中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組　電子、電機及資訊科

佳作

091002

燃料電池控制系統

學校名稱：新竹縣私立內思高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職二　官詣紘 職二　謝偉新 職二　朱竣誠 職二　吳文瑄	黃培聲 陳俊湧

關鍵詞：　減少二氧化碳排量、家庭發電、重複使用壽命長

摘要

我們本次的研究重點在於把太陽能板連結燃料電池，來達成有效的運用且減少污染，白天使用太陽能板發電，到了晚上則以質子燃料電池發電來取代太陽能板的發電功能，在相關雜誌中，我們發現大多數得太陽能板止有發電功能而缺乏儲存電力之功能，爲了能有效利用，我們利用這次的研究來開發燃料電池的控制系統 。

藉由質子燃料電池的可逆反應，將白天太陽能板剩餘的電能，透過燃料電池的作用下，使水分解成氫氣和氧氣，並以排水及氣法分別儲存於及氣槽中，再以氫氣和氧氣還原所得的電位差來發電，這樣就能達成日夜 24 小時皆可發電的功能了。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

壹、研究動機

由於科技的快速發展，人們大量使用無法再生的能源，例如石油、煤、核能等，不僅造成溫室效應、氣候異常、對地球環境產生極大的破壞，並且能源消耗殆盡，使得國際油價飆漲、影響經濟發展，爲尋求適當的替代能源，是目前急爲迫切的研究課題。太陽能、風力能、水力能及潮汐能等可再生能源，具有取之不盡、用之不竭、低污染等特性，適合做爲替代能源。此外，生質燃料及燃料電池，其燃料來源分別由植物或水中取得，具有極大的發展潛力。

替代能源目前尚未普及的障礙，主要在於技術發展仍未純熟及成本過高，此亦成爲專家學者研究的目標及重點。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

貳、研究目的

1. 把太陽能有效的運用。
2. 提供再生能源之燃料電池的可逆反應系統。
3. 轉換成「氫氣」及「氧氣」之儲能利用。
4. 燃料電池及太陽能電池組合及運用。
5. 大自然能源光、電、化學能之永續利用，。
6. 建構一套能源再生的簡易供電系統，以降低大自然的污染。
7. 電能系統達到日、夜 24 小時全天候提供源源不斷的電能。
8. 可以取代於石油、煤、核能等減少溫室氣體的排放。
9. 可提供家庭小型用電，進而擴及社區連結成普及性的用電系統。
10. 可以省下多餘的電費。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

叁、研究設備及器材

材料	數量	規格
氣體二極體	4～6 個	小
針筒	2 支	5cc
酸性填縫劑	2 支	中
鱷魚夾線	各 4 條	紅,黑
矽膠管	1 包	大
橡膠管	1 包	大
量杯	2 個	大
單心線	各 1 包	0.8mm 紅,黑
氣體開關	2 個	四開
尼龍繫線帶	1 包	小
木板	1 片	大
燈座	1 台	
小風扇	1 個	
小馬達	1 個	
螺絲包	1 包	銅柱專用
銅柱	各 8 支	3cm, 1cm
開關	6 個	2 開
燈泡	l 個	110V100
三用電錶	1 台	類比
悍烙鐵	1 支	30W
尖嘴鉗	1 支	電子用
斜口鉗	1 支	電子用
剝線鉗	1 支	電子用
迷你電鑽	1 台	AC110v 0~2.5mm
螺絲起子	1 組	小組
太陽能板	6 片	中
燃料電池	4 片	小
鉅片	1 片	
直流電源供應器	1 台	機器式
氣體計量器三通	4 個	3 通
魚缸	1 個	
壓克力板	1 組	
萬用板	2 片	中

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

肆、研究過程及方法

一、器材

找到燃料電池但只有電池是不足的,我們還要能夠儲存氣體的工具及材料也去過很多家材料店和水族館找到我們要的材料如:電子材料、氣體二極體、魚缸、矽膠管、橡膠管、氣體開關等

二、系統控制及研究進行

（一） 太陽光能透過太陽能電池板的轉換變成電能。

利用白天充足的陽光透過太陽能電池板的轉換（轉換容量之大小可以擴充),所產生的電能可以提供電器產品使用或電能儲存,本研究則著重在零污染的電能儲存及零污染的電能運轉，以質子燃料電池爲主體觀察能量轉換的功能、效率、儲存之效能及電力和氣體系統之控制。

