

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5378718号
(P5378718)

(45) 発行日 平成25年12月25日 (2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日 (2013.10.4)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 4/13 (2010.01)	HO 1 M 4/13
HO 1 M 10/0587 (2010.01)	HO 1 M 10/0587
HO 1 M 10/0585 (2010.01)	HO 1 M 10/0585
HO 1 M 10/052 (2010.01)	HO 1 M 10/052

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-177288 (P2008-177288)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成20年7月7日 (2008.7.7)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2009-38016 (P2009-38016A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成21年2月19日 (2009.2.19)	(74) 代理人	100072431
審査請求日	平成23年5月25日 (2011.5.25)		弁理士 石井 和郎
(31) 優先権主張番号	特願2007-179544 (P2007-179544)	(74) 代理人	100117972
(32) 優先日	平成19年7月9日 (2007.7.9)		弁理士 河崎 真一
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	畑中 剛
			大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内
		(72) 発明者	西端 健一
			大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内
		審査官	瀧 恭子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非水電解質二次電池用電極板およびそれを用いた非水電解質二次電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

長尺状の芯材と、前記芯材上に形成された合剤層とを含む非水電解質二次電池用電極板であって、

前記電極板は、前記芯材の長手方向に平行な一方の辺に沿って設けられた前記芯材の露出部を有しており、

前記合剤層は、リチウムイオンを吸蔵および放出可能な材料を含み、

前記合剤層および前記合剤層が形成された前記芯材の面と同じ側の前記芯材の露出部の少なくとも前記合剤層の端面付近には、多孔質膜が形成されており、

前記芯材の露出部と平行であり、かつ前記芯材の露出部側に位置する前記合剤層の端面に位置する前記多孔質膜の厚さが、前記合剤層の幅方向の中央部に位置する前記多孔質膜の厚さよりも厚く、

前記合剤層の前記端面を含む端部の厚さが、前記合剤層の他の部分の厚さよりも薄い、非水電解質二次電池用電極板。

【請求項2】

前記芯材に対して垂直な方向において、前記合剤層の前記端面の位置における、前記芯材の厚さ、前記合剤層の厚さ、および前記多孔質膜の厚さの合計が、前記合剤層の前記中央部の位置における、前記芯材の厚さ、前記合剤層の厚さ、および前記多孔質膜の厚さの合計以下である、請求項1記載の非水電解質二次電池用電極板。

【請求項3】

10

20

前記多孔質膜が、絶縁性フィラーおよび結着剤を含む膜ならびに耐熱性樹脂を含む膜よりなる群から選択される少なくとも1種を含む、請求項1または2記載の非水電解質二次電池用電極板。

【請求項4】

正極と、負極と、前記正極と前記負極との間に配置されたセパレータとを含む電極群、非水電解質、ならびに前記電極群および前記非水電解質を収容する電池ケースを備え、

前記正極および前記負極の少なくとも一方が、請求項1～3のいずれかに記載の電極板である、非水電解質二次電池。

【請求項5】

前記電極群が、捲回型電極群または積層型電極群である、請求項4記載の非水電解質二次電池。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非水電解質二次電池に関し、特にその電極板の改善に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子機器のポータブル化、コードレス化が急速に進んでおり、これらの駆動用電源として、高電圧および高エネルギー密度を有する非水電解質二次電池の実用化が進んでいる。非水電解質二次電池は、小型民生用途のみならず、電力貯蔵用や電気自動車用など大容量の大型電池への技術展開も加速してきている。例えば、電極構造および集電構造を工夫することにより、電動工具、ハイブリッド電気自動車（HEV）などの高出力用途への展開も進んでいる。

20

【0003】

上記のような非水電解質二次電池は、それぞれ合剤層と芯材とからなる帯状の正極および負極、正極と負極との間に配置されたセパレータを含む捲回型電極群を有する。セパレータは、正極と負極とを電氣的に絶縁しつつ非水電解質を保持する役目を有し、主にポリエチレンからなる厚み数十 μm の微多孔性薄膜シートが使われる。

【0004】

非水電解質二次電池を高出力用途へ展開させる際の工夫には、例えば、以下が挙げられる。ポータブル機器用の電極より、正極および負極の厚みを薄くし、かつ面積を大きくする。さらに、正極および負極の両方において、芯材の露出部を、電極の長手方向に平行な一方の辺に沿って設ける。例えば、捲回型電極群において、捲回軸方向の一方の端面に、正極芯材の露出部を配置し、他方の端面に負極芯材の露出部を配置する。正極芯材の露出部および負極芯材の露出部に、それぞれ正極集電端子および負極集電端子を接続する。このように、帯状の電極において、万遍なく電子の伝達経路を確保することができるため、出力特性を向上させることができる。

30

【0005】

一般に、リチウムイオン二次電池のような非水電解質二次電池は、ニッケル水素蓄電池および鉛蓄電池などに比べて、単位体積あたりのエネルギー密度が高いため、安全性を確保するための技術が重要となる。例えば、内部短絡の発生を防止するために、正極合剤層および負極合剤層のいずれかの表面に、多孔質膜を形成することが提案されている（特許文献1参照）。

40

【特許文献1】特開平7-220759号公報（特許第3371301号公報）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のように、高出力特性を向上させるために、正極および負極の両方において、芯材の露出部を、電極の長手方向に平行な一方の辺に沿って設け、捲回型電極群の捲回軸方向の一方の端面に、正極芯材の露出部を配置し、他方の端面に負極芯材の露出部を配置し、

50

さらに、正極芯材の露出部および負極芯材の露出部に、それぞれ正極集電端子および負極集電端子を接続している。

【0007】

この場合、合剤層上全体に多孔質膜を形成しようとする、芯材の露出部にも多孔質膜が形成されることになる。しかし、芯材の露出部には、集電端子が溶接されることから、露出部全体ではなく、露出部の一部にだけ、多孔質膜を形成する必要がある。

【0008】

また、長手方向に平行な一方の辺に沿って芯材の露出部が設けられた電極においては、電極の幅方向の端部に位置する合剤層の厚さが徐々に薄くなり、いわゆるダレといわれる形状となる。

