



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201546436 A

(43) 公開日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 16 日

(21) 申請案號：104100087 (22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 05 日  
 (51) Int. Cl. : G01N21/27 (2006.01) H01M8/04 (2006.01)  
 (30) 優先權：2014/01/06 美國 61/923,886  
 (71) 申請人：博隆能源股份有限公司 (美國) BLOOM ENERGY CORPORATION (US)  
 美國  
 (72) 發明人：波勒汀 艾恩 BALLANTINE, ARNE (US)；崔維森 大衛 TREVISAN, DAVID  
 (US)；拉曼尼 維凱特 RAMANI, VENKAT (US)；坎培拉 艾瑪 CAMPBELL,  
 EMMA (US)；曼勒 潔西卡 MAHLER, JESSICA (US)；懷特 麥可 WRIGHT,  
 MICHAEL (US)；夏瑞柏爾 傑佛瑞 SCHRIEBER, JEFFREY (US)  
 (74) 代理人：陳長文  
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：113 項 圖式數：15 共 99 頁

## (54) 名稱

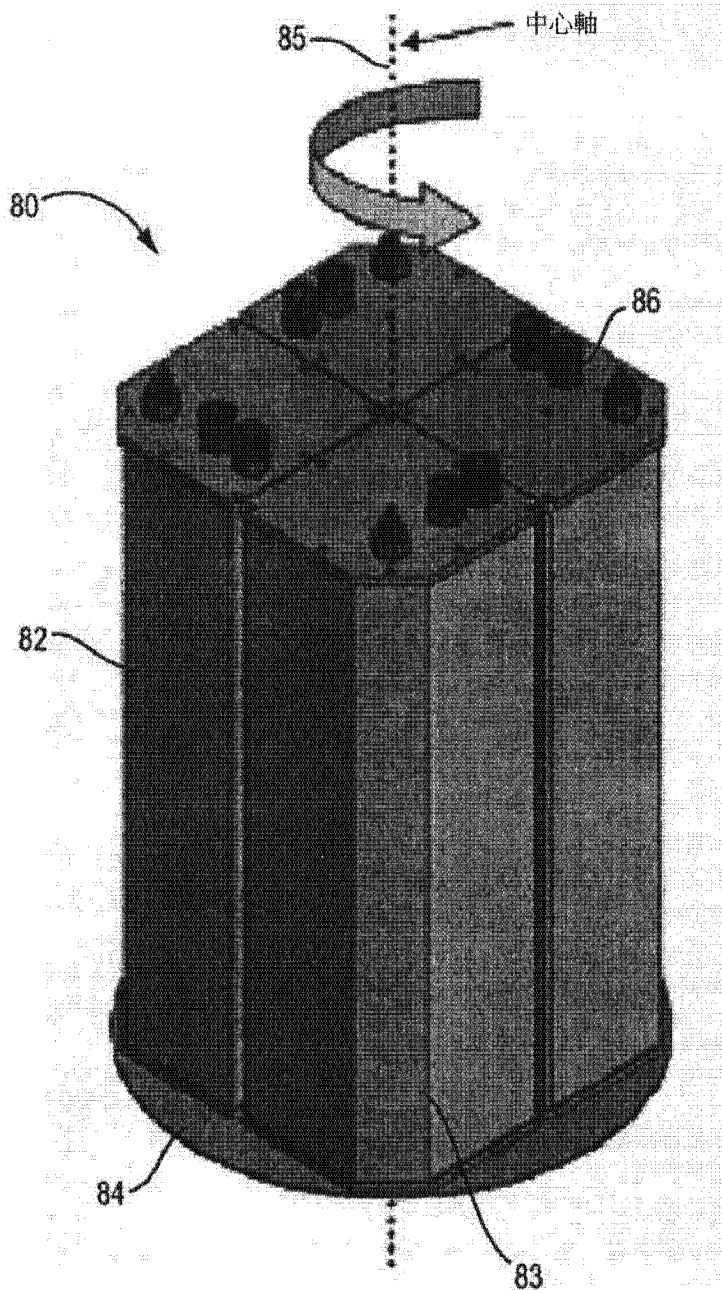
用於指示燃料電池系統中不欲組分的結構及方法

STRUCTURE AND METHOD FOR INDICATING UNDESIRABLE CONSTITUENTS IN A FUEL CELL SYSTEM

## (57) 摘要

本發明揭示一種用於偵測燃料電池系統中不欲組分之光學偵測系統，其包含：感測材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色；及至少一個感測器，其經組態以標示(register)該感測材料之該顏色改變。該感測器係耦合至對應光源。該感測材料、該感測器及該光源係封裝於殼體中。

An optical detection system for detecting undesirable constituents in a fuel cell system includes a sensing material configured to change color in the presence of the undesirable constituents and at least one sensor configured to register the change in color of the sensing material. The sensor is coupled to a corresponding light source. The sensing material, the sensor and the light source are enclosed in a housing.



- 80 . . . 吸附劑床總成/燃料處理模組
- 82 . . . 吸附劑床
- 83 . . . 斜面邊緣
- 84 . . . 可旋轉墊
- 85 . . . 中心軸
- 86 . . . 通道

圖 1A

# 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】

用於指示燃料電池系統中不欲組分的結構及方法

STRUCTURE AND METHOD FOR INDICATING UNDESIRABLE  
CONSTITUENTS IN A FUEL CELL SYSTEM

## 相關申請案

本申請案主張於2014年1月6日提出申請之標題為「Structure and Method for Indicating Undesirable Constituents in a Fuel Cell System」之美國臨時專利申請案第61/923886號的優先權權益，該美國臨時專利申請案之全部內容據此以引用之方式併入。

## 【先前技術】

諸如固體氧化物燃料電池(SOFC)系統之燃料電池系統之穩定性極大地取決於燃料流(stream)中之不欲組分之存在及濃度。諸如濕氣、氧氣、矽氧烷及硫(包含硫化合物)之不欲組分可降級燃料電池堆疊之效能且致使不可逆轉的損壞，從而造成降低之效率及昂貴之置換。具體而言，當使用天然氣作為燃料時，燃料電池系統需要氣體淨化以移除例如硫及硫化合物、矽氧烷、濕氣等。使燃料通過吸附劑床係單向的以在用於燃料電池中之前淨化來自燃料之天然氣。然而，吸附劑床(例如，脫硫吸附床層)具有有限壽命且一旦吸附劑床耗盡，硫便可在不被吸收的情況下通過吸附劑床且到達燃料電池堆疊，從而致使永久性損壞。縱然可在耗盡之前置換吸附劑床，但可存在吸附劑床之利用不足部分，從而增加吸附劑床置換之成本。另外，未經氣體淨化吸附劑床過濾之其他不欲組分可致使對燃料電池堆疊之損壞，從而縮短其操作壽命。

**【發明內容】**

各項實施例提供一種用於偵測燃料電池系統中不欲組分之光學偵測系統。該光學偵測系統可包含：感測材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色；及至少一個感測器，其經組態以標示 (register) 該感測材料之該顏色改變，其中該感測材料及該感測器封裝於殼體中。

某些實施例提供一種用於藉由提供光學偵測系統偵測燃料電池系統中不欲組分之方法，該光學偵測系統包含經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色之感測材料。實施例方法可包含：用來自光源之光照射該感測材料；使用感測器判定該感測材料中是否已發生顏色改變；回應於判定該感測材料中已發生顏色改變而偵測該燃料電池系統之燃料流中存在不欲組分；及當基於該不欲組分之存在滿足警報準則時產生警報信號。

實施例方法可包含：提供光學偵測系統，該光學偵測系統亦包含：至少一個組分感測器，其經組態以標示感測材料之該顏色改變；參考材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下不改變顏色；及參考感測器，其經組態以標示該參考材料之該顏色改變。實施例方法可包含基於該感測材料與該參考材料之顏色改變之間的差異偵測該燃料電池系統之燃料流中之不欲組分；及當滿足警報準則時產生警報信號。

在各項實施例光學偵測系統中，該感測器可耦合至對應光源。實施例光學偵測系統亦可包含：參考材料，其在存在該等不欲組分之情況下不改變顏色；及參考感測器，其經組態以標示該參考材料之該顏色改變，其中該參考感測器光學耦合至光源。

實施例方法可包含：提供光學偵測系統，該光學偵測系統亦包含：至少一個感測器，其包含紅色、綠色及藍色顏色感測器；及處理

器，其經組態以自每一顏色感測器接收顏色值。實施例方法可包含：將來自每一顏色感測器之個別值發送給該處理器；及當滿足警報準則時產生警報信號。

各項實施例可包含具有燃料電池堆疊及流體連接至燃料電池堆疊之燃料處理模組之燃料電池系統。該燃料處理模組可包含初級吸附劑床、備用吸附劑床、經組態以控制至該備用吸附劑床之燃料流量之閥，以及用於偵測該初級吸附劑床中之穿透事件之偵測器。在某些實施例中，該閥經組態以引導所有或大部分燃料流量穿過該初級吸附劑床，且在偵測到該穿透事件時，該閥經組態以引導所有燃料流量或較多燃料流量穿過該備用吸附劑床。

實施例方法可包含：藉由藉助顏色改變偵測器、電阻偵測器及人工鼻偵測器中之至少一者偵測至燃料電池堆疊中之燃料流量中之高於臨限值準之不欲組分來偵測燃料電池系統中不欲組分；及回應於偵測到高於該臨限值準之該不欲組分而執行以下各項中之至少一者：切斷該燃料電池堆疊，以及引導該燃料流量之至少一部分穿過不同吸附劑床。

### 【圖式簡單說明】

併入本文中且構成此說明書之部分之隨附圖式圖解說明本發明之實例性實施例，且與上文給出之一般性說明及下文給出之詳細說明一起用於闡釋本發明之特徵。

圖1A圖解說明根據示範性實施例之用於燃料電池系統之可旋轉吸附劑床總成之等角視圖。

圖1B圖解說明根據示範性實施例之圖1A之吸附劑床總成之吸附劑床的等角視圖。

圖1C圖解說明根據示範性實施例之圖1B之吸附劑床的俯視圖。

圖1D圖解說明根據示範性實施例之其中頂部經移除以展示內部

室之圖1B之吸附劑床的等角視圖。

圖1E圖解說明根據示範性實施例之其中頂部經移除以展示內部室之圖1B之吸附劑床的俯視圖。

圖2示意性圖解說明根據示範性實施例之用於圖1A之可旋轉吸附劑床總成之吸附劑床之連接件。

圖3A圖解說明具有串聯連接之初級吸附劑床及備用吸附劑床之吸附劑床總成，其中燃料電池堆疊之效能可決定備用吸附劑床之使用。

圖3B圖解說明具有串聯連接之初級吸附劑床及備用吸附劑床之吸附劑床總成，其中在初級吸附劑床下游之偵測器可決定備用吸附劑床之使用。

圖3C圖解說明具有串聯連接之初級吸附劑床及備用吸附劑床之吸附劑床總成，其中位於初級吸附劑床上之一或多個偵測器可決定備用吸附劑床之使用。

圖3D圖解說明具有串聯連接之多個吸附劑床之吸附劑床總成，其中在最後之初級吸附劑床之後的偵測器及燃料電池堆疊之效能可決定備用吸附劑床的使用。

圖3E圖解說明具有串聯連接之多個吸附劑床之吸附劑床總成，其中在子系統中操作之偵測器可決定備用吸附劑床之使用。

圖3F圖解說明具有以一組態連接之多個吸附劑床的吸附劑床總成，其中在子系統中操作之偵測器可決定備用吸附劑床之使用。

圖4A圖解說明具有並聯連接之多個吸附劑床之吸附劑床總成，其中燃料電池堆疊之效能可決定至備用吸附劑床及初級吸附劑床之燃料流量。

圖4B圖解說明具有並聯連接之多個吸附劑床之吸附劑床總成，其中偵測器可決定至備用吸附劑床及初級吸附劑床之燃料流量。

圖4C圖解說明類似於圖4B之吸附劑床總成，除了位於初級吸附劑床及/或備用吸附劑床上之一或多個偵測器可決定任一吸附劑床之使用。

圖4D圖解說明具有多個並聯連接之多個吸附劑床之吸附劑床總成，且偵測器及燃料電池效能可決定至初級吸附劑床及備用吸附劑床之燃料流量。

圖5圖解說明具有用於具有高不欲組分含量之燃料之旁路之上游吸附劑床。

圖6圖解說明具有不欲組分偵測器及閥以基於來自偵測器之回饋選擇燃料源之燃料電池系統。

圖7圖解說明供在各種吸附劑床總成中使用之滑流偵測器。

圖8A示意性地圖解說明偵測系統。

圖8B係展示可在適於在各項實施例中使用之感測材料中發生之顏色改變的影像集合。

圖8C至圖8D圖解說明隨時間而變之感測器值及燃料電池堆疊電壓之曲線以測試脫硫系統中之實例性光學偵測器。

圖9係隨時間而變之堆疊電壓及系統電流之曲線以圖解說明燃料電池堆疊當曝露於不欲組分時之經量測效能降級。

圖10圖解說明適於與實施例中之任一者一起使用之計算裝置之方塊圖。

圖11圖解說明適於與實施例中之任一者一起使用之伺服器計算裝置之方塊圖。

圖12A圖解說明用於偵測不欲組分之光學偵測器之方塊圖。

圖12B圖解說明用於偵測不欲組分之光學偵測器之方塊圖，其中具有殼體及罩。

圖12C圖解說明具有可決定至初級吸附劑床及備用吸附劑床之燃

料流量之光學偵測器之吸附劑床總成。

圖 13 係圖解說明偵測燃料電池系統中不欲組分之方法的流程图。

圖 14 係圖解說明偵測燃料電池系統中不欲組分之方法的流程图。

圖 15 係圖解說明偵測燃料電池系統中不欲組分之方法的流程图。

### 【實施方式】

將參考隨附圖式詳細闡述各項實施例。在可能情況下，遍及圖式將使用相同元件符號來指代相同或相似部件。對特定實例及實施方案之參考係出於說明性目的，且不意欲限制本發明或申請專利範圍之範疇。

「流體連接」或其變體在本文中定義為以允許流體自一個組件傳送至另一組件之方式連接。舉例而言，初級吸附劑床與備用吸附劑床可串聯流體連接。在此實例中，初級吸附劑床與備用吸附劑床可具有諸如不銹鋼、碳鋼或塑膠(例如，聚乙烯)管道(piping)之管道(亦即，管線(conduits))以串聯連接初級吸附劑床與備用吸附劑床，使得流體(例如，天然氣、沼氣等)可自初級吸附劑床傳送至備用吸附劑床。應注意，管道可係撓性、剛性或兩者之某一組合。在另一實例中，初級吸附劑床可流體連接至燃料電池堆疊(例如，至燃料電池堆疊位於其中之電力產生模組)。在此實例中，流體連接可係不銹鋼管(tubing)，其促進燃料(亦即，流體)自初級吸附劑床至燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)之傳送。流體連接一詞亦可涵蓋其他連接機構，諸如個別組件之間的凸緣、快速連接部、閥、偵測器及/或計(例如，流量計)。直接流體連接意指除連接兩個單元之管線之外，在該兩個單元之間(例如，在第一初級吸附劑床與第二初級吸附劑床之間)

不存在其他組件。間接流體連接意指在用管線連接兩個單元的同時，流體可通過中間組件(例如，閥、偵測器、流量計)。

吸附劑床總成(例如，位於燃料處理模組中之一或多個吸附劑床)可具有藉由在給定吸附劑床下游偵測不欲組分(其指示穿透事件(亦即，床耗盡))來減少燃料電池堆疊曝露於不欲組分之能力。一旦偵測到穿透事件，備用容量吸附劑床可用以防止不欲組分到達燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)。具體而言，控制系統可藉由更改燃料流量、利用備用吸附劑床、接通/關斷燃料電池系統之供電部分、選擇不同燃料源等改變燃料電池系統之操作。另外，偵測系統可啟用對諸如矽氧烷、濕氣、氧氣、硫(包含硫化化合物，諸如有機硫化化合物)及其他燃料電池堆疊毒物之不欲組分之偵測。將表示不欲組分類型之資料發送至資料庫可用以產生不欲組分圖。程序控制件可存取不欲組分類型資料及不欲組分圖以更改諸如燃料流量、燃料源選擇及至燃料電池系統之各個部分之供電之操作。對燃料電池系統操作之此等更改可防止或減少燃料電池堆疊曝露於不欲組分，藉此改良燃料電池堆疊之效率及操作壽命。

本發明之實施例提供對在諸如SOFC系統之燃料電池系統中使用吸附劑床(亦即，吸收及/或吸收床)之改良。本發明人發現在燃料電池系統中，用於去除不欲組分(例如，硫)之初級使用吸附劑床可變成耗盡的，從而將硫發送至燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)中，致使對堆疊之不可逆轉的損壞。儘管可在耗盡之前基於日程估計週期性地置換初級使用床，但燃料源之改變或其他變數可更改吸附劑床耗盡。燃料電池效能之降級可指示初級使用吸附劑床耗盡。另一選擇係，在吸附劑床下游之不欲組分偵測器亦可幫助判定吸附劑床何時耗盡，指示吸附劑床需要維修，且藉此減少燃料電池堆疊曝露於不欲組分。

本發明之一項實施例涉及當判定初級使用床耗盡時使用備用吸

附劑床過濾諸如硫(包含硫化合物)之不欲組分。備用吸附劑床然後可置換初級使用床。另一選擇係，備用吸附劑床可在判定初級使用床耗盡之後補充初級使用床。取決於配置，初級使用床可經置換，且燃料電池系統可使用備用吸附劑床維持其操作(亦即，在吸附劑床調換期間繼續產生電力而不中斷)。對於具有高不欲組分含量之燃料，可在發送燃料穿過主要的吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)及燃料電池系統之其餘部分之前，週期性地使用低成本上游吸附劑床減小燃料中不欲組分含量，因此延長主要的初級使用床及燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)之壽命。

傳統替代方案係使用兩個串聯連接之吸附劑床。在一排定週期或判定一個吸附劑床耗盡之後，置換此兩個吸附劑床。此導致一個或此兩個吸附劑床之利用不足及置換其之成本浪費。因此，偵測床耗盡可藉由完全地使用吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)中之每一吸附劑床為燃料電池系統提供附加成本效益。

可基於燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)效能之降級偵測吸附劑床耗盡。對燃料電池堆疊效能之降級之偵測可包含比較由燃料電池堆疊使用之燃料的量與燃料電池堆疊之電位差(電壓)輸出及/或監視堆疊效能特性，諸如燃料利用率、輸出功率等。若燃料電池堆疊之電壓輸出降低至低於針對給定燃料流率之臨限值(例如，至少5%之電壓減小)，則燃料電池堆疊可偵測存在可能由於燃料電池堆疊接收到存在於燃料流中之不欲組分引起之顯著降級。諸如顏色改變偵測器、電阻偵測器或人工鼻之單獨偵測器可偵測床耗盡或未經吸附劑床過濾之額外不欲組分。此等類型之偵測機構可發信號(例如，直接地或經由中央控制器)指示閥以將來自耗盡床之流量轉移至備用吸附劑床、切換燃料源、減小至燃料電池堆疊之燃料流量或停止至燃料電池堆疊之燃料流量以防止對燃料電池堆疊之損壞。另外，諸如顏色改變偵測器之

偵測器可將基於顏色改變之不欲組分資料發送至顏色改變資料庫以產生顏色改變圖。來自燃料電池系統之控制件可基於不欲組分圖及當前偵測之不欲組分更改燃料電池系統(例如，將燃料轉移至反向吸附劑床、關閉燃料電池堆疊等)。

在圖1中圖解說明適於本發明之實施例之吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)之非限制性實例。吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)80可包含四個吸附劑床82，其各自含有用於氣體淨化之材料，諸如脫硫材料等。儘管展示四個吸附劑床，但總成可含有任何適合數目個吸附劑床，諸如兩個、三個或四個以上(例如，五個至十個)。在各項實施例中，為便於圖解說明，繪示具有兩個或四個吸附劑床之吸附劑床總成80。吸附劑床82可配置於繞中心軸85旋轉之可旋轉支撐墊84上。可旋轉墊84允許在不干擾其他吸附劑床82之操作的情況下容易地接達及單獨維修每一吸附劑床82。

吸附劑床82係具有斜面邊緣83之大體上矩形棱柱主體。斜面邊緣83有助於將吸附劑床82恰當地定向於可旋轉墊84上。斜面邊緣83藉由消除吸附劑床82之隅角(否則該等隅角將延伸超出可旋轉墊84且干擾吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)80之旋轉)進一步允許當所有四個吸附劑床82一起旋轉時之更佳空間利用。高且窄的吸附劑床82允許吸附劑床總成放置於諸如機櫃之深且窄的空間中。

參考圖1B至圖1E，吸附劑床82中之每一者可具有四個內部通道86(例如，細分室等)，其中燃料通過吸附劑床中串聯流體之通道86中之每一者。因此，若所有四個吸附劑床82串聯流體連接，則吸附劑床總成80(亦即，燃料處理模組)基本上具有串聯流體之十六個通道86。另一方面，串聯連接為一組之兩個吸附劑床82可並聯連接至另一組兩個吸附劑床82。在此情況中，一組八個串聯通道與另一組八個串聯通道並聯連接。無論如何，吸附劑床82係可使用擠壓方法製造之低成本

設計。通道86之相對大長度/直徑比增加材料效率。通道86之幾何形狀致使燃料進入流之適度壓力降及相對均勻流動。散料混合在每一吸附劑床82中之四個點處發生，從而減小邊緣效應及旁通。

通道86可含有經最佳化以移除燃料流中之不同組分之不同化合物。另外，流體連接之多個床82可含有經最佳化以自燃料流移除不同組分之彼此不同之化合物。

用於吸附劑床82之所有輸入及輸出(I/O)連接件88提供於吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)80之相同側(例如，頂部側)上。I/O連接件88係防漏的旋回連接件。旋回連接件允許吸附劑床總成80在其繞中心軸85旋轉時延繼續操作。

圖2圖解說明用I/O連接件串聯連接之四個硫吸附劑床之吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)280。四個吸附劑床DES 801、DES 802、DES 803及DES 804可具有I/O連接件88，諸如允許維護人員容易地繞過且置換吸附劑床之快速連接部/切斷部801s至816s，及802p至815p。

在實施例中，串聯連接之吸附劑床82中之每一者可吸收諸如有機硫化合物之硫，直至飽和位準造成有機硫化合物在未被吸收的情況下自吸附劑床82逸出。在吸附劑床總成280之正常操作中，允許串聯連接之第一三個吸附劑床82穿透。一旦硫偵測器偵測到穿透串聯之第三吸附劑床82(例如，DES 803)之有機硫化合物，便繞過且然後移除第一吸附劑床82(例如，DES 801)。可藉由關閉連接件803s至803p且將連接件802s連接至連接件805p繞過吸附劑床DES 801。以此方式，燃料進入流繞過吸附劑床DES 801自入口直接穿過連接件802s至805p行進至第二吸附劑床DES 802中。然後自總成280移除吸附劑床DES 801以用新的氣體淨化材料再填充經移除吸附劑床DES 801。吸附劑床82旋轉90度，使得最初在串聯中處於第二之吸附劑床82/DES 802放置於第一位置中。同樣地，先前在串聯中處於第三之吸附劑床

82/DES 803移動至第二位置中且先前在串聯中處於最後之吸附劑床82/DES 804移動至第三位置。然後將新的吸附劑床82放置於第四位置中。可藉由使新的吸附劑床之入口連接至連接件815p且使其出口連接至連接件815s同時繞過此兩個連接件來連接該新的吸附劑床。如此，則每一吸附劑床82能夠即使在硫已穿透第三吸附劑床82/DES 803之後仍聚集硫。

將吸附劑床82配置於可旋轉墊84上藉由使旋轉程序為恆定的來避免混亂。使用四個吸附劑床82允許級聯串聯之中間吸附劑床82之間的連接件在移除用完的吸附劑床82且安裝新的吸附劑床82時保持不受干擾。由於吸附劑床82於可旋轉墊84上之配置，所有四個吸附劑床82可非常接近於模組容納箱之前部(例如，達14英吋內以滿足美國UL要求)。I/O連接件88允許入口及出口管路(plumbing)在吸附劑床82按次序改變其放置時停留在同一處。

儘管上文所闡述之吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)80包含大體上剛性吸附劑床82中之鬆散氣體淨化材料，但在另一示範性實施例中，氣體淨化材料可預裝載至氣體可滲透袋中。然後，經由將該等袋裝載至吸附劑床結構中簡化氣體淨化材料至氣體淨化吸附劑床82中之封裝，藉此消除對將材料傾注至適當位置中之需要。此進一步使拆卸更簡單，此乃因可快速移除該等袋。把手、繩或其他特徵可附接至該等袋以輔助自吸附劑床82移除用完的材料袋。儘管上文闡述了氣體淨化總成，但不同於氣體淨化總成之任何其他吸附劑床總成可包含可旋轉支撐件及配置於可旋轉支撐件上之複數個容器，其中每一容器含納吸附劑床。