（二） 電能經由燃料電池作用產生氫氣及氧氣。

（電能）及（水）兩種能源同時加入質子燃料電，質子燃料電池產生氫及氧氣，利用簡單的氣泡收集器觀察氣體之生成、比例、速率。質子燃料電池有別於電解效應，零污染的太陽電能及乾淨的水產生零污染的氫氣及氧氣（2：1)。

（三） 將兩種氣體有效收集分別儲存。

1. 要持續產生氣體，需要微量的水及不斷的電力，供水方面運用針筒之密閉與推進的便利性作爲控制系統，太陽能電力方面爲配合日照的角度，採用可調整方向的太陽能板，室內的操作說明則採用燈泡模擬太陽光源。
2. 氣體收集及儲存，運用水槽方式不僅可以安全的收集及儲存，還可以藉由水面高低來維持氣筒的壓力，經實際觀察氫氣及氧氣（2：1）以個別水槽收集其壓力的維持較爲穩定。

（四） 氣體控制系統（充氣與排氣)。

1.爲維持質子燃料電池氣體系統的順暢，我們運用一般水族箱的簡易氣體控制閥、氣體二極體，克服同時啓動電能轉換氣體、氣體轉換電能的操作運轉。

2.氣體二極體需要在有一定的壓力下使能發揮功能。

（五） 控制氫氣及氧氣分別進入燃料電池產生電能。

1.控制氫氣及氧氣分別進入燃料電池,氫氣及氧氣仍需維持 2:1 之比例。

2.氫氣及氧氣分別進入燃料電池產生電能及水，經實際觀察氫氣及氧氣經實際觀察氫氣及氧氣需適時排氣、排水，方能持續電池產生電能。

（六） 電能運轉與監測。

轉換容量之大小，可以擴充質子燃料電池個數、氣體供應之容量。

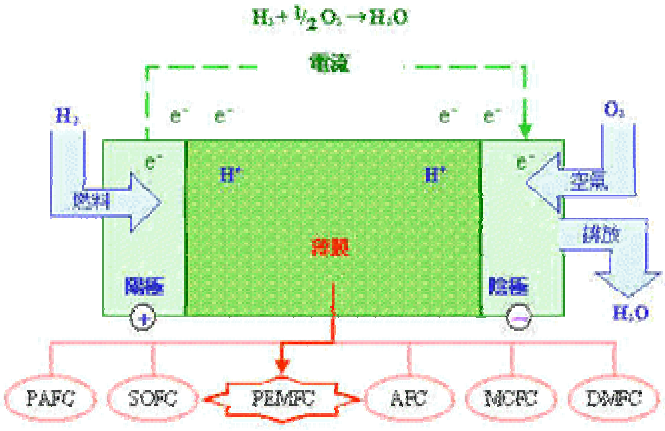
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

三、燃料電池結構

(1) 陽極：$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$電子由陽極導至外接電路，形成電流。而氫離子也由陽極端，透過可導離子性質（電子絕緣體）之高分子薄膜電解質，抵達陰極。反應如下：$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e$

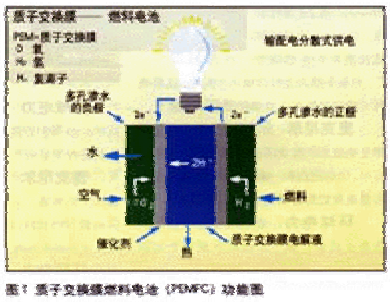
(2) 陰極：空氣輸至陰極，氧氣分子質傳至陰極，與電子及氫離子起電化反應，而產生水及 1.229 伏特之電壓。反應如下：$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H$

