

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97136837

※申請日期：97.8.25

※IPC 分類：H01M 8/04 (2006.01)

F16K 7/07 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

燃料電池系統

FUEL CELL SYSTEM

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

智慧能源有限公司

Intelligent Energy Limited

代表人：(中文/英文)

菲力普 米崔爾 / MITCHELL, PHILIP

住居所或營業所地址：(中文/英文)

英國肯特郡 BR3 4TU 貝肯漢市貝肯漢路 34 號登記處

The Registry, 34 Beckenham Road, Beckenham, Kent BR3 4TU, United Kingdom

國籍：(中文/英文)

英國 / United Kingdom

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 史考特 貝爾德 / BAIRD, Scott

2. 彼得 大衛 胡德 / HOOD, Peter David

3. 保羅 阿德考克 / ADCOCK, Paul

國籍：(中文/英文)

1.-3. 英國 / United Kingdom

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

英國 、 2007.09.26 、 0718761.0

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於燃料電池系統的操作與設備，而且特別地係關於但不單限於一種用於關掉燃料電池系統之對策。

【先前技術】

水對於燃料電池系統的操作來說是不可或缺的，此種燃料電池系統例如具有包含質子交換膜(Proton Exchange Membrane，簡稱為「PEM」)附近為主的燃料電池堆(fuel cell stack)之形式的系統。從陽極流動路徑通過 PEM 所傳導的質子(氫離子)與陰極流動路徑中所存在的氧，兩者之間的反應會產生水。過多的水必須從燃料電池堆中移除掉，以免溢出且隨後破壞燃料電池系統的性能。然而，至少在陰極流動路徑中必須存在一定量的水，以便維持 PEM 的水合作用(hydration)，藉此能夠使燃料電池達到最佳的性能。藉由謹慎的注入與移除之方式來管理水量，也可以提供一種有效的機制，用以將過多的熱量從燃料電池堆移走。

為了使性能達到最佳，透過注入燃料電池堆的陰極流動路徑內，而在這類燃料電池系統中謹慎地使用水。相較運用分開冷卻通道之其他種類的燃料電池系統來說，這種注水式燃料電池系統之潛在優點在於其尺寸與複雜度均有所降低。可以透過水分配歧管而將水直接注入到陰極流動路徑內，此種技術例如係揭示於 GB2409763 號中。

對於注水系統來說，有一點相當重要，就是任何回流

到陰極流動路徑內的水必須具有相當高的純度，以避免污染 PEM 且隨後使燃料電池堆的性能下降。然而，高純度的要求意味著無法使用可降低水冰點的添加劑。特別是對於汽車的應用情形來說，為了複製出實際上燃料電池可能使用所處的環境，所以一般要求包括從冰點以下（一般低至 -20°C ）開始啟動。由於高純度的水之冰點為 0°C （在 1bar 的壓力下），所以在燃料電池系統中所剩下的任何水在燃料電池停工達一段足夠的時間之後便產生凝結。

在燃料電池系統中的冰，且特別是在陰極流動路徑內的冰，可能使燃料電池堆無法正常地操作，或者甚至完全無法操作。假如陰極流動路徑的任何部位被冰擋住的話，則空氣無法通過陰極，且燃料電池無法自行加熱至冰點以上。然後，勢必將需要用以加熱整個燃料電池堆的其他方法，如此一來，在燃料電池本身開始供應電力與熱能之前，必須先消耗外部能量。

可以在關掉燃料電池堆時使用淨化操作，此操作例如係揭示於 US 6479177 號專利案中。此專利文件揭示一種燃料電池堆，其具有與陰極流動路徑隔開的水冷卻通道。在電池堆的溫度掉落至冰點以下之前，使用加壓的乾氮氣供應源以淨化來自電池堆的水。然而，此方法須要加壓的氮氣供應源，這一點在汽車環境中可能無法獲得或者甚至無法令人滿意。

本發明之目的是要解決上述的一個或多個問題。

【發明內容】

在第一型態中，本發明提出一種用於關掉含有燃料電池堆的燃料電池系統之操作的方法，該方法包含以下步驟：

i)停止供應燃料到此燃料電池堆；

ii)關閉一個與燃料電池系統的陰極系統呈流體相通的排放管線上之截止閥(shut-off valve)，此陰極系統包含一條通過燃料電池堆的陰極流體流動路徑；

iii)藉由一個與燃料電池堆中的陰極空氣入口埠呈流體相通的空氣壓縮機而加壓該陰極系統；以及

iv)將水從陰極流動路徑中吐出去。

在第二型態中，本發明提出一種燃料電池系統，包含：

一燃料電池堆；

一陰極系統，具有一條陰極流體流動路徑，該陰極流體流動路徑包含陰極空氣入口管線、一個位於燃料電池堆內的陰極體積、及陰極出口管線，這些部位係串連起來且其結構能允許空氣通過該燃料電池堆；

一空氣壓縮機，係與該陰極空氣入口管線呈流體相通；

一熱絕緣包圍容器，係被建構成可容納來自陰極流動路徑且通過水返回管線的水；

其中，該燃料電池系統被建構成當關掉此系統的操作時，透過水返回管線，可以將水從陰極流動路徑吐出到包圍容器內。

在第三型態中，本發明提出一種逆向流動釋放閥，包含：

一 第一供應埠；

一 第二供應埠；

一 止回閥(non-return valve)，係位於一條第一供應埠與第二供應埠之間延伸的主要流體通道內，該止回閥被建構成可允許流體從第一供應埠通過到第二供應埠且阻止流體以相反方向通過；

一條旁通流體通道，係與該主要流體通道呈流體相通；

一 密封閥，係受到偏壓而緊靠著該旁通通道與一淨化埠之間的旁通通道之一端；

其中，該密封閥被建構成當第一供應埠內的流體壓力超過第二供應埠的流體壓力以防止流體從該主要流體通道透過該旁通流體通道而流到淨化埠時，可維持該旁通通道的密封，而且當第二供應埠的流體壓力超過第一供應埠的流體壓力時，可允許流體從第二供應埠透過旁通流體通道而流到淨化埠。

在第四型態中，本發明提出一種燃料電池系統，包含：

一 燃料電池堆；

一 陰極系統，具有一條陰極流體流動路徑，該陰極流體流動路徑包含陰極空氣入口管線、一個位於燃料電池堆內的陰極體積、及陰極出口管線，這些部位係串連起來且其結構能允許空氣通過該燃料電池堆；

一 熱交換器，係與一水分離器串連至該陰極流體流動路徑的陰極出口管線上；

其中，該水分離器的一條注水出口管線係透過第一水

返回管線而連接至一個水包圍容器。

【實施方式】

圖 1 顯示一個範例性燃料電池系統 100 的示意圖，此燃料電池系統 100 包含一個燃料電池堆 110 及其他相關零件。燃料電池堆 110 具有一條通過本身的陰極流動路徑，此陰極流動路徑包含一個空氣入口 124，該空氣入口 124 通往一條空氣入口管線 123 且在陰極空氣入口 126 進入燃料電池堆內。在通過燃料電池堆 110 內的一個內部陰極體積 (未顯示) 之後，陰極流動路徑離開燃料電池堆 110 且進入陰極出口管線 121，並且通過陰極排放管線 122 與排放截止閥 120。在正常操作期間，排放截止閥 120 是局部或完全打開的。例如熱交換器 130、相關的冷卻風扇 139、及水分離器 131 等不同零件可以被連接至陰極流動路徑內的陰極出口管線 121 與排放管線 122 上或連接至一部分的管線上。溫度感應器 TX1、TX2、TX3、TX5 以及壓力感應器 PX2、PX3 可以存在且連接至適當的位置上，以監控陰極流動路徑的入口管線 123 與出口管線 121。

