



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I549343 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 11 日

(21) 申請案號：100107082

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 03 日

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

(30) 優先權：2010/03/04 日本

JP2010-048114

(71) 申請人：J X 日鑛日石金屬股份有限公司 (日本) JX NIPPON MINING &amp; METALS CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：岡本健太郎 OKAMOTO, KENTARO (JP) ; 梶谷芳男 KAJIYA, YOSHIO (JP)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

(56) 參考文獻：

TW 541745

JP 2006-107845A

審查人員：楊淑珍

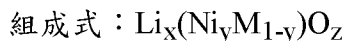
申請專利範圍項數：5 項 圖式數：1 共 19 頁

(54) 名稱

鋰離子電池用正極活性物質、鋰離子電池用正極、及鋰離子電池

(57) 摘要

本發明提供一種高容量且具有良好之比率特性之鋰離子電池用正極活性物質。鋰離子電池用正極活性物質具有由下述組成式表示之層結構，



(式中，M 為 Mn、Co、Al、Mg、Cr、Ti、Fe、Nb、Cu 及 Zr 之至少 1 種，x 為 0.9 ~ 1.2，y 為 0.70 ~ 0.79，z 為 1.9 以上)。於 x 軸為晶格常數 a，y 軸為 Li 與 M 之組成比(Li/M)之圖表中，晶格常數 a 及組成比(Li/M)在由  $y=1.108$ 、 $y=-37.298x+108.27$  及  $y=75.833x-217.1$  此三條直線所圍成之區域內，且晶格常數 c 為 14.2 ~ 14.25。

指定代表圖：

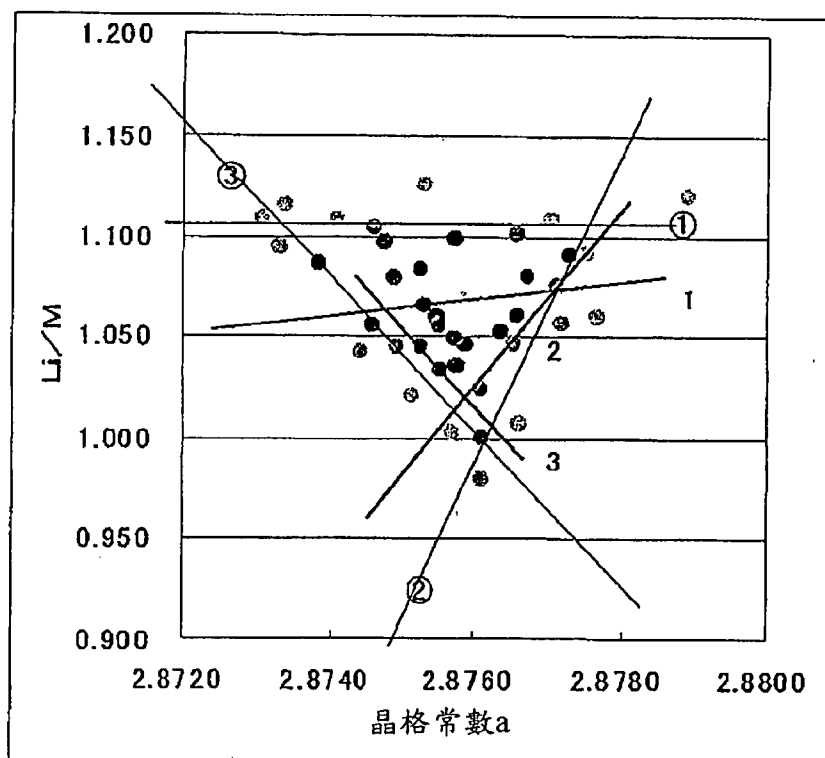


圖1

公告本
-----

## 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100107082

※申請日：100-03-03

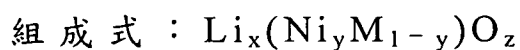
※IPC 分類：H01M 4/526 (2010-01)  
H01M 10/052 (2010-01)