圖一



PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

圖二

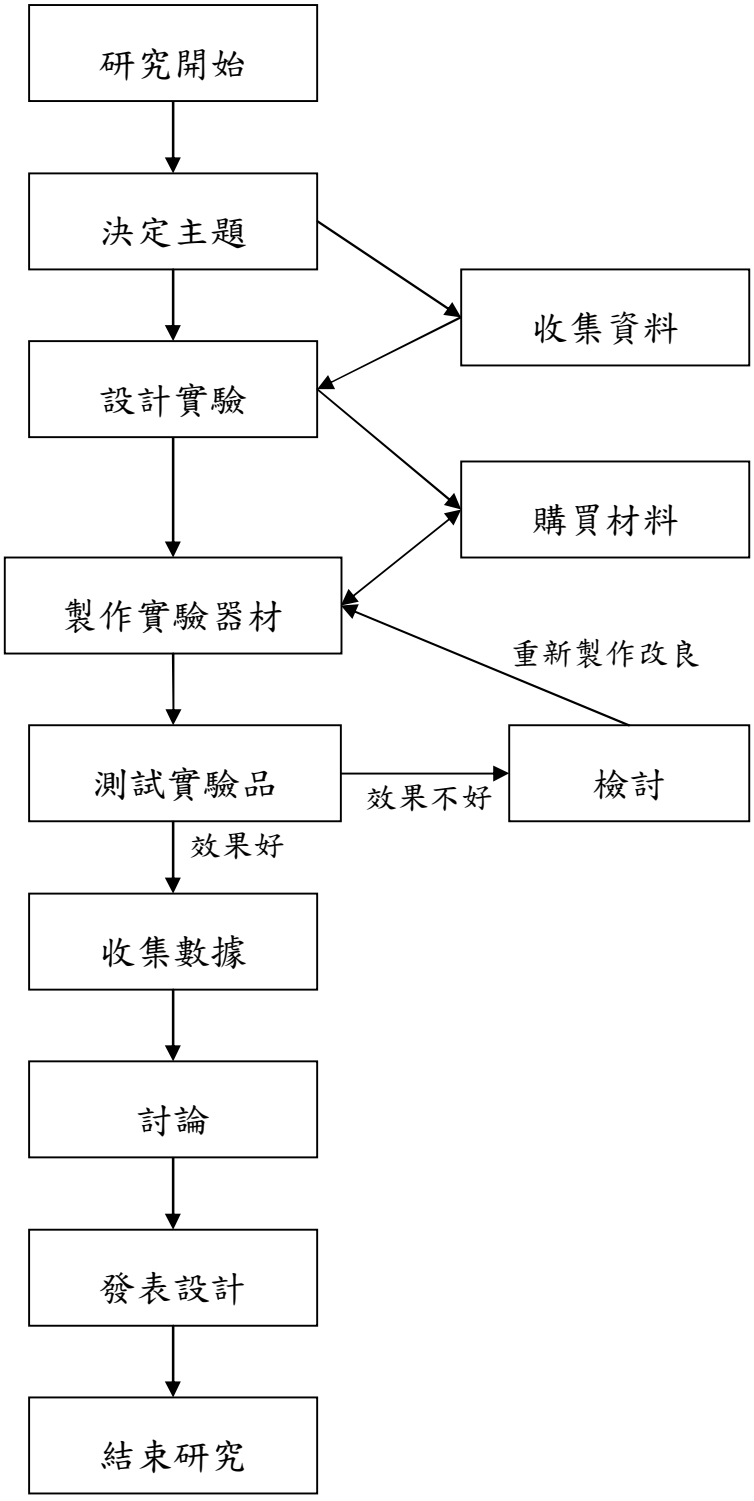


資料來源：台灣經濟研究院

交換膜燃料電池(PEFC)，其電解質爲離子交換膜，薄膜的表面塗有可以加速反應之觸媒，薄膜兩側分別供應氫氣及氧氣，氫原子被分解爲兩個質子及兩個電子，質子被氧吸引，再和經由外電路到達此處之電子形成水分子，因此此燃料電池的唯一液體是水，腐蝕問題相當小，同時其操作溫度介於 80 至 100℃之間，安全上之顧慮較低。然而，觸媒白金價格昂貴，若減少其使用量，操作溫度勢必會提升，但這些都是應用在工業發電，而我們則利用串連較低廉的薄膜來進行發電反應，這樣使反應面積變小，如此操作就能使溫度介於 15~30℃，已達到日常用電所需，這樣也同時能解決溫度和價格昂貴的問題。

