



逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：**PtRu** 觸媒粉體合成技術與電泳披覆法應用
在直接甲醇燃料電池與其特性之研究

作者：王蕙茹、吳冠錫

系級：材料科學與工程學系三年乙班

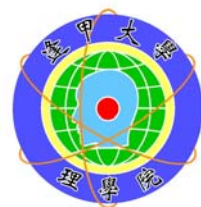
學號：D9683068、D9683263

開課老師：駱榮富 教授

課程名稱：生質能源實作

開課系所：能源資源中心

開課學年： 98 學年度 第一 學期



摘要

生質能源與綠色科技學程是一個跨系跨領域的學程，這學期透過修習生質能源實作課程，在各系老師的教學指導下學到了各領域的知識，同時也選了一位教授作為實作研究的指導老師，在本學期實作的研究題目是「PtRu 觸媒粉體合成技術與電泳披覆法應用在直接甲醇燃料電池與其特性之研究」只在研究不同溫度和 pH 值對觸媒粉體的影響與批覆性質之探討。

本次實驗報告分為以下幾個要點做介紹：(1)前言-介紹何謂直接甲醇燃料電池，各種燃料電池之比較及直接甲醇燃料電池之工作原理介紹 (2)實驗目的，此次實驗的研究的目的 (3)實驗步驟，次次實驗介紹與說明以及參數的改變 (4)結果與討論，此次實驗研究不同溫度與 pH 值對觸媒粉體之影響。而此次實驗結果我們已成功的合成 PtRu 觸媒粉體，製備溫度為 30°C 時，所合成 PtRu 奈米觸媒顆粒尺寸較小，其平均粒徑約 4.16 nm。

關鍵字： PtRu 奈米觸媒、電泳披覆法、直接甲醇燃料電池、Ph 值、溫度。

目 次

摘要.....	I
目 次.....	II
一、前言.....	3
1.1 關於直接甲醇燃料電池.....	3
1.2 燃料電池比較表.....	4
1.3 燃料電池的工作原理簡單介紹.....	5
二、實驗目地.....	6
三、實驗步驟.....	6
四、結論與討論.....	9
4.1 數據討論.....	9
4.2 實驗結果.....	12
4.3 實驗後續發展.....	13
五、參考文獻.....	14

一、前言

1.1 關於直接甲醇燃料電池

由於時代的進步，隨著工業革命後，輕重工業十分的發達，而讓這些工業能順利運作全要依賴原油，但近年來，經濟快速的起飛，讓的大家對於能源的用量增加許多，而能源是有限的，但是人的欲望是無窮的，相對的能源也會有用完的一天，於是科學家們正努力著手於再生能源的發展，伴隨著再生能源的研究，燃料電池也開始蓬勃發展，例如：質子交換膜電池、直接甲醇燃料電池、熔融碳酸鹽電池及固態氧化物燃料電池等，燃料電池是由化學能直接轉換成電能，所以會比一般的火力發電的發電效率來的高，和一般的傳統電池相比較，傳統電池的電極會參與反應，所以使用壽命不長，但是燃料電池的電極不參與反應，所以可以持續長時間的運作下去。直接甲醇燃料電池是低溫的燃料電池，而且甲醇可以攜帶方便，容易生產和儲存，相對的要儲存氫氣是相當困難的，必須要有合適儲氫材料，而且儲存到一定的量也需要一定的體積，故現在以氫為燃料電池的商品比較不多見，但是直接甲醇燃料電池也有它的缺點，就是它所排放的氣體為二氧化碳，這是需要再改進的地方。

1.2 燃料電池比較表

電池種類	燃料	電解質	工作溫度	發電效率
熔融碳酸鹽燃料電池	氫氣	NaHCO ₃	600-650°C	55%
固態氧化物燃料電池	氫氣	ZrO ₂	700-1000°C	60-65%
質子交換膜燃料電池	氫氣	polymer membrane	120°C	50-70%
鹼性燃料電池	氫氣	KOH	80°C	60-70%
直接甲醇燃料電池	甲醇	polymer membrane	120°C	20-30%

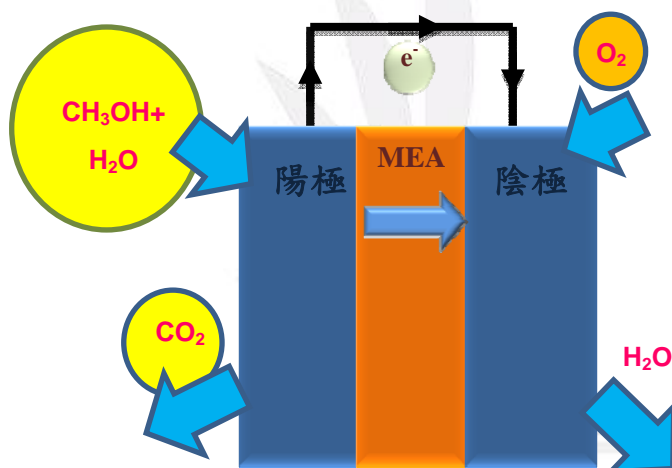


圖 1-1

MEA 膜級組(圖 1-1)是燃料電池的心臟，是由質子交換膜、觸媒層與氣體擴散層所組成，質子交換膜(Proton Exchange Membrane；PEM)：為高分子所組成之固態電解質，其主要功能在於傳遞 H⁺(氫質子)。觸媒層 (Catalyst Layer；CL)：以奈米觸媒與載體材料為主要成

分，其主要功能在於加速陽極端甲醇燃料氧化及陰極端氧氣的還原反應。氣體擴散層 (Gas Diffusion Layer GDL)：常用的材料主要為碳紙及碳布其主要功用乃是協助陽極端的甲醇水溶液與陰極端的氧氣或空氣有效地均勻分散到觸媒層，並排除燃料電池作用時所產生之廢氣及水。雖然直接甲醇燃料電池的發展已有相當的進步，但是還是有許多問題需要改進，例如：在低溫操作下，陽極觸媒的電極反應動力阻力大，如果提高操作溫度可以加速反應且減低觸媒毒化，或是降低陽極及觸媒的一氧化碳毒化，及改善部分甲醇滲透等問題，都是我們需要解決的問題。

1.3 燃料電池的工作原理簡單介紹

- (1.) 首先將甲醇水溶液通入陽極端，甲醇經由陽極端的 Pt 觸媒反應氧化為二氧化碳、氫質子與電子。
- (2.) 電子經由外電路來到陰極端，而氫質子經由質子交換膜來到陰極端。
- (3.) 陰極端通入氧氣，並產生還原反應生成水。

二、實驗目地

改善觸媒層，為了降低觸媒層的毒化，選用 PtRu 作為觸媒，因為 Ru 可以有效的將水活化成吸附含氧的物種 Ru-OH，並且與相鄰的 Pt-CO 反應，使 CO 氧化成 CO₂，並且脫離 Pt，維持反應效率。另外，增加觸媒的分散性，使它的比表面積增大，這樣可以加強反應效率。並使用 EPD 的方式，使懸浮顆粒進一步的深入碳布內部來增加其發電效率。

三、實驗步驟

選擇高比表面積的 Vulcan[®] XC-72 奈米活性碳粉體做為載體，並取 200 mg 碳黑加入去離子水中，配製成碳黑懸浮液之後置於超音波震盪器震盪 15 min，再量取 30 ml 的 20 mM 六氯鉑酸(H₂PtCl₆·6H₂O) 溶液與 0.1245 g 的三氯化鈦(RuCl₃)混合，在超音波震盪下添加於碳黑懸浮液中，調製成為 Pt/Ru 莫耳比為 1：1 之懸浮液。接著持續震盪 15 min，再將 50 mM 硼氫化鈉(NaBH₄)水溶液以微量滴管緩慢加入上述懸浮液中。填加 NaBH₄ 還原劑後，反應溶液則保持攪拌 3 hr。最後，將反應溶液進行高速離心 15 min，並經水洗數回，乾燥後則獲得奈米級 PtRu 觸媒粉體。