### 一、發明名稱：(中文/英文)

鋰離子電池用正極活性物質、鋰離子電池用正極、及  
鋰離子電池

### 二、中文發明摘要：

本發明提供一種高容量且具有良好之比率特性之鋰離子電池用正極活性物質。鋰離子電池用正極活性物質具有由下述組成式表示之層結構，



(式中，M 為 Mn、Co、Al、Mg、Cr、Ti、Fe、Nb、Cu 及 Zr 之至少 1 種，x 為 0.9~1.2，y 為 0.70~0.79，z 為 1.9 以上)。於 x 軸為晶格常數 a，y 軸為 Li 與 M 之組成比(Li/M)之圖表中，晶格常數 a 及組成比(Li/M)在由  $y = 1.108$ 、 $y = -37.298x + 108.27$  及  $y = 75.833x - 217.1$  此三條直線所圍成之區域內，且晶格常數 c 為 14.2~14.25。

### 三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種鋰離子電池用正極活性物質、鋰離子電池用正極、及鋰離子電池。

### 【先前技術】

鋰離子電池之正極活性物質，通常使用含鋰之過渡金屬氧化物。具體而言，為鈷酸鋰( $\text{LiCoO}_2$ )、鎳酸鋰( $\text{LiNiO}_2$ )、錳酸鋰( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ )等，為了改善特性(高容量化、週期特性、保存特性、降低內部電阻、比率特性)或提高安全性，進行將該等複合化。關於車輛用或負載調平(load leveling)用等大型用途中之鋰離子電池要求與至今為止之行動電話用或個人電腦用不同之特性，尤其重視高容量、及比率特性。

先前使用各種方法來高容量化及改善比率特性，例如於專利文獻 1 中揭示有一種由通式  $\text{Li}_w\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$  所示複合氧化物所構成之鋰電池正極材料(其中， $w = 0.90 \sim 1.10$ ， $x = 0.80 \sim 0.95$ ， $y = 0.04 \sim 0.19$ ， $z = 0.01 \sim 0.16$ ， $x + y + z = 1.0$ )，且記載有根據該鋰電池正極材料，可提供一種放電量大且因反覆充電／放電所引起之電池特性之下降較少、週期特性優異，並且抑制充電後正極材料分解引起之氣體產生，提高保存性／安全性之鋰電池正極材料。

又，專利文獻 2 揭示有一種於由負極、正極、含有鋰鹽之非水電解質所構成之能夠可逆性多次充放電的電池中由通式  $\text{A}_w\text{D}_v\text{Ni}_x\text{Al}_y\text{N}_z\text{O}_2$ (其中，A 係表示選自鹼金屬中之至少一種，D 係表示選自 Mg、B 中之至少 1 種，N 係表示選

自 Si、Ca、Cu、P、In、Sn、Mo、Nb、Y、Bi、Ga 中之至少 1 種， $w$ 、 $v$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  分別表示  $0.05 \leq w \leq 1.2$ 、 $0.001 \leq v \leq 0.2$ 、 $0.5 \leq x \leq 0.9$ 、 $0.1 < y \leq 0.5$ 、 $0.001 \leq z \leq 0.2$  之數)所示之複合氧化物作為正極活性物質。並且，記載有根據該複合氧化物，可獲得二次電池用正極材料之高容量化、長壽命化、比率特性及高溫特性、安全性得以改善之所有電池特性方面優異之特性。

[專利文獻 1]日本特開平 10-321224 號公報

[專利文獻 2]日本特開平 10-208744 號公報

#### 【發明內容】

然而，高容量性及比率特性為電池所要求之重要之特性，作為高品質之鋰離子電池用正極活性物質，尚存在改善之餘地。

因此，本發明之課題在於提供一種高容量且具有良好之比率特性之鋰離子電池用正極活性物質。

本發明人進行潛心研究，結果發現：著眼於正極活性物質之晶格常數  $a$  及 Li 與 Li 以外之金屬(M)的組成比、與電池特性之關係，於  $x$  軸為晶格常數  $a$ ， $y$  軸為 Li 與 M 之組成比(Li/M)之圖表中，若晶格常數  $a$  及組成比(Li/M)在特定區域內，則使用該正極活性物質而製作之電池之特性變得良好。

