201824618

(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 201824618 A

(43)公開日： 中華民國 107 (2018) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：105144042 (22)申請日： 中華民國 105 (2016) 年 12 月 30 日

(51)Int. Cl.： *H01M4/485 (2010.01)* *H01M4/505 (2010.01)*
H01M4/525 (2010.01) *H01M10/052 (2010.01)*

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)
新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

(72)發明人：呂承璋 LU, CHENG-ZHANG (TW)；蔡季勳 TSAI, CHI-HSUN (TW)；廖世傑 LIAO, SHIH-CHIEH (TW)；陳金銘 CHEN, JIN-MING (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：11 共 30 頁

(54)名稱

鋰電池高電壓正極材料及其製備方法

HIGH VOLTAGE POSITIVE ELECTRODE MATERIAL FOR LITHIUM BATTERY AND PREPARATION METHOD THEREOF

(57)摘要

一種鋰電池高電壓正極材料及其製備方法。所述鋰電池高電壓正極材料包括以下式(1)所示的材料： $LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4$(1) 其中 $x > 0$、$y > 0$ 且 $0 < 3x+2y \leqq 0.1$。此材料不僅能有效提升可逆電容量、降低不可逆電容量及增進大電流放電效能，亦明顯改善材料的低溫放電特性。

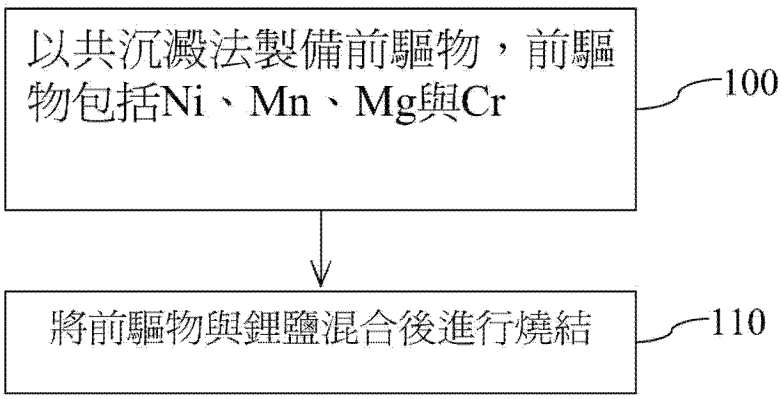
A high voltage positive electrode material for lithium battery and a preparation method thereof are provided. The high voltage positive electrode material for lithium battery includes a material represented by the following formula (1): $LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4$(1) wherein $X > 0$, $y > 0$ and $0 < 3x+2y$ 0.1. The material not only can efficiently improve reversible capacity, reduce irreversible capacity and increase the performance of high-rate discharge but also can significantly improve low-temperature discharge property.

指定代表圖：

TW 201824618 A

符號簡單說明：

100、110・・・步驟



【圖1】

特徵化學式：

$$LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4$$

【發明說明書】

【中文發明名稱】鋰電池高電壓正極材料及其製備方法

【英文發明名稱】HIGH VOLTAGE POSITIVE ELECTRODE MATERIAL FOR LITHIUM BATTERY AND PREPARATION METHOD THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種鋰電池技術，且特別是有關於一種鋰電池高電壓正極材料及其製備方法。

【先前技術】

【0002】 鋰電池之能量密度與其操作電壓有關，故 5V 高電壓正極材料之開發對能量密度之提升，具有相當助益。因 $LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$ 具有高工作電壓(~ 4.7 V)、高能量密度、長循環壽命及耐高速率充放電等特性，相當符合上述能量密度之需求，但此種材料因錳溶解、Jahn-teller 形變及產氣等因素所導致之電容量衰退，使得這種材料目前仍難以商業化。

【0003】 因此，目前亟需尋求具有高工作電壓、高能量密度、長循環壽命及耐高速率充放電的功效，且結構更加穩定的高電壓鋰電池正極材料。

【發明內容】

【0004】 本發明提供一種鋰電池高電壓正極材料，可提升材料可

逆電容量、降低不可逆電容量及改善材料的高/低溫特性。

【0005】 本發明另提供一種鋰電池高電壓正極材料的製備方法，能獲得上述鋰電池高電壓正極材料。

【0006】 本發明的鋰電池高電壓正極材料，包括以下式(1)所示的材料：

$$LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4 \qquad (1)$$

其中 $x>0$、$y>0$ 且 $0<3x+2y\leqq 0.1$。

【0007】 本發明的鋰電池高電壓正極材料的製備方法包括以共沉澱法製備前驅物，所述前驅物包括鎳(Ni)、錳(Mn)、鎂(Mg)與鉻(Cr)，然後混合燒結所述前驅物與鋰鹽，以產生上式(1)所示的材料。