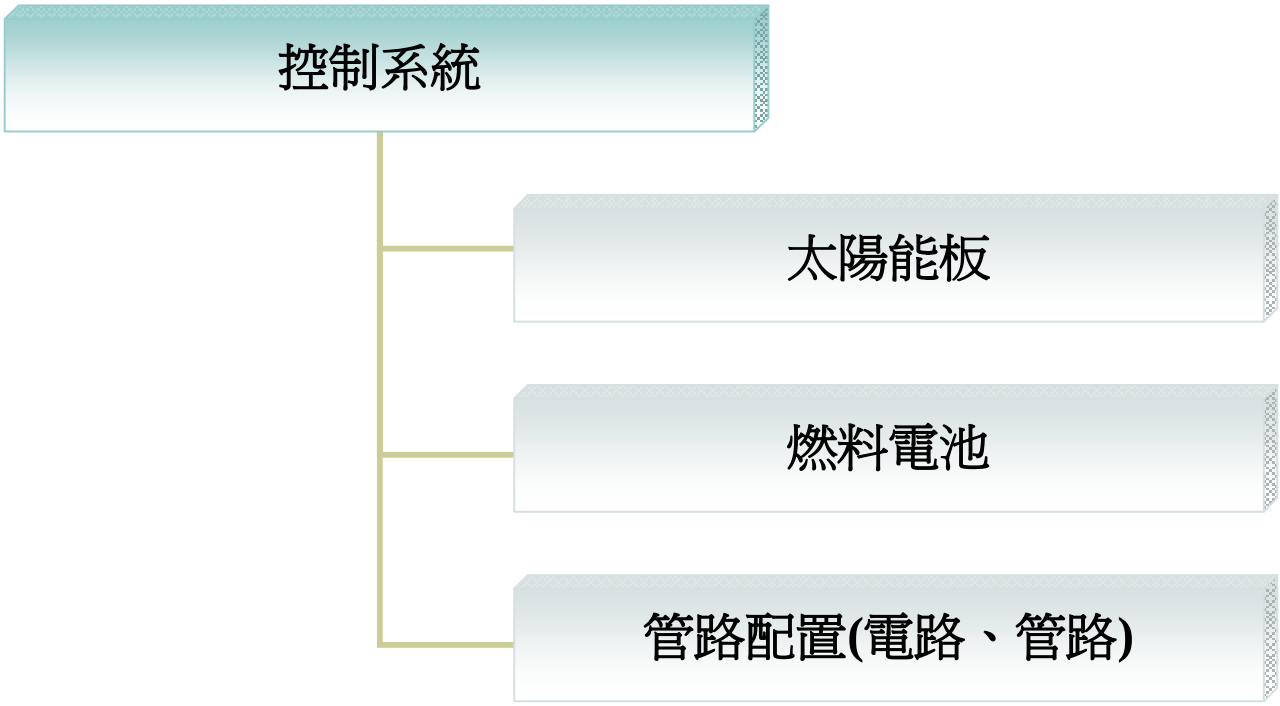
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

四、研究流程



PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

五、研究架構



大綱(圖)

太陽能板：接收太陽光，並且收集太陽能板的資料及數據。

燃料電池：設計燃料電池版面，以最簡便的方式呈現，方便觀察及維修。

管路配置：連接太陽能板及燃料電池和負載，互相連結，並以較清晰的配置模式呈現出來。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

