



---

(21) 申請案號：106118349

(22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 02 日

(51) Int. Cl. : **H02J7/34 (2006.01)**

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)  
新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：陳宗麟 CHEN, TSUNG LIN (TW)；吳健彰 WU, CHIEN CHANG (TW)

(74) 代理人：李貞儀；童啓哲

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：6 共 32 頁

---

(54) 名稱

燃料電池系統

FUEL CELL SYSTEM

(57) 摘要

一種燃料電池系統，包括比較器、訊號追蹤控制器、第一負載分配控制器、第一迴路增益控制器、第一加法器、第一脈衝寬度調變控制器、第一燃料電池與功率轉換器、第二負載分配控制器、第二迴路增益控制器、第二加法器、第二脈衝寬度調變控制器及第二燃料電池與功率轉換器。本發明之燃料電池系統可使並聯的燃料電池可以有不同的電壓輸出，並可控制各並聯燃料電池的輸出功率，且在負載變動的情形下，亦能維持負載端的電壓不變及控制各燃料電池的功率輸出比例。

A fuel cell system includes a comparator, a signal tracking controller, a first load distribution controller, a first loop gain controller, a first adder, a first PWM controller, a first fuel cell and power converter, a second load distribution controller, a second loop gain controller, a second adder, a second PWM controller, and a second fuel cell and power converter. According to the fuel cell system in the present invention, each fuel cell in parallel can have a different voltage output, and the output power of each fuel cell can be controlled, so that the voltage at the load side can be maintained and the power output ratio of each fuel cell can be controlled under the load variation.

指定代表圖：

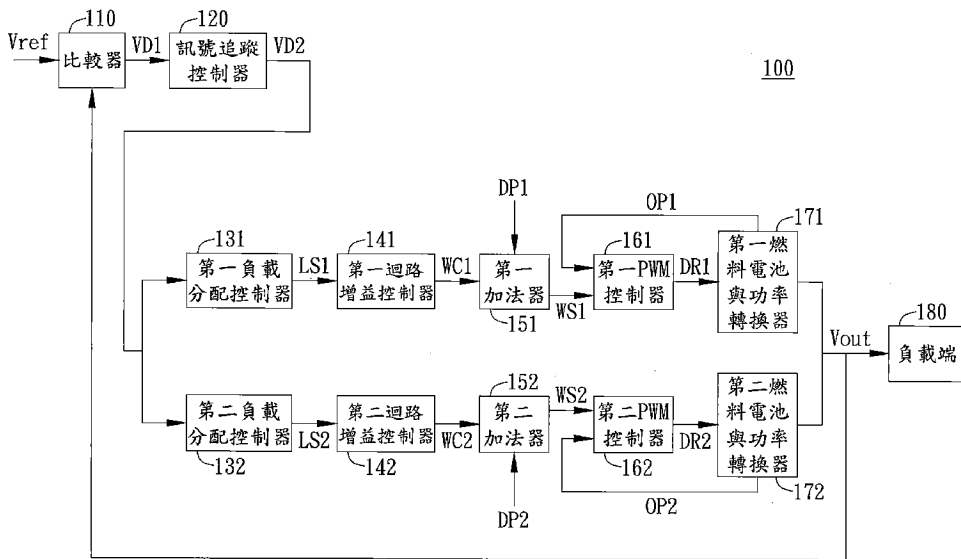


圖 1

符號簡單說明：

100、200 . . . 燃料電池系統

110 . . . 比較器

120 . . . 訊號追蹤控制器

131 . . . 第一負載分配控制器

132 . . . 第二負載分配控制器

141 . . . 第一迴路增益控制器

142 . . . 第二迴路增益控制器

151 . . . 第一加法器

152 . . . 第二加法器

161 . . . 第一 PWM 控制器

162 . . . 第二 PWM 控制器

171 . . . 第一燃料電池與功率轉換器

172 . . . 第二燃料電池與功率轉換器

180 . . . 負載端

Vref . . . 參考電壓

Vout . . . 功率轉換器輸出電壓

VD1 . . . 第一電壓誤差訊號

VD2 . . . 第二電壓誤差訊號

LS1 . . . 第一負載分配訊號

LS2 . . . 第二負載分配訊號

WC1 . . . 第一迴路增益控制訊號

WC2 . . . 第二迴路  
增益控制訊號

WS1 . . . 第一工作  
點設定訊號

WS2 . . . 第二工作  
點設定訊號

DP1 . . . 第一工作  
點參考訊號

DP2 . . . 第二工作  
點參考訊號

OP1 . . . 第一燃料  
電池輸出功率訊號

OP2 . . . 第二燃料  
電池輸出功率訊號

DR1 . . . 第一占空  
比訊號

DR2 . . . 第二占空  
比訊號

# 發明摘要

※ 申請案號：106118349

※ 申請日：106/06/02

※IPC 分類：H02J7/34(2006.01)

**【發明名稱】**(中文/英文) 燃料電池系統/FUEL CELL SYSTEM

## 【中文】

一種燃料電池系統，包括比較器、訊號追蹤控制器、第一負載分配控制器、第一迴路增益控制器、第一加法器、第一脈衝寬度調變控制器、第一燃料電池與功率轉換器、第二負載分配控制器、第二迴路增益控制器、第二加法器、第二脈衝寬度調變控制器及第二燃料電池與功率轉換器。本發明之燃料電池系統可使並聯的燃料電池可以有不同的電壓輸出，並可控制各並聯燃料電池的輸出功率，且在負載變動的情形下，亦能維持負載端的電壓不變及控制各燃料電池的功率輸出比例。

## 【英文】

A fuel cell system includes a comparator, a signal tracking controller, a first load distribution controller, a first loop gain controller, a first adder, a first PWM controller, a first fuel cell and power converter, a second load distribution controller, a second loop gain controller, a second adder, a second PWM controller, and a second fuel cell and power converter. According to the fuel cell system in the present invention, each fuel cell in parallel can have a different voltage output, and the output power of each fuel cell can be controlled, so that

the voltage at the load side can be maintained and the power output ratio of each fuel cell can be controlled under the load variation.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（ 1 ）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 100、200 燃料電池系統
- 110 比較器
- 120 訊號追蹤控制器
- 131 第一負載分配控制器
- 132 第二負載分配控制器
- 141 第一迴路增益控制器
- 142 第二迴路增益控制器
- 151 第一加法器
- 152 第二加法器
- 161 第一PWM控制器
- 162 第二PWM控制器
- 171 第一燃料電池與功率轉換器
- 172 第二燃料電池與功率轉換器
- 180 負載端
- Vref 參考電壓
- Vout 功率轉換器輸出電壓

- VD1 第一電壓誤差訊號
- VD2 第二電壓誤差訊號
- LS1 第一負載分配訊號
- LS2 第二負載分配訊號
- WC1 第一迴路增益控制訊號
- WC2 第二迴路增益控制訊號
- WS1 第一工作點設定訊號
- WS2 第二工作點設定訊號
- DP1 第一工作點參考訊號
- DP2 第二工作點參考訊號
- OP1 第一燃料電池輸出功率訊號
- OP2 第二燃料電池輸出功率訊號
- DR1 第一占空比訊號
- DR2 第二占空比訊號

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

**【發明名稱】** (中文/英文) 燃料電池系統/FUEL CELL SYSTEM

## **【技術領域】**

**【0001】** 本發明係有關於一種燃料電池，且特別是有關於一種可並聯不同性能之燃料電池的燃料電池系統。

## **【先前技術】**

**【0002】** 在燃料電池系統中，一個電池模組的發電能力通常在3kW~10kW之間，如欲建構100kW等級或是百萬瓦特(Mega Watt)等級的發電系統，則必須透過並聯方式進行。在並聯不同特性的發電系統中，常見的作法是透過控制電路將個別發電系統與負載端隔離，並將個別發電系統控制在相同輸出電壓，然後再進行電氣並聯。常見的並聯方式包括：利用控制電路如直流-直流(DC-DC)轉換器並聯至直流匯流排；或是利用控制電路如直流-高頻交流(DC-HFAC)轉換器，將它轉成高頻交流電流後再透過變壓器進行電氣並聯。然而，並聯不同特性的電源系統必定衍生電源模組間的功率分流(power sharing)或負載分流(load sharing)的問題，而常見的並聯控制電路例如DC-DC轉換器及DC-AC轉換器並無法解決此一問題。

**【0003】** 傳統上，負載分流控制電路者主要是應用在輸出級(power stage)的並聯。在輸出級的並聯控制電路中，並聯的輸出級具有相同的輸入/輸出電壓，因此控制電路僅需負責輸出級間的負載分流，不須負責調制輸出端的電壓。由於輸入/輸出電壓相同，負載分流簡化成電流分流(current sharing)。然而，在並聯發電模組的架構中，不同的電源模組通常具有不同