【0008】 基於上述，本發明藉由加入與氧鍵能較大之過渡金屬鎂，可避免氧原子分解釋出，增加材料循環壽命特性。而且本發明藉由鉻金屬摻雜，可增加 5V 平台之放電電容量，抑制 Mn^{3+}產生，減緩與電解液進一步反應分解，進而增進電池性能。

【0009】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0010】

圖 1 是依照本發明之一實施例的一種鋰電池高電壓正極材料的製備流程步驟圖。

圖 2 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料與純鋰鎳錳氧(LNMO)的 XRD 對照圖。

圖 3 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料的粒徑分佈曲線圖。

圖 4 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料的 1,000 倍 SEM 圖。

圖 5 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料的 10,000 倍 SEM 圖。

圖 6A 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料之 O 元素分佈圖。

圖 6B 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料之 Mn 元素分佈圖。

圖 6C 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料之 Ni 元素分佈圖。

圖 6D 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料之 Cr 元素分佈圖。

圖 6E 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料之 Mg 元素分佈圖。

圖 7A 是對照例 1 的鋰電池正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 7B 是對照例 2 的鋰電池正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 7C 是對照例 3 的鋰電池正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 7D 是對照例 4 的鋰電池正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 7E 是對照例 5 的鋰電池正極材料在不同充放電速率下得

到的電容量曲線圖。

圖 7F 是對照例 6 的鋰電池正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 7G 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 8A 是製備例 2 的鋰電池高電壓正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 8B 是製備例 3 的鋰電池高電壓正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 8C 是製備例 4 的鋰電池高電壓正極材料在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。

圖 9A 是對照例 1 的鋰電池正極材料在低溫的電容量曲線圖。

圖 9B 是對照例 2 的鋰電池正極材料在低溫的電容量曲線圖。

圖 9C 是對照例 3 的鋰電池正極材料在低溫的電容量曲線圖。

圖 9D 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料在低溫的電容量曲線圖。

圖 10A 是對照例 1 的鋰電池正極材料在 0.1C 下高溫的電容量曲線圖。

圖 10B 是製備例 1 的鋰電池高電壓正極材料在 0.1C 下高溫的電容量曲線圖。

圖 11A 是製備例 1 與對照例 1 在室溫下的循環性能圖。

圖 11B 是製備例 1 與對照例 1 在高溫下的循環性能圖。

【實施方式】

【0011】 本發明是關於一種鋰電池高電壓正極材料，包括以下式(1)所示的材料：

$$LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4 \qquad (1)$$

其中 $x>0$、$y>0$ 且 $0<3x+2y\leqq 0.1$。

【0012】 本發明所述「高電壓」正極材料係指工作電壓在 4.6V 以上，且充電截止電壓≧5V。

【0013】 在一實施例中，式(1)中的 Mn 為 Mn(IV)。另外，所述材料例如奈米粒子所組成之類球狀微米顆粒，其中奈米粒子尺寸約在 100nm~800nm 之間，而材料實際上為次微米級的尺寸，例如平均粒徑介於 1 微米至 20 微米。

【0014】 圖 1 是依照本發明之一實施例的一種鋰電池高電壓正極材料的製備流程步驟圖。

【0015】 在圖1中，進行步驟100，以共沉澱法製備前驅物，所述前驅物包括鎳(Ni)、錳(Mn)、鎂(Mg)與鉻(Cr)。在本實施例中，所述共沉澱法可先依所需化學劑量配製金屬溶液，再分別選用至少一種螯合劑與至少一種沉澱劑進行配製，隨後依需求調控反應溫度、pH值、入料速度、攪拌速度及保護氣氛的有或無，以合成出所需的前驅物。上述螯合劑例如氨水或硫酸銨，上述沉澱劑例如氫氧化鈉或氫氧化鉀。在一實施例中，上述反應溫度例如在 30°C~50°C 之間、pH 值例如 9~11、入料速度例如在

10mL/H~100mL/H之間、攪拌速度例如在800rpm~2000rpm之間。至於在共沉澱法中如要加入保護氣氛，則可使用惰性氣體作為保護氣氛。另外，製備前驅物的步驟還需使用各種化學品作為金屬元素的來源；舉例來說，可使用硝酸鎳、硫酸鎳或醋酸鎳作為鎳源；使用硝酸錳、硫酸錳或醋酸錳作為錳源；使用硝酸鎂、硫酸鎂或醋酸鎂作為鎂源；以及使用硝酸鉻、硫酸鉻或醋酸鉻作為鉻源。

