



(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 I509867 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：099137837

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 11 月 03 日

(51)Int. Cl. : **H01M4/54 (2006.01)****H01M4/62 (2006.01)**

(30)優先權：2009/11/03 美國

61/257,576

2010/01/18 美國

61/295,882

(71)申請人：Z 動力能源有限責任公司 (美國) ZPOWER, LLC (US)

美國

(72)發明人：周紅霞 ZHOU, HONGXIA (CN)；艾登森 喬治 W ADAMSON, GEORGE W. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 1650451A

CN 101485012A

US 2008/038630A1

審查人員：吳國宇

申請專利範圍項數：41 項 圖式數：15 共 90 頁

(54)名稱

新穎電極及可充電之電池

NOVEL ELECTRODES AND RECHARGEABLE BATTERIES

(57)摘要

本發明提供陰極、製造陰極之方法、及使用該等陰極之電化學電池(例如，電池)，該等陰極、製造陰極之方法及電化學電池具有勝過傳統陰極、方法或電化學電池之經改良性質。

The present invention provides cathodes, methods of making cathodes, and electrochemical cells (e.g., batteries) that employ these cathodes having improved properties over traditional cathodes, methods, or electrochemical cells.

(無元件符號說明)

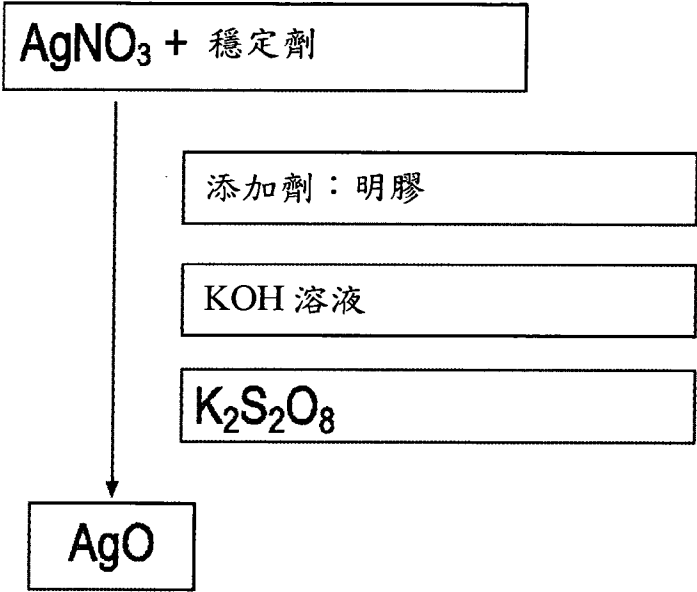


圖 1

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99137837

※申請日：99.11.3

※IPC 分類：H01M ^{4/54} (2006.01)

^{4/62} (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

新穎電極及可充電之電池

NOVEL ELECTRODES AND RECHARGEABLE BATTERIES

二、中文發明摘要：

本發明提供陰極、製造陰極之方法、及使用該等陰極之電化學電池(例如，電池)，該等陰極、製造陰極之方法及電化學電池具有勝過傳統陰極、方法或電化學電池之經改良性質。

三、英文發明摘要：

The present invention provides cathodes, methods of making cathodes, and electrochemical cells (e.g., batteries) that employ these cathodes having improved properties over traditional cathodes, methods, or electrochemical cells.



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

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】

本發明係關於一種新穎陰極，其係藉由混合一穩定劑與一陰極活性材料以形成具有勝過傳統陰極之經改良性質之一電極而形成。

本申請案主張2009年11月3日提出申請之美國專利申請案第61/257,576號及2010年1月18日提出申請之美國專利申請案第61/295,882號之權利。此等文件皆特此以全文引用方式併入。

【先前技術】

可充電之電池在此項技術中係已知的且通常用於(例如)可攜式電子裝置中。雖然傳統可充電之電池係有用的，然而易於對用於對電池再充電之系統及方法做出可增強或改良其使用壽命、擱置壽命及/或效能之改良。

當對一傳統電池放電時，陽極向一電解液供應正離子並向一外部電路供應電子。陰極通常係一電子傳導主體，正離子自電解液作為一客體物質以可逆方式插入該電子傳導主體中且由來自該外部電路之電子進行電荷補償。二次電池或電池使用可在電流施加至該電池時逆轉之一反應；因此，對該電池「再充電」。二次電池之陽極及陰極處之化學反應必須係可逆的。在充電時，一外部場自陰極移除電子將正離子釋放回至電解液以恢復母主體結構，且該外部場向陽極添加電子將電荷補償正離子吸引回至陽極中以其恢復到其原始組成。

諸如陰極材料之傳統電極材料具有許多缺點。舉例來說，由於許多傳統陰極經過數個充電循環後損失充電容量，因此其等係庫倫無效的，或者其等具有不利地影響電池放電之一升高阻抗或內部電阻。隨著許多傳統電池進行經過若干充電循環，因此此等有害影響通常對電池效能造成一增大之干擾。

因此，需要具有經改良之性質且可改良電池效能之電極材料。

【發明內容】

本發明提供一種新穎陰極材料，該新穎陰極材料包含與一穩定劑之一個或多個粒子締合之銀，其中穩定劑之該一個或多個粒子具有小於約250 nm(例如，約100 nm或以下)之一直徑或平均直徑。

本發明之一個態樣提供一種用於一可充電之電池之陰極，其包含一包含一穩定劑之陰極活性材料，該穩定劑包含具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之一粉末；及銀，其中該穩定劑係以足以賦予該陰極大於約98%之一庫倫效率(Coulombic efficiency)之量存在。

在一些實施例中，該陰極活性材料包含銀，且該銀包含Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在

其他實施例中，該銀進一步包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一第一摻雜劑。在另一實例中，該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。在替代實例中，銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。而且，在其他實例中，該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑，且該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。

在一些實施例中，該穩定劑包含一包含一p型半導體、一n型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中x為1至4。在替代實例中，該穩定劑包含一包含ZnO之粉末。而且，在一些實例中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃、鐵氧化物、銦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。在一些情況中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含ZrO₂之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含SiO₂之粉末。在一些實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含SiO₂、ZrO₂及ZnO之粒子。在其他實例中，該穩定劑包含一包含SiO₂粒子、ZrO₂粒子及ZnO粒子之粉末。在一些情況中，該等ZnO粒

子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他情況中，以 ZnO 粒子之重量計，該等 ZnO 粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3 。

在一些實施例中，該陰極活性材料包含約0.5 wt%或以下(例如，約0.2 wt%或以下)之該穩定劑。舉例而言，該陰極活性材料包含自約0.01 wt%至約0.3 wt%(例如，自約0.01 wt%至約0.2 wt%)之該穩定劑。

在其他實施例中，該陰極進一步包含一黏結劑。舉例而言，該陰極包含一包含PTFE之黏結劑。

本發明之另一態樣提供一可充電之電池，其包含一陰極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之一粉末，該銀與該穩定劑之一個或多個粒子締合，且該穩定劑係以足以賦予該陰極大於約98%之一庫倫效率之量存在。

在一些實施例中，該銀包含 Ag 、 AgO 、 Ag_2O 、 Ag_2O_3 、 AgOH 、 $\text{Ag}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ag}(\text{OH})_3$ 、 AgOOH 、 AgONa 、 AgOK 、 AgOLi 、 AgORb 、 AgOONa 、 AgOOK 、 AgOOLi 、 AgOORb 、 AgCuO_2 、 AgFeO_2 、 AgMnO_2 、 $\text{Ag}_2\text{CuMnO}_4$ 、其任一水合物或其任一組合。在其他實施例中，該銀進一步包含 Pb 、 B 、 Al 、 Ga 、 Zn 、 Ni 、 Pd 、 In 、 Fe 或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含 Pb 、 B 、 Al 、 Ga 、 Zn 、 Ni 、 Pd 、 In 、 Fe 或其任一組合之一第一摻雜劑。在一些情

況中，該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。在其他實例中，該銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑，且該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。

在一些實施例中，該穩定劑包含一包含一p型半導體、一n型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中x為1至4。在替代實例中，該穩定劑包含一包含ZnO之粉末。而且，在一些實例中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃、鐵氧化物、銦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。在一些情況中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含ZrO₂之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含SiO₂之粉末。在一些實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含SiO₂、ZrO₂及ZnO之粒子。在其他實例中，該穩定劑包含一包含SiO₂粒子、ZrO₂粒子及ZnO粒子之粉末。在一些情況中，該等ZnO粒子摻雜有包含Al₂O₃之一第二摻雜劑。在其他情況中，以ZnO粒子之重量計，該等ZnO粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的Al₂O₃。

在其他實施例中，該陰極活性材料包含約7 wt%或以下

(例如，約 0.5 wt% 或以下)之該穩定劑。舉例而言，該陰極活性材料包含自約 0.01 wt% 至約 0.3 wt% (例如，自約 0.01 wt% 至約 0.2 wt%) 之該穩定劑。

而且，在一些實施例中，該陰極進一步包含一黏結劑。舉例而言，該陰極進一步包含一黏結劑，且該黏結劑包含 PTFE。

本發明之另一態樣提供一電化學電池，其包含一陰極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含 Zn；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約 250 nm 或以下 (例如，約 100 nm 或以下) 之一平均粒徑之一粉末，該銀與一穩定劑之至少一個粒子締合，且該陰極活性材料包含一足夠量的穩定劑，以使得該電池在多於約 70 個充電循環之後保持一實質上恆定充電容量。

在一些實施例中，該銀包含 Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在其他實施例中，該銀進一步包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一第一摻雜劑。在其他實施例中，該銀塗佈有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說，該銀塗佈有包含 Pb 之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含 Pb 之

一塗佈劑，且該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。

在一些實施例中，該穩定劑包含一包含一p型半導體、一n型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末： ZnO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 SiC 、 In_2O_3 、 Ho_2O_3 、 MgO 、 ZnTiO_3 、 B_2O_3 、 LiAlO_2 、 BaTiO_3 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Ca}_x\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Mg}_x\text{SiO}_4$ 、 Bi_2O_3 、 Yb_2O_3 、 MnO_2 、群青或其任一組合，其中x為1至4。在替代實例中，該穩定劑包含一包含 ZnO 之粉末。而且，在一些實例中， ZnO 摻雜有包含 Al_2O_3 、鐵氧化物、銻氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。在一些情況中， ZnO 摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 ZrO_2 之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 之粉末。在一些實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO_2 、 ZrO_2 及 ZnO 之粒子。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及 ZnO 粒子之粉末。在一些情況中，該等 ZnO 粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他情況中，以 ZnO 粒子之重量計，該等 ZnO 粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3 。

在其他實施例中，該陰極活性材料包含約7 wt%或以下(例如，約0.5 wt%或以下或約0.2 wt%或以下)之該穩定劑。舉例而言，該陰極活性材料包含自約0.01 wt%至約0.3 wt%(例如，自約0.01 wt%至約0.2 wt%)之該穩定劑。

本發明之另一態樣提供一可充電之電池，其包含一陰

極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之一粉末，且該可充電之電池在至少約100個連續充電循環之一時期每次放電提供至少約200 mAh/g銀。

在一些實施例中，該電池在至少約120個連續充電循環之一時期每次放電提供至少約200 mAh/g銀。在其他實施例中，該電池在至少約100個連續充電循環之一時期每次放電提供多於約200 mAh/g銀。而且，在一些實施例中，該電池在不超過約250個連續充電循環之一時期提供至少約20 Ah/g銀的總容量。

在一些實施例中，該銀包含Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在其他實施例中，該銀進一步包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一第一摻雜劑。在其他實施例中，該銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑，且該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。

在一些實施例中，該穩定劑包含一包含一p型半導體、

一n型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末： ZnO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 SiC 、 In_2O_3 、 Ho_2O_3 、 MgO 、 ZnTiO_3 、 B_2O_3 、 LiAlO_2 、 BaTiO_3 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Ca}_x\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Mg}_x\text{SiO}_4$ 、 Bi_2O_3 、 Yb_2O_3 、 MnO_2 、群青或其任一組合，其中x為1至4。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 ZnO 之粉末。在一些情況中， ZnO 摻雜有包含 Al_2O_3 、鐵氧化物、銻氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。舉例而言， ZnO 摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 ZrO_2 之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 之粉末。在替代實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO_2 、 ZrO_2 及 ZnO 之粒子。在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及 ZnO 粒子之粉末。在一些情況中，該等 ZnO 粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。舉例而言，以 ZnO 粒子之重量計，該等 ZnO 粒子摻雜有自約1 wt%至約10 wt%之包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。

在其他實施例中，該陰極活性材料包含約7 wt%或以下(例如，約0.5 wt%或以下)之該穩定劑。舉例而言，該陰極活性材料包含自約0.01 wt%至約0.3 wt%(例如，自約0.01 wt%至約0.2 wt%)之該穩定劑。

而且，在一些實施例中，該陰極材料進一步包含一黏結劑，例如PTFE。

本發明之另一態樣提供一可充電之電池，其包含一陰

極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約 250 nm 或以下(例如，約 100 nm 或以下)之一平均粒徑之一粉末，且該可充電之電池在至少約 100 個連續充電循環之一時期每次放電提供至少約 140 mAh/g 銀之一電池容量。

在一些實施例中，該電池在至少約 150 個連續充電循環之一時期每次放電提供至少約 140 mAh/g 銀之一電池容量。在其他實施例中，該電池在至少約 100 個連續充電循環之一時期每次放電提供多於約 140 mAh/g 銀之一電池容量。在一些實施例中，該電池在不超過約 1000 個連續充電循環之一時期提供至少約 14 Ah/g 銀的總容量。而且，在其他實施例中，該電池在至少約 150 個連續充電循環之一時期每次放電提供至少約 200 mAh/g 銀。

在一些實施例中，該銀包含 Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在其他實施例中，該銀進一步包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一第一摻雜劑。在其他實施例中，該銀塗佈有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說，該銀塗佈有包含 Pb 之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含 Pb 之

一塗佈劑，且該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。

在一些實施例中，該穩定劑包含一包含一p型半導體、一n型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末： ZnO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 SiC 、 In_2O_3 、 Ho_2O_3 、 MgO 、 ZnTiO_3 、 B_2O_3 、 LiAlO_2 、 BaTiO_3 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Ca}_x\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Mg}_x\text{SiO}_4$ 、 Bi_2O_3 、 Yb_2O_3 、 MnO_2 、群青或其任一組合，其中x為1至4。在替代實例中，該穩定劑包含一包含 ZnO 之粉末。而且，在一些實例中， ZnO 摻雜有包含 Al_2O_3 、鐵氧化物、銦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。在一些情況中， ZnO 摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 ZrO_2 之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 之粉末。在一些實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO_2 、 ZrO_2 及 ZnO 之粒子。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及 ZnO 粒子之粉末。在一些情況中，該等 ZnO 粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他情況中，以 ZnO 粒子之重量計，該等 ZnO 粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3 。

在其他實施例中，該陰極活性材料包含約0.5 wt%或以下(例如，約0.2 wt%或以下)之該穩定劑。舉例而言，該陰極活性材料包含自約0.01 wt%至約0.3 wt%(例如，自約0.01 wt%至約0.2 wt%)之該穩定劑。

本發明之另一態樣提供一可充電之電池，其包含一陰

極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之一粉末，且該可充電之電池在不超過約1000個連續充電循環之一時期提供每克銀至少約12 Ah總電池容量。

在一些實施例中，該銀包含Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在其他實施例中，該銀進一步包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一第一摻雜劑。在其他實施例中，該銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑，且該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。

在一些實施例中，該穩定劑包含一包含一p型半導體、一n型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中x為1至4。在替代實施例中，該穩定劑包含一包含ZnO之粉末。而

且，在一些實例中，ZnO摻雜有包含 Al_2O_3 、鐵氧化物、鈦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。在一些情況中，ZnO摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 ZrO_2 之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 之粉末。在一些實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO_2 、 ZrO_2 及ZnO之粒子。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及ZnO粒子之粉末。在一些情況中，該等ZnO粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他情況中，以ZnO粒子之重量計，該等ZnO粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3 。

在其他實施例中，該陰極活性材料包含約0.5 wt%或以下(例如，約0.2 wt%或以下)之該穩定劑。舉例而言，該陰極活性材料包含自約0.01 wt%至約0.3 wt%(例如，自約0.01 wt%至約0.2 wt%)之該穩定劑。

本發明之另一態樣提供一種製作一陰極之方法，其包含提供銀；提供一穩定劑，該穩定劑包含具有不大於約250 nm(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之一粉末；及使該銀材料與該穩定劑之一個或多個粒子締合。

在一些方法中，該銀包含Ag、AgO、 Ag_2O 、 Ag_2O_3 、AgOH、 $\text{Ag}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ag}(\text{OH})_3$ 、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、 AgCuO_2 、 AgFeO_2 、 AgMnO_2 、 $\text{Ag}_2\text{CuMnO}_4$ 、其任一水合物或其任一組合。在其他方法中，該銀進一步包

含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一第一摻雜劑。在一些情況中，該銀摻雜有包含 Ga 之一第一摻雜劑。在其他實例中，該銀塗佈有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說，該銀塗佈有包含 Pb 之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含 Pb 之一塗佈劑，且該銀摻雜有包含 Ga 之一第一摻雜劑。

在其他方法中，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中 x 為 1 至 4。舉例而言，該穩定劑包含一包含 ZnO 之粉末。在一些情況中，ZnO 摻雜有包含 Al₂O₃、鐵氧化物、銦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。舉例而言，ZnO 摻雜有包含 Al₂O₃ 之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 ZrO₂ 之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO₂ 之粉末。在替代實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO₂、ZrO₂ 及 ZnO 之粒子。在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO₂ 粒子、ZrO₂ 粒子及 ZnO 粒子之粉末。在一些情況中，該等 ZnO 粒子摻雜有包含 Al₂O₃ 之一第二摻雜劑。舉例而言，以 ZnO 粒子之重量計，ZnO 粒子摻雜有自約 1 wt% 至約 10 wt% 的包含 Al₂O₃ 之一第二摻雜劑。