與備用吸附劑床串聯連接之吸附劑床。

保存作為備用吸附劑床之吸附劑床可允許維護人員在硫或其他不欲組分到達燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)之前有延長的時段

來置換吸附劑床。在吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組) 280中之正常(亦即，穩定狀態)操作期間，最後之吸附劑床DES 804可自燃料接收具有硫(例如，有機硫化物)或其他成分之燃料，此可部分地耗盡吸附劑床之壽命。因此，藉由在正常(亦即，穩定狀態)操作期間使吸附劑床/DES 804下線，吸附劑床/DES 804若在吸附劑床DES 801至803已變得耗盡之後上線則可在移除硫中更具效益。新的吸附劑床/DES 804可比部分經使用之吸附劑床移除更多硫分，從而在置換/轉移床DES 801至803時為維護人員提供更多時間，因此保護燃料電池堆疊免受潛在毒害。另外，在正常(亦即，穩定狀態)操作期間，藉由使燃料行進穿過較少吸附劑床(例如，三個而非四個)而使燃料電池系統將經受較少壓力損失。

圖3A至圖3D圖解說明具有串聯連接之床之吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)之各種組態。圖3A圖解說明具有流體連接至燃料源101及燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組) 105之兩個吸附劑床82之吸附劑床總成380a。燃料源101可係適於與吸附劑床總成380a及燃料電池堆疊一起使用之任何燃料源。某些實例包含容納罐、加壓罐、貯氣瓶或至諸如天然氣之廣泛可用燃燒源之管道。實際燃料源101可係天然氣、丙烷、甲烷、沼氣或適於與燃料電池系統一起使用之任何其他燃料。

吸附劑床總成380a中之一個吸附劑床可係初級使用床82a且其他吸附劑床可係備用吸附劑床82b。諸如天然氣之燃料可自燃料源101流動至第一初級吸附劑床82a以移除不欲組分(例如，硫)。若閥102a係打開的，則燃料將穿過管線91流動至管線94且流動至燃料電池堆疊105(亦即，電力產生模組)中，藉此繞過連接件88b、管線92、備用吸附劑床82b及管線93。監視器110可係電(或無線)連接至伏特計、安培計及/或瓦特計以及燃料電池堆疊105以及連接至燃料電池堆疊之燃料入

口之流量計之電腦伺服器或任何其他計算裝置。監視器110可監視燃料電池堆疊105之效能，且若監視器110判定燃料電池堆疊之效能已由於毒害(例如，對燃料電池陽極電極之硫污染)而降級，則其可發送信號給閥控制器102b，其致使旁通管線91中之閥102a關閉。當閥102a關閉時，正常地將經由旁通管線91繞過備用吸附劑床82b之燃料自連接件88b經由管線92行進穿過備用吸附劑床82b以捕獲來自燃料流之硫材料。燃料入口流然後自吸附劑床82b經由連接件88c及管線93、94朝燃料電池堆疊105行進。吸附劑床總成380a可在每一吸附劑床82上具有一或多個I/O連接件88，此允許一旦用完便置換或維修吸附劑床82。燃料入口管線94中之顆粒過濾器103可移除陷獲於燃料入口流中之任何吸附劑床材料(例如，沸石)以防止吸附劑床材料進入燃料電池堆疊105。閥104可用以隔離吸附劑床總成380a與燃料電池堆疊105以維修顆粒過濾器103(例如，以移除累積之沸石)或吸附劑床總成之任何其他。另外，閥104可充當故障保護件以在任何不欲組分之濃度過高之情況下切斷至燃料電池堆疊之燃料流量。儘管圖3A將閥104圖解說明為手動閥，但在替代組態中，其可係自動的。

儘管燃料電池堆疊之效能可用作吸附劑床耗盡或不欲組分偵測之指示器，但此涉及將燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)曝露於不必要損壞。因此，使用偵測器可延長燃料電池堆疊之壽命且提供更精確且即時資料以判定吸附劑床是否耗盡且穿透事件是否已發生。圖3B圖解說明可電連接(無線連接)至吸附劑床總成380b中之旁通管線91中之閥控制器102b的偵測器106a。諸如顏色改變偵測器、電阻式偵測器、人工鼻或任何其他適合偵測器類型之偵測器106a可在初級吸附劑床82a下游及閥102a上游偵測旁通管線91中之燃料流之硫穿透。若偵測器106a偵測到處於臨限位準之不欲組分(例如，硫)，則其可發信號至閥控制器102b以關閉閥102a。此可防止不欲組分進入燃料電池堆疊

105且可將來自初級吸附劑床82a之燃料經由管線92發送給備用吸附劑床82b。偵測器106a可指示初級吸附劑床耗盡或燃料流具有比初級吸附劑床82a可處置之硫含量多之硫含量，藉此啟動備用吸附劑床。此實施例之優點係燃料電池堆疊105不係燃料中之不欲組分之指示器，從而減小其曝露於不欲組分。圖3B之其他元件與圖3A中之元件相同且出於簡潔目的不加以闡述。

圖3C類似於圖3A及圖3B，除了圖3C圖解說明吸附劑床總成380c具有位於初級吸附劑床82a上/中之額外偵測器106b、106c及106d以及位於初級吸附劑床82a下游之旁通管線91上之偵測器106a。儘管吸附劑床總成380c圖解說明四個偵測器106a、106b、106c及106d，但任何數目個偵測器可用於吸附劑床總成。舉例而言，僅一個偵測器可用於吸附劑床總成380c中，諸如位於初級吸附劑床82a上/中之偵測器106b。在另一實例中，可在初級吸附劑床82a上存在一個偵測器且在初級吸附劑床82a下游之旁通管線91中存在一個偵測器。

在另一實例中，可在初級吸附劑床82a上/中存在兩個或兩個以上偵測器，在旁通管線91中存在或不存在偵測器106a。位於初級吸附劑床上/中之一或多個偵測器可電連接(或無線連接)至閥控制器102b，使得若(多個)偵測器偵測到超過特定臨限值準之不欲組分(例如，硫)，則(多個)偵測器可發信號至閥控制器102b以關閉閥102a。在其中吸附劑床總成380c包含諸如四個偵測器106a、106b、106c及106d的一個以上偵測器之實施例中，每一偵測器可偵測不同的不欲組分。舉例而言，偵測器106a可偵測硫以幫助判定硫穿透事件，而偵測器106b可偵測矽氧烷，其可具有對吸附劑床82a及82b及/或燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組) 105之不欲效應，從而造成自給定流率之燃料之較少電力產生。繼續此實例，偵測器106c及106d可各自分別偵測氧氣及過量水分(或濕氣)，此亦可在任一不欲組分經由燃料流到達燃料電池堆

疊105之情況下降級燃料電池堆疊之效能。在其中吸附劑床總成包含諸如四個偵測器106a、106b、106c及106d之一個以上偵測器的另一實施例中，彼等偵測器中之兩者或兩者以上可係用於偵測相同的不欲組分之冗餘偵測器。冗餘偵測器可提供對特定不欲組分(例如，硫)之額外量測，從而允許吸附劑床總成380c基於一個以上偵測器之偵測控制閥102a，藉此防止單個有缺陷的偵測器發信號或無法發信號指示閥控制器102b關閉閥102a。舉例而言，在無冗餘偵測器之情況下，單個偵測器可逾期未經校準，從而造成其缺少對燃料流(或初級吸附劑床)中之硫之偵測。代替指示閥控制器102b關閉閥102a，如準確且經恰當校準之偵測器將做出，其偵測燃料流中之一可接受量之硫(例如，小於臨限值準)且不指示閥控制器102b關閉閥102a。因此，未曾將燃料穿過管線92轉移至備用吸附劑床82b以減小燃料流中之硫量，一旦硫穿過燃料入口管線94進入燃料電池堆疊，此便造成毒害燃料電池堆疊105。在其中吸附劑床總成380c包含不準確偵測器及準確冗餘偵測器之替代實施例中，準確冗餘偵測器可發信號指示閥控制器102b關閉閥102a，從而使備用吸附劑床82b上線且防止燃料電池堆疊105接收過量(或任一量)硫。

在替代實施例中，初級吸附劑床82a可具有位於初級吸附劑床上/中之至少兩個偵測器106b及106c，其中每一偵測器偵測相同的不欲組分(例如，硫)但處於初級吸附劑床82a內之不同位置處。每一偵測器106b、106c可提供或促成初級吸附劑床82a之耗盡狀態，從而提供關於初級吸附劑床82a是部分耗盡還是完全耗盡之資訊，該資訊可儲存在資料庫中或顯示在電腦螢幕上。舉例而言，偵測器106b可位於初級吸附劑床之出口附近，而偵測器106c可位於初級吸附劑床之中間。偵測器106c可偵測初級吸附劑床耗盡一半，且偵測器106b可偵測初級吸附劑床完全耗盡且是時候切換至備用吸附劑床以及置換初級吸附劑

床。中間耗盡狀態資訊可引起燃料電池系統之較低操作成本，此乃因由於對吸附劑床之耗盡之更準確預測而減少初級吸附劑床之不必要維修以及降低對維持置換吸附劑床之庫存量之需要。

使用兩個以上吸附劑床(諸如，如在圖1A至圖1E及圖2中展示地配置之四個吸附劑床82)可允許比圖3A、圖3B及圖3C中展示之兩個吸附劑床82之更長壽命及床材料之更完全利用。組合四個吸附劑床與一個備用吸附劑床82b之益處可允許維修人員有更多時間來置換用完的吸附劑床以及提供在正常(亦即，穩定狀態)操作期間跨燃料電池系統之較少壓力損失。圖3D圖解說明含有四個吸附劑床之吸附劑床總成380d，其中三個吸附劑床係初級吸附劑床82a且一個吸附劑床係備用吸附劑床82b。儘管此實施例展示燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)之偵測器106a及監視器110可提供指令給閥102a以將來自旁通管線91之燃料流量轉移至備用吸附劑床82b，但偵測器106a或監視器110中僅有一者可提供控制指令。在吸附劑床總成360d中，一個偵測器106a放置於第三初級吸附劑床82a下游旁通管線91中。一旦偵測器106或監視器110判定穿透事件已發生，便可發信號指示閥102a關閉，從而將正常地繞過備用吸附劑床82b之燃料轉移至備用吸附劑床82b中，藉此吸收原本應被第一三個初級吸附劑床82a過濾之任何不欲組分。

在某些實施例中，可使用多個偵測器106a，其可較早地位於流動流中以判斷整個組之初級吸附劑床82a之預期壽命且據此執行各個動作。具體而言，偵測器106a可放置於每一初級吸附劑床82a及備用吸附劑床82b下游之管線95、96、92及/或93之任一者中以偵測各自之穿透事件。

在某些實施例中，可在吸附劑床總成中實施多個偵測器106a，但有多個子系統。圖3E圖解說明使用各自含有偵測器106a之兩個子系統操作之實例性吸附劑床總成380e。在各項實施例中，吸附劑床總成

380e可包含六個吸附劑床，其中五個吸附劑床係初級吸附劑床82a且一個吸附劑床係備用吸附劑床82b。儘管此實施例展示燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)之偵測器106a及監視器110可提供指令給閥102a以將來自旁通管線91之燃料流量轉移至備用吸附劑床82b，但偵測器106a或監視器110中僅有一者可提供控制指令。在實施例中，吸附劑床總成380e可包含位於第四初級吸附劑床82a之後管線96處之偵測器106a，其可在第一子系統390a中操作。在實施例中，第一子系統390a之偵測器106a可經組態以標示第一至第四初級吸附劑床82a之穿透。在正常操作中，可啟用第一子系統390a，且可引導來自第四初級吸附劑床82a之燃料穿過第五初級吸附劑床82a且自第五初級吸附劑床82a引導至旁通管線91。此外，在正常操作期間，可流體隔離及/或電隔離/停用(亦即，藉由關閉下文關於圖3F論述之隔離閥)亦可含有偵測器106a之第二子系統390b。若偵測到自第一至第四初級吸附劑床82a之穿透，則在各項實施例中，可發信號指示閥控制器102b關閉管線91中之閥102a，且將來自第五初級吸附劑床82a之燃料引導至備用吸附劑床82b中。此外，偵測到來自第一至第四初級吸附劑床82a之穿透可觸發第二子系統390b之啟動，第二子系統390b可包含在第五初級吸附劑床82a下游管線92中之另一偵測器106a。第二子系統390b之操作可包含對來自第一至第五初級吸附劑床82a之穿透之偵測。若偵測到來自第一至第五初級吸附劑床82a之穿透，則產生警報以排程對置換初級吸附劑床82a之請求。

圖3F圖解說明使用各自含有偵測器106a之兩個子系統操作之另一實例性吸附劑床總成380f。在各項實施例中，吸附劑床總成380f可包含六個吸附劑床，其中五個吸附劑床係初級吸附劑床82a且一個吸附劑床係備用吸附劑床82b。類似於上文關於圖3E論述之吸附劑床總成380e，吸附劑床總成380f可包含位於第四及第五初級吸附劑床82a

之後之偵測器，該等偵測器可分別在第一子系統390a及第二子系統390b中操作。在吸附劑床總成380f中，第一子系統390a可跨第四初級吸附劑床82a之出口及旁通管線91。第一子系統390a中之偵測器可係滑流偵測器706。如下文關於圖7進一步詳細論述，滑流偵測器706可自一個管線(例如，管線96)接收與(例如，至第五初級吸附劑床82a中之)大部分燃料流量並聯之小部分輸入燃料流量，其輸出至鄰接管線(例如，旁通管線91)中。此外，如在吸附劑床總成380f中展示，放置具有入口392a、392b之四通閥392可用以轉移燃料流量。吸附劑床之組態、用以將流量轉移至備用吸附劑床82b之閥102a之放置及額外四通閥392之放置可提供額外組態選項，例如，隔離及/或繞過第一至第三吸附劑床、第四至第六吸附劑床、第一子系統390a、第二子系統390b等。

舉例而言，在正常操作中，閥392之入口392a及出口392c可係打開的且入口392b及出口392d可係關閉的，從而致使來自管線95中之第三初級吸附劑床82a之燃料流動至第四初級吸附劑床82a中。在另一組態(未圖示)中，四通閥可藉由打開閥392之入口392b且關閉入口392a允許燃料流量繞過第一至第三初級吸附劑床82a且初始地自源101進入第四初級吸附劑床82a。此允許在燃料電池堆疊105繼續操作以產生電力的同時維修第一至第三床。在另一組態(未圖示)中，儘管有第一三個初級吸附劑床82a，燃料流可正常發生，且來自管線95中之第三初級吸附劑床82a之出口流量可藉由關閉出口392c且打開出口392d繞過第四及第五初級吸附劑床82a以及備用吸附劑床82b。此允許在燃料電池堆疊105繼續操作以產生電力的同時維修或置換第四至第六床。若吸附劑床總成380f中之警報及/或偵測器指示例如穿透事件已在第一五個床中發生，則可關閉閥102a，藉此致使燃料流量通過備用床82b。在各項實施例中，第一子系統390a中之偵測器706及第二子系統

390b中之偵測器106a可組態有入口/出口隔離閥11。此類閥11可用以在各個操作模式期間隔離/停用偵測器706、106a。舉例而言，在正常操作期間，可藉由關閉相關聯閥11隔離/停用第二子系統390b之偵測器106a，而在備用操作期間(亦即，在第一子系統390a偵測到穿透事件且關閉閥102a之後)可藉由關閉其相關聯隔離閥11隔離/停用偵測器706。

某些實施例吸附劑床總成可包含各種感測器指示器。舉例而言，可包含「看門狗」警報以檢查感測器正在接收電力且恰當地傳達。另一實例性警報可係針對一或多個感測器中之感測材料之置換警報。舉例而言，可依據臨限值檢查感測材料之顏色以識別一或多個感測器之材料是否用完且不再起作用。在某些實施例中，當感測器經識別為含有用完的感測材料時，控制信號傳送可經組態以在假定存在適當的(多個)不欲組分之故障安全下操作。舉例而言，在上文關於圖3E論述之吸附劑床總成380e中，若第一子系統390a中之偵測器106a經識別為具有用完的感測材料，則可觸發置換警報，指示需要針對所有偵測器106a進行感測材料之置換。此外，在對用完的感測材料之此類識別之後，可如上文所論述啟動第二子系統390b以使用至少一個偵測器106a監視穿過第一至第五初級吸附劑床之燃料流量。若第二子系統390b中之偵測器106a經識別為具有用完的感測材料，則可觸發置換警報，指示需要針對所有偵測器106a進行感測材料之置換。在對用完的感測材料之此類識別之後，可如上文所論述啟動備用吸附劑床82b之操作。可存在之額外警報包含指示何時達到一或多個偵測器106a中之感測材料之預設定最小及/或最大期望壽命之警報。此類期望壽命可係基於所使用之材料、所感測之不欲組分之類型等經組態為估計值的預設定估計值。

在各項實施例中，偵測器106a可在使用之前經歷敏感性測試以便

確保穩定性且避免誤跳脫警報。舉例而言，可執行明確篩選測試以同時量規眾多因素對用於吸附劑床總成中之偵測器106a的效應。

在某些實施例中，用於吸附劑床總成之系統可實施動態學習以藉由監視且接收即時資料及/或壽命統計資料隨時間改良其操作。即時資料可包含(但不限於)每一吸附劑床處之流率及壓力估計值，以及跨所有吸附劑床之累積氣體流量。壽命統計資料可包含(但不限於)每一吸附劑床之操作小時數(亦即，床之燃料流量大於零之小時數)、跨所有吸附劑床之累積氣體流量，以及每一吸附劑床之最新置換日期。此等動態學習度量可涉及吸附劑床82及/或偵測器106。此外，各項實施例可包含基於比較用於吸附劑床82之度量與用於偵測器106之度量來學習度量。舉例而言，可比較穿過吸附劑床82之總燃料流量與穿過偵測器106之總燃料流量。

與備用吸附劑床並聯連接之吸附劑床。

圖4A至圖4D圖解說明具有並聯連接之至少兩個吸附劑床之吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)之另一實施例。圖4A圖解說明具有並聯流體連接之一個初級吸附劑床82a及一個備用吸附劑床82b之吸附劑床總成480a。在正常(亦即，穩定狀態)操作期間，初級燃料入口管線134中之閥124a可保持打開，而備用燃料入口管線132中之閥122a可保持關閉，從而迫使來自燃料源101之燃料僅行進穿過管線134及初級吸附劑床82a且經由管線133及94行進至燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)中。在藉由偵測燃料電池堆疊105之效能降低之監視器110偵測到穿透事件後，監視器110可旋即發送信號給閥控制器124b以關閉閥124a且同時發送信號給閥控制器122b以打開閥122a。此迫使所有燃料穿過管線132流動至備用吸附劑床82b中且自床82b經由管線135及94流動至燃料電池堆疊105中。此允許燃料電池系統在維修初級吸附劑床82a的同時繼續操作。藉由切斷至初級吸附劑床82a之燃料流量，初級

吸附劑床82a可與燃料電池系統有效地隔離且可易於維修。若監視器110偵測到燃料電池堆疊105之效率之另一減小且經耗盡初級吸附劑床82a已經置換，則監視器110可發信號指示閥124a打開且指示閥122a關閉，因此燃料可流動穿過經置換初級吸附劑床82a且可維修備用吸附劑床82b。

在替代實施例中，閥122a及124a可係流量控制閥，且在正常(亦即，穩定狀態)操作期間，兩個閥皆打開。閥124a可完全打開，從而允許大部分(大於50%，諸如60%至95%)燃料流動穿過管線134及初級吸附劑床82a，且閥122a可部分地打開，從而允許小部分(小於50%，諸如5%至40%)燃料流動穿過管線132及備用吸附劑床82b。在偵測到燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)105處之降低的效能後，監視器110可旋即指示控制器124b關閉閥124a且指示控制器122b完全打開閥122a。此迫使所有燃料在經由管線135及94進入燃料電池堆疊105之前通過管線132及備用吸附劑床82b。由於無燃料行進穿過經耗盡初級吸附劑床82a，因此可置換經耗盡初級吸附劑床82a。一旦經耗盡初級吸附劑床82a經置換，閥124a及122a便可調整使得小部分燃料流動穿過充當備用吸附劑床之經置換初級吸附劑床82a，且原始備用吸附劑床82b可充當初級吸附劑床直至另一穿透事件發生。此實施例總成480a可允許吸附劑床82a、82b之充分利用及燃料電池系統之繼續使用，藉此藉由最少化吸附劑床之早期置換減小操作成本，且增加燃料電池堆疊之能量產生。

圖4B圖解說明另一實施例性系統480b。在此系統中，在實施例480b中，偵測器106a可電連接(或無線連接)至閥控制器122b、124b。偵測器106a可位於燃料入口管線94上且可偵測及分析燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)之入口流中之不欲組分(例如，硫)之存在。若偵測器106a偵測到臨限位準處之不欲組分，則其可發信號至閥控制器

124b以關閉閥124a。同時，偵測器106a可發送信號給閥控制器122b以打開閥122a，使得所有燃料流動穿過吸附劑床82b。吸附劑床總成480b優於吸附劑床總成480a之優點在於燃料電池堆疊105不係燃料中之不欲組分之指示器，從而減小其曝露於不欲組分。類似於系統380b，圖4B中之其他元件與圖4A中之元件相同且出於簡潔目的不加以闡述。

圖4C類似於圖4A及圖4B，除了圖4C圖解說明吸附劑床總成480c具有位於初級吸附劑床82a上/中之額外偵測器106b、106c及106d以及位於備用吸附劑床82b上/中之偵測器106e、106f及106g以及位於初級吸附劑床82a及備用吸附劑床82b兩者下游之管線94中之偵測器106a。儘管吸附劑床總成480c展示七個偵測器106a至106g，但任何數目個偵測器可用於吸附劑床總成。舉例而言，僅兩個偵測器可用於吸附劑床總成480c中，諸如位於初級吸附劑床82a上之偵測器106b及位於備用吸附劑床82b上之偵測器106e。在另一實例中，吸附劑床總成可包含吸附劑床82a、82b中之每一者上之僅一個偵測器及吸附劑床82a、82b下游之管線94中之一個偵測器。

在另一實例中，吸附劑床總成可包含吸附劑床82a、82b中之每一者上之兩個或兩個以上偵測器，在管線94中有或無偵測器106a。類似於偵測器106a，位於吸附劑床82a、82b上/中之一或多個偵測器可電連接(或無線連接)至閥控制器124b、122b，使得當(多個)偵測器偵測到超過特定臨限值準之不欲組分(例如，硫)時，然後(多個)偵測器可發信號給閥控制器124b、122b以關閉其各別閥124a、122a。舉例而言，在其中閥122a關閉且閥124a打開之穩定狀態系統中，來自燃料源101之所有燃料穿過管線134流動至初級吸附劑床82a，進入至管線133、94、過濾器103、閥104及燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)105中。

若偵測器106b至106d中之任一者偵測到高於特定臨限值準之不欲組分(例如，硫)時，則諸如偵測器106c之偵測器可指示閥控制器124b關閉閥124a且指示閥控制器122b打開閥122a。由於此改變，來自燃料源101之燃料在行進穿過備用吸附劑床82b之前流動至管線132中。類似地，代替回應於偵測到不欲組分而完全地關閉閥124a，偵測器可指示閥控制器124b部分地關閉閥124a以及指示閥控制器122b部分地打開(或完全地打開)閥122a以致使大部分燃料流動穿過備用吸附劑床82b，而小部分燃料仍流動穿過初級吸附劑床。在另一實例中，在其中閥122a打開且閥124a關閉之穩定狀態系統中，來自燃料源101之所有燃料穿過管線132流動至備用吸附劑床82b，進入至管線135、94、過濾器103、閥104及燃料電池堆疊105中。若偵測器106e至106g中之任一者偵測到高於特定臨限值準之不欲組分(例如，硫)，則諸如偵測器106f之偵測器可指示閥控制器122b關閉閥122a且指示閥控制器124b打開閥124a。由於此改變，來自燃料源101之燃料在行進穿過初級吸附劑床82a之前流動至管線134中。類似地，代替回應於偵測到不欲組分而完全地關閉閥122a，偵測器可指示閥控制器122b部分地關閉閥122a以及指示閥控制器124b部分地打開(或完全地打開)閥124a以致使大部分燃料流動穿過備用吸附劑床82b，而小部分燃料仍流動穿過初級吸附劑床。

類似於吸附劑床總成380c，吸附劑床總成480c之各項實施例可包含一個以上偵測器，諸如七個偵測器106a至106g，且亦可包含用於不同不欲組分(例如，水分、氧氣、矽氧烷、硫等)之偵測器、用於偵測相同不欲組分之冗餘偵測器，及/或形成吸附劑床之中間耗盡狀態資訊之偵測器。包含不同不欲組分偵測器之吸附劑床總成480c之優點允許藉由回應於特定不欲污染物高於可接受臨限值準而關閉及/或打開閥以使系統適應於多種類型之污染物。包含冗餘不欲組分偵測器之吸