【0016】 由於本實施例的正極材料，藉由加入與氧鍵結能較大之過渡金屬鎂，可避免氧原子分解釋出，減少 Jahn-Teller 形變，降低不可逆電容量；再者鉻金屬摻雜可增加 5V 平台之放電電容量，抑制 Mn^{3+}產生，減緩與電解液進一步反應分解，進而增進電池性能，因此能解決從前的鋰鎳錳氧材料遭遇的問題。

【0017】 請繼續參照圖 1，在步驟 110 中，將前驅物與鋰鹽混合後進行燒結，以產生上式(1)所示的材料，其中燒結的溫度例如在 600°C~800°C 之間、時間例如在 8 小時~24 小時之間，且燒結氣氛可為空氣或氧氣，所述氧氣是指 99.99%的純氧、所述空氣是指一般大氣。上述鋰鹽例如氫氧化鋰、碳酸鋰...等。

【0018】 以下列舉實驗來驗證本發明之鋰電池正極材料的功效，但本發明並不侷限於以下的實驗。

【0019】 〈原料〉

鎳源：硫酸鎳。

錳源：硫酸錳。

鎂源：硫酸鎂。

鉻源：硫酸鉻。

螯合劑：氨水、硫酸銨。

沉澱劑：氫氧化鈉。

鋰鹽：碳酸鋰。

以上皆購自 Showa 廠牌。

【0020】〈製備例 1〉

【0021】依所需化學劑量使用 31.39 g/L 的鎳源、62.23 g/L 的錳源、1.84g/L 的鎂源、1.95g/L 的鉻源配製成金屬溶液，再分別配製 839.51g/L 的氨水與 13.21 g/L 的硫酸銨做為螯合劑，另配製 46.59g/L 的氫氧化鈉作為沉澱劑，其中反應溫度為 40°C、pH 值約為 10.10、入料速度約為 40mL/H、攪拌速度約為 1500rpm 並在保護氣氛(氮氣)的存在下合成出所需的前驅物。

【0022】然後，將上述前驅物與鋰鹽為 1:1.05 的莫耳比，充分混合後進行燒結，以產生材料: $LiNi_{0.48}Mn_{1.48}Mg_{0.03}Cr_{0.02}O_4$，其中燒結的溫度約 750°C、時間約 24 小時，且燒結氣氛為空氣。

【0023】對製備例 1 的產物進行 X 光繞射分析(XRD)，並與純鋰鎳錳氧(pristine LNMO)的繞射曲線作對照，得到圖 2。從圖 2 可得知製備例 1 的 $LiNi_{0.48}Mn_{1.48}Mg_{0.03}Cr_{0.02}O_4$ 並不會改變 LNMO 的結晶狀態。另外，對製備例 1 的產物進行動態光散射(DLS)分析，結果顯示於圖 3。從圖 3 可得到製備例 1 的材料具有平均粒徑(D_{50})約 12 微米。

【0024】 然後，對製備例 1 的產物進行掃描電子顯微鏡/X 射線能量散佈分析(SEM/EDS 分析)，得到圖 4 和圖 5 的 SEM 圖，其中圖 4 是 1,000 倍的 SEM 圖、圖 5 是 10,000 倍的 SEM 圖。從圖 4 可觀察到複合材料的粒徑大概都在次微米級的尺寸，而從圖 5 可觀察到單一顆球狀微米顆粒是由更小的奈米粒子所組成。圖 6A 至圖 6E 分別是製備例 1 的鋰電池正極材料之 O、Mn、Ni、Cr 與 Mg 元素分佈圖，其中亮區(或亮點)即為單一元素存在的位置、暗區是其他元素的位置。因此，從圖 6A 至圖 6E 可看出分析區域內有數顆材料，且在相同位置同時有 O、Mn、Ni、Cr 與 Mg 存在，因此能確定這些顆粒為鋰鎳錳鉻鎂氧複合的材料。

【0025】 〈對照例 1〉

【0026】 根據製備例 1 的方法製備，但未做任何摻雜改質的 LNMO 材料($LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$)。

【0027】 〈對照例 2〉

【0028】 根據製備例 1 的方法製備，但是其中並未摻雜鎂。所得到的材料為摻雜 0.02mole 鉻的 LNMO ($LiNi_{0.49}Mn_{1.49}Cr_{0.02}O_4$)。

【0029】 〈對照例 3〉

【0030】 根據製備例 1 的方法製備，但是其中並未摻雜鉻。所得到的材料為摻雜 0.03mole 鎂的 LNMO ($LiNi_{0.49}Mn_{1.49}Mg_{0.03}O_4$)。