以上述知識為基礎而完成之本發明，於一態樣中，為一種鋰離子電池用正極活性物質，其具有由下述組成式表示之層結構，



組成式： $\text{Li}_x(\text{Ni}_y\text{M}_{1-y})\text{O}_z$

(式中，M 為 Mn、Co、Al、Mg、Cr、Ti、Fe、Nb、Cu 及 Zr 之至少 1 種，x 為 0.9~1.2，y 為 0.70~0.79，z 為 1.9 以上)，

所示之層結構者；且

於 x 軸為晶格常數 a，y 軸為 Li 與 M 之組成比 (Li/M) 之圖表中，晶格常數 a 及組成比 (Li/M) 位在由  $y = 1.108$ 、 $y = -37.298x + 108.27$  及  $y = 75.833x - 217.1$  此三條直線所圍成之區域內，並且晶格常數 c 為 14.2~14.25。

本發明之鋰離子電池用正極活性物質於一實施形態中，晶格常數 a 及組成比 (Li/M) 位在由  $y = 5x - 13.311$ 、 $y = 49.737x - 142.02$ 、及  $y = -60x + 173.56$  此三條直線所圍成之區域內。

本發明之鋰離子電池用正極活性物質進而於其他實施形態中，M 為 Mn、Co、或 Al。

本發明於其他態樣中係一種鋰離子電池用正極，其係使用本發明之鋰離子電池用正極活性物質。

本發明進而於其他態樣中係一種鋰離子電池，其係使用本發明之鋰離子電池用正極。

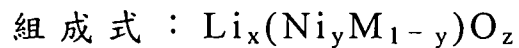
根據本發明，可提供一種高容量且具有良好之比率特性之鋰離子電池用正極活性物質。

### 【實施方式】

(鋰離子電池用正極活性物質之構成)

本發明之鋰離子電池用正極活性物質之材料，可廣泛

使用適用作為一般鋰離子電池用正極用之正極活性物質的化合物，尤佳使用鈷酸鋰( $\text{LiCoO}_2$ )、鎳酸鋰( $\text{LiNiO}_2$ )、錳酸鋰( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ )等含鋰之過渡金屬氧化物。使用上述材料而製作之本發明之鋰離子電池用正極活性物質由下述組成式表示：



(式中，M 為 Mn、Co、Al、Mg、Cr、Ti、Fe、Nb、Cu 及 Zr 之至少 1 種，x 為 0.9~1.2，y 為 0.70~0.79，z 為 1.9 以上)，具有層結構。

鋰離子電池用正極活性物質中鋰相對於全部金屬之比率為 0.9~1.2，其原因在於，若未達 0.9，則難以保持穩定之結晶結構，若超過 1.2 則變得無法確保電池之高容量。

本發明之鋰離子電池用正極活性物質於 x 軸為晶格常數 a，y 軸為 Li 與 M 之組成比(Li/M)之圖表中，其晶格常數 a 及組成比(Li/M)位在由  $y = 1.108$ 、 $y = -37.298x + 108.27$  及  $y = 75.833x - 217.1$  此三條直線所圍成之區域內，並且晶格常數 c 為 14.2~14.25。若晶格常數 c 為 14.2~14.25，且晶格常數 a 及組成比(Li/M)位在上述區域內，則使用該正極活性物質之電池之容量增大，比率特性變得良好。

又，晶格常數 a 及組成比(Li/M)更佳為位在更窄之區域即由  $y = 5x - 13.311$ 、 $y = 49.737x - 142.02$ 、 $y = -60x + 173.56$  此三條直線所圍成之區域內。並且，晶格常數 c 更佳為 14.22~14.25。

鋰離子電池用正極活性物質係由一次粒子、一次粒子凝聚而形成之二次粒子、或一次粒子及二次粒子的混合物所構成。鋰離子電池用正極活性物質較佳為其一次粒子或二次粒子之平均粒徑為  $2\sim 8\mu\text{m}$ 。

