



(21)申請案號：112124064

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 28 日

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

H01M4/38 (2006.01)

H01M4/583 (2010.01)

H01M10/052(2010.01)

B82Y30/00 (2011.01)

B82Y40/00 (2011.01)

(71)申請人：南亞塑膠工業股份有限公司 (中華民國) NAN YA PLASTICS CORPORATION
(TW)

臺北市敦化北路 201 號

(72)發明人：廖德超 LIAO, TE-CHAO (TW)；鄭維昇 CHENG, WEI-SHENG (TW)；吳朝棟 WU,
CHAO-TUNG (TW)；邱馨慧 CHIU, HSIN-HUI (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

CN 110854368A

CN 110890537A

CN 113921775A

審查人員：林峯州

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：2 共 20 頁

(54)名稱

電池用矽奈米粒子與矽摻雜電極材料的製造方法

(57)摘要

本發明提供一種電池用矽奈米粒子與矽摻雜電極材料的製造方法，其中電池用矽奈米粒子的製造方法包括以下步驟。混合分散劑與溶劑，以形成分散液。接著，加入分散液、研磨介質以及矽原料於研磨機中。進行研磨製程，以形成平均粒徑小於 200 奈米的矽奈米粒子。而後，取出含有矽奈米粒子的矽分散液。接著，加入鹼液於矽分散液中，以形成電池用矽奈米粒子，其中電池用矽奈米粒子的表層為氧化矽層。

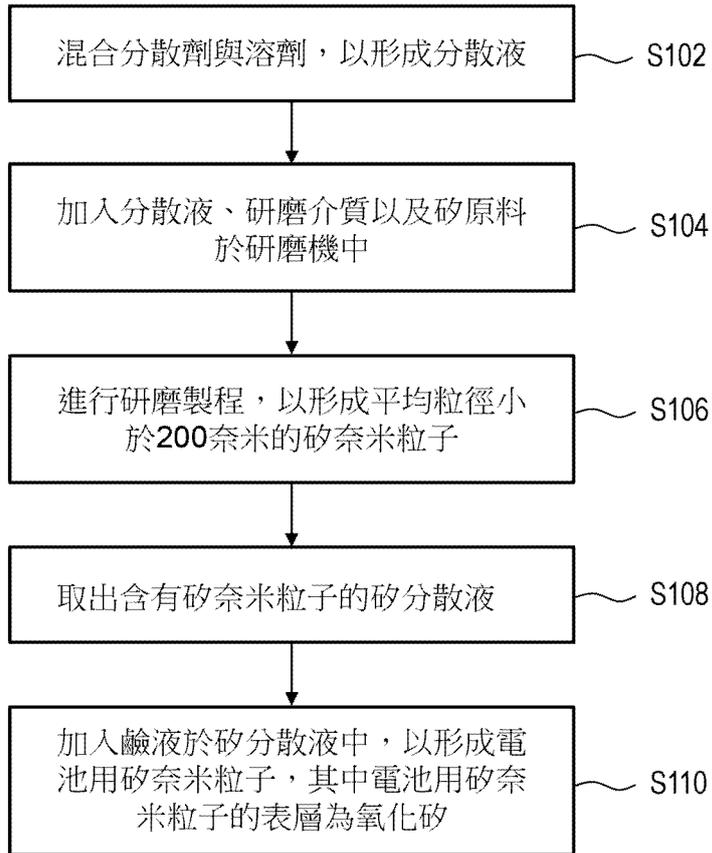
Manufacturing methods of silicon nanoparticle for battery and silicon-doped electrode material, wherein the manufacturing method of silicon nanoparticle for battery includes the following steps. A dispersant is mixed with a solvent to form a dispersion liquid. Then, the dispersion liquid, grinding medium and silicon raw material are added into a grinding machine. A grinding process is performed to form silicon nanoparticles with an average particle size of less than 200 nm. Next, a silicon dispersion liquid containing the silicon nanoparticles is taken out. Afterward, alkali solution is added into the silicon dispersion liquid to form silicon nanoparticles for batteries, wherein the surface layer of the silicon nanoparticles for batteries is silicon oxide layer.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S102、S104、S106、