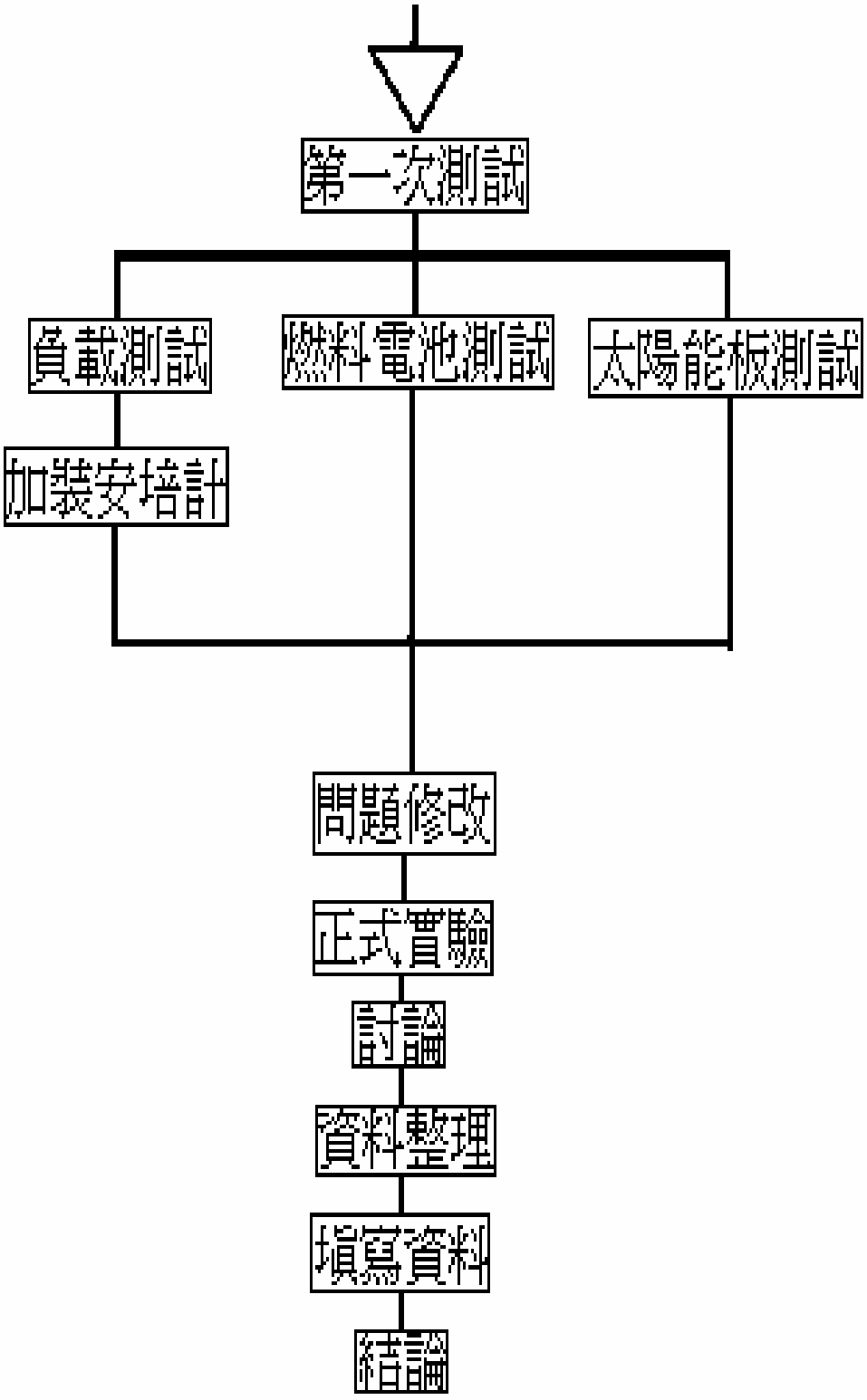
六、實驗系統設計及安裝

（一） 安裝燃料電池、儲氣槽、管路配制。
（二） 安裝太陽能板
（三） 焊接低耗能負載電路（小風扇馬達、LED 閃爍電路）。
（四） 設置氣閥控制系統。
（五） 架設監測設備：1.電流表。2.氣體計量器。
（六） 連接控制電路。
（七） 太陽能透過太陽能電池板的轉換變成電能。
（八） 電能經由燃料電池作用產生氫氣及氧氣。
（九） 將兩種氣體有效收集分別儲存。
（十） 氣體控制系統（充氣與排氣）。
（十一） 控制氫氣及氧氣分別進入燃料電池產生電能。
（十二） 電能運轉與監測。

然而在組裝的同時，出現了一個小問題，就是想辦法不要讓產生的氣體回流，我們大家就在思考，要怎麼樣才能讓產生的氣體不要回流，我們最後想到了一種叫氣體二極體的材料，這樣一來我們的問題就解決了。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

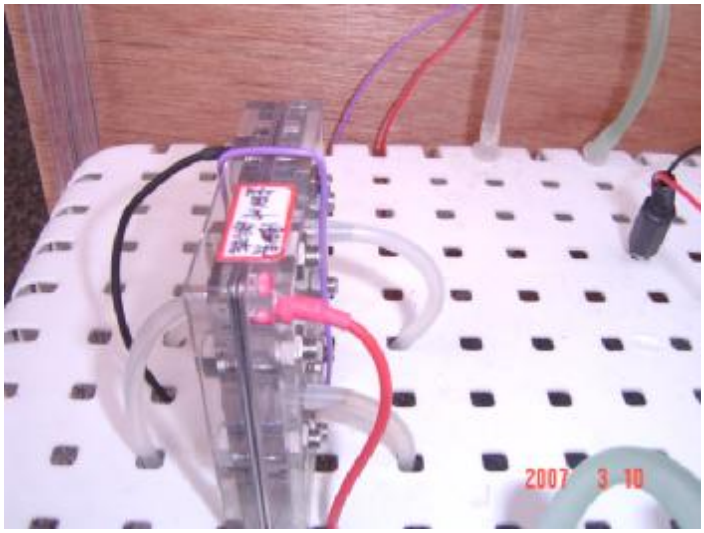
七、測試及實驗



PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

八、實驗設備照片圖示

（一）本組採用質子燃料電池圖片



本組採用質子燃料電池圖片(一)

