



(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 I720805 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：109103095

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 31 日

(51)Int. Cl. : **H01M4/583 (2010.01)****C10B57/04 (2006.01)**

(71)申請人：台灣中油股份有限公司 (中華民國) CPC CORPORATION, TAIWAN (TW)

高雄市楠梓區左楠路 2 號

(72)發明人：陳彥旭 CHEN, YAN-SHI (TW)；張家林 CHANG, CHIA-LIN (TW)；張癸森
CHANG, KUEI-SEN (TW)；呂國旭 LU, GUO-HSU (TW)

(74)代理人：高玉駿；楊祺雄

(56)參考文獻：

CN 110518203A

審查人員：李嘉修

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：3 共 21 頁

(54)名稱

軟碳及其製法

(57)摘要

一種軟碳的製法，包含以下步驟：(a)提供焦碳；及(b)將焦碳進行處理程序，以使焦碳發生碳化而得到軟碳，處理程序包括將焦碳進行預燒碳化處理，及在預燒碳化處理之後的高溫碳化處理及修飾碳化處理中至少一者，預燒碳化處理的鍛燒溫度範圍為 800°C 至 1000°C，高溫碳化處理及修飾碳化處理的鍛燒溫度範圍分別為 1000°C 至 1200°C 並高於預燒碳化處理的鍛燒溫度，且修飾碳化處理是在降低表面積用碳材的存在下進行。本發明另提供一種由上述製法所製得的軟碳。