對於改善觸媒的分散性，做了兩種不同的參數：

(1.)合成 pH 值的不同。圖 3-1

(2.)合成溫度的不同。圖 3-2 製備好懸浮液之後，我們選用了電泳披覆法，圖 3-3 是我們披覆的前置作業。

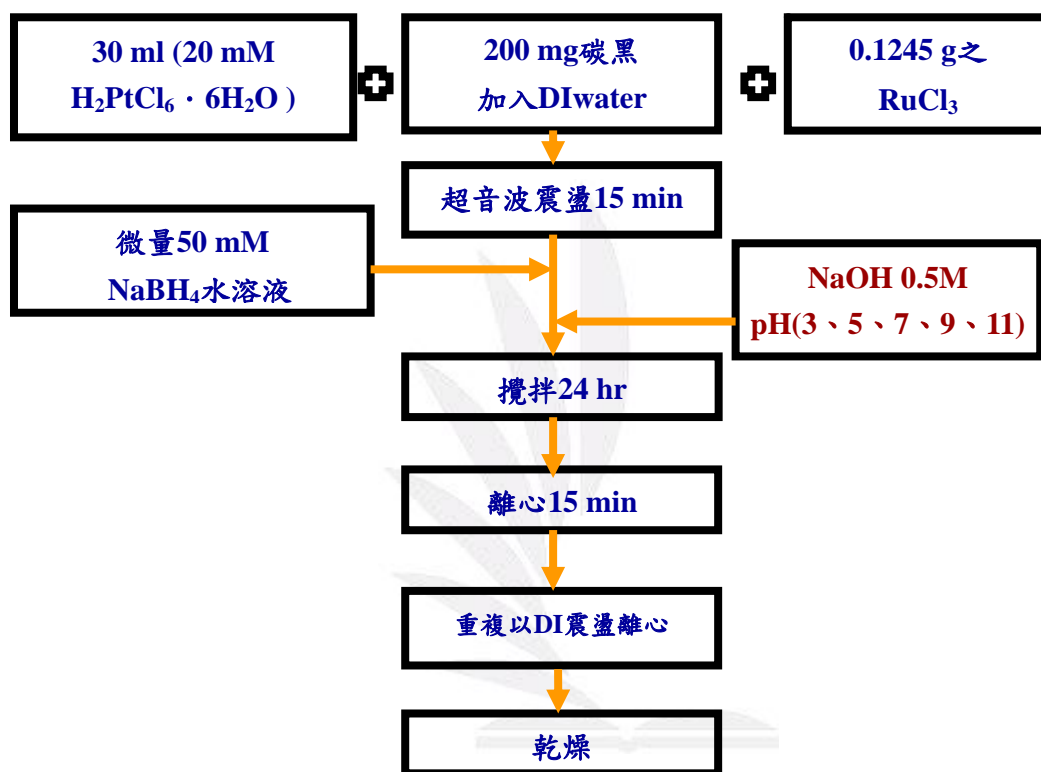


圖 3-1

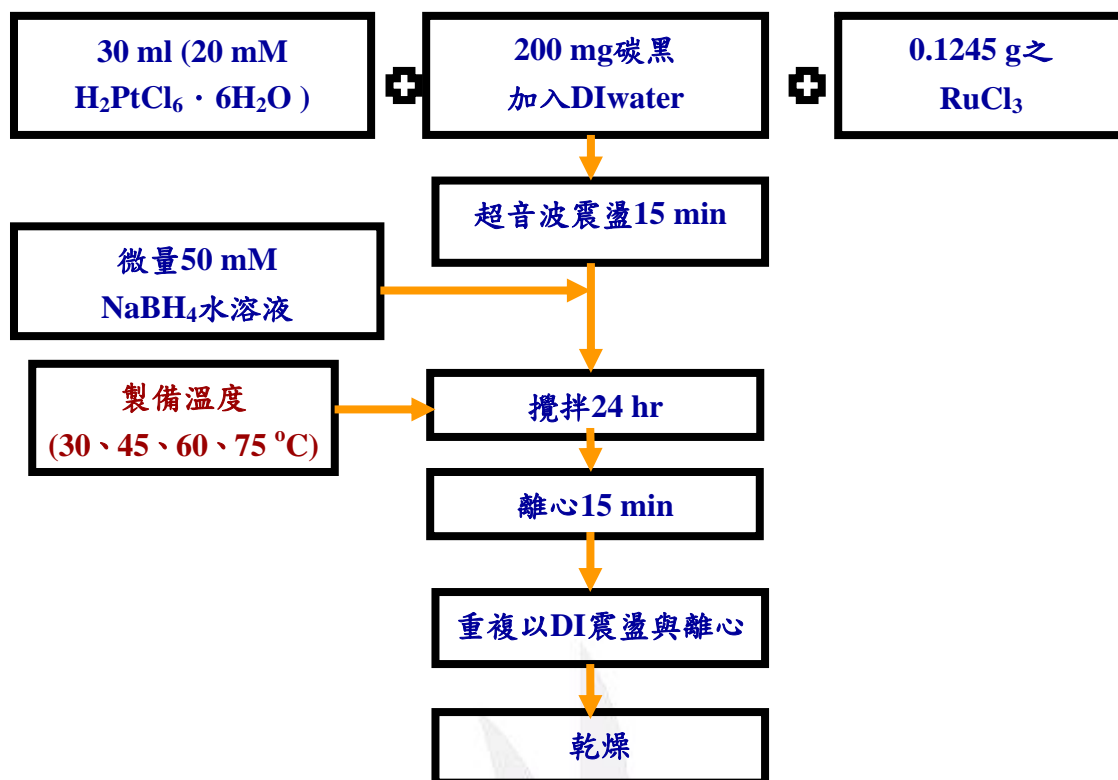


圖 3-2

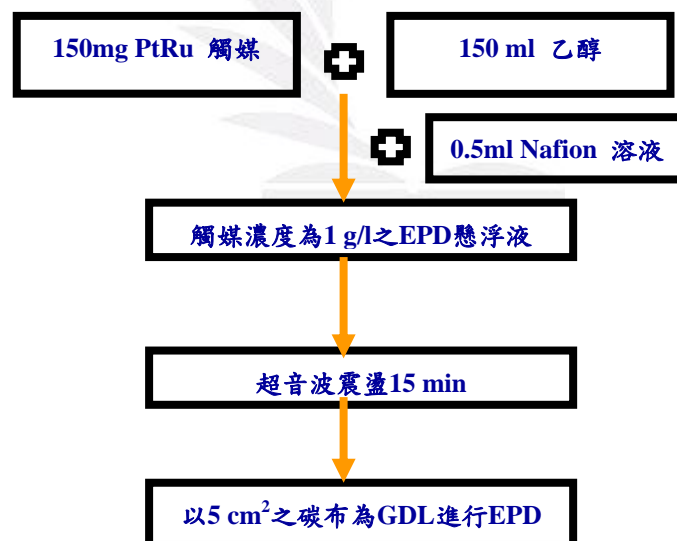


圖 3-3

四、結論與討論

4.1 數據討論

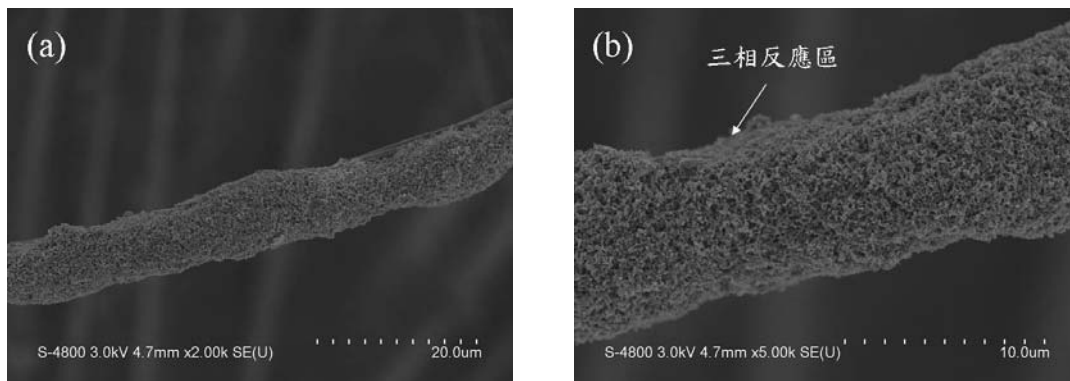


圖 4-1.利用電泳披覆觸媒於碳纖維的 SEM 圖像，其放大倍率為(a) 2 kX，(b) 5 kX。

圖 4-1 可以說明 EPD 的優點有二：

1. 有效地將 PtRu/C 奈米觸媒均勻分布粉底沉積在碳基氣體擴散層表面，並且形成一連續多孔性的結構。
2. 將協助提高 DMFC 燃料電池的三相反應(固/液/氣或稱觸媒/水/甲醇)區域和燃料的傳輸效率。

圖 4-2 是比較在不同 pH 值合成下的觸媒，可以看出在 pH=5 時，其分散性較佳，其餘的觸媒皆有明顯的團聚現象，而且顆粒大小也較不均勻，pH=3 時，因為鈳的還原不足，而 pH=7 時，顆粒有些許的團聚，pH=9 時，顆粒有些許的變大，但相對的團聚也更嚴重，pH=11 時，是觸媒糾結最嚴重的時候。

圖 4-3 是比較在不同溫度合成下的觸媒，可以明顯的看到隨著溫度的上升，觸媒的還原量逐漸增加。

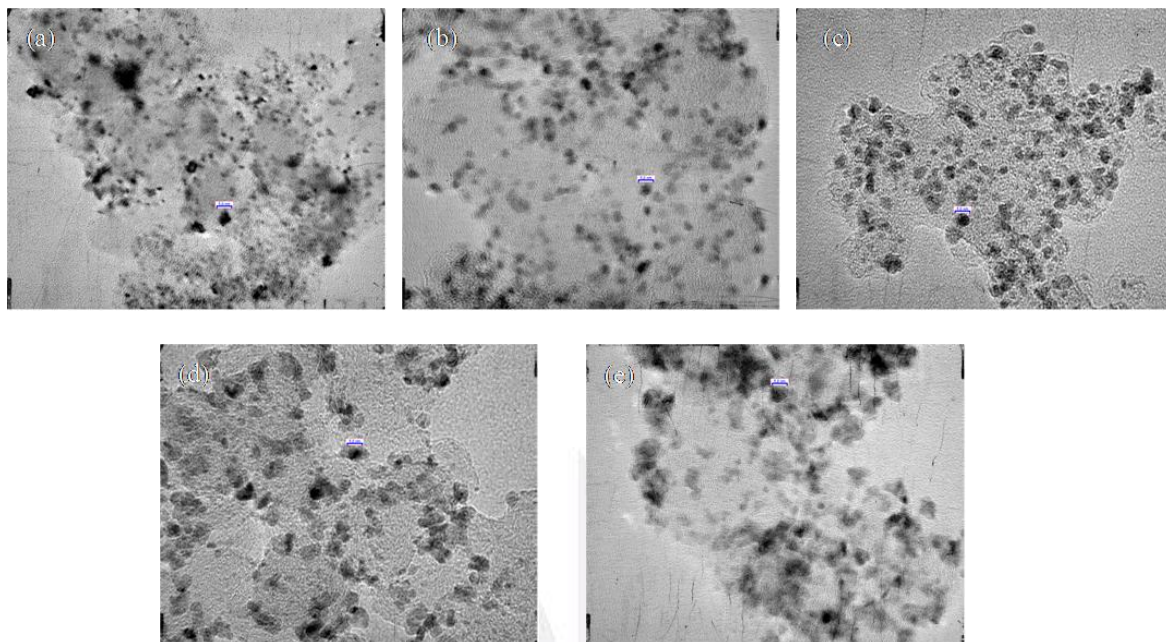


圖 4.2.硼氫化鈉還原 PtRu 奈米觸媒於碳載體上之 TEM 圖像，其合成溶液 pH 值分別為，(a) 3，(b) 5，(c) 7，(d) 11，(e) 7。倍率：800 kX。

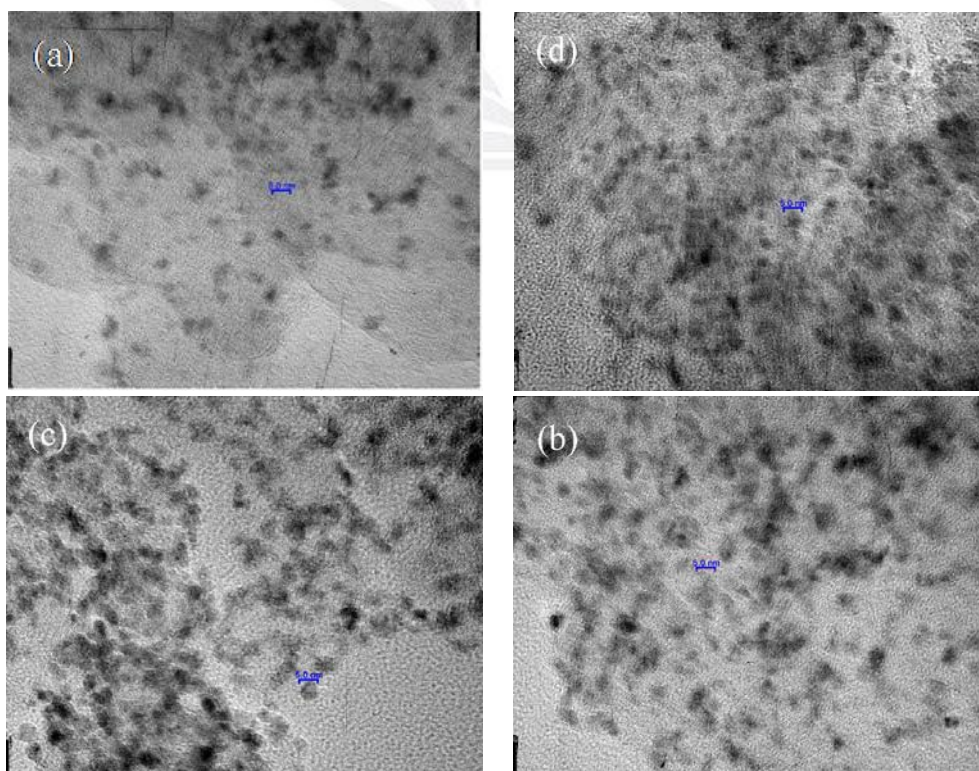


圖 4-3. 硼氫化鈉還原 PtRu 奈米觸媒於碳載體上之 TEM 圖像，使用不同的合成溫度分別為，(a) 30°C，(b) 45°C，(c) 60°C，(d) 75°C。倍率為 800 kX。

