



(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 I872437 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：112102180

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 18 日

(51)Int. Cl. : H01M4/36 (2006.01)

H01M4/38 (2006.01)

(71)申請人：國立臺灣科技大學(中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (TW)

臺北市大安區基隆路四段 43 號

(72)發明人：黃炳照 HWANG, BING-JOE (TW)；楊盛強 YANG, SHENG-CHIANG (TW)；蔣仕凱 JIANG, SHI-KAI (TW)；劉正宸 LIU, CHENG-CHENG (TW)；陳慶瑩 CHEN, CHING-YING (TW)；蘇威年 SU, WEI-NIEN (TW)

(74)代理人：王仕偉

(56)參考文獻：

TW 202109947A

審查人員：陳子明

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：7 共 22 頁

(54)名稱

金屬與金屬離子混合電池及其增加電池循環效能的方法

(57)摘要

本發明提供一種金屬與金屬離子混合電池，其包含正極、負極與電解質，該正極上包含電池金屬成分的正極材料；該負極上包含可對應該電池金屬化的負極活性材料，本發明該可金屬化的負極活性材料與該正極材料供金屬含量配比(A/C)為 $0 < A/C < 1$ ；本發明結合金屬與金屬離子混合電池，透過在負極僅塗佈少量可形成金屬離子電池的負極活性材料，使電池的負極具有金屬與金屬離子電池雙重優勢；藉此當充電時自正極來金屬離子嵌入負極活性材料，使電池具金屬離子電池特性後，繼續沉積在電流集流體上形成金屬電池，經多次循環後可穩定充放電並保有 99% 以上之庫倫效率，提高整體電池的能量密度。

The present invention provides a metal and metallic ion mixed battery comprising a positive electrode, a negative electrode and an electrolyte therebetween. A positive electrode material is deposited onto the positive electrode. A metallicable negative electrode active material is deposited onto the negative electrode. The anode/cathode ratio (A/C) of the metallicable negative electrode active material and the positive electrode material is at a range of $0 < A/C < 1$ in the present invention. The small quantity of metallicable negative electrode active material allows the present invention benefiting with dual functions of metal and metallic ion mixed battery maintaining with 99% of columbic efficiency and high energy density after even multiple life cycles.

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 10:金屬與金屬離子混合電池
 - 11:正極
 - 111:正極材料
 - 12:電解質
 - 13:負極
 - 131:負極活性材料

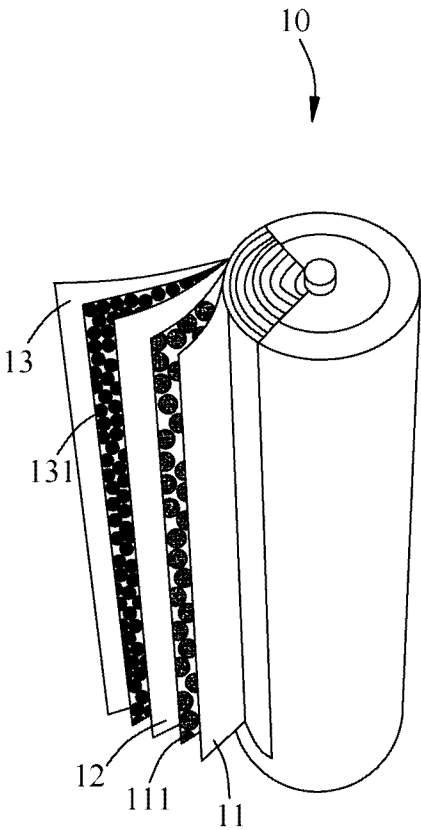


圖 1



I872437

【發明摘要】

【中文發明名稱】 金屬與金屬離子混合電池及其增加電池循環效能的方法

【英文發明名稱】 Metal and Metallic Ion Mixed Batteries and A Method for Increasing Cycle Life Time Thereof

【中文】

本發明提供一種金屬與金屬離子混合電池，其包含正極、負極與電解質，該正極上包含電池金屬成分的正極材料；該負極上包含可對應該電池金屬化的負極活性材料，本發明該可金屬化的負極活性材料與該正極材料供金屬含量配比(A/C)為 $0 < A/C < 1$ ；本發明結合金屬與金屬離子混合電池，透過在負極僅塗佈少量可形成金屬離子電池的負極活性材料，使電池的負極具有金屬與金屬離子電池雙重優勢；藉此當充電時自正極來金屬離子嵌入負極活性材料，使電池具金屬離子電池特性後，繼續沉積在電流集流體上形成金屬電池，經多次循環後可穩定充放電並保有99%以上之庫倫效率，提高整體電池的能量密度。

【英文】

The present invention provides a metal and metallic ion mixed battery comprising a positive electrode, a negative electrode and an electrolyte therebetween. A positive electrode material is deposited onto the positive electrode. A metallicable negative electrode active material is deposited onto the negative electrode. The anode/cathode ratio (A/C) of the metallicable negative electrode active material and the positive electrode material is at a range of $0 < A/C < 1$ in the present invention. The small quantity of metallicable negative electrode active material allows the present invention benefiting with dual functions of metal and metallic ion mixed battery maintaining with 99% of

columbic efficiency and high energy density after even multiple life cycles.

【指定代表圖】 圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

10 金屬與金屬離子混合電池

11 正極

111 正極材料

12 電解質

13 負極

131 負極活性材料

【發明說明書】

【中文發明名稱】 金屬與金屬離子混合電池及其增加電池循環效能的方法

【英文發明名稱】 Metal and Metallic Ion Mixed Batteries and A Method for Increasing Cycle Life Time Thereof

【技術領域】

【0001】 一種電化學電池，特別是一種金屬與金屬離子混合電化學電池以及其增加電池循環效能的方法。

【先前技術】

【0002】 無陽極電池雖有較高能量密度，因負極的枝晶鋰生長、不良固態電解質介面(Soild Electrolyte Interphase, SEI)的生長及與電解質的副反應，無法沉積緻密的鋰金屬於負極集流體上，惡性循環的消耗正極所提供的鋰離子，造成電容量快速衰退。雖然目前發展出鋰離子電池雖有較穩定的循環可逆電容量，但首圈有較大的不可逆電容量及須有負極活性物質供鋰離子嵌入嵌出，抑制了整體能量密度。

【0003】 有鑑於此，如何提供一種同時具備鋰金屬電池與鋰離子電池雙重優點的技術，甚至可以擴及至其他種類的電化學電池，是目前亟待解決的問題。

【發明內容】

【0004】 為了解決目前鋰金屬電池電容量容易快速衰退，鋰離子電池能量密度不足的問題，本發明提供一種金屬與金屬離子混合電池，不僅改善了既有鋰離子電池容量容易快速衰退及電池能量密度不足的問題，也同時能夠應用於其他種類的電化學電池，其包含：