附劑床總成480c之優點允許系統即使在冗餘對中之一個偵測器不恰當地起作用(例如，閥具有不準確偵測、缺乏電力、受損偵測器等)之情況下仍接受來自恰當地工作之偵測器之指令。包含中間吸附劑床耗盡偵測器之吸附劑床總成480c之優點允許由於吸附劑床將何時耗盡之準確近似法引起之較低總操作成本。準確吸附劑床耗盡近似法引起減少對吸附劑床之不必要維修(例如，過早或過遲置換吸附劑床)以及減小對維持置換初級吸附劑床之庫存量之需要。

藉由使一個偵測器中途量測穿過吸附劑床82a、82b之不欲組分形成之中間耗盡狀態資訊係較低操作成本，此係因為可更準確地預測初級吸附劑床耗盡之時間，從而減少吸附劑床之不必要維修且降低對維持置換初級吸附劑床之庫存量之需要。

如上文所論述，使用兩個以上吸附劑床(諸如，四個吸附劑床82)可允許比如在圖4A、圖4B及圖4C中展示之兩個吸附劑床之更長壽命及床材料之更完全利用。組合備用吸附劑床與四個吸附劑床之使用可允許在維修此燃料電池系統時之有效成本規避。圖4D圖解說明含有四個吸附劑床82之吸附劑床總成480d，其中兩個初級吸附劑床82a藉由管線136串聯流體連接且兩個備用吸附劑床82b藉由管線137串聯流體連接。兩個初級吸附劑床82a與兩個備用吸附劑床82b並聯流體連接。可使用兩個以上初級吸附劑床82a及/或兩個以上備用吸附劑床82b。在正常(亦即，穩定狀態)操作期間，閥124a可保持打開，而閥122a保持關閉，從而迫使來自燃料源101之燃料僅行進穿過初級吸附劑床82a且進入至燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)105中。在偵測器106a偵測到穿透事件後，偵測器106a可旋即發信號指示控制器124b關閉閥124a且指示控制器122b打開閥122a。另一選擇係，監視器110可偵測燃料電池堆疊105之降低的效能且發信號指示控制器124b關閉閥124a且指示控制器122b打開閥122a。此將引導所有燃料流動穿過備

用吸附劑床82b，從而隔離初級吸附劑床82a與燃料電池系統且允許在不中斷燃料電池堆疊之操作之情況下置換初級吸附劑床82a。

在替代實施例中，在正常(亦即，穩定狀態)操作期間，閥122a可部分地打開。閥124a可完全地打開(或部分地打開)，從而允許大部分燃料流動穿過初級吸附劑床82a，且閥122a可部分地打開，從而允許小部分燃料流動穿過備用吸附劑床82b。在偵測到不欲組分穿透初級吸附劑床82a後，偵測器106a (或監視器110)可旋即指示控制器124b完全地關閉閥124a且指示控制器122b完全地打開閥122a，藉此迫使所有燃料在進入燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組) 105之前通過備用吸附劑床82b。由於無燃料行進穿過經耗盡初級吸附劑床82a，因此可置換經耗盡初級吸附劑床82a。一旦置換，閥124a及122a便可調整使得小部分燃料流動穿過充當備用吸附劑床之新的初級吸附劑床82a，且原始備用吸附劑床82b可充當初級吸附劑床直至另一穿透事件。此可允許吸附劑床材料之充分利用及燃料電池系統之繼續安全使用。

儘管圖4D圖解說明燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)之偵測器106a及監視器110可提供指令給閥122a及124a以將流量轉移至備用吸附劑床82b，但只有偵測器106a或監視器可提供控制指令。若使用偵測器106a，則可將偵測器106a放置於備用吸附劑床82b與初級吸附劑床82a之結合點之下游(亦即，之後)的管線94中。

上游備用吸附劑床。

圖5圖解說明實施例燃料電池系統500，其利用位於電力產生模組之模組燃料電池機櫃及燃料處理模組外側之上游備用吸附劑床520。上游備用吸附劑床520可用以在燃料之硫含量極其高之情況下自燃料源101提供之燃料移除過量硫(包含硫化物)。燃料可自燃料源101流動穿過上游備用吸附劑床520以在燃料進入吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)(諸如，上文所闡述之總成280、380a、380b、

380c、380d、480a、480b、480c或480d)之前移除諸如天然氣之燃料中之幾乎所有硫。為符合關於在電力產生地點輸送經除臭天然氣(例如，經脫硫天然氣)之規定，燃料可週期性地繞過上游備用吸附劑床520。舉例而言，旁通管線501中之旁通閥502a每十分鐘可打開三十秒以允許燃料經由管線501繞過上游備用吸附劑床520。因此，經添臭天然氣以一小分率時間提供至燃料電池系統中。舉例而言，經添臭燃料以0.1%至10%時間繞過備用吸附劑床520以允許附近工人藉由聞到硫判定系統中是否存在天然氣洩漏。因此，上游吸附劑床520移除大部分但非全部硫以允許藉由嗅覺之洩漏偵測。

在替代實施例中，燃料電池系統500可具有正常操作狀態(亦即，穩定狀態)，其中繞過上游備用吸附劑床520。閥502a完全地打開且流體動力學致使燃料經由管線501圍繞備用吸附劑床520而非穿過上游備用吸附劑床520流動。另一選擇係，管線532中之額外閥(未展示)可防止燃料流動至備用吸附劑床520中。無論如何，管線501中之上游偵測器506可量測未經淨化燃料流中之硫的量。若硫的量滿足臨限值準，指示來自燃料源101之燃料具有高於所欲的不欲組分(例如，硫)含量，則偵測器506可發信號給控制器502b以關閉閥502a，從而迫使燃料穿過上游備用吸附劑床520。另一替代實施例包含基於如上文所闡述之吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組) 280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d中之監視器110或偵測器106偵測到穿透事件迫使燃料穿過上游吸附劑床520。任一穿透偵測方法可發信號指示控制器502b以關閉閥502a，從而迫使燃料在流動穿過吸附劑床總成280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d之前穿過單獨上游備用吸附劑床520。

作為另一替代方案，上游備用吸附劑床520可用以移除不同於吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組) 280、380a、380b、380c、380d、

480a、480b、480c或480d之類型之不欲組分。舉例而言，吸附劑床總成280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d可移除硫，而上游吸附劑床520可移除其他不欲組分，諸如水分(或濕氣)。上游偵測器506可量測來自燃料源101之燃料入口流中之水分含量。在正常(亦即，穩定狀態)操作期間，來自燃料源101之燃料可穿過打開的閥502a及管線501而繞過上游備用吸附劑床520。若來自燃料源101之燃料流包括臨限值準之水分，則位於管線501中之閥502a之前的偵測器506可發信號指示閥控制器502b關閉閥502a且使燃料轉而穿過上游備用吸附劑床520以移除水分。隨後，若量測到濕氣含量低於臨限值，則上游偵測器506可發信號指示閥502a打開。另一選擇係，上游備用吸附劑床520可總是處於使用中以移除水分，而非僅在偵測到臨限值準之水分時才使用。

燃料源切換。

圖6圖解說明具有多個燃料源(例如，兩個或兩個以上源) 101a、101b之燃料電池系統600。在所圖解說明之實施例中，每一燃料源101a、101b可具有各別相關聯偵測器672、671、控制器682b、681b，以及閥682a、681a。在特定實施例中，正常(亦即，穩定狀態)操作可包含藉由使閥682a、681a打開使用兩個燃料源101a、101b。然而，當一個偵測器672或671偵測到不欲組分時，然後偵測器672或671發信號給各別閥控制器682b、681b以關閉與含有高不欲組分量之燃料源相關聯之各別閥682a、681a。舉例而言，在正常(亦即，穩定狀態)期間，來自燃料源101a及101b兩者之燃料流動穿過其各別管線631、632、共同入口管線594、上文所闡述之吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組) 280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d，且穿過燃料入口管線94至燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組) 105。若管線632中之偵測器672偵測到來自燃料源101b之不欲組分含量高於臨限值

準，則偵測器672可發信號給控制器682b以關閉閥682a以停止來自燃料源101b之燃料進入燃料電池堆疊105。因此，僅來自燃料源101a之燃料可用於燃料電池系統600中。在另一實施例中，若燃料電池堆疊105之效能降級至低於臨限位準，則監視器110可發送類似指令以關閉與已知(例如，自偵測器672偵測)具有高不欲組分含量之燃料源101a相關聯之閥682a。作為另一故障安全，燃料電池系統600可包含自動閥636a，其可打開/關閉，或在偵測到不欲組分穿透事件時減小進入燃料電池堆疊105之燃料之流量。

在替代實施例中，正常(亦即，穩定狀態)操作可包含每次僅使用一個燃料源，直至偵測到不欲組分高於臨限位準，且然後切換至另一燃料源。當與使用中之燃料源相關聯之偵測器偵測到燃料流含有高於臨限位準之某一量的不欲組分時，偵測器發信號指示關閉與使用中之燃料源相關聯之閥，而同時發信號指示打開與不在使用中之燃料源相關聯之閥。舉例而言，在正常(例如，穩定狀態)操作期間，僅來自燃料源101a之燃料可與吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d及燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)105一起使用。偵測器671可偵測來自燃料源101a之燃料中之特定不欲組分及不欲組分之濃度。若來自吸附劑床總成280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d之偵測器106a至106g偵測到穿透事件或監視器110偵測到燃料電池堆疊105正在經歷基於與燃料源101a相關聯之不欲組分之效能降級，則可發信號指示閥681a關閉且可發信號指示閥682a打開。因此，燃料電池系統600及對應吸附劑床總成280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d以及燃料電池堆疊105僅接收來自燃料源101b之燃料，藉此切換燃料源。

在替代實施例中，偵測器672、671、閥682a、681a及控制器

682b、681b、636b中之任一者或全部可係吸附劑床總成280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d之一部分。吸附劑床總成280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c或480d將能夠基於系統600之需要選擇特定燃料源或改變至燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組) 105之燃料流量。

滑流偵測器。

圖7圖解說明偵測器706，其自管線712接收燃料且穿過滑流管線716將其返回至初級吸附劑床82a中。儘管圖3B至圖3F及圖4B至圖4D中之每一偵測器圖解說明以t形接頭方式與其鄰接管線或吸附劑床連接，但關於此等實施例圖解說明且闡述之偵測器可利用類似於圖7中圖解說明之滑流的滑流。滑流偵測器706接收與鄰接管線中之大部分燃料流量並聯之小部分燃料流量。在實施例中，小部分燃料可穿過管線712流動至滑流偵測器706中且流動至初級吸附劑床82a中。同時，大部分燃料流動穿過管線714且流動至初級吸附劑床中而不行進穿過滑流偵測器706。如在圖7中展示，滑流偵測器706在吸附劑床上游偵測不欲組分。滑流偵測器可偵測與初級吸附劑床移除之不欲組分相同之不欲組分(例如，硫)，且可用以切換燃料源101a及/或101b，如上文關於圖6所闡述。另一選擇係，滑流偵測器706可偵測不同於初級吸附劑床移除之不欲組分之不欲組分。舉例而言，若初級吸附劑床移除硫，則位於初級吸附劑床上游之滑流偵測器706偵測另一不欲組分，諸如矽氧烷。

在另一實施例中，滑流偵測器706可在另一吸附劑床下游(未展示)。舉例而言，滑流偵測器706可位於圖3D中之管線95上，滑流偵測器706在第一初級吸附劑床82a下游且在第二初級吸附劑床82a上游。在此實例中，滑流偵測器706可偵測與第一及第二初級吸附劑床82a移除之不欲組分相同之不欲組分(例如，硫)，從而提供對在第一初級吸

附劑床下游存在之不欲含量之有價值偵測。在第一初級吸附劑床下游之偵測可指示第一初級吸附劑床之穿透事件及其對置換第一初級吸附劑床之需要。另外，對早期吸附劑床處之穿透之偵測可發送信號以用於啟動備用吸附劑床82b。

在另一實例中，滑流偵測器706可位於圖4D中之管線136上，在第一初級吸附劑床82a下游且在第二初級吸附劑床82a上游。另外，滑流偵測器706可放置於圖4D中之管線137中，在第一備用吸附劑床82b與第二備用吸附劑床82b之間。在管線136或管線137中，滑流偵測器706可偵測與第一及第二初級吸附劑床移除之不欲組分相同之不欲組分(例如，硫)，從而提供對在第一初級吸附劑床下游存在之不欲含量之有價值偵測。在第一吸附劑床82a、82b下游之偵測可指示第一吸附劑床82a、82b之穿透事件及其對置換第一吸附劑床82a、82b之需要。

此滑流偵測器可跨諸如吸附劑床或閥之主要流動路徑中之特徵連接，使得由該流量特徵產生之壓力降將驅動流量穿過滑流偵測器。

此滑流偵測器可採用位於管線712及/或管線716上之(多個)閥以切斷至偵測器之流量。此等閥在顏色改變匣或感測器不作用的情況下將促進系統操作期間感測器之置換。另外，在感測器之流量管路中使用閥將允許保存顏色改變匣之有限壽命之能力。實例在諸如系統380c之實施例中。在感測器106之入口及/或出口上使用閥將允許關閉在流動路徑中較遠處之感測器106d直至滿足某一準則，諸如感測器106b目擊不欲組分之穿透。

偵測器及資料庫圖。

圖8A圖解說明偵測系統800基於所偵測之不欲組分自動更改系統參數(例如，打開/關閉閥、切斷燃料電池堆疊等)。各個偵測器106a至106g、506、672、671及/或706可用以偵測燃料電池系統之燃料流之各個位置處之不欲組分。不管偵測器之精確位置，每一偵測器可係適

於偵測諸如氧氣、水分、矽氧烷及硫之不欲組分之任何類型。

在特定實施例中，(多個)偵測器可係一或多個顏色改變偵測器。每一顏色改變偵測器包含顏色改變區域，諸如圖8A中展示之顏色改變墊850，其在曝露於特定類型之不欲組分之後改變顏色。舉例而言，具有白色偵測器墊之顏色改變偵測器可在曝露於硫時變為黃色。顏色改變偵測器106a至106g、506、672、671及/或706可具有光學組件，諸如顏色敏感性光偵測器852及視情況地照射該墊之光源854。光學組件記錄顏色改變且發送資訊至顏色改變資料庫811。顏色改變資料庫811聚集來自偵測器106a至106g、506、672、671及/或706之引入顏色改變資料且產生/更新顏色改變圖，此判定經量測燃料流中之特定不欲組分之強度。基於自顏色改變偵測器接收之顏色改變，可校準顏色改變之量或強度以預測燃料流中之特定不欲組分的量。來自顏色改變偵測器106a至106g、506、672、671及/或706之即時資料可發送給系統控制器890，其可更改系統參數，諸如吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)中之閥、與燃料電池堆疊(亦即，電力產生模組)相關聯之閥、用於燃料選擇之閥，或任何其他操作控制件，諸如燃料電池系統之切斷部分。上文關於圖1至圖7闡述系統參數之改變中之某些改變，諸如在偵測到穿透事件(例如，在最後之初級吸附劑床之後之硫)後旋即使用備用吸附劑床。

圖8B展示可在適於在各項實施例中使用之感測材料中發生之顏色改變的實例。具體而言，在第1欄中展示之感測材料墊1202a位於定位於第一吸附劑床之後的偵測器106a中，而在第2欄中展示之感測材料墊1202b位於定位於第一吸附劑床下游之第二吸附劑床之後的偵測器106a中。此兩個相同感測墊1202a、1202b之隨時間推移拍攝之相片以九個連續時間展示，其中在左邊之深色材料展示硫穿透之存在，以及自左至右之燃料流量。可指示穿透之實際顏色改變藉由點A與B展

示(其分別指示來自第一吸附劑床與第二吸附劑床之穿透事件)。亦即，顏色感測材料可基於一或多個不欲組分(例如，硫等)之存在改變顏色。舉例而言，在某些實施例中，顏色改變可涉及自淺顏色(例如，淡藍色)變為深顏色(例如，深褐色)，或反之亦然。

作為替代方案，偵測器106a至106g、506、672、671及/或706中之任一者可藉由偵測與特定不欲組分相關聯之電阻器中之電阻改變偵測燃料流中之不欲組分。不與不欲組分反應之金屬電阻器(例如，銅)具有特定參考電阻。不欲組分(例如，硫)可與特定金屬電阻器反應(例如，將銅至少部分地改變為硫化銅)，從而改變電阻器之電阻率，藉此指示存在不欲組分。舉例而言，具有銅金屬條狀電阻器之偵測器可具有相對低電阻率。存在於燃料流中之有機硫化合物可與銅電阻器反應，形成硫化銅且增加電阻器條中之電阻率，藉此指示不欲組分之存在。與如上文所闡述之顏色改變偵測器系統非常相似，可根據不欲組分及金屬條反映電阻率改變。作為另一替代實施例，偵測器106a至106g、506、672、671及/或706中之任一者可使用人工鼻偵測特定不欲組分或任何數目個不欲組分。人工鼻可經校準以偵測存在於燃料流中之一或多個不欲組分。人工鼻包括反應性聚合物鑲尖之光學纖維通道。聚合物在與不欲組分反應後旋即改變其光學性質(例如，反射比或折射率)。因此，在通道中傳播及自聚合物尖端反射之光具有不同於在尖端與不欲組分反應之前之性質。

在其他實施例，偵測器106a至106g、506、672、671及/或706中之一或多者可係光學偵測器1200，如在圖12A中所圖解說明。在一項實施例中，光學偵測器1200包含經組態以在存在不欲組分之情況下改變顏色之感測材料1202。感測材料1202可係顏色改變墊，如上文參考圖8A所闡述。感測材料1202可係安置於基板1204上之油漆或染料。油漆或染料可在曝露於不欲組分後旋即改變顏色。另一選擇係，感測

材料1202可係在曝露於不欲組分後旋即改變顏色之液體或凝膠。另一選擇係，感測材料1202可係在曝露於不欲組分後旋即改變顏色之顆粒或微粒。此等顆粒可包裝至半透明殼體中以促進流動。在某些實施例中，感測材料1202係硫敏感的，使得其在曝露於硫或硫化物後旋即改變顏色。在其他實施例，感測材料1202在曝露於諸如矽氧烷、氧氣或水分之另一不欲組分後旋即改變顏色。在某些實施例中，感測材料1202對數個不同的不欲成分係敏感的。感測材料1202可在曝露於不欲成分中之每一者後旋即改變為相異顏色。在某些實施例中，感測材料1202可係由沸石或經混合金屬氧化物製成之顏色改變糰粒，燃料流可通過該等顏色改變糰粒。在某些實施例中，光學偵測器1200包含經組態以標示感測材料1202之顏色改變之至少一個感測器1206。在一項實施例中，至少一個感測器1206係複數個感測器1206。每一感測器可係面向感測材料1202安置。例如，當感測材料1202係安置於基板1204上之油漆或染料時，至少一個感測器1206可面向基板安置。至少一個感測器1206中之每一者可係顏色改變偵測器。顏色改變偵測器可包含一或多個顏色敏感性光偵測器。顏色改變偵測器可包含偵測藍顏色之光偵測器、偵測綠顏色之光偵測器及/或偵測紅顏色之光偵測器。感測器1206可將每一經偵測顏色改變作為數位信號輸出至處理器1224，如下文所闡述。另一選擇係，感測器1206可以變化之直流(DC)電壓將每一經偵測之顏色改變作為模擬輸出而輸出。感測器1206可經由有線或無線信號(諸如，經由控制區域網路(CAN)通信)輸出其信號。

光學偵測器1200之某些實施例包含耦合至感測器之光源1208。光源可照射感測材料1202，使得至少一個感測器1206可偵測感測材料1202之顏色。在某些實施例中，至少一個感測器1206可包含紅色光、藍色光、綠色光及/或白色光光偵測器中之一或多者。光源1208可係電光源，諸如燈或固態光源。在某些實施例中，光源1208包含一或多

個發光二極體(LED)。光源1208可係電耦合至電力調節電路(未展示)以確保恆定發光輸出，或允許變化的發光輸出。某些實施例包含複數個光源1208。

如在圖12A中所展示之光學偵測器1200之某些實施例包含如在圖12B中所展示之殼體1210。殼體1210可封圍感測材料1202、至少一個感測器1206及(多個)光源1208。殼體1210可係實質上不透光的。例如，其外部1212可由諸如金屬或塑膠之實質上不透光的材料組成。殼體之外部1212可係黑色的，以防止光通過。在某些實施例中，不透光殼體1210防止光洩漏至殼體1210外部1212中或洩漏出殼體1210外部1212，且改良由至少一個感測器1206感知之光之信號對雜訊比。例如，不透光殼體1210可防止環境光之改變致使感測材料1202看來似乎改變顏色(此致使至少一個感測器1206標示誤警報)。殼體1210之內部1214可係淺顏色，諸如白色。在某些實施例中，淺顏色的內部1214更大程度地傳播來自光源1208之光，從而改良光學偵測器1200之操作。額外實施例包含圍繞殼體之外部罩1216。罩1216可係實質上不透光的。在某些實施例中，罩1216及殼體1210具有容許氣體進入光學偵測器1200而不容許光進入之一或多個管線(未展示)。例如，管線可具有複數個彎曲部，使得管線一或多次地逆轉方向，從而有效地阻斷光。

又參考圖12A，光學偵測器1200可包含參考材料1218。在某些實施例中，參考材料1218在曝露於不欲組分之情況下不改變顏色。參考材料1218可由如上針對感測材料所闡述之任何材料組成。參考材料可安置於基板1204上。在某些實施例中，參考材料1218與在不存在不欲成分情況下之感測材料1202之顏色實質上相同。參考材料1218可由與感測材料1202相同之材料組成，但參考材料1218可具有在材料1218上方之透明障壁(未展示)，從而防止參考材料1218曝露於不欲成分。另一選擇係，參考材料1218可由在曝露於不欲成分時不改變其顏色但具

有與感測材料1202之初始顏色相同之顏色的材料組成。

光學偵測器1200亦可包含參考感測器1220以感測參考材料之顏色改變。參考感測器可如上文針對至少一個感測器1206所闡述地經構造。光學偵測器1200亦可包含耦合至參考感測器1220之光源1222。光源1222可係適用於如上所闡述之光源1208之任何光源。光源1222可耦合至參考感測器1220並照射參考材料1218，如上文關於光源1208所闡述。此參考感測器1220可用以區分由於諸如環境光或溫度之環境因素引起之信號變化與由於存在意欲偵測之燃料成分引起之信號變化。

在某些實施例中，光學偵測器1200耦合至處理器1224。處理器可係閥控制器及/或系統控制器，如上文參考圖3A至圖8所闡述。處理器1224可係如在圖10及圖11中闡明之計算裝置1000或微處理器。處理器1224可係微處理器。在某些實施例中，處理器1224自至少一個感測器1206接收信號，且回應於來自至少一個感測器1206之信號而記錄感測材料1202之顏色。處理器1224可經組態以自參考感測器1220接收信號，且回應於來自參考感測器1220之信號而記錄感測材料1206之顏色。在一項實施例中，處理器1224經組態以自來自至少一個感測器1218之信號值減去來自參考感測器1220之信號值(例如，值之差)。此可諸如在機櫃之門打開或誤信號或其他光學雜訊致使參考顏色呈現不同時具有增加信號對雜訊比之效應。處理器1224可經組態以應用信號平均化演算法以增加對應於感測材料之顏色改變之信號的信號對雜訊比。在某些實施例中，處理器1224可自多個光學偵測器1200中之每一者中之一或多個感測器1206接收信號，此等信號可加在一起。舉例而言，來自第一光學偵測器1200之信號可加上在流動路徑中之較遠下游之第二光學偵測器1200之信號。來自係彼此的上游與下游之不同偵測器之信號之此相加可線性化其經總計信號回應。

在某些實施例中，處理器1224經組態以在滿足警報準則之情況

下產生警報信號。可在由任何感測器1206傳輸至處理器1224之值的絕對值與感測器之經校準值之偏差大於預設定值時滿足警報準則。預設定值可對應於指示不欲組分之不可接受位準之顏色改變。在一項實施例中，可當在預定時間量內滿足準則時產生警報信號。例如，處理器1224可僅在傳輸至處理器1224之值與經校準值之偏差在大於預設定時間段內(例如，在機櫃門通常係打開的之較長時間段內)大於預設定值之情況下產生警報信號。