的輸出電壓，並聯控制電路必須同時進行輸出電壓控制與負載分流，因此以電流分流所發展出來的控制電路無法直接應用在並聯不同特性的電源模組。

**【0004】** 以燃料電池來說，其輸出電壓會隨著輸出電流改變，其電源特性非傳統的定電壓源或是定電流源，且每一個工作點所代表的電能輸出、能源轉換效率、燃料使用率、電池工作溫度、電池壽命等均不相同，故燃料電池的工作點設定十分重要。在一個並聯發電系統中，若控制電路無法規範每個電源模組的工作點，或是無法事先規劃負載變動時每個電源模組的負荷狀況，並聯操作時很可能使得燃料電池工作於非理想的工作點，造成永久損壞。

**【0005】** 因此，傳統的並聯控制電路可進行輸出電壓調制，其適用於定電壓源但無法進行負載分流。而具有負載分流能力的控制電路，其不具備輸出電壓調制能力，且僅能在輸入電壓相同的條件下進行電流分流。此外，燃料電池具有獨特的電壓-電流曲線、電池模組的性能差異大及工作點條件限制嚴苛，因此現有的並聯電路設計並不適用於並聯燃料電池系統。

### **【發明內容】**

**【0006】** 因此，本發明提出一種燃料電池系統，可使並聯的燃料電池可以有不同的電壓輸出，並在負載變動的情形下，亦能維持負載端的電壓不變。

**【0007】** 本發明提出一種燃料電池系統，可控制每一並聯燃料電池的輸出功率，並在負載變動的情形下，亦能控制各燃料電池的功率輸出比例。



**【0008】** 本發明之目的在於提出一種燃料電池系統，包括比較器、訊號追蹤控制器、第一負載分配控制器、第一迴路增益控制器、第一加法器、第一脈衝寬度調變控制器、第一燃料電池與功率轉換器、第二負載分配控制器、第二迴路增益控制器、第二加法器、第二脈衝寬度調變控制器及第二燃料電池與功率轉換器。比較器接收參考電壓及功率轉換器輸出電壓，以輸出第一電壓誤差訊號。訊號追蹤控制器接收第一電壓誤差訊號以輸出第二電壓誤差訊號。第一負載分配控制器接收第二電壓誤差訊號以輸出第一負載分配訊號。第一迴路增益控制器接收第一負載分配訊號以輸出第一迴路增益控制訊號。第一加法器接收第一迴路增益控制訊號及第一工作點參考訊號以輸出第一工作點設定訊號。第一脈衝寬度調變控制器接收第一工作點設定訊號及第一燃料電池輸出功率訊號以輸出第一占空比訊號。第一燃料電池與功率轉換器接收第一占空比訊號以輸出功率轉換器輸出電壓至負載端，其中第一燃料電池與功率轉換器更包括輸出第一燃料電池輸出功率訊號至第一脈衝寬度調變控制器。第二負載分配控制器接收第二電壓誤差訊號以輸出第二負載分配訊號。第二迴路增益控制器接收第二負載分配訊號以輸出第二迴路增益控制訊號。第二加法器接收第二迴路增益控制訊號及第二工作點參考訊號以輸出第二工作點設定訊號。第二脈衝寬度調變控制器接收第二工作點設定訊號及第二燃料電池輸出功率訊號以輸出第二占空比訊號。第二燃料電池與功率轉換器接收第二占空比訊號以輸出功率轉換器輸出電壓至負載端，其中第二燃料電池與功率轉換器更包括輸出第二燃料電池輸出功率訊號至第二脈衝寬度調變控制器。

**【0009】** 本發明之附加特徵及優點將於隨後的描述中加以說明使其

更爲明顯，或者可經由本發明的實踐而得知。本發明之其他目的及優點將可從本案說明書與其之申請專利範圍以及附加圖式中所述結構而獲得實現與達成。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0010】

- 圖1爲本發明一較佳實施例之燃料電池系統的方塊圖；
- 圖2A爲對應第一燃料電池與功率轉換器的訊號處理流程；
- 圖2B爲對應第二燃料電池與功率轉換器的訊號處理流程；
- 圖3A爲第一燃料電池及第二燃料電池的功率-電流曲線圖；
- 圖3B爲負載功率-時間模擬圖；
- 圖3C爲第一燃料電池的輸出功率-時間模擬圖；
- 圖3D爲第二燃料電池的輸出功率-時間模擬圖；
- 圖3E爲負載端輸出電壓-時間模擬圖；
- 圖4A爲負載功率-時間模擬圖；
- 圖4B爲第一燃料電池的輸出功率-時間模擬圖；
- 圖4C爲第二燃料電池的輸出功率-時間模擬圖；
- 圖4D爲負載端輸出電壓-時間模擬圖；
- 圖5A爲負載功率-時間模擬圖；
- 圖5B爲第一燃料電池的輸出功率-時間模擬圖；
- 圖5C爲第二燃料電池的輸出功率-時間模擬圖；
- 圖5D爲負載端輸出電壓-時間模擬圖；以及

圖6為本發明另一較佳實施例之燃料電池系統的方塊圖。

### 【實施方式】

【0011】 請參照圖1，圖1為本發明一較佳實施例之燃料電池系統的方塊圖。如圖1所示，本實施例是以並聯兩個燃料電池為例來做說明，但在實際應用中，可以並聯兩個以上的燃料電池，故不以此為限。

【0012】 本發明之燃料電池系統100包括比較器110、訊號追蹤控制器120、第一負載分配控制器131、第一迴路增益控制器141、第一加法器151、第一脈衝寬度調變(Pulse Width Modulation, PWM)控制器161、第一燃料電池與功率轉換器171、第二負載分配控制器132、第二迴路增益控制器142、第二加法器152、第二PWM控制器162、第二燃料電池與功率轉換器172及負載端180。在本實施例中，第一燃料電池與功率轉換器171與第二燃料電池與功率轉換器172的電源特性為非定電壓源或非定電流源，且第一燃料電池與功率轉換器171的電源特性與第二燃料電池與功率轉換器172的電源特性不同。

【0013】 比較器110接收參考電壓 $V_{ref}$ 及由負載端180回授的功率轉換器輸出電壓 $V_{out}$ ，並比較參考電壓 $V_{ref}$ (相當於負載端180的額定電壓)及功率轉換器輸出電壓 $V_{out}$ 以輸出第一電壓誤差訊號 $VD1$ 至訊號追蹤控制器120。訊號追蹤控制器120接收來自比較器110之第一電壓誤差訊號 $VD1$ 以輸出第二電壓誤差訊號 $VD2$ 至第一負載分配控制器131及第二負載分配控制器132，其中第二電壓誤差訊號 $VD2$ 例如為第一電壓誤差訊號 $VD1$ 的放大訊號。在一實施例中，訊號追蹤控制器120可包括兩個分離的訊號追蹤控制器

(圖未示)，這兩個分離的訊號追蹤控制器可分別接收第一電壓誤差訊號VD1，然後再分別輸出第二電壓誤差訊號VD2至第一負載分配控制器131及第二負載分配控制器132。

**【0014】** 第一負載分配控制器131接收來自訊號追蹤控制器120之第二電壓誤差訊號VD2以輸出第一負載分配訊號LS1至第一迴路增益控制器141。在本實施例中，第一負載分配控制器131的功能在於調整用在負載端180之第一燃料電池與功率轉換器171的功率分配。第一迴路增益控制器141接收來自第一負載分配控制器131之第一負載分配訊號LS1以輸出第一迴路增益控制訊號WC1至第一加法器151。在本實施例中，第一迴路增益控制器141的功能在於調整第一燃料電池與功率轉換器171的性能使其與第二燃料電池與功率轉換器172的性能一致。

**【0015】** 第一加法器151接收來自第一迴路增益控制器141之第一迴路增益控制訊號WC1及第一工作點參考訊號DP1，並根據第一迴路增益控制訊號WC1及第一工作點參考訊號DP1以輸出第一工作點設定訊號WS1至第一PWM控制器161。在本實施例中，第一工作點參考訊號DP1為第一燃料電池與功率轉換器171的預設輸出功率，以指定第一燃料電池與功率轉換器171的工作點(功率)。

**【0016】** 第一PWM控制器161接收來自第一加法器151之第一工作點設定訊號WS1及來自第一燃料電池與功率轉換器171之第一燃料電池輸出功率訊號OP1，並根據第一工作點設定訊號WS1及第一燃料電池輸出功率訊號OP1以輸出第一占空比(duty ratio)訊號DR1至第一燃料電池與功率轉換器171。第一燃料電池與功率轉換器171接收來自第一PWM控制器161之第一占

空比訊號DR1，並根據第一占空比訊號DR1以輸出功率轉換器輸出電壓Vout至負載端180。

**【0017】** 第二負載分配控制器132接收來自訊號追蹤控制器120之第二電壓誤差訊號VD2以輸出第二負載分配訊號LS2至第二迴路增益控制器142。在本實施例中，第二負載分配控制器132的功能在於調整用在負載端180之第二燃料電池與功率轉換器172的功率分配。第二迴路增益控制器142接收來自第二負載分配控制器132之第二負載分配訊號LS2以輸出第二迴路增益控制訊號WC2至第二加法器152。在本實施例中，第二迴路增益控制器142的功能在於調整第二燃料電池與功率轉換器172的性能使其與第一燃料電池與功率轉換器171的性能一致。

