



(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 202425381 A

(43)公開日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：112145720 (22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 27 日
(51)Int. Cl. : H01M4/36 (2006.01) H01M4/38 (2006.01)
H01M10/052 (2010.01)
(30)優先權：2022/12/07 美國 63/386,324
(71)申請人：星歐光學股份有限公司 (中華民國) LARGAN MEDICAL CO., LTD. (TW)
臺中市南屯區工業區二十三路 14 號 2 樓
(72)發明人：陳柏村 CHEN, PO-TSUN (TW)；黃士羽 HUNAG, SHIH YU (TW)；蔡承諭 TSAI,
CHENG-YU (TW)；鄧鈞鴻 TENG, CHUN-HUNG (TW)
(74)代理人：李世章；秦建譜
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：34 項 圖式數：0 共 73 頁

(54)名稱
組成物、負極與電池

(57)摘要
一種組成物，包含一活性組成物。所述活性組成物包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料，鈮鈦氧化物包含一鈮元素、一鈦元素與一氧元素。當滿足特定條件時，有助於提升電池的安全性、循環壽命以及能量密度。
A composition includes an active composition. The active composition includes a niobium-titanium oxide and a silicon active material. The niobium-titanium oxide includes a niobium element, a titanium element and an oxygen element. When specific conditions are satisfied, it is favorable for enhancing the safety, cycle life and energy density of the battery.

【發明摘要】

【中文發明名稱】組成物、負極與電池

【英文發明名稱】COMPOSITION, ANODE AND BATTERY

【中文】

一種組成物，包含一活性組成物。所述活性組成物包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料，鈮鈦氧化物包含一鈮元素、一鈦元素與一氧元素。當滿足特定條件時，有助於提升電池的安全性、循環壽命以及能量密度。

【英文】

A composition includes an active composition. The active composition includes a niobium-titanium oxide and a silicon active material. The niobium-titanium oxide includes a niobium element, a titanium element and an oxygen element. When specific conditions are satisfied, it is favorable for enhancing the safety, cycle life and energy density of the battery.

【指定代表圖】無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】組成物、負極與電池

【英文發明名稱】COMPOSITION, ANODE AND BATTERY

【技術領域】

【0001】 本發明是有關一種組成物、負極與電池，特別是有關一種可提升電池安全性、循環壽命以及能量密度的組成物與負極。

【先前技術】

【0002】 現今的電池以高能量密度、高工作電壓、充電速度快且長循環壽命作為研究發展的目標，日前常用的負極材料為碳或石墨，但石墨的理論能量密度遠低於電動車等大型電力裝置的動能需求；使用大電流的循環過程中，多為層狀結構的碳或石墨無法承受離子的快速嵌入遷出，容易造成結構不可逆的崩塌而減少電容量與儲存壽命，且當電流密度過大時容易發生極化現象，造成鋰離子在極片表面還原成鋰金屬並形成鋰的枝晶，導致電池內部短路而有安全上的疑慮。

【發明內容】

【0003】 本揭示內容藉由將鈮鈦氧化物與矽活性材料應用於負極材料中，能夠適應較大的電流密度並保持整體結構

的完整性，避免因結構破損導致電池循環壽命差以及安全性不佳等問題，更能達到在大電流密度的充放電環境下具備高能量密度的目的。

【0004】 依據本揭示內容提供一種組成物，包含一活性組成物。所述活性組成物包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料，鈮鈦氧化物包含一鈮元素、一鈦元素與一氧元素，其中，鈮鈦氧化物佔活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_s ，其滿足下列條件： $0.12 \leq P_{tn} / P_s \leq 99.0$ 。

【0005】 依據本揭示內容提供一種負極，包含如前段所述的組成物。

【0006】 依據本揭示內容提供一種電池，包含如前段所述的負極。

【0007】 依據本揭示內容提供一種組成物，包含一活性組成物。所述活性組成物包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料，鈮鈦氧化物為一摻雜鈮鈦氧化物，摻雜鈮鈦氧化物包含一鈮元素、一鈦元素與一氧元素。

【0008】 依據本揭示內容提供一種負極，包含如前段所述的組成物。

【0009】 依據本揭示內容提供一種電池，包含如前段所述的負極。

【圖式簡單說明】

無

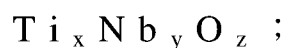
【實施方式】

【0010】 本揭示內容提供一種組成物，其包含活性組成物與非活性組成物，其中，活性組成物可包含鈮鈦氧化物、矽活性材料或碳活性材料，而非活性組成物可選自由聚合物、碳材料、金屬、合金、非金屬氧化物、金屬氧化物、氟化物、有機化合物、黏著劑、導電劑及添加劑所組成的群組。

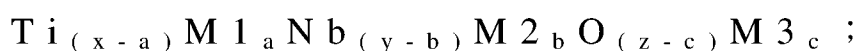
【0011】 本揭示內容將鈮鈦氧化物與矽活性材料應用於負極材料中，因鈮鈦氧化物在嵌鋰過程中，晶體體積變化小且具有高機械穩定性，因此能夠適應較大的電流密度並保持整體結構的完整性，避免因結構破損導致電池循環壽命差的問題。在快速充放電的過程中，鈮鈦氧化物不僅可以有效避免固體電解質界面膜（solid electrolyte interface；SEI）的形成、減少消耗鋰離子導致電容量降低與整體電池阻抗增加的問題，亦可避免鋰枝晶的生成，並強化電池使用的安全性。藉由鈮鈦氧化物含有的鈮元素、鈦元素甚至可進一步摻雜適當的元素，具有提供多個電子對的氧化還原能力，並與矽活性材料以適當的比例組成，不但強化電池的倍率性能與提升電池的充電效率，也達到在大電流密度的充放電環境下具備高能量密度的目的。

【0012】 本揭示內容所述的鈮鈦氧化物，包含非摻雜鈮鈦氧化物以及摻雜鈮鈦氧化物，非摻雜鈮鈦氧化物的組成成分至少包含鈮元素、鈦元素與氧元素，非摻雜鈮鈦氧化物包

含多種化合物，可進一步由以下化學式表示：



其中 $z \leq 4x + 5y$ ，例如 TiNb_2O_7 、 $\text{Ti}_2\text{Nb}_{10}\text{O}_{29}$ 、 $\text{TiNb}_{14}\text{O}_{37}$ 與 $\text{TiNb}_{24}\text{O}_{62}$ 。鈮鈦氧化物的晶體結構可以是立方晶系（cubic）、單斜晶系（monoclinic）、斜方晶系（orthorhombic）、 ReO_3 型晶格（ ReO_3 -type）或是層狀結構等，摻雜鈮鈦氧化物可選自上述非摻雜鈮鈦氧化物中至少一種化合物摻雜至少一種元素，可進一步由以下化學式表示：



其中，M1、M2 與 M3 為摻雜的元素， $0 \leq a < x$ ， $0 \leq b < y$ ， $0 \leq c < z$ ，可經由調整摻雜的元素或是摻雜元素的比例而導致結構的改變，可進一步選擇至少一種非活性組成物包覆或填補鈮鈦氧化物的表面或孔隙。藉由摻雜的方式改變鈮鈦氧化物的化學性質，有助於減小電子、離子遷移的難度，進而增加鈮鈦氧化物的導電性。

【0013】 本揭示內容所述的摻雜的元素，其可選擇自 I A 族、II A 族、IV B 族、V B 族、VI B 族、VII B 族、VIII B 族、I B 族、II B 族、III A 族、IV A 族、V A 族、VI A 族、VII A 族的任一元素，可進一步選擇自 Li、B、F、Na、Mg、Al、Si、P、S、Cl、Ca、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Zn、Ga、As、Br、Zr、Mo、Sb、I、Ta、W 或 Bi 的至少一種，選擇導電性高的元素或是較輕的元素摻雜有助於增加摻雜鈮鈦氧化物的導電性，強化電池快速充電的性

能與提升能量密度。藉由鈮鈦氧化物摻雜適當的元素，在摻雜鈮鈦氧化物的能隙之間形成較低位能的能階，減小電子遷移的難度，有助於增加摻雜鈮鈦氧化物的導電性，並加入理論能量密度高的矽活性材料，有助於顯著提升電池的整體電容量與能量密度。

【0014】 鈮鈦氧化物佔活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_s ，其滿足下列條件： $0.12 \leq P_{tn}/P_s \leq 99.0$ 。藉由鈮鈦氧化物與矽活性材料以適當的比例組成，有助於在大電流充放電過程中強化電池的穩定性與提升能量密度。再者，其可滿足下列條件： $0.25 \leq P_{tn}/P_s \leq 60.0$ ； $0.5 \leq P_{tn}/P_s \leq 40.0$ ； $0.8 \leq P_{tn}/P_s \leq 35.0$ ； $1.05 \leq P_{tn}/P_s \leq 30.0$ ； $1.2 \leq P_{tn}/P_s \leq 25.0$ ； $1.5 \leq P_{tn}/P_s \leq 20.0$ ； $1.8 \leq P_{tn}/P_s \leq 18.0$ ；或 $2.0 \leq P_{tn}/P_s \leq 15.0$ 。

【0015】 鈮鈦氧化物佔活性組成物的重量比例大於矽活性材料佔活性組成物的重量比例。藉由鈮鈦氧化物與矽活性材料以適當的比例組成，有助於提升電池的充電效率與能量密度。

【0016】 本揭示內容所述的矽活性材料，其可為矽、氧化矽、矽碳複合體、矽合金或上述任一種矽活性材料添加至少一種非活性組成物，非活性組成物可與矽活性材料形成混合物，非活性組成物亦可與矽活性材料形成化學鍵結，非活性組成物亦可與矽活性材料形成核殼結構，非活性組成物亦可形成膜層結構。藉由非活性組成物提供緩衝、保

護與增加導電性的功效，在充放電時能夠適應矽活性材料的體積劇烈變化並保持整體結構的完整性，也避免因矽活性材料直接與電解質接觸產生界面膜而導致整體電池阻抗增加的問題。

【0017】 本揭示內容所述的矽活性材料的粒徑為 $sD50$ ，其滿足下列條件： $10\text{ nm} \leq sD50 \leq 10000\text{ nm}$ ，藉由選擇適當粒徑的矽活性材料，有助於減少矽活性材料的團聚現象以及減少矽活性材料體積膨脹所產生的應力，並且節省成本。再者，其可滿足下列條件： $20\text{ nm} \leq sD50 \leq 99\text{ nm}$ ； $40\text{ nm} \leq sD50 \leq 95\text{ nm}$ ； $60\text{ nm} \leq sD50 \leq 90\text{ nm}$ ； $105\text{ nm} \leq sD50 \leq 1000\text{ nm}$ ； $150\text{ nm} \leq sD50 \leq 300\text{ nm}$ ； $450\text{ nm} \leq sD50 \leq 700\text{ nm}$ ； $1200\text{ nm} \leq sD50 \leq 8000\text{ nm}$ ； $1500\text{ nm} \leq sD50 \leq 3000\text{ nm}$ ； $4000\text{ nm} \leq sD50 \leq 6000\text{ nm}$ ；或 $50\text{ nm} \leq sD50 \leq 3000\text{ nm}$ 。