第 1 頁，共 10 頁(發明說明書)

一正極，該正極上包含一正極材料，該正極材料至少包含一電池金屬成分；

一負極，該負極上包含一可對應該正極材料所包含的該電池金屬成分金屬化的一負極活性材料；

夾置於該正極與該負極間的一電解質；其中：

該可金屬化的負極活性材料與該正極材料的含量(A/C)配比为 $0 < A/C < 1$ 。

【0005】 其中，該金屬與金屬離子混合電池經過至少一次充電後於該負極範圍形成一金屬層。

【0006】 其中，該電池金屬成分包含鋰或鈉；該正極包含一金屬箔，如鋁箔；該正極材料包含鎳鈷鋁系正極材料、鎳鈷錳系正極材料、鈷酸鋰系正極材料、鈷酸鈉系正極材料、錳酸鋰系正極材料、錳酸鈉系正極材料、金屬摻雜錳酸鋰系正極材料、金屬摻雜錳酸鈉系正極材料、磷酸鋰錳系正極材料、磷酸鋰鐵系正極材料、磷酸鈉鐵系正極材料、金屬摻雜磷酸鋰鐵系正極材料、金屬摻雜磷酸鈉鐵系正極材料、硫化鋰系正極材料或普魯士藍正極材料；該負極包含一電流集流器，如銅箔或碳材，如硬碳、軟碳、焦炭、瀝青、奈米碳管或氮摻雜碳材、鈦酸鈉、二硫化鋁、二硫化鈦、二硫化鐵、銻、錫、二硫化錫、硫酸亞鐵、磷化鎳、三硫化二銻、氧化銻或錫銻合金；該可金屬化的負極活性材料包含含碳化合物、錫、含錫化合物或氧化物，矽、含矽化合物或氧化物，含鋁化合物，鋅、含鋅化合物或氧化物、鋰鈦氧化物或其組合；或該電解質包含液態電解質或固態電解質，如硫化物固態電解質、氧化物固態電解質以及高分子固態電解質或其組合。

【0007】 本發明進一步提供前述金屬與金屬離子混合電池增加電池循環效能的方法，其步驟包含：

提供如前述之金屬與金屬離子混合電池；

第 2 頁，共 10 頁(發明說明書)

對該金屬與金屬離子混合電池進行充電，使該正極材料釋放出其中該電池金屬成分；以及

充電過程中，該電池金屬成分通過該電解質並接觸該負極上包含該可金屬化的該負極活性材料，使該可金屬化的該負極活性材料金屬化並形成一金屬層於該負極範圍，得到同時具有金屬與金屬離子電池特性的該金屬與金屬離子混合電池。

【0008】 藉由上述說明可知，本發明提供一種結合金屬與金屬離子電池的混合電池，透過在負極僅塗佈少量可形成金屬離子電池的負極活性材料等使電池的負極具有金屬與金屬離子電池雙重優勢。藉此當充電時從正極來的電池金屬離子嵌入負極活性材料後，此時已經具有金屬離子電池特性，並繼續沉積在電流集流體上形成電池金屬電池，經多次循環後可穩定充放電並保有99%以上之庫倫效率，提高整體電池的能量密度。

【圖式簡單說明】

【0009】 為了更清楚地說明本發明實施例的技術方案，下面將對實施例描述中所需要使用的附圖作簡單的介紹。顯而易見地，下面描述中的附圖僅僅是本發明的一些示例或實施例，對於本領域的普通技術人員來講，在不付出進步性勞動的前提下，還可以根據這些附圖將本發明應用於其它類似情景。除非從語言環境中顯而易見或另做說明，圖中相同標號代表相同結構或操作。其中：

圖1為本發明金屬與金屬離子混合電池第一較佳實施例示意圖。

圖2為本發明增加金屬與金屬離子混合電池循環效能的方法流程示意圖。

圖3A、3B分別為本發明金屬與金屬離子混合電池實施例充電前後利用聚焦離子束(FIB)的掃描式電子顯微鏡圖(SEM)。

圖4為本發明金屬與金屬離子混合電池實施例充電後線性掃描元素分析。

圖5A、5B分別為本發明金屬與金屬離子混合電池實施例及無陽極固態鋰金屬電池作對比例的循環圈數電壓電容測試結果。

圖6為本發明金屬與金屬離子混合電池較佳實施例與比較例的電容測試結果。

圖7為本發明金屬與金屬離子混合電池較佳實施例與比較例的庫倫效率測試結果。

【實施方式】

【0010】 本發明以下將以數個較佳實施例進行技術詳細的說明與描述，所附圖示僅僅是本發明的一些示例性代表或實施例，對於本發明所屬領域具有通常知識者來講，在不付出進步性勞動的前提下，還可以根據這些附圖將本發明應用於其它類似情形。

【0011】 以下本發明文中使用的“系統”、“裝置”、“單元”和/或“模組”是用於區分不同級別的不同組件、元件、部件、部分或裝配的一種方法。然而，如果其他詞語可實現相同的目的，則可通過其他表達來替換所述詞語。如本發明中所示，除非上下文明確提示例外情形，“一”、“一個”、“一種”和/或“該”等詞並非特指單數，也可包括複數。一般說來，用語“包括”與“包含”僅提示包括已明確說明的步驟和元素，而這些步驟和元素不構成一個排它性的列舉，相對應的方法或者設備，在不影響整體效能的情況下，不排除可能包含其它的步驟或元素。本發明文中可能使用了系統流程圖用來說明根據本發明的實施例的系統所執行的操作。應當理解的是，前面或後面操作步驟可能不一定按照順序來精確地執行。相反地，還可以按照倒序或同時處理各個步驟來達到本發明的目的。同時，也可以將其他操作步驟添加到本發明中，或從中移除某一步或數步操作來達到相同效果。

【0012】 <金屬與金屬離子混合電池實施例1>

第 4 頁，共 10 頁(發明說明書)

【0013】 請參考圖1，其為本發明提供之金屬與金屬離子混合電池10第一較佳實施例示意圖，其包含一正極11、一負極13以及夾置於其間的一電解質12。其中，該正極11包含但不限於一金屬箔，如鋁箔等，該正極11上包含一正極材料111，該正極材料111至少包含一電池金屬成分，可能是鋰或鈉的金屬離子或金屬。所謂的電池金屬成分為目前既有的金屬形成之電化學電池，例如鋰電池或鈉電池。本發明所使用的金屬與金屬離子為相同之金屬與其離子，例如作為鋰電池時，本發明即提供鋰金屬與鋰離子混合電池，鈉電池時則為鈉金屬與鈉離子混合電池，以此類推。

