

單體混合式燃料電池之研究 The study of the single hybrid fuel cell

劉旭昉 賴全 郭銘駿 袁平

Syu-Fang Liu, Chuan lai, Ming-Jun Kou, Ping Yuan

黎明技術學院機械工程系

Department of Mechanical Engineering, Lee-Ming Institute of Technology

王士賓

Shih-Bin Wang

黎明技術學院創意產品設計系

Department of Innovative Product Design, Lee-Ming Institute of Technology

摘要

本研究主要是探討單體質子交換膜燃料電池 (PEMFC) 與單體直接式甲醇燃料電池 (DMFC) 兩者混合運轉之可行性。PEMFC 與 DMFC 都是屬於溫度較低的燃料電池, 一般可供 3C 電子產品或家用產品, 兩者各自有其優缺點。

本文通過實驗印證兩者在單體情況下並聯運轉, 可獲得低電壓高電流的電力現象。將來在做堆疊時, 可解決電壓的不足, 而當電力將耗盡時, 若電壓陡降, 則可用大電流彌補電池, 用以延長電池壽命。經由本研究結果顯示兩者可以成功的聯合運轉, 將兩種電池並聯後, 在電壓設定在 0.4 伏特時, 兩者的並聯電流可達 11 安培。

關鍵詞： 質子交換膜燃料電池、直接式甲醇燃料電池、並聯運轉

Abstract

In this study, the possibility of combined operation for the single hybrid fuel cell, PEMFC and DMFC, is analyzed. Suitable for 3C Consumer Electronic or domestic products, both PEMFC and DMFC belong to fuel cell with lower operating temperature, which have their unique excellence and deficiency.

The results show that lower voltage and higher current can be obtained with the hybrid operating condition for the two single fuel cells. For these combined fuel cell stacks, problem of voltage insufficient can be solved. When electric power is exhausted at steeply decreasing condition, the stacks can supply high current so as to increase the life of the fuel cell. The results showed that these two kinds of fuel



cell could be successfully joined and operated, and the current could be up to 11Amp as their operational voltage was set at 0.4V in parallel.

Key Words: PEMFC, DMFC, parallel operation



1. 前言

現今新一代的綠色能源已逐步取代部分傳統的石化能源，能源技術不斷的突破或創新都促成社會更繁榮更進步，人類過度依賴石化能源造成石油供應的不穩，全球物價上漲，經濟活動波動劇烈，這使許多人生活的更困苦，如能以節約能源及新綠色能源為出發點來構想，有效的使用各項能源，方可使人類不再受制於單一能源，所以本研究所發展的方向，將以新能源中（或稱替代性能源、綠色能源）的燃料電池來探討。本研究主要是將質子交換膜燃料電池（PEMFC）[1][2]與直接式甲醇燃料電池（DMFC）[3]兩者予以結合，作聯合運轉，並依所需的工作環境予以調整使其兩者的優點能被發揮。利用其低噪音、低污染、高效率、等特性，可應用於一般家庭或醫療院所的緊急供電。此外也可應用於移動式的供電系統，例如大到汽車、潛水艇、小到 3C 電子產品等方面，其可運用之處是非常廣泛而且甚具想像空間。

2. 實驗架構與方法

2.1 混合式燃料電池(第一階段)

本實驗第一階段為 PEMFC 與 DMFC 主體分離測試，以銅線將兩電池的電極並連(如圖 1)，其中氧氣端的供給為以 T 型接頭連結同時供給 PEMFC 與 DMFC，再以電腦軟體控制燃料的流量以及實驗所需要的電壓，並且擷取實驗數據。

2.2 混合式燃料電池(第二階段)