S108、S110:步驟



【圖1】



I861968

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電池用矽奈米粒子與矽摻雜電極材料的製造方法

【英文發明名稱】

MANUFACTURING METHOD OF SILICON NANOPARTICLE FOR BATTERY AND SILICON-DOPED ELECTRODE MATERIAL

【中文】

本發明提供一種電池用矽奈米粒子與矽摻雜電極材料的製造方法，其中電池用矽奈米粒子的製造方法包括以下步驟。混合分散劑與溶劑，以形成分散液。接著，加入分散液、研磨介質以及矽原料於研磨機中。進行研磨製程，以形成平均粒徑小於200奈米的矽奈米粒子。而後，取出含有矽奈米粒子的矽分散液。接著，加入鹼液於矽分散液中，以形成電池用矽奈米粒子，其中電池用矽奈米粒子的表層為氧化矽層。

【英文】

Manufacturing methods of silicon nanoparticle for battery and silicon-doped electrode material, wherein the manufacturing method of silicon nanoparticle for battery includes the following steps. A dispersant is mixed with a solvent to form a dispersion liquid. Then, the dispersion liquid, grinding medium and silicon raw material are added into a grinding machine. A grinding process is performed to

form silicon nanoparticles with an average particle size of less than 200 nm. Next, a silicon dispersion liquid containing the silicon nanoparticles is taken out. Afterward, alkali solution is added into the silicon dispersion liquid to form silicon nanoparticles for batteries, wherein the surface layer of the silicon nanoparticles for batteries is silicon oxide layer.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

S102、S104、S106、S108、S110:步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電池用矽奈米粒子與矽摻雜電極材料的製造方法

【英文發明名稱】

MANUFACTURING METHOD OF SILICON NANOPARTICLE FOR BATTERY AND SILICON-DOPED ELECTRODE MATERIAL

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種電極材料的製造方法，且特別是有關於一種電池用矽奈米粒子與矽摻雜電極材料的製造方法。

【先前技術】

【0002】 目前商用鋰離子電池的負極材料以石墨為主流，然而其材料開發已接近理論容量 372 克電容量 (mAh/g)，對於未來高能量密度應用的需求，石墨所能提供的空間相當有限。

【0003】 矽基負極作為最有機會的下一代負極材料，其具有高理論克電容量 (4200 mAh/g) 的優點。然而，矽在充放電過程中，具有劇烈的體積膨脹，導致材料粉化，循環壽命不佳，目前仍無法單獨作為負極使用，多為與石墨材料進行混摻，以形成矽摻雜碳電極材料。此外，基於電池穩定性的考量，矽含量約為矽摻雜碳電極材料總重量的 3 至 5%。

【0004】 目前已知的解決方法中，常見矽材尺寸極小化處理技術，以藉由奈米級矽來控制大尺寸矽的體積膨脹問題。市面上矽材尺寸有採用 10-300 奈米（nm）範圍內，但其價格昂貴。此外，奈米級矽材易聚結團聚（Aggregation）成較大粒子，將使得均勻混合製成電極的過程更為困難。

【0005】 因此，改良現有製程以製造出改善體積膨脹問題的矽材，並提升矽摻雜電極材料的循環壽命，為業界亟欲發展的目標。

【發明內容】

【0006】 本發明提供一種電池用矽奈米粒子與矽摻雜電極材料的製造方法，所製造出的電池用矽奈米粒子具有改善體積膨脹的優點，可提升矽摻雜電極材料在多次充放電循環下，其克電容量的維持率。

【0007】 本發明的電池用矽奈米粒子的製造方法，包括以下步驟。混合分散劑與溶劑，以形成分散液。接著，加入分散液、研磨介質以及矽原料於研磨機中。進行研磨製程，以形成平均粒徑小於 200 奈米的矽奈米粒子。而後，取出含有矽奈米粒子的矽分散液。接著，加入鹼液於矽分散液中，以形成電池用矽奈米粒子，其中電池用矽奈米粒子的表層為氧化矽層。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的矽原料為回收再生的矽材。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的分散劑為選自聚乙二醇、