【0018】 鈮鈦氧化物的粒徑為 $tnD50$ ，其滿足下列條件： $20\text{ nm} \leq tnD50 \leq 9000\text{ nm}$ 。藉由選擇適當粒徑的鈮鈦氧化物，有助於減少離子傳導所需的時間而加強倍率性能。再者，其可滿足下列條件： $40\text{ nm} \leq tnD50 \leq 8000\text{ nm}$ ； $100\text{ nm} \leq tnD50 \leq 6000\text{ nm}$ ； $150\text{ nm} \leq tnD50 \leq 4500\text{ nm}$ ； $180\text{ nm} \leq tnD50 \leq 4000\text{ nm}$ ； $200\text{ nm} \leq tnD50 \leq 2000\text{ nm}$ ； $250\text{ nm} \leq tnD50 \leq 1500\text{ nm}$ ； $280\text{ nm} \leq tnD50 \leq 1000\text{ nm}$ ； $310\text{ nm} \leq tnD50 \leq 900\text{ nm}$ ；或 $350\text{ nm} \leq tnD50 \leq 800\text{ nm}$ 。

【0019】 矽活性材料的粒徑為 $sD50$ ，鈮鈦氧化物的粒徑為 $tnD50$ ，其滿足下列條件： $0.01 \leq tnD50/sD50 \leq 20.0$ 。藉由選擇適當鈮鈦氧化物與矽活性材料的粒徑比值，有助於提升組成物的密度與均勻性，可有效提高離子傳導性能與穩定性。再者，其可滿足下列條件： $0.03 \leq tnD50/sD50 \leq 18.0$ ； $0.05 \leq tnD50/sD50 \leq 15.0$ ； $0.08 \leq tnD50/sD50 \leq 12.0$ ； $0.10 \leq tnD50/sD50 \leq 10.0$ ； $0.11 \leq tnD50/sD50 \leq 9.0$ ；或 $0.12 \leq tnD50/sD50 \leq 8.0$ 。

【0020】 鈮鈦氧化物佔活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_s ，碳活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_c ，其滿足下列條件： $0.01 \leq P_{tn}/(P_s + P_c) \leq 25.0$ 。藉由調整鈮鈦氧化物與碳系材料在組成物中所佔的重量比例，有助於增加電池電容量。再者，其可滿足下列條件： $0.05 \leq P_{tn}/(P_s + P_c) \leq 22.0$ ； $0.1 \leq P_{tn}/(P_s + P_c) \leq 20.0$ ； $0.2 \leq P_{tn}/(P_s + P_c) \leq 18.0$ ； $1.0 \leq P_{tn}/(P_s + P_c) \leq 16.0$ ；或 $5.0 \leq P_{tn}/(P_s + P_c) \leq 15.0$ 。

【0021】 本揭示內容所述的碳活性材料，其可為石墨（Graphite）、石墨烯（Graphene）、碳微球、硬碳、軟碳、導電石墨（KS6、SFG6）、乙炔黑（Acetylene black）、科琴黑（Ketjenblack）、碳黑（Carbon black、Super P）、奈米碳管（Carbon nanotube；CNT）。

【0022】 本揭示內容所述的碳材料，其可為石墨、碳微球、碳纖維、硬碳、軟碳、導電石墨、石墨烯、乙炔黑、科琴黑、碳黑、奈米碳管。

【0023】 本揭示內容所述的黏著劑，其可為聚偏二氟乙烯 (Poly(1,1-difluoroethylene) ; PVDF) 、 苯乙烯-丁二烯共聚物 (Styrene-butadiene rubber ; SBR) 、 聚乙烯 (Poly(methylene) ; PE) 、 聚乙烯醇 (Poly(ethenol) ; PVA) 、 聚乙烯吡咯烷酮 (Poly(1-ethenylpyrrolidin-2-one) ; PVP) 、 聚丙烯 (Poly(1-methylethylene) ; PP) 、 聚丙烯腈 (Poly(1-acrylonitrile) ; PAN) 、 羧甲基纖維素 (Carboxymethyl cellulose ; CMC) 、 聚四氟乙烯 (Poly(1,1,2,2-tetrafluoroethylene) ; PTFE) 、 三元乙丙共聚物 (Ethylene propylene diene monomer ; EPDM) 、 氯磺化聚乙烯 (Hypalon polyethylene rubber ; CSM) 或由單糖醛酸線性聚合而成的海藻酸 (Alginic acid) 。

【0024】 本揭示內容所述的導電劑，其可為石墨、導電石墨、石墨烯、乙炔黑、科琴黑、碳黑、奈米碳管、碳微球、碳纖維、硬碳、軟碳、鋁粉 (Aluminium) 、 鎳粉 (Nickel) 、 氧化鈦 (Titanium dioxide) 、 鈦酸鉀纖維 (Potassium hexatitanate ; PHT) 或上述組合。

【0025】 本揭示內容所述的添加劑，其可為碳酸酯類化合物、交酯、含醚基的環狀化合物、芳香族化合物、含磷化

合物、含硼化合物、無機氧化物或上述組合，適量的加入添加劑有助於提升電池的效能，例如：改善SEI膜組成、提升高溫高電壓時的效能、提升離子傳導能力、降低電解質阻抗、提高循環穩定性、穩定正負極材料的完整性、增加電化學穩定性等。

【0026】 本揭示內容所述的負極材料，其可為鈮鈦氧化物、矽活性材料、碳活性材料、碳材料、含鋰金屬化合物、含鋰金屬氧化物（ $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ）、金屬鋰或上述組合。

【0027】 本揭示內容所述的金屬鹽類，其可為含 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiSbF_6 、 LiAsF_6 、 LiClO_4 、 LiC_4BO_8 、 LiTFSI 、 LiFSI 、 LiNO_3 、 LiGaCl_4 等無機酸鋰鹽、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 等含氟的磺酸鋰鹽、 $\text{LiBF}_2(\text{C}_2\text{O}_4)$ （ LiDFOB ）、 $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ （ LiBOB ）或上述組合，上述金屬鹽類可包含多種不同的氧化態。

【0028】 本揭示內容所述的正極材料，其可為含鋰或至少一種金屬的鋰複合金屬氧化物，如磷酸鐵鋰（ LiFePO_4 ）、鋰錳氧化物（ LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 ）、鋰鈷氧化物（ LiCoO_2 ）、鋰鎳氧化物（ LiNiO_2 ）、鋰鎳鈷氧化物（ LiNiCoO_2 ）、鋰鎳錳氧化物（ LiNiMnO_4 ）、鋰錳鈷氧化物（ LiCoMnO_2 、 LiCoMnO_4 ）、鋰鎳錳鈷氧化物（ LiNiCoMnO_2 、 LiNiCoMnO_4 ）或上述組合，上述的鋰複合金屬氧化物可包含多種不同的氧化態。

【0029】 本揭示內容所述的電解質，其可為金屬鹽類、添加

劑與有機溶劑等組成，有機溶劑的組成比例可大於添加劑的組成比例，其電解質狀態可以是液態、膠態或是固態。作為電解質的添加劑與有機溶劑可物理性混合，亦可選擇至少一種下述的添加劑或有機溶劑單體以做為聚合前驅物。

【0030】 本揭示內容所述的有機溶劑，其可為碳酸酯類、羧酸酯類、醚類、含硫化物或上述組合，其中所述的有機溶劑亦可作為添加劑使用。

【0031】 本揭示內容所述的有機溶劑，其結構含有可聚合的烯烴基團可做為第二結構前驅物的單體，如：碳酸亞乙烯酯（ $2H-1,3-Dioxol-2-one$ ； $Vinylene\ carbonate$ ； VC ）、碳酸乙烯亞乙酯（ $4-Vinyl-1,3-dioxolan-2-one$ ； $Vinylethylene\ carbonate$ ； VEC ）、三硫代碳酸亞乙烯酯（ $1,3-Dithiole-2-thione$ ； $Vinylene\ trithiocarbonate$ ）、環丁烯砜（ $2,5-Dihydrothiophene-1,1-dioxide$ ）、二乙烯砜（ $1-Ethenylsulfonylethene$ ）、丙烯基-1,3-磺酸內酯（ $Prop-1-ene-1,3-sultone$ ）、含醚基的環狀化合物添加劑或是芳香族化合物的添加劑。

【0032】 本揭示內容所述的碳酸酯類有機溶劑（ $Carbonate\ ester$ ），其可為碳酸分子中羥基的氫原子部分或是全部被烷基取代的化合物，可分為環狀碳酸酯以及直鏈碳酸酯，其中直鏈碳酸酯可包括：碳酸二甲酯

(Dimethyl carbonate ; DMC)、碳酸二乙酯 (Diethyl carbonate ; DEC)、碳酸二丙酯 (Dipropyl carbonate ; DPC)、碳酸甲乙酯 (Ethyl methyl carbonate ; EMC)、碳酸甲丙酯 (Methyl propyl carbonate ; MPC)、碳酸乙丙酯 (Ethyl propyl carbonate ; EPC)、2,2,2-三氟乙基甲基碳酸酯 (Methyl-2,2,2-trifluoroethyl carbonate ; FEMC)。其中環狀碳酸酯可包括：碳酸乙烯酯 (1,3-Dioxolan-2-one ; Ethylene carbonate ; EC)、碳酸丙烯酯 (4-Methyl-1,3-dioxolan-2-one ; Propylene carbonate ; PC)、碳酸三亞甲基酯 (1,3-Dioxan-2-one ; Trimethylene carbonate ; TMC)、1,2-碳酸丁烯酯 (4-Ethyl-1,3-dioxolan-2-one ; 1,2-Butylene carbonate)、2,3-碳酸丁烯酯 ((4R,5S)-4,5-Dimethyl-1,3-dioxolan-2-one ; cis-2,3-Butylene carbonate)、1,2-碳酸戊烯酯 (1,2-Pentylene carbonate)、2,3-碳酸戊烯酯 (2,3-Pentylene carbonate)、碳酸亞乙烯酯、碳酸乙烯亞乙酯、氟代碳酸乙烯酯 (4-Fluoro-1,3-dioxolan-2-one ; Fluoroethylene carbonate ; FEC)、雙氟代碳酸乙烯酯 (trans-4,5-Difluoro-1,3-dioxolan-2-one ; Difluoroethylene carbonate ; DFEC)、三硫代碳酸

亞乙烯酯或上述組合。

【0033】 本揭示內容所述的羧酸酯類有機溶劑，由醇類和羧酸經酯化反應製得，其可為乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、丁酸甲酯、丁酸乙酯、內酯（Lactone）或上述組合，其中內酯可進一步說明包含 1-oxacycloalkan-2-one 結構，指含羥基與羧酸的化合物，分子內縮合形成環狀羧酸酯單體，依據成環的羥基位置與環內碳原子數量可有多種組合，可包括： α -乙內酯（Oxiran-2-one； α -acetolactone）、 β -丙內酯（Oxetan-2-one； β -propiolactone）、 γ -丁內酯（Oxolan-2-one； γ -butyrolactone）、 γ -戊內酯（5-Methyloxolan-2-one； γ -valerolactone）、 σ -戊內酯（Oxan-2-one； σ -valerolactone）、 γ -己內酯（5-Ethyloxolan-2-one； γ -caprolactone）、 ϵ -己內酯（Oxepan-2-one； ϵ -caprolactone）、 δ -葡萄糖酸內酯（D-Glucono-1,5-lactone； δ -gluconolactone）或上述組合。

【0034】 本揭示內容所述的醚類有機溶劑，其可為四氫呋喃（Oxolane；THF）、2-甲基四氫呋喃（2-Methyloxolane；2-MeTHF）、1,3-二氧戊烷（1,3-Dioxolane；DOL）、4-甲基-1,3-二氧戊烷（4-Methyl-1,3-dioxolane；4-MeDOL）、二甲氧甲烷（Dimethoxymethane；DMM）、1,2-二甲氧乙烷（1,2-Dimethoxyethane；DME）、2,2-二甲氧丙烷