若平均粒徑未達  $2\mu\text{m}$ ，則變得難以塗佈於集電體。若平均粒徑超過  $8\mu\text{m}$ ，則填充時變得易於產生空隙，而使填充性下降。又，平均粒徑更佳為  $3\sim 6\mu\text{m}$ 。

(鋰離子電池用正極及使用其之鋰離子電池之構成)

本發明之實施形態之鋰離子電池用正極例如具有如下結構：將上述構成之鋰離子電池用正極活性物質、導電助劑、及黏合劑混合而製備之正極合劑設置於由鋁箔等所構成之集電體之單面或雙面。又，本發明之實施形態之鋰離子電池具備上述構成之鋰離子電池用正極。

(鋰離子電池用正極活性物質之製造方法)

繼而，對本發明之實施形態之鋰離子電池用正極活性物質的製造方法進行詳細說明。

首先，製作含有氧化劑之金屬鹽溶液。又，金屬鹽為硫酸鹽、氯化物、硝酸鹽、乙酸鹽等，尤佳為硝酸鹽。其原因在於，即便是以雜質的形態混入燒成原料中，亦可直接燒成，故而可省去清洗步驟；硝酸鹽作為氧化劑而發揮功能，具有促進燒成原料中之金屬之氧化的功能。金屬鹽中所含金屬為 Ni，及 Mn、Co、Al、Mg、Cr、Ti、Fe、Nb、Cu 及 Zr 之至少 1 種以上。金屬之硝酸鹽，例如可使用硝酸鎳、硝酸鈷、及硝酸錳等。又，此時預先調整金屬鹽中所

含各金屬成為所需之莫耳比率。藉此，決定正極活性物質中之各金屬的莫耳比率。

繼而，使碳酸鋰懸浮於純水中，其後投入上述金屬之金屬鹽溶液而製作鋰鹽溶液漿料。此時，漿料中會析出微小粒之含鋰碳酸鹽。再者，於作為金屬鹽之硫酸鹽或氯化物等之熱處理時其鋰化合物不進行反應之情形時，利用飽和碳酸鋰溶液清洗後進行過濾分離。於硝酸鹽或乙酸鹽之類之熱處理過程中其鋰化合物作為鋰原料進行反應之情形時，不進行清洗，直接過濾分離，並加以乾燥，藉此可用作燒成前驅物。

繼而，藉由將過濾分離之含鋰碳酸鹽乾燥，而獲得鋰鹽之複合體(鋰離子電池正極材料用前驅物)之粉末。

繼而，準備具有特定大小之容量之燒成容器，於該燒成容器中填充鋰離子電池正極材料用前驅物之粉末。繼而，將填充有鋰離子電池正極材料用前驅物之粉末的燒成容器移至燒成爐，進行燒成。燒成係藉由於氧氣環境下加熱保持特定時間而進行。又，若於 101~202KPa 之加壓下進行燒成，則進而增加組成中之氧量，故而較佳。燒成溫度為 700~1100°C，較佳為上述式中  $0 < y \leq 0.5$  之情況下燒成溫度為 700~950°C，於  $0.5 < y \leq 0.7$  之情況下，燒成溫度為 850~1100°C。又，正極活性物質之結晶性大多受到組成與燒成溫度之關係的影響。此時，依燒成溫度之範圍，有時即便有少量不同，亦對正極活性物質之結晶性造成影響。如此，藉由於適當之組成範圍內，以與其相對應之適

當之燒成溫度進行燒成，而使正極活性物質之結晶性提高，成為高性能之正極活性物質。又，正極活性物質之結晶性此外亦受到前驅物之粒度或用作為原料之碳酸鋰之量的影響。若碳酸鋰之量較多、正極材料用前驅物中含有較多鋰，則更良好地進行燒成。再者，若燒成溫度高則晶格常數  $c$  減小，若燒成溫度低則燒成變得不充分，晶格常數  $c$  增大。

