



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I579520 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：102143184

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 27 日

(51)Int. Cl. : F28D20/02 (2006.01)

F28F23/02 (2006.01)

H01L35/02 (2006.01)

(30)優先權：2013/08/22 美國

61/868,588

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路4段195號

(72)發明人：徐菘蔚 HSU, SUNG WEI (TW)；郭啓榮 KUO, CHI RON (TW)

(74)代理人：祁明輝；林素華；涂綺玲

(56)參考文獻：

CN 101038116A

CN 101403553B

CN 102003827A

CN 102305113A

US 4358929

WO 82/00191A1

審查人員：廖學毅

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：5 共 25 頁

(54)名稱

熱交換器、熱機循環系統及其控制方法

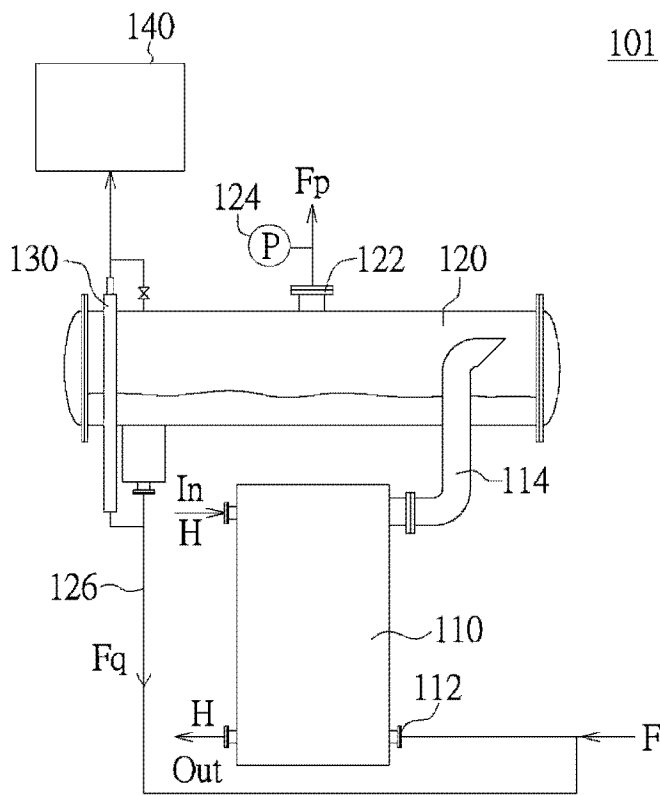
HEAT EXCHANGER, HEAT ENGINE SYSTEM AND CONTROL METHOD USING THE SAME

(57)摘要

一種熱交換器，包括一蒸發器、一汽液分離器、一液位感測器以及一控制器。蒸發器用以加熱一工作流體至一汽液兩相，蒸發器具有一工作流體入口管路以及一工作流體出口管路。汽液分離器連接工作流體出口管路，以將工作流體分離為一汽態工作流體與一液態工作流體。液位感測器用以偵測汽液分離器內液態工作流體的高度並輸出一液位訊號。控制器用以接收液位訊號，並控制蒸發器內工作流體的乾度。

A heat exchanger includes an evaporator, a vapor-liquid separator, a liquid level sensor and a controller. The evaporator is used to heat a working fluid up to a vapor-liquid state. The evaporator has a working fluid inlet pipe and a working fluid outlet pipe. The vapor-liquid separator, connected to the working fluid outlet pipe, separates the working fluid into vapor state and liquid state. The liquid level sensor detects the level of the working fluid in the vapor-liquid separator and indicates a level signal. The controller receives the level signal and controls the vapor quality of the working fluid inside the evaporator.

指定代表圖：



第 1 圖

符號簡單說明：

- 101 . . . 熱交換器
- 110 . . . 蒸發器
- 112 . . . 工作流體入口管路
- 114 . . . 工作流體出口管路
- 120 . . . 汽液分離器
- 122 . . . 汽態工作流體出口管路
- 124 . . . 壓力感測器
- 126 . . . 液態工作流體回流管路
- 130 . . . 液位感測器
- 140 . . . 控制器
- F . . . 工作流體
- Fp . . . 汽態工作流體
- Fq . . . 液態工作流體
- H . . . 熱流
- In . . . 入口
- Out . . . 出口

發明摘要

※ 申請案號：102143184

※ 申請日：102/11/27

※IPC 分類：F28D 20/02 (200601)
F28F 23/02 (200601)
H01L 35/02 (200601)

【發明名稱】(中文/英文)

熱交換器、熱機循環系統及其控制方法/HEAT EXCHANGER,
HEAT ENGINE SYSTEM AND CONTROL METHOD USING THE
SAME

