

(21)申請案號：102122369

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 24 日

(51)Int. Cl. : F01K19/02 (2006.01)

(30)優先權：2012/08/13 美國 61/682,470

2013/06/11 美國 13/914,695

(71)申請人：巴布考克及威科斯發電集團股份有限公司 (美國) BABCOCK & WILCOX POWER GENERATION GROUP, INC. (US)

美國

(72)發明人：艾爾布瑞屈特 馬文 ALBRECHT, MELVIN J. (US)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：9 共 47 頁

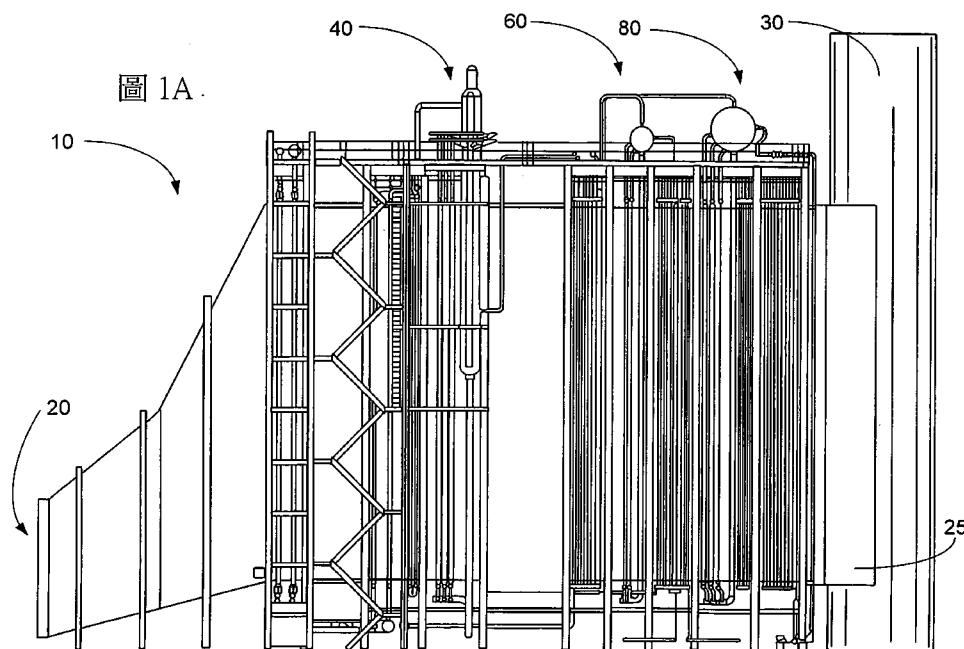
(54)名稱

快速啟動熱回收蒸汽產生器

RAPID STARTUP HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR

(57)摘要

一種快速啟動熱回收蒸汽產生器(HRSG)包括氣體入口、高壓部、可選的中壓部、可選的低壓部，以及氣體出口。至少一壓力部包括垂直蒸汽分離器。



10：熱回收蒸汽產生器

20：入口

25：出口

30：煙囪

40：高壓部

60：中壓部

80：低壓部

(21)申請案號：102122369

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 24 日

(51)Int. Cl. : **F01K19/02 (2006.01)**(30)優先權：2012/08/13 美國 61/682,470
2013/06/11 美國 13/914,695(71)申請人：巴布考克及威科斯發電集團股份有限公司 (美國) BABCOCK & WILCOX POWER
GENERATION GROUP, INC. (US)

美國

(72)發明人：艾爾布瑞屈特 馬文 ALBRECHT, MELVIN J. (US)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：28 項 圖式數：9 共 47 頁

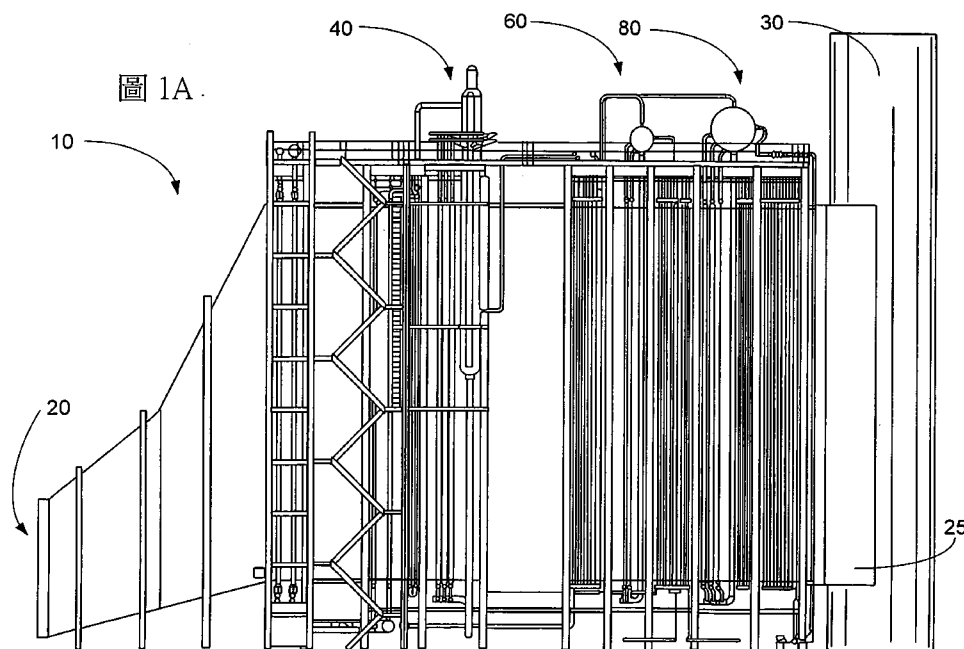
(54)名稱

快速啟動熱回收蒸汽產生器

RAPID STARTUP HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR

(57)摘要

一種快速啟動熱回收蒸汽產生器(HRSG)包括氣體入口、高壓部、可選的中壓部、可選的低壓部，以及氣體出口。至少一壓力部包括垂直蒸汽分離器。



10：熱回收蒸汽產生器

20：入口

25：出口

30：煙囪

40：高壓部

60：中壓部

80：低壓部

發明摘要

※申請案號：102122369

※申請日：102 年 06 月 24 日

※IPC 分類：F01K 19/07 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

快速啟動熱回收蒸汽產生器

Rapid startup heat recovery steam generator

【中文】

一種快速啟動熱回收蒸汽產生器（HRSG）包括氣體入口、高壓部、可選的中壓部、可選的低壓部，以及氣體出口。至少一壓力部包括垂直蒸汽分離器。

【英文】

A rapid startup heat recovery steam generator (HRSG) comprises a gas inlet, a high pressure section, an optional intermediate pressure section, an optional low pressure section, and a gas outlet. At least one of the pressure sections includes a vertical steam separator.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1A)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10：熱回收蒸汽產生器

20：入口

25：出口

30：煙囪

40：高壓部

60：中壓部

80：低壓部

【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)

快速啟動熱回收蒸汽產生器

Rapid startup heat recovery steam generator

[0001] 本專利申請案主張 2012 年 8 月 13 日申請之名稱爲”快速啟動熱回收蒸汽產生器”的美國暫時專利申請案第 61/682470 號的優先權。此申請案的完整內容通過引用結合於此，如同其整體所敘述的內容。

【技術領域】

[0002] 本揭露大致是關於發電的領域。更詳細地，本揭露係關於一種快速啟動熱回收蒸汽產生器（HRSG），其係包括一或多個垂直蒸汽分離器。該熱回收蒸汽產生器可被用來，例如，作為快速啟動鍋爐，以快速地產生可被用來驅動渦輪並非常高效地產生電力的蒸汽。

【先前技術】

[0003] 熱回收蒸汽產生器（HRSG）係為用來從，例如，來自氣渦輪的熱排氣流之熱氣體流，提取或回收熱能的一裝置。提取出的能量被用來將水轉換成可能被用來發電的蒸汽。熱回收蒸汽產生器可能同樣被稱作廢熱回收鍋爐或是渦輪排氣鍋爐。熱回收蒸汽產生器可能被運用在結

合的循環電力機具設備中以提高整體效率。

[0004] 熱回收蒸汽產生器可能為未點燃的（即，僅使用所供應的氣體之顯熱），或可能包括輔助燃料，其係點燃來提升氣體溫度，以降低傳熱面需求、增加蒸汽產量、控制過熱蒸汽溫度或滿足過程中蒸汽溫度的需求。

[0005] 熱回收蒸汽產生器包括一個或更多個複數的傳熱面，例如，可能被稱作鍋爐組的熱交換器管。當熱氣體通過鍋爐組的管之間及周圍時，根據是水或蒸汽流經鍋爐組，水會被轉換成蒸汽或是蒸汽會過熱。

[0006] 熱回收蒸汽產生器可為，例如，以排氣流的方向（亦即，垂直方向或水平方向），或是以數種壓力水平（亦即，單一壓力或多重壓力）的數種方式被編組。在垂直類型的熱回收蒸汽產生器中，排氣流在水平管上垂直地流動。在水平類型的熱回收蒸汽產生器中，排氣流在垂直管上水平地流動。

[0007] 在單一壓力的熱回收蒸汽產生器中，蒸汽係在單一壓力水平下經由蒸汽鼓而產生，而多重壓力的熱回收蒸汽產生器則採用兩（雙重壓力）、三（三重壓力）或更多的壓力鼓。三重壓力的熱回收蒸汽產生器係由三個部分所組成，亦即，高壓部、中壓部及低壓部。再熱部同樣可能被使用來增加效率。各部一般具有蒸汽鼓，以及水在此被轉換成蒸汽的蒸發器部。此蒸汽接著通過過熱器來提升溫度到超過飽和點。

[0008] 如同所述的，熱回收蒸汽產生器可能包括一

或多個蒸汽鼓。蒸汽鼓為大的筒狀容器，其係設計來允許飽和蒸汽從存在於沸騰的傳熱面之蒸汽-水混合物中分離出來。在自然循環的熱回收蒸汽產生器中，蒸汽鼓為水平向的。飽和蒸汽通過一或多個出口噴嘴被排出以直接使用、加熱，及/或發電。無蒸汽的水與到鍋爐組的給水一起被循環以進一步地產生蒸汽。

[0009] 蒸汽鼓一般是利用通過兩向流體正切地進入到離心機或通過固定螺旋槳型或曲折路徑的設備所產生的離心力。離心作用字面上的意思為”擠壓”蒸汽到蒸汽-水混合物之外。

[0010] 典型的熱回收蒸汽產生器的啟動升載率中的限制因素之一為蒸汽鼓的熱煉時間。由於蒸汽鼓的厚度，熱回收蒸汽產生器供應者指明在低負載啟動的最小保持時間，以容許蒸汽鼓在溫度上緩慢地增加，並均衡頂部及底部之間的金屬溫度。若未能容許蒸汽鼓在溫度上保持均衡會導致沿著底部水潤濕表面的較低金屬溫度，及沿著頂部蒸汽潤濕表面的較高金屬溫度。此溫度的差異造成鼓的彎曲，亦即，鼓的隆起。

[0011] 鼓的隆起將顯著的壓力放置於蒸汽鼓之重型上升管及下降管接頭，且同樣可能導致超出該蒸汽鼓的外殼的壓力限制。為了判斷對接頭及/或外殼材料造成的損害的值，熱回收蒸汽產生器供應商一般建議監測數種快速啟動事件，以控制被施加在構件上的損害。