10

【0009】

合剤層上に形成される多孔質層は、耐熱性と絶縁性とを有しており、内部短絡が発生したとしても、電池が発煙や発火に至らないように、電池を保護する機能を有する。このため、多孔質膜には、ある程度の厚さが必要とされる。電池の短絡時の発熱量から、多孔質膜の最低必要な厚みが求められ、さらに製造上のばらつきを考慮して、実際に形成されときの厚さが決められる。多孔膜層は、グラビア塗工、スプレー塗工、ダイコーター塗工などの方法を用いて形成することができる。

【0010】

多孔質層を形成した従来の電極板の幅方向と平行な縦断面を、図1を参照しながら説明する。図1の電極板1は、芯材2と、その両面に形成された活物質を含む合剤層3とを含む。電極板1の長手方向に平行な一方の辺に沿って集電体の露出部2aが設けられている。芯材の露出部2aの少なくとも一部および合剤層3の上には、多孔質膜4が形成されている。芯材の露出部側の合剤層3の端部（ダレ部分）3aの厚さは、合剤層の他の部分の厚さよりも薄く、よって、端部3aに含まれる活物質の量は、合剤層の他の部分と比較して少ない。多孔質膜4の厚さは、合剤層の端部3aの上においても、他の部分においても同じである。

20

【0011】

次に、図2に、リチウムイオン二次電池における正極と負極との配置を、電極板の幅方向と平行な縦断面で示す。

正極10は、正極芯材11およびその両面に形成された正極合剤層12を含む。正極10には、その長手方向に平行な一方の辺に沿って、正極芯材11の露出部11aが設けられている。負極13は、負極芯材14およびその両面に形成された負極合剤層15を含む。負極13には、その長手方向に平行な一方の辺に沿って、負極芯材14の露出部14aが設けられている。図2において、負極芯材の露出部の少なくとも一部および負極合剤層に多孔質膜17が設けられている。

30

【0012】

図2に示されるように、電極群において、正極10と負極13とは、セパレータ16を介して対向している。正極芯材11の露出部11aと、負極芯材14の露出部14aとは、互いに逆方向に配置されている。

また、正極10の幅方向の長さよりも負極11の幅方向の長さの方が大きく、正極10の正極合剤層12の正極芯材11に対して垂直な方向における面全体が、負極合剤層15と対向している。しかしながら、負極芯材の露出部側の負極合剤層15の厚さが薄くなっている端部15aには、正極合剤層12が対向していない。負極合剤層15の端部15aに含まれる活物質量は、他の部分と比較して少ない。このため、正極合剤層12が、負極合剤層15の端部15aに対向していると、端部15aに、充電時に金属リチウムが析出する可能性がある。これを防止するために、負極合剤層15の端部15aには、正極合剤層12を対向させていない。

40

【0013】

ところで、HEV用に代表されるような使用環境においては、電池に振動が加わり易く、この振動によって、例えば巻きずれが発生することが懸念される。巻きずれが発生し、

50

負極合剤層の厚さの薄い部分に、正極合剤層が対向した場合、負極合剤層の厚さの薄い部分においては負極活物質の量が少ないため、負極上に、金属リチウムが析出する可能性がある。さらに、内部短絡が発生した場合、金属リチウムが析出しているために、発熱量が大きく、負極合剤層上に多孔質膜が形成されていても、電池が発熱するという不具合が生じる可能性がある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の非水電解質二次電池は、長尺状の芯材と、その上に形成された合剤層とを含む。前記電極板は、芯材の長手方向に平行な一方の辺に沿って設けられた芯材の露出部を有する。前記合剤層は、リチウムイオンを吸蔵および放出可能な材料を含む。合剤層および合剤層が形成された芯材の面と同じ側の前記芯材の露出部の少なくとも合剤層の端面付近には、多孔質膜が形成されており、芯材の露出部と平行であり、かつ芯材の露出部側に位置する合剤層の端面に位置する多孔質膜の厚さは、合剤層の幅方向の中央部に位置する多孔質膜の厚さよりも厚く、合剤層の上記端面を含む端部の厚さが、合剤層の他の部分の厚さよりも薄い。

10

多孔質膜の厚さとは、合剤層の表面に対して垂直な方向における多孔質膜の厚さのことをいう。合剤層の幅方向の中央部とは、合剤層の幅方向における両端の間の中心点およびその近傍のことをいう。

【0015】

前記芯材に対して垂直な方向において、前記合剤層の前記端面の位置における、前記芯材の厚さ、前記合剤層の厚さ、および前記多孔質膜の厚さの合計は、前記合剤層の前記中央部の位置における、前記芯材の厚さ、前記合剤層の厚さ、および前記多孔質膜の厚さの合計以下であることが好ましい。

20

【0016】

前記多孔質膜は、絶縁性フィラーおよび結着剤を含む膜ならびに耐熱性樹脂を含む膜よりなる群から選択される少なくとも1種を含むことが好ましい。

【0017】

また、本発明は、正極と、負極と、それらの間に配置されたセパレータとを含む電極群、非水電解質、ならびに前記電極群および前記非水電解質を収容する電池ケースを備え、正極および負極の少なくとも一方が、上記電極板である、非水電解質二次電池に関する。前記正極および前記負極が、それぞれ、上記電極板であることがさらに好ましい。前記電極群は、捲回型電極群または積層型電極群であることが好ましい。

30

【発明の効果】

【0018】

本発明の電極板においては、合剤層の厚さが薄い端部の上に設けられる多孔質膜の厚さを、合剤層の中央部上に設けられた多孔質膜の厚さよりも厚くしている。本発明の電極板を、非水電解質二次電池の電極板として用いることにより、例えば金属リチウムの析出が生じた場合でも、内部短絡の抑制等が可能となる。よって、本発明により、信頼性の高い非水電解質二次電池を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0019】

本発明の非水電解質二次電池用電極板を、図面を参照しながら説明する。図3に、本発明の一実施形態に係る非水電解質二次電池用電極板を示す。図3は、本発明の電極板の、幅方向（長手方向に垂直な方向）に平行な縦断面図である。

【0020】

図3の非水電解質二次電池用電極板30は、長尺状の芯材31と、その両面に形成された、活物質を含む合剤層32を含む。前記電極板30は、芯材の長手方向に平行な一方の辺に沿って設けられた芯材の露出部31aを有する。前記活物質は、リチウムイオンを吸蔵および放出可能な材料を含む。合剤層32および前記合剤層32が形成された芯材31の面と同じ側の芯材の露出部31aの少なくとも合剤層の端面付近には、多孔質膜33が