【0014】 該正極材料111於本發明則依據鋰電池或鈉電池的不同而有所差異，但所適用的該正極材料11為對應鋰電池或鈉電池目前技術上或商業上所能使用的所有正極材料。本實施例中較佳實施例包含如以下表1與表2所列之正極材料，但本發明不限於僅該些實施例的材料。

【0015】 表1。鋰電池適用之正極材料。

鎳鈷鋁系正極材料(NCA)	$\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ ，其中 $x + y + z = 1$
鎳鈷錳系正極材料(NCM)	$\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ ，其中 $x + y + z = 1$
鈷酸鋰系正極材料(LCO)	LiCoO_2
錳酸鋰系正極材料(LMO)	LiMn_2O_4
金屬摻雜錳酸鋰系正極材料(LM'MO)	$\text{LiM}'_x\text{M}_y\text{O}_4$ ，其中M'為Mn；M為鐵(Fe)、鈷(Co)、鋁(Al)、鉻(Cr)、鎳(Ni)或銅(Cu)，且 $x + y = 2$
磷酸鋰錳系正極材料(LMP)	LiMPO_4 ，其中M為鐵(Fe)、鈷(Co)、鋁(Al)、鉻(Cr)、鎳(Ni)、銅(Cu)或錳(Mn)
磷酸鋰鐵系正極材料(LFP)	LiFePO_4

金屬摻雜磷酸鋰鐵系正極材料系正極材料(LMFP)	$\text{LiM}_x\text{Fe}_y\text{PO}_4$ (F為Fe；M為鈷(Co)、鋁(Al)、鉻(Cr)、鎳(Ni)、銅(Cu)或錳(Mn)，且 $x + y = 1$)
硫化鋰系正極材料	Li_2S

【0016】 表2。鈉電池適用之正極材料。

普魯士藍正極材料	$\text{Na}_x\text{Ma} [\text{Mb}(\text{CN})_6]$ ，Ma為Fe、Mn、Ni，Mb為Fe、Mn
鎳鈷鋁系正極材料	$\text{NaNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ ，其中 $x + y + z = 1$
鈷酸鈉系正極材料	NaCoO_2
錳酸鈉系正極材料	NaMn_2O_4
金屬摻雜錳酸鈉系正極材料	$\text{NaM}'_x\text{M}_y\text{O}_4$ ，其中M'為Mn；M為鐵(Fe)、鈷(Co)、鋁(Al)、鉻(Cr)、鎳(Ni)或銅(Cu)，且 $x + y = 2$
磷酸鈉錳系正極材料	NaMPO_4 ，其中M為鐵(Fe)、鈷(Co)、鋁(Al)、鉻(Cr)、鎳(Ni)、銅(Cu)或錳(Mn)
磷酸鈉鐵系正極材料	NaFePO_4
金屬摻雜磷酸鈉鐵系正極材料	$\text{NaM}_x\text{Fe}_y\text{PO}_4$ ，其中F為Fe；M為鈷(Co)、鋁(Al)、鉻(Cr)、鎳(Ni)、銅(Cu)或錳(Mn)，且 $x + y = 1$
金屬摻雜磷酸鈉、硫酸鈉或釩酸鈉系正極材料	$\text{Na}_x\text{M}_y[(\text{XO}_m)_n]_z$ ，其中，M為多種電價的金屬離子，X為磷(P)、硫(S)或釩(V)

【0017】 該負極13於本發明中包含所有鋰電池或鈉電池可使用的負極，一較佳實施例包含一電流集流器(Current Collector)，例如一銅箔，或也可以包含碳材，如硬碳、軟碳、焦炭、瀝青、奈米碳管(CNT)或氮摻雜碳材(N-doped carbon)，鈦酸鈉($\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$)、二硫化鉬(C-MoS_2)、二硫化鈦(TiS_2)、二硫化鐵(FeS_2)、銻(Sb)、錫(Sn)、二硫化錫(SnS_2)、硫酸亞鐵(FeSO_4)、磷化鎳(NiP_3)、三硫化二銻(Sb_2S_3)、氧化銻(Sb_2O_4)或錫銻合金(SnSb)。

【0018】 同時該負極13上包含可對應該正極材料111所包含的該電池金屬成分金屬化的一負極活性材料131，包含含碳化合物，例如天然或人造石墨，錫、含錫化合物或氧化物，矽、含矽化合物或氧化物，含鋁化合物，鍺、含鍺化合物或氧化物、鋰鈦氧化物(Lithium titanium oxide, LTO)，例如 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 或其組合。舉例而言，以鋰電池為例，該正極材料111的該電池金屬為鋰金屬，該負極活性材料131則包含可鋰化的前述種類材料。

【0019】 其中，該可金屬化的負極活性材料131與該正極材料111的該電池金屬成分(含量)配比(Anode/Cathode比，A/C比)為 $0 < A/C < 1$ ；或具體而言為該負極材料131與該正極材料111中的該電池金屬成分的供金屬量(或含量)配比(A/C比)為 $0 < A/C < 1$ 。其表示該正極材料111的該電池金屬成分含量大於該負極材料111，具體可能為 $A/C = 0.05/1 = 0.05$ 或 $A/C = 0.2/1 = 0.2$ 。

【0020】 該電解質12於本發明中包含液態電解質或固態電解質。該液態電解質於本發明可使用任何適合的液態電解質，例如包含但不限定 3 M LiPF_6 in EC/EMC (V/V = 3/7) + 50% TTE 1 ml，該固態電解質包含硫化物固態電解質、氧化物固態電解質以及高分子固態電解質或其組合。本實施例所提供的電池較實施例是以該電解質12為液態電解質的無陽極鋰金屬電池，本發明透過在原本不含該負極材料131的該負極13上增加些許的該可金屬化的負極活性材料131形成該金屬與金屬離子混合電池10。

【0021】 <增加電池循環效能的方法>

【0022】 請參考圖2，本發明提供前述該金屬與金屬離子混合電池10於充電過程中增加電池循環效能的方法，其步驟包含：

【0023】 步驟S1) 提供前述該金屬與金屬離子混合電池10；

【0024】 步驟S2) 對該金屬與金屬離子混合電池10進行充電(Plating)，使該正極材料111釋放出其中該電池金屬成分；以及

【0025】 步驟S3) 充電過程中，該電池金屬成分通過該電解質12並接觸該負極13上包含該可金屬化的負極活性材料131，使該可金屬化的負極活性材料131金屬化(如鋰化(Lithiation))並形成一金屬層132(也就是該電池金屬層)於該負極13範圍，得到同時具有金屬與金屬離子電池特性的混合電池10，透過該金屬層132可以大幅度增加原本電池的循環效能與整體能量密度。