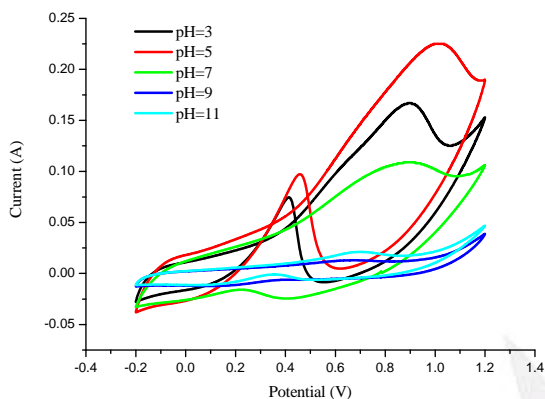


圖 4-4 電化學循環伏安變化曲線圖。

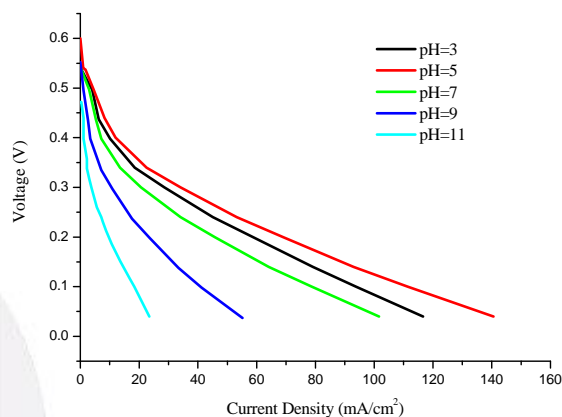


圖 4-5 DMFC 之極化曲線變化圖。

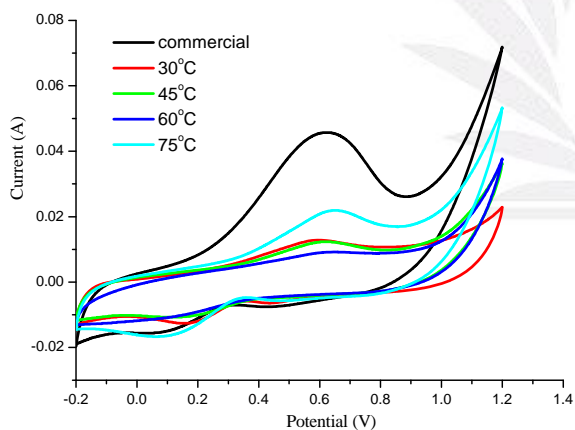


圖 4-6 循環伏安法之 I-V 曲線變化情形。

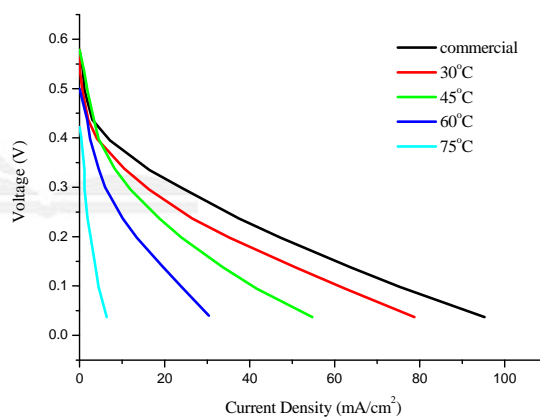


圖 4-7 DMFC 之極化曲線變化圖。

圖 4-4 與圖 4-5 為在不同 pH 值合成下所做的循環伏安圖與極化曲線圖，由圖 4-4 中，可以看出有兩個峰值，右邊為甲醇氧化還原的峰值，左邊則為一氧化碳氧化成二氧化碳的氧化還原峰，而曲線的面

積越大，則表示觸媒的效率越好。圖 4-5 中可以看到 pH=5 的電流密度為最大，也表示它的電池測試壽命越長。

圖 4-6 與圖 4-7 為在不同溫度合成下所做的循環伏安圖與極化曲線圖，由圖 4-6 中，與商用觸媒做比較，由於批覆量較不足，明顯的看出循環伏安面積小於商用觸媒，在不同的溫度比較下，75°C 的氧化還原是最好的。圖 4-7 中，也用商用觸媒做比較，發現它的電流密度最佳，而在不同溫度下，30°C 的電流密度卻較佳，所以猜測溫度高雖然氧化還原佳，但是因為 PtRu 的還原量較多，所以有團聚現象，比表面積較低，效率較不佳。

4.2 實驗結果

- 1.當合成溶液 pH 值為 5 時，所獲得的 PtRu 觸媒顆粒平均粒徑較小且分散性佳，同時在循環伏安與極化曲線方面的表現較為優異。
- 2.由實驗分析結果證實，我們可以成功製備出 PtRu 奈米觸媒粉體。當製備溫度為 30°C 時，所合成 PtRu 奈米觸媒顆粒尺寸較小，其平均粒徑約 4.16 nm。
- 3.由單電池測試分析可證實製備溫度為 30°C 之合成觸媒，具有較佳的催化活性與發電效率。
- 4.利用電泳披覆技術可於氣體擴散層表面製作披覆性良好且均勻性佳的連續多孔性觸媒層結構。

4.3 實驗後續發展

1. 還原劑的選擇:檸檬酸鈉、鋰氫化鋁或氫氣等對合成觸媒的影響，若使用還原性較弱的檸檬酸鈉，則有減緩 PtRu 的還原速率之可能，有利於形成平均粒徑較小的觸媒顆粒。
2. 添加界面活性劑: 添加不同種類之界面活性劑，將可機會提昇觸媒顆粒在載體表面的分散性，並增加觸媒的活化面積與燃料電池的發電效率。
3. 改變前驅物種類: 實驗中使用 H_2PtCl_6 與 $RuCl_3$ 做為前驅物，但 Cl- 會使得質子交換膜劣化，所以發電效率受到限制。可以試著使用不含 Cl 的 Pt 和 Ru 前驅物來製備觸媒可有效改善燃料電池的發電效率。

參考文獻

1. S. Surampudi, S. R. Narayanan, and E. Vamos, "Advances in direct methanol fuel-cells," *Journal of Power Sources*, 47 (1994) 377.
2. J. Shim, D. Y. Yoo, and J. S. Lee, "Characteristics for electrocatalytic properties and hydrogen-oxygen adsorption of platinum ternary alloy catalysts in polymer electrolyte fuel cell," *Electrochim. Acta*, 45 (2000) 1943.
3. 林祥輝，張玉清，許雅意，顏貽乙，"PEMFC 技術發展趨勢及應用" *工業材料雜誌*，215 (2004) 118-124.
4. 宋隆裕，蔡克群，"質子交換膜燃料電池(PEMFC)膜電極體(MEA)之技術概述" *工業材料雜誌*，193 (2003) 101-110.
5. M. Watanabe, S. Motoo, "Electrocatalysis by ad-atoms: Part III. Enhancement of the oxidation of carbon monoxide on platinum by ruthenium ad-atoms," *J. Electroanal. Chem.*, 60 (1975) 275.
6. H. Morikawa, N. Tsuihiji, T. Mitsui, and K. Kanamura, "Preparation of Membrane Electrode Assembly for Fuel Cell by Using Electrophoretic Deposition Process," *J. Electrochem. Soc.*, 151 (2004) A1733-37.
7. PtRu 觸媒粉體合成技術與電泳披覆法應用在直接甲醇燃料電池與其特性之研究



PtRu觸媒粉體合成技術與電泳披覆法應用 在直接甲醇燃料電池與其特性之研究

科系:材料科學與工程學系

指導教授:駱榮富 教授

學生:王蕙茹 吳冠錚

1

© TemplatesWise.com

大綱

- ✿ 前言
- ✿ 直接甲醇燃料電池介紹
- ✿ 實驗流程
- ✿ 結果與討論
- ✿ 結論
- ✿ 後續發展

燃料電池簡介

- ✿ 化學能經氧化還原反應轉換成電能
- ✿ 能量轉化效率高達(40~60%)
- ✿ 能源產生對環境衝擊小

3

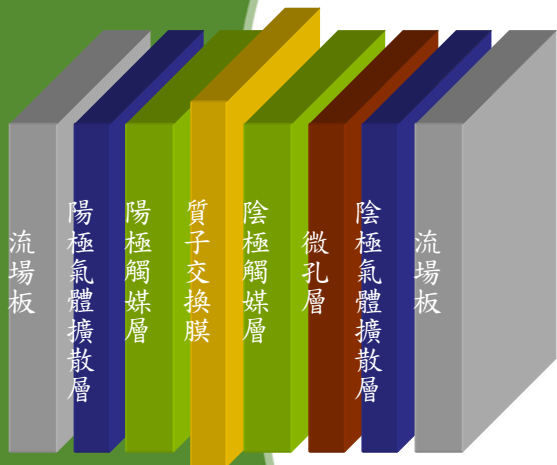
直接甲醇燃料電池

(Direct Methanol Fuel Cell ; DMFC)

- ✿ DMFC在操作溫度和PEMFC大致相同，皆可在低溫(< 100°C)下操作，且具有效率高、結構簡單、高能量密度、啟動快速等優點，適用於各種可攜式3C產品及電動機車等。
- ✿ DMFC燃料為甲醇，不論在製造、儲存或處理各項，較氫氣表現突出。
- ✿ 甲醇為碳數最少的醇類，故其電活性最大，且於低溫時經由電池陽極的催化作用即可產生電化學反應。