50

形成されている。芯材の露出部 3 1 a に平行であり、かつ芯材の露出部側に位置する合剤層の端面 3 2 b 上に位置する多孔質膜の厚さ（第 1 厚さ）H が、前記合剤層の幅方向の中央部上に位置する多孔質膜の厚さ（第 2 厚さ）h よりも厚い。

【0021】

上記のように、芯材の長手方向に沿って芯材の露出部が設けられた従来の電極板において、合剤層の前記芯材の露出部に沿う端部の厚さは、合剤層の他の部分の厚さより薄い。

例えば、図 2 に示されるように正極と負極とが配置された電極群において、振動、衝撃等により、正極が負極に対して、相対的に、図 2 の矢印 A の方向（A 方向）に移動した場合、負極合剤層の厚さが薄い端部 1 5 a（図 3 の端部 3 2 a に対応）と、正極合剤層とが対向する。正極活物質が充放電を担うイオン（例えば、リチウムイオン）の供給源である場合、負極合剤層の端部 1 5 a においては、負極活物質の量が相対的に少ないため、端部 1 5 a に、金属リチウムが析出する可能性がある。

10

【0022】

この場合、図 3 に示される電極板 3 0 を、負極として用いることが好ましい。すなわち、負極において、合剤層 3 2 の端面 3 2 b の上（つまり端部 3 2 a の上）に形成される多孔質層 3 3 の厚さ（第 1 厚さ）H が、前記合剤層の幅方向の中央部上に位置する多孔質膜 3 3 の厚さ（第 2 厚さ）h よりも厚くされる。つまり、合剤層 3 2 の端部 3 2 a の上に形成される多孔質層の厚さ H が、合剤層 3 2 の他の部分の上に形成される多孔質膜の厚さ h よりも厚くされる。なお、合剤層の幅方向の中央部に位置する多孔質膜の厚さとは、合剤層 3 2 の端部 3 2 a 以外の部分に形成される多孔質膜の厚さのことを代表している。

20

【0023】

端部 3 2 a において、合剤層の厚さが変化している場合、端部 3 2 a の上に形成されている多孔質膜の厚さも変化していてもよい。この場合、端部 3 2 a のいずれの位置においても、端部 3 2 a の上に形成されている多孔質膜の厚さは、第 2 厚さよりも厚いことが好ましい。

合剤層の厚さが徐々に薄くなっている端部 3 2 a に形成されている多孔質膜の第 1 厚さ H は、例えば、端部 3 2 a における多孔質膜の厚さの最大値とすることができる。

【0024】

正極が相対的に図 2 に示す A 方向にずれ、負極合剤層の端部 3 2 a が、正極合剤層の正極芯材の露出部側とは反対側の端部 1 0 a と対向したとしても、負極に設けられた多孔質膜の第 1 厚さ H を第 2 厚さ h より厚くすることにより、金属リチウムを多孔質膜の中に析出させることができる。短絡電流が流れて、金属リチウムと非水電解質とが反応し、発熱が生じたとしても、上記のように、析出した金属リチウムは多孔質膜内に存在するため、セパレータに熱が直接伝わることを抑制できるか、またはセパレータに直接伝わる熱量を少なくすることができる。

30

【0025】

また、振動、衝撃等により、正極が、相対的に、図 2 の矢印 B の方向（B 方向）にずれることも考えられる。具体的には、正極合剤層の正極芯材の露出部側の厚さが薄い端部 1 2 a が、負極の負極芯材の露出部 1 4 a が位置する端とは反対側の端部 1 3 a よりも外側に移動することが考えられる。

40

【0026】

このような場合、図 3 の電極板 3 0 を、正極として用いることが好ましい。

正極が、上記のように、相対的に B 方向に移動した場合、負極板の端部 1 3 a 近傍に、金属リチウムが析出する。析出した金属リチウムがたとえセパレータを貫通したとしても、正極上には、多孔質膜が形成されているため、金属リチウムが正極合剤層に直接接触することが回避される。特に、電極板同士の位置がずれた場合、金属リチウムが析出する負極板の端部 1 3 a 近傍には、正極合剤層の端部 1 2 a が対向する可能性が高い。本発明の電極板においては、合剤層の厚さが薄い端部の上に設けられる多孔質膜の厚さを厚くしているため、上記と同様に、周囲への熱的な影響を非常に少なく抑えることができる。

【0027】

50

以上のように、非水電解質二次電池に含まれる正極および負極の少なくとも一方が、本発明の電極板であることにより、非水電解質二次電池の信頼性をさらに向上させることができる。

【0028】

本発明においては、正極および負極の両方が、それぞれ本発明の電極板であることが特に好ましい。これにより、正極が相対的にA方向およびB方向のいずれの方向にずれた場合にも、非水電解質二次電池の信頼性をさらに向上させることができる。つまり、正極および負極がそれぞれ本発明の電極板であることにより、非水電解質二次電池の信頼性を顕著に向上させることができる。

【0029】

本発明の電極群は、図4に示されるような形態であってもよい。図4は、本発明の別の実施形態に係る電極群を示す縦断面図である。図4において、図3と同じ構成要素には、同じ番号を付している。

図4の電極板40において、合剤層の端部32a近傍上に形成された多孔質膜41の厚さを、図3の電極群30の場合よりも、厚くしている。具体的には、端部32a近傍における電極板の総厚が、合剤層の中央部近傍における電極板の総厚よりも厚くなっている。

【0030】

第1厚さHは、極板設計に応じて、適宜変更される。

第1厚さHと第2厚さhとの差($H-h$)は、 $1\sim 4\ \mu\text{m}$ であることが好ましい。差($H-h$)が大きすぎると、製造工程において、数千メートルにもなる極板をロール状に巻き取った場合、極板が破損する可能性がある。差($H-h$)が小さすぎると、本発明の効果が十分に得られない可能性がある。

【0031】

本発明において、図3に示されるように、合剤層の端面の位置における電極板の厚さは、合剤層の中央部の位置における電極板の厚さ以下であることが好ましい。例えば、電極板が芯材とその両面に形成された合剤層とを有する場合、合剤層の端面の位置における、芯材の厚さ、両方の合剤層の厚さ、および両方の多孔質膜の厚さの合計（電極板の端部厚さ）は、前記合剤層の中央部の位置における、芯材の厚さ、両方の合剤層の厚さ、および両方の多孔質膜の厚さの合計（電極板の中央部厚さ）以下であることが好ましい。ここで、上記電極板の厚さとは、芯材に対して垂直方向における厚さのことをいう。