一些方法進一步包含提供約 7 wt% 或以下 (例如, 約 0.5 wt% 或以下) 之穩定劑。舉例而言, 提供自約 0.01 wt% 至約 0.2 wt% 之穩定劑。

本發明之另一態樣提供一種改良一銀陰極之庫倫效率之方法, 其包含添加一穩定劑至該銀陰極中, 其中該穩定劑包含一粉末, 且該粉末具有不大於 100 nm 之一平均粒徑。

在一些方法中, 該銀包含 Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在其他方法中, 該銀進一步包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合。舉例而言, 該銀摻雜有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一第一摻雜劑。在一些情況中, 該銀摻雜有包含 Ga 之一第一摻雜劑。在其他實例中, 該銀塗佈有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說, 該銀塗佈有包含 Pb 之一塗佈劑。在一些情況中, 該銀塗佈有包含 Pb 之一塗佈劑, 且該銀摻雜有包含 Ga 之一第一摻雜劑。

在其他方法中, 該穩定劑包含一包含一 p 型半導體、一 n 型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言, 該穩定劑包含一包含以下各項之粉末: ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、

Bi_2O_3 、 Yb_2O_3 、 MnO_2 、群青或其任一組合，其中x為1至4。在替代實例中，該穩定劑包含一包含 ZnO 之粉末。而且，在一些實例中， ZnO 摻雜有包含 Al_2O_3 、鐵氧化物、銦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。在一些情況中， ZnO 摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 ZrO_2 之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 之粉末。在一些實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO_2 、 ZrO_2 及 ZnO 之粒子。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及 ZnO 粒子之粉末。在一些情況中，該等 ZnO 粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他情況中，以 ZnO 粒子之重量計，該等 ZnO 粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3 。

一些方法進一步包含以該銀陰極之重量計添加約7 wt%或以下(例如，約0.5 wt%或以下)之該穩定劑。舉例而言，添加自約0.01 wt%至約0.2 wt%之該穩定劑。

在一些方法中，該銀陰極進一步包含諸如PTFE之一黏結劑。

【實施方式】

本發明提供相對於傳統陰極、方法或電化學電池具有經改良性質之陰極、製造陰極之方法及電化學電池(例如，電池)。

I. 定義

如本文中所使用，術語「電池」涵蓋包含一個電化學電

池(例如，一鈕扣式電池、一硬幣式電池或類似電池)或複數個電化學電池之電儲存裝置。「二次電池」係可再充電的，而「一次電池」係不可再充電的。對於本發明之二次電池，電池陽極經設計以在放電期間作為正電極，且在充電期間作為負電極。

如本文中所使用，術語「銀」或「銀材料」係指任何銀化合物，例如 Ag 、 AgO 、 Ag_2O 、 Ag_2O_3 、 AgOH 、 $\text{Ag}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ag}(\text{OH})_3$ 、 AgOOH 、 AgONa 、 AgOK 、 AgOLi 、 AgORb 、 AgOONa 、 AgOOK 、 AgOOLi 、 AgOORb 、 AgCuO_2 、 AgFeO_2 、 AgMnO_2 、 $\text{Ag}_2\text{CuMnO}_4$ 、及其任一水合物或其任一組合。注意，銀之「水合物」包括銀之氫氧化物。由於相信，環繞一銀原子之配位層(coordination sphere)在對其中銀充當一陰極之電池充電及放電期間係動態的，或者當銀原子之氧化狀態處於一不斷變動狀態時，意欲術語「銀」或「銀材料」涵蓋此等銀氧化物及水合物(例如，氫氧化物)中之任一者。術語「銀」或「銀材料」亦包括摻雜及/或塗佈有增強銀之一個或多個性質之摻雜劑及/或塗料之上述物質中之任一者。下面提供實例性摻雜劑及塗料。在一些實例中，銀或銀材料包括進一步包含一第一列過渡金屬摻雜劑或塗料之一銀氧化物。例如，銀包括銀銅氧化物、銀鐵氧化物、銀錳氧化物(例如， AgMnO_2)、銀鉻氧化物、銀釷氧化物、銀鈷氧化物、銀鈦氧化物、銀釩氧化物、其水合物或其任一組合。注意，本文使用之術語「氧化物」在每一示例中並非描述存在於銀

或銀材料中之氧原子數。銀氧化物之一個通式為 $\text{AgO}_x(\text{OH})_y(\text{H}_2\text{O})_z$ ，其中 x 、 y 及 z 為實數或零，且 x 、 y 或 z 中之至少一者為 1。例如，一銀氧化物可具有為 AgO 、 Ag_2O_3 或其一組合之一化學式。此外，銀可包含一塊狀材料或銀可包含具有任一合適平均粒徑之一粉末。

如本文中所使用，「鐵氧化物」係指鐵之任一氧化物或氫氧化物，例如 FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 或其任一組合。

如本文中所使用，「銦氧化物」係指銦之任一氧化物或氫氧化物，例如， In_2O_3 。

如本文中所使用，術語「二價銀氧化物」與「 AgO 」可互換使用。

如本文中所使用，術語「鹼性電池」係指一次電池或二次電池，其中一次或二次電池包含鹼性電解液。

如本文中所使用，一「摻雜劑(dopant或doping agent)」係指以低濃度添加至一物質中以改變半導體之光學/電性質之一化學化合物。例如，可將一摻雜劑添加至一陰極之粉末活性材料以改良其電子性質(例如，降低其阻抗及/或電阻率)。在其他實例中，在一塊狀材料之一晶格之一個或多個原子由一摻雜劑之一個或多個原子代替時出現摻雜。

如本文中所使用，一「電解液」係指起一導電介質作用之一物質。例如，電解液有助於電子及陽離子於電池中之遷移。電解液包括材料之混合物，例如鹼性試劑之水溶液。一些電解液亦包含諸如緩衝劑之添加劑。例如，一電

解液包含一包含硼酸鹽或磷酸鹽之緩衝劑。實例性電解液包括(但不限於)KOH水溶液、NaOH水溶液、或KOH存於一聚合物中之液體混合物。

如本文中所使用，「鹼性試劑」係指一鹼金屬之一鹼或離子鹽(例如，一鹼金屬之氫氧化物水溶液)。此外，一鹼性試劑當溶於水或其他極性溶劑中時形成氫氧根離子。實例性鹼性電解液包括(但不限於)LiOH、NaOH、KOH、CsOH、RbOH或其組合。電解液可視情況包括用以改良電解液之總離子強度之其他鹽，例如KF或Ca(OH)₂。

一「循環」或「充電循環」係指一電池之一連續充電及放電或一電池之一連續放電及充電，其中任一者皆包括連續充電與放電之間的持續時間或連續放電與充電之間的持續時間。例如，一電池在其剛製備好之後放電至其DOD之約100%且再充電至其充電狀態(SOC)之約100%時經歷一個循環。在另一實例中，一剛製備好的電池在該電池如下時經歷2個循環：

- 1) 循環1：放電至其DOD之約100%且再充電至約100% SOC；隨後
- 2) 循環2：第二次放電至其DOD之約100%且再充電至約100% SOC。

注意，可重複此過程以使一電池經歷如所期望或實際一樣多的循環。

出於方便起見，聚合物名稱「聚四氟乙烯」及其相應首字母「PTFE」可作為形容詞互換使用以區分聚合物、製

備聚合物之溶液與聚合物塗料。使用此等名稱及首字母決不意味著不存在其他成分。此等形容詞亦涵蓋經取代及經共聚之聚合物。一經取代聚合物表示取代基(例如甲基)代替聚合物骨架上之氫之聚合物。

如本文中所使用，「Ah」係指安培(Amp)小時且係一電池或電化學電池之容量之一科學單位。一衍生單位「mAh」代表毫安小時且係Ah之1/1000。

如本文中所使用，「最大電壓」或「額定電壓」係指可對一電化學電池充電而不影響電池之既定效用之最大電壓。例如，在可用於可攜式電子裝置之數種鋅銀電化學電池中，最大電壓小於約，約2.3 V或以下，或約2.0 V)。在其他電池中，諸如可用於可攜式電子裝置中之鋰離子電池，最大電壓小於約15.0 V(例如，小於約13.0 V，或約12.6 V或以下)。一電池之最大電壓可根據構成電池之使用壽命之充電循環數、電池之擱置壽命、電池之電力要求、電池中之電極之組態及電池中所使用之活性材料量而變化。

如本文中所使用，一「陽極」係(正)電流經由其流入極化電裝置之電極。在一電池或原電池中，陽極係在電池中之放電階段期間電子從其流出之負電極。陽極亦係在放電階段期間經歷化學氧化之電極。然而，在二次或可再充電式電池中，陽極係在電池之充電階段期間經歷化學還原之電極。陽極係由導電或半導體材料形成，例如，金屬、金屬氧化物、金屬合金、金屬複合材料、半導體或諸如此

類。常見之陽極材料包括 Si、Sn、Al、Ti、Mg、Fe、Bi、Zn、Sb、Ni、Pb、Li、Zr、Hg、Cd、Cu、LiC₆、含鈷的稀土元素合金(mischmetals)、其合金、其氧化物或其複合材料。甚至可燒結例如鋅之陽極材料。

陽極可具有許多組態。例如，一陽極可由塗佈有一種或多種陽極材料之一導電網格或柵格組態而成。在另一實例中，一陽極可係陽極材料之一實心薄片或實心棒。

如本文中所使用，一「陰極」係(正)電流從其流出一極化電裝置之一電極。在一電池或電化電池中，陰極係在電池中之放電階段期間電子從其流出之正電極。陰極亦係在放電階段期間經歷化學還原之電極。然而，在二次或可再充電式電池中，陰極係在電池之充電階段期間經歷化學氧化之電極。陰極係由導電或半導體材料形成，例如，金屬、金屬氧化物、金屬合金、金屬複合材料、半導體或諸如此類。常見之陰極材料包括 Ag、AgO、Ag₂O₃、Ag₂O、HgO、Hg₂O、CuO、CdO、NiOOH、Pb₂O₄、PbO₂、LiFePO₄、Li₃V₂(PO₄)₃、V₆O₁₃、V₂O₅、Fe₃O₄、Fe₂O₃、MnO₂、LiCoO₂、LiNiO₂、LiMn₂O₄或其複合材料。甚至可燒結諸如 Ag、AgO、Ag₂O₃之陰極材料。

陰極亦可具有許多組態。例如，一陰極可由塗佈有一種或多種陰極材料之一導電網格組態而成。在另一實例中，一陰極可為陰極材料之一實心薄片或實心棒。

如本文中所使用，術語「庫倫效率」係指在放電時自電池電池移除之庫倫數除以在充電時添加至電池中之庫倫

數。

如本文中所使用，術語「電子裝置」係指由電供以動力之任一裝置。例如，一電子器件可包括一可攜式電腦、一可攜式音樂播放器、一蜂巢式電話、一可攜式視訊播放器、或組合其操作特徵之任一裝置。

如本文中所使用，術語「循環壽命」係可使二次電池循環同時保持適用於電池之既定用途之一容量的最大次數(例如，可使一電池循環直至電池之100% SOC(即，其實際容量)小於其額定容量之90%(例如，小於其額定容量之85%、其額定容量之約90%或其額定容量之80%)為止之次數)。在一些情況下，「循環壽命」係可使二次電池或電池循環直至電池之100% SOC為其額定容量之至少約60%(例如，其額定容量之至少約70%，其額定容量之至少約80%，其額定容量之至少90%、其額定容量之至少95%，其額定容量之約90%，或其額定容量之約80%)之次數。

如本文中所使用，符號「M」表示莫耳濃度。

電池及電池電極係針對處於完全充電狀態下之活性材料表示。例如，一鋅銀電池包含一包含鋅之陽極及一包含一銀粉(例如， Ag_2O_3)之陰極。儘管如此，在大多數狀況下有多於一種物質存在於一電池電極處。例如，一鋅電極通常包含鋅金屬及鋅氧化物(當完全充電時除外)，且一銀粉電極通常包含 AgO 、 Ag_2O_3 及/或 Ag_2O 及銀金屬(當完全放電時除外)。

如本文中所使用，應用於鹼性電池及鹼性電池電極之術

語「氧化物」涵蓋相應「氫氧化物」物質，其通常至少在一些條件下存在。

如本文中所使用，術語「粉末」係指由複數個在振動或傾斜時可自由地流動之細粒子構成之一乾燥、鬆散固體。

如本文中所使用，術語「平均直徑」或「平均粒徑」係指具有與一所關注粒子相同之體積/表面積比之一球體之直徑。

如本文中所使用，術語「實質上穩定」或「實質上惰性」係指在一鹼性電解液(例如，氫氧化鉀)之存在下及/或在一氧化劑(例如，存在於陰極中或溶於電解液中之銀離子)之存在下實質上保持化學不變之一化合物或組份。

如本文中所使用，「充電曲線」係指一電化學電池之電壓或容量隨時間變化之一圖表。一充電曲線可疊加在其他圖表上，例如彼等包括諸如充電循環或諸如此類之資料點在內之圖表。

如本文中所使用，「電阻率」或「阻抗」係指一電化學電池中之一陰極之內電阻。此性質通常以歐姆(Ohm)或微歐姆為單位來表示。

如本文所使用，術語「第一」及/或「第二」並不指代順序或表示空間或時間上之相對位置，而是使用此等術語來區分兩種不同之元素或組份。例如，一第一隔離件在時間或空間上未必在一第二隔離件之前；然而，該第一隔離件並非該第二隔離件，且反之亦然。儘管一第一隔離件可能在空間或時間上在一第二隔離件之前，但同樣地一第二

隔離件可能在空間或時間上在一第一隔離件之前。

如本文中所使用，術語「奈米」與「nm」可互換使用且係指等於 1×10^{-9} 米之量測單位。

如本文中所使用，術語「類似陰極」係指一對陰極中之一陰極，其中該對之該等陰極彼此實質上相同(例如，使用實質上相同量的陰極材料(例如，銀、黏結劑、摻雜劑、塗料或其任一組合)；及/或使用實質上相同之製造方法)，其最明顯的區別在於該對中之一個陰極實質上不含穩定劑。

如本文中所使用，術語「群青」係指主要由一由鋁及鈉之雙矽酸鹽與一些硫化物或硫酸鹽構成之一藍色顏料，且其在自然界中作為一近似組份之青金石(lapis lazuli)存在。顏料色碼為P. Blue 29 77007。群青係最複雜礦物性顏料中之一者，係一種含硫之複雜矽酸鈉($\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$)，本質上係含有稱作天青石(青金石中之主要組份)之一藍色立方體礦物之一礦化石灰石。晶格中通常亦存在一些氯化物。顏料之藍色係由於含有一不成對電子之 S^{3-} 自由基陰離子。「群青」亦指諸如在一實驗室環境下製備之混合鋁矽酸鹽。

如本文中所用，術語「陰極活性材料」係指包括如上文所述之銀(例如，經摻雜之銀、經塗佈之銀、經摻雜或塗佈之銀或其任一組合)及一種或多種穩定劑之一組合物。

如本文中所用，術語「電池容量」或「容量」係指電池之放電電流與該電流放電期間之時間(以小時計)之數學乘

積。

如本文中所用，術語「總容量」或「總電池容量」係指電池容量之總和，即，在一個或多個充電循環之一過程中充電至約100%放電深度(例如，多於97.5%放電深度，或多於99%放電深度)之後，放電電流與該電流放電期間之時間之個別乘積的總和。

如本文中所用，「放電深度」與「DOD」可互換使用，係指已自一電池或電池抽出了多少能量之量度，通常表示成容量(例如，額定容量)之百分數。舉例而言，一100 Ah電池已從其中抽出30 Ah，則其經歷一30%放電深度(DOD)。

如本文中所用，「充電狀態」與「SOC」可互換使用，係指保持於一電池中之可用容量，其表示成電池或電池之額定容量的百分數。

II. 本發明之陰極

本發明之一個態樣提供一種用於一可充電之電池之陰極，其包含一包含一穩定劑之陰極活性材料，該穩定劑包含具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之一粉末；及銀，其中該穩定劑係以足以賦予該陰極大於約90%(例如，大於約95%或大於約98%)之一庫倫效率之量存在。

在一些實施例中，該陰極活性材料包含銀，且該銀包含Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、

AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在其他實施例中，該銀進一步包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一第一摻雜劑。在另一實例中，該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。在替代實例中，銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。而且，在其他實例中，該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑，且該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。

在一些實施例中，該陰極活性材料之銀包含一粉末或一塊狀材料(例如，一銀箔、銀球粒、其一組合或諸如此類)。

在一些實施例中，該穩定劑包含一包含一p型半導體、一n型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中x為1至4。在替代實例中，該穩定劑包含一包含ZnO之粉末。而且，在一些實例中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃、鐵氧化物、銻氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。在一些情況中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃之一第二摻雜劑。在其他實例中，該

穩定劑包含一包含 ZrO_2 之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 之粉末。在其他實例中， SiO_2 摻雜有 Al_2O_3 (例如，自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3)。在一些實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO_2 、 ZrO_2 及 ZnO 之粒子。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及 ZnO 粒子之粉末。在一些情況中，該等 ZnO 粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他情況中，以 ZnO 粒子之重量計，該等 ZnO 粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3 。

