



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201448331 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：103103938

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 06 日

(51)Int. Cl.：

H01M4/36 (2006.01)

H01M4/505 (2010.01)

H01M4/525 (2010.01)

H01M4/131 (2010.01)

H01M10/052 (2010.01)

(30)優先權：2013/03/29

世界智慧財產權組織

PCT/JP2013/059633

(71)申請人：日立製作所股份有限公司 (日本) HITACHI, LTD. (JP)

日本

(72)發明人：小西宏明 KONISHI, HIROAKI (JP)；軍司章 GUNJI, AKIRA (JP)；馮孝亮 FENG,

XIAOLIANG (CN)；古月翔 FURUTSUKI, SHO (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：4 共 24 頁

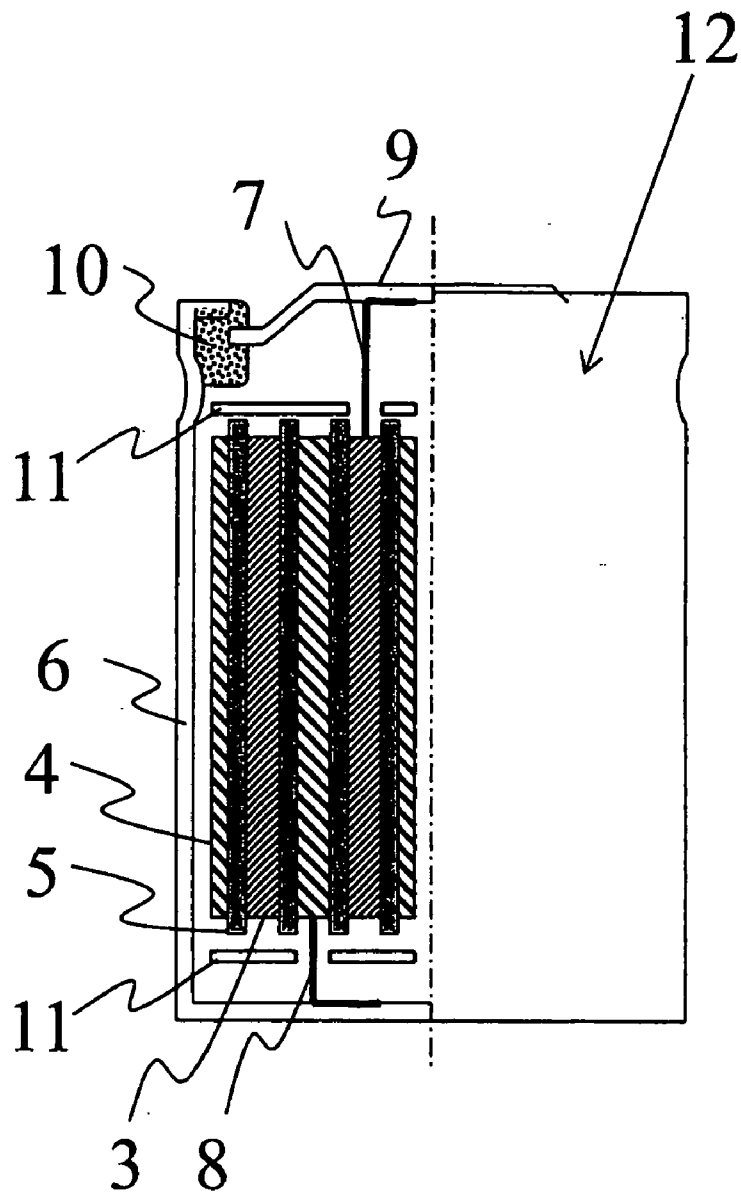
(54)名稱

鋰離子二次電池用正極材料、鋰離子二次電池用正極、以及鋰離子二次電池

(57)摘要

鋰離子二次電池用正極材料，係組成式表示為下： $\text{Li}_{1.15+x}\text{Ni}_{0.3+y}\text{Mn}_{0.5-y}\text{O}_{2+\delta}$ 〔式中， x 及 y ，係滿足以下關係之參數： $-0.1 \leq x \leq 0.05$ 、 $-0.1 < y < 0.1$ 〕。