質子燃料電池溫度介於 80 至 100℃之間，安全上之顧慮較低

（二）質子燃料電池拆解後的平面圖片

拆解後的平面圖片(二)

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

（三）質子燃料電池拆解後的立體圖片

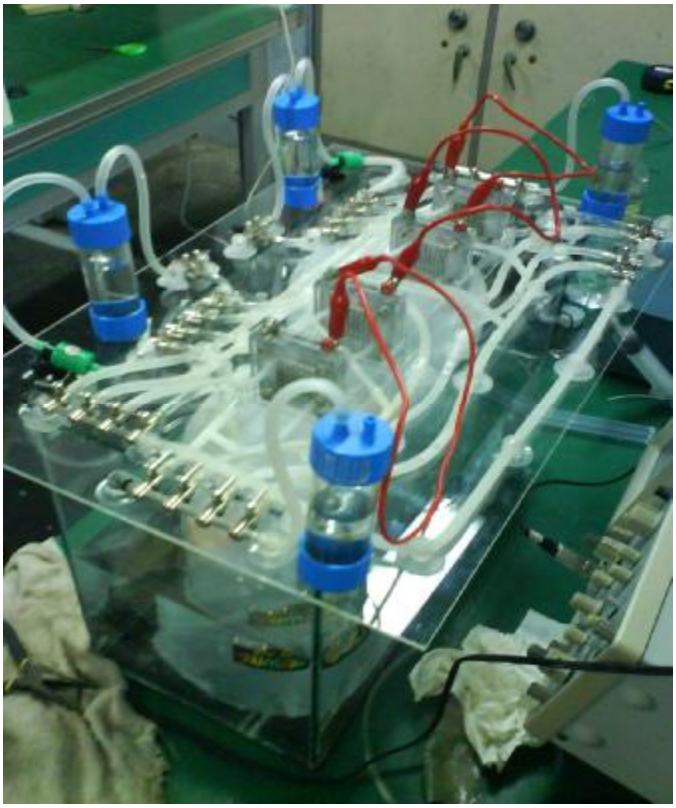
拆解後的立體圖片(三)

（四）組裝完成的實際圖片

組裝完成的實際圖片 (四)

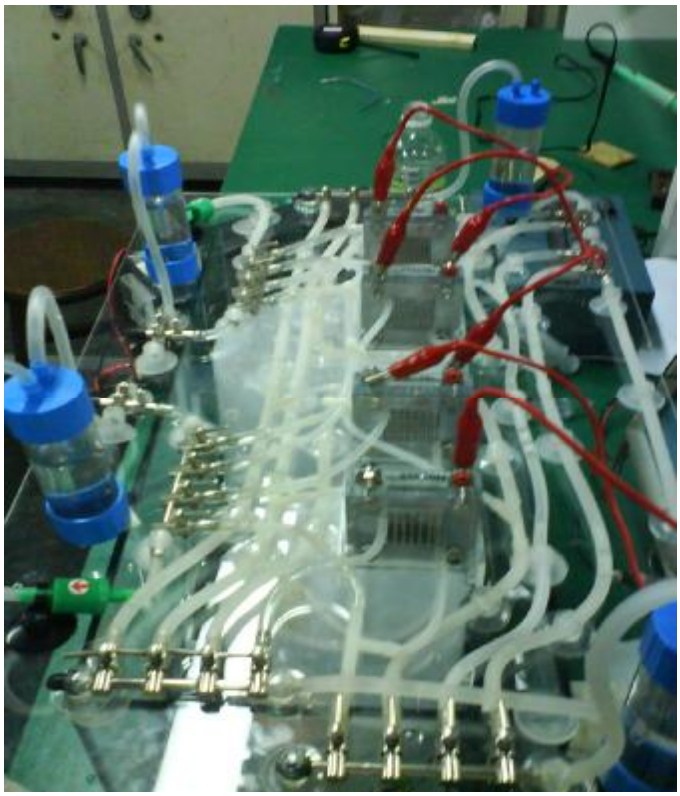
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

（五）實際組裝圖片



實際組裝圖片(五)

（六）實際組裝圖片



實際組裝圖片(六)