電極板の端部厚さが、電極板の中央部厚さより大きいと、量産時、電極板をロール状に巻き取ったときに、電極板が切れたり、破損したりすることがある。

なお、端部32aにおいて合剤層の厚さが徐々に薄くなっている場合、電極板の端部厚さは、例えば、端面32b上に形成されている多孔質膜の厚さが最も厚い端面32bの位置（最大厚位置）における電極板の厚さとすることができる。

【0032】

上記多孔質膜は、耐熱性樹脂を含む膜であってもよいし、絶縁性フィラーと結着剤とを含む膜であってもよい。

耐熱性樹脂としては、正極芯材および負極芯材より熱伝導率の低い材料を用いることができる。このような材料としては、ポリイミド、ポリアミドイミド、アラミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルニトリル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリベンゾイミダゾールなどが挙げられる。

【0033】

絶縁性フィラーとしては、無機酸化物を用いることが好ましい。無機酸化物としては、電池使用時に非水電解質による浸漬により電池特性に悪影響を及ぼさず、また酸化還元電位下においても電池特性に悪影響を及ぼす副反応を起こさない材料を用いることが好ましい。このような材料としては、例えば、アルミナ、ゼオライト、窒化珪素、炭化珪素、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、二酸化ケイ素などの無機多孔質材料が挙げられる。前記材料は、高純度であることが好ましい。前記材料は、単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

結着剤としては、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、スチレンブタジエンゴム（SBR）、アクリロニトリル単位を含むゴム状高分子等を用いることができる。これらの材料は、単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。多孔質膜に含まれる結着剤は、非結晶性で耐熱性が高いアクリロニトリル単位を含むゴム状高分子を少なくとも含むことが好ましい。

【0034】

絶縁性フィラーと結着剤との重量比は、99：1～80：20であることが好ましい。

【0035】

多孔質膜は、正極合剤層および／または負極合剤層の上に、直接形成することができる。 10

【0036】

以下に、一例として、絶縁性フィラーと結着剤とを含む多孔質膜の形成方法を示す。

絶縁性フィラーと結着剤とを含む多孔質膜は、例えば、以下のようにして形成することができる。

絶縁性フィラーと結着剤と分散媒とを所定の割合で混合して、ペーストを得る。得られたペーストを、例えばグラビアロール法を用いて、芯材に、その長手方向に平行な一方の辺に沿って芯材の露出部が設けられるように塗布する。合剤層の厚さの薄い部分の上に形成される多孔質膜の厚さは、前記部分に対応するグラビアロールの溝の深さを調節することにより、制御することができる。 20

なお、合剤層の厚さの薄い部分の上に形成される多孔質膜の厚さを厚くできるのであれば、前記ペーストの塗布方法は、グラビアロール法に限定されない。

【0037】

本発明の電極板は、上記のように、非電解質二次電池に用いられる電極板として用いられる。非水電解質二次電池は、正極と、負極と、それらの間に配置されたセパレータとを含む電極群、非水電解質、および前記電極群および非水電解質を収容する電池ケースを含むことができる。非水電解質二次電池に含まれる正極および負極の少なくとも一方が、本発明の電極板であることが好ましく、正極および負極が、それぞれ本発明の電極板であることが特に好ましい。

【0038】

多孔質膜を形成する前の正極は、正極芯材と、その上に形成された正極合剤層とを含むことができる。正極合剤層は、正極活物質と、必要に応じて導電剤、結着剤等とを含むことができる。 30

【0039】

正極に含まれる正極活物質は、リチウムイオンを吸蔵および放出可能であり、充放電反応が可能である材料であれば、特に限定されない。例えば、正極活物質としては、リチウム複合酸化物を用いることができる。具体的には、組成式 $LiMO_2$ または LiM_2O_4 （Mは、Co、Mn、Ni、Fe等の遷移金属から選ばれる少なくとも1種である。）で表される複合酸化物を用いることができる。また、前記遷移金属の一部が、Al、Mg、Liなどの他の元素で置換された複合酸化物を用いることもできる。 40

【0040】

正極に含まれる導電剤としては、例えば、アセチレンブラック（AB）、ケッチェンブラック（KB）などのカーボンブラック、黒鉛材料等を用いることができる。結着剤としては、正極電位下において安定な材料を用いることができる。正極に含まれる結着剤としては、例えば、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、変性アクリルゴム、ポリテトラフルオロエチレンなどを用いることができる。正極芯材には、正極電位下において安定な金属箔を、特に限定することなく用いることができる。正極芯材としては、アルミニウム箔等を用いることができる。

【0041】

多孔質膜が形成される前の正極は、例えば、以下のようにして作製することができる。 50

正極活物質と、必要に応じて導電剤、結着剤等と、適量の分散媒とを混練し、正極ペーストを調製する。得られた正極ペーストを、正極芯材に塗布し、乾燥し、所定厚に圧延して、所定寸法に切断して、正極を得ることができる。

なお、前記正極ペーストは、安定化のために、増粘剤を含んでいてもよい。増粘剤としては、例えば、カルボキシメチルセルロース（CMC）などのセルロース樹脂を用いることができる。

【0042】

多孔質膜を形成する前の負極は、負極芯材と、その上に形成された負極合剤層とを含むことができる。負極合剤層は、負極活物質と、必要に応じて結着剤等とを含むことができる。

10

負極活物質としては、リチウムイオンを吸蔵および放出可能な材料を用いることができる。前記材料としては、例えば、黒鉛、シリサイド、チタン合金材料などが挙げられる。これらの材料は、単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

負極に含まれる結着剤としては、負極電位下において安定な材料を用いることができる。このような材料としては、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、スチレン-ブタジエン共重合体ゴム（SBR）などが挙げられる。負極芯材としては、負極電位下において安定な金属箔を、特に限定することなく用いることができる。負極芯材としては、銅箔等を用いることができる。

