

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) **Gazette of Unexamined
Patent Applications (A)**

(11) Publication No.
H10-326629

(43) Publication Date December 8, 1998

(51) Int.Cl. ⁶	ID Codes	Internal Ref. Nos.	FI	Tech. Indicators
H01M 10/40 4/02			H01M 10/40 4/02	Z C D
Examination Request Not Yet Received No. of Claims 4 OL (Total of 4 Pages)				

(21) Application No. H09-136892
(22) Filing Date May 27, 1997

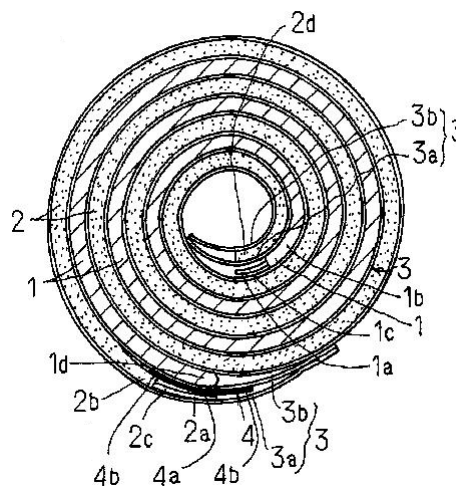
(71) Applicant 000001203
Shin-Kobe Electric Machinery, Ltd.
2-8-7, Nihonbashi-honcho, Chuo-ku, Tokyo
(72) Inventor
Toshikazu MAEJIMA
Shin-Kobe Electric Machinery, Ltd.
2-8-7, Nihonbashi-honcho, Chuo-ku, Tokyo
(72) Inventor
Koji HIGASHIMOTO
Shin-Kobe Electric Machinery, Ltd.
2-8-7, Nihonbashi-honcho, Chuo-ku, Tokyo
(74) Agent
Hidetoshi MATSUMOTO, Patent Attorney
(and 1 other)

(54) [Title of the Invention] Lithium-Ion Secondary Battery

(57) [Abstract]

[Problem] To provide a lithium-ion secondary battery that can suppress dendrite formation due to lithium precipitation at the negative electrode side lead wire connection to the negative electrode current collector.

[Solution] A positive electrode plate 1 and a negative electrode plate 2 are wound around each other via a separator 3 in a spiral to form a group of electrode plates. A lithium ion migration preventing insulator 4 is placed between the negative electrode side lead wire connection 2c to the negative electrode current collector 2a and the inner winding layer 3b of the separator 3 (corresponding to the other end 1d of the positive electrode plate 1).



[Claims]

[Claim 1]

A lithium-ion secondary battery having a group of electrode plates composed of a strip-shaped positive electrode plate, in which a positive electrode active material layer primarily composed of metal oxide is supported on a positive electrode current collector, and a strip-shaped negative electrode plate, in which a negative electrode active material layer primarily composed of a carbon material capable of doping and de-doping lithium is supported on a negative electrode current collector, are wound in a spiral shape around a strip-shaped separator, a portion of the positive electrode current collector being exposed from one end of the positive electrode plate located on the inner circumference of the group of electrode plates in the longitudinal direction to form a positive electrode side lead wire connection, a portion of the negative electrode current collector being exposed from one end of the negative electrode plate located on the outer circumference of the group of electrode plates in the longitudinal direction to form a negative electrode side lead wire connection, the positive electrode side lead wire connection and the negative electrode side lead wire connection being located between two adjacent separator winding layers formed by the wound separator, and the other end of the wound positive electrode plate in the longitudinal direction being positioned to face the negative electrode side lead wire connection via the separator winding layer positioned inside, the lithium-ion secondary battery characterized in that a lithium ion migration preventing insulator is placed between the negative electrode side lead wire connection and the other end of the positive electrode plate to prevent lithium ion migration therebetween.

[Claim 2]

The lithium-ion secondary battery according to claim 1, wherein the lithium ion migration blocking insulator is positioned between the negative electrode side lead wire connection and the separator winding layer positioned inside.

[Claim 3]

The lithium-ion secondary battery according to claim 1, wherein the lithium ion migration blocking insulator has an opposing portion that opposes the negative electrode side lead wire

connection over the entire surface and a pair of extended portions that extend from the opposing portion to both sides of the electrode plate group in the circumferential direction.

