【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I940968
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 10 月 01 日
【51】Int. Cl.：　*H01M4/48　(2010.01)*

發明　　全 47 頁

【54】名　稱：高容量電池及其成份

【21】申請案號：113141850　　【22】申請日： 中華民國 107 (2018) 年 04 月 10 日
【11】公開編號：202510385　　【43】公開日期： 中華民國 114 (2025) 年 03 月 01 日
【30】優 先 權：
2017/04/10　美國　62/483,789
2017/05/17　美國　62/507,655
2017/05/17　美國　62/507,658
2017/05/17　美國　62/507,659
2017/05/17　美國　62/507,660
2017/05/17　美國　62/507,662
2018/03/30　美國　62/651,002

【72】發 明 人： 強生　佩吉　L (US) JOHNSON, PAIGE L.
【71】申 請 人： 美商西利有限責任公司　HHELI, LLC
美國
【74】代 理 人： 陳長文；簡秀如；朱淑尹

【56】參考文獻：
TW　200713664A　　CN　102576877A
US　2016/0233487A1

審查人員：謝文瑜

【57】申請專利範圍

1. 一種奈米粒子組合物，其包含：
經表面官能化之固態金屬氧化物之奈米粒子，其中該奈米粒子之直徑係少於一微米，其中該奈米粒子包含氧及金屬，其中該奈米粒子係經拉電子基團表面官能化，且其中該拉電子基團係以下之一或多者：
Cl、Br、SO_4、PO_4、NO_3 或 BO_3。
2. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該直徑係自 1 nm 至 1000 nm。
3. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該奈米粒子包含單分散粒子。
4. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該奈米粒子係呈聚結或獨立粒子之形式。
5. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該金屬係選自鐵、錫、銻、鉍、鈦、鋯、錳、銦，或彼等之組合。
6. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該金屬係選自錫、鈦、鐵或鋯，或彼等之組合。
7. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該奈米粒子符合包含氧及複數個不同金屬的混合金屬氧化物奈米粒子。
8. 如請求項 7 之奈米粒子組合物，其中該複數個不同金屬包括錫及鐵、銻及錫、鋁及錫、鋰及鐵，或鋰及錫。
9. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該奈米粒子包含不為超強酸的經酸化金屬氧化物奈米粒子。

10. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該奈米粒子具有少於 7 之 pH 及大於-12 之哈米特函數(H_0)，該 pH 量測於該奈米粒子之乾燥形式以 5 wt%懸浮於水中時。
11. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該拉電子基團係以下之一或多者：Cl、Br、BO_3、NO_3 或 SO_4。
12. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該奈米粒子具有非晶形特性，或非晶形及結晶之混合特性。
13. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該奈米粒子具有結晶特性，或結晶及非晶形之混合特性。
14. 如請求項 1 之奈米粒子組合物，其中該奈米粒子具有片狀形態、球狀形態、針狀形態或桿狀形態。
15. 一種含奈米粒子混合物或複合物，其包含：
    如請求項 1 之奈米粒子組合物；及
    一或多種添加劑。
16. 如請求項 15 之含奈米粒子混合物或複合物，其中該一或多種添加劑包含非經酸化之金屬氧化物、黏合劑或導電助劑。
17. 一種電池電極，其包含：
    如請求項 15 之含奈米粒子混合物或複合物，其中該一或多種添加劑包含黏合劑或導電碳。
18. 一種電池，其包含：
    如請求項 17 之電池電極；
    相對電極；及
    電解質，其經放置於該電池電極及該相對電極之間。

圖式簡單說明

圖 1 係實例鋰離子電池單元之簡化剖視圖。

圖 2 係電解質實質上由隔板所包含之鋰離子電池單元之另一簡化剖視圖。

圖 3 係包含多個單元之鋰離子電池之示意圖。

圖 4 提供顯示當相對於 Li 循環時，藉由本文所揭示之方法製備之 AMO 錫相對於市售非 AMO 錫之循環伏安圖差異之曲線圖。

圖 5 提供顯示 AMO 氧化錫之總反射率不同於市售非 AMO 氧化錫之曲線圖。

圖 6 提供 X 射線光電子光譜法(XPS)數據，其顯示內源性地自本文所揭示之合成方法產生之表面官能化。所示數值係以百分比表示之原子濃度。最右行列示當以 5 wt%分散於水溶液中時所量測之所合成奈米粒子之相應 pH。

圖 7 提供電子顯微照片影像，其顯示除使用不同基團用於官能化以外在相同條件下合成之 AMO 奈米粒子之間的形態學差異。

圖 8 提供電子顯微照片影像，其顯示除具有兩個不同總反應時間以外在相同條件下合成之 AMO 奈米粒子之形態學差異。

圖 9 提供代表性半單元數據，其顯示在相對於鋰循環時球形與細長(針狀或桿狀) AMO 之間的行為差異。

圖 10 提供使用強(含磷)及弱(乙酸根)拉電子基團二者合成之 AMO 奈米粒子表面之 X 射線光電子光譜法分析，其顯示磷之原子濃度大於與乙酸根基締合之鍵的原子濃度。

圖 11A 提供數據，其顯示不同 AMO 之可見光活性降解數據。

圖 11B 提供數據，其顯示不同 AMO 之紫外光活性降解數據。

圖 12 提供比較兩種 AMO 之數據，一種具有用於一次(一次性使用)電池應用中之較高容量，且另一者具有用於二次(可再充電)電池應用中之較高可循環性。

圖 13 提供充電及放電容量數據及庫侖效率(Columbic efficiency)數據，此圖解說明 AMO 可使電池性能增強，而不會使電池成份劣化或氣體產生。

圖 14 顯示 AMO 在標準、經酸化及經鹼化電解質系統中之容量及循環數據。

圖 15 顯示 AMO 及藉由溶劑洗滌去除酸化之相同 AMO 之容量及循環數據。

圖 16 提供顯示溫度及電壓隨電池單元經受釘穿刺測試(nail penetration test)之時間變化之數據。

圖 17A 提供顯示溫度及電壓隨電池單元經受過度充電測試之時間變化之數據。

圖 17B 提供圖 17A 中所示之約前 1400 秒數據之展開視圖。

圖 18 提供實例電池陰極之示意性圖解。

圖 19 提供顯示單元容量隨在單元之循環期間所獲得之充電-放電循環次數變化之數據。

圖 20 提供顯示單元電壓隨在單元之循環期間所獲得之多次充電-放電循環之時間變化之數據。

圖 21 提供在 103 次充電-放電循環後拆卸之袋型單元成份之照片。

圖 22 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 23 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 24 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 25 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 26 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 27 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 28 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 29 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 30 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 31 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 32 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 33 提供合成材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含所合成材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 34 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 35 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 36 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 37 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 38 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 39 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 40 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 41 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 42 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 43 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 44 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 45 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 46 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 47 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

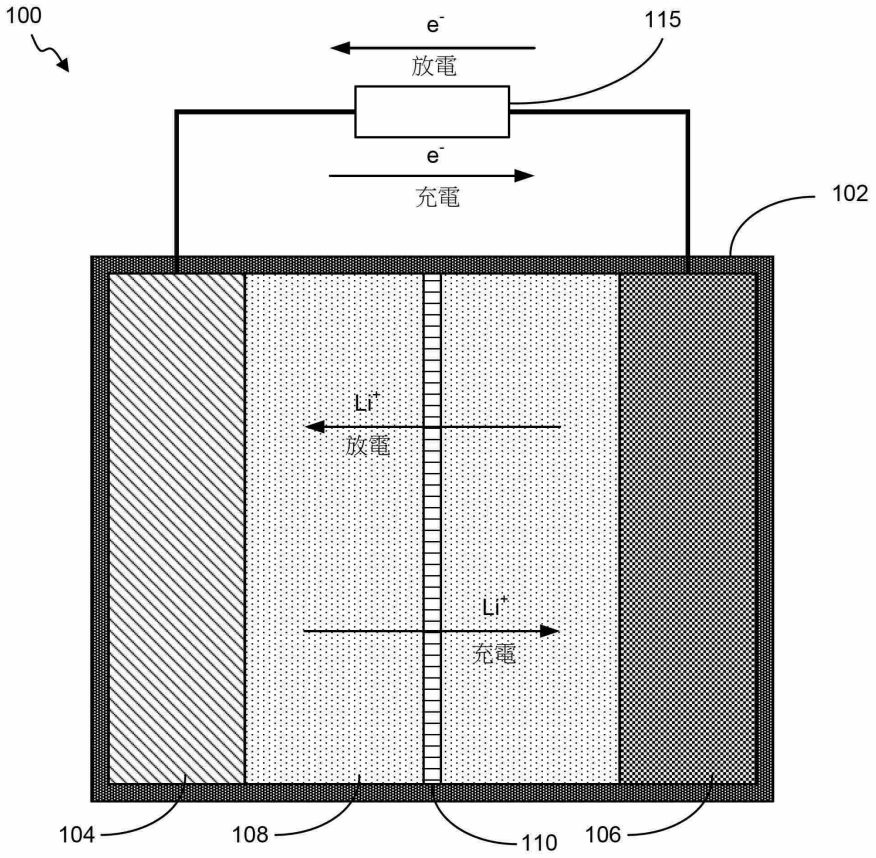
圖 48 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 49 提供包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

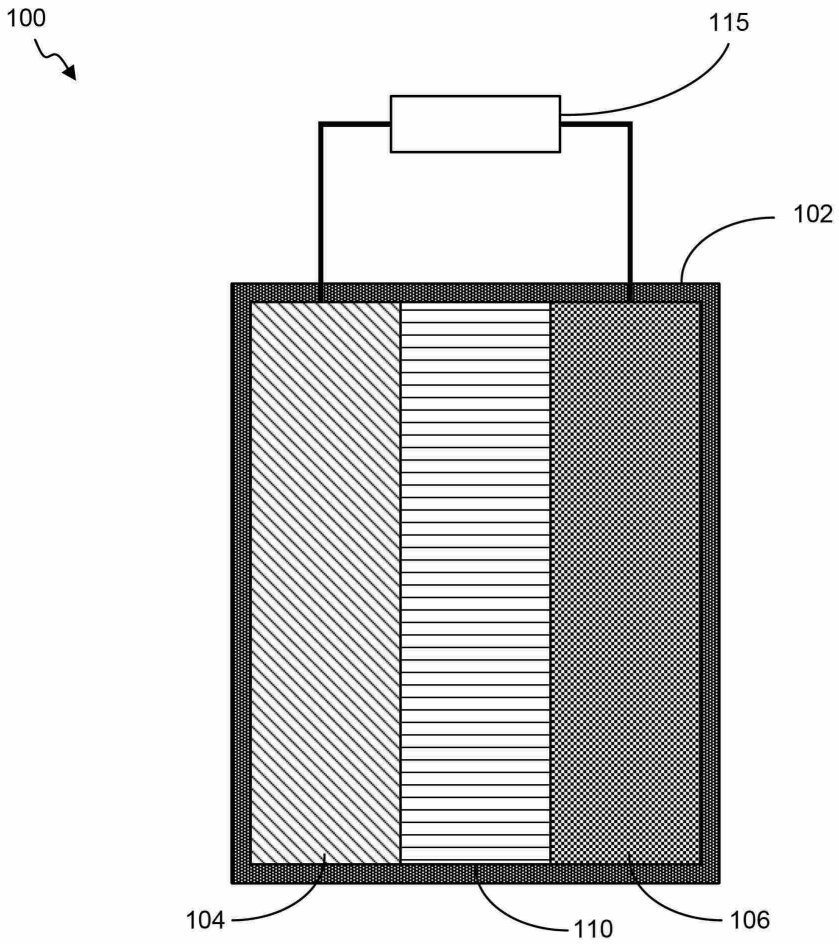
圖 50 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

圖 51 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。

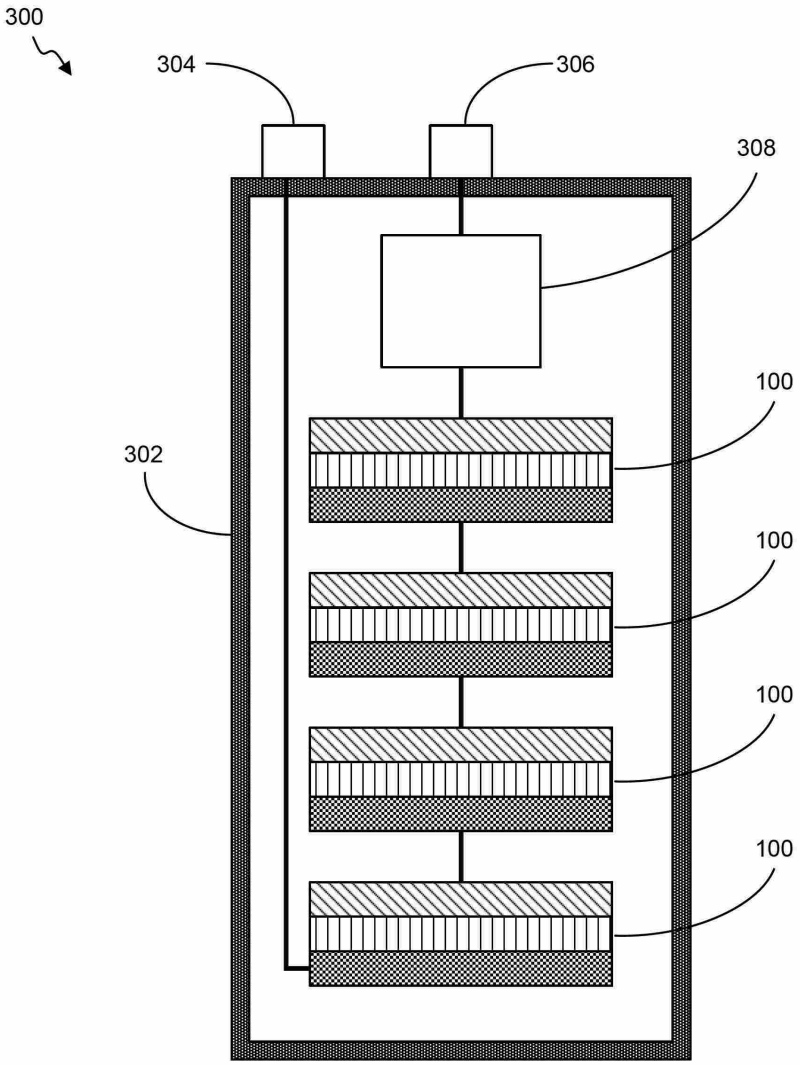
圖 52 提供 AMO 材料之電子顯微照片影像及包括以下之數據：所量測容量對循環次數之曲線圖以及在包括包含 AMO 材料之電極的電池單元之循環期間電壓隨時間變化之曲線圖。