聚乙烯吡咯烷酮、三乙基己基磷酸、十二烷基硫酸鈉、聚丙烯醯胺以及脂肪酸聚乙二醇酯中的至少一者。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的溶劑為水、醇類溶劑或酮類溶劑。

【0011】 在本發明的一實施例中，以上述的矽原料的添加量為 100 重量份計，加入研磨機中的分散劑的添加量為 10 至 50 重量份。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的研磨介質的形狀為球形，具有 100 至 500 奈米的平均粒徑。

【0013】 在本發明的一實施例中，以上述的矽原料的添加量為 100 重量份計，研磨介質的添加量為 100 至 500 重量份。

【0014】 在本發明的一實施例中，上述的鹼液為氫氧化鋰溶液、氫氧化鈉溶液或氫氧化鉀溶液。

【0015】 在本發明的一實施例中，以上述的矽奈米粒子的添加量為 100 重量份計，所述鹼液的添加量為 0.1 至 5 重量份。

【0016】 在本發明的一實施例中，上述的研磨製程為濕式球磨法，研磨時間為 2 至 6 小時。

【0017】 在本發明的一實施例中，上述的電池用矽奈米粒子的粒徑與氧化矽層的厚度的比為 3:1 至 40:1。

【0018】 在本發明的一實施例中，上述的氧化矽層的厚度為 5 至 30 奈米。

【0019】 本發明的矽摻雜電極材料的製造方法，包括以下步驟。提供上述的電池用矽奈米粒子。混合電池用矽奈米粒子與活性材料。

活性材料為碳材、金屬元素或金屬合金化合物。接著，進行噴霧造粒與鍛燒，以獲得所述矽摻雜電極材料。

【0020】 在本發明的一實施例中，以上述的矽摻雜電極材料的總重量計，電池用矽奈米粒子的含量為 1 至 40 重量%。

【0021】 基於上述，在本發明的電池用矽奈米粒子的製造方法中，透過分散劑的添加，可使矽奈米粒子不易聚結團聚，進而提升研磨效率，促使矽原料的微小化；透過鹼液的添加，可使電池用矽奈米粒子的表面具有氧化矽薄膜，進而可抑制電池用矽奈米粒子的體積膨脹現象。以上述電池用矽奈米粒子所製備的矽摻雜電極材料，在多次充放電循環下，可有效提升其克電容量維持率。

【圖式簡單說明】

【0022】

圖 1 為本發明的電池用矽奈米粒子的製造方法的流程圖。

圖 2A 至圖 2B 是本發明的矽摻雜碳電極材料的切片，將其經穿透式電子顯微鏡-能量色散 X 射線光譜（TEM-EDS）分析的結果。圖 2A 為電子影像圖，圖 2B 為圖 2A 中所圈選部位的元素組成分析。

【實施方式】

【0023】 以下，將詳細描述本發明的實施例。然而，這些實施例為例示性，且本發明揭露不限於此。

【0024】 在本文中，由「一數值至另一數值」表示的範圍，是一種避免在說明書中一一列舉該範圍中的所有數值的概要性表示方式。因此，某一特定數值範圍的記載，涵蓋該數值範圍內的任意數值以及由該數值範圍內的任意數值界定出的較小數值範圍，如同在說明書中說明文寫出該任意數值和該較小數值範圍一樣。

【0025】 圖 1 為本發明的電池用矽奈米粒子的製造方法的流程圖。請參照圖 1，進行步驟 S102：混合分散劑與溶劑，以形成分散液。分散劑可例如有機分散劑。具體來說，分散劑可選自聚乙二醇、聚乙烯吡咯烷酮、三乙基己基磷酸、十二烷基硫酸鈉、聚丙烯醯胺以及脂肪酸聚乙二醇酯中的至少一者，但不以此為限。分散劑也可例如是高分子聚合物，例如為聚乙二醇、聚乙烯吡咯烷酮。溶劑可例如是水、醇類溶劑或酮類溶劑。

【0026】 接著，進行步驟 S104：加入分散液、研磨介質以及矽原料於研磨機中。在本實施例中，將配製好的分散液與研磨介質一同加入研磨機，而後再加入矽原料。在一些其他的實施例，分散液、研磨介質以及矽原料也可一同加入研磨機中，本發明對入料至研磨機的順序並不加以限制。