4

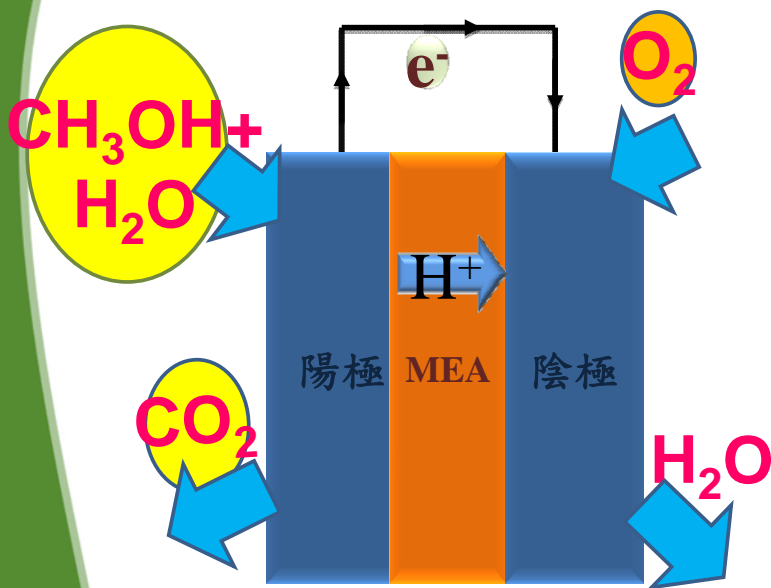
MEA膜極組



- 質子交換膜(Proton Exchange Membrane ; PEM)：為高分子所組成之固態電解質，其主要功能在於傳遞 H^+ (氫質子)。
- 觸媒層 (Catalyst Layer ; CL)：以奈米觸媒與載體材料為主要成分，其主要功能在於加速陽極端甲醇燃料氧化及陰極端氧氣的還原反應。
- 氣體擴散層 (Gas Diffusion Layer GDL)：常用的材料主要為碳紙及碳布其主要功用乃是協助陽極端的甲醇水溶液與陰極端的氧氣或空氣有效地均勻分散到觸媒層，並排除燃料電池作用時所產生之廢氣及水。

5

直接甲醇電池的工作原理



6

DMFC的應用



7

觸媒

✿ 改善CO的毒化

Pt觸媒中加入其他金屬可幫助去除CO，所以我們選用Ru，它可將水活化成吸附含氧的物種Ru-OH，並與相鄰的Pt-CO反應，使得CO氧化成CO₂而從Pt表面除去。

✿ 比表面積大

觸媒粒徑小及增加其分散性。

8

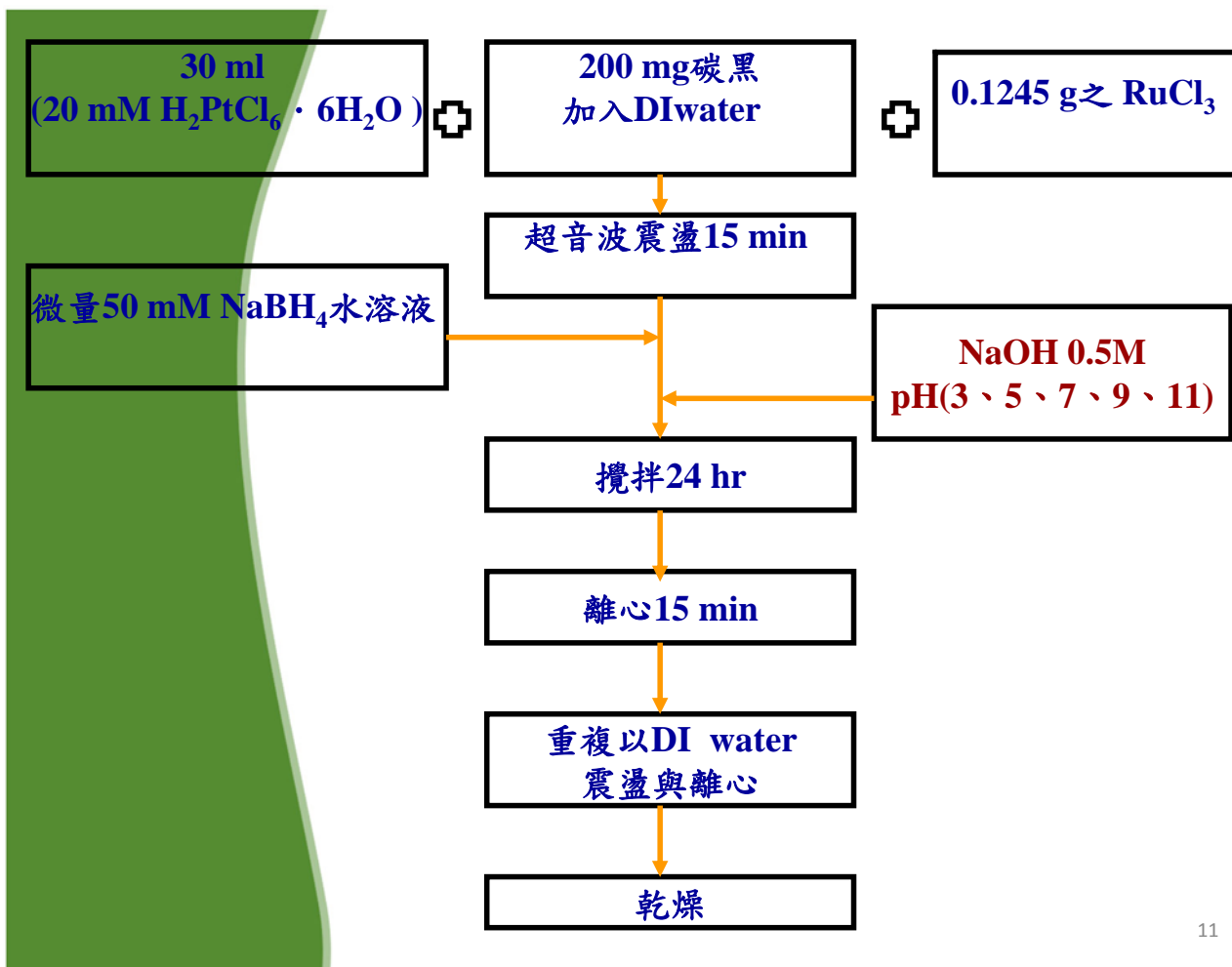
實驗的流程製備圖

✿ 改善觸媒的分散性

➡ pH值的不同

➡ 製備溫度的不同

合成溶液pH值製備流程圖



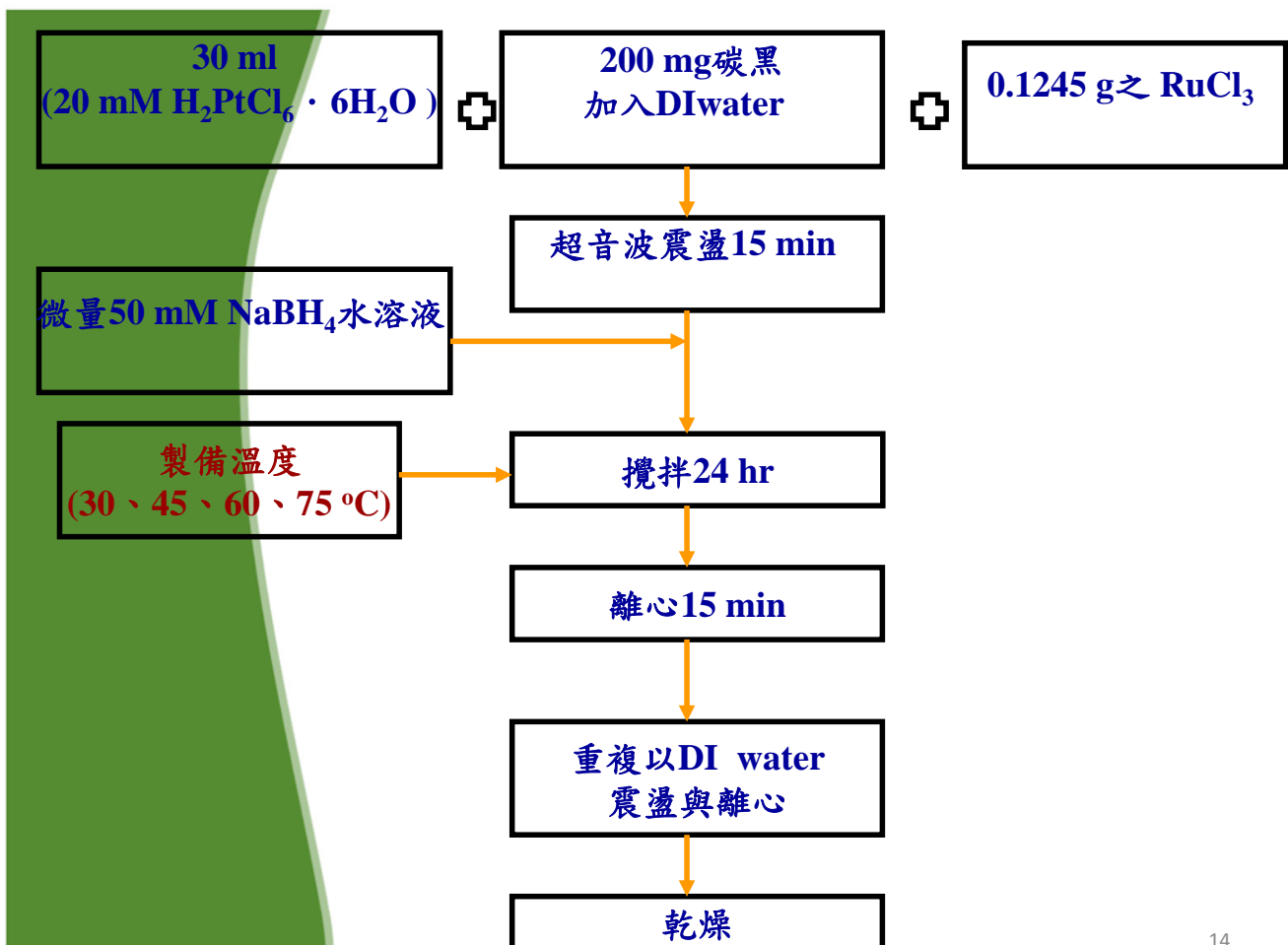
11

	H ₂ PtCl ₆ · 6H ₂ O 20 mM	碳黑	RuCl ₃	NaBH ₄	NaOH	pH
(a)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	0.5 M	3
(b)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	0.5 M	5
(c)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	0.5 M	7
(d)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	0.5 M	9
(e)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	0.5 M	11

12

不同製備溫度流程圖

13



14

	$\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 20 mM	碳黑	RuCl_3	NaBH_4	製備溫度
(a)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	30°C
(b)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	45°C
(c)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	60°C
(d)	30 ml	200 mg	0.1245 g	50 mM	75°C