[0012] 然而，由於例如風力或太陽能的再生能源的

吸引力，快速啟動鍋爐已經且即將繼續變得更受歡迎。風力及太陽能發電通常是不一致的，且因此有用來快速載入轉換以取代在電力網中的能源以避免電壓降低或停電的需求。

[0013] 發展用於快速啟動鍋爐之新的熱回收蒸汽產生器將是人們所希望的。

【發明內容】

[0014] 本揭露係關於，在不同的實施方式中，包括一或多個垂直蒸汽分離器的快速啟動熱回收蒸汽產生器。

[0015] 在一些實施方式中所揭露的係為一種快速啟動熱回收蒸汽產生器（HRSG），其包括氣體入口、高壓部、可選的再熱部、可選的中壓部、可選的低壓部以及氣體出口。該高壓部包括高壓蒸汽-水分離器，以及流體連通到該高壓蒸汽-水分離器的複數高壓蒸發器管。該可選的中壓部包括中壓蒸汽-水分離器，以及流體連通到該中壓蒸汽-水分離器的複數中壓蒸發器管。該可選的低壓部包括低壓蒸汽-水分離器以及流體連通到該低壓蒸汽-水分離器的複數低壓蒸發器管。該高壓蒸汽水分離器、該中壓蒸汽水分離器以及該低壓蒸汽水分離器的至少其中之一係為垂直蒸汽分離器。

[0016] 在一些其他的實施方式中，該中壓蒸汽-水分離器及/或該低壓蒸汽-水分離器為垂直蒸汽分離器。在其他的實施方式中，該中壓蒸汽-水分離器及/或該低壓蒸汽-

水分離器為蒸汽鼓。

[0017] 該垂直蒸汽分離器可能包括垂直延伸的筒狀容器，其具有頂部及底部；提供蒸汽/水混合物到該容器的裝置，用來渦旋在該分離器中用以從該分離器的水中分離出蒸汽的該蒸汽/水混合物；垂直向洗滌器裝置，用來從位在該容器的頂部且設置成圍繞該分離器的內圓周的蒸汽移除水；飽和蒸汽連接裝置，用來從該容器傳遞飽和蒸汽；給水供應裝置，透過該分離器的壁連接來將給水傳遞到該容器；以及用來傳遞該給水及從該容器之由該蒸汽分離出來的水的裝置。

[0018] 從該氣體入口向該氣體出口延伸的流動路徑可能為實質水平的或實質垂直的。

[0019] 該垂直蒸汽分離器可能是經由複數正切的上升管接頭或直線上升管接頭流體地連接於該蒸發器管。

[0020] 同樣揭露的還有一種修整熱回收蒸汽產生器的方法。該方法包括從該熱回收蒸汽產生器的高壓部移除高壓蒸汽鼓；以及以高壓垂直蒸汽分離器取代該高壓蒸汽鼓。

[0021] 可選地，該方法更包括從該熱回收蒸汽產生器的中壓部移除中壓蒸汽鼓；以及以中壓垂直蒸汽分離器取代該中壓蒸汽鼓。

[0022] 在一些實施方式中，該方法更包括從該熱回收蒸汽產生器的低壓部移除低壓蒸汽鼓；以及以低壓垂直蒸汽分離器取代該低壓蒸汽鼓。

[0023] 進一步所揭露的為一種快速啟動熱回收蒸汽產生器，其包括高壓部、中壓部及低壓部。該高壓部包括垂直蒸汽分離器、經由在頂端的複數高壓上升管及經由在底端的高壓下降管/循環管線流體地連接到該垂直蒸汽分離器的高壓蒸發器，以及經由高壓乾蒸汽管道流體地連接到該垂直蒸汽分離器的高壓過熱器。該中壓部包括中壓蒸汽鼓、流體地連接到該中壓蒸汽鼓的中壓節熱器、經由中壓上升管及中壓下降管/循環管線流體地連接到該中壓蒸汽鼓的中壓蒸發器，以及經由延伸自該中壓蒸汽鼓的中壓乾蒸汽管道流體地連接到該中壓蒸汽鼓的中壓過熱器。該低壓部包括低壓蒸汽鼓、流體地連接到該低壓蒸汽鼓的低壓節熱器、經由低壓上升管及低壓下降管/循環管線流體地連接到該低壓蒸汽鼓的低壓蒸發器，以及延伸自該低壓蒸汽鼓的低壓乾蒸汽管道。

[0024] 所揭露的這些及其他非限制性面向及/或目的係更具體地描述如下。

【圖式簡單說明】

[0025] 以下為簡要的圖式描述，其係表現出在此揭露的例示性實施方式的繪示目的，且並非用於同樣的限制目的。

[0026] 圖 1A 至 1C 說明本揭露的一種熱回收蒸汽產生器（HRSG）的一實施方式的側視圖、俯視圖及立體圖。

[0027] 圖 2A 及 2B 說明圖 1A 至 1C 中的熱回收蒸汽

產生器的高壓部的側視圖及俯視圖。

[0028] 圖 3A 及 3B 說明圖 1A 至 1C 中的熱回收蒸汽產生器的中壓部的側視圖及俯視圖。

[0029] 圖 4A 及 4B 說明圖 1A 至 1C 中的熱回收蒸汽產生器的低壓部的側視圖及俯視圖。

[0030] 圖 5 為可能被使用在本揭露的熱回收蒸汽產生器當中的垂直蒸汽分離器的第一實施方式的側視剖面圖。

[0031] 圖 6 為一獨立的垂直蒸汽分離器的一示意平面圖，其說明與其相連的上升管可能如何被配置。

[0032] 圖 7 為圖 6 之垂直蒸汽分離器的外周圍的示意扁平視圖，說明在一水平的上升管相對於在相鄰水平的上升管是如何面向並交錯的。

[0033] 圖 8 為可能被使用在本揭露的熱回收蒸汽產生器當中的垂直蒸汽分離器的第二實施方式的側視剖面圖。

[0034] 圖 9 為圖 8 之垂直蒸汽分離器從箭頭 9-9 的方向視之的剖視平面圖。

【實施方式】

[0035] 揭露於此的過程及裝置更完整的理解可參照附圖而獲得。這些圖示僅為基於方便性和易用性示範現有的技術和/或本發展的例示性表示，且並非因此意圖指示其組件或零件的相對大小及尺寸。

[0036] 雖然在以下的說明中爲了清楚起見而使用特定的詞彙，但這些詞彙係僅意在指選來在圖式中作說明的實施方式中的特定結構，且並非意在來定義或限制揭露的範圍。在下面的圖示及以下說明當中，需理解的是相似的數字標號係指相似功能的元件。

[0037] 除非上下文清楚地指出，否則單數形式“一”，“一個”和“該”包括複數對象。

[0038] 當被縮減到不同於或少於本申請案中所描述之用以判定值的類型之傳統量測技術的實驗誤差狀態數值的規定值之相同數量的顯著的數字及數值時，在此申請案的說明書及申請專利範圍中的數值應被理解爲包含相同的數值。

[0039] 在此揭露的所有範圍係包括所記載的端點，且可獨立地組合（例如，從 2 克到 10 克的範圍係包括 2 克及 10 克的端點，以及所有的中間值）。

[0040] 由例如，“大約”及“實質地”的用語或多個用語所修飾的值可能並不被限制到特定的精確值。修飾詞“大約”應同樣被視爲揭露由兩端點的絕對值所定義的範圍。例如，表達式“從大約 2 到大約 4”同樣揭露了“從 2 到 4”的範圍。

[0041] 如同這些所屬技術領域熟知的人所習知的，傳遞蒸汽-水混合物的傳熱面一般被指作爲鍋爐蒸發表面；透過其來傳遞蒸汽的傳熱面一般被指作爲過熱（或再熱，依據相關的蒸汽渦輪配置）面。無論加熱面的類型、管

的尺寸、它們的材料、直徑、壁厚、數量以及配置皆根據供送達的溫度及壓力，根據適用的鍋爐設計規範，例如，美國機械工程師學會（ASME）鍋爐及壓力容器規範第一節，或其他法律要求的均等規範。

[0042] 本揭露係關於熱回收蒸汽產生器，例如快速啟動熱回收蒸汽產生器，其包括一或多個垂直蒸汽分離器。該垂直蒸汽分離器提供了用於熱回收蒸汽產生器類型鍋爐之一經濟且更為可靠的蒸汽分離構件。在鍋爐啟動時，該垂直蒸汽分離器的使用有助於減少排放、提高效率，以及維持省能制宜機制，以彌補不可預測的替代動力源（例如，風力及太陽能發電）。該垂直蒸汽分離器設計容許氣體渦輪連續的升溫，且在快速啟動或關閉的狀態下，以及在極限負載改變的狀態下，可能對於增加鍋爐的可用性是特別有效的。

[0043] 當前的快速啟動鍋爐使用傳統的蒸汽鼓。高壓蒸汽鼓為用於 2400 絕對壓力（psia）蒸汽渦輪的尺寸，且要求從大約 7 吋到大約 8 吋的鼓厚度。若少於 30 分鐘的快速啟動從冷卻狀態被執行，伴隨著此類型的蒸汽鼓的疲勞問題從其壽命少於該鍋爐設計壽命的一半可以看出，例如，對具有 30 年設計壽命的鍋爐而言，故障通常發生在少於 15 年。

[0044] 本揭露之垂直蒸汽分離器執行如傳統的水平蒸汽鼓一般的類似功能，但被配置為使較小、較薄尺寸的容器系統可被使用。在一些實施方式中，高壓垂直蒸汽分

離器具有從包括從大約 2.5 吋到大約 3.5 吋以及大約 3 吋之大約 1.5 吋到大約 4.5 吋的壁厚。此調整減少了熱應力，造成較長的熱疲勞設計壽命（因為對相同的溫度變化而言，相較於較厚的構件，較薄的構件將具有數量較多的熱疲勞循環），且容許更快的暖機及快速的在線操作。中壓垂直蒸汽分離器及低壓垂直分離器的厚度相較於該高壓垂直蒸汽分離器可能具有較薄的壁。

[0045] 該垂直蒸汽分離器可能以接近相同於蒸發器上管束頭的仰角於被支承。該垂直蒸汽分離器及該下降管的熱膨脹因此接近該管束的膨脹。此平行膨脹將在供給和上升管連接點的壓力降至最低。

[0046] 有別於蒸汽鼓，低於正常水位的該垂直蒸汽分離器的整個筒狀區域可用於給水儲存到所需的保持時間，由於水保持量是由該垂直蒸汽分離器的長度而非其直徑來設置，該直徑因而減少，且該厚度因此被減少。例如，一 72 吋直徑的高壓蒸汽鼓可為 7 吋到 8 吋厚，則具有 36 吋直徑及 3 吋厚的兩垂直蒸汽分離器可被使用。

[0047] 垂直蒸汽分離器的成本預期為少於高壓蒸汽鼓的成本。與支撐鋼材及延長的上升管管路相關聯的額外成本可能抵銷一些節省的成本。然而，該垂直蒸汽分離器可能仍為較便宜的。

[0048] 據此，垂直蒸汽分離器比起傳統的水平蒸汽鼓提供包括鼓隆起的消除及快速啟動的許多優勢。該垂直蒸汽分離器可為在一熱回收蒸汽產生器的整體設計配置中

的定位井，亦即，巢套。這產生額外的優勢，例如，簡化並減少保養及/或更換的成本。

[0049] 圖 1A 到 1C 說明本揭露的一熱回收蒸汽產生器 10 的一例示性的實施方式。該熱回收蒸汽產生器包括三個部分：一高壓部 40；一中壓部 60；以及一低壓部 80。熱氣體經由該熱回收蒸汽產生器 10 的入口 20 進入該熱回收蒸汽產生器。該熱氣體流動到該高壓部 40，其中來自於該氣體的一些熱能被轉換來產生高壓蒸汽。此導致該氣體的溫度的降低。該氣體流動到該中壓部 60，其中熱從該氣體被轉換來產生中壓蒸汽。接著，該氣體流動到該低壓部 80，其中熱再次從該氣體被轉換來產生低壓蒸汽。該冷卻的氣體通過出口 25 被排出到煙囪 30。該高壓部、中壓部及低壓部在圖 2 至圖 4 被更具體的描繪。