在另一實施例中，當感測器值落在預定警報值範圍內時產生警報信號。例如，處理器1224可忽視超過上臨限值之感測器值，其與不大可能之讀數一致，如指示光學偵測器1200中之故障而非偵測到不欲組分。可在任何個別感測器值高出預定臨限值時產生警報信號。作為實例，其中至少一個感測器1206包含經組態以感測紅色光之至少一個感測器、經組態以感測藍色光之至少一個感測器以及經組態以感測綠色光之至少一個感測器，處理器1224可在僅來自綠色光感測器之信號超過臨限值之情況下產生警報。包含在至少一個感測器1206中之每一感測器可具有由處理器1224儲存之不同臨限值。

在某些實施例中，可在(多個)最小平方迴歸係數超過預設定值及/或落在預設定範圍之外時產生警報信號。在一項實施例中，最小平方迴歸假定某一類型之曲線擬合於資料集合，諸如由至少一個感測器1206傳達之值集合，且最小化關於該曲線類型之資料之誤差，藉此匹配該曲線擬合之係數值。此方法可同時有效地執行信號平均化以及傾斜分析。另外，最小平方迴歸可藉由計算資料點之標準誤差來分析擬合之品質。被稱為「 $R^2$ 」值之此偏差可用以決定除非資料經充分地最佳擬合，否則不應發送警報信號。熟習此項技術之工作人員將認知到用於應用最小平方演算法之諸多計算技術。

在另一實施例中，可在感測器值之關於時間之二階導數超過預

設定值時產生警報信號。例如，處理器1224可將曲線擬合於自至少一個感測器1206接收之如依據通過之時間段量測之一系列值，且計算曲線之二階導數。超過某一臨限值之二階導數可指示加速感測器材料1202之顏色改變之速率，指示通過光學偵測器1200之不欲組分之增加的比例。另一選擇係，可在感測器值關於時間之一階導數超過預設定值時產生警報信號。例如，處理器1224可將曲線擬合於自至少一個感測器1206接收之如依據通過之時間段量測之一系列值，且計算曲線之一階導數。超過某一臨限值之一階導數可指示感測器材料1202之顏色以特定速率改變，指示某一體積之不欲組分正在通過光學偵測器1200。處理器1224可經組態以在感測器信號變化之正斜率與負斜率之間進行區分。例如，外部光污染可產生由關於時間之正一階導數證明之漸增正偵測器值，而實際毒害偵測可產生由關於時間之負一階導數證明之漸增負偵測器值。熟習此項技術之工作人員將認知到諸多有效計算方法以計算在假定各個資料集合之情況下關於時間之一階導數及二階導數。

在另一實施例中，由至少一個感測器1206傳達之值集合可擬合於基於S型(sigmoid)函數。舉例而言，基於S型函數可基於 $f(x) = 1/(1+e^{-x})$ ，且藉由各個係數及加法加以修改。在實施例中，用以修改基底函數之係數可表示針對顏色改變極限之警報臨限值，使得在自至少一個感測器1206接收之顏色改變需要與超過係數值臨限值之係數之擬合時產生警報信號。此項技術中之熟習此項技術之工作人員將認知到針對使用基於S型函數之演算法之諸多計算技術。

在額外實施例中，在感測器值之絕對值之總和超過預設定值時產生警報信號。因此，若感測器1206感測到紅色、藍色及綠色顏色改變值，則處理器1224可在任一值超過臨限值之情況下或在無一個值超過臨限值而是加在一起之值之組合超過臨限值之情況下產生警報信

號。處理器1224可經組態以在感測器1206之正讀回改變與負讀回改變之間進行區分。處理器1224可經組態以對每一個別感測器1206應用不同警報演算法。例如，在如在圖3D中繪示之實施例中，針對光學偵測器1200中放置於燃料線路(line)中剛好在至燃料電池堆疊之進入口之前處的感測器，處理器1224可使用被設計成在感知到條件改變時快速產生警報(此以較高誤肯定率為代價)之一演算法，以指示燃料中較高含量之不欲組分正被提供至系統。另一選擇係，處理器1224可在放置於線路中介於兩個初級吸附劑床(此係因為第二床將吸收穿透第一床之任何硫)之間的光學偵測器1200之感測器中使用一演算法，該演算法較不迅速地回應但評定隨時間之改變(例如，使用一階導數及/或二階導數)以產生較低誤肯定率。處理器1224可使用上文所闡述之用於針對任何感測器1206之報警產生之演算法之任何組合。作為實例，多個警報演算法可並行運行，且若滿足已知數目個彼等警報準則，則可確認警報偵測。

在額外實施例中，可比較穿過主要流動路徑(例如，穿過一或多個初級吸附劑床)之燃料流量與穿過光學偵測器1200之流量。為執行此比較，可進行基於瞬時流率或基於已流動穿過每一路徑之總體積對主要路徑流量之量測及對感測器流量之量測。在各項實施例中，主要路徑流量對感測器流量之比可用作一或多個初級吸附劑床已循環穿過之總體積之數目對比感測器材料已循環穿過之總體積之數目之指示。此比可用以判定與一或多個初級吸附劑床相比感測器材料應降級多少，藉此允許在感測器材料中目擊之顏色改變係一或多個初級吸附劑床之降級之反映。

在各項實施例中，可基於主要流動路徑中之流量與感測器流動路徑中之流量之間的比形成系統之警報臨限值。亦即，在各種流量比處，存在各種臨限值，該等臨限值若交叉則指示主要流量吸附劑床之

降級的健康狀況。舉例而言，若系統以1體積感測器流量對1000體積主要路徑流量之流量比操作，則可發現警報應在由感測器標示之褪色值大於100之情況下產生。對於相同系統，但具有1體積感測器流量對2000體積主要路徑流量之流量比，可發現警報應在由感測器標示之褪色值大於130之情況下產生。因此，在各項實施例中，系統可具有決定任何給定流量比下之容許感測器值之流量比臨限值函數。可關於任何數目個包含(但不限於)偵測器值、自操作開始起之偵測器值改變、偵測器斜率等之參數提供此類容許感測器。

在某些實施例中，可比較特定感測器1206在給定時間處之信號特性與在先前針對相同感測器1206量測之信號特性。舉例而言，可比較指示感測器1206在給定時間處偵測到感測材料中之顏色紅色之信號與相同感測器1206在其第一數個小時操作期間偵測到感測材料之顏色紅色之信號。此外，在某些實施例中，可比較在給定時間處量測之特定感測器1206之信號特性與顏色參考樣本。舉例而言，可存在用以形成針對感測器1206中之任一者之基線之顏色校準匣。

在另一實施例中，來自特定感測器1206之信號可經處理以針對感測器1206之各種操作條件之變化做出修正。可針對感測器1206改變之數個工作條件之實例係(僅舉數例)氣體介質流率、氣體介質溫度、氣體介質壓力、感測器溫度、感測器機櫃敞開。藉由基於此等變化的操作條件將感測器信號修正為經正規化值，可避免誤警報。

一或多個光學偵測器1200可放置於如上文參考圖2至圖8所闡述之燃料電池總成中。在某些實施例中，燃料電池總成可包含如上文參考圖2至圖8所闡述之燃料電池堆疊105，以及流體連接至燃料電池堆疊之燃料處理模組，諸如上文參考圖2至圖8所闡述之燃料處理模組280、380a、380b、380c、380d、480a、480b、480c、480d、500及/或600。一或多個光學偵測器1200可用作上文參考圖3A至圖8所闡述之

偵測器 106a 至 106g、506、672、671 及/或 706 中之任一者。一或多個光學偵測器 1200 可用作上文參考圖 3A 至圖 8 所闡述之偵測器 106a 至 106g、506、672、671 及/或 706 中之任一者中之組件。因此，單獨地或與額外偵測器元件組合之一或多個光學偵測器 1200 可定位於燃料電池系統之燃料入口線路中及/或滑流線路中，如上文參考圖 7 所圖解說明。在存在複數個光學偵測器 1200 之情況下，每一偵測器 1200 可定位於沿著燃料電池系統之燃料入口線路之不同位置處。與一或多個處理器 1224 組合之一或多個光學偵測器 1200 可調節如上文參考圖 2 至圖 8 所闡述之閥中之一或多者，諸如閥 102a、104、124a、122a、502a、682a、681a 及/或 636a。一或多個光學偵測器 1200 及一或多個處理器 1224 可致使閥執行如上文參考圖 2 至圖 8 所闡述之任何動作。

作為非限制性實例，如在圖 12C 中所繪示，燃料電池總成可包含燃料電池堆疊 105、流體連接至燃料電池堆疊 105 且將燃料自燃料源 101 引導燃料電池堆疊之燃料處理模組 1280。燃料處理模組 1280 包含初級吸附劑床 82a、備用吸附劑床 82b、經組態以控制繞過備用吸附劑床 82b 之燃料流量之閥 102a，以及包含如上文參考圖 12A 至圖 12B 所闡述之光學偵測器 1200 之光學偵測系統。敞開閥 102a 經組態以引導所有或部分燃料流經由管線 91 穿過初級吸附劑床 82a，繞過備用吸附劑床 82b。在偵測到不欲組分後，閥旋即 102a 關閉以引導所有燃料流或部分地關閉以引導較多燃料流經由管線 92 穿過備用吸附劑床 82b。燃料處理模組 1280 可使用旁通管線 91 以在閥 102a 敞開時在穩定狀態操作期間引導燃料圍繞備用吸附劑床 82b，如上文參考圖 2 至圖 8 所闡述。

燃料處理模組 1280 可在閥 102a 關閉時使用額外管線 92 及 93 以引導燃料穿過備用吸附劑床 82b，如上文參考圖 2 至圖 8 所闡述。燃料處理模組 1280 可經由燃料入口管線 94 連接至燃料電池堆疊 105，此係藉由如上文參考圖 2 至圖 8 所繪示之額外閥或故障安全閥 104 調節。各個管

線及閥可連接至I/O連接件88、88a至88c。燃料處理模組1280可包含位於初級吸附劑床82a上/中之額外偵測器106b、106c及106d，如上文參考圖2至圖8所闡述。額外偵測器106b、106c及106d可包含如上文參考圖12A至圖12B所闡述之光學偵測器1200。

閥102a可在產生警報信號之前打開以引導小部分燃料流量穿過備用吸附劑床82b且引導大部分燃料流量穿過初級吸附劑床82a。閥102a可在產生警報信號時關閉以引導所有或大部分燃料流量穿過備用吸附劑床82b且不引導或引導小部分燃料流量穿過初級吸附劑床82a。閥102a可經組態以在警報信號產生之前在管線92中之額外閥關閉且閥102a打開之情況下引導所有燃料流量穿過初級吸附劑床82a。閥102a可經組態以在警報信號產生且閥102a打開時引導所有燃料流量穿過備用吸附劑床82b。

圖13圖解說明偵測燃料電池系統中不欲組分之實施例方法1300。方法1300可包含在步驟1302中提供光學偵測系統，該光學偵測系統包括經組態以在存在不欲組分之情況下改變顏色之感測材料以及經組態以標示感測材料之顏色改變之至少一個感測器。感測器耦合至對應光源。感測材料、感測器及光源封裝於殼體中。在某些實施例中，此如上文參考圖12A至圖12B所揭示進行實施。

方法1300可包含偵測燃料電池系統之燃料流中之不欲組分(步驟1304)。在某些實施例中，對不欲組分之偵測可如上文參考圖12A至圖12C所揭示進行實施。

方法1300可包含當滿足警報準則時產生警報信號(步驟1306)。在某些實施例中，對不欲組分之偵測可如上文參考圖12A至圖12C所揭示進行實施。

圖14圖解說明偵測燃料電池系統中不欲組分之另一實施例方法1400。方法1400可包含在步驟1402中提供包括光學偵測系統，該光學

偵測系統經組態以在存在不欲組分之情況下改變顏色之感測材料以及經組態以標示感測材料之顏色改變之至少一個感測器。感測器耦合至對應光源。亦提供在存在不欲組分之情況下不改變顏色之參考材料以及經組態以標示參考材料之顏色改變且光學耦合至光源之參考感測器。在某些實施例中，此如上文參考圖12A至圖12C所揭示進行實施。

方法1400可進一步包含偵測燃料電池系統之燃料流中之不欲組分(步驟1404)。在某些實施例中，此如上文參考圖12A至圖12C所揭示進行實施。

方法1400可進一步包含當滿足警報準則時產生警報信號(步驟1406)。在某些實施例中，此如上文參考圖12A至圖12C所揭示進行實施。

圖15圖解說明偵測燃料電池系統中不欲組分之另一實施例方法1500。方法1500可包含提供光學偵測系統之步驟1502，該光學偵測系統包括：感測材料，其經組態以在存在不欲組分之情況下改變顏色；至少一個感測器，其包括紅色、綠色及藍色顏色感測器；及處理器，其經組態以自每一顏色感測器接收顏色值。在某些實施例中，此如上文參考圖12A至圖12B所揭示進行實施。

方法1500可包含將來自每一顏色感測器之個別值發送給處理器(步驟1504)。在某些實施例中，此如上文參考圖12A至圖12C所揭示進行實施。

方法1500可包含當滿足警報準則時產生警報信號(步驟1506)。在某些實施例中，此如上文參考圖12A至圖12C所揭示進行實施。

透過燃料電池堆疊之效能量測對穿透事件/毒害之偵測。

圖9圖解說明在燃料電池堆疊受不欲組分毒害時來自數個燃料電池堆疊之燃料電池效能量測。在實施例中，如參考圖3A、3D、4A、

4D及6圖解說明及闡述之監視器110可藉由偵測燃料電池堆疊效能之降級偵測燃料電池堆疊中之燃料電池毒害(或致使燃料電池毒害之穿透事件)。

在圖9中展示之非限制性圖解說明中，監視器110可量測在操作燃料電池堆疊105時之個別堆疊電壓及/或燃料電池系統之電流或在操作複數個堆疊105時燃料電池系統之電流。燃料電池堆疊105可具有經量測堆疊電壓901及經量測系統電流902。圖9圖解說明約略在燃料電池堆疊(或複數個堆疊)曝露於硫時，堆疊電壓在約36個小時操作之後之約5.5%之輕微降。如所展示，電流在燃料電池受不欲組分毒害時且在燃料電池受毒害之後保持近似恆定。在接下來的數天內，堆疊電壓振盪且在約90小時處(或約略在初始曝露於硫之後的兩天)最終大約降至原始值的15%。同時，系統電流暴跌(crash)。

在實施例中，燃料電池堆疊監測系統(例如，監視器110)可偵測在燃料電池堆疊電壓針對給定燃料流率降低達至少5%時，燃料電池堆疊105由於穿透事件而曝露於不欲組分(例如，硫)。量測在針對給定燃料流率之恆定系統電流下約5%至15%電壓降連同堆疊電壓之振盪之監視器110亦可偵測可歸因於受諸如硫之不欲組分毒害之燃料電池毒害或穿透事件。因此，可在系統經歷輸出電流之暴跌之前執行補救步驟(例如，切斷自燃料電池堆疊抽取之電流且切斷至燃料電池堆疊之燃料流量、引導燃料流量之至少一部分穿過不同吸附劑床、選擇不同燃料源、減小至燃料電池堆疊之燃料流量，或其他維護)。

在各項實施例中，可基於關於時間之燃料電池堆疊電壓及/或電流值產生警報信號。在某些實施例中，燃料電池堆疊監視系統之處理器可將曲線擬合至依據通過之時間段量測之一系列電壓及/或電流值且計算曲線之一階及/或二階導數。舉例而言，若一階導數變得低於臨限負值(亦即，展示電壓值之曲線高速減小)，則可指示針對給定燃

料流率(例如，在給定時間段內，諸如在六個小時或更少後，諸如在三個小時或更少後)之至少5% (諸如，5%至15%)電壓降。在另一實例中，若燃料電池堆疊電壓測量之一階導數之值自正值切換為負值或反之亦然，及/或二階導數自正值切換為負值(亦即，展示電壓值曲線之凹曲度/曲率之切換)，則可指示堆疊電壓之振盪。在各項實施例中，熟習此項技術之工作人員將認知到諸多有效計算方法以計算在給定各個資料集合之情況下關於時間之一階導數及二階導數。

實例性脫硫系統。

在非限制性實例中，上文參考圖12A至圖12B所闡述之光學偵測器1200可係經組態以執行與移除各種不欲組分硫物種之吸附劑床相關之多種功能之脫硫系統的一部分。在實施例中，脫硫系統可包含至少一個吸附劑床及組態有至少一個硫感測器之至少一個光學偵測器。

在某些實施例中，脫硫系統之操作可經組態以為至少一個吸附劑床之取得、排程及執行置換提供充足時間。在某些實施例中，脫硫系統之操作可最小化至少一個吸附劑床之早期置換，藉此最佳化吸附劑床利用率。

在各項實施例中，光學偵測器可組態有兩個硫感測器，各者各自耦合至光學偵測器之入口流量及出口燃料流量。兩個硫感測器可係監視在存在硫之情況下褪色之匣(例如，墊)之顏色的光學感測器。在一項實例中，光學偵測器可係用於偵測氣相系統中之極低位準之硫的 SulfaTrack™ 偵測器，其由 SulfaTrap 有限公司售賣。SulfaTrack™ 偵測器可提供對 < 100 ppb 之硫移除系統穿透之可見指示。在某些實施例中，包含 SufaTrack™ 偵測器之脫硫系統可提供對吸附劑床效能及基於其之自動床切換之即時監視。

可執行光學偵測器之測試以確保其恰當地偵測針對一或多個吸附劑床之不欲組分之穿透。舉例而言，在脫硫系統中，在第一吸附劑

床之出口處組態有第一光學偵測器且在第二吸附劑床之出口處組態有第二光學偵測器。第一及第二光學偵測器中之每一者可組態有耦合至入口流量及出口流量之硫感測器。使用光源，入口及出口感測器可基於顏色改變(例如，自白色/純色至黃色、藍色至褐色等)感測硫。當實際硫穿透事件發生(或出於測試目的而設置)時，可比較每一光學偵測器之入口及出口流量處關於時間之顏色感測值與實際燃料電池堆疊效能關於相同時段之經量測值(例如，電壓及/或電流，諸如在圖9中所展示)。以此方式，若在相同時段期間出口感測器值之迅速改變對應於可歸因於硫曝露之燃料電池堆疊效能降低，則可驗證對硫曝露之正確偵測。

針對脫硫系統之此比較之實例在圖8C至圖8D之圖表中展示。圖表1602對應於定位於兩個床測試設置中之第二吸附劑床之出口處之光學偵測器1200之輸出。線1604a藉由隨時間之入口感測器反映顏色讀數，且線1604b藉由隨時間之出口感測器反映顏色讀數。資料值1604a、1604b可記錄為偵測在墊之顏色改變之經感測顏色中標繪之白色光之實例，類似於在圖8B中所展示。在時間點E處，入口感測器資料值1604a、1604b可開始指示墊之顯著顏色改變，此意指自第二吸附劑床排出之燃料流量含有硫(亦即，硫穿透)。圖表1606對應於隨時間之燃料電池堆疊輸出電壓量測，其展示由於在例如圖8D中展示之點B處開始之硫穿透引起之效能損失(輸出電壓之降低)。若發現點E先於點B達預期之時間窗，則可驗證光學偵測系統識別硫穿透之能力。因此，在點E時間之後但在點B時間之前應置換(多個)吸附劑床82a及/或應啟動(多個)備用床82b。在點C處，堆疊經受不可逆轉的損壞。點D展示對堆疊之輸出電壓之電化學阻抗譜測試掃描之效應，其細節在美國專利第8,652,697號中闡述且該美國專利據此以全文引用之方式併入。

因此，在各項實施例中，偵測器1200可用作對(多個)吸附劑床82之健康狀態之基於流量比之反映，其中點E識別偵測器讀數已標示顯著的足夠總褪色(亦即，總資料值1604a、1604b)以指示(多個)吸附劑床82之健康狀態需要動作。在某些實施例中，導函數可另外或另一選擇係在用以依據感測器資料值識別穿透事件之計算中使用。舉例而言，入口及出口感測器資料值1604a、1604b可加在一起以形成總和感測器資料值集合(未展示)。在各項實施例中，可計算(多個)一階及/或二階導數以得到總和感測器資料值。可偵測硫穿透，且若一階導數及/或二階導數計算值變得低於預設定臨限值，則觸發警報。

電腦控制元件。

可使用包括處理器、記憶體及已用執行特定功能之指令進程式化或可在經設計以執行指定功能之處理器中實施之其他組件之計算裝置(諸如，電腦)實施諸如閥控制器102b、124b、122b、502b、682b、681b、636b、監視器110、系統控制器890及資料庫811之控制元件。處理器可為任何可程式化微處理器、微電腦或多處理器晶片或可由軟體指令(應用程式)組態以執行包含本文中所闡述之各項實施例之功能的多種功能的晶片。在一些計算裝置中，可提供多個處理器。通常，軟體應用程式可在其被存取及載入至處理器中之前儲存於內部記憶體中。在某些計算裝置中，處理器可包含足以儲存軟體指令之內部記憶體。

圖10係適於與實施例中之任一者一起使用之計算裝置之方塊圖。此類計算裝置1000通常包含耦合至依電性記憶體1002及大容量非依電性記憶體之處理器1001，諸如磁碟或固態快閃磁碟機1003。通常，軟體應用程式可在其被存取及載入至處理器1001中之前儲存於內部記憶體1002中。處理器1001可包含足以儲存應用程式軟體指令之內部記憶體。

計算裝置1000亦可包含耦合至處理器1001之快閃磁碟機1004及光碟(CD)磁碟機1005。通常，計算裝置1000亦將包含諸如滑鼠1007之指向裝置、諸如鍵盤1008之使用者輸入裝置及顯示器1009。計算裝置1000亦可包含耦合至處理器1001以用於形成資料連接或網路連接或用於接收外部記憶體裝置之若干連接器埠1006，諸如USB或FireWire®接線插座。在筆記本組態中，電腦殼體包含如電腦技術中眾所周知之指向裝置1007、鍵盤1008及顯示器1009。

儘管計算裝置1000圖解說明為使用桌上型形式因數，但所圖解說明之形式並不意指係限制性的。舉例而言，計算裝置1000之某些或所有組件可實施為桌上型電腦、膝上型電腦、迷你電腦、平板、智慧型電話或個人資料助理。

諸如閥控制器102b、124b、122b、502b、682b、681b、636b、監視器110、系統控制器890及資料庫811之各種計算裝置亦可在多種市場上可得之伺服器裝置(諸如，在圖11中圖解說明之伺服器1100)中之任一者上實施。此類伺服器1100通常包含耦合至依電性記憶體1102及大容量非依電性記憶體(諸如，磁碟機1103)之處理器1101。伺服器1100亦可包含耦合至處理器1101之外部磁碟機、光碟(CD)或DVD磁碟機1104。伺服器1100亦可包含耦合至處理器1101以用於形成與網路1112(諸如，耦合至其他廣播系統電腦及伺服器之區域網路)之資料連接的網路存取埠1106。伺服器1100亦可包含操作者介面，諸如鍵盤1108、指標裝置(例如，電腦滑鼠1110)，及顯示器1109。

處理器1001及1101可為任何可程式化微處理器、微電腦或多處理器晶片或可由軟體指令(應用程式)組態以執行包含下文所闡述之各種實施例之功能之各種功能的晶片。在某些行動接收器裝置中，可提供多個處理器，諸如專用於無線通信功能之一個處理器及專用於運行其他應用程式之一個處理器。通常，軟體應用程式在被存取且載入至處

理器 1001 及 1101 中之前可儲存於內部記憶體 1002、1102 及/或 1103 中。處理器 1001 及 1101 可包含足以儲存應用軟體指令的內部記憶體。

結合本文中所揭示之實施例闡述之各種說明性邏輯區塊、模組、電路及演算法步驟可實施為電子硬體、電腦軟體或二者的組合。為清晰地圖解說明硬體及軟體之此可互換性，上文通常已就其功能性而言來闡述各種說明性組件、區塊、模組、電路及步驟。此功能性實施為硬體還是軟體取決於特定應用程式及強加於整個系統之設計約束條件。雖然熟練技工可針對每一特定應用以不同方式實施所闡述的功能性，但不應將此類實施方案決策解釋為致使背離本發明之範疇。

用以實施結合本文中所揭示之態樣闡述之各種說明性邏輯、邏輯區塊、模組及電路之硬體可藉助於以下裝置實施或執行：通用處理器、數位信號處理器(DSP)、特殊應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FPGA)或其他可程式化邏輯裝置、離散閘或電晶體邏輯、離散硬體組件或經設計以執行本文中所闡述功能之其任何組合。通用處理器可係微處理器，但在替代方案中，處理器可係任何習用處理器、控制器、微控制器或狀態機。處理器亦可實施為計算裝置之組合，例如 DSP 與微處理器之組合、複數個微處理器、結合 DSP 核心之一或多個微處理器或任何其他此類組態。另一選擇係，某些區塊或方法可藉由給定功能特定之電路來執行。