15

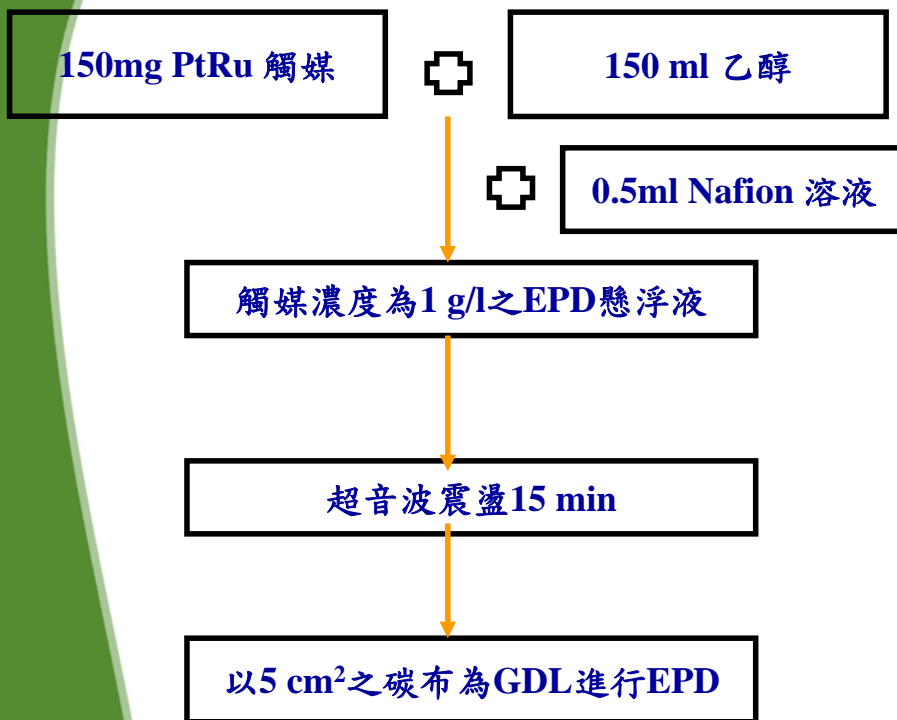
電泳披覆法

(Electrophoretic Deposition ; EPD)

- ✿ 電泳法在鍍膜技術方面發展的另一主要應用
- ✿ (1) 電泳(Electrophoresis)—即懸浮液中帶電顆粒受電場作用而產生泳動之行為
- ✿ (2) 披覆(Deposition)—帶電顆粒會於帶相反電性之電極板上產生電性中和，並凝聚而成堆積密集之鍍層，使用EPD法可披覆不同材料的厚膜或薄膜於導電性的基材。

16

電泳披覆



17

結果與討論-EPD

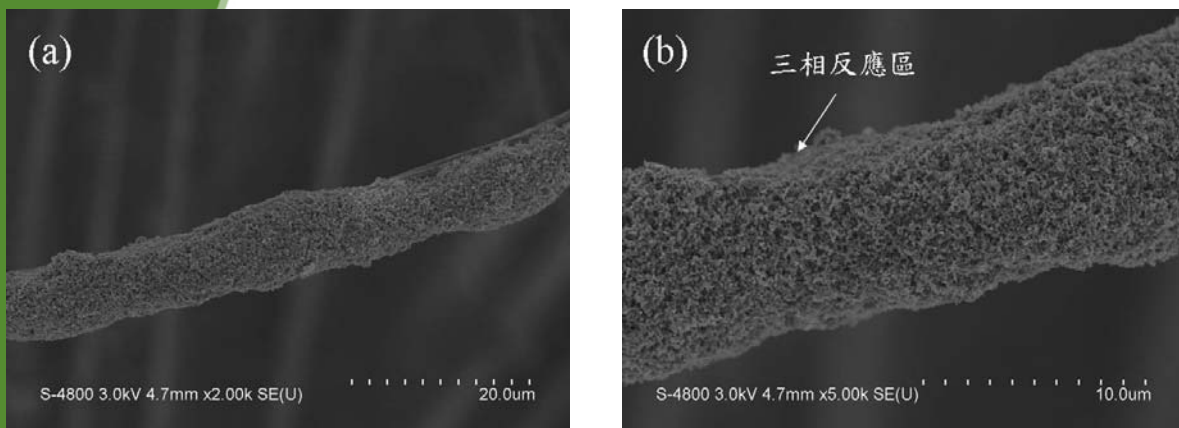


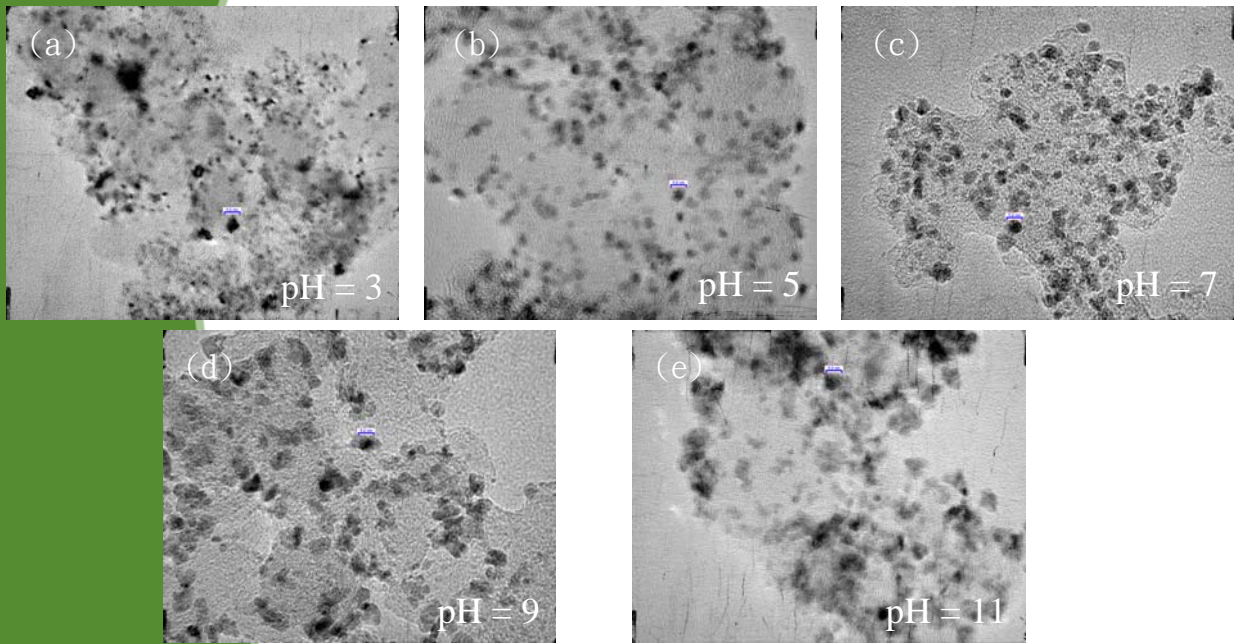
圖4-4 利用電泳披覆觸媒於碳纖維之SEM圖像，其中放大倍率為(a) 2 kX，(b) 5 kX。

有效地將PtRu/C奈米觸媒**均勻分布**粉體沉積於碳基氣體擴散層表面且形成一**連續多孔性**之結構

將協助提高DMFC燃料電池的**三相反應**(固/液/氣或稱觸媒/水/甲醇)區域和燃料的**傳輸效率**。

18

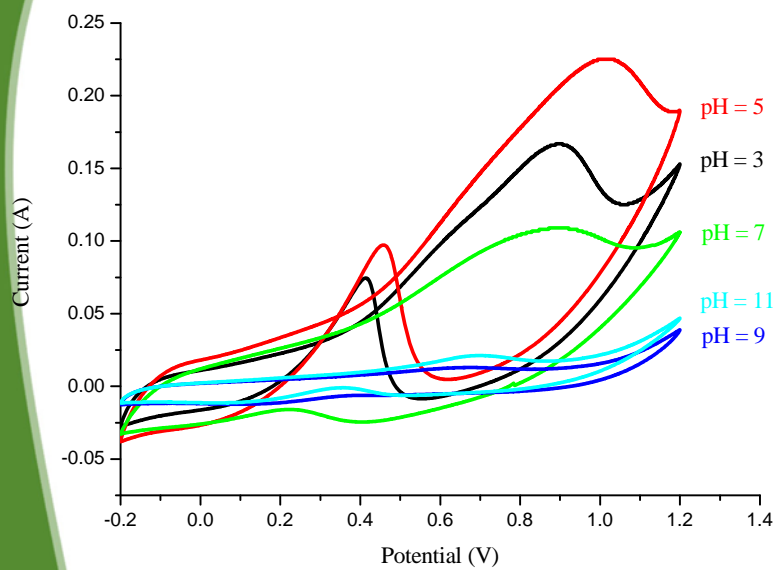
結果與討論-pH-I



還原出PtRu奈米觸媒於碳載體上之TEM圖像，使用不同的pH值分別為，
(a) pH = 3，(b) pH = 5，(c) pH = 7，(d) pH = 9，(e) pH = 11。倍率：800 kX。