【0027】 在本實施例中，矽原料可為矽廢料經純化回收製程處理的再生矽。矽廢料可例如是廢棄的太陽能電池、IC 板、矽晶圓廢料和記憶卡等。由於矽原料為回收再利用的矽材，具有環保且成本低的優點。

【0028】 研磨介質用以將矽原料研磨成矽奈米粒子。研磨介質的

形狀、尺寸以及材質，與被磨物料性質、給料及產品粒度的要求相關。在本實施例中，研磨介質的形狀可例如是球形，平均粒徑（ D_{50} ）可例如是 100 奈米（nm）至 500 奈米，材質可例如是氧化鋯，但不以此為限。研磨介質的添加量，與研磨機台中的研磨腔室大小及被磨物料的含量相關。在一些實施例中，以矽原料的添加量為 100 重量份計，研磨介質的添加量可例如是 100 至 500 重量份。當研磨介質的添加量在上述範圍內時，可於後續步驟中有效地將矽原料研磨成目標粒徑（例如，粒徑可小於 200 奈米）的矽奈米粒子。當研磨介質的添加量小於 100 重量份時，研磨介質接觸到被磨物料的面積較低，導致可能需耗費大量的研磨時間，且研磨的成效不佳。當研磨介質的添加量大於 500 重量份時，為了避免機台於研磨時損壞，分散液必須過度稀釋來填補研磨腔室，不符合實際應用所需的固型份。

【0029】 分散劑可用以分散矽奈米粒子，避免其聚結團聚，使得整體過黏而無法續行研磨，有助於提升研磨效率。在一些實施例中，以矽原料的添加量為 100 重量份計，分散劑的添加量可例如是 10 至 50 重量份。在另一些實施例中，較佳地，分散劑的添加量可例如是 20 至 40 重量份。當分散劑的添加量小於 10 重量份時，避免矽奈米粒子聚結團聚的效果可能不佳。當分散劑的添加量超過 50 重量份時，可能會造成後續純化不易。

【0030】 接著，進行步驟 S106：進行研磨製程，以形成平均粒徑小於 200 奈米的矽奈米粒子。在本實施例中，研磨製程為濕式球

磨法，研磨時間可視目標粒徑進行調整。具體來說，可於研磨製程期間，使用粒徑分析儀以測量當前矽粒子的平均粒徑。在一些實施中，研磨時間可例如是 2 至 6 小時 (h)，但不限於此。此外，研磨製程期間也可再加入分散液，以促進研磨效率。此處，分散劑的總添加量 (即，研磨前與研磨期間，加入研磨機中的分散液的總和) 不超過矽原料的 50 重量%。

【0031】 接著，進行步驟 S108：取出含有矽奈米粒子的矽分散液。

【0032】 接著，進行步驟 S110：加入鹼液於矽分散液中，以形成電池用矽奈米粒子，且電池用矽奈米粒子的表層為氧化矽層，其厚度可例如是 5 奈米至 30 奈米。至此，已完成電池用矽奈米粒子的製造。在本實施例中，鹼液可將矽奈米粒子的表層氧化，以形成表面為氧化矽層的電池用矽奈米粒子。表層的氧化矽層可抑制內核的矽的體積膨脹，使由電池用矽奈米粒子摻雜其他活性材料 (如碳材、金屬元素或金屬化合物) 所形成的電極，在經多次的充放電循環後，可維持其克電容量。

【0033】 詳細來說，矽擁有高達 4200 mAh/g 的理論電容量，但矽電極材料還無法商業化的主要原因在於：當鋰離子與矽形成鋰矽合金相時，體積會膨脹成原本的 300 至 400%，此劇烈的體積膨脹會導致矽粉化破碎後從極板脫離，造成容量損失，循環壽命變差。氧化矽的理論克電容量為 1547 mAh/g，雖然不及矽的容量高，但體積膨脹較小 (約 134%)，具有較優異的克電容量維持率。本發明透過添加微量鹼液可將矽的表層氧化成氧化矽層，藉此抑制矽的