在本文中「陰極系統」一詞係打算用來包含燃料電池系統 100 中與燃料電池堆內的陰極體積結合在一起的這些部件。這些部件包括燃料電池的各種內部零件，例如入口、出口、內部流動路徑、水分配結構等，而且還包括與陰極體積呈流體相通的零件，例如各種入口、出口、用於液體與氣體的再循環與排放管線。「陰極流動路徑」一詞係打

算用來包含一組陰極系統，其包含一條流體流動路徑，此路徑是從空氣入口 124 開始，通過空氣壓縮機 133、入口管線 123、燃料電池堆 110 的陰極體積、及陰極出口管線 121。

「陽極系統」與「陰極流動路徑」等詞也可以被類似地解釋成與陽極體積相結合的燃料電池系統 100 之各種零件。

連接至陰極空氣入口管線 123 的空氣壓縮機 133 將壓縮空氣供應至陰極流動路徑。例如空氣入口熱加熱器 134、流量計 135、一個或多個空氣過濾器 136、137、以及空氣加熱器 138 等其他零件可以存在於空氣入口 124 與燃料電池堆 110 之間的陰極入口管線 123 內。空氣入口熱交換器 134 可以與冷卻劑管線 141、三向閥 142、及溫度感應器 TX7 一起使用，以便在燃料電池系統 100 的操作期間，藉由來自冷卻劑管線 141 的冷卻劑事先加熱來自空氣壓縮機 133 的空氣。通過空氣入口熱交換器 134 的冷卻劑管線 141 形成一條單獨的冷卻迴路，用以從壓縮機 133 之後的氣流中取得熱能。較佳地，冷卻劑管線 141 是在燃料電池堆 110 到達正常的操作溫度之後才開始操作，藉此避免在系統 100 的啟動期間從陰極空氣入口管線 123 中的空氣入口氣流取得熱能。透過使用三向閥 142，可以達成在管線 141 內使冷卻劑轉向，如此能控制是否冷卻劑被輸送至熱交換器 134。由於冷卻劑管線 141 與供應至陰極系統內的水分開，所以對於高純度水的要求就有所不同。因此，在冷卻劑管線 141 中所使用的冷卻劑可以包含例如乙二醇等添加劑，以便降低所使用的冷卻劑之冰點。

一般具有氣態氫形式的燃料係透過一個減壓閥 151 及一個致動閥 152(較佳地具有正常封閉式螺線管致動閥之形式)而進入燃料電池系統內。具有氫氣形式的燃料供應源 150 一般係位於遠離燃料電池系統，例如具有朝向車輛後端的加壓槽之形式。另一個螺線管致動閥 153 及一個減壓閥 154 可以被設置成更加接近燃料電池堆 110，此燃料電池堆 110 係位於燃料電池堆 110 的燃料源 150 與陽極入口 156 之間的陽極流動路徑之燃料入口管線 155 內。因此，兩組分開的閥被設置成通往陽極入口 156，一組 151、152 接近槽，而另一組 153、154 接近燃料電池堆 110，且在兩者之間具有一條中間加壓的燃料管線 119。減壓閥 154 調整乾燃料氣體的壓力至適合引進到燃料電池堆 110 內之程度，減壓閥 154 較佳地是一個被動裝置，其具有一個預先設定好的壓力設定值，然而也可以使用主動控制裝置。可以選擇性地設置一個燃料加熱器 145，例如圖 1 所示般設置於閥 153 前方的加壓燃料管線 119，或者也可以在減壓閥 154 前方或後方設置於燃料入口管線 155 內。

另一個致動閥 161 係被設置於陽極出口管線 165 上。雖然電流通過螺線管所引起的閥 152、153、161 之致動能夠提供一定程度的加熱，但是每個致動閥 152、153、161 可以設有一個局部的加熱器元件，以便根據需要而使閥體解凍(defrost)。較佳地，每個致動閥 152、153、161 被建構成具有故障安全防護效果(fail-safe)，也就是說，只有在藉由通過螺線管的電流而引起致動時，這些致動閥才會打開。

為了監控且釋放陽極流動路徑內的燃料之壓力，可以設置一個壓力感應器 PX1 及/或壓力釋放閥 157。較佳地，壓力釋放閥 157 被設定成當陽極流動路徑內的壓力超過安全的操作程度時，可打開且透過壓力釋放排放管線 158 而排放陽極流動路徑內的流體。

在陽極出口管線 165 內可以存在另一個手動操作閥 162，此閥 162 例如係用於在工作期間確保陽極流動路徑的減壓。例如，由於水通過 PEM 從陰極一側擴散過來之緣故，可能在燃料電池堆 110 中的陽極流動路徑內堆積出水。因此，可以在陽極排放管線 164 內設置一個陽極排放水分離器 163，以便分離掉排放管線 164 內所存在的任何水。這些水可以被排放出去或者選擇性地重新循環。在燃料電池堆 110 的操作期間，閥 161 一般被保持成關閉，而且僅斷斷續續地打開，以便將任何堆積的水從陽極流動路徑排放出去。

陰極注水入口 127 係設置於燃料電池堆 110 內，此入口 127 係被連接至一條陰極注水管線 125 上。陰極注水管線 125 可以沿著其全長或局部長度受到加熱，且在一個水包圍容器 140 及陰極注水入口 127 之間延伸。可以設置一個加熱器 129，用以供應熱能至此管線 125 的一個特定區域，以便加熱通過注水管線 125 且朝向陰極注水入口 127 的水。可以在陰極注水管線 125 上設置另一個壓力感應器 PX4，以便在操作期間監控管線 125 上的背壓。

藉由一個選擇性設有加熱器 143 的水泵 132，而抽吸來自陰極出口管線 121 的水，使水通過一條水返回管線 128

而朝向一個水包圍容器 140，將參考圖 2 說明其他細節。過多的水從燃料電池系統 100 被吐出來，通過一條水溢流管線 144 而離開水包圍容器 140。

圖 2 顯示圖 1 的水包圍容器 140 之剖面示意圖。此容器 140 包含一個熱絕緣壁體 210 及一蓋體 211，此蓋體也可以是熱絕緣的。較佳地，此容器 140 的壁體 210 為具有雙重壁體的結構，在此兩個壁體之間具有真空或熱絕緣層(例如：空氣或發泡型聚苯乙烯)。壁體 210 的內表面 215 最好是由抗腐蝕性材質所製成(例如：不鏽鋼)，藉此防止容器內的水 212 之污染。

蓋體 211 之用途是要允許得以連接至容器 140 內所放置的各種元件，同時也能夠維持住良好的絕緣程度。典型地，蓋體 211 是由玻璃強化耐隆所製成，且具有一層額外的絕緣泡棉層。蓋體內用於容納管線 125、144、128 通過的多個埠之較佳結構，係能夠使得當此系統被關掉時任何殘餘的水均會流回此容器內。如此牽涉到利用具有適當大小直徑的管件，致使水珠無法形成且跨過此管件的內部孔洞而懸吊於管線內。較佳地，在此蓋體中不使用配件，致使通過蓋體 211 的管件便不含任何尖銳的彎曲部位。因此，延伸於水包圍容器 140 與陰極注水入口 127 之間的注水管線 125，以及延伸於陰極出口管線 121 與水包圍容器 140 之間的排放管線 121、128，兩者均包含管件，此管件具有一個內部孔洞，致使在水從陰極系統吐出來之後，水珠並不會延伸跨過此孔洞。