19

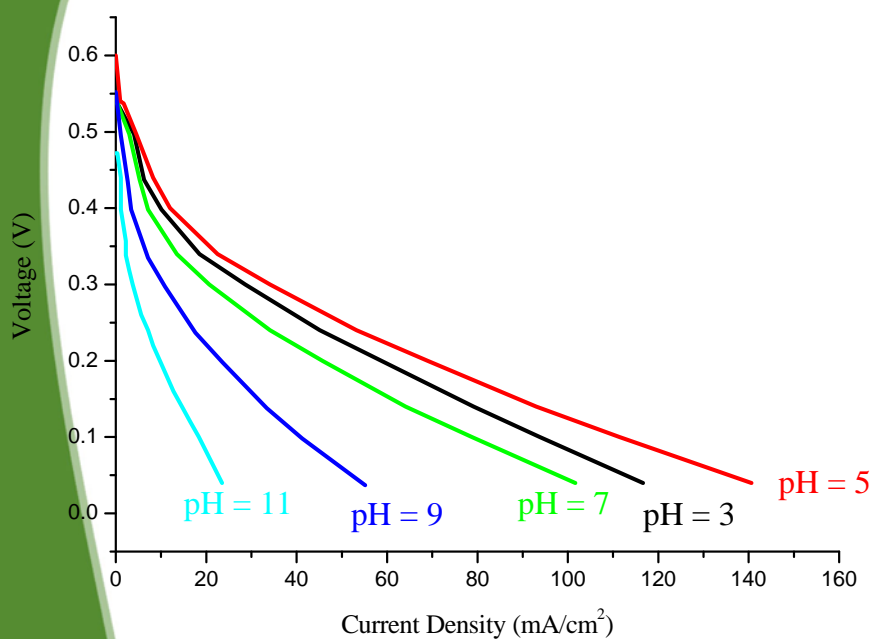
結果與討論-pH-II



電化學循環伏安變化曲線圖。

20

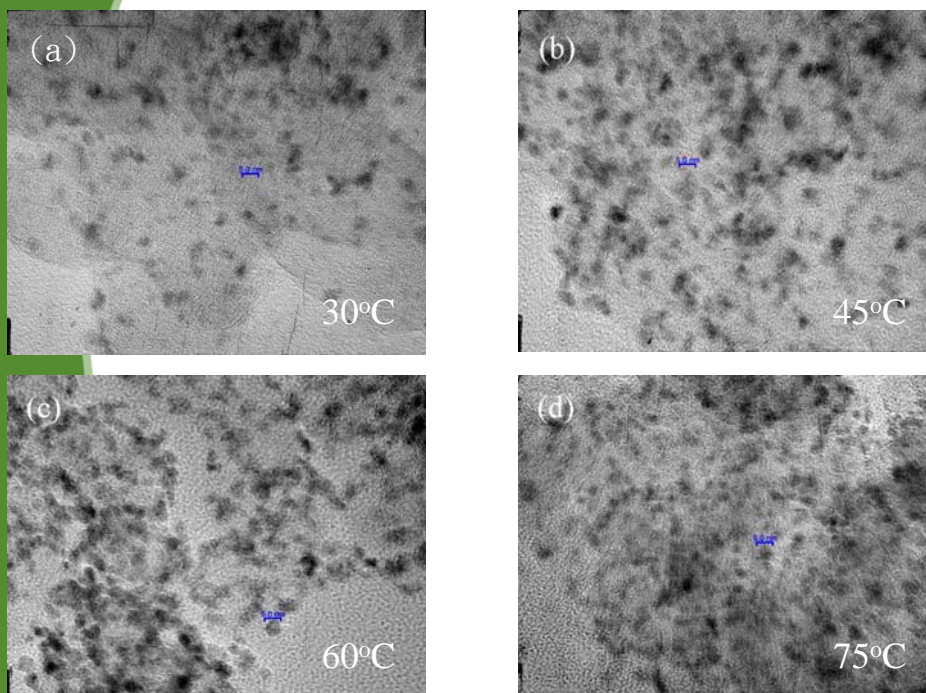
結果與討論-pH- III



DMFC之極化曲線變化圖

21

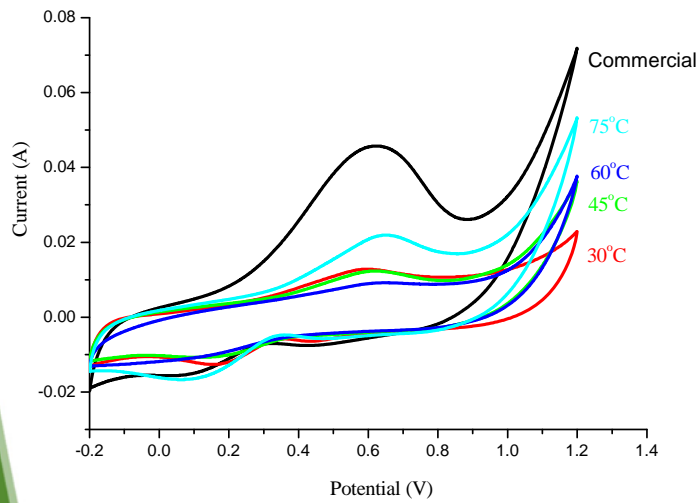
結果與討論-溫度-I



還原出PtRu奈米觸媒於碳載體上之TEM圖像，使用不同的合成溫度分別為，(a) 30°C，(b) 45°C，(c) 60°C，(d) 75°C。倍率：800 kX。

22

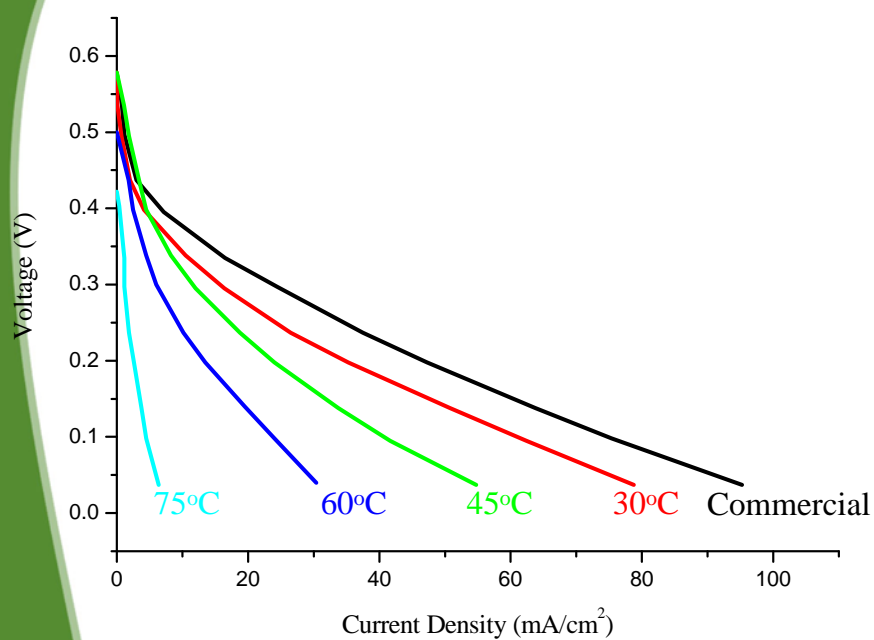
結果與討論-溫度-II



循環伏安法之I-V曲線變化情形。(1 M CH₃OH_(aq) + 0.5 M H₂SO_{4(aq)}，參考電極：飽和甘汞電極(SCE)，掃描電壓：1.2~-0.2 V，掃描速率：0.05 V/s)。

23

結果與討論-溫度-III



DMFC之極化曲線變化圖。

24

結論

- ◆ 當合成溶液pH值為5時，所獲得的PtRu觸媒顆粒平均粒徑較小且分散性佳，同時在循環伏安與極化曲線方面的表現較為優異。
- ◆ 由實驗分析結果證實，我們可以成功製備出PtRu奈米觸媒粉體。當製備溫度為30°C時，所合成PtRu奈米觸媒顆粒尺寸較小，其平均粒徑約4.16 nm。
- ◆ 由單電池測試分析可證實製備溫度為30°C之合成觸媒，具有較佳的催化活性與發電效率。
- ◆ 利用電泳披覆技術可於氣體擴散層表面製作披覆性良好且均勻性佳的連續多孔性觸媒層結構。

25

後續發展

- ◆ 還原劑的選擇：檸檬酸鈉、鋰氫化鋁或氫氣等對合成觸媒的影響，若使用還原性較弱的檸檬酸鈉，則有減緩PtRu的還原速率之可能，有利於形成平均粒徑較小的觸媒顆粒。
- ◆ 添加界面活性劑：添加不同種類之界面活性劑，將可機會提昇觸媒顆粒在載體表面的分散性，並增加觸媒的活化面積與燃料電池的發電效率。
- ◆ 改變前驅物種類：實驗中使用 H_2PtCl_6 與 $RuCl_3$ 做為前驅物，但Cl⁻會使得質子交換膜劣化，所以發電效率受到限制。可以試著使用不含Cl的Pt和Ru前驅物來製備觸媒可有效改善燃料電池的發電效率。

26

參考文獻

- ❁ S. Surampudi, S. R. Narayanan, and E. Vamos, “Advances in direct methanol fuel-cells,” *Journal of Power Sources*, 47 (1994) 377.
- ❁ J. Shim, D. Y. Yoo, and J. S. Lee, “Characteristics for electrocatalytic properties and hydrogen-oxygen adsorption of platinum ternary alloy catalysts in polymer electrolyte fuel cell,” *Electrochim. Acta*, 45 (2000) 1943.
- ❁ 林祥輝，張玉清，許雅意，顏貽乙，“PEMFC技術發展趨勢及應用”*工業材料雜誌*，215 (2004) 118-124.
- ❁ 宋隆裕，蔡克群，“質子交換膜燃料電池(PEMFC)膜電極體(MEA)之技術概述”*工業材料雜誌*，193 (2003) 101-110.
- ❁ M. Watanabe, S. Motoo, “Electrocatalysis by ad-atoms: Part III. Enhancement of the oxidation of carbon monoxide on platinum by ruthenium ad-atoms,” *J. Electroanal. Chem.*, 60 (1975) 275.
- ❁ H. Morikawa, N. Tsuihiji, T. Mitsui, and K. Kanamura, “Preparation of Membrane Electrode Assembly for Fuel Cell by Using Electrophoretic Deposition Process,” *J. Electrochem. Soc.*, 151 (2004) A1733-37.

27



Thanks for your attention!

28

電泳披覆法

(Electrophoretic Deposition ; EPD)

✿ 優點：

- (1) 製程簡單。
- (2) 設備成本低。
- (3) 可利用在製作披覆層於各種複雜形狀之電極基材。
- (4) 披覆厚度可獲精確控制，不須使用有機黏結劑或塑化劑之漿料配方中，且生坯之孔隙較小有助於陶瓷坯體燒結性質的提高。
- (5) 適用於披覆各種氧化物及非氧化物披覆層或複合材料製作。
- (6) 需要厚膜材料應用時，披覆速度較其他鍍膜方法(如CVD、PVD)高。

29

電泳披覆技術

(Electrophoretic Deposition ; EPD)

- ✿ 在多孔性碳基材進行纖維表面微孔層披覆，藉由懸浮液的特性及多孔性碳基材的性質，可使懸浮顆粒更進一步的深入基材內部。
- ✿ 提升觸媒分散性與利用率
- ✿ 增加氣體擴散層氣體擴散效益
- ✿ 促進微孔層水管理功用
- ✿ 降低膜極組中疊層之間的介面阻抗的目的
- ✿ 對於直接提高質子交換膜燃料電池之發電效率及延長電池使用壽命有相當顯著的正面影響。