指定代表圖：

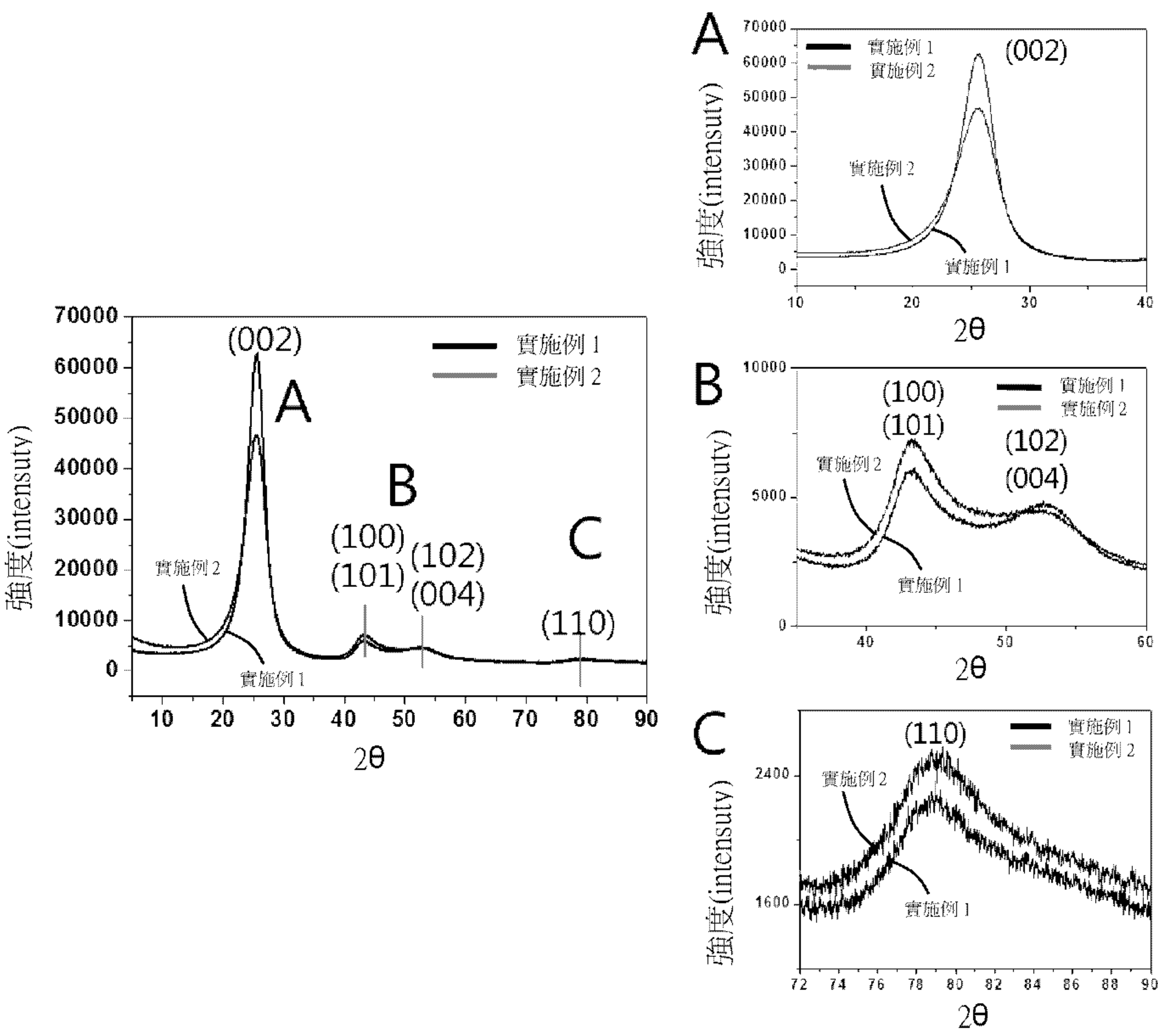


圖 3



I720805

【發明摘要】

【中文發明名稱】 軟碳及其製法

【中文】

一種軟碳的製法，包含以下步驟：(a)提供焦碳；及(b)將焦碳進行處理程序，以使焦碳發生碳化而得到軟碳，處理程序包括將焦碳進行預燒碳化處理，及在預燒碳化處理之後的高溫碳化處理及修飾碳化處理中至少一者，預燒碳化處理的鍛燒溫度範圍為 800°C 至 1000°C ，高溫碳化處理及修飾碳化處理的鍛燒溫度範圍分別為 1000°C 至 1200°C 並高於預燒碳化處理的鍛燒溫度，且修飾碳化處理是在降低表面積用碳材的存在下進行。本發明另提供一種由上述製法所製得的軟碳。

【指定代表圖】：圖(3)。

【代表圖之符號簡單說明】

無。

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 軟碳及其製法

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種非晶型碳材及其製法，特別是指一種軟碳及其製法。

【先前技術】

【0002】 碳材料可作為鋰離子電池的負極材料，碳材料的特性是影響鋰離子電池性能的關鍵因素之一。

【0003】 例如專利文獻TW 201807874A揭示一種用來形成非晶型碳材的前驅組成物，該前驅組成物包含以該前驅組成物的總量為100wt%計，該碳元素含量範圍為84wt%至92.1wt%、該氫元素含量範圍為6wt%至10.3wt%、該氮元素含量範圍為0.59wt%至2wt%，及該硫元素含量範圍為0wt%至6wt%；該前驅組成物的重量平均分子量範圍為149至900，且分子量分佈指數範圍為1.33至6.87；以該前驅組成物的總量為100wt%計，該前驅組成物的灰分含量範圍為0wt%至0.0478wt%；以該前驅組成物的總量為100wt%計，芳香烴含量範圍為15wt%至82wt%、飽和烷烴含量範圍為12wt%至51wt%，且環烷烴含量範圍為6wt%至34wt%。並透

第1頁，共15頁(發明說明書)

過將該前驅組成物依序進行結焦程序、碳化程序、研磨程序及粒徑分級程序，形成非晶型碳材，其中，該結焦程序的加熱溫度範圍為 400°C 至 600°C 且操作時間範圍為1小時至16小時，該碳化程序的操作溫度範圍為 1000°C 至 1200°C 且操作時間範圍為4小時以上。該專利文獻透過該前驅組成物及由該前驅組成物所形成的非晶型碳材，而能降低電池的不可逆電容百分比。

【發明內容】

【0004】因此，本發明的第一目的，即在提供一種軟碳的製法，其所製得的軟碳能夠更提升電池的性能。

【0005】於是，本發明軟碳的製法，包含以下步驟：

(a) 提供一焦碳；及

(b) 將該焦碳進行一處理程序，以使該焦碳發生碳化而得到軟碳，其中，該處理程序包括將該焦碳進行一預燒碳化處理，及在該預燒碳化處理之後的一高溫碳化處理及一修飾碳化處理中至少一者，該預燒碳化處理的鍛燒溫度範圍為 800°C 至 1000°C ，該高溫碳化處理及該修飾碳化處理的鍛燒溫度範圍分別為 1000°C 至 1200°C 並高於該預燒碳化處理的鍛燒溫度，且該修飾碳化處理是在一降低表面積用碳材的存在下進行。

【0006】因此，本發明的第二目的，即在提供一種能夠更提升電池性能的軟碳。

【0007】於是，本發明軟碳，是由上述的軟碳的製法所製得。

【0008】本發明的功效在於：該軟碳的製法透過包括該預燒碳化處理、高溫碳化處理及修飾碳化處理的該處理程序，使所製得的該軟碳後續應用至一電池作為負極時，能降低該電池的不可逆電容量百分比，且提升該電池的快充能力及循環壽命。

【圖式簡單說明】

【0009】本發明的其他的特徵及功效，將於參照圖式的實施方式中清楚地呈現，其中：

圖 1 是實施例 1 的焦碳的偏光顯微鏡照片；

圖 2 是實施例 2 的焦碳的偏光顯微鏡照片；及

圖 3 是實施例 1 及 2 的軟碳的 XRD 圖譜。

【實施方式】

【0010】以下將就本發明內容進行詳細說明。

【0011】本發明軟碳的製法，包含以下步驟：(a)提供一焦碳(coke)；及(b)將該焦碳進行一處理程序，以使該焦碳發生碳化而得到軟碳(soft carbon)。

【0012】在該步驟(a)，該焦碳的性質沒有特別限制，例如但不限於該焦碳具有尺寸範圍為 $1\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的中間相微域(mesophase domain)。

【0013】在本發明的一種實施例中，該焦碳具有尺寸範圍為 $50\mu\text{m}$

至 $200\mu\text{m}$ 的中間相微域，所製得的該軟碳後續應用至一電池作為負極時，能使該電池具有更佳의快充能力及更低의不可逆電容量百分比。其中，上述具有尺寸範圍為 $50\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的中間相微域的該焦碳，例如但不限於利用包括如下步驟的製法所製得：將一重質油輸送到一反應罐中後，以升溫速率範圍為 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 至 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，反應溫度範圍為 400°C 至 600°C ，壓力範圍為 0.2Mpa 至 4Mpa ，及反應時間範圍為1小時至16小時的條件，使該重質油發生裂解及縮聚而生成焦碳。