圖 1



- 3：正極
- 4：負極
- 5：隔件
- 6：電池罐
- 7：正極引線片
- 8：負極引線片
- 9：密閉蓋
- 10：填料
- 11：絕緣板
- 12：鋰離子二次電池



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201448331 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：103103938

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 06 日

(51)Int. Cl.：

H01M4/36 (2006.01)

H01M4/505 (2010.01)

H01M4/525 (2010.01)

H01M4/131 (2010.01)

H01M10/052 (2010.01)

(30)優先權：2013/03/29

世界智慧財產權組織

PCT/JP2013/059633

(71)申請人：日立製作所股份有限公司 (日本) HITACHI, LTD. (JP)

日本

(72)發明人：小西宏明 KONISHI, HIROAKI (JP)；軍司章 GUNJI, AKIRA (JP)；馮孝亮 FENG,

XIAOLIANG (CN)；古月翔 FURUTSUKI, SHO (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：4 共 24 頁

(54)名稱

鋰離子二次電池用正極材料、鋰離子二次電池用正極、以及鋰離子二次電池

(57)摘要

鋰離子二次電池用正極材料，係組成式表示為下： $\text{Li}_{1.15+x}\text{Ni}_{0.3+y}\text{Mn}_{0.5-y}\text{O}_{2+\delta}$ 〔式中， x 及 y ，係滿足以下關係之參數： $-0.1 \leq x \leq 0.05$ 、 $-0.1 < y < 0.1$ 〕。

發明摘要

※申請案號：103103938

※申請日：103 年 02 月 06 日

※IPC 分類：

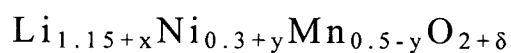
H01M4/36(2006.01)
H01M4/505(2010.01)
H01M4/525(2010.01)
H01M4/131(2010.01)
H01M10/052(2010.01)

【發明名稱】(中文/英文)

鋰離子二次電池用正極材料、鋰離子二次電池用正極、以及鋰離子二次電池

○ 【中文】

鋰離子二次電池用正極材料，係組成式表示為下：



[式中，x 及 y，係滿足以下關係之參數：
-0.1 ≤ x ≤ 0.05、-0.1 < y < 0.1] 。

○ 【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

3：正極

4：負極

5：隔件

6：電池罐

7：正極引線片

8：負極引線片

9：密閉蓋

10：填料

11：絕緣板

12：鋰離子二次電池

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

鋰離子二次電池用正極材料、鋰離子二次電池用正極、以及鋰離子二次電池

【技術領域】

[0001] 本發明，係有關於鋰離子二次電池用正極材料、使用該鋰離子二次電池用正極材料之鋰離子二次電池用正極、以及使用該鋰離子二次電池用正極之鋰離子二次電池。

【先前技術】

[0002] 近年來，防止地球暖化和憂慮化石燃料之枯竭之下，期待集中於為了行車所需之能量少的電動汽車。對於使用於電動汽車的驅動用二次電池之鋰離子二次電池，期待更高容量。

[0003] 在專利文獻 1 中，記載有關於使用一種正極材料之鋰離子二次電池，該正極材料係混合了具有屬於空間群 $R-3m$ 之六方晶系的層狀岩鹽型之結晶構造的含鋰過渡金屬氧化物與具有尖晶石結構的鋰錳氧化物。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0004]

[專利文獻 1]日本發明專利公開 2007-200865 號公報

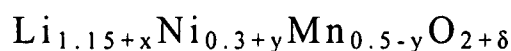
【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