在容器 140 內設有一個恆溫加熱元件 236，用以將容器 140 內的水 212 之溫度維持在冰點以上。水位感應器 233 提供一個信號，用以指出容器內的水 212 之水位。除了恆溫加熱元件 236 之外，設置一個加熱器 237，以便提供更快速的加熱，藉此將萬一凝結的水 212 予以解凍。由於水從固態轉變成液態需要能量之緣故，加熱器 237 一般具有比恆溫加熱元件 236 更大的加熱功率(例如：180W 或更大)。恆溫加熱器 236 被建構成可確保容器 140 內的水 212 之溫度仍舊維持在一個設定點上方。為了防止水凝結起來，此設定點一般為 5°C。恆溫加熱器 236 可以藉由一個 12 伏特的電源提供電力，且被設定成可供操作一段預定時間。因此，在此週期內，可以保證在容器內具有液態水。對於在攝氏零度以下的周圍溫度之較大週期來說，恆溫加熱器 236 會失去作用以節省電池的電力。然後，水 212 可能會凝結，而且需要以更大功率的加熱器 237 進行解凍。此恆溫加熱器的功率等級一般是其最大的熱輸出稍微大於容器的最大額定損耗。典型的功率等級是介於 2 至 4W 的範圍內。

為了監控容器 140 內的水 212 之溫度，所以安裝一個最好含有埋藏的電熱調節器之溫度感應器 TX4。

設有一條溢流管線 144，假如容器內的水位超過預定量的話，此溢流管線可以將多餘的水從包圍容器吐出去。

來自水返回管線 128 的水透過一個過濾器 234 進入容器 140 內。泵 230、231、240 將水 212 從容器 140 抽吸而通過另一個過濾器 214、逆向流動釋放閥 213 且進入陰極注

水管線 125。流量計 235 被建構成可監控通過陰極注水管線 125 的水量。

較佳地，泵被建構成使得一個馬達部 231 係位於容器 140 的包圍體積外側，因此避免與容器內的水 212 直接接觸。馬達 231 與泵頭部 230 之間的一軸 240 能允許馬達 231 驅動此泵頭部 230。至少含有入口、出口與葉輪的泵頭部，其結構最好能夠在沒入凝結水之後，一旦水解凍時，此泵便能夠再次操作。較佳地，馬達 231 係被認定成可以在攝氏零度以下的溫度進行操作。

泵頭部 230 被定位成能夠被容器 140 中的水 212 所淹沒，如此一來，其優點是在關掉期間或啟動的加熱期間，特別是在關掉之後當水 212 被維持於燒瓶(flask)內時，泵頭部 230 可以不需要被淨化。此泵頭部 230 最好被建構成可具有很小的熱質量。當水解凍時，可藉由從周圍的水所傳導的熱量，而達成在泵頭部 230 內的冰塊之解凍。較佳地，此泵頭部 230 被建構成可調節由於形成冰塊所引起的膨脹。當解凍時，泵頭部 230 會返回其起初形狀，而不會連累到其本身的操作。

逆向流動釋放閥 213 被建構成使得當泵進行操作時而在橫跨閥體在流動方向上產生壓力降時，能夠允許水從泵頭部 230 通過陰極注水管線 125 而朝向陰極注水入口 127。然而，當泵停止且陰極注水管線 125 內的壓力增加時，閥 213 能允許水通過一個淨化埠 238 而流回到容器 140 內。

逆向流動釋放閥 213 之用途是要允許水從燃料電池堆

110 回沖到容器 140 內，且在系統 100 的關掉期間連接到管線上。關閉陰極排放閥 120 能允許燃料電池堆 110 內的水在空氣壓縮機 133 的壓力之影響下被強迫通過陰極注水入口 127 離開電池堆 110，而且透過注水管線 125 而朝向水包圍容器 140。然而，假如在水包圍容器內使用齒輪泵的話，由於將水推回去通過泵頭部 230 所需要的壓力之緣故，則沒有逆向流動釋放閥 213 的話，就沒有水流動。因此，逆向流動釋放閥 213 被建構成在正常操作時它能允許水從此泵通過而到達燃料電池堆 110。當受到很小的背壓(例如在 300mBar.g 的範圍內)，當泵頭部 230 並未被操作時，打開一個隔膜以允許水透過淨化埠 238 而流回到燒瓶內。

圖 3 是以剖開形式顯示逆向流動釋放閥 213 的一個範例性實施例。在正常操作下，水從包圍容器 140 以箭頭 301 所指示的方向而流過逆向流動釋放閥 213。水流經第一供應埠 314、止回閥 316，離開閥體 213，而且通過第二供應埠 320 流向陰極注水管線 125。第一供應埠 314 中的水壓係透過一連接通道 313 及輸送通道 312 而被傳送至一個凹穴 311，此凹穴係被密封閥(例如：具有隔膜 321 的形式)所密封起來且被一個蓋體表面 323 所關閉。此壓力將隔膜 321 的密封面 317 維持成緊靠著一條旁通通道 318 的表面，因此防止流體在第二供應埠 320 以及隔膜 321 後面的低壓凹穴 315 之間通過。

一旦水包圍容器泵 230 失去作用時，由於燃料電池堆 110 的陰極體積中壓力增加所引起第一供應埠 314 內的壓力

損失以及第二供應埠 320 中的壓力增加，會導致止回閥 316 關閉。第二供應埠內的壓力增加會導致由例如橡膠等彈性材質所製成的隔膜 321 產生撓曲，且在旁通通道 318 與低壓凹穴 315 之間開啟了一條通道。然後，允許水從第二供應埠 320 經過旁通通道 318 而流入低壓凹穴 315，接著流經一條淨化通道 322，且通過淨化埠 238 而離開閥體 213。在相反方向上流動的整個方向是由箭頭 302 所表示。

逆向流動釋放閥的結構能允許水從燃料電池堆中的陰極體積以及陰極注水管線中吐出去，同時允許包圍容器 140 中的泵頭部 230 仍舊被水所充滿。假如容器內的水 212 並未凝結的話，則泵頭部 230 仍舊處於準備立刻開始抽水的狀態，以便將水注入燃料電池堆 110 的陰極體積內。

圖 4a 與 4b 顯示藉由逆向流動釋放閥 213 所可能產生的兩種不同操作模式之示意圖。在圖 4a 中，顯示淨化操作，其中，來自燃料電池堆的低壓空氣透過第二供應埠 320 而進入閥體 213，且並未流入第一供應埠 314。此低壓空氣使得隔膜 321 產生轉向，且允許流體經過旁通通道 318，通過淨化埠 238 而離開此閥體，以便輸送至水包圍容器 140 內的水儲存槽。止回閥 316 可防止流入第一供應埠 314。

在圖 4b 中，顯示逆向流動釋放閥 213 的水輸送操作，其中，從水包圍容器 140 中的儲存槽所抽來的高壓水，係透過第一供應埠 314 而進入閥體 213 內。透過連接通道 313 而傳送至高壓凹穴 311 的壓力，將隔膜 321 維持在關閉位置而緊靠著旁通通道 318。水流通過止回閥 316，且經由第

二供應埠 320 而離開逆向流動釋放閥 213，並無水流經過此淨化埠 238。

陰極出口、排放與注水管線的兩種替換配置方式係概略地顯示於圖 5a 與 5b 中。在圖 5a 中，水分離器 131 首先與陰極出口管線 121 連成一直線，且在熱交換器 130 前方串連起來。而且，使用兩條注水管線 128a、128b 將水透過泵 132a、132b 而送至包圍容器 140。在圖 5b 中，水分離器 131 是與熱交換器 130 串連起來但卻位於其後方，而且使用單個泵 132 將水透過水返回管線 128 而抽到包圍容器 140。