前述方法說明僅提供為說明性實例且並非意欲需要或暗示各項實施例之步驟必須以所呈現次序執行。如熟習此項技術者將理解，前述實施例中之步驟的次序可以任何次序執行。諸如「其後」、「然後」、「接下來」等措詞不必意欲限制該等步驟之次序，此等措詞可用以在該等方法之整個說明中對讀者進行指導。此外，以單數形式對申請專利範圍之任何提及(例如，使用冠詞「一(a或an)」或「該(the)」)不應視為將要素限制於單數。

前文對所揭示態樣之說明經提供以使任一熟習此項技術者能夠製作或使用本發明。熟習此項技術者將易於明瞭對此等態樣之各種修改，且本文中所界定之通用原理在不背離本發明之範疇之情況下可應用於其他態樣。因此，並非意欲將本發明限於本文中所展示之態樣，而欲賦予其與本文中所揭示之原理及新穎特徵相一致之最寬廣範疇。

### 【符號說明】

11	入口/出口隔離閥/隔離閥/閥
80	吸附劑床總成/燃料處理模組
82	吸附劑床
82a	第一至第五初級吸附劑床/初級吸附劑床
82b	備用吸附劑床/備用床
83	斜面邊緣
84	可旋轉墊
85	中心軸
86	通道
88	輸入及輸出連接件
88a	輸入及輸出連接件
88b	連接件/輸入及輸出連接件
88c	連接件/輸入及輸出連接件
91	管線/旁通管線
92	管線
93	管線
94	管線
95	管線
96	管線
101	源/燃料源

101a	燃料源
101b	燃料源
102a	閥
102b	閥控制器
103	過濾器
104	閥
105	燃料電池堆疊
106a	偵測器/顏色改變偵測器
106b	偵測器/顏色改變偵測器
106c	偵測器/顏色改變偵測器
106d	偵測器/顏色改變偵測器
106e	偵測器/顏色改變偵測器
106f	偵測器/顏色改變偵測器
106g	偵測器/顏色改變偵測器
110	監視器/顏色改變偵測器
122a	閥
122b	閥控制器
124a	閥
124b	閥控制器
132	備用燃料入口管線/管線
133	管線
134	管線
135	管線
136	管線
137	管線
280	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)

380a	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)
380b	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)
380c	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)
380d	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)
380e	吸附劑床總成
380f	吸附劑床總成
390a	第一子系統
390b	第二子系統
392	四通閥/閥
392a	入口
392b	入口
392c	出口
392d	出口
480a	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)
480b	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)
480c	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)
480d	總成/吸附劑床總成(亦即，燃料處理模組)
500	燃料電池系統/燃料處理模組
501	旁通管線/管線
502a	旁通閥
502b	控制器
506	偵測器/上游偵測器//顏色改變偵測器
520	單獨上游備用吸附劑床/備用吸附劑床/上游吸附劑床
532	管線
594	共同入口管線

600	燃料電池系統/系統/燃料處理模組
631	管線
632	管線
636a	自動閥
636b	控制器/閥控制器
671	相關聯偵測器/顏色改變偵測器
672	相關聯偵測器/顏色改變偵測器
681a	閥
681b	控制器/閥控制器
682a	閥
682b	控制器/閥控制器
706	滑流偵測器/顏色改變偵測器/偵測器
712	管線
714	管線
716	管線/滑流管線
801	吸附劑床DES
802	吸附劑床DES/第二吸附劑床DES
803	吸附劑床DES/第三吸附劑床
804	吸附劑床DES/最後之吸附劑床
801s至815s	快速連接部/切斷部
811	顏色改變資料庫/資料庫
815p	連接件
850	顏色改變墊
852	顏色敏感性光偵測器
854	光源
890	系統控制器

901	經量測堆疊電壓
902	經量測系統電流
1000	計算裝置
1001	處理器
1002	內部記憶體/依電性記憶體
1003	磁碟或固態快閃磁碟機
1004	快閃磁碟機
1005	光碟(CD)磁碟機
1006	連接器埠
1007	指向裝置
1008	鍵盤
1009	顯示器
1100	伺服器
1101	處理器
1102	內部記憶體/依電性記憶體
1103	內部記憶體/磁碟機
1104	DVD磁碟機
1106	網路存取埠
1108	鍵盤
1109	顯示器
1110	電腦滑鼠
1112	網路
1200	光學偵測器
1202	感測材料
1202a	感測材料墊/感測墊
1202b	感測材料墊/感測墊

1204	基板
1206	感測器
1208	光源
1210	殼體
1212	外部
1214	內部
1216	外部罩/罩
1218	參考材料
1220	參考感測器
1222	光源
1224	處理器
1280	燃料處理模組
1602	圖表
1604a	線/資料值/入口感測器資料值/總資料值/入口及出口感測器資料值
1604b	資料值/入口感測器資料值/總資料值/入口及出口感測器資料值
1606	圖表
A	點
B	點
C	點
D	點
E	時間點/點

201546436

## 發明摘要

※ 申請案號：104100087.

※ 申請日：104.1.5.

※IPC 分類：G01N 3/27  
H01M 8/04

## 【發明名稱】

用於指示燃料電池系統中不欲組分的結構及方法

STRUCTURE AND METHOD FOR INDICATING UNDESIRABLE  
CONSTITUENTS IN A FUEL CELL SYSTEM

## 【中文】

本發明揭示一種用於偵測燃料電池系統中不欲組分之光學偵測系統，其包含：感測材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色；及至少一個感測器，其經組態以標示(register)該感測材料之該顏色改變。該感測器係耦合至對應光源。該感測材料、該感測器及該光源係封裝於殼體中。

## 【英文】

An optical detection system for detecting undesirable constituents in a fuel cell system includes a sensing material configured to change color in the presence of the undesirable constituents and at least one sensor configured to register the change in color of the sensing material. The sensor is coupled to a corresponding light source. The sensing material, the sensor and the light source are enclosed in a housing.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（1A）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 80 吸附劑床總成/燃料處理模組
- 82 吸附劑床
- 83 斜面邊緣
- 84 可旋轉墊
- 85 中心軸
- 86 通道

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無

## 申請專利範圍

1. 一種用於偵測燃料電池系統中不欲組分之光學偵測系統，其包括：
  - 感測材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色；及
  - 至少一個感測器，其經組態以標示該感測材料之該顏色改變，
  - 其中該感測材料、該感測器及該光源係封裝於殼體中。
2. 如請求項1之系統，其中：
  - 該殼體具有不透光之外部；且
  - 該至少一個感測器係耦合至對應光源。
3. 如請求項1之系統，其中該殼體具有白色內部。
4. 如請求項2之系統，其進一步包括複數個感測器及複數個光源。
5. 如請求項2之系統，其中該殼體進一步封裝於不透光之外部罩中。
6. 如請求項2之系統，其進一步包括：參考材料，其在存在該等不欲組分之情況下不改變顏色；及參考感測器，其經組態以標示該參考材料之該顏色改變且光學耦合至光源。
7. 如請求項6之系統，其中：
  - 該感測材料及該參考材料各自包括在基板上之油漆或染料；
  - 該感測器包括面向該基板之光偵測器；且
  - 該光源經組態以照射該基板。
8. 如請求項6之系統，其中：
  - 該感測材料包括顏色改變顆粒或微粒，且該參考材料包括基板上之油漆或染料；

該感測器包括面向該基板及該等顏色改變微粒之光偵測器；  
且

該光源經組態以照射該基板及該等顏色改變顆粒或微粒。

9. 如請求項6之系統，其進一步包括：處理器，其經組態以自來自該感測器之信號值減去來自該參考感測器之信號值以增加信號對雜訊比。
10. 如請求項6之系統，其中在不存在該等不欲組分之情況下該感測材料之該顏色與該參考材料之該顏色係實質上相同的。
11. 如請求項7之系統，其中該感測材料包括硫敏感性顏色改變化合物。
12. 如請求項11之系統，其中該參考材料包括硫不敏感性化合物。
13. 如請求項4之系統，其中該等感測器中之每一者包括包含顏色敏感性光偵測器之顏色改變偵測器。
14. 如請求項4之系統，其中該複數個感測器中之每一者包括紅色、綠色及藍色顏色感測器。
15. 如請求項4之系統，其中該等組分包括該燃料電池系統之入口燃料流中之硫或含硫化合物，且其中該等感測器及該感測材料係定位於該燃料電池系統之燃料入口線路中或滑流線路中。
16. 如請求項4之系統，其進一步包括經組態以在滿足警報準則時產生警報信號之處理器。
17. 如請求項16之系統，其中當該等感測器中之任一者之絕對值與其經校準值之偏差超過預設定值時滿足該警報準則。
18. 如請求項16之系統，其中該處理器係經組態以應用信號平均化演算法來增加對應於該感測材料之顏色改變之信號之信號對雜訊比。
19. 如請求項16之系統，其中當滿足該警報準則達預定時間量時產

生該警報信號。

20. 如請求項16之系統，其中當感測器值在預定警報值範圍內時產生該警報信號。
21. 如請求項16之系統，其中當該等感測器中之任一者之任何個別值在預定範圍之外時滿足該警報準則。
22. 如請求項16之系統，其中每一感測器具有其自身之預定可接受範圍。
23. 如請求項16之系統，其中當最小平方迴歸係數落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
24. 如請求項16之系統，其中當感測器值關於時間之二階導數落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
25. 如請求項16之系統，其中當感測器值關於時間之一階導數落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
26. 如請求項16之系統，其中當感測器值之絕對值之總和落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
27. 如請求項16之系統，其中該處理器係經組態以在感測器信號變化之正斜率與負斜率之間進行區分。
28. 如請求項16之系統，其中該處理器係經組態以在該等感測器之正讀回改變與負讀回改變之間進行區分。
29. 如請求項16之系統，其中該處理器係經組態以對每一個別感測器應用不同警報偵測演算法。
30. 如請求項29之系統，其中每一個別感測器係定位於沿著該燃料電池系統之該燃料入口線路之不同位置處。
31. 如請求項29之系統，其中該警報偵測演算法係選自由以下各項組成之群組：感測器值改變關於時間之二階導數落於預設定範圍之外、感測器值改變關於時間之一階導數落於預設定範圍之

外、感測器值改變之絕對值之總和落於預設定範圍之外、單個感測器值改變之最大絕對值落於預設定範圍之外、最小平方迴歸係數落於預設定範圍之外，以及其任何組合。

32. 一種偵測燃料電池系統中不欲組分之方法，其包括：

提供光學偵測系統，該光學偵測系統包括經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色之感測材料；

用來自光源之光照射該感測材料；

使用感測器判定該感測材料中是否已發生顏色改變；

回應於判定該感測材料中已發生顏色改變而偵測該燃料電池系統之燃料流中不欲組分之存在；及

當基於該不欲組分之存在滿足警報準則時產生警報信號。

33. 如請求項32之方法，其中該感測材料、該感測器及該光源係封裝於具有不透光之外部之殼體中。

34. 如請求項33之方法，其中該殼體具有白色內部。

35. 如請求項32之方法，其中該光學偵測系統包含處理器及複數個感測器。

36. 如請求項33之方法，其中該殼體進一步封裝於不透光之外部罩中。

37. 如請求項32之方法，其進一步包括：

藉由光學耦合至光源之參考感測器標示包含於該光學偵測系統中之參考材料之顏色改變，其中該參考材料經組態以在存在該等不欲組分之情況下不改變顏色。

38. 如請求項37之方法，其中該感測材料及該參考材料各自包括在基板上之油漆或染料，該感測器包括面向該基板之光偵測器，且其中照射該感測材料包括照射該基板。

39. 如請求項37之方法，其進一步包括：

藉由該光學偵測系統之處理器自來自該感測器之信號值減去來自該參考感測器之信號值以增加對應於該感測材料之顏色改變之信號之信號對雜訊比。

40. 如請求項37之方法，其中在不存在該等不欲組分之情況下該感測材料之該顏色與該參考材料之該顏色係實質上相同的。
41. 如請求項37之方法，其中該感測材料係硫敏感性顏色改變化合物。
42. 如請求項41之方法，其中該參考材料係硫不敏感性化合物。
43. 如請求項35之方法，其中該等感測器中之每一者係用顏色敏感性光偵測器組態之顏色改變偵測器。
44. 如請求項35之方法，其中該複數個感測器包含至少一個紅色顏色感測器、至少一個綠色顏色感測器及至少一個藍色顏色感測器。
45. 如請求項35之方法，其中偵測該燃料電池系統之該燃料流中之該不欲組分之存在包括偵測該燃料電池系統之入口燃料流中之硫，且其中該等感測器及該感測材料係定位於該燃料電池系統之燃料入口線路中或滑流線路中。
46. 如請求項32之方法，其中該系統進一步包括複數個光源。
47. 如請求項32之方法，其中當該等感測器中之任一者之絕對值與其經校準值之偏差超過預設定值時滿足該警報準則。
48. 如請求項35之方法，其進一步包括藉由該光學偵測系統之該處理器將信號平均化演算法應用於對應於該感測材料之顏色改變之信號以增加信號對雜訊比。
49. 如請求項35之方法，其中當滿足該警報準則達預定時間量時產生該警報信號。
50. 如請求項35之方法，其中當感測器值在預定警報值範圍內時產

生該警報信號。

51. 如請求項35之方法，其中當該等感測器中之任一者之任何個別值落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
52. 如請求項35之方法，其中每一感測器具有對應的自身之預定可接受值範圍。
53. 如請求項35之方法，其中當最小平方迴歸係數落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
54. 如請求項35之方法，其中當感測器值關於時間之二階導數落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
55. 如請求項35之方法，其中當感測器值關於時間之一階導數落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
56. 如請求項35之方法，其中當感測器值之絕對值之總和落於預設定範圍之外時滿足該警報準則。
57. 如請求項35之方法，其中判定該感測材料中是否已發生顏色改變包含藉由該處理器在針對該複數個感測器中之至少一者之信號變化之正斜率與負斜率之間進行區分。
58. 如請求項57之方法，其中在針對該複數個感測器中之至少一者之信號變化之正斜率與負斜率之間進行區分包括：

藉由該處理器計算來自該至少一個感測器之值關於時間之二階導數。
59. 如請求項58之方法，其進一步包括：

當該經計算二階導數已落於預設定範圍之外時判定該感測材料中已發生顏色改變。
60. 如請求項35之方法，其進一步包括藉由該處理器在針對該複數個感測器中之至少一者之值之正讀回改變與負讀回改變之間進行區分。

61. 如請求項35之方法，其進一步包括藉由該處理器對該複數個感測器中之每一者應用不同的警報偵測演算法，且其中該複數個感測器中之每一者係定位於沿著該燃料電池系統之該燃料入口線路之不同位置處。
62. 如請求項61之方法，其中該警報偵測演算法係選自由以下各項組成之群組：感測器值改變關於時間之二階導數落於預設定範圍之外、感測器值改變關於時間之一階導數落於預設定範圍之外、感測器值改變之絕對值之總和落於預設定範圍之外、單個感測器值改變之最大絕對值落於預設定範圍之外、最小平方迴歸係數落於預設定範圍之外，以及其任何組合。
63. 如請求項61之方法，其中已基於選自以下各項中之一或多者之當前操作條件正規化來自該感測器之該信號：流動介質流率、流動介質壓力、流動介質溫度、感測器溫度及流動介質濕度。
64. 如請求項32之方法，其中：
- 該燃料電池系統包括燃料電池堆疊及流體連接至該燃料電池堆疊之燃料處理模組；
- 該燃料處理模組包括初級吸附劑床、備用吸附劑床、以及經組態以控制至該備用吸附劑床之燃料流量之閥，
- 該閥在不產生該警報信號時引導所有或大部分燃料流量穿過該初級吸附劑床；且
- 該閥經組態以在產生該警報信號時引導所有燃料流量或較多燃料流量穿過該備用吸附劑床。
65. 一種偵測燃料電池系統中不欲組分之方法，其包括：
- 監視由該燃料電池系統之燃料電池堆疊隨時間使用之燃料量，其中基於隨時間使用之該等燃料量計算燃料流率；
- 量測該燃料電池堆疊隨時間之電壓輸出；

判定在給定經計算燃料流率之一時段期間內該等電壓輸出是否指示至少5%之電壓降低；及

回應於判定在其中該經計算燃料流率近似恆定之一時段期間內該等電壓輸出指示至少5%之電壓降低而產生警報，其中該警報發信號指示該等不欲組分之存在。

66. 如請求項65之方法，其進一步包括：

判定在其中經計算燃料流率近似恆定之一時段期間內該等電壓輸出是否指示振盪電壓；及

回應於判定在其中經計算燃料流率近似恆定之一時段期間內該等電壓輸出指示振盪電壓而產生該警報。

67. 如請求項65之方法，其中判定該等電壓輸出是否指示至少5%之電壓降低包括應用選自由以下各項組成之群組之警報偵測演算法：

電壓輸出值關於時間之一階導數降至低於預定臨限值，其中該預定臨限值包括負值；及

電壓輸出值關於時間之該一階導數之斜率改變，其中該改變包括自正斜率至負斜率或自負斜率至正斜率之切換。

68. 一種偵測燃料電池系統中不欲組分之方法，其包括：

提供光學偵測系統，其中該光學偵測系統包含：感測材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色；至少一個組分感測器，其經組態以標示該感測材料之該顏色改變；參考材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下不改變顏色；及參考感測器，其經組態以標示該參考材料之該顏色改變；

基於該感測材料與該參考材料之顏色改變之間的差異偵測該燃料電池系統之燃料流中之不欲組分；及

當滿足警報準則時產生警報信號。

69. 如請求項68之方法，其中該至少一個組分感測器及該參考感測器各自耦合至光源，且其中該感測材料、該組分感測器、該參考材料、該參考感測器及該等光源係封裝於殼體中。
70. 如請求項69之方法，其中該殼體具有不透光之外部。
71. 如請求項69之方法，其中該殼體具有白色內部。
72. 如請求項68之方法，其中該光學偵測系統包含複數個組分感測器及對應光源。
73. 如請求項68之方法，其進一步包括自來自該至少一個組分感測器之信號值減去來自該參考感測器之信號值以增加對應於該感測材料之該顏色改變之信號之信號對雜訊比。
74. 一種用於偵測燃料電池系統中不欲組分之光學偵測系統，其包括：
  - 感測材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色；
  - 至少一個感測器，其經組態以標示該感測材料之該顏色改變，該感測器耦合至對應光源；
  - 參考材料，其在存在該等不欲組分之情況下不改變顏色；及
  - 參考感測器，其經組態以標示該參考材料之該顏色改變且光學耦合至光源。
75. 如請求項74之系統，其中該感測材料、該感測器、該參考材料、該參考感測器及該等光源係封裝於殼體中。
76. 如請求項75之系統，其中該殼體具有不透光之外部。
77. 如請求項75之系統，其中該殼體具有白色內部。
78. 一種偵測燃料電池系統中不欲組分之方法，其包括：
  - 提供光學偵測系統，該光學偵測系統包括：感測材料，其經組態以在存在該等不欲組分之情況下改變顏色；至少一個感測

器，其包括紅色、綠色及藍色顏色感測器；及處理器，其經組態以自每一顏色感測器接收顏色值；

將來自每一顏色感測器之個別值發送至該處理器；及

當滿足警報準則時產生警報信號。

79. 如請求項78之方法，其中：

該燃料電池系統包括燃料電池堆疊及流體連接至該燃料電池堆疊之燃料處理模組；

該燃料處理模組包括初級吸附劑床、備用吸附劑床、以及經組態以控制至該備用吸附劑床之燃料流量之閥，

該閥在不產生該警報信號時引導所有或大部分燃料流量穿過該初級吸附劑床；且

該閥在產生該警報信號時引導所有燃料流量或較多燃料流量穿過該備用吸附劑床。

80. 如請求項78之方法，其進一步包括組合所有感測器之該等個別值以計算平均信號。

81. 如請求項78之方法，其中當感測器值之絕對值之總和超過預設定值時、當感測器值關於時間之二階導數落於預設定範圍之外時或當感測器值關於時間之一階導數超過預設定值時，滿足該警報準則。

82. 一種燃料電池系統，其包括：

燃料電池堆疊；

燃料處理模組，其流體連接至該燃料電池堆疊，該燃料處理模組包括：

初級吸附劑床；

備用吸附劑床；

閥，其經組態以控制至該備用吸附劑床之燃料流量；及

偵測器，其用於偵測該初級吸附劑床中之穿透事件，

其中該閥經組態以引導所有或大部分燃料流量穿過該初級吸附劑床，且其中在偵測到該穿透事件時，該閥經組態以引導所有燃料流量或較多燃料流量穿過該備用吸附劑床。

83. 如請求項82之系統，其中該閥係經組態以在偵測到穿透事件之前引導小部分燃料流量穿過該備用吸附劑床且引導大部分燃料流量穿過該初級吸附劑床。
84. 如請求項83之系統，其中該閥係經組態以回應於偵測到該初級吸附劑床中之穿透事件而引導所有或大部分燃料流量穿過該備用吸附劑床且不引導或引導小部分燃料流量穿過該初級吸附劑床。
85. 如請求項82之系統，其中該閥係經組態以在偵測到穿透事件之前引導所有燃料流量穿過該初級吸附劑床。
86. 如請求項85之系統，其中該閥係經組態以回應於偵測到該初級吸附劑床中之穿透事件而引導所有或大部分燃料流量穿過該備用吸附劑床且不引導或引導小部分燃料流量穿過該初級吸附劑床。
87. 如請求項82之系統，其中該備用吸附劑床係在該燃料處理模組外部且大於該初級吸附劑床，且其中該備用吸附劑床被週期性地繞過。
88. 如請求項82之系統，其中該偵測器係燃料電池堆疊效能監視系統、顏色改變偵測器、電阻改變偵測器及人工鼻中之至少一者。
89. 如請求項88之系統，其中該偵測器係該燃料電池堆疊效能監視系統，且其中該燃料電池堆疊效能監視系統在該燃料電池堆疊電壓降低達至少5%時偵測到該穿透事件。

90. 如請求項82之系統，其中該初級吸附劑床與該備用吸附劑床係串聯流體連接。
91. 如請求項82之系統，其中該初級吸附劑床與該備用吸附劑床係並聯流體連接。
92. 一種燃料電池系統，其包括：
  - 燃料電池堆疊；
  - 燃料控制閥，其流體連接至該燃料電池堆疊；
  - 燃料處理模組，其流體連接至該燃料電池堆疊及該燃料控制閥；及
  - 偵測器，其包括顏色改變偵測器、電阻偵測器、人工鼻偵測器中之至少一者，其中回應於該偵測器偵測到燃料流中高於臨限值準之不欲組分，該燃料控制閥改變組態或該燃料電池堆疊切斷。
93. 如請求項92之燃料電池系統，其進一步包括不欲組分資料庫，該不欲組分資料庫係用以判定存在於該燃料電池系統中不欲組分的量或存在於該燃料電池系統中不欲組分的類型中之至少一者。
94. 如請求項92之燃料電池系統，其進一步包括中間耗盡偵測器，其中該中間耗盡偵測器係位於該燃料處理模組中並偵測該燃料處理模組內之吸附劑床之部分耗盡。
95. 如請求項92之燃料電池系統，其中該偵測器係位於該燃料處理模組上游。
96. 如請求項92之燃料電池系統，其中該偵測器係位於該燃料處理模組中或其下游。
97. 如請求項92之燃料電池系統，其中在偵測到該不欲組分時，該燃料控制閥經組態以執行以下各項中之至少一者：選擇不同燃