[Claim 4]

The lithium-ion secondary battery according to claim 1, wherein the lithium ion migration blocking insulator is a sheet-like member made of synthetic resin.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a lithium-ion secondary battery, and specifically to a lithium-ion secondary battery having a group of electrode plates comprising a positive electrode plate and a negative electrode plate wound together in a spiral via a separator.

[0002]

[Background Art]

Lithium batteries that use metallic lithium as the negative electrode active material have high energy, but repeated charge-discharge cycles cause so-called dendrites to grow, in which, lithium precipitates in the form of needles on the negative electrode plate. When dendrites grow large enough to break through the separator and reach the positive electrode plate, a short circuit occurs in the battery, resulting in significant degradation of battery performance and, in the worst case scenario, rupture or explosion of the battery. Therefore, a lithium-ion secondary battery has been proposed in which a carbon material capable of doping and de-doping lithium is used as the negative electrode active material in the negative electrode plate and a metal oxide is used as the positive electrode active material in the positive electrode plate. One type of battery of this type is a spiral wound lithium-ion secondary battery, in which a group of electrode plates consisting of a negative electrode plate with a negative electrode active material layer formed on a negative electrode current collector made of metal foil and a positive electrode plate with a positive electrode active material layer made of metal oxide wound in a spiral shape via a separator is arranged in a battery can.

[0003]

[Technical Problem]

Usually, in a spiral lithium-ion secondary battery, a portion of the negative electrode current collector is exposed from one longitudinal end of the negative electrode plate to form a negative electrode side lead wire connection to which the lead wire connecting to the negative electrode terminal of the battery is connected. This negative electrode side lead wire connection faces the end of the positive electrode plate via a separator winding layer located on the inside. Because the metal surface of the negative electrode side lead wire connection directly faces the positive electrode plate via the separator, lithium may precipitate on the surface and dendrites may occur depending on the battery charging conditions. When the battery is charged under normal charging conditions, lithium is not deposited at the negative electrode side lead wire connection because the potential of the negative electrode plate does not drop to the lithium deposition potential. However, during rapid charging, the potential of the negative electrode plate may fall below the lithium deposition potential depending on the current value, constant voltage value, and other conditions. In these situations, there is a problem with lithium precipitation at the negative electrode side lead wire connection of the current collector.

[0004]

It is an object of the present invention to provide a lithium-ion secondary battery that can suppress dendrite formation due to lithium precipitation at the negative electrode side lead wire connection of the negative electrode current collector.

[0005]

[Solution to Problem]

A lithium-ion secondary battery of the present invention has a group of electrode plates composed of a strip-shaped positive electrode plate, in which a positive electrode active material layer primarily composed of metal oxide is supported on a positive electrode current collector, and a strip-shaped negative electrode plate, in which a negative electrode active material layer primarily composed of a carbon material capable of doping and de-doping lithium is supported on a negative electrode current collector, are wound in a spiral shape around a strip-shaped separator. A

portion of the positive electrode current collector is exposed from one end of the positive electrode plate located on the inner circumference of the group of electrode plates in the longitudinal direction to form a positive electrode side lead wire connection, and a portion of the negative electrode current collector is exposed from one end of the negative electrode plate located on the outer circumference of the group of electrode plates in the longitudinal direction to form a negative electrode side lead wire connection. The positive electrode side lead wire connection and the negative electrode side lead wire connection are located between two adjacent separator winding layers formed by the wound separator, and the other end of the wound positive electrode plate in the longitudinal direction is positioned to face the negative electrode side lead wire connection via the separator winding layer positioned inside.

[0006]

In the present invention, a lithium ion migration preventing insulator is placed between the negative electrode side lead wire connection and the other end of the positive electrode plate to prevent lithium ion migration therebetween.

[0007]

In the present invention, lithium ion migration between the negative electrode side lead wire connection and the other end of the positive electrode plate can be prevented by the lithium ion migration preventing insulator. Therefore, even if the potential of the negative electrode plate falls below the lithium deposition potential during rapid charging, etc., lithium can be prevented from being deposited at the negative electrode side lead wire connection of the negative electrode current collector.

