

公告本

申請日期	90.10.5.
案 號	90124693
類 別	H01M 10/40, 10/04

A4

C4

523945

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	非水溶性電解電池
	英 文	NON-AQUEOUS ELECTROLYTE CELL
二、發明 創作人	姓 名	1.酒井 秀樹 HIDEKI SAKAI 2.福嶋 弦 YUZURU FUKUSHIMA 3.久山 純司 JUNJI KUYAMA 4.細谷 守 MAMORU HOSOYA
	國 籍	均日本
三、申請人	住、居所	均日本東京都品川區北品川六丁目七番35號
	姓 名 (名 稱)	日商新力股份有限公司 SONY CORPORATION
三、申請人	國 籍	日本
	住、居所 (事務所)	日本東京都品川區北品川六丁目七番35號
三、申請人	代 表 人 姓 名	安藤 國威 KUNITAKE ANDO

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權日本 2000年10月06日 特願2000-308303 ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝

訂

線

五、發明說明(1)

發明背景

發明範圍

本發明係關於一種非水性電解質電池，其使用一種將長條形陰極材料及長條形陽極材料一起積層且捲成圈狀而獲得的電池裝置。更特別地是，本發明係關於一種改良的電池裝置。

相關技藝的描述

現今，爲了趕上最近明顯發展的電子設備，正對可方便及經濟地使用一段長時間的電源，即可再充電的電池進行研究。典型的電池有鉛蓄電池、鹼蓄電池及非水性電解質電池。

在上述電池中，鋰離子二次電池(爲非水性電解質電池)具有高輸出及高能量密度的優點。

鋰離子二次電池由一陰極及一陽極(其包含能可逆地摻雜/去摻雜鋰離子的活性材料)，及一非水性電解質組成。鋰離子電池所進行的充電反應爲陰極的鋰離子去內插而進入電解質溶液及再內插進入陽極活性材料。在放電時，進行與充電反應相反的反應，如此鋰離子再內插回陰極。亦即，重覆地充電/放電即爲重覆地發生鋰離子從陰極出/入及從陽極活性材料入/出的反應。

現在，使用 LiCoO_2 、 LiNiO_2 或 LiMn_2O_4 做爲鋰離子二次電池的陰極活性材料，因爲這些材料具有高能量密度及高電壓。

但是，若使用先前提及的活性材料，在充電及放電期間

五、發明說明(2)

陰極材料及陽極材料二者會各別地進行體積的增大及收縮，因此會產生明顯的體積改變，因此，在將電解質溶液及電池裝置容納在鐵電池容器中的電池之實例中，陰極及陽極材料一起積層及捲繞而形成電池裝置，若陰極及陽極材料捲繞成內部直徑太小，則在線圈中心附近中的陰極活性材料或陽極活性材料層會由於在充電/放電期間電池裝置的體積改變而趨向於損壞、剝落或分離，因此造成內部短路或損壞體積保有比率而無法實現令人滿意的循環特性。

再者，依電池裝置的結構而定，特別是內部直徑 d 與外部直徑 D 的比率值(或 d/D)，若導入電池裝置的活性材料量無法與電解質溶液量相平衡則無法達成高的放電容量。

發明概述

因此本發明之目標為提供一種非水性電解質電池，其將陰極和陽極材料一起積層及捲繞以形成一電池裝置，然後再與電解質溶液一起安裝在電池容器中，其具有高容量及可改善體積保有比率。

本發明提供一種包含一電池裝置的非水性電解質電池，該裝置包括一長條形陰極材料及一長條形陽極材料(其與分離器積層及捲繞多次)、一非水性電解質溶液、及一用來容納電池裝置及非水性電解質溶液的電池容器；其中該陰極材料使用具橄欖石結構的化合物做為陰極活性材料，該化合物可由一般式 $\text{Li}_x\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y\text{O}_4$ 表示，其中 M 為至少一種選自於 Mn 、 Cr 、 Co 、 Cu 、 Ni 、 V 、 Mo 、 Ti 、 Zn 、 Al 、 Ga 、 Mg 、 B 及 Nb ，且 $0.05 \leq x \leq 1.2$ 及 $0 \leq y \leq 0.8$ ，而該化合物可單獨地

五、發明說明(3)

使用或與其它材料組合著使用；及其中該電池裝置的內部直徑 d 與外部直徑 D 之比率為 $0.05 < d/D < 0.5$ 。

根據本發明之非水性電解質電池，在陰極活性材料中使用先前提及的化合物可抑制在充電/放電時電池裝置的體積改變而可使該捲繞的電池裝置之內部直徑減少。因此，根據本發明使用先前提及的化合物做為陰極活性材料且藉由設定電池裝置的內部直徑 d 與外部直徑 D 比率至預定範圍，可獲得高放電容量及高容量保有比率。

圖形簡述

圖1為具體化本發明之非水性電解質電池的剖面截面圖。

圖2顯示圖1之電池的電池裝置的本質部分之截面圖。

較佳具體實施例之描述

本發明將參照圖形詳細地解釋一些較佳的具體實施例。

參照圖1，非水性電解質電池1包括一長條形陰極材料2及一長條形陽極材料3，其與分離器4一起積層及螺旋地捲繞多次而形成電池裝置5，再與非水性電解質溶液一起安裝在電池容器6中。

陰極材料2由鋁箔形成的陰極電流收集器7組成，於該收集器的二邊形成含能電子可逆地放出及吸收鋰的陰極活性材料之陰極活性材料層8。陰極導線9安裝在陰極材料2的一端附近。

包含在陰極活性材料層8中的陰極活性材料為一種由一般式 $\text{Li}_x\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y\text{PO}_4$ 表示之橄欖石結晶結構化合物，其中 M 為至少一種選自於 Mn 、 Cr 、 Co 、 Cu 、 Ni 、 V 、 Mo 、 Ti 、 Zn 、 Al

五、發明說明(4)

、Ga、Mg、B及Nb，且 $0.05 \leq x \leq 1.2$ 及 $0 \leq y \leq 0.8$ 。此化合物可單獨地使用或組合著使用。於本具體實施例中，使用由 LiFePO_4 (晚後將詳細地解釋)及碳材料組成的複合材料做為陰極活性材料。接著，將解釋使用 LiFePO_4 做為 $\text{Li}_x\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y\text{PO}_4$ 及使用含 LiFePO_4 及碳材料的複合材料做為陰極活性材料之實例。

含 LiFePO_4 及碳材料之複合材料(以下簡單地指為 LiFePO_4 碳複合材料)為一種由在 LiFePO_4 粒子表面黏附許多碳材料粒子組成的材料，其中碳材料粒子的粒子尺寸明顯地小於 LiFePO_4 粒子的粒子尺寸。因為碳材料具導電性，由碳材料及 LiFePO_4 組成之 LiFePO_4 碳複合材料的電子導電度比由例如僅有 LiFePO_4 組成的陰極活性材料還高。亦即，因為 LiFePO_4 碳複合材料由於碳粒子黏附在 LiFePO_4 粒子而改善其電子導電度，因此可充分地顯露適合於 LiFePO_4 的容量。因此，藉由使用 LiFePO_4 碳複合材料做為陰極活性材料可獲得具有高容量的非水性電解質電池1。

