に示した平面図である。

【図 11】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 12】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【図 1 4】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の負極の断面図（図 1 6 の B - B 線に沿った断面に対応する図）である。

【図 1 5】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の負極の平面図である。

【図 1 6】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池の負極の斜視図である。

【図 1 7】本発明の第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池のセパレータの斜視図である。

【図 1 8】第 1 実施形態の第 1 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

10

【図 1 9】第 1 実施形態の第 1 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 2 0】第 1 実施形態の第 1 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【図 2 1】第 1 実施形態の第 2 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 2 2】第 1 実施形態の第 2 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 2 3】第 1 実施形態の第 2 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

20

【図 2 4】第 1 実施形態の第 3 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 2 5】第 1 実施形態の第 3 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 2 6】第 1 実施形態の第 3 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【図 2 7】第 1 実施形態の第 4 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 2 8】第 1 実施形態の第 4 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

30

【図 2 9】第 1 実施形態の第 4 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【図 3 0】第 1 実施形態の第 5 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 3 1】第 1 実施形態の第 5 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 3 2】第 1 実施形態の第 5 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【図 3 3】第 1 実施形態の第 6 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

40

【図 3 4】第 1 実施形態の第 6 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。

【図 3 5】第 1 実施形態の第 6 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【図 3 6】本発明の第 2 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示した断面図である。

【図 3 7】図 3 6 の一部を拡大して示した断面図である。

【図 3 8】本発明の第 2 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した平面図である。

【図 3 9】本発明の第 3 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示し

50

た断面図である。

【図４０】図３９の一部を拡大して示した断面図である。

【図４１】本発明の第３実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した平面図である。

【図４２】本発明の第３実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した平面図（金属箔の他の構成例を示した図）である。

【図４３】本発明の第３実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した平面図（金属箔のさらに他の構成例を示した図）である。

【図４４】本発明の第４実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示した断面図である。

10

【図４５】図４４の一部を拡大して示した断面図である。

【図４６】第１、第２および第４実施形態の他の例（変形例１）を示した平面図（正極集電体の一部を模式的に示した図）である。

【図４７】第１、第２および第４実施形態の他の例（変形例２）を示した模式的断面図である。

【図４８】第１、第２および第４実施形態の他の例（変形例３）を示した模式的断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３５】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態では、非水系二次電池の一例である積層型のリチウムイオン二次電池に本発明を適用した場合について説明する。

20

【００３６】

（第１実施形態）

図１は、本発明の第１実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示した断面図である。図２は、本発明の第１実施形態によるリチウムイオン二次電池の分解斜視図である。図３は、本発明の第１実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の分解斜視図である。図４～図１７は、本発明の第１実施形態によるリチウムイオン二次電池を説明するための図である。まず、図１～図１７を参照して、本発明の第１実施形態によるリチウムイオン二次電池について説明する。

30

【００３７】

第１実施形態によるリチウムイオン二次電池は、図２および図５に示すように、角形扁平形状を有する大型二次電池であり、複数の電極５を含む電極群５０（図１参照）と、この電極群５０を非水電解液とともに封入する金属製の外装容器１００とを備えている。

【００３８】

上記電極５は、図１～図３に示すように、正極１０および負極２０を含んで構成されており、正極１０と負極２０との間には、正極１０と負極２０との短絡を抑制するためのセパレータ３０が配されている。具体的には、正極１０および負極２０が、セパレータ３０を挟んで互いに対向するように配されており、正極１０、セパレータ３０および負極２０が順次積層されることによって、積層構造（積層体）に構成されている。なお、正極１０および負極２０は、１つずつ交互に積層されている。また、上記電極群５０は、隣り合う２つの負極２０の間に、１つの正極１０が位置するように構成されている。

40

【００３９】

また、上記電極群５０は、たとえば、正極１０を１３枚、負極２０を１４枚、セパレータ３０を２８枚含んで構成されており、正極１０および負極２０がセパレータ３０を挟んで交互に積層されている。さらに、上記電極群５０における最も外側（最外層の負極２０の外側）には、セパレータ３０が配されており、外装容器１００との絶縁が図られている。

【００４０】

電極群５０を構成する正極１０は、図７に示すように、正極集電体１１の両面に、正極

50

活物質層 12 が担持された構成を有している。

【0041】

正極集電体 11 は、正極活物質層 12 の集電を行う機能を有している。

【0042】

ここで、第 1 実施形態では、上記正極集電体 11 は、絶縁性の樹脂層 13 の両面上に導電層 14 が形成された多層構造（三層構造）に構成されている。なお、樹脂層 13 は、本発明の「絶縁層」の一例である。

【0043】

正極集電体 11 を構成する導電層 14 は、たとえば、アルミニウムまたはアルミニウム合金から構成されており、約 $6\ \mu\text{m}$ ~ 約 $15\ \mu\text{m}$ の厚みに形成されている。アルミニウムは耐酸化性が高いため、正極集電体 11 の導電層 14 として好適に用いることができる。なお、上記導電層 14 は、アルミニウムまたはアルミニウム合金以外であってもよく、たとえば、チタン、ステンレス鋼、ニッケルなどの金属材料、または、これらの合金などから構成されていてもよい。

【0044】

導電層 14 の形成方法としては、特に限定されず、たとえば、蒸着、スパッタリング、電解めっき、無電解めっき、金属箔の貼り合わせ等による方法、および、これらの方法の組み合わせからなる方法が挙げられる。

【0045】

正極集電体 11 の樹脂層 13 は、熱可塑性樹脂からなるプラスチック材料から構成されている。この樹脂層 13 は、たとえば、シート状（フィルム状）の樹脂部材（樹脂フィルム）からなる。熱可塑性樹脂からなるプラスチック材料としては、たとえば、熱変形温度が 150 以下であるポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）等のポリオレフィン樹脂、ポリスチレン（PS）、ポリ塩化ビニル、ポリアミドなどが好適に用いられる。中でも、 120 での熱収縮率が平面方向のいずれかの方向（たとえば、縦方向および横方向のいずれかの方向）で 1.5% 以上であるポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）等のポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニルなどが好ましい。また、これらの複合フィルムや、これらの表面加工処理を施した樹脂フィルムも好適に用いることができる。さらに、上記セパレータ 30 と同材質の樹脂フィルムを用いることも可能である。また、製造工程、加工処理の差異により、熱変形温度、熱収縮率等の異なる樹脂であれば、樹脂層 13 とセパレータ 30 とのいずれにも用いることができる。

【0046】

また、樹脂層 13 の厚みは、特に限定されないが、二次電池としてのエネルギー密度向上と強度維持とのバランスを取るべく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下であるのが好ましく、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であればより好ましい。なお、樹脂層 13（樹脂フィルム）は、一軸延伸、二軸延伸または無延伸などのいずれの方法で製造された樹脂フィルムでもかまわない。また、正極集電体 11 の樹脂層 13 は、フィルム状以外に、たとえば、繊維状であってもよい。

【0047】

なお、上記熱変形温度および熱収縮率とは、以下の方法で得られた値を意味する。また、熱変形温度は、樹脂層（樹脂フィルム）が熱収縮を開始する温度を意味する（熱変形温度および熱収縮率については、後述するセパレータについても同様である。）。

【0048】

熱変形温度は、一定温度で一定時間、恒温槽で保持して、熱収縮率を測定し、収縮していない場合は温度を上げて、収縮している場合は温度を下げて、これを繰り返すことで測定する。具体的には、樹脂フィルムを、たとえば、 100 で 15 分間保持し、樹脂フィルムの熱収縮率を測定する。このときの熱収縮率が 20% 以下の場合、新しいサンプルを用いて温度を 105 に上げ、この温度で 15 分間保持した後、熱収縮率を測定する。この工程を、 150 に達するまで繰り返し、熱収縮率が 10% 以上となった時点の温度を熱変形温度とする。

【 0 0 4 9 】

また、熱収縮率の測定は、たとえば、樹脂フィルム上に50mm以上の間隔を空けて2つのポイントを付け、両者のポイント間距離を、ノギスを用いて測定する。その後、15分間、120（後述するセパレータについては180も）で加熱処理を行った後に、再度、同じポイント間距離を測定し、加熱処理前後の測定値に基づいて熱収縮率を求める。この方法に基づき、樹脂層（樹脂フィルム）の平面方向（たとえば、縦方向及び横方向）について、それぞれ3つ以上のポイント間距離を測定し、各々の測定結果から算出された熱収縮率の平均値を最終的な樹脂フィルムの熱収縮率として採用する。このとき、樹脂フィルムの縦方向及び横方向のそれぞれについて、少なくとも、樹脂フィルムの端部から10%以内の2点と、樹脂フィルムの端部から50%前後の1点を、ポイント間距離の測定地点として選定する。平面方向（たとえば、縦方向及び横方向）のいずれかの大きな値を熱収縮率とする。

10

【 0 0 5 0 】

正極活物質層12は、リチウムイオンを吸蔵・放出しうる正極活物質を含んで構成されている。正極活物質としては、たとえば、リチウムを含有した酸化物が挙げられる。具体的には、 LiCoO_2 、 LiFeO_2 、 LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 、および、これら酸化物中の遷移金属を一部他の金属元素で置換した化合物などが挙げられる。中でも、通常の使用において、正極が保有するリチウム量の80%以上を電池反応に利用し得るものを正極活物質に用いるのが好ましい。それにより過充電などの事故に対する二次電池の安全性を高めることが可能となる。このような正極活物質としては、たとえば、 LiMn_2O_4 のようなスピネル構造を有する化合物、および、 LiMPO_4 （Mは、Co、Ni、Mn、Feから選択される少なくとも1種以上の元素）で表されるオリビン構造を有する化合物などが挙げられる。中でも、MnおよびFeの少なくとも一方を含む正極活物質がコストの観点から好ましい。さらに、安全性および充電電圧の観点からは、 LiFePO_4 を用いるのが好ましい。 LiFePO_4 は、全ての酸素（O）が強固な共有結合によって燐（P）と結合しているため、温度上昇による酸素の放出が起こりにくい。そのため、安全性に優れている。

20

【 0 0 5 1 】

なお、上記正極活物質層12の厚みは、20 μm ～2mm程度が好ましく、50 μm ～1mm程度がより好ましい。

30

【 0 0 5 2 】

また、上記正極活物質層12は、正極活物質を少なくとも含んでいれば、その構成は特に制限されるものではない。たとえば、正極活物質層12は、正極活物質以外に、導電材、増粘材、結着材などの他の材料を含んでいてもよい。

【 0 0 5 3 】

導電材は、正極10の電池性能に悪影響を及ぼさない電子伝導性材料であれば特に限定されず、たとえば、カーボンブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、グラファイト（天然黒鉛、人造黒鉛）、炭素繊維などの炭素質材料または導電性金属酸化物などを用いることができる。これらの中で、導電材としては、電子伝導性および塗工性の観点より、カーボンブラック及びアセチレンブラックが好ましい。

40

【 0 0 5 4 】

増粘材としては、たとえば、ポリエチレングリコール類、セルロース類、ポリアクリルアミド類、ポリN-ビニルアミド類、ポリN-ビニルピロリドン類などを用いることができる。これらの中で、増粘材としては、ポリエチレングリコール類、カルボキシメチルセルロース（CMC）などのセルロース類などが好ましく、CMCが特に好ましい。

【 0 0 5 5 】

結着材は、活物質粒子および導電材粒子を繋ぎ止める役割を果たすものであり、たとえば、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、ポリビニルピリジン、ポリテトラフルオロエチレンなどのフッ素系ポリマー、ポリエチレン、ポリプロピレンなどのポリオレフィン系ポリマー、スチレンブタジエンゴムなどを用いることができる。

50

【 0 0 5 6 】

正極活物質、導電材、結着材などを分散させる溶剤としては、たとえば、N - メチル - 2 - ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、酢酸メチル、アクリル酸メチル、ジエチルトリアミン、N , N - ジメチルアミノプロピルアミン、エチレンオキシド、テトラヒドロフランなどの有機溶剤を用いることができる。