體積膨脹，增加克電容量維持率。

【0034】 在本實施例中，鹼液為氫氧化鋰溶液、氫氧化鈉溶液或氫氧化鉀溶液，pH 值為 8 至 13。在一些實施例中，以矽奈米粒子的添加量為 100 重量份計，鹼液的添加量可例如是 0.1 至 5 重量份。在另一些實施例中，較佳地，鹼液的添加量可例如是 0.5 至 2 重量份。鹼液的添加量與電池用矽奈米粒子的表層氧化矽層厚度相關，當鹼液的添加量小於 0.1 重量份時，對矽奈米粒子的氧化作用幾乎可忽略不計。當鹼液的添加量大於 5 重量份時，形成的氧化矽層之厚度將增加（更多的矽被氧化）。雖然可有效抑制內核的矽的體積膨脹，但由於氧化矽的克電容量小於矽的克電容量，使得後續形成的矽摻雜電極材料的克電容量明顯降低。當鹼液的添加量為上述範圍內時，矽摻雜電極材料可同時具有高克電容量與優異的克電容量維持率。此時，電池用矽奈米粒子的粒徑與氧化矽層的厚度比可例如是 3:1 至 40:1。

【0035】 本發明的電池用矽奈米粒子可與電極活性材料混摻，以形成矽摻雜電極材料。具體來說，矽摻雜電極材料的製造方法可包括以下步驟：提供本發明的電池用矽奈米粒子。接著，混合電池用矽奈米粒子與活性材料。而後，進行噴霧造粒與鍛燒，以獲得矽摻雜電極材料。在一些實施例中，活性材料可例如是碳材、金屬元素或金屬化合物。其中，碳材可例如是石墨或其他碳源，金屬元素可例如是錫、鎳、鈦、錳、銅或鎂，金屬化合物可例如是碳化鈦或鈦酸鹽，但本發明不限於此。

【0036】 矽摻雜電極材料可作為電池的負極使用。鍛燒步驟為先通入惰性氣體後進行，其中惰性氣體可例如是氬氣，鍛燒的溫度可例如是 700 到 900 度。在本發明中，透過鍛燒步驟，可有效將分散劑/有機物質裂解移除，以避免其影響電極材料的電性。在一些實施例中，以矽摻雜電極材料的總重量計，電池用矽奈米粒子的含量為 1 至 40 重量%。當電池用矽奈米粒子的含量小於 1 重量%時，由於含量過少，相當於未摻雜矽，使得電極材料的克電容量的提升效果不佳。當電池用矽奈米粒子的含量大於 40 重量%時，可能導致電池的穩定性下降。

【0037】 以下，藉由實施例來詳細說明上述本發明的電池用矽奈米粒子。然而，下述實施例並非用以限制本發明。

實施例

【0038】 為了證明本發明所提出的電池用矽奈米粒子可有效維持電極的克電容量，以下特別作此實施例。

實施例 1、矽奈米粒子的粒徑與分散劑含量、研磨時間的關係

【0039】 [電池用矽奈米粒子的製備]

【0040】 將分散劑（聚乙二醇與聚乙烯吡咯烷酮）溶於水，以形成分散液。接著，將分散液與研磨介質一起入料至研磨機，再加入矽原料進行研磨以形成矽奈米粒子。而後，將研磨後的矽分散液卸料取出，添加微量鹼液（氫氧化鋰）混合反應，以製得實例 1-5 的電池用矽奈米粒子。其中，矽原料、分散劑、研磨介質和鹼液的添加量以及研磨時間如表 1 所示。

【0041】 [平均粒徑的測量與結果]

【0042】 使用粒徑分析儀測量實例 1-5 的電池用矽奈米粒子的平均粒徑 (D_{50})，結果如表 1 所示。

【0043】 表 1

	矽原料 (重量份)	分散劑 (重量份)	研磨介質 (重量份)	研磨時間 (時)	鹼液 (重量份)	平均粒徑(D_{50}) (nm)
實例 1	100	10	450	2	0.5	176
實例 2	100	20	450	3	0.5	118
實例 3	100	30	450	4	0.5	84
實例 4	100	40	450	5	0.5	65
實例 5	100	50	450	6	0.5	52