(2,2-Dimethoxypropane ; DMP) 、 1,2-二(2-氰乙氧基)乙烷 (1,2-Bis(2-cyanoethoxy)ethane ; DENE) 、 二甘醇二甲醚 (1-Methoxy-2-(2-methoxyethoxy)ethane ; DG) 或上述組合。

【0035】 本揭示內容所述的含硫化物的有機溶劑，其可分為含磺醯基化合物 (sulfone group ; $-(O=)S(=O)-$) 、磺酸酯化合物 (sulfonate group ; $-SO_2O-$) ，其中含磺醯基化合物可包含：環丁烯磺、二乙烯磺；其中磺酸酯化合物可再細分為甲磺酸酯 (Mesylate ; CH_3SO_2O-) 、三氟甲磺酸酯 (Trifluoromethanesulfonate ; CF_3SO_2O-) 、對甲苯磺酸酯 (p-toluenesulfonyl group ; Tosyl) ，可包括甲磺酸乙酯 (1-Methylsulfonyloxyethane) 、對甲苯磺酸甲酯 (Methyl 4-methylbenzenesulfonate) 、1,3-丙磺酸內酯 (Oxathiolane 2,2-dione) 、丙烯基-1,3-磺酸內酯、1,3-丙二醇環硫酸酯 (1,3,2-Dioxathiane-2,2-dioxide) 或上述組合。

【0036】 本揭示內容所述的交酯 (Lactone cyclic ester) ，其可為兩相同或相異化合物皆含有羥基羧酸 (Hydroxy acid) ，經由酯化縮合形成的多元環二酯單體，可包括：乙交酯 (1,4-Dioxane-2,5-dione ; glycolide) 、丙交酯 (3,6-Dimethyl-1,4-dioxane-2,5-dione ;

lactide) 或上述組合，其中，依據原子在空間排列差異形成的立體異構物，丙交酯可再細分 LL-丙交酯 ((R,R)-3,6-Dimethyl-1,4-dioxane-2,5-dione; LL-lactide)、DD-丙交酯 ((S,S)-3,6-Dimethyl-1,4-dioxane-2,5-dione; DD-lactide)、DL-丙交酯 ((meso)-3,6-Dimethyl-1,4-dioxane-2,5-dione; DL-lactide)。亦或是含有羥基的羧酸化合物，不需經由開環反應，且可直接共聚合而形成聚合物，其可包括：2-羥基乙酸 (2-Hydroxyacetic acid; glycolic acid)、3-羥基丙酸 (3-Hydroxypropanoic acid; lactic acid)、4-羥基丁酸 (4-Hydroxybutanoic acid)、5-羥基戊酸 (5-Hydroxyvaleric acid) 或上述組合。

【0037】 本揭示內容所述的含醚基的環狀化合物添加劑，其可為冠狀醚 (Crown ether)，其中冠狀醚是以乙烯氧基 (-CH₂CH₂O-) 作為主要重複的單元結構，可包括：9-冠醚-3 (1,4,7-Trioxonane; 9-Crown-3)、12-冠醚-4 (1,4,7,10-Tetraoxacyclododecane; 12-Crown-4)、15-冠醚-5 (1,4,7,10,13-Pentaoxacyclopentadecane; 15-Crown-5)、18-冠醚-6 (1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane; 18-Crown-6)、21-冠醚-7

(1,4,7,10,13,16,19-Heptaoxacycloheneicosane ; 21-Crown-7) 、 二 苯 並 -18- 冠 醚 -6 (6,7,9,10,17,18,20,21-Octahydrodibenzo[b,k][1,4,7,10,13,16] hexaoxacyclooctadecine ; Dibenzo-18-crown-6) 、 二 氮 雜 18- 冠 醚 -6 (1,4,10,13-Tetraoxa-7,16-diazacyclooctadecane ; Diaza-18-crown-6) 或上述組合。

【0038】 本揭示內容所述的芳香族化合物的添加劑可包括：苯甲醚 (Methoxybenzene) 、 乙 炔 基 苯 甲 醚 (1-Ethynyl-4-methoxybenzene) 、 叔 丁 苯 (tert-Butylbenzene) 、 氟 苯 (Fluorobenzene) 、 1,2- 二 氟 苯 (1,2-Difluorobenzene) 、 二 苯 醚 (1,1'-Oxydibenzene) 、 三 聯 苯 (1,4-Diphenylbenzene) 、 4- 叔 丁 基 -2- 氟 苯 胺 (2-Fluoro-4-(2-methyl-2-propanyl)aniline) 、 N- 苯 基 -3- 氨 基 丙 基 三 甲 氧 基 矽 烷 (N-[3-(Trimethoxysilyl)propyl]aniline) 或上述組合。

【0039】 本揭示內容所述的含磷化合物添加劑，其可為亞磷酸三 (三 甲 矽 烷 基) (Tris(trimethylsilyl) phosphite ; TMSPi) 、 三 (2,2,2- 三 氟 乙 基) 亞 磷 酸 酯 (Tris(2,2,2-trifluoroethyl) phosphite) 、 亞 磷 酸 三 苯 酯 (Triphenyl phosphite) 、 乙 氧 基 (五 氟) 環 三 磷 腈 (1,3,5,2,4,6-Triazatriphosphorine-

2-ethoxy-2,4,4,6,6-pentafluoro-2,2,4,4,6,6-hexahydro) 或上述組合。

【0040】 本揭示內容所述的含硼化合物添加劑，其可為硼酸三甲酯 (Trimethyl borate)、硼酸三(三甲基矽基)酯 (Tris(trimethylsilyl) borate)、三甲基環三硼氧烷 (2,4,6-Trimethyl-1,3,5,2,4,6-trioxatriborinane) 或上述組合。

【0041】 本揭示內容所述的無機氧化物添加劑，其可為鋰鐳銻氧化物 (LiLaZrO)、鋰鐳銻鉭氧化物 (LiLaZrTaO)、鋰鐳鈦氧化物 (LiLaTiO)、磷酸鋰 (LiPO)、氟代磷酸鋰 (LiPOF)、磷酸鋰鈦 (LiTiPO)、磷酸鋰鋁銻 (LiAlGeP)、磷酸鋰鋁鈦氧化物 (LiAlTiPO)、鋰銻磷硫氧化物 (LiGePSO)、鋰錫磷硫氧化物 (LiSnPSO)、鉛銻鈦氧化物 (PbZrTiO)、鉛鐳銻鈦氧化物 (PbLaZrTiO)、鋇鈦氧化物 (BaTiO) 等複合材料，上述的無機氧化物的添加劑可包含多種不同的氧化態，或是 Al_2O_3 、 TiO_2 、 SiO_2 、 SnO_2 、 NiO 、 ZnO 、 CaO 、 MgO 、 ZrO_2 、 CeO_2 、 Y_2O_3 等，其能夠降低高分子電解質的結晶度，進而增加離子導電度以及電解質的物理機械強度，有助於增強電池循環壽命。

【0042】 本揭示內容所述的隔離膜，其可為具有多孔結構的薄膜，可含聚烯烴、聚醯胺、聚酯纖維的單層或多層膜，如聚乙烯、聚丙烯、聚對苯二甲酸乙二酯 (PET)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)、環氧樹脂；或在表面

包含至少一種 $Mg(OH)_2$ 、 MgO 、 $BaSO_4$ 、 SnO_2 、 NiO 、 CaO 、 Al_2O_3 、 ZnO 、 SiO_2 、 TiO_2 等無機陶瓷複合薄膜或上述組合，上述的無機陶瓷複合薄膜可包含多種不同的氧化態。

【0043】 本揭示內容所述的鈮鈦氧化物、矽活性材料與碳活性材料的所有相關配置，皆可進一步依據相關比例製成極片以及電池充放電測試，本揭示內容僅顯示部分相關配置的製成比例以及電池充放電測試，無數據或無法計算的表格以「-」作標的。

【0044】 本揭示內容提供一種負極，其包含前述的組成物。

【0045】 本揭示內容提供一種電池，其包含前述的負極。

【0046】 電池以 2C 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量至第十五次循環的放電體積電容量的最大值為 $C_{2VM_{ax}}$ ，其滿足下列條件： $100\text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VM_{ax}} \leq 800\text{ mAh/cm}^3$ 。藉由測量前十五次循環的最大電容量，有助於確認電池達到穩定狀態後電池的容量。再者，其可滿足下列條件： $120\text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VM_{ax}} \leq 750\text{ mAh/cm}^3$ ； $140\text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VM_{ax}} \leq 720\text{ mAh/cm}^3$ ； $160\text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VM_{ax}} \leq 700\text{ mAh/cm}^3$ ； $180\text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VM_{ax}} \leq 680\text{ mAh/cm}^3$ ； $200\text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VM_{ax}} \leq 650\text{ mAh/cm}^3$ ； $220\text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VM_{ax}} \leq 630\text{ mAh/cm}^3$ ；或 $230\text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VM_{ax}} \leq 500\text{ mAh/cm}^3$ 。

【0047】 電池以 2C 電流充放電於第六十次循環的放電體積電容量為 C_{2V60} ，其滿足下列條件： $100 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 800 \text{ mAh/cm}^3$ 。藉由測量電池多次循環後的電容量達到高標準，有助於衡量電池容量與性能。再者，其可滿足下列條件： $120 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 750 \text{ mAh/cm}^3$ ； $140 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 720 \text{ mAh/cm}^3$ ； $160 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 700 \text{ mAh/cm}^3$ ； $180 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 680 \text{ mAh/cm}^3$ ； $200 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 650 \text{ mAh/cm}^3$ ； $220 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 630 \text{ mAh/cm}^3$ ；或 $230 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 500 \text{ mAh/cm}^3$ 。

【0048】 電池以 2C 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 C_{2V5} ，電池以 2C 電流充放電於第十次循環的放電體積電容量為 C_{2V10} ，其滿足下列條件： $0.70 \leq C_{2V10}/C_{2V5}$ 。藉由比較電池第五次循環與短期循環次數後電容量的差異，有助於判斷電池的耐用性。再者，其可滿足下列條件： $0.75 \leq C_{2V10}/C_{2V5} \leq 1.50$ ； $0.80 \leq C_{2V10}/C_{2V5} \leq 1.30$ ； $0.85 \leq C_{2V10}/C_{2V5} \leq 1.20$ ； $0.90 \leq C_{2V10}/C_{2V5} \leq 1.10$ ；或 $0.95 \leq C_{2V10}/C_{2V5} \leq 1.05$ 。

【0049】 電池以 2C 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 C_{2V5} ，電池以 2C 電流充放電於第二十次循環的放電體積電容量為 C_{2V20} ，其滿足下列條件： $0.60 \leq C_{2V20}/C_{2V5}$ 。藉由比較電池第五次循環與中期循環次數

後電容量的差異，有助於判斷電池的耐用性。再者，其可滿足下列條件： $0.70 \leq C2V20/C2V5 \leq 1.50$ ； $0.75 \leq C2V20/C2V5 \leq 1.40$ ； $0.80 \leq C2V20/C2V5 \leq 1.30$ ； $0.85 \leq C2V20/C2V5 \leq 1.20$ ； $0.90 \leq C2V20/C2V5 \leq 1.10$ ；或 $0.95 \leq C2V20/C2V5 \leq 1.05$ 。

【0050】電池以 2C 電流充放電的前十五次循環次數的庫倫效率滿足大於 85% 且小於 110% 的總次數為 $n85C2E15$ ，其滿足下列條件： $10 \leq n85C2E15 \leq 15$ 。藉由前期循環次數的庫倫效率皆達到高標準，有助於降低鋰損耗對容量保持率的影響。再者，其可滿足下列條件： $11 \leq n85C2E15 \leq 15$ ； $12 \leq n85C2E15 \leq 15$ ； $13 \leq n85C2E15 \leq 15$ ；或 $14 \leq n85C2E15 \leq 15$ 。