**【0018】** 第二加法器152接收來自第二迴路增益控制器142之第二迴路增益控制訊號WC2及第二工作點參考訊號DP2，並根據第二迴路增益控制訊號WC2及第二工作點參考訊號DP2以輸出第二工作點設定訊號WS2至第二PWM控制器162。在本實施例中，第二工作點參考訊號DP2為第二燃料電池與功率轉換器172的預設輸出功率，以指定第二燃料電池與功率轉換器172的工作點(功率)。

**【0019】** 第二PWM控制器162接收來自第二加法器152之第二工作點設定訊號WS2及來自第二燃料電池與功率轉換器172之第二燃料電池輸出功率訊號OP2，並根據第二工作點設定訊號WS2及第二燃料電池輸出功率訊號OP2以輸出第二占空比訊號DR2至第二燃料電池與功率轉換器172。第二燃料電池與功率轉換器172接收來自第二PWM控制器162之第二占空比訊號DR2，並根據第二占空比訊號DR2以輸出功率轉換器輸出電壓Vout至負載端

180。

【0020】 在本實施例中，本發明之燃料電池系統100係採用內迴路及外迴路控制架構設計，例如內迴路回授第一燃料電池與功率轉換器171的燃料電池功率輸出，外迴路回授負載端180的功率轉換器輸出電壓 $V_{out}$ 。此外，依照本發明之燃料電池系統100，可藉由控制訊號追蹤控制器120、第一負載分配控制器131、第一迴路增益控制器141、第二負載分配控制器132及第二迴路增益控制器142的系統參數，將可使參考電壓 $V_{ref}$ 等於功率轉換器輸出電壓 $V_{out}$ ，第一燃料電池與功率轉換器171的輸出功率將可等於第一工作點參考訊號DP1(即第一燃料電池與功率轉換器171的預設輸出功率)，第二燃料電池與功率轉換器172的輸出功率將可等於第二工作點參考訊號DP2(即第二燃料電池與功率轉換器172的預設輸出功率)。當負載變動時，額外的功率負載將以第一負載分配控制器131及第二負載分配控制器132的比例分配至第一燃料電池與功率轉換器171及第二燃料電池與功率轉換器172。

【0021】 在較佳實施例中，如圖2A及圖2B所示，第一迴路增益控制器141及第二迴路增益控制器142的設計方式為：透過第一迴路增益控制器141及第二迴路增益控制器142使兩條路徑上的 $V_{out1}/e_1$ 及 $V_{out2}/e_2$ 在低頻的部分有相近的頻率響應。

【0022】 在較佳實施例中，第一負載分配控制器131及第二負載分配控制器132的設計方式為：當負載變動時，第一負載分配控制器131及第二負載分配控制器132決定了額外負載分配至第一燃料電池與功率轉換器171及第二燃料電池與功率轉換器172的比例。舉例來說，若是額外負載欲以1

比1(1:1)的方式分配至第一燃料電池與功率轉換器171及第二燃料電池與功率轉換器172，第一負載分配控制器131的系統參數(scale\_1)及第二負載分配控制器132的系統參數(scale\_2)可設計成1:1。若是希望第一燃料電池與功率轉換器171及第二燃料電池與功率轉換器172以最小功率變動比例的方式來分配額外負載，則透過最佳化公式推導，可將系統參數設計成  $(scale_1, scale_2) = (P_1^2 / (P_1^2 + P_2^2), P_2^2 / (P_1^2 + P_2^2))$ ，其中 $P_1$ 及 $P_2$ 分別為第一燃料電池與功率轉換器171及第二燃料電池與功率轉換器172在額定狀況下的功率輸出。

**【0023】** 在較佳實施例中，訊號追蹤控制器120的設計方式為：在完成前述之第一迴路增益控制器141及第二迴路增益控制器142的設計後，可利用所得的 $V_{out1}/e_1$ 及 $V_{out2}/e_2$ 頻率響應來設計外部迴路，亦即使圖1所示的燃料電池系統100有較高的低頻增益，且外部迴路的頻寬低於內部迴路( $V_{out1}/e_1$ 、 $V_{out2}/e_2$ )的系統頻寬。

**【0024】** 以下將舉例說明本發明之燃料電池系統之各種模擬結果。

**【0025】** 請參照圖3A至圖3E，其為對應於額定負載的模擬圖，其中圖3A為第一燃料電池及第二燃料電池的功率-電流曲線圖，圖3B為負載功率-時間模擬圖，圖3C為第一燃料電池的輸出功率-時間模擬圖，圖3D為第二燃料電池的輸出功率-時間模擬圖，以及圖3E為負載端輸出電壓-時間模擬圖。在圖式中，cell#1表示第一燃料電池，cell#2表示第二燃料電池。

**【0026】** 以額定負載來說，假設參考電壓 $V_{ref}$ (負載端180額定電壓)為36V，負載需求為180W，第一燃料電池與功率轉換器171之第一工作點參考訊號DP1的額定功率為108W，第二燃料電池與功率轉換器172之第二工作

點參考訊號DP2的額定功率為72W，經由本發明之控制電路(包括控制訊號追蹤控制器120、第一負載分配控制器131、第一迴路增益控制器141、第二負載分配控制器132及第二迴路增益控制器142)並聯兩個不同特性的燃料電池(第一燃料電池與功率轉換器171及第二燃料電池與功率轉換器172)後，負載端輸出總功率約為180.5W(如圖3B所示)，第一燃料電池之輸出功率約為107.6W(如圖3C所示)，第二燃料電池之輸出功率約為71.54W(如圖3D所示)，負載端輸出電壓約為36.05V(如圖3E所示)，這些數值如同控制系統設計時之額定功率輸入與額定負載電壓。

【0027】 請參照圖4A至圖4D，其為對應於負載變動的模擬圖，其中圖4A為負載功率-時間模擬圖，圖4B為第一燃料電池的輸出功率-時間模擬圖，圖4C為第二燃料電池的輸出功率-時間模擬圖，以及圖4D為負載端輸出電壓-時間模擬圖。在圖式中，cell#1表示第一燃料電池，cell#2表示第二燃料電池。

【0028】 以負載變動來說，假設負載功率在0.1秒(sec)由原先設定的180W降至160W(如圖4A所示)，第一負載分配控制器131的控制器參數(scale\_1)及第二負載分配控制器132的控制器參數(scale\_2)的比例為1:1。一開始，第一燃料電池的輸出功率大約為107.5W，第二燃料電池的輸出功率大約為73W，輸出電壓約為36.25V。當負載為160W時，第一燃料電池的輸出功率大約為97.64W(如圖4B所示)，第二燃料電池的輸出功率大約為63.74W(如圖4C所示)，輸出電壓大約為36.22V(如圖4D所示)。

【0029】 由模擬結果可知，當負載減少20W時，輸出電壓可以維持在設定值36V左右，第一燃料電池及第二燃料電池的輸出功率約各減少10W，



其比例為1：1，與原先控制器參數(scale\_1/scale\_2)的設定值相同。此外，第一燃料電池的功率變化比例為9.3% (近似於10/107.5)，第二燃料電池的功率變化比例為13.7% (近似於10/73)。

【0030】 請參照圖5A至圖5D，其為對應於負載變動的模擬圖，其中圖5A為負載功率-時間模擬圖，圖5B為第一燃料電池的輸出功率-時間模擬圖，圖5C為第二燃料電池的輸出功率-時間模擬圖，以及圖5D為負載端輸出電壓-時間模擬圖。在圖式中，cell#1表示第一燃料電池，cell#2表示第二燃料電池。

【0031】 圖5A至圖5D之模擬條件類似於圖4A至圖4D，惟一不同點在於控制器參數(scale\_1/scale\_2)設計成最小功率變動比例。由模擬結果顯示，在0.1秒負載變化成160W後(如圖5A所示)，第一燃料電池的輸出功率大約為95.02W(如圖5B所示)，第二燃料電池的輸出功率大約為66.33W(如圖5C所示)，負載端輸出電壓仍能維持在36V左右(如圖5D所示)。因此，當負載減少20W時，其分配比例分別是： $(108.3-95.02) : (72.6-66.33) = 0.68 : 0.32$ ，其與控制器參數(scale\_1/scale\_2)的比例相同。因此，在負載變動的情況下，此最小功率變動比例的分配方式可降低燃料電池工作點的改變量。

【0032】 請參照圖6，圖6為本發明另一較佳實施例之燃料電池系統的方塊圖。如圖6所示，本實施例是以並聯兩個燃料電池為例來做說明，但在實際應用中，可以並聯兩個以上的燃料電池，故不以此為限。

【0033】 本實施例之燃料電池系統200包括第一燃料電池210、第一控制電路220、第一PWM控制器230、第一功率轉換電路240、感測電路250、第一乘法器260、第一加法器270、第一增益單元280、負載端300、第二燃

料電池310、第二控制電路320、第二PWM控制器330、第二功率轉換電路340、第二乘法器360、第二加法器370及第二增益單元380。在本實施例中，第一燃料電池210與第二燃料電池310的電源特性為非定電壓源或非定電流源，且第一燃料電池210的電源特性與第二燃料電池310的電源特性不同。

