

(21)申請案號：099130598

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 10 日

(51)Int. Cl.：

H02J7/34 (2006.01)

H01M8/04 (2006.01)

(71)申請人：建國科技大學(中華民國) CHIENKUO TECHNOLOGY UNIVERSITY (TW)

彰化縣彰化市介壽北路 1 號

(72)發明人：張寬裕(TW)；吳佩哲(TW)；林峻逸(TW)；吳政宏(TW)

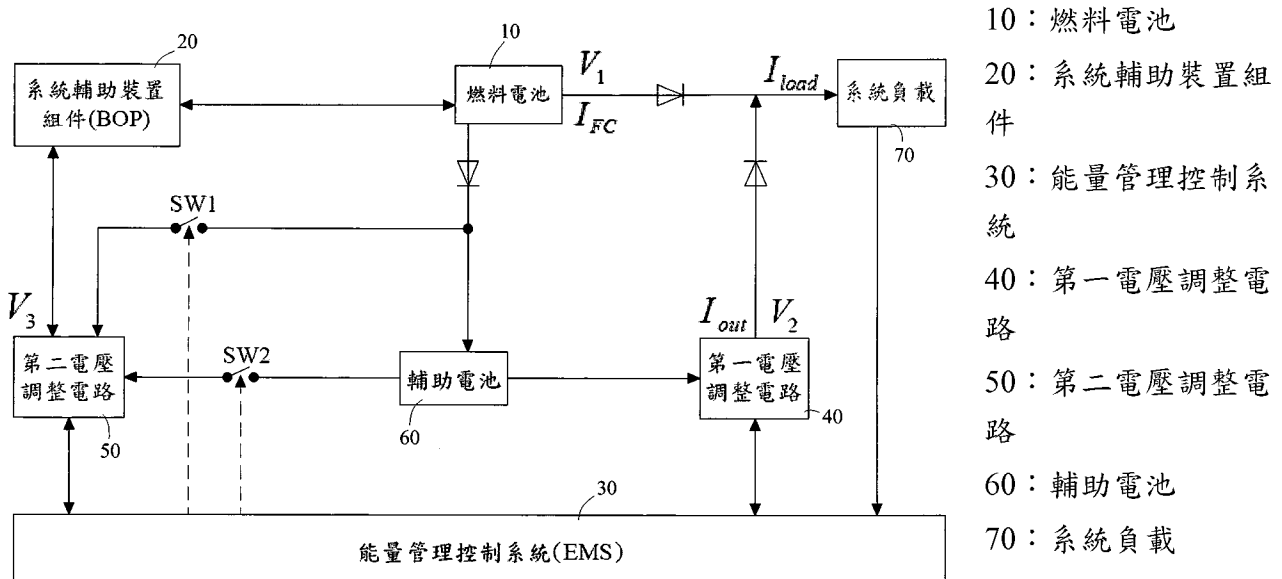
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：8 共 27 頁

(54)名稱

藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法

(57)摘要

一種藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，其係將燃料電池系統的運轉分為數種模式，使燃料電池盡量避開在活化過電位區與濃度過電位區操作，以維持系統在最佳狀態下運作，從而增加其效能、可靠度與使用壽命。再者，依據燃料電池系統中之電壓、電流訊號決定燃料電池陰極空氣進口量的運轉模式。最後藉由所提之控制策略，平穩地控制輔助電池之輸出電量予燃料電池供電系統中，使系統提供穩定電壓。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係提供一種燃料電池之技術領域，尤指其技術上提供一種藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法。

【先前技術】

為因應石油日漸枯竭以及氣候暖化的問題，替代能源的研發與應用日益受到各國的重視，而其中又以氢能發展最為重要。燃料電池因為能量轉換效率高且副產物為乾淨無污染的水，更是氢能發展之重點目標。燃料電池系統之供電過程涉及到熱管理、水管理、燃料供應以及電力調節與控制等次系統之搭配，而燃料電池本身又涉及到反應溫度、反應物濃度、輸出電壓與輸出電流。由於電力能源的有效管理，乃能夠提昇用電的電子裝置（例如筆記型電腦、行動電話…等）更長的使用時間以及穩定的電力供應。因此，應用燃料電池時，如何讓燃料電池系統的運作能夠被有效地管理，使其能夠被控制且一直維持在最佳狀態下運作，以增加其效能、可靠度與使用壽命，此般技藝至今尚十分欠缺。

一般而言，燃料電池的輸出電壓與輸出電流受到負載的影響很大，根據燃料電池的極化曲線，當輸出電流需求提高時，則輸出電壓會降低，反之，當輸出電流需求降低

時，則輸出電壓會提高。此外，當燃料電池被應用於動態負載時，如果負載變動的時間太短，燃料電池受限於反應機制，很難在瞬間提供足夠的功率給負載，導致電力不足或電力不穩之現象，且若燃料電池處於低負載情況下操作，輸出電流降低、輸出電壓提高，亦會造成燃料電池過度反應形成空燒問題。因此，在習知技術中，會在燃料電池系統中搭配至少一個輔助電池（二次電池）來解決電力不足或電力不穩之現象。然而，如果操作電壓擺幅過劇或者變動太頻繁，將會造成燃料電池與輔助電池提早劣化，且在習知技術中，對於燃料電池處於低負載情況下操作，皆以停止燃料電池運轉並以輔助電池單獨供電。然而，輔助電池在長時間的消耗下，對於提供動態高負載能力相對降低，造成系統供電不足的問題。另外，在控制燃料電池時會偵測燃料與空氣（氧氣）的流量，藉以控制燃料電池的輸出功率，此方法會使用到大量的流量感測元件，造成系統過大，以及成本增加且無法以主動的方式控制燃料電池的輸出狀態。有鑑於上述習知燃料電池系統的缺失，以及用於燃料電池系統的電力能源管理的日般重要性，本發明人乃亟思發明用於燃料電池系統的控制方法，以及使用該控制方法的燃料電池系統。

是以，針對上述習知結構所存在之問題點，如何開發一種更具理想實用性之創新結構，實是消費者所殷切企盼

，亦係相關業者須努力研發突破之目標及方向。

有鑑於此，發明人本於多年從事相關產品之製造開發與設計經驗，針對上述之目標，詳加設計與審慎評估後，終得一確具實用性之本發明。

【發明內容】

本發明係智慧型主動控制燃料電池系統，提供一種控制輸出電壓的方法以及使用該控制方法的燃料電池系統。該控制方法係將燃料電池系統的運轉分為數種模式，並依據燃料電池系統中之電壓、電流及溫度訊號決定燃料電池系統的運轉模式及燃料電池陰極空氣進口量的運轉模式。此為本發明之主要目的。為達成上述目的，本發明亦提供可用以實施燃料電池系統控制方法。