【0026】 <確效性測試>

【0027】 請參考圖3A、3B，其為本發明以鋰金屬與鋰離子混合電池為例，前述該金屬與金屬離子混合電池10實施例1的充電前、後(uncycled、cycled)利用聚焦離子束(FIB)的掃描式電子顯微鏡圖(SEM)。從充電前後可看出，充電後的該負極13上的結構增厚，顯示確實有該鋰金屬層的沉積。

【0028】 請參考圖4，其為本發明較佳實施例鋰金屬與鋰離子混合電池10實施例1的充電後(cycled)元素分析(Line Scan)。圖中C代表碳元素，其訊號底部較少(甚至無訊號)，代表鋰金屬沉積於底部(銅箔與石墨之間)，分析氟元素(F)與磷元素(P)訊號，表示電解質介面(Electrolyte Interphase, SEI)生成，頂部有較大的訊號，主要SEI分成在頂部(電解液界面處)，並且約20 μm 處有明顯的訊號，表鋰金屬層與石墨層之間的界面SEI訊號。由此可證明本發明實施例1的金屬與金屬離子混合電池的充電機制。

【0029】請參考圖5A、5B，其分別為本發明前述該較佳實施例鋰金屬與鋰離子混合電池10實施例1，以及一無陽極鋰金屬電池作為對比例的循環圈數電壓電容測試結果。其中，本發明該金屬與金屬離子混合電池10實施例1的A/C比為0.2，使用的該正極材料111為NMC 811，該負極13為一裸銅箔。該比較例為A/C比0的無陽極鋰金屬電池。此測試以電流 $0.4\text{mA}/\text{cm}^2$ 、電壓區間2.5~4.3V，兩樣品所使用的該電解質12為液態電解液，成分配比包含3 M LiPF_6 於EC/EMC (V/V = 3/7)與50% TTE 1 ml溶劑中。如圖5A、5B所示，沉積的鋰金屬受鋰化的負極材料保護，不易與電解液產生過多的副反應，有效抑制枝晶鋰生成。

【0030】請參考圖6與圖7，其為本發明前述較佳實施例鋰金屬與鋰離子混合電池10與比較例的電容與庫倫效率測試結果。如結果所示，因鋰離子經鋰化的該鋰金屬活物層緩衝，在該負極13的電流集流體上形成較均勻的鋰金屬。在充放電後(本發明實施例1，35圈後)庫倫效率可達近100%，明顯相較比較例優異。

【0031】一些實施例中使用了描述成分、屬性數量的數字，應當理解的是，此類用於實施例描述的數字，在一些示例中使用了修飾詞“大約”、“近似”或“大體上”來修飾。除非另外說明，“大約”、“近似”或“大體上”表明所述數字允許有 $\pm 20\%$ 的變化。相應地，在一些實施例中，說明書和請求項中使用的數值參數均為近似值，該近似值根據個別實施例所需特點可以發生改變。在一些實施例中，數值參數應考慮規定的有效數位並採用一般位數保留的方法。儘管本發明一些實施例中用於確認其範圍廣度的數值域和參數為近似值，在具體實施例中，此類數值的設定在可行範圍內盡可能精確。

【0032】最後，應當理解的是，本發明中所述實施例僅用以說明本發明實施例的原則。其他的變形也可能屬本發明的範圍。因此，作為示例而非限制，

本發明實施例的替代配置可視為與本發明的教導一致。相應地，本發明的實施例不僅限於本發明明確介紹和描述的實施例。

【符號說明】

【0033】

10金屬與金屬離子混合電池

11正極

111 正極材料

12電解質

13負極

131 可金屬化的負極活性材料

132 金屬層

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種金屬與金屬離子混合電池，其包含：

一正極，該正極上包含一正極材料，該正極材料至少包含一電池金屬成分；

一負極，該負極上包含一可對應該正極材料所包含的該電池金屬成分金屬化的一負極活性材料；

夾置於該正極與該負極間的一電解質；其中：

該負極活性材料與該正極材料中的該電池金屬成分的供金屬量(A/C)配比为 $0 < A/C < 1$ 。

【請求項2】 如請求項1所述的金屬與金屬離子混合電池，其中：該金屬與金屬離子混合電池經過至少一次充電後於該負極範圍形成一金屬層。

【請求項3】 如請求項1所述的金屬與金屬離子混合電池，其中：

該電池金屬成分包含鋰或鈉；

該正極包含一金屬箔；

該正極材料包含鎳鈷鋁系正極材料、鎳鈷錳系正極材料、鈷酸鋰系正極材料、鈷酸鈉系正極材料、錳酸鋰系正極材料、錳酸鈉系正極材料、金屬摻雜錳酸鋰系正極材料、金屬摻雜錳酸鈉系正極材料、磷酸鋰錳系正極材料、磷酸鋰鐵系正極材料、磷酸鈉鐵系正極材料、金屬摻雜磷酸鋰鐵系正極材料、金屬摻雜磷酸鈉鐵系正極材料、硫化鋰系正極材料或普魯士藍正極材料；

該負極包含一電流集流器、碳材、鈦酸鈉、二硫化鋁、二硫化鈦、二硫化鐵、銻、錫、二硫化錫、硫酸亞鐵、磷化鎳、三硫化二銻、氧化銻或錫銻合金；

該可金屬化的負極活性材料包含含碳化合物、錫、含錫化合物或氧化物，矽、含矽化合物或氧化物，含鋁化合物，鍺、含鍺化合物或氧化物、鋰鈦氧化物或其組合；或

該電解質包含液態電解質或固態電解質。

第 1 頁，共 3 頁(發明申請專利範圍)

【請求項4】 如請求項2所述的金屬與金屬離子混合電池，其中：

該電池金屬成分包含鋰或鈉；

該正極包含一金屬箔；

該正極材料包含鎳鈷鋁系正極材料、鎳鈷錳系正極材料、鈷酸鋰系正極材料、鈷酸鈉系正極材料、錳酸鋰系正極材料、錳酸鈉系正極材料、金屬摻雜錳酸鋰系正極材料、金屬摻雜錳酸鈉系正極材料、磷酸鋰錳系正極材料、磷酸鋰鐵系正極材料、磷酸鈉鐵系正極材料、金屬摻雜磷酸鋰鐵系正極材料、金屬摻雜磷酸鈉鐵系正極材料、硫化鋰系正極材料或普魯士藍正極材料；