[0008]

The lithium ion transfer preventing insulator can be placed anywhere between the negative electrode side lead wire connection and the positive electrode plate. For example, it may be placed between the portion of the positive electrode plate corresponding to the negative electrode side lead wire connection and the separator winding layer located to the outside, or between the negative electrode side lead wire connection and the separator located to the inside.

[0009]

In order to almost completely prevent lithium ion migration between the positive electrode plate and the negative electrode lead wire connection of the negative electrode current collector, the lithium ion migration preventing insulator can be configured to have an opposing portion that fully faces the negative electrode lead wire connection and a pair of extended portions that extend from the opposing portion to both sides of the electrode group in the circumferential direction.

[0010]

The lithium ion migration preventing insulator can be a sheet-like component made of a synthetic resin such as polypropylene, polyethylene, or polyimide.

[0011]

[Embodiments of the Invention]

The following is a detailed description of an embodiment of the invention with reference to the drawings. FIG. 1 is a cross-sectional view of a group of electrode plates in a lithium-ion secondary battery (nominal capacitance 1000 mAh). As shown in the figure, the group of electrode plates consists of a strip-shaped positive electrode plate 1 and a strip-shaped negative electrode plate 2 wound together in a spiral shape via a strip-shaped separator 3. The positive electrode plate 1 consists of a positive electrode active material layer 1b, which is primarily composed of a metal oxide consisting of lithium cobaltate, on both sides of a positive electrode current collector 1a made of aluminum foil, and has a thickness of 150 μm . Specifically, the positive electrode plate 1 was produced by mixing a conductivity aid consisting of LiCoO_2 and carbon with PVDF at a weight ratio of 85:5:10, dispersing the mixture in N-methyl 2-pyrrolidone to make a slurry, and applying the slurry on the positive electrode current collector 1a (aluminum foil) and drying. At one end of the positive electrode current collector 1a on the inner circumferential side of the group of electrode plates with the positive electrode plate 1, a positive electrode side lead wire connection 1c is formed on which no positive electrode active material layer has been formed and some of the current collector is exposed. The positive electrode side lead wire connection 1c faces the other end 2d of the negative electrode plate 2 in the longitudinal direction via the outer winding layer 3a of the separator 3 and is connected to a lead wire, not shown, that is connected to the positive electrode terminal.

[0012]

The negative electrode plate 2 consists of a negative electrode active material layer 2b, which is primarily composed of amorphous carbon material, on both sides of a negative electrode current collector 2a made of copper foil, and has a thickness of 200 μm . Specifically, the negative electrode plate 2 was produced by dispersing a mixture of amorphous carbon and PVDF at a weight ratio of 90:10 in N-methyl 2-pyrrolidone to make a slurry, and then applying this slurry to the negative electrode current collector 2a (copper foil) and drying. At one end of the negative electrode current collector 2a on the outer periphery of the group of plates with the negative electrode plate 2, a negative electrode side lead wire connection 2c is formed on which no negative electrode active material layer has been formed and some of the collector is exposed. The negative electrode-side lead wire connection 2c faces the other end 1d of the positive electrode plate 1 in the longitudinal direction via the inner winding layer 3b of the separator 3, and a lead wire, not shown, is connected to the negative electrode terminal. The separator 3 consists of an outer winding layer 3a that wraps around the outside of the negative electrode plate 2 and an inner winding layer 3b that wraps around the inside of the negative electrode plate 2. The outer winding layer 3a and inner winding layer 3b each have a polypropylene film structure with numerous holes for ion migration and a thickness of 25 μm .

[0013]

Between the negative electrode side lead wire connection 2c of the negative electrode current collector 2a and the inner winding layer 3b of the separator 3 (the portion corresponding to the other end 1d of the positive electrode plate 1), a lithium ion migration preventing insulator 4 is provided between the negative electrode side lead wire connection 2c and the other end 1d of the positive electrode plate 1. The lithium ion migration preventing insulator 4 is formed of a 25 μm thick sheet-like member made of polypropylene. The lithium ion migration preventing insulator 4 has an opposing portion 4a that opposes the negative electrode side lead wire connection 2c over the entire surface and a pair of extending portions 4b, 4b that extend from the opposing portion 4a to both sides of the group of electrode plates in the circumferential direction. The lengths of the pair of extending portions 4b, 4b extending to both sides in the circumferential direction are dimensions that can sufficiently prevent the

migration of lithium ions. The insulator 4 may be arranged without using a bonding means, or may be bonded to the separator 3 by adhesive or other bonding means.