在一些實施例中，該陰極活性材料包含約7 wt%或以下 (例如，約5 wt%或以下、約2 wt%或以下、約1 wt%或以下、約0.5 wt%或以下、或約0.2 wt%或以下)之穩定劑。舉例而言，該陰極活性材料包含自約0.005 wt%至約0.5 wt%(例如，自約0.01 wt%至約0.3 wt%或自約0.01 wt%至約0.2 wt%)之穩定劑。

在其他實施例中，該陰極進一步包含一黏結劑。適用於本發明之陰極中之黏結劑可包含可隔離銀粉末粒子且在強鹼性溶液及銀化合物 (例如， AgO 或諸如此類)之存在下實質上惰性之任一材料。在一些實例中，該陰極包含一包含PTFE之黏結劑。在其他實例中，該黏結劑包含PVDF。

在一些實施例中，該陰極活性材料包含一包含複數個包含銀之粒子及複數個包含一穩定劑之粒子之粉末，其中至少一個銀粒子與一穩定劑之至少一個粒子締合，該穩定劑之該複數個粒子具有約250 nm或以下 (例如，約100 nm或

以下)之一平均粒徑，且該穩定劑係以足以賦予該陰極大於約90%(例如，大於約95%或大於約98%)之庫侖效率之量存在。

本發明之另一態樣提供一種用於一可充電之電池中之陰極，其包含一包含一穩定劑之陰極活性材料，該穩定劑包含具有100 nm或以下之一平均粒徑之一粉末；及銀，其中該穩定劑係以足以賦予該陰極比一類似陰極高至少10%之一庫侖效率之量存在，該類似陰極之唯一明顯區別在於不含一穩定劑。

本發明之另一態樣提供一種用於一可充電之電池中之陰極，其包含一陰極材料，且該陰極材料包含一粉末。該粉末包含複數個包含銀之粒子及複數個具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑包含一穩定劑之粒子，其中至少一個銀粒子與一穩定劑之至少一個粒子締合，其中該穩定劑係以足以賦予該陰極比一類似陰極高至少10%之一庫侖效率之量存在，該類似陰極之唯一明顯區別在於不含一穩定劑。

當穩定劑粒子完全包埋於銀中、部分包埋於銀中、接觸一銀粒子之一表面或幾乎接觸一銀粒子之一表面(例如，距一AgO表面10 nm以內)時，銀與穩定劑之至少一個粒子締合，無論該銀包含一粉末還是一塊狀材料。

本發明之陰極可包括任一合適穩定劑，只要該穩定劑呈包含具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均直徑之粒子之一粉末形式即可。舉例來說，穩定劑可包

含一p型半導體、一n型半導體或其一組合。或者，穩定劑包含複數個包含以下之粒子： ZnO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 SiC 、 In_2O_3 、 Ho_2O_3 、 MgO 、 ZnTiO_3 、 B_2O_3 、 LiAlO_2 、 BaTiO_3 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Ca}_x\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Mg}_x\text{SiO}_4$ 、 Bi_2O_3 、 Yb_2O_3 、 MnO_2 、群青或其任一組合。而且，穩定劑可以任一合適量存在。舉例來說，以陰極材料之重量計，穩定劑係以約7 wt%或以下(例如，約5 wt%或以下、約1.5 wt%或以下、或約0.5 wt%或以下(例如，約0.45 wt%或以下、約0.30 wt%或以下、約0.20 wt%或以下、或約0.15 wt%或以下)之量存在。在其他情況中，以陰極材料之重量計，穩定劑係以約0.01 wt%至約0.2 wt%之量存在。

包含該穩定劑之該等粒子可進一步經修飾以改良其化學、電或物理性質中之一者或多者。舉例而言，該等穩定劑粒子可摻雜有及/或塗佈有經不會實質上損害該穩定劑至銀之締合之任一合適添加劑。而且，該穩定劑可包含n型及/或p型半導體粒子之任一合適組合。

在數個實施例中，穩定劑包含 ZnO 。舉例而言，穩定劑包含摻雜有 Al_2O_3 之 ZnO 。在其他實施例中，穩定劑包含 ZrO_2 。在再其他實施例中，穩定劑包含 SiO_2 。

在數個實施例中，穩定劑包含複數個粒子且該等粒子中之每一者包含 SiO_2 、 ZrO_2 、或 ZnO (例如，摻雜有 Al_2O_3 之 ZnO)。在一些情況中，穩定劑包含複數個包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及 ZnO 粒子之一組合之粒子。在其他情況中， ZnO 粒子摻雜有 Al_2O_3 。舉例而言， ZnO 粒子以經摻雜 ZnO

粒子之重量計摻雜有自約 1 wt%至約 10 wt%的 Al_2O_3 。在其他實例中， SiO_2 摻雜有 Al_2O_3 (例如，自約 1 wt%至約 1- wt%的 Al_2O_3)。

Also, 本發明之陰極可包括經摻雜或塗佈之銀。舉例而言，銀摻雜有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一摻雜劑。或者，銀塗佈有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一塗佈劑。

本發明之陰極可進一步包括可選添加劑，例如一著色劑、一集電器或諸如此類。舉例而言，一陰極材料可包含一黏結劑，例如 PTFE。

本發明之另一態樣提供一種用於一可充電之電池中之陰極，其包含一陰極材料，且該陰極材料包含一粉末。該粉末包含多個包含與一第一穩定劑(例如， ZnO 或摻雜有 Al_2O_3 之 ZnO)締合之銀之粒子、多個包含與一第二穩定劑(例如， ZrO_2)締合之銀之粒子、及多個包含與一第三穩定劑(例如， SiO_2)締合之銀之粒子。上述銀中之任一者(例如，經摻雜銀及/或經塗佈銀)適用於本發明之此態樣中。

III. 本發明之可充電之電池

本發明之另一態樣提供一可充電之電池，其包含一陰極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約 250 nm 或以下(例如，約 100 nm 或以下)之一平均粒徑之一粉末，該銀與該穩定劑之一個或多個粒子締合，且該穩定劑係以足以賦予該陰極大於約 90%(例如，大於約 95%或大

於約98%)之一庫侖效率之量存在。

在一些實施例中，該銀包含Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在其他實施例中，該銀進一步包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一第一摻雜劑。在其他實施例中，該銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑，且該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。

在一些實施例中，該穩定劑包含一包含一p型半導體、一n型半導體或其任一組合之粉末。舉例而言，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中x為1至4。在替代實施例中，該穩定劑包含一包含ZnO之粉末。而且，在一些實施例中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃、鐵氧化物、銻氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。在一些情況中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃之一第二摻雜劑。在其他實施例中，該穩定劑包含一包含ZrO₂之粉末。而且，在一些實施例中，該

穩定劑包含一包含 SiO_2 之粉末。在其他實例中， SiO_2 摻雜有 Al_2O_3 (例如，自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3)。在一些實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO_2 、 ZrO_2 及 ZnO 之粒子。在其他實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及 ZnO 粒子之粉末。在一些情況中，該等 ZnO 粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。在其他情況中，以 ZnO 粒子之重量計，該等 ZnO 粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的 Al_2O_3 。

在其他實施例中，該陰極活性材料包含約7 wt%或以下(例如，約0.5 wt%或以下或約0.2 wt%或以下)之穩定劑。舉例而言，該陰極活性材料包含自約0.01 wt%至約0.2 wt%之穩定劑。

本發明之另一態樣提供一可充電之電池，其包含一陰極，該陰極包含一包含一粉末之陰極材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該粉末包含銀粒子及具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之穩定劑粒子，銀之至少一個粒子與穩定劑之至少一個粒子締合，且該穩定劑係以足以賦予該陰極大於約90%(例如，大於約95%或大於約98%)之一活度之量存在。

本發明之另一態樣提供一電化學電池，其包含一陰極，該陰極包含一包含一粉末之陰極材料，其中該粉末包含複數個包含與一穩定劑之至少一個粒子締合之銀之粒子，且該穩定劑包含複數個具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之粒子；一陽極，其包含Zn；及

一電解液，其中該電化學電池之該陰極具有足夠的穩定劑，以便該電池在多於約70個充電循環之後保持一實質上恆定容量。

在一些實施例中，該可充電之電池包含一陰極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約250 nm或以下之一平均粒徑之一粉末，且該可充電之電池在至少約100個連續充電循環之一時期每次放電提供至少約140 mAh/g銀之一電池容量。

在一些實施例中，該電池在至少約150個連續充電循環之一時期每次放電提供至少約140 mAh/g銀之一電池容量。在其他實施例中，該電池在至少約100個連續充電循環之一時期每次放電提供多於約140 mAh/g銀之一電池容量。在一些實施例中，該電池在不超過約1000個連續充電循環之一時期提供至少約14 Ah/g銀總容量。而且，在其他實施例中，該電池在至少約150個(例如，約175個或更多個)連續充電循環之一時期每次放電提供至少約200 mAh/g銀。

在其他實施例中，該可充電之電池包含一陰極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之一粉末，且該可充電之電池在不超過約1000個連續充電循環之一時期提供每克銀至少約12 Ah總電池容量。

在一些實施例中，該可充電之電池在至少約150個連續充電循環之一時期每次放電提供每克銀至少約140 mAh之一電池容量。舉例來說，該可充電之電池在至少約100個連續充電循環之一時期每次放電提供每克銀多於約140 mAh之一電池容量。

本發明之另一態樣提供一可充電之電池，其包含一陰極，該陰極包含一包含銀及一穩定劑之陰極活性材料；一陽極，其包含鋅；及一電解液，其中該穩定劑包含具有約250 nm或以下(例如，約100 nm或以下)之一平均粒徑之一粉末，且該可充電之電池在不超過約1000個連續充電循環之一時期提供每克銀至少約12 Ah之一總容量。

上文所闡述之陰極及陰極材料中之任一者適合於本發明之可充電之電池中使用。

此外，本發明之可充電之電池可包含任一合適電解液。舉例來說，電解液包含具有任一合適濃度之一鹼性試劑。在一些實例中，鹼性試劑包含LiOH、NaOH、KOH、CsOH、RbOH或其任一組合。在其他實例中，鹼性試劑包含NaOH與KOH之一組合。

IV. 本發明之方法

本發明亦提供製作上文所闡述之一陰極之方法。

在本發明之一個態樣中，製作一陰極之方法包含提供銀；提供一穩定劑，其包含具有不大於約250 nm(例如，不大於約100 nm)之一平均粒徑之一粉末；及使該銀材料與該穩定劑之一個或多個粒子締合。

在一些方法中，該銀包含Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。在其他方法中，該銀進一步包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合。舉例而言，該銀摻雜有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一第一摻雜劑。在一些情況中，該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。在其他實例中，該銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。舉例來說，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。在一些情況中，該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑，且該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。

在其他方法中，該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中x為1至4。舉例而言，該穩定劑包含一包含ZnO之粉末。在一些情況中，ZnO摻雜有包含Al₂O₃、鐵氧化物、銦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。舉例而言，ZnO摻雜有包含Al₂O₃之一第二摻雜劑。在其他實例中，該穩定劑包含一包含ZrO₂之粉末。而且，在一些實例中，該穩定劑包含一包含SiO₂之粉末。在其他實例中，SiO₂摻雜有Al₂O₃(例如，自約1 wt%至約1- wt%的Al₂O₃)。

在替代實例中，該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含 SiO_2 、 ZrO_2 及 ZnO 之粒子。在一些實例中，該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及 ZnO 粒子之粉末。在一些情況中，該等 ZnO 粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。舉例而言，以 ZnO 粒子之重量計， ZnO 粒子摻雜有自約1 wt%至約10 wt%的包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。

一些方法進一步包含提供約7 wt%或以下(例如，約0.5 wt%或以下)之穩定劑。舉例而言，提供自約0.01 wt%至約0.3 wt%(例如，自約0.01 wt%至約0.2 wt%)之穩定劑。

本發明之另一態樣提供一種改良一銀陰極之庫倫效率之方法，其包含添加一穩定劑至該銀陰極中，其中該穩定劑包含一粉末，且該粉末具有不大於約250 nm(例如，不大於約100 nm)之一平均粒徑。

一些方法進一步包含以銀陰極之重量計添加約7 wt%或以下之穩定劑。舉例而言，添加自約0.01 wt%至約0.2 wt%之穩定劑。

在一些方法中，該銀陰極進一步包含諸如PTFE之一黏結劑。

V. 實例：

A. 調配實例性陰極之方法

注意，以下所提供之實例在性質上僅係例示性的且並未涵蓋本發明之整個範圍。用於本發明之陰極之製備之材料在許多情況中包括替代。舉例來說， KOH 鹼性溶液可由 NaOH 、 LiOH 、 CsOH 、其組合或諸如此類替代。而且，氧

化劑 $K_2S_2O_8$ 亦可由 $Na_2S_2O_8$ 或其他氧化劑替代。其他替代亦係可能的。舉例來說，明膠可由一種或多種替代表面活性劑來代替。而且，在許多情況中，包含穩定劑之奈米粉末可替換地或以任一合適組合使用。

材料：

硝酸銀：A.C.S.級，DFG

氫氧化鉀溶液：40% KOH溶液，從KOH球粒製備，

過硫酸鉀，99+%，Sigma-Aldrich

氧化鋅：摻雜有6% Al，奈米粉末，<50 nm (BET)，>97%，Sigma-Aldrich

氧化鋇(IV)：奈米粉末，<100 nm粒徑(BET)，Sigma-Aldrich

二氧化矽：奈米粉末，<5 nm，Nyacol Nano Technologies公司

實例1：AgO陰極之製作

將一2000 ml燒杯放置於一熱水浴中並安裝一頂置式攪拌槳。將116.7 g $AgNO_3$ 及1000 g去離子水(DI water)添加至反應容器中並以400 rpm攪拌。添加0.11g明膠。將燒瓶加熱至55°C。

在一塑膠容器中，將260 g KOH溶液(1.4g/ml)與260 g去離子水混合以產生一經稀釋KOH溶液。經由精密加料幫浦(precise pump)將該經稀釋KOH溶液添加至該經加熱反應容器中。於65°C下添加198 g過硫酸鉀。添加過硫酸鉀之後，將反應燒瓶於65°C下維持50分鐘。

停止攪拌並使AgO粒子沉降至燒瓶底部。將水傾倒出。該等粒子用去離子水沖洗，且在該等粒子沉降之後再次將水傾倒出。重複該沖洗及傾倒過程，直至該混合物之離子電導率降至20微歐姆以下為止。將漿液過濾並於60°C下在一真空烘箱中乾燥。

此製程產生約85 g AgO(產率>99%)。

在一2 L愛倫美氏燒瓶(Erlenmeyer flask)中，將使用以上方法所產生之70 g乾AgO粉末添加至700 g去離子水中。該混合物利用一頂置式攪拌器以250 rpm之一攪拌速度進行攪拌。將2.73 g三水合乙酸鉛溶解於50 g去離子水中並利用一蠕動幫浦(MasterFlex pump)逐滴添加至該AgO混合物中。添加完成之後，將該鉛溶液容器用50 g去離子水沖洗兩次並繼續逐滴添加。

添加乙酸鉛60分鐘之後，停止攪拌，AgO粒子沉降，並將水傾倒出。重複此沖洗及傾倒程序直至經量測離子電導率小於20微歐姆為止。將所得材料過濾並於60°C下於一真空烘箱中乾燥。

實例2：包括一ZnO-Al₂O₃穩定劑之實例性陰極材料

將一2000 ml燒杯放置於一熱水浴中並安裝一頂置式攪拌槳。將116.7 g AgNO₃及1000 g去離子水添加至反應容器中並以400 rpm之一攪拌速度進行攪拌。將12 mg ZnO-Al₂O₃分散於100 g去離子水中，然後添加。添加0.11 g明膠，並將燒瓶加熱至55°C。

在一塑膠容器中，將260 g KOH溶液(1.4g/ml)與260 g去

離子水混合以產生一經稀釋KOH溶液。使用一蠕動幫浦將該經稀釋KOH溶液添加至該經加熱反應容器中。於65°C下添加198 g過硫酸鉀。添加過硫酸鉀之後，將反應燒瓶於65°C下維持50分鐘。

停止攪拌並使AgO粒子沉降至燒瓶底部。將水傾倒出。該等粒子用去離子水沖洗，且在該等粒子沉降之後再次將水傾倒出。重複該沖洗及傾倒過程，直至該混合物之離子電導率降至20微歐姆以下為止。將所得材料過濾並於60°C下於一真空烘箱中乾燥。

此製程產生約85 g AgO(產率>99%)。

在一2 L愛倫美氏燒瓶中，將以上所製作之78 g乾AgO粉末添加至780 g去離子水中。混合物利用頂置式攪拌器使用400 rpm之一攪拌速度進行攪拌。將3.04 g三水合乙酸鉛溶解於50 g去離子水中並利用一蠕動幫浦逐滴添加至該AgO混合物中。添加完成之後，將該鉛溶液容器用50 g去離子水沖洗兩次並繼續逐滴添加。

添加乙酸鉛60分鐘之後，停止攪拌，AgO粒子沉降，並將水傾倒出。重複該沖洗及傾倒程序直至經量測離子電導率小於20微歐姆為止。將所得材料過濾並於60°C下使用一真空烘箱乾燥。

實例3：包括一SiO₂穩定劑之實例性陰極材料

將一2000 ml燒杯放置於一熱水浴中並安裝一頂置式攪拌槳。將116.7 g AgNO₃及1000 g去離子水添加至反應容器中且使用400 rpm之一攪拌速度進行攪拌。將9 mg二氧化