在 LiFePO_4 碳複合材料中每單位重量的碳含量合意地為不少於3重量%。若每單位重量的 LiFePO_4 碳複合材料之碳含量少於3重量%黏附在 LiFePO_4 上的碳粒子量會不夠，所以無法令人滿意地達成適合的電子導電度改善效應。

至於形成 LiFePO_4 碳複合材料的碳材料，較佳地使用具有繞射束強度面積比率等於0.3或較高的材料，其中該比率為在石墨拉曼光譜中拉曼光譜顯示在波數1570至1590公分⁻¹處的繞射束與顯示在波數1340至1360公分⁻¹處的繞射束之

五、發明說明(5)

比率，或 $A(D/G)$ 比率。

強度面積比率 $A(D/G)$ 定義為利用拉曼光譜法測量之無背景拉曼光譜的強度面積比率 $A(D/G)$ ，其中G-波峰顯示在波數1570至1590公分⁻¹處及D-波峰顯示在波數1340至1360公分⁻¹處，如顯示於圖2。"無背景"為無雜訊部分的狀態。

在Gr拉曼光譜的許多波峰當中觀察二個波峰，換句話說如上述討論的顯示在波數1570至1590公分⁻¹處之G-波峰及顯示在波數1340至1360公分⁻¹處的D-波峰。這些當中，D-波峰非為G-波峰固有的波峰，而是當結構變形及對稱性降低時會顯露的非拉曼活性波峰。因此，D-波峰用來測量Gr的結構變形。於熟知的方法中，D-及G-波峰的強度面積比率 $A(D/G)$ 與Gr沿著a軸的結晶尺寸La之倒數成比例。

至於此碳材料，較佳地使用非晶狀碳材料，諸如乙炔黑。

具有強度面積比率 $A(D/G)$ 不少於0.3之碳材料可藉由加工諸如以研磨裝置研成粉末而獲得。碳材料可藉由控制研磨時間而達成具有任意的 $A(D/G)$ 比率。

例如，晶體狀碳材料的石墨可使用強有力的研磨裝置(諸如行星式球磨機)容易地破壞其結構而逐漸地非晶狀化，所以強度面積比率 $A(D/G)$ 伴隨著增加。亦即，藉由控制研磨裝置的驅動時間，此碳材料可容易地製造出具有所需的不少於0.3的 $A(D/G)$ 值。因此，藉由研磨亦可較佳地使用晶體狀碳材料做為碳材料。

LiFePO₄碳複合材料的粉末密度較佳地不少於2.2克/立方公分。若合成LiFePO₄碳複合材料用之材料研磨至此一粉末

五、發明說明(6)

密度不少於2.2克/立方公分的程度，所產生的 LiFePO_4 碳複合材料已充分地研成粉末，所以可獲得具有較高的陰極活性材料充入比率及高容量的非水性電解質電池1。再者，因為 LiFePO_4 碳複合材料藉由研磨而滿足先前提及的粉末密度，其比表面積可增加。也就是說，可在 LiFePO_4 及碳材料間維持足夠的接觸面積而改善電子導電度。

若 LiFePO_4 碳複合材料的粉末密度少於2.2克/立方公分，則 LiFePO_4 碳複合材料無法充分地壓縮，所以有無法改善陰極材料2的活性材料之填充比率的風險。

另一方面， LiFePO_4 碳複合材料的巴爾奈烏爾-埃梅特-特勒(Brunauer-Emmet-Teller)(BET)比表面積較佳地不少於10.3平方公尺/克。若 LiFePO_4 碳複合材料的BET比表面積不少於10.3平方公尺/克，則足夠地增加每單位重量的 LiFePO_4 之表面積而增加在 LiFePO_4 及碳材料間的接觸面積而可令人滿意地改善陰極活性材料之電子導電度。

LiFePO_4 碳複合材料的一級粒子尺寸較佳地不大於3.1微米。使用一級粒子尺寸不大於3.1微米的 LiFePO_4 碳複合材料，可足夠地增加每單位面積的 LiFePO_4 之表面積而增加在 LiFePO_4 及碳材料間的接觸面積而改善陰極活性材料之電子導電度。

於本具體實施例中，使用 LiFePO_4 碳複合材料做為陰極活性材料。但是，本發明不限制於此。於本發明中， LiFePO_4 其自身可使用做為陰極活性材料，或除了 LiFePO_4 外可使用由一般式 $\text{Li}_x\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y\text{PO}_4$ 表示之化合物做為陰極活性材料，

五、發明說明(7)

其中M為至少一種選自於Mn、Cr、Co、Cu、Ni、V、Mo、Ti、Zn、Al、Ga、Mg、B及Nb，且 $0.05 \leq x \leq 1.2$ 及 $0 \leq y \leq 0.8$ ，其可單獨地使用或與其它材料組合著使用。這些化合物的例子有，例如 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Mn}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Cr}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Co}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Cu}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{V}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Mo}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Ti}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Mg}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{B}_{0.75}\text{PO}_4$ 及 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Nb}_{0.75}\text{PO}_4$ 。

包含在陰極活性材料層中的黏著劑可由任何合適且熟知的樹脂材料形成，而該樹脂材料通常地使用在此類型非水性電解質電池中而做為陰極活性材料層的黏著劑。

陽極材料3由鎳箔或銅箔形成的陽極電流收集器10組成，且在陽極電流收集器10的每個表面上形成陽極活性材料層11。將陽極導線12安裝至陽極材料3附近。

陽極活性材料層11的陽極活性材料為能摻雜/去摻雜鋰的材料。至於此能摻雜/去摻雜鋰的陽極活性材料，可使用金屬鋰、鋰合金、摻雜鋰的導電高分子材料、含碳的材料或積層化合物，諸如金屬氧化物。包含在陽極活性材料層11中的黏著劑可為任何合適且熟知的黏著劑，其通常地使用在此類型的非水性電解質電池中。

在非水性電解質電池1中，若陽極材料3的橫向末端位置與相對的陰極材料2之橫向末端位置相等或內向地並列，在充電期間從陽極材料3橫向末端的外邊上或在其附近中的陰極材料2處放出之鋰離子會趨向於受在陽極材料3的二邊橫

五、發明說明(8)

向末端處之充電/放電平衡影響，此時鋰離子會分析出成為金屬鋰而妨礙充電/放電反應，使得無法產生足夠的充電/放電循環特性。

因此，於非水性電解質電池1中將陽極材料3的寬度設定成比陰極材料2寬可使得鋰離子難以受面對著陰極材料2的二邊橫向末端處或二橫向末端附近處的陽極材料3部分之充電/放電平衡影響，因此鋰離子難以分析出。在非水性電解質電池1中，因為在使用 LiFePO_4 做為陰極活性材料時，於充電至超過4伏特的高電壓時所放出的Li量明顯地比傳統的陰極活性材料(諸如 LiCoO_2)於4伏特時所放出的還少，故金屬鋰較不易在面對著陰極材料2的橫向末端附近或二橫向末端處的陽極材料3部分分析出。