[0005] 使用了示於專利文獻 1 之正極材料的鋰離子二次電池可期待高容量。然而，本發明人們，發現：在對於使用了專利文獻 1 之正極材料的鋰離子二次電池之從完全放電狀態充電到充滿電狀態時、及從充滿電狀態放電至完全放電狀態時之充電狀態（SOC：State of Charge）的 OCV（開路電壓：Open Circuit Voltage）方面，存在大的差異。亦即，由於在使用了專利文獻 1 之正極材料的鋰離子二次電池方面存在大的遲滯，故難以從電壓正確地檢知電池之殘存容量。

[解決問題之技術手段]

[0006] 本發明之鋰離子二次電池用正極材料，係組成式表示為下：



〔式中，x 及 y，係滿足以下關係之參數：
 $-0.1 \leq x \leq 0.05$ 、 $-0.1 < y < 0.1$ 〕。

[對照先前技術之功效]

[0007] 藉使用本發明之鋰離子二次電池用正極材料，可提供一種鋰離子二次電池，為高容量的，且可從電壓以高的精度檢知殘存容量。

【圖式簡單說明】

[0008]

[圖 1]圖 1，係示意性說明鋰離子二次電池之構造的剖面圖。

[圖 2]圖 2，係繪示實施例及比較例的組成的一覽表。

[圖 3]圖 3，係繪示實施例 1 與比較例 1 之充電過程與放電過程之 OCV 的測定值之圖。

[圖 4]圖 4，係繪示對於實施例及比較例所求之放電容量比及 OCV 比之值的一覽表。

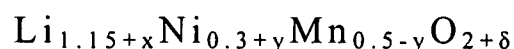
【實施方式】

[0009]

< 鋰離子二次電池用正極材料 >

採用鋰離子二次電池於電動汽車之情況下，要求：為高容量的，一次的充電可行車之距離為長的。此外，為了從電壓檢知電池之殘存容量，期望充電過程中之 OCV 與放電過程中之 OCV 的差為小的。期望充電過程中之 OCV 與放電過程中之 OCV 的差越小，從 OCV 檢知電池之殘存容量時之誤差越可減低。

[0010] 在鋰離子二次電池中，充電過程中之 OCV 與放電過程中之 OCV 的差之大小，係與正極材料之組成存在密切關係。本發明相關之鋰離子二次電池用正極材料，係組成式表示為下：



[式中，x 及 y 係滿足以下關係之參數：
 $-0.1 \leq x \leq 0.05$ 、 $-0.1 < y < 0.1$] 。

[0011] 藉使用滿足上述之組成的正極材料，可獲得一種鋰離子二次電池，為高容量的，且充電過程中之 OCV 與放電過程中之 OCV 的差為小的。其結果，可提高從 OCV 檢知殘存容量時之精度。

[0012] 在組成式中之 x，係表示 Li 之含有比率（原子量比率）的範圍之參數。x 未滿 -0.1 時無法獲得高容量之電池。此被認為是有助於反應之 Li 的量相對變少之故。相反地，x 大於 0.05 時電池之放電容量會降低。此被認為是 Li 的量相對變多使得晶格變不穩定之故。

[0013] 在組成式中之 y，係表示 Ni 之含有比率（原子量比率）的範圍之參數。y 為 -0.1 以下時充電過程中之 OCV 與放電過程中之 OCV 的差變大。此被認為是氧對於充放電反應之貢獻提高之故。相反地，y 為 0.1 以上時無法獲得高容量。此被認為是因 Ni 之價數變高時 Ni 對於充放電容量之干預會減少而造成者。

[0013] 在組成式中之 δ ，係表示氧之含有比率的參數。採層狀構造之鋰離子二次電池用正極材料的氧量，係相對於金屬及鋰 2，原則上為 2，但被認為是依過剩之鋰量、和所含的金屬之價數而在維持層狀構造之範圍下作增減。 δ ，係如上所述依鋰量及金屬之種類、比值而決定，但若要維持層狀構造之穩定性則為 $-0.2 < \delta < 0.2$ 較佳。