【0051】電池以 2C 電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率滿足大於 85% 且小於 110% 的總次數為 $n85C2E50$ ，其滿足下列條件： $40 \leq n85C2E50 \leq 50$ 。藉由長期循環次數的庫倫效率皆達到高標準，可作為電池可逆性的量化指標。再者，其可滿足下列條件： $42 \leq n85C2E50 \leq 50$ ； $44 \leq n85C2E50 \leq 50$ ； $45 \leq n85C2E50 \leq 50$ ； $46 \leq n85C2E50 \leq 50$ ； $47 \leq n85C2E50 \leq 50$ ； $48 \leq n85C2E50 \leq 50$ ；或 $49 \leq n85C2E50 \leq 50$ 。

【0052】電池以 2C 電流充放電的前十五次循環次數的庫倫效率的平均值為 $aC2E15$ ，其滿足下列條件： $80\% \leq aC2E15 \leq 110\%$ 。藉由前期充放電維持較高的庫倫效率

的平均值，有助於電池在後期的循環中達到高穩定性。再者，其可滿足下列條件： $82\% \leq aC2E15 \leq 108\%$ ； $85\% \leq aC2E15 \leq 105\%$ ； $87\% \leq aC2E15 \leq 103\%$ ； $90\% \leq aC2E15 \leq 101\%$ ；或 $92\% \leq aC2E15 \leq 100\%$ 。

【0053】電池以 $2C$ 電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率的平均值為 $aC2E50$ ，其滿足下列條件： $75\% \leq aC2E50 \leq 110\%$ 。藉由多次循環次數中放電容量與充電容量具備較佳的一致性，維持較高的庫倫效率的平均值，有助於延長電池高效能表現。再者，其可滿足下列條件： $80\% \leq aC2E50 \leq 108\%$ ； $82\% \leq aC2E50 \leq 106\%$ ； $85\% \leq aC2E50 \leq 105\%$ ； $87\% \leq aC2E50 \leq 103\%$ ； $90\% \leq aC2E50 \leq 101\%$ ； $91\% \leq aC2E50 \leq 100\%$ ；或 $92\% \leq aC2E50 \leq 98\%$ 。

【0054】電池以 $1C$ 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 $C1V1$ ，電池以 $2C$ 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 $C2V1$ ，其滿足下列條件： $0.50 \leq C2V1/C1V1$ 。藉由比較以高電流充放電的電容量以及以低電流充放電的電容量得知，活性組成物作為負極活性材料有助於強化電池的倍率性能。再者，其可滿足下列條件： $0.60 \leq C2V1/C1V1 \leq 1.50$ ； $0.70 \leq C2V1/C1V1 \leq 1.40$ ； $0.75 \leq C2V1/C1V1 \leq 1.30$ ； $0.80 \leq C2V1/C1V1 \leq 1.25$ ； $0.85 \leq C2V1/C1V1 \leq 1.20$ ；或 $0.90 \leq C2V1/C1V1 \leq 1.18$ 。

【0055】電池以 $2C$ 電流充放電於第一次循環的放電重量

電容量至第十五次循環的放電重量電容量的最大值為 $C_{2GM_{ax}}$ ，其滿足下列條件： $100 \text{ mAh/g} \leq C_{2GM_{ax}} \leq 800 \text{ mAh/g}$ 。藉由測量前十五次循環的最大電容量，有助於觀察電池達到穩定狀態後電池的容量。再者，其可滿足下列條件： $120 \text{ mAh/g} \leq C_{2GM_{ax}} \leq 750 \text{ mAh/g}$ ； $140 \text{ mAh/g} \leq C_{2GM_{ax}} \leq 700 \text{ mAh/g}$ ； $160 \text{ mAh/g} \leq C_{2GM_{ax}} \leq 680 \text{ mAh/g}$ ； $180 \text{ mAh/g} \leq C_{2GM_{ax}} \leq 650 \text{ mAh/g}$ ； $200 \text{ mAh/g} \leq C_{2GM_{ax}} \leq 630 \text{ mAh/g}$ ；或 $250 \text{ mAh/g} \leq C_{2GM_{ax}} \leq 600 \text{ mAh/g}$ 。

【0056】電池以 $2C$ 電流充放電於第六十次循環的放電重量電容量為 C_{2G60} ，其滿足下列條件： $100 \text{ mAh/g} \leq C_{2G60} \leq 800 \text{ mAh/g}$ 。藉由測量電池多次循環後的電容量達到高標準，有助於衡量電池容量與性能的重要指標。再者，其可滿足下列條件： $110 \text{ mAh/g} \leq C_{2G60} \leq 750 \text{ mAh/g}$ ； $120 \text{ mAh/g} \leq C_{2G60} \leq 700 \text{ mAh/g}$ ； $130 \text{ mAh/g} \leq C_{2G60} \leq 680 \text{ mAh/g}$ ； $140 \text{ mAh/g} \leq C_{2G60} \leq 650 \text{ mAh/g}$ ； $150 \text{ mAh/g} \leq C_{2G60} \leq 630 \text{ mAh/g}$ ；或 $180 \text{ mAh/g} \leq C_{2G60} \leq 600 \text{ mAh/g}$ 。

【0057】電池以 $2C$ 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 C_{2V5} ，電池以 $2C$ 電流充放電於第六十次循環的放電體積電容量為 C_{2V60} ，其滿足下列條件： $0.50 \leq C_{2V60}/C_{2V5}$ 。藉由比較電池第五次循環與長期循環次數後電容量的差異，有助於作為判斷電池壽命的依據。再者，其可滿足下列條件： $0.60 \leq C_{2V60}/C_{2V5} \leq 1.50$ ； 0.70

$\leq C2V60/C2V5 \leq 1.40$; $0.75 \leq C2V60/C2V5 \leq 1.30$; $0.80 \leq C2V60/C2V5 \leq 1.20$; $0.85 \leq C2V60/C2V5 \leq 1.15$; $0.90 \leq C2V60/C2V5 \leq 1.10$; 或 $0.95 \leq C2V60/C2V5 \leq 1.05$ 。

【0058】 電池以 2C 電流充放電的前十五次循環次數的庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n90C2E15$ ，其滿足下列條件： $8 \leq n90C2E15 \leq 15$ 。藉由前期循環次數的庫倫效率皆達到高標準，有助於電池在後期的循環中維持穩定。再者，其可滿足下列條件： $9 \leq n90C2E15 \leq 15$; $10 \leq n90C2E15 \leq 15$; $11 \leq n90C2E15 \leq 15$; $12 \leq n90C2E15 \leq 15$; $13 \leq n90C2E15 \leq 15$; 或 $14 \leq n90C2E15 \leq 15$ 。

【0059】 電池以 2C 電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n90C2E50$ ，其滿足下列條件： $30 \leq n90C2E50 \leq 50$ 。藉由長期循環次數的庫倫效率皆達到高標準，維持鋰離子嵌入遷出活性材料的平衡性，有助於延長電池壽命。再者，其可滿足下列條件： $33 \leq n90C2E50 \leq 50$; $35 \leq n90C2E50 \leq 50$; $38 \leq n90C2E50 \leq 50$; $40 \leq n90C2E50 \leq 50$; $41 \leq n90C2E50 \leq 49$; $42 \leq n90C2E50 \leq 48$; 或 $43 \leq n90C2E50 \leq 47$ 。

【0060】 電池以 2C 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 $C2V1$ ，電池以 4C 電流第一次循環的放電體積電容量為 $C4V1$ ，其滿足下列條件： $0.50 \leq$

$C4V1/C2V1$ 。藉由以大電流做電池充放電測試得知，活性組成物作為負極活性材料具備高化學穩定性與高離子轉移能力，有助於強化電池快充時的安全性。再者，其可滿足下列條件： $0.60 \leq C4V1/C2V1 \leq 1.50$ ； $0.70 \leq C4V1/C2V1 \leq 1.40$ ； $0.75 \leq C4V1/C2V1 \leq 1.30$ ； $0.80 \leq C4V1/C2V1 \leq 1.20$ ； $0.85 \leq C4V1/C2V1 \leq 1.15$ ；或 $0.90 \leq C4V1/C2V1 \leq 1.10$ 。

【0061】 本揭示內容所述的電池循環次數定義是電池為可市售產品的狀態，此狀態首次測試作為本揭示內容定義的第一次循環，完成一次放電與一次充電測試作為一次循環次數，並依此累計下去。

【0062】 本揭示內容所述的電容量，可測量電池的充電電容量與電池的放電電容量，計算電容量的方式可分為體積電容量（ mAh/cm^3 ）與重量電容量（ mAh/g ），其中，體積電容量表示一電池中每立方公分的極片所能提供的電容量，計算體積電容量須扣除集電體的體積；重量電容量表示一電池中每公克的極片所能提供的電容量，計算重量電容量須扣除集電體的重量，其中極片可以是正極極片或是負極極片，集電體是具備由金屬箔（如：鋁箔、銅箔）所成的基材。

【0063】 本揭示內容所述的 $C\text{-rate}$ （ C ），可表示電池完全放電耗時一小時的電流大小， C 可作為電池充放電的電流的單位。

【0064】 本揭示內容所述的電池量測電壓範圍，可根據正、

負極材料的氧化還原電位來選擇較為適合的電壓範圍，電壓範圍可選擇 $0\text{ V} - 5.0\text{ V}$ ，較佳的可選擇 $2.5\text{ V} - 4.5\text{ V}$ 。

【0065】 本揭示內容所述的放電體積電容量可表示成 $C_i V_j$ ，所述的放電重量電容量可表示成 $C_i G_j$ ，其中 i 表示以 C 為單位的電流做充放電， j 表示電池充放電的當次循環次數。

【0066】 本揭示內容所述的庫倫效率滿足某一特定百分比範圍內的總次數可表示成 $n_x C_y E_z$ ，其中 x 表示此特定百分比範圍的下限值， y 表示以 C 為單位的電流做充放電， z 表示電池充放電的截止循環次數。

【0067】 本揭示內容所述的庫倫效率的平均值可表示成 $a C_y E_z$ ，其中 y 表示以 C 為單位的電流做充放電， z 表示電池充放電的截止循環次數。

【0068】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 $2C$ 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 C_{2V5} ，電池以 $2C$ 電流充放電於第五百次循環的放電體積電容量為 C_{2V500} ，其滿足下列條件： $0.50 \leq C_{2V500} / C_{2V5} \leq 1.50$ 。藉由比較電池第五次循環與長期循環次數後電容量的差異，有助於作為判斷電池壽命的依據。再者，其可滿足下列條件： $0.60 \leq C_{2V500} / C_{2V5} \leq 1.30$ ； $0.70 \leq C_{2V500} / C_{2V5} \leq 1.10$ ； $0.80 \leq C_{2V500} / C_{2V5} \leq 1.00$ ；或 $0.85 \leq C_{2V500} / C_{2V5} \leq 0.95$ 。

【0069】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 $4C$ 電流第五

次循環的放電體積電容量為 C_{4V5} ，電池以 $4C$ 電流第五百次循環的放電體積電容量為 C_{4V500} ，其滿足下列條件： $0.40 \leq C_{4V500}/C_{4V5} \leq 1.50$ 。藉由比較電池以較大電流測試第五次循環與長期循環次數後電容量的差異，有助於衡量電池容量與性能。再者，其可滿足下列條件： $0.50 \leq C_{4V500}/C_{4V5} \leq 1.40$ ； $0.60 \leq C_{4V500}/C_{4V5} \leq 1.30$ ； $0.70 \leq C_{4V500}/C_{4V5} \leq 1.20$ ； $0.80 \leq C_{4V500}/C_{4V5} \leq 1.00$ ；或 $0.85 \leq C_{4V500}/C_{4V5} \leq 0.95$ 。