若陽極材料3的一末端比相對的陰極材料2末端大0.05毫米或更多時可獲得充電/放電，然而，若陽極材料3的一末端比相對的陰極材料2末端大少於0.05毫米時，則陽極材料3末端會趨近於與相對的陰極材料2末端相等或內向地並列。若陽極材料3一末端的寬度比相對的陰極材料2末端大2.0毫米或更多時，則不參與電池反應的陽極活性材料量增加而降低電池的能量密度。因此想要的是陽極材料3的寬度比陰極材料2寬，所以顯示在圖1中的一邊寬度尺寸差異 t 於範圍0.05毫米至2.0毫米。

分離器4用來將陰極材料2的陰極活性材料層8與陽極材料3的陽極活性材料層11分離，其可由任何合適且熟知的材料薄膜形成，而該薄膜通常地使用在此類型非水性電解

五、發明說明(9)

質電池中做為分離器，諸如例如，高分子材料薄膜，例如，聚丙烯。考慮到在鋰離子導電度及能量密度間的關係，分離器4的厚度需要儘可能地薄。特別地，合意的分離器厚度例如為50微米或較少。

於非水性電解質電池1中，先前提及的陰極材料2及陽極材料3與分離器4一起積層及捲繞多次而形成電池裝置5，如顯示在圖1及2。電池裝置5藉由將陰極材料2及陽極材料3捲成圈狀而製造，所以內部直徑 d 與其外部直徑 D 之比率(或 d/D)將為 $0.05 < d/D < 0.5$ 。該非水性電解質電池1使用如上述討論的具有橄欖石結晶結構之 LiFePO_4 做為陰極活性材料。此 LiFePO_4 的性質與使用做為陽極活性材料的那些碳材料相反；亦即其性質各別地為在充電期間當Li去摻雜時其結晶晶格體積會減少，而在放電期間當Li摻雜時則體積會增加。因此，比較至使用傳統的材料諸如 LiCoO_2 做為陰極活性材料的電池，於非水性電解質電池1中，電池裝置5僅經歷較少程度的充電/放電之體積改變。因此，可抑制當電池裝置5的內部直徑 d 減少而其外部直徑 D 保持不變且進行多次充電/放電時，由於裝置體積的增大或收縮而造成的活性材料之電化學性質的損害、活性材料之剝落或分離而改善容量保有比率，以達成最理想的循環特性。

將內部直徑 d 與其外部直徑 D (或 d/D)比率設定為 $0.05 < d/D < 0.5$ 的理由為若比率不少於0.5，內部直徑 d 如此地大使得會導入過量的電解質溶液，然而無法充入電池反應時所需及足夠的活性材料量所以無法維持電池的實際容

五、發明說明(10)

量。將內部直徑 d 與外部直徑 D 比率 d/D 的下限設定為0.05之理由為若比率大於0.05，則不產生先前提及的因裝置體積的增大或收縮而造成的活性材料之電化學性質的損害、活性材料的剝落或分離，然而，若比率為不大於0.05，實際上會產生先前提及的活性材料之電化學性質的損害、活性材料的剝落或分離。

至於非水性電解質溶液，可使用將電解質溶解在非質子水性溶劑中而獲得的此溶液。

至於非水性溶劑，可使用例如碳酸丙二酯、碳酸亞乙酯、碳酸丁二酯、碳酸亞乙烯酯、 γ -丁內酯、環丁砜、1,2-二甲氧基乙烷、1,2-二乙氧基乙烷、2-甲基四氫呋喃、3-甲基-1,3-二噁茂烷、丙酸甲酯、丁酸甲酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯及碳酸二丙酯。考慮到電壓穩定性，較佳地使用環狀碳酸酯類，諸如碳酸丙二酯、碳酸亞乙酯、碳酸丁二酯或碳酸亞乙烯酯；及鏈狀碳酸酯類，諸如碳酸二甲酯、碳酸二乙酯及碳酸二丙酯。這些非水性溶劑可單獨地使用或組合著使用。

至於溶解在非水性溶劑中的電解質，可使用鋰鹽類，諸如 LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiCF_3SO_3 或 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 。這些鋰鹽類中， LiPF_6 及 LiBF_4 為較佳。

使用內部表面電鍍著鎳的電池容器6來安裝電池裝置5及非水性電解質。

於此之後解釋如上所述建構的非水性電解質電池1之製備方法。

五、發明說明(11)

首先，利用如現在解釋的製造方法來合成做為陰極活性材料的 LiFePO_4 及碳材料之複合材料。

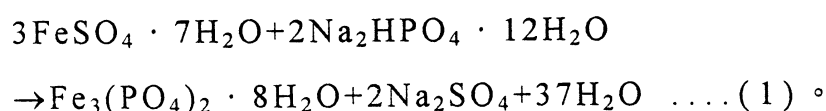
對合成陰極活性材料來說，將合成 LiFePO_4 用之起始材料一起揉捏、研磨及燒結。在混合、研磨及燒結期間合適的時間點將碳材料加入至已揉捏的合成用之起始材料。至於合成 LiFePO_4 用之起始材料，可使用 Li_3PO_4 、 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ 或其水合物 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，其中 n 為水合物中水的數目。

接著解釋的實例為使用磷酸鋰 Li_3PO_4 及磷酸亞鐵8水合物 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (其將如下列解釋的方法合成)做為合成用之起始材料，及其中在將碳材料加入至這些合成用之起始材料後進行一些製程步驟以合成 LiFePO_4 碳複合材料。

首先，藉由混合步驟將合成 LiFePO_4 用之起始材料及碳材料一起混合以形成混合物。然後，藉由研磨製程研磨從混合步驟來的混合物，再藉由燒結製程對經研磨的混合物進行燒結。

於混合製程中，將磷酸鋰及磷酸亞鐵8水合物以預定比率混合在一起，及進一步加入碳材料而形成一混合物。

此使用做為合成用之起始材料的磷酸亞鐵8水合物之合成可藉由將磷酸氫二鈉12水合物($2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)加入至由將磷酸亞鐵7水合物($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)溶解在水中而獲得的水性溶液，再讓產生的主體停留一段預定的時間。磷酸亞鐵8水合物之合成反應可由下列化學式(1)表示：



五、發明說明 (12)

於做為合成用材料之磷酸亞鐵8水合物中，從合成製程中將包含某些量的 Fe^{3+} 。若 Fe^{3+} 遺留在合成用之材料中，會因燒結而產生三價Fe化合物而妨礙 LiFePO_4 碳複合材料的單相合成。因此需要在燒結之前加入還原劑至合成用之起始材料以在燒結時將包含在合成用之起始材料中的 Fe^{3+} 還原成 Fe^{2+} 。

但是，對使用還原劑將 Fe^{3+} 還原成 Fe^{2+} 的還原劑容量有一限制，如此，若在合成用之起始材料中的 Fe^{3+} 含量過多，會發生 Fe^{3+} 無法全部還原而遺留在 LiFePO_4 碳複合材料中。