有關本發明所採用之技術、手段及其功效，茲舉一較佳實例並配合圖式詳加說明於后，相信對本發明之目的、構造及特徵，當可由之得一深入而具體的瞭解。

【實施方式】

本發明係提供一種藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法。

參閱第一圖所示，係本發明之系統架構圖，本發明的燃料電池系統至少包含有：一燃料電池(10)、一系統輔助裝置組件(Balance of Plant, BOP)(20)、一能量管理控制系統(Energy Management System, EMS)(30)、一第一電壓

調整電路(40)、一第二電壓調整電路(50)、一輔助電池(60)(例如鉛酸電池、鋰鐵電池、超級電容…等可作為二次儲能單元)以及與該輔助電池(60)相並聯之一系統負載(70)。

請參閱第一、二圖所示，係該能量管理控制系統單元圖，該能量管理控制系統(EMS)(30)包含：中央處理器單元(CPU)(31)、偵測單元(32)與控制策略方法(33)。其中中央處理器單元(CPU)(31)至少包含有計時器(311)、記憶體(313)、邏輯運算單元(314)及輸入/輸出控制單元(I/O Port Control Unit)(312)。而偵測單元(32)可偵測：

(a)燃料電池的操作溫度、環境溫度及輸出電壓與電流值(321)。

(b)系統負載的工作電壓與電流(322)。

(c)輔助電池的工作電壓與電流(323)。

(d)第一與第二電壓調整電路的輸出電壓與電流(324)。

並將偵測數據提供該系統中央處理單元(31)做輸出控制判斷；且由控制策略方法(33)將燃料電池系統的運轉控制策略分為數種模式。

另外，該燃料電池系統中的第一電壓調整電路(40)，係將燃料電池(10)輸出電壓調整至輔助電池(60)與系統負載(70)可使用之電壓；而第二電壓調整電路(50)，乃使該輔助電池(60)之電力電壓經由該第二電壓調整電路(50)轉

換後，供應系統輔助裝置組件(20) (BOP)之運作。

其中第一電壓調整電路(40)與第二電壓調整電路(50)

功能可包含：

(a)升壓功能

(b)降壓功能

(c)穩壓功能

(d)控制輸出電流

(e)功率控制功能

(f)輸出迴路切換(On/Off)

參閱第二、三圖所示，在系統輔助裝置組件(20) (BOP)上，至少包含單元如下：

(a)燃料供應運轉之組件(21)，例如燃料泵(Fuel Feed Pump)等相關組件。

(b)空氣供應運轉之組件(22)，例如空氣泵(Air Pump)及循環泵(Circulation Pump)等。

(c)散熱系統(23)，例如風扇(Fan)及冷凝器(Condenser)等。

(d)陰極與陽極輸入輸出組件(24)。

(e)燃料儲存系統(25)，例如氫氣瓶、燃料罐及燃料混合儲存罐(Mixing Tank)等。

在控制策略方法(33)上，控制方法將燃料電池系統的運轉分為四種模式，包括啟動調整模式(331)、充電調整模式

(332)、全載調整模式(333)及輕載調整模式(334)，以下配合其工作流程(流程圖請參閱第四~七圖所示)，將此四種運轉模式說明如下：

(a)啟動調整模式(331)：起始動作，其係將燃料電池系統開機之切換裝置啟動，使系統處於全開的狀態，SW1 設定為 Off 而 SW2 設定為 On，在啟動時首先判斷負載是否在操作運行中，當負載工作電流(I_{load})小於負載最小工作電流(I_{min})時，則進入充電調整模式(332)(燃料電池(10)對輔助電池(60)充電)；當負載工作電流(I_{load})大於燃料電池(10)之工作電流(I_{FC})且負載工作電流(I_{load})大於第一電壓調整電路所輸出之電流(I_{out})時則進入全載調整模式(333)；當負載工作電流(I_{load})小於燃料電池(10)之工作電流(I_{FC})及第一電壓調整電路所輸出之電流(I_{out})，且該第一電壓調整電路輸出值(V_2)大於輔助電池(60)之電壓放電目標設定值(V_{set})，則進入輕載調整模式(334)。本啟動調整模式流程圖可參閱第四圖。

(b)充電調整模式(332)：進入充電調整模式(332)後，SW1 改為 On 而 SW2 為 Off，且能量管理控制系統(30)(EMS)持續量測(I_{load})、(V_1)、(I_{FC})及(V_3)，使輔助電池(60)得到燃料電池(10)的能量(原輔助電池(60)電力在非飽和狀態)；當(I_{FC})小於燃料電池(10)之電流設定值(I_{sys})，且(V_1)大於輔助電池(60)之充電電壓目標設定值(V_{setin})，則宣告輔助電池(60)充電完成；若上述有任何一條件未成立，則燃料電池(10)處於繼續對輔助電池(60)充電狀

態；若 (I_{load}) 大於 (I_{min}) 則燃料電池(10)進入全載調整模式(333)；
 若在 (I_{load}) 小於 (I_{min}) 下，而 (V_1) 小於 (V_{setin}) 或 (I_{FC}) 小於 (I_{sys}) 時，則
 能量管理控制系統(30)(EMS)控制第二電壓調整電路輸出值 (V_3)
 ，使其能適當調整系統輔助裝置組件(20)(BOP)，達到燃料電池
 (10)陰極側的空氣(氧氣)輸入量減縮至適當值，進而適當降低燃
 料電池(10)對輔助電池(60)的充電電量；若在 (I_{load}) 小於 (I_{min})
 下，而 (V_1) 大於 (V_{setin}) 且 (I_{FC}) 大於 (I_{sys}) 則燃料電池系統進入輕載
 調整模式(334)。本充電調整模式流程圖可參閱第五圖。

(c)全載調整模式(333)：在此模式下 SW1 為 Off，SW2 則為
 On，而燃料電池(10)乃將其所產生之電力全部供應給負載使用
 ，不足的部份則由輔助電池(60)提供，此時能量管理控制系統
 (30)(EMS)控制第二電壓調整電路輸出值 (V_3) 使其調至最大值
 ，從而能調整系統輔助裝置組件(20) (BOP)，達到燃料電池
 (10)陰極側的空氣(氧氣)輸入量增加至最大值；於此模式中，能
 量管理控制系統(30)(EMS)持續量測 (I_{load}) 、 (V_1) 、 (I_{out}) 及 (V_2) ；若
 (V_1) 不等於 (V_2) ，或在 (V_1) 等於 (V_2) 下而 (I_{out}) 小於 (I_{min}) 則能量管理
 控制系統(30)(EMS)控制第一電壓調整電路之輸出值 (V_2) 使其
 調至適當值以配合燃料電池(10)之輸出 (V_1) 共同輸出至負
 載；若 (V_1) 等於 (V_2) ， (I_{out}) 大於 (I_{min}) 且 (V_1) 大於 (V_{sys}) 時，則系統
 進入充電調整模式(332)(燃料電池(10)對輔助電池(60)充電)；若
 (V_1) 等於 (V_2) ， (I_{out}) 大於 (I_{min}) 而 (V_1) 小於 (V_{sys}) 時，則燃料電池系統
 仍維持全載調整模式(333)。本全載調整模式流程圖可參閱第六