【0044】 由表 1 可知，隨著分散劑的添加量的增加，且研磨時間增長，可使得研磨出的矽奈米粒子的平均粒徑逐漸縮小。

實施例 2、矽摻雜碳電極材料的元素分析

【0045】 [矽摻雜碳電極材料的製備]

【0046】 將實例 1 的電池用矽奈米粒子（於分散液中）與石墨混摻後，進行噴霧造粒。接著，通入惰性氣體（氬氣）並進行鍛燒，獲得實例 6 的矽摻雜碳電極材料。

【0047】 [TEM-EDS 分析與結果]

【0048】 將實例 6 的矽摻雜碳電極材料進行切片後，透過透射電子顯微鏡-能量色散 X 射線光譜（TEM-EDS）以進行結構元素分析，結果如圖 2A 與圖 2B 所示。

【0049】 圖 2A 為電子影像圖，圖 2B 為圖 2A 中所圈選部位的元素組成分析結果。請同時參照圖 2A 與圖 2B，矽的含量相對於氧的含量而言偏高，且在高解析影像下可看到矽晶格影像，進而可推

知矽僅有部分氧化，且碳與矽為交互堆疊之複合結構。

實施例 3、矽摻雜碳負極半電池的容量維持率

【0050】 [半電池組裝]

【0051】 將含有不同氧化程度的電池用矽奈米粒子的矽摻雜碳負極材料與導電劑、黏著劑、溶劑進行混漿，塗佈於集流體後，進行乾燥、輾壓、裁切成比較例、實例 7 以及實例 8 的矽摻雜碳電極（負極極片），接著與鋰金屬、隔離膜、電解液進行半電池組裝。在實例 7 與實例 8 中，電池用矽奈米粒子的摻雜量為矽摻雜碳負極材料的 20 重量%。

【0052】 [克電容量分析與結果]

【0053】 活化測試

【0054】 以 0.1 C 的恆電流充放電速率對矽摻雜碳負極半電池進行 3 次充放電循環，由首圈數據可得首次放電克電容量、首次充電克電容量以及首次庫倫效率。結果如表 2 所示。

【0055】 循環壽命測試

【0056】 以 0.5C 的恆電流充放電速率對矽碳負極半電池進行 200 次充放電循環，並計算容量維持率。結果如表 2 所示。

【0057】 表 2

	矽奈米粒子 (重量份)	鹼液添加 量 (重量份)	首放克電 容量 (mAh/g)	首充電電 容量 (mAh/g)	首次庫倫 效率 (%)	200 cycle 維持率 (%)
比較例	100	0	1140	958	84	78
實例 7	100	5	882	675	77	96
實例 8	100	15	653	489	75	98

【0058】 由表 2 可知，當矽表層不具有氧化矽薄膜時（比較例），

其形成的矽摻雜碳電極之首放/充克電容量，高於矽表層有氧化矽薄膜的實例 7、8 的矽摻雜碳電極。這是由於氧化矽的克電容量低於矽的克電容量，因此在摻雜碳以形成電極後，整體克電容量將會較低。此外，由表 2 可知，在經 200 次充放電循環後，實例 7、8 的矽摻雜碳電極（矽表層有氧化矽薄膜）的容量維持率，高於比較例的矽摻雜碳電極（矽表層沒有氧化矽薄膜）的容量維持率，且其容量維持率與當矽表層的氧化矽薄膜厚度相關，顯示矽表層的氧化矽薄膜可有效抑制內核矽的體積膨脹。

【0059】 綜上所述，在本發明的電池用矽奈米粒子的製造方法中，透過分散劑的添加，可使矽奈米粒子不易聚結團聚，避免過黏而影響研磨，進而促使矽原料的微小化；透過鹼液的添加，可使電池用矽奈米粒子的表面具有氧化矽薄膜，可抑制電池用矽奈米粒子的體積膨脹現象。透過本發明電池用矽奈米粒子所製備而成的矽摻雜電極材料，在多次充放電循環下，可有效提升其克電容量維持率。

【0060】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0061】

S102、S104、S106、S108、S110:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種電池用矽奈米粒子的製造方法，包括：