【0014】在本發明的另一種實施例中，該焦碳具有尺寸範圍為 $1\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 的中間相微域，所製得的該軟碳後續應用至一電池作為負極時，能使該電池具有更佳의循環壽命。其中，上述具有尺寸範圍為 $1\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 的中間相微域的該焦碳，例如但不限於利用包括如下步驟的製法所製得：先將重質油輸送到一加熱爐中，以加熱溫度範圍為 480°C 至 520°C ，壓力範圍為 0.18Mpa 至 0.22Mpa ，及加熱時間範圍為0.01小時至0.02小時的條件加熱該重質油，並同時將水輸送到該加熱爐中加熱以產生水蒸氣(該水的用量為該重質油總量的 $0.8\text{wt}\%$ 至 $1.2\text{wt}\%$)，再透過一輸送管且在該水蒸氣的存在下，以例如但不限於 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ 至 $0.03\text{m}^3/\text{s}$ 的高流速將經加熱的該重質油輸送到一結焦塔中，之後，以反應溫度範圍為 470°C 至 520°C ，壓力範圍為 0.18Mpa 至 0.22Mpa ，及反應時間範圍為16

小時至24小時的條件，使經加熱的該重質油發生裂解及縮聚而生成焦碳。值得一提的是，在上述製法中，透過該水蒸氣流動所造成的流動應力，及使經加熱的該重質油高速流動所造成的流動應力中至少一者，讓經加熱的該重質油在流動應力的存在下進行裂解及縮聚，所形成的焦碳的中間相被流動應力切割，以致使焦碳具有尺寸較小($1\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$)的中間相微域，且該中間相微域呈現流線型結構(flow structure)。

【0015】在該步驟(b)，該處理程序包括將該焦碳進行一預燒碳化處理，及在該預燒碳化處理之後的一高溫碳化處理及一修飾碳化處理中至少一者。

【0016】在本發明的一些實施態樣中，該處理程序還包括在該預燒碳化處理之後，將經預燒碳化處理的焦碳進行一研磨及篩分處理。

【0017】更具體地說，在本發明的一些實施態樣中，在該預燒碳化處理之後，依序進行該研磨及篩分處理、該高溫碳化處理，及該修飾碳化處理。

【0018】該預燒碳化處理的作用包括使該焦碳先初步進行縮聚反應、脫氫反應及裂解反應中至少一者，致使該焦碳的碳開始趨向 sp^2 混成軌域(sp^2 hybridization)。該預燒碳化處理的鍛燒溫度範圍為 800°C 至 1000°C ，且鍛燒時間範圍為4小時至16小時。

【0019】該研磨及篩分處理的作用包括使所製得的該軟碳具有均一的粒徑及形狀。具體地說，該研磨及篩分處理是將經預燒碳化處理的該焦炭進行研磨後，再依據不同粒徑進行分類。

【0020】該高溫碳燒處理的作用包括使經預燒碳化處理的該焦炭更進一步進行縮聚反應、脫氫反應及裂解反應中至少一者，致使經預燒碳化處理的該焦炭的碳重新排列而為 sp^2 混成軌域。該高溫碳化處理的鍛燒溫度範圍為 1000°C 至 1200°C 且高於該預燒碳化處理的鍛燒溫度，以及鍛燒時間範圍為4小時至20小時。

【0021】該修飾碳化處理是在一降低比表面積用碳材的存在下進行，且該修飾碳化處理的鍛燒溫度範圍為 1000°C 至 1200°C 並高於預燒碳化處理的鍛燒溫度，及鍛燒時間範圍為4小時至20小時。由於該研磨及篩分處理會造成經預燒碳化處理的該焦炭的表面產生破損及微小孔洞，而使所製得的軟碳的比表面積提高，後續應用至電池時以該軟碳所製成的負極容易被電解液浸潤而損及電池的性能，因此該修飾碳化處理透過使用該降低比表面積用碳材包覆修補該研磨及篩分處理所造成的破損及微小孔洞，進而使所製得的軟碳具有較低的比表面積。該降低比表面積用碳材是選自於瀝青、聚合物或上述的任意組合，其中，該瀝青例如但不限於同相瀝青(isotropic pitch)等，該聚合物例如但不限於聚乙烯醇[poly(vinyl alcohol)，簡稱PVA]、聚烯丙胺

[poly(allylamine)，簡稱PAA]等。在本發明的一些實施例中，該降低比表面積用碳材是選自於瀝青，且瀝青的軟化點溫度範圍為 100°C 以上時，該瀝青具有較高的溫度穩定性以致在鍛燒過程中產生的煙氣較少。

【0022】本發明軟碳，是由如上所述的軟碳的製法所製得。

【0023】在本發明的一種實施例中，所使用的該焦碳具有尺寸範圍為 $50\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的中間相微域，使所製得的軟碳的晶粒粒徑範圍為 2 nm 至 5 nm 。

【0024】在本發明的另一種實施例，所使用的該焦碳具有尺寸範圍為 $1\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 的中間相微域，使所製得的軟碳的晶粒粒徑範圍為 1 nm 至小於 1.5 nm 。