【0031】 〈對照例 4〉

【0032】 根據製備例 1 的方法製備，但是其中的 Cr(Ⅲ)改為 Al(Ⅲ)(硫酸鋁)。所得到的材料為摻雜 0.03mole 鎂及 0.02mole 鋁

的 LNMO ($LiNi_{0.48}Mn_{1.48}Mg_{0.03}Al_{0.02}O_4$)。

【0033】〈對照例 5〉

【0034】根據製備例 1 的方法製備，但是其中的 Mg(Ⅱ)改為 Zn(Ⅱ)(硫酸鋅)。所得到的材料為摻雜 0.03mole 鋅及 0.02mole 鉻的 LNMO ($LiNi_{0.48}Mn_{1.48}Zn_{0.03}Cr_{0.02}O_4$)。

【0035】〈對照例 6〉

【0036】根據製備例 1 的方法製備，且同時進行 Mg(Ⅱ)、Zn(Ⅱ)、Cr(Ⅲ)與 Al(Ⅲ)的摻雜。所得到的材料為摻雜 0.015mole 鎂、0.015mole 鋅、0.01mole 鉻及 0.01mole 鋁的 LNMO ($LiNi_{0.48}Mn_{1.48}Mg_{0.0015}Zn_{0.0015}Cr_{0.01}Al_{0.01}O_4$)。

【0037】〈分析方法〉

【0038】利用 2032 鈕扣型電池來做為驗證材料之載具，負極為鋰金屬，電解液為 1.0M $LiPF_6$，EC/DMC=1/2 Vol%。

【0039】〈實驗例 1〉

【0040】在室溫下以不同充放電速率對使用對照例 1~6 和製備例 1 的鋰電池正極材料的電池，進行充放電測試，結果分別顯示於圖 7A 至圖 7G，其中圖 7A 至圖 7F 是對照例 1~6 在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖；圖 7G 是製備例 1 在不同充放電速率下得到的電容量曲線圖。分別比較在 6C 的電容量，可得到使用製備例 1 的鋰電池正極材料的電池具有最高的電容量，在相同 6C 放電倍率下，圖 7A 至圖 7G 的放電電容量分別為 104.07mAh/g、110 mAh/g、113.63 mAh/g、92 mAh/g、91 mAh/g、100 mAh/g、125

mAh/g。所有電容量曲線圖都是充放電速率越高，曲線越往下並往左移。而且，將鉻以其他金屬元素取代的對照例 4 或者將鎂以其他金屬元素取代的對照例 5，都無法有效增加電容量。

【0041】〈製備例 2〉

【0042】根據製備例 1 的方法製備，但是其中鎂的莫耳含量降低為 0.01mole。所得到的材料為 $LiNi_{0.4866}Mn_{1.4867}Mg_{0.01}Cr_{0.02}O_4$。

【0043】〈製備例 3〉

【0044】根據製備例 1 的方法製備，但是其中鎂的莫耳含量降低為 0.02mole。所得到的材料為 $LiNi_{0.4834}Mn_{1.4833}Mg_{0.02}Cr_{0.02}O_4$。

【0045】〈製備例 4〉

【0046】根據製備例 1 的方法製備，但是其中的鎂的莫耳含量增加至為 0.05mole。所得到的材料為 $LiNi_{0.48}Mn_{1.47}Mg_{0.05}Cr_{0.02}O_4$。

【0047】〈實驗例 2〉

【0048】在室溫下以不同充放電速率對使用製備例 2~4 的鋰電池正極材料的電池，進行充放電測試，結果分別顯示於圖 8A 至圖 8C。從圖 8A 至圖 8C 可得到，使用製備例 2~4 的鋰電池正極材料的電池在高充放電速率下能具有較高的電容量。

【0049】〈實驗例 3〉

【0050】在低溫-20°C 下，以 0.5C 對使用對照例 1 和製備例 1 的鋰電池正極材料的電池，進行充放電測試；以及，以 0.2C 對使用對照例 2~3 的鋰電池正極材料的電池，進行充放電測試。結果分別顯示於圖 9A 至圖 9D，其中圖 9A 至圖 9C 是對照例 1~3 在低溫

得到的電容量曲線圖；圖 9D 是製備例 1 在低溫得到的電容量曲線圖。在圖中顯示有充放電的電容量比例，其中製備例 1 的比例高達 88.4%，明顯優於對照例 1~3 的結果。尤其是製備例 1 的放電倍率(0.5C)比對照例 2~3 的放電倍率(0.2C)都要高的測試條件下，製備例 1 的低溫放電特性仍較以上對照例優異。