30

生質能源與綠色科技學程期末成果展

PtRu觸媒粉體合成技術與電泳披覆法應用在直接甲醇燃料電池與其特性之研究

駱榮富、王蕙茹、吳冠錫
逢甲大學材料工程與科學系

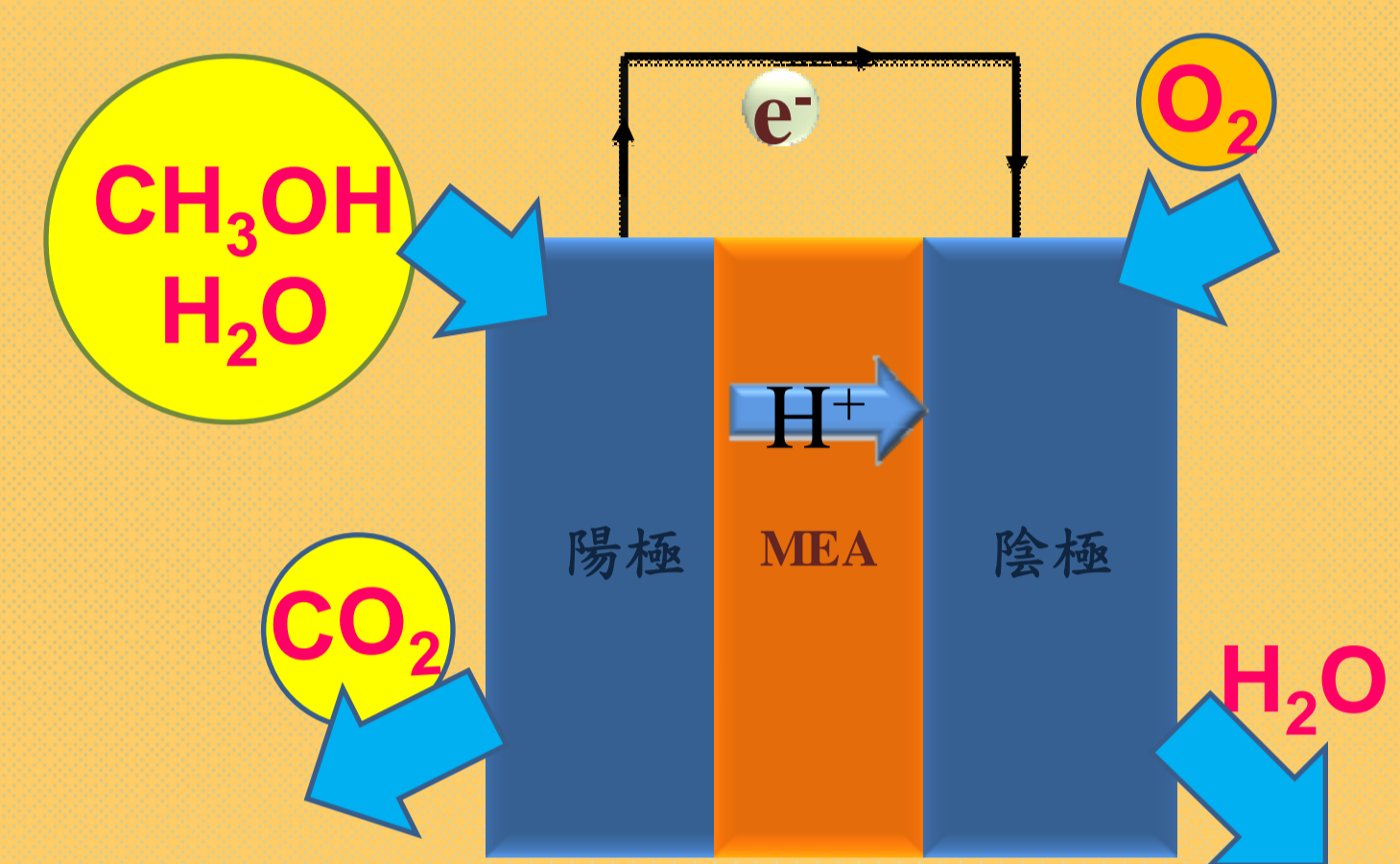
Introduction

本研究使用硼氫化鈉還原法(NaBH_4 Reduction Method)製備直接甲醇燃料電池(DMFC)所用之PtRu/C奈米觸媒，並探討不同製備溫度、不同酸鹼環境下所獲得PtRu/C觸媒粉體之催化活性，同時結合電泳披覆法技術(EPD)將此PtRu/C觸媒粉體沉積於碳布氣體擴散層表面製作直接甲醇燃料電池之觸媒層，本實驗使用數位程控系統紀錄EPD製程中輸出電壓及披覆時間進行即時監控，有利於碳纖維布表面沉積均勻且披覆性佳的觸媒層。

直接甲醇燃料電池(Direct Methanol Fuel Cell; DMFC)

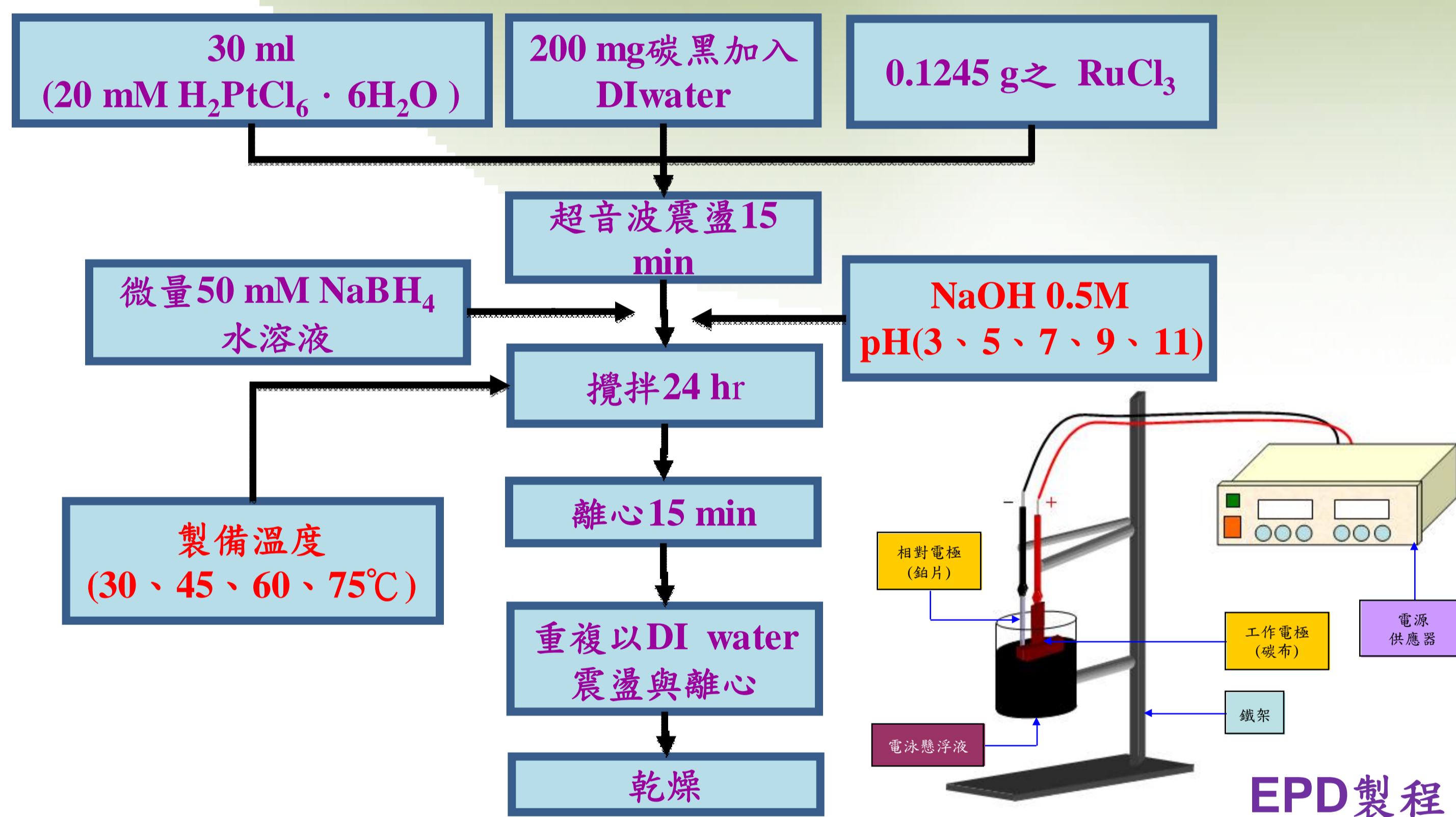
- DMFC在操作溫度和PEMFC大致相同，皆可在低溫下操作($< 100^\circ\text{C}$)，且具有效率高、結構簡單、高能量密度、啟動快速等優點，適用於各種可攜式3C產品及電動機車等。
- 陽極觸媒之電極反應動力阻力大，尤其在低溫操作之際，更加劇烈。若提高操作溫度可有效加速反應速率及減少觸媒毒化。
- 陽極一氧化碳毒化，使陽極效能下降。
- 部分甲醇滲透(Cross-Over)電解質，且在陰極與Pt觸媒反應。結果造成陰極效能降低，進而導致整體電位下降。
- 陰極觸媒電極之氧氣反應過慢。