【0070】本揭示內容所述的電池，其中電池以 $10C$ 電流第五次循環的放電體積電容量為 C_{10V5} ，電池以 $10C$ 電流第五百次循環的放電體積電容量為 C_{10V500} ，其滿足下列條件： $0.30 \leq C_{10V500}/C_{10V5} \leq 1.50$ 。藉由比較電池以大電流測試第五次循環與長期循環次數後電容量的差異，有助於衡量電池容量與性能。再者，其可滿足下列條件： $0.40 \leq C_{10V500}/C_{10V5} \leq 1.40$ ； $0.50 \leq C_{10V500}/C_{10V5} \leq 1.30$ ； $0.60 \leq C_{10V500}/C_{10V5} \leq 1.20$ ； $0.70 \leq C_{10V500}/C_{10V5} \leq 1.10$ ； $0.80 \leq C_{10V500}/C_{10V5} \leq 1.00$ ；或 $0.85 \leq C_{10V500}/C_{10V5} \leq 0.95$ 。

【0071】本揭示內容所述的電池，其中電池以 $2C$ 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率大於 85% 且小於 110% 的總次數為 $n_{85C2E500}$ ，其滿足下列條件： $400 \leq n_{85C2E500} \leq 500$ 。藉由長期循環次數的庫倫效率皆達

到高標準，可作為電池可逆性的量化指標。再者，其可滿足下列條件： $420 \leq n85C2E500 \leq 495$ ； $440 \leq n85C2E500 \leq 490$ ； $450 \leq n85C2E500 \leq 485$ ；或 $460 \leq n85C2E500 \leq 480$ 。

【0072】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 2C 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n90C2E500$ ，其滿足下列條件： $350 \leq n90C2E500 \leq 500$ 。藉由長期循環次數的庫倫效率皆達到高標準，可作為電池可逆性的量化指標。再者，其可滿足下列條件： $370 \leq n90C2E500 \leq 495$ ； $385 \leq n90C2E500 \leq 490$ ； $400 \leq n90C2E500 \leq 485$ ；或 $420 \leq n90C2E500 \leq 480$ 。

【0073】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 4C 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率大於 85% 且小於 110% 的總次數為 $n85C4E500$ ，其滿足下列條件： $350 \leq n85C4E500 \leq 500$ 。藉由以較大電流充放電測試長期循環次數的庫倫效率皆達到高標準，可作為電池可逆性的量化指標。再者，其可滿足下列條件： $370 \leq n85C4E500 \leq 495$ ； $385 \leq n85C4E500 \leq 490$ ； $400 \leq n85C4E500 \leq 485$ ；或 $420 \leq n85C4E500 \leq 480$ 。

【0074】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 4C 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n90C4E500$ ，其滿足下列條件： $350 \leq n90C4E500 \leq 500$ 。藉由以較大電流充放電測試長期循

環次數的庫倫效率皆達到高標準，可作為電池可逆性的量化指標。再者，其可滿足下列條件： $370 \leq n_{90C4E500} \leq 495$ ； $385 \leq n_{90C4E500} \leq 490$ ； $400 \leq n_{90C4E500} \leq 485$ ；或 $420 \leq n_{90C4E500} \leq 480$ 。

【0075】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 $10C$ 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率大於 85% 且小於 110% 的總次數為 $n_{85C10E500}$ ，其滿足下列條件： $350 \leq n_{85C10E500} \leq 500$ 。藉由以大電流充放電測試長期循環次數的庫倫效率皆達到高標準，可作為電池可逆性的量化指標。再者，其可滿足下列條件： $370 \leq n_{85C10E500} \leq 495$ ； $385 \leq n_{85C10E500} \leq 490$ ； $400 \leq n_{85C10E500} \leq 485$ ；或 $420 \leq n_{85C10E500} \leq 480$ 。

【0076】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 $10C$ 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n_{90C10E500}$ ，其滿足下列條件： $350 \leq n_{90C10E500} \leq 500$ 。藉由以大電流充放電測試長期循環次數的庫倫效率皆達到高標準，可作為電池可逆性的量化指標。再者，其可滿足下列條件： $370 \leq n_{90C10E500} \leq 495$ ； $385 \leq n_{90C10E500} \leq 490$ ； $400 \leq n_{90C10E500} \leq 485$ ；或 $420 \leq n_{90C10E500} \leq 480$ 。

【0077】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 $2C$ 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率的平均值為 a_{C2E500} ，其滿足下列條件： $80\% \leq a_{C2E500} \leq 110\%$ 。藉由多次循環次數中放電容量與充電容量具備較佳的一致

性，維持較高的庫倫效率的平均值，有助於延長電池高效能表現。再者，其可滿足下列條件： $85\% \leq a_{C2E500} \leq 105\%$ ；或 $90\% \leq a_{C2E500} \leq 100\%$ 。

【0078】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 4C 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率的平均值為 a_{C4E500} ，其滿足下列條件： $80\% \leq a_{C4E500} \leq 110\%$ 。藉由以較大電流充放電測試多次循環次數中放電容量與充電容量具備較佳的一致性，維持較高的庫倫效率的平均值，有助於延長電池高效能表現。再者，其可滿足下列條件： $85\% \leq a_{C4E500} \leq 105\%$ ；或 $90\% \leq a_{C4E500} \leq 100\%$ 。

【0079】 本揭示內容所述的電池，其中電池以 10C 電流充放電的前五百次循環次數的庫倫效率的平均值為 $a_{C10E500}$ ，其滿足下列條件： $80\% \leq a_{C10E500} \leq 110\%$ 。藉由以大電流充放電測試多次循環次數中放電容量與充電容量具備較佳的一致性，維持較高的庫倫效率的平均值，有助於延長電池高效能表現。再者，其可滿足下列條件： $85\% \leq a_{C10E500} \leq 105\%$ ；或 $90\% \leq a_{C10E500} \leq 100\%$ 。

【0080】 本揭示內容所述的體積能量密度，可根據以下公式計算：

$$\text{體積能量密度 (Wh/L)} = \frac{\text{放電容量 (Ah)} \times \text{標稱電壓 (V)}}{\text{電池總體積 (L)}}。$$

【0081】 本揭示內容所述的重量能量密度，可根據以下公式

計算：

重量能量密度 (Wh/kg) = 放電容量 (Ah) $\times$ 標稱電壓 (V) / 電池總重量 (kg) 。

【0082】 本揭示內容所述的電池，其中電池第五次循環的放電體積能量密度為 $vE5$ ，其滿足下列條件： $500 \text{ Wh/L} \leq vE5 \leq 900 \text{ Wh/L}$ 。藉由電池放電體積能量密度達到高標準，有助於具備多樣化的應用。再者，其可滿足下列條件： $550 \text{ Wh/L} \leq vE5 \leq 850 \text{ Wh/L}$ ；或 $600 \text{ Wh/L} \leq vE5 \leq 800 \text{ Wh/L}$ 。

【0083】 本揭示內容所述的電池，其中電池第五次循環的放電重量能量密度為 $gE5$ ，其滿足下列條件： $180 \text{ Wh/kg} \leq gE5 \leq 450 \text{ Wh/kg}$ 。藉由電池放電重量能量密度達到高標準，有助於具備多樣化的應用。再者，其可滿足下列條件： $200 \text{ Wh/kg} \leq gE5 \leq 400 \text{ Wh/kg}$ ；或 $250 \text{ Wh/kg} \leq gE5 \leq 350 \text{ Wh/kg}$ 。

【0084】 本揭示內容所述的粒徑，可藉由動態光散射量測布朗運動中粒子所散射光線隨時間的振幅來測定粒徑及其粒徑分佈，依據 *Stokes-Einstein equation* 求得粒徑大小，公式如下：

$$D = kT / (3\pi\eta Df) ;$$

其中 D 為粒徑 (單位 m)， k 為波茲曼常數 (單位 J/K)， T 為絕對溫度 (單位 K)， η 為溶劑黏度 (單位 $\text{kg} \times \text{m}^{-1} \times \text{s}^{-1}$)， Df 為擴散係數 (單位 $\text{m}^2 \times \text{s}^{-1}$)。

【0085】 本揭示內容所述的粒徑分布，表示待測物品中各種

不同尺寸顆粒粒徑的分布情況，依據各粒徑分布的比例並以體積為基準的累積量百分比，可得到粒徑累積分布函數（*cumulative particle size distribution*），例如：當累計粒徑分布百分比達 50% 的粒徑定義為 *D50*，可說明待測物品中有 50% 的顆粒粒徑小於 *D50* 的此粒徑尺寸，*D10*、*D90* 則依此類推，若無特別說明則以 *D50* 作為判斷粒徑的標準。

【0086】 本揭示內容所述的核粒徑，可通過 X 光繞射分析儀（*X-ray diffractometer*）分析矽晶粒繞射峰 {111} 測定，根據 *Scherrer* 公式：

$$L = (\kappa \times \lambda) / (\beta \cos(\theta/2)) ;$$

其中，*L* 為矽晶粒粒徑（單位 *nm*）， κ 為形狀因子（約為 0.9，但隨晶體的實際形狀而變化）， β 為繞射峰 {111} 的半高寬（單位弧度）， θ 為繞射峰 {111} 的位置。

【0087】 本揭示內容所述的負極極片，其可使用單層或雙層塗佈、真空鍍膜或複合結構等方式所製成。

【0088】 本揭示內容所述的粗糙度根據 *ISO 25178-1* 表面性狀參數 *Sa*（ μm ）為面的算術平均高度，量測粗糙度的區域面積設定在至少大於 $10000 \mu\text{m}^2$ ，平均面的高度為區域面積中各點座標 $Z(x, y)$ 高度的算術平均數，*Sa* 為區域面積中各點座標 $Z(x, y)$ 相對於平均面的高度差絕對值的平均值，根據下述公式：

$$S_a = \frac{1}{A} \iint_A |Z(x,y) - h| dx dy \quad ;$$

其中，A 為區域面積（ μm^2 ），h 為平均面的高度（ μm ）。

【0089】 本揭示內容所述的導電度，其採用電化學阻抗譜圖（electrochemical impedance spectroscopy；EIS）方法，對聚合物或是電解質施以 1 Hz 至 100 Hz，振幅為 50 mV 的交流電，量測電阻值，再經由以下公式計算導電度：

$$C_i = (1/R) \times (L/A) \quad ;$$

其中 C_i （ $S \times cm^{-1}$ ）為導電度， R （ Ω ）為電阻值， L （ cm ）為兩電極的間距， A （ cm^2 ）為待測物與電極的截面積， (L/A) 可表示為導電度係數（ cm^{-1} ）。

【0090】 本揭示內容所述的電化學穩定度，其採用線性掃描伏安法（linear sweep voltammetry；LSV），以 0.1 V/s 掃描速率，在 Li/Li^+ 相對電壓介於 -5 V 至 5 V 的條件下循環測量，可得到相對應產生的電流與電位關係變化結果。

【0091】 本揭示內容所述的電池組件，其可包含電池殼體、彈片、重片、蓋板、極耳、蓋帽。

【0092】 本揭示內容所述的電池，其可為一次電池或二次電池，一次電池或二次電池的電化學載具可以是鈕扣式載具、捲繞式載具或層疊式載具中的至少一種，其可應用於可攜式電子產品，如數位相機、手機、筆記型電腦、遊戲機把手等需輕量且薄型的設計，亦可應用於輕型電動車、