【0025】本發明將就以下實施例來作進一步說明，但應瞭解的是，該實施例僅為例示說明之用，而不應被解釋為本發明實施之限制。

【0026】[實施例1]

【0027】〈軟碳〉

【0028】依據包括以下步驟的製備方法製作實施例1的軟碳：

(a) 將一重質油輸送到一反應罐中後，以升溫速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 將該重質油的溫度從室溫升到 500°C ，並在壓力為 1 Mpa 的環境持溫4小時，使該重質油進行裂解及縮聚而生成焦碳，然後，使

該反應罐在空氣中冷卻至室溫後，從該反應罐中取出焦碳。利用偏光顯微鏡(polarizing microscope，廠牌：Nikon，型號：Eclipse LV100POL)觀察該焦碳，得知該焦碳的中間相微域的尺寸在 $50\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ (參閱圖1，黑色的區域為同相，非黑色的區域為中間相)。

(b)將該焦碳先進行一預燒碳化處理，接著，將經該預燒碳化處理的該焦碳研磨後，利用一旋風分級機進行篩分，選取平均粒徑 D_{50} 為 $12\mu\text{m}$ 至 $15\mu\text{m}$ 的經該預燒碳化處理的該焦碳，再將其依序進行一高溫碳化處理及一修飾碳化處理，製得軟碳。其中，該預燒碳化處理的升溫速率為 $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，鍛燒溫度為 850°C 且持溫時間為4小時；該高溫碳化處理的升溫速率為 $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，鍛燒溫度為 1100°C 且持溫時間為4小時；該修飾碳化處理的升溫速率為 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，鍛燒溫度為 1100°C 且持溫時間為5小時，且是在軟化點溫度為 250°C 的瀝青存在下進行。

【0029】 〈負極〉

【0030】 依據包括以下步驟的製備方法製作實施例1的負極：

利用一解碎機將該軟碳解碎後，再利用一篩網(網目大小為 $38\mu\text{m}$)過篩，得到軟碳負極材料。將9.1克的該軟碳負極材料、0.5克的聚偏二氟乙烯(吳羽化學工業社製，商品名為KF9200)、0.4克的導電碳黑(購自Timcal且商品名為Super P)，及12克至

15克的NMP均勻混合，形成一混合液。將該混合液塗佈於厚度為 $14\mu\text{m}$ 的銅箔上，並於 85°C 進行0.5小時的乾燥處理以移除NMP及水份，而形成一負極，其中，該負極包括銅箔及一形成在該銅箔上且厚度為 $20\mu\text{m}$ 至 $22\mu\text{m}$ 的導電膜，且該導電膜包含91wt%的該軟碳負極材料、5wt%的聚偏二氟乙烯，以及4wt%的導電碳黑。

【0031】〈CR2032鈕扣型半電池〉

【0032】 依據包括以下步驟的製備方法製作實施例1的CR2032鈕扣型半電池：

將一上述負極、一作為正極的鋰金屬薄片、一電解液，及一隔離膜(廠商：Celgard，材質：聚丙烯及聚乙烯)組裝成CR2032鈕扣型半電池，其中，該電解液包含99wt%的1M LiPF_6 溶液及1wt%的碳酸亞乙烯酯。該 LiPF_6 溶液包含 LiPF_6 、EC、EMC及DMC，且EC：EMC：DMC的體積比為1：1：1。

【0033】〈18650全電池〉

【0034】 依據包括以下步驟的製備方法製作實施例1的18650全電池：

利用一捲繞機，將一上述負極、一正極、一電解液，及一隔離膜(廠牌：Celgard，材質：聚丙烯及聚乙烯)組裝成18650全電池。其中，該正極包含一作為導電載體的鋁箔，及一形成在該

鋁箔的表面的導電膜，該導電膜包括91wt%的正極組分[具有錳酸鋰(LiMn_2O_4)及鎳鈷錳酸鋰($\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$)，且該錳酸鋰與該鎳鈷錳酸鋰的重量比例為30：70]、5wt%的黏著劑(種類為聚偏二氟乙烯)、4wt%的助導劑(種類為導電碳黑，廠商：Timcal，商品名：Super P)。該電解液包含99wt%的1M LiPF_6 溶液及1wt%的碳酸亞乙烯酯。該 LiPF_6 溶液包含 LiPF_6 、EC、EMC及DMC，且EC：EMC：DMC的體積比為1：1：1。

【0035】 [實施例2]

【0036】 實施例2使用與實施例1相似的製備方法製作軟碳、負極、CR2032鈕扣型半電池及18650全電池，實施例2與實施例1的差別在於，在實施例2的步驟(a)中是利用以下製備方法製作焦碳：

(a) 將重質油輸送到一加熱爐中，以壓力為0.3Mpa、加熱溫度 500°C 及加熱時間為0.02小時的條件加熱該重質油，且同時將水輸送到該加熱爐中加熱以產生水蒸氣(該水的用量為重質油總量的0.8wt%至1.2wt%)，再透過一輸送管且在該水蒸氣的存在下，以 $0.03\text{m}^3/\text{s}$ 的流速將經加熱的該重質油輸送到一結焦塔中，之後，以反應溫度為 490°C 、壓力為0.2 Mpa及反應時間為24小時的條件，使經加熱的該重質油在該結焦塔中發生裂解及縮聚而生成焦碳，然後，使該結焦塔在空氣中冷卻至室溫後，從該結焦塔中取出焦碳。利用偏光顯微鏡(polarizing microscope，