圖。

(d)輕載調整模式(334)：在此模式下 SW1 為 On，SW2 則為 Off，因負載使用電力較低，故燃料電池(10)之電力可供系統輔助裝置組件(20)(BOP)運轉及較低負載使用；此時能量管理控制系統(30)(EMS)持續運作，其電力由輔助電池(60)提供，並且不斷量測 (I_{load}) 、 (V_1) 、 (V_2) 及 (V_3) ；若 (I_{load}) 小於 (I_{min}) 則系統進入充電調整模式(332)(燃料電池(10)對輔助電池(60)充電)；若 (I_{load}) 大於 (I_{min}) 而 (V_1) 大於 (V_{sys}) 時，則能量管理控制系統(30)(EMS)控制第二電壓調整電路之輸出值 (V_3) ，使其能適當調整系統輔助裝置組件(20)(BOP)，達到燃料電池(10)陰極側的空氣(氧氣)輸入量減縮至適當值；若 (I_{load}) 大於 (I_{min}) 而 (V_1) 小於 (V_{sys}) 時，則燃料電池系統進入全載調整模式(333)。本輕載調整模式流程圖可參閱第七圖。

系統開機啟動後就在上述四種操作模式之間變遷轉換，其變遷轉換圖可參閱第八圖，若系統欲關機則將關機之切換裝置執行關閉動作即可。

前文係針對本發明之技術特徵進行具體之說明實例；惟，熟悉此項技術之人士當可在不脫離本發明之精神與原則下對本發明進行變更與修改，而該等變更與修改，皆應涵蓋於如下申請專利範圍所界定之範疇中。

【圖式簡單說明】

第一圖：係本發明之系統架構圖。

第二圖：係本發明之能量管理控制系統單元圖。

第三圖：係本發明之系統輔助裝置組件之系統架構圖。

第四圖：係本發明之啟動調整模式流程圖。

第五圖：係本發明之充電調整模式流程圖。

第六圖：係本發明之全載調整模式流程圖。

第七圖：係本發明之輕載調整模式流程圖。

第八圖：係本發明之操作模式變遷轉換圖。

【主要元件符號說明】

(V_1) 燃料電池之工作電壓

(V_2) 第一電壓調整電路之輸出電壓

(V_3) 第二電壓調整電路之輸出電壓

(V_{sys}) 燃料電池之電壓設定值

(V_{set}) 輔助電池之電壓放電目標設定值

(V_{setin}) 輔助電池之充電電壓目標設定值

(I_{FC}) 燃料電池之工作電流

(I_{load}) 負載工作電流

(I_{min}) 負載最小工作電流

(I_{sys}) 燃料電池之電流設定值

(I_{out}) 輔助電池經第一電壓調整電路所輸出之電流

(SW1) 燃料電池供電至第二電壓調整電路之開關

(SW2) 輔助電池供電至第二電壓調整電路之開關

(10) 燃料電池

(20)系統輔助裝置組件

(21)燃料供應運轉之組件

(22)空氣供應運轉之組件

(23)散熱系統

(24)陰極與陽極輸入輸出組件

(25)燃料儲存系統

(30)能量管理控制系統

(31)中央處理器單元

(311)計時器

(312)輸入/輸出控制單元

(313)記憶體

(314)邏輯運算單元

(32)偵測單元

(321)燃料電池的操作溫度、環境溫度及輸出電壓與電流值

(322)系統負載的工作電壓與電流

(323)輔助電池的工作電壓與電流

(324)第一與第二電壓調整電路的輸出電壓與電流

(33)控制策略方法

(331)啟動調整模式

(332)充電調整模式

(333)全載調整模式

(334)輕載調整模式

201212476

(40)第一電壓調整電路

(50)第二電壓調整電路

(60)輔助電池

(70)系統負載

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 99130998

※申請日： 99.9.10

※IPC 分類： H02J 7/34 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法

二、中文發明摘要：

一種藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，其係將燃料電池系統的運轉分為數種模式，使燃料電池盡量避開在活化過電位區與濃度過電位區操作，以維持系統在最佳狀態下運作，從而增加其效能、可靠度與使用壽命。再者，依據燃料電池系統中之電壓、電流訊號決定燃料電池陰極空氣進口量的運轉模式。最後藉由所提之控制策略，平穩地控制輔助電池之輸出電量予燃料電池供電系統中，使系統提供穩定電壓。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，係包含有：

一燃料電池、一系統輔助裝置組件、一能量管理控制系統、一第一電壓調整電路、一第二電壓調整電路、一輔助電池以及與該輔助電池相並聯之一系統負載；

在能量管理控制系統的一控制策略方法上，將燃料電池系統的運轉分為四種模式，包括啟動調整模式、充電調整模式、全載調整模式及輕載調整模式，其中：

啟動調整模式：起始動作，其係將燃料電池系統開機之切換裝置啟動，使系統處於全開的狀態，SW1 設定為 Off 而 SW2 設定為 On，在啟動時首先判斷負載是否在操作運行中，當負載工作電流 (I_{load}) 小於負載最小工作電流 (I_{min}) 時，則進入充電調整模式，燃料電池對輔助電池充電；當負載工作電流 (I_{load}) 大於燃料電池之工作電流 (I_{FC}) 且負載工作電流 (I_{load}) 大於第一電壓調整電路所輸出之電流 (I_{out}) 時則進入全載調整模式；當負載工作電流 (I_{load}) 小於燃料電池之工作電流 (I_{FC}) 及第一電壓調整電路所輸出之電流 (I_{out})，且該第一電壓調整電路輸出值 (V_2) 大於輔助電池之電壓放電目標設定值 (V_{set})，則進入輕載調整模式；

充電調整模式：進入充電調整模式後，SW1 改為 On 而 SW2 為 Off，且能量管理控制系統 (EMS) 持續量測 (I_{load})、(V_1)、(I_{FC})

及(V_3)，使輔助電池得到燃料電池的能量(原輔助電池電力在非飽和狀態)；當(I_{FC})小於燃料電池之電流設定值(I_{sys})，且(V_1)大於輔助電池之充電電壓目標設定值(V_{setin})，則宣告輔助電池充電完成；若上述有任一條件未成立，則燃料電池處於繼續對輔助電池充電狀態；若(I_{load})大於(I_{min})則燃料電池進入全載調整模式；若在(I_{load})小於(I_{min})下，而(V_1)小於(V_{setin})或(I_{FC})小於(I_{sys})時，則能量管理控制系統(EMS)控制第二電壓調整電路輸出值(V_3)，使其能適當調整系統輔助裝置組件(BOP)，達到燃料電池陰極側的空氣(氧氣)輸入量減縮至適當值，進而適當降低燃料電池對輔助電池的充電電量；若在(I_{load})小於(I_{min})下，而(V_1)大於(V_{setin})且(I_{FC})大於(I_{sys})則燃料電池系統進入輕載調整模式；