【中文】

一種熱交換器，包括一蒸發器、一汽液分離器、一液位感測器以及一控制器。蒸發器用以加熱一工作流體至一汽液兩相，蒸發器具有一工作流體入口管路以及一工作流體出口管路。汽液分離器連接工作流體出口管路，以將工作流體分離為一汽態工作流體與一液態工作流體。液位感測器用以偵測汽液分離器內液態工作流體的高度並輸出一液位訊號。控制器用以接收液位訊號，並控制蒸發器內工作流體的乾度。

【英文】

A heat exchanger includes an evaporator, a vapor-liquid separator, a liquid level sensor and a controller. The evaporator is used to heat a working fluid up to a vapor-liquid state. The evaporator has a working fluid inlet pipe and a working fluid outlet pipe. The vapor-liquid separator, connected to the working fluid

outlet pipe, separates the working fluid into vapor state and liquid state. The liquid level sensor detects the level of the working fluid in the vapor-liquid separator and indicates a level signal. The controller receives the level signal and controls the vapor quality of the working fluid inside the evaporator.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

101：熱交換器

110：蒸發器

112：工作流體入口管路

114：工作流體出口管路

120：汽液分離器

122：汽態工作流體出口管路

124：壓力感測器

126：液態工作流體回流管路

130：液位感測器

140：控制器

F：工作流體

F_p：汽態工作流體

F_q：液態工作流體

H：熱流

In：入口

Out：出口

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

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)

熱交換器、熱機循環系統及其控制方法/HEAT EXCHANGER, HEAT ENGINE SYSTEM AND CONTROL METHOD USING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種熱傳裝置，且特別是有關於一種具工作流體乾度控制機制之熱交換器及其熱機循環系統。

【先前技術】

【0002】 中低溫廢熱發電市場近幾年蓬勃發展，其中有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle, ORC)為目前中低溫廢熱發電技術中最為成熟且具經濟效益之一種技術。有機朗肯循環為一封閉熱機循環系統，其關鍵元件和工作原理如下：(1)工作流體升壓泵(pump)：升壓液態工作流體，並送入蒸發器中加熱；(2)蒸發器(evaporator)：汲取熱源流體的熱能，以汽化工作流體；(3)膨脹機及發電機組(expander and power generator)：轉換工作流體的熱能和壓力能為膨脹機的軸功率(shaft power)，再經由發電機產生電力；(4)冷凝器(condenser)：冷凝做功後的汽態工作流體成為液態，並送往工作流體升壓泵的入口，完成循環。

【0003】 有機朗肯循環(ORC)屬於雙循環系統(binary cycle system)。其一，ORC迴路中的工作流體，經歷液泵升壓、蒸發器

汽化、膨脹機做功、冷凝器液化等過程，完成密閉式熱機循環系統。其二，來自熱源的熱流(hot stream)，則透過蒸發器，將熱能傳遞給工作流體。在蒸發器內，工作流體透過熱傳介質（例如：殼管式熱交換器的熱傳管、板式熱交換器的熱傳板）吸收熱流熱能。熱流於蒸發器放熱後，即經由蒸發器的熱流出口流回至外界環境。視熱流出口的溫度與流量，熱流可能直接排放或再利用。

【0004】 工作流體在蒸發器的出口一般設計為飽和汽態或過熱汽態。若為飽和汽態，由於工作流體於出口的流速大，可能挾帶液滴流出，工作流體液滴在膨脹機內將產生液膨脹問題，造成膨脹機運轉時振動和電力輸出不穩等現象。若為過熱汽態，工作流體在蒸發器內的熱阻增加，導致整體熱傳性能降低。

【發明內容】

【0005】 本發明係有關於一種熱交換器及熱機循環系統，藉由控制工作流體的乾度以提升工作流體在蒸發器內的熱傳性能。

【0006】 本發明係有關於一種控制方法，藉由控制蒸發器內工作流體的乾度以提升蒸發器的整體熱傳性能，降低蒸發器面積需求。

【0007】 根據本發明之一方面，提出一種控制機制之熱交換器，包括一蒸發器、一汽液分離器、一液位感測器以及一控制器。蒸發器用以加熱一工作流體至一汽液兩相，蒸發器具有一工作流體入口管路以及一工作流體出口管路。汽液分離器連接工作流體出口管路，以將工作流體分離為一汽態與一液態。液位感測器用

以偵測汽液分離器內液態工作流體的高度並輸出一液位訊號。控制器用以接收液位訊號，並控制蒸發器內工作流體的乾度。此外，在一實施例中，汽液分離器具有一汽態工作流體出口管路以及一液態工作流體回流管路，液態工作流體回流管路連接蒸發器之工作流體入口管路，使液態工作流體回流至蒸發器。