【 0 0 5 7 】

上記した正極 1 0 は、たとえば、正極活物質、導電材、増粘材および結着材を混合し、適当な溶剤を加えてペースト状の正極合剤としたものを、正極集電体 1 1 の表面に塗布乾燥し、必要に応じて電極密度を高めるべく圧縮して形成される。

10

【 0 0 5 8 】

また、上記正極 1 0 は、図 8 に示すように、平面的に見て、略矩形形状を有している。正極 1 0 の Y 方向の幅 W 1 は、たとえば、約 1 0 0 mm とされており、X 方向の長さ L 1 は、たとえば、約 1 5 0 mm とされている。また、正極活物質層 1 2 の塗布領域（形成領域）は、Y 方向の幅 W 1 1 が、正極 1 0 の幅 W 1 と同じ、たとえば、約 1 0 0 mm とされており、X 方向の長さ L 1 1 が、たとえば、約 1 3 5 mm とされている。

【 0 0 5 9 】

また、図 7 ~ 図 9 に示すように、上記正極 1 0 は、X 方向の一端側に、正極活物質層 1 2 が形成されずに正極集電体 1 1 の表面（導電層 1 4 ）が露出された集電体露出部（露出領域）1 1 a を有している。この集電体露出部 1 1 a には、外部に電流を取り出すための、タブ電極 4 1 が電氣的に接続されている。なお、タブ電極 4 1 は、たとえば、幅約 3 0 mm、長さ約 7 0 mm の形状に形成されている。

20

【 0 0 6 0 】

また、第 1 実施形態では、正極 1 0 の集電体露出部 1 1 a に、厚み方向に貫通する貫通孔 1 1 b が形成されている。この貫通孔 1 1 b は、複数の正極 1 0 を積層させた際に、各正極 1 0 の貫通孔 1 1 b が揃う（重なる）ように形成されている。なお、正極 1 0 の貫通孔 1 1 b には、後述する貫通部材 8 0（図 1 参照）が挿通される。

【 0 0 6 1 】

電極群 5 0 を構成する負極 2 0 は、図 1 4 に示すように、負極集電体 2 1 の両面に、負極活物質層 2 2 が担持された構成を有している。

30

【 0 0 6 2 】

負極集電体 2 1 は、負極活物質層 2 2 の集電を行う機能を有している。

【 0 0 6 3 】

なお、第 1 実施形態では、負極集電体 2 1 は、上記正極集電体 1 1（図 7 参照）とは異なり、樹脂層を含まない構成となっている。すなわち、正極集電体 1 1（図 7 参照）のみが、樹脂層を含む多層構造に構成されている。

【 0 0 6 4 】

具体的には、負極集電体 2 1 は、たとえば、銅、ニッケル、ステンレス鋼、鉄、ニッケルメッキ層などの金属箔、または、これらの合金からなる合金箔から構成されており、約 1 μ m ~ 約 1 0 0 μ m（たとえば約 1 6 μ m）の厚みを有している。なお、負極集電体 2 1 は、リチウムと合金化しにくいという観点から、銅または銅合金からなる金属箔が好ましく、その厚みは、4 μ m 以上 2 0 μ m 以下であるのが好ましい。

40

【 0 0 6 5 】

また、上記負極集電体 2 1 は、箔状以外に、フィルム状、シート状、ネット状、パンチ又はエキスパンドされたもの、ラス体、多孔質体、発泡体、繊維群の形成体などの形状であってもよい。

【 0 0 6 6 】

負極活物質層 2 2 は、リチウムイオンを吸蔵・放出しうる負極活物質を含んで構成されている。負極活物質としては、たとえば、リチウムを含む物質、あるいは、リチウムの吸蔵・放出が可能な物質からなる。また、高エネルギー密度電池を構成するためには、リチウ

50

ムの吸蔵／放出する電位が金属リチウムの析出／溶解電位に近いものが好ましい。その典型例としては、粒子状（鱗片状、塊状、繊維状、ウイスキー状、球状、粉碎粒子状など）の天然黒鉛もしくは人造黒鉛が挙げられる。なお、負極活物質として、メソカーボンマイクロビーズ、メソフェーズピッチ粉末、等方性ピッチ粉末などを黒鉛化して得られる人造黒鉛を使用してもよい。また、非晶質炭素を表面付着させた黒鉛粒子を使用することでもできる。さらに、リチウム遷移金属酸化物、リチウム遷移金属窒化物、遷移金属酸化物および酸化シリコンなども使用可能である。リチウム遷移金属酸化物としては、たとえば、 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ に代表されるチタン酸リチウムを使用すると、負極20の劣化が少なくなるため、電池の長寿命化を図ることが可能となる。

【0067】

10

なお、上記負極活物質層22の厚みは、 $20\mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ 程度が好ましく、 $50\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 程度がより好ましい。

【0068】

また、上記負極活物質層22は、負極活物質を少なくとも含んでいれば、その構成は特に制限されるものではない。たとえば、負極活物質層22は、負極活物質以外に、導電材、増粘材、結着材などの他の材料を含んでいてもよい。なお、導電材、増粘材、結着材などの他の材料は、正極活物質層12と同じもの（正極活物質層12に用いることが可能なもの）を用いることができる。

【0069】

上記した負極20は、たとえば、負極活物質、導電材、増粘材および結着材を混合し、適当な溶剤を加えてペースト状の負極合剤としたものを、負極集電体21の表面に塗布乾燥し、必要に応じて電極密度を高めるべく圧縮して形成される。

20

【0070】

また、上記負極20は、図15に示すように、平面的に見て、略矩形形状を有しており、正極10（図8および図9参照）と実質的に同じ大きさ（平面積）に形成されている。具体的には、第1実施形態では、上記負極20は、Y方向の幅W2が、正極10の幅W1（図8参照）と同じ、たとえば、約100mmとされており、X方向の長さL2が、正極10の長さL1（図8参照）と同じ、たとえば、約150mmとされている。また、負極活物質層22の塗布領域（形成領域）は、Y方向の幅W21が、負極20の幅W2と同じ、たとえば、約100mmとされており、X方向の長さL21が、たとえば、約135mmとされている。

30

【0071】

また、図14～図16に示すように、上記負極20は、正極10と同様、Y方向の一端に、負極活物質層22が形成されずに負極集電体21の表面が露出された集電体露出部21aを有している。この集電体露出部21aには、外部に電流を取り出すためのタブ電極42が電氣的に接続されている。なお、タブ電極42は、上記タブ電極41と同様、たとえば、幅約30mm、長さ約70mmの形状に形成されている。

【0072】

電極群50を構成するセパレータ30（図1～図3参照）は、たとえば、電気絶縁性の合成樹脂繊維、ガラス繊維、天然繊維等の不織布、織布または微多孔質膜などのなかから適宜選択可能である。中でも、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、アラミド系樹脂、セルロース系樹脂等の不織布、微多孔質膜が品質の安定性等の点から好ましく、特に、アラミド系樹脂、ポリエステルまたはセルロース系樹脂からなる不織布、微多孔質膜が好ましい。

40

【0073】

また、セパレータ30は、内部短絡によりリチウムイオン二次電池に発熱が生じた際に、セパレータ30の孔がふさがりイオン伝導を遮れるように、200以下に融点を持つことが好ましく、かつ、正極集電体11の樹脂層13よりも高い融点を有することが好ましい。たとえば、セパレータ30は、120での熱収縮率が正極集電体11の樹脂層13より小さくなるように構成されているのが好ましい。また、たとえば、セパレータ30

50

は、正極集電体 11 の樹脂層 13 の熱変形温度以下の温度において、その熱収縮率が 1.0% 以下の材料から構成されているのが好ましい。さらに、セパレータ 30 は、180 での熱収縮率が 1.0% 以下である、アラミド系樹脂、ポリエステル、セルロース系樹脂などの多孔質フィルムから構成されているのが好ましい。

【0074】

セパレータ 30 の厚みについては特に限定されるものではないが、必要量の電解液を保持することが可能であって、かつ、正極 10 と負極 20 との短絡を防ぐことが可能な厚みであるのが好ましい。具体的には、セパレータ 30 は、たとえば、0.02 mm (20 μ m) ~ 0.1 mm (100 μ m) の厚みとすることができる。なお、セパレータ 30 の厚みとしては、0.01 mm ~ 1 mm 程度が好ましく、0.02 mm ~ 0.05 mm 程度であればより好ましい。また、セパレータ 30 を構成する材質は、単位面積 (1 cm^2) 当たりの透気度が 0.1 秒 / cm^3 ~ 500 秒 / cm^3 程度であると、低い電池内部抵抗を維持しつつ、電池内部短絡を防ぐだけの強度を確保できるため好ましい。

【0075】

なお、セパレータについても、熱変形温度および熱収縮率は、上述した樹脂層 (樹脂フィルム) と同様の方法で得られた値を意味する。また、120 での熱収縮率を測定する場合は、120 で加熱処理を行い、180 での熱収縮率を測定する場合は、180 で加熱処理を行う。

【0076】

また、上記セパレータ 30 は、正極活物質層 12 の塗布領域 (形成領域) および負極活物質層 22 の塗布領域 (形成領域) よりも大きい形状を有している。具体的には、図 17 に示すように、上記セパレータ 30 は、矩形形状に形成されており、その Y 方向の幅 W3 がたとえば約 11.5 mm、X 方向の長さ L3 がたとえば約 160 mm に構成されている。

【0077】

上記した正極 10 および負極 20 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、正極 10 の集電体露出部 11a と負極 20 の集電体露出部 21a とが互いに反対側に位置するように配され、正極負極間にセパレータ 30 を介在させて積層されている。

【0078】

ここで、第 1 実施形態では、図 1、図 2 および図 4 に示すように、積層された正極 10 の集電体露出部 11a には、多層構造を有する正極集電体 11 を厚み方向に貫通する貫通部材 80 が設けられている。この貫通部材 80 は、導電性材料から構成されており、正極集電体 11 の貫通孔 11b に挿通されることで、積層されている正極 10 (同極性の電極 5) の全てを連続して貫通している。

【0079】

また、上記貫通部材 80 は、たとえば、アイレット (ハトメ金具) と同様の形状を有しており、円筒状の胴体部 81 と、胴体部 81 の一端に設けられたやや直径の大きい頭部 82 とを含んで構成されている。そして、図 6 および図 11 に示すように、正極集電体 11 の貫通孔 11b に貫通部材 80 を挿通した後、胴体部 81 の他端 (頭部 82 とは反対側の端部) をかしめることで、積層された正極 10 が固定されている。

【0080】

また、正極集電体 11 の貫通孔 11b は、図 13 に示すように、その直径が、貫通部材 80 の胴体部 81 の直径と同程度に形成されている。そして、貫通部材 80 が貫通孔 11b に挿通されることで、貫通部材 80 の胴体部 81 の表面 (外表面) が、貫通孔 11b の内側面と密接 (電氣的に接触) するように構成されている。これにより、正極集電体 11 における樹脂層 13 の一方側の導電層 14 と他方側の導電層 14 とが、貫通部材 80 を介して、互いに電氣的に接続されているとともに、貫通部材 80 が全ての正極 10 を連続して貫通することで、積層された全ての正極 10 が互いに電氣的に接続されている。

【0081】

さらに、貫通部材 80 は、上記のように、積層された電極 (正極 10) を束ねて固定するための締結部材としての機能をも有している。そして、この貫通部材 80 によって、積

10

20

30

40

50

層された電極（正極１０）が固定されることにより、各正極１０の一部（集電体露出部１１ａ）が、互いに密着された状態となっている。

【００８２】

なお、貫通部材８０は、電気伝導性や耐酸化性などの観点から、アルミニウムまたはアルミニウム合金から構成されているのが好ましい。ただし、貫通部材８０は、アルミニウムまたはアルミニウム合金以外であってもよく、たとえば、チタン、ステンレス鋼、ニッケルなどの金属材料、または、これらの合金などから構成されていてもよい。

【００８３】

また、図１０～図１２に示すように、貫通部材８０は、正極集電体１１の集電体露出部１１ａの複数箇所に設けられているのが好ましい。このように、集電体露出部１１ａの複数箇所に貫通部材８０を設ける（貫通させる）ことにより、正極同士の接触抵抗が低減するため、電極間（正極間）の導通が向上する。