[0014]

Next, a life span characteristics test was conducted using the lithium-ion secondary battery in the embodiment of the present invention (the lithium-ion secondary battery in the example) and a lithium-ion secondary battery in a comparative example (nominal capacitance 1000mAh) having the same structure as the example but without the lithium ion migration preventing insulator 4. Specifically, charging was performed under each of Conditions 1 to 3 shown in Table 1, followed by discharging at a current value of 1000 mA to a termination voltage of 2.5 V, both at a temperature of $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$. The number of cycles (number of life span cycles) was measured to when the discharge capacitance became 70% or less of the discharge capacitance of the first cycle. In other words, the discharge conditions and temperature conditions were the same for each, and only the charging conditions were different for each. Table 2 shows the results of the measurements.

[0015]

[Table 1]

Condition 1	4.2 V (Limiting current value 1000 mA) Constant Voltage Charging 2.5 Hours
Condition 2	4.3 V (Limiting current value 1000 mA) Constant Voltage Charging 1.5 Hours
Condition 3	4.3 V (Limiting current value 2000 mA) Constant Voltage Charging 1.0 Hours

[Table 2]

	Condition	Service Life (No. of Cycles)
Example	1	883
Example	2	752
Example	3	722
Comparative Example	1	719
Comparative Example	2	315
Comparative Example	3	189

Table 2 shows that the lithium-ion secondary battery in the example has a longer life cycle than the lithium-ion secondary battery in the comparative example. Under conditions 2 and 3, in which the potential of the negative electrode plate tended to be below the lithium deposition potential, the difference in life cycle was especially remarkable. When the battery in the example was disassembled after one cycle under each condition, no lithium precipitation was observed at any of the negative electrode side lead wire connections. In contrast, when the battery in the comparative example was disassembled after one cycle, lithium precipitation was observed at the negative electrode side lead wire connection under conditions 2 and 3.

[0016]

In the example, the lithium ion migration preventing insulator 4 was placed between the negative electrode side lead wire connection 2c of the negative electrode current collector 2a and the inner winding layer 3b of the separator 3. However, the lithium ion migration preventing insulator 4 can be placed at other positions, such as between the portion of the positive electrode plate 3 corresponding to the negative electrode side lead wire connection 2c and the outer winding layer 3a of the separator 3.

[0017]

[Effects of the Invention]

In the present invention, lithium ion migration between the negative electrode side lead wire connection and the positive electrode plate can be prevented by a lithium ion migration preventing insulator. Therefore, even if the potential of the negative electrode plate falls below the lithium deposition potential during rapid charging, etc., lithium can be kept from being deposited at the negative electrode side lead wire connection of the negative electrode current collector. As a result, internal short circuits in batteries can be prevented and battery life can be extended.

[Brief Description of the Invention]

[FIG. 1]

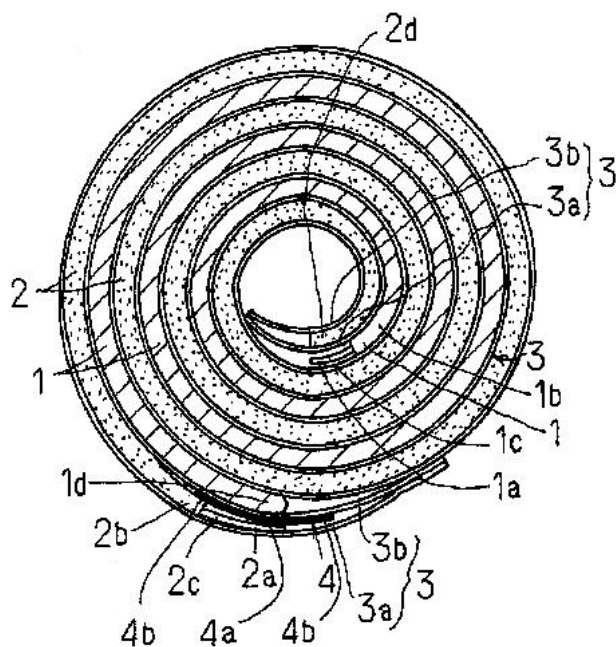
FIG. 1 is a cross-sectional view of a group of electrode plates for a lithium-ion secondary battery (nominal capacity 1000 mAh).