實驗第二階為將兩個個別的電池混合而成(如圖 2)，其中氧氣流道板改為雙面流路(如圖 3)，且電極端的位置並無外接銅線，氧氣端的供給也無 T 型接頭(為雙面流

路可同時供給氧氣)，再以電腦控制流量、實驗電壓並擷取數據。

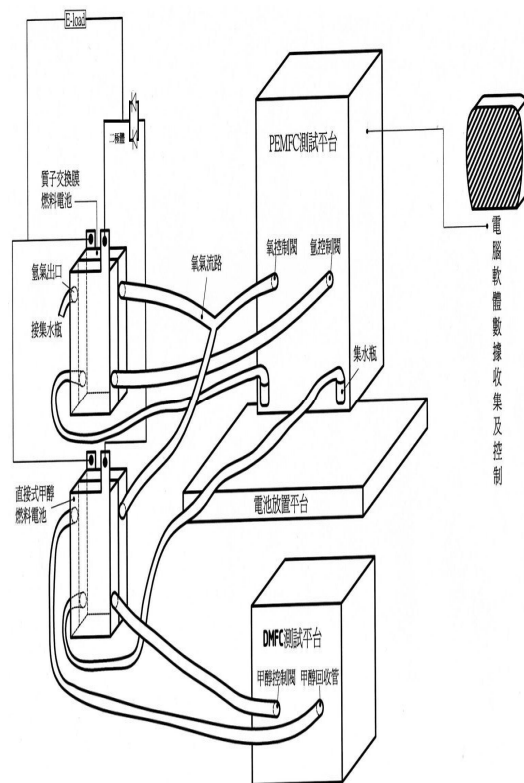


圖 1 混合式(I)燃料電池主體分離並聯運轉 (第一階段)

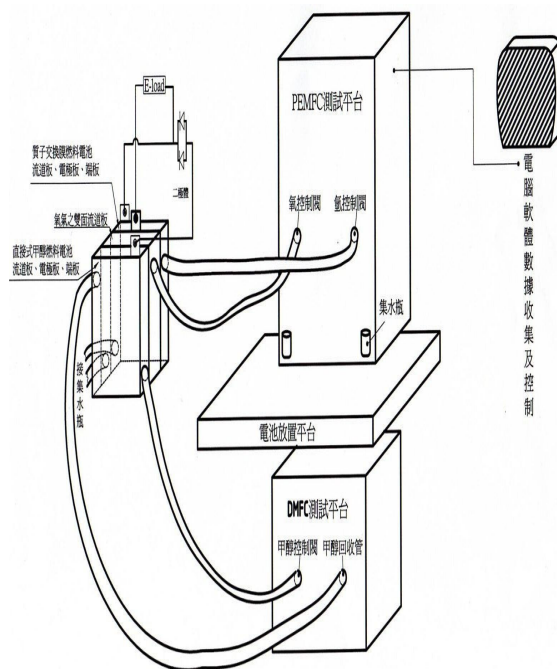


圖 2 混合式(II)燃料電池模組化合併運轉 (第二階段)