矽分散於20 g去離子水中，然後添加。添加0.11g明膠。將燒瓶加熱至55°C。

在一塑膠容器中，將260 g KOH溶液(1.4g/ml)與260 g去離子水混合以產生一經稀釋KOH溶液。經由蠕動幫浦將該經稀釋KOH溶液添加至該經加熱反應容器中。於65°C下添加198 g過硫酸鉀。添加過硫酸鉀之後，將反應燒瓶於65°C下維持50分鐘。

停止攪拌並使AgO粒子沉降至燒瓶底部。將水傾倒出。該等粒子用去離子水沖洗，且在該等粒子沉降之後再次將水傾倒出。重複該沖洗及傾倒過程，直至該混合物之離子電導率降至20微歐姆以下為止。

此製程產生約85 g AgO(產率>99%)。

在含有以上AgO漿液之一2 L愛倫美氏燒瓶中，添加去離子水直至混合物之總重量為935 g為止。混合物利用頂置式攪拌器使用400 rpm之一攪拌速度進行攪拌。將3.32 g三水合乙酸鉛溶解於50 g去離子水中並利用一蠕動幫浦逐滴添加至該AgO混合物中。添加完成之後，將該鉛溶液容器用50 g去離子水沖洗兩次並繼續逐滴添加。

添加乙酸鉛60分鐘之後，停止攪拌，AgO粒子沉降，並將水傾倒出。重複此沖洗及傾倒程序直至經量測離子電導率小於20微歐姆為止。將所得材料過濾並於60°C下使用一真空烘箱乾燥該材料。

實例4：包括一 ZrO_2 穩定劑之實例性陰極材料

將一2000 ml燒杯放置於一熱水浴中並安裝一頂置式攪

拌漿。將 116.7 g AgNO_3 及 1000 g 去離子水添加至反應容器中，使用 400 rpm 之一攪拌速度進行攪拌。將 95 mg 氧化鋇 (IV) 分散於 100 g 去離子水中，然後添加。添加 0.11 g 明膠。將燒瓶加熱至 55°C 。

在一塑膠容器中，將 260 g KOH 溶液 (1.4 g/ml) 與 260 g 去離子水混合以產生一經稀釋 KOH 溶液。經由蠕動幫浦將該經稀釋 KOH 溶液添加至該經加熱反應容器中。於 65°C 下添加 198 g 過硫酸鉀。添加過硫酸鉀之後，將反應燒瓶於 65°C 下維持 50 分鐘。

停止攪拌並使 AgO 粒子沉降至燒瓶底部。將水傾倒出。該等粒子用去離子水沖洗，且在該等粒子沉降之後再次將水傾倒出。重複此沖洗及傾倒過程直至該混合物之離子電導率降至 20 微歐姆以下為止。

此製程產生約 85 g AgO (產率 > 99%)。

在含有以上 AgO 漿液之一 2 L 愛倫美氏燒瓶中，添加去離子水直至混合物之總重量為 935 g 為止。混合物利用一頂置式攪拌器使用 400 rpm 之一攪拌速度進行攪拌。將 3.32 g 三水合乙酸鉛溶解於 50 g 去離子水中並利用一蠕動幫浦逐滴添加至該 AgO 混合物中。添加完成之後，將該鉛溶液容器用 50 g 去離子水沖洗兩次並繼續逐滴添加。

添加乙酸鉛 60 分鐘之後，停止攪拌，AgO 粒子沉降，並將水傾倒出。重複該沖洗及傾倒程序直至經量測離子電導率小於 20 微歐姆為止。將所得材料過濾並於 60°C 下使用一真空烘箱乾燥。

實例 5：包括從 SiO_2 、 ZrO_2 及摻雜有 Al_2O_3 之 ZnO 調配之一穩定劑之實例性陰極材料

將一 4 L 燒杯放置於一熱水浴中並安裝一頂置式攪拌槳。將 233.4 g AgNO_3 及 1200 g 去離子水添加至反應容器中並使用 450 rpm 之一攪拌速度進行攪拌。添加 0.2 g 明膠。將 26 mg 二氧化矽分散於 50 g 去離子水中，將 48 mg ZnO - Al_2O_3 及 240 mg 氧化鋯(IV) (50nm, Alfa-Aesar) 分散於 58 g 去離子水中，然後添加至該燒杯中。將該燒杯加熱至 55°C 。

在一塑膠容器中，將 520 g KOH 溶液 (1.4g/ml) 與 520 g 去離子水混合以產生一經稀釋 KOH 溶液。經由蠕動幫浦將該經稀釋 KOH 溶液滴加至經加熱反應容器中。於 65°C 下添加 396 g 過硫酸鉀。添加過硫酸鉀之後，將反應燒瓶於 65°C 下維持 50 分鐘。

停止攪拌並使 AgO 粒子沉降至燒瓶底部。將水傾倒出。該等粒子用去離子水沖洗，且在該等粒子沉降之後再次將水傾倒出。重複此沖洗及傾倒過程直至該混合物之離子電導率降至 20 微歐姆以下為止。

此製程產生約 170 g AgO (產率 >99%)。

在含有以上 AgO 漿液之一 4 L 燒杯中，添加去離子水直至混合物之總重量為 1870 g 為止。混合物利用頂置式攪拌器使用 400 rpm 之一攪拌速度進行攪拌。將 6.63 g 三水合乙酸鉛溶解於 50 g 去離子水中並利用一蠕動幫浦逐滴添加至該 AgO 混合物中。添加完成之後，將該鉛溶液容器用 50 g

去離子水沖洗兩次並繼續逐滴添加。

添加乙酸鉛60分鐘之後，停止攪拌，AgO粒子沉降，並將水傾倒出。重複該沖洗及傾倒程序直至經量測離子電導率小於20微歐姆為止。將所得材料過濾並於60℃下使用一真空烘箱乾燥。

實例6：實例性陰極材料，其包括一鎳摻雜、鉛塗佈之銀材料及從SiO₂、ZrO₂及摻雜有Al₂O₃之ZnO調配之穩定劑。

將一4 L燒杯放置於一熱水浴中並安裝一頂置式攪拌槳。將233.4 g AgNO₃及1200 g去離子水添加至反應容器中並於450 rpm下進行攪拌。添加0.15 g明膠及1.53 g氫氧化鎳。將32 mg二氧化矽分散於58 g水中，將48 mg ZnO-Al₂O₃及240 mg氧化鋇(IV) (50 nm, Alfa-Aesar)分散於61 g去離子水中，然後添加。將該燒杯加熱至55℃。

在一塑膠容器中，將520 g KOH溶液(1.4 g/ml)與520 g去離子水混合以產生一經稀釋KOH溶液。經由蠕動幫浦將該經稀釋KOH溶液滴加至經加熱反應容器中。於65℃下添加396 g過硫酸鉀。添加過硫酸鉀之後，將反應燒瓶於65℃下維持約50分鐘。

停止攪拌並使AgO粒子沉降至燒瓶底部。將水傾倒出。該等粒子用去離子水沖洗，且在該等粒子沉降之後再次將水傾倒出。重複該沖洗及傾倒過程，直至混合物之離子電導率降至約20微歐姆以下為止。

此製程產生約170 g Ga摻雜之AgO。

在含有以上經摻雜 AgO 漿液之一 4 L 燒杯中，添加去離子水直至混合物之總重量為 1870 g 為止。混合物利用頂置式攪拌器於 400 rpm 下進行攪拌。將 6.63 g 三水合乙酸鉛溶解於 50 g 去離子水中並利用一蠕動幫浦逐滴添加至該 AgO 混合物中。添加完成之後，將該鉛溶液容器用 50 g 去離子水沖洗兩次並繼續逐滴添加。

添加乙酸鉛 60 分鐘之後，停止攪拌，AgO 粒子沉降，並將水傾倒出。重複該沖洗及傾倒程序直至經量測離子電導率小於 20 微歐姆為止。將所得材料過濾並於 60°C 下使用一真空烘箱乾燥。

實例 7：包括 AgCuO_2 及從 SiO_2 及 ZrO_2 調配之穩定劑之實例性陰極材料。

在一塑膠容器中添加 34.45 g AgNO_3 、48.50 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 及 400 g 去離子水。將 4 mg 二氧化矽及 41 mg 氧化鋇 (IV) (50 nm, Alfa-Aesar) 分散於中 100 g 去離子水，然後添加至該容器中。

將一 2 L 燒杯放置於一熱水浴中並安裝一頂置式攪拌槳。將 233 g KOH 溶液 (1.4 g/ml) 與 233 g 去離子水混合，以產生一經稀釋 KOH 溶液，將該溶液於 400 rpm 下攪拌。將該燒杯加熱至 55°C。添加以上 AgNO_3 溶液。於 65°C 下添加 173.6 g 過硫酸鉀。添加過硫酸鉀之後，將反應燒瓶於 65°C 下維持 30 分鐘。

停止攪拌且粒子沉降至燒瓶之底部。將水傾倒出。該等粒子用去離子水沖洗，且在該等粒子沉降之後再次將水傾

倒出。重複該沖洗及傾倒過程，直至該混合物之離子電導率降至20微歐姆以下為止。

將該材料過濾並然後在一真空烘箱中於60℃下乾燥。此製程產生約40 g AgCuO₂。

實例8：實例性陰極材料，其包括從AgO-SiO₂、AgO-ZrO₂及AgO-ZnO-Al₂O₃之粒子調配之經穩定銀氧化物之物理混合物

實例8之實例性陰極材料係藉由物理混合25 g如上在實例2、3及4中所述製備之每一陰極材料來製備。

實例9：額外實例性陰極材料。

實例性陰極材料係根據實例2之程序產生，其中ZnO-Al₂O₃用表1之穩定劑替代：

表1：本發明實例性陰極之調配物之匯總。

穩定劑	數量，以AgO之重量計	穩定劑之粒徑 (nm)
ZnO-Al ₂ O ₃	0.028%	50
ZnO-Al ₂ O ₃	0.014%	50
ZnO-Al ₂ O ₃	0.03%	50
ZnO-Al ₂ O ₃	0.028%	50
ZnO-Al ₂ O ₃	0.016%	50
ZrO ₂	0.112%	100
ZrO ₂	0.014%	50
ZnO, ZrO ₂	0.016%, 0.014%	50, 50
SiO ₂ , ZnO, ZrO ₂	0.01%, 0.028%, 0.014%	5, 50, 50
SiO ₂	0.01%	5
SiC	0.13%	100

穩定劑	數量，以AgO之重量計	穩定劑之粒徑 (nm)
ZnTiO ₃	0.11%	100
TiO ₂	0.01%	25
Bi ₂ O ₃	0.18%	90-210
Yb ₂ O ₃	0.17%	100
Ho ₂ O ₃	0.03%	100
Al ₂ O ₃	0.01%	50
MgO	0.01%	50
群青	1.30%	200

B. 實例性陰極之特性

本發明數個實例性陰極之調配物連同出於比較目的所提供之一AgO陰極描述在下表2中。

表2：本發明實例性陰極之調配物之匯總。

實例編號	穩定劑	設計粒子比 (穩定劑粒子與AgO粒子)	數量，以AgO 之重量計	實際添加 (mg)
1	無	無	無	無
2	ZnO- Al ₂ O ₃	約5至1	0.014%	12
3	SiO ₂	約1000至1	0.01%	9
4	ZrO ₂	約5至1	0.11%	95
5	ZnO- Al ₂ O ₃	約10至1	0.028%	48
	SiO ₂	約1000至1	0.01%	26
	ZrO ₂	約50至1	0.014%	240
6	ZnO- Al ₂ O ₃	約10至1	0.028%	48
		約1000至1	0.01%	32

實例編號	穩定劑	設計粒子比 (穩定劑粒子與AgO粒子)	數量，以AgO 之重量計	實際添加 (mg)
	SiO ₂	約50至1	0.014%	240
	ZrO ₂			
7 ^a	SiO ₂	N/A	0.01	4
	ZrO ₂	N/A	0.1	41
8	ZnO-Al ₂ O ₃	N/A	N/A	N/A
	SiO ₂	N/A	N/A	N/A
	ZrO ₂	N/A	N/A	N/A

^a 實例7中所提供穩定劑之成份的重量百分數係以AgCuO₂之重量計之量給出。

測試該等實例性陰極材料中數者之物理性質。測試程序及結果提供如下：

1. 活度

藉由滴定量測上文所闡述實例性陰極材料之活度。材料利用一刮勺壓碎及/或碾碎。若試樣未完全乾燥，則將其在一真空烘箱中於60℃下乾燥過夜。將0.100 g試樣直接添加至乾淨的125 ml燒瓶中，並記錄重量精確至至少小數點後第三位。將10 ml乙酸鹽緩衝液及5 ml KI溶液(59%)添加至燒瓶中。將該燒瓶旋轉以分散粒子。藉由將一倒置小塑膠杯置於該燒瓶頂部上將其蓋住，並將經蓋住燒瓶音波處理2小時。將20 ml去離子水添加至該燒瓶中。用Na₂S₂O₃(記錄準確的當量濃度)滴定混合物直至溶液轉變成

一淺黃色為止。添加大約 1 ml 澱粉指示劑並繼續滴定，直至混合物轉變成乳白-黃色，此指示達終點。

活度計算：

$$\text{活度} = \frac{(\text{滴定劑體積(ml)}) \times (\text{滴定劑之當量濃度}) \times 12.388}{\text{AgO 之質量(g)}}$$

2. 粒徑分析

使用一 Horiba 雷射繞射儀 (型號 LA-930) 分析產物之粒徑。記錄數個群體分佈 (例如，5%、10%、20% 等) 之直徑並提供於下表 2 中。

粒徑及形狀特徵亦使用掃描電子顯微術 / 能量色散 X-射線分析 (SEM/EDS) 來執行。使用一電子顯微鏡與一能量色散 X-射線光譜儀用於此分析。所得 SEM 顯微照片展示在有及沒有穩定劑之情況下在充電循環之前及之後之影像，該等顯微照片提供於圖 14A-15B 中。

3. 電阻率

使用一下方法測定陰極材料之電阻率：

將 3 克試樣陰極材料裝載於具有 3.88 cm² 面積之壓機中。施加 10 至 40 公噸之一力至該試樣陰極材料，並以每 5 公噸增量在 10 公噸與 40 公噸之間記錄電阻。注意，該試樣之電阻率係在有限力下之值。試樣之電阻率提供於下表 3 中。

數種實例性陰極材料之活度、粒徑及電阻率提供於表 3 中。

表 3：數種實例性陰極材料之特性。

實例編號	穩定劑	活度 (%)	電阻率 (Ohm×cm)	粒徑(μm)	
				分佈	粒徑
1	無	95	2.2	5%	0.38
				10%	0.45
				20%	0.72
				30%	1.03
				40%	1.26
				50%	1.52
				70%	2.06
				80%	2.44
				90%	3.01
				95%	3.57
2 ^b	ZnO- Al ₂ O ₃	96	3.5	5%	0.37
				10%	0.42
				20%	0.57
				30%	0.84
				40%	1.07
				50%	1.27
				70%	1.71
				80%	2.00
				90%	2.43
				95%	2.82

實例編號	穩定劑	活度 (%)	電阻率 (Ohm×cm)	粒徑(μm)			
3	SiO ₂	96	2.2		分佈	粒徑	
					5%	0.35	
					10%	0.40	
					20%	0.50	
					30%	0.73	
					40%	1.01	
					50%	1.22	
					70%	1.72	
					80%	2.05	
					90%	2.55	
					95%	3.02	
4	ZrO ₂	95	2.3		分佈	粒徑	
					5%	0.36	
					10%	0.41	
					20%	0.54	
					30%	0.82	
					40%	1.08	
					50%	1.32	
					70%	1.88	
					80%	2.25	
					90%	2.86	
					95%	3.41	

實例編號	穩定劑	活度 (%)	電阻率 (Ohm×cm)	粒徑(μm)	
5	ZnO- Al₂O₃ SiO₂ ZrO₂	95	N/A	分佈	粒徑
				5%	0.35
				10%	0.40
				20%	0.53
				30%	0.76
				40%	0.99
				50%	1.16
				70%	1.57
				80%	1.81
				90%	2.17
				95%	2.50
6	ZnO- Al₂O₃ SiO₂ ZrO₂	95	N/A	分佈	粒徑
				5%	0.40
				10%	0.49
				20%	0.88
				30%	1.22
				40%	1.57
				50%	1.94
				70%	3.01
				80%	3.88
				90%	5.35
				95%	6.78

實例編號	穩定劑	活度 (%)	電阻率 (Ohm×cm)	粒徑(μm)	
				分佈	粒徑
7	N/A	N/A	N/A	5%	0.38
				10%	0.43
				20%	0.61
				30%	0.85
				40%	1.04
				50%	1.19
				70%	1.58
				80%	1.80
				90%	2.17
				95%	6.78

^b 在實例2中，僅1.65 g材料用於電阻率測試。

4. 熱分析：

使用來自TA Instruments(型號2920)之一差示掃描量熱計利用10°C/min之掃描速度執行差示掃描量熱測定(DSC)，且使用一Mettler Toledo TGA/SDTA(型號851e)以20°C/min執行熱重分析(TGA)，以表徵產物之熱性質。針對試驗粉末之資料的圖形表示提供於圖2至4中。

根據該DSC資料，初始放熱峰對於有及沒有一穩定劑之試樣而言大約相同。根據TGA-DTA資料，具有一穩定劑之試樣展示比使用其中不存在穩定劑之實例1之陰極材料的試樣稍微低之分解溫度。該等結果指示，以上實例2-5中所闡述之該等經穩定AgO陰極材料係熱穩定的。

5. 電性質

構造測試電池用於評價以上實例1-6中所闡述之實例性陰極材料的電性質。圖5示意性地圖解說明銀-鋅測試電池中所用元件之佈置。使用水性鹼性電解液用於在充電及放電過程期間提供 OH^- 之目的。