電動車等大型儲電產業上。

【0093】 根據上述實施方式，以下提出具體實施例並配合實驗數據予以詳細說明。

【0094】 < 比較例 >

【0095】 比較例為一種電池，其負極包含一活性組成物，所述活性組成物包含一矽活性材料與一碳活性材料。矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_s ，碳活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_c ，其滿足下列條件： $P_s = 10.0\%$ ；以及 $P_c = 90.0\%$ 。

【0096】 矽活性材料的粒徑為 s_{D50} ，其滿足下列條件： $s_{D50} = 80 \text{ nm}$ 。

【0097】 比較例的電池以 $2C$ 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量至第十五次循環的放電體積電容量的最大值為 C_{2VMax} ，比較例的電池以 $2C$ 電流充放電於第六十次循環的放電體積電容量為 C_{2V60} ，其滿足下列條件： $C_{2VMax} = 163.3 \text{ mAh/cm}^3$ ；以及 $C_{2V60} = 0.5 \text{ mAh/cm}^3$ 。

【0098】 比較例的電池以 $2C$ 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 C_{2V5} ，比較例的電池以 $2C$ 電流充放電於第十次循環的放電體積電容量為 C_{2V10} ，比較例的電池以 $2C$ 電流充放電於第二十次循環的放電體積電容量為 C_{2V20} ，其滿足下列條件： $C_{2V10}/C_{2V5} = 0.98$ ；以及 $C_{2V20}/C_{2V5} = 0.11$ 。

【0099】 比較例的電池以 $2C$ 電流充放電的前十五次循環

次數的庫倫效率滿足大於 85 % 且小於 110 % 的總次數為 $n_{85C2E15}$ ，比較例的電池以 2C 電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率滿足大於 85 % 且小於 110 % 的總次數為 $n_{85C2E50}$ ，其滿足下列條件： $n_{85C2E15} = 10$ ；以及 $n_{85C2E50} = 17$ 。

【0100】比較例的電池以 2C 電流充放電的前十五次循環次數的庫倫效率的平均值為 a_{C2E15} ，比較例的電池以 2C 電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率的平均值為 a_{C2E50} ，其滿足下列條件： $a_{C2E15} = 85.4\%$ ；以及 $a_{C2E50} = 109.1\%$ 。

【0101】比較例的電池以 1C 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 C_{1V1} ，比較例的電池以 2C 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 C_{2V1} ，其滿足下列條件： $C_{2V1}/C_{1V1} = 0.61$ 。

【0102】比較例的電池以 2C 電流充放電於第一次循環的放電重量電容量至第十五次循環的放電重量電容量的最大值為 C_{2GMax} ，比較例的電池以 2C 電流充放電於第六十次循環的放電重量電容量為 C_{2G60} ，其滿足下列條件： $C_{2GMax} = 335.2 \text{ mAh/g}$ ；以及 $C_{2G60} = 1.1 \text{ mAh/g}$ 。

【0103】比較例的電池以 2C 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 C_{2V5} ，比較例的電池以 2C 電流充放電於第六十次循環的放電體積電容量為 C_{2V60} ，其滿足下列條件： $C_{2V60}/C_{2V5} = 0.01$ 。

【0104】 比較例的電池以 $2C$ 電流充放電的前十五次循環次數的庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n90C2E15$ ，比較例的電池以 $2C$ 電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n90C2E50$ ，其滿足下列條件： $n90C2E15 = 1$ ；以及 $n90C2E50 = 8$ 。

【0105】 比較例的電池以 $2C$ 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 $C2V1$ ，比較例的電池以 $4C$ 電流第一次循環的放電體積電容量為 $C4V1$ ，其滿足下列條件： $C4V1 / C2V1 = 0.97$ 。

【0106】 比較例的電池的詳細數據已列於下表一至表三。

【0107】 < 第一實施例 >

【0108】 第一實施例為一種電池，其負極包含一活性組成物，所述活性組成物包含一鈮鈦氧化物、一矽活性材料與一碳活性材料。鈮鈦氧化物佔活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_s ，碳活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_c ，其滿足下列條件： $P_{tn} = 22.5\%$ ； $P_s = 10.0\%$ ； $P_c = 67.5\%$ ； $P_{tn} / P_s = 2.3$ ；以及 $P_{tn} / (P_s + P_c) = 0.3$ 。

【0109】 矽活性材料的粒徑為 $sD50$ ，鈮鈦氧化物的粒徑為 $tnD50$ ，其滿足下列條件： $sD50 = 80\text{ nm}$ ； $tnD50 = 271\text{ nm}$ ；以及 $tnD50 / sD50 = 3.4$ 。

【0110】 第一實施例的電池的詳細數據已列於下表一至表三。第一實施例於表一至表三中的其他參數定義皆與比較

例相同，在此不加以贅述。

【0111】 < 第二實施例 >

【0112】 第二實施例為一種電池，其負極包含一活性組成物，所述活性組成物包含一鋋鈦氧化物、一矽活性材料與一碳活性材料。鋋鈦氧化物佔活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_s ，碳活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_c ，其滿足下列條件： $P_{tn} = 67.5\%$ ； $P_s = 10.0\%$ ； $P_c = 22.5\%$ ； $P_{tn}/P_s = 6.8$ ；以及 $P_{tn}/(P_s + P_c) = 2.1$ 。

【0113】 矽活性材料的粒徑為 sD_{50} ，鋋鈦氧化物的粒徑為 tnD_{50} ，其滿足下列條件： $sD_{50} = 80\text{ nm}$ ； $tnD_{50} = 428\text{ nm}$ ；以及 $tnD_{50}/sD_{50} = 5.4$ 。

【0114】 第二實施例的電池的詳細數據已列於下表一至表三。第二實施例於表一至表三中的其他參數定義皆與比較例相同，在此不加以贅述。

表一、比較例、第一實施例與第二實施例的活性組成物					
			比較例	第一 實施例	第二 實施例
組成重量比例 (%)	鋋鈦氧化物	P_{tn}	0	22.5	67.5
	矽活性材料	P_s	10.0	10.0	10.0
	碳活性材料	P_c	90.0	67.5	22.5
P_{tn}/P_s			0	2.3	6.8
$P_{tn}/(P_s + P_c)$			0	0.3	2.1
鋋鈦氧化物粒徑 (nm)		tnD_{50}	-	271	428
矽活性材料粒徑 (nm)		sD_{50}	80	80	80
tnD_{50}/sD_{50}			-	3.4	5.4

表二、比較例、第一實施例與第二實施例的電池充放電性能							
					比較例	第一 實施例	第二 實施例
第一 次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V1	265.0	270.9	273.6
			充		269.7	270.9	273.6
		1C	放	C1V1	269.7	270.9	273.6
			充		269.7	270.9	273.6
		2C	放	C2V1	163.3	171.9	273.6
			充		192.5	202.9	273.6
		4C	放	C4V1	158.2	-	-
			充		178.1	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G1	544.0	556.0	561.6
			充		553.6	556.0	561.6
		1C	放	C1G1	553.6	556.0	561.6
			充		553.6	556.0	561.6
		2C	放	C2G1	335.2	352.8	561.6
			充		395.2	416.4	561.6
		4C	放	C4G1	324.8	-	-
			充		365.6	-	-
第二 次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V2	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V2	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V2	119.6	151.4	269.3
			充		154.5	176.5	273.7

		4C	放	C4V2	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G2	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G2	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G2	245.4	310.8	552.8
			充		317.1	362.3	561.7
		4C	放	C4G2	-	-	-
			充		-	-	-
第 三 次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V3	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V3	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V3	91.6	135.2	251.6
			充		115.6	154.9	273.7
		4C	放	C4V3	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G3	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G3	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G3	188.1	277.5	516.5
			充		237.3	317.9	561.7
		4C	放	C4G3	-	-	-
			充		-	-	-

第四次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V4	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V4	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V4	74.0	123.5	243.6
			充		90.7	139.7	273.7
		4C	放	C4V4	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G4	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G4	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G4	151.8	253.5	500.0
			充		186.3	286.7	561.7
		4C	放	C4G4	-	-	-
			充		-	-	-
第五次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V5	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V5	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V5	63.0	114.6	236.9
			充		74.8	128.9	273.7
		4C	放	C4V5	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G5	-	-	-
			充		-	-	-

		1C	放	C1G5	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G5	129.3	235.2	486.3
			充		153.5	264.6	561.7
		4C	放	C4G5	-	-	-
			充		-	-	-
	第六次	0.1C	放	C0.1V6	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V6	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V6	65.6	107.2	231.5
			充		73.5	120.3	273.7
		4C	放	C4V6	-	-	-
			充		-	-	-
		0.1C	放	C0.1G6	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G6	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G6	134.7	220.1	475.1
			充		150.8	247.0	561.7
		4C	放	C4G6	-	-	-
			充		-	-	-
第七次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V7	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V7	-	-	-
			充		-	-	-

		2C	放	C2V7	67.4	100.5	231.5
			充		74.7	113.0	273.7
		4C	放	C4V7	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G7	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G7	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G7	138.4	206.2	475.2
			充		153.3	232.0	561.7
		4C	放	C4G7	-	-	-
			充		-	-	-
第八次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V8	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V8	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V8	68.0	93.6	235.0
			充		75.7	105.9	273.7
		4C	放	C4V8	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G8	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G8	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G8	139.6	192.1	482.4
			充		155.4	217.5	561.7

		4C	放 充	C4G8	- -	- -	- -
第九次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V9	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V9	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V9	65.3	87.0	233.0
			充		74.0	99.0	271.3
		4C	放	C4V9	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G9	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G9	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G9	134.1	178.6	478.3
			充		152.0	203.1	556.8
		4C	放	C4G9	-	-	-
			充		-	-	-
第十次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V10	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V10	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V10	61.8	80.6	216.7
			充		70.8	92.2	252.9
		4C	放	C4V10	-	-	-
			充		-	-	-

	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G10	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G10	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G10	126.8	165.4	444.8
			充		145.3	189.3	519.2
		4C	放	C4G10	-	-	-
			充		-	-	-
第十一次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V11	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V11	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V11	57.5	74.6	199.8
			充		66.6	85.9	233.0
		4C	放	C4V11	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G11	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G11	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G11	118.0	153.2	410.0
			充		136.8	176.2	478.2
		4C	放	C4G11	-	-	-
			充		-	-	-
第十	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V12	-	-	-
			充		-	-	-

二次		1C	放	C1V12	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V12	53.3	68.8	182.5
			充		62.0	79.4	213.7
		4C	放	C4V12	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G12	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G12	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G12	109.4	141.2	374.5
			充		127.3	163.0	438.5
		4C	放	C4G12	-	-	-
			充		-	-	-
第十三次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V13	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V13	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V13	48.6	10.8	166.2
			充		56.9	10.1	194.2
		4C	放	C4V13	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G13	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G13	-	-	-
			充		-	-	-

		2C	放	C2G13	99.8	22.2	341.2
			充		116.8	20.8	398.5
		4C	放	C4G13	-	-	-
			充		-	-	-
第十四次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V14	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V14	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V14	43.8	8.8	141.3
			充		51.3	8.4	166.7
		4C	放	C4V14	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G14	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G14	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G14	89.8	18.1	290.0
			充		105.2	17.3	342.1
		4C	放	C4G14	-	-	-
			充		-	-	-
第十五次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V15	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V15	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V15	37.8	7.8	132.0
			充		44.4	7.7	155.0