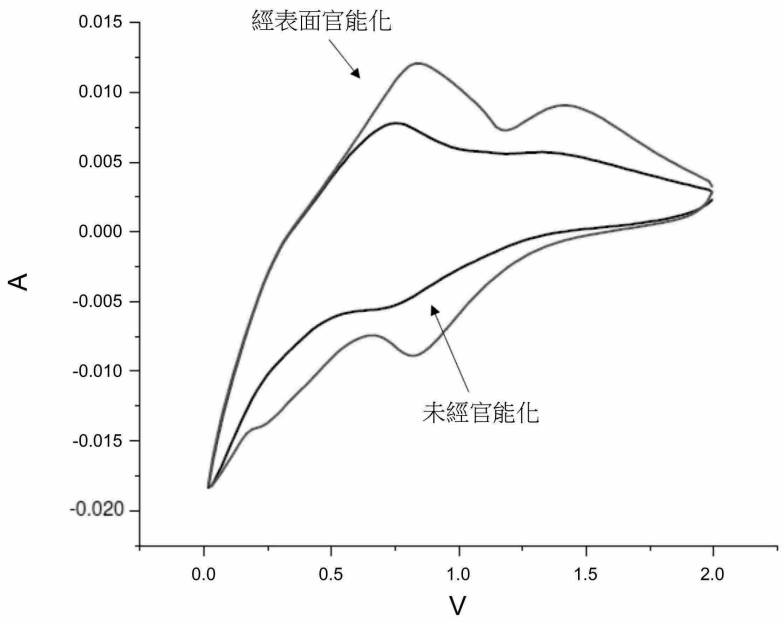
【圖1】



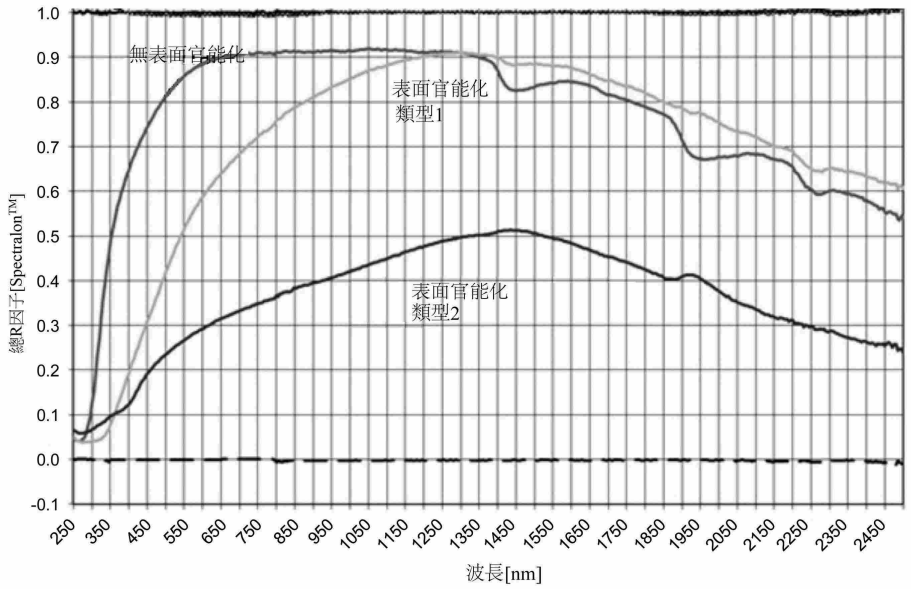
【圖2】



【圖3】


經表面官能化
未經官能化
A
V
0.015
0.010
0.005
0.000
-0.005
-0.010
-0.015
-0.020
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0

【圖4】


無表面官能化
表面官能化
類型1
表面官能化
類型2
總R因子[Spectralon™]
波長[nm]
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.1
250
350
450
550
650
750
850
950
1050
1150
1250
1350
1450
1550
1650
1750
1850
1950
2050
2150
2250
2350
2450

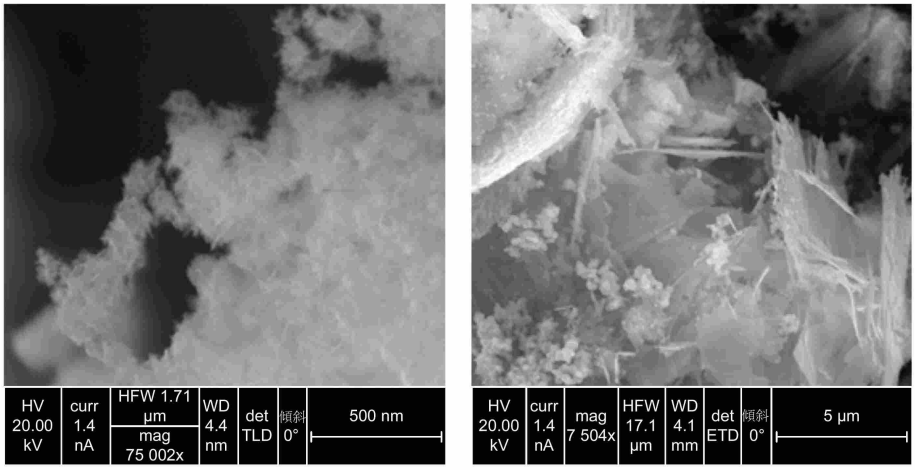
【圖5】

用於合成之試劑	O	S	Cl	金屬	pH
金屬氯化物及HCl	58.6	-	2.3	27.9	2.0
金屬硫酸鹽及H_2SO_4	58.3	2.0	-	26.2	1.2

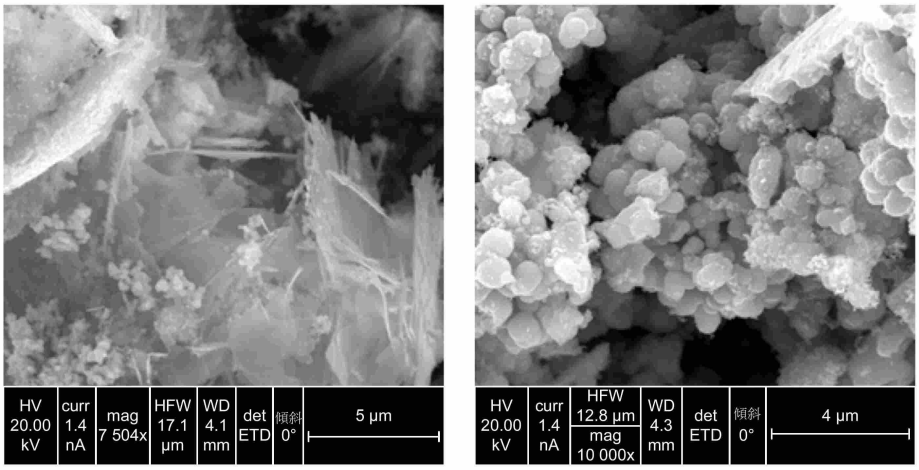
【圖6】

用於合成之試劑	O	P	O-C=O	金屬
金屬乙酸鹽及磷酸	59.6	3.0	0.4	27.3

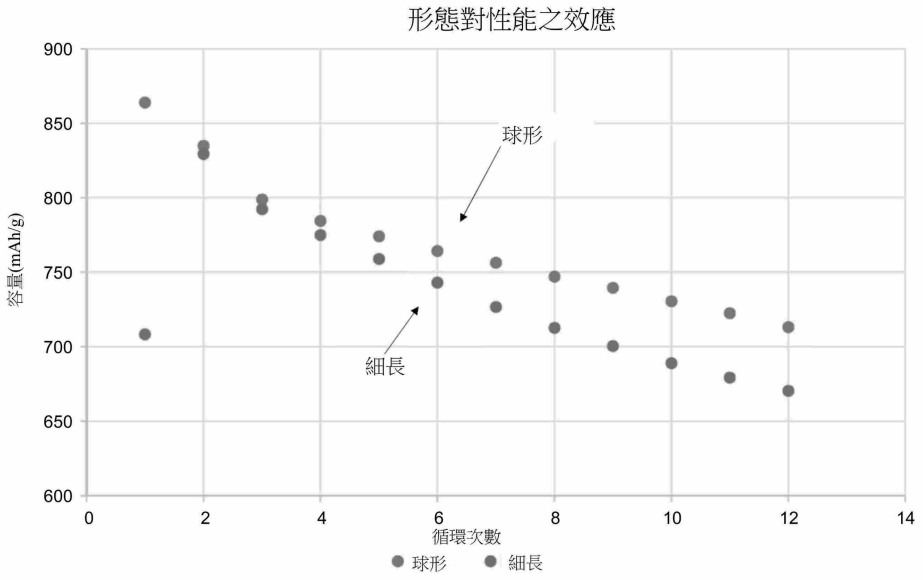
【圖10】



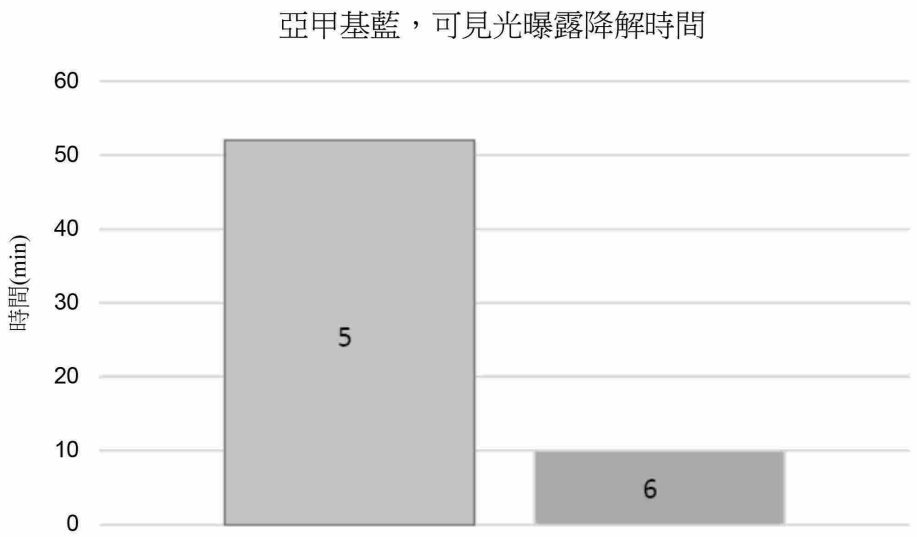
【圖7】


HV 20.00 kV
curr 1.4 nA
mag 7 504x
HFW 17.1 μm
WD 4.1 mm
det ETD
傾斜 0°
5 μm
HV 20.00 kV
curr 1.4 nA
HFW 12.8 μm
mag 10 000x
WD 4.3 mm
det ETD
傾斜 0°
4 μm

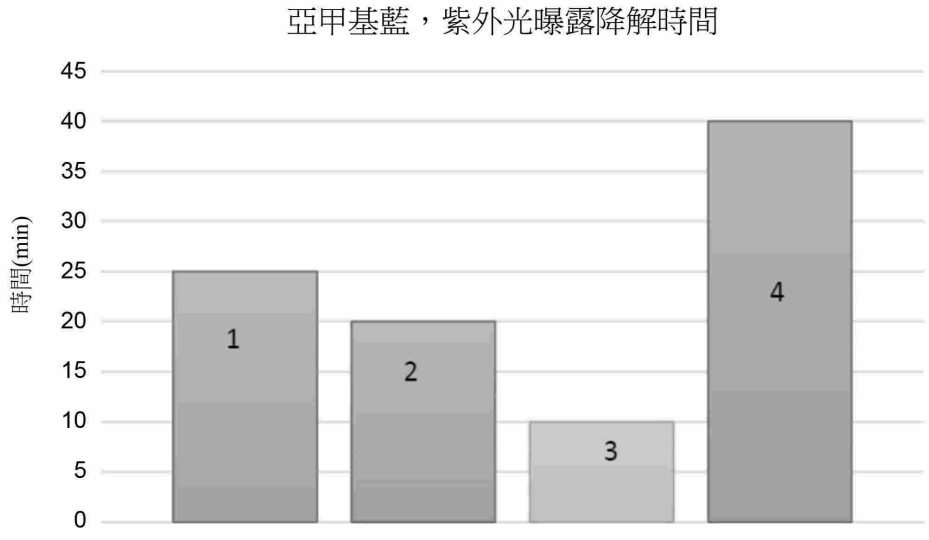
【圖8】


形態對性能之效應
容量(mAh/g)
900
850
800
750
700
650
600
0
2
4
6
8
10
12
14
循環次數
球形
細長
球形
細長

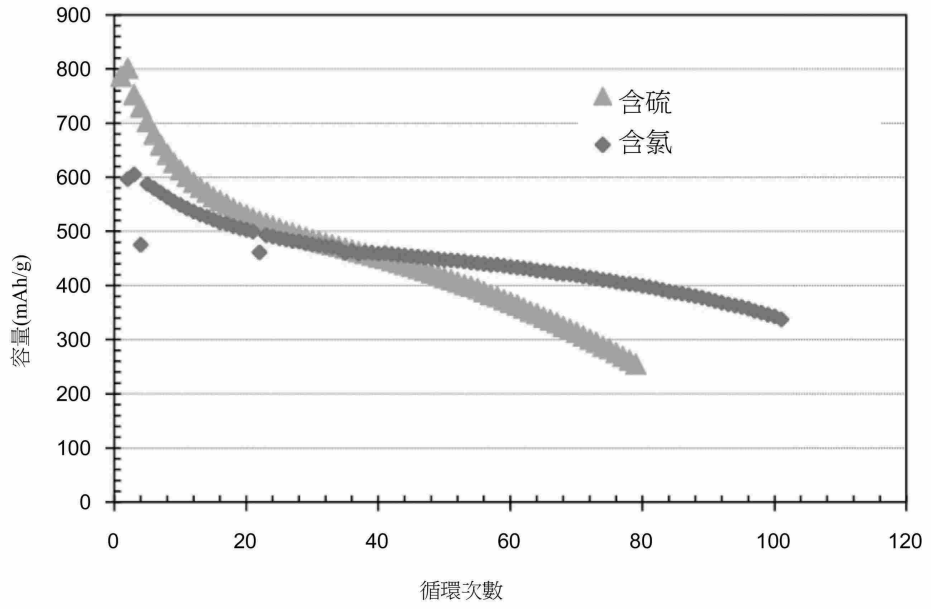
【圖9】


亞甲基藍，可見光曝露降解時間
時間(min)
60
50
40
30
20
10
0
5
6

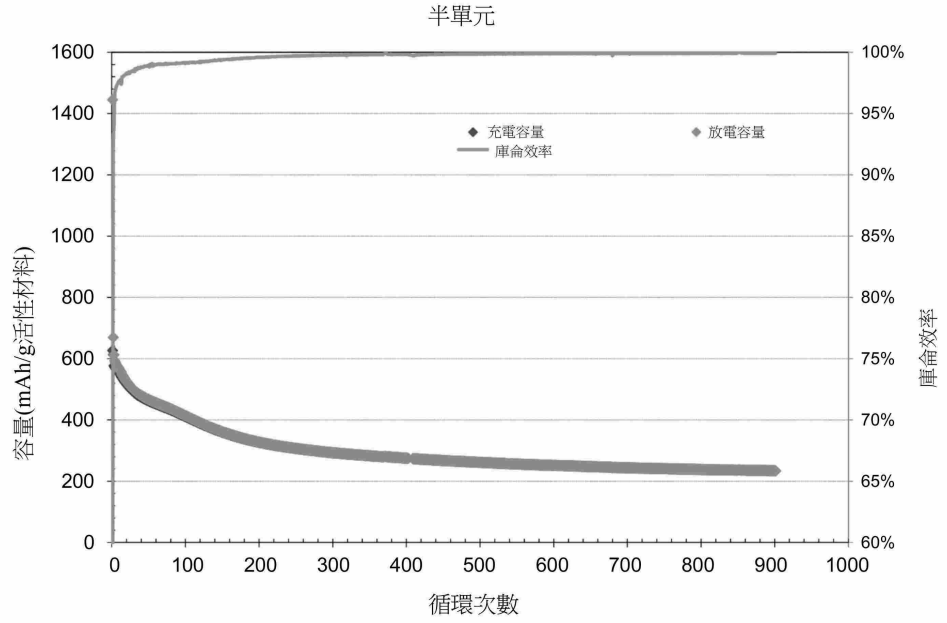
【圖11A】


亞甲基藍，紫外光曝露降解時間
時間(min)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1
2
3
4

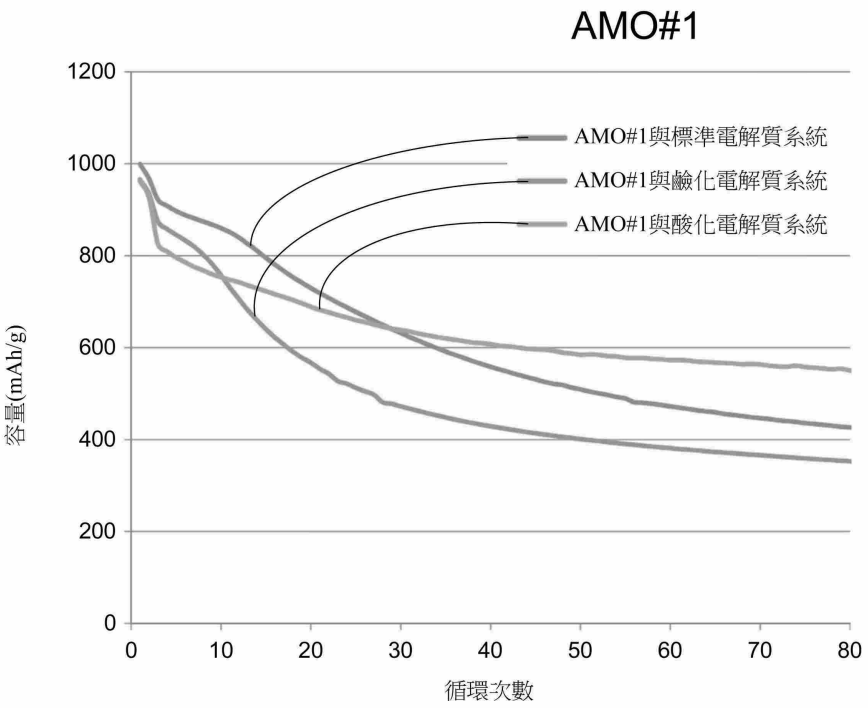
【圖11B】


900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
20
40
60
80
100
120
含硫
含氯
容量(mAh/g)
循環次數