實例1-4中所闡述之陰極材料納入具有2.0 Ah容量之稜柱式測試電池中，且實例5及6中所闡述之陰極材料納入具有3.0 Ah容量之一稜柱式測試電池中。

使用3.6 g鋅以及氧化鋅(13 wt%)及 Bi_2O_3 (0.5 wt%)之添加劑及5 wt% PTFE作為一黏結劑形成該等測試電池1-5之陽極。該等陽極組態成43 mm×31 mm矩形，將其以2噸進行壓製。將該等矩形連同含有In/黃銅添加劑(0.1 wt%)之32 wt% KOH及NaOH (0.1 g)混合電解液(80:20)包裹於Solupor®(自Rochester, NH之Lydall公司購得)中並納入該等測試電池中，如圖5中所繪示。

從包括3 wt% PTFE黏結劑之陰極材料形成測試陰極。使該陰極材料形成為43 mm×31 mm矩形，以5.5T進行壓製，並連同含有添加劑Pb(0.4 wt%)之32% KOH及NaOH (0.2 g)混合電解液(80:20)包裹於自Shilong公司購得之SL6-8材料中。

該等測試電池亦包括自Innovia Films購得之2個離散賽路芬薄膜(cellophane film)，其位於經32% KOH及NaOH混合電解液浸泡及填充之經包裹電極之間。表4闡述該等測試電池。

表 4：用於量測新穎陰極材料之陰極材料之電性質之測試電池。

測試電池編號	陰極材料	陽極材料之量 (g)	陰極材料之量 (g)	陰極袋狀材料
1	實例編號1	3.6	5.85	SL6-8
2	實例編號2	3.6	5.85	SL6-8
3	實例編號3	3.6	5.45	T2
4	實例編號4	3.6	5.85	T2
5	實例編號5	3.6	5.45	T2
6	實例編號6	4.5	5.45	T2
7	實例編號7	N/A	3.60	N/A
8	實例編號8	0.514	0.635	T2

以「T2」參考編號命名之陰極袋狀材料係從一3層共擠出材料形成。第一層(即，朝向陰極之層)係聚苯乙烯磺酸(PSS)與聚丙烯酸(PAA)之混合物(35 wt% PAA對PSS)。第二層係一經摻雜聚乙烯醇(filled polyvinyl alcohol)，且第三層係一未經摻雜之聚乙烯醇。第一陰極層係從PSS(25 wt%市售PSS溶液(Mw=1M))與25 wt%市售PAA溶液(192058 Aldrich，聚(丙烯酸)偏鈉鹽溶液，藉由GPC平均Mw為約240,000，25 wt.%存於H₂O中)調配而得。第二陰極層係自約~10 wt% PVA及ZrO₂粉末(約35 wt% ZrO₂對PVA)調配而得。而且，第三層係自一10 wt% PVA原液調配而得。共擠出薄膜並在低乾燥器溫度下乾燥。該三個層中之每一者為約10微米厚。

該「SL6-8」係自 Shilong 公司購得之一 8 微米厚薄膜。

藉由使該測試電池重複充電及放電以評價電池容量隨充電循環之降低來測定具有包含一穩定劑之陰極的測試電池之循環壽命。注意，在兩個連續充電循環中一放電與一充電之間之時間段小於 10 分鐘。

一典型充電-放電循環程序係如下：

利用一恆定電流對電池進行充電，直至電池端子電壓達到 2.03 伏特或以上為止，且然後使電壓保持固定在 2.03 伏特直至達到期望充電容量為止。選擇初始充電電流以在 5 小時內對電池進行充電。充電之後，使電池靜置 10 至 30 分鐘。然後以一恆定電流對電池放電，直至電池電壓達到 1.2 伏特為止或直至達 5 小時總放電時間為止。選擇電流以在 5 小時內使電池完全放電。放電之後，使電池靜置 10 至 30 分鐘。

利用以上過程，經測定，該等測試電池之循環壽命優於具有缺乏一穩定劑之一陰極之測試電池的循環壽命且至少與其相當。在圖 6 至圖 15B 中觀察到，具有帶一穩定劑之陰極之測試電池在循環期間、至少在測試電池早期階段(例如，約 160 個充電循環)具有更合意之放電係數、在放電結束時具有更合意之電壓、在充電結束時具有更合意之電壓且具有更合意之材料性質，即，在包含一穩定劑之一實例性陰極材料中之銀粒子在循環之後展示比缺少一穩定劑之陰極材料降低之聚集。此外，測試電池(圖 7 中所展示)之放電係數表明，具有一穩定劑之陰極比彼等沒有該穩定劑之

陰極更庫侖有效。

總體而言，此資料表明，具有穩定劑之新複合陰極具有優良電化學性質。

其他實施例

已出於使讀者熟悉本發明新穎態樣之目的論述了本文中所示之實施例。雖然已展示並描述了本發明之較佳實施例，但熟悉此項技術者可在不必背離以下申請專利範圍中所描述之本發明精神及範圍的情況下做出許多改變、修改及替代。

【圖式簡單說明】

現在將參照附圖以實例方式闡述本發明，附圖中：

圖1係圖解說明根據本發明之一個態樣用於製作陰極材料之一實例性方法之步驟之一流程圖；

圖2係針對實例1及2所記錄之差示掃描量熱資料之一圖形表示；

圖3係對針對實例1、3及4所記錄之差示掃描量熱資料之一圖形表示；

圖4係實例1及2之TGA-DTA資料之一圖形表示；

圖5係用於測試本發明之實例性陰極材料之電性質之一電化學測試電池之一圖解；

圖6係由實例1至4中所述之陰極材料形成之測試電池1至4之電池容量隨充電循環而變之一圖形表示；

圖7係由實例1至4中所述之陰極材料形成之測試電池1至4之電池放電對充電之比隨充電循環而變之一圖形表示；

圖 8 係由實例 1 至 4 中所述之陰極材料形成之測試電池 1 至 4 在放電結束時之電壓隨充電循環而變之一圖形表示；

圖 9 係由實例 1 至 4 中所述之陰極材料形成之測試電池 1 至 4 在充電結束時之電壓隨充電循環而變之一圖形表示；

圖 10 係由第例 5 中所述之陰極材料形成之測試電池 5 之電池容量隨充電循環而變之一圖形表示；

圖 11 係由實例 5 中所述之陰極材料形成之測試電池 5 在放電結束時之電壓隨充電循環而變之一圖形表示；

圖 12 係由實例 6 中所述之陰極材料形成之測試電池 6 之電池容量隨充電循環而變之一圖形表示；

圖 13 係由實例 6 中所述之陰極材料形成之測試電池 6 在放電結束時之電壓隨充電循環而變之一圖形表示；

圖 14A 係在充電循環之前實例 1 之 AgO 陰極材料之一 SEM 影像；

圖 14B 係在循環之前實例 8 之 AgO 陰極材料之一 SEM 影像；

圖 15A 係在 5 個充電循環之後實例 1 之 AgO 陰極材料之一 SEM 影像；及

圖 15B 係在 5 個充電循環之後實例 8 之 AgO 陰極材料之一 SEM 影像。

年	月	日	修正本
104	3	10	

七、申請專利範圍：

1. 一種用於一可充電之電池中之陰極，其包含：

一陰極活性材料，其包含：

包含約 0.5 wt% 或以下之穩定劑，其包含具有約 250 nm 或以下之一平均粒徑之一粉末；及

銀，

其中該穩定劑係以足以賦予該陰極大於約 98% 之一庫侖效率之量存在，且該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中 x 為 1 至 4。

2. 如請求項 1 之陰極，其中該陰極活性材料包含銀，且該銀包含 Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、Ag₂CuMnO₄、其任一水合物或其任一組合。

3. 如請求項 1 之陰極，其中該陰極活性材料包含自約 0.01 wt% 至約 0.3 wt% 之該穩定劑。

4. 如請求項 1 之陰極，其中該銀進一步包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合。

5. 如請求項 1 之陰極，其中該銀摻雜有包含 Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe 或其任一組合之一第一摻雜

劑。

6. 如請求項5之陰極，其中該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。
7. 如請求項1之陰極，其中該銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。
8. 如請求項7之陰極，其中該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑。
9. 如請求項1之陰極，其中該穩定劑包含一包含ZnO之粉末。
10. 如請求項9之陰極，其中該ZnO摻雜有包含 Al_2O_3 、鐵氧化物、銦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。
11. 如請求項10之陰極，其中該ZnO摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。
12. 如請求項1或9之陰極，其中該穩定劑包含一包含 ZrO_2 之粉末。
13. 如請求項1或9之陰極，其中該穩定劑包含一包含 SiO_2 之粉末。
14. 如請求項1之陰極，其中該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含包含 SiO_2 、 ZrO_2 及ZnO之粒子。
15. 如請求項1之陰極，其中該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒子、 ZrO_2 粒子及ZnO粒子之粉末。
16. 如請求項15之陰極，其中該等ZnO粒子摻雜有包含 Al_2O_3 之一第二摻雜劑。
17. 如請求項16之陰極，其中以該等ZnO粒子之重量計，該

等 ZnO 粒子包含自約 1 wt% 至約 10 wt% 的 Al_2O_3 。

18. 如請求項 1 之陰極，其中該陰極進一步包含一黏結劑。

19. 如請求項 18 之陰極，其中該黏結劑包含 PTFE。

20. 一種可充電之電池，其包含

一陰極，其包含

一陰極活性材料，其包含銀及一穩定劑；

一陽極，其包含鋅；及

一電解液，

其中該穩定劑包含具有約 250 nm 或以下之一平均粒徑之一粉末，該銀與該穩定劑之一個或多個粒子締合，該穩定劑係以足以賦予該陰極大於約 98% 之一庫倫效率之量存在，該陰極活性材料包含約 0.5wt% 或以下之該穩定劑，且該穩定劑包含一包含以下各項之粉末： ZnO 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 SiC 、 In_2O_3 、 Ho_2O_3 、 MgO 、 ZnTiO_3 、 B_2O_3 、 LiAlO_2 、 BaTiO_3 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Ca}_x\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{4-x}\text{Mg}_x\text{SiO}_4$ 、 Bi_2O_3 、 Yb_2O_3 、 MnO_2 、群青或其任一組合，其中 x 為 1 至 4。

21. 如請求項 20 之可充電之電池，其中該銀包含 Ag 、 AgO 、 Ag_2O 、 Ag_2O_3 、 AgOH 、 $\text{Ag}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ag}(\text{OH})_3$ 、 AgOOH 、 AgONa 、 AgOK 、 AgOLi 、 AgORb 、 AgOONa 、 AgOOK 、 AgOOLi 、 AgOORb 、 AgCuO_2 、 AgFeO_2 、 AgMnO_2 、 $\text{Ag}_2\text{CuMnO}_4$ 、其任一水合物或其任一組合。

22. 如請求項 20 之可充電之電池，其中該陰極活性材料包含自約 0.01 wt% 至約 0.3 wt% 之該穩定劑。

23. 如請求項20之可充電之電池，其中該銀進一步包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合。
24. 如請求項23之可充電之電池，其中該銀摻雜有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一第一摻雜劑。
25. 如請求項23之可充電之電池，其中該銀塗佈有包含Pb、B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合之一塗佈劑。
26. 如請求項23之可充電之電池，其中該銀塗佈有包含Pb之一塗佈劑，且該銀摻雜有包含Ga之一第一摻雜劑。
27. 如請求項20之可充電之電池，其中該穩定劑包含一包含ZnO之粉末。
28. 如請求項27之可充電之電池，其中該ZnO摻雜有包含Al₂O₃、鐵氧化物、銦氧化物或其任一組合之一第二摻雜劑。
29. 如請求項28之可充電之電池，其中該ZnO摻雜有包含Al₂O₃之一第二摻雜劑。
30. 如請求項20或27之可充電之電池，其中該穩定劑包含一包含ZrO₂之粉末。
31. 如請求項20或27之可充電之電池，其中該穩定劑包含一包含SiO₂之粉末。
32. 如請求項20或27之可充電之電池，其中該穩定劑包含一粉末，且該粉末包含複數個包含SiO₂、ZrO₂及ZnO之粒子。

33. 如請求項20之可充電之電池，其中該穩定劑包含一包含SiO₂粒子、ZrO₂粒子及ZnO粒子之粉末。
34. 如請求項33之可充電之電池，其中該等ZnO粒子摻雜有包含Al₂O₃之一第二摻雜劑。
35. 如請求項34之可充電之電池，其中以該等ZnO粒子之重量計，該等ZnO粒子包含自約1 wt%至約10 wt%的Al₂O₃。
36. 如請求項20之可充電之電池，其中該陰極進一步包含一黏結劑。
37. 如請求項36之可充電之電池，其中該黏結劑包含PTFE。
38. 一種製作一陰極之方法，其包含：
提供銀；
提供一約0.5 wt%或以下之穩定劑，該穩定劑包含具有不多於約100 nm之一平均粒徑之一粉末；及
使銀材料與該穩定劑之一個或多個粒子締合，
其中該穩定劑包含一包含以下各項之粉末：ZnO、SiO₂、ZrO₂、TiO₂、Al₂O₃、MgO、SiC、In₂O₃、Ho₂O₃、MgO、ZnTiO₃、B₂O₃、LiAlO₂、BaTiO₃、Li_{4-x}Ca_xSiO₄、Li_{4-x}Mg_xSiO₄、Bi₂O₃、Yb₂O₃、MnO₂、群青或其任一組合，其中x為1至4。
39. 如請求項38之方法，其中該銀包含Ag、AgO、Ag₂O、Ag₂O₃、AgOH、Ag(OH)₂、Ag(OH)₃、AgOOH、AgONa、AgOK、AgOLi、AgORb、AgOONa、AgOOK、AgOOLi、AgOORb、AgCuO₂、AgFeO₂、AgMnO₂、