在圖 5a 的結構中，陰極出口水流通過陰極出口管線 121 而流到一個旋風水分離器(cyclonic water separator)131，此水分離器係用以在將飽和空氣重新引導至熱交換器 130 之前移除掉液體成分。熱交換器 130 冷卻飽和的空氣氣流，如此導致一定比例的水轉變成液態。使用兩個泵 132a、132b 將恢復原狀的水運送至包圍容器 140，其中一個泵 132a 係透過水返回管線 128a 而連接到分離器 131 的底部，而另一個泵 132b 則透過水返回管線 128b 而連接至熱交換器 130 出口歧管箱。在正常燃料電池的操作下，可變化的截止閥 120 被保持成打開。然而，在燃料電池系統被關掉的期間，此閥被關閉起來，以便使陰極流動路徑產生背壓。在此情形中，壓縮機 133(或其他可根據預定的流速設定點而供應空氣到燃料電池上的裝置)運轉得更加猛力，才能維持住固定的空氣流速。分離器 131 包含一個壓力釋放閥(未顯示)，此閥在背壓關掉階段的期間係打開而允許水從水分離器

131 透過水淨化管線 510(一般連接至大氣)而吐出去。在系統關掉時使陰極流動路徑產生背壓之前，泵 132a 一般再運轉好幾秒鐘，以便將大部分的水從分離器 131 清除出去。

在圖 5b 的結構中，其操作係類似於圖 5a 的操作，除了旋風分離器 131 被定位在熱交換器 130 後方之外。就其本身而言，陰極出口流的液態元素通過此熱交換器 130。此外，只需要一個泵 132 便可以將恢復原狀的水運送回到包圍容器 140。此種結構的一項優點在於：因為進入熱交換器 130 的入口是局部遠離底部，所以在關掉之後仍然存留於熱交換器 130 內的殘餘水將無法占據熱交換器 130 的下部。在熱交換器 130 受到攝氏零度以下的溫度之影響時，水將會凝結起來。然而，仍可以透過陰極流動路徑而流到熱交換器的其他部位，此部位稍後會被加熱且因而解凍了位於下部的凝結水。

在每個情形中的淨化埠 510 允許旋風分離器被清潔得很乾燥，且允許在低溫下的後續儲存。

較佳地，旋風分離器 131 的熱慣性很低，致使當分離器低於 0°C 時，少量的液態水會進入此分離器內，但是此液態水並不會凝結。

可以選擇性地使用一個壓力釋放閥，以增加此系統的背壓到不需要輸送泵 132、132a、132b 的程度。然而，在此情形中，可能不需要裝上旋風釋放閥及淨化埠 510，以便確保陰極水出口管線 121 中的內部壓力能夠強迫水通過水吐出管線而朝向水包圍容器 140。假如並未裝上輸送泵 132 的

話，則圖 5b 所示的配置情形是比較能夠確保從陰極出口管線所吐出的水通過一條水吐出管線 128。

在燃料電池系統 100 的操作期間(參考圖 1 與圖 2)，來自包圍容器 140 的水透過陰極注水管線 125 與陰極注水入口 127 而被抽吸通過陰極流動路徑。在通過燃料電池堆 110 內的陰極體積之後，水經由陰極水出口管線 121 而離開電池堆 110 且進入熱交換器 130。排放氣體與凝結水的混合物通過水分離器 131，然後，凝結水通過水返回管線 128 且進入水包圍容器 140。任何多餘的水經由水溢流管線 144 而吐出，排放氣體則經由排放截止閥 120 而吐出。此截止閥至少局部被保持成打開，以控制陰極流動路徑內的壓力。

參考圖 1，燃料氣體被供應到陽極入口 156 內且進入燃料電池堆 110 內的陽極體積(未顯示)。閥 153、161 經操作後可以在陽極體積內維持成想要的壓力。連接到陽極出口 159 的手動閥 162 仍保持關閉。選擇性地，從陽極排放流所吐出的水係藉由另一個水分離器 163 而分離成液態與氣態。

在燃料電池系統 100 關掉時，首先藉由關閉燃料供應管線 155 上的螺線管致動閥 153，而關掉對燃料電池堆 110 的燃料供應。然後，關閉陰極排放管線 122 上的截止閥 120，同時空氣壓縮機 133 繼續運作。實際上，在關閉截止閥 120 之前，需要一點時間利用空氣來沖過陰極流動路徑。然後，陰極流動路徑內的壓力會升高。假如存在的話，較佳地，在截止閥關閉之後，水吐出管線泵 132 繼續運作一段時間，以允許水繼續通過到包圍容器 140。此包圍容器泵 230 停止

操作，因此水停止被供應到陰極注水管線 125 內。

在關掉期間，也可以運用陽極流動路徑的一小段淨化操作，以便將存在於陽極流動路徑內的水吐出去，使得水被強迫通過打開的陽極出口閥 161，接著將燃料電池堆 110 中的陽極體積予以減壓。

透過陰極流動路徑而充滿的空氣，強迫殘餘的水離開燃料電池堆 110 中的陰極體積，且流經陰極出口管線 121、熱交換器 130 而流到水分離器 131。泵 132 將水從分離器 131 抽吸通過水返回管線 128 而流入水包圍容器 140。當截止閥 120 關閉時，陰極空氣壓力將會升高，因而迫使水離開燃料電池堆 110 中的陰極體積，通過陰極注水入口 127 且通過陰極注水管線 125 和逆向流動釋放閥 213 的淨化埠 238 而朝向水包圍容器 140。

淨化來自陰極流動路徑且進入水包圍容器 140 內的水之能力，能夠移除掉內部部位以及水分佈狹窄通道(gallery)中所捕捉到的水。對於汽車應用情形中具有典型尺寸的燃料電池堆來說，如此將導致大約 30ml 的水從陰極流動路徑中被移除。使用空氣壓縮機 133 而非氮氣淨化供應源，可減少所需要的零件數量，且避免離開燃料電池堆時過度乾燥。然後，電池堆中的薄膜可以保持在一個更加適合後續啟動操作的狀態下。在關掉期間，可以使空氣壓縮機的定時操作達到最佳，藉此在移除水分以防止由於攝氏零度以下的條件所引起的負面影響以及薄膜的脫水作用(dehydration)之間產生平衡。對於典型的燃料電池系統來

說，在關閉排放閥 120 之後，空氣壓縮機可以操作大約一、二分鐘。也可以使用氫氣淨化來自陽極流動路徑的多餘水。

在以下申請專利範圍所界定之本發明的範圍內，仍包含其他的實施例。

【圖式簡單說明】

上文係參考隨附圖式藉由範例說明本發明。

圖 1 顯示在一個完整的燃料電池系統內的各種零件配置之示意圖。

圖 2 顯示一個範例性水包圍容器的示意圖。

圖 3 顯示一個範例性逆向流動釋放閥之剖開立體圖。

圖 4a 與 4b 顯示圖 3 的逆向流動釋放閥之操作的示意圖。

圖 5a 與 5b 顯示用於陰極出口流動液體分離的兩種不同結構之示意圖。

【主要元件符號說明】

100	燃料電池系統
110	燃料電池堆
119	燃料管線
120	排放截止閥
121	陰極出口管線
122	陰極排放管線
123	空氣入口管線

124	空氣入口
125	陰極注水管線
126	陰極空氣入口埠
127	陰極注水入口
128	水返回管線
128a	注水管線
128b	注水管線
129	加熱器
130	熱交換器
131	水分離器
132	水泵
132a	泵
132b	泵
133	空氣壓縮機
134	空氣入口熱加熱器
135	流量計
136	空氣過濾器
137	空氣過濾器
138	空氣加熱器
139	冷卻風扇
140	水包圍容器
141	冷卻劑管線
142	三向閥
143	加熱器