【0008】 根據本發明之一方面，提出一種熱機循環系統，包括一蒸發器、一汽液分離器、一液位感測器、一控制器、一冷凝器、一發電模組以及一泵浦。蒸發器用以加熱一工作流體至一汽液兩相，蒸發器具有一工作流體入口管路以及一工作流體出口管路。汽液分離器連接工作流體出口管路，以將工作流體分離為一汽態與一液態。液位感測器用以偵測汽液分離器內液態工作流體的高度並輸出一液位訊號。控制器用以接收液位訊號，並控制蒸發器內工作流體的乾度。冷凝器用以冷卻該工作流體至一液態。發電模組藉由一第一管路連接該汽液分離器之一出口，並藉由一第二管路連接該冷凝器之一入口。泵浦藉由一第三管路連接該冷凝器之一出口，並藉由一第四管路連接該蒸發器之一入口。此外，在一實施例中，汽液分離器具有一汽態工作流體出口管路以及一液態工作流體回流管路，液態工作流體回流管路連接蒸發器之工作流體入口管路，使液態工作流體回流至蒸發器。

【0009】 根據本發明之一方面，提出一種控制方法，包括下列步驟。提供一蒸發器，並通入一工作流體至蒸發器中，以加熱工作流體至一汽液兩相。通入汽液兩相的工作流體至一汽液分離

器中，以分離為一氣態與一液態。偵測液態工作流體的高度並輸出一液位訊號。以一控制器接收液位訊號，並控制蒸發器內工作流體的乾度。此外，在一實施例中，引導液態工作流體回流至蒸發器之一入口。

【0010】 爲了對本發明之上述及其他方面有更佳的瞭解，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【圖式簡單說明】

【0011】

第 1 圖繪示依照本發明一實施例之具工作流體乾度控制機制之熱交換器。

第 2 圖繪示工作流體的熱傳係數與乾度之間的關係圖。

第 3 圖繪示依照本發明一實施例之具乾度控制機制之熱機循環系統。

第 4 圖繪示依照本發明一實施例之乾度控制方法的各個步驟。

第 5 圖繪示有機朗肯循環(ORC)系統中溫度-熵的性能圖。

【實施方式】

【0012】 在本實施例之一範例中，藉由控制工作流體的乾度以提升工作流體的熱傳性能。例如：以一蒸發器搭配一汽液分離器，讓汽液兩相的工作流體排出蒸發器之後，進入汽液分離器。當蒸發器內的工作流體處於汽液兩相狀態時，工作流體的乾度保持在 60~80% 之間。相對於液態工作流體或過熱汽態的工作流體而言，汽液兩相的工作流體具有較佳的熱傳係數及較低的熱阻，

因此工作流體的乾度保持在 60~80% 之間，將可提升工作流體的熱傳性能。

【0013】 在一實施例中，若蒸發器採用殼管式熱交換器，工作流體在蒸發器的出口一般設計為飽和汽態或過熱汽態，汽態工作流體離開蒸發器後，再導引進入發電模組做功及發電。在另一實施例中，若蒸發器採用板式熱交換器，由於工作流體在板片間流速大，離開蒸發器時尚挾帶液滴，因此於蒸發器出口處較佳為過熱汽態。

【0014】 在本實施例之一範例中，偵測工作流體的壓力的方法通常有兩種，一種是用壓力感測器來偵測蒸發器內的壓力，另一種是利用溫度感測器來偵測蒸發器內的溫度。當蒸發器內的工作流體處於汽液兩相狀態時，蒸發壓力與蒸發溫度是彼此相依的。蒸發溫度係指液態的工作流體在一定的壓力下蒸發或沸騰時的飽和溫度（沸點），此時的壓力稱為蒸發壓力。蒸發壓力增加，相對地蒸發溫度也會增加。因此，只要將蒸發器內的壓力或溫度控制在一定的數值，就可以保持蒸發器內的蒸發壓力。

【0015】 在本實施例之一範例中，利用汽液分離器的目的是為了將汽液兩相的工作流體分離為一汽態工作流體與一液態工作流體，並引導汽態工作流體進入下游的發電模組。液態工作流體可被引導進入蒸發器的入口，直接與泵浦出口的低溫工作流體混合並使低溫工作流體增溫後，再進入蒸發器中。因此，在進入蒸發器之前，可降低過冷液態工作流體的比例，以降低蒸發器內的熱傳面積需求。在另一實施例中，液態工作流體亦可被引導進入冷凝器的入口。