廠牌：Nikon，型號：Eclipse LV100POL)觀察該焦碳，得知該焦碳的中間相微域的尺寸在 $1\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ (參閱圖2，黑色的區域為同相，非黑色的區域為中間相)。

【0037】 [比較例1]

【0038】 比較例1使用與實施例1相似的製備方法製作軟碳、負極、CR2032鈕扣型半電池及18650全電池，比較例1與實施例1的差別在於，在比較例1的步驟(b)中是利用以下製備方法製作軟碳：

(b)將焦碳進行一高溫碳化處理，形成軟碳，其中，該高溫碳化處理的鍛燒溫度為 1000°C 且持溫時間為4小時。最後，將該軟碳研磨後利用篩網分級，篩選出平均粒徑D50為 $20\mu\text{m}$ 至 $32\mu\text{m}$ 的軟碳。

【0039】 [性質評價]

【0040】 依據以下測試方法評價實施例1、實施例2及比較例1的軟碳、CR2032鈕扣型半電池及18650全電池的性質。

【0041】 1.晶粒粒徑

【0042】 利用X光繞射儀(廠商：Rigaku，型號：Miniflex 300)分析軟碳，得到XRD圖譜(參閱圖3，橫軸單位為 $^{\circ}$ ，縱軸單位為a.u.)，再從XRD圖譜中峰值的角度及半高寬，依據Scherrer equation計算晶粒粒徑(grain size，單位：nm)。

【0043】 2.比表面積

【0044】利用比表面積與孔隙度分析儀(廠商：Micromeritics，型號：TriStar 3000)，量測軟碳的比表面積(單位： m^2/g)。

【0045】3.振實密度

【0046】利用振實密度測量儀(廠商：Quantachrome，型號：Autotap DAT-3)，量測軟碳的振實密度(單位： g/ml)。

【0047】4.第一圈不可逆電容量百分比

【0048】利用充放電機(廠商：Arbin，型號：BT2043)，量測CR2032鈕扣型半電池的第一圈充電電容量，及第一圈放電電容量，測試條件為：溫度 25°C ，充放電率(C-rate) 0.1C，充電截止電壓0V，及放電截止電壓1.8V。並利用以下公式計算第一圈不可逆電容量百分比：

第一圈不可逆電容量百分比 = (第一圈充電電容量 - 第一圈放電電容量) ÷ 第一圈充電電容量 × 100%。

【0049】5.快充能力

【0050】利用充放電機(廠商：Arbin，型號：BT2043)，量測CR2032鈕扣型半電池在 25°C ，測試圈數為1圈，充放電率為0.1C、1C、2C、5C及10C時的電容量保持率(Capacity retention，單位：%)。

【0051】6.快充循環壽命

【0052】利用充放電機(廠商：Arbin，型號：BT2043)，量測

CR2032鈕扣型半電池在25℃，測試圈數為100圈，充放電率分別為2C及5C時的電容量保持率。

【0053】 7.常溫循環壽命

【0054】 利用充放電機(廠商：Maccor，型號：Series 4000)，量測18650全電池在25℃，充放電率為2 C，測試的總圈數2000圈時的電容量保持率。並以電容量保持率為87%作為基準，紀錄當電容量保持率為87%時的圈數。

【0055】 8.高溫循環壽命

【0056】 利用充放電機(廠商：Maccor，型號：Series 4000)，量測18650全電池在45℃，充放電率為2 C，測試的總圈數1000圈時的電容量保持率。並以電容量保持率為82%作為基準，紀錄當電容量保持率為82%時的圈數。

【0057】 表 1

				比較例 1	實施例 1	實施例 2
焦碳的中間相微域		尺寸(μm)		50~200	50~200	1~30
預燒碳化處理		溫度(℃)		無實施	850	850
		時間(小時)		無實施	4	4
高溫碳化處理		溫度(℃)		1000	1100	1100
		時間(小時)		4	4	4
修飾碳化處理		溫度(℃)		無實施	1100	1100
		時間(小時)		無實施	5	5
軟碳	晶粒粒徑(nm)			無量測	2~5	1~<1.5
	比表面積(m ² /g)			3~4	0.9	1.0
	振實密度(g/ml)			0.75	0.82	0.80
半電池	第一圈充電電容量(mAh/g)			357	301	303
	第一圈放電電容量(mAh/g)			265	263	262
	第一圈不可逆電容量(mAh/g)			92	38	41
	第一圈不可逆電容量百分比(%)			25.8	12.6	13.5
	快充能力	25℃，1 圈 電容量保持率(%)	0.1C	100	100	100
			1C	87.0	91.1	88.7
			2C	83.5	86.5	84.9
			5C	73.7	81.1	77.1
			10C	65.8	74.8	69.5
	快充 循環壽命	25℃，100 圈 電容量保持率(%)	2C	73.7	95.3	95.8
			5C	41.5	57.7	93.4
全電池	常溫 循環壽命	25℃，2C 電容量保持率 87%	圈數 (圈)	900	1150	1700
	高溫 循環壽命	45℃，2C 電容量保持率 82%	圈數 (圈)	250	390	700