[0050] 圖式 2A 及 2B 說明一例示性的高壓部 40，其中氣體從圖 2A 的左側流動到右側，且從圖 2B 的底部流動到頂部。該高壓部可能包括用來預熱水的節熱器。圍繞著蒸發器 44 並在其間流動的熱氣體造成在其中的水蒸發並形成濕蒸汽，亦即水/蒸汽混合物。該水/蒸汽混合物上升並經由上升管 46 流動到蒸汽分離器 48。該蒸汽分離器 48 為使用氣旋作用分離水及蒸汽的一垂直蒸汽分離器。水經由循環管線或下降管 56 被循環回到該蒸發器 44。乾蒸汽，亦即，無水的蒸汽，經由乾蒸汽管道 58 流動到過熱器 54。在該過熱器 54 中，該蒸汽的溫度藉由從熱氣體傳來的熱能被進一步地升高，以產生過熱蒸汽。產生於該

高壓蒸汽部 40 中的該過熱蒸汽可能被用於產生電力，例如，藉由旋轉蒸汽渦輪。如圖 1B 及 1C 中所繪示的，該熱回收蒸汽產生器可能被配置來裝配一或多個高壓垂直蒸汽分離器 48。如圖 1C 中所繪示的，該垂直配置容許更容易地進入到該蒸汽分離器 48 以經由樓梯及維護平台更輕易地維護、修理或替換。

[0051] 圖 3A 及 3B 描繪一種例示性的中壓部 60。該中壓部 60 包括用來預熱水的節熱器 62，以及用來蒸發水以產生濕蒸汽的蒸發器 64。該濕蒸汽上升並流動到蒸汽分離器 68。該蒸汽分離器 68 為一水平向的蒸汽鼓。在該蒸汽鼓 68 中，該濕蒸汽被分離成蒸汽與水。該水經由下降管 76 被循環回收到該蒸發器 64。乾蒸汽透過乾蒸汽管 78 流動到過熱器 74。在該過熱器 74 中，該乾蒸汽被進一步地加熱以產生過熱的蒸汽。該過熱的蒸汽透過線路 79 排出。該排出的蒸汽可能被用於產生電力，或是在聯合循環的發電廠用作其他用途。

[0052] 一例示性的低壓部 80 係描繪於圖 4A 及 4B 中。該低壓部 80 包括用來預熱水的節熱器 82。該低壓部 80 更包括蒸發器 84。流經該蒸發器 84 的管子周圍及其間的熱氣體傳遞熱到其上，因此在該蒸發器 84 中產生濕蒸汽。該濕蒸汽上升並流動到蒸汽分離器 88。該蒸汽分離器 88 為一蒸汽鼓。該蒸汽鼓 88 將該濕蒸汽分離成通過下降管 96 被循環回到該蒸發器 84 的水，以及經由乾蒸汽管道 98 流動的乾蒸汽。該乾蒸汽可能被用於用作除氣或工業

程序之用，或可能被送到低壓過熱器（未示），以從低壓蒸汽渦輪產生電力。

[0053] 本揭露的垂直蒸汽分離器可能被設計成如同 Wiener 等人的第 6336429 號美國專利，及 / 或 Iannacchione 等人的第 2010/0101564 號美國公開專利案中所述。這些文件所公開的內容在此引入其全部內容引用作為參考。

[0054] 對於熱交換器、鍋爐及 / 或蒸汽產生器技術的特定術語的解釋或原則在某種程度上可能為理解本揭露所必需的，讀者可以參考，雖本文中已完全闡述，但其全文仍在此引入作為參考的 Babcock & Wilcox Company ©2005 版權所有之由 Kitto 與 Stultz 合編的第 41 版之蒸汽 / 其產生及運用。

[0055] 一例示性的垂直蒸汽分離器的設計係概念性地顯示於圖 5。而在每一分離器 112 中，當該已分離的飽和水 136 向下流動到該蒸汽 / 水分離器 112 的下部且在經由頂部的離心作用所賦予的旋轉，飽和蒸汽 134 在該分離器 112 的頂部通過噴嘴 132（飽和蒸汽接頭）離開，如圖 5 所示。該飽和蒸汽 134 較佳通過在該分離器 112 的上部的洗滌器元件 133 以確保該蒸汽盡可能的乾燥。分離器環 135 可能同樣被用於該分離器 112 的上部，以防止繞該分離器 112 的壁 137 的內周圍渦旋的水被夾帶到該離開的飽和蒸汽 134 中。經由管道 124 提供的給水 24 在低點進入到該分離器 124，並在越過，例如，檔板，的渦流抑制器

138 向下流入該實際的下降管 56 之前，在混合點或區域 M 與次冷水混合。相較於在傳統的單一蒸汽鼓中，由於在分離器 112 中的較小水庫存量，分離器 112 中的水位控制範圍 H 相較於傳統的鼓必須超過一個更大的高度差（例如， ± 6 尺相較於通常的 ± 6 吋）。由於此方面，根據本揭露的相當水位（亦即，泵頭）變異即使在高壓（約 2500 psig）的應用下亦可被接納。

[0056] 現在回到圖 5 以及接著到圖 6 及圖 7，該蒸汽/水分離器 112 係為一個緊湊，高效的設計。該蒸汽/水混合物經由上升管 46 通過多個噴嘴 122 進入接近該分離器容器 112 的頂部，該等噴嘴係在一或多個可能的水平（見圖 5 及圖 6）正切地繞著該容器 112 的周圍配置。正切的入口係設計來創建該蒸汽/水混合物的旋轉渦流的形成。該旋轉渦流提供了從水分離蒸汽所需的離心力。圖 6 顯示垂直分離器 112 及進入該容器 112 中的上升管噴嘴 122 之該正切的入口的俯視圖。該噴嘴 122 為向下傾斜的（通常為 15 度）以利用重力促使水向下流動。此傾斜還可避免從該複數個噴嘴 122 注入的噴流之間的干擾。若多於一個該噴嘴 122 的水平為需要的，避免從不同水平注入的噴流之間的干擾就成為了當務之急。這可透過把在不同水平的噴嘴 122 位置適當地交錯來達成，如同圖 7 所示，其係為圖 6 之垂直蒸汽/水分離器 112 的外周圍的示意扁平視圖，說明在一水平的上升管 20 之噴嘴 122 相對於在相鄰水平的上升管 20 之噴嘴 122 是如何面向並交錯的。雖說明

為兩個水平，其可能是具有更少或更多數量的水平。該數量係依據多個因素的結合，一些係為功能性的，例如被傳遞到所設的分離器 112 的蒸汽/水混合物的數量，其他係為結構性的，例如壁厚及在所設的分離器 112 的相鄰噴嘴貫穿之間的韌帶的效率。這也迫使了蒸汽藉由離心作用沿著該容器內壁 114（內表面）從水的最佳分離。

[0057] 處於飽和，亦即，乾燥狀態但未過熱的該蒸汽由該分離器環 135 驅動向上，並通過移除幾乎所有殘存之濕氣及水滴的曲折路徑（例如，波紋板陣列）洗滌器 133。本質上乾燥、飽和的蒸汽 134 從該分離器 112 經過在該分離器 112 頂部的一或多個飽和蒸汽接頭 132 流出。這些飽和蒸汽接頭 132 在蒸汽於不同的過熱器階段被過熱到最終蒸汽溫度之前，依次從其流動到該高壓渦輪之處傳遞飽和蒸汽 134 到各個蒸汽冷卻電路。

[0058] 另一方面，該飽和水 136 沿著該分離器 112 的該內表面 114 流動，形成渦流，該渦流主要在向下的方向流動且在 M 處與從該節熱器（未示）持續供應的次冷（低於飽和）給水 24 混合。伴隨著該渦流的形成，該水的一小部分將向該內表面 114 上方移動到該分離器環 135。該分離器環 135 被用來牽制該水 136 的向上移動使其不至於到達洗滌器 133。經由該給水 24 與該分離的飽和水 136 的強烈混合所產生的該水混合物仍為次冷的，且此水柱仍因由噴嘴 122 給予的飽和水之正切的動作而旋轉。當水通過該下降管 56 流入並流下時，在該容器 112 底部的

渦流抑制器 138 防止此旋轉繼續。旋轉的流體水柱可造成流到連接於該下降管 14 的各式爐內電路的分佈失常，並限制該下降管 56 的流體輸送能力。

[0059] 重要的是控制在該分離器容器中的水位保持在一特定範圍 H 內，通常是從一組水平的上下數呎。這將會防止水被帶到在該分離器 112 頂部的蒸汽流當中，其中經由水的衝擊和帶來的雜質可能損害該蒸汽過熱表面下游，且防止蒸汽被向下帶到朝向該下降管 56 的水流中，其係會減輕該水柱（降低靜壓或泵頭）並增加水的熱焓（含熱量），導致過早沸騰以及在爐電路的蒸汽/水混合物中增加蒸汽的百分比。後者將不利爐電路的冷卻，特別是與一降低的泵頭連接。因此，較大的分離器 112 達成傳統係由鼓與許多小型離心分離器承擔的分離作用。

[0060] 圖 8 及 9 說明根據本揭露的垂直蒸汽/水分離器 112 的另一實施方式。從結構以及功能的角度來看，此實施方式採用許多繪示於圖 5 中的實施方式的特徵，且這些共通的特徵因此將不再次詳細描述。然而，重要的是要注意，圖 8 及圖 9 的實施方式採用指定為 140 的一稍微不同形式的分離器環，以及一完全不同的洗滌器 142 配置。在本實施方式中的該分離器環 140 再次延伸圍繞該分離器 112 的壁 137 的內壁 114（在周長或圓周內），恰好位於連接到該分離器 112 的正切的噴嘴 122 的一或多個水平的位置的上方。如圖所顯示的，該分離器環 140 可能具有相鄰於該壁 137 之內側的一實心環形部，以及在該分離器

112 的中央區域之錐狀穿孔部。當被洗滌器 142 從蒸汽移除的水在其從該分離器 112 離開之前可向下排回該分離器 112 的下部時，蒸汽可通過在該分離器環 140 中的該穿孔部。相鄰於該壁 137 的內壁 114 的該分離環 140 的實心環形部被用來限制該水 136 的向上移動，以避免其到達該垂直蒸汽/水分離器 112 之二次蒸汽/水分離發生的區域。

[0061] 值得注意的是，在圖 8 及圖 9 的實施方式中，該洗滌器 142 包括一系列垂直向的獨立洗滌器元件 144，其係佈置成繞著該分離器 112 的內周長，與該分離器 112 的壁 137 的內表面 114 間隔，以在其間建立實質開放的環型區域 146。將被注意的是，該洗滌器 142 的中央部 139 被關閉使得該蒸汽必須通過該洗滌器 142。同樣地，該洗滌器 142 的底端設置有延伸在該洗滌器 142 及該分離器 112 的壁 137 的內表面之間的一環 141。這些特徵均能確保該蒸汽係經由該洗滌器 142 而被傳遞。因此，由於該蒸汽向上通過到該分離器 112 的頂部，導致越過及經過包括洗滌器 142 的這些洗滌器元件 144，以及經由噴嘴 132 離開該分離器 112 的一個逐步轉變。支承 146 係被設置來將該獨立的洗滌器元件 144 固定到該分離器 112 的內部。該獨立的洗滌器元件 144 的尺寸可能為在需要時容許通過傳統的進入開口來拆卸及檢查。雖圖 9 繪示六組洗滌器元件 144，較少或較多的數量亦可被採用，同樣根據必須被所設的分離器 112 洗滌的蒸汽的數量而定。此外，該獨立的洗滌器元件 144 較佳係面向使得，例如，人字形板件為實