該負極包含一電流集流器、碳材、鈦酸鈉、二硫化鋁、二硫化鈦、二硫化鐵、銻、錫、二硫化錫、硫酸亞鐵、磷化鎳、三硫化二銻、氧化銻或錫銻合金；

該可金屬化的負極活性材料包含含碳化合物、錫、含錫化合物或氧化物，矽、含矽化合物或氧化物，含鋁化合物，鋅、含鋅化合物或氧化物、鋰鈦氧化物或其組合；或

該電解質包含液態電解質或固態電解質。

【請求項5】 如請求項3或4所述的金屬與金屬離子混合電池，其中：

該正極之該金屬箔包含鋁箔；

該負極之該電流集流器包含銅箔；

該負極之該碳材包含硬碳、軟碳、焦炭、瀝青、奈米碳管或氮摻雜碳材；以及

該固態電解質包含硫化物固態電解質、氧化物固態電解質以及高分子固態電解質或其組合。

【請求項6】 一種增加電池循環效能的方法，其步驟包含：

提供如請求項1~5任一項所述之金屬與金屬離子混合電池；

對該金屬與金屬離子混合電池進行充電，使該正極材料釋放出其中該電池金屬成分；以及

充電過程中，該電池金屬成分通過該電解質並接觸該負極上包含該可金屬化的該負極活性材料，使該可金屬化的該負極活性材料金屬化並形成一金屬層於該負極範圍，得到同時具有金屬與金屬離子電池特性的該金屬與金屬離子混合電池。