【0016】 以下係提出實施例進行詳細說明，實施例僅用以作為範例說明，並非用以限縮本發明欲保護之範圍。

【0017】 請參照第 1 圖，其繪示依照本發明一實施例之具工作流體乾度控制機制之熱交換器 101，其包括一蒸發器 110、一氣液分離器 120、一液位感測器 130 以及一控制器 140。蒸發器 110 用以加熱一工作流體 F 至一氣態。蒸發器 110 內例如設有一個或多個熱流管路，由入口 In 通向出口 Out，使來自於熱源的熱流 H 透過熱流管路將熱能傳遞給工作流體 F。蒸發器 110 具有一工作流體入口管路 112 以及一工作流體出口管路 114，使工作流體 F 經由工作流體入口管路 112 進入後，可在蒸發器 110 內蒸發、汽化，並由液態變為汽液兩相，之後再由工作流體出口管路 114 排出。

【0018】 在一實施例中，蒸發器 110 可為殼管式熱交換器或板式熱交換器。上述的熱流管路可為殼管式熱交換器的熱傳管或板式熱交換器的熱傳板等。此外，應用在有機朗肯循環中，可利用常壓低沸點的有機物質(例如：冷媒、碳氫化合物)為工作流體，並可利用工業廢熱、地熱、溫泉或太陽能等多樣化的中低溫熱源來加熱工作流體，使工作流體在蒸發器 110 內蒸發、汽化，汽化後的工作流體再導引至發電模組 150(參見第 3 圖)做功並發電。

【0019】 另外，應用在極低溫 ORC 發電系統，可利用常溫水(或表層海水)為熱源來加熱以液態天然氣、液態氮或液態氧做為冷流的工作流體，使工作流體在蒸發器 110 內蒸發、汽化，汽化後的工作流體再導引至發電模組 150(參見第 3 圖)做功並發電。

【0020】 在一實施例中，工作流體在蒸發器 110 內的乾度為液態工作流體汽化的比例。乾度越高，汽化的比例越高。因此，可藉由汽液分離器 120 將汽液兩相工作流體分離為一汽態工作流體 F_p 與一液態工作流體 F_q ，由液態工作流體 F_q 於汽液分離器 120 內的液位高度來得知工作流體的乾度。液位高度增加，表示乾度減少；而液位高度減少，表示乾度增加，兩者呈反比關係。

【0021】 液位感測器 130 設置於汽液分離器 120 中或液態工作流體回流管路 126 上，用以偵測汽液分離器 120 內液態工作流體 F_q 的高度並輸出一液位訊號，並將液位訊號傳輸至控制器 140，以達到乾度控制的目的。

【0022】 請參照第 2 圖，一般工作流體在乾度 60~80%時，其熱傳係數達峰值，之後，熱傳係數隨乾度增加而陡降。當工作流體過熱後(乾度 >1)，其熱傳機制屬於單相汽態熱傳，熱傳係數差。傳統設計的蒸發器時，工作流體在蒸發器內吸收熱能蒸發後，在離開蒸發器時為過熱狀態，因此傳統的蒸發器由於乾度大於 0.8，傳熱係數陡降（參見第 2 圖），故需要的熱傳面積較大，因而增加成本。

【0023】 一般而言，汽液分離器 120 的種類可分為板式分離器、旋風式分離器及離心式分離器。在汽液分離器 120 中，由於汽態工作流體與液態工作流體的密度不同，兩者一起流動時，液態工作流體會受到重力的作用，產生一個向下的速度，而汽態工作流體仍然朝著原來的方向流動。也就是說，汽態工作流體與液態工作流體在重力場中有分離的傾向，向下的液體附著在壁面上匯聚在一起經由出口管路 126 排出。

【0024】 控制器 140 例如是可程式化邏輯控制器，用以調整液態工作流體在蒸發器 110 內的容量，並接收液位感測器 130 所輸出的液位訊號，藉以判斷蒸發器 110 內工作流體的乾度是否大於一設定值（例如工作流體汽化比例高於 0.8 以上，也就是熱傳係數陡降時的乾度）。若是，表示工作流體過熱，控制器 140 可藉由變頻控制方法調整泵浦 170（參見第 3 圖）的流量和壓力，也就是調整工作流體的流速，增加入口流量，以保持工作流體在蒸發器 110 內為汽液兩相。此時，工作流體具有較佳的熱傳係數及較低的熱阻。另外，當蒸發器 110 內工作流體的乾度小於一設定值（例如工作流體汽化比例低於 0.2 以下），表示工作流體過冷，控制器 140 可藉由變頻控制方法調整工作流體的流速，降低入口流量。