質地垂直的，以致收集到的任何水氣沿著該板往下跑，相對於人字形板配置，該板係為本質上水平的。後者係非優選的，由於從該蒸汽移除的任何水可具有較大的趨勢為位在板子上且為被掃出及進入該飽和接頭 132，且這是不希望的。

[0062] 回到圖 8，從功能的觀點來看，該分離器 112 可能被認為是有數個沿著其高度的區域，每一區域具有或定義一特定的功能。在頂部，二次蒸汽/水分離區 150 係為最終水氣被從該蒸汽移除的區域。包含該洗滌器 142 的該獨立的垂直洗滌器元件 144 的高度決定此區域 150 的範圍。在區域 150 下，汲入分道區 152 涵蓋從該洗滌器 142 底部到該噴嘴 122 的最高水平之間的區域，且包括該分離器環 140。該正切的噴嘴 122 所連接並提供該蒸汽/水混合物到該分離器 112 中的區域可被定義作鍋爐蒸汽/水入口區 154，其係為下一個較低的區域。

[0063] 隨著水向下螺旋到該分離器 112 的底部，該蒸汽從水的大部分分離發生在主要蒸汽/水分離區 156。在該區域 156 下方為將被水實質填滿的區域，儘管其具有在蒸汽產生的運作中的波動水位，且此區域被指作垂直分離水位作業區，其係定義出正常水位作業範圍。它具有數呎的高度 H，可能為 6 至 30 呎，且上水位接頭 164 及下水位接頭 166 為了儀器而被設置，以確保分離器 112 的適當作業。若有需要，排放噴嘴 168 可能被設置在此區域。

[0064] 被稱作給水注入區 160 的區域係在該區域 158

之下，且其包括給水 24 被注入到該分離器 112 中以與該分離的水 136 混合的區域。最後，較低的渦流消去區 162 係定義為低於區域 160 之向下至該下降管 14 的區域，且包含任何上述的渦流抑制器 138。

[0065] 用以修整一現有的熱回收蒸汽產生器的方法同樣被揭露於此。該方法包括從一高壓部移除一蒸汽鼓。該方法更包括以如同此所描述的一垂直蒸汽分離器取代該蒸汽鼓。可選地，在該中壓部及/或該低壓部中的蒸汽鼓可能亦可被以垂直蒸汽分離器替換。

[0066] 本揭露已參照例示性的實施方式被說明。明顯地，在他人閱覽及了解前面的詳細描述的情況下，修改及變更將發生。目的在使本揭露被解釋為包括所有這樣的修改及變更，只要它們落在附加的申請專利範圍或其均等的範圍當中。

【符號說明】

[0067]

10：熱回收蒸汽產生器

14：下降管

20：入口

24：給水

25：出口

30：煙囪

40：高壓部

- 44：蒸發器
- 46：上升管
- 48：蒸汽分離器
- 54：過熱器
- 56：循環管線（下降管）
- 58：乾蒸汽管道
- 60：中壓部
- 62：節熱器
- 64：蒸發器
- 68：蒸汽分離器（蒸汽鼓）
- 74：過熱器
- 76：下降管
- 78：乾蒸汽管道
- 79：線路
- 80：低壓部
- 82：節熱器
- 84：蒸發器
- 88：蒸汽分離器（蒸汽鼓）
- 96：下降管
- 98：乾蒸汽管道
- 112：分離器（蒸汽/水分離器）（分離器容器）（垂直分離器）
- 114：容器內壁（內表面）
- 122：噴嘴

- 124：管道
- 132：噴嘴（飽和蒸汽接頭）（飽和接頭）
- 133：洗滌器元件
- 134：飽和蒸汽
- 135：分離器環
- 136：飽和水
- 137：壁
- 138：渦流抑制器（渦流抑制器裝置）
- 139：中央部
- 140：分離器環
- 141：環
- 142：洗滌器
- 144：洗滌器元件
- 146：環形區域（支承）
- 150：二次蒸汽/水分道區
- 152：汲入分道區
- 154：鍋爐蒸汽/水入口區
- 156：主要蒸汽/水分道區
- 158：區域
- 160：給水注入區
- 162：渦流消去區
- 164：上水位接頭
- 166：下水位接頭
- 168：排放噴嘴

H：水位控制範圍（特定範圍）

M：區域

申請專利範圍

1. 一種快速啟動熱回收蒸汽產生器（HRSG），包括：
氣體入口；

高壓部，包括高壓蒸汽-水分離器以及流體連通到該高壓蒸汽-水分離器的複數高壓蒸發器管；

可選的中壓部，包括中壓蒸汽-水分離器以及流體連通到該中壓蒸汽-水分離器的複數中壓蒸發器管；

可選的低壓部，包括低壓蒸汽-水分離器以及流體連通到該低壓蒸汽-水分離器的複數低壓蒸發器管；以及
氣體出口；

其中，該高壓蒸汽-水分離器、該中壓蒸汽-水分離器以及該低壓蒸汽-水分離器的至少其中之一係為垂直蒸汽分離器。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該高壓蒸汽-水分離器為垂直蒸汽分離器。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該中壓蒸汽-水分離器及該低壓蒸汽-水分離器均為垂直蒸汽分離器。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該中壓蒸汽-水分離器及該低壓蒸汽-水分離器均為蒸汽鼓。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該中壓蒸汽-水分離器為該垂直蒸汽分離器。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之熱回收蒸汽產生器 (HRSG)，其中該高壓蒸汽-水分離器及該低壓蒸汽-水分離器均為蒸汽鼓。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器 (HRSG)，其中該低壓蒸汽-水分離器為該垂直蒸汽分離器。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之熱回收蒸汽產生器 (HRSG)，其中該高壓蒸汽-水分離器及該中壓蒸汽-水分離器均為蒸汽鼓。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器 (HRSG)，其中該中壓蒸汽-水分離器及該低壓蒸汽-水分離器均為垂直蒸汽分離器。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之熱回收蒸汽產生器 (HRSG)，其中該高壓蒸汽-水分離器為蒸汽鼓。

11. 如申請專利範圍第 5 項所述之熱回收蒸汽產生器 (HRSG)，其中該高壓蒸汽-水分離器為蒸汽鼓。

12. 如申請專利範圍第 7 項所述之熱回收蒸汽產生器 (HRSG)，其中該高壓蒸汽-水分離器為蒸汽鼓。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器 (HRSG)，其中該垂直蒸汽分離器包括：

垂直延伸的筒狀容器，其具有頂部及底部；

提供蒸汽/水混合物到該容器的裝置，用來渦旋在該分離器中用以從該分離器的水中分離出蒸汽的該蒸汽/水混合物；

垂直向洗滌器裝置，用來從位在該容器的頂部且設置成圍繞該分離器的內圓周的蒸汽移除水；

飽和蒸汽連接裝置，用來從該容器傳遞飽和蒸汽；

給水供應裝置，透過該分離器的壁連接來將給水傳遞到該容器；以及

用來傳遞該給水及從該容器之由該蒸汽分離出來的水的裝置。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該洗滌器裝置包括一系列垂直向的獨立洗滌器元件，其係設置成圍繞該分離器的內圓周並與該分離器的壁的內表面隔開，以在兩者之間建立實質開放的環型區域。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該垂直蒸汽分離器包括：

垂直延伸的筒狀容器，其具有頂部及底部；

至少一水平的正切向的噴嘴，該噴嘴連接到該容器的一壁以提供蒸汽/水混合物到該容器，用以渦旋在該分離器中用以從在該分離器的水中分離出蒸汽的該蒸汽/水混合物；

垂直向洗滌器裝置，用來從位在該容器的頂部且設置成圍繞該分離器的內圓周的蒸汽移除水；

飽和蒸汽連接裝置，用來從該容器傳遞飽和蒸汽；

給水供應裝置，連接來將給水傳遞到該容器；以及

用以傳遞該給水及從該容器之蒸汽分離出來的水的裝

置。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該正切向的噴嘴係以相對於該水平方向的一角度朝下傾斜。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該垂直蒸汽分離器包括複數水平的傾斜的正切向的噴嘴，其係連接到該容器的該壁，在一水平的該等噴嘴相對交錯於相鄰水平的該等噴嘴，以致避免從各水平藉由該等噴嘴被傳遞的蒸汽/水的噴流之間的干擾。

18. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該垂直蒸汽分離器包括：

垂直延伸的筒狀容器，其具有頂部及底部；

提供蒸汽/水混合物到該容器的裝置，用以渦旋在該分離器中用以從在該分離器的水中分離出蒸汽的該蒸汽/水混合物；

垂直向洗滌器裝置，用來從位在該容器的頂部且設置成圍繞該分離器的內圓周的蒸汽移除水；

分離器環，位在該容器中於該洗滌器裝置的下方且於至少一水平的正切向的噴嘴上方，該噴嘴係連接該容器的一壁以提供蒸汽/水混合物到該容器，來渦旋在該分離器中的該蒸汽/水混合物以從該分離器的水中分離出蒸汽；

飽和蒸汽連接裝置，用來從該容器傳遞飽和蒸汽；

給水供應裝置，連接來將給水傳遞到該容器；以及

用以傳遞該給水及從該容器之蒸汽分離出來的水的裝置。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該分離器環具有鄰近該容器的內側表面之實心環形部，以及在該分離器的該中央區域之錐狀的穿孔部。

20. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該垂直蒸汽分離器包括：

垂直延伸的筒狀容器，其具有頂部及底部；

提供蒸汽/水混合物到該容器的裝置，用以渦旋在該分離器中用以從在該分離器的水中分離出蒸汽的該蒸汽/水混合物；

垂直向洗滌器裝置，用來從位在該容器的頂部且設置成圍繞該分離器的內圓周的蒸汽移除水；

飽和蒸汽連接裝置，用來從該容器傳遞飽和蒸汽；

給水供應裝置，連接來將給水傳遞到該容器；

渦流抑制裝置，用以在該給水及水自該容器被傳遞時減少該給水及水的旋轉；以及

用以傳遞該給水及從該容器之蒸汽分離出來的水的裝置。

21. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該垂直蒸汽分離器係配置來接收給水及蒸汽/水混合物，從該水分離該蒸汽，從該分離器傳遞該被分離的蒸汽，以及混合該給水與該被分離的水並從該分

離器傳遞該給水與該被分離的水，該垂直蒸汽分離器包括：

垂直延伸的筒狀容器，其具有頂部及底部，並在其中定義出複數個區域，該等區域包括：

二次蒸汽/水分道區，具有洗滌器裝置用以從該蒸汽移除水的最後一部分；

汲入分道區，位在該洗滌器裝置下方並在鍋爐蒸汽/水入口區上方，該鍋爐蒸汽/水入口區藉由複數傾斜的正切噴嘴將該蒸汽/水混合物供應到該分離器中；

主要蒸汽/水分道區，位在該鍋爐蒸汽/水入口區下方，其中水向下渦旋到該分離器的該底部；

垂直分離器水位作業區，位在該主要蒸汽/水分道區下方，其將在鍋爐作業期間被以具有波動水位的水實質地填滿；

給水注入區，位在該垂直分離器水位區下方，其係為該給水被注入到該分離器中以與該被分離的水混合的區域；以及

較低的渦流消去區，位在該給水注入區下方，用以在該給水及水自分離器被傳遞時減少該給水及水的旋轉。

22. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中從該氣體入口向該氣體出口延伸的流動路徑為實質水平的。

23. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中從該氣體入口向該氣體出口延伸的流動

路徑為實質垂直的。

24. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該垂直蒸汽分離器係經由複數正切的上升管接頭流體地連接到該高壓蒸發器管。

25. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱回收蒸汽產生器（HRSG），其中該垂直蒸汽分離器係經由複數個直線上升管接頭流體地連接到該高壓蒸發器管。

26. 一種修整熱回收蒸汽產生器（HRSG）的方法，包括：

從該熱回收蒸汽產生器（HRSG）移除蒸汽鼓；以及
以垂直蒸汽分離器取代該蒸汽鼓。

27. 如申請專利範圍第 26 項所述之方法：

其中選自包括高壓蒸汽鼓、中壓蒸汽鼓以及低壓蒸汽鼓的群組的一或多個蒸汽鼓係被以一或多個垂直蒸汽分離器取代。

28. 一種快速啟動熱回收蒸汽產生器，其包括高壓部、中壓部及低壓部；

其中該高壓部包括垂直蒸汽分離器、高壓蒸發器以及高壓過熱器，該高壓蒸發器經由在頂端的複數高壓上升管及經由在底端的高壓循環管線，流體地連接到該垂直蒸汽分離器，該高壓過熱器經由高壓乾蒸汽管道流體地連接到該垂直蒸汽分離器；

其中該中壓部包括中壓蒸汽鼓、流體地連接於該中壓蒸汽鼓的中壓節熱器、經由中壓上升管及中壓循環管線流

體地連接於該中壓蒸汽鼓的中壓蒸發器，以及經由中壓乾蒸汽管道流體地連接到該中壓蒸汽鼓的中壓過熱器；以及

其中該低壓部包括低壓蒸汽鼓、流體地連接於該低壓蒸汽鼓的低壓節熱器、經由低壓上升管及低壓循環管線流體地連接於該低壓蒸汽鼓的低壓蒸發器，以及從該低壓蒸汽鼓延伸出來的低壓乾蒸汽管道。

圖式

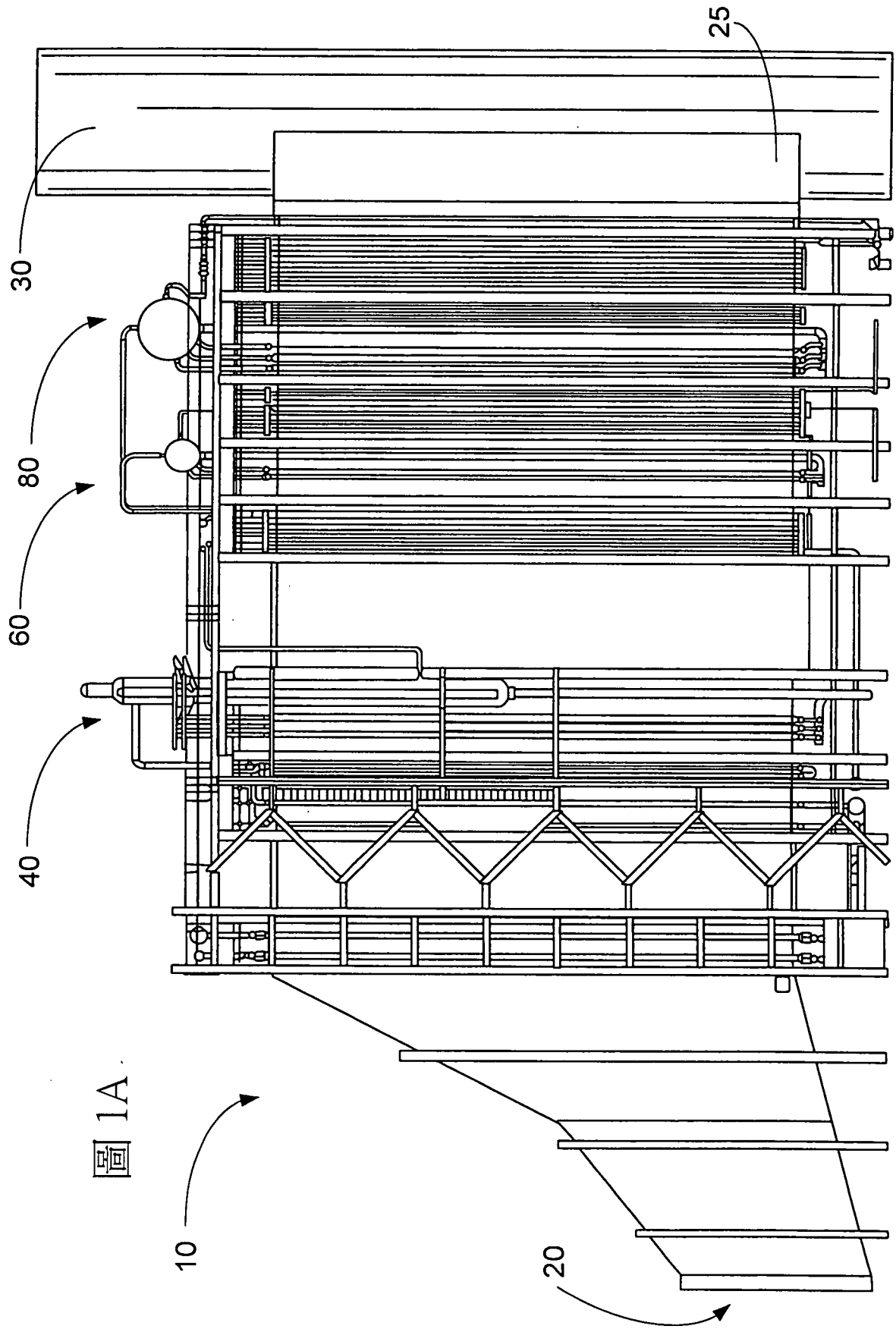


圖 1A

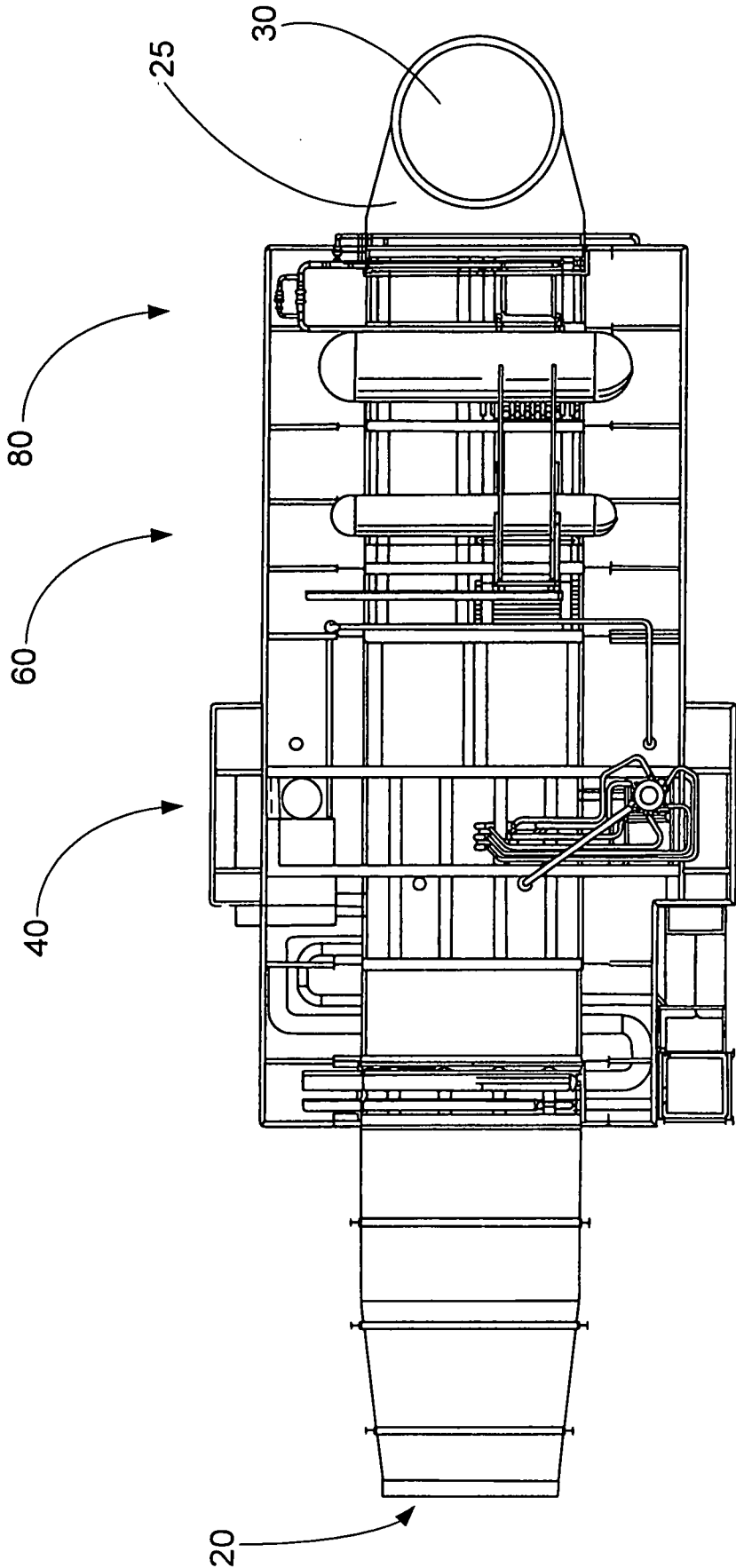
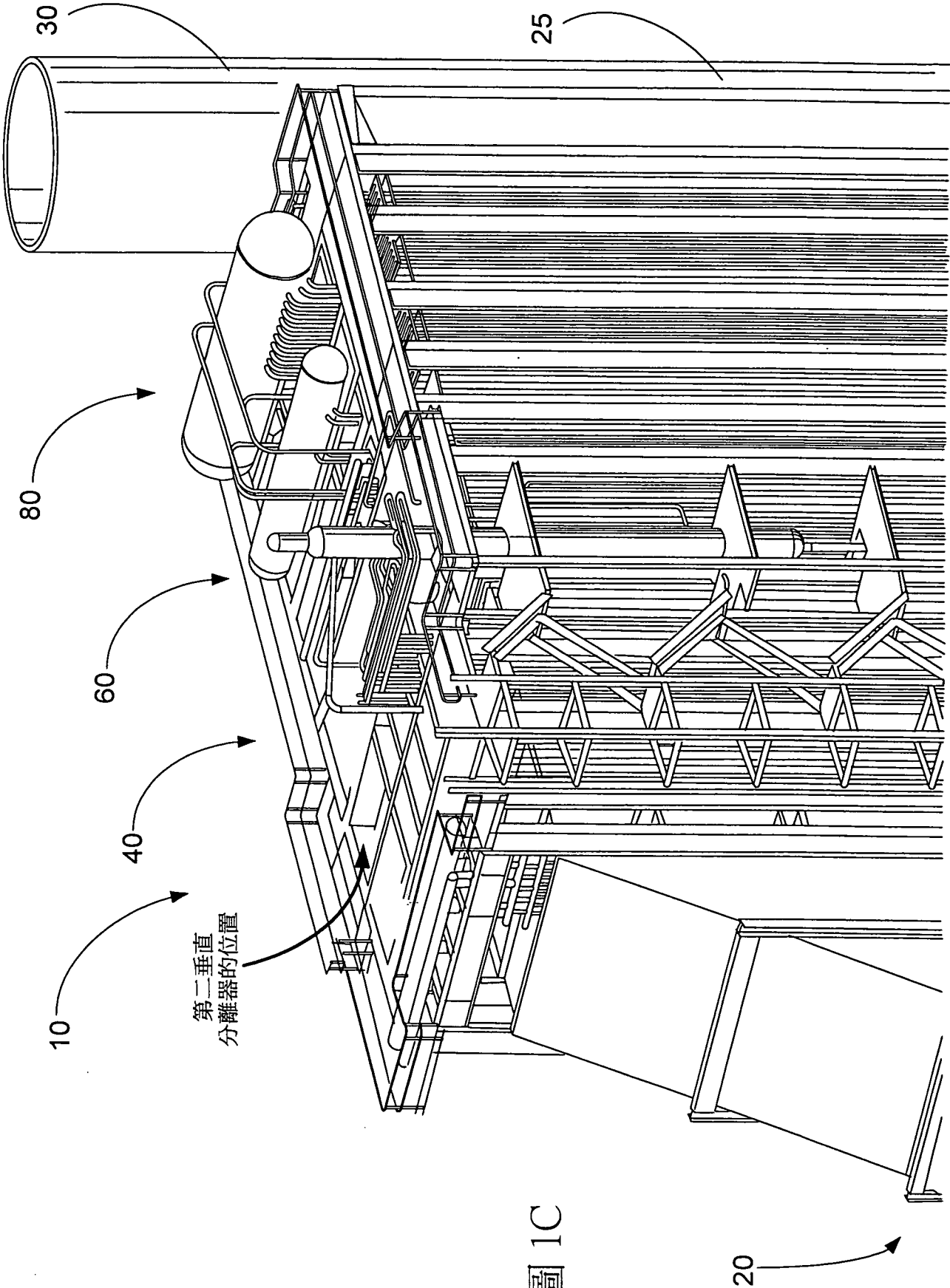