**【0034】** 第一控制電路220較佳包括第一訊號追蹤控制器221、第一負載分配控制器222及第一迴路增益控制器223，其中第一訊號追蹤控制器221、第一負載分配控制器222及第一迴路增益控制器223的功能可用一組電路來實現。第一功率轉換電路240較佳是由如圖6所示之電感器241、二極體242、開關器243及電阻器244來實現，但也可用其他電路方式來實現，故不以此為限。

**【0035】** 感測電路250包括串接於負載端300與接地端290之間的第一電阻器251與第二電阻器252，但也可用其他電路方式來實現，故不以此為限。

**【0036】** 第二控制電路320較佳包括第二訊號追蹤控制器321、第二負載分配控制器322及第二迴路增益控制器323，其中第二訊號追蹤控制器321、第二負載分配控制器322及第二迴路增益控制器323的功能可用一組電路來實現。第二功率轉換電路340較佳是由如圖6所示之電感器341、二極體342、開關器343及電阻器344來實現，但也可用其他電路方式來實現，故不以此為限。

**【0037】** 綜上所述，本發明之燃料電池系統係採用內迴路及外迴路的控制架構來進行直流電源轉換，其中內迴路回授與燃料電池輸出功率相關的訊號，外迴路回授與負載端電壓相關的訊號。此外，本發明之燃料電池

系統可用於並聯非定電壓源或是非定電流源的電源模組(如前述第一燃料電池及第二燃料電池)，並聯的電源模組可具有不同的電壓-電流特性，並且可規範每一電源模組的額定功率輸出，在負載變動的情形下，不僅可規劃額外負載的分配比例，而且可以達成最小功率變化比例的額外負載分配方式。

**【0038】** 在不脫離本發明之精神或範圍內，熟習本技藝者可對本發明做各種修飾與變化。因此，在申請專利範圍及其均等之範圍內進行各種修飾與變化均包含於本發明之範圍內。

### **【符號說明】**

#### **【0039】**

- 100、200 燃料電池系統
- 110 比較器
- 120 訊號追蹤控制器
- 131、222 第一負載分配控制器
- 132、322 第二負載分配控制器
- 141、223 第一迴路增益控制器
- 142、323 第二迴路增益控制器
- 151 第一加法器
- 152 第二加法器
- 161、230 第一PWM控制器
- 162、330 第二PWM控制器
- 171 第一燃料電池與功率轉換器

- 172 第二燃料電池與功率轉換器
- 210 第一燃料電池
- 310 第二燃料電池
- 180、300 負載端
- 220 第一控制電路
- 221 第一訊號追蹤控制器
- 240 第一功率轉換電路
- 241、341 電感器
- 242、342 二極體
- 243、343 開關器
- 244、344 電阻器
- 250 感測電路
- 251 第一電阻器
- 252 第二電阻器
- 260 第一乘法器
- 270 第一加法器
- 280 第一增益單元
- 290 接地端
- 320 第二控制電路
- 321 第二訊號追蹤控制器
- 340 第二功率轉換電路
- 360 第二乘法器

370 第二加法器

380 第二增益單元

Vref 參考電壓

Vout 功率轉換器輸出電壓

VD1 第一電壓誤差訊號

VD2 第二電壓誤差訊號

LS1 第一負載分配訊號

LS2 第二負載分配訊號

WC1 第一迴路增益控制訊號

WC2 第二迴路增益控制訊號

WS1 第一工作點設定訊號

WS2 第二工作點設定訊號

DP1 第一工作點參考訊號

DP2 第二工作點參考訊號

OP1 第一燃料電池輸出功率訊號

OP2 第二燃料電池輸出功率訊號

DR1 第一占空比訊號

DR2 第二占空比訊號

### **【生物材料寄存】**

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】(請換頁單獨記載)

# 申請專利範圍

1. 一種燃料電池系統，包括：

一比較器，接收一參考電壓及一功率轉換器輸出電壓，以輸出一第一電壓誤差訊號；

一訊號追蹤控制器，接收該第一電壓誤差訊號以輸出一第二電壓誤差訊號；

一第一負載分配控制器，接收該第二電壓誤差訊號以輸出一第一負載分配訊號；

一第一迴路增益控制器，接收該第一負載分配訊號以輸出一第一迴路增益控制訊號；

一第一加法器，接收該第一迴路增益控制訊號及一第一工作點參考訊號以輸出一第一工作點設定訊號；

一第一脈衝寬度調變控制器，接收該第一工作點設定訊號及一第一燃料電池輸出功率訊號以輸出一第一占空比訊號；

一第一燃料電池與功率轉換器，接收該第一占空比訊號以輸出該功率轉換器輸出電壓至一負載端，其中該第一燃料電池與功率轉換器更包括輸出該第一燃料電池輸出功率訊號至該第一脈衝寬度調變控制器；

一第二負載分配控制器，接收該第二電壓誤差訊號以輸出一第二負載分配訊號；

一第二迴路增益控制器，接收該第二負載分配訊號以輸出一第二迴路增益控制訊號；

一第二加法器，接收該第二迴路增益控制訊號及一第二工作點參考訊號以輸出一第二工作點設定訊號；

一第二脈衝寬度調變控制器，接收該第二工作點設定訊號及一第二燃料電池輸出功率訊號以輸出一第二占空比訊號；以及

一第二燃料電池與功率轉換器，接收該第二占空比訊號以輸出該功率轉換器輸出電壓至該負載端，其中該第二燃料電池與功率轉換器更包括輸出該第二燃料電池輸出功率訊號至該第二脈衝寬度調變控制器。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之燃料電池系統，其中該訊號追蹤控制器包括一第一訊號追蹤控制器及一第二訊號追蹤控制器，該第一訊號追蹤控制器用以接收該第一電壓誤差訊號以輸出該第二電壓誤差訊號至第一負載分配控制器，該第二訊號追蹤控制器用以接收該第一電壓誤差訊號以輸出該第二電壓誤差訊號至該第二負載分配控制器。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之燃料電池系統，其中該第二電壓誤差訊號為該第一電壓誤差訊號的放大訊號。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之燃料電池系統，其中該第一負載分配訊號包含用於調整用在該負載端之該第一燃料電池的功率分配，該第二負載分配訊號包含用於調整用在該負載端之該第二燃料電池的功率分配。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之燃料電池系統，其中該第一工作點參考訊號包含該第一燃料電池的預設輸出功率以指定該第一燃料電池的工作點，該第二工作點參考訊號包含該第二燃料電池的預設輸出功率以指定該第二燃料電池的工作點。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之燃料電池系統，其中該第一燃料電池的輸



出功率會根據該第一工作點參考訊號而變動，該第二燃料電池的輸出功率會根據該第二工作點參考訊號而變動。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之燃料電池系統，其中該第一燃料電池與功率轉換器的電源特性不同於該第二燃料電池與功率轉換器的電源特性。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之燃料電池系統，其中該參考電壓為該負載端的額定電壓。