因此想要的是將於磷酸亞鐵8水合物之總鐵量中的 Fe^{3+} 含量設定為61重量%或較少。藉由從開始即限制磷酸亞鐵8水合物之總鐵量中的 Fe^{3+} 含量為61重量%或較少，可令人滿意地獲得 LiFePO_4 碳複合材料的單相合成而不讓 Fe^{3+} 在燒結時遺留，亦即沒有產生可歸因於 Fe^{3+} 的雜質。

應該注意的是，在製造磷酸亞鐵8水合物時的停留時間愈長，所產生的產物中之 Fe^{3+} 含量愈大，所以，藉由控制停留時間等於預定的時間可製造出具有合適的 Fe^{3+} 之磷酸亞鐵8水合物。在磷酸亞鐵8水合物之總鐵量中的 Fe^{3+} 含量可利用摩斯鮑爾(Mossbauer)方法測量。

加入至合成用之起始材料的碳材料可作為還原劑用來在燒結時將 Fe^{3+} 還原成 Fe^{2+} ，即使包含在做為合成用之起始材料的磷酸亞鐵8水合物中之 Fe^{2+} 由大氣氛中的氧或於燒結時氧化成 Fe^{3+} 亦可還原。因此，即使有 Fe^{3+} 遺留在合成用之起始材料上，亦可防止雜質產生而保證 LiFePO_4 碳複合材料的

五、發明說明 (13)

單相合成。再者，碳材料可作為抗氧化劑用來防止包含在合成用之起始材料中的 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 。亦即，碳材料可防止 Fe^{2+} 在烘箱燒結之前或在燒結期間由存在於大氣氛中的氧氧化成 Fe^{3+} 。

亦即，碳材料不僅可做為帶電試劑用來改善陰極活性材料之電子導電度，而且亦可做為還原劑及做為抗氧化劑。同時，因為此碳材料為 LiFePO_4 碳複合材料的組分，在合成 LiFePO_4 碳複合材料後沒有移除碳材料的必要性。結果可改善 LiFePO_4 碳複合材料的製備效率。

應注意的是每單位重量的 LiFePO_4 碳複合材料之碳含量不少於3重量%。藉由設定每單位重量的 LiFePO_4 碳複合材料之碳含量至不少於3重量%可將 LiFePO_4 固有的容量及循環特性發揮至最大的程度。

在研磨製程中，將混合製程產生的混合物接受研磨，於此研磨及混合同時地發生。研磨於此意謂著使用一球磨機強有力地研成粉末及混合。至於球磨機，可選擇地使用行星式球磨機、攪拌式球磨機或機械-熔融。

藉由研磨從混合製程來的混合物，合成用之起始材料與碳材料可均相地混合。再者，若合成用之起始材料藉由研磨來研成粉末時，合成用之起始材料的比表面積會增加，因此增加合成用之起始材料的接觸點而加速於隨後的燒結製程中之合成反應。

想要的是，藉由研磨含合成用之起始材料的混合物，粒子尺寸不少於3微米的粒子尺寸分佈(就體積積分率而論)不

五、發明說明(14)

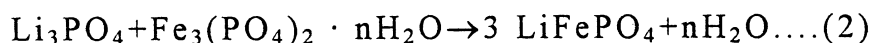
大於22%。隨著合成用之起始材料的粒子尺寸分佈在上述範圍，合成用之起始材料具有足夠的表面積以產生可進行合成反應的表面活性。因此，即使燒結溫度為例如600°C的低值(其低於合成用之起始材料的熔點)，反應效率亦為最理想的，因此可令人滿意地達成LiFePO₄碳複合材料的單相合成。

再者，合意地執行研磨所以LiFePO₄碳複合材料的粉末密度將為2.2克/立方公分或較高。藉由研磨合成用之起始材料而獲得上述定義的粉末密度，可增加LiFePO₄的比表面積及因此在LiFePO₄及碳材料間之接觸面積，而改善陰極活性材料的電子導電度。

因此，藉由研磨含合成用之起始材料的混合物可製造此一陰極活性材料而獲得高容量的非水性電解質電池1。

於燒結步驟中，燒結於壓縮步驟中壓實而獲得的混合物。藉由燒結該混合物，磷酸鋰可與磷酸亞鐵8水合物反應而合成LiFePO₄。

LiFePO₄之合成反應可由下列反應式(2)表示：

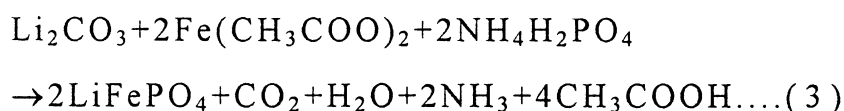


其中n為水合物中水的數目及對酐來說等於0。於化學式(2)中，Li₃PO₄與Fe₃(PO₄)₂或其水合物Fe₃(PO₄)₂·nH₂O反應，其中n為水合物中水的數目。

從化學式(2)可看見，若使用Fe₃(PO₄)₂做為合成用之起始材料則無副產物產生。另一方面，若使用Fe₃(PO₄)₂·nH₂O則會產生無毒的副產物，水。

五、發明說明 (15)

迄今為止，將做為合成材料的碳酸鋰、磷酸二氫銨及醋酸亞鐵II以預定比率混合及燒結而合成 LiFePO_4 ，其反應可由化學式(3)顯示：



從反應式(3)可看見，使用傳統的 LiFePO_4 合成方法時會於燒結時產生有毒的副產物，諸如氨或醋酸，因此需要大規模設備(諸如氣體收集器)來處理這些有毒的副產物，因此會增加成本。此外， LiFePO_4 的產率會因為這些副產物大量產生而降低。

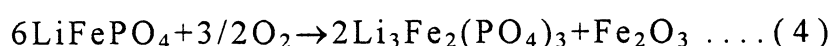
於本非水性電解質電池1中，其中使用 Li_3PO_4 、 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ 或其水合物 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (其中n為水合物中水的數目)做為合成用之起始材料可製造目標 LiFePO_4 而沒有產生有毒的副產物。換句話說，與傳統的製造方法比較，可明顯地改善燒結時的安全性。再者，因迄今為止需要大規模處理設備來處理有毒的副產物，但本發明之製造方法僅會產生無害的水做為副產物，因此可明顯地簡化處理步驟而減少處理設備的尺寸。結果為本發明之製造成本可明顯地低於需處理氨等等的副產物之傳統系統。再者，因為副產物僅產生小量，可明顯地改善 LiFePO_4 的產率。

雖然利用上述的合成方法於燒結混合物時的燒結溫度可為400至900°C，若考慮到電池性能，其較佳地為600°C或其上下。若燒結溫度少於400°C，則無化學反應或無法進行足夠的結晶度，如此合成用之起始材料的雜質相諸如 Li_3PO_4

五、發明說明 (16)