全載調整模式：在此模式下 SW1 為 Off，SW2 則為 On，而燃料電池乃將其所產生之電力全部供應給負載使用，不足的部份則由輔助電池提供，此時能量管理控制系統(EMS)控制第二電壓調整電路輸出值(V_3)使其調至最大值，從而能調整系統輔助裝置組件(BOP)，達到燃料電池陰極側的空氣(氧氣)輸入量增加至最大值；於此模式中，能量管理控制系統(EMS)持續量測(I_{load})、(V_1)、(I_{out})及(V_2)；若(V_1)不等於(V_2)，或在(V_1)等於(V_2)下而(I_{out})小於(I_{min})則能量管理控制系統(EMS)控制第一電壓調整電路之輸出值(V_2)使其調至適當值以配合燃料電池之輸出(V_1)共同輸出至負載；若(V_1)等於(V_2)，(I_{out})大於(I_{min})且(V_1)大於(V_{sys})時，則系統進入充電調整模式(燃料電池對輔助電池充電)

；若 (V_1) 等於 (V_2) ， (I_{out}) 大於 (I_{min}) 而 (V_1) 小於 (V_{sys}) 時，則燃料電池系統仍維持全載調整模式；

輕載調整模式：在此模式下 SW1 為 On，SW2 則為 Off，因負載使用電力較低，故燃料電池之電力可供系統輔助裝置組件(BOP)運轉及較低負載使用；此時能量管理控制系統(EMS)持續運作，其電力由輔助電池提供，並且不斷量測 (I_{load}) 、 (V_1) 、 (V_2) 及 (V_3) ；若 (I_{load}) 小於 (I_{min}) 則系統進入充電調整模式，燃料電池對輔助電池充電；若 (I_{load}) 大於 (I_{min}) 而 (V_1) 大於 (V_{sys}) 時，則能量管理控制系統(EMS)控制第二電壓調整電路之輸出值 (V_3) ，使其能適當調整系統輔助裝置組件(BOP)，達到燃料電池陰極側的空氣(氧氣)輸入量減縮至適當值；若 (I_{load}) 大於 (I_{min}) 而 (V_1) 小於 (V_{sys}) 時，則燃料電池系統進入全載調整模式。

2．如申請專利範圍第1項所述之藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，其中該系統輔助裝置組件，至少包含一燃料供應運轉之組件、一空氣供應運轉之組件、一散熱系統、一陰極與陽極輸入輸出組件及一燃料儲存系統。

3．如申請專利範圍第2項所述之藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，其中該燃料供應運轉之組件包括一燃料泵(Fuel Feed Pump)。

4．如申請專利範圍第2項所述之藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，其中該空

氣供應運轉之組件包括一空氣泵(Air Pump)或一循環泵(Circulation Pump)。

5．如申請專利範圍第2項所述之藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，其中該散熱系統包括一風扇(Fan)或一冷凝器(Condenser)。

6．如申請專利範圍第2項所述之藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，其中該燃料儲存系統包括一氫氣瓶、一燃料罐或一燃料混合儲存罐(Mixing Tank)。

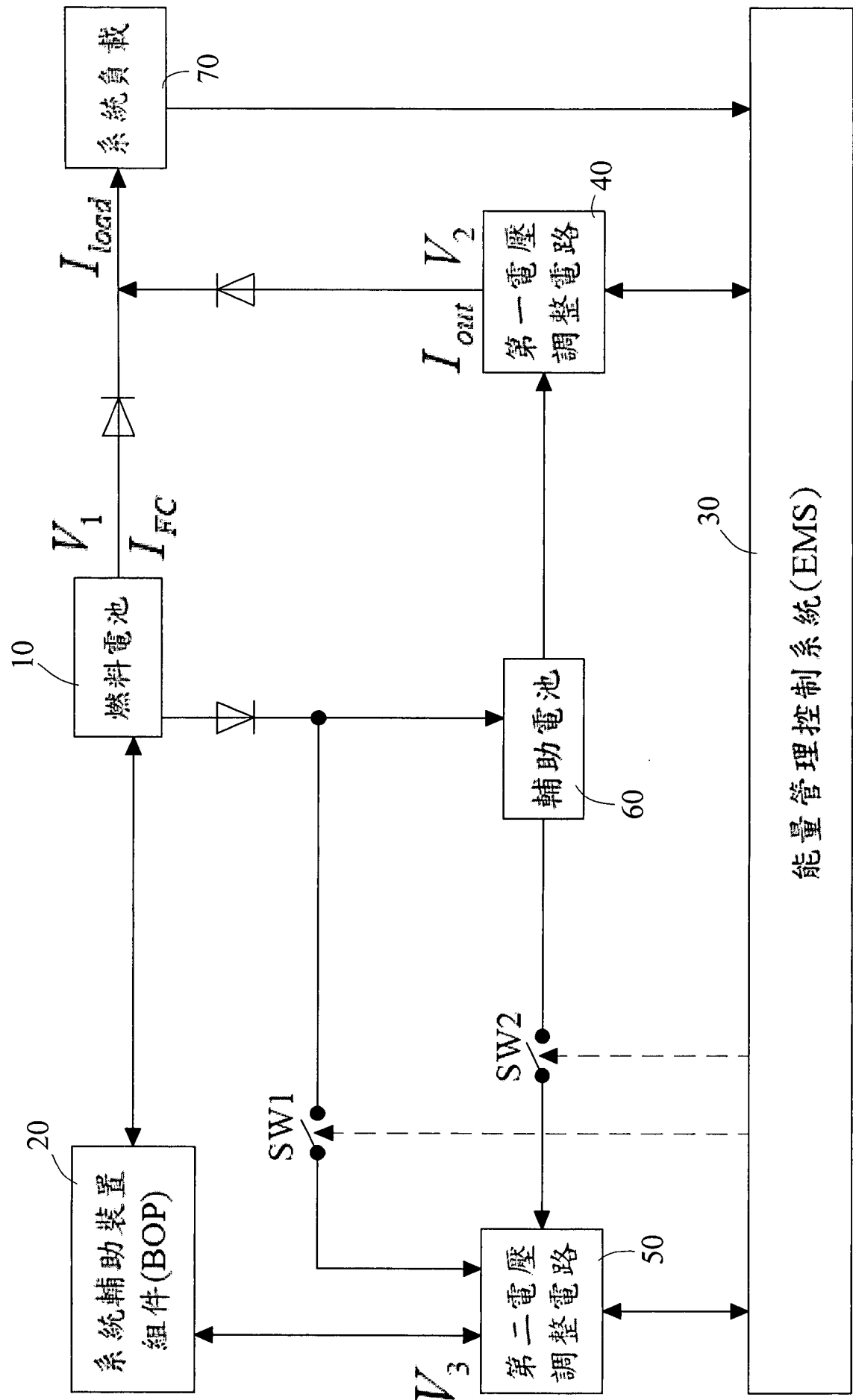
7．如申請專利範圍第1項所述之藉由輔助裝置與輔助電池系統設計燃料電池之輸出電力控制方法，其中該能量管理控制系統包含：一中央處理器單元(CPU)、一偵測單元與一控制策略方法，該中央處理器單元至少包含有一計時器、一記憶體、一邏輯運算單元及一輸入/輸出控制單元；該偵測單元可偵測該燃料電池的操作溫度、環境溫度及輸出電壓與電流值，該系統負載的工作電壓與電流，該輔助電池的工作電壓與電流，該第一與第二電壓調整電路的輸出電壓與電流，並將偵測數據提供該中央處理單元做輸出控制判斷；且由控制策略方法將該燃料電池系統的運轉控制策略分為數種模式。