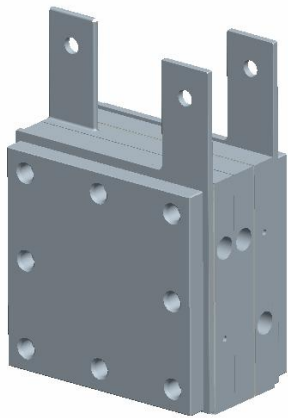


圖 3 混合式燃料電池模組

在圖 4 中所表達的為混和燃料電池內部的展開圖，他試圖 3 內部的示意圖，基本上是用單體的 PEMFC 和單體的 DMFC 做部分修改互相搭配而成。

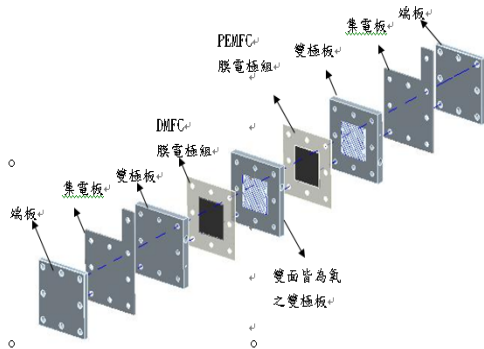


圖 4 混合式燃料電池展開圖

在圖 5 中展示出燃料電池的測試平台，本平台上半部為 PEMFC 測試平台，下半部為 DMFC 測試平台。在圖 6 中展示監控 PEMFC 及 DMFC 兩套控制軟體可同時在一部電腦中操作執行。在圖 7 中為 PEMFC 及 DEMFC 的實際接線圖，兩者可水平放置在同一平面也可一上一下的放置。在本章節中將著重於敘述硬體設計。本文主要設計一顆可同時使用甲醇及氫做燃料的燃料電池,對於其電池本體架構可分成下列幾個部份(其最終的理想完成圖將放在位於圖 8)：

- (1) 端板：又稱外側固定板，作為固定燃料電池層狀組織與隔絕外部空氣，可利用金屬或壓克力製成。
- (2) 集電板：作為陽極反應產生的電子至陰極，其材質為導電性良好的金屬或石墨。
- (3) 雙極板：雙極板上刻有流道，其流道有分很多種，我們的流道是使用蜿蜒型流道作為反應氣體的通道，其導電導熱性良好確保電子傳導性以及散熱溫度均勻分佈，可緊密支撐膜電極組使反應氣體在整個電極各處均勻份佈，並且有收集之功用。
膜電極組(EMA)：作為電化學反應之功用其工作性能能直接決定燃料電池的好壞為燃料電池的核心。膜電極組有分好幾層，有三層、五層、七層式的，我們是使用五層式的，其構造有氣體擴散層、觸媒層及質子交換膜。
- (4) 質子交換膜：其本身就是高分子聚合物作為傳導 H^+ (氫離子)並隔絕兩側反應氣體之功用可看作為固態電解質，適用於 PEMFC 和 DMFC。
- (5) 觸媒層：DMFC 和 PEMFC 的觸媒層的主要功能在於為加快反應效率，其材質上有些微不同,DMFC 含有 4.0 mg/cm^2 Pt-Ru/c PEMFC 含有 0.5 mg/cm^2 Pt/c。
- (6) 氣體擴散層：其主要作用為有效均勻分散陽極端 DMFC 的甲醇 PEMFC 的氫氣及 DMFC 與 PEMFC 的氧氣，相對的也有有效的排除 DMFC 陽極端產生的 CO_2 與 PEMFC 和 DMFC 陰極端產生的水，目前常用的氣體擴散層材料主要是以碳紙和碳布為主，我們的氣體擴散層是使用碳紙。



- (7) 墊片：主要作用在於防漏止洩，例如防止 DMFC 陽極端甲醇的洩漏，PEMFC。
- (8) 陽極端氫氣的漏氣或是 PEMFC 與 DMFC 陰極端氧氣的漏氣，另一個主要功用在於控制氣體擴散層的壓縮量，其材料大多使用聚四氟乙烯或聚四氟乙烯與玻纖的複合材料，這些材料不易壓縮變形可達到相對程度的密封效果。