【0043】

多孔質膜が形成される前の負極も、正極と同様にして作製することができる。具体的には、負極活物質と、必要に応じて結着剤等と、適量の分散媒とを混練し、負極ペーストを調製する。得られた負極ペーストを、負極芯材に塗布し、乾燥し、所定厚に圧延して、所定寸法に切断して、負極を得ることができる。

20

正極ペーストの場合と同様に、負極ペーストにも、カルボキシメチルセルロース（CMC）などのような増粘剤を添加してもよい。

【0044】

セパレータとしては、非水電解質の保持力が高く、正極および負極の電位下においても安定な微多孔性フィルムを用いることができる。セパレータの構成材料としては、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリイミド、ポリアミドなどを用いることができる。

【0045】

30

非水電解質は、非水溶媒と、それに溶解した溶質とを含むことができる。非水溶媒としては、例えば、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、メチルエチルカーボネートなどを用いることができるが、これらに限定されない。これらの非水溶媒は、単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0046】

溶質としては、例えば、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiCl_4 、 LiAlCl_4 、 LiSbF_6 、 LiSCN 、 LiCl 、 LiCF_3SO_3 、 LiCF_3CO_2 、 $\text{Li}(\text{CF}_2\text{SO}_2)_2$ 、 LiAsF_6 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiB}_{10}\text{Cl}_{10}$ 、およびイミド類が挙げられる。これらは、単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

40

【0047】

本発明の電極板を含む非水電解質二次電池は、例えば、以下のようにして作製することができる。

【0048】

本発明の非水電解質二次電池において、正極と負極とは、図2に示されるように配置される。具体的には、正極と負極とは、正極合剤層と負極合剤層とがセパレータを介して対向するように配置される。このとき、正極芯材の露出部と負極芯材の露出部とは、互いに反対方向に配置される。

上記のように、正極および負極の少なくとも一方が、本発明の電極板であることが好ましい。

50

また、作製される電極群は、積層型であってもよいし、捲回型であってもよい。

【0049】

次に、得られた電極群の正極芯材の露出部および負極芯材の露出部に、それぞれ正極集電端子および負極集電端子を溶接する。芯材の露出部に集電端子を溶接する方法としては、レーザー溶接、超音波溶接、抵抗溶接、TIG溶接等を用いることができるが、これらに限定されない。

【0050】

次いで、集電端子を接続した電極群を電池ケースに収容し、前記電池ケースに非水電解質を添加し、電池ケースの開口部を封口板を用いて封口して、非水電解質二次電池を得ることができる。

10

【実施例】

【0051】

以下、本発明を実施例に基づいて説明する。本発明は、以下の実施例に限定されない。

【0052】

(比較例1)

(負極の作製)

負極活物質には、人造黒鉛（三菱化学（株）製のMPG）を用いた。結着剤には、スチレンーブタジエン共重合体ゴムを用い、増粘剤には、カルボキシメチルセルロースを用いた。これらを用いて、以下のようにして、負極合剤ペーストを調製した。なお、負極合剤ペーストの調製において、結着剤に関し、スチレンーブタジエン共重合体ゴムの水性ディ

20

【0053】

負極活物質と結着剤と増粘剤とを、93：3：1の重量比で混合した。スチレンーブタジエン共重合体ゴムの水性ディスパーションは、固形分が3重量部となるように添加した。

次いで、得られた混合物と水とを1：1の重量比で混合して、負極合剤ペーストを得た。得られた負極合剤ペーストを、厚さ10 μ mの銅箔からなる負極芯材の両面に塗布し、乾燥し、圧延した。このとき、負極合剤ペーストは、負極芯材に、その長手方向に平行な一方の辺に沿って芯材の露出部が設けられるように塗布した。負極芯材の幅方向における前記露出部の幅は、10mmとした。

30

得られた極板を、スリット加工に供して、厚み0.077mm、幅124mm（合剤幅114mm）、長さ3300mmの負極板を得た。

負極合剤層の負極芯材の露出部側に生じた厚さの薄い部分の幅は、約2mmであった。

【0054】

得られた負極板の上に、以下のようにして、無機酸化物フィラーと結着剤とを含む多孔質膜を形成した。

メディアン径0.3 μ mのアルミナと、ポリアクリロニトリル変性ゴム結着剤（日本ゼオン（株）製のBM-720H（固形分8重量%））とを重量比8：3で混合した。得られた混合物を、適量のNMPとともに、プラネタリーミキサーにて混練して、白色の多孔質膜スラリーを調製した。前記多孔質膜スラリーを、負極芯材の露出部の一部と負極合剤層の上に、負極板片面あたり4mmの厚さで塗布し、乾燥して、多孔質膜を形成した。多孔質膜形成後の負極芯材の露出部の幅は、6mmとした。

40

多孔質膜ペーストの塗布は、グラビアロール法を用いて行なった。多孔質膜スラリーの塗工重量（塗布厚さ）は、グラビアロールを表面加工に供することにより設けられる溝の深さによって調整し、塗工端の位置はグラビアロールの端の位置によって調整した。

以上のようにして、多孔質膜を備える負極を得た。

【0055】

得られた負極の幅方向の断面において、図1に示すように、負極合剤層の中央部付近の上に設けられた多孔質膜の厚さと、負極合剤層の厚さの薄い部分上に設けられた多孔質膜の厚さとはほぼ同じであった。

50

【0056】

(正極の作製)

正極活物質には、組成式 $\text{LiNi}_{0.7}\text{Co}_{0.2}\text{Al}_{0.1}\text{O}_2$ で表されるリチウムニッケル複合酸化物を用いた。前記リチウムニッケル複合酸化物は、以下のようにして作製した。

所定の濃度の NiSO_4 水溶液に、硫酸コバルトおよび硫酸アルミニウムを所定の比率で加えて、飽和水溶液を調製した。前記飽和水溶液に、攪拌しながら、水酸化ナトリウム水溶液をゆっくりと滴下して、前記飽和水溶液を中和した。こうして、三元系の水酸化ニッケル $\text{Ni}_{0.7}\text{Co}_{0.2}\text{Al}_{0.1}(\text{OH})_2$ を共沈法により生成させた。前記水酸化ニッケルをろ別し、水洗し、 80°C で乾燥した。得られた水酸化ニッケルは平均粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ であった。