144	水溢流管線
145	燃料加熱器
150	燃料供應源
151	減壓閥
152	致動閥
153	螺線管致動閥
154	減壓閥
155	燃料入口管線
156	陽極入口
157	壓力釋放閥
158	壓力釋放排放管線
159	陽極出口
161	陽極出口閥
162	手動操作閥
163	陽極排放水分離器
164	陽極排放管線
165	陽極出口管線
210	壁體
211	蓋體
212	水
213	逆向流動釋放閥
214	過濾器
215	內表面
230	泵頭部

231	馬達部
233	水位感應器
234	過濾器
235	流量計
236	恆溫加熱元件
237	加熱器
238	淨化埠
240	軸
301	箭頭
302	箭頭
313	連接通道
311	凹穴
312	輸送通道
314	第一供應埠
315	凹穴
316	止回閥
317	密封面
318	旁通通道
320	第二供應埠
321	隔膜
322	淨化通道
323	蓋體表面
510	淨化埠
TX1	溫度感應器

TX2	溫度感應器
TX3	溫度感應器
TX4	溫度感應器
TX5	溫度感應器
TX7	溫度感應器
PX1	壓力感應器
PX2	壓力感應器
PX3	壓力感應器
PX4	壓力感應器

五、中文發明摘要：

一種用於關掉含有燃料電池堆(110)的燃料電池系統(100)之操作的方法，該方法包含以下步驟：i)停止供應燃料到此燃料電池堆(110)；ii)關閉一個與燃料電池系統(100)的陰極系統呈流體相通的排放管線(122)上之截止閥(120)，此陰極系統包含一條通過燃料電池堆(110)的陰極流體流動路徑；iii)藉由一個與燃料電池堆(110)中的陰極空氣入口埠(126)呈流體相通的空氣壓縮機(133)而加壓該陰極系統；以及iv)將水從陰極流動路徑中吐出去。

六、英文發明摘要：

A method for shutting down operation of a fuel cell system (100) comprising a fuel cell stack (110), the method comprising the sequential steps of : i) ceasing a supply of fuel to the fuel cell stack (110); ii) closing a shut-off valve (120) on an exhaust line (122) in fluid communication with a cathode system of the fuel cell system (100), the cathode system comprising a cathode fluid flow path passing through the fuel cell stack (110); iii) pressurizing the cathode system with an air compressor (133) in fluid communication with a cathode air inlet port (126) in the fuel cell stack (110); and iv) ejecting water from the cathode flow path.

十、申請專利範圍：

1.一種用於關掉含有燃料電池堆的燃料電池系統之操作的方法，該方法包含以下步驟：

i)停止供應燃料到此燃料電池堆；

ii)關閉一個與燃料電池系統的陰極系統呈流體相通的排放管線上之截止閥，該陰極系統包含一條通過燃料電池堆的陰極流體流動路徑；

iii)藉由一個與燃料電池堆中的陰極空氣入口埠呈流體相通的空氣壓縮機而加壓該陰極系統；以及

iv)將水從陰極流動路徑中吐出去。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該步驟 iv)包含通過以下的一個或多個元件而將水從陰極流動路徑吐出去：

一陰極注水管線，係與該燃料電池堆內的陰極注水入口呈流體相通；

一水分離器；

一熱交換器；以及

一水返回管線。

3.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中，水從該陰極流動路徑被吐出到一個熱絕緣包圍容器內。

4.如申請專利範圍第 3 項之方法，其中，水透過水分離器而被吐出到陰極流動路徑的排放管線內且進入該包圍容器。

5.如申請專利範圍第 3 或 4 項之方法，其中，該包圍容

器是一個真空絕緣的燒瓶。

6.如申請專利範圍第 3 或 4 項之方法，其中，該包圍容器包含一泵，其被建構成能夠將來自包圍容器的水提供到燃料電池堆中的注水入口內。

7.如申請專利範圍第 6 項之方法，其中，該泵的泵頭部係被該包圍容器內的水所淹沒。

8.如申請專利範圍第 7 項之方法，其中，該泵的一個馬達部係被放置於該包圍容器的一個水包圍體積外，該馬達部係藉由一根驅動軸而連接到該泵頭部。

9.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，操作該空氣壓縮機，直到存在於排放管線內以及燃料電池堆與包圍容器之間的注水管線中的水實質上全部被吐入該包圍容器內為止。

10.如申請專利範圍第 3 或 4 項之方法，另外包含一個後續步驟：

v)藉由一個恆溫控制的加熱元件，將該包圍容器內的水保持在一個預設的溫度以上。

11.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中，在關閉該截止閥之後，該恆溫控制加熱元件失去作用達一段預設的時間。

12.如申請專利範圍第 3 或 4 項之方法，其中，該包圍容器包含一個加熱器，該加熱器被建構成在燃料電池系統關掉之後可解凍該包圍容器內的水。

13.如申請專利範圍第 3 或 4 項之方法，其中，水透過

熱交換器與水分離器而被吐入該包圍容器內。

14.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中，從陰極流動路徑所吐出來的水，在通過水分離器且進入包圍容器之前，可通過該熱交換器。

15.如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之方法，其中，在關閉該截止閥之後，空氣壓縮機操作達一段預設時間。

16.如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之方法，其中，操作該空氣壓縮機直到陰極流動路徑內的水達到預定水位為止。

17.一種燃料電池系統，包含：

一燃料電池堆；

一陰極系統，具有一條陰極流體流動路徑，該陰極流體流動路徑包含陰極空氣入口管線、一個位於燃料電池堆內的陰極體積、及陰極出口管線，這些部位係串連起來且其結構能允許空氣通過該燃料電池堆；

一空氣壓縮機，係與該陰極空氣入口管線呈流體相通；

一熱絕緣包圍容器，係被建構可容納來自陰極流動路徑且通過水返回管線的水；

其中，該燃料電池系統被建構成當關掉此系統的操作時，透過水返回管線，可以將水從陰極流動路徑吐出到包圍容器內。

18.如申請專利範圍第 17 項之燃料電池系統，其中，該包圍容器被流體式地連接到一條注水管線，該注水管線包含一個位於燃料電池堆內的陰極注水入口，該注水管線被

建構成可允許水從燃料電池堆的陰極體積通過到該包圍容器內。

19.如申請專利範圍第 18 項之燃料電池系統，其中，該注水管線包含一個逆向流動釋放閥，當橫跨該閥體的壓力差與該燃料電池系統操作期間之壓力差顛倒時，該釋放閥之結構可允許水從陰極流動路徑通過到該包圍容器內。

20.一種逆向流動釋放閥，包含：

一第一供應埠；

一第二供應埠；

一止回閥，係位於一條在第一供應埠與第二供應埠之間延伸的主要流體通道內，該止回閥被建構成可允許流體從第一供應埠通過到第二供應埠且阻止流體以相反方向通過；

一條旁通流體通道，係與該主要流體通道呈流體相通；

一密封閥，係受到偏壓而緊靠著該旁通通道與一淨化埠之間的旁通通道之一端；

其中，該密封閥被建構成當第一供應埠內的流體壓力超過第二供應埠的流體壓力以防止流體從該主要流體通道透過該旁通流體通道而流到淨化埠時，可維持該旁通通道的密封，而且當第二供應埠的流體壓力超過第一供應埠的流體壓力時，可允許流體從第二供應埠透過旁通流體通道而流到淨化埠。

21.如申請專利範圍第 20 項之逆向流動釋放閥，其中，該密封閥被建構成當第二供應埠的流體壓力超過第一供應

埠的流體壓力達到預定量時，可允許流體從第二供應埠透過該旁通通道而流到淨化埠。

22.如申請專利範圍第 21 項之逆向流動釋放閥，其中，該預定量不小於 300mbar。

23.如申請專利範圍第 20 至 22 項中任一項之逆向流動釋放閥，其中，該密封閥包含一個彈性隔膜，該彈性隔膜的一表面係與該第一供應埠形成流體相通，該隔膜的另一相反表面係受到偏壓而緊靠著該旁通通道的尾端。