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

(七) 實際組裝圖片

（八）主控板

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

伍、研究結果

一、我們所做的燃料電池，可讓我們知道質子燃料電池產生的 O2，H2 的氣體比爲 1：2。H2 與 O2 在質子燃料電池會產生熱，H2 可以是一種很理想而無污染。

二、根據實驗得知質子燃料電池所發出來的電流，會依照 H2 及 O2 的集氣量多寡會有所不同，實驗過成中發現，內部的水要比外部水低才會產生足夠的氣壓才能夠發電，產生的電流差不多 1.5 安培，然而集氣的時間要看容積的大小而定(本組所用容積，2400~3500 公升的容器大約要 1~2 小時來儲存)，所以我們就在最上層加裝太陽能電板，這樣一來就可以邊集氣也不必擔心集氣後電力會不夠，我們觀察了之後，發現加裝太陽能電板能讓電流大幅度的提升，電流差不多 6～7 安培，很顯然的加裝太陽能電板能提供更多的電能，這樣日、夜 24 小時全天候提供源源不斷的電能，既可以環保又可以保護大自然，可以減輕地球面臨資源不足的問題。

三、燃料電池的優點以下

(１)低污染：燃料電池比一般傳統火力發電方式更清潔，沒有二氧化碳及含硫的問題，更沒有核能發電核廢料的問題。若用氫氣與空氣作爲燃料與氧化劑，其生成物只有水和熱。

(２)高效率：因爲燃料電池直接將燃料中的化學能轉換成電能，和一般傳統的發電方式不同，故不受卡諾循環的限制，理論上能量轉換效率可達 80％。

(３)無噪音：燃料電池發電本體在發電時，不需其它移動機件的配合，因此沒有噪音問題。

(４)用途多：燃料電池所能提供的電力範圍相當廣泛，小至手機大至家庭發電，都在其適用範圍內。

(５)免充電：一般電池是將能量貯於電池本體中，用完後即捨棄，或充電後再重複使用。燃料電池是由燃料中的化學能提供能源，它並不含在電池本體結構中，因此只要持續不斷地供給燃料，燃料電池便可以不停地發電。

(６)燃料來源極廣：只要含有氫原子的石化能源如石油、天然氣、煤炭、沼氣、酒精與甲醇等，通過一個轉換器，都可作爲燃料電池的能源進料。目前更有利用高壓鋼瓶或金屬氫化物等儲氫材料製成的儲氫卡匣，成爲燃料電池電力組，可取代一般的蓄電池。

(7) 燃料電池的組成材料簡單，結構模組化，使得應用範圍廣泛。應用領域包含：太空能源、生命維持系、潛水艇動力、公車、汽機車、腳踏車、分散式發電、家用獨立發電、工商業備用發電系統、Notebook、PDA、手機、電器產品攜帶式電源、軍事國防用途之電源設備等。

(８) 燃料電池 因沒有經過燃燒過程，所以不會產生污染，也不像傳統的火力或核能發電，需經多次轉換才能發電。燃料電池發電因步驟簡單，自然效率就高，體積小。當多組的單位原件重疊一起時，即可串連增加電壓及電能。又效率與組數無關，燃料電池可大可小，應用範圍十分廣闊。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

四、數據

電壓表：

分解氫氣、氧氣的適用電壓

電壓:	情形
0.5V	無解離反應
1~3V	無明顯動作
3.5~7V	動作緩慢
7.5~8 以上	氣體儲存動作迅速

分解氫氣、氧氣比例爲 2:1

分解水量	電壓	時間	製造氫氣 (約值)	製造氧氣 (約值)
1m1	9V	30 分	1000 cc	450 cc
2ml	9V	45 分	1400 cc	800 cc
3ml	9V	1 小時	1700 cc	1000 cc
4ml	9V	1 小時 15 分	2100 cc	1150 cc
5ml	9V	1 小時 30 分	2550 cc	1300 cc
6ml	9V	1 小時 45 分	2900 cc	1550 cc
7ml	9V	2 小時	3300 cc	1800 cc
8ml	9V	2 小時 16 分	3500 cc	2100 cc

※水量與產生之電壓成正比，電壓越大分解速率越快

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

陸、討論

一、質子燃料電池探討

在研究的過程中，我們發現電池在進行收集氣體時有過熱的現象，一般而言，在進行氣體收集時，會出現放熱反應，所以我們將給予質子燃料電池的水，加以冷卻，使質子燃料電池能以不燒毀的狀態下運作，而質子燃料電池所分解出的氫氣和氧氣的比例是２：１，本組想把電池所能分解出的氣體速率加快，本組把質子燃料電池以串聯的方式進行，因爲串聯的關係，本組必須把預設電壓調到6～8 伏特，才可將氣體運輸更快，