【0025】 在一實施例中，壓力感測器 124 可設置於汽液分離器 120 之汽態工作流體出口管路 122 上，用以偵測工作流體的蒸發壓力並輸出一蒸發壓力訊號至控制器 140，以確保工作流體為飽和汽態。另外，在另一實施例中，壓力感測器 124 可被一溫度感測器所取代或同時使用。溫度感測器用以偵測汽液分離器 120 內工作流體的蒸發溫度並輸出一蒸發溫度訊號至控制器 140，以確保工作流體為飽和汽態。

【0026】 請參照第 3 圖，其繪示依照本發明一實施例之具工作流體乾度控制機制之熱機循環系統 100。此熱機循環系統 100 包括一蒸發器 110、一汽液分離器 120、一液位感測器 130、一控制器 140、一發電模組 150、一冷凝器 160 以及一泵浦 170。蒸發器 110 用以加熱工作流體 F 至一汽態。冷凝器 160 用以冷卻一工

作流體 F 至一液態。發電模組 150 藉由一第一管路 131 連接汽液分離器 120 之一出口，並藉由一第二管路 132 連接冷凝器 160 之一入口。此外，泵浦 170 藉由一第三管路 133 連接冷凝器 160 之一出口，並藉由一第四管路 134 連接蒸發器 110 之一入口，以形成一封閉迴路。因此，此熱機循環系統可為一封閉熱機循環系統。

【0027】 上述之發電模組 150 例如是由膨脹機（例如：渦輪機、螺旋式膨脹機、渦卷式膨脹機）以及發電機組合而成。請參照第 2 圖，在一實施例中，具有高溫蒸汽狀態之工作流體 F 的熱能和壓力能轉換為膨脹機 151 的軸功率，再將工作流體膨脹做功產生的機械能輸入至發電機 152，並由發電機 152 產生電力。此外，做功完後的工作流體 F 流經冷凝器 160，並透過熱傳介質中的冷流 C 吸收工作流體 F 的熱能，而成為液態工作流體，接著，藉由泵浦 170 升壓液態工作流體，並送入蒸發器 110 中加熱，以構成一熱機循環系統。

【0028】 有關蒸發器 110、汽液分離器 120、液位感測器 130 以及控制器 140 的工作原理，請參照第 1 圖及相關內容，以下略述乾度控制方法。請參照第 4 圖，其繪示依照本發明一實施例之工作流體乾度控制方法的各個步驟。首先，在步驟 401 中，提供一蒸發器 110，並通入一工作流體 F 至蒸發器 110 中，以加熱工作流體 F 至一汽液兩相。在步驟 402 中，通入汽液兩相工作流體至一汽液分離器 120 中，以分離為一汽態工作流體 F_p 與一液態工作流體 F_q 。在步驟 403 中，偵測液態工作流體 F_q 的高度並輸出一液位訊號。此液位訊號例如以電訊號輸出至一控制器 140。在步驟 404 中，使液態工作流體 F_q 回流至蒸發器 110 之一入口，

並與泵浦 170 出口的低溫工作流體混合並使低溫工作流體增溫後，再進入蒸發器 110 中。在步驟 405 中，以控制器 140 接收液位訊號，並調整泵浦 170 的流量和壓力，藉以調整工作流體 F 的入口流量。因此，只要能保持工作流體 F 在蒸發器 110 內為汽液兩相，即可控制蒸發器 110 內工作流體的乾度在一定範圍內，例如 0.4~0.8 左右，較佳為 0.6~0.8，但本發明不以此為限。

【0029】 由上述的乾度控制方法可知，藉由控制工作流體的乾度以提升工作流體的熱傳性能，進而提升整體 ORC 系統的熱效率。

【0030】 請參照第 5 圖，其繪示有機朗肯循環(ORC)系統中溫度-熵的性能圖。如第 5 圖中所繪示的虛線，其為汽液分離器 120 中的液態工作流體 F_q 回流至蒸發器 110 的熱傳路徑。高溫的液態工作流體與泵浦 170 出口的低溫工作流體混合並使低溫工作流體增溫後，再進入蒸發器 110 中加熱。因此，在進入蒸發器 110 之前，可降低過冷 (subcooled) 液態工作流體的比例，以降低蒸發器 110 內的熱傳面積需求。

【0031】 本發明上述實施例所揭露之具工作流體乾度控制機制之熱交換器及熱機循環系統和應用其之乾度控制方法，藉由工作流體在汽液兩相區內的高熱傳特性，控制工作流體於蒸發器出口的乾度，以達到下列功效：(1)工作流體在蒸發器內表現最佳熱傳性能，大幅降低蒸發器熱傳面積需求、降低成本；(2)工作流體於汽液分離器後，提供飽和汽態工作流體進入發電模組，提升整體 ORC 系統熱效率；(3)汽液分離後的液態工作流體直接與低溫