【００８４】

電極群５０の正極１０においては、上記のように、貫通部材８０で固定された状態で、最も外側の正極１０（正極集電体１１の導電層１４）に上記したタブ電極４１が溶接固定されている。なお、タブ電極４１は、最外層ではなく、中間層の正極１０に溶接固定されていてもよい。また、タブ電極４１は、貫通部材８０が設けられている領域に溶接固定されている。具体的には、図４、図１０および図１２に示すように、上記タブ電極４１は、正極集電体１１（正極１０）の幅方向（Ｙ方向）の略中央部（溶接領域Ｍ（図１参照））に、貫通部材８０の頭部８２を覆うようにして（貫通部材８０と重なるよう配置にして）、溶接固定されている。これにより、積層された全ての正極１０（全ての導電層１４）が、タブ電極４１と電氣的に接続された状態となっている。この際、タブ電極４１は、貫通部材８０とも溶接されているのが好ましい。

【００８５】

複数の負極２０は、図１～図３に示すように、正極１０と同様、集電体露出部２１ａが揃うように積層されている。そして、最も外側の負極２０（負極集電体２１）に上記したタブ電極４２が溶接固定されている。なお、正極の場合と同様、タブ電極４２は、最外層ではなく、中間層の負極２０に溶接固定されていてもよい。これにより、積層された全ての負極２０が、タブ電極４２に溶接固定され、タブ電極４２と電氣的に接続された状態となっている。なお、上記タブ電極４２は、負極集電体２１（負極２０）の幅方向（Ｙ方向）の略中央部に溶接固定されている。

【００８６】

タブ電極４１および４２の溶接は、超音波溶接が好ましいが、超音波溶接以外であってもよく、たとえば、レーザ溶接や抵抗溶接、スポット溶接などを用いてもよい。ただし、樹脂層１３を挟んだ正極集電体１１にタブ電極４１を溶接する場合、レーザ溶接や抵抗溶接、スポット溶接などの熱を加えて接合する手法では、樹脂層１３が溶解してしまうおそれがある。そのため、上記タブ電極４１の溶接には、熱を加えない超音波溶接を用いるのが好ましい。

【００８７】

また、正極１０に接続されるタブ電極４１は、アルミニウムから構成されているのが好ましく、負極２０に接続されるタブ電極４２は、銅から構成されているのが好ましい。タブ電極４１および４２は、集電体と同材質のものをを用いるのが好ましいが、異なる材質であってもよい。さらに、正極１０に接続されるタブ電極４１と負極２０に接続されるタブ電極４２とは、同材質であってもよいし、異なる材質であってもよい。また、タブ電極４１および４２は、上記のように、正極集電体１１および負極集電体２１の幅方向の略中央部に溶接されているのが好ましいが、中央部以外の領域に溶接固定されていてもよい。

【００８８】

外装容器１００（図２参照）内に電極群５０とともに封入される非水電解液は、特に限定されるものではないが、溶媒として、たとえば、エチレンカーボネート（ＥＣ）、プロピレンカーボネート、ブチレンカーボネート、ジエチルカーボネート（ＤＥＣ）、ジメチ

10

20

30

40

50

ルカーボネート、メチルエチルカーボネート、 γ -ブチロラクトンなどのエステル類や、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、ジオキサン、ジオキソラン、ジエチルエーテル、ジメトキシエタン、ジエトキシエタン、メトキシエトキシエタンなどのエーテル類、ジメチルスルホキシド、スルホラン、メチルスルホラン、アセトニトリル、ギ酸メチル、酢酸メチルなどの極性溶媒を使用することができる。これらの溶媒は単独で使用してもよいし、2種以上を混合して混合溶媒として使用してもよい。

【0089】

また、非水電解液には、電解質支持塩が含まれていてもよい。電解質支持塩としては、たとえば、 LiClO_4 、 LiBF_4 （ホウフッ化リチウム）、 LiPF_6 （六フッ化リン酸リチウム）、 LiCF_3SO_3 （トリフルオロメタンスルホン酸リチウム）、 LiF （フッ化リチウム）、 LiCl （塩化リチウム）、 LiBr （臭化リチウム）、 LiI （ヨウ化リチウム）、 LiAlCl_4 （四塩化アルミン酸リチウム）などのリチウム塩が挙げられる。これらは単独で使用してもよいし、2種以上を混合して使用してもよい。

10

【0090】

なお、電解質支持塩の濃度は、特に限定されるものではないが、 $0.5\text{ mol/L} \sim 2.5\text{ mol/L}$ が好ましく、 $1.0\text{ mol/L} \sim 2.2\text{ mol/L}$ がより好ましい。電解質支持塩の濃度が、 0.5 mol/L 未満の場合には、非水電解液中において電荷を運ぶキャリア濃度が低くなり、非水電解液の抵抗が高くなるおそれがある。また、電解質支持塩の濃度が、 2.5 mol/L より高い場合には、塩自体の解離度が低くなり、非水電解液中のキャリア濃度が上がらないおそれがある。

20

【0091】

電極群50を封入する外装容器100は、図2および図5に示すように、大型の扁平角形容器であり、電極群50などを収納する外装缶60と、この外装缶60を封口する封口板70とを含んで構成されている。また、電極群50を収納した外装缶60には、たとえば、レーザ溶接によって、封口板70が取り付けられている。

【0092】

外装缶60は、たとえば、金属板に深絞り加工などを施すことによって形成されており、底面部61と側壁部62とを有する略箱状に形成されている。また、図2に示すように、外装缶60の一端（底面部61の反対側）には、電極群50を挿入するための開口部63が設けられている。また、外装缶60は、電極群50が、その電極面が底面部61と対向するようにして収納することが可能な大きさに形成されている。

30

【0093】

また、図2および図5に示すように、上記外装缶60は、X方向の一方側（短辺側）の側壁部62に、電極端子64（たとえば、正極端子）が形成されており、X方向の他方側（短辺側）の側壁部62に、電極端子64（たとえば、負極端子）が形成されている。また、外装缶60の側壁部62には、非水電解液を注液するための注液孔65が形成されている。この注液孔65は、たとえば、2mmの大きさに形成されている。また、注液孔65の近傍には、電池内圧を開放するための安全弁66が形成されている。

【0094】

さらに、外装缶60の開口部63の周縁には、折り返し部67が設けられており、この折り返し部67に、封口板70が溶接固定されている。

40

【0095】

外装缶60および封口板70は、たとえば、鉄、ステンレススチール、アルミニウムなどの金属板や鉄にニッケルメッキを施した鋼板などを用いて形成することができる。鉄は安価な材料であるため価格の観点では好ましいが、長期間の信頼性を確保するためには、ステンレススチール、アルミニウムなどからなる金属板または鉄にニッケルメッキを施した鋼板などを用いるのがより好ましい。金属板の厚みは、たとえば約0.4mm～約1.2mm（たとえば約1.0mm）とすることができる。

【0096】

また、上記した電極群50は、正極10および負極20が、外装缶60の底面部61と

50

対向するようにして、外装缶 60 内に収納されている。収納された電極群 50 は、正極 10 の集電体露出部 11a および負極 20 の集電体露出部 21a が、それぞれ、タブ電極 41 および 42 を介して、外装缶 60 の電極端子 64 と電氣的に接続されている。

【0097】

また、非水電解液は、外装缶 60 の開口部 63 が封口板 70 で封口された後に、注液孔 65 から、たとえば、減圧注液されている。そして、注液孔 65 とほぼ同じ直径の金属球（図示せず）や、注液孔 65 より少し大きい金属板（図示せず）を注液孔 65 に設置した後、抵抗溶接やレーザー溶接などにより、注液孔 65 が封口されている。

【0098】

第 1 実施形態によるリチウムイオン二次電池では、上記のように、正極集電体 11 を厚み方向に貫通する貫通部材 80 を備えることによって、この貫通部材 80 を介して、正極集電体 11 における樹脂層 13 の一方側の導電層 14 と他方側の導電層 14 とを電氣的に接続することができる。このため、この貫通部材 80 で、積層された複数の正極 10（正極集電体 11）の全てを連続して貫通することにより、多層構造を有する集電体（正極集電体 11）を用いた場合でも、複数積層された電極同士の導通をとることができる。これにより、タブ電極 41 を、積層された複数の電極（正極 10）の全てと電氣的に接続することができる。したがって、電池性能の低下を抑制することができるので、リチウムイオン二次電池の性能を最大限活用することができる。

【0099】

なお、第 1 実施形態では、上記貫通部材 80 を備えることによって、たとえば、超音波溶接でタブ電極 41 を電極（正極 10）に接続する場合に、タブ電極 41 と電極（正極 10）との接触抵抗、および、電極同士の接触抵抗を低減することができる。これにより、タブ電極 41 を電極（正極 10）に強固に導通接続することが可能となる。なお、タブ電極 41 を電極（正極 10）に強固に導通接続することにより、接触抵抗の増加に起因する電池容量の低下を抑制することもできる。

【0100】

また、第 1 実施形態では、上記のように、正極集電体 11 に多層構造を有する集電体を用いることによって、たとえば、過充電状態や高温状態等で異常発熱が発生した場合に、正極集電体 11 の樹脂層 13 が溶融して電極（正極 10）が破損されるので、電流をカットすることができる。これにより、電池内部の温度上昇を抑制することができるので、発火などの異常状態が生じるのを防止することができる。

【0101】

また、第 1 実施形態では、締結部材として機能する貫通部材 80 で、複数積層された正極 10（正極集電体 11）を貫通することによって、正極集電体 11 の一部を互いに密着させることができるので、複数積層された正極 10 において、各正極 10（各正極集電体 11）の接触抵抗を低減して、タブ電極 41 と正極 10、および、正極 10 同士をより強固に導通接続することができる。これにより、さらに効果的に、電池性能の低下を抑制することができる。

【0102】

なお、上記タブ電極 41 を貫通部材 80 が設けられている領域に溶接固定することにより、タブ電極 41 と正極 10 との導通を取りやすくすることができる。

【0103】

また、第 1 実施形態では、正極集電体 11 に、貫通部材 80 が挿通される貫通孔 11b を予め形成しておくことによって、容易に、貫通部材 80 を集電体の厚み方向に貫通させることができる。これにより、容易に、正極集電体 11 における樹脂層 13 の一方側の導電層 14 と他方側の導電層 14 とを電氣的に接続することができる。

【0104】

また、第 1 実施形態では、正極集電体 11 の樹脂層 13 を、120 度の熱収縮率が、平面方向のいずれかの方向（たとえば、縦方向および横方向のいずれかの方向）で 1.5% 以上である熱可塑性樹脂から構成することによって、たとえば、過充電状態や高温状態

10

20

30

40

50

等で異常発熱が発生した場合に、電極が破損され易くすることができる。これにより、効果的に、発火などの異常状態が生じるのを防止することができるので、リチウムイオン二次電池の安全性を効果的に向上させることができる。

【0105】

また、正極集電体11の樹脂層13を、ポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル、または、これらの複合材料から構成すれば、容易に、リチウムイオン二次電池の安全性を向上させることができる。

【0106】

また、第1実施形態では、セパレータ30を、120での熱収縮率が、正極集電体11の樹脂層13より小さくなるように構成することによって、セパレータ30のシャット
10
ダウン機能が作動する前に、正極10の集電体を構成する樹脂層13を溶断させることができる。これにより、樹脂層13およびセパレータ30による電流遮断効果により、2段階で電流遮断が可能となるので、リチウムイオン二次電池の安全性をより向上させることができる。

【0107】

なお、上記セパレータ30の180での熱収縮率を、1.0%以下とすれば、過充電状態や高温状態等で異常発熱が発生した場合に、セパレータ30の熱収縮に起因する内部短絡（電極端部にて生じる電池の内部短絡）の発生を抑制することができるので、急激な温度上昇が生じるのを抑制することができる。このため、電池内部での発熱が生じた場合のセパレータ30の熱収縮に起因する内部短絡（電極端部にて生じる電池の内部短絡）の
20
発生を抑制することができるので、急激な温度上昇が生じるのを抑制することができる。その結果、リチウムイオン二次電池の安全性をさらに向上させることができる。すなわち、このように構成すれば、180の温度でも、セパレータ30の熔融・流動化を抑制することができるので、熔融・流動化に起因してセパレータ30の孔が大きくなるという不都合が生じるのを抑制することができる。このため、電池内部が180に達した際に、何らかの理由で電極（正極10）の破損が起こらなかった場合でも、セパレータ30の孔が大きくなることに起因して、正負極の短絡箇所が広がるという不都合が生じるのを抑制することができる。