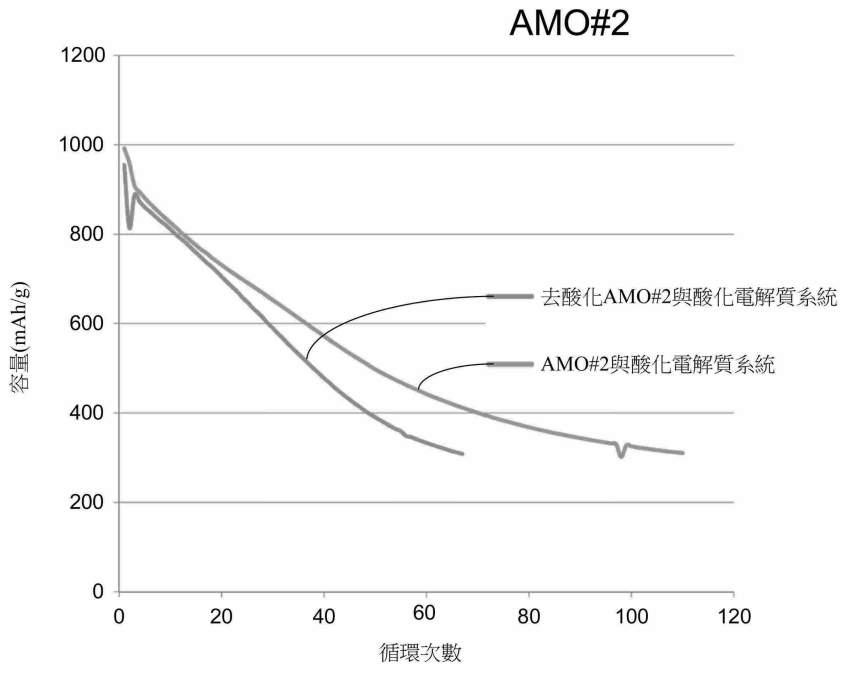
【圖12】


半單元
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
100%
95%
90%
85%
80%
75%
70%
65%
60%
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
充電容量
放電容量
庫侖效率
容量(mAh/g活性材料)
庫侖效率
循環次數

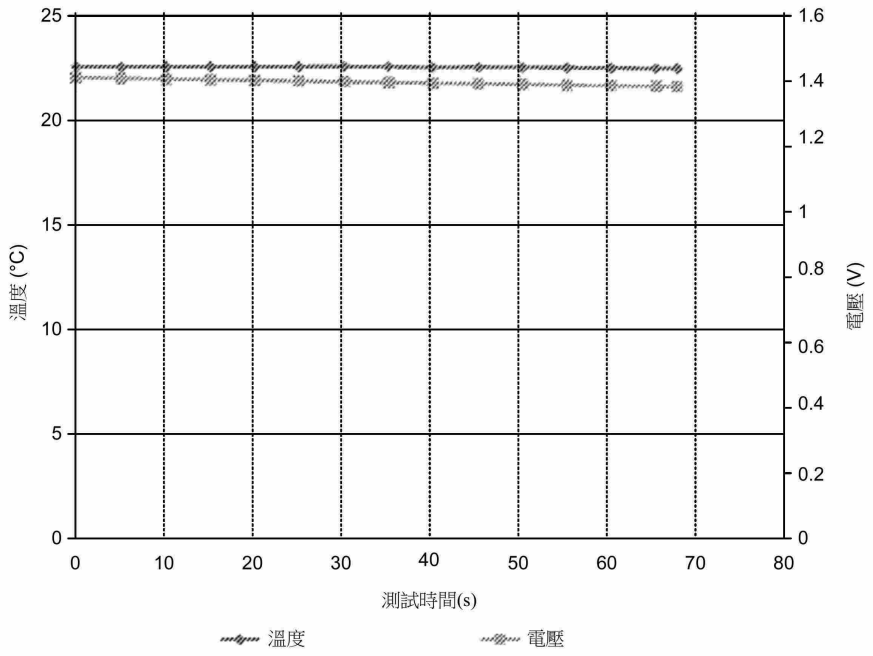
【圖13】


AMO#1
1200
1000
800
600
400
200
0
容量(mAh/g)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
循環次數
AMO#1與標準電解質系統
AMO#1與鹼化電解質系統
AMO#1與酸化電解質系統

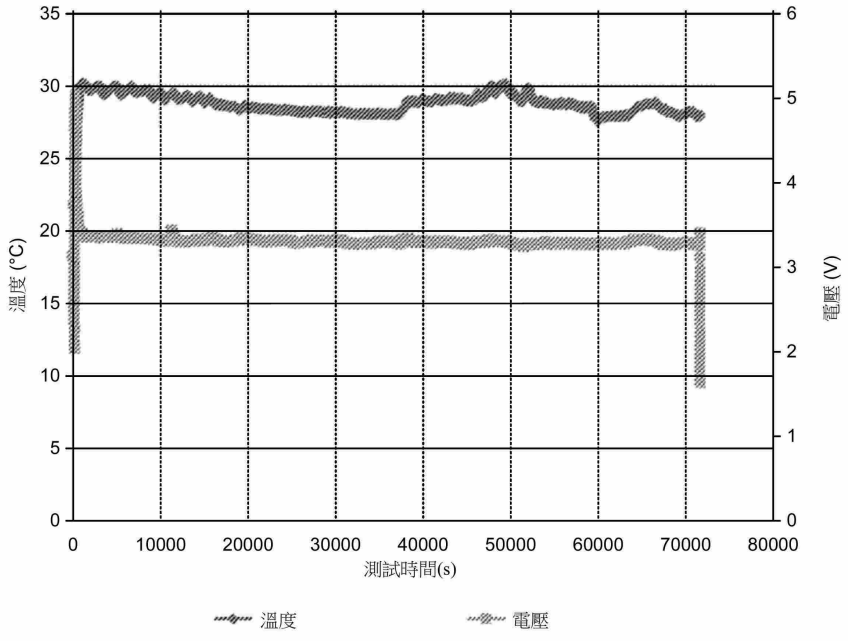
【圖14】


AMO#2
1200
1000
800
600
400
200
0
容量(mAh/g)
0
20
40
60
80
100
120
循環次數
去酸化AMO#2與酸化電解質系統
AMO#2與酸化電解質系統

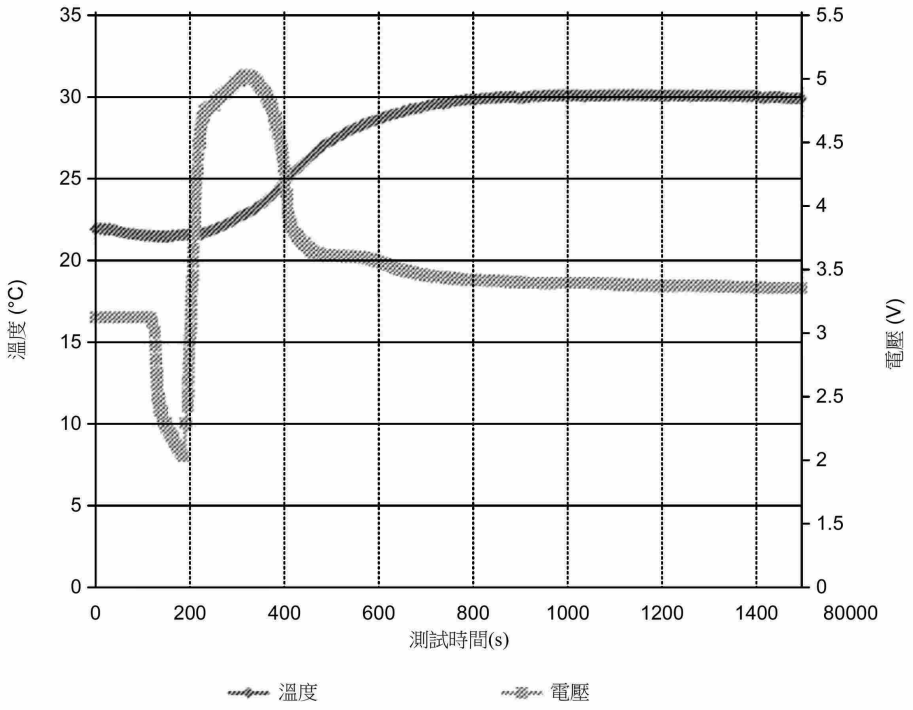
【圖15】


25
20
15
10
5
0
溫度 (°C)
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
電壓 (V)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
測試時間(s)
溫度
電壓

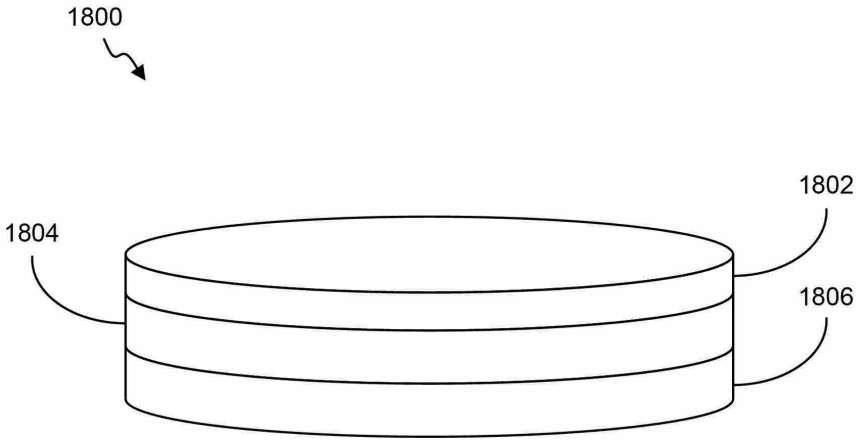
【圖16】


35
30
25
20
15
10
5
0
溫度 (°C)
6
5
4
3
2
1
0
電壓 (V)
0
10000
20000
30000
40000
50000
60000
70000
80000
測試時間(s)
溫度
電壓

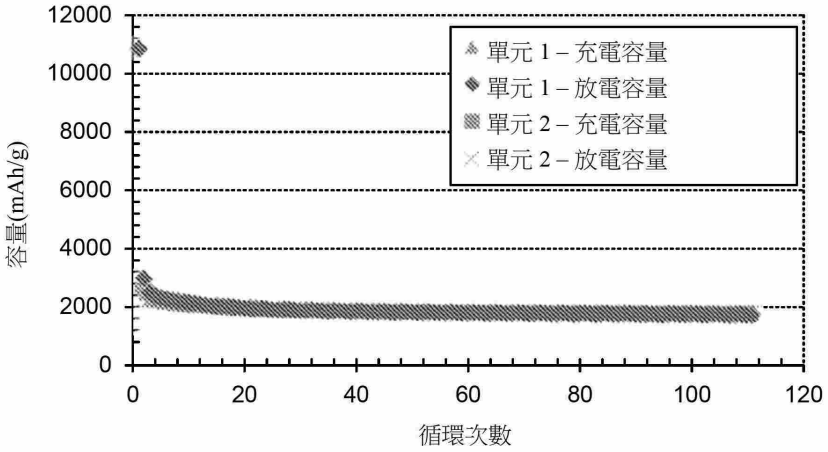
【圖17A】


溫度 (°C)
電壓 (V)
測試時間(s)
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
80000
35
30
25
20
15
10
5
0
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
0
溫度
電壓

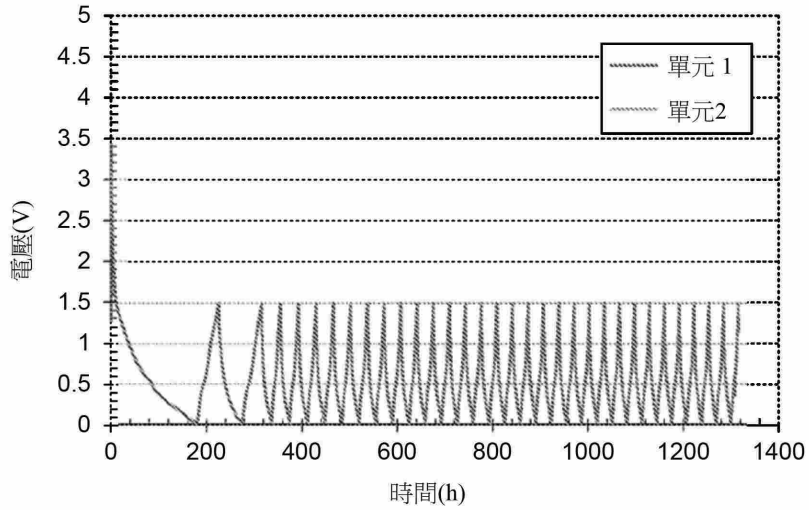
【圖17B】


1800
1802
1804
1806

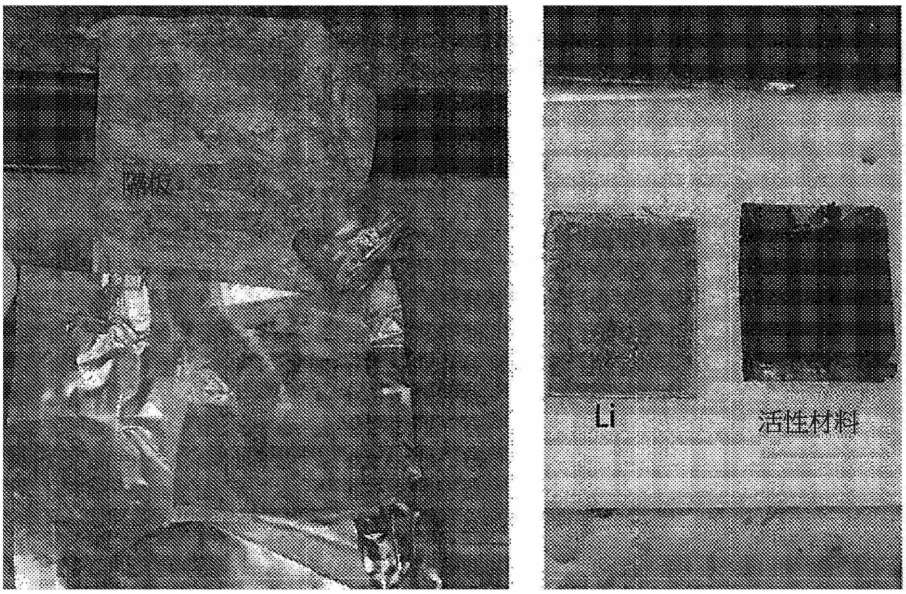
【圖18】


12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
容量(mAh/g)
0
20
40
60
80
100
120
循環次數
單元 1 – 充電容量
單元 1 – 放電容量
單元 2 – 充電容量
單元 2 – 放電容量