其後，自燒成容器取出粉末，並進行粉碎，藉此獲得正極活性物質之粉體。

再者，製作鋰鹽溶液漿料時，若使用硝酸鹽作為所投入之金屬鹽，則最後會製作出組成式中含有過剩氧之正極活性物質。又，即便不於大氣壓下而是於特定之加壓下進行正極材料用前驅物之燒成，最後亦會製作出組成式中含有過剩氧之正極活性物質。如此，若正極活性物質於組成式中含有過剩氧，則使用該正極活性物質之電池之各種特性變得良好。

#### [實施例]

以下，提供用以更好地理解本發明及其優點之實施例，但本發明並不限定於該等實施例。

#### (實施例 1~26)

首先，使表 1 中記載之投入量之碳酸鋰懸浮於純水 3.2 公升中後，投入 4.8 公升金屬鹽溶液。此處，金屬鹽溶液係將各金屬之硝酸鹽之水合物調整成各金屬成為表 1 中記載之組成比，又進行調整使全部金屬莫耳數成為 14 莫耳。

再者，碳酸鋰之懸浮量為以  $\text{Li}_x(\text{Ni}_y\text{M}_{1-y})\text{O}_z$  表示製品 (鋰離子二次電池正極材料，即正極活性物質) 且  $x$  為表 1 之值的量，分別由下述式算出者。

$$W(\text{g}) = 73.9 \times 14 \times (1 + 0.5X) \times A$$

上述式中，「A」係用以除了作為析出反應必需之量外，預先自懸浮量減去過濾後原料中殘留之碳酸鋰以外的鋰化合物之鋰量而乘的數值。「A」，如硝酸鹽或乙酸鹽之類於鋰鹽作為燒成原料進行反應之情形時為 0.9，如硫酸鹽或氯化物之類於鋰鹽作為燒成原料而未進行反應之情形時為 1.0。

藉由該處理於溶液中會析出微小粒之含鋰碳酸鹽，但使用壓濾機將該析出物過濾分離。

繼而，將析出物加以乾燥而獲得含鋰碳酸鹽 (鋰離子電池正極材料用前驅物)。

繼而，準備燒成容器，於該燒成容器內填充含鋰碳酸鹽。繼而，將燒成容器放入至空氣環境爐中，以 4 小時升溫直至  $800 \sim 860^\circ\text{C}$ ，繼而於該保持溫度下保持 12~30 小時後，以 3 小時放置冷卻，獲得氧化物。繼而，粉碎所獲得之氧化物，獲得鋰離子二次電池正極材料之粉末。

#### (實施例 27)

實施例 27 係使原料之各金屬成為表 1 所示之組成，使金屬鹽為氯化物，使含鋰碳酸鹽析出後，利用飽和碳酸鋰溶液進行清洗、過濾，除此之外，進行與實施例 1~26 相同之處理。

## (實施例 28)

實施例 28 係使原料之各金屬成為表 1 所示之組成，使金屬鹽為硫酸鹽，使含鋰碳酸鹽析出後，利用飽和碳酸鋰溶液進行清洗、過濾，除此之外，進行與實施例 1~26 相同之處理。

## (實施例 29)

實施例 29 係使原料之各金屬成為表 1 所示之組成，並非於大氣壓下而是於 120KPa 之加壓下進行燒成，除此之外，進行與實施例 1~26 相同之處理。

## (比較例 1~15)

比較例 1~15 係使原料之各金屬成為表 1 所示之組成，進行與實施例 1~26 相同之處理。

[表 1]