[0014] 若要進一步為高容量的，且進一步縮小充電過程中之 OCV 與放電過程中之 OCV 的差，則在上述組成式中之 x 及 y 滿足以下關係較佳：

$$-0.1 \leq x \leq 0.05, -0.1 < y \leq 0.05。$$

[0015] 本發明之鋰離子二次電池用正極材料，係作為過渡金屬，基本上包含 Li、Ni、及 Mn 之 3 種類的元素，不含高價的 Co。本發明之鋰離子二次電池用正極材料由於不含 Co，故具有為低成本的這個優點。另外，在正極材料中，係不對於本發明造成影響之範圍（原子比下 2% 以下）下亦可包含添加物和不可避免的雜質等，考慮 V、Mo、W、Zr、Nb、Ti、Al、Fe、Co、Mg、Cu 之元素。

[0016] 本發明相關之鋰離子二次電池用正極材料，能可在本發明所屬之技術領域中一般使用的方法製作。例如，可藉將分別包含 Li、Ni、及 Mn 之化合物，以適當之比率作混合並燒成而製作。藉使上述化合物之混合比率作變化，可適宜調節鋰離子二次電池用正極材料之組成。

[0017] 作為含有 Li 之化合物，係例如，可舉例：醋酸鋰、硝酸鋰、碳酸鋰、氫氧化鋰、氧化鋰等。作為含有

Ni 之化合物，係例如，可舉例：醋酸鎳、硝酸鎳、碳酸鎳、硫酸鎳、氫氧化鎳等。作為含有 Mn 之化合物，係例如，可舉例：醋酸錳、硝酸錳、碳酸錳、硫酸錳、氧化錳等。

[0018] 鋰離子二次電池用正極材料之組成，係例如，可藉 X 射線繞射 (XRD) 和感應耦合電漿法 (ICP) 等而解析。

[0019]

< 鋰離子二次電池用正極 >

本發明相關之鋰離子二次電池用正極，係使用上述之鋰離子二次電池用正極材料而製作。藉此，由於為高容量的，且充電過程中之 OCV 與放電過程中之 OCV 的差減低，故變得可提高從 OCV 之值檢知電池殘量之精度。

[0020]

< 鋰離子二次電池 >

本發明相關之鋰離子二次電池，係使用上述之鋰離子二次電池用正極材料而製作。藉此，由於為高容量的，且充電過程中之 OCV 與放電過程中之 OCV 的差減低，故可作成從 OCV 之值檢知電池之殘存容量的精度高之鋰離子二次電池。本發明相關之鋰離子二次電池，係例如，可有利地使用於電動汽車及插電式混合動力汽車。此外，亦可使用於：蓄電系統、電動工具、玩具、醫療機器等。

[0021] 鋰離子二次電池，係由含正極材料之正極、含負極材料之負極、隔件、電解液、電解質等所構成。

[0022] 負極材料，係只要為可吸收釋放鋰離子之物質則不特別限定。可將在鋰離子二次電池中一般使用的物質作為負極材料而使用。例如，可例示：石墨、鋰合金等。

[0023] 作為隔件，可使用在鋰離子二次電池中一般的使用者。例如，可例示：從聚丙烯、聚乙烯、丙烯與乙烯之共聚物等的聚烯烴所製作之微孔膜和不織布等。

[0024] 電解液及電解質，可使用在鋰離子二次電池中一般的使用者。例如，作為電解液，可例示：碳酸二乙酯、碳酸二甲酯、碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、乙烯碳酸酯、乙酸甲酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯、二甲氧基乙烷等。此外，作為電解質，可例示： LiClO_4 、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiSbF_6 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ 、 LiCF_3CO_2 、 $\text{Li}_2\text{C}_2\text{F}_4(\text{SO}_3)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 等。

[0025] 使用圖 1 說明有關於本發明相關之鋰離子二次電池之構造的一實施形態。在圖 1 中，左側係表現鋰離子二次電池之剖面構造。鋰離子二次電池 12，係具備具有在集電體之兩面塗布了正極材料之正極 3、在集電體之兩面塗布了負極材料之負極 4、隔件 5 之電極群。正極 3 及負極 4，係隔著隔件 5 而纏繞，形成纏繞體之電極群。此纏繞體係被插入電池罐 6。