【發明圖式】

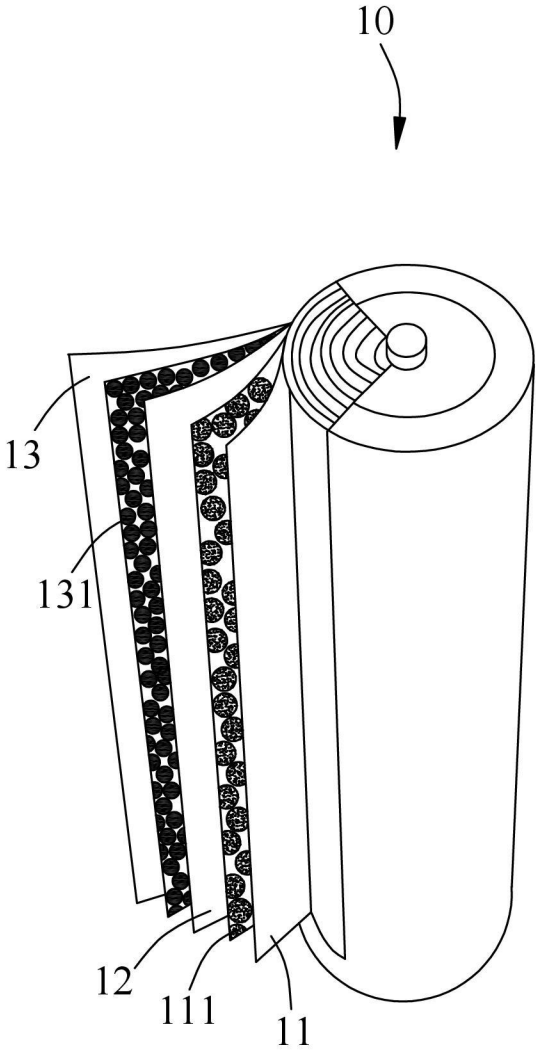


圖 1

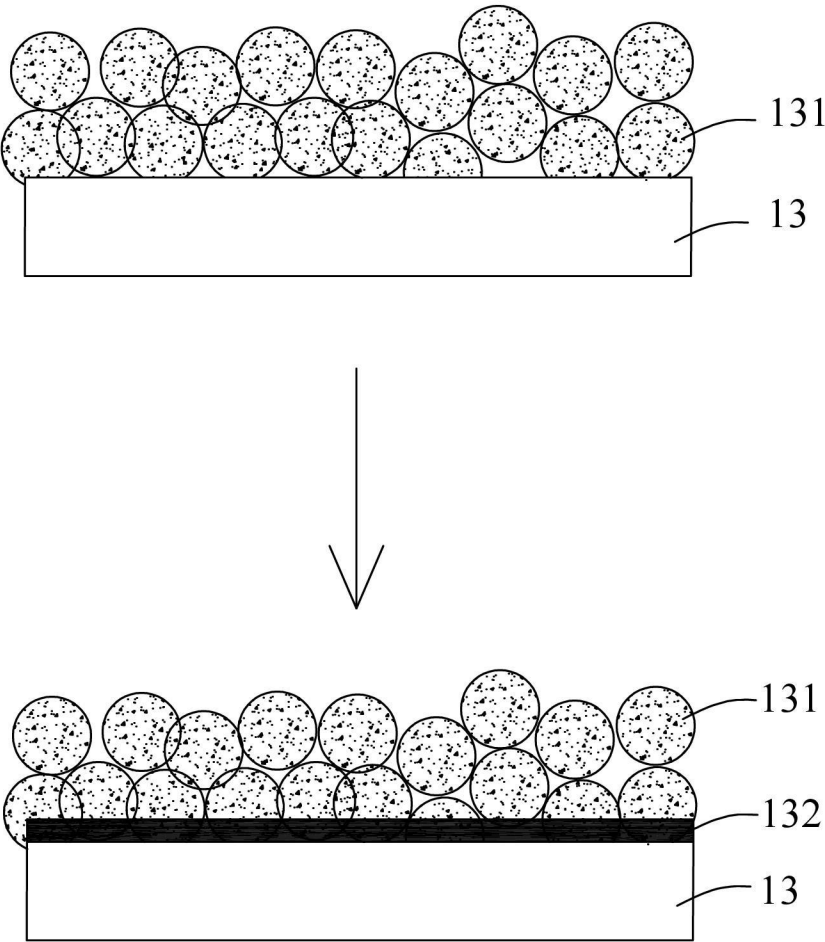


圖 2

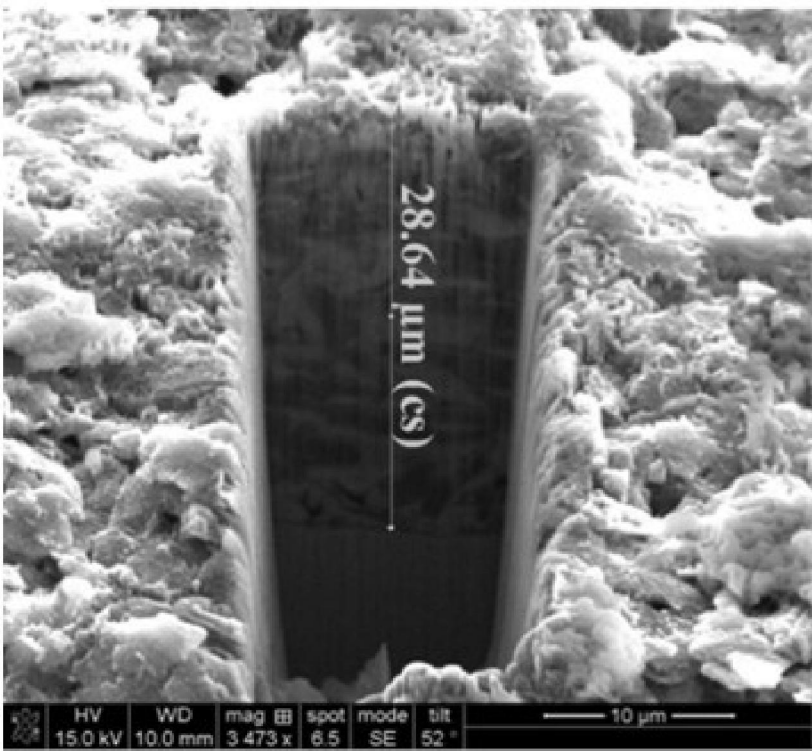