10

その後、得られた $\text{Ni}_{0.7}\text{Co}_{0.2}\text{Al}_{0.1}(\text{OH})_2$ を、大気中、 900°C で10時間の熱処理に供して、酸化ニッケル $\text{Ni}_{0.7}\text{Co}_{0.2}\text{Al}_{0.1}\text{O}$ を得た。得られた酸化ニッケルは、粉末X線回折により単一相であることが確認された。

次いで、 Ni 、 Co 、 Al の原子数の和と Li の原子数が等量になるように、前記酸化ニッケルと水酸化リチウム一水和物とを混合し、得られた混合物を、乾燥空气中 800°C で10時間の熱処理に供して、目的とする $\text{LiNi}_{0.7}\text{Co}_{0.2}\text{Al}_{0.1}\text{O}_2$ を得た。得られたリチウムニッケル複合酸化物を、粉碎し、分級して、正極活物質粉末を得た。

得られたリチウムニッケル複合酸化物は、粉末X線回折により単一相の六方晶層状構造であると共に、 Co および Al が固溶していることが確認された。

20

【0057】

次に、得られた正極活物質を用いて、正極合剤ペーストを調製した。正極合剤に含まれる導電剤にはアセチレンブラック (AB) を用い、結着剤にはポリフッ化ビニリデン (PVDF) を用いた。具体的には、以下のようにして、正極合剤ペーストを調製した。

【0058】

正極活物質と、AB (電気化学工業 (株) 製のデンカブラック) と、PVDF (呉羽化学工業 (株) 製のKFポリマー#1320) とを、 $90:5:6$ 重量比 (固形分比率) で混合し、得られた混合物に、適量の n -メチル-2-ピロリドン (NMP) を分散媒として加えて、混練して、正極合剤ペーストを調製した。

【0059】

得られた正極合剤ペーストを、厚み $15\text{ }\mu\text{m}$ のアルミニウム箔からなる正極芯材の両面に塗布し、乾燥し、圧延した。このとき、正極合剤ペーストは、正極芯材に、その長手方向に平行な一方の辺に沿って芯材の露出部が設けられるように塗布した。正極芯材の幅方向における前記露出部の幅は、 10 mm とした。得られた正極板を、スリット加工に供して、厚み 0.078 mm 、幅 120 mm (合剤幅 110 mm)、長さ 3090 mm の正極を得た。

30

正極合剤層の正極芯材の露出部側に生じた厚さの薄い部分の幅は、約 2 mm であった。

【0060】

(電池の組立)

残存水分を除去するために、正極を、大気中、 100°C で10時間乾燥し、負極を、乾燥炉内で、 80°C で10時間乾燥した。

40

乾燥後の正極と負極を、セパレータを介して積層して、積層体を得た。セパレータとしては、厚み $20\text{ }\mu\text{m}$ 、幅 118 mm のポリエチレン・ポリプロピレン複合フィルム (セルガード (株) 製の2320) を用いた。積層体において、正極と負極とを、正極芯材の露出部と負極芯材の露出部とが互いに反対方向に位置し、かつ負極合剤層の負極芯材の露出部側の端が、正極合剤層の負極芯材の露出部側の端よりも 3 mm 外方に位置するように配置した。

【0061】

次に、得られた積層体を、渦巻き状に捲回して、捲回型電極群を得た。得られた電極群において、捲回軸方向における一方の端面には正極芯材の露出部が配置され、他方の端面には負極芯材の露出部が配置されていた。

50

前記正極芯材の露出部に、厚み0.3mm、径30mmのアルミニウム製の正極集電端子をYAGレーザー溶接機（FANUC（株）製のASER-MODEL YP500B）でレーザー溶接した。溶接時の積算出力量は180Wであった。前記負極芯材の露出部には、厚み0.2mm、径30mmのニッケル製の負極集電端子をレーザー溶接した。溶接時の積算出力量は120Wであった。

【0062】

前記電極群を、表面がニッケルメッキされた鉄製電池ケースに、負極集電端子が電池ケースの内底面に接するように収容した。正極集電端子を、アルミニウム製封口板にレーザー溶接し、負極集電端子を、電池ケースの内底部に抵抗溶接した。

【0063】

次に、前記電池ケース内に非水電解質を注入した。非水電解質は、エチレンカーボネートとジエチルカーボネートとジメチルカーボネートとを20：40：40の重量比で含む混合溶媒に、 LiPF_6 を1mol/Lの濃度で溶解することにより調製した。

次いで、電池ケースの開口部を封口板で密閉して、非水電解質二次電池を得た。得られた電池を、比較例1の電池とした。

【0064】

（比較例2）

電池の使用中に巻きずれが発生したことを想定して、積層体において、正極の位置を、積層体の幅方向に平行でかつ負極芯材の露出部側（つまり、図2のA方向）に4mm移動させた。具体的に、正極を、正極合剤層の負極芯材の露出部側の端が、負極合剤層の負極芯材の露出部側の端よりも1mm外方に位置するように移動させた。前記以外は、比較例1と同様にして、比較例2の電池を得た。

【0065】

（実施例1）

多孔質膜を形成するときに、負極合剤層の芯材の露出部側の厚さの薄い部分およびその近傍に対応するグラビアロールの部分の溝深さを深くして、負極合剤層の厚さの薄い部分およびその近傍の負極芯材の露出部に塗布する多孔質膜スラリーの量を多くした。こうして、図3に示されるような縦断面を有する負極を作製した。得られた負極において、合剤層の芯材の露出部側の端部の最大厚位置における、芯材の厚さ、合剤層の厚さ、および多孔質膜の厚さの合計は、合剤層の中央部の位置における、芯材の厚さ、合剤層の厚さ、および多孔質膜の厚さの合計と、ほぼ同じであった。

前記負極を用いたこと以外は、比較例1と同様にして、実施例1の電池を得た。

【0066】

（実施例2）

比較例2と同様に、積層体において、正極の位置を、積層体の幅方向に平行でかつ負極芯材の露出部側に4mm移動させた。具体的に、正極を、正極合剤層の負極芯材の露出部側の端が、負極合剤層の負極芯材の露出部側の端よりも1mm外方に位置するように移動させた。前記以外は、実施例1と同様にして、実施例2の電池を得た。

【0067】

（比較例3）

正極上に、多孔質膜を、比較例1と同様にして形成した。多孔質膜を形成しなかったこと以外、比較例1と同様にして、負極を作製した。前記正極および前記負極を用いたこと以外は、比較例1と同様にして、比較例3の電池を得た。