[0026] 負極 4，係透過負極引線片 8，而電性連接於電池罐 6。在電池罐 6，係透過填料 10，而安裝密閉蓋

9。正極 3，係透過正極引線片 7，而電性連接於密閉蓋 9。纏繞體，係藉絕緣板 11 而對於電池罐 6 及密閉蓋 9 絕緣。

[0027] 另外，電極群，亦可不是示於圖 1 之纏繞體，為隔著隔件 5 而積層正極 3 與負極 4 之積層體亦可。

[實施例]

[0028]

< 鋰離子二次電池用正極材料之製作 >

將碳酸鋰、碳酸鎳、及碳酸錳以球磨機作混合而獲得前驅體。將在所得之前驅體在大氣中以 500℃ 燒成 12 小時，獲得鋰過渡金屬氧化物。將所得之鋰過渡金屬氧化物作球結化後，在大氣中以 850~1050℃ 燒成 12 小時。將燒成之球結體以瑪瑙研鉢作粉碎，以孔徑 45 μ m 之篩分開，製作了鋰離子二次電池用正極材料。使碳酸鋰、碳酸鎳、及碳酸錳之混合比率各式各樣地變化以對於組成進行調節，獲得組成式表示為 $\text{Li}_{1.15+x}\text{Ni}_{0.3+y}\text{Mn}_{0.5-y}\text{O}_{2+\delta}$ 之複數的正極材料。

[0029] 將在各實施例及比較例中使用之正極材料的 x 與 y 之值示於圖 2。

[0030]

< 試製鋰離子二次電池之製作 >

使用製作之正極材料而依以下順序製作了 19 種類之試製鋰離子二次電池。

[0031] 均勻地將上述 19 種類之鋰離子二次電池用正極材料的各者、導電劑、黏合劑作混合而製作了鋰離子二次電池用正極漿料。在厚度 $20\mu\text{m}$ 之鋁集電體箔上塗布鋰離子二次電池用正極漿料，以 120°C 作乾燥，藉沖壓裝置以電極密度成為 $2.2\text{g}/\text{cm}^3$ 的方式作壓縮成形而獲得電極板。之後，將電極板沖製成直徑 15mm 之圓板狀，製作了鋰離子二次電池用正極。

[0032] 負極係使用金屬鋰而製作。作為非水電解液，係使用：於體積比 1：2 之碳酸乙烯酯與碳酸二甲酯之混合溶劑，使 LiPF_6 以 $1.0\text{mol}/\text{L}$ 之濃度作溶解者。

[0033]

< 充放電試驗 >

對於上述之 19 種類的試製鋰離子二次電池，依以下要點進行充放電試驗。

[0034] 對於試製鋰離子二次電池，充電係 0.05C 相當之電流下使上限電壓為 4.6V ，到達 4.6V 後，直到電流成為 0.005C 以下，進行定電壓充電。放電係相當 0.05C 之電流下使下限電壓為 2.5V 而進行充放電試驗。此時，針對各實施例及比較例求出獲得高輸出之 $4.6\sim 3.3\text{V}$ 的區域中的放電容量之值。接著，求出相對於比較例 1 之放電容量的實施例及比較例各自之放電容量的比，將此等值作為放電容量比。亦即，放電容量比，係依比較例 1 之放電容量而規格化者。將該結果作為一覽表繪示於圖 4。

[0035]