PEMFC 測試平台



DMFC 測試平台

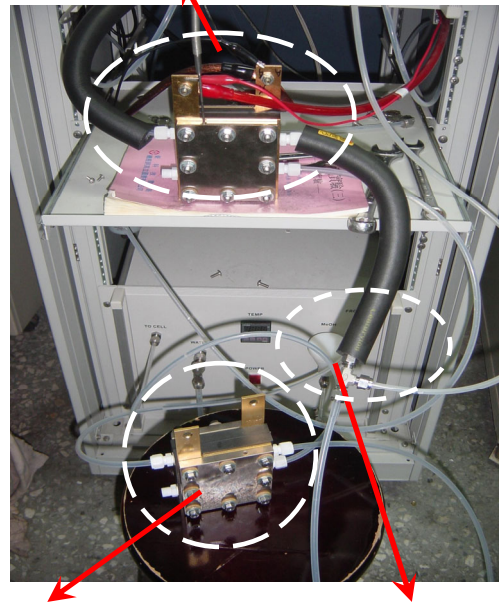
圖 5 混合式燃料電池實際測試平台



控制軟體及數據收集

圖 6 電腦軟體數據收集及控制實際機台

質子交換膜
燃料電池



直接式甲醇
燃料電池

氧的供應系
統 T 型接頭

圖 7 混合式燃料電池模組化實際運轉圖

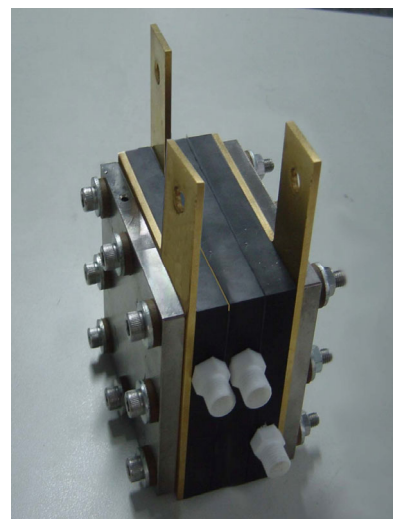


圖 8 最終理想混合式燃料電池第二階段成品



2.3 實驗方法

操作方法一開始調配甲醇水溶液，我們所使用的比例是體積濃度百分比 10%，500ml 甲醇水溶液含有 50ml 的純甲醇及 450ml 的去離子水(莫耳濃度 2.743M)，將調配好的甲醇水溶液倒進甲醇水溶液儲存箱，接著打開氧、氫、氮瓶，再開啟 fuel cell 測試平台，利用 T 型接頭接上機台的氧氣端口，再利用兩側接到 PEMFC 氧氣端和 DMFC 氧氣端，使兩側都可以進氧氣，機台上的氫氣端接在 PEMFC 的氫氣端口，再用管線將甲醇水溶液儲存箱和 DMFC 形成一迴路，再調整甲醇水溶液和氫、氧氣的溫度及流量在開始活化電池，電池活化完畢後即可開始進行實驗，實驗進行時先將個別電池的伏特數調至相同後才可進行並聯運轉。

在此先說明一下，並聯運轉的電壓如何取得，本實驗在活化完 PEMFC 及 DMFC 後，先個別調整量取可以進行並聯運轉的 Anode 及 cathode 之氧、氫，甲醇的流量，同時也調整量取適合的 Anode、cathode 及電池本體的溫度，等個別電池數據都齊全後，就進行並聯運轉。

3. 結果與討論

混合式燃料電池效能，圖 9 表示單一 PEMFC 運轉時其 I-V 線圖，由於氫氣流量較小(氫約為 500ccm、氧約 100ccm)電池本體溫度為 47 度 C，在圖中可以看到約在 0.6V 時，產生 flooding 現象。而在圖 3-2 表示 PEMFC 與 DMFC 聯合併聯運轉時。此時甲醇流量為 20ccm，氧氣流量 500ccm，氫氣流量 200ccm，甲醇電池溫度約為 47 度 C，PEMFC 電池溫度約為 40 度 C。