【0068】

（比較例4）

積層体において、正極の位置を、積層体の幅方向に平行でかつ正極芯材の露出部側（図2のB方向）に移動させた。具体的に、正極を、正極合剤層の正極芯材の露出部側の端が、負極合剤層の正極芯材の露出部側の端よりも1mm外方に位置するように移動させた。前記以外は、実施例3と同様にして、比較例4の電池を得た。

【0069】

(実施例 3)

正極上に、多孔質膜を、実施例 1 と同様にして形成した。多孔質膜を形成しなかったこと以外、比較例 1 と同様にして、負極を作製した。

得られた正極において、合剤層の芯材の露出部側の端部の最大厚位置における、芯材の厚さ、合剤層の厚さ、および多孔質膜の厚さの合計は、合剤層の中央部の位置における、芯材の厚さ、合剤層の厚さ、および多孔質膜の厚さの合計と、ほぼ同じであった。

前記正極および前記負極を用いたこと以外は、比較例 1 と同様にして、実施例 3 の電池を得た。

【0070】

(実施例 4)

比較例 4 と同様に、積層体において、正極を、正極合剤層の正極芯材の露出部側の端が、負極合剤層の正極芯材の露出部側の端よりも 1 mm 外方に位置するように移動させた。前記以外は、実施例 3 と同様にして、実施例 4 の電池を作製した。

【0071】

実施例 1 ～ 4 および比較例 1 ～ 4 の電池の各電極における多孔質膜の有無、合剤層の芯材露出部側の端面上に形成された多孔質膜の厚み（第 1 厚さ）、および巻きずれの有無を、表 1 にまとめた。なお、表 1 の多孔質膜の第 1 厚さに関し、「通常」とは、多孔質膜の第 1 厚さが、多孔質膜の第 2 厚さとほぼ同じであることを示している。「厚型」とは、多孔質膜の第 1 厚さが、多孔質膜の第 2 厚さよりも厚いことを示している。

【0072】

【表 1】

電池	正極		負極		巻きずれの有無
	多孔質膜	多孔質膜の第 1 厚さ	多孔質膜	多孔質膜の第 1 厚さ	
比較例 1	無	—	有	通常	無
比較例 2	無	—	有	通常	有
実施例 1	無	—	有	厚型	無
実施例 2	無	—	有	厚型	有
比較例 3	有	通常	無	—	無
比較例 4	有	通常	無	—	有
実施例 3	有	厚型	無	—	無
実施例 4	有	厚型	無	—	有

【0073】

[評価]

(充放電サイクル試験)

実施例 1 ～ 4 および比較例 1 ～ 4 の電池を、それぞれ、25℃の環境下で、C/5 レートの定電流で、電池電圧が 4.2 V になるまで充電し、次いで、電池電圧が 2.5 V に低下するまで放電した。このような定電流充放電を 3 サイクル繰り返した。この後、各電池を、25℃の環境下で、C/5 レートの定電流で、電池電圧が 4.2 V になるまで充電した。次いで、充電状態の各電池を、45℃の環境下に 1 週間放置した。45℃で放置する前後の開回路電圧 (OCV) を比較し、内部短絡が発生していないことを確認した。

【0074】

実施例 1 ～ 4 および比較例 1 ～ 4 の電池を、それぞれ 25 セルずつ用意した。各セルを、25℃の環境下において、2 C レートの定電流で、上限電圧 4.2 V および下限電圧 2.5 V で充放電する充放電サイクル試験に供した。前記充放電サイクルは、300 回行なった。この試験中、各セルを、25 サイクル毎に、充電状態で 24 時間放置し、放置前後

のOCVの変化を測定して、内部短絡の有無を確認した。内部短絡が発生したセルの数を表2に示す。

【0075】

【表2】

電池	内部短絡が発生したセル数(個)
比較例1	0
比較例2	7
実施例1	0
実施例2	0
比較例3	0
比較例4	5
実施例3	0
実施例4	0

10

【0076】

(圧壊試験)

次に、各実施例および比較例の電池について、充放電サイクル試験において内部短絡が確認されなかったセルを10個ずつ分解して、負極の状態を観察した。

その結果、電極群が巻きずれ状態にある、比較例2および比較例4ならびに実施例4の電池では、負極の芯材露出部側とは反対側の端部に、金属リチウムの析出が見られた。なお、実施例2の電池では、金属リチウムの析出が観察されなかった。これは、実施例2の電池において、多孔質膜の第1厚さが、第2厚さよりも厚いために、析出した金属リチウムが多孔質膜の外側にまでは出ていないからであると考えられる。

【0077】

電極群が巻きずれ状態にない、実施例1および3ならびに比較例1および3の電池においては、金属リチウムの析出は見られなかった。

20

30

【0078】

上記観察により、充放電サイクル試験後に、金属リチウムが析出している場所が確認できた。よって、上記充放電サイクル試験に供した後の各実施例および各比較例の電池を、それぞれ20セルずつ用意し、各セルを、以下のような圧壊試験に供した。

具体的には、直径10mmの金属製の円柱状の棒を用い、前記棒を、前記棒の長さ方向と電池の高さ方向とが直交するように配置し、かつ3mm/minの移動速度で移動させた。こうして、各セルを圧壊した。発煙に至ったセルの数を、表3に示す。

圧壊の場所は、比較例1および2、ならびに実施例1および2の電池では、負極合剤層の負極集電端子側の端部付近とした。比較例3および4、ならびに実施例3および4の電池では、負極の正極集電端子側の端部付近とした。

40

【0079】

【表 3】

電池	発煙に至ったセル数(個)
比較例 1	2
比較例 2	8
実施例 1	0
実施例 2	0
比較例 3	3
比較例 4	7
実施例 3	0
実施例 4	0

10

【0080】

比較例の結果から、従来の電極板のみを含む電極群に巻きずれが発生した場合には、負極上に金属リチウムが析出する可能性があることがわかる。さらに、負極上に金属リチウムが析出した場合に、外力によって電池が変形すると、内部短絡によって発煙が生じる可能性があることもわかる。