< 充電側與放電側之 OCV 的差 >

針對上述之合計 19 種類之試製鋰離子二次電池，依以下順序求出充電過程之 OCV 與放電過程之 OCV。

[0036] 對於試製鋰離子二次電池，使上述充放電試驗進行 2 循環，使第 2 循環之放電容量作為額定容量。

[0037] 隨後，在 0.05C 相當之電流下充電至額定容量之 10% (SOC = 10%) 後，使電路為開放狀態而放置 5 小時後測定 OCV。亦即，將待機 5 小時後之電壓定義為 OCV。接著，進一步充電至額定容量的 20% 後，使電路為開放狀態而放置 5 小時後測定 OCV。之後，依同樣的順序，測定 SOC 為 30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、及 100% (額定容量) 之 OCV。

[0038] 接著，放電至 SOC 90% 後，使電路為開放狀態而放置 5 小時後測定 OCV。接著，放電至 SOC 80% 後，使電路為開放狀態而放置 5 小時後測定 OCV。之後，依同樣的順序，測定 SOC 為 70%、60%、50%、40%、30%、20%、10%、及 0% 之 OCV。

[0039] 圖 3，係實施例 1 與比較例 1 之 OCV 的測定結果。圖 3 之 1 係實施例 1 之 OCV 的測定結果，2 係比較例 1 之 OCV 的測定結果。在圖 3 中，縱軸係表示 OCV (開路電壓：V)，橫軸係表示 SOC (充電狀態：%)，在充電過程中所測定之電壓係示於上側，在放電過程中所測定之電壓係示於下側。

[0040] 比較圖 3 之 1 與 2 時，得知：相較於在 2 的

充電過程之 OCV 與放電過程之 OCV 的差，在 1 的充電過程之 OCV 與放電過程之 OCV 的差，小很多。比較 SOC 成為 50%（額定容量之 $1/2$ ）時的充電過程之 OCV 與放電過程之 OCV 的差時，得知：相對於在實施例 1 係充電過程之 OCV 與放電過程之 OCV 之差成為 0.3V 以下，在比較例 1 係充電過程之 OCV 與放電過程之 OCV 之差超過 0.3V。使用了本發明相關之正極材料的鋰離子二次電池，係相較於歷來之使用了獲得高容量之正極材料的鋰離子二次電池，從完全放電狀態充電到充滿電狀態時之 OCV、從充滿電狀態放電至完全放電狀態時之 OCV 的差為小的。其結果，可從電壓更正確地檢知電池之殘存容量。

[0041] 此外，將從完全放電狀態充電至額定容量之 50% 而待機 5 小時後之電壓定義為充電時之 OCV、將從充滿電狀態放電至額定容量之 50% 而待機 5 小時後之電壓定義為放電時之 OCV。在各實施例及比較例中，使將充電時之 OCV 與放電時之 OCV 的差，除以比較例 1 之充電時的 OCV 與放電時之 OCV 的差的值作為 OCV 比。亦即，OCV 比，係以在比較例 1 中之充電時的 OCV 與放電時的 OCV 之差作規格化者。將該結果作為一覽表繪示於圖 4。

[0042] 如圖 4 所示，在實施例 1~14 方面係放電容量比大於比較例 1~5。亦即，實施例 1~14，係實現了容量高於比較例 1~5。此外，關於 OCV 比，係在實施例 1~14 方面，小於比較例 1。亦即，充電時 OCV 與放電時

OCV 之差為小的。另外，關於比較例 2、3、及 5，在 OCV 比方面，儘管實現了與實施例同等級之值，但如上所述在放電容量比方面，係小於實施例。亦即，在組成式： $\text{Li}_{1.15+x}\text{Ni}_{0.3+y}\text{Mn}_{0.5-y}\text{O}_{2+\delta}$ 中，依照滿足 $-0.1 \leq x \leq 0.05$ 、 $-0.1 < y < 0.1$ 之正極材料，可實現一種鋰離子二次電池，為高容量的，且充電過程之 OCV 與放電過程之 OCV 的差為小的。