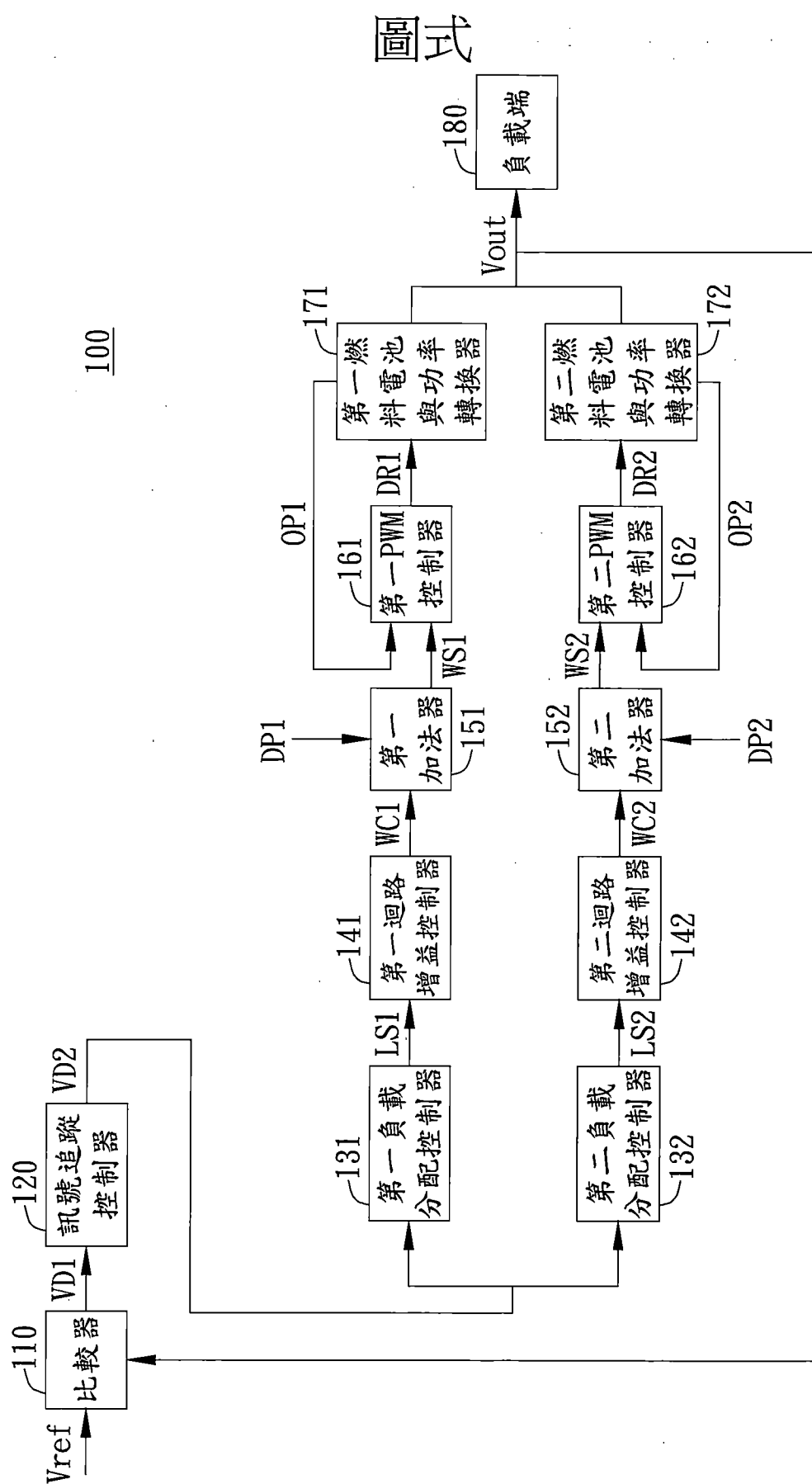


圖 1

圖 1

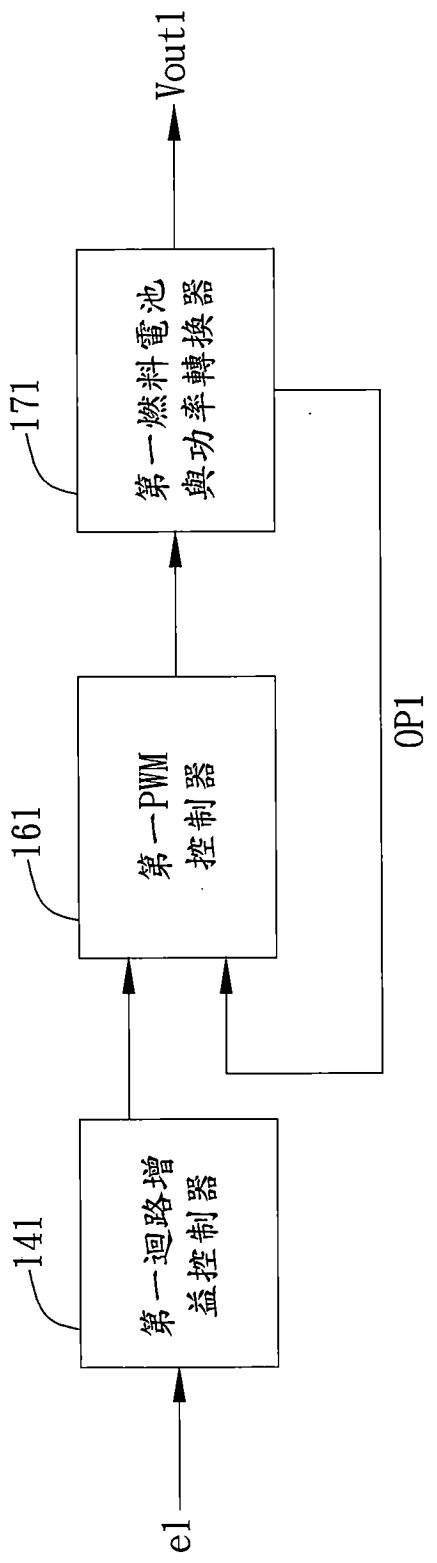


圖 2A

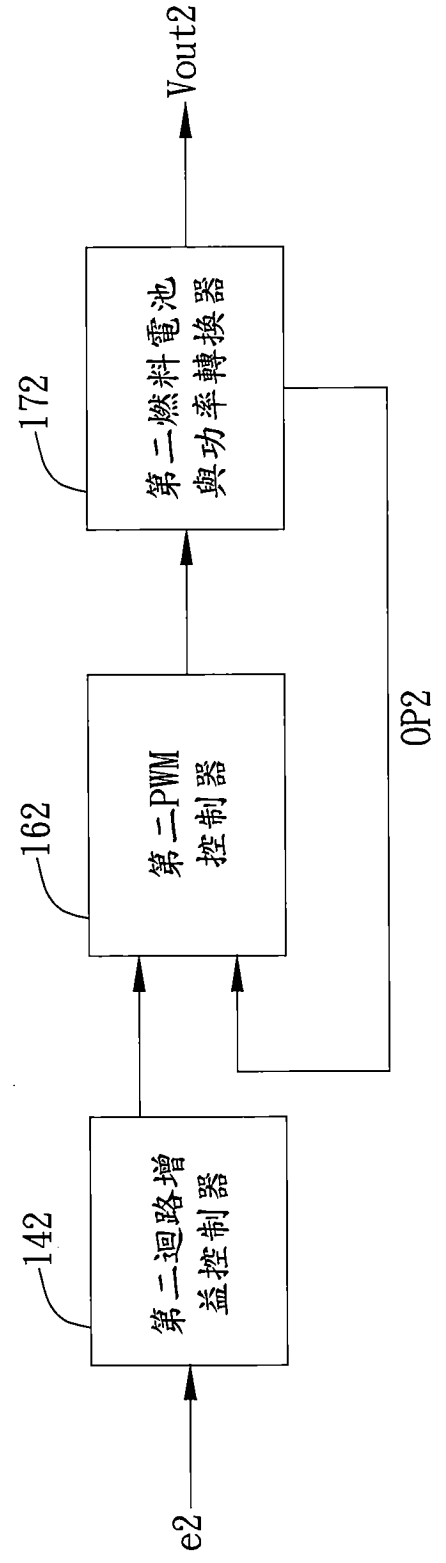


圖 2B

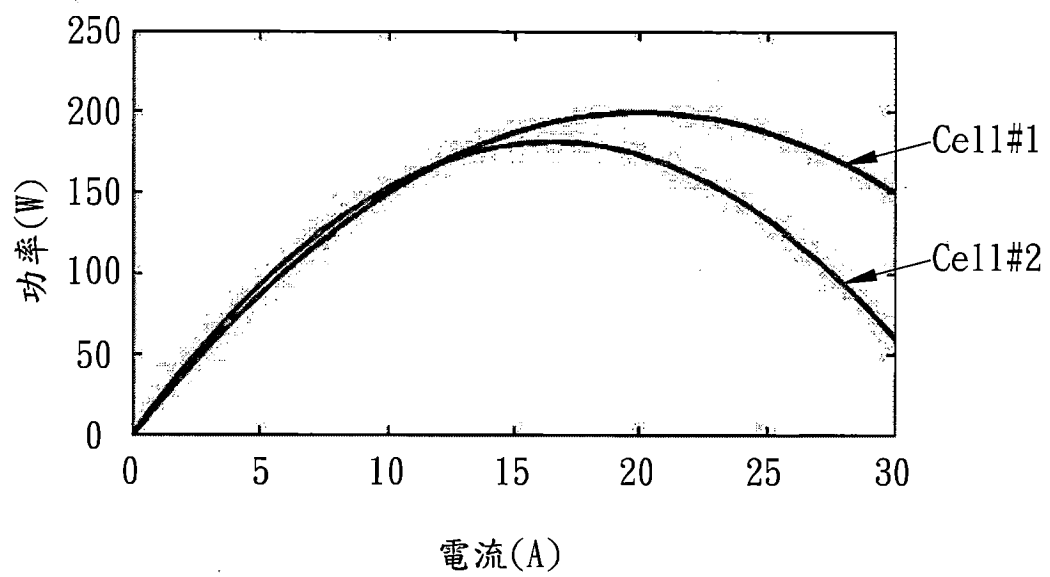


圖 3A