會存留因此無法產生均相的 LiFePO_4 。相反地，若燒結溫度超過 900°C ，則會進行過度地結晶所以 LiFePO_4 粒子的尺寸會粗糙而減少在 LiFePO_4 及碳材料間之接觸面積使得無法獲得足夠的放電容量。

在燒結期間，於合成的 LiFePO_4 碳複合材料中之 Fe 為二價狀態。因此，於溫度級數 600°C 的合成溫度下，於 LiFePO_4 碳複合材料中的 Fe 會由燒結大氣氛中的氧立即地氧化成 Fe^{3+} ，其可由化學式(4)顯示，所以會產生諸如三價 Fe 化合物的雜質而妨礙 LiFePO_4 碳複合材料的單相合成：



再者，可使用惰性氣體(諸如氮或氬)或還原氣體(諸如氫或一氧化碳)做為燒結大氣氛，同時將燒結大氣氛中的氧濃度指定在 LiFePO_4 碳複合材料中的 Fe 不氧化之範圍內，亦即不大於 1012 ppm(體積)。藉由設定燒結大氣氛中的氧濃度為 1012 ppm(體積)或較少可防止 Fe 甚至在合成溫度為 600°C 或其上下的氧化，而可獲得 LiFePO_4 碳複合材料的單相合成。

若燒結大氣氛中的氧濃度為 1012 ppm(體積)或較高，則燒結大氣氛中的氧量會過多，如此在 LiFePO_4 碳複合材料中的 Fe 會氧化成 Fe^{3+} 而產生雜質而妨礙 LiFePO_4 碳複合材料的單相合成。

至於取出經燒結的 LiFePO_4 碳複合材料，經燒結的 LiFePO_4 碳複合材料之取出溫度，亦即 LiFePO_4 碳複合材料曝露至大氣氛的溫度，合意地為 305°C 或較低。另一方面，經燒結的 LiFePO_4 碳複合材料之取出溫度更合意地為 204°C 或較低。

五、發明說明(17)

藉由設定 LiFePO_4 碳複合材料的取出溫度為 305°C 或較低，於經燒結的 LiFePO_4 碳複合材料中之Fe會由大氣氛中的氧氧化而防止雜質產生。

若經燒結的 LiFePO_4 碳複合材料於不夠充分的冷卻狀態下取出，於 LiFePO_4 碳複合材料中的Fe會由大氣氛中的氧氧化，如此會趨向於產生雜質。但是，若 LiFePO_4 碳複合材料冷卻至太低的溫度則操作效率趨向於降低。

因此，藉由設定經燒結的 LiFePO_4 碳複合材料之取出溫度至 305°C 或較低可防止於經燒結的 LiFePO_4 碳複合材料中之Fe由大氣氛中的氧氧化，因此可防止雜質產生且維持操作效率及合成具有合意的電池特性與高效率之 LiFePO_4 碳複合材料。

同時，經燒結的 LiFePO_4 碳複合材料之冷卻可在燒結爐中進行。冷卻的方法可使用自然冷卻或強迫冷卻。但是，設若需較短的冷卻時間(亦即較高的操作效率)則合意地使用強迫冷卻。於使用強迫冷卻的實例中，將含氧及惰性氣體的氣體混合物或僅有惰性氣體提供進入燒結爐即足夠，所以在燒結爐中的氧濃度將不比先前提及的氧濃度高，也就是說1012 ppm(體積)或較少。

於前述中，碳材料在研磨步驟之前加入。此外，碳材料亦可在研磨步驟之後或在燒結步驟之後加入。

但是，若碳材料在燒結步驟之後加入，則無法在燒結期間獲得還原效應或氧化防止效應，如此該加入僅有改善導電性。因此，於燒結步驟後加入碳材料的實例中，變成需

五、發明說明 (18)

要使用其它合適的方法來防止 Fe^{3+} 遺留在上面。

應注意的是，若碳材料在燒結步驟後加入，於燒結時合成的產物不是 LiFePO_4 碳複合材料而是 LiFePO_4 。因此，在將碳材料加入至於燒結時合成的 LiFePO_4 後需再次施加研磨。藉由此第二次研磨，加入的碳材料可研成粉末因此更易於黏附在 LiFePO_4 表面。再者，藉由此第二次研磨， LiFePO_4 及碳材料充分地混合而准許該研成粉末的碳材料均勻地黏附至 LiFePO_4 表面，因此，甚至在碳材料於燒結後加入之實例中，可獲得的產物類似於在研磨之前加入碳材料而獲得的產物，亦即 LiFePO_4 碳複合材料，及可獲得與上述描述類似的適合效應。

使用如上所述製造的 LiFePO_4 碳複合材料做為陰極活性材料之非水性電解質電池1，例如如下製備。

至於陰極材料2，將做為陰極活性材料的 LiFePO_4 碳複合材料及黏著劑分散在溶劑中以製備一漿體化的陰極混合物。將因此製造的陰極混合物均勻地塗敷在陰極電流收集器7上且就地乾燥，以形成陰極活性材料層8而製備陰極材料2。至於陰極混合物用之黏著劑，可使用任何合適且熟知的黏著劑。此外，任何合適且熟知的黏著劑可加入至先前提及的陰極混合物。

於本具體實施例中使用 LiFePO_4 碳複合材料做為陰極活性材料。但是，本發明不限制於此。於本發明中， LiFePO_4 其自身可使用做為陰極活性材料，或可使用由一般式 $\text{Li}_x\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y\text{PO}_4$ 表示之橄欖石結構化合物做為陰極活性材料(其不同於

五、發明說明 (19)

LiFePO_4)，其中M為至少一種選自於Mn、Cr、Co、Cu、Ni、V、Mo、Ti、Zn、Al、Ga、Mg、B及Nb，且 $0.05 \leq x \leq 1.2$ 及 $0 \leq y \leq 0.8$ ，其可單獨地使用或與其它材料組合著使用。這些化合物之例子有，例如： $\text{LiFe}_{0.2}\text{Mn}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Cr}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Co}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Cu}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{V}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Mo}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Ti}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Mg}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{B}_{0.75}\text{PO}_4$ 及 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Nb}_{0.75}\text{PO}_4$ 。

於製備陽極材料3中，首先將陽極活性材料及陰極活性材料分散在溶劑中以形成一漿體化的陽極混合物。將因此製造的陽極混合物均勻地塗敷在陽極電流收集器上且就地乾燥，以形成陽極活性材料層而製備陽極材料3。至於陽極混合物用之黏著劑，可使用任何合適且熟知的黏著劑。再者，任何合適且熟知的黏著劑可加入至陽極混合物。

將選擇陽極材料3的橫向尺寸比陰極材料2大。較佳地，形成的陽極材料3之寬度比陰極材料2寬0.05至2.0毫米。

將因此製造的陰極材料2及陽極材料3與分離器4一起積層及捲繞一起多次以形成電池裝置5，所以內部直徑d與外部直徑D的比率(亦即 d/D)將為 $0.05 < d/D < 0.5$ 。