	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (g)	除去 Li 之全部金屬中之各金屬之組成比(%)										燒成溫度(°C)
		Ni	Co	Mn	Ti	Cr	Fe	Cu	Al	Sn	Mg	
實施例 1	1396	70	10	20								820
實施例 2	1406	70	10	20								820
實施例 3	1396	75	12.5	12.5								850
實施例 4	1396	75	12.5	12.5								850
實施例 5	1396	70	15	15								820
實施例 6	1396	70	15	15								820
實施例 7	1396	70	15	15								820
實施例 8	1396	70	15	15								820
實施例 9	1396	75	10	15								800
實施例 10	1396	75	10	15								820
實施例 11	1396	75	10	15								820
實施例 12	1406	75	10	15								820
實施例 13	1415	75	10	15								830
實施例 14	1406	75	10	10	5							830
實施例 15	1396	75	10	10		5						830
實施例 16	1406	75	10	10			5					830
實施例 17	1396	75	10	10				5				830
實施例 18	1396	75	10	10					5			830
實施例 19	1396	75	10	10						5		830
實施例 20	1396	75	10	10							5	830
實施例 21	1396	75	10	10	2.5						2.5	830
實施例 22	1396	77	10	13								860
實施例 23	1396	77	10	13								860
實施例 24	1396	77	10	13								860
實施例 25	1396	77	10	13								860
實施例 26	1406	77	10	13								860
實施例 27	1552	75	10	15								860
實施例 28	1552	75	10	15								860
實施例 29	1396	75	10	15								860
比較例 1	1396	70	10	20								840
比較例 2	1406	70	10	20								840
比較例 3	1396	75	10	15								830
比較例 4	1406	75	10	15								850
比較例 5	1415	75	10	15								850
比較例 6	1396	75	10	15								850
比較例 7	1396	75	10	10	2.5						2.5	850
比較例 8	1396	75	10	10	5							850
比較例 9	1396	75	10	10		5						850
比較例 10	1396	75	10	10			5					850
比較例 11	1396	75	10	10				5				850
比較例 12	1396	70	15	15								830
比較例 13	1396	77	10	13								880
比較例 14	1396	70	10	20								830
比較例 15	1396	75	15	10								800

(評價)

各正極材料中之金屬含量，係利用感應耦合電漿發射光譜分析儀(ICP-AES)進行測定，算出各金屬之組成比(莫耳比)。又，藉由 X 射線繞射確認結晶結構為層狀結構。

進而，以粉末 XRD 測定各正極材料，藉由繞射圖案求出晶格常數。又，其中，以晶格常數  $a$  為  $x$  軸，以根據 MS 分析求出之 Li 與 M(除去 Li 之所有金屬)之組成比(Li/M) 為  $y$  軸，描繪圖 1 所示之圖表。

又，以 85 : 8 : 7 之比例稱量各正極材料、導電材料、黏合劑，將黏合劑溶解於有機溶劑(N-甲基吡咯啉酮(N-methylpyrrolidone))中，於其中混合正極材料與導電材料並進行漿料化，塗佈於 Al 箔上，加以乾燥後進行壓製而製成正極。繼而，製作以相對電極為 Li 之評價用 2032 型硬幣電池(coin cell)，使用 1M-LiPF<sub>6</sub> 溶解於 EC-DMC(1:1)而成者作為電解液，算出電流密度 1C 時電池容量相對於電流密度 0.1C 時電池容量之比，獲得比率特性。該等之結果示於表 2。

[表 2]