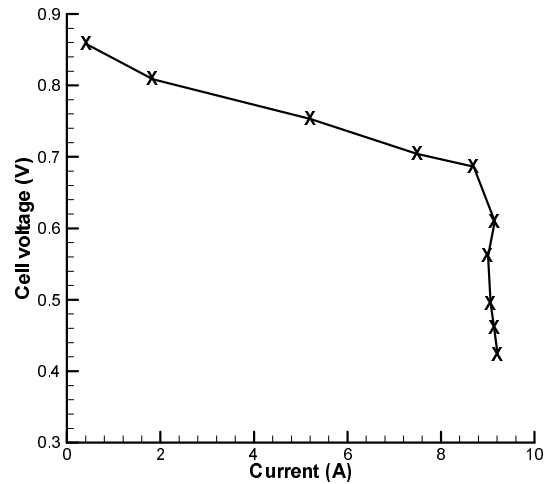


圖 9 PEMFC 單體運轉 I-V 線圖

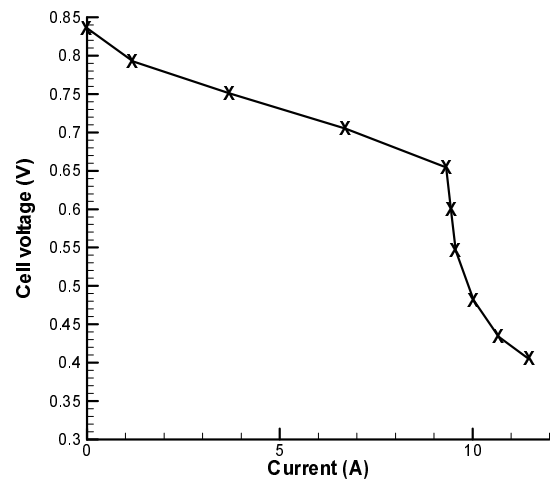


圖 10 PEMFC 與 DMFC 進行並聯聯合運轉之 I-V 線圖

我們首先測試雙子星燃料電池尚未並聯質子交換膜燃料電池(PEMFC)以及直接式甲醇燃料電池(DMFC)，設定 0.4 伏特的定電壓，測得結果尚未並聯時電流可達 9.5 安培上下 (如圖 11 白色橢圓虛線所示)。





圖 11 未並聯電流可達 9.5 安培上下

我們將電池並聯後，一樣設定 0.4 伏特的定電壓，開始測試可發現電流可以達到 11 安培上下(如圖 12 白色橢圓虛線所示)

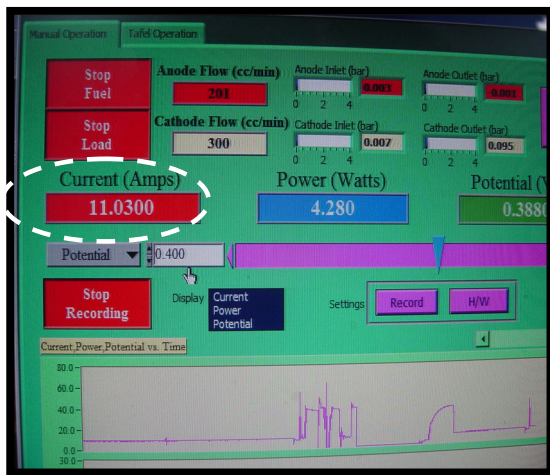


圖 12 並聯後電流可達 11 安培上下

4. 結論

燃料電池的市場潛力十分巨大，目前在產業界上國內外已有許多家公司都或明或暗投入巨資來發展，尤其運轉在各式的車輛上的 PEMFC，以及 3C 產品的 DMFC 發展，甚為顯著。

由於兩種電池各有優缺點，使得發展中各自出現各自的瓶頸。因此本專題大膽的將 PEMFC 與 DMFC 兩者給予結合，做出混合式燃料電池，設法使混合燃料電池擁有 PEMFC 的高效率以及 DMFC 的甲醇燃料攜帶方便性和儲存容易。

由實驗的數據(圖 11、圖 12)，PEMFC 於未並聯下的電流約 9.506 安培，其與 DMFC 並聯後電流可達 11 安培上下，也確定了 PEMFC 確實可以與 DMFC 聯合運轉。

參考文獻

1. 衣寶廉, 燃料電池-原理、應用, 五南圖書公司, 2005。
2. 黃鎮江, 燃料電池概論, 全華圖書公司, 2005。
3. James Larminie and Andrew Dicks, Fuel Cell Systems Explained, John Wiley & Sons, 2003。