[Reference Numbers]

1: Positive electrode plate
 1a: Positive electrode current collector
 1b: Positive electrode active material layer
 1c: Positive electrode side lead wire connection

2: Negative electrode plate
 2a: Negative electrode current collector
 2b: Negative electrode active material layer
 2c: Negative electrode side lead wire connection
 3: Separator
 4: Lithium ion migration preventing insulator

[FIG. 1]



(19)日本国特許庁（J P）

(12) **公開特許公報** (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10－326629

(43)公開日 平成10年(1998)12月8日

(51)Int.Cl ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 10/40			H 0 1 M 10/40	Z
4/02			4/02	C
				D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 数)

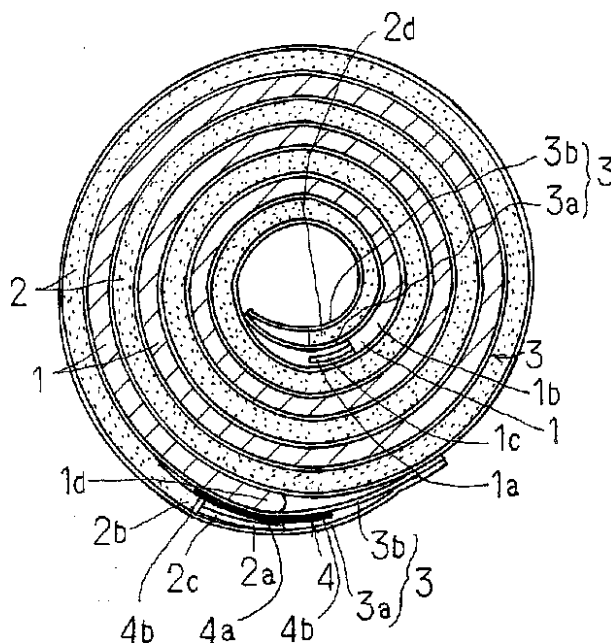
(21)出願番号	特願平9－136892	(71)出願人	000001203 新神戸電機株式会社 東京都中央区日本橋本町2丁目8番7号
(22)出願日	平成9年(1997)5月27日	(72)発明者	前島 敏和 東京都中央区日本橋本町2丁目8番7号 新神戸電機株式会社内
		(72)発明者	東本 晃二 東京都中央区日本橋本町2丁目8番7号 新神戸電機株式会社内
		(74)代理人	弁理士 松本 英俊 (外1名)

(54)【発明の名称】 リチウムイオン二次電池

(57)【要約】

【課題】 負極集電体の負極側リード線接続部にリチウムが析出してデンドライトが発生するのを抑制できるリチウムイオン二次電池を得る。

【解決手段】 正極板1と負極板2とをセパレータ3を介して渦巻状に巻回して極板群を形成する。負極集電体2aの負極側リード線接続部2cとセパレータ3の内側巻回層3b（正極板1の他方の端部1dに対応する部分）との間にリチウムイオン移動阻止用絶縁物4を配置する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 正極集電体に金属酸化物を主成分とする正極材層が担持されてなる帯状の正極板と、負極集電体にリチウムのドーブ及び脱ドーブが可能な炭素材料を主成分とする負極材層が担持されてなる帯状の負極板とが帯状のセパレータを介して渦巻状に巻回されてなる極板群を有し、

前記極板群の内周側に位置する前記正極板の長手方向の一方の端部から前記正極集電体の一部が露出させられて正極側リード線接続部が形成され、

前記極板群の外周側に位置する前記負極板の長手方向の一方の端部から前記負極集電体の一部が露出させられて負極側リード線接続部が形成され、

前記正極側リード線接続部及び前記負極側リード線接続部は巻回されたセパレータによって形成された隣り合う 2 つのセパレータ巻回層の間に配置され、巻回された前記正極板の長手方向の他方の端部は内側に位置する前記セパレータ巻回層を間に介して前記負極側リード線接続部と対向するように配置されているリチウムイオン二次電池であって、