圖 3A

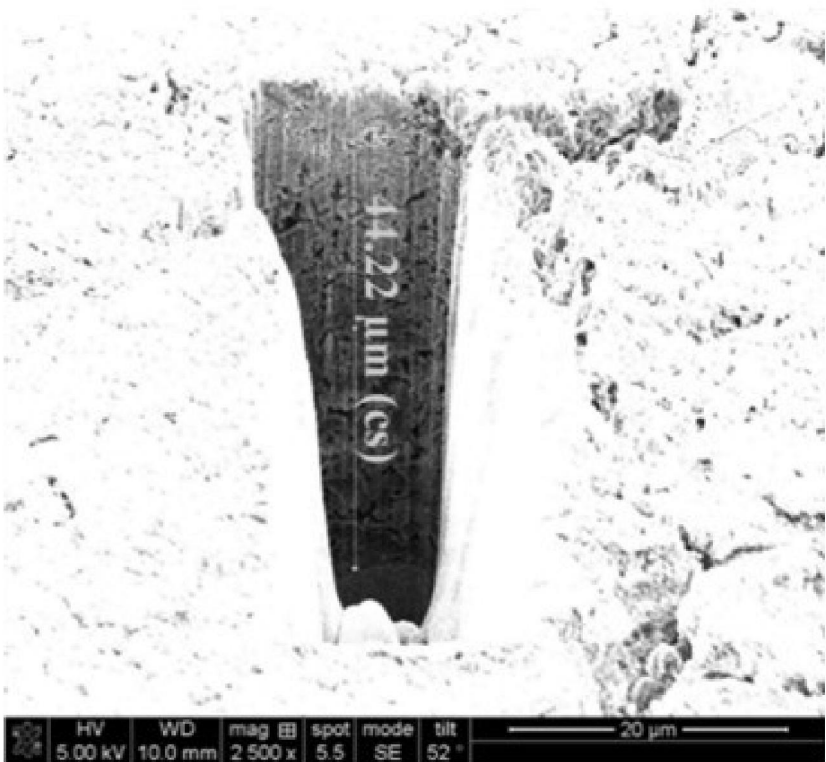


圖 3B

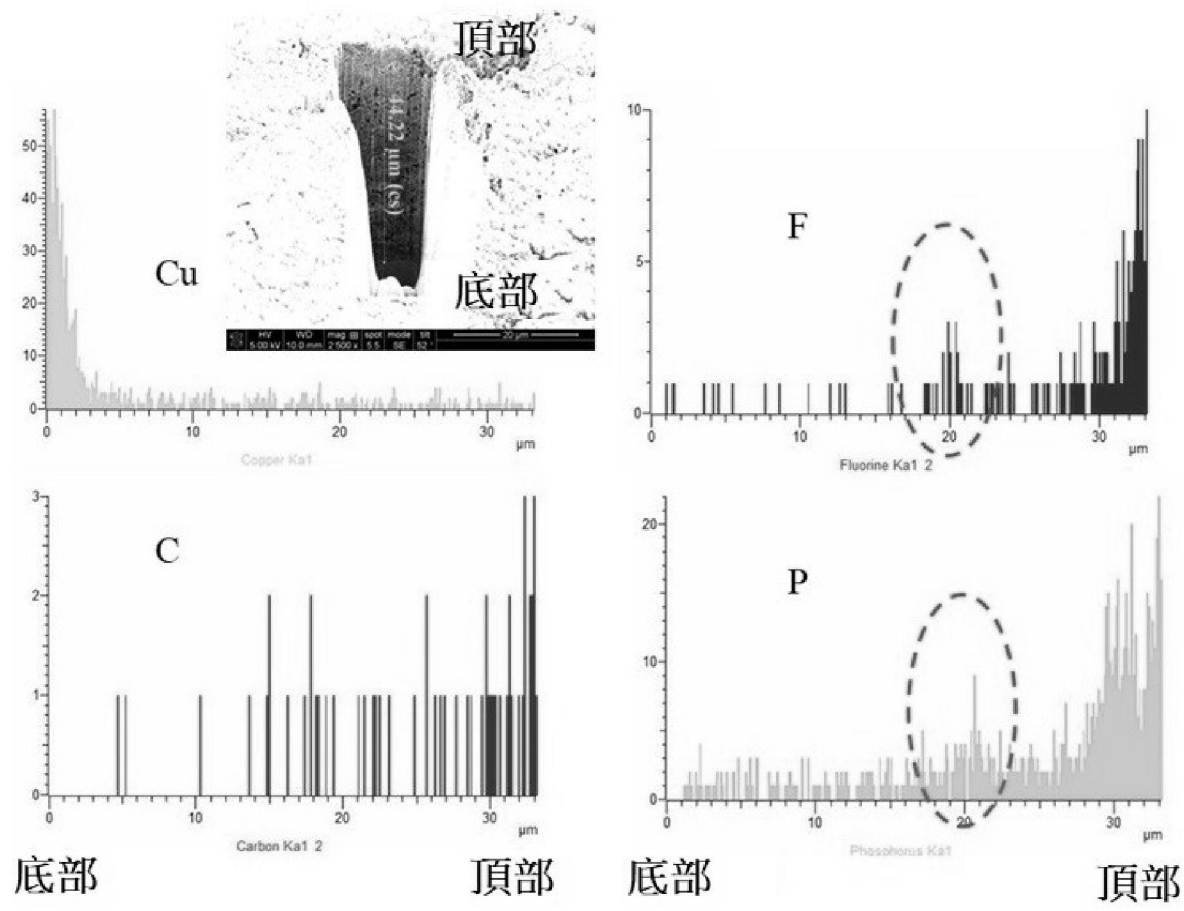


圖 4

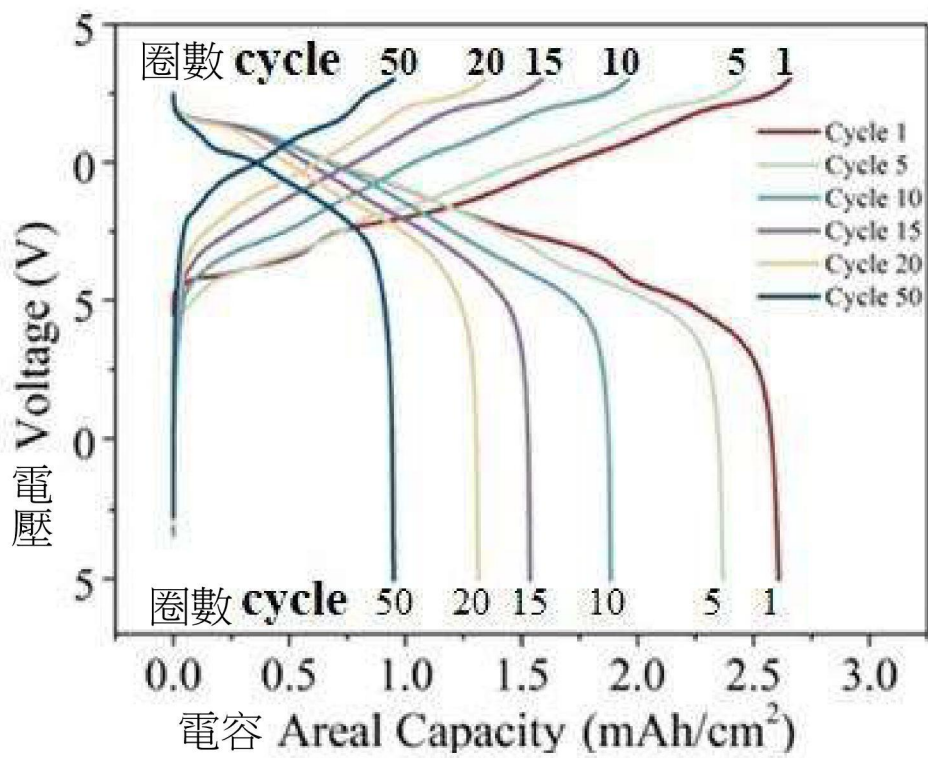