至於非水性電解質溶液可藉由將電解質鹽溶解在非水性溶劑中而製備。

將電池裝置5與絕緣板13安裝在電池容器6中，再充入非水性電解質溶液。將蓋子15及安全閥裝置16與襯墊14一起

五、發明說明(20)

填隙至電池容器6中以完成非水性電解質電池1。

實例

本發明現在將參考基於實驗結果的特定實例來解釋。

首先，製備具有不同的內部直徑d與外部直徑D比率值的電池裝置之實例及比較例的樣品電池，以評估其放電容量及容量保有比率。

實例1

首先，以下列條件製備鋰磷氧化物(LiFePO_4)做為陰極活性材料：

將磷酸鋰及氧化鐵II水合物以鋰與鐵元素比率為1:1混合，及加入量為全部燒結的材料之10%的乙炔黑粉末以產生一樣品混合物。將此樣品混合物充入氧化鋁容器且以行星式球磨機研磨，其條件為樣品與氧化鋁球的重量比率為50%、旋轉速度250 rpm及驅動時間10小時。然後將研磨主體於600°C的電烘箱中在陶瓷坩堝內燒結5個小時以產生 LiFePO_4 。

使用因此獲得的 LiFePO_4 做為陰極活性材料，將 LiFePO_4 及做為黏著劑之聚偏二氟乙烯的氟樹脂粉末以重量比率95:5混合而產生一陰極混合物，再將其分散在做為溶劑的N-甲基吡咯烷酮中以提供一漿體化的陰極混合物。將此漿體化的陰極混合物均勻地塗敷在長條形鋁形成的陰極電流收集器之二表面上，20微米厚及33.5毫米寬，且就地乾燥。將產生的乾燥產物以輥式壓製機壓縮鑄造以產生一長條形陰極材料。於此陰極材料中，塗敷在陰極電流收集器二

五、發明說明 (21)

邊的陰極活性材料之薄膜厚度大致相同，而二邊的薄膜厚度總和為200微米。

將經研磨的使用做為陽極活性材料的瀝青焦炭、及做為黏著劑的聚偏二氟乙烯以重量比率90：10混合在一起以製備陽極混合物，再將其分散在做為溶劑的N-甲基吡咯烷酮中以形成一漿體化的陽極混合物。將此漿體化的陽極混合物均勻地塗敷在長條形銅箔陽極電流收集器的二邊，10微米厚及35.0毫米寬，且就地乾燥。如於陰極混合物的實例般，將產生的乾燥產物以輥式壓製機壓縮鑄造而製備一長條形陽極材料。同時，在此陽極材料中，於陽極活性材料的二邊形成薄膜厚度大致相同的陽極活性材料，而二邊薄膜厚度的總和為200微米。

將因此製備的陽極材料及陰極材料與一對25微米厚的微孔聚丙烯分離器積層，其順序為陽極混合物、分離器、陰極材料及分離器，及捲繞螺旋地多次以形成線圈狀裝置。製備內部直徑d及其外部直徑D分別地為2.0毫米及13.2毫米的電池裝置，而內部直徑d與外部直徑D比率(或 d/D)為0.152。

在將絕緣板裝填在如上所述製備的電池裝置之上及下表面後，將電池裝置安裝在電池容器中。安裝在陽極混合物上的陰極導線來自陽極材料且將其焊接至電池容器。安裝在陽極材料上的陽極導線亦來自陽極材料及焊接至電池容器。將六氟磷酸鋰電解質溶液充入電池容器直到陰極、陽極材料及分離器充分地潤濕，該電解質溶液可將六氟磷酸

五、發明說明 (22)

鋰以1莫耳/升的比例溶解在由碳酸丙二酯與1,2-二甲氧基乙烷混合的混合物中而獲得。將電池容器、蓋子與襯墊一起填隙及一起密封。

於此方法中製備一圓柱形電池，其外部及內部直徑分別地為13.8毫米及13.3毫米及高度為42毫米。

實例2

以如實例1相同的方法製備一圓柱形電池，除了內部直徑 d 設定為4.0毫米及內部直徑 d 與外部直徑 D 的比率(或 d/D)為0.303。

比較例1

以如實例1相同的方法製備一圓柱形電池，除了內部直徑 d 設定為0.6毫米及內部直徑 d 與外部直徑 D 的比率(或 d/D)為0.046。

比較例2

以如實例1相同的方法製備一圓柱形電池，除了內部直徑 d 設定為7.0毫米及內部直徑 d 與外部直徑 D 的比率(或 d/D)為0.530。

測試實例1及2及比較例1及2這四個電池的充電/放電循環，其為以190毫安培的電流、上至上限電壓4.2伏特充電3個小時，及以150毫安培電流、上至終止電壓2.5伏特放電，及測量每個電池在充電/放電容量穩定後的第10循環之放電容量。另一方面，在此充電/放電循環的測試上進行100次循環，及計算每個電池在100循環後的放電容量與在10循環後的放電容量之比率做為容量保有比率。結果亦顯

五、發明說明 (23)

示在表1。

表1

	實例1	實例2	比較例1	比較例2
內部直徑d(毫米)	2.0	4.0	0.6	7.0
外部直徑D(毫米)	13.2	13.2	13.2	13.2
d/D	0.152	0.303	0.046	0.530
陰極材料的重量(克)	3.7	2.5	4.4	1.1
陽極材料的重量(克)	2.5	1.7	3.0	0.8
放電容量(毫安培)	350	307	231	143
容量保有比率(%)	92.6	94.3	72.3	90.2

在非水性電解質電池中，若考慮實際上有用的電池特性，在10循環後想要的放電容量不少於200毫安時及在100循環後的量保有比率不少於80%。在於此考慮下評估放電容量及容量保有比率。

於表1中，在比較例2的電池中，電池的內部直徑與外部直徑比率或d/D不少於0.5，容量保有比率不少於90%。但是，因為導入的陰極活性材料及陽極活性材料量小於其它樣品電池，其放電容量非常小而不大於200毫安時。於比較例1的樣品電池中，內部直徑與外部直徑電池比率或d/D不大於0.05，放電容量不少於200毫安時，但是由於在充電/放電時電池裝置的體積改變使得活性材料的電化學性質損害、或活性材料有剝落或分離，結果為容量保有比率低於

五、發明說明(24)

其它樣品電池且不大於80%。

相反地，在樣品電池實例1及2中，電池的内部直徑與外部直徑比率或 d/D 不少於0.05及少於0.5，放電容量不少於300毫安時，同時在100循環後之容量保有比率超過90%。考慮到實際上可使用的電池特性，這些值即足夠。

改變陽極材料與陰極材料間的寬度差異而製備數個電池，及利用上述描述的方法評估放電容量及容量保有比率。結果顯示在表2。

實例3

以如實例1相同的方法製備一圓柱形電池，除了使用寬度31毫米的陰極材料。

實例4

以如實例1相同的方法製備一圓柱形電池，除了使用寬度34毫米的陰極材料。

實例5

以如實例1相同的方法製備一圓柱形電池，除了使用寬度34.9毫米的陰極材料。

比較例3

以如實例1相同的方法製備一圓柱形電池，除了使用寬度35毫米的陰極材料。

比較例4

以如實例1相同的方法製備一圓柱形電池，除了使用寬度35毫米的陰極材料及寬度33毫米的陽極材料。

五、發明說明 (25)