	晶格常數 a	晶格常數 c	晶格體積 v	Li/M	放電容量(0.1C) (A·h/g)	比率特性 (%)
實施例 1	2.8759	14.2220	101.866	1.047	189	89
實施例 2	2.8761	14.2235	101.893	1.000	185	87
實施例 3	2.8755	14.2223	101.841	1.060	189	89
實施例 4	2.8753	14.2209	101.814	1.084	192	89
實施例 5	2.8764	14.2299	102.029	1.052	189	89
實施例 6	2.8767	14.2248	101.875	1.081	188	87
實施例 7	2.8753	14.2171	101.787	1.046	198	89
實施例 8	2.8746	14.2170	101.738	1.055	188	88
實施例 9	2.8755	14.2199	101.827	1.034	190	89
實施例 10	2.8753	14.2195	101.808	1.066	189	88
實施例 11	2.8738	14.2179	101.691	1.086	184	88
實施例 12	2.8773	14.2262	101.996	1.091	184	87
實施例 13	2.8733	14.2182	101.658	1.107	184	87
實施例 14	2.8771	14.2336	102.038	1.075	190	89
實施例 15	2.8757	14.2263	101.886	1.099	189	87
實施例 16	2.8766	14.2326	101.993	1.101	189	87
實施例 17	2.8761	14.2480	102.072	1.025	185	88
實施例 18	2.8755	14.2463	102.014	1.055	190	89
實施例 19	2.8758	14.2462	102.032	1.036	190	89
實施例 20	2.8749	14.2460	101.970	1.045	186	88
實施例 21	2.8749	14.2436	101.950	1.080	189	88
實施例 22	2.8766	14.2326	101.983	1.061	195	89
實施例 23	2.8765	14.2313	101.979	1.047	190	88
實施例 24	2.8757	14.2263	101.886	1.049	190	89
實施例 25	2.8746	14.2220	101.776	1.104	187	88
實施例 26	2.8747	14.2220	101.786	1.097	189	89
實施例 27	2.8741	14.2188	101.716	1.050	180	84
實施例 28	2.8770	14.2244	101.963	1.055	183	83
實施例 29	2.8754	14.2295	101.838	1.060	191	91
比較例 1	2.8789	14.2311	102.145	1.121	182	85
比較例 2	2.8751	14.2224	101.845	1.021	183	86
比較例 3	2.8733	14.2215	101.680	1.095	181	86
比較例 4	2.8730	14.2197	101.713	1.11	183	86
比較例 5	2.8775	14.2256	102.009	1.092	176	84
比較例 6	2.8741	14.2209	101.729	1.109	182	85
比較例 7	2.8744	14.2222	101.763	1.043	182	87
比較例 8	2.8761	14.2162	101.840	0.980	185	85
比較例 9	2.8770	14.2241	101.962	1.109	180	86
比較例 10	2.8757	14.2211	101.841	1.003	185	86
比較例 11	2.8766	14.2254	101.963	1.007	178	80
比較例 12	2.8734	14.2130	101.623	1.116	183	86
比較例 13	2.8772	14.2206	101.949	1.056	183	86
比較例 14	2.8749	14.1988	101.692	1.036	179	82
比較例 15	2.8773	14.2531	102.051	1.053	176	80

表 2 之結果繪製於圖 1，可知若以圍成電池之容量及比率特性良好者之方式描繪直線，則位於由圖 1 之三條直線 (1) $y = 1.108$ 、(2) $y = -37.298x + 108.27$  及 (3) $y = 75.833x - 217.1$  所圍成之區域內。

通常，將正極活性物質用於電池之情形時之電池特性的評價需要相當之時間，根據本發明，於具有特定晶格常數  $c$  之正極活性物質中，於  $x$  軸為晶格常數  $a$ ， $y$  軸為  $\text{Li}$  與  $M$  之組成比 ( $\text{Li}/M$ ) 之圖表中，描繪上述三條直線，可僅判斷晶格常數  $a$  及組成比 ( $\text{Li}/M$ ) 是否位在該等所圍成之區域內而評價電池之特性。因此，電池之特性評價所需時間較短，電池之製造效率及製造成本變得良好。

進而可知若以圍成電池之容量及比率特性更良好者之方式描繪直線，則位於由圖 1 之三條直線 1： $y = 5x - 13.311$ 、2： $y = 49.737x - 142.02$ 、3： $y = -60x + 173.56$  所圍成之區域內。

又，實施例 1~26 及 29 於製作鋰鹽溶液漿料時，使用硝酸鹽作為所投入之金屬鹽，最後製作出組成式中含有過剩氧之正極活性物質。因此，若使用氯化物及硫酸鹽作為金屬鹽之實施例 27 及 28 與其他條件相同者相比較，則電池特性變得更良好(例如實施例 10 與實施例 27 及 28 之比較)。

進而，並非於大氣壓下而是於特定之加壓下進行正極材料用前驅物之燒成的實施例 29 中，由於最終製作出組成式中進而含有過剩氧之正極活性物質，故而若與其他條件

相同者相比較，則電池特性變得更良好(例如實施例 10 與實施例 29 之比較)。

比較例 1~13 在圖 1 之三條直線(1) $y = 1.108$ 、(2) $y = -37.298x + 108.27$  及 (3) $y = 75.833x - 217.1$  所圍成之範圍外，電池特性不良。又，比較例 14 及 15 係位於圖 1 之三條直線(1) $y = 1.108$ 、(2) $y = -37.298x + 108.27$  及 (3) $y = 75.833x - 217.1$  所圍成之區域內，但晶格常數  $c$  在 14.2~14.25 之範圍外，故而電池特性不良。