圖 1B



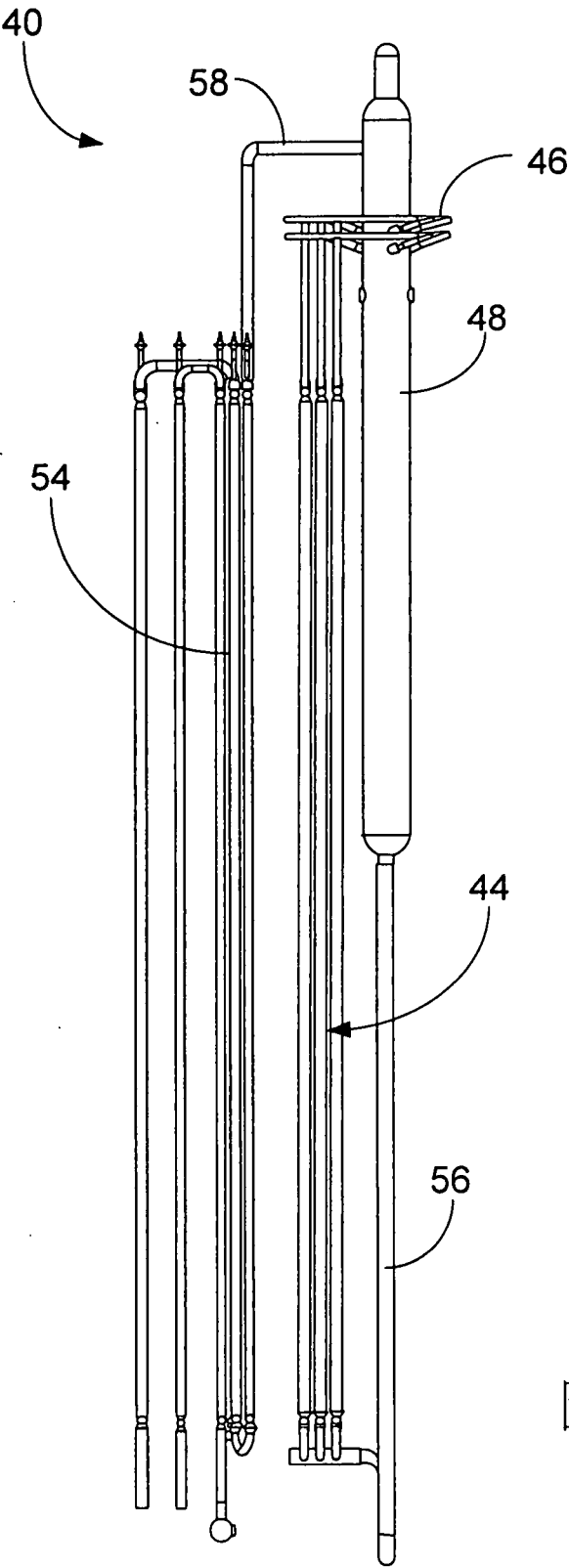


圖 2A

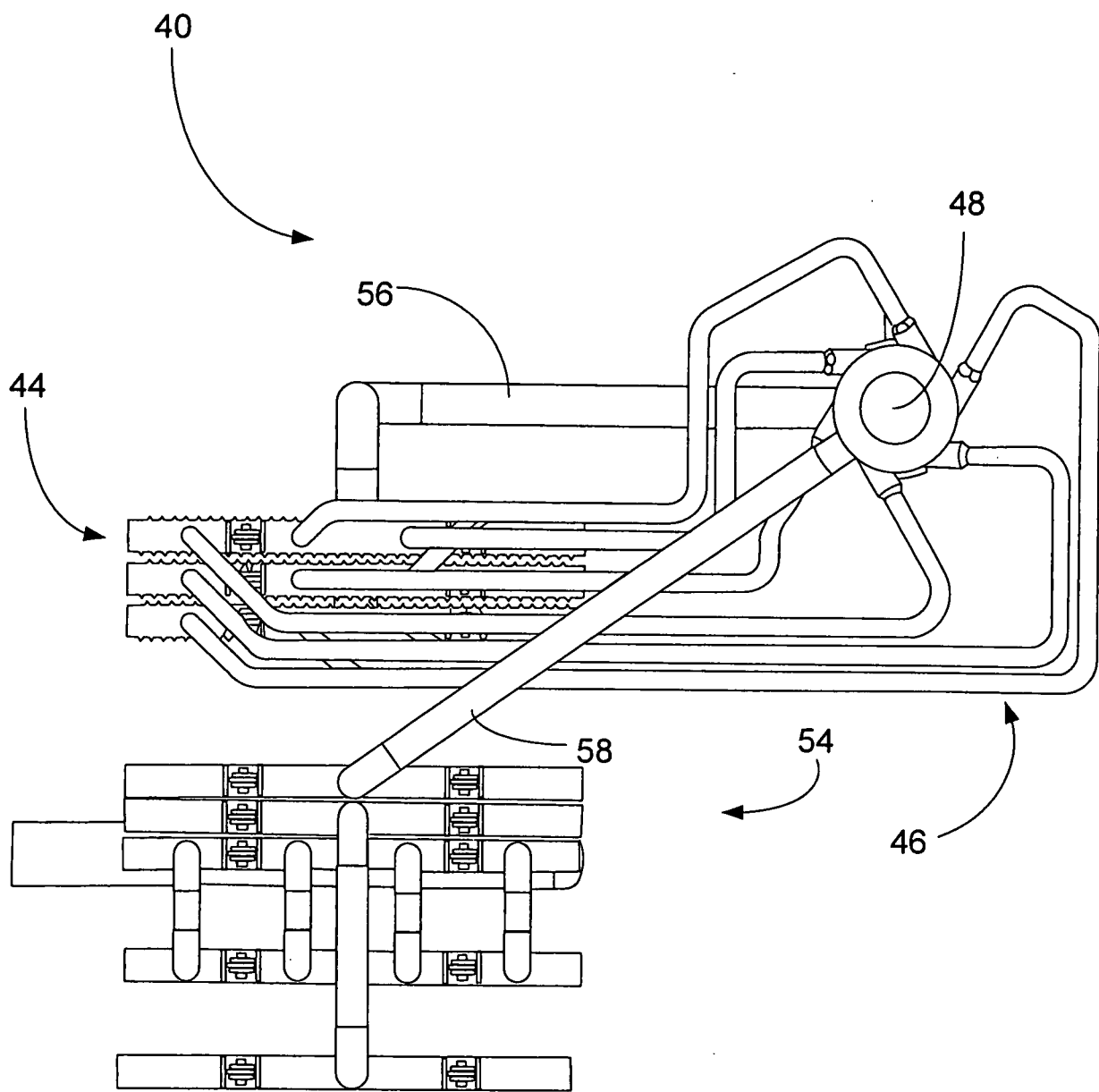


圖 2B