201212476

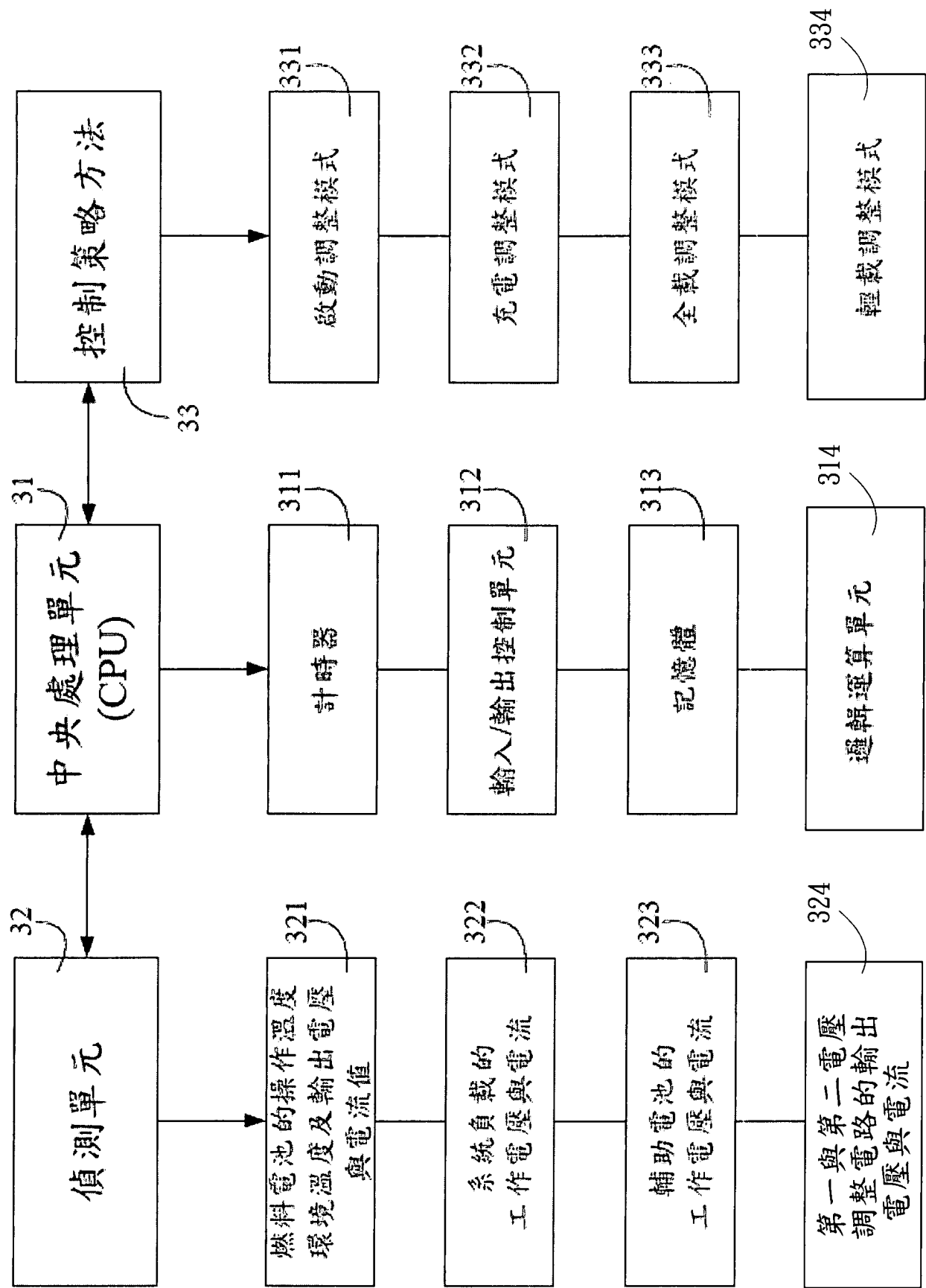
八、圖式：

如次頁



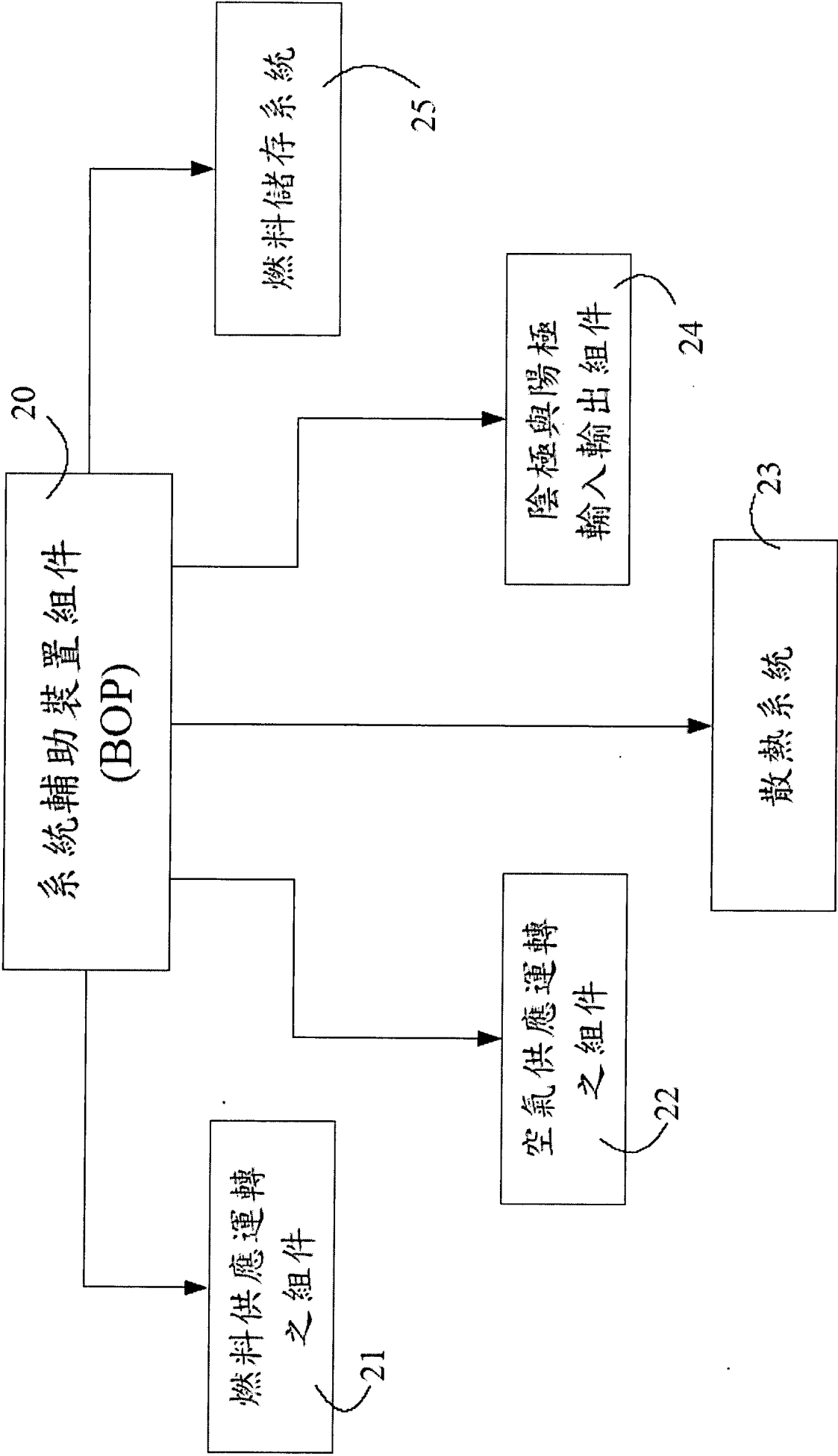


第一圖

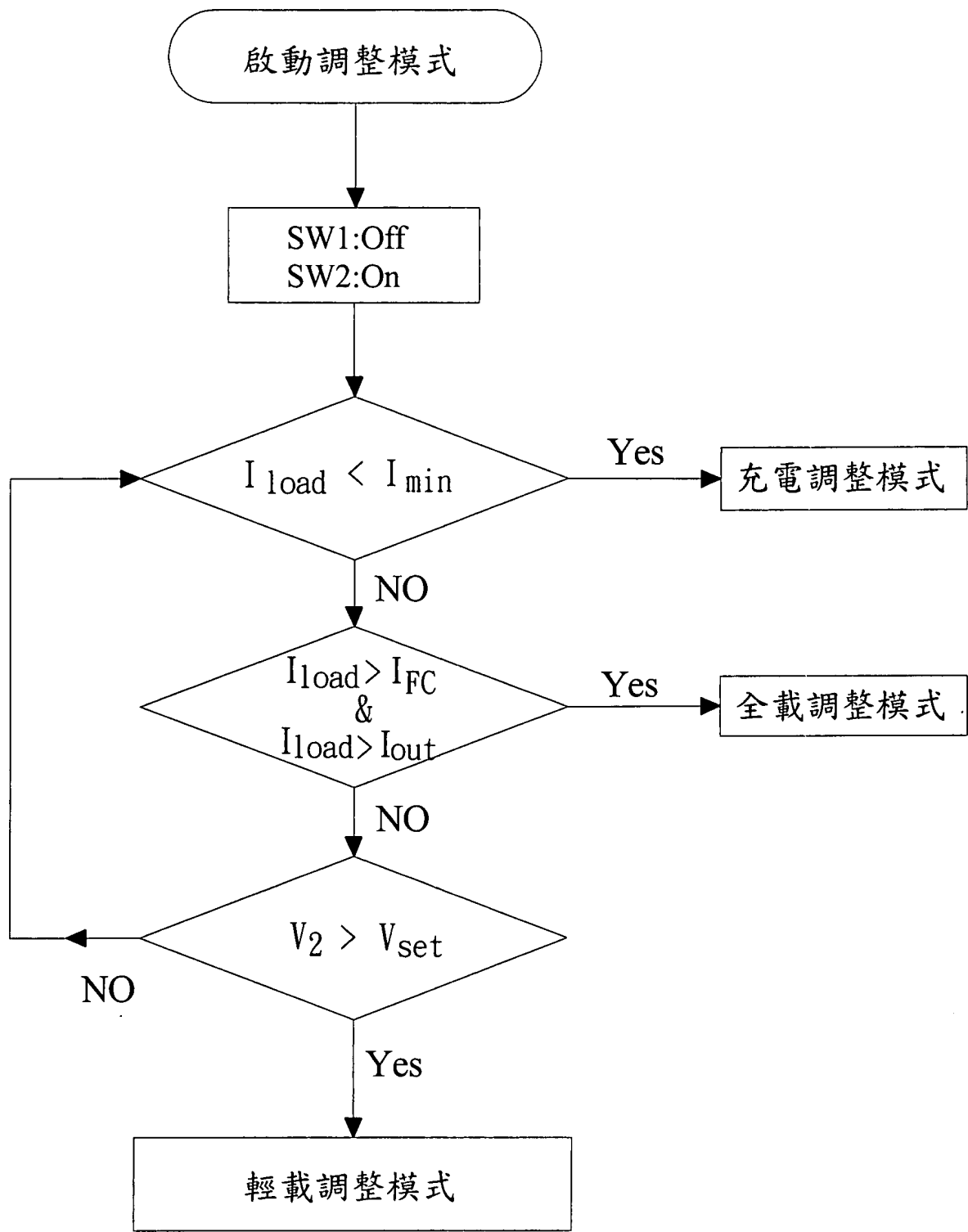