$\text{Ag}_2\text{CuMnO}_4$ 、其任一水合物或其任一組合。

40. 如請求項38或39之方法，其中該銀材料進一步包含Pb、

B、Al、Ga、Zn、Ni、Pd、In、Fe或其任一組合。

41. 如請求項38之方法，其中該穩定劑包含一包含 SiO_2 粒

子、 ZrO_2 粒子及ZnO粒子之粉末。

八、圖式：

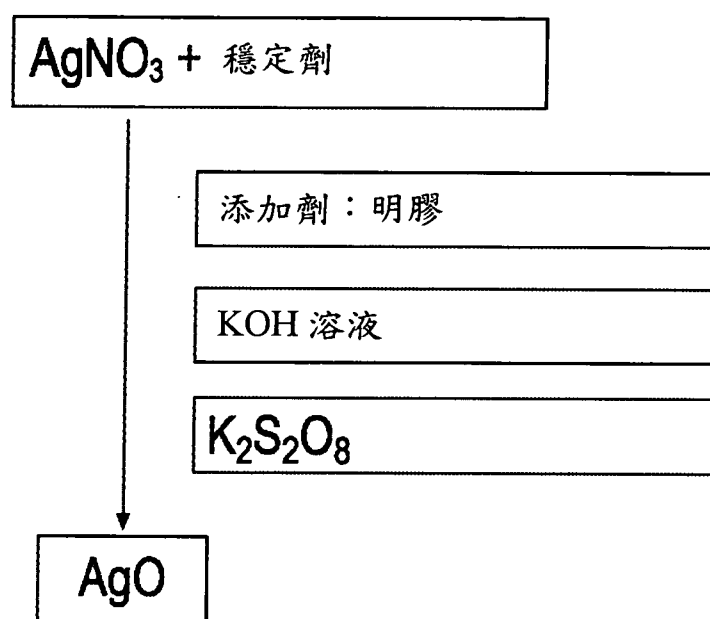


圖 1

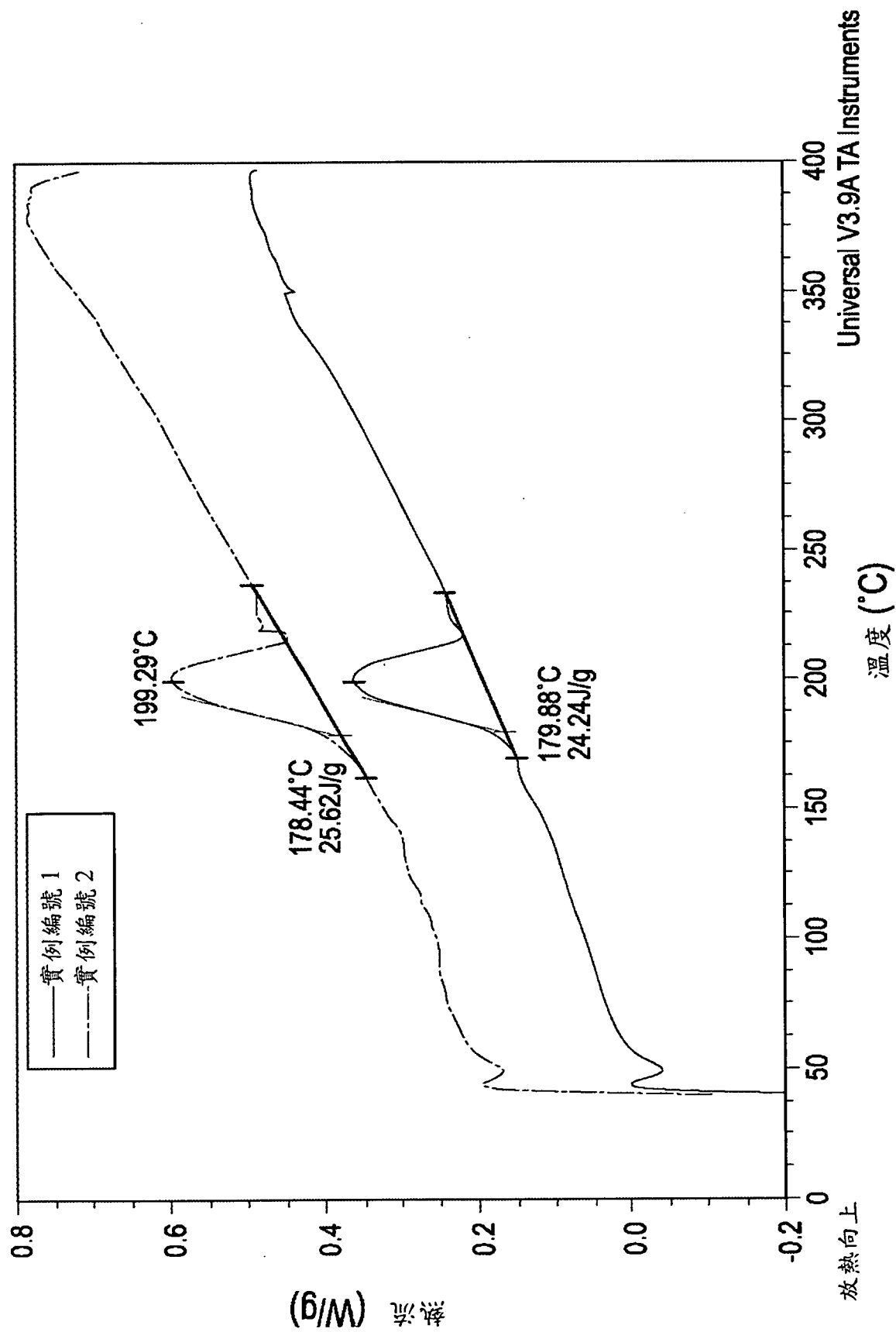


圖 2

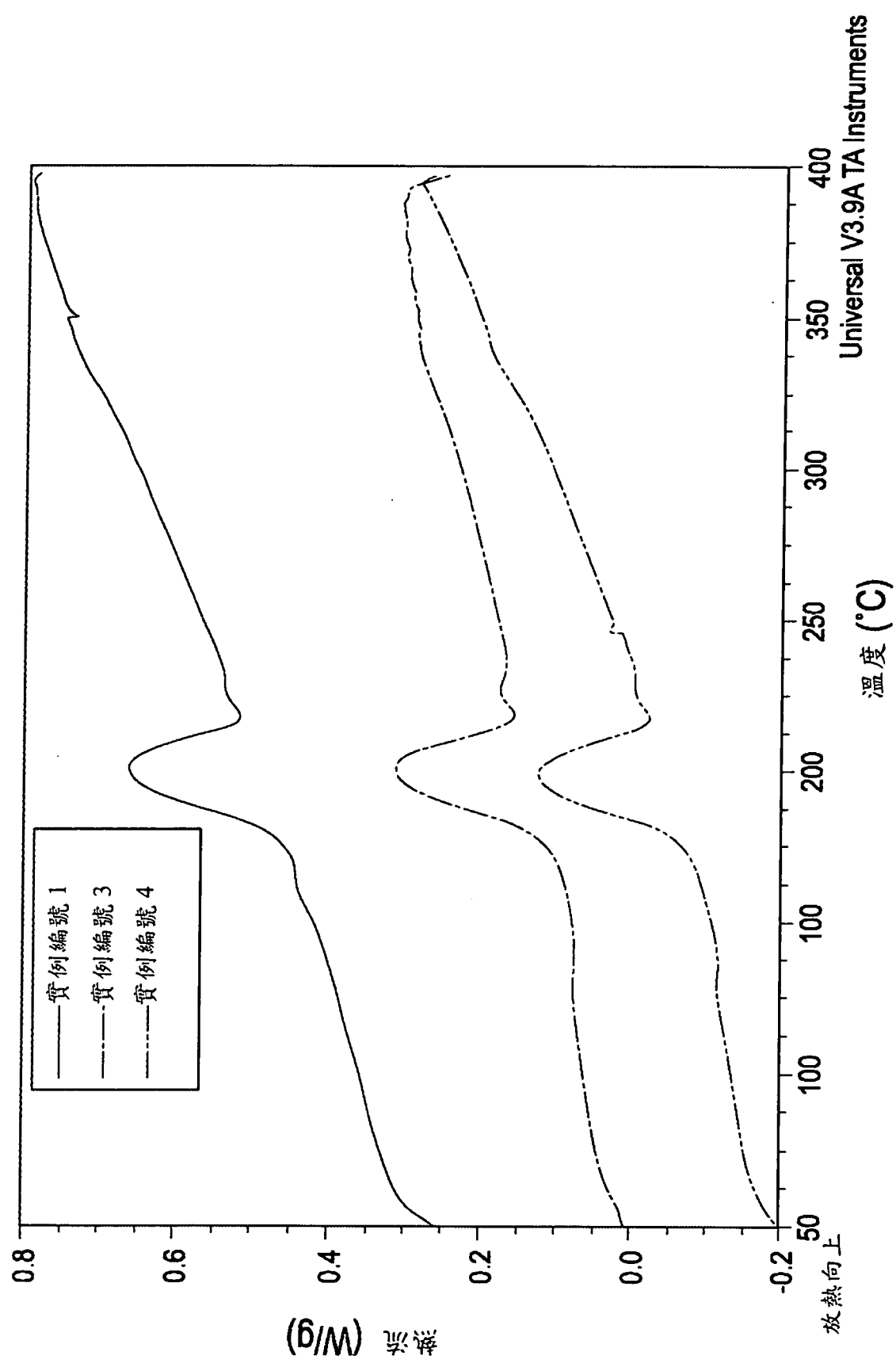