[0043] 另一方面，在比較例 1 及 4 方面係 OCV 比為大的。此被認為是 Ni 之含有比例少使得在充放電反應中之氧的貢獻增加之故。在比較例 2 方面係放電容量比為小的。此被認為是 Li 之含有率為高的使得晶格變不穩定之故。在比較例 3 方面係放電容量比為小的。此被認為是 Li 之含有率為少的使得可干預反應之 Li 變少之故。在比較例 5 方面係放電容量比為小的。此被認為是 Ni 之含有比例為多的，Mn 之含有比例為低的使得 Ni 之價數變高，Ni 所干預之充放電容量降低之故。

[0044] 此外，如圖 4 所示，著目於放電容量比時，實施例 1~13 係值大於實施例 14。亦即，得知：在組成式： $\text{Li}_{1.15+x}\text{Ni}_{0.3+y}\text{Mn}_{0.5-y}\text{O}_{2+\delta}$ 中，依照滿足 $-0.1 \leq x \leq 0.05$ 、 $-0.1 < y \leq 0.05$ 之正極材料，可實現更高容量之鋰離子二次電池。

[0045] 如以上所說明，依照本發明之鋰離子二次電池用正極材料，可提供一種鋰離子二次電池用正極材料及使用其之鋰離子二次電池，為高容量的，充電過程之

OCV 與放電過中之 OCV 的差為小的，從電壓檢知電池之殘存容量的精度為高的。

[0046] 如上所述，雖說明有關於各式各樣的實施之形態及變化例，但本發明非限定於此等之內容者。在本發明之技術性思想的範圍內想到之其他的態樣亦包含於本發明的範圍內。

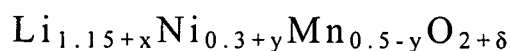
【符號說明】

[0047]

- 1：實施例 1 之 OCV 曲線
- 2：比較例 1 之 OCV 曲線
- 3：正極
- 4：負極
- 5：隔件
- 6：電池罐
- 7：正極引線片
- 8：負極引線片
- 9：密閉蓋
- 10：填料
- 11：絕緣板
- 12：鋰離子二次電池

申請專利範圍

1. 一種鋰離子二次電池用正極材料，組成式表示為下：



〔式中，x 及 y，係滿足以下關係之參數：
 $-0.1 \leq x \leq 0.05$ 、 $-0.1 < y < 0.1$ 〕。

2. 如申請專利範圍第 1 項之鋰離子二次電池用正極材料，其中，

滿足： $-0.1 < y \leq 0.05$ 。

3. 一種鋰離子二次電池用正極，包含如申請專利範圍第 1 或 2 項之鋰離子二次電池用正極材料。

4. 一種鋰離子二次電池，具有正極、負極，

前述正極及前述負極係共同，可吸收釋放鋰離子，

前述正極，係包含如申請專利範圍第 1 或 2 項之鋰離子二次電池用正極材料。

5. 如申請專利範圍第 4 項之鋰離子二次電池，其中，

在對於 Li 金屬充電至 4.6V 後放電至 2.5V 時，在充電過程中成為額定容量之 1/2 時之開路電壓、及在放電過程中成為額定容量之 1/2 時之開路電壓之差為 0.3V 以下。