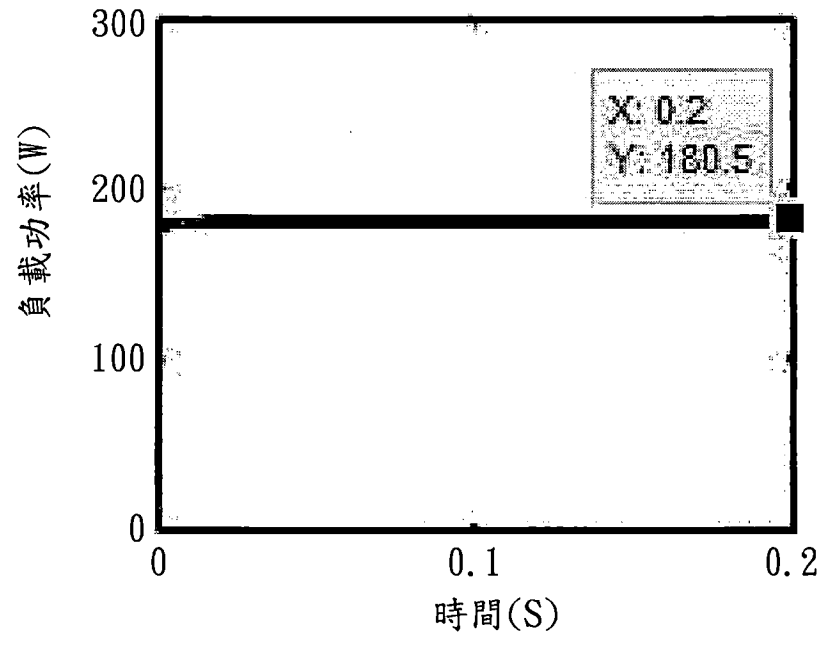


圖 3B

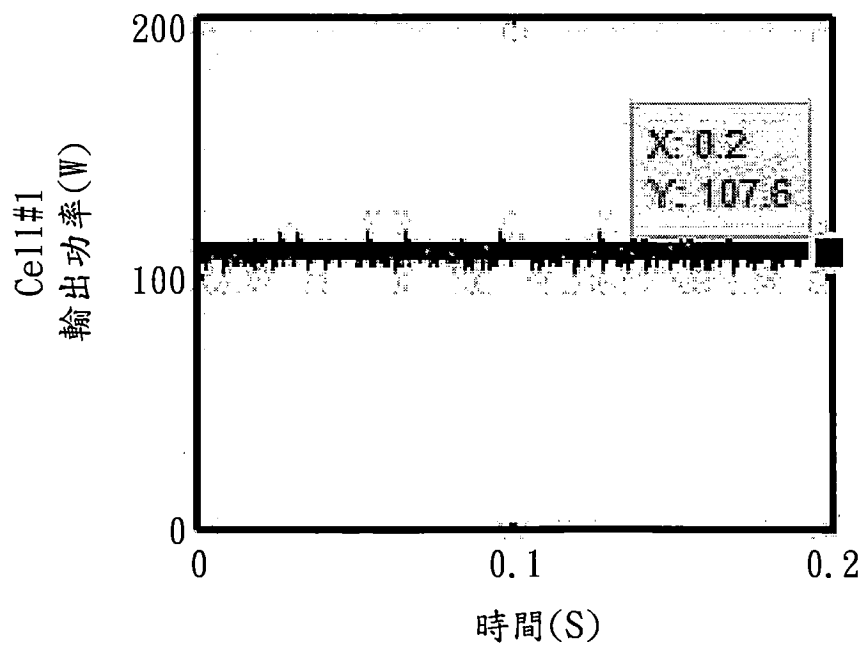


圖 3C

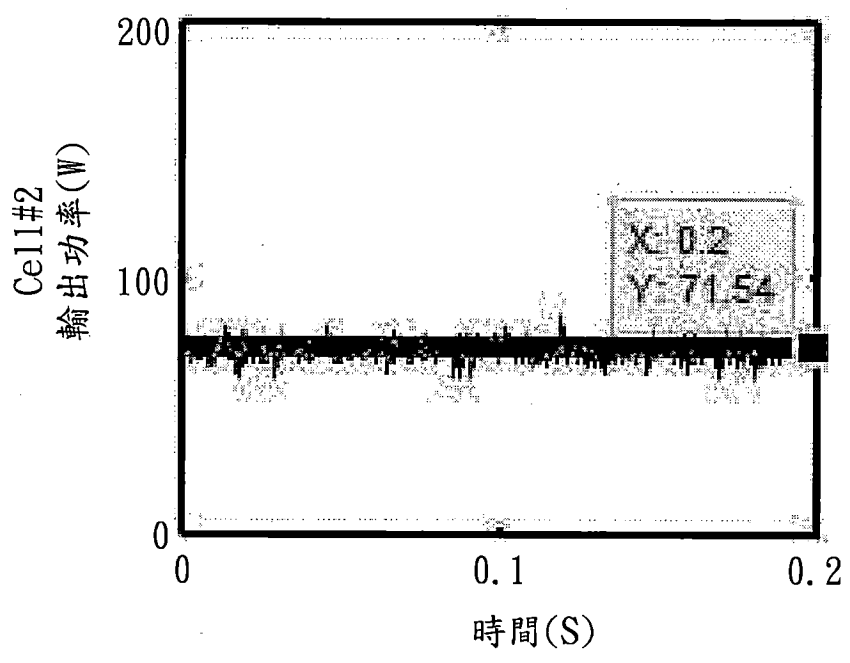


圖 3D

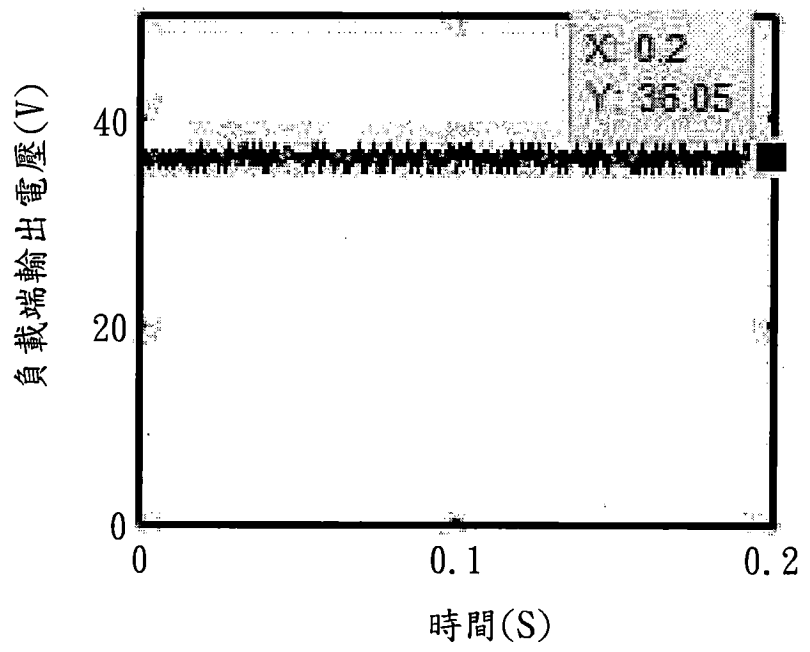


圖 3E

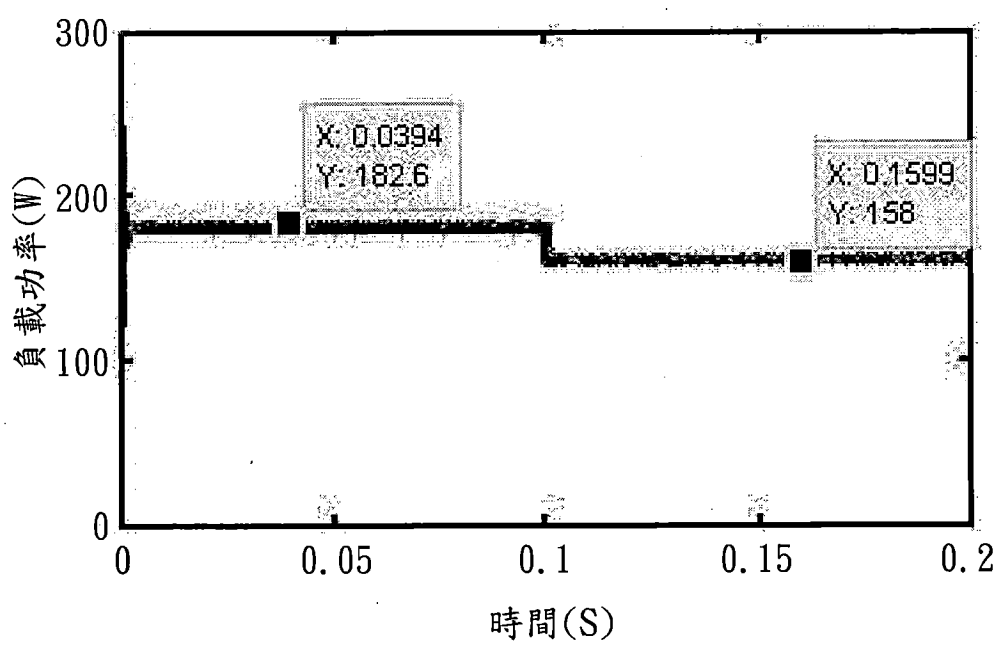