另外，本組使用的集氣瓶是以外框用水族箱所製成的，這樣才方便觀察氣體的多寡，本組把集氣瓶加入乒乓球，即在外圍寫上刻度，方便觀察。

二、燃料電池的化學反應

在一般的碳性電池中，都會有電位差的產生，而且用完就不能再加以充電，而本組所製作的質子燃料電池系統控制，能以氫氣與氧氣加以充電，且沒有氫氣及氧氣時，還可以用太陽能電板來進行充電，這樣一來，可以重複使用且不改變環境。

質子燃料電池所電解出的電量只有０.８伏特，若要使電量增大能發動更多物品，所需的伏特量不足而串連更多燃料電池來增大電壓，以推動負載。

在研究過程中，我們發現質子燃料電池解離過程裡，產生發熱現象，最主要的原因是，加於電池中的水量不足，產生的放熱反應，而使質子燃料電池過熱的現象，會使燃料電池燒毀，經過討論及研究後，發現持續加水就可以讓燃料電池處於平衡狀態，就可避免燃料電池燒毀，持續加水的方面，將來可以利用「自動控制系統」來自動加水，這樣一來就可避免電池燒毀。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

燃料電池電解溫度圖

三、太陽能板討論及研究

本組利用太陽能板串聯電壓，在白天儲存所需的電能來加在質子燃料電池上，分解出氫氣及氧氣，電壓值大約在下午十三時到十四時，可以達到最大電壓，可使燃料電池分解氫氣及氧氣更快，但因爲台灣天氣陰晴變化很大，太陽所照射的時間會不均衡，而太陽能電板是以光線轉換成電能的裝置，所以本組經過討論後發現，以電燈泡取代太陽的光能，亦可以讓太陽能板產生足夠的電能，又可使燃料電池進行分解的動作，雖然電燈泡的光線比太陽還要來的低，但是扔可以有效率的使燃料電池進行分解的動作。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

柒、結論

在研究過程中，我們也學習到能源的寶貴及重要，大自然被人們破壞，不但臭氧層破洞，造成溫室效應及聖嬰現象。燃料電池是我們以後生活中重要的能源之一，可以確定，電池串聯越多電流越高，我們以燃料電池所電解的氫氣及氧氣，是不會破壞大自然的，所以我們覺得以燃料電池來發電，未來應該能成爲未來的主流，讓地球可以永續下去。

我們期望經由這次的實驗能發展出一套能源再生的簡易供電系統，逐步提供家庭小型用電，進而擴及社區連結成普及性的用電系統，如此大家就可以不用付多餘的電費，也可以不必擔心會破壞大自然了。

在未來有一定的發展性與其發展空間，並且能還我們一個乾淨的地球，所以未來人們是否能使用零污染的能源並有效地運用資源減少浪費，是目前人類當務之急。

捌、參考資料

(一)、梁正．黃仲宇編著；基本電學；初版；台北縣新莊市中正路 649 號 7 樓；台科大圖書股份有限公司；p.259~p.267；2006

(二)、周鑑恆；輕鬆學物理的第一本書；初版；台北市南京東路四段 50 號 11 樓之 1；如何出版社有限公司；p.9~p.183；2005

(三)、http://www.fuelcells.org.tw/menu.asp (元智大學燃料電池中心)

(四)、http://www.mse.fcu.edu.tw/laboratory/lab18.htm (逢甲大學材料系微電能實驗室)

(五)、http://www.tfci.org.tw (台灣燃料電池資訊網)

(六)、http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1405110209377
燃料電池的發展

(七)、http://www.temes.com.tw/台灣機電工程服務社出版-台機社專刊-燃料電池專輯

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

【評語】091002

1. 此作品結合太陽能板，燃料電池及管路配置，研製一套能源再生的簡易系統，以輔助家庭日常供電。
2. 此系統在節能減能減碳之時代需求下，提供很好的解決方案。
3. 在燃料電池及管路配置方面，有具體完整的呈現，但在太陽能板之能量轉換方面表現較弱。
4. 主題爲肖燃料電池控制系統，但是整體系統之展示都爲手動，並無觸及控制技術。