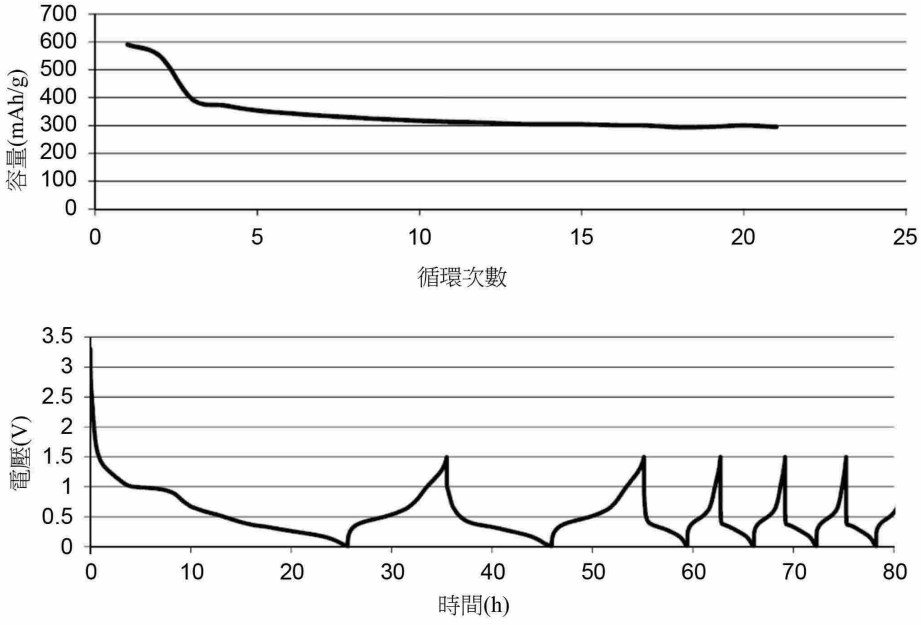
【圖19】


5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
時間(h)
單元 1
單元2

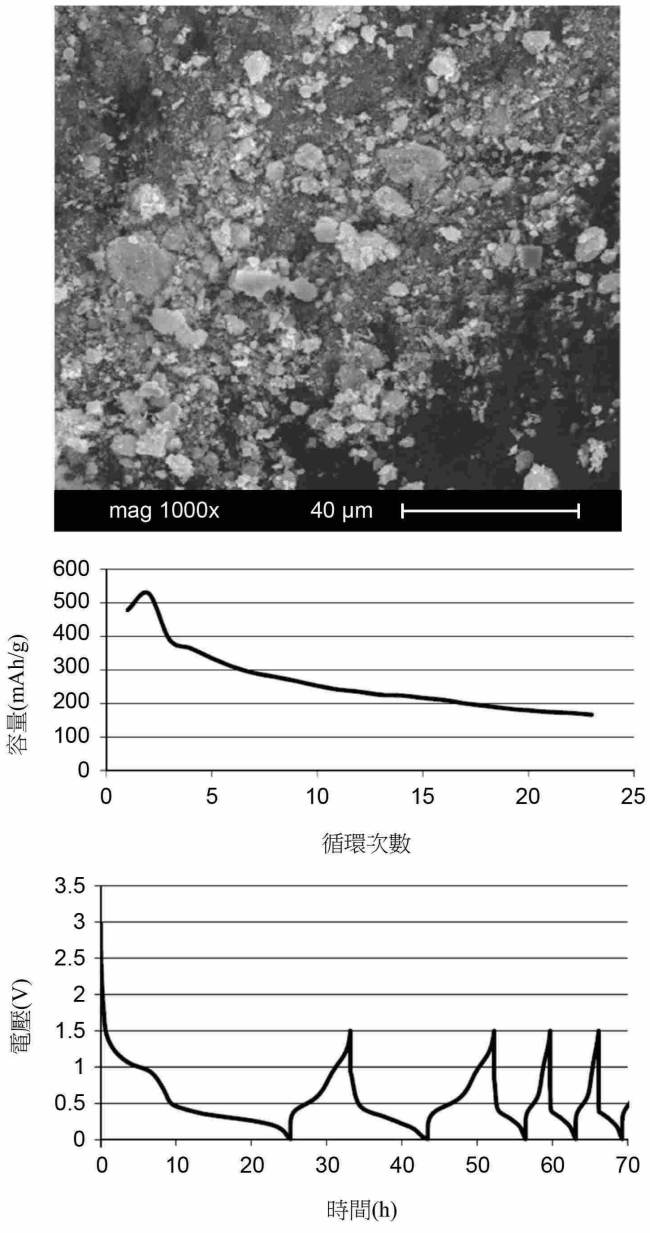
【圖20】


Li
活性材料

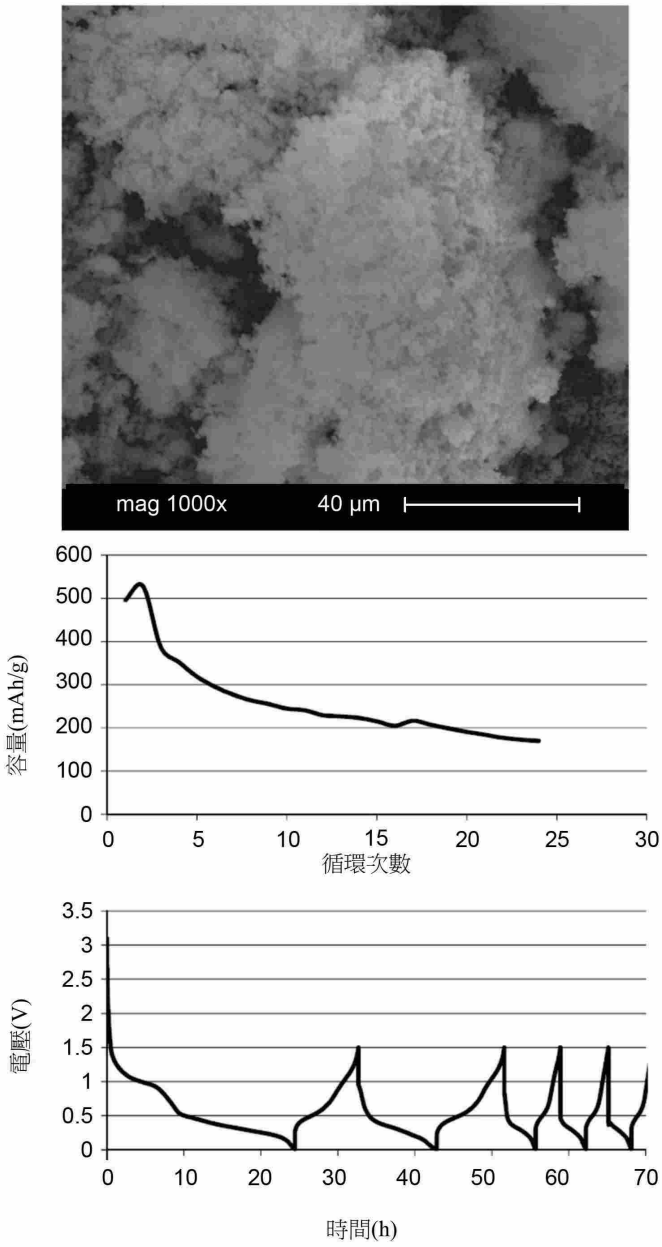
【圖21】


容量(mAh/g)
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
循環次數
電壓(V)
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
時間(h)

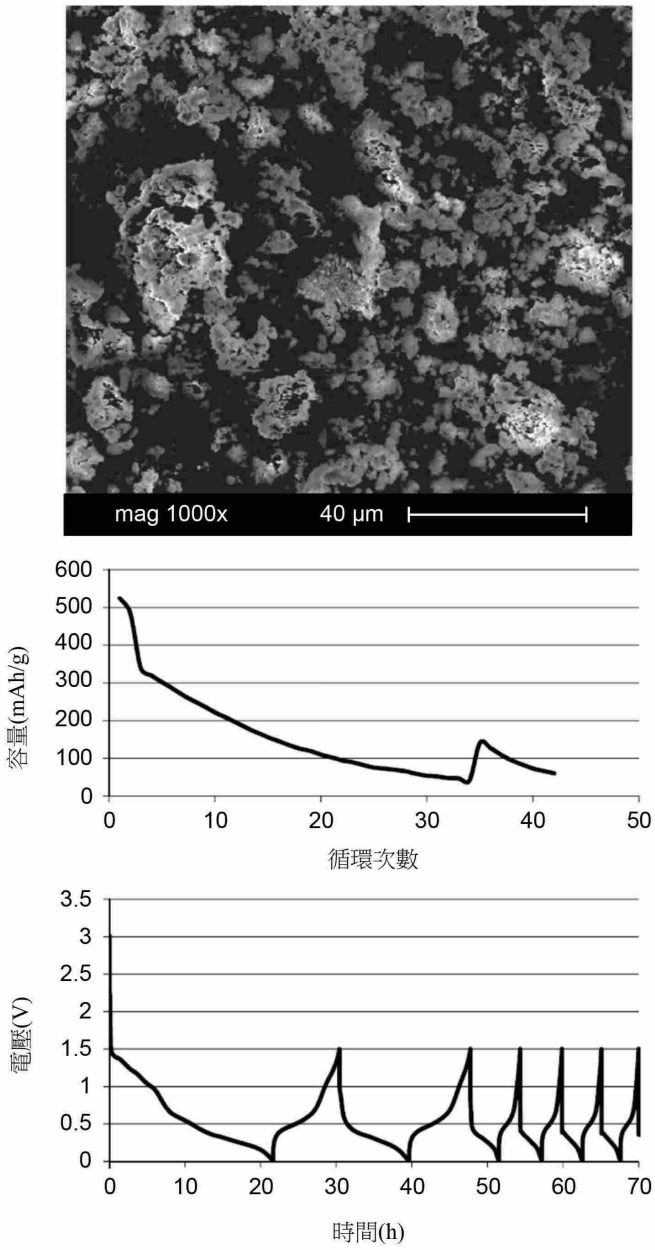
【圖22】


mag 1000x
40 μm
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
70
時間(h)

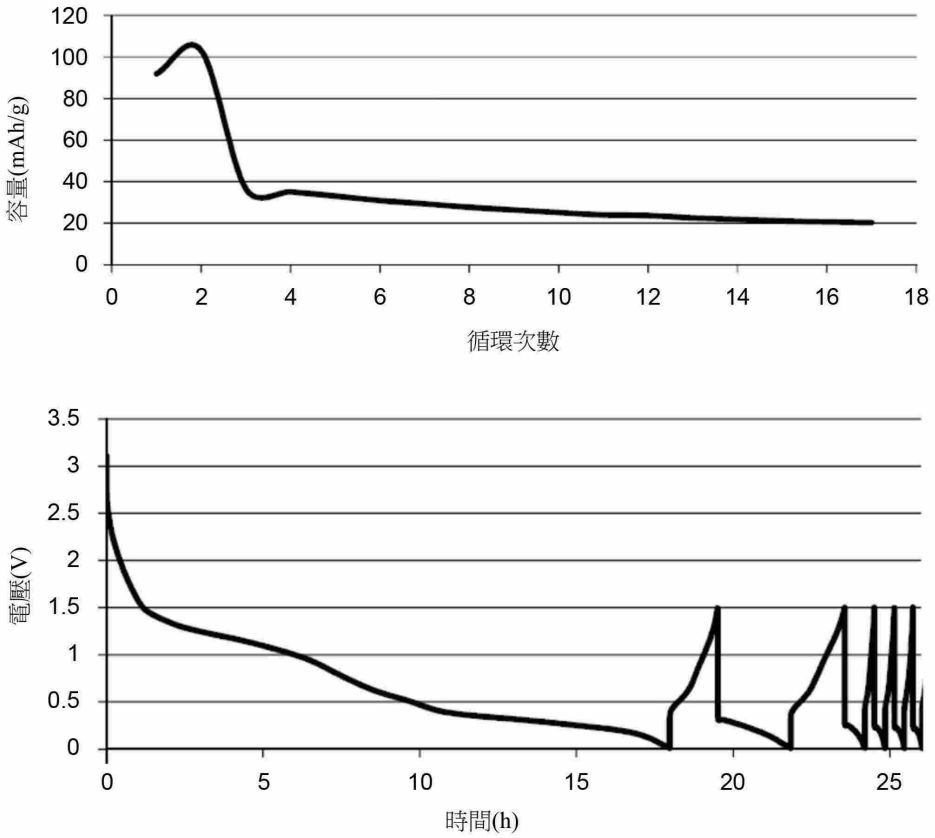
【圖23】


mag 1000x
40 µm
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
30
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
70
時間(h)

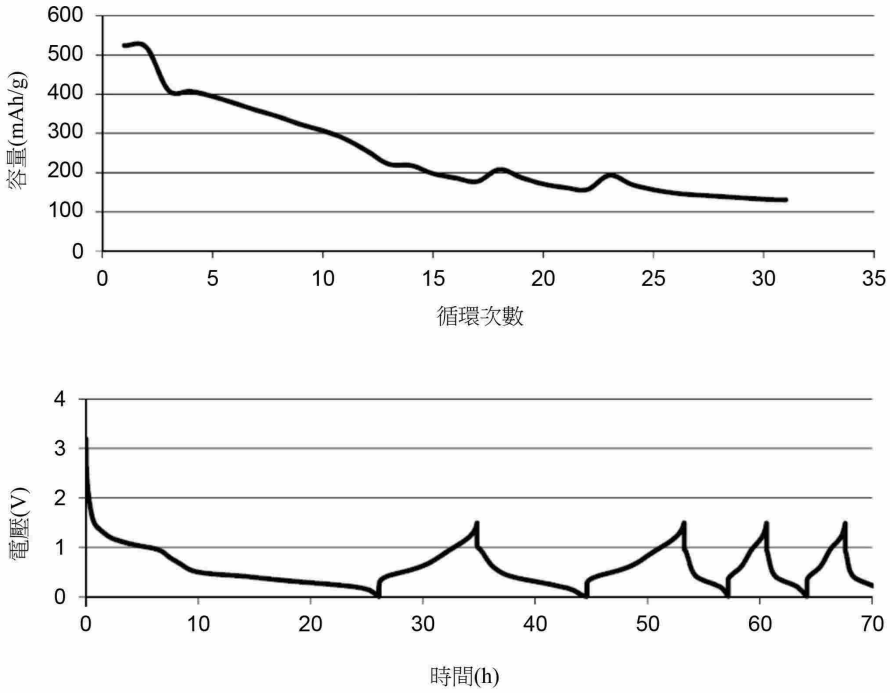
【圖24】


mag 1000x
40 μm
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
10
20
30
40
50
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
70
時間(h)

【圖25】

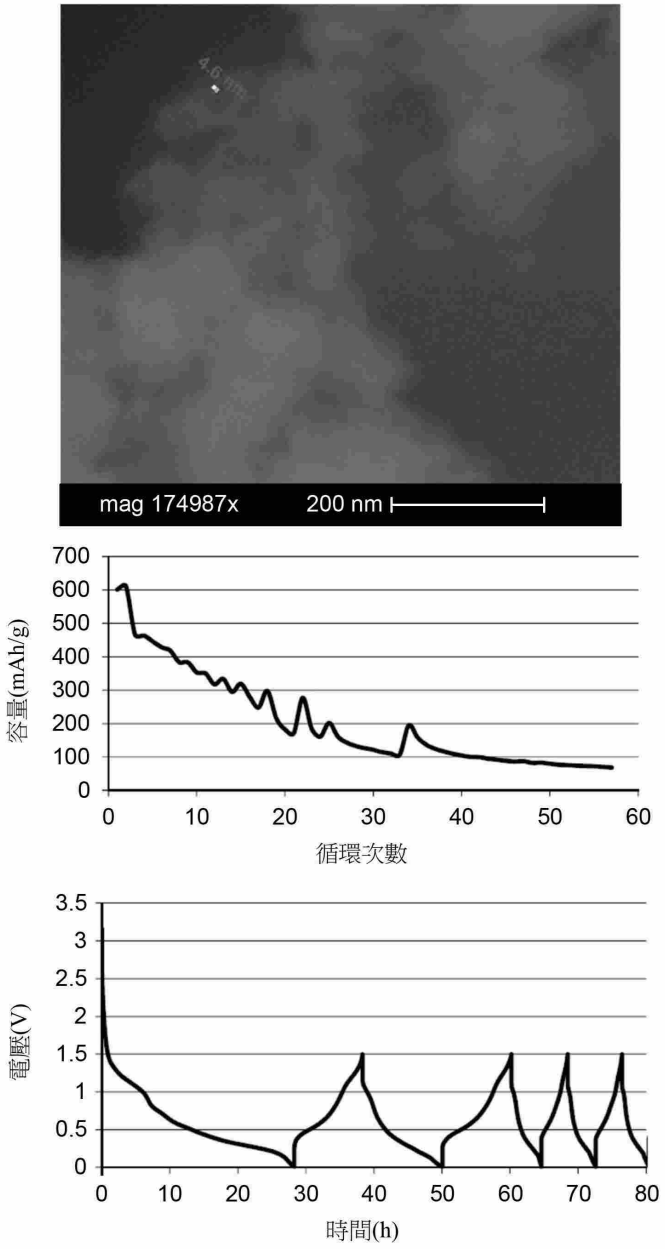

120
100
80
60
40
20
0
容量(mAh/g)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
5
10
15
20
25
時間(h)