前記負極側リード線接続部と前記正極板の前記他方の端部との間には、両者間におけるリチウムイオンの移動を阻止するようにリチウムイオン移動阻止用絶縁物が配置されていることを特徴とするリチウムイオン二次電池。

【請求項 2】 前記リチウムイオン移動阻止用絶縁物は、前記負極側リード線接続部と内側に位置する前記セパレータ巻回層との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のリチウムイオン二次電池。

【請求項 3】 前記リチウムイオン移動阻止用絶縁物は、前記負極側リード線接続部と全面的に対向する対向部と該対向部から前記極板群の周方向両側に延びる一對の延長部とを有していることを特徴とする請求項 1 に記載のリチウムイオン二次電池。

【請求項 4】 前記リチウムイオン移動阻止用絶縁物は、合成樹脂からなるシート状部材を用いることを特徴とする請求項 1 に記載のリチウムイオン二次電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はリチウムイオン二次電池に関するものであり、特に正極板と負極板とがセパレータを介して渦巻状に巻回されてなる極板群を有するリチウムイオン二次電池に関するものである。

【0002】

【従来の技術】負極活物質に金属リチウムを用いるリチウム電池は、高いエネルギーを有するものの、充放電の繰り返しにより、負極板にリチウムが針状に析出するいわゆるデンドライトが発生する。デンドライトが大きく成長し、セパレータを突き破って正極板に達すると電池内で短絡が生じ、電池性能が著しく低下すると共に最悪の場合には電池が破裂、爆発するおそれがある。そこ

で、リチウムのドーブ及び脱ドーブが可能な炭素材料を負極板の負極材として用い、金属酸化物を正極板の正極材として用いるリチウムイオン二次電池が提案された。この種の電池として、金属箔からなる負極集電体に負極材層が形成された負極板と、金属酸化物からなる正極材層を有する正極板とをセパレータを介して渦巻状に巻回した極板群を電池缶内に配置した渦巻型のリチウムイオン二次電池が知られている。

【0003】

10 【発明が解決しようとする課題】通常、渦巻型のリチウムイオン二次電池では、負極板の長手方向の一方の端部から負極集電体の一部が露出して電池の負極端子と接続するリード線が接続される負極側リード線接続部が形成されている。そして、この負極側リード線接続部は内側に位置するセパレータ巻回層を間に介して正極板の端部と対向している。このような負極側リード線接続部は、金属表面が直接セパレータを介して正極板と対向するため、電池の充電条件によっては、表面にリチウムが析出してデンドライトが発生することがある。通常の充電条件により電池を充電する場合には、負極板の電位はリチウムの析出電位まで低下しないため負極側リード線接続部にはリチウムは析出しないが、急速充電を行う場合には、電流値、定電圧値等の条件によっては負極板の電位がリチウムの析出電位以下になることがある。その場合、集電体の負極側リード線接続部にリチウムが析出してしまいう問題があった。

【0004】本発明の目的は、負極集電体の負極側リード線接続部にリチウムが析出してデンドライトが発生するのを抑制できるリチウムイオン二次電池を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明で対象とするリチウムイオン二次電池は、正極集電体に金属酸化物を主成分とする正極材層が担持されてなる帯状の正極板と、負極集電体にリチウムのドーブ及び脱ドーブが可能な炭素材料を主成分とする負極材層が担持されてなる帯状の負極板とが帯状のセパレータを介して渦巻状に巻回されてなる極板群を有している。そして、極板群の内周側に位置する正極板の長手方向の一方の端部から正極集電体の一部を露出して正極側リード線接続部を形成し、極板群の外周側に位置する負極板の長手方向の一方の端部から負極集電体の一部を露出して負極側リード線接続部を形成する。また、正極側リード線接続部及び負極側リード線接続部は巻回されたセパレータによって形成された隣り合う 2 つのセパレータ巻回層の間に配置され、巻回された正極板の長手方向の他方の端部は内側に位置するセパレータ巻回層を間に介して負極側リード線接続部と対向するように配置されている。