表 2

	實例 1	實例 3	實例 4	實例 5	比較例 3	比較例 4
陰極材料的寬度(毫米)	33.5	31	34	34.9	35	35
陽極材料的寬度(毫米)	35	35	35	35	35	33
(陽極材料的寬度-陰極材料的寬度)/2 (毫米)	0.75	2	0.5	0.05	0	-1
放電容量(毫安時)	350	328	366	282	282	274
容量保有比率(%)	92.6	92.8	91.3	89.2	75.2	53.4

在非水性電解質電池中，若考慮實際上有用的電池特性，在10循環後想要的放電容量不少於200毫安時及容量保有比率在100循環之後不少於80%。在此考慮下評估放電容量及容量保有比率。

從表2可看見，在比較例3及4的電池放電容量中，陽極板的寬度與陰極板相同或較小，其放電容量不少於200毫安時，但是，這些電池具有比實例的電池還低的放電容量。再者，比較例3及4的電池之容量保有比率不大於80%。相反地，在實例3至5之電池中，陽極板寬度比陰極板大，其放電容量及容量保有比率分別地為不少於300毫安時及不少於80%，考慮到實際上有用的電池特性時，其為足夠的放電容量值。

將上述六個電池於充電狀態拆解。經發現，於比較例3及4的電池中，容量保有比率不大於80%，特別地金屬鋰會在陽極的二軸末端附近析出。相反地，在電池實例1及3至5

五、發明說明 (26)

中，陽極材料的寬度比陰極材料的寬度大，在陽極處並無看見金屬鋰分析出。亦即，藉由設定陽極板的寬度至比陰極板的寬度大可抑制會妨礙充電/放電反應的金屬鋰分析出。

上述的結果指出，於非水性電解質電池中，藉由形成陽極材料的寬度比陰極材料還寬可改善放電容量及容量保有比率且維持充電/放電循環壽命。於陽極材料的一邊寬度比陰極材料寬2.0毫米的電池實例中，可維持足夠的放電容量，但是增加了電池裝置中無用的不參與電池反應的陽極活性材料之比例。因此，陽極材料較佳地比相對的陰極材料寬從0.05毫米至2.0毫米的範圍，在實例中電池可具有大的放電容量及高容量保有比率。

製造下列顯示之電池實例6至19，及使用上述描述的方法評估其放電容量及容量保有比率。

實例6

以如實例1相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Mn}_{0.8}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例7

以如實例1相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Cr}_{0.8}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例8

以如實例1相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Co}_{0.8}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例9

以如實例1相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Cu}_{0.8}\text{PO}_4$

五、發明說明 (27)

做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 10

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 11

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.25}\text{V}_{0.75}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 12

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Mo}_{0.75}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 13

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Ti}_{0.75}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 14

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 15

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 16

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 17

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Mg}_{0.75}\text{PO}_4$

五、發明說明(28)

做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 18

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.25}\text{B}_{0.75}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

實例 19

以如實例 1 相同的條件製備電池，除了使用 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Nb}_{0.75}\text{PO}_4$ 做為陰極活性材料而取代 LiFePO_4 。

在實例 6 至 19 的電池中，評估其放電容量及容量保有比率。經發現可產生與實例 1 類似的適合結果。

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱： 非水溶性電解電池)

一種具有高放電容量、改良容量保有比率及最理想的循環特性之非水性電解質電池。該非水性電解質電池具有一電池裝置，其包括一長條形陰極材料及一長條形陽極材料，其與分離器一起積層且捲繞多次、一非水性電解質溶液及一用來容納該電池裝置及該非水性電解質溶液的電池容器。該陰極使用一具橄欖石結構的化合物之陰極活性材料，該化合物可由一般式 $\text{Li}_x\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y\text{PO}_4$ 表示，其中 M 為至少一種選自於 Mn、Cr、Co、Cu、Ni、V、Mo、Ti、Zn、Al、Ga、Mg、B 及 Nb，且 $0.05 \leq x \leq 1.2$ 及 $0 \leq y \leq 0.8$ ，而該化合物可單獨地使用或與其它材料組合著使用。選擇電池裝置的內部直徑 d 與外部直徑 D 之比率為 $0.05 < d/D < 0.5$ 。

英文發明摘要(發明之名稱： NON-AQUEOUS ELECTROLYTE CELL)

A non-aqueous electrolyte cell having high discharge capacity, an improved capacity upkeep ratio and optimum cyclic characteristics. The non-aqueous electrolyte cell has a cell device including a strip-shaped cathode material and a strip-shaped anode material, layered and together via a separator and coiled a plural number of times, a non-aqueous electrolyte solution, and a cell can for accommodating cell device and the non-aqueous electrolyte solution. The cathode employs a cathode active material containing a compound of the olivine structure represented by the general formula $\text{Li}_x\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y\text{PO}_4$, where M is at least one selected from the group consisting of Mn, Cr, Co, Cu, Ni, V, Mo, Ti, Zn, Al, Ga, Mg, B and Nb, with $0.05 \leq x \leq 1.2$ and $0 \leq y \leq 0.8$, with the compound being used either singly or in combination with other materials. The ratio of an inner diameter d to an outer diameter D of cell device is selected so that $0.05 < d/D < 0.5$.

六、申請專利範圍

1. 一種非水性電解質電池，其包括：

一電池裝置，其包括一長條形陰極材料及一長條形陽極材料且經由分離器一起積層而捲繞多次；

一非水性電解質溶液；及

一電池容器，其用來容納電池裝置及非水性電解質溶液；其中

該陰極材料使用一種具橄欖石結構之化合物的陰極活性材料，該化合物可由一般式 $\text{Li}_x\text{Fe}_{1-y}\text{M}_y\text{PO}_4$ 表示，其中 M 為至少一種選自於 Mn、Cr、Co、Cu、Ni、V、Mo、Ti、Zn、Al、Ga、Mg、B 及 Nb，且 $0.05 \leq x \leq 1.2$ 及 $0 \leq y \leq 0.8$ ，該化合物可單獨地使用或與其它材料組合著使用；及其中

該電池裝置的內部直徑 d 與外部直徑 D 之比率為 $0.05 < d/D < 0.5$ 。

2. 如申請專利範圍第 1 項之非水性電解質電池，其中該陰極活性材料為一種由 LiFePO_4 及碳材料組成之複合材料。

3. 如申請專利範圍第 1 項之非水性電解質電池，其中該陰極活性材料為 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Mn}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Cr}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Co}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Cu}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{V}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Mo}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Ti}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Zn}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Al}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Mg}_{0.75}\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_{0.25}\text{B}_{0.75}\text{PO}_4$ 或 $\text{LiFe}_{0.25}\text{Nb}_{0.75}\text{PO}_4$ 。