【0058】 參閱表 1，可知相較於比較例 1，實施例 1 及 2 透過該預燒碳化處理、高溫碳化處理及修飾碳化處理所製得的軟碳，使電池具有較低的第一圈不可逆電容量百分比，及較佳的快充能力、快充循環壽命、常溫循環壽命及高溫循環壽命。

【0059】 還要特別說明的是，實施例 1 透過使用中間相微域尺寸範

圍為 $50\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的該焦碳，使電池具有更佳的快充能力。實施例2透過使用中間相微域尺寸範圍為 $1\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 的該焦碳，使電池具有更佳的快充循環壽命、常溫循環壽命及高溫循環壽命。

【0060】綜上所述，本發明軟碳的製法透過將該焦碳進行包括該預燒碳化處理、高溫碳化處理及修飾碳化處理的該處理程序，使所製得的該軟碳後續應用至一電池作為負極時，能降低該電池的不可逆電容量百分比，且提升該電池的快充能力及循環壽命。且當該焦碳具有尺寸範圍為 $50\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的中間相微域，所製得的該軟碳能使該電池具有更佳的快充能力及更低的不可逆電容量百分比；當該焦碳具有尺寸範圍為 $1\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 的中間相微域，所製得的該軟碳能使該電池具有更佳的循環壽命。故確實能達成本發明的目的

【0061】惟以上所述者，僅為本發明的實施例而已，當不能以此限定本發明實施的範圍，凡是依本發明申請專利範圍及專利說明書內容所作的簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋的範圍內。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種軟碳的製法，包含以下步驟：

(a)提供一焦碳，該焦碳具有尺寸範圍為 $1\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的中間相微域；及

(b)將該焦碳進行一處理程序，使該焦碳發生碳化而得到軟碳，其中，該處理程序包括將該焦碳進行一預燒碳化處理，及在該預燒碳化處理之後的一高溫碳化處理及一修飾碳化處理中至少一者，該預燒碳化處理的鍛燒溫度範圍為 800°C 至 1000°C ，該高溫碳化處理及該修飾碳化處理的鍛燒溫度範圍分別為 1000°C 至 1200°C 並高於該預燒碳化處理的鍛燒溫度，且該修飾碳化處理是在一降低比表面積用碳材的存在下進行。

【請求項2】如請求項1所述的軟碳的製法，其中，在該步驟(a)，該焦碳具有尺寸範圍為 $1\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 的中間相微域。

【請求項3】如請求項1所述的軟碳的製法，其中，在該步驟(a)，該焦碳具有尺寸範圍為 $50\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的中間相微域。