工作流體混合，再進入蒸發器，可降低過冷液態工作流體的比
例，降低蒸發器內的熱傳面積需求。

【0032】 綜上所述，雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，
然其並非用以限定本發明。本發明所屬技術領域中具有通常知識
者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤
飾。因此，本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者
為準。

【符號說明】

【0033】

- 100：熱機循環系統
- 101：熱交換器
- 110：蒸發器
- 112：工作流體入口管路
- 114：工作流體出口管路
- 120：汽液分離器
- 122：汽態工作流體出口管路
- 124：壓力感測器
- 126：液態工作流體回流管路
- 130：液位感測器
- 131：第一管路
- 132：第二管路
- 133：第三管路

134：第四管路

140：控制器

150：發電模組

151：膨脹機

152：發電機

160：冷凝器

170：泵浦

F：工作流體

Fp：汽態工作流體

Fq：液態工作流體

C：冷流

H：熱流

In：入口

Out：出口

申請專利範圍

1. 一種熱交換器，包括：
 - 一蒸發器，用以加熱一工作流體至一汽液兩相，該蒸發器具有一工作流體入口管路以及一工作流體出口管路；
 - 一汽液分離器，連接該工作流體出口管路，以將該工作流體分離為一汽態與一液態；
 - 一液位感測器，用以偵測該汽液分離器內該液態工作流體的高度並輸出一液位訊號；
 - 一控制器，用以接收該液位訊號以及一蒸發壓力訊號，並根據該液位訊號以及該蒸發壓力訊號控制該蒸發器內該工作流體的乾度介於 0.6-0.8 之間；以及
 - 一壓力感測器，設置於該汽液分離器的該工作流體出口管路，用以偵測該汽態工作流體的蒸發壓力並輸出該蒸發壓力訊號至該控制器。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱交換器，其中該汽液分離器內該液態工作流體的高度與該蒸發器內該工作流體的乾度呈反比。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱交換器，其中該控制器判斷該蒸發器內該工作流體的乾度是否大於一設定值，以得知該工作流體狀態，該設定值為該工作流體汽化比例大於 0.8 以上時的乾度。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之熱交換器，其中該工作流體乾度大於設定值時，該控制器調整該工作流體的流速，以增加該

工作流體的入口流量。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱交換器，其中該汽液分離器具有一汽態工作流體出口管路以及一液態工作流體回流管路，該液態工作流體回流管路連接該蒸發器之該工作流體入口管路，使該液態工作流體回流至該蒸發器。

6. 一種熱機循環系統，包括：

一蒸發器，用以加熱一工作流體至一汽液兩相，該蒸發器具有一工作流體入口管路以及一工作流體出口管路；

一汽液分離器，連接該工作流體出口管路，以將該工作流體分離為一汽態與一液態，該汽液分離器具有一汽態工作流體出口管路以及一液態工作流體回流管路，該液態工作流體回流管路連接該工作流體入口管路，使該液態工作流體回流至該蒸發器；

一液位感測器，用以偵測該液態工作流體的高度並輸出一液位訊號；

一控制器，用以接收該液位訊號以及一蒸發壓力訊號，並根據該液位訊號以及該蒸發壓力訊號控制該蒸發器內該工作流體的乾度介於 0.6-0.8 之間；

一壓力感測器，設置於該汽液分離器的該工作流體出口管路，用以偵測該汽態工作流體的蒸發壓力並輸出該蒸發壓力訊號至該控制器；

一冷凝器，用以冷卻該工作流體至一液態；

一發電模組，藉由一第一管路連接該汽液分離器之一出口，並藉由一第二管路連接該冷凝器之一入口；以及

一泵浦，藉由一第三管路連接該冷凝器之一出口，並藉由一第四管路連接該蒸發器之一入口。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之熱機循環系統，其中該汽液分離器內該液態工作流體的高度與該蒸發器內該工作流體的乾度呈反比。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之熱機循環系統，其中該控制器判斷該蒸發器內該工作流體的乾度是否大於一設定值，以得知該工作流體狀態，該設定值為該工作流體汽化比例大於 0.8 以上時的乾度。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之熱機循環系統，其中該工作流體乾度大於設定值時，該控制器調整該工作流體的流速，以增加該工作流體的入口流量。