【圖26】

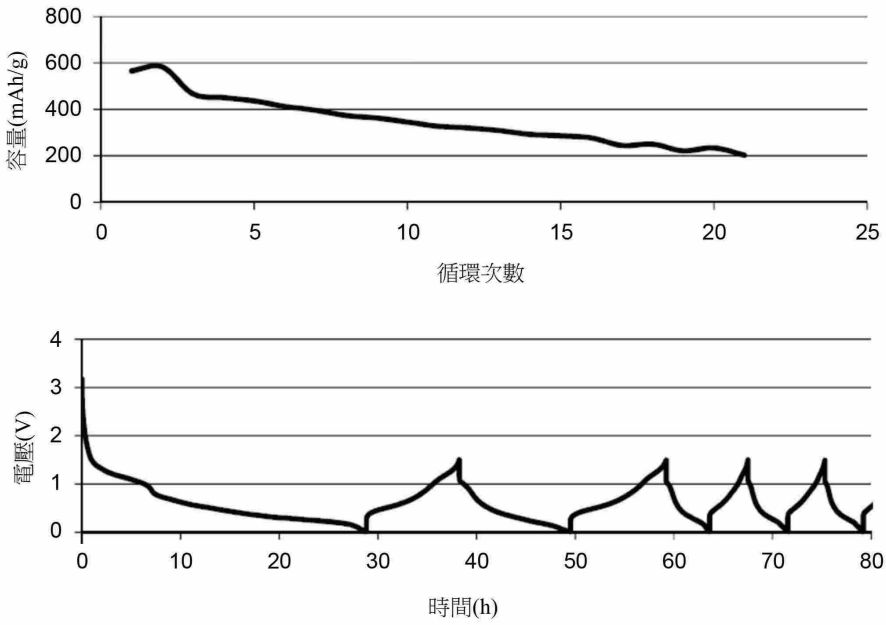

600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
30
35
循環次數

4
3
2
1
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
70
時間(h)

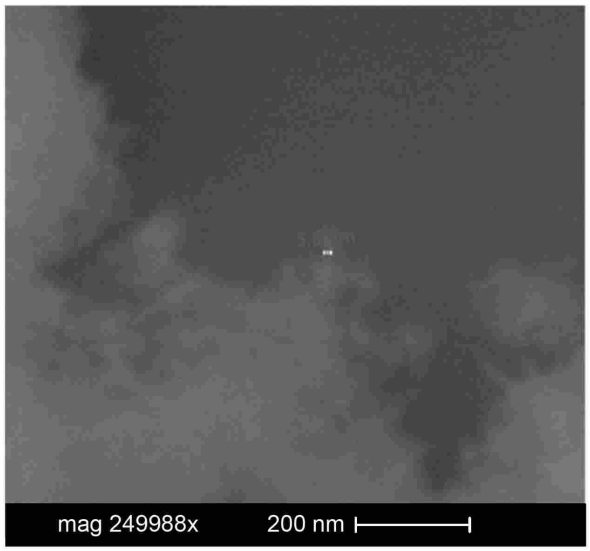
【圖27】

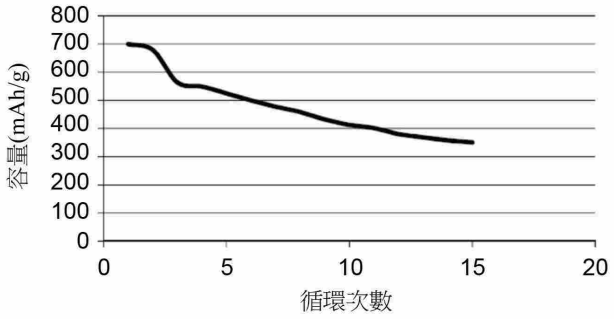

mag 174987x
200 nm
容量(mAh/g)
700
600
500
400
300
200
100
0
0
10
20
30
40
50
60
循環次數
電壓(V)
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
時間(h)

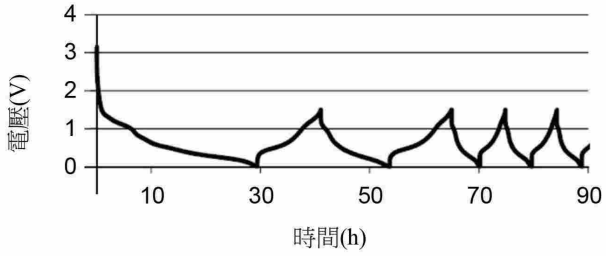
【圖28】


800
600
400
200
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
循環次數
4
3
2
1
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
時間(h)

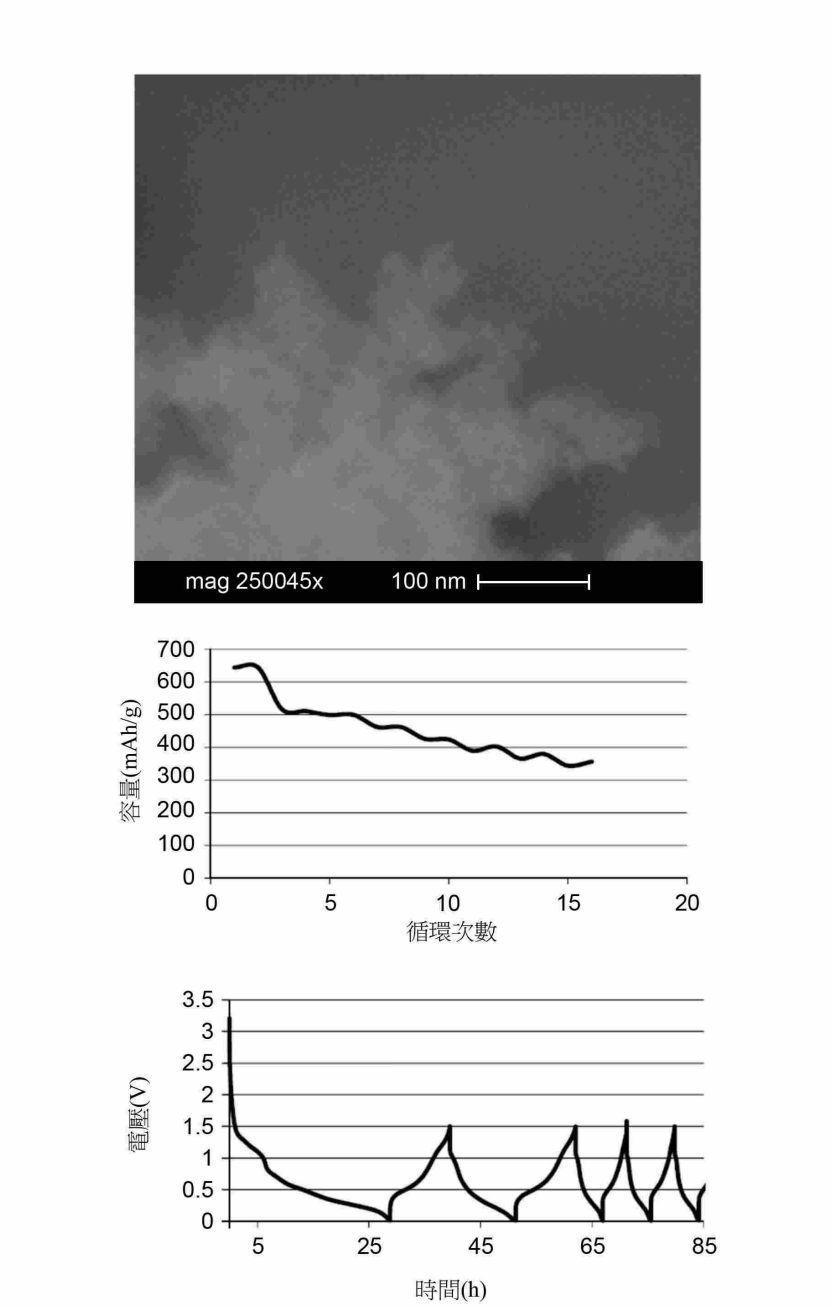
【圖29】


mag 249988x
200 nm

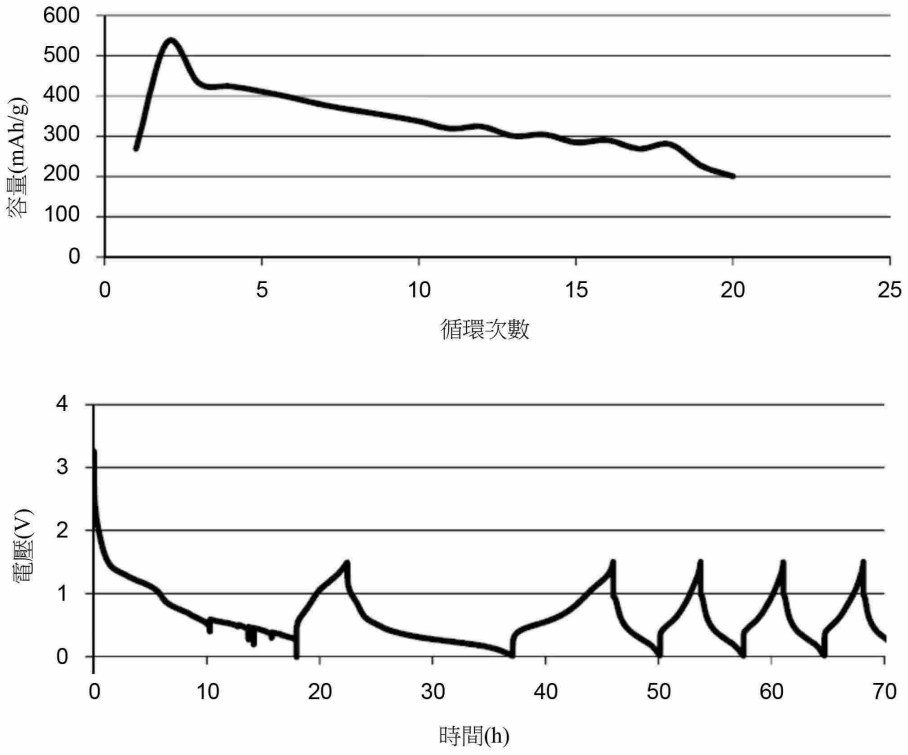

800
700
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
循環次數


4
3
2
1
0
電壓(V)
10
30
50
70
90
時間(h)

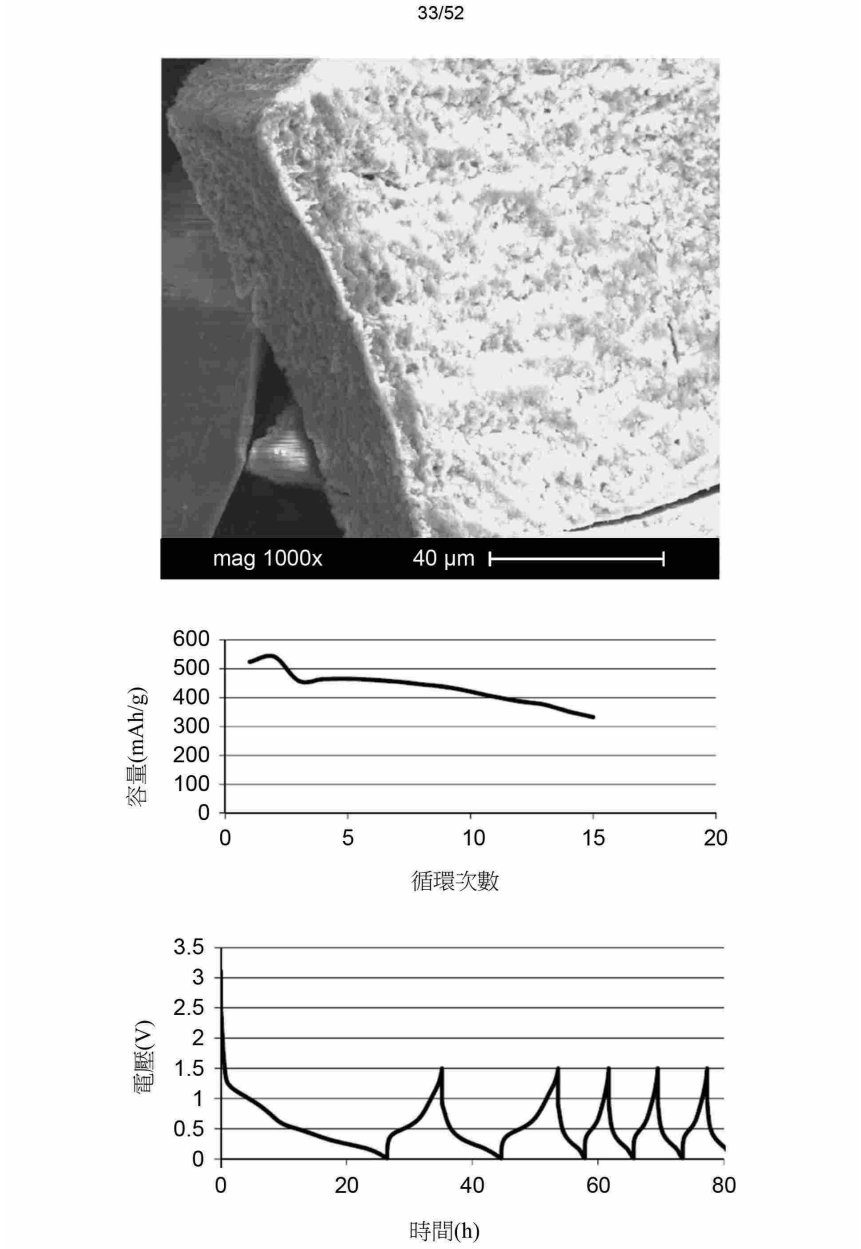
【圖30】


mag 250045x
100 nm
700
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
5
25
45
65
85
時間(h)

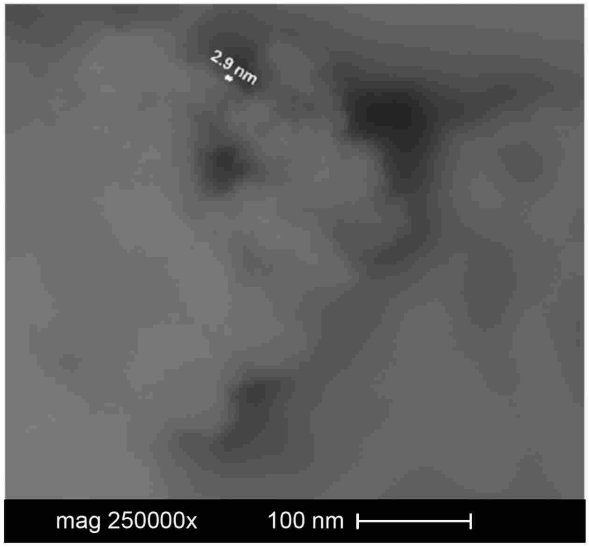
【圖31】

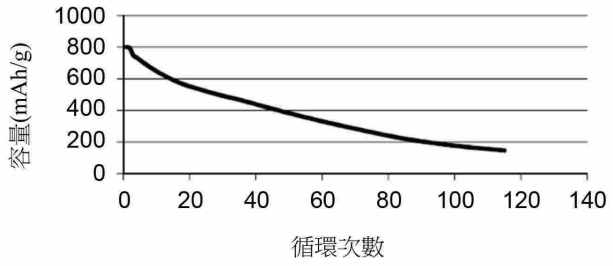

600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
循環次數
4
3
2
1
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
70
時間(h)

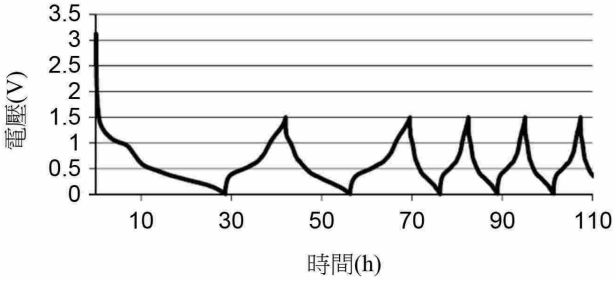
【圖32】


33/52
mag 1000x
40 µm
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
20
40
60
80
時間(h)