圖 4A

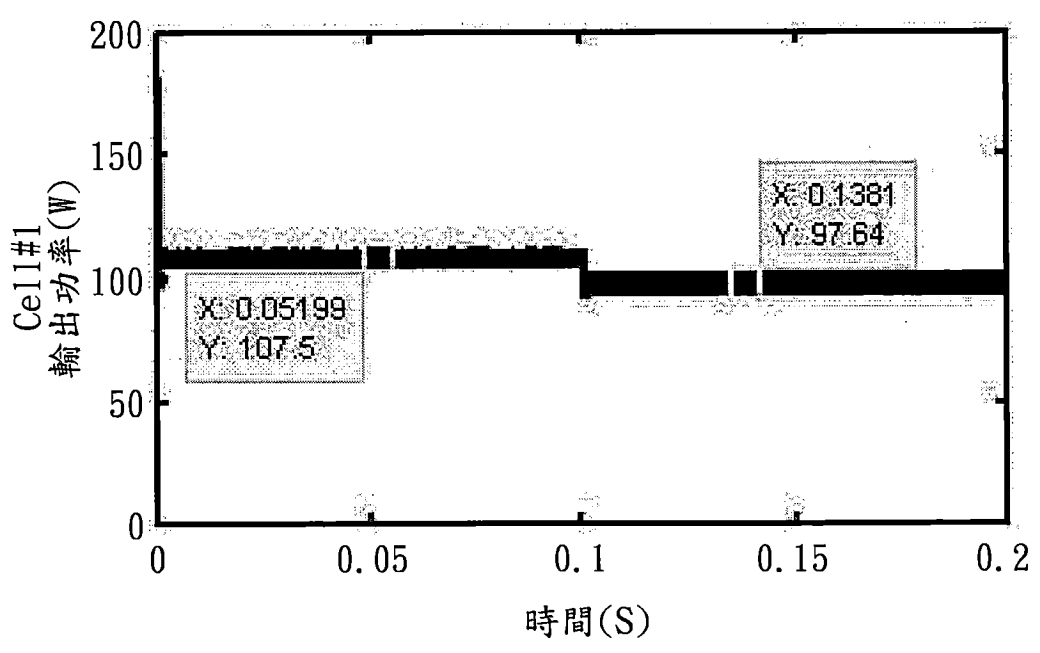


圖 4B

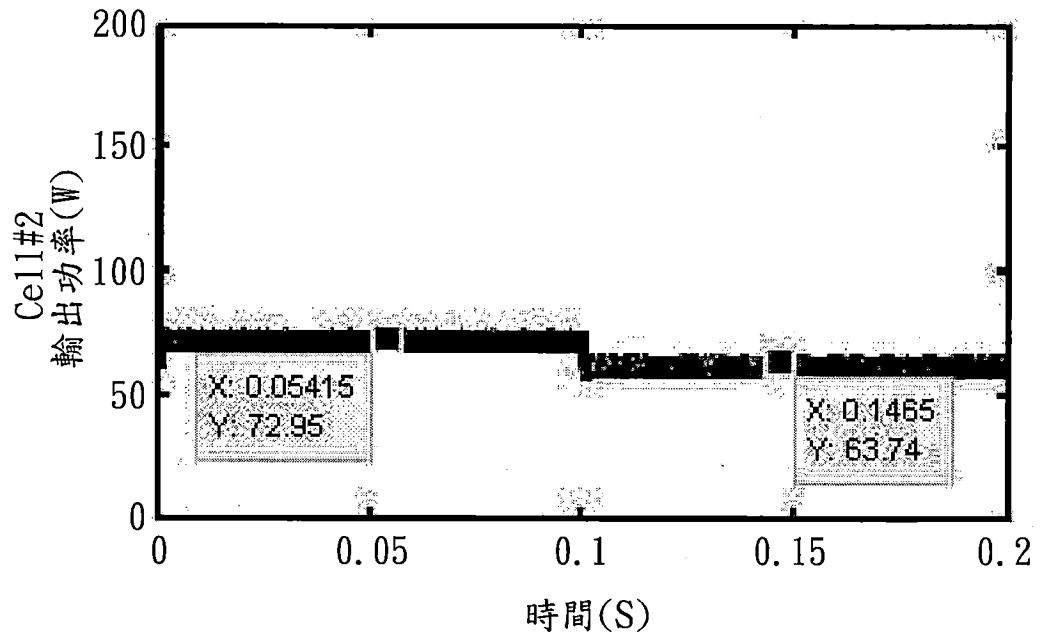


圖 4C

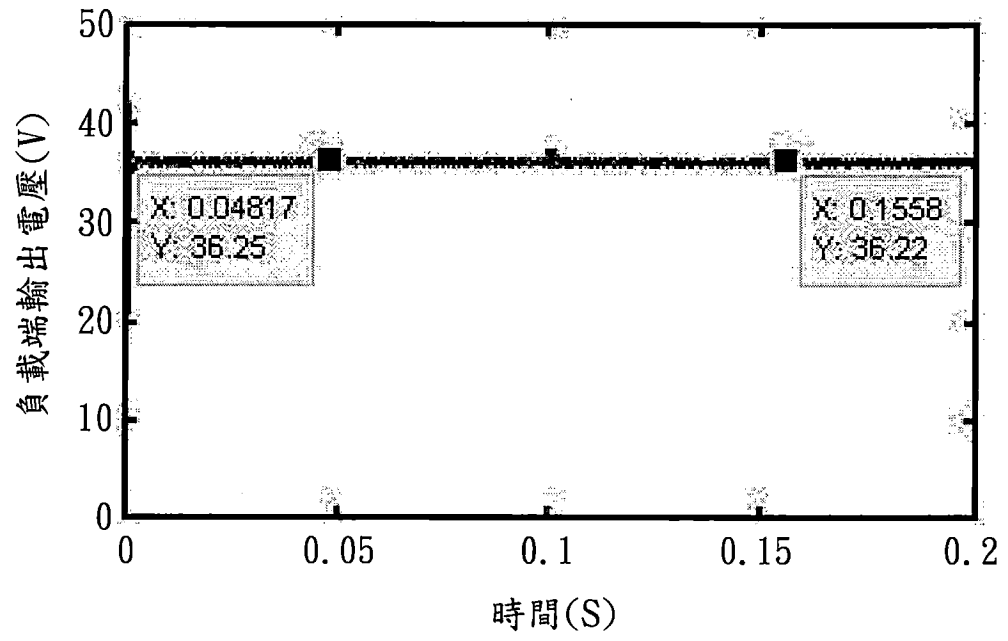


圖 4D



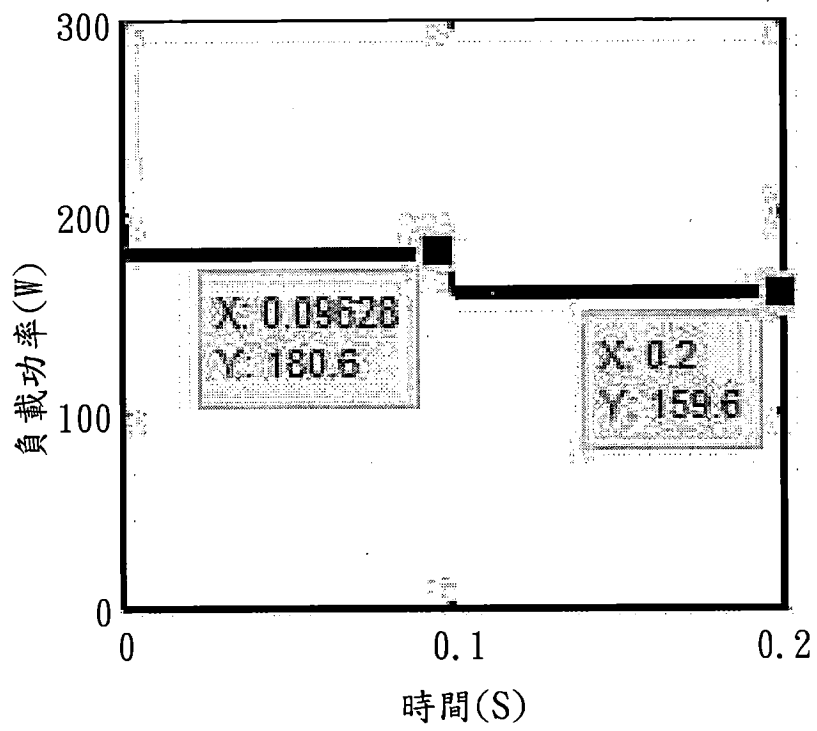