料源，切斷至該燃料電池堆疊之燃料流量，減小至該燃料電池堆疊之該燃料流量，或更改該燃料處理模組中之該等吸附劑床之間的該燃料流量。

98. 一種控制至燃料電池系統中之備用吸附劑床之燃料流量的方法，其包括：

偵測初級吸附劑床中之穿透事件，其中所有或大部分該燃料穿過該初級吸附劑床流動至燃料電池堆疊；及

回應於偵測到該初級吸附劑床中之穿透事件，不引導燃料或引導小部分燃料穿過該初級吸附劑床。

99. 如請求項98之方法，其進一步包括：

在偵測到該穿透事件之前引導小部分燃料流量穿過該備用吸附劑床且引導大部分燃料流量穿過該初級吸附劑床。

100. 如請求項99之方法，其進一步包括：

回應於偵測到該初級吸附劑床中之該穿透事件，引導所有或大部分燃料流量穿過該備用吸附劑床。

101. 如請求項98之方法，其中：

在偵測到該穿透事件之前，所有該燃料皆流動穿過該初級吸附劑床。

102. 如請求項101之方法，其進一步包括：

回應於偵測到該初級吸附劑床中之該穿透事件，引導所有或大部分燃料流量穿過該備用吸附劑床且不引導或引導小部分燃料流量穿過該初級吸附劑床。

103. 如請求項98之方法，其進一步包括：

引導該燃料流量之至少一部分穿過該備用吸附劑床；及

週期性地繞過該備用吸附劑床，該備用吸附劑床係在燃料處理模組外部且大於該初級吸附劑床。

104. 如請求項98之方法，其中：

偵測該穿透事件包括藉助燃料電池堆疊效能監視系統、顏色改變偵測器、電阻改變偵測器及人工鼻中之至少一者偵測該穿透事件。

105. 如請求項104之方法，其中偵測該穿透事件包括藉助該燃料電池堆疊效能監視系統偵測燃料電池堆疊電壓之至少5%降低。

106. 如請求項98之方法，其中：

該燃料流動穿過與該備用吸附劑床串聯流體連接之該初級吸附劑床。

107. 如請求項98之方法，其中：

該燃料流動穿過與該備用吸附劑床並聯流體連接之該初級吸附劑床。

108. 一種偵測燃料電池系統中不欲組分之方法，其包括：