24.如申請專利範圍第 20 至 22 項中任一項之逆向流動釋放閥，包含一個延伸於第一供應埠與密封閥之間的連接流體通道。

25.一種燃料電池系統，包含如申請專利範圍第 20 至 24 項中任一項之逆向流動釋放閥，其中，該逆向流動釋放閥的第二供應埠係被連接至一條陰極注水管線，該第一供應埠係被連接至一泵，且該淨化埠係與該一個水包圍容器的內部體積形成流體相通。

26.一種燃料電池系統，包含：

一燃料電池堆；

一陰極系統，具有一條陰極流體流動路徑，該陰極流體流動路徑包含陰極空氣入口管線、一個位於燃料電池堆內的陰極體積、及陰極出口管線，這些部位係串連起來且其結構能允許空氣通過該燃料電池堆；

一熱交換器，係與一水分離器串連至該陰極流體流動路徑的陰極出口管線上；

其中，該水分離器的一條注水出口管線係透過第一水返回管線而連接至一個水包圍容器。

27.如申請專利範圍第 26 項之燃料電池系統，其中，該熱交換器的水吐出出口管線係藉由一條第二水返回管線而連接至該水包圍容器。

28.如申請專利範圍第 27 項之燃料電池系統，包含在第一與第二水返回管線的各條管線中之一水泵。

十一、圖式：

如次頁

其中，該水分離器的一條注水出口管線係透過第一水返回管線而連接至一個水包圍容器。

27.如申請專利範圍第 26 項之燃料電池系統，其中，該熱交換器的水吐出出口管線係藉由一條第二水返回管線而連接至該水包圍容器。

28.如申請專利範圍第 27 項之燃料電池系統，包含在第一與第二水返回管線的各條管線中之一水泵。

十一、圖式：

如次頁

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	燃料電池系統
110	燃料電池堆
119	燃料管線
120	排放截止閥
121	陰極出口管線
122	陰極排放管線
123	空氣入口管線
124	空氣入口
125	陰極注水管線
126	陰極空氣入口埠
127	陰極注水入口
128	水返回管線
129	加熱器
130	熱交換器
131	水分離器
132	水泵
133	空氣壓縮機
134	空氣入口熱加熱器
135	流量計
136	空氣過濾器
137	空氣過濾器

138	空氣加熱器
139	冷卻風扇
140	水包圍容器
141	冷卻劑管線
142	三向閥
143	加熱器
144	水溢流管線
145	燃料加熱器
150	燃料供應源
151	減壓閥
152	致動閥
153	螺線管致動閥
154	減壓閥
155	燃料入口管線
156	陽極入口
157	壓力釋放閥
158	壓力釋放排放管線
159	陽極出口
161	致動閥
162	手動操作閥
163	陽極排放水分離器
164	陽極排放管線
165	陽極出口管線
TX1	溫度感應器

TX2	溫度感應器
TX3	溫度感應器
TX4	溫度感應器
TX5	溫度感應器
TX7	溫度感應器
PX1	壓力感應器
PX2	壓力感應器
PX3	壓力感應器
PX4	壓力感應器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