第二圖



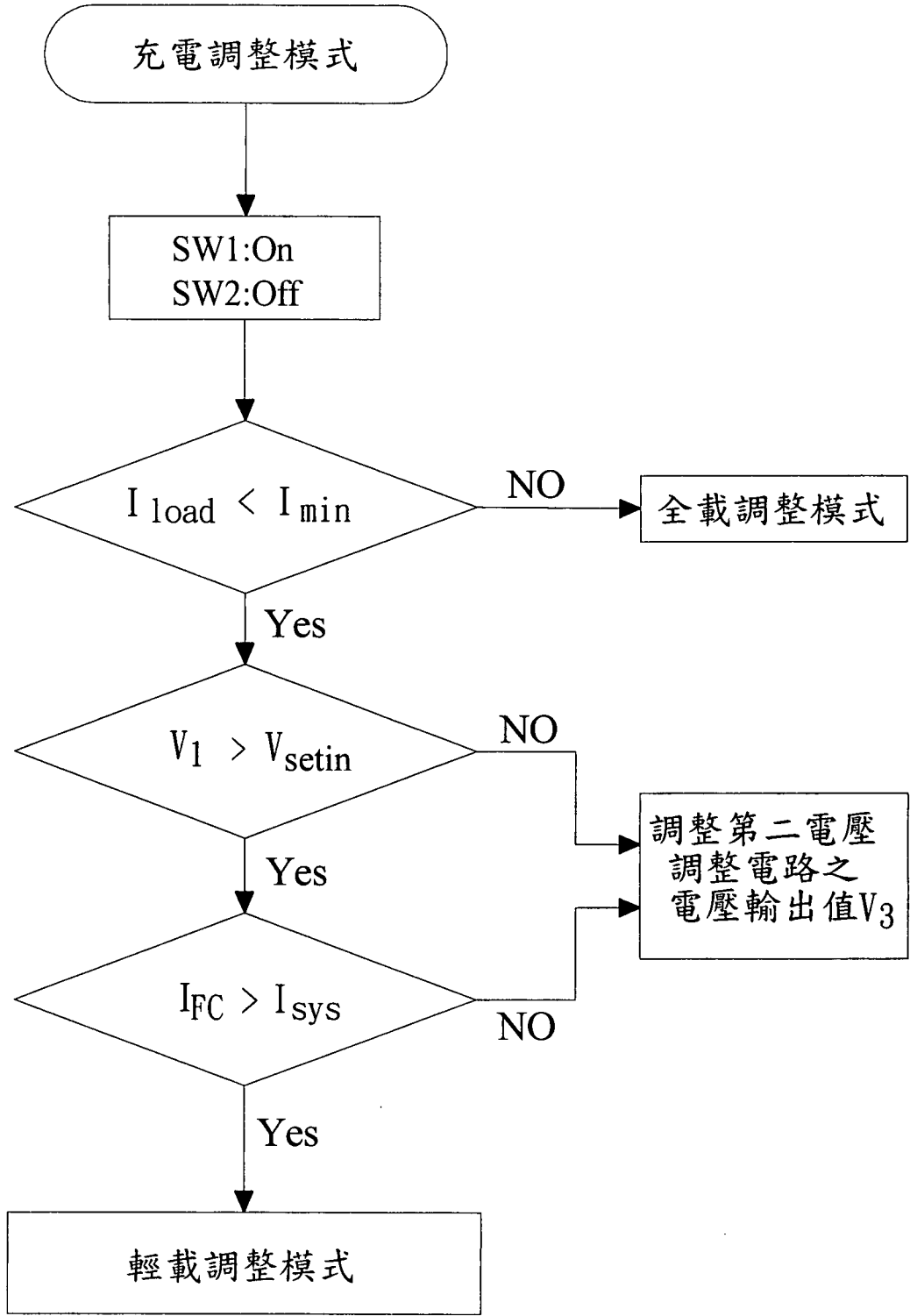


第三圖

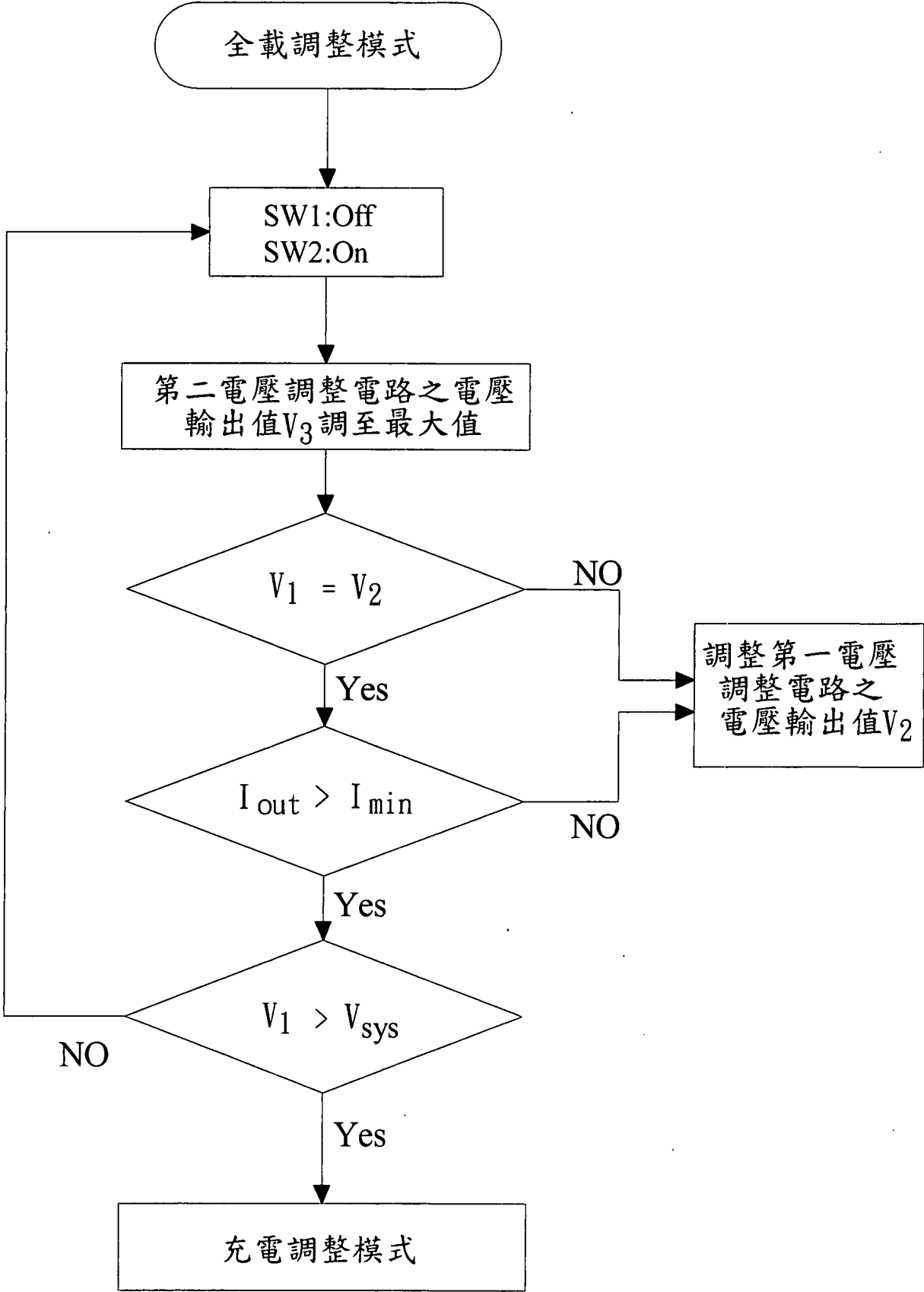


第四圖



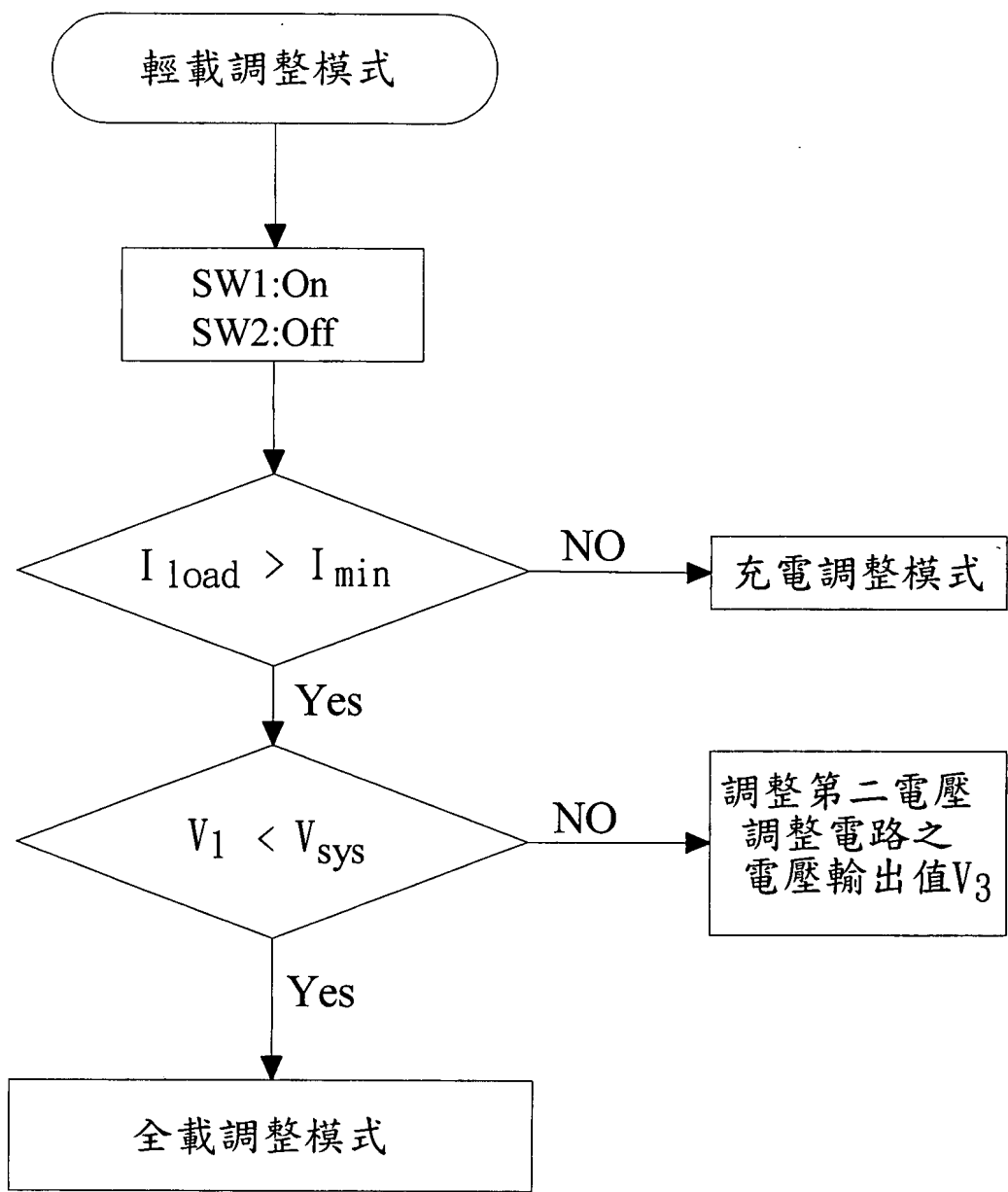