【実施例1】

【0108】

実施例1では、正極活物質として LiCoO_2 を100重量部、導電材としてアセチレンブラックを10重量部、バインダーとしてポリフッ化ビニリデン（PVDF）を10重量部、溶剤としてN-メチル-2-ピロリドン（NMP）をそれぞれ用い、正極活物質層を形成するためのペーストを作製した。また、15 μm の厚みを有するプロピレンフィルム（樹脂層）の両面に、アルミニウム蒸着層（導電層）を1 μm の厚みで形成することにより、正極集電体を作製した。そして、上記ペーストを正極集電体の両面に塗工し、十分に乾燥させた後、油圧プレスでプレスすることにより正極を得た。この正極における単位面積当たりの活物質の重量は、40 mg/cm^2 であった。

【0109】

次に、負極活物質として中国産の天然黒鉛（平均粒径15 μm 、平均面間隔 $d_{002}=0.3357\text{nm}$ 、BET比表面積 $3\text{m}^2/\text{g}$ ）を100重量部、バインダーとしてPVDFを12重量部、溶剤としてNMPをそれぞれ用い、負極活物質層を形成するためのペーストを作製した。

【0110】

ここで、実施例1では、負極集電体についても、正極集電体と同様、樹脂層の両面上に導電層が形成された多層構造に構成した。具体的には、15 μm の厚みを有するプロピレンフィルム（樹脂層）の両面に、銅蒸着層（導電層）を1 μm の厚みで形成することにより、負極集電体を作製した。そして、上記ペーストを負極集電体の両面に塗工し、十分に乾燥させた後、油圧プレスでプレスすることにより、負極を得た。

【0111】

なお、実施例 1 では、セパレータとして、 $25\text{ }\mu\text{m}$ の厚みを有するポリエチレン製の微多孔膜を用いた。また、正極集電体および負極集電体における活物質層が形成されていない領域（露出領域）には、貫通部材が挿通される貫通孔を形成した。

【0112】

続いて、正極 10 を 13 枚、負極 20 を 14 枚、セパレータ 30 を 28 枚を用いて、正極 10 および負極 20 でセパレータ 30 を挟んで交互に積層することにより、電極群（積層体）を構成した。なお、電極群は、その最も外側（最外層の負極の外側）にセパレータが配された状態となっている。

【0113】

次に、正極および負極のそれぞれの貫通孔に、アイレット（ハトメ金具）と同様の形状を有する貫通部材を挿通させた後、貫通部材の端部をかしめることで、積層された各電極を固定した。なお、正極側の貫通部材には、アルミニウム製の貫通部材を用い、負極側の貫通部材には、銅製の貫通部材を用いた。

【0114】

そして、貫通部材で固定された電極群の正極および負極の各々に、超音波溶接でタブ電極を固定した。なお、正極に固定したタブ電極は、アルミニウム製とし、負極に固定したタブ電極は、銅製とした。また、超音波溶接によって、各タブ電極を、貫通部材とも固定（電氣的に接続）した。

【0115】

その後、上記電極群を外装容器内に封入し、非水電解液を注液することによって、実施例 1 によるリチウムイオン二次電池を作製した。

【0116】

得られたリチウムイオン二次電池を用いて充放電試験を行ったところ、多層構造を有する集電体を用いたにもかかわらず、電池性能の低下が認められなかった。これにより、リチウムイオン二次電池の性能を最大限活用することが可能であることが確認された。

【0117】

（第 1 実施形態の第 1 変形例）

図 18 および図 19 は、第 1 実施形態の第 1 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。図 20 は、第 1 実施形態の第 1 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【0118】

第 1 実施形態の第 1 変形例では、図 18 ~ 図 20 に示すように、貫通部材 80 が略「コ」の字形状の針から構成されている。具体的には、この第 1 変形例では、上記貫通部材 80 が、たとえば、ステープラ針（ステープル）と同様の形状に構成されており、積層された正極集電体 11（集電体露出部 11a）を連続して貫通することで、複数の正極 10 が綴じられている。ステープラ針形状からなる貫通部材 80 は、たとえば、アルミニウムまたはアルミニウム合金などの導電性材料から構成されており、正極集電体 11 を貫通することで、正極集電体 11 における樹脂層 13（図 1、図 6 および図 7 参照）の一方側の導電層 14（図 1、図 6 および図 7 参照）と他方側の導電層 14（図 1、図 6 および図 7 参照）とを互いに電氣的に接続している。

【0119】

また、正極集電体 11 には、タブ電極 41 が溶接固定されている。これにより、積層された全ての正極 10（全ての導電層 14（図 1、図 6 および図 7 参照））が、タブ電極 41 と電氣的に接続された状態となっている。

【0120】

なお、ステープラ針形状からなる貫通部材 80 は、ステープラ等の機器を用いて正極集電体 11 を貫通させることが可能であるため、正極集電体 11 に予め貫通孔を設けておく必要がない。

【0121】

10

20

30

40

50

第 1 実施形態の第 1 変形例におけるその他の構成は、上記第 1 実施形態と同様である。
また、第 1 実施形態の第 1 変形例の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 2 2 】

(第 1 実施形態の第 2 変形例)

図 2 1 および図 2 2 は、第 1 実施形態の第 2 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。図 2 3 は、第 1 実施形態の第 2 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【 0 1 2 3 】

第 1 実施形態の第 2 変形例では、図 2 1 ~ 図 2 3 に示すように、貫通部材 8 0 が 2 ピース構造に構成されている。具体的には、上記貫通部材 8 0 が、たとえば、本体部 8 3 と、この本体部 8 3 が挿入されるリング状の座金部 8 4 とを含んで構成されている。貫通部材 8 0 の本体部 8 3 は、上記第 1 実施形態と同様、円筒状の胴体部 8 1 と、この胴体部 8 1 の一端に設けられたやや直径の大きい頭部 8 2 とを有している。すなわち、この第 2 変形例の貫通部材 8 0 は、たとえば、両面ハトメ金具と同様の形状を有している。

【 0 1 2 4 】

上記のように構成された第 2 変形例の貫通部材 8 0 は、その本体部 8 3 が、正極集電体 1 1 の貫通孔 1 1 b および座金部 8 4 に挿通された後、本体部 8 3 における胴体部 8 1 の他端（頭部 8 2 とは反対側の端部）がかしめられることで、積層された正極 1 0 を固定している。

【 0 1 2 5 】

第 1 実施形態の第 2 変形例におけるその他の構成は、上記第 1 実施形態と同様である。
また、第 1 実施形態の第 2 変形例の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 2 6 】

(第 1 実施形態の第 3 変形例)

図 2 4 および図 2 5 は、第 1 実施形態の第 3 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。図 2 6 は、第 1 実施形態の第 3 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【 0 1 2 7 】

第 1 実施形態の第 3 変形例では、図 2 4 ~ 図 2 6 に示すように、貫通部材 8 0 がリベット状の導電性部材から構成されている。具体的には、上記貫通部材 8 0 が、たとえば、中実円柱状の胴体部 1 8 1 と、この胴体部 1 8 1 の一端に設けられたやや直径の大きい頭部 1 8 2 とを含んで構成されている。そして、図 2 6 に示すように、正極集電体 1 1 の貫通孔 1 1 b に貫通部材 8 0（胴体部 1 8 1）を挿通した後、胴体部 1 8 1 の他端（頭部 1 8 2 とは反対側の端部）をかしめることで、積層された正極 1 0 が固定されている。

【 0 1 2 8 】

第 1 実施形態の第 3 変形例におけるその他の構成は、上記第 1 実施形態と同様である。
また、第 1 実施形態の第 3 変形例の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 2 9 】

(第 1 実施形態の第 4 変形例)

図 2 7 および図 2 8 は、第 1 実施形態の第 4 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。図 2 9 は、第 1 実施形態の第 4 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図（貫通部材を含む断面に対応する図）である。

【 0 1 3 0 】

第 1 実施形態の第 4 変形例では、図 2 7 ~ 図 2 9 に示すように、上記第 3 変形例と同様、貫通部材 8 0 がリベット状の導電性部材から構成されている。ただし、この第 4 実施形態では、貫通部材 8 0 が 2 ピース構造に構成されている。具体的には、上記貫通部材 8 0 が、本体部 1 8 3 と、この本体部 1 8 3 が挿通されて嵌合されるリング部材 1 8 4 とを含

10

20

30

40

50

んで構成されている。本体部 183 は、中実円柱状の胴体部 181 と、この胴体部 181 の一端に設けられたやや直径の大きい頭部 182 とを有している。また、リング部材 184 の内径は、本体部 183 の胴体部 181 の直径よりやや小さく形成されている。そして、図 29 に示すように、正極集電体 11 の貫通孔 11b に貫通部材 80 (胴体部 181) を挿通した後、胴体部 181 の他端部 (頭部 182 とは反対側の端部) にリング部材 184 を嵌め込むことで、本体部 183 とリング部材 184 とが嵌合され、積層された正極 10 が固定されている。

【0131】

第 1 実施形態の第 4 変形例におけるその他の構成は、上記第 1 実施形態と同様である。また、第 1 実施形態の第 4 変形例の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

10

【0132】

(第 1 実施形態の第 5 変形例)

図 30 および図 31 は、第 1 実施形態の第 5 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。図 32 は、第 1 実施形態の第 5 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図 (貫通部材を含む断面に対応する図) である。

【0133】

第 1 実施形態の第 5 変形例では、図 30 ~ 図 32 に示すように、貫通部材 80 が、針状 (ピン状) の部材から構成されている。そのため、第 5 変形例の貫通部材 80 は、針状に尖った先端部を有している。また、第 5 変形例の貫通部材 80 は、針状に尖った先端部とは反対側の端部に、やや直径の大きい頭部 282 を有している。さらに、第 5 変形例の貫通部材 80 は、その全長が、積層された正極集電体 11 の厚みよりも大きくなるように構成されている。

20

【0134】

そして、正極集電体 11 の集電体露出部 11a に、一方側から貫通部材 80 を貫通させた後、他方側から突出した部分に、たとえば、曲げ処理 (曲げ加工) や押し潰し処理 (押し潰し加工) などを施している。これにより、積層された正極 10 が固定されている。

【0135】

なお、針状 (ピン状) の部材からなる貫通部材 80 は、容易に、正極集電体 11 を貫通させることが可能であるため、上記第 1 変形例と同様、正極集電体 11 に予め貫通孔を設けておく必要がない。

30

【0136】

第 1 実施形態の第 5 変形例におけるその他の構成は、上記第 1 実施形態と同様である。また、第 1 実施形態の第 5 変形例の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

【0137】

(第 1 実施形態の第 6 変形例)

図 33 および図 34 は、第 1 実施形態の第 6 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した斜視図である。図 35 は、第 1 実施形態の第 6 変形例によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した断面図 (貫通部材を含む断面に対応する図) である。

40

【0138】

第 1 実施形態の第 6 変形例では、図 33 ~ 図 35 に示すように、貫通部材 80 が、第 5 変形例と同様、針状 (ピン状) の部材から構成されている。ただし、この第 6 変形例では、上記第 5 変形例とは異なり、その全長が、積層された正極集電体 11 の厚みよりも小さくなるように構成されている。すなわち、この第 6 変形例では、複数積層された正極集電体 11 の全てを貫通するのではなく、複数積層された正極集電体 11 の一部を貫通するように構成されている。

【0139】

また、この第 6 変形例では、積層された正極集電体 11 の両側から、正極集電体 11 の集電体露出部 11a に、それぞれ、針状 (ピン状) の部材からなる貫通部材 80 が刺され