圖 5A

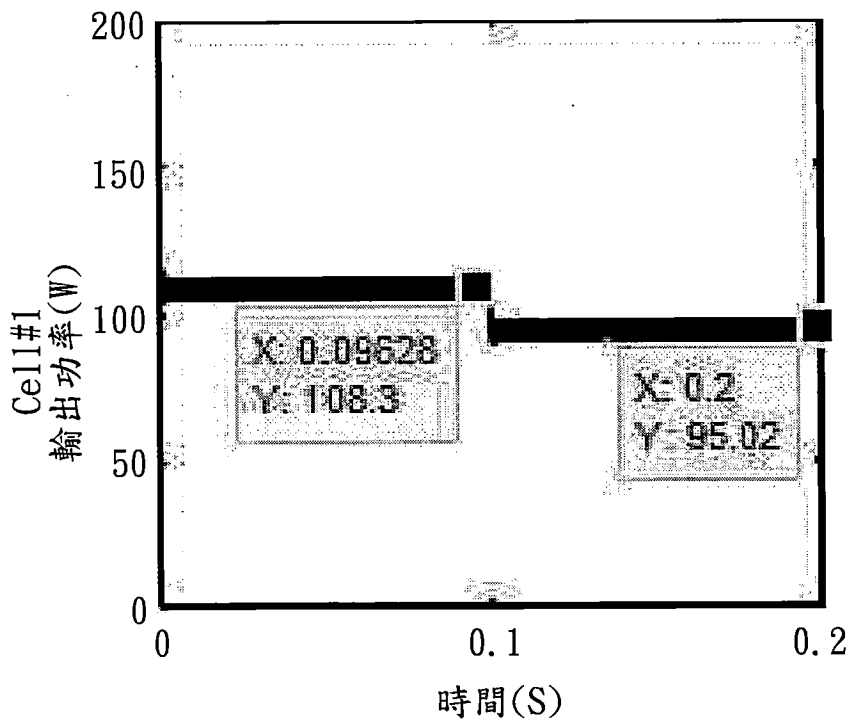


圖 5B

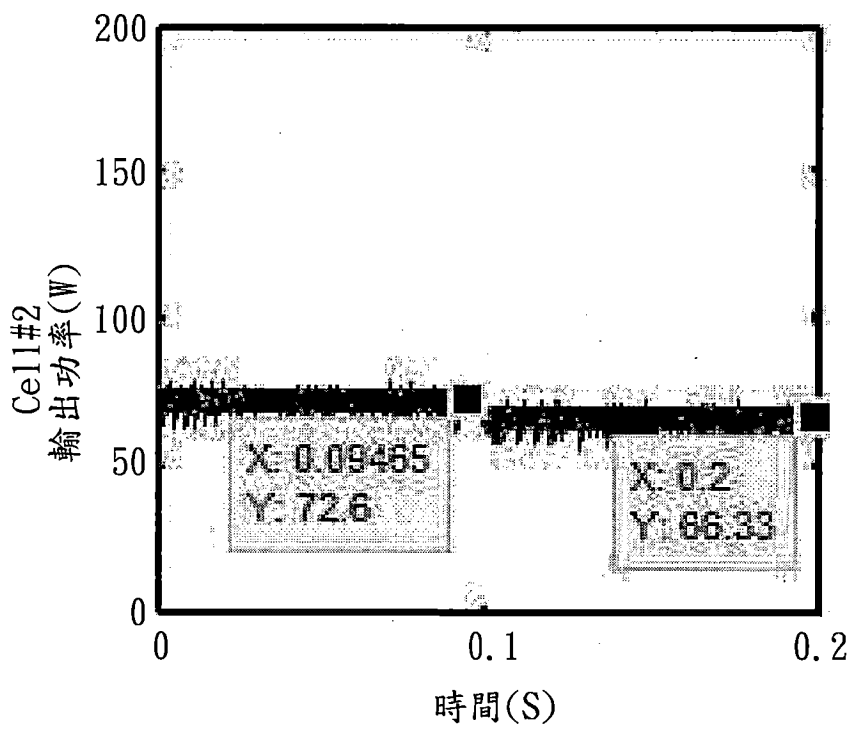


圖 5C

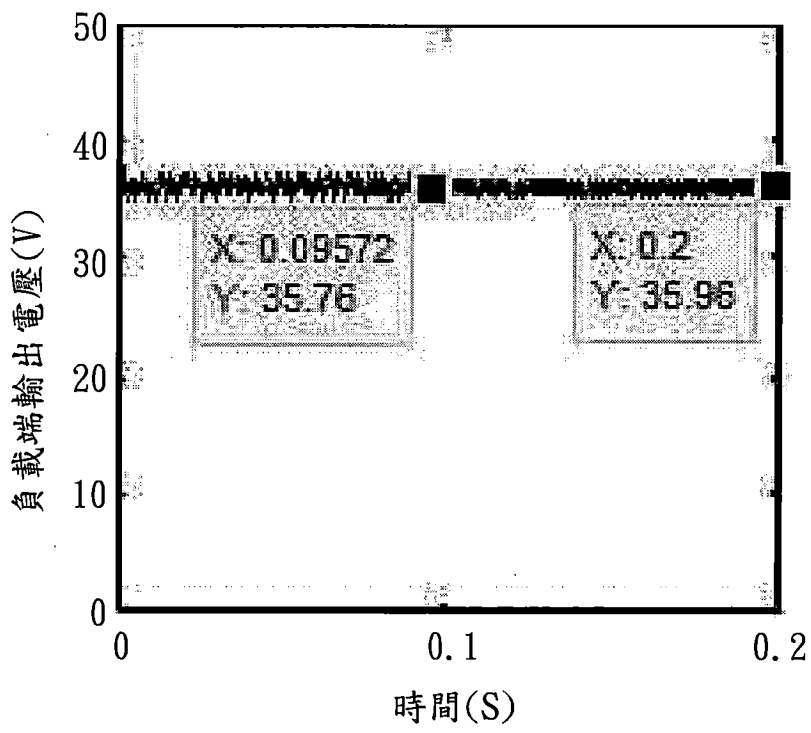


圖 5D

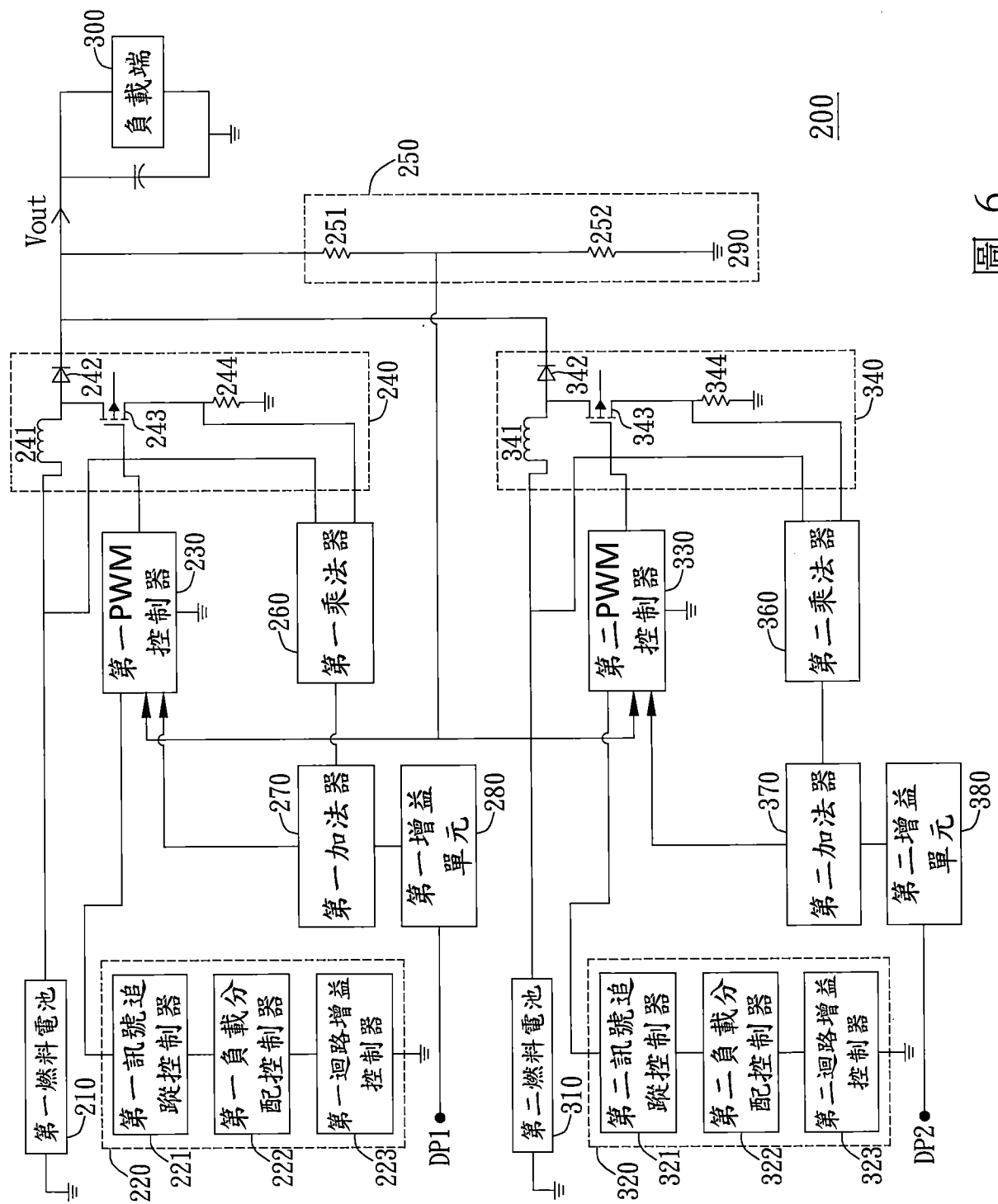


圖 6