4. 如申請專利範圍第 2 項之非水性電解質電池，其中該碳材料為一種非晶狀碳材料，諸如乙炔黑。

六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第1項之非水性電解質電池，其中該陽極材料的該陽極活性材料為一種能摻雜/去摻雜鋰的材料。
6. 如申請專利範圍第1項之非水性電解質電池，其中該陽極材料的該陽極活性材料為金屬鋰、鋰合金、摻雜鋰的導電高分子材料、或碳材料的積層化合物或金屬氧化物。
7. 如申請專利範圍第1項之非水性電解質電池，其中該陽極材料的寬度比陰極材料寬。
8. 如申請專利範圍第1項之非水性電解質電池，其中該陽極材料每邊的寬度比陰極材料寬0.05至2.0毫米。

裝

訂

線

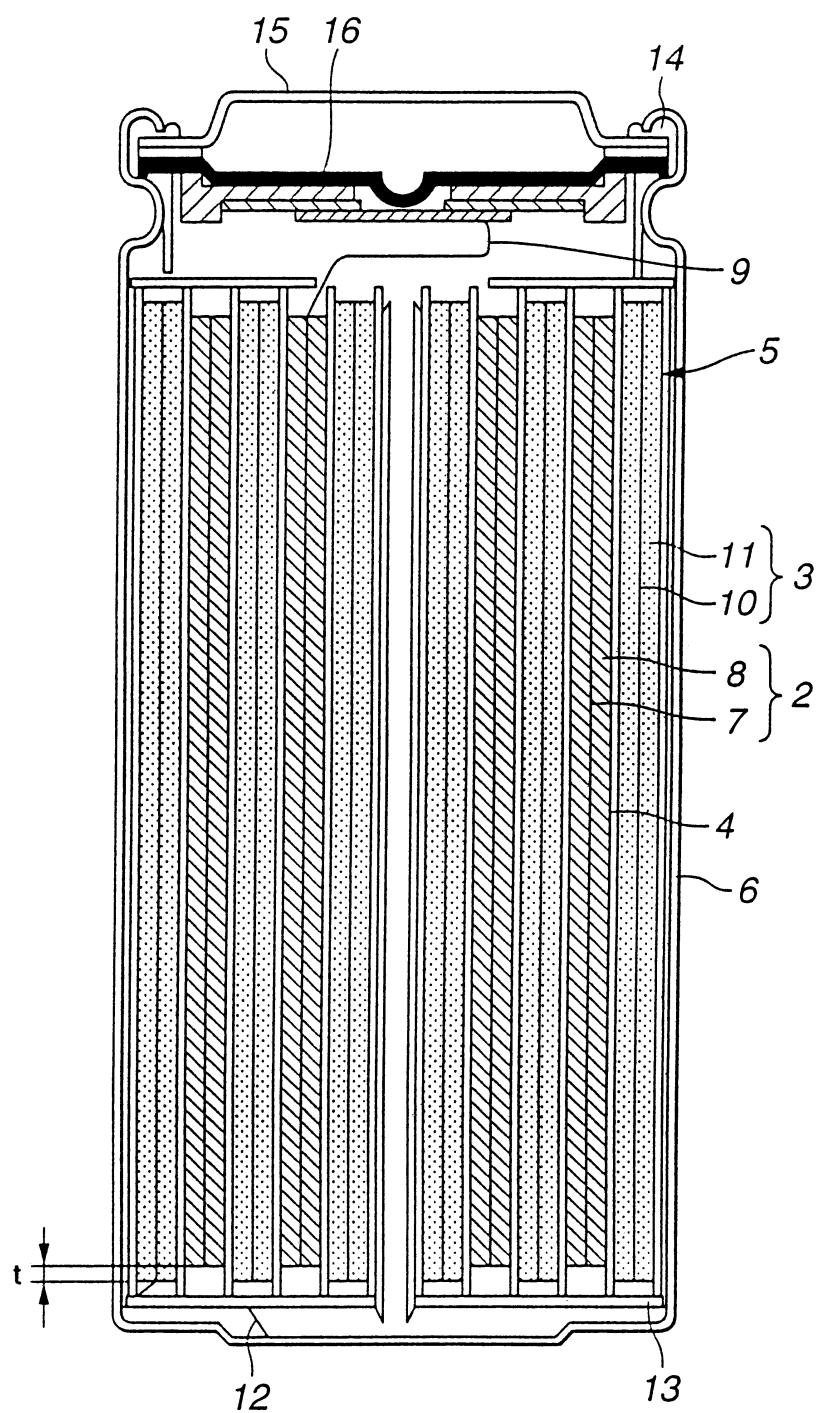


圖 1

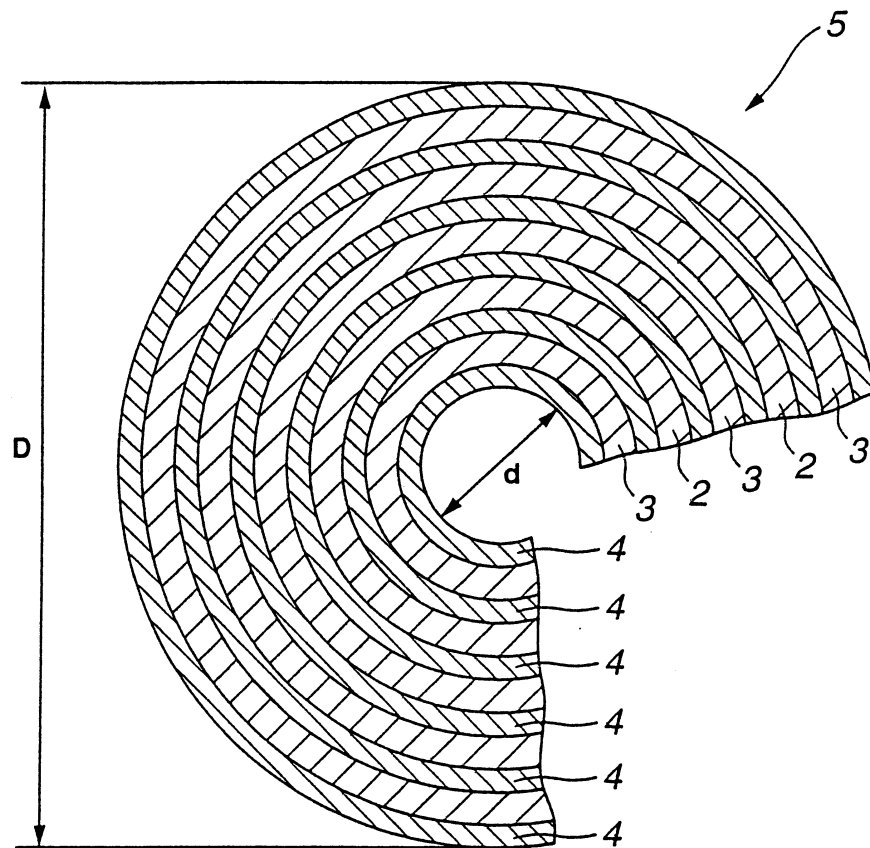


圖 2