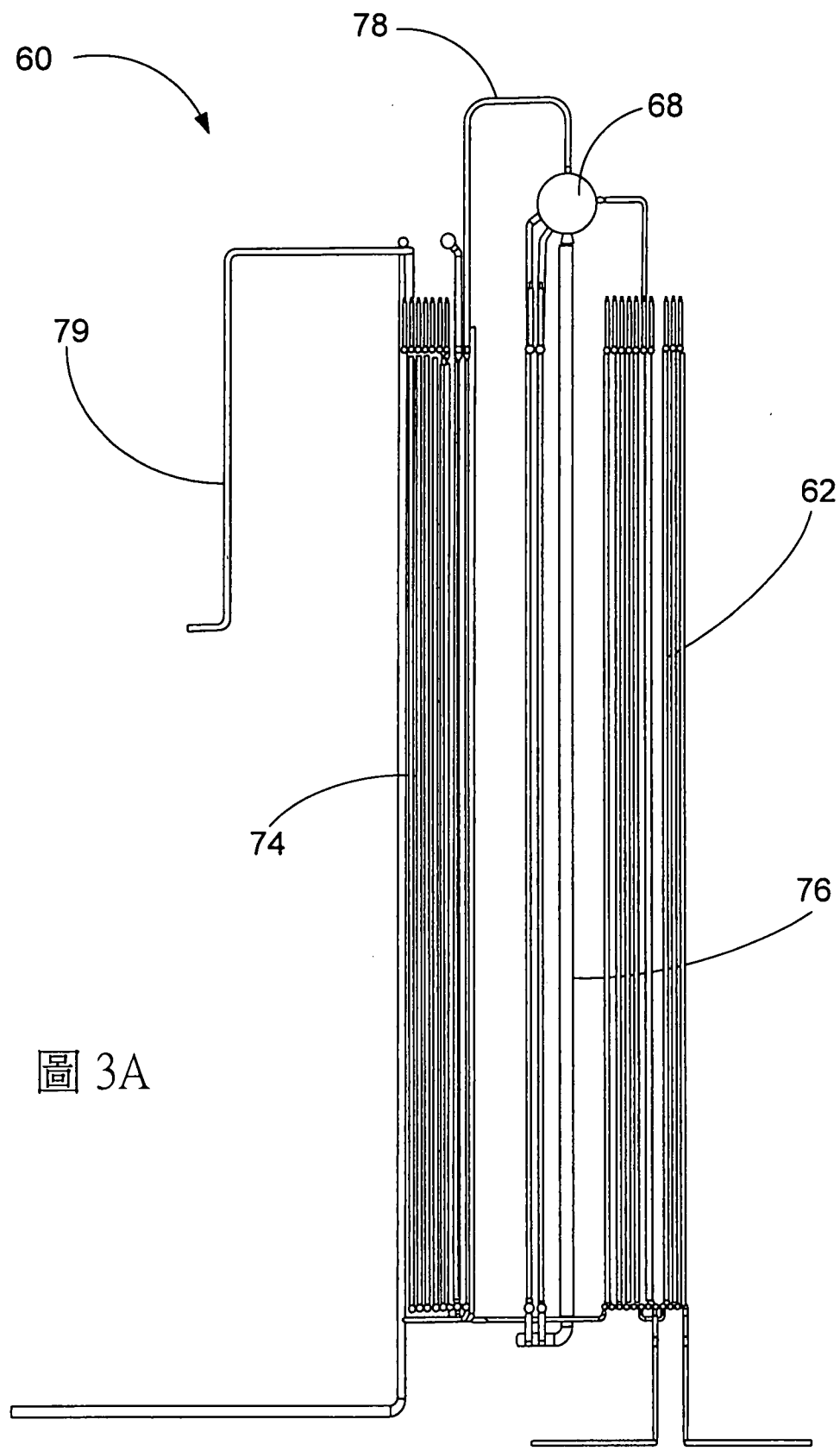


圖 3A

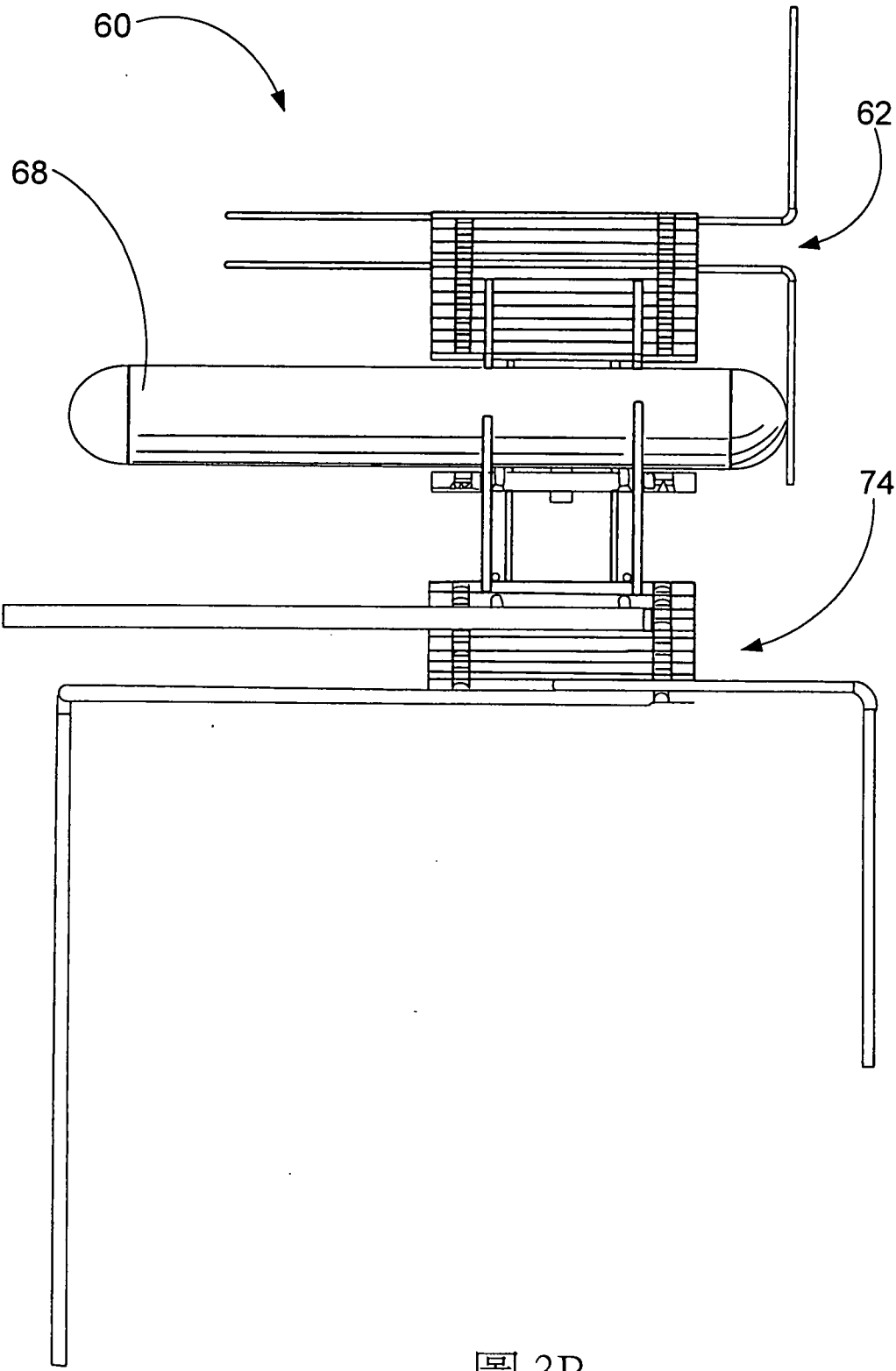
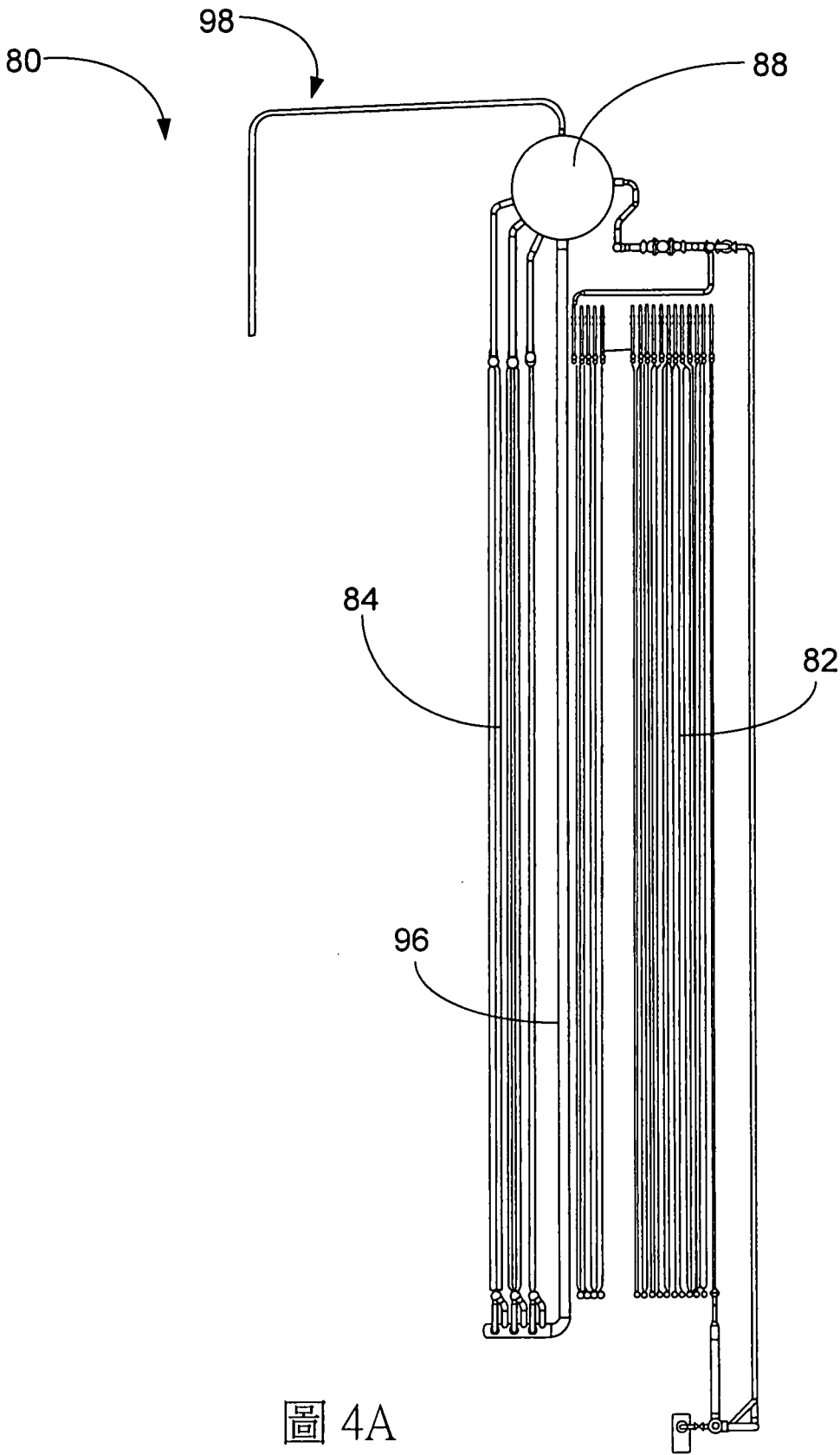