【0051】〈實驗例 4〉

【0052】在高溫 45°C 下，以 0.1C 對使用對照例 1 和製備例 1 的鋰電池正極材料的電池，進行充放電測試，結果分別顯示於圖 10A 和圖 10B。從圖 10B 可得知製備例 1 具有較高的電容量。

【0053】〈實驗例 5〉

【0054】在室溫(約 25°C)與高溫 45°C 下，分別以 0.5C 對使用對照例 1 和製備例 1 的鋰電池正極材料的電池，進行充放電的循環測試(cycle life test)，結果分別顯示於圖 11A 和圖 11B。從圖 11B 可看出，使用製備例 1 的鋰電池正極材料的電池在高溫下具有更為穩定的充放電效能。

【0055】綜上所述，本發明所得的材料不僅能有效提升材料可逆電容量、降低不可逆電容量及增進材料大電流放電效能，亦明顯改善材料的低溫放電特性。

【0056】雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0057】

100、110：步驟

201824618
專利案號：105144042
201824618
申請日：105/12/30
IPC分類：H01M 4/485 (2010.01)
H01M 4/505 (2010.01)
H01M 4/525 (2010.01)
H01M 10/052 (2010.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】鋰電池高電壓正極材料及其製備方法

【英文發明名稱】HIGH VOLTAGE POSITIVE ELECTRODE MATERIAL FOR LITHIUM BATTERY AND PREPARATION METHOD THEREOF

【中文】一種鋰電池高電壓正極材料及其製備方法。所述鋰電池高電壓正極材料包括以下式(1)所示的材料：

$$LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4 \qquad (1)$$

其中 $x>0$、$y>0$ 且 $0<3x+2y\leqq 0.1$。此材料不僅能有效提升可逆電容量、降低不可逆電容量及增進大電流放電效能，亦明顯改善材料的低溫放電特性。

【英文】A high voltage positive electrode material for lithium battery and a preparation method thereof are provided. The high voltage positive electrode material for lithium battery includes a material represented by the following formula (1):

$$LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4 \qquad (1)$$

wherein $X>0$, $y>0$ and $0<3x+2y\leq 0.1$. The material not only can efficiently improve reversible capacity, reduce irreversible capacity and increase the performance of high-rate discharge but also can significantly improve low-temperature discharge property.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

100、110：步驟

【特徵化學式】

$LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4$。

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種鋰電池高電壓正極材料，包括以下式(1)所示的材料：

$LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4$ (1)

其中 $x>0$、$y>0$ 且 $0<3x+2y\leqq 0.1$。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述的鋰電池高電壓正極材料，其中所述Mn為Mn(IV)。

【第3項】 如申請專利範圍第1項所述的鋰電池高電壓正極材料，其中所述材料的平均粒徑介於1微米至20微米。

【第4項】 一種鋰電池高電壓正極材料的製備方法，包括：

以共沉澱法製備前驅物，所述前驅物包括鎳(Ni)、錳(Mn)、鎂(Mg)與鉻(Cr)；以及

將所述前驅物與鋰鹽混合後進行燒結，以產生以式(1)所示的材料，$LiNi_{0.5-x-y}Mn_{1.5-x-y}Mg_{3x}Cr_{2y}O_4$ (1)，其中$x>0$、$y>0$且$0<3x+2y\leqq 0.1$。

【第5項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中所述共沉澱法的反應溫度為30°C~50°C。

【第6項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中所述共沉澱法的pH值為9~11。

【第7項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中所述共沉澱法的入料速度為10mL/H~100mL/H。

【第8項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中所述共沉澱法的攪拌速度為800rpm~2000rpm。

【第9項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中所述共沉澱法的保護氣氛為惰性氣體。

【第10項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中製備所述前驅物的步驟包括選用至少一種螯合劑與至少一種沉澱劑。

【第11項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中所述螯合劑包括氨水或硫酸銨，且所述沉澱劑包括氫氧化鈉或氫氧化鉀。

【第12項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中製備所述前驅物的步驟包括：使用硫酸鎳、硝酸鎳或醋酸鎳作為鎳源；使用硫酸錳、硝酸錳或醋酸錳作為錳源；使用硫酸鎂、硝酸鎂或醋酸鎂作為鎂源；以及使用硫酸鉻、硝酸鉻或醋酸鉻作為鉻源。

【第13項】 如申請專利範圍第4項所述的鋰電池高電壓正極材料的製備方法，其中燒結所述前驅物與所述鋰鹽的溫度為600°C~800°C、時間為8小時~24小時且燒結氣氛為空氣或氧氣。