50

ている。また、図35に示すように、積層された正極集電体11の一部の集電体は、表側と裏側との両側から貫通部材80で貫通された状態となっている。これにより、針状（ピン状）の部材からなる貫通部材80によって、積層された正極10が固定されている。

【0140】

なお、第6変形例においても、上記第5変形例と同様、針状（ピン状）の部材からなる貫通部材80は、容易に、正極集電体11を貫通させることが可能であるため、正極集電体11に予め貫通孔を設けておく必要がない。

【0141】

第1実施形態の第6変形例におけるその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。また、第1実施形態の第6変形例の効果は、上記第1実施形態と同様である。

10

【0142】

（第2実施形態）

図36は、本発明の第2実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示した断面図である。図37は、図36の一部を拡大して示した断面図である。図38は、本発明の第2実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した平面図である。次に、図36～図38を参照して、本発明の第2実施形態によるリチウムイオン二次電池について説明する。なお、各図において、対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明は適宜省略する。

【0143】

この第2実施形態では、図36および図37に示すように、上記第1実施形態の構成において、積層された正極集電体11の間に、導電性材料からなる金属箔（箔状部材）150が配された構成となっている。この金属箔150は、たとえば、アルミニウムまたはアルミニウム合金などから構成されている。また、図38に示すように、金属箔150は、たとえば、正極集電体11の集電体露出部11aに対応するように、略短冊状に形成されている。そして、正極集電体11の集電体露出部11a間に、それぞれ、上記金属箔150が配されている。

20

【0144】

また、第2実施形態では、図36～図38に示すように、貫通部材80は、金属箔150が配された領域に設けられている。このため、上記金属箔150は、正極集電体11とともに、貫通部材80で貫通された状態となっている。

30

【0145】

なお、上記金属箔150は、正極集電体11間のみならず、正極集電体11の外側にも配された構成とすることができる。また、上記金属箔150の厚みは、特に限定されないが、たとえば、約0.05mm～約0.5mmにされていると好ましい。

【0146】

第2実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

【0147】

第2実施形態では、上記のように、複数積層された正極10における正極集電体11（集電体露出部11a）の間に、導電性物質からなる金属箔150を配し、この金属箔150をも貫通するように、貫通部材80を集電体露出部11aに設けることによって、貫通部材80により、効果的に、正極10（正極集電体11）の導電層14を互いに電氣的に接続することができる。加えて、効果的に、タブ電極41を、全ての正極10と電氣的に接続することができる。これにより、電池性能の低下をより効果的に抑制することができる。したがって、上記のように構成すれば、容易に、安全性を向上させつつ、電池性能の低下を抑制することができる。

40

【0148】

第2実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

【0149】

なお、第2実施形態の貫通部材80については、上記第1実施形態で示した変形例（第1～第6変形例）と同様の構成とすることができる。

50

【 0 1 5 0 】

(第 3 実施形態)

図 3 9 は、本発明の第 3 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示した断面図である。図 4 0 は、図 3 9 の一部を拡大して示した断面図である。図 4 1 ~ 図 4 3 は、本発明の第 3 実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群の一部を模式的に示した平面図である。次に、図 3 9 ~ 図 4 3 を参照して、本発明の第 3 実施形態によるリチウムイオン二次電池について説明する。なお、各図において、対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明は適宜省略する。

【 0 1 5 1 】

この第 3 実施形態では、上記第 1 および第 2 実施形態とは異なり、正極集電体 1 1 を貫通する貫通部材が設けられない構成となっている。また、第 3 実施形態では、図 3 9 および図 4 0 に示すように、積層された正極集電体 1 1 の間に、導電性材料からなる金属箔（箔状部材）1 6 0 が配されている。この金属箔 1 6 0 は、たとえば、アルミニウムまたはアルミニウム合金などから構成されている。

10

【 0 1 5 2 】

また、第 3 実施形態では、上記第 2 実施形態とは異なり、金属箔 1 6 0（金属箔 1 6 0 の一部）が正極集電体 1 1 の外側（活物質層 1 2 とは反対側）に延出（延在）するように配されている。具体的には、たとえば、図 4 1 に示すように、金属箔 1 6 0 が略短冊状に形成されているとともに、この金属箔 1 6 0 が、X 方向にずらして配置されている。これにより、金属箔 1 6 0 が、正極集電体 1 1 の外側に延出（延在）している。

20

【 0 1 5 3 】

そして、図 3 9 および図 4 0 に示すように、正極集電体 1 1 の集電体露出部 1 1 a にタブ電極 4 1 が溶接固定されている。なお、タブ電極 4 1 は、金属箔 1 6 0 が配されている領域（溶接領域 M 1）に溶接固定されている。このため、正極集電体 1 1 とともに、金属箔 1 6 0 もタブ電極 4 1 に固定された状態となっている。また、第 3 実施形態では、金属箔 1 6 0 の延出部分が、溶接領域 M 2 において、直接、タブ電極 4 1 に溶接固定されている。すなわち、この第 3 実施形態では、溶接領域 M 1 と溶接領域 M 2 との 2 箇所、タブ電極 4 1 が溶接固定されている。これにより、積層された全ての正極 1 0（全ての導電層 1 4）が、金属箔 1 6 0 を介して、タブ電極 4 1 と電気的に接続された状態となっている。

30

【 0 1 5 4 】

なお、上記金属箔 1 6 0 は、正極集電体 1 1 間のみならず、正極集電体 1 1 の外側にも配された構成とすることができる。また、上記金属箔 1 6 0 の厚みは、特に限定されないが、たとえば、約 0 . 0 5 mm ~ 約 0 . 5 mm にされていると好ましい。

【 0 1 5 5 】

金属箔 1 6 0 の構成については、図 4 1 に示した構成以外に、たとえば、図 4 2 に示すように、タブ電極 4 1 に対応する部分が正極集電体 1 1 の外側に突出するように、略 T 字形状に構成してもよい。さらに、たとえば、図 4 3 に示すように、タブ電極 4 1 に対応するように、金属箔 1 6 0 を略矩形状に構成してもよい。

40

【 0 1 5 6 】

第 3 実施形態では、上記のように、複数積層された正極 1 0 における正極集電体 1 1（集電体露出部 1 1 a）の間に、導電性物質からなる金属箔 1 6 0 を配し、その金属箔 1 6 0 の一部を、直接、タブ電極 4 1 に溶接することによって、各正極集電体 1 1 の導電層 1 4 を、金属箔 1 6 0 を介して、タブ電極 4 1 と電気的に接続することができる。このため、多層構造を有する集電体（正極集電体 1 1）を用いた場合でも、全ての正極 1 0 を、タブ電極 4 1 と電気的に接続することができるので、電池性能の低下を抑制することができる。その結果、リチウムイオン二次電池の性能を最大限活用することができる。

【 0 1 5 7 】

第 3 実施形態のその他の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 5 8 】

50

(第4実施形態)

図44は、本発明の第4実施形態によるリチウムイオン二次電池の電極群を模式的に示した断面図である。図45は、図44の一部を拡大して示した断面図である。次に、図44および図45を参照して、本発明の第4実施形態によるリチウムイオン二次電池について説明する。なお、各図において、対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明は適宜省略する。

【0159】

第4実施形態によるリチウムイオン二次電池は、図44および図45に示すように、上記第3実施形態の構成に、さらに、貫通部材80が設けられた構成となっている。すなわち、第4実施形態によるリチウムイオン二次電池は、第1実施形態と第3実施形態とを組み合わせた構成となっている。

10

【0160】

具体的には、積層された正極集電体11の間に、導電性材料からなる金属箔（箔状部材）160が配されており、金属箔160が配された領域（溶接領域M1）に、金属箔160をも貫通するように、貫通部材80が設けられている。また、各金属箔160は、その一部が、正極集電体11の外側（活物質層12とは反対側）に延出（延在）するように配されている。そして、第1実施形態で示したように、正極集電体11の集電体露出部11aにタブ電極41が溶接固定されている。また、上記第3実施形態で示したように、金属箔160の延出部分は、溶接領域M2において、直接、タブ電極41に溶接固定されている。

20

【0161】

第4実施形態のその他の構成は、上記第1～第3実施形態と同様である。

【0162】

第4実施形態では、上記のように構成することによって、貫通部材80のみならず、金属箔160によっても、タブ電極41と各正極10とを電氣的に接続することができる。このため、タブ電極41を正極10に、より強固に導通接続することができるので、より効果的に、タブ電極41を、全ての正極10と電氣的に接続（接合）することができる。加えて、タブ電極41と正極10との接触抵抗をより低減することができる。

【0163】

第4実施形態のその他の効果は、上記第1～第3実施形態と同様である。

30

【0164】

また、第4実施形態の貫通部材80についても、上記第1実施形態で示した変形例（第1～第6変形例）と同様の構成とすることができる。

【0165】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【0166】

たとえば、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）では、非水系二次電池の一例であるリチウムイオン二次電池に本発明を適用した例を示したが、本発明はこれに限らず、リチウムイオン二次電池以外の非水系二次電池に本発明を適用してもよい。また、今後開発される非水系二次電池に本発明を適用することもできる。

40

【0167】

また、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）では、積層型の二次電池に本発明を適用した例を示したが、本発明はこれに限らず、積層型以外の、たとえば、巻回型の二次電池に本発明を適用してもよい。

【0168】

また、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）では、集電体の樹脂層（絶縁層）にフィルム状の樹脂層を用いた例を示したが、本発明はこれに限らず、フィルム状以外に、た

50

例えば、繊維状の樹脂層を用いてもよい。繊維状の樹脂層としては、たとえば、織布または不織布などからなる層が挙げられる。

【0169】

上記第1～第4実施形態（変形例を含む）では、正極側の集電体を、樹脂層および導電層を含む多層構造に構成した例を示したが、本発明はこれに限らず、負極側の集電体を、樹脂層および導電層を含む多層構造に構成してもよい。たとえば、正極および負極の両方を、多層構造（三層構造）を有する集電体を用いて形成してもよいし、正極および負極の一方を、多層構造（三層構造）を有する集電体を用いて形成してもよい。なお、正極および負極の一方を、多層構造（三層構造）を有する集電体を用いて形成する場合、正極側を、多層構造（三層構造）を有する集電体を用いて形成するのが好ましい。

10

【0170】

また、負極側の集電体を、多層構造に構成する場合、導電層は、銅または銅合金から構成されているのが好ましい。具体的には、導電層として、たとえば、約6 μ m～約15 μ mの厚みを有する銅箔または銅合金箔を用いることができる。なお、負極集電体の導電層は、銅または銅合金以外であってもよく、たとえば、ニッケル、ステンレス鋼、鉄、または、これらの合金などから構成されていてもよい。また、負極集電体の樹脂層は、たとえば、正極集電体の樹脂層と同じもの（正極集電体11の樹脂層に用いることが可能なもの）を用いることができる。

【0171】

なお、負極側の集電体を多層構造に構成した場合、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）で示した正極（正極集電体）と同様、貫通部材または金属箔（箔状部材）を用いて、積層された複数の電極（負極）とタブ電極とが電気的に接続されるように構成される。この場合、貫通部材および金属箔は、銅または銅合金などから構成されているのが好ましい。

20

【0172】

また、上記第1、第2および第4実施形態では、積層した電極（集電体）の全てを貫通部材で貫通した構成を示したが、本発明はこれに限らず、積層した電極（集電体）の一部を貫通部材で貫通する構成にしてもよい。たとえば、積層した複数の電極（集電体）を複数の群（グループ）に分割し、群毎（グループ毎）に、電極（集電体）を貫通部材で貫通するようにしてもよい。すなわち、上記貫通部材は、2つ以上の電極（集電体）を連続して貫通するように構成されていればよい。

30

【0173】

また、上記第1、第2および第4実施形態では、タブ電極を、貫通部材が設けられている領域に溶接固定した例を示したが、本発明はこれに限らず、たとえば、図46に示すように、タブ電極41を、貫通部材80が設けられていない領域に溶接固定してもよい。