#### 【圖式簡單說明】

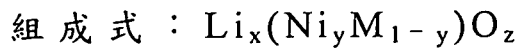
圖 1，係實施例之「晶格常數  $a$ 」—「Li 與 M 之組成比」的圖表。

#### 【主要元件符號說明】

無

## 七、申請專利範圍：

1. 一種鋰離子電池用正極活性物質，其具有由下述組成式表示之層結構，



(式中，M 為 Mn、Co、Al、Mg、Cr、Ti、Fe、Nb、Cu 及 Zr 之至少 1 種，x 為 0.9~1.2，y 為 0.70~0.79，z 為 1.9 以上)，

於 x 軸為晶格常數 a，y 軸為 Li 與 M 之組成比(Li/M)之圖表中，該晶格常數 a 及該組成比(Li/M)位在由  $y = 1.108$ 、 $y = -37.298x + 108.27$  及  $y = 75.833x - 217.1$  此三條直線所圍成之區域內；且

晶格常數 c 為 14.2~14.25。

2. 如申請專利範圍第 1 項之鋰離子電池用正極活性物質，其中，該晶格常數 a 及該組成比(Li/M)位在由  $y = 5x - 13.311$ 、 $y = 49.737x - 142.02$ 、 $y = -60x + 173.56$  此三條直線所圍成之區域內。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之鋰離子電池用正極活性物質，其中，M 為 Mn、Co 或 Al。

4. 一種鋰離子電池用正極，其係使用申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之鋰離子電池用正極活性物質。

5. 一種鋰離子電池，其係使用申請專利範圍第 4 項之鋰離子電池用正極。

八、圖式：

(如次頁)

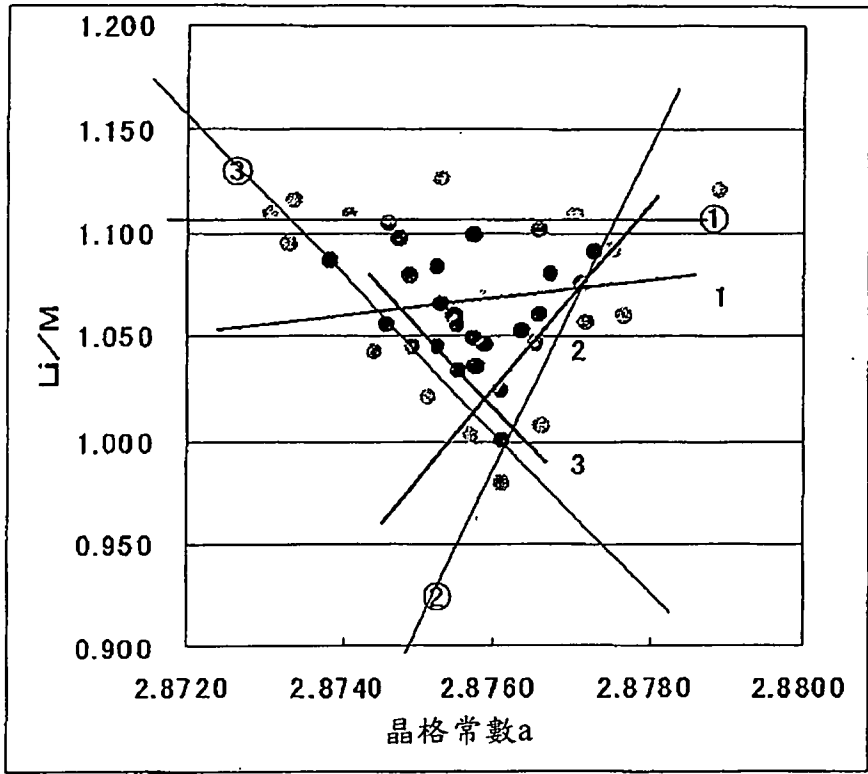


圖1