20

【0081】

一方、本発明の電極板を正極または負極として含む実施例の電池では、内部短絡による発煙を防ぐことができることがわかる。この理由は、以下のように考えられる。

長手方向に平行な一辺に沿って芯材の露出部が設けられた負極（高出力用途の負極）において、合剤層の芯材露出部側の端部は、厚さが薄い。このため、この部分に含まれる負極活物質の量が少ない。例えば巻きずれが生じて、合剤層の負極活物質の量が少ない部分と、正極合剤層とが対向した場合には、前記負極活物質の量が少ない部分に、金属リチウムが析出する可能性がある。負極上に金属リチウムが析出した電池が、外力によって変形し、内部短絡が生じると、発熱量が大きいいため、従来の電池では発煙に至る可能性がある。しかし、本発明のように、負極合剤層の芯材露出部側の端部（負極活物質の量が少ない部分）の上に形成される多孔質層の厚さを厚くすることにより、内部短絡の発生を防止することができる。または、内部短絡が生じたとしても、多孔質膜により、短絡面積の拡大が抑制される。このため、本発明の電極板を用いることにより、内部短絡による発煙を防ぐことができると考えられる。

30

【0082】

正極においても、合剤層の芯材露出部側の端部は厚さが薄いため、正極活物質の量が少ない。巻きずれが起こって、合剤層の正極活物質の量が少ない部分が、対向する負極の端よりも外側に位置した場合には、負極の前記端を含む部分に、金属リチウムが析出する可能性がある。このような場合でも、正極合剤層の正極活物質の量が少ない部分の上に設けられる多孔質膜の厚さを厚くすることにより、内部短絡を防ぐことができる。または、内部短絡が生じたとしても、多孔質膜により短絡面積の拡大を防ぐことができる。

40

【0083】

多孔質膜の第1厚さは、厚いほど、耐熱性が高くなり、安全性をさらに向上できると考えられる。合剤層の中央部の位置における電極板の厚さに比べ、合剤層の芯材の露出部側の端面の位置における電極板の厚さを厚くした電極板（図4のような電極板）を用いて、電池を作製し、前記電池を上記充放電サイクル試験および圧壊試験を供しても、発煙に至る電池はなかった。さらに、前記電極板を用いた場合、電極群が巻きずれ状態にあったとしても、発煙に至る電池はなかった。つまり、実施例1～4と同様の効果が得られた。

【0084】

50

なお、量産時において、数百メートルから数千メートルの長さの電極板を製造することが一般的である。図4に示されるような構造の電極板を、ロール状に巻き取る場合、電極板を数十メートル巻き取ったところで、電極板が切れる可能性がある。これは、電極板の厚さが位置によって異なるため、巻き取った量が多くなるにつれて、電極板に生じるひずみも大きくなるからである。このため、合剤層の芯材露出部側の端面の位置における、芯材の厚さ、合剤層の厚さ、および多孔質膜の厚さの合計は、合剤層の中央部の位置における、芯材の厚さ、合剤層の厚さ、および多孔質膜の厚さの合計以下であることが好ましい。

【0085】

正極が、負極芯材の露出部側に移動するように、電極板同士のずれが生じた場合は、負極合剤層の負極芯材の露出部側の端部に金属リチウムが析出する可能性がある。正極が、負極芯材の露出部側とは反対側に移動するように、電極板同士のずれが生じた場合は、負極芯材の露出部側とは反対側の負極の端部に金属リチウムが析出する可能性がある。

上記実施例の結果から、前者においては、負極合剤層の負極芯材の露出部側の端部に多孔質膜を設けることにより、電池の信頼性をさらに向上でき、後者においては、正極合剤層の正極芯材の露出部側の端部に多孔質膜を設けることにより、電池の信頼性をさらに向上できることがわかる。

さらに、正極および負極に、それぞれ本発明の電極板を用いることに、電極群において、いずれの方向に電極板同士のずれが生じたとしても、電池の信頼性をさらに向上させることができる。よって、正極および負極に、それぞれ本発明の電極板を用いることにより、電池の安全性を顕著に向上できることがわかる。

【0086】

上記実施例では、絶縁性フィラーとして、アルミナを用いた。絶縁性フィラーとして、マグネシアを用いた場合でも、アルミナの場合と同様の効果が得られることが確認された。

【産業上の利用可能性】

【0087】

本発明により、信頼性をさらに高めた、例えば高出力用途に用いられる非水電解質二次電池を提供することができる。前記非水電解質二次電池は、例えば、電動工具、ハイブリッド電気自動車などの電源として好適に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】従来の電極板の構造を示す縦断面図である。

【図2】非水電解質二次電池における正極板と負極板の位置関係の一例を示す縦断面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る電極板を模式的に示す縦断面図である。

【図4】本発明の別の実施形態に係る電極板を模式的に示す縦断面図である。

【符号の説明】

【0089】

- 1、30 電極板
- 2、31 芯材
- 3、32 合剤層
- 4、17、33、41 多孔質膜
- 10 正極
- 11 正極芯材
- 12 正極合剤層
- 13 負極
- 14 負極芯材
- 15 負極合剤層
- 16 セパレータ

10

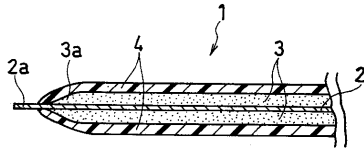
20

30

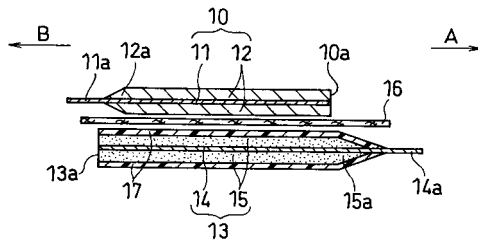
40

50

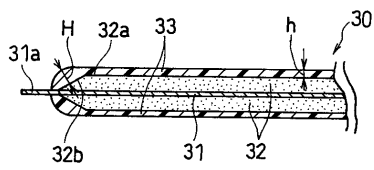
【図 1】



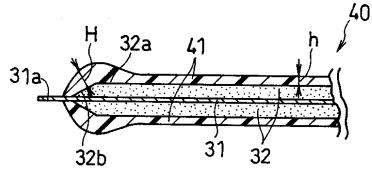
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-093583 (JP, A)
特開2005-190787 (JP, A)
特開2006-318892 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 4/00-4/62、10/00、10/05-10/0587、10/36-
10/39