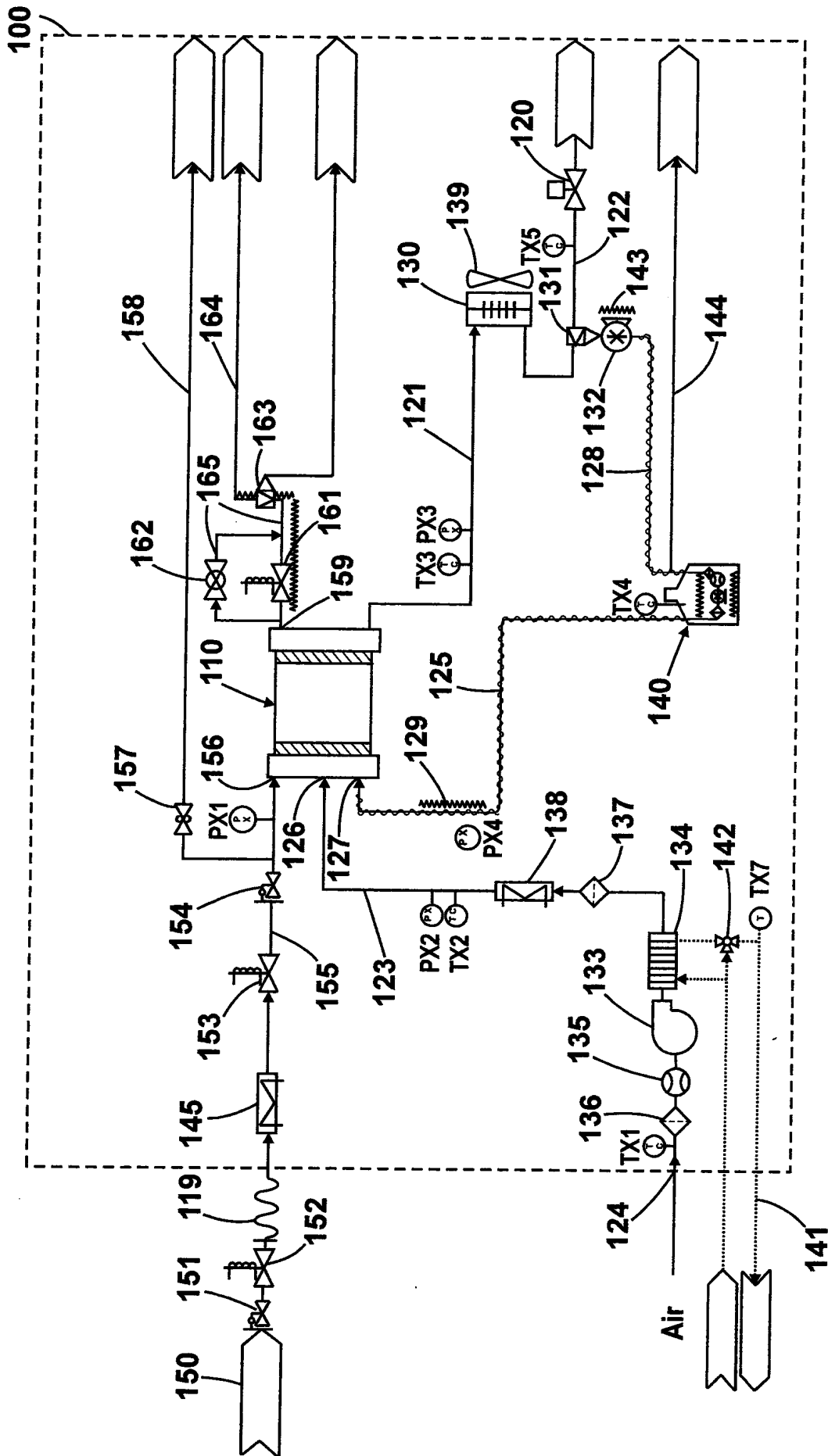


圖 1

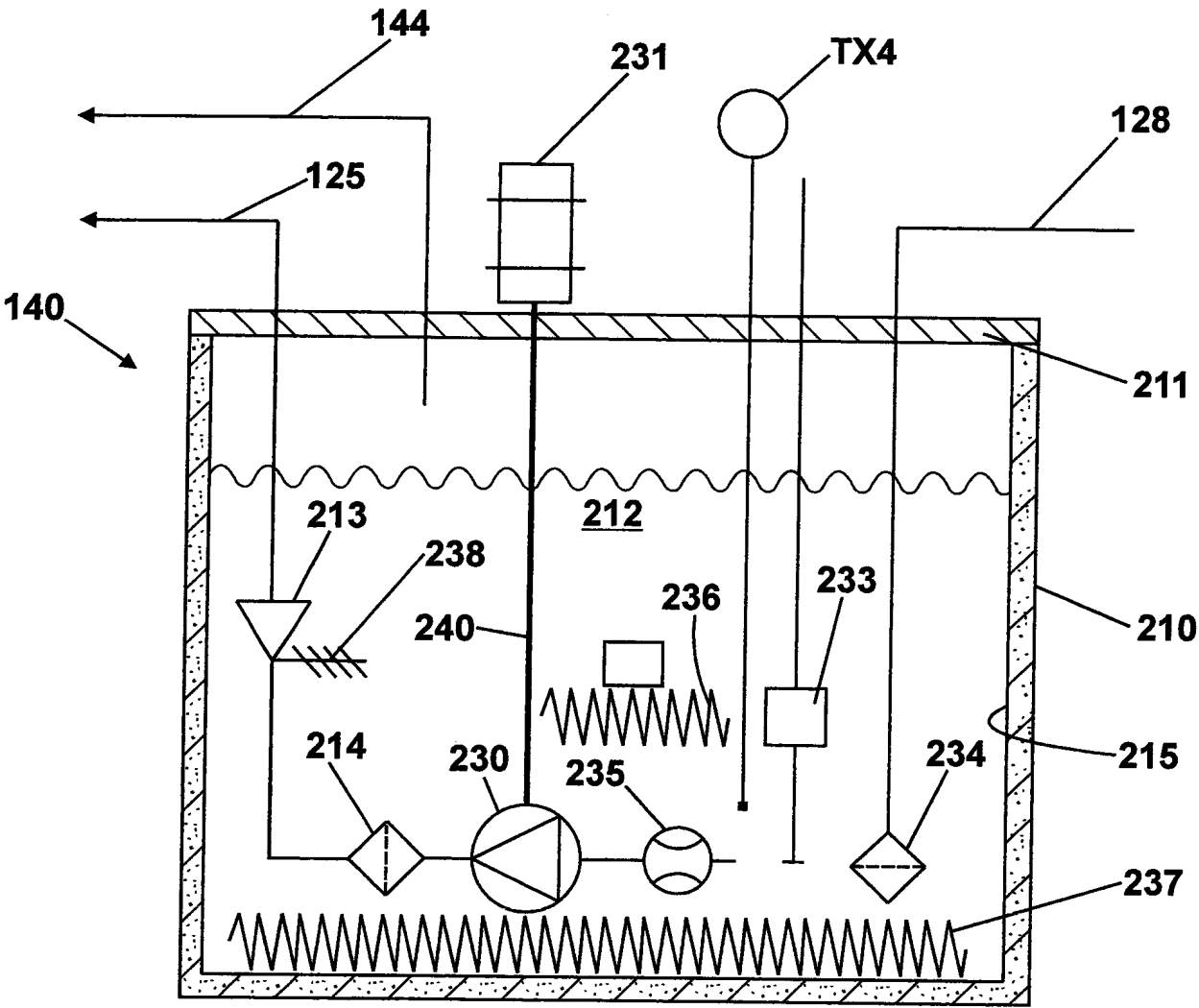


圖 2

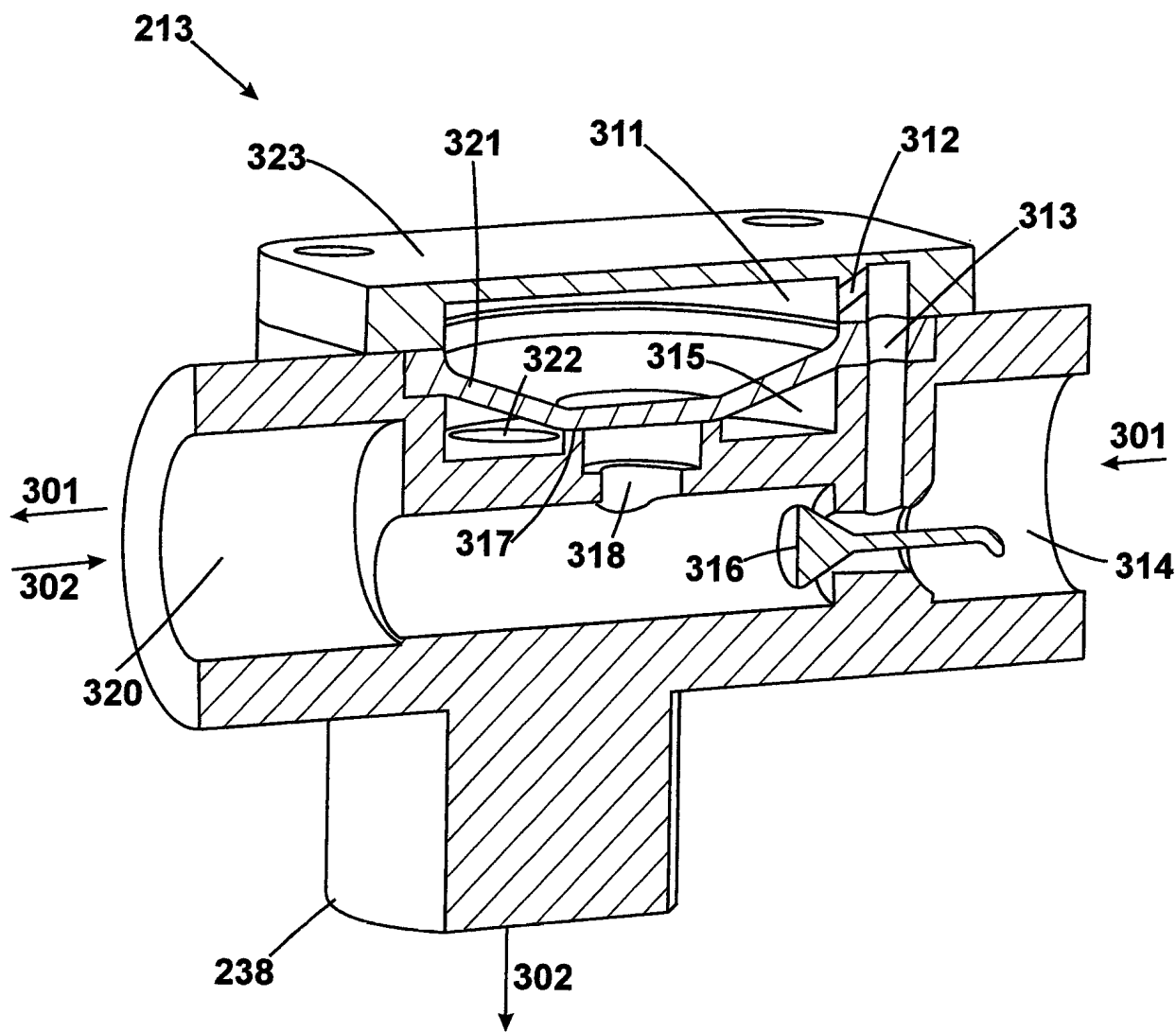


圖 3

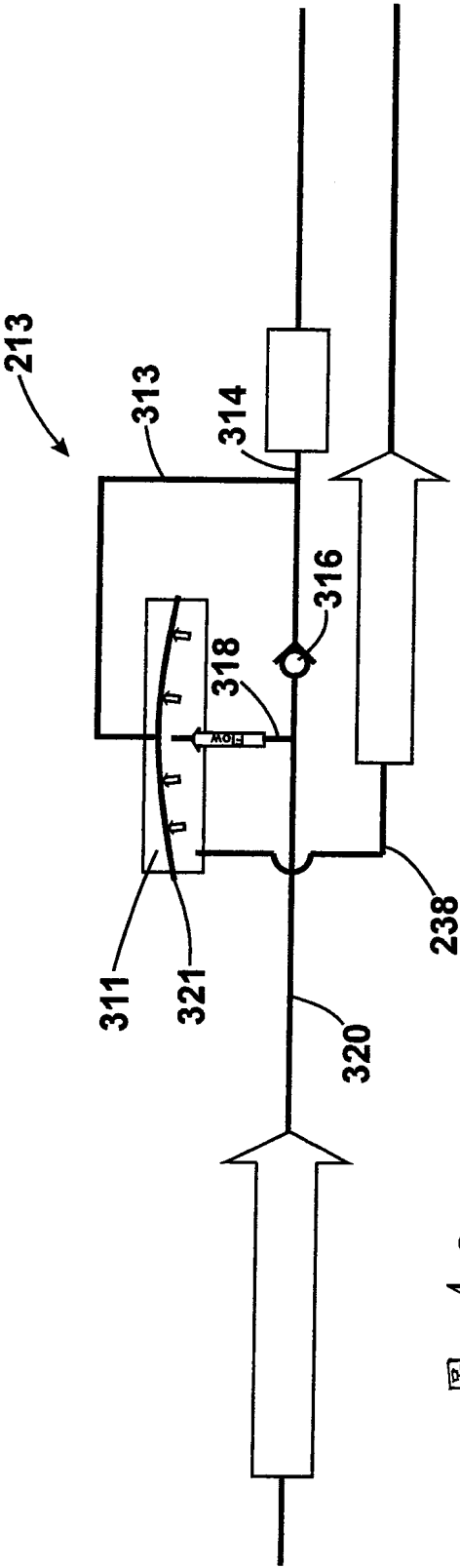