10. 一種控制方法，包括：

提供一蒸發器，並通入一工作流體至該蒸發器中，以加熱該工作流體至一汽液兩相；

通入汽液兩相的該工作流體至一汽液分離器中，以分離為一氣態與一液態；

偵測該液態工作流體的高度並輸出一液位訊號；

偵測該汽態工作流體的蒸發壓力並輸出一蒸發壓力訊號；以及

以一控制器接收該液位訊號以及該蒸發壓力訊號，並根據該液位訊號以及該蒸發壓力訊號控制該蒸發器內該工作流體的乾

度介於 0.6-0.8 之間。

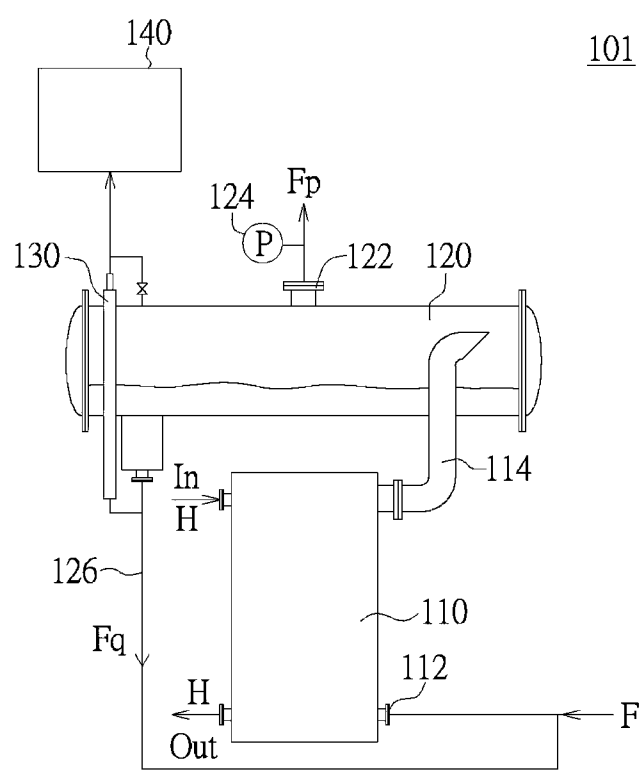
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之控制方法，其中該汽液分離器內該液態工作流體的高度與該蒸發器內該工作流體的乾度呈反比。

12. 如申請專利範圍第 10 項所述之控制方法，其中該控制器判斷該蒸發器內該工作流體的乾度是否大於一設定值，以得知該工作流體是否過熱，該設定值為該工作流體汽化比例大於 0.8 以上時的乾度。

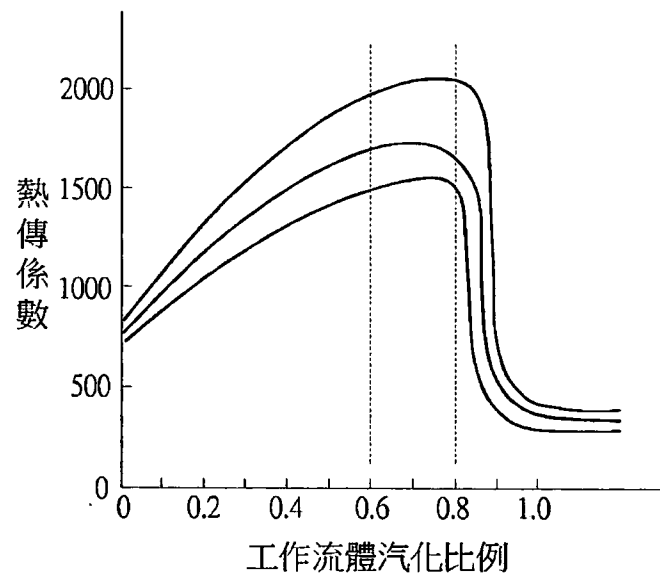
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之控制方法，其中該工作流體的乾度大於設定值時，該控制器調整該工作流體的流速，以增加該工作流體的入口流量。