圖 5A

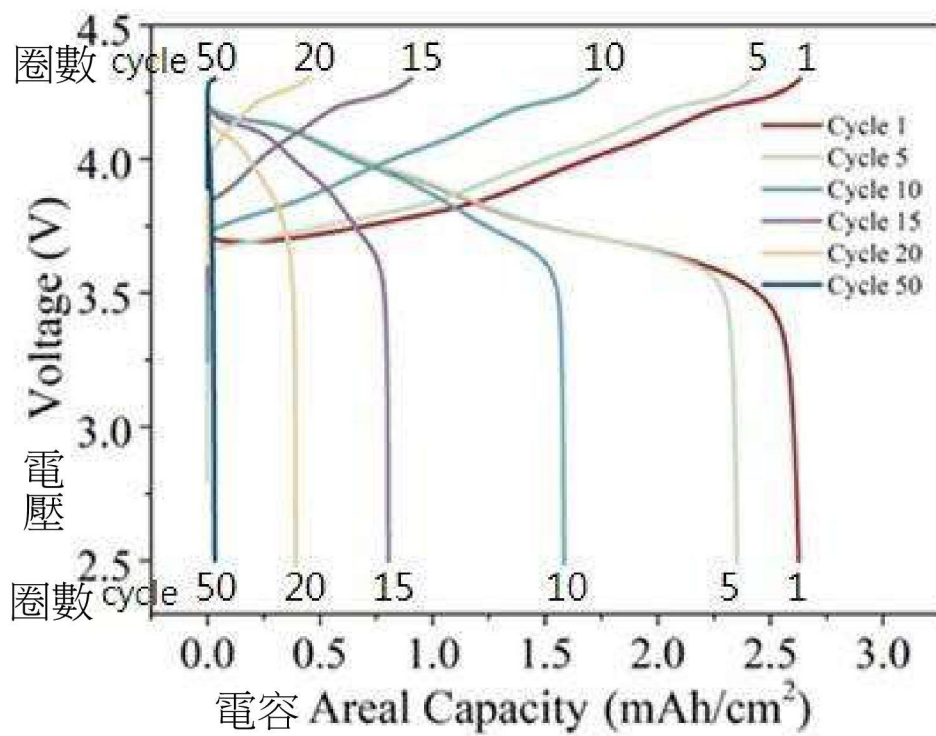


圖 5B

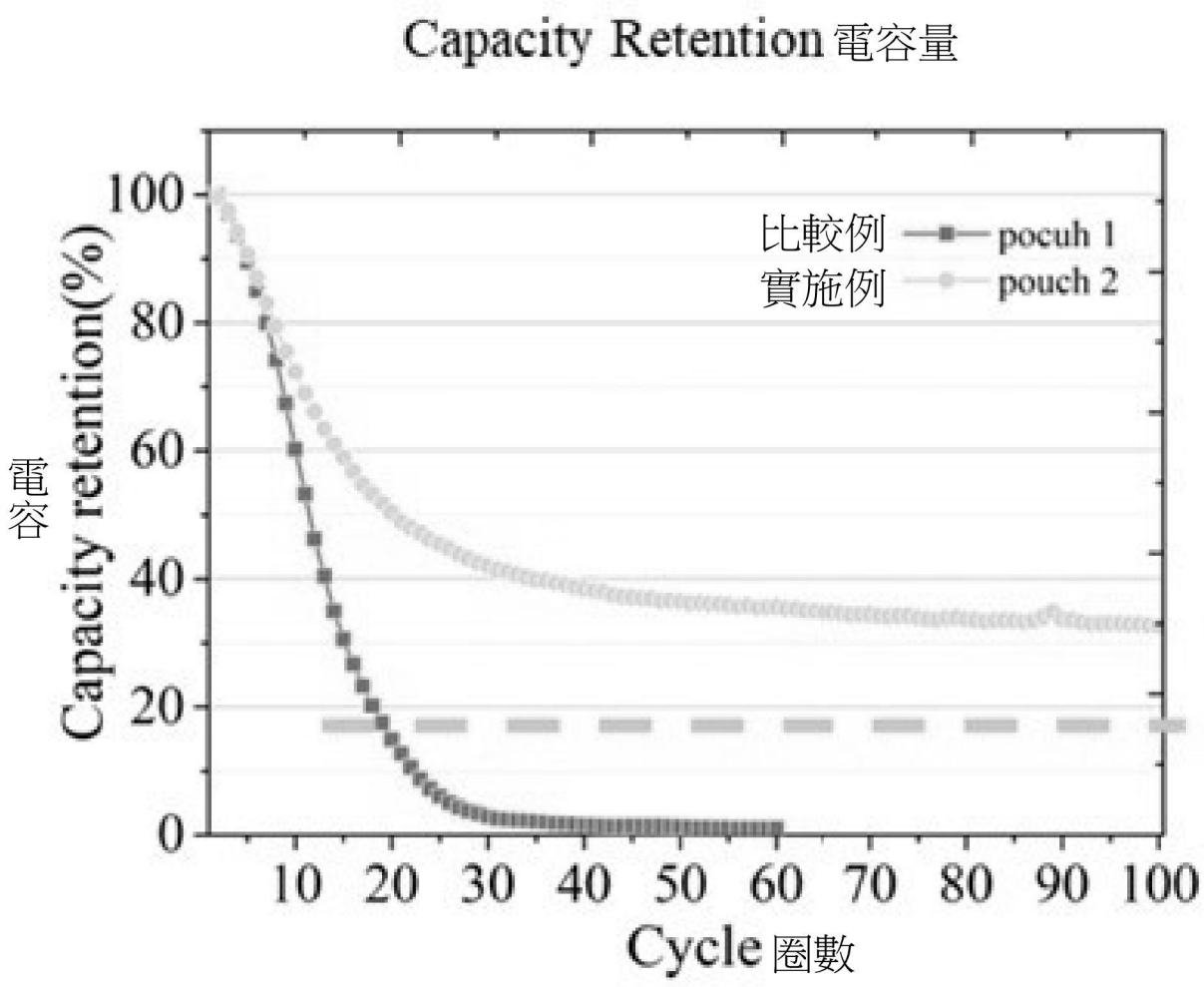


圖 6

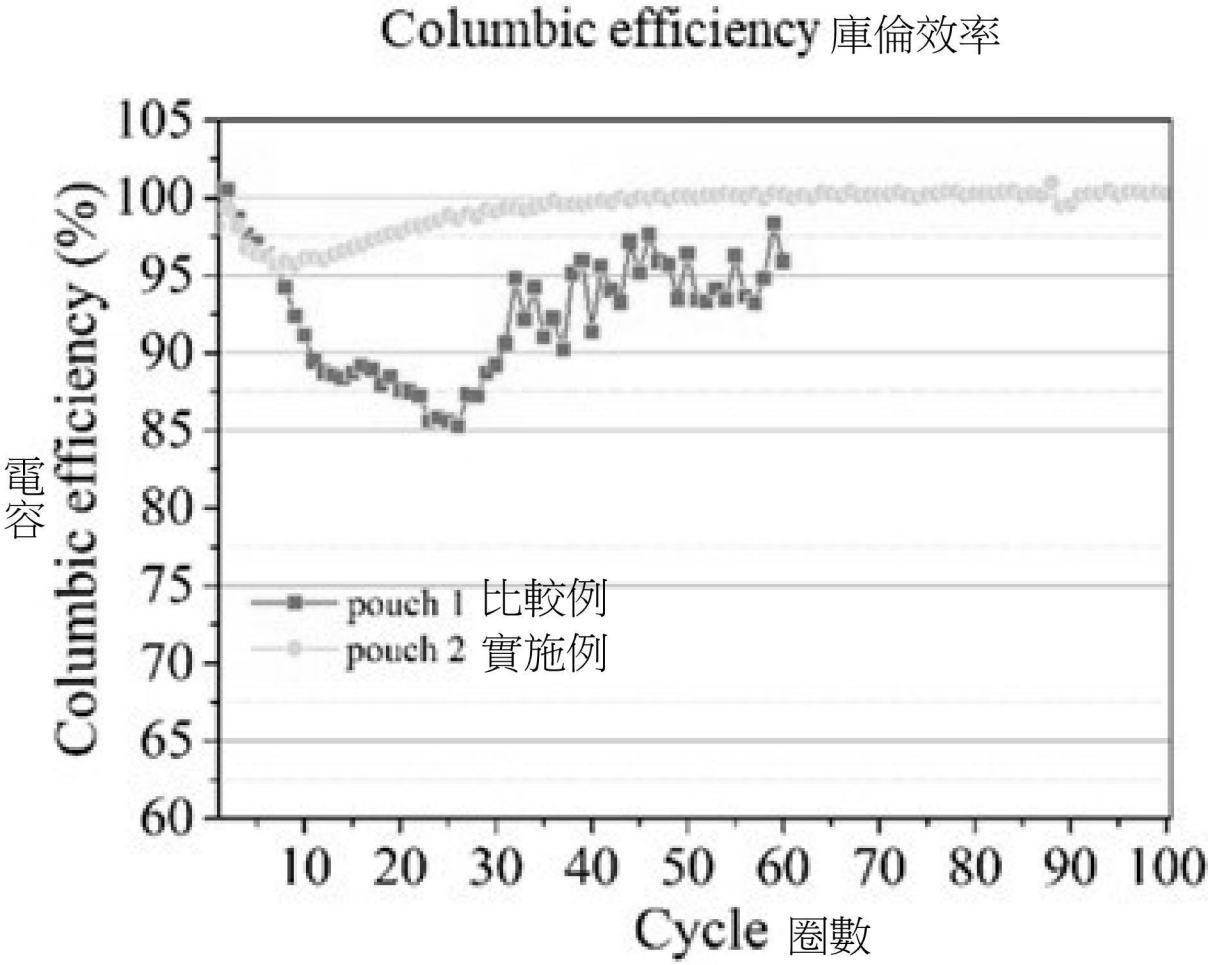


圖 7