第五圖

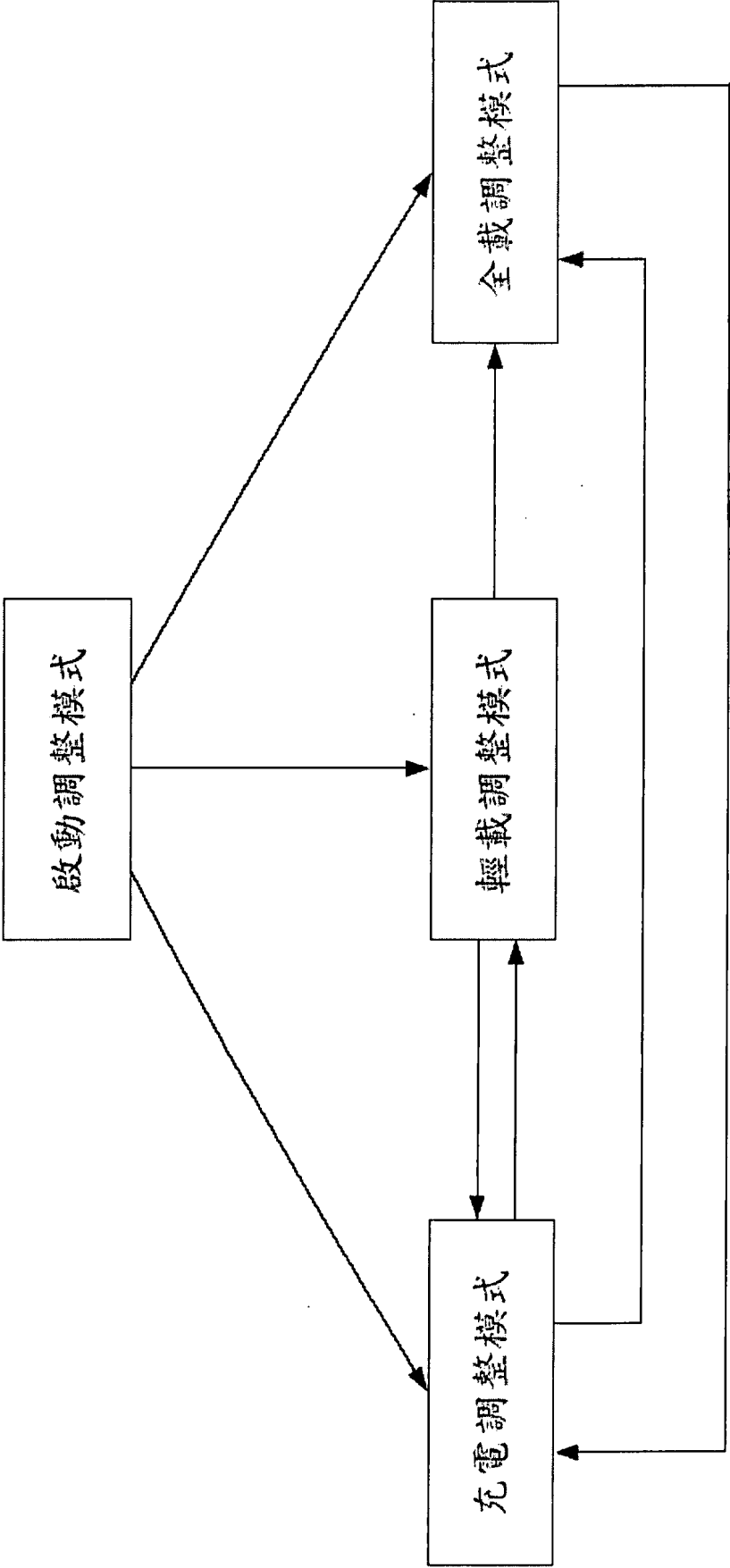


第六圖





第七圖



模式變遷圖

第八圖



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(10)燃料電池

(20)系統輔助裝置組件

(30)能量管理控制系統

(40)第一電壓調整電路

(50)第二電壓調整電路

(60)輔助電池

(70)系統負載

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：