	重量電容量 (mAh/g)	4C	放	C4V15	-	-	-
			充		-	-	-
		0.1C	放	C0.1G15	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G15	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G15	77.5	16.0	271.0
			充		91.1	15.8	318.1
		4C	放	C4G15	-	-	-
			充		-	-	-
第二十次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V20	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V20	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V20	6.8	-	82.4
			充		7.0	-	95.6
		4C	放	C4V20	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G20	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G20	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G20	14.0	-	169.1
			充		14.3	-	196.1
		4C	放	C4G20	-	-	-
			充		-	-	-

第六十次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V60	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V60	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V60	0.5	-	-
			充		0.5	-	-
		4C	放	C4V60	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G60	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G60	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G60	1.1	-	-
			充		0.9	-	-
		4C	放	C4G60	-	-	-
			充		-	-	-
第一次至第十五次 放電體積電容量最大值 (2C 電流)				C2VMax	163.3	171.9	273.6
第一次至第十五次 放電重量電容量最大值 (2C 電流)				C2GMax	335.2	352.8	561.6
第一次放電體積電容量 (2C 電流)/ 第一次放電體積電容量 (1C 電流)				C2V1/C1V1	0.61	0.63	1.00
第一次放電體積電容量 (4C 電流)/ 第一次放電體積電容量 (2C 電流)				C4V1/C2V1	0.97	-	-
第十次放電體積電容量 (2C 電流)/ 第五次放電體積電容量 (2C 電流)				C2V10/C2V5	0.98	0.70	0.91

第二十次放電體積電容量 (2C 電流)/ 第五次放電體積電容量 (2C 電流)	C2V20/C2V5	0.11	-	0.35
第六十次放電體積電容量 (2C 電流)/ 第五次放電體積電容量 (2C 電流)	C2V60/C2V5	0.01	-	-

表三、比較例、第一實施例與第二實施例的庫倫效率					
			比較例	第一 實施例	第二 實施例
庫倫效率 (%)	2C	第 1 次	84.8	84.7	100.0
		第 2 次	77.4	85.8	98.4
		第 3 次	79.3	87.3	91.9
		第 4 次	81.5	88.4	89.0
		第 5 次	84.3	88.9	86.6
		第 6 次	89.3	89.1	84.6
		第 7 次	90.3	88.9	84.6
		第 8 次	89.9	88.3	85.9
		第 9 次	88.2	87.9	85.9
		第 10 次	87.3	87.4	85.7
		第 11 次	86.3	86.9	85.7
		第 12 次	86.0	86.6	85.4
		第 13 次	85.5	106.9	85.6
		第 14 次	85.3	104.3	84.8
		第 15 次	85.0	101.4	85.2
		第 16 次	90.6	-	-
		第 17 次	98.4	-	-
		第 18 次	99.0	-	-

		第 19 次	98.6	-	-
		第 20 次	98.3	-	-
		第 21 次	99.2	-	-
		第 22 次	99.5	-	-
		第 23 次	130.2	-	-
		第 24 次	134.7	-	-
		第 25 次	131.8	-	-
		第 26 次	131.3	-	-
		第 27 次	130.0	-	-
		第 28 次	130.0	-	-
		第 29 次	129.0	-	-
		第 30 次	126.9	-	-
		第 31 次	126.3	-	-
		第 32 次	128.0	-	-
		第 33 次	127.0	-	-
		第 34 次	123.2	-	-
		第 35 次	124.1	-	-
		第 36 次	124.7	-	-
		第 37 次	123.5	-	-
		第 38 次	121.6	-	-
		第 39 次	124.7	-	-
		第 40 次	122.7	-	-
		第 41 次	120.7	-	-
		第 42 次	121.1	-	-
		第 43 次	121.7	-	-
		第 44 次	118.9	-	-

		第 45 次	119.4	-	-
		第 46 次	120.0	-	-
		第 47 次	120.0	-	-
		第 48 次	120.0	-	-
		第 49 次	117.6	-	-
		第 50 次	120.6	-	-
前十五次庫倫效率滿足大於 85% 且小於 110%的總次數 (2C 電流)		n85C2E15	10	14	12
前十五次庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110%的總次數 (2C 電流)		n90C2E15	1	3	3
前五十次庫倫效率滿足大於 85% 且小於 110%的總次數 (2C 電流)		n85C2E50	17	-	-
前五十次庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110%的總次數 (2C 電流)		n90C2E50	8	-	-
前十五次庫倫效率的平均值 (%) (2C 電流)		aC2E15	85.4	90.9	88.0
前五十次庫倫效率的平均值 (%) (2C 電流)		aC2E50	109.1	-	-

【0115】 < 第三實施例 >

【0116】 第三實施例為一種電池，其負極包含一活性組成物，所述活性組成物包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料。鈮鈦氧化物佔活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 P_s ，其滿足下列條件： $P_{tn} = 90.0\%$ ； $P_s = 10.0\%$ ；以及 $P_{tn}/P_s = 9.0$ 。

【0117】 矽活性材料的粒徑為 sD_{50} ，鈮鈦氧化物的粒徑為 tnD_{50} ，其滿足下列條件： $sD_{50} = 80\text{ nm}$ ； $tnD_{50} = 428$

$n m$; 以及 $t n D 50 / s D 50 = 5.4$ 。

【0118】 第三實施例的電池的詳細數據已列於下表四至表六。第三實施例於表四至表六中的其他參數定義皆與比較例相同，在此不加以贅述。

【0119】 < 第四實施例 >

【0120】 第四實施例為一種電池，其負極包含一活性組成物，所述活性組成物包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料。鈮鈦氧化物佔活性組成物的重量比例為 $P t n$ ，矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 $P s$ ，其滿足下列條件： $P t n = 92.5\%$ ； $P s = 7.5\%$ ；以及 $P t n / P s = 12.3$ 。

【0121】 矽活性材料的粒徑為 $s D 50$ ，鈮鈦氧化物的粒徑為 $t n D 50$ ，其滿足下列條件： $s D 50 = 80 n m$ ； $t n D 50 = 428 n m$ ；以及 $t n D 50 / s D 50 = 5.4$ 。

【0122】 第四實施例的電池的詳細數據已列於下表四至表六。第四實施例於表四至表六中的其他參數定義皆與比較例相同，在此不加以贅述。

【0123】 < 第五實施例 >

【0124】 第五實施例為一種電池，其負極包含一活性組成物，所述活性組成物包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料。鈮鈦氧化物佔活性組成物的重量比例為 $P t n$ ，矽活性材料佔活性組成物的重量比例為 $P s$ ，其滿足下列條件： $P t n = 87.5\%$ ； $P s = 12.5\%$ ；以及 $P t n / P s = 7.0$ 。

【0125】 矽活性材料的粒徑為 $s D 50$ ，鈮鈦氧化物的粒徑為 $t n D 50$ ，其滿足下列條件： $s D 50 = 80 n m$ ； $t n D 50 = 610$

$n m$ ； 以 及 $t n D 50 / s D 50 = 7.6$ 。

【0126】 第五實施例的電池的詳細數據已列於下表四至表六。第五實施例於表四至表六中的其他參數定義皆與比較例相同，在此不加以贅述。

表四、第三實施例、第四實施例與第五實施例的活性組成物					
			第三 實施例	第四 實施例	第五 實施例
組成重量比例 (%)	銻鈦氧化物	Ptn	90.0	92.5	87.5
	矽活性材料	Ps	10.0	7.5	12.5
	碳活性材料	Pc	0	0	0
Ptn/Ps			9.0	12.3	7.0
Ptn/(Ps+Pc)			9.0	12.3	7.0
銻鈦氧化物粒徑 (nm)		tnD50	428	428	610
矽活性材料粒徑 (nm)		sD50	80	80	80
tnD50/sD50			5.4	5.4	7.6

表五、第三實施例、第四實施例與第五實施例的電池充放電性能							
					第三 實施例	第四 實施例	第五 實施例
第一 次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V1	275.2	-	-
			充		275.2	-	-
		1C	放	C1V1	240.5	-	-
			充		275.2	-	-
		2C	放	C2V1	275.1	-	-
			充		275.1	-	-

		4C	放	C4V1	271.7	-	-
			充		274.8	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G1	564.8	-	-
			充		564.8	-	-
		1C	放	C1G1	493.6	-	-
			充		564.8	-	-
		2C	放	C2G1	564.7	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G1	557.6	-	-
			充		564.0	-	-
	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V2	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V2	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V2	275.1	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V2	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G2	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G2	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G2	564.7	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G2	-	-	-
			充		-	-	-

第二次

第三次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V3	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V3	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V3	263.7	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V3	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G3	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G3	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G3	541.2	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G3	-	-	-
			充		-	-	-
第四次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V4	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V4	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V4	253.0	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V4	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G4	-	-	-
			充		-	-	-

		1C	放	C1G4	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G4	519.3	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G4	-	-	-
			充		-	-	-
		0.1C	放	C0.1V5	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V5	-	-	-
			充		-	-	-
第五次	體積電容量 (mAh/cm ³)	2C	放	C2V5	250.5	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V5	-	-	-
			充		-	-	-
		0.1C	放	C0.1G5	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G5	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G5	514.1	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G5	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1V6	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V6	-	-	-
			充		-	-	-
第六次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V6	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V6	-	-	-
			充		-	-	-

		2C	放	C2V6	248.0	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V6	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G6	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G6	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G6	509.0	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G6	-	-	-
			充		-	-	-
第七次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V7	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V7	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V7	248.0	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V7	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G7	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G7	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G7	509.1	-	-
			充		564.7	-	-

		4C	放 充	C4G7	- -	- -	- -
第 八 次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V8	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V8	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V8	251.8	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V8	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G8	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G8	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G8	516.8	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G8	-	-	-
			充		-	-	-
第 九 次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V9	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V9	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V9	253.8	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V9	-	-	-
			充		-	-	-

	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G9	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G9	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G9	521.0	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G9	-	-	-
			充		-	-	-
第十次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V10	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V10	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V10	258.9	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V10	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G10	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G10	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G10	531.5	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G10	-	-	-
			充		-	-	-
第十	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V11	-	-	-
			充		-	-	-

一 次		1C	放	C1V11	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V11	259.0	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V11	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G11	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G11	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G11	531.7	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G11	-	-	-
			充		-	-	-
第 十 二 次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V12	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V12	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V12	262.1	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V12	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G12	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G12	-	-	-
			充		-	-	-

		2C	放	C2G12	537.9	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G12	-	-	-
			充		-	-	-
第十三次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V13	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V13	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V13	271.9	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V13	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G13	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G13	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G13	558.2	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G13	-	-	-
			充		-	-	-
第十四次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V14	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V14	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V14	268.4	-	-
			充		275.1	-	-

	重量電容量 (mAh/g)	4C	放	C4V14	-	-	-
			充		-	-	-
		0.1C	放	C0.1G14	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G14	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G14	550.9	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G14	-	-	-
			充		-	-	-
第十五次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V15	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V15	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V15	269.0	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V15	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G15	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G15	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G15	552.0	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G15	-	-	-
			充		-	-	-

第二十次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V20	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V20	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V20	268.4	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V20	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G20	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1G20	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G20	550.9	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G20	-	-	-
			充		-	-	-
第六十次	體積電容量 (mAh/cm ³)	0.1C	放	C0.1V60	-	-	-
			充		-	-	-
		1C	放	C1V60	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2V60	247.5	-	-
			充		275.1	-	-
		4C	放	C4V60	-	-	-
			充		-	-	-
	重量電容量 (mAh/g)	0.1C	放	C0.1G60	-	-	-
			充		-	-	-