圖 4 a

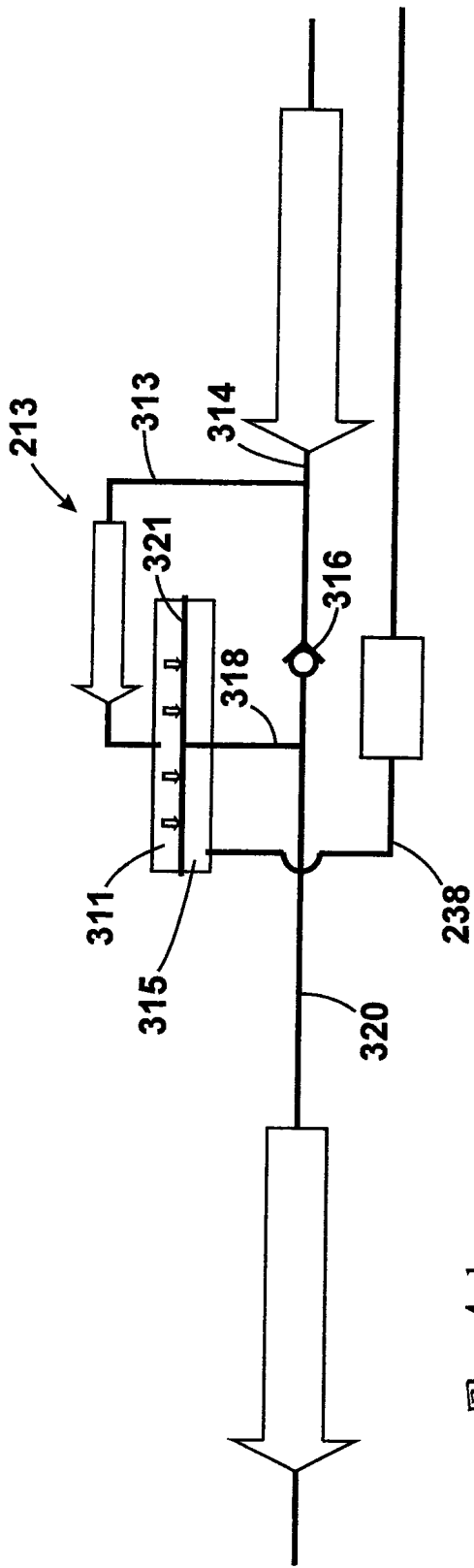


圖 4 b

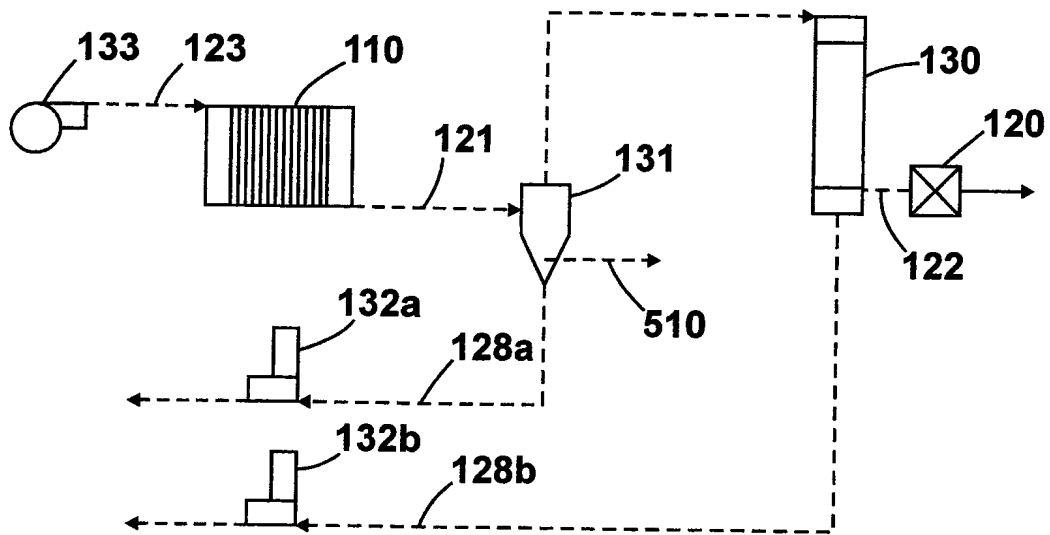


圖 5 a

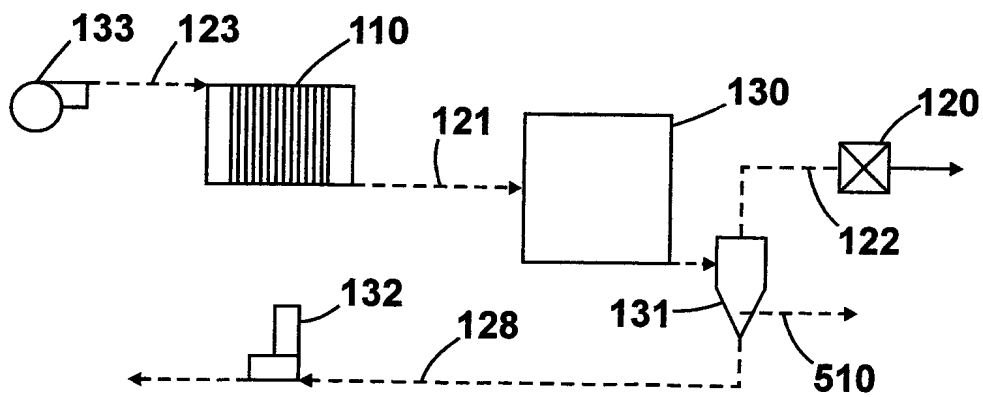


圖 5 b