直接甲醇電池的工作原理

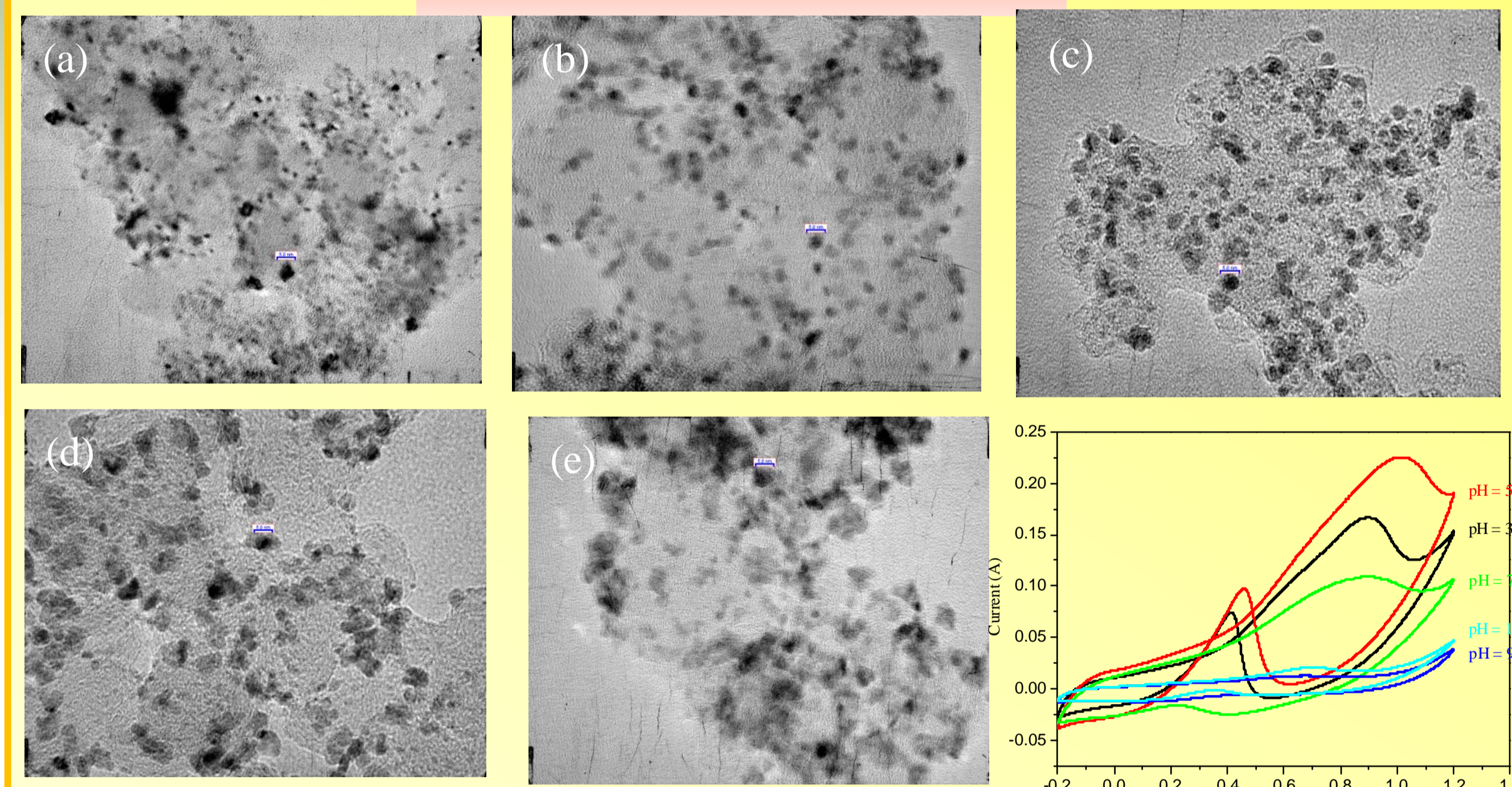


Experimental

改善觸媒的分散性-實驗流程

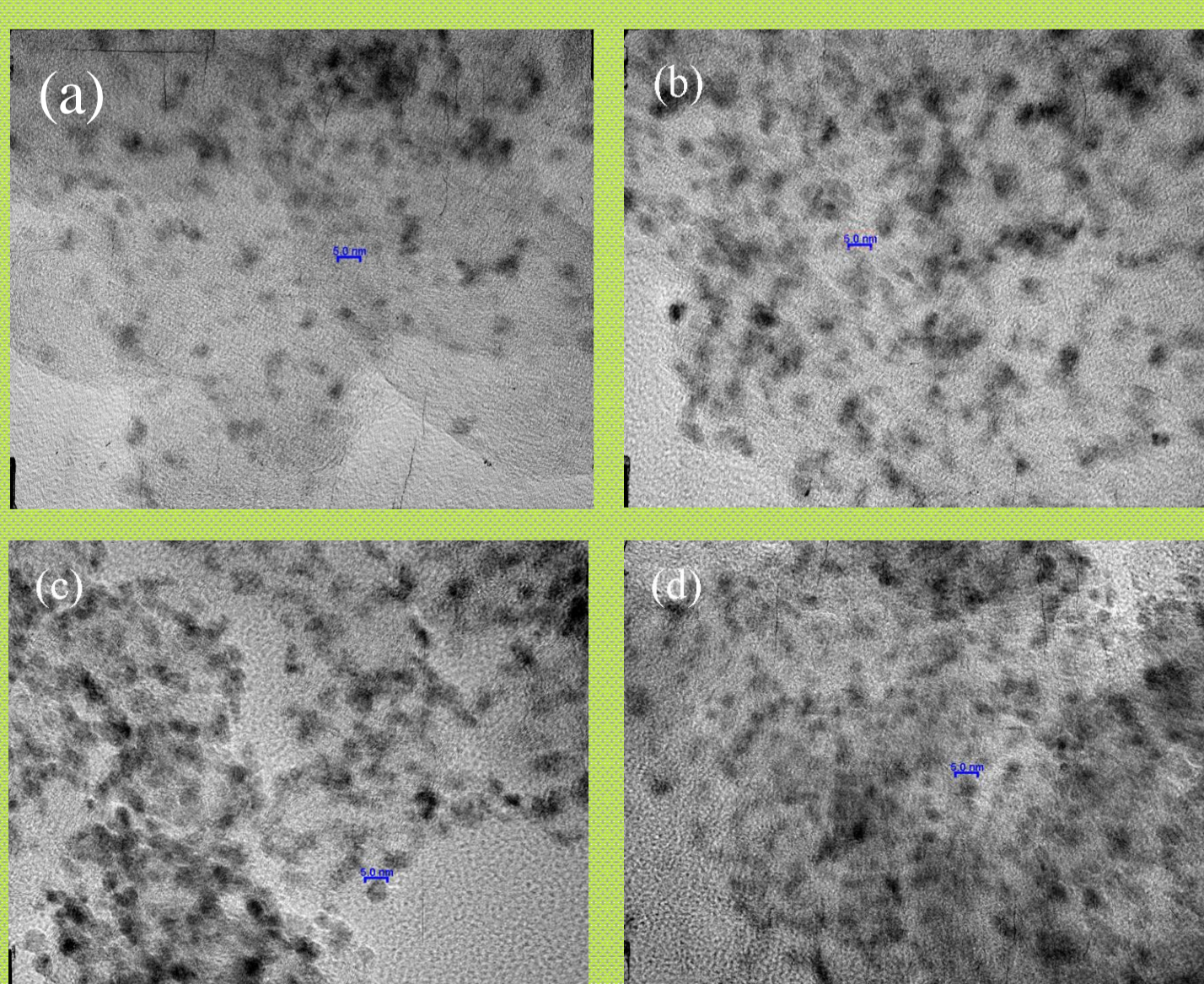


Results and discussion

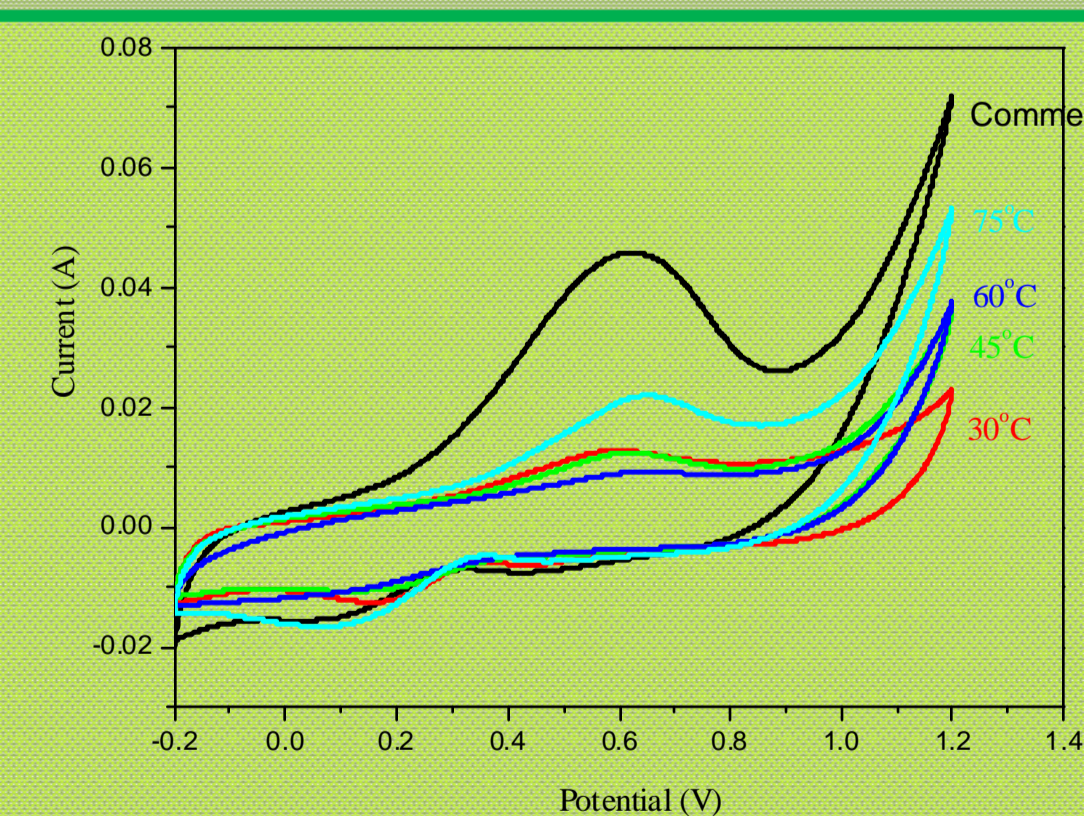


還原出PtRu奈米觸媒於碳載體上之TEM圖像及電化學循環伏安變化曲線圖，使用不同的合成pH值分別為，(a) pH=3, (b) pH=5, (c) pH=7, (d) pH=9, (e) pH=11。倍率：800 kX。

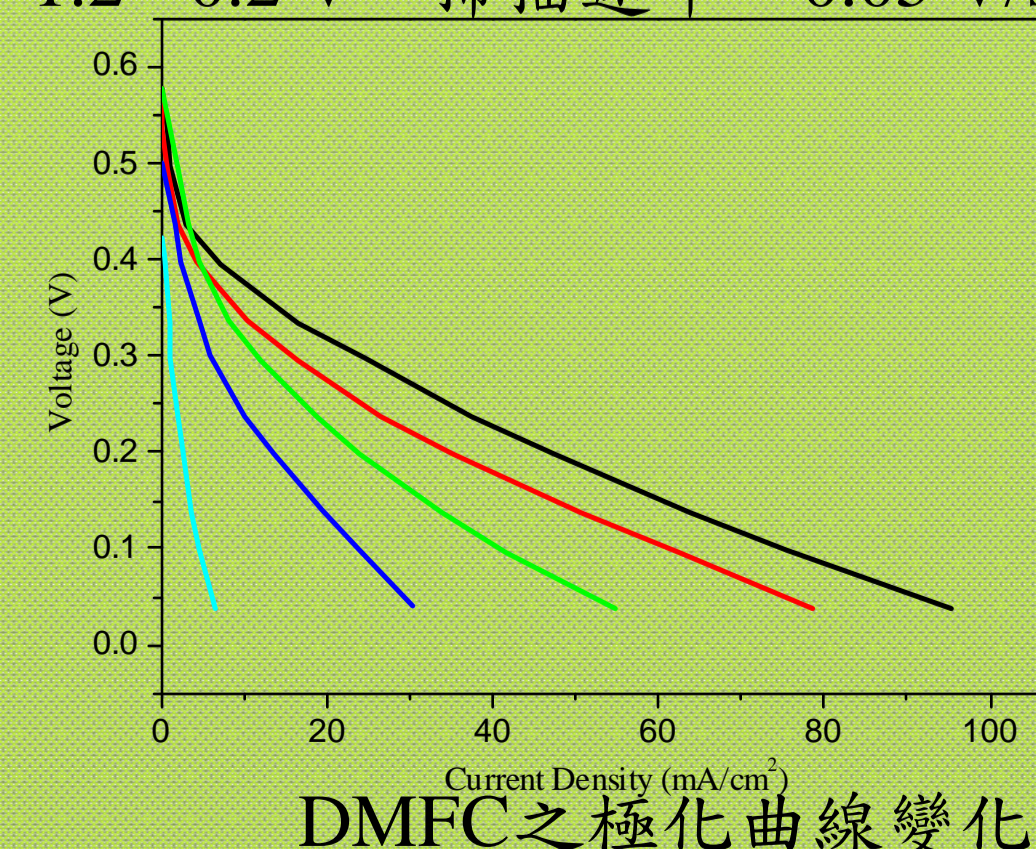
Results and discussion



還原出PtRu奈米觸媒於碳載體上之TEM圖像，使用不同的合成溫度分別為，(a) 30°C, (b) 45°C, (c) 60°C, (d) 75°C。倍率：800 kX。



循環伏安法之I-V曲線變化情形。(1 M $\text{CH}_3\text{OH}_{(aq)}$ + 0.5 M $\text{H}_2\text{SO}_4_{(aq)}$ ，參考電極：飽和甘汞電極(SCE)，掃描電壓：1.2~-0.2 V，掃描速率：0.05 V/s)。



圖。

Conclusion

- 由實驗分析結果證實，我們可以成功製備出PtRu奈米觸媒粉體。當製備溫度為30°C時，所合成PtRu奈米觸媒顆粒尺寸較小，其平均粒徑約4.16 nm。
- 由單電池測試分析可證實製備溫度為30°C之合成觸媒，具有較佳的催化活性與發電效率。
- 當合成溶液pH值為5時，所獲得的PtRu觸媒顆粒平均粒徑較小且分散性佳，同時在循環伏安與極化曲線方面的表現較為優異。