圖 3

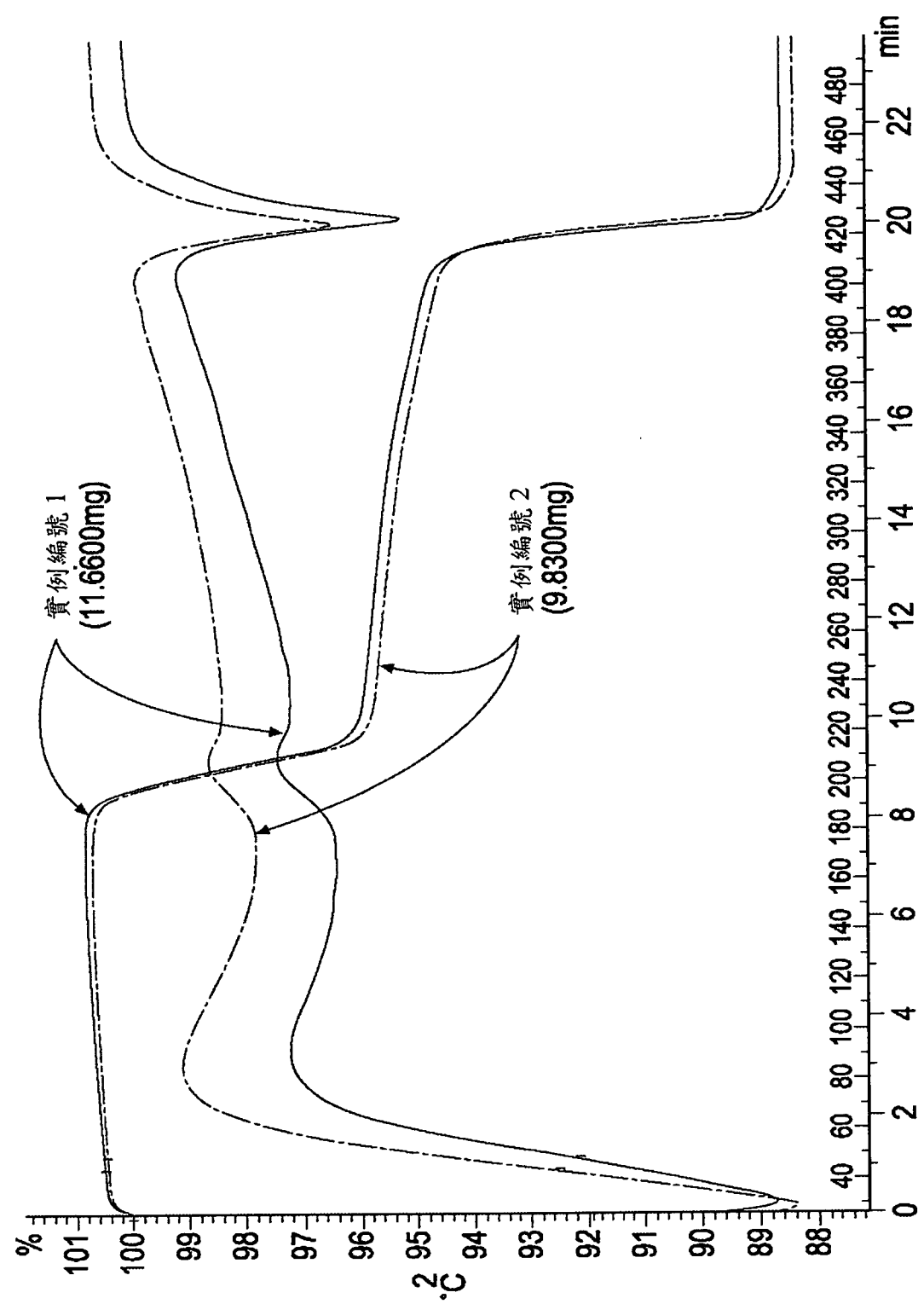


圖 4

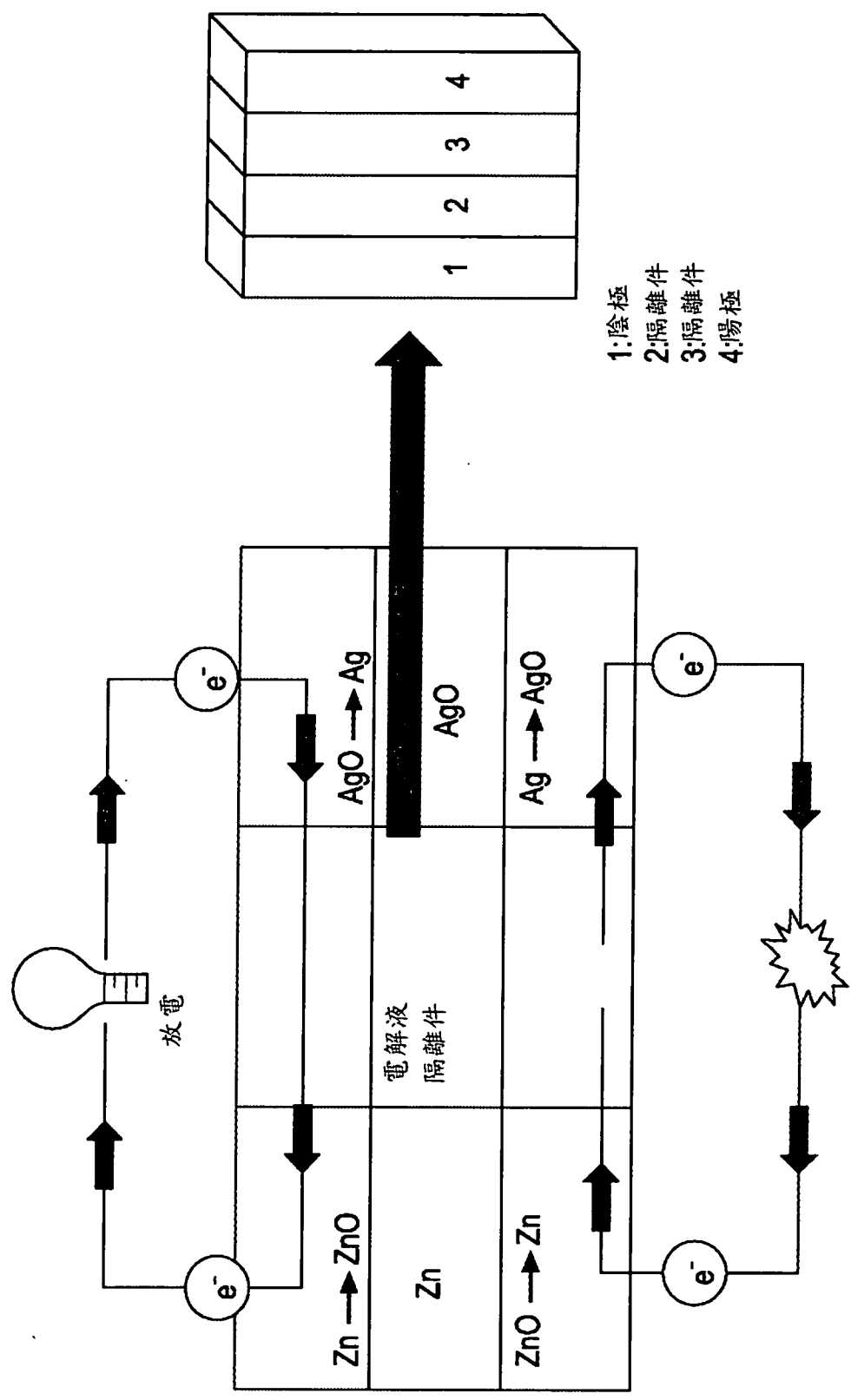


圖 5

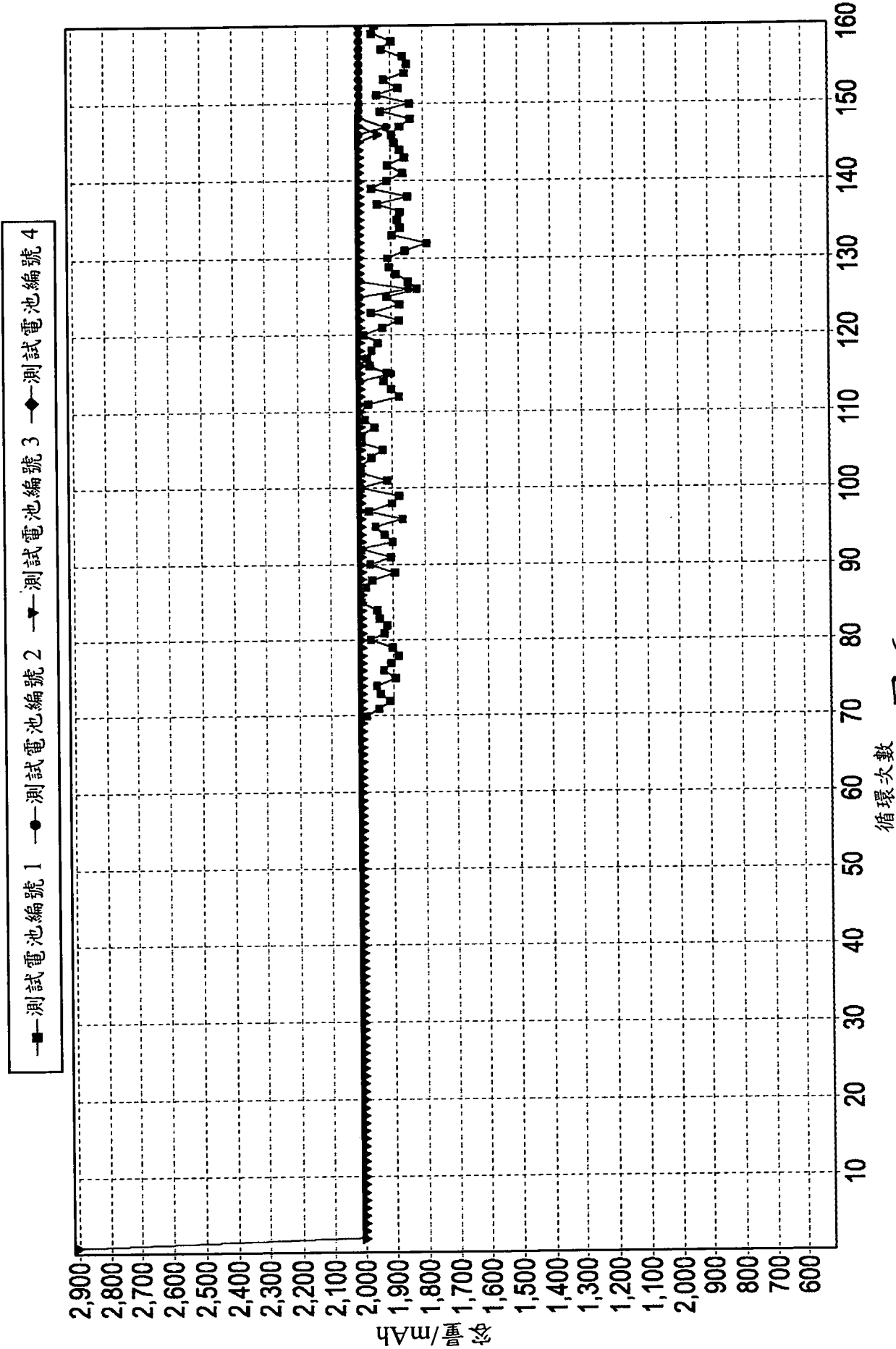


圖 6

——測試電池編號 1 - - - - -測試電池編號 2 ———測試電池編號 3 □-□-測試電池編號 4

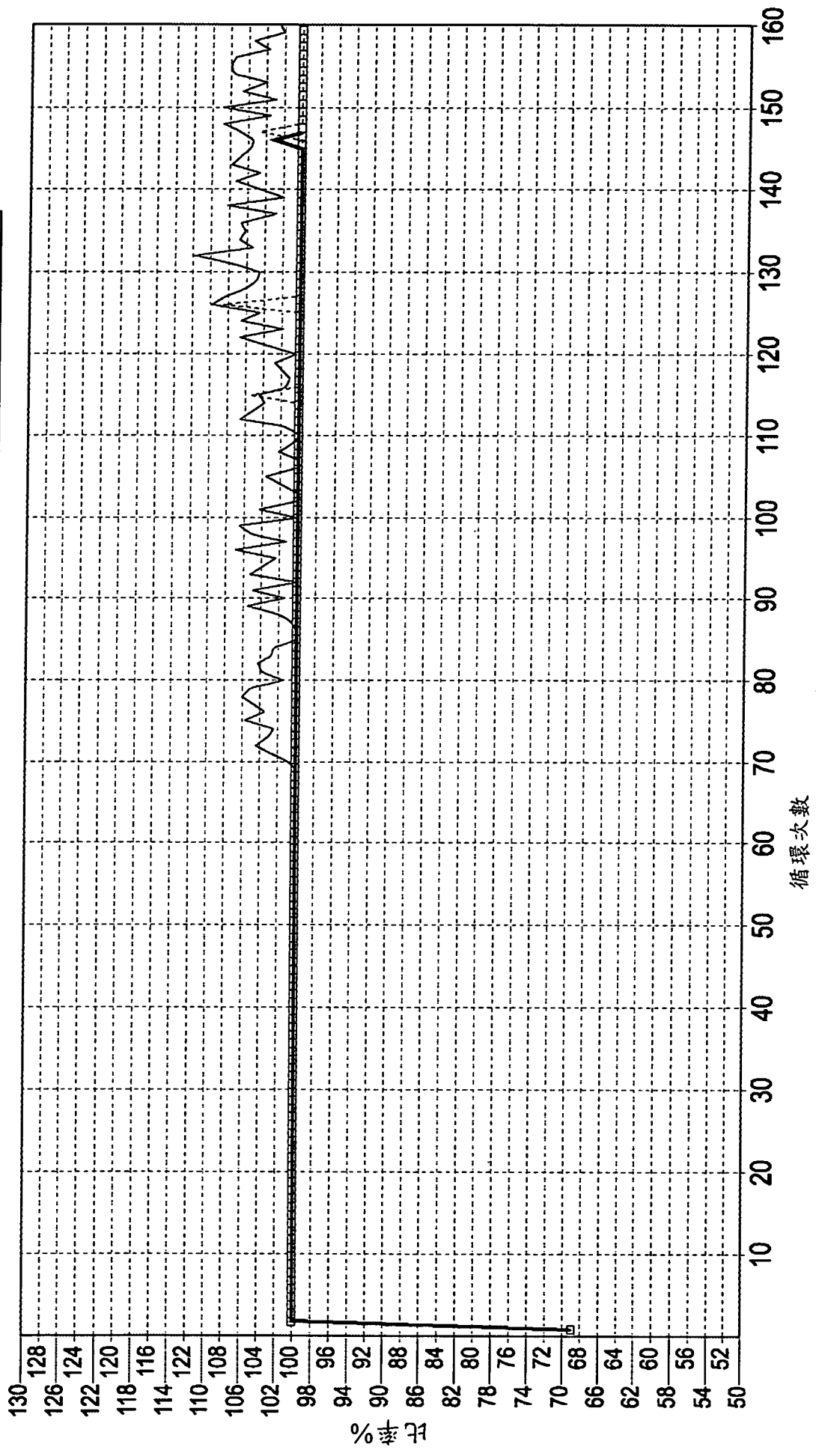
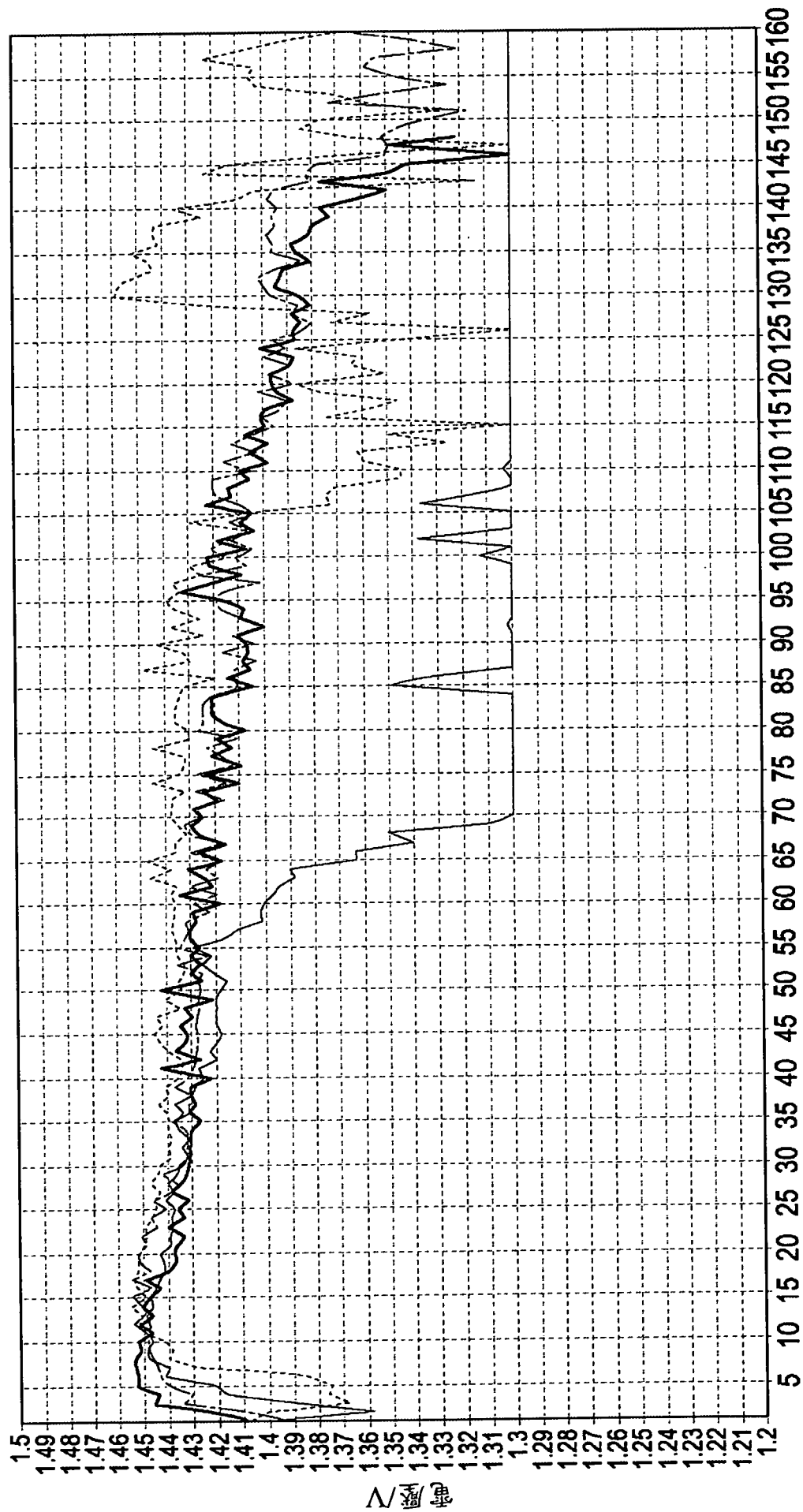