混合分散劑與溶劑，以形成分散液；

加入所述分散液、研磨介質以及矽原料於研磨機中；

進行研磨製程，以形成平均粒徑小於 200 奈米的矽奈米粒子；

取出含有所述矽奈米粒子的矽分散液；以及

加入鹼液於所述矽分散液中，以形成電池用矽奈米粒子，其中所述電池用矽奈米粒子的表層為氧化矽層，

其中所述分散劑選自聚乙二醇、聚乙烯吡咯烷酮、三乙基己基磷酸、十二烷基硫酸鈉、聚丙烯醯胺以及脂肪酸聚乙二醇酯中的至少一者，所述溶劑為水、醇類溶劑或酮類溶劑，所述研磨介質的形狀為球形，以及所述鹼液為氫氧化鋰溶液、氫氧化鈉溶液或氫氧化鉀溶液，

其中以所述矽原料的添加量為 100 重量份計，加入所述研磨機中的所述分散劑的添加量為 10 至 50 重量份，且所述研磨介質的添加量為 100 至 500 重量份。

【請求項2】 如請求項1所述的製造方法，其中所述矽原料為回收再生的矽材。

【請求項3】 如請求項1所述的製造方法，其中所述研磨介質具有 100至500奈米的平均粒徑。

【請求項4】 如請求項1所述的製造方法，其中以所述矽奈米粒子的添加量為100重量份計，所述鹼液的添加量為0.1至5重量份。

【請求項5】 如請求項1所述的製造方法，其中所述研磨製程為濕式球磨法，研磨時間為2至6小時。

【請求項6】 如請求項1所述的製造方法，其中所述電池用矽奈米粒子的粒徑與所述氧化矽層的厚度的比為3:1至40:1。