【0174】

また、上記第1、第2および第4実施形態において、集電体に設けられる貫通部材は、上記第1、第2および第4実施形態で示した構成以外の構成であってもよい。たとえば、図47に示すように、貫通部材80として、ボルト310およびナット320からなる締結部材300を用いてもよい。この際、必要に応じて、座金330などを介して締結部材300を締め込むようにしてもよい。また、たとえば、図48に示すように、貫通部材80として、頭部410と足部420とを有するビスネジ400（たとえば、片ネジ式ビス）を用いてもよい。

40

【0175】

なお、上記実施形態において、集電体を貫通させる貫通部材の数（貫通箇所）は適宜変更することができる。貫通部材は、1箇所に設けられていてもよいし、複数箇所に設けられていてもよい。また、貫通部材は、金属材料から構成されているのが好ましいが、金属材料以外の導電性材料から構成されていてもよい。たとえば、上記貫通部材は、導電性プラスチック等の導電性樹脂などから構成されていてもよい。

【0176】

50

また、上記実施形態では、円柱状（円筒状）の胴体部を有する貫通部材を用いた例についても示したが、上記貫通部材の胴体部は、円柱状（円筒状）以外の形状であってもよい。たとえば、角柱状（角筒状）や楕円柱状（楕円筒状）などであってもよい。

【0177】

また、上記実施形態（第1実施形態の第5、第6変形例）では、針状に尖った先端部を有する貫通部材を用いた例を示したが、この貫通部材の先端部は、鋭角に尖った形状以外に、たとえば、ある程度丸みをおびた形状（丸まった形状）であってもよい。すなわち、「針状に尖った先端部」とは、電極（集電体）を貫通可能な形状であればよい。

【0178】

なお、上記（実施形態等を含む）で示した以外の貫通部材を用いてもよい。

10

【0179】

また、上記第1、第2および第4実施形態（変形例を含む）では、貫通部材で電極を貫通させた後、タブ電極を電極に接続した例を示したが、本発明はこれに限らず、タブ電極をも含めて貫通部材で貫通させるようにしてもよい。

【0180】

また、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）では、電極群を収容する外装容器に扁平角形容器を用いた例を示したが、本発明はこれに限らず、外装容器の形状は、扁平角形以外であってもよい。たとえば、上記外装容器は、薄い扁平筒型、円筒型、角筒型等であってもよい。ただし、大型のリチウムイオン二次電池の場合、組電池として使用することが多いため薄い扁平型または角型であるのが好ましい。さらに、上記外装容器は、金属製の缶以外に、たとえば、ラミネートシートなどを用いた外装容器であってもよい。

20

【0181】

また、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）では、正極（正極活物質層）と負極（負極活物質層）とが同じ大きさになるように構成した例を示したが、本発明はこれに限らず、正極および負極は互いに異なる大きさに構成されていてもよい。たとえば、正極（正極活物質層）よりも負極（負極活物質層）の方が大きくなるように構成されていてもよいし、負極（負極活物質層）よりも正極（正極活物質層）の方が大きくなるように構成されていてもよい。正極および負極が互いに異なる大きさに構成されている場合、正極（正極活物質層）よりも負極（負極活物質層）の方が大きくなるように構成されているのが好ましい。このように構成されていれば、正極活物質層の形成領域（正極活物質領域）が、面積の大きい負極活物質層の形成領域（負極活物質領域）で覆われることにより、積層ずれの許容範囲を広げることができる。

30

【0182】

なお、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）において、外装容器の大きさや形状等については種々変更することができる。また、電極（正極、負極）の形状、寸法、使用枚数なども、適宜変更することができる。さらに、セパレータの形状、寸法などについても、適宜変更することができる。セパレータの形状としては、たとえば、正方形または長方形等の矩形、多角形、円形等種々の形状が挙げられる。

【0183】

また、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）では、集電体の両面に活物質層を形成した例を示したが、本発明はこれに限らず、集電体の片面にのみ活物質層を形成してもよい。また、集電体の片面にのみ活物質層を形成した電極（正極、負極）を電極群の一部に含むように構成してもよい。

40

【0184】

また、上記第1～第4実施形態（変形例を含む）では、リチウムイオン二次電池の電解質として非水電解液を用いた例を示したが、本発明はこれに限らず、非水電解液以外のたとえばゲル状電解質、高分子固体電解質、無機固体電解質、熔融塩などを電解質として用いてもよい。

【0185】

なお、上記で開示された技術を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の

50

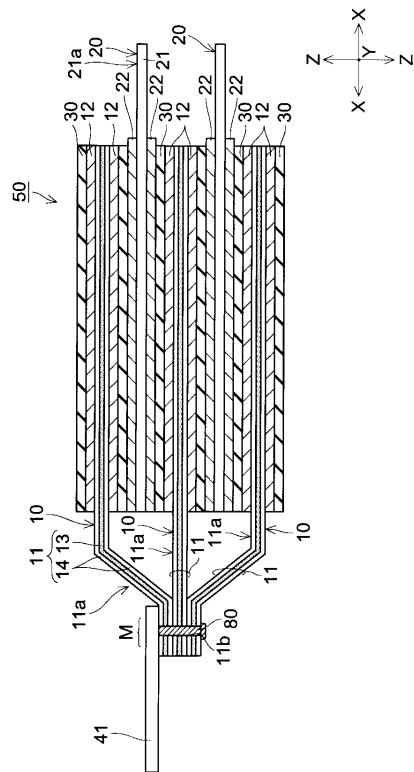
技術的範囲に含まれる。

【符号の説明】

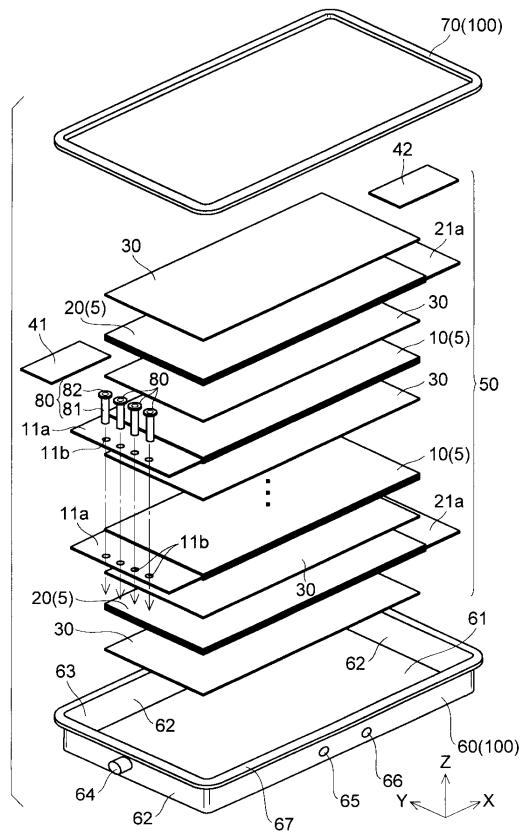
【 0 1 8 6 】

5	電極	
1 0	正極	
1 1	正極集電体	
1 1 a	集電体露出部	
1 1 b	貫通孔	
1 2	正極活物質層	
1 3	樹脂層（絶縁層）	10
1 4	導電層	
2 0	負極	
2 1	負極集電体	
2 1 a	集電体露出部	
2 2	負極活物質層	
3 0	セパレータ	
4 1、4 2	タブ電極	
5 0	電極群	
6 0	外装缶	
7 0	封口板	20
8 0	貫通部材	
8 1、1 8 1	胴体部	
8 2、1 8 2、2 8 2	頭部	
1 0 0	外装容器	
1 5 0、1 6 0	金属箔（箔状部材）	
8 3、1 8 3	本体部	
8 4	座金部	
1 8 4	リング部材	