藉助顏色改變偵測器、電阻偵測器及人工鼻偵測器中之至少一者偵測至燃料電池堆疊中之燃料流量中高於臨限值準之不欲組分；及

回應於偵測到高於該臨限值準之該不欲組分，執行以下各項中之至少一者：切斷該燃料電池堆疊，以及引導該燃料流量之至少一部分穿過不同吸附劑床。

109. 如請求項108之方法，其進一步包括：

使用不欲組分資料庫判定存在於該燃料流量中之該不欲組分的量或存在於該燃料流量中之該不欲組分的類型中之至少一者。

110. 如請求項108之方法，其進一步包括：

在含有至少一個吸附劑床之燃料處理模組上游偵測該不欲組分。

111. 如請求項108之方法，其進一步包括：

在含有至少一個吸附劑床之燃料處理模組中或其下游偵測高於該臨限值之該不欲組分。

112. 如請求項108之方法，其進一步包括：

執行以下各項中之至少一者：選擇不同燃料源，切斷至燃料電池堆疊之該燃料流量，減小至該燃料電池堆疊之該燃料流量，或更改吸附劑床之間的該燃料流量。

113. 一種用於偵測流體連接至燃料電池堆疊之燃料處理模組中之吸附劑床之健康狀態的方法，該方法包括：

基於流動穿過該吸附劑床之燃料之總量對流動穿過該燃料處理模組之至少一個感測器之燃料之總量之比而計算流量比，其中該至少一個感測器能夠偵測自該吸附劑床排出之不欲組分；

基於該經計算流量比判定可接受感測器值範圍；及

若該感測器值落於針對該經計算流量比之該可接受範圍之外，則觸發警報。





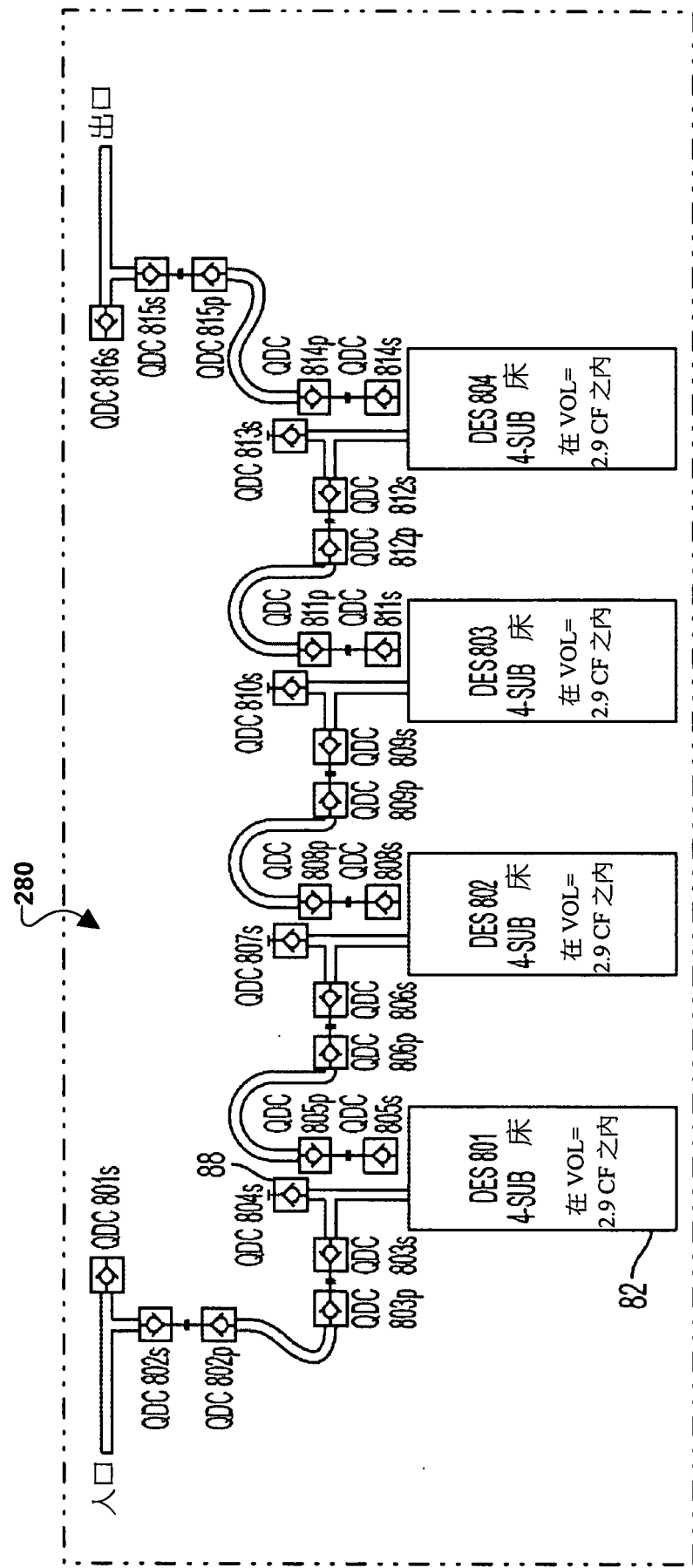


圖 2



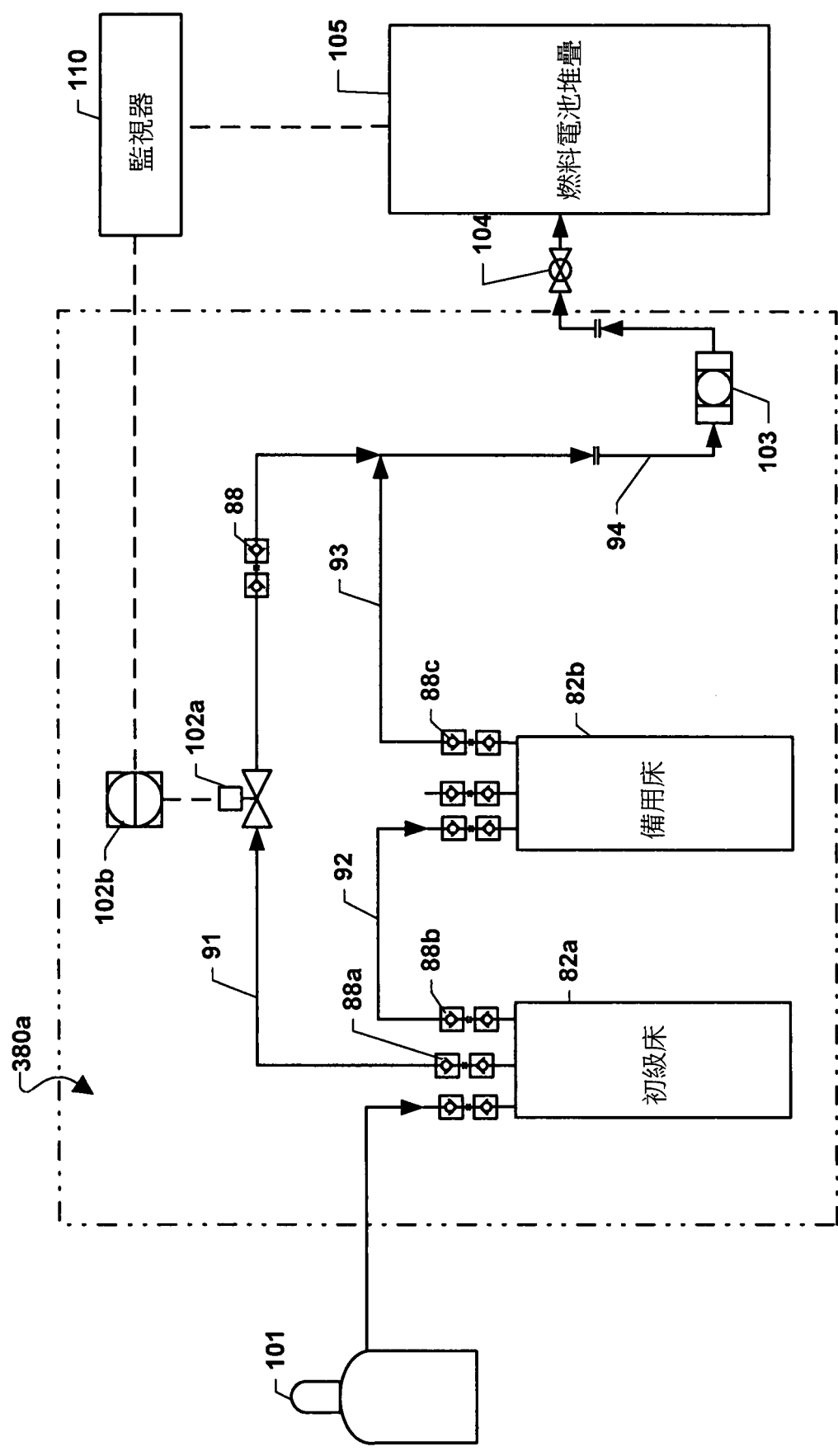


圖 3A



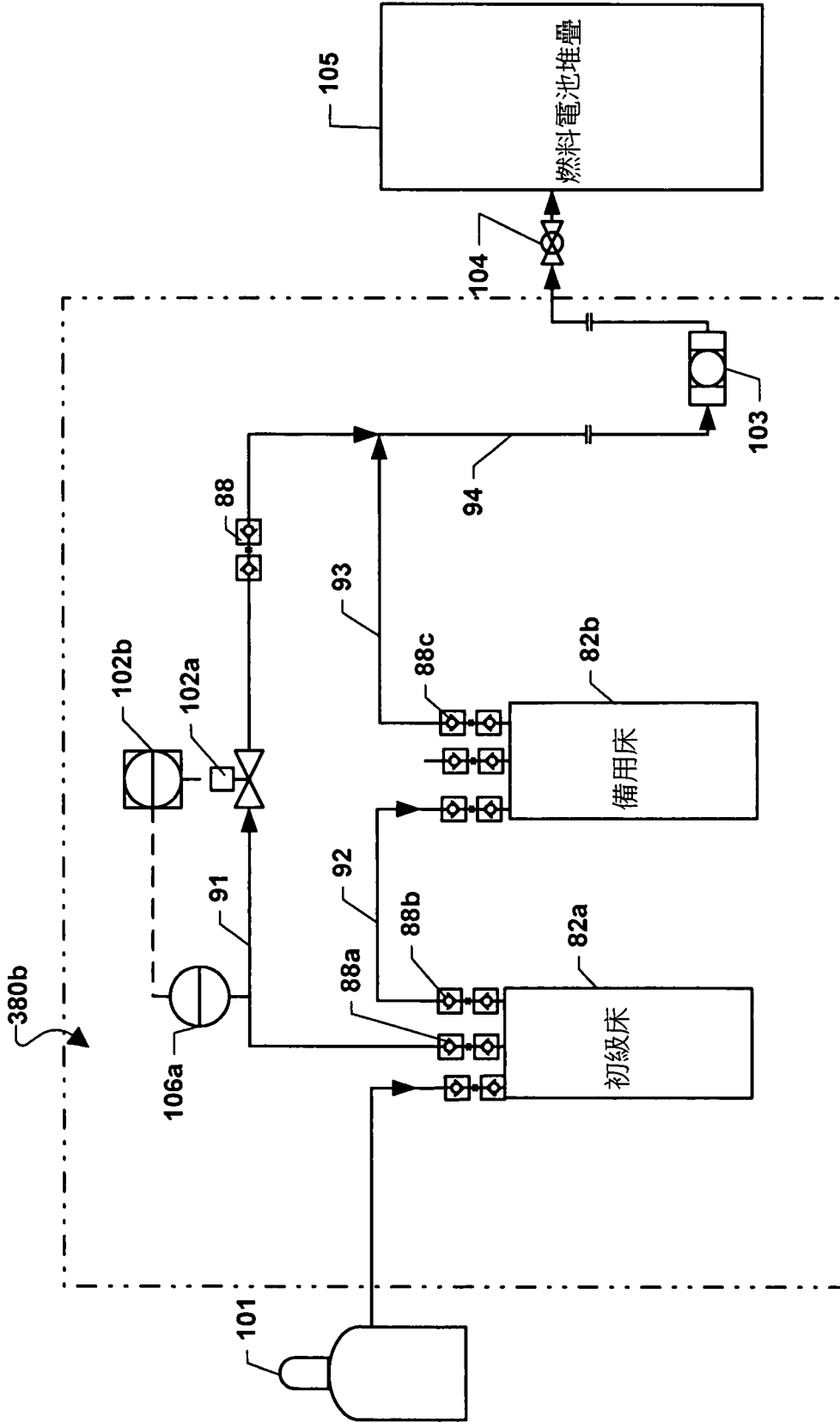


圖 3B

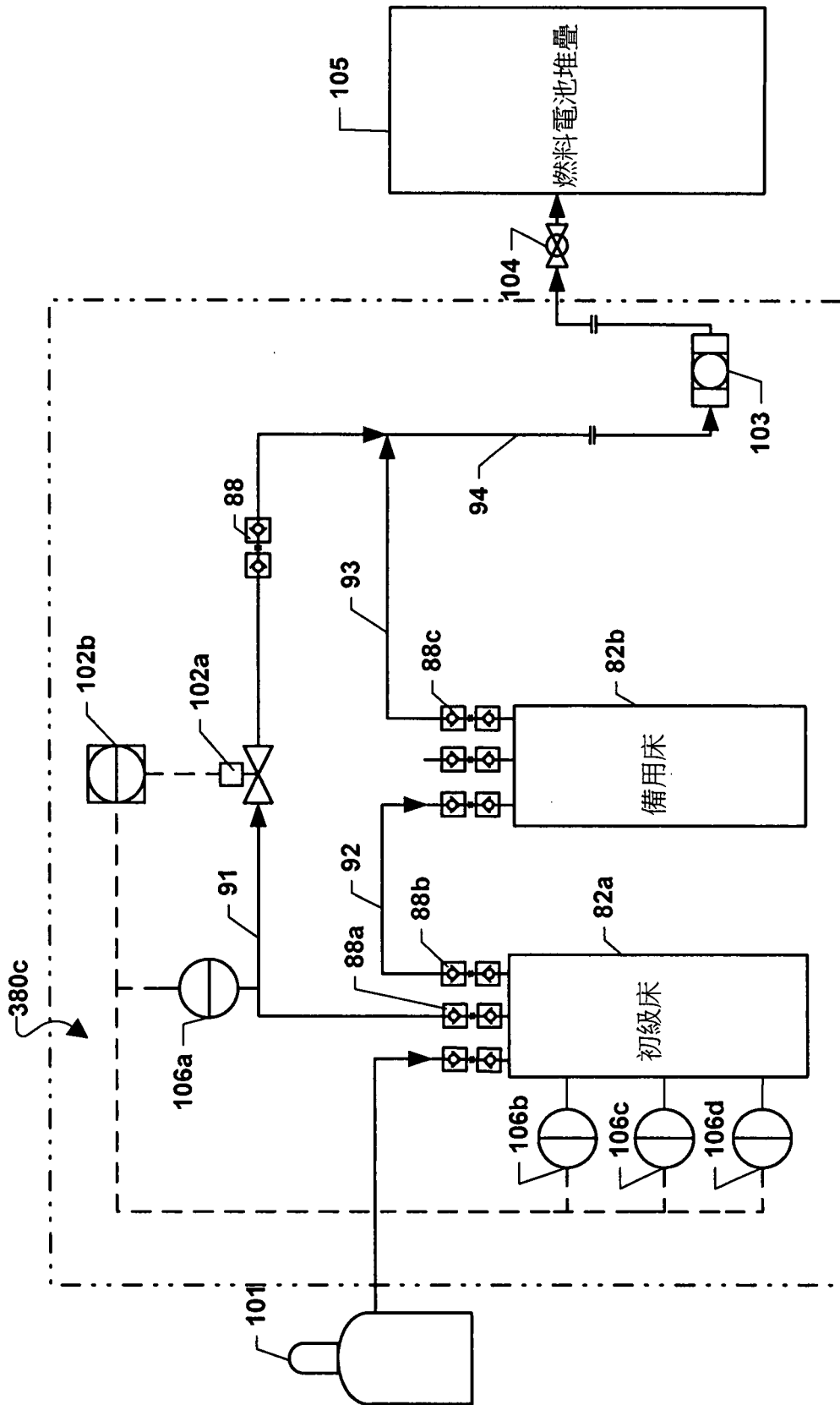


圖 3C