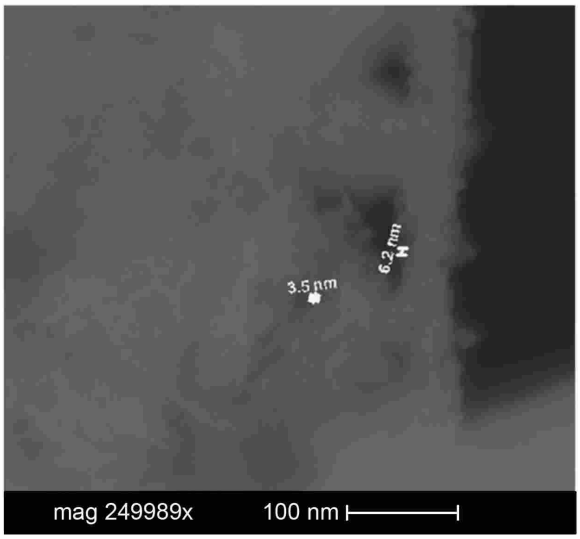
【圖33】

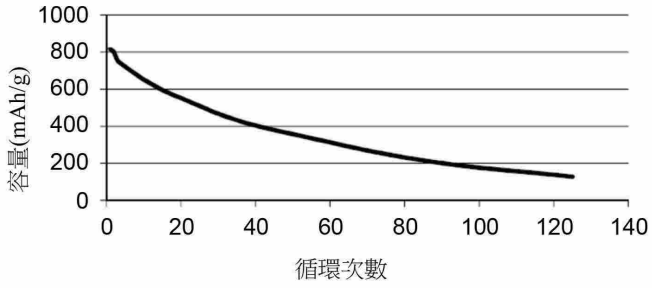

2.9 nm
mag 250000x
100 nm

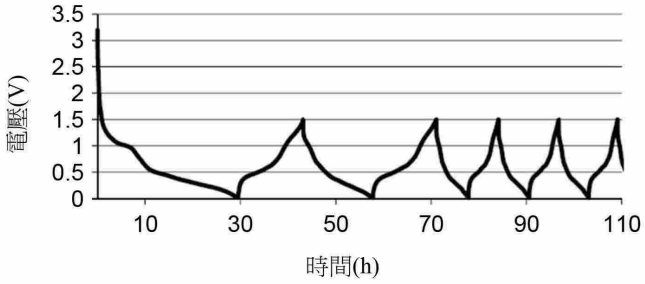

容量(mAh/g)
1000
800
600
400
200
0
0
20
40
60
80
100
120
140
循環次數


電壓(V)
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
10
30
50
70
90
110
時間(h)

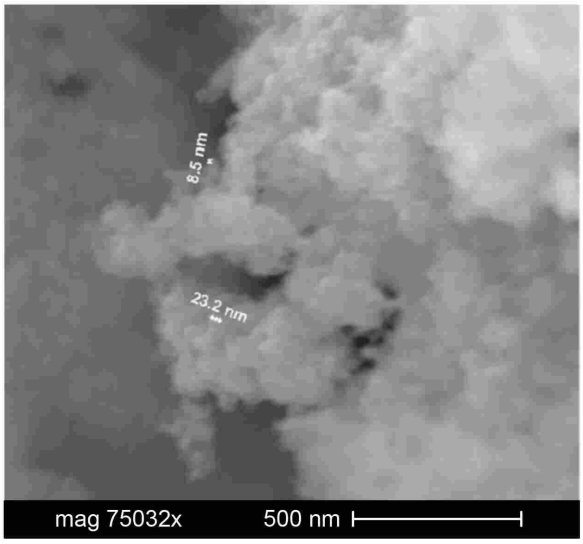
【圖34】

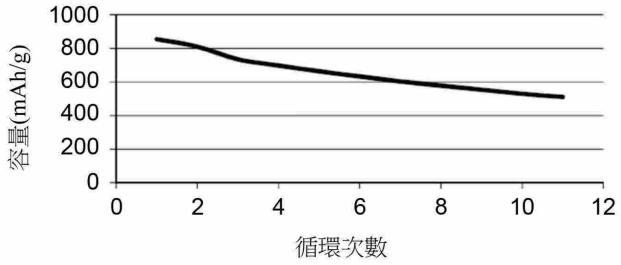

3.5 nm
6.2 nm
mag 249989x
100 nm

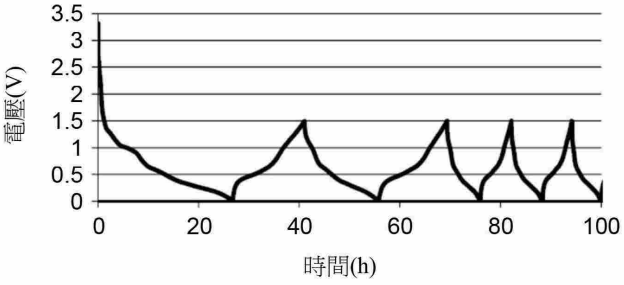

容量(mAh/g)
1000
800
600
400
200
0
0
20
40
60
80
100
120
140
循環次數


電壓(V)
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
10
30
50
70
90
110
時間(h)

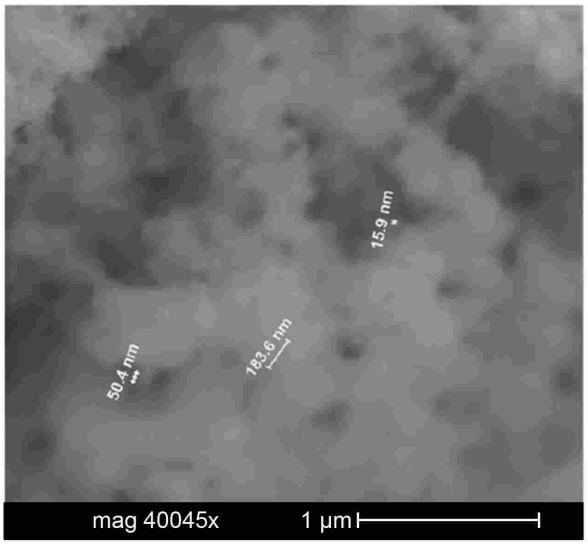
【圖35】

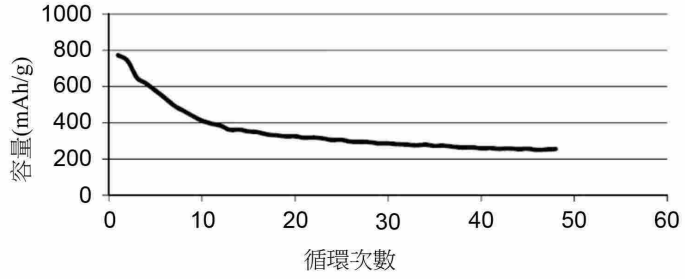

8.5 nm
23.2 nm
mag 75032x
500 nm

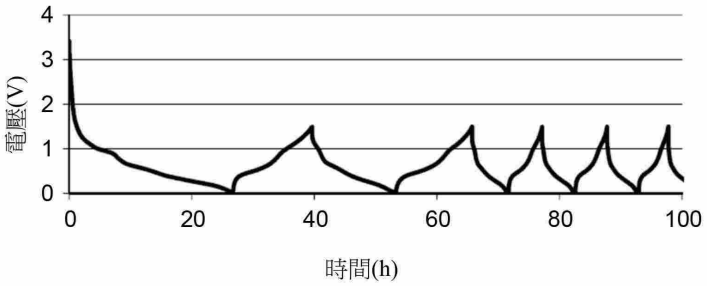

容量(mAh/g)
1000
800
600
400
200
0
0
2
4
6
8
10
12
循環次數


電壓(V)
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
20
40
60
80
100
時間(h)

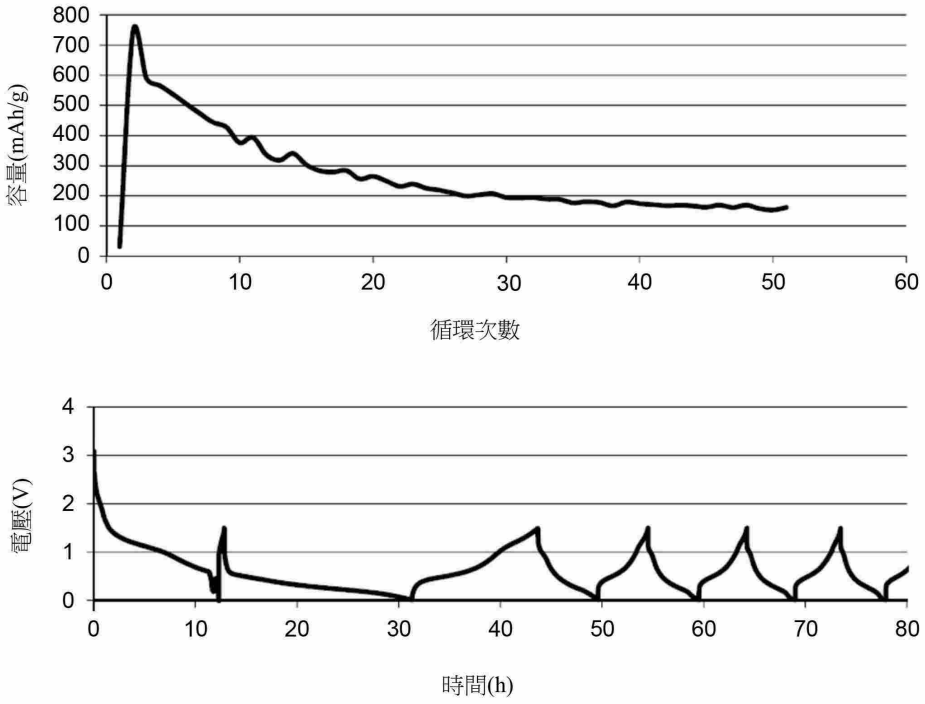
【圖36】


15.9 nm
50.4 nm
183.6 nm
mag 40045x
1 µm

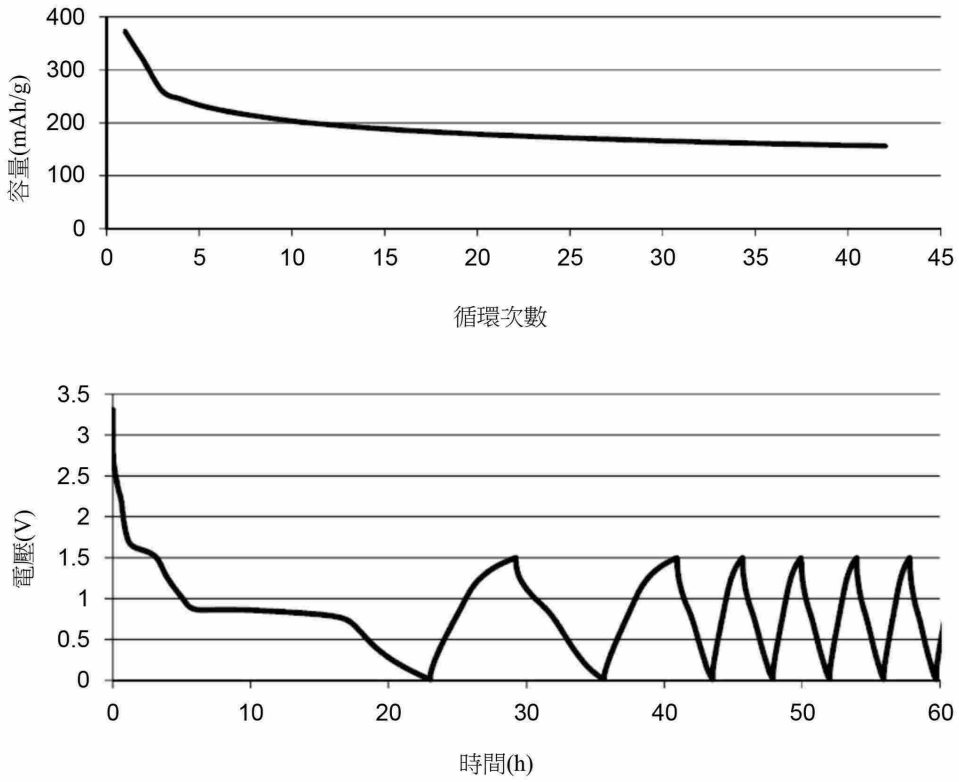

容量(mAh/g)
1000
800
600
400
200
0
0
10
20
30
40
50
60
循環次數


電壓(V)
4
3
2
1
0
0
20
40
60
80
100
時間(h)

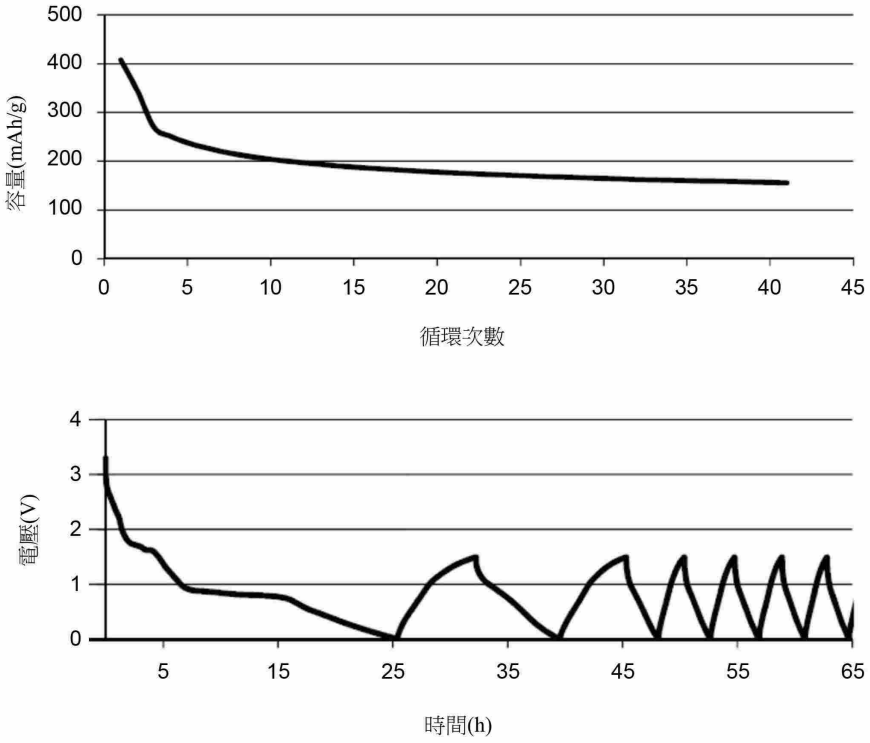
【圖37】


800
700
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
10
20
30
40
50
60
循環次數
4
3
2
1
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
時間(h)

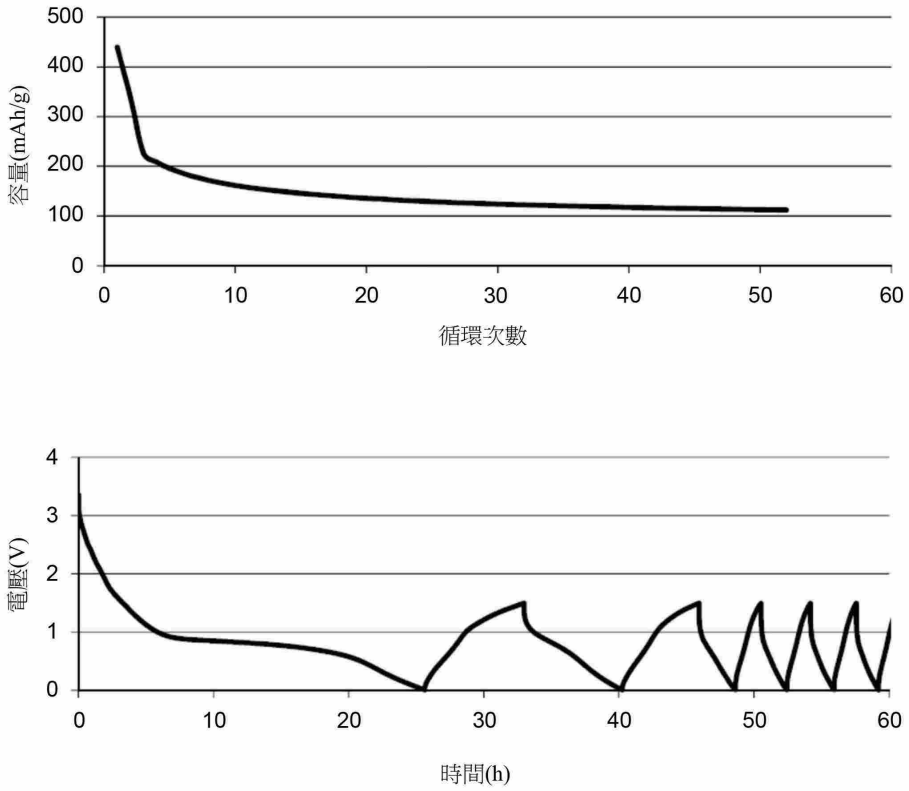
【圖38】


400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
時間(h)