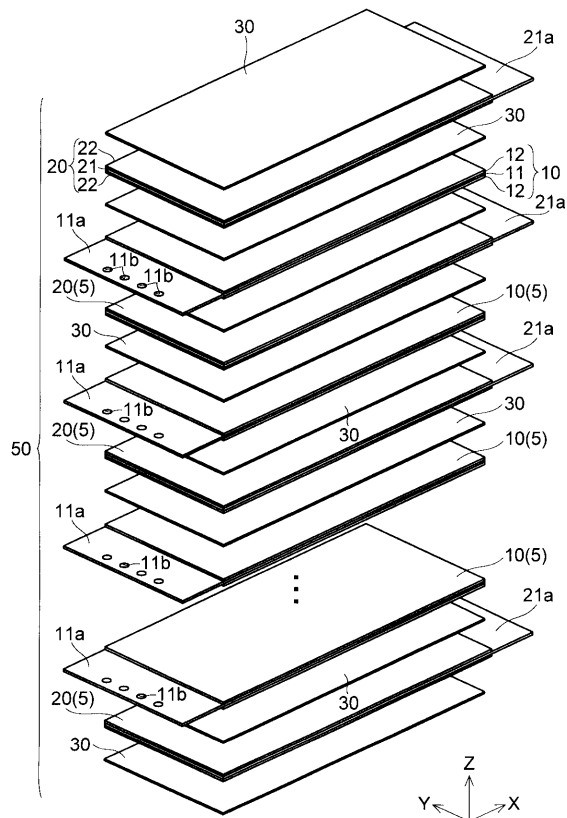
【図 1】



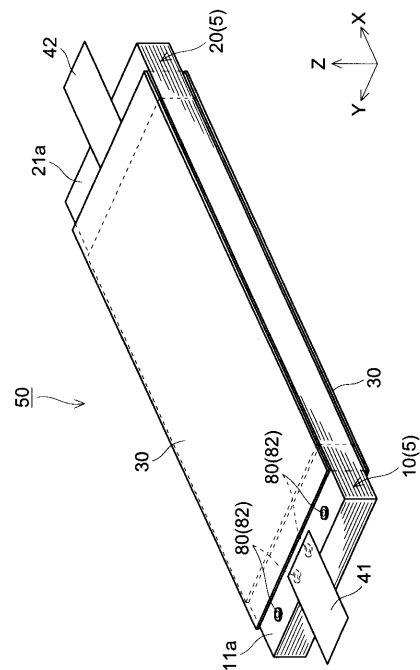
【図 2】



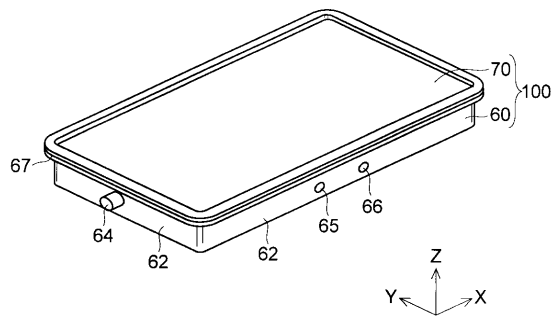
【図 3】



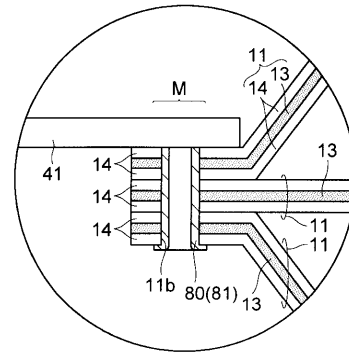
【図 4】



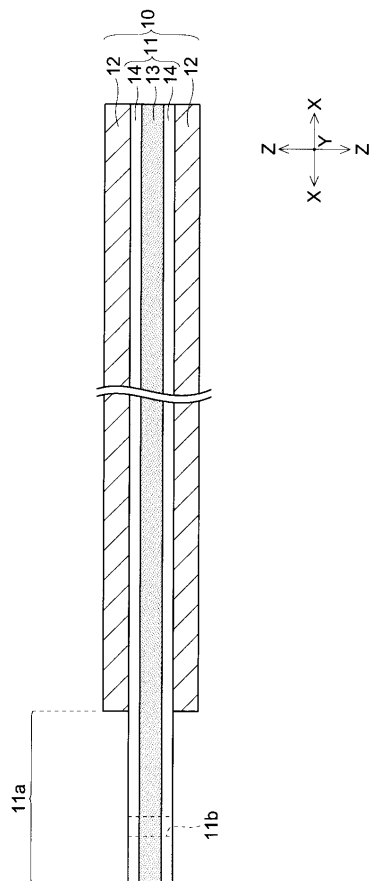
【図 5】



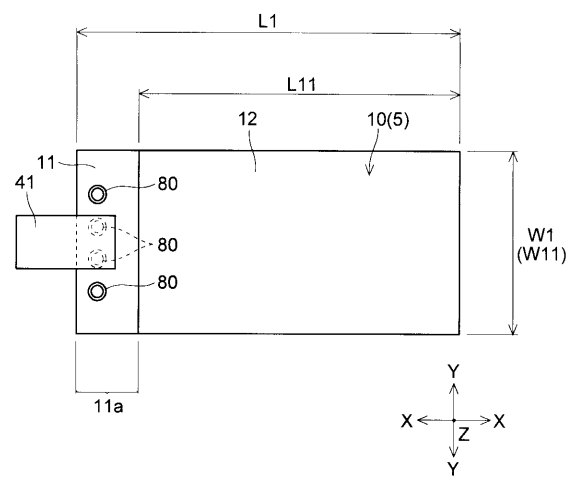
【図 6】



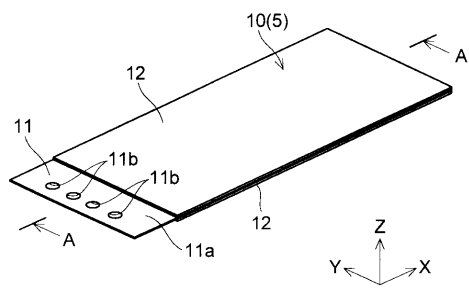
【図 7】



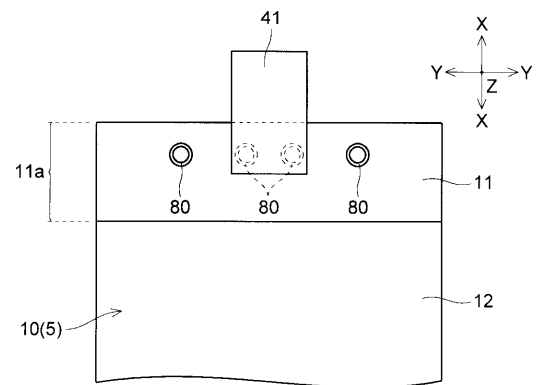
【図 8】



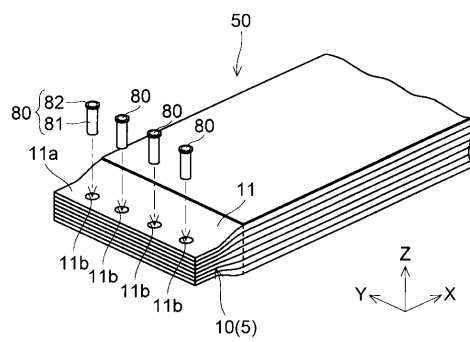
【図 9】



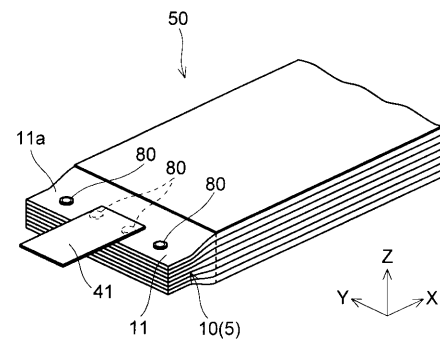
【図 10】



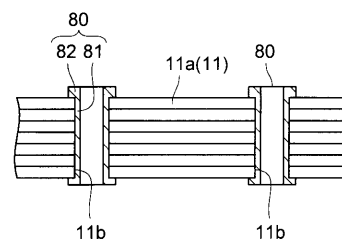
【図 11】



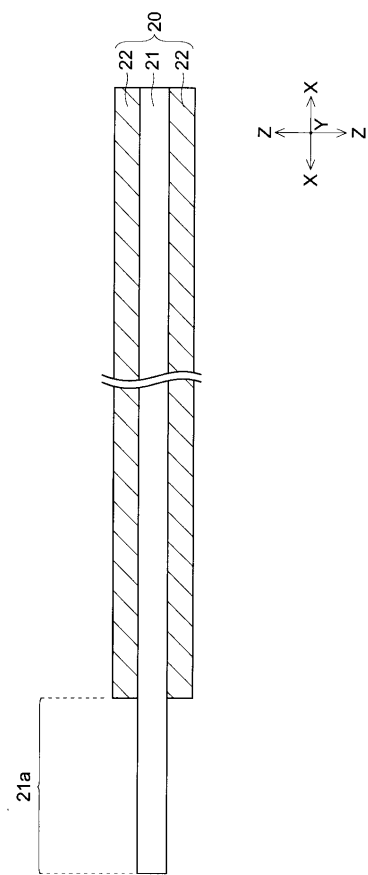
【図 12】



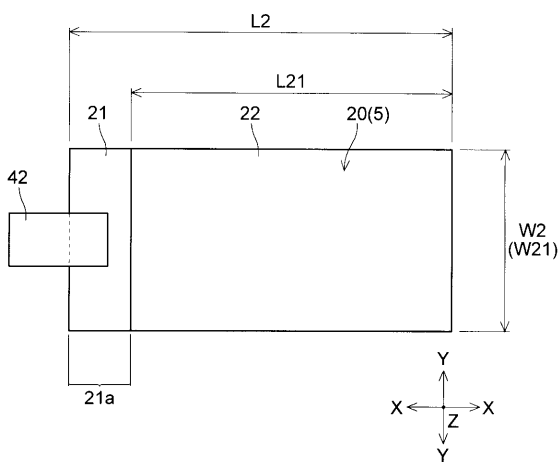
【図 13】



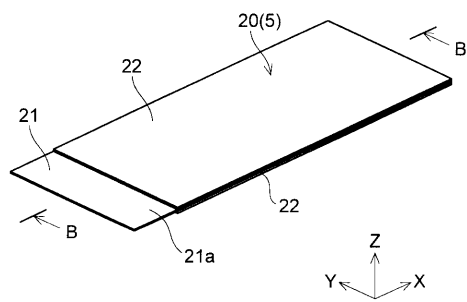
【図 1 4】



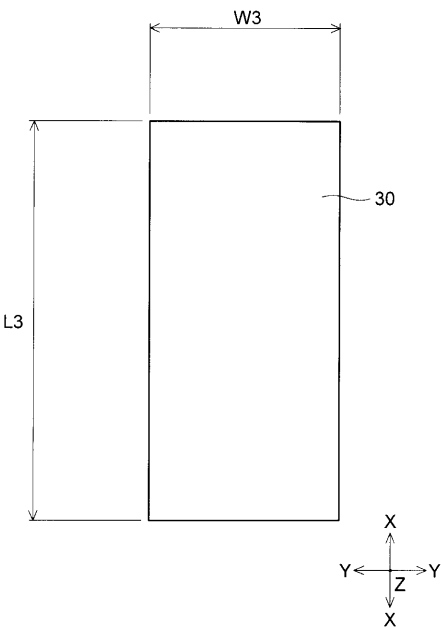
【図 1 5】



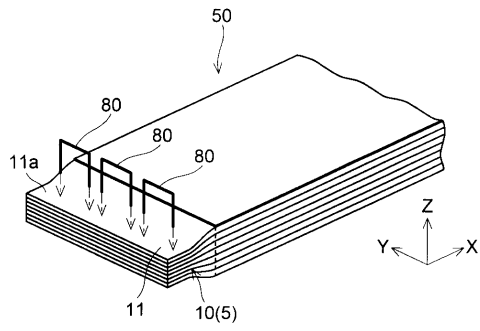
【図 1 6】



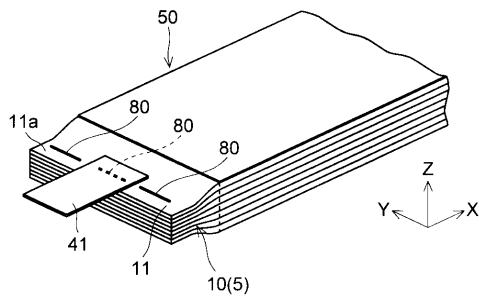
【図 1 7】



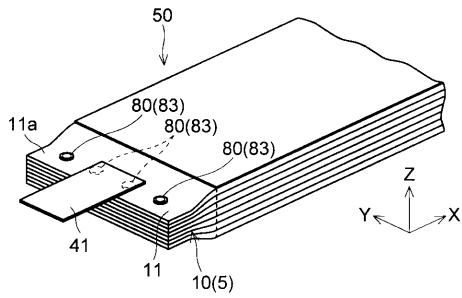
【図 18】



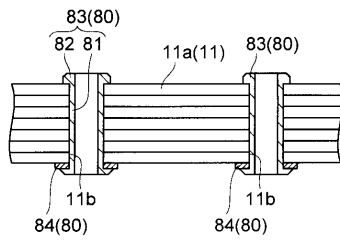
【図 19】



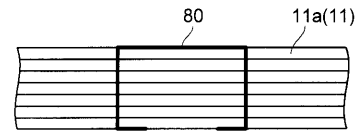
【図 22】



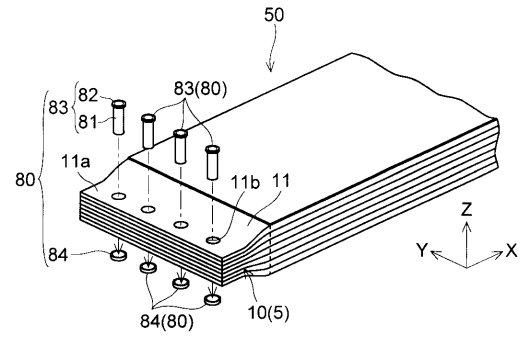
【図 23】



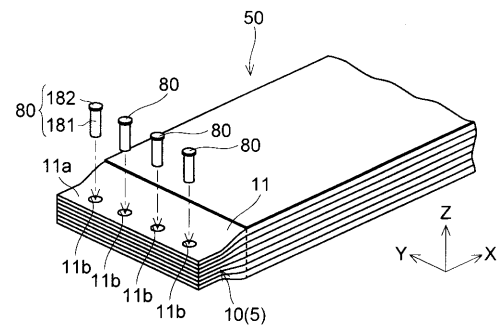
【図 20】



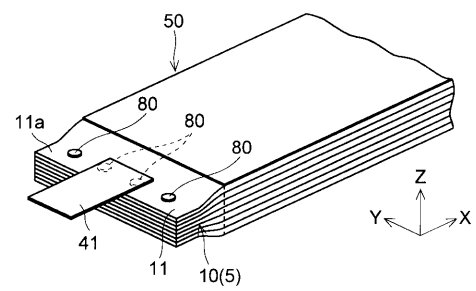
【図 21】



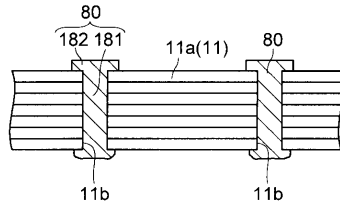
【図 24】



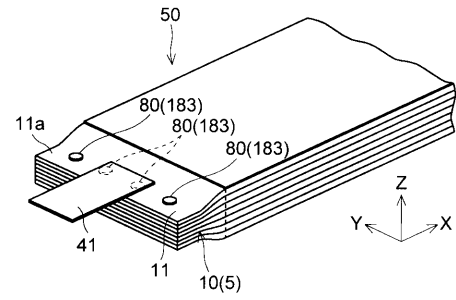
【図 25】



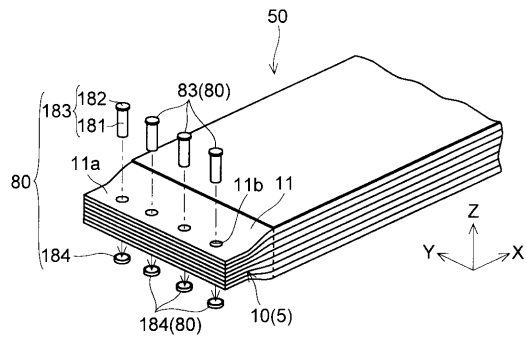
【図 26】



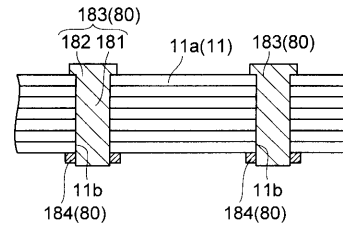
【図 28】



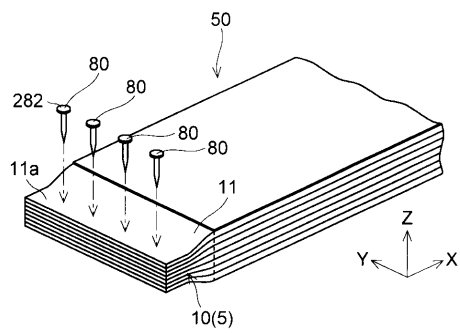
【図 27】



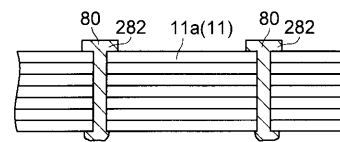
【図 29】