【請求項7】 如請求項1所述的製造方法，其中所述氧化矽層的厚度為5至30奈米。

【請求項8】 一種矽摻雜電極材料的製造方法，包括：

提供如請求項 1-7 中任一項所述的製造方法所獲得的電池用矽奈米粒子；

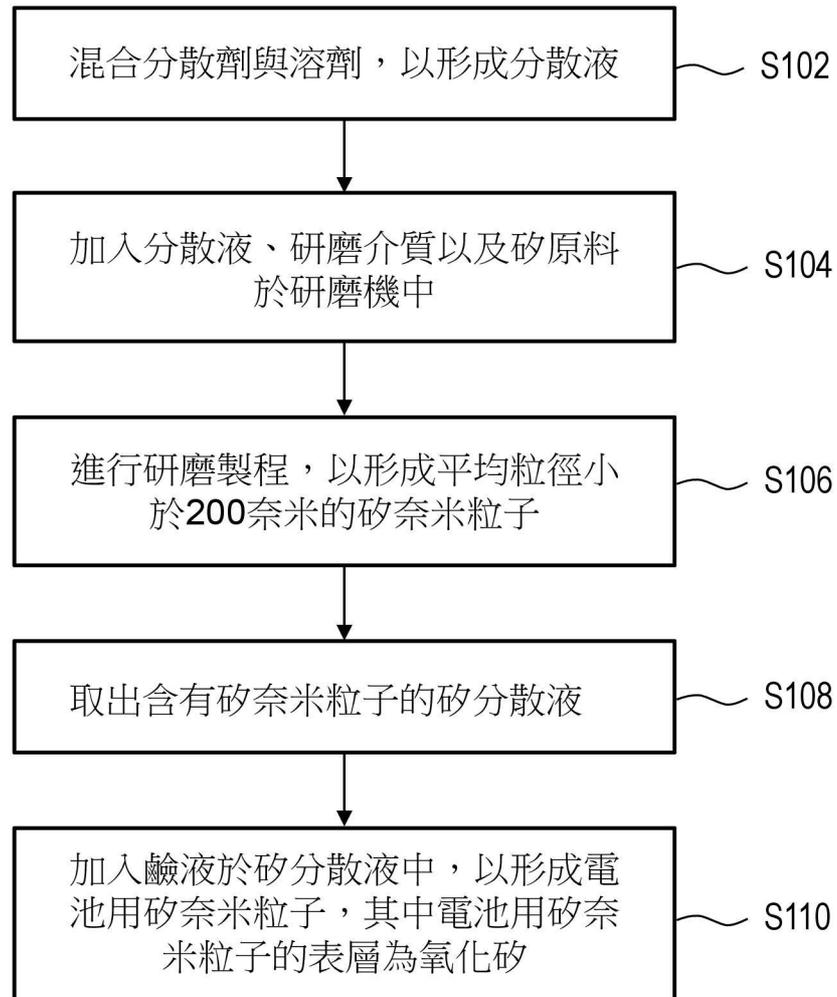
混合所述電池用矽奈米粒子與活性材料；以及

進行噴霧造粒與鍛燒，以獲得所述矽摻雜電極材料，

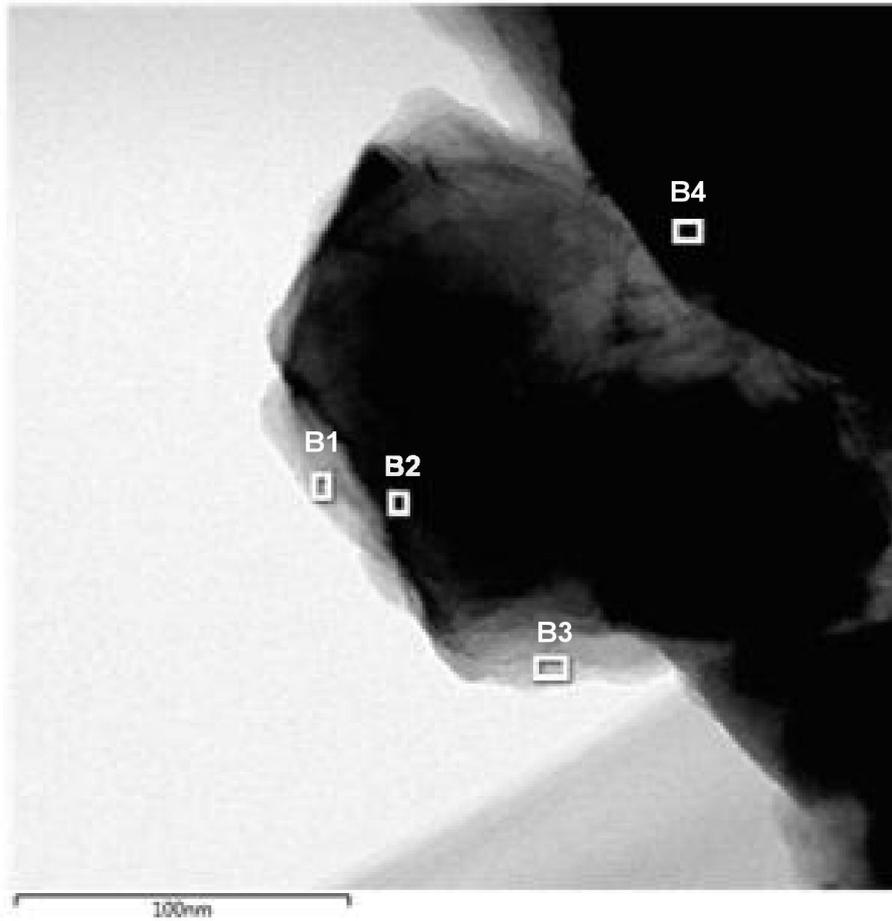
其中所述活性材料為碳材、金屬元素或金屬合金化合物。

【請求項9】 如請求項8所述的製造方法，其中以所述矽摻雜電極材料的總重量計，所述電池用矽奈米粒子的含量為1至40重量%。

【發明圖式】



【圖1】



【圖2A】

	B1	B2	B3	B4
碳(重量%)	31.35	7.43	25.84	98.30
氧(重量%)	7.53	1.65	7.37	0.00
矽(重量%)	61.11	90.92	66.79	1.70
全部(重量%)	100.00	100.00	100.00	100.00

	B1	B2	B3	B4
碳(原子%)	49.66	15.62	43.11	99.27
氧(原子%)	8.95	2.60	9.23	0.00
矽(原子%)	41.39	81.78	47.66	0.73
全部(原子%)	100.00	100.00	100.00	100.00

【圖2B】