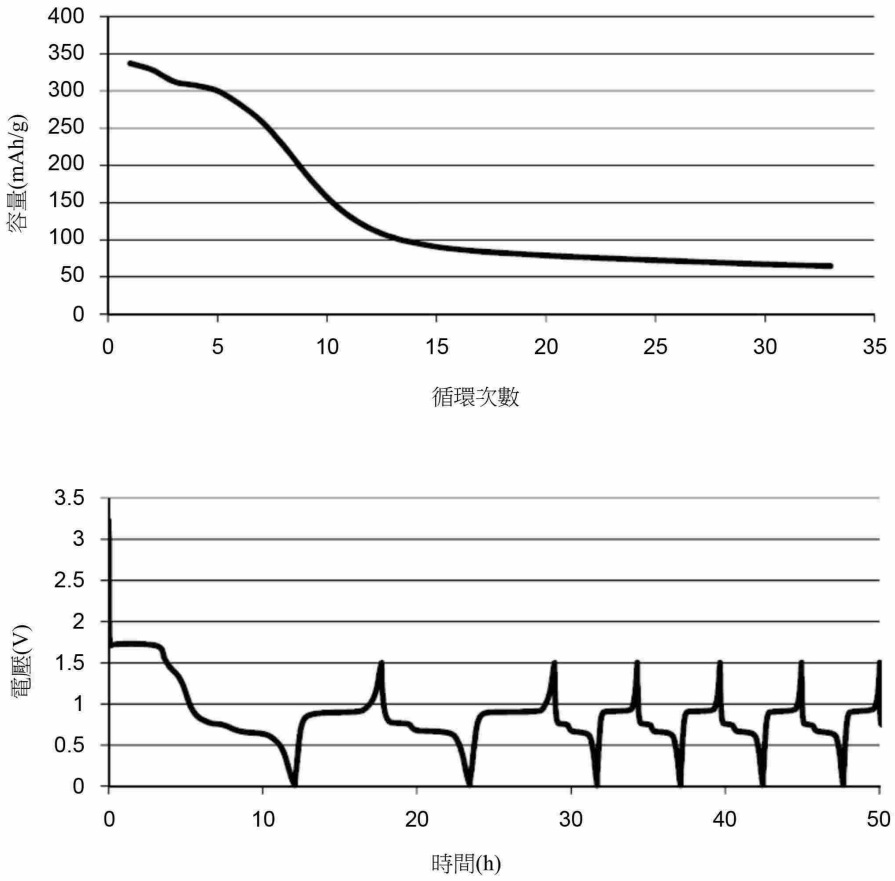
【圖39】


500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
循環次數
4
3
2
1
0
電壓(V)
5
15
25
35
45
55
65
時間(h)

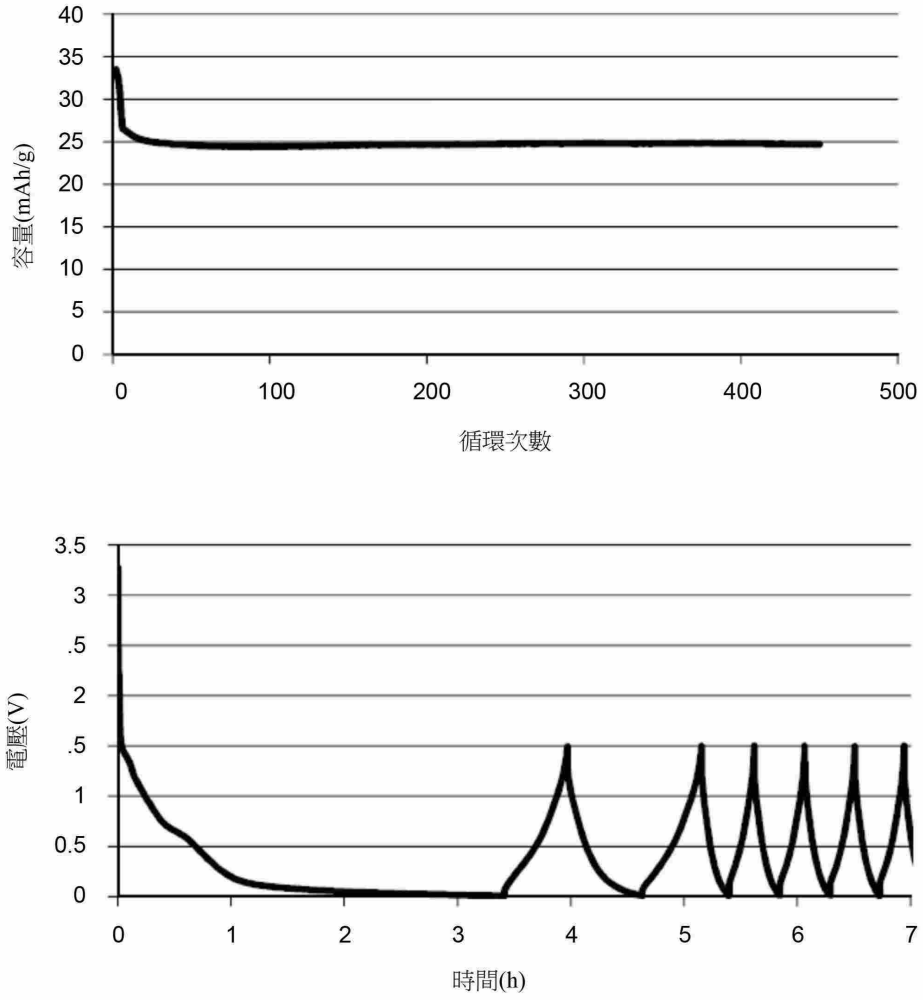
【圖40】


500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
10
20
30
40
50
60
循環次數
4
3
2
1
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
60
時間(h)

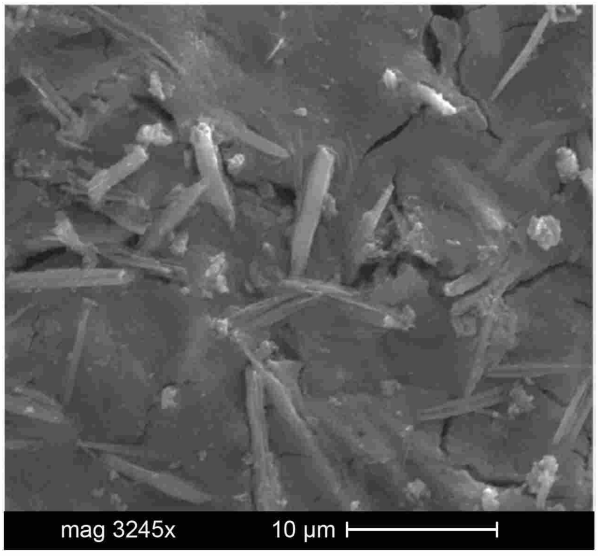
【圖41】

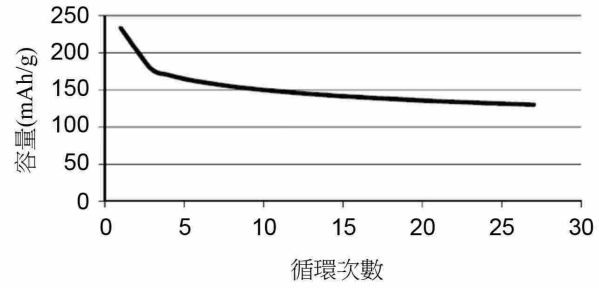

400
350
300
250
200
150
100
50
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
30
35
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
50
時間(h)

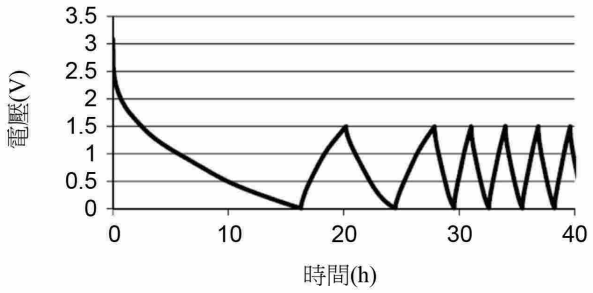
【圖42】


40
35
30
25
20
15
10
5
0
容量(mAh/g)
0
100
200
300
400
500
循環次數
3.5
3
.5
2
.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
1
2
3
4
5
6
7
時間(h)

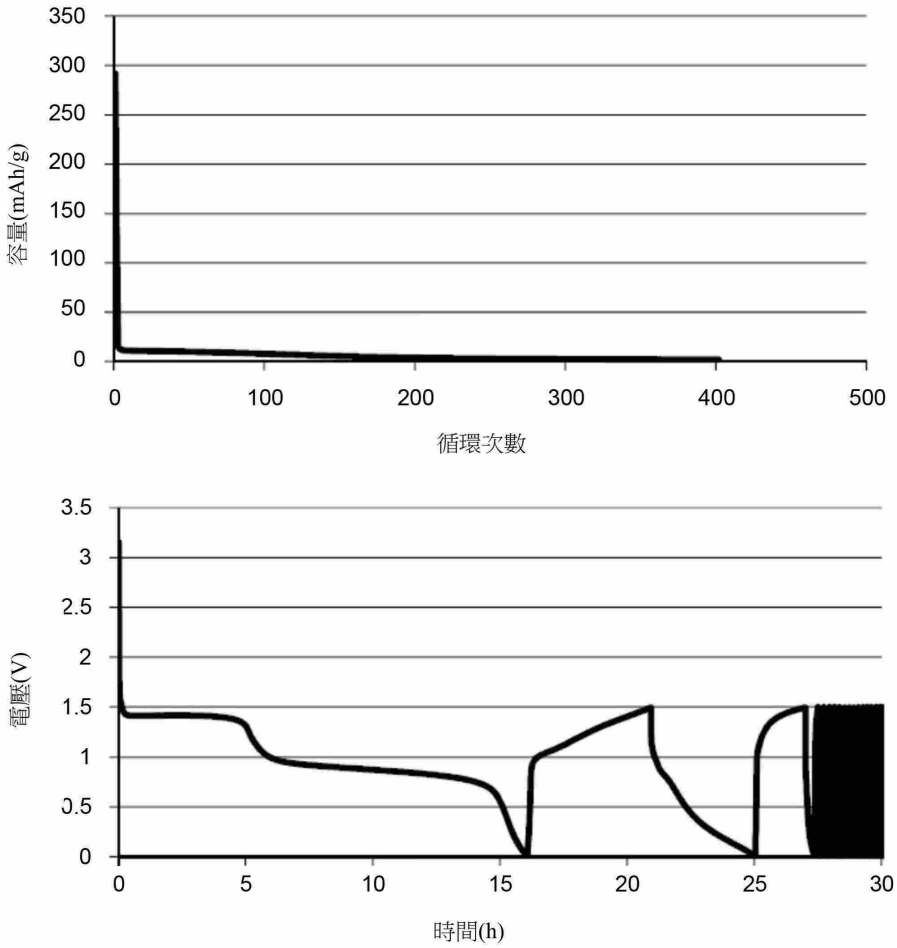
【圖43】


mag 3245x
10 μm

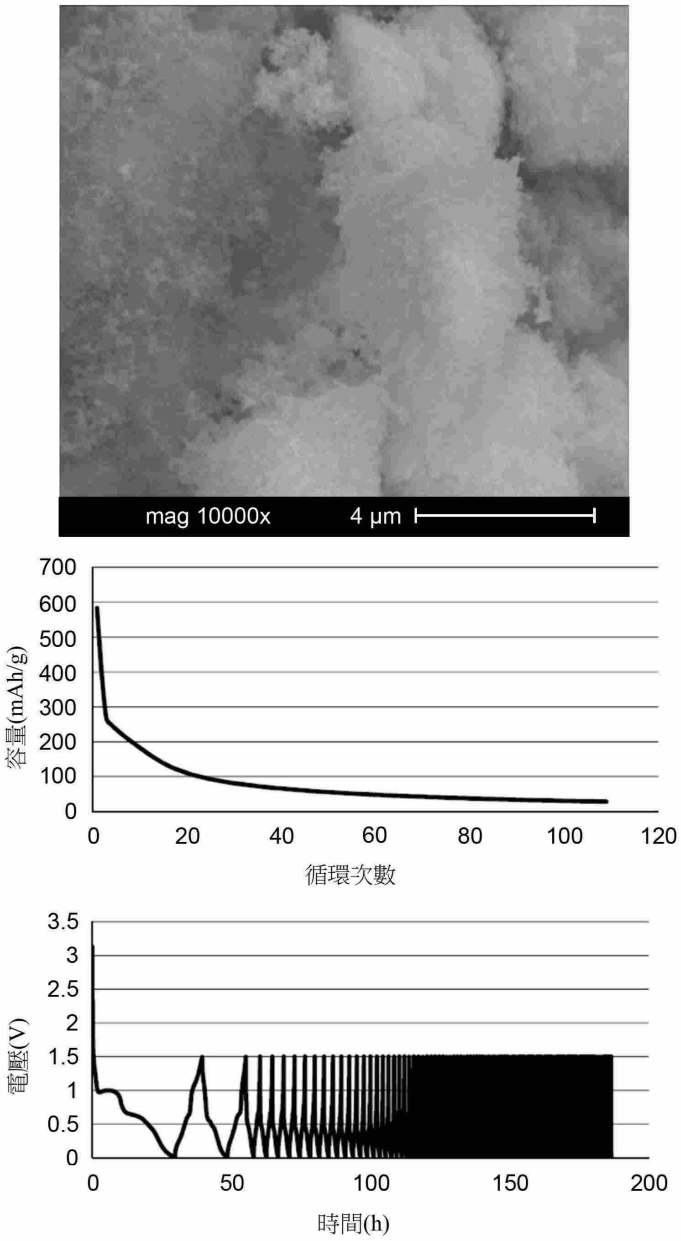

250
200
150
100
50
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
30
循環次數


3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
10
20
30
40
時間(h)

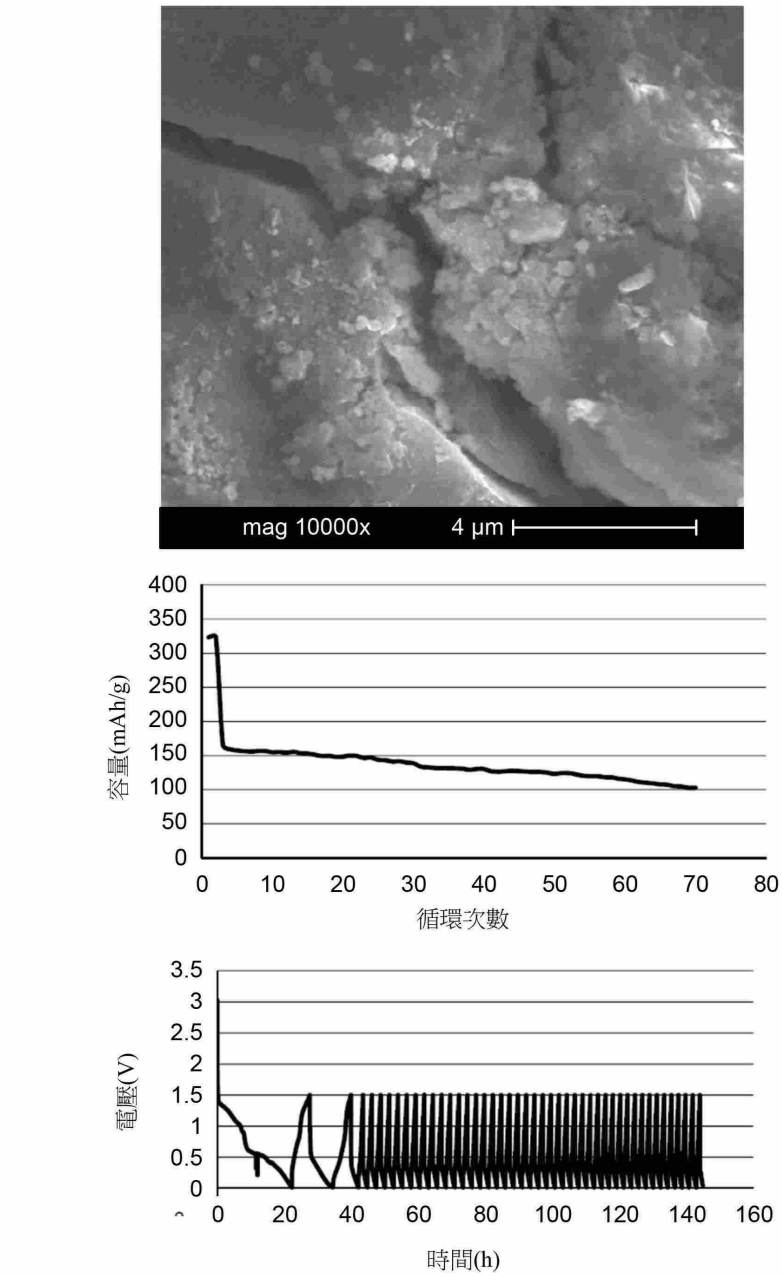
【圖44】


350
300
250
200
150
100
50
0
容量(mAh/g)
0
100
200
300
400
500
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
5
10
15
20
25
30
時間(h)