		1C	放	C1G60	-	-	-
			充		-	-	-
		2C	放	C2G60	508.0	-	-
			充		564.7	-	-
		4C	放	C4G60	-	-	-
			充		-	-	-
第一次至第十五次 放電體積電容量最大值 (2C 電流)				C2VMax	275.1	-	-
第一次至第十五次 放電重量電容量最大值 (2C 電流)				C2GMax	564.7	-	-
第一次放電體積電容量 (2C 電流)/ 第一次放電體積電容量 (1C 電流)				C2V1/C1V1	1.14	-	-
第一次放電體積電容量 (4C 電流)/ 第一次放電體積電容量 (2C 電流)				C4V1/C2V1	0.99	-	-
第十次放電體積電容量 (2C 電流)/ 第五次放電體積電容量 (2C 電流)				C2V10/C2V5	1.03	-	-
第二十次放電體積電容量 (2C 電流)/ 第五次放電體積電容量 (2C 電流)				C2V20/C2V5	1.07	-	-
第六十次放電體積電容量 (2C 電流)/ 第五次放電體積電容量 (2C 電流)				C2V60/C2V5	0.99	-	-

表六、第三實施例、第四實施例與第五實施例的庫倫效率					
				第三 實施例	第四 實施例
庫倫效率 (%)	2C	第 1 次	100.0	-	-
		第 2 次	100.0	-	-
		第 3 次	95.8	-	-

		第 4 次	92.0	-	-
		第 5 次	91.0	-	-
		第 6 次	90.1	-	-
		第 7 次	90.2	-	-
		第 8 次	91.5	-	-
		第 9 次	92.3	-	-
		第 10 次	94.1	-	-
		第 11 次	94.1	-	-
		第 12 次	95.3	-	-
		第 13 次	98.8	-	-
		第 14 次	97.6	-	-
		第 15 次	97.8	-	-
		第 16 次	98.0	-	-
		第 17 次	97.6	-	-
		第 18 次	97.6	-	-
		第 19 次	97.8	-	-
		第 20 次	97.5	-	-
		第 21 次	97.6	-	-
		第 22 次	97.6	-	-
		第 23 次	97.2	-	-
		第 24 次	97.6	-	-
		第 25 次	97.2	-	-
		第 26 次	97.0	-	-
		第 27 次	96.7	-	-
		第 28 次	96.4	-	-
		第 29 次	96.0	-	-

		第 30 次	96.9	-	-
		第 31 次	95.4	-	-
		第 32 次	95.6	-	-
		第 33 次	96.5	-	-
		第 34 次	95.0	-	-
		第 35 次	95.4	-	-
		第 36 次	94.4	-	-
		第 37 次	93.9	-	-
		第 38 次	94.3	-	-
		第 39 次	93.6	-	-
		第 40 次	93.8	-	-
		第 41 次	92.9	-	-
		第 42 次	92.1	-	-
		第 43 次	92.1	-	-
		第 44 次	91.6	-	-
		第 45 次	91.1	-	-
		第 46 次	89.4	-	-
		第 47 次	90.0	-	-
		第 48 次	87.9	-	-
		第 49 次	90.7	-	-
		第 50 次	87.1	-	-
前十五次庫倫效率滿足大於 85% 且小於 110%的總次數 (2C 電流)		n85C2E15	15	-	-
前十五次庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110%的總次數 (2C 電流)		n90C2E15	15	-	-

前五十次庫倫效率滿足大於 85% 且小於 110%的總次數 (2C 電流)	n85C2E50	50	-	-
前五十次庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110%的總次數 (2C 電流)	n90C2E50	46	-	-
前十五次庫倫效率的平均值 (%) (2C 電流)	aC2E15	94.7	-	-
前五十次庫倫效率的平均值 (%) (2C 電流)	aC2E50	94.6	-	-

【0127】 雖然本揭示內容已以實施方式揭露如上，然其並非用以限定本揭示內容，任何熟習此技藝者，在不脫離本揭示內容的精神和範圍內，當可作各種的更動與潤飾，因此本揭示內容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】

無

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種組成物，包含：

一活性組成物，包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料；

其中，該鈮鈦氧化物包含一鈮元素、一鈦元素與一氧元素；

其中，該鈮鈦氧化物佔該活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，該矽活性材料佔該活性組成物的重量比例為 P_s ，其滿足下列條件：

$$0.12 \leq P_{tn} / P_s \leq 99.0。$$

【請求項 2】如請求項 1 所述的組成物，其中該鈮鈦氧化物為一摻雜鈮鈦氧化物。

【請求項 3】如請求項 2 所述的組成物，其中該摻雜鈮鈦氧化物摻雜至少一元素，且該元素為 Li 、 Mn 、 Ga 、 Ta 、 W 、 F 、 P 、 Na 或 Mo 。

【請求項 4】如請求項 1 所述的組成物，其中該鈮鈦氧化物佔該活性組成物的重量比例大於該矽活性材料佔該活性組成物的重量比例。

【請求項 5】如請求項 4 所述的組成物，其中該鈮鈦氧化物佔該活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，該矽活性材料佔該活性組成物的重量比例為 P_s ，其滿足下列條件：

$$1.2 \leq P_{tn} / P_s \leq 25.0。$$

【請求項 6】如請求項 1 所述的組成物，其中該矽活性材料的粒徑為 sD_{50} ，其滿足下列條件：

$$10\text{ nm} \leq sD_{50} \leq 10000\text{ nm}。$$

【請求項 7】如請求項 1 所述的組成物，其中該鋯鈦氧化物的粒徑為 tnD_{50} ，其滿足下列條件：

$$20\text{ nm} \leq tnD_{50} \leq 9000\text{ nm}。$$

【請求項 8】如請求項 1 所述的組成物，其中該矽活性材料的粒徑為 sD_{50} ，該鋯鈦氧化物的粒徑為 tnD_{50} ，其滿足下列條件：

$$0.01 \leq tnD_{50} / sD_{50} \leq 20.0。$$

【請求項 9】如請求項 1 所述的組成物，更包含一非活性組成物，該非活性組成物選自由聚合物、碳材料、金屬、合金、非金屬氧化物、金屬氧化物與有機化合物所組成的群組。

【請求項 10】如請求項 1 所述的組成物，其中該活性組成物更包含一碳活性材料，該鋯鈦氧化物佔該活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，該矽活性材料佔該活性組成物的重量比例為 P_s ，該碳活性材料佔該活性組成物的重量比例為 P_c ，

其滿足下列條件：

$$0.01 \leq P_{tn} / (P_s + P_c) \leq 25.0。$$

【請求項 11】一種負極，包含：

如請求項 1 所述的組成物。

【請求項 12】一種電池，包含：

如請求項 11 所述的負極。

【請求項 13】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 2 C 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量至第十五次循環的放電體積電容量的最大值為 C_{2VMax} ，其滿足下列條件：

$$100 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2VMax} \leq 800 \text{ mAh/cm}^3。$$

【請求項 14】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 2 C 電流充放電於第六十次循環的放電體積電容量為 C_{2V60} ，其滿足下列條件：

$$100 \text{ mAh/cm}^3 \leq C_{2V60} \leq 800 \text{ mAh/cm}^3。$$

【請求項 15】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 2 C 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 C_{2V5} ，該電池以 2 C 電流充放電於第十次循環的放電體積電容量為 C_{2V10} ，其滿足下列條件：

$$0.70 \leq C_{2V10} / C_{2V5}。$$

【請求項 16】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 2 C 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 C_{2V5} ，該電池以 2 C 電流充放電於第二十次循環的放電體積電容量為 C_{2V20} ，其滿足下列條件：

$$0.60 \leq C_{2V20} / C_{2V5}。$$

【請求項 17】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 2 C 電流充放電的前十五次循環次數的庫倫效率滿足大於 85 % 且小於 110 % 的總次數為 $n_{85C2E15}$ ，其滿足下列條件：

$$10 \leq n_{85C2E15} \leq 15。$$

【請求項 18】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 2 C 電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率滿足大於 85 % 且小於 110 % 的總次數為 $n_{85C2E50}$ ，其滿足下列條件：

$$40 \leq n_{85C2E50} \leq 50。$$

【請求項 19】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 2 C 電流充放電的前十五次循環次數的庫倫效率的平均值為 a_{C2E15} ，其滿足下列條件：

$$80\% \leq a_{C2E15} \leq 110\%。$$

【請求項 20】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 2 C

電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率的平均值為 a_{C2E50} ，其滿足下列條件：

$$75\% \leq a_{C2E50} \leq 110\%。$$

【請求項 21】如請求項 12 所述的電池，其中該電池以 1C 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 $C1V1$ ，該電池以 2C 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 $C2V1$ ，其滿足下列條件：

$$0.50 \leq C2V1 / C1V1。$$

【請求項 22】一種組成物，包含：

一活性組成物，包含一鈮鈦氧化物與一矽活性材料；

其中，該鈮鈦氧化物為一摻雜鈮鈦氧化物；

其中，該摻雜鈮鈦氧化物包含一鈮元素、一鈦元素與一氧元素。

【請求項 23】如請求項 22 所述的組成物，其中該摻雜鈮鈦氧化物摻雜至少一元素，且該元素為 Li、Mn、Ga、Ta、W、F、P、Na 或 Mo。

【請求項 24】如請求項 22 所述的組成物，其中該鈮鈦氧化物佔該活性組成物的重量比例為 P_{tn} ，該矽活性材料佔該活性組成物的重量比例為 P_s ，其滿足下列條件：

$$1.2 \leq P_{tn} / P_s \leq 25.0。$$

【請求項 25】如請求項 22 所述的組成物，其中該矽活性材料的粒徑為 $sD50$ ，其滿足下列條件：

$$50 \text{ nm} \leq sD50 \leq 3000 \text{ nm}。$$

【請求項 26】如請求項 22 所述的組成物，其中該矽活性材料的粒徑為 $sD50$ ，該鋱鈦氧化物的粒徑為 $tnD50$ ，其滿足下列條件：

$$0.01 \leq tnD50 / sD50 \leq 20.0。$$

【請求項 27】一種負極，包含：

如請求項 22 所述的組成物。

【請求項 28】一種電池，包含：

如請求項 27 所述的負極。

【請求項 29】如請求項 28 所述的電池，其中該電池以 2C 電流充放電於第一次循環的放電重量電容量至第十五次循環的放電重量電容量的最大值為 $C2GMax$ ，其滿足下列條件：

$$100 \text{ mAh/g} \leq C2GMax \leq 800 \text{ mAh/g}。$$

【請求項 30】如請求項 28 所述的電池，其中該電池以 2C 電流充放電於第六十次循環的放電重量電容量為 $C2G60$ ，其滿足下列條件：

$$100 \text{ mAh/g} \leq C2G60 \leq 800 \text{ mAh/g}。$$

【請求項 31】如請求項 28 所述的電池，其中該電池以 2C 電流充放電於第五次循環的放電體積電容量為 $C2V5$ ，該電池以 2C 電流充放電於第六十次循環的放電體積電容量為 $C2V60$ ，其滿足下列條件：

$$0.50 \leq C2V60 / C2V5。$$

【請求項 32】如請求項 28 所述的電池，其中該電池以 2C 電流充放電的前十五次循環次數的庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n90C2E15$ ，其滿足下列條件：

$$8 \leq n90C2E15 \leq 15。$$

【請求項 33】如請求項 28 所述的電池，其中該電池以 2C 電流充放電的前五十次循環次數的庫倫效率滿足大於 90% 且小於 110% 的總次數為 $n90C2E50$ ，其滿足下列條件：

$$30 \leq n90C2E50 \leq 50。$$

【請求項 34】如請求項 28 所述的電池，其中該電池以 2C 電流充放電於第一次循環的放電體積電容量為 $C2V1$ ，該電池以 4C 電流第一次循環的放電體積電容量為 $C4V1$ ，其滿足下列條件：

$$0.50 \leq C4V1 / C2V1。$$