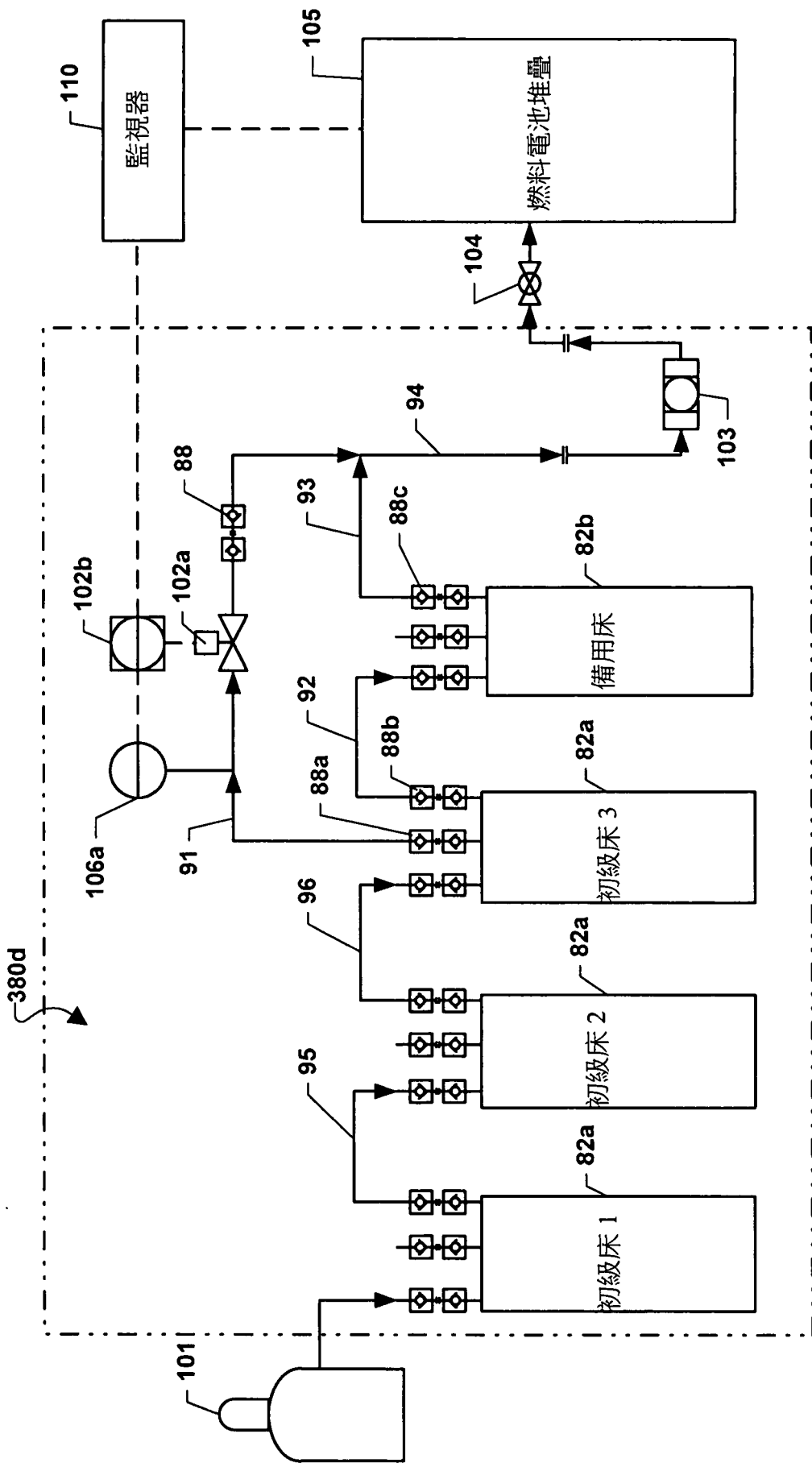


圖 3D



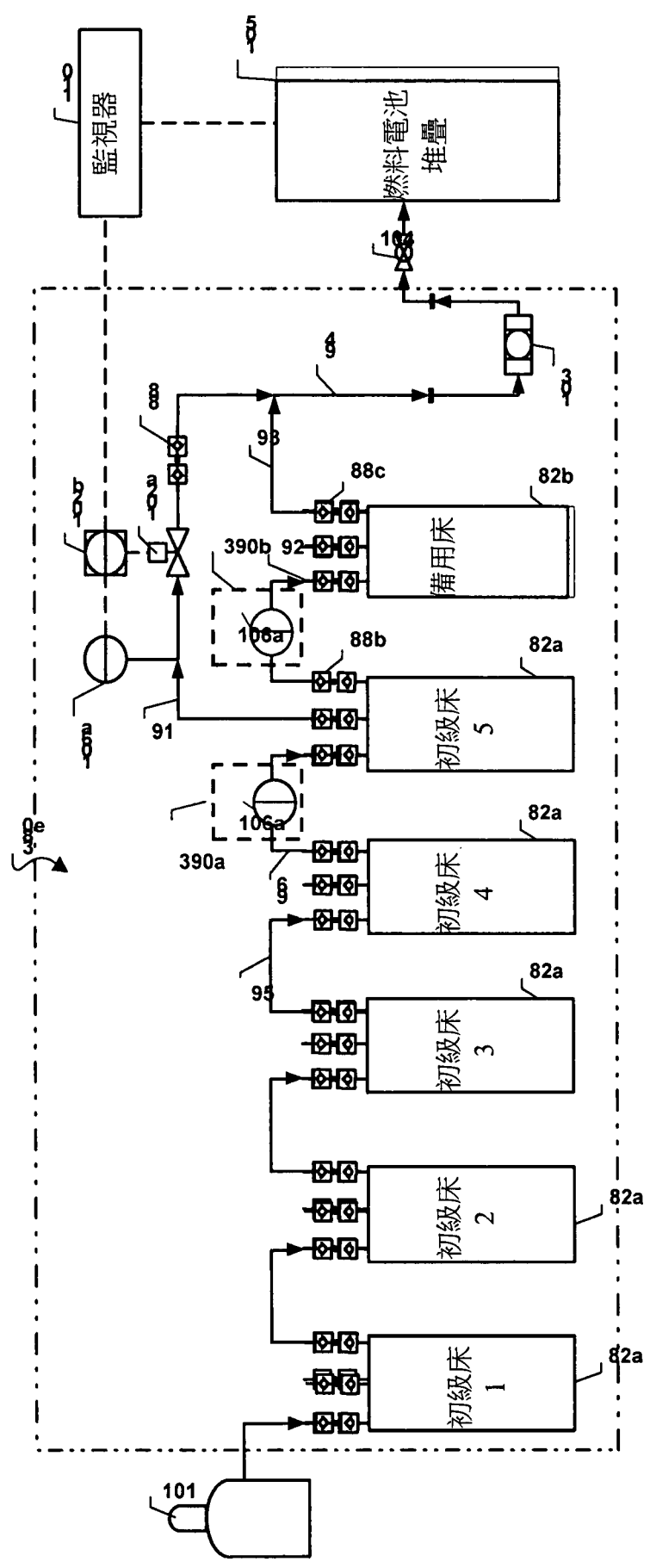


圖 3E

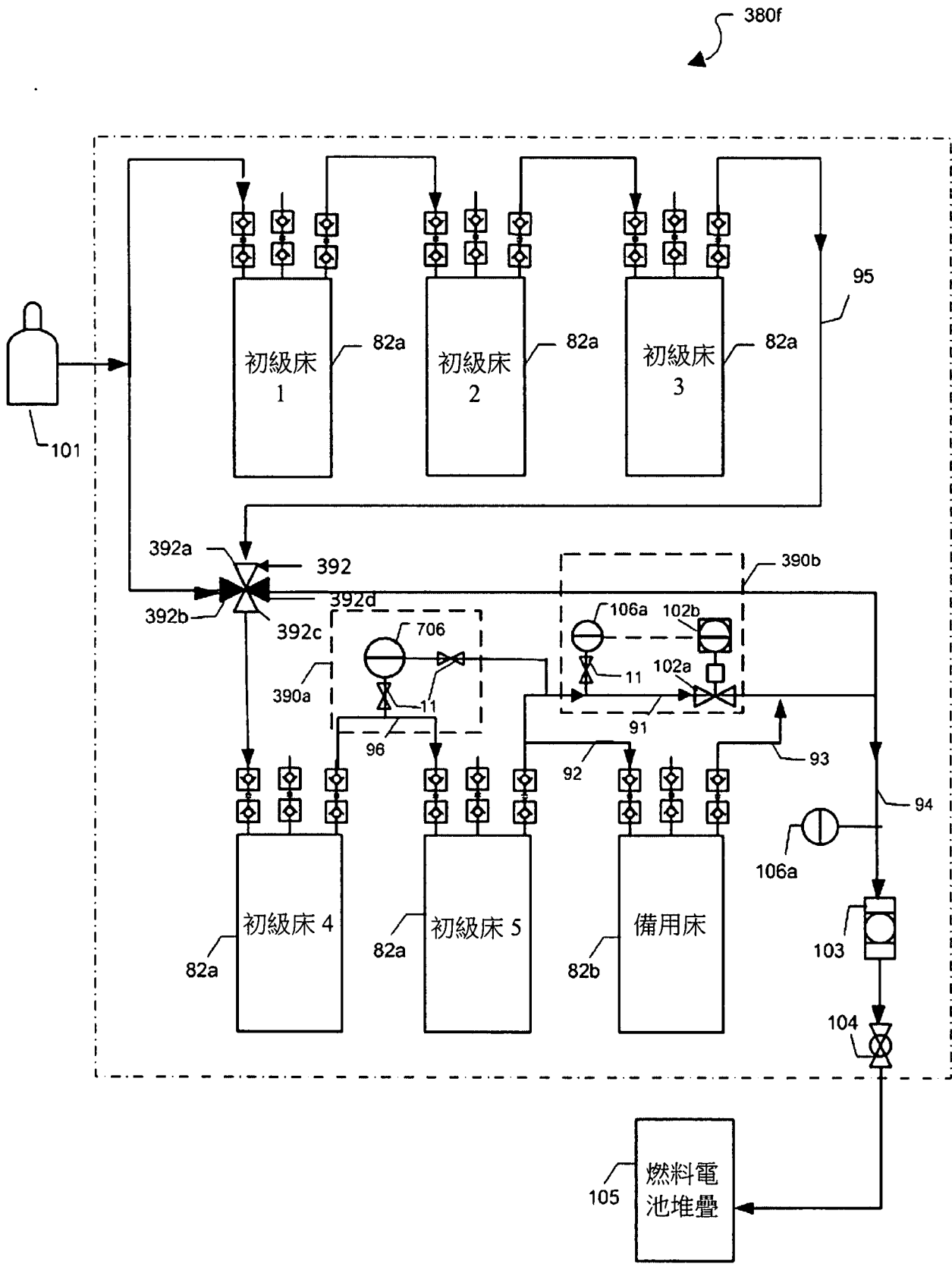


圖 3F

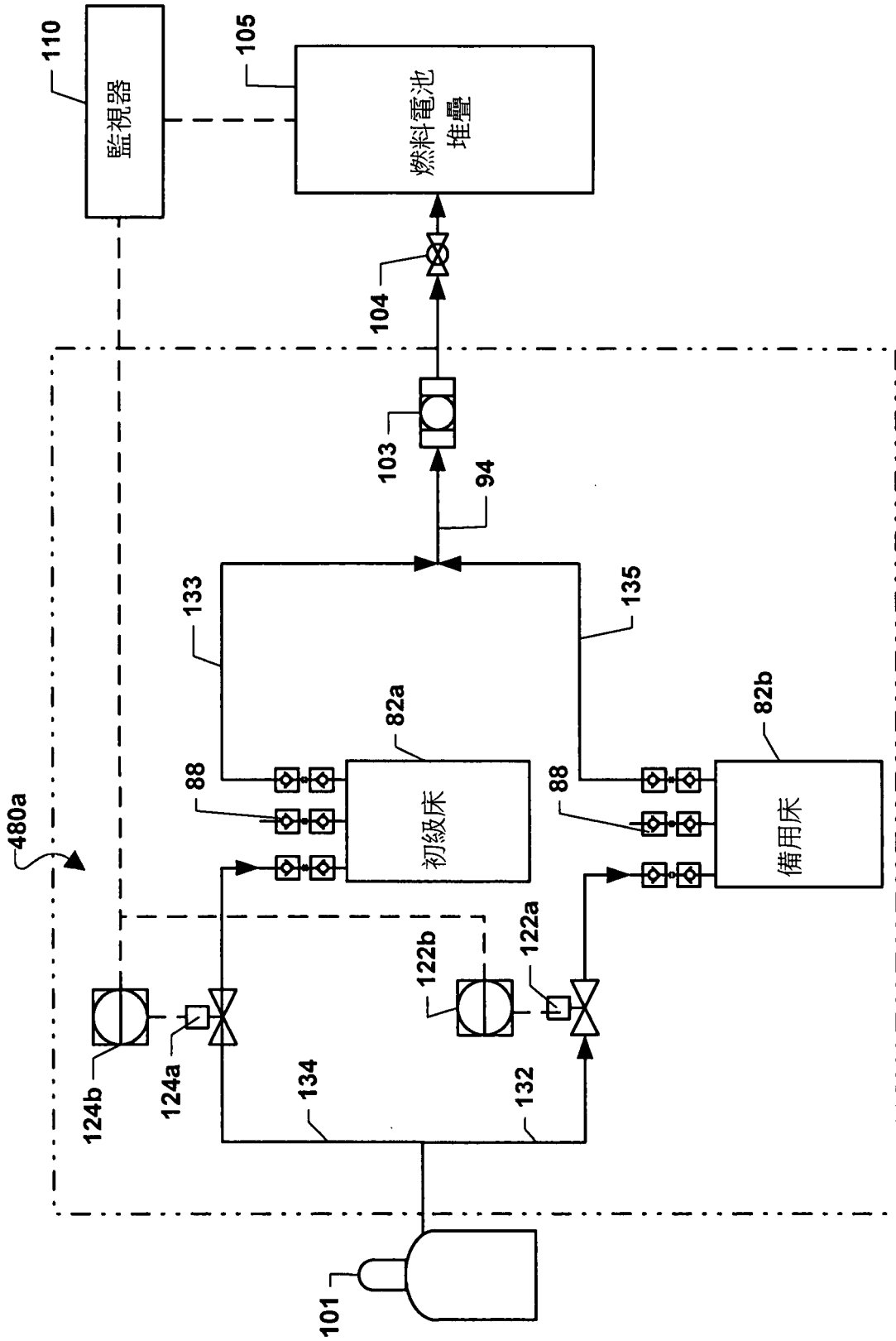


圖 4A

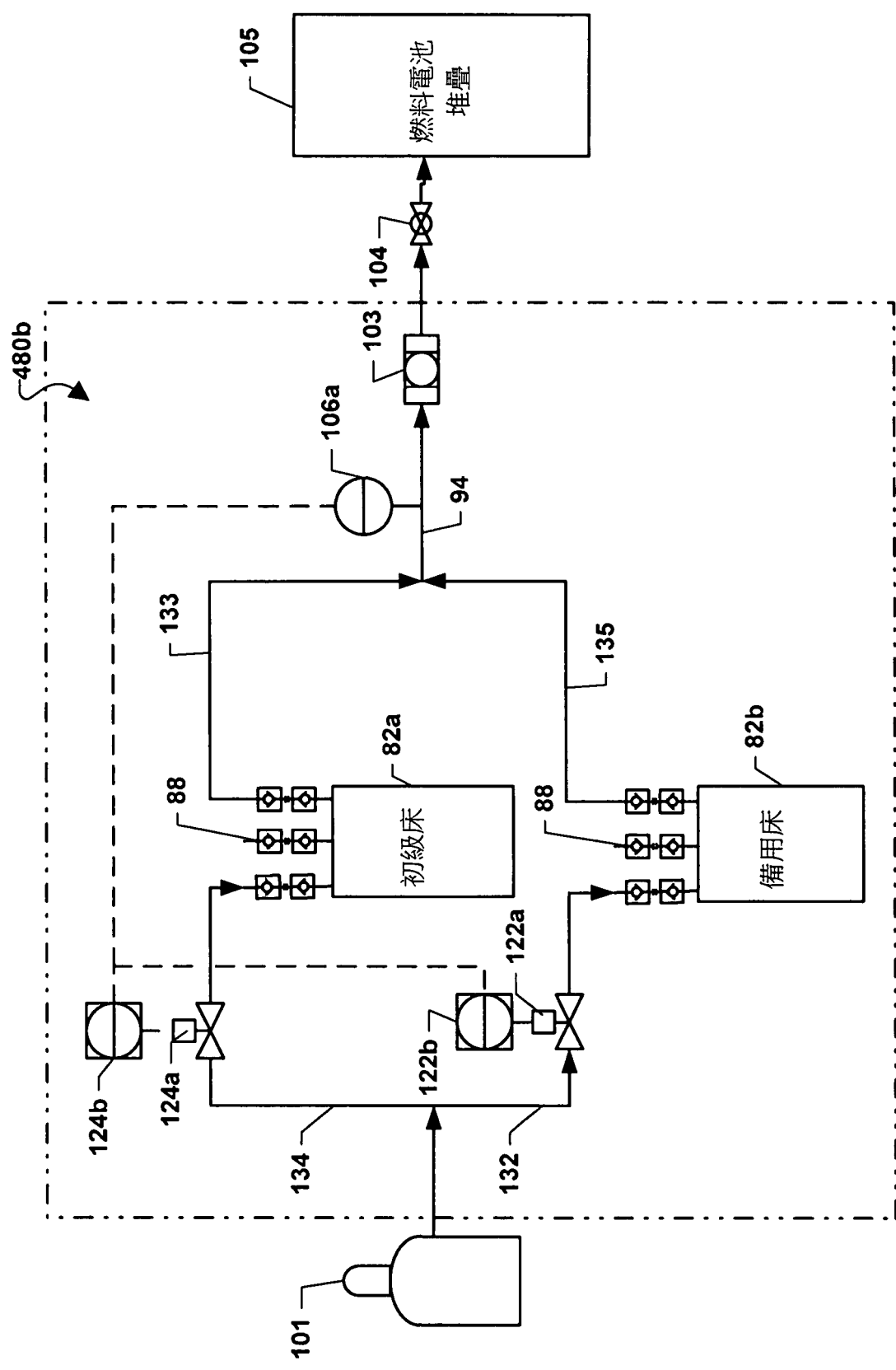


圖 4B

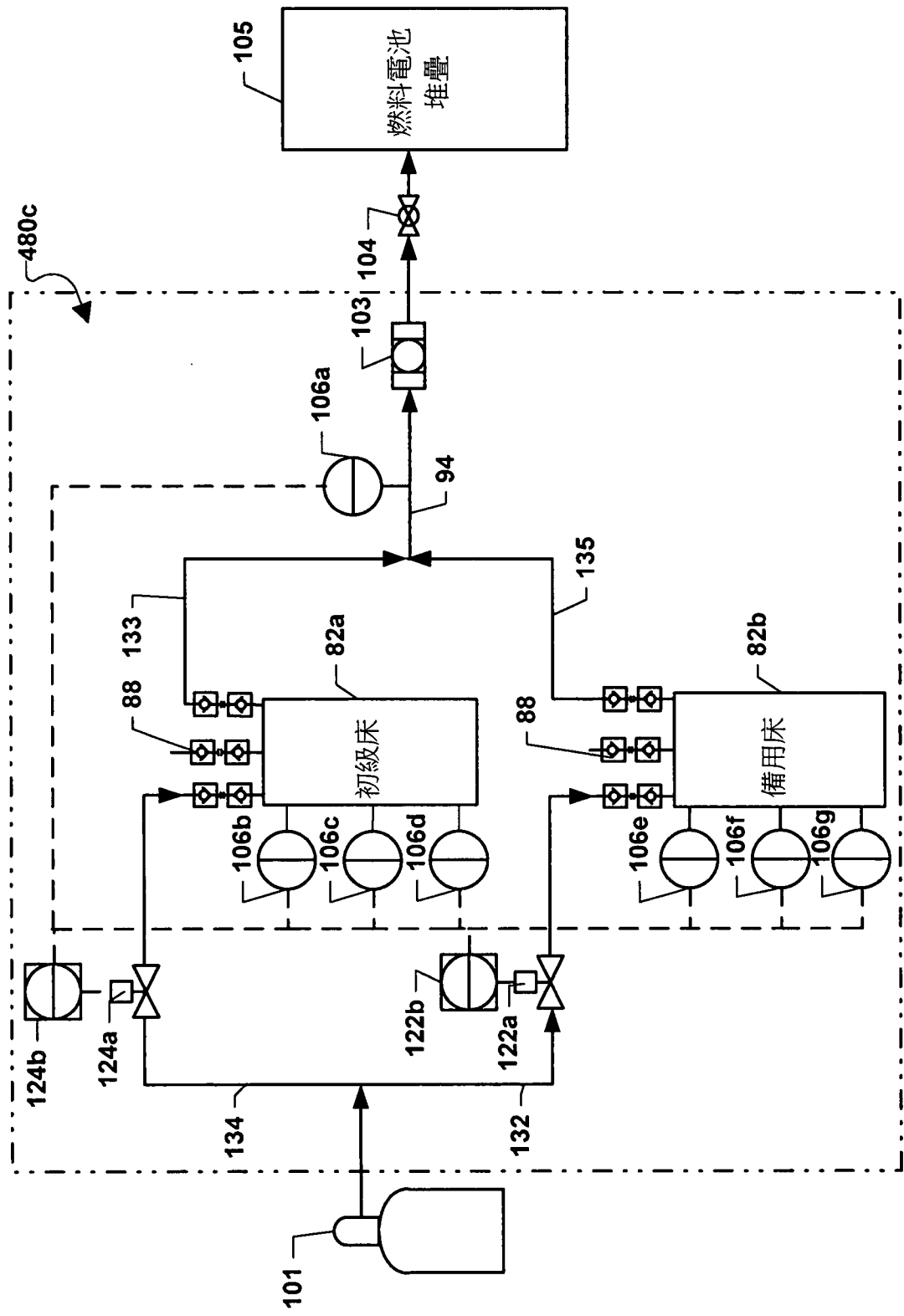


圖 4C





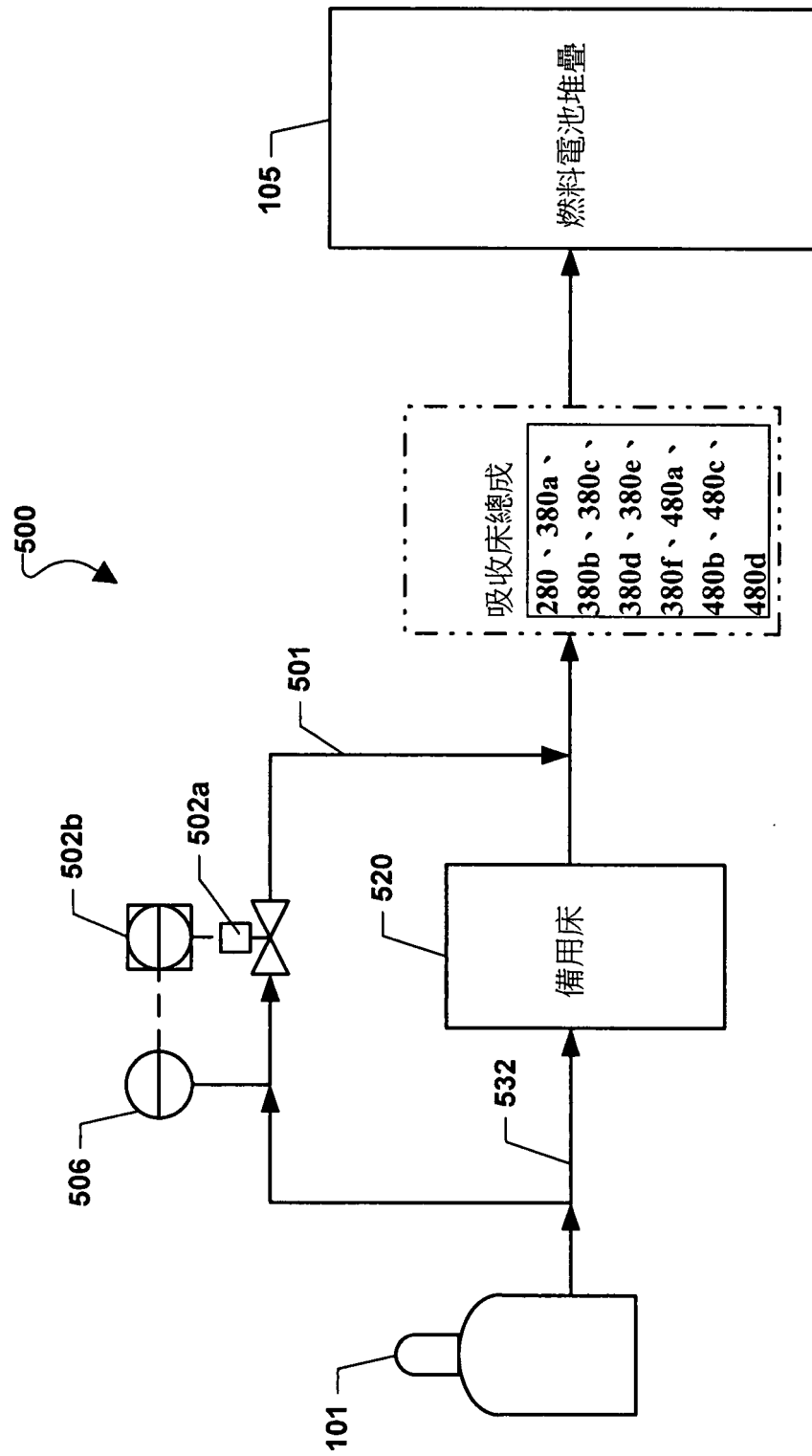


圖 5

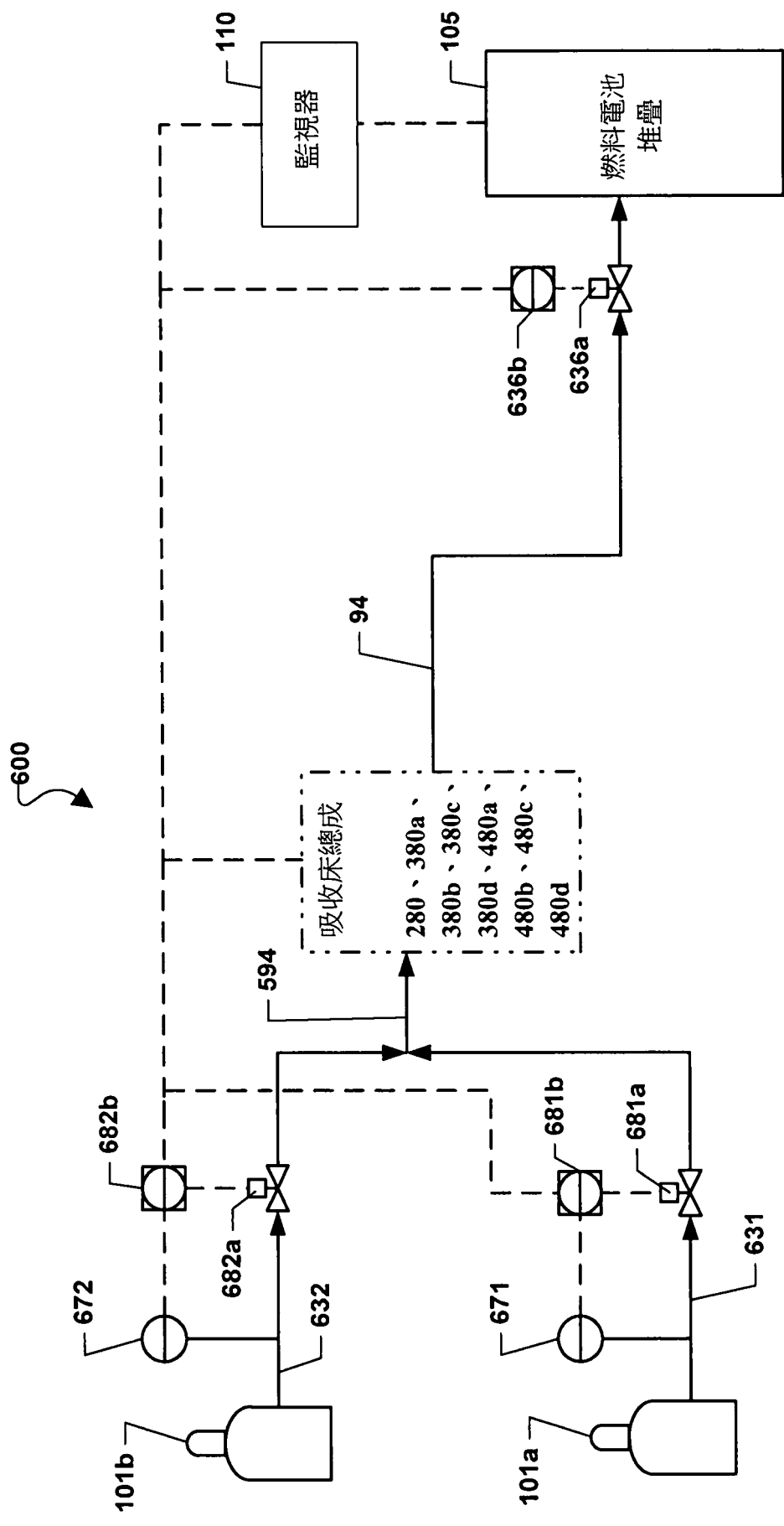


圖 6



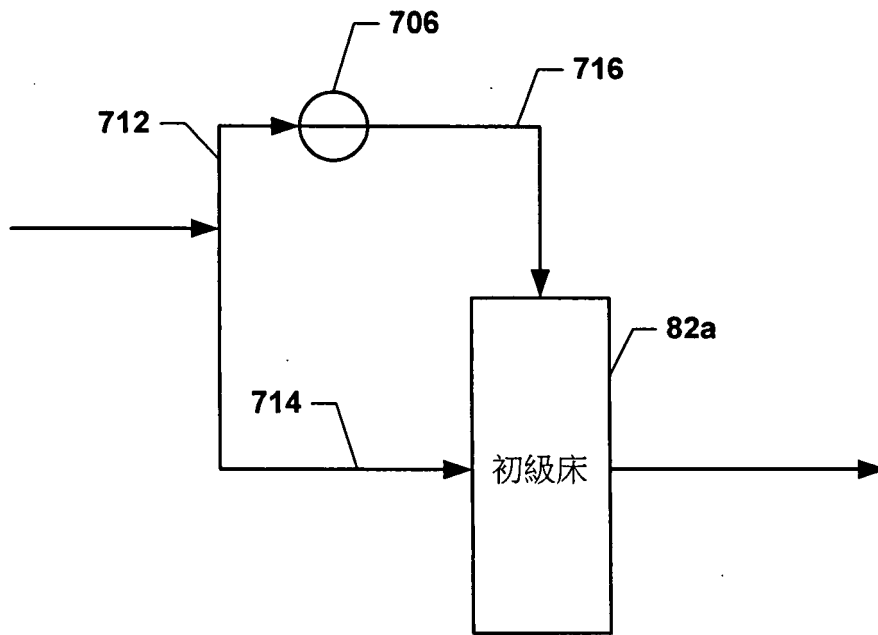


圖 7

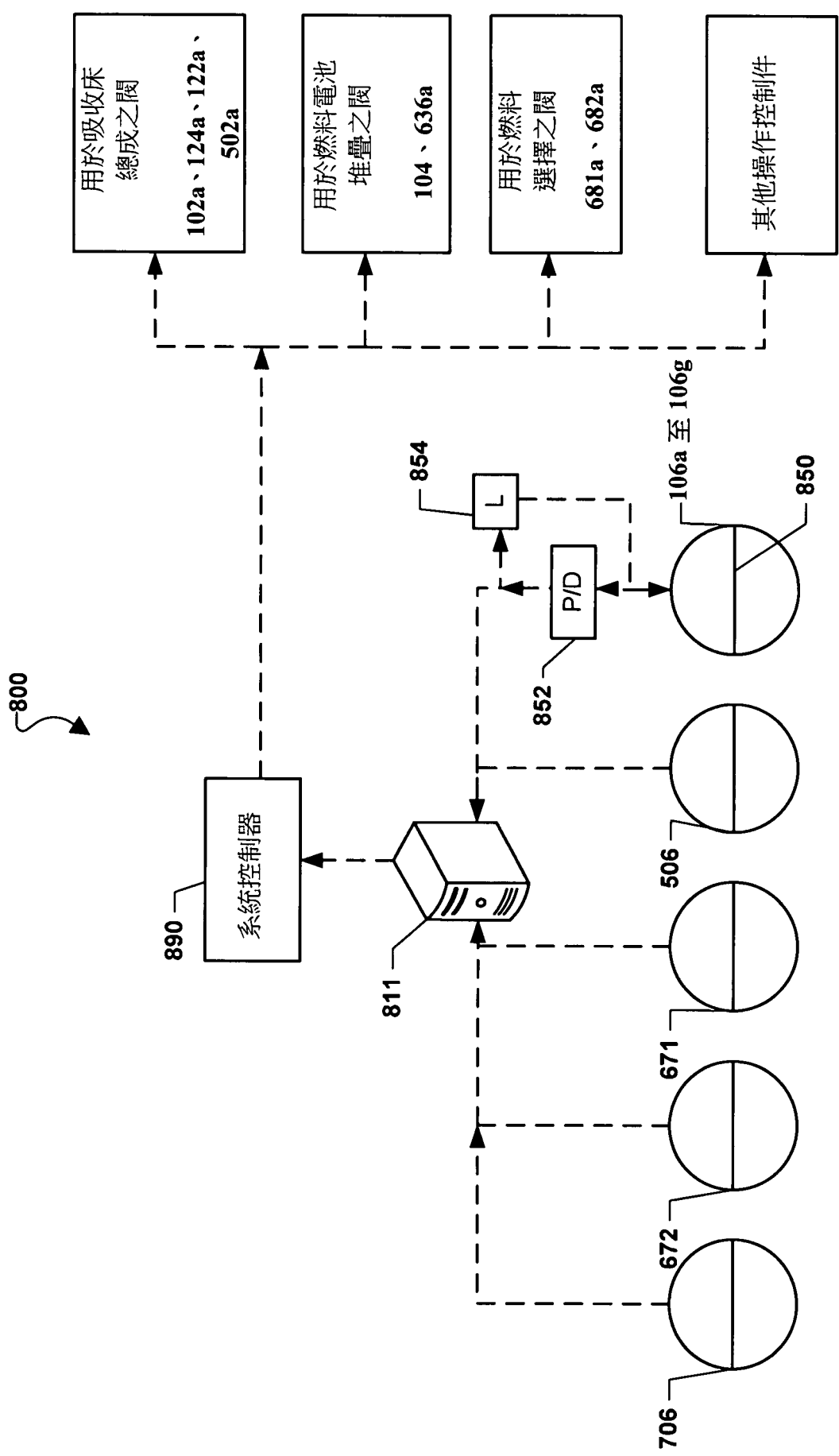


圖 8A









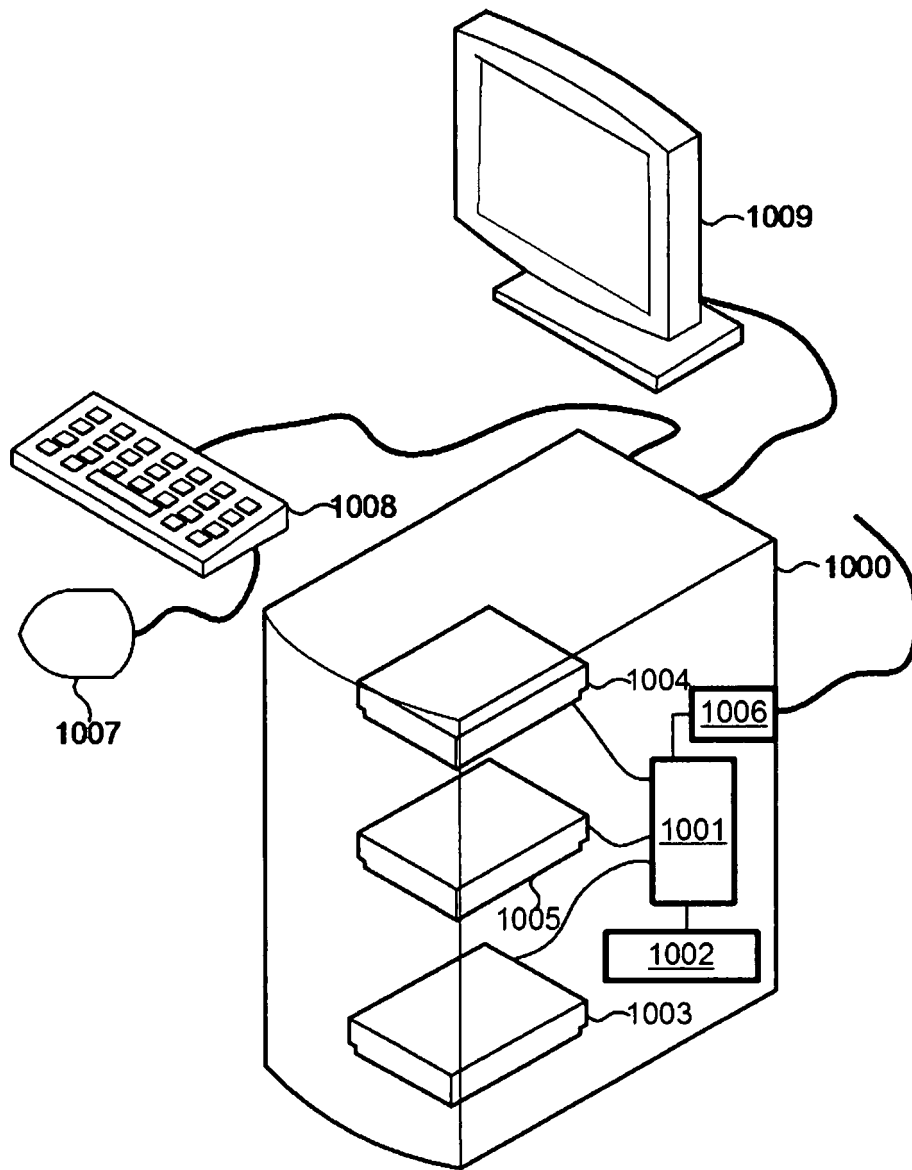


圖 10

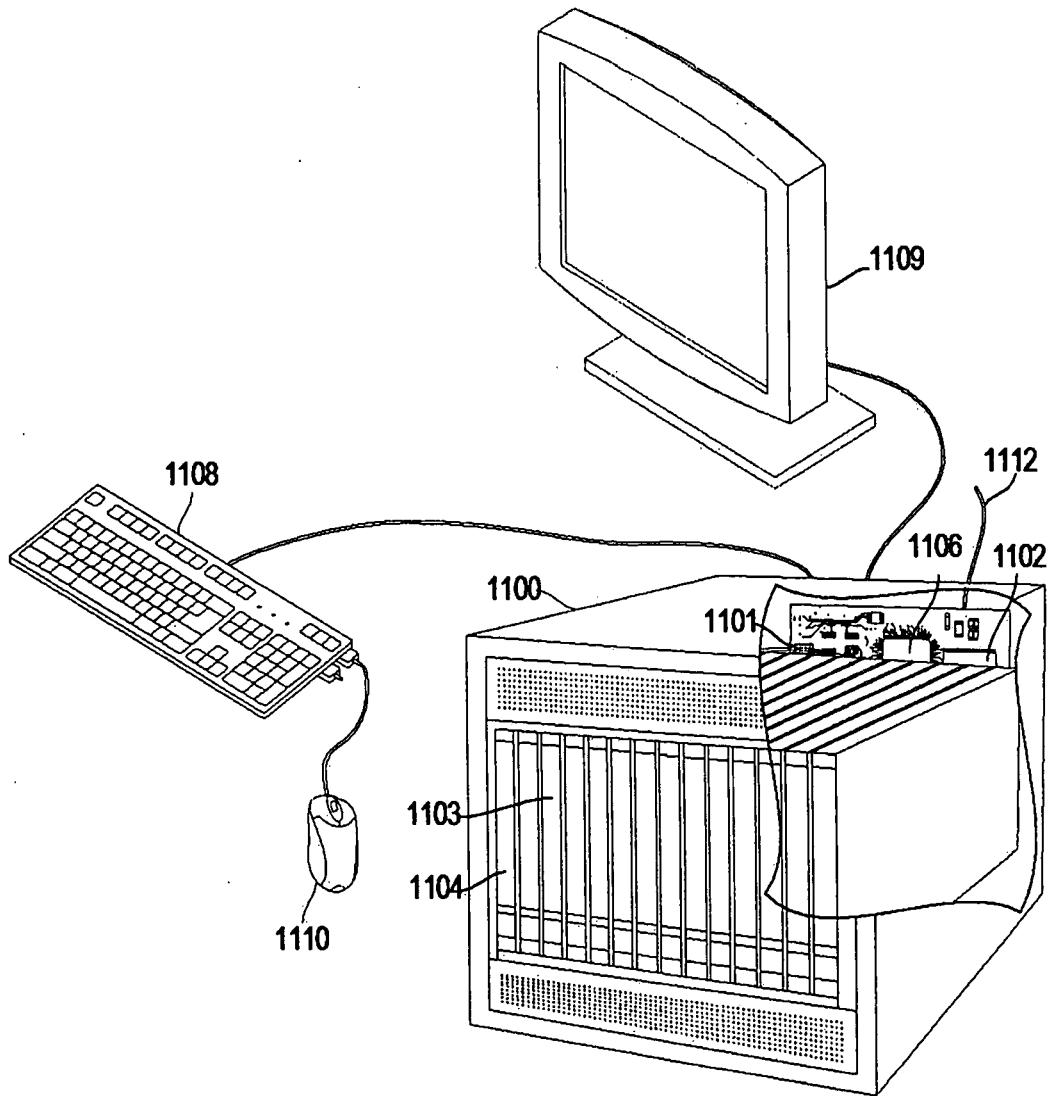


圖 11





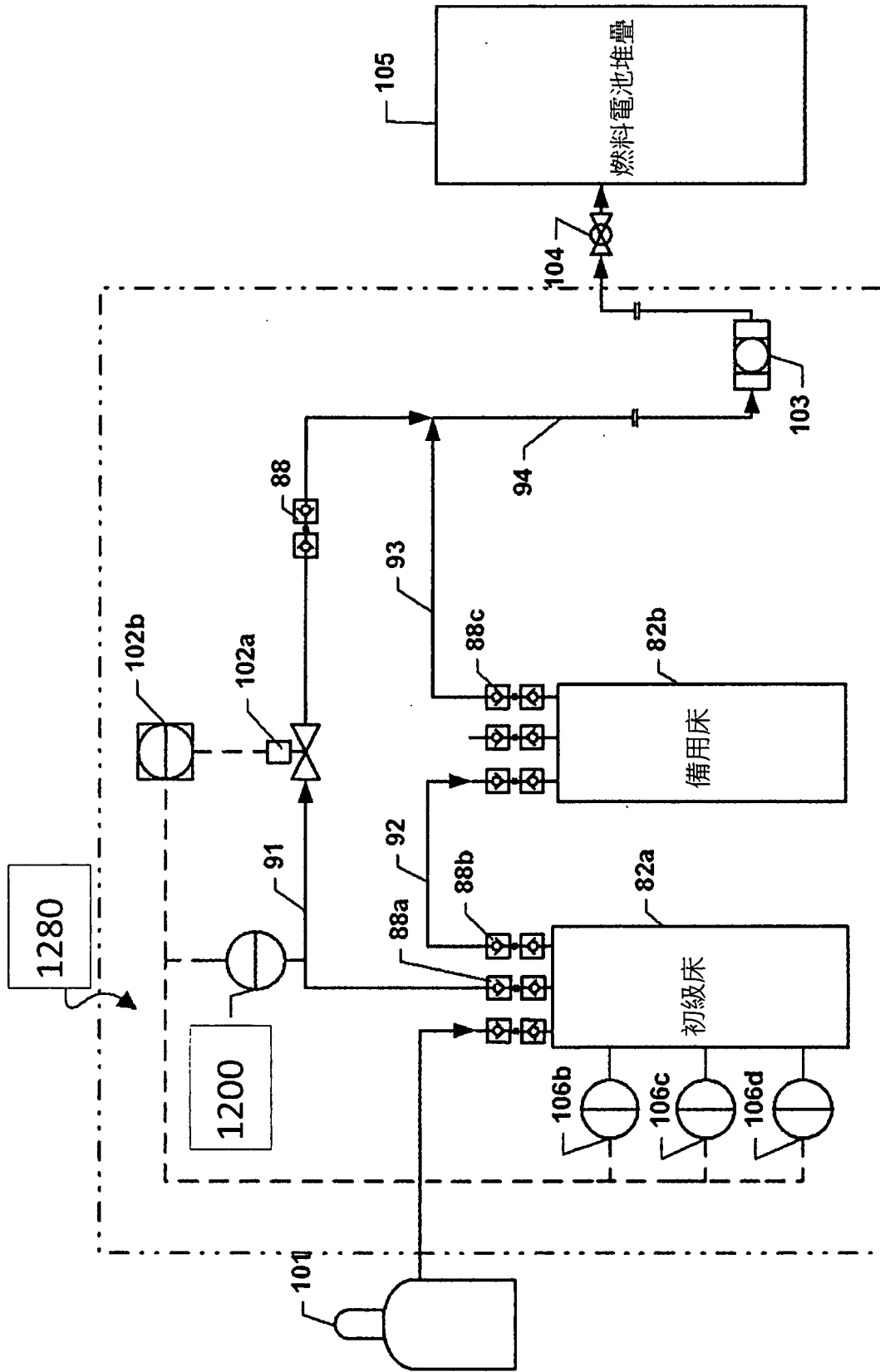


圖 12C

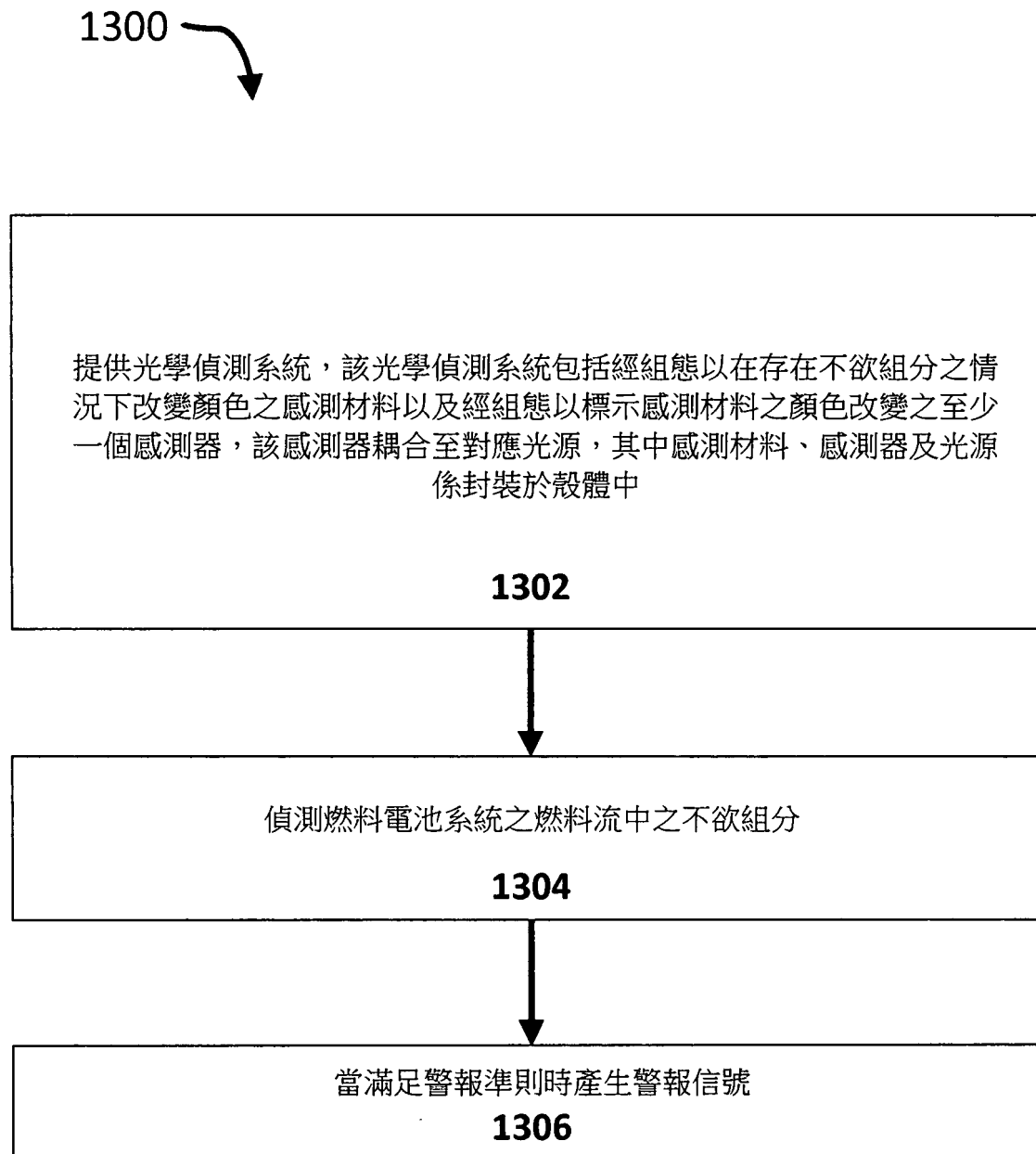


圖 13

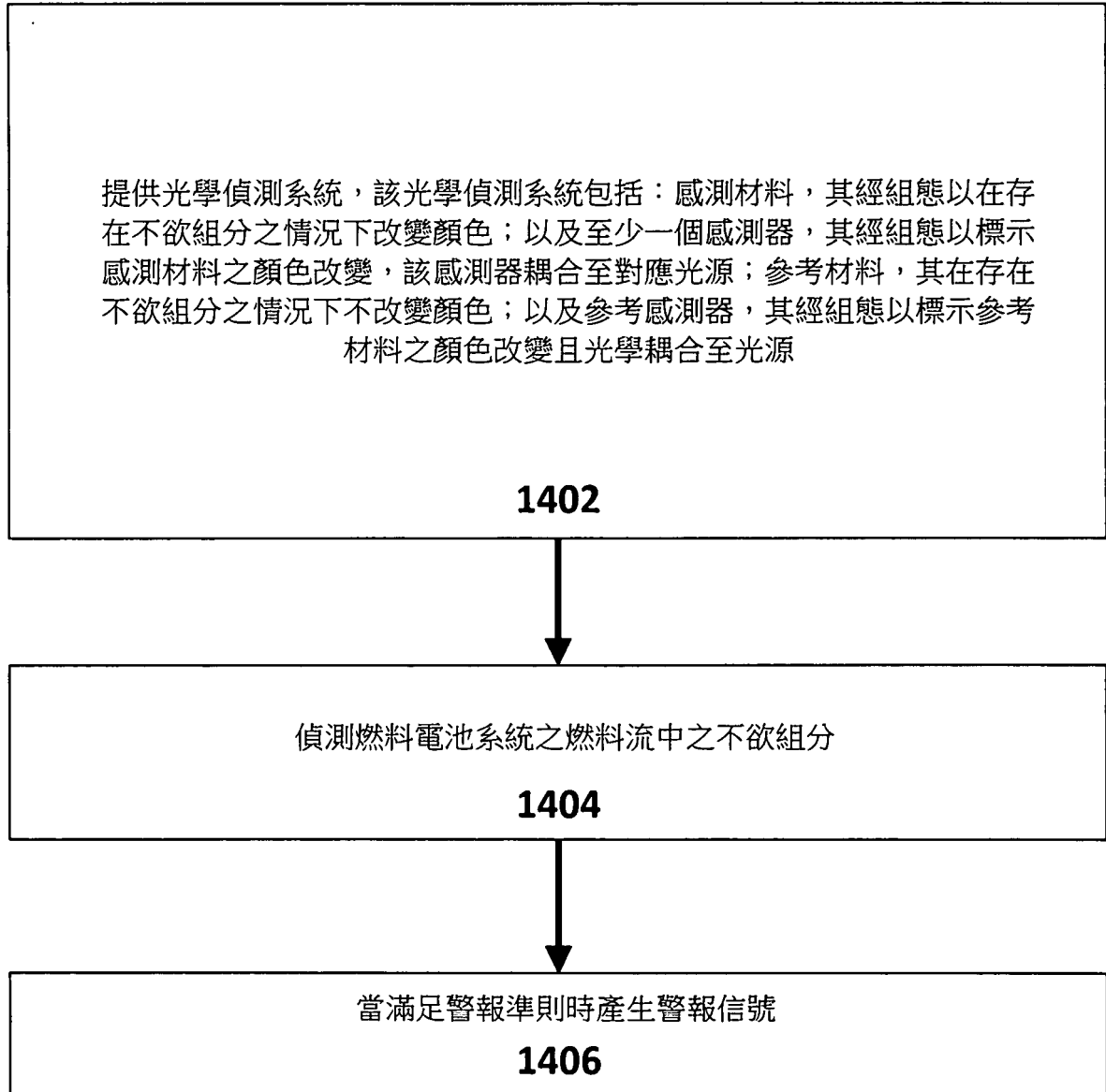
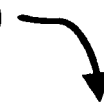
1400 

圖 14

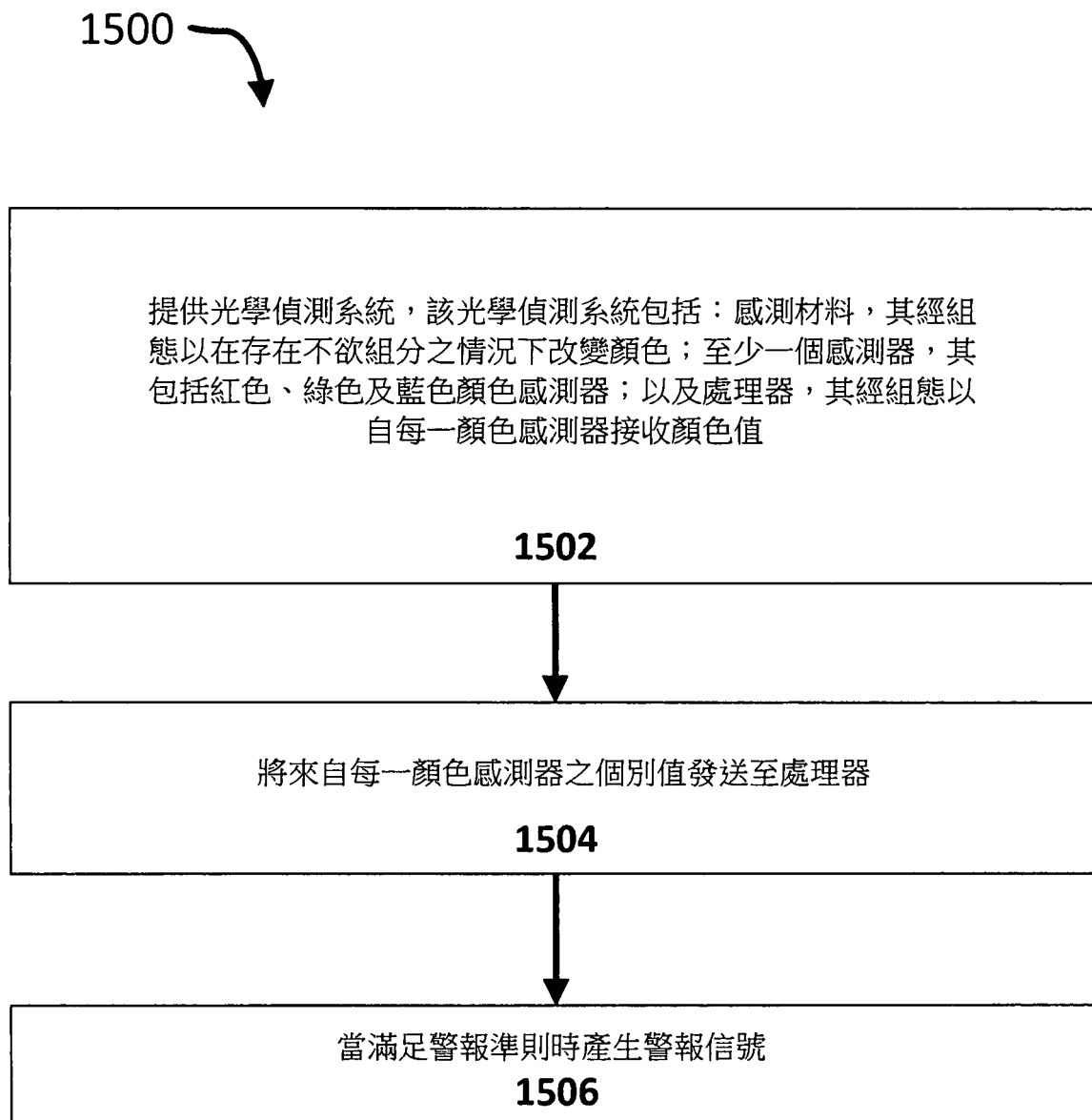


圖 15