【0006】本発明では、負極側リード線接続部と正極板の他方の端部との間に、両者間におけるリチウムイオ

ンの移動を阻止するようにリチウムイオン移動阻止用絶縁物を配置する。

【0007】本発明によれば、負極側リード線接続部と正極板の他方の端部との間におけるリチウムイオンの移動をリチウムイオン移動阻止用絶縁物により阻止することができる。そのため、急速充電等の際に負極板の電位がリチウムの析出電位以下になっても、負極集電体の負極側リード線接続部にリチウムが析出するのを防ぐことができる。

【0008】リチウムイオン移動阻止用絶縁物は、負極側リード線接続部と正極板との間であれば、どの様に配置しても構わない。例えば、負極側リード線接続部に対応する正極板の部分と外側に位置するセパレータ巻回層との間に配置してもよいし、負極側リード線接続部と内側に位置するセパレータとの間に配置してもよい。

【0009】正極板と負極集電体の負極側リード線接続部との間におけるリチウムイオンの移動をほぼ完全に阻止するには、負極側リード線接続部と全面的に対向する対向部と該対向部から極板群の周方向両側に延びる一対の延長部とを有するようにリチウムイオン移動阻止用絶縁物を構成すればよい。

【0010】リチウムイオン移動阻止用絶縁物としては、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリイミド等からなる合成樹脂等のシート状部材を用いることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の実施の形態のリチウムイオン二次電池（公称容量1000mAh）の極板群の断面図である。本図に示すように、極板群は、帯状の正極板1と帯状の負極板2とが帯状のセパレータ3を介して渦巻状に巻回されて構成されている。正極板1は、アルミ箔からなる正極集電体1aの両面にコバルト酸リチウムからなる金属酸化物を主成分とする正極材層1bが形成されて構成されており150μmの厚みを有している。具体的には、正極板1は、LiCoO₂と炭素からなる導電助材とPVDFを重量比で85：5：10で混練した混練物をN-メチル2ピロリドン中に分散してスラリーを作り、このスラリーを、正極集電体1a（アルミ箔）に塗布、乾燥して製造した。正極板1の極板群の内周側における正極集電体1aの一方の端部には、正極材層が形成されず集電体の一部が露出する正極側リード線接続部1cが形成されている。この正極側リード線接続部1cはセパレータ3の外側巻回層3aを間に介して負極板2の長手方向の他方の端部2dと対向しており、正極端子と接続する図示しないリード線が接続されている。

【0012】負極板2は、銅箔からなる負極集電体2aの両面に非晶質炭素材を主成分とする負極材層2bが形

成されて構成されており200μmの厚みを有している。具体的には、負極板2は、非晶質炭素とPVDFを重量比で90：10で混練した混練物をN-メチル2ピロリドン中に分散してスラリーを作り、このスラリーを、負極集電体2a（銅箔）に塗布、乾燥して製造した。負極板2の極板群の外周側における負極集電体2aの一方の端部には、負極材層が形成されず集電体の一部が露出する負極側リード線接続部2cが形成されている。この負極側リード線接続部2cは、セパレータ3の内側巻回層3bを介して正極板1の長手方向の他方の端部1dと対向しており、負極端子と接続する図示しないリード線が接続されている。セパレータ3は、負極板2の外側を巻回する外側巻回層3aと負極板2の内側を巻回する内側巻回層3bとから構成されている。外側巻回層3a及び内側巻回層3bは、それぞれポリプロピレンのフィルムに多数の孔が形成されたイオンの移動が可能な構造を有しており、25μmの厚みを有している。

【0013】負極集電体2aの負極側リード線接続部2cとセパレータ3の内側巻回層3bとの間（正極板1の他方の端部1dに対応する部分）には、負極側リード線接続部2cと正極板1の他方の端部1dとの間のリチウムイオンの移動を阻止するリチウムイオン移動阻止用絶縁物4が配置されている。リチウムイオン移動阻止用絶縁物4はポリプロピレンからなる厚み25μmのシート状部材により形成されている。このリチウムイオン移動阻止用絶縁物4は、負極側リード線接続部2cと全面的に対向する対向部4aと該対向部4aから極板群の周方向両側に延びる一対の延長部4b、4bとを有している。一対の延長部4b、4bの周方向両側に延びる長さ、リチウムイオンの移動を十分に阻止できる寸法に定められている。絶縁物4は接合手段を用いることなく配置してもよいし、接着剤等の接合手段でセパレータ3と接合して配置してもよい。