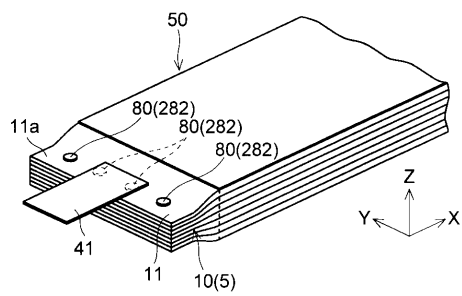
【図 30】



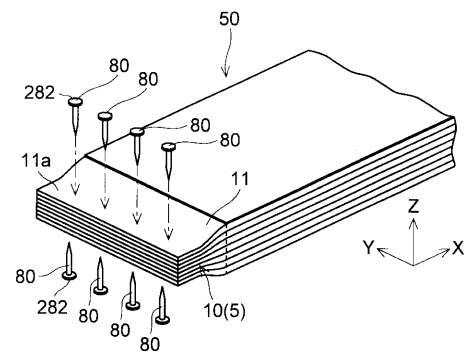
【図 32】



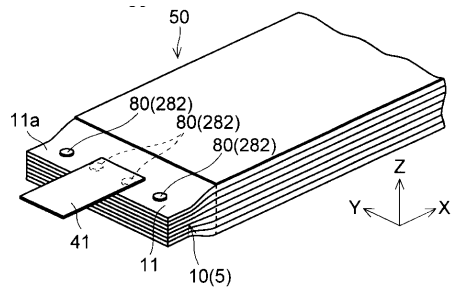
【図 31】



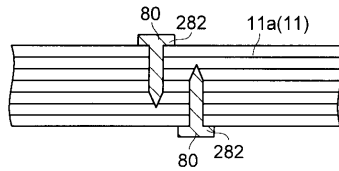
【図 33】



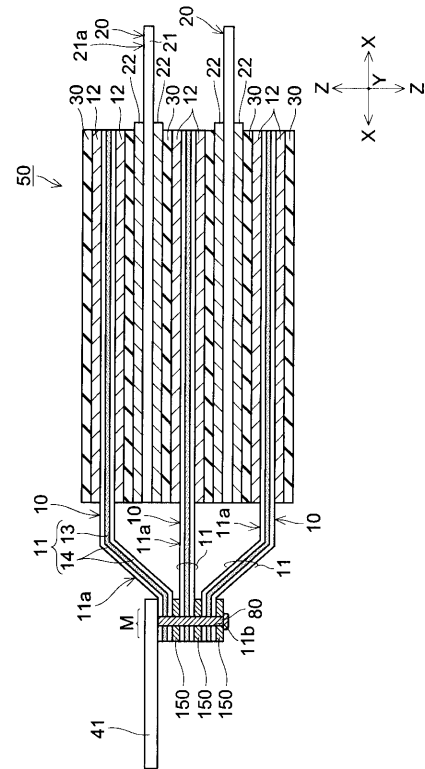
【図 3 4】



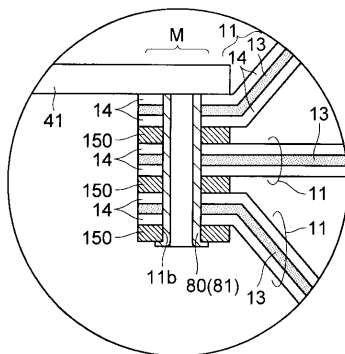
【図 3 5】



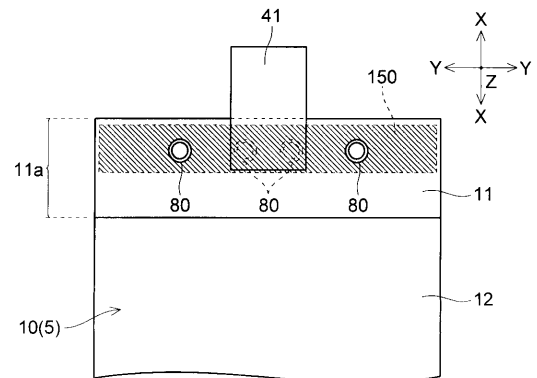
【図 3 6】



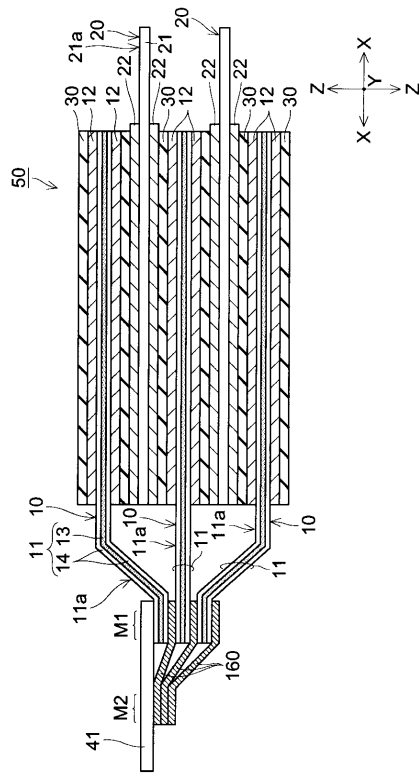
【図 3 7】



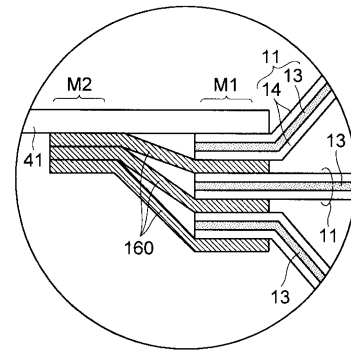
【図 3 8】



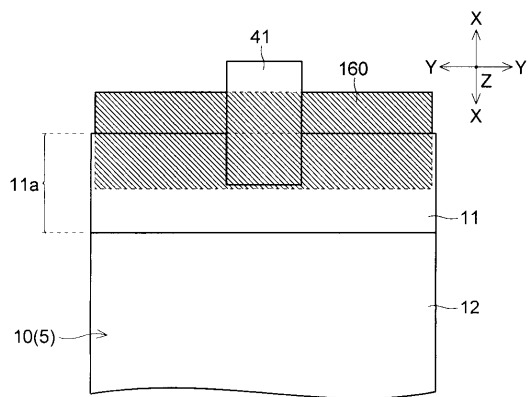
【図 39】



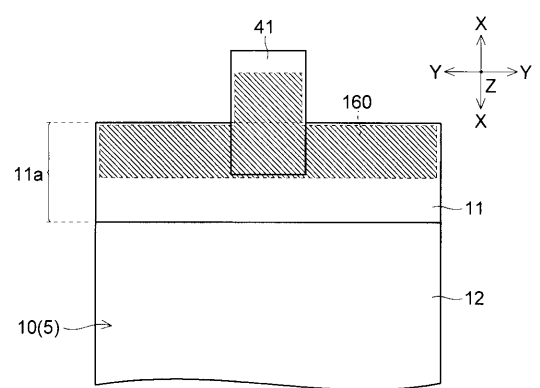
【図 40】



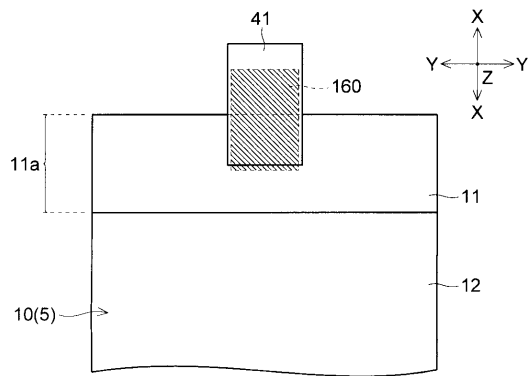
【図 41】



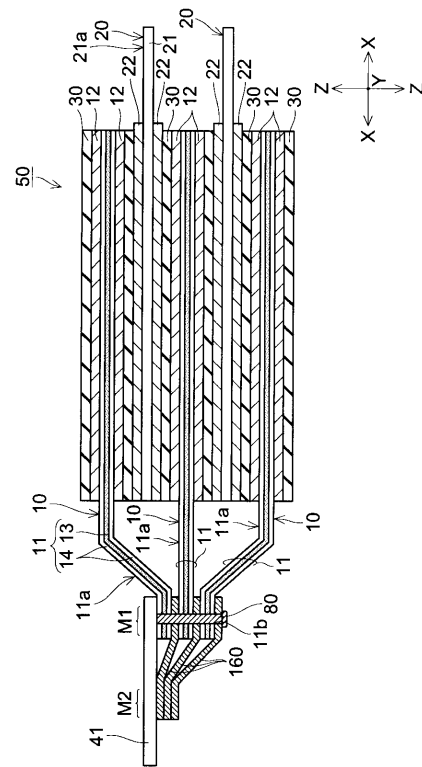
【図 42】



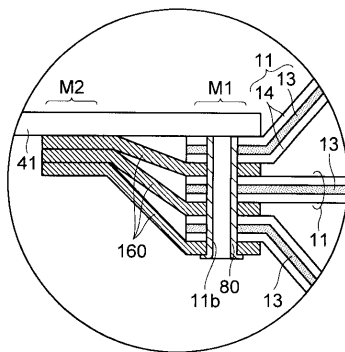
【図 4 3】



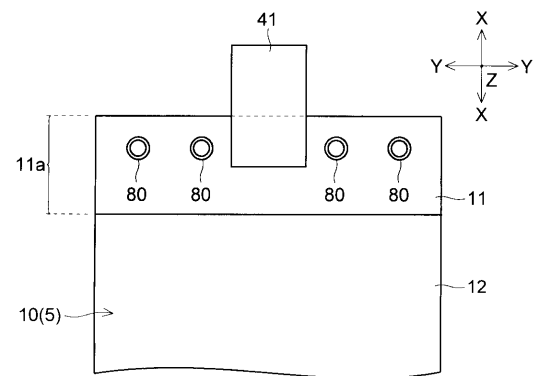
【図 4 4】



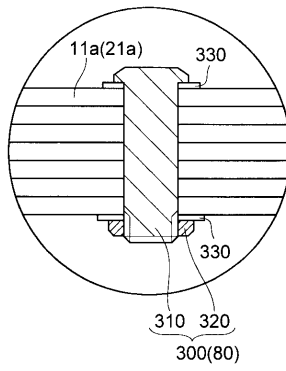
【図 4 5】



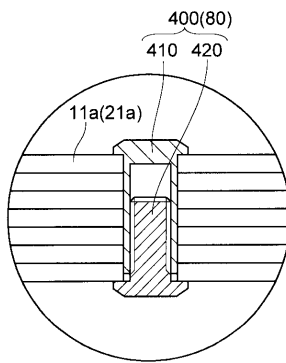
【図 4 6】



【図 47】



【図 48】



フロントページの続き

- (72)発明者 虎太 直人
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 有馬 智史
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

審査官 山下 裕久

- (56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 6 2 8 0 7 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 8 6 6 9 7 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 4 0 4 8 9 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 2 0 9 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 3 8 0 0 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 2 / 2 6
H 0 1 M 4 / 1 3 - 7 0
H 0 1 M 1 0 / 0 5 8 5