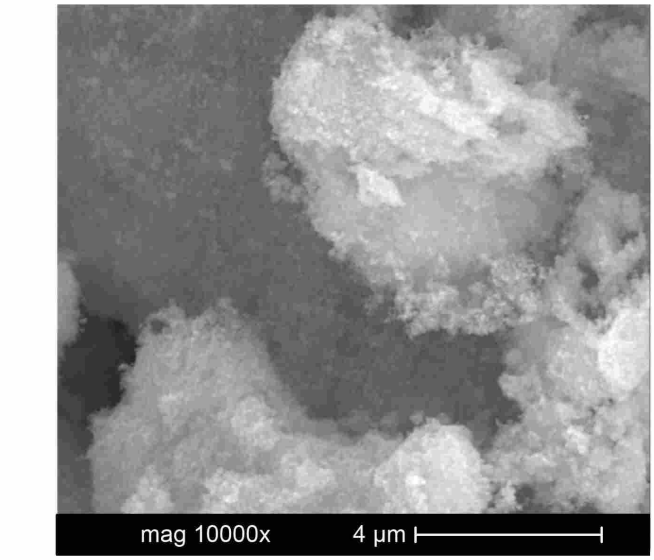
【圖45】

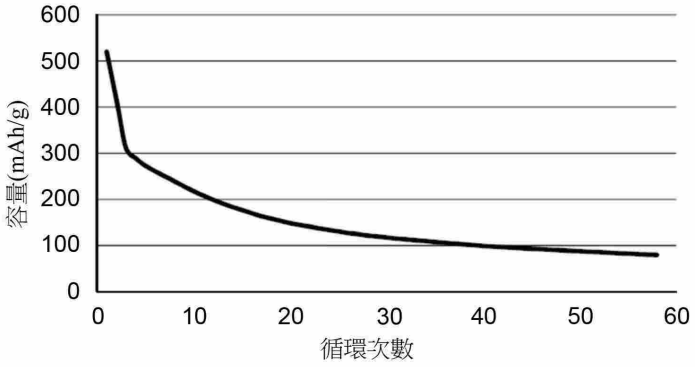

mag 10000x
4 μm
700
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
20
40
60
80
100
120
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
50
100
150
200
時間(h)

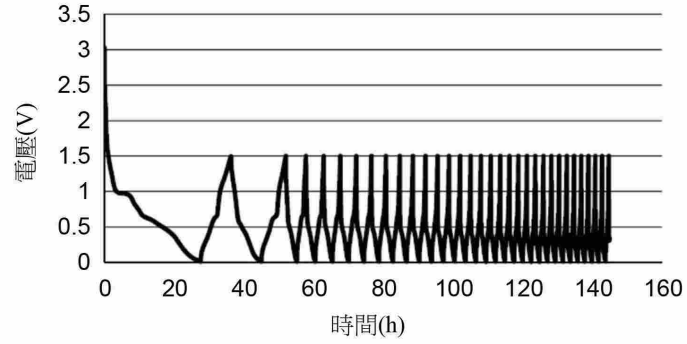
【圖46】


mag 10000x
4 μm
容量(mAh/g)
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
循環次數
電壓(V)
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
20
40
60
80
100
120
140
160
時間(h)

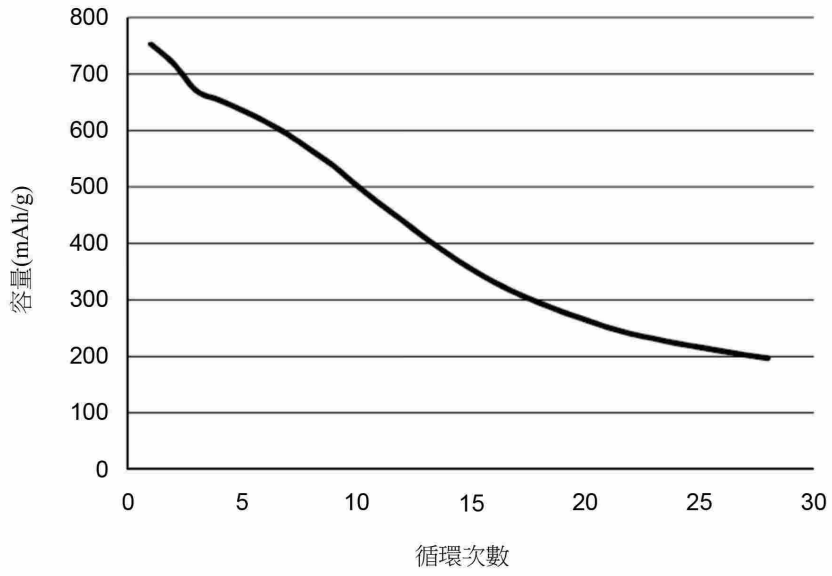
【圖47】

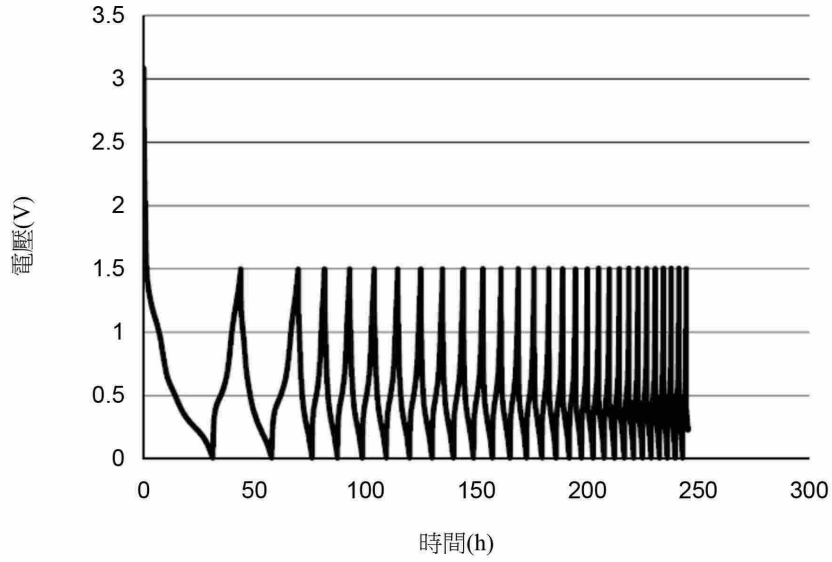

mag 10000x
4 μm


600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
10
20
30
40
50
60
循環次數

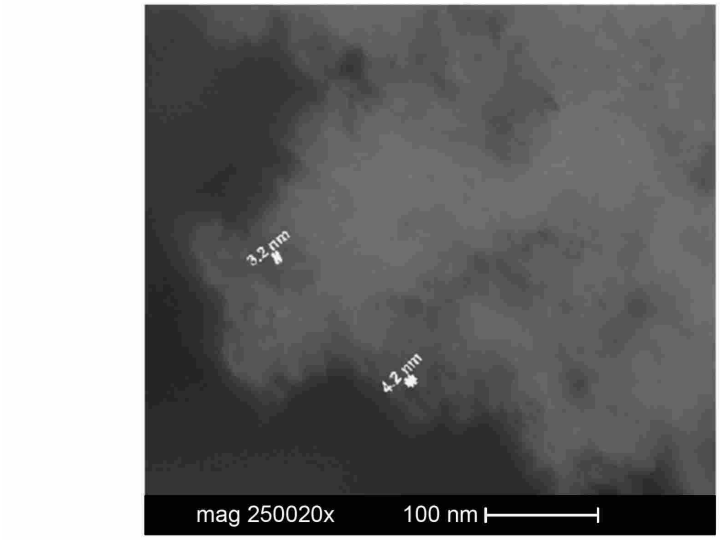

3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
時間(h)

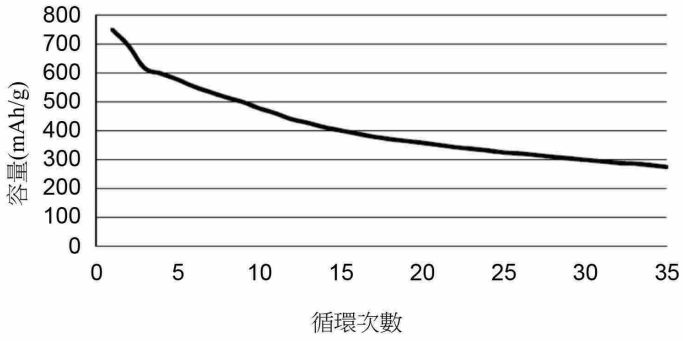
【圖48】

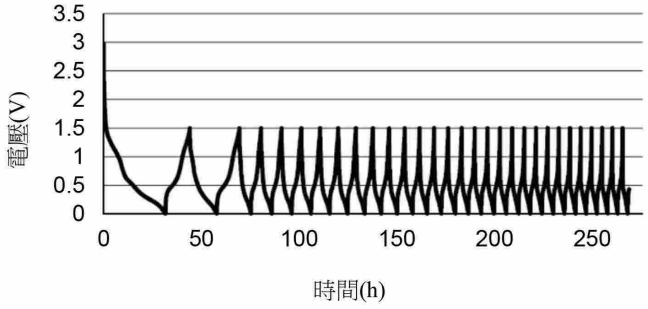

800
700
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
30
循環次數


3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
50
100
150
200
250
300
時間(h)

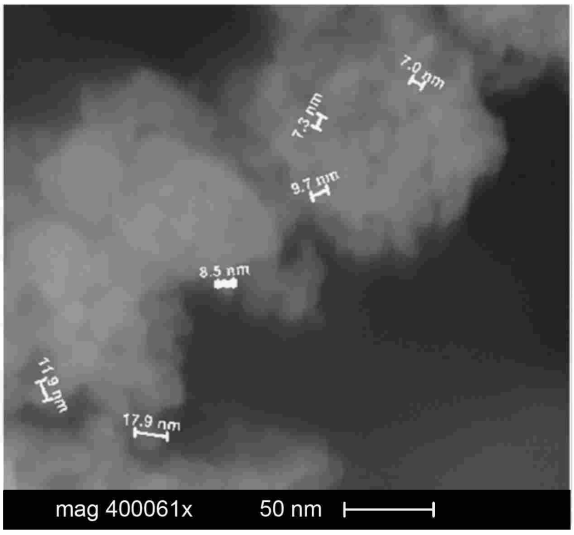
【圖49】

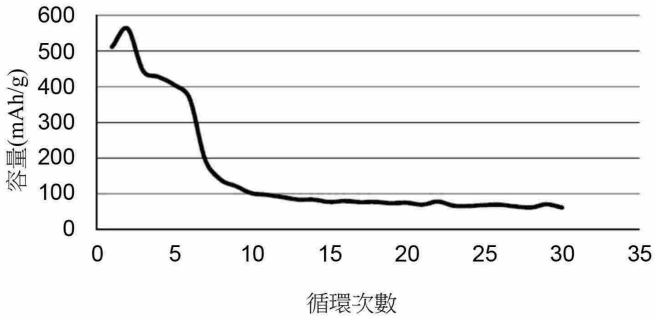

3.2 nm
4.2 nm
mag 250020x
100 nm

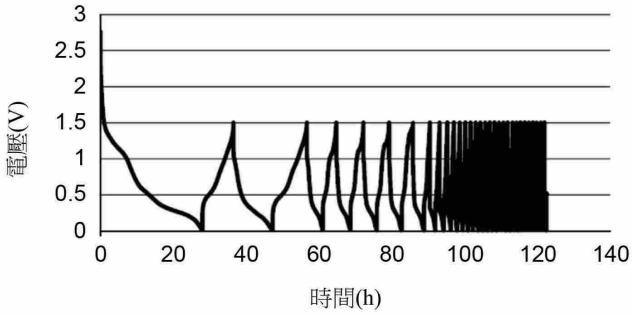

容量(mAh/g)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30
35
循環次數


電壓(V)
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
50
100
150
200
250
時間(h)

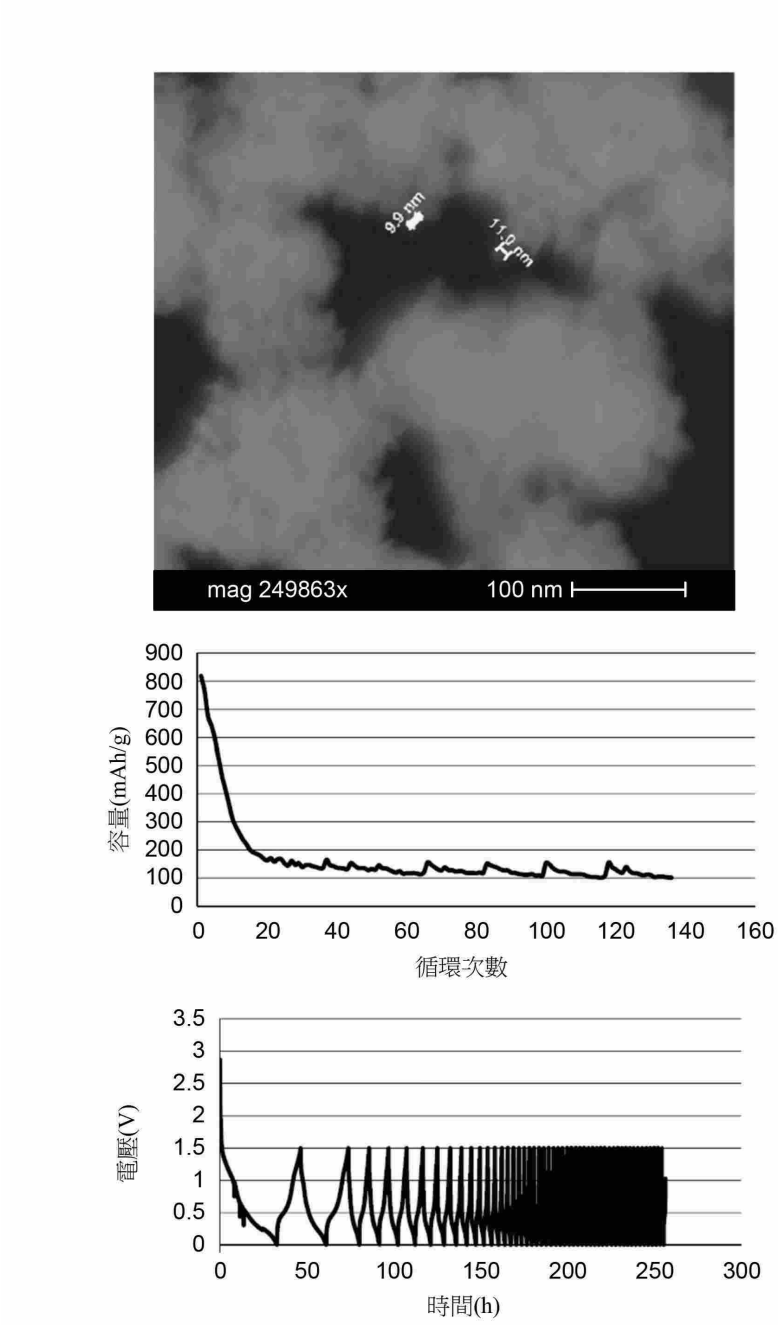
【圖50】


7.0 nm
7.5 nm
9.7 nm
8.5 nm
11.9 nm
17.9 nm
mag 400061x
50 nm


600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
5
10
15
20
25
30
35
循環次數


3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
20
40
60
80
100
120
140
時間(h)

【圖51】


9.9 nm
11.9 nm
mag 249863x
100 nm
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
容量(mAh/g)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
循環次數
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
電壓(V)
0
50
100
150
200
250
300
時間(h)

【圖52】