【0014】次に上記の本発明の実施の形態のリチウムイオン二次電池（実施例のリチウムイオン二次電池）と、リチウムイオン移動阻止用絶縁物4を配置せず、その他は実施例と同様の構造を有する比較例のリチウムイオン二次電池（公称容量1000mAh）とを用いて寿命特性試験を行った。具体的には、下記の表1に示す条件1～3のそれぞれの充電と電流値1000mAで終止電圧2.5Vまで行う放電とをそれぞれ25±2℃の温度下で行い、放電容量が1サイクル目の放電容量の70%以下になったときのサイクル数（寿命サイクル数）を測定した。即ち、各条件は、放電条件及び温度条件はいずれも同じであり、充電条件のみがそれぞれ異なっている。表2はその測定結果を示している。

【0015】

【表1】

条件1	4. 2V (制限電流値1000mA) 定電圧充電 2. 5時間
条件2	4. 3V (制限電流値1000mA) 定電圧充電 1. 5時間
条件3	4. 3V (制限電流値2000mA) 定電圧充電 1. 0時間

【表2】

	条 件	サイクル寿命数
実施例	1	883
"	2	752
"	3	722
比較例	1	719
"	2	315
"	3	189

表2より実施例のリチウムイオン二次電池は、比較例のリチウムイオン二次電池に比べてサイクル寿命が長いのが分る。特に負極板の電位がリチウムの析出電位以下になりやすい条件2, 3においては、サイクル寿命の差が著しいのが分る。また、本実施例の電池を各条件において、それぞれ1サイクル後に解体したところの負極側リード線接続部にもリチウムの析出は見られなかった。それに対して比較例の電池では、1サイクル後に解体したところ条件2及び3においては、負極側リード線接続部にリチウムの析出が見られた。

【0016】なお、本実施例では、負極集電体2aの負極側リード線接続部2cとセパレータ3の内側巻回層3bとの間にリチウムイオン移動阻止用絶縁物4を配置したが、負極側リード線接続部2cに対応する正極板3の部分とセパレータ3の外側巻回層3aとの間等の他の位置にリチウムイオン移動阻止用絶縁物4を配置しても構*

*わない。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、負極側リード線接続部と正極板との間におけるリチウムイオンの移動をリチウムイオン移動阻止用絶縁物により阻止することができる。そのため、急速充電等の際に負極板の電位がリチウムの析出電位以下になっても、負極集電体の負極側リード線接続部にリチウムが析出するのを防ぐことができる。その結果、電池の内部短絡を防止でき、電池の寿命を延ばすことができる。

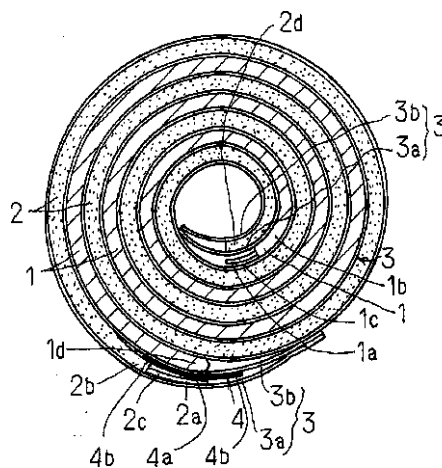
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態のリチウムイオン二次電池（公称容量1000mAh）の極板群の断面図である。

【符号の説明】

- 1 正極板
- 1a 正極集電体
- 1b 正極材層
- 1c 正極側リード線接続部
- 20 2 負極板
- 2a 負極集電体
- 2b 負極材層
- 2c 負極側リード線接続部
- 3 セパレータ
- 4 リチウムイオン移動阻止用絶縁物

【図1】





TRANSLATOR CERTIFICATION

Date: December 5, 2024

To whom it may concern:

I, Frank McGee, a translator fluent in the Japanese and English languages, on behalf of Morningside Translations, do solemnly and sincerely declare that the following is, to the best of my knowledge and belief, a true and correct translation of the documents listed below in a form that reflects the intention and meaning of the original text.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code.

Document designated as: JPH10326629A (Maejima)

Frank McGee