【請求項4】如請求項1所述的軟碳的製法，其中，在該步驟(b)，該處理程序還包括在該預燒碳化處理之後，將經預燒碳化處理的焦碳進行一研磨及篩分處理。

【請求項5】如請求項4所述的軟碳的製法，其中，在該步驟(b)，在該預燒碳化處理之後，依序進行該研磨及篩分處理、該高溫碳化處理，及該修飾碳化處理。

【請求項6】如請求項1所述的軟碳的製法，其中，在該步驟(b)，該降低比表面積用碳材是選自於瀝青、聚合物或上述的任意

組合。

【請求項7】如請求項1所述的軟碳的製法，其中，在該步驟(b)，該預燒碳化處理的鍛燒時間範圍為4小時至16小時。

【請求項8】如請求項1所述的軟碳的製法，其中，在該步驟(b)，該高溫碳化處理的鍛燒時間範圍為4小時至20小時。

【請求項9】如請求項1所述的軟碳的製法，其中，在該步驟(b)，該修飾碳化處理的鍛燒時間範圍為4小時至20小時。

【請求項10】一種軟碳，是由如請求項1至9中任一項所述的軟碳的製法所製得。

【請求項11】如請求項10所述的軟碳，其晶粒的粒徑範圍為2 nm至5 nm。

【請求項12】如請求項10所述的軟碳，其晶粒的粒徑範圍為1 nm至小於1.5 nm。

【發明圖式】

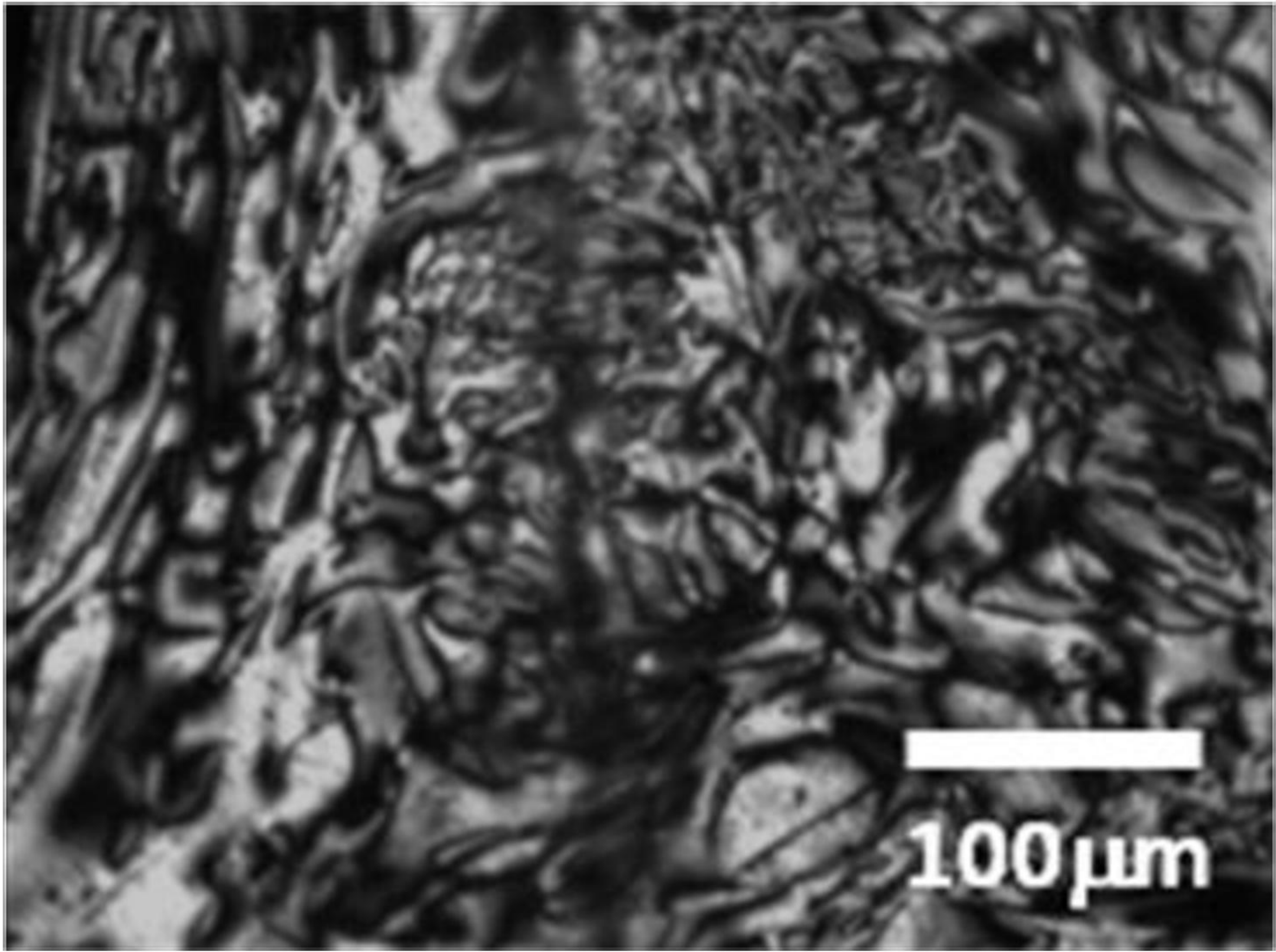


圖 1

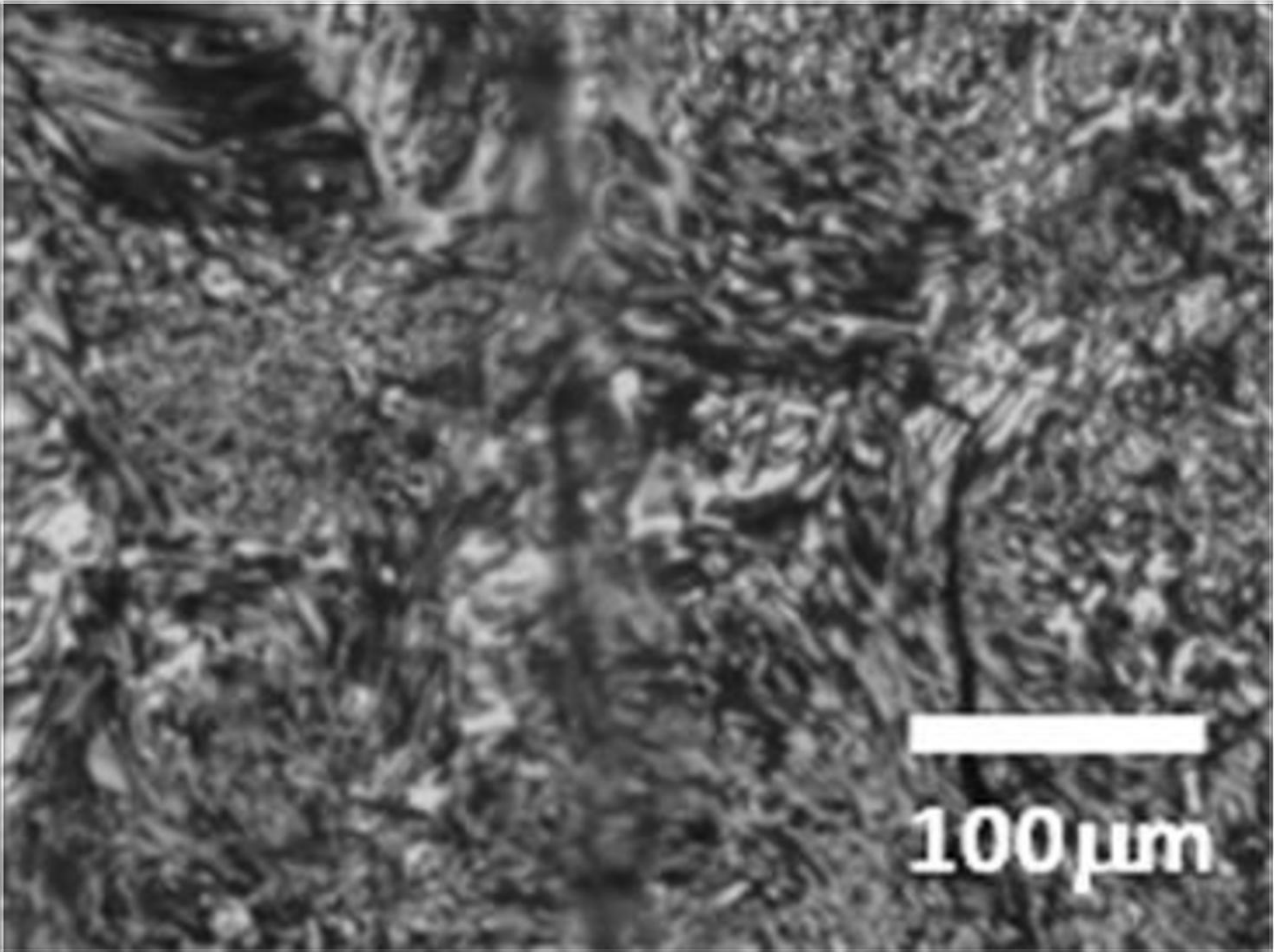


圖 2

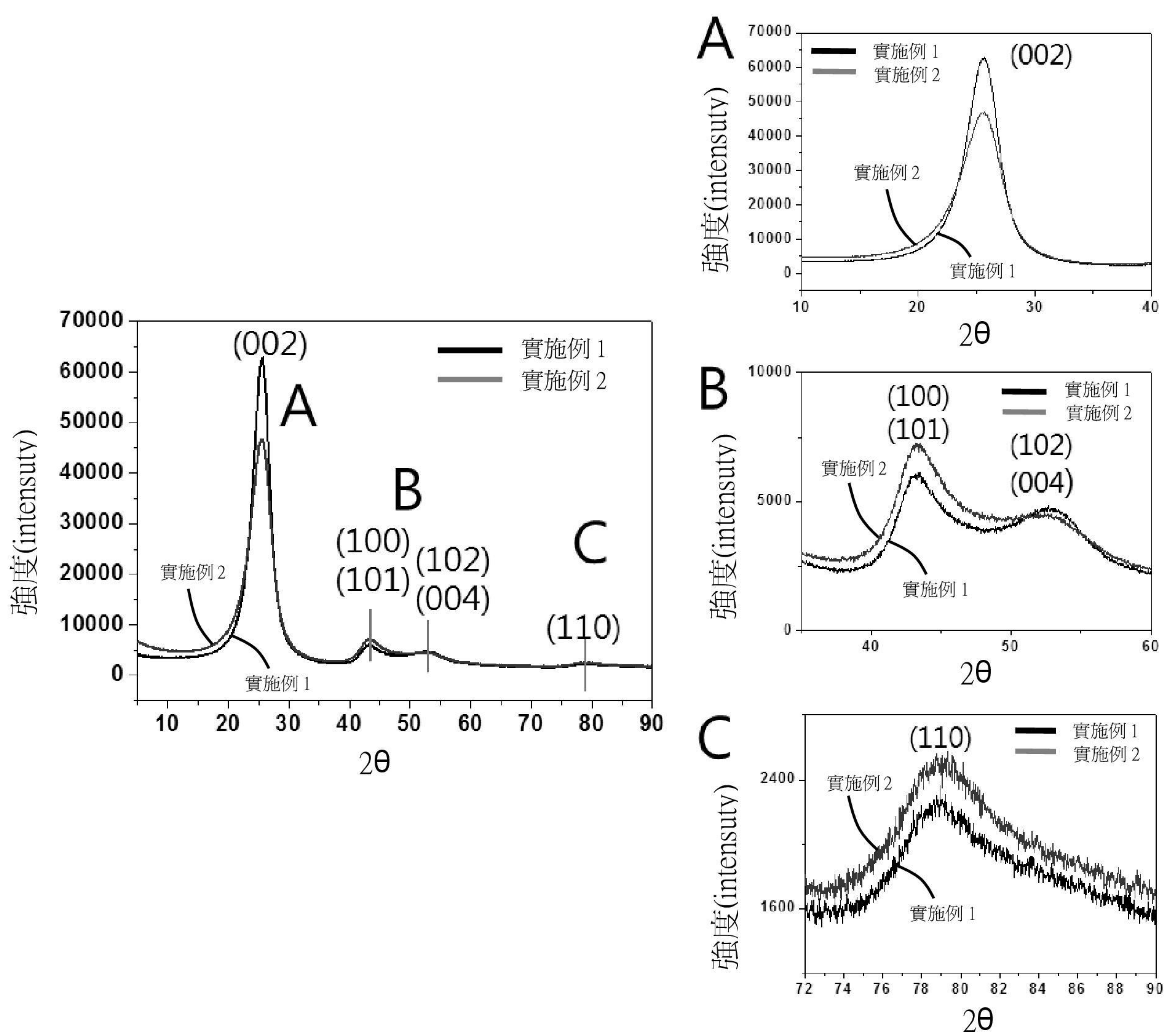


圖 3