14. 如申請專利範圍第 10 項所述之控制方法，更包括引導該液態工作流體回流至該蒸發器之一入口。

圖式

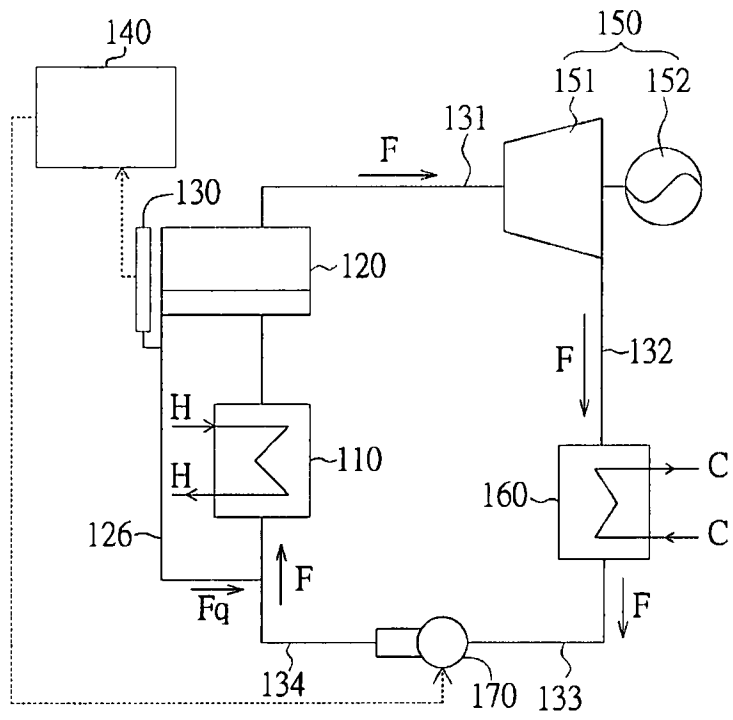


第 1 圖

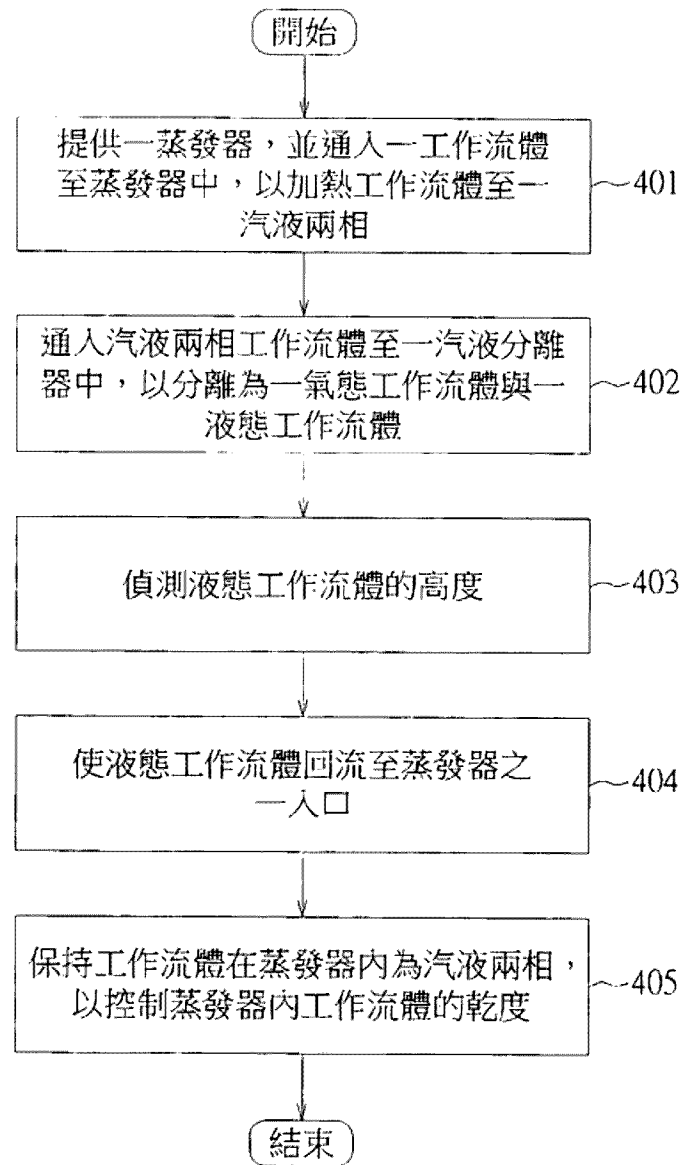


第 2 圖

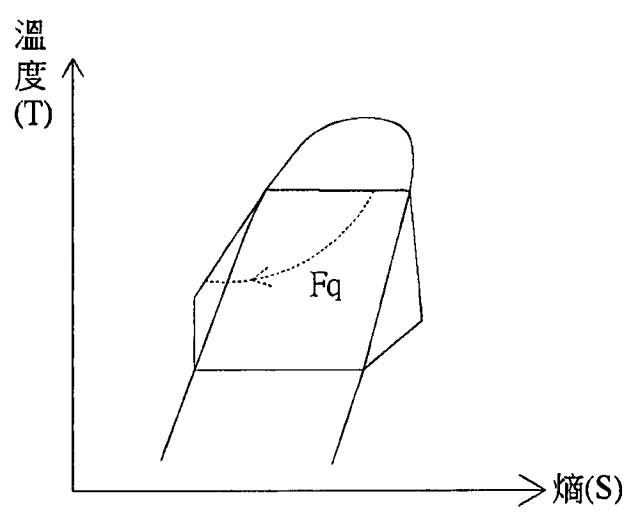
100



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