圖式

圖 1

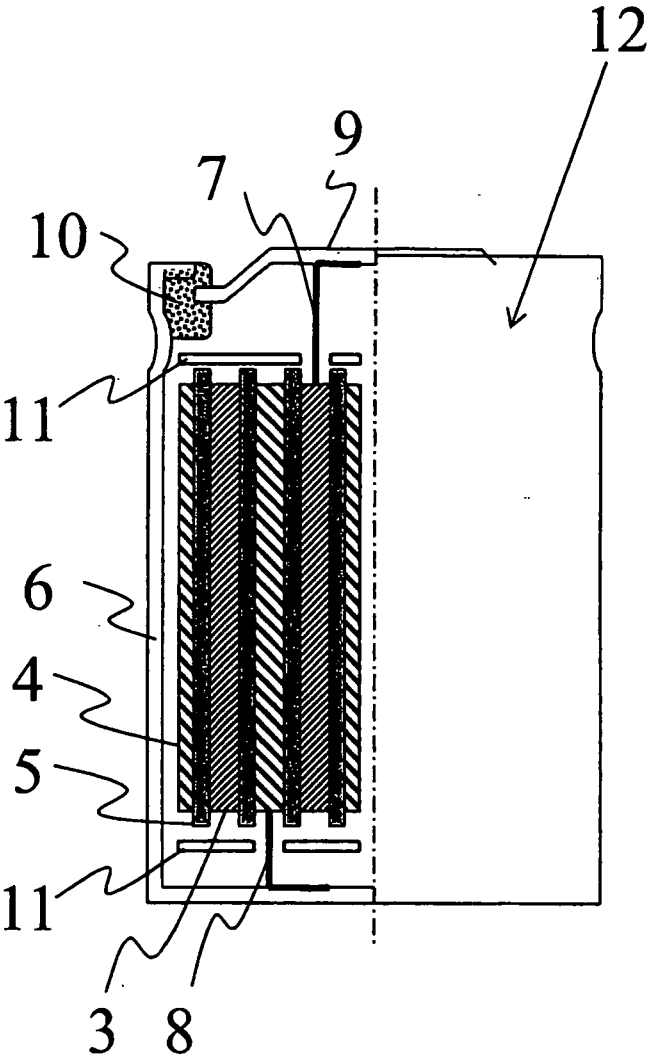


圖 2

組成式: $\text{Li}_{1.15+x}\text{Ni}_{0.3+y}\text{Mn}_{0.5-y}\text{O}_2$

	x	y
實施例1	0	0
實施例2	0.02	0
實施例3	0.05	0
實施例4	-0.05	0
實施例5	-0.1	0
實施例6	0	-0.05
實施例7	0.02	-0.05
實施例8	-0.02	-0.05
實施例9	-0.05	-0.05
實施例10	0	-0.07
實施例11	0	-0.03
實施例12	0	0.02
實施例13	0	0.05
實施例14	0	0.1
比較例1	0.05	-0.1
比較例2	0.1	0
比較例3	-0.15	0
比較例4	0	-0.1
比較例5	0	0.15

圖 3

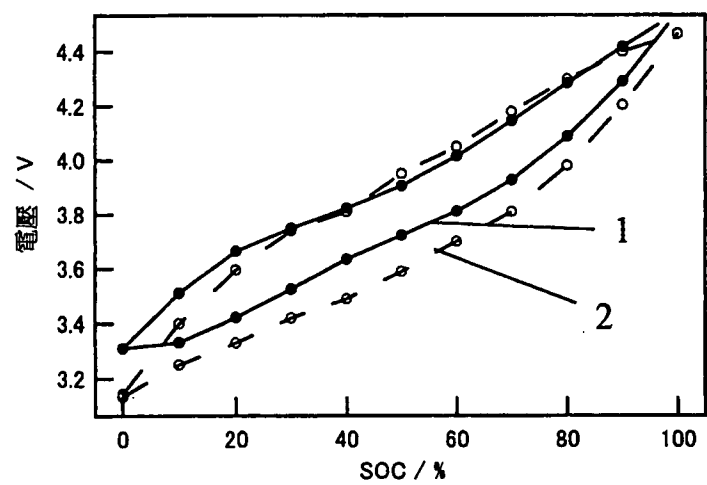


圖 4

	放電容量比	OCV 比
實施例1	1.23	0.48
實施例2	1.19	0.52
實施例3	1.16	0.58
實施例4	1.18	0.58
實施例5	1.11	0.64
實施例6	1.31	0.70
實施例7	1.28	0.76
實施例8	1.34	0.76
實施例9	1.32	0.82
實施例10	1.17	0.82
實施例11	1.26	0.61
實施例12	1.19	0.42
實施例13	1.15	0.33
實施例14	1.08	0.24
比較例1	1	1
比較例2	0.98	0.70
比較例3	0.87	0.76
比較例4	0.99	1.03
比較例5	0.88	0.24