圖 7

——測試電池編號 1 -----測試電池編號 2 ——測試電池編號 3 ——測試電池編號 4



循環次數

圖 8

◆—測試電池編號 1 ▲—測試電池編號 2 ■—測試電池編號 3 ●—測試電池編號 4

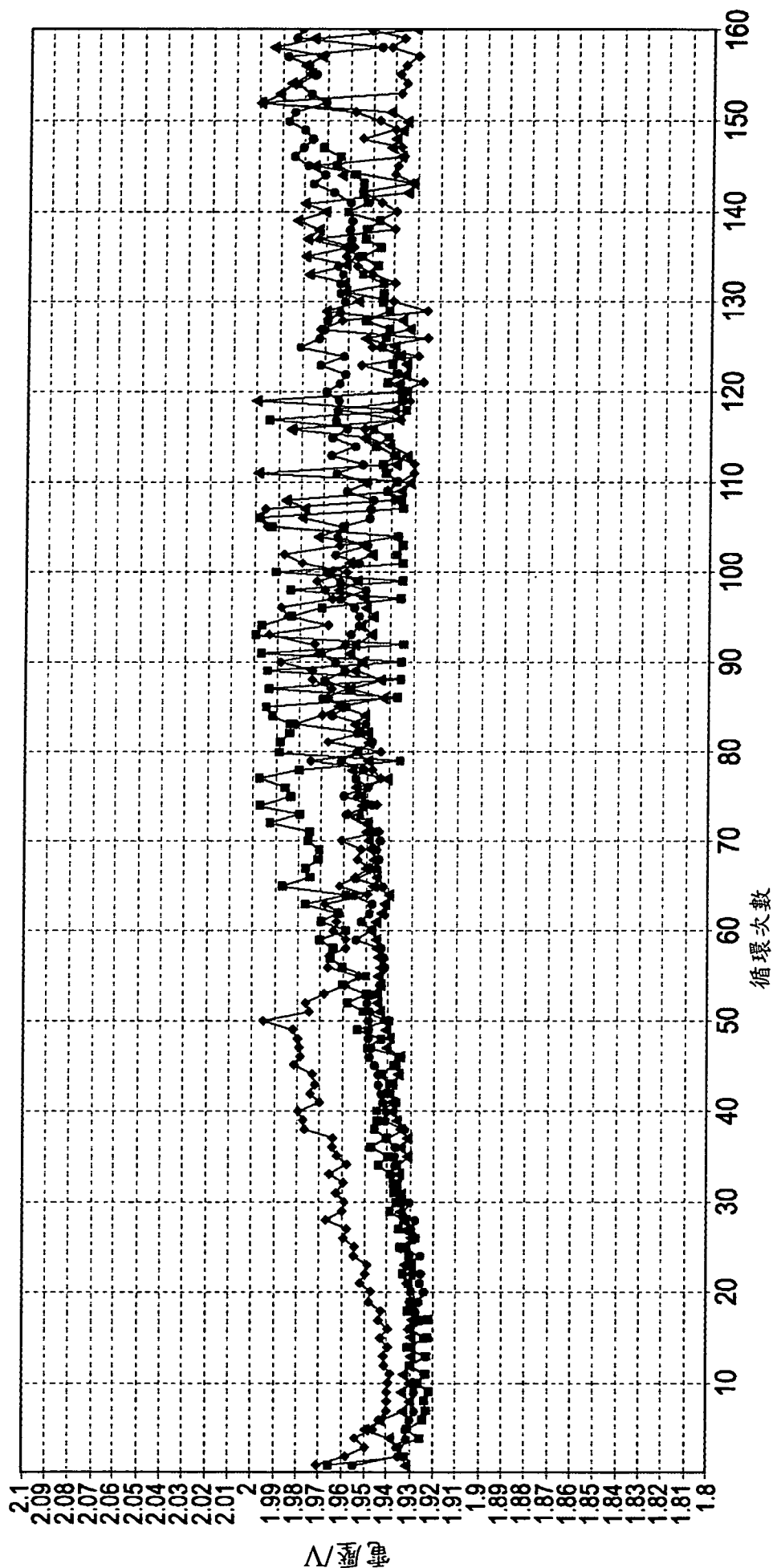


圖 9

—▲— 測試電池編號 5

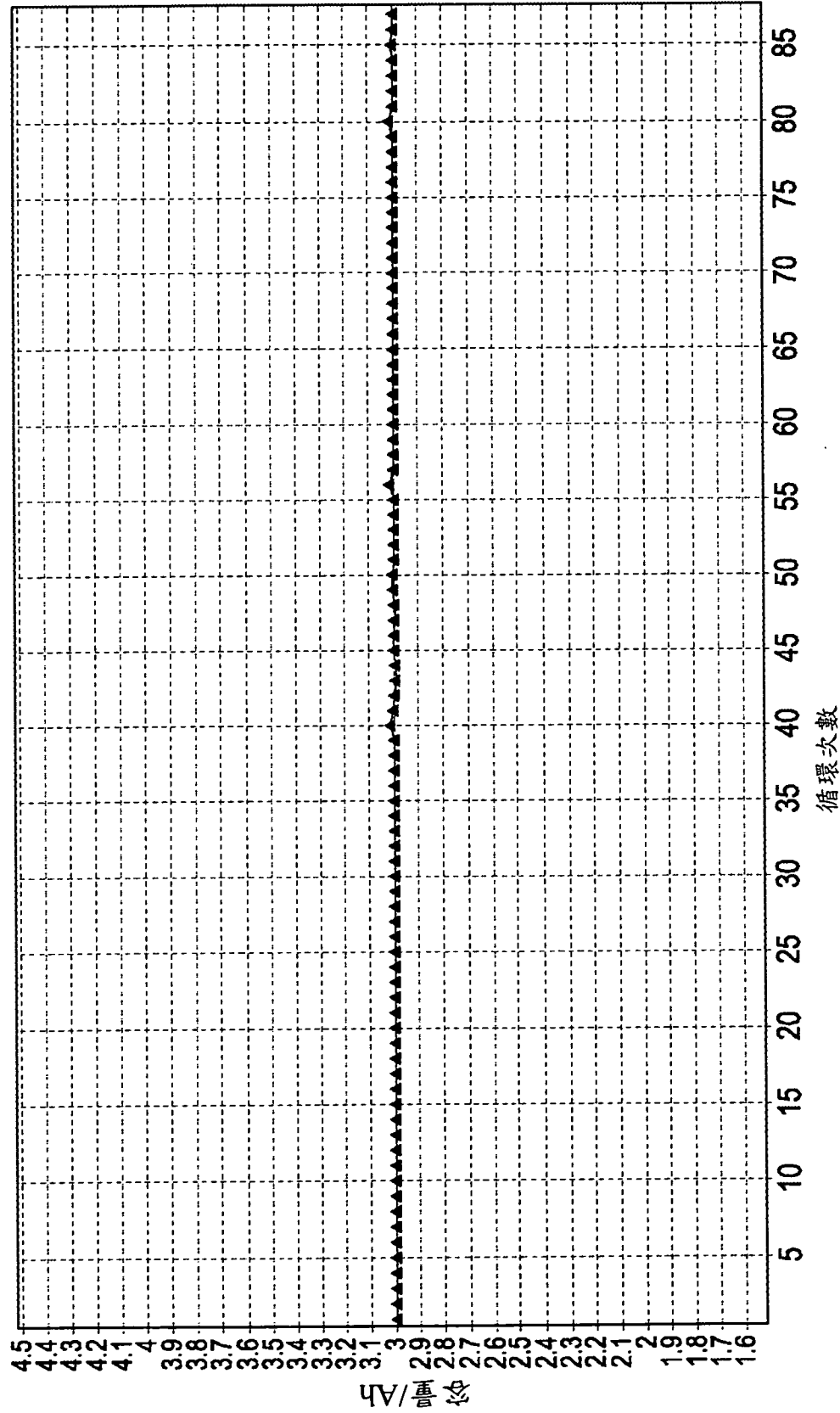


圖 10

—■—測試電池編號 5

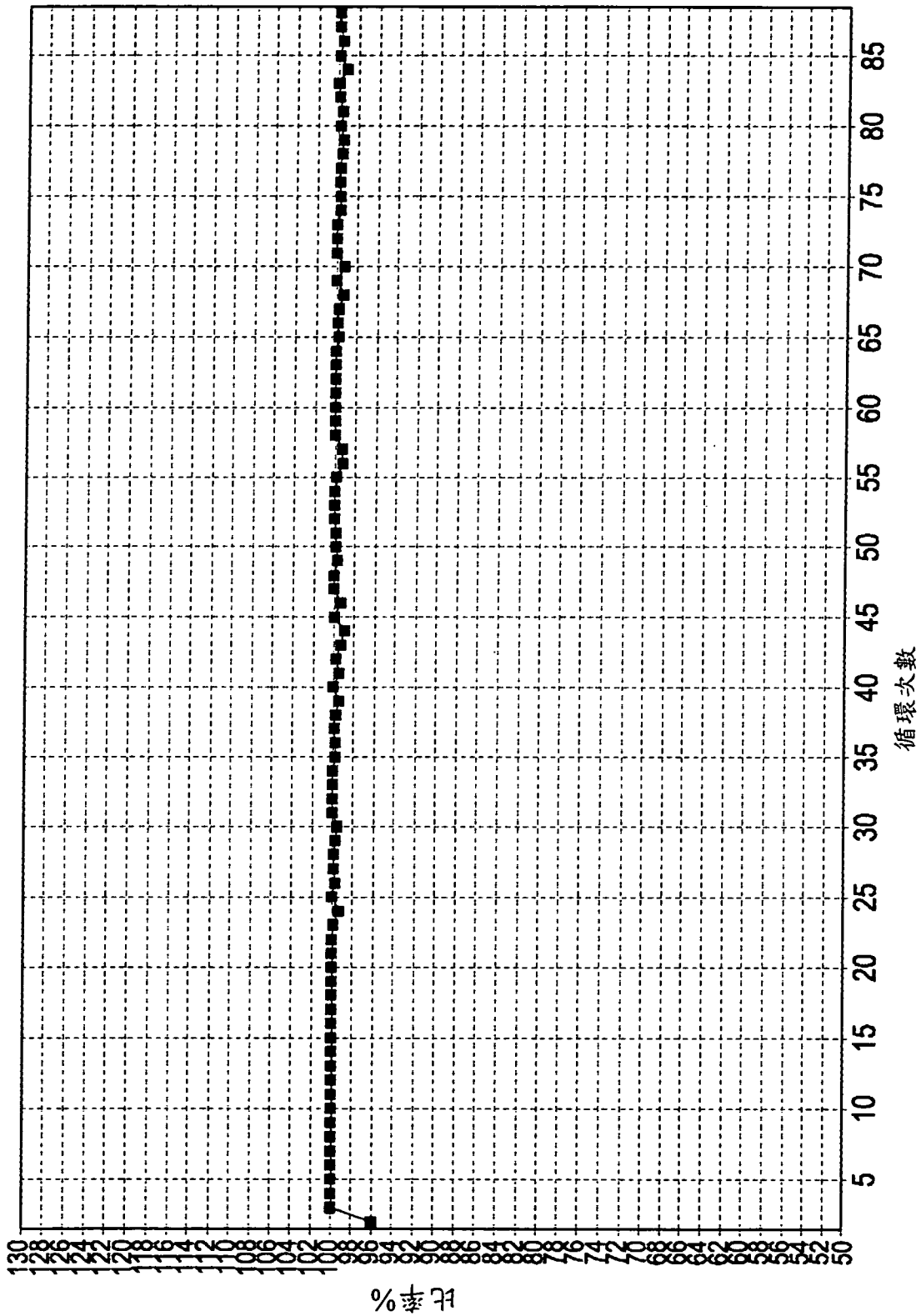


圖 11

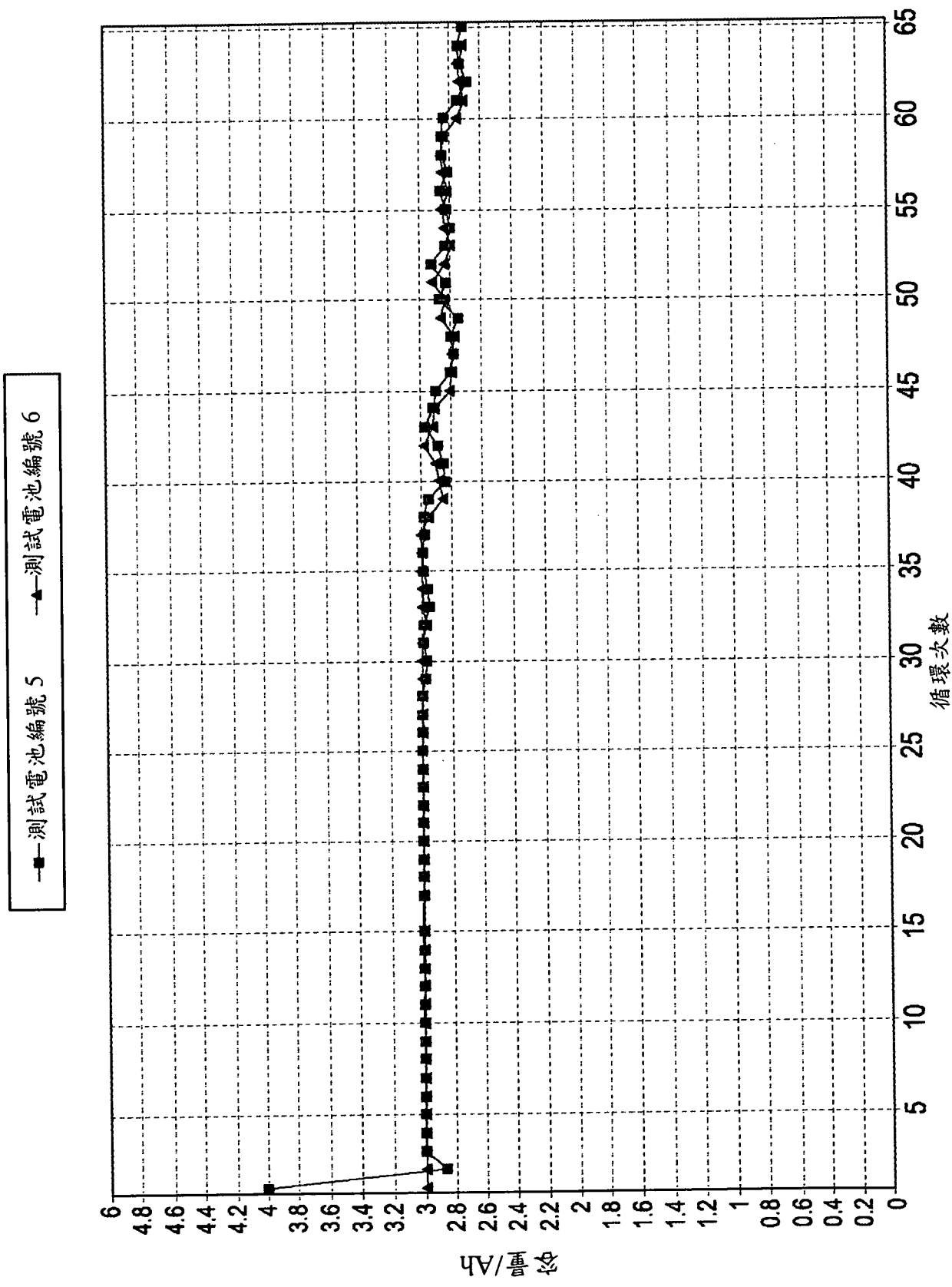


圖 12

—■— 測試電池編號 5

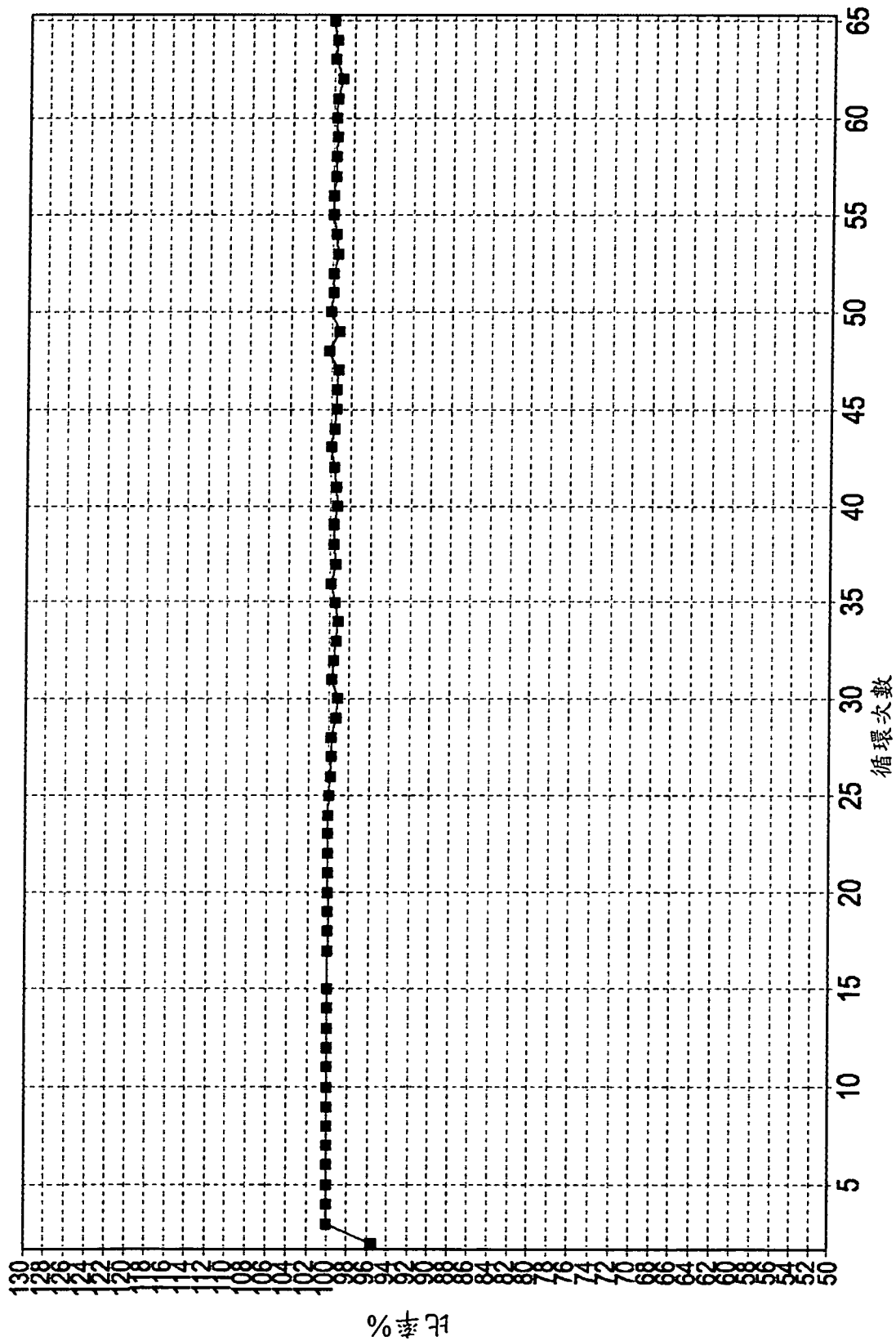


圖 13

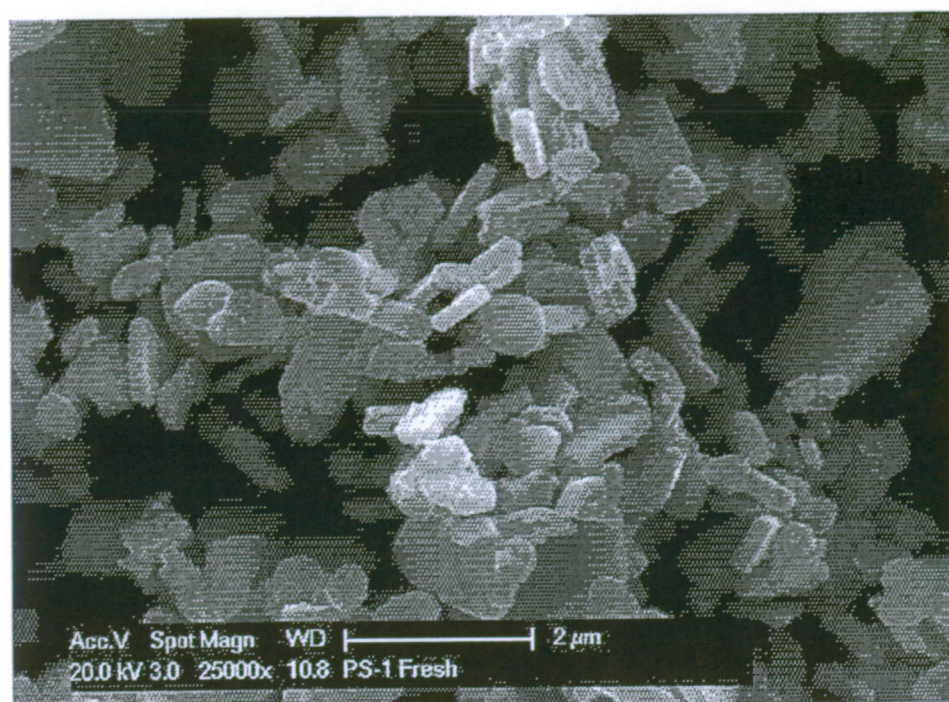


圖 14A

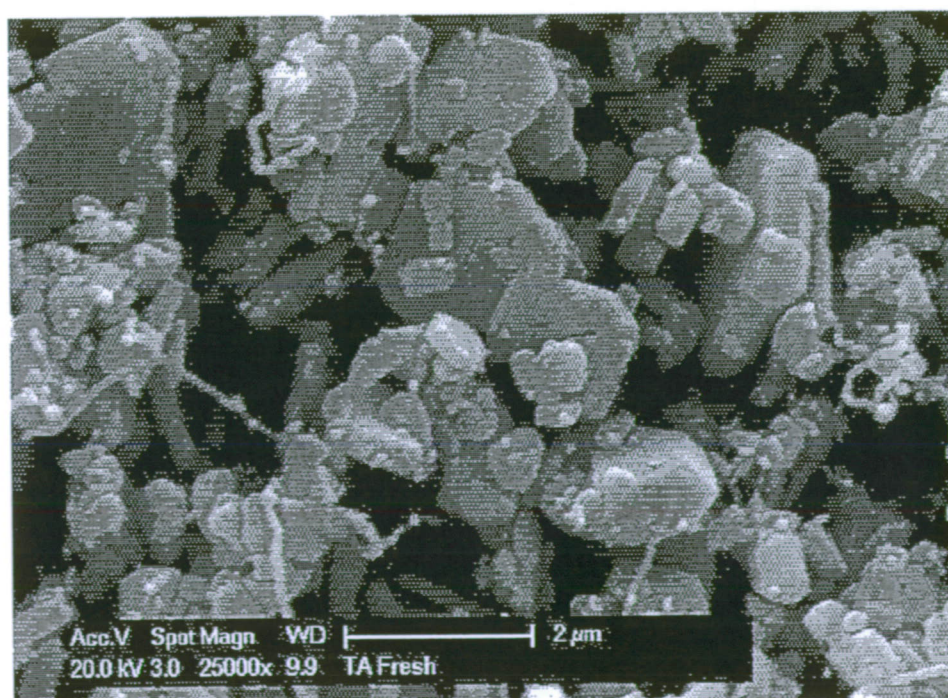


圖 14B

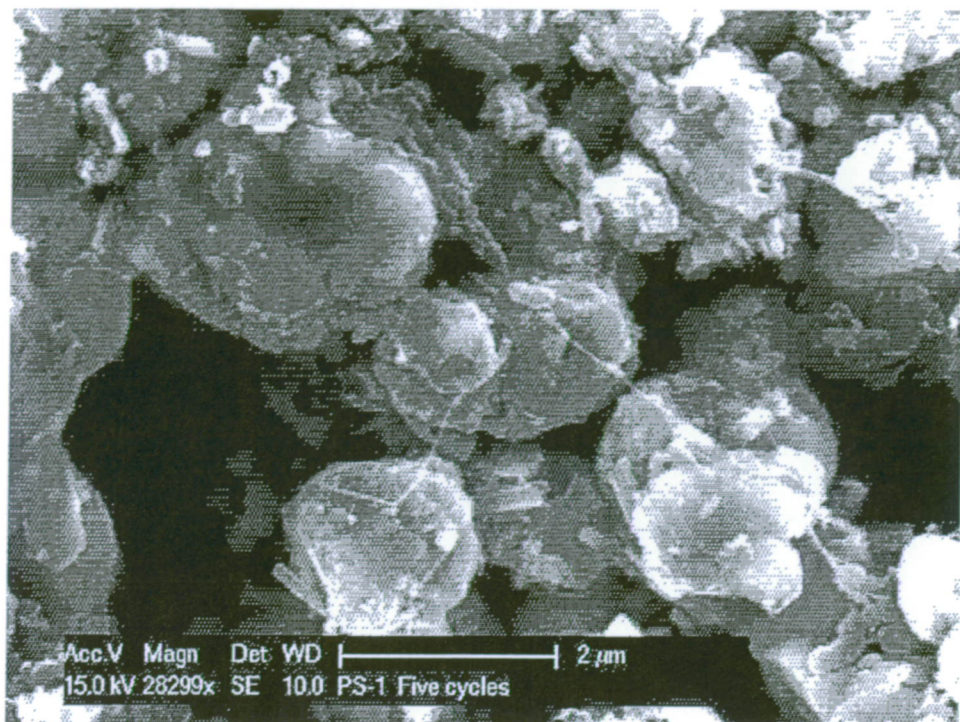


圖 15A

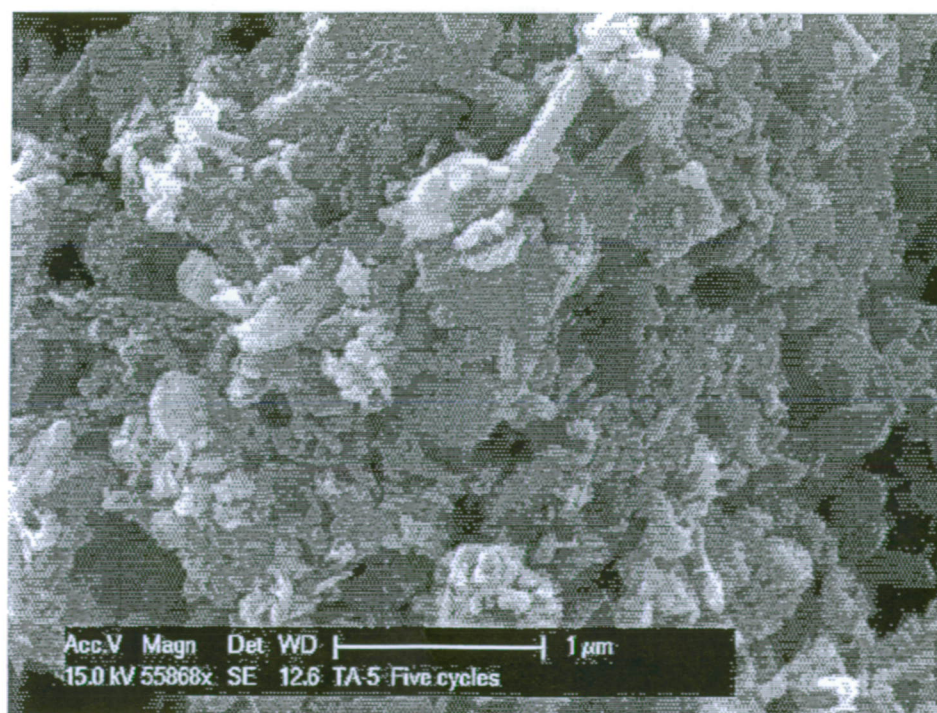


圖 15B