圖 3B



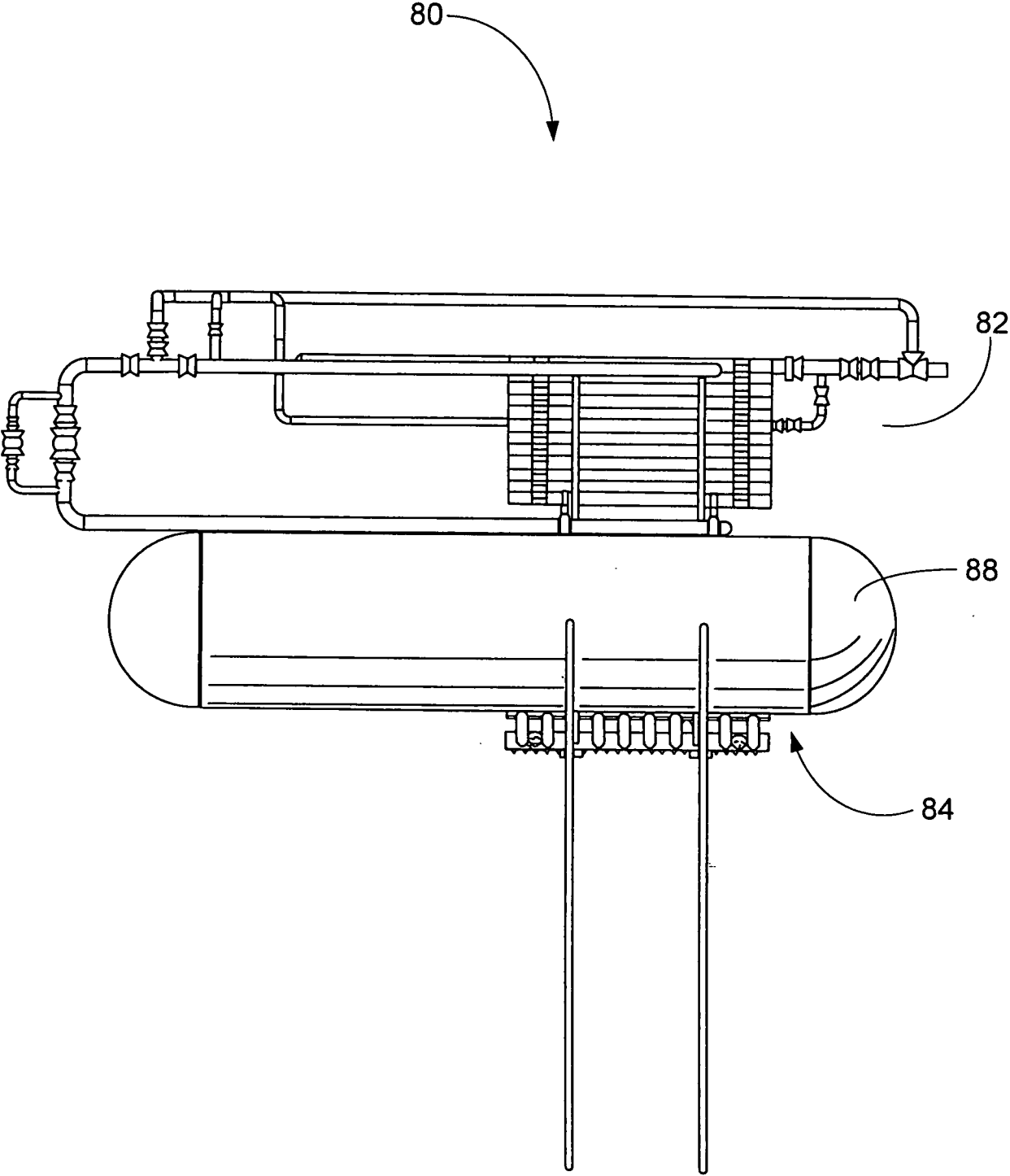


圖 4B

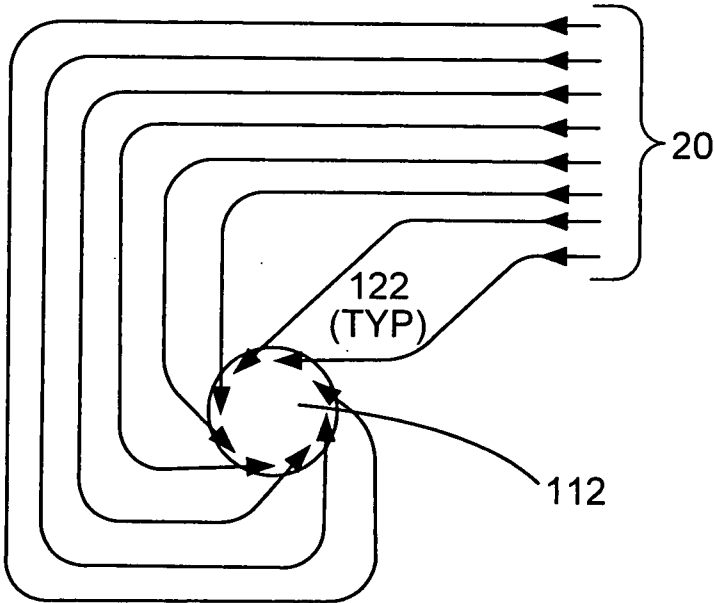


圖 6

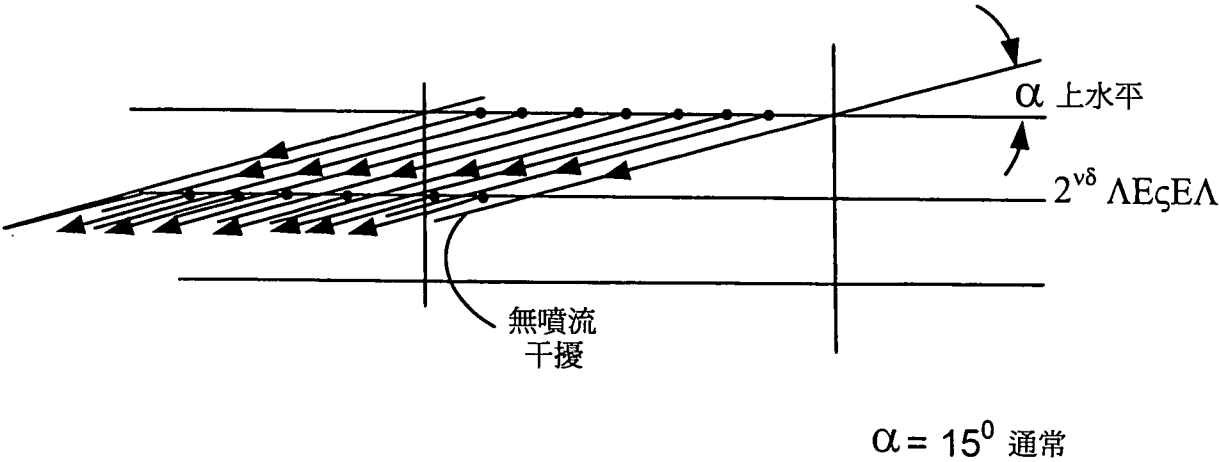


圖 7

圖6之噴嘴方向扁平視圖(示意圖)

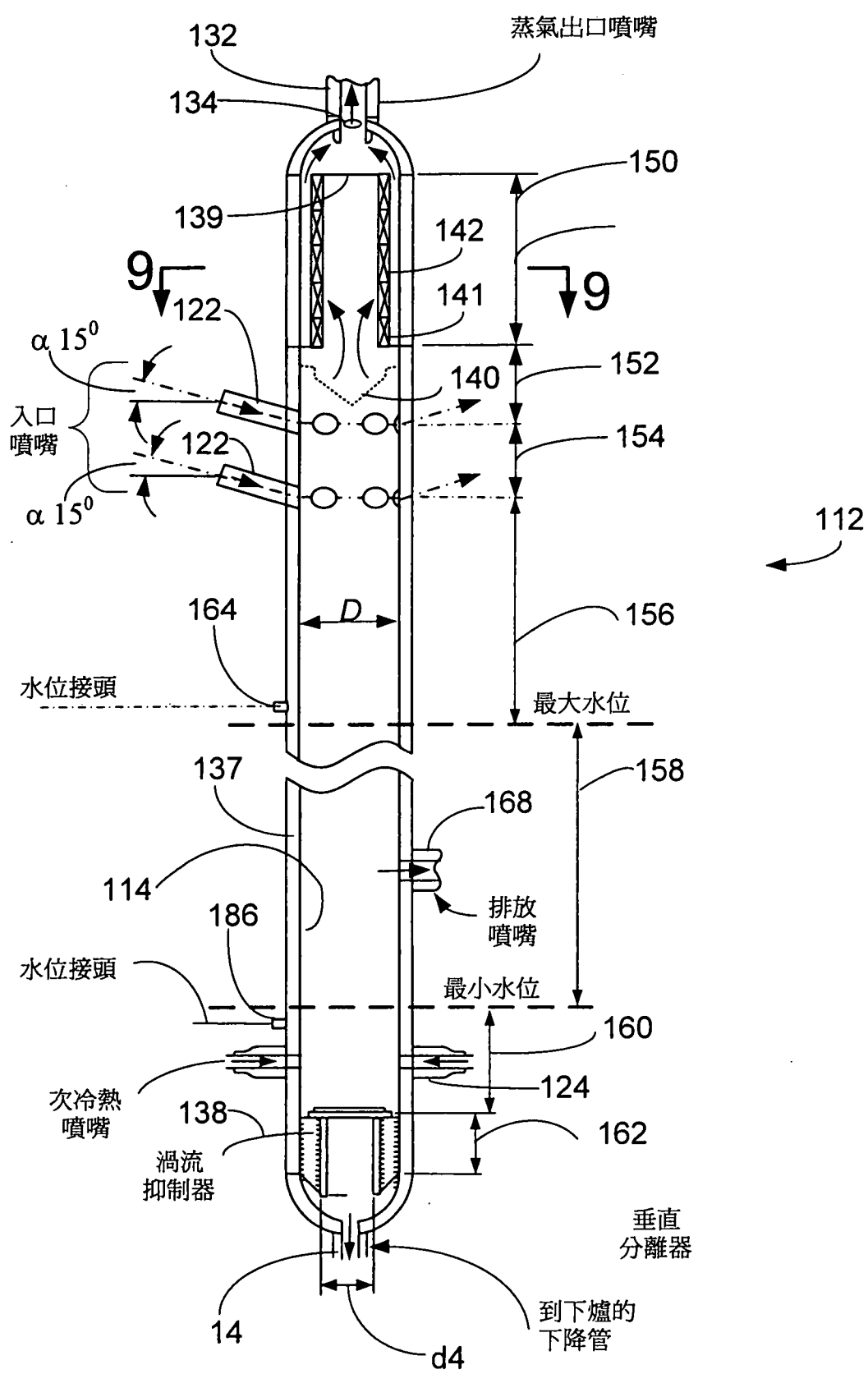


圖 8

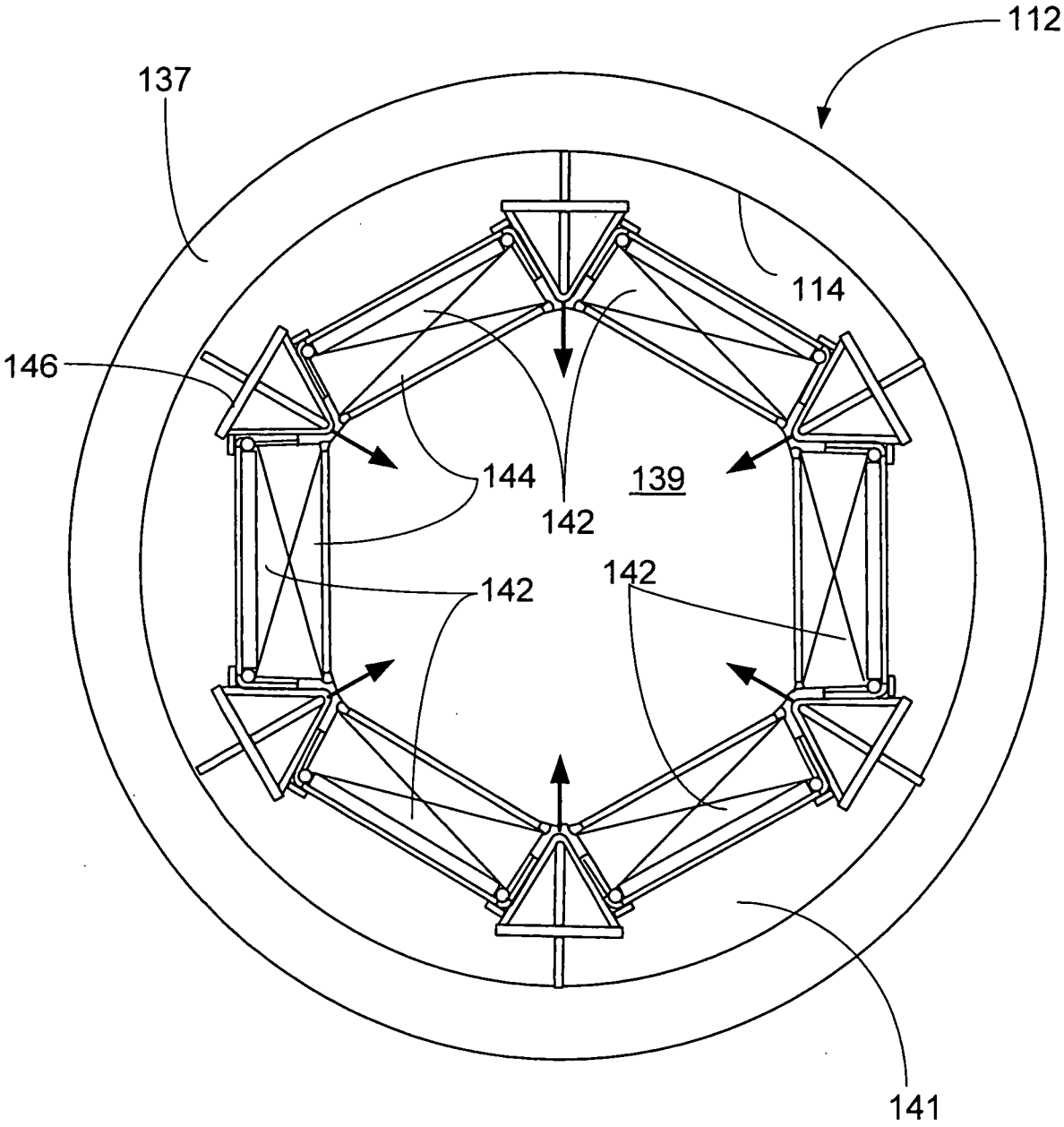


圖 9