

公告本

申請日期	90. 3. -2
案 號	P0105063
類 別	F02G 1/043 F05B 9/14

A4
C4

482862

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	熱循環引擎之燃燒器之控制燃料及空氣輸送之系統與方法
	英 文	System and method for control of fuel and air delivery in a burner of a thermal-cycle engine
二、發明 創作人	姓 名	1. 卡定 (Dean L. Kamen) 2. 諾麥可 (Michael Norris) 3. 藍克里 (Christopher C. Langenfeld)
	國 籍	1.-3. 皆為美國籍
住、居所		1. 美國新罕布夏州貝德佛市維特溫大道 15 號 15 Westwind Drive, Bedford, New Hampshire 03110, U.S.A. 2. 美國新罕布夏州馬奇斯特市密洛街 95 號 95 Mirror Street, Manchester, New Hampshire 03104, U.S.A. 3. 美國新罕布夏州奈蘇亞市唐洛基路 4 號 4 Dunloggin Road, Nashua, New Hampshire 03063, U.S.A.
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商新動力觀念公司 New Power Concepts LLC
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國新罕布夏州曼徹斯特商業街 340 號 340 Commercial Street, Manchester, New Hampshire 03101, U.S.A.
	代 表 人 姓 名	卡定 (Dean L. Kamen)

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

美 國 (地區) 申請專利，申請日期： 案號： 有 無主張優先權
 西元2000年3月2日 09/517,686

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

技術範疇

本發明關於斯特林 (Stirling) 循環熱機或冷凍機之改良，特別是有關於斯特林循環熱機或冷凍機之機械組件和熱組件的改良，其有助於提升引擎運作效能和壽命並縮小尺寸、降低複雜度和成本。

發明背景

斯特林循環機 (包括引擎和冷凍機) 具有一長遠之技術傳統，在 Walker 所著、牛津大學出版社 (Oxford University Press) 1980 年出版之 'Stirling Engine' 一書中對此有詳細之說明，該書以引用方式併入本文中。構成斯特林循環引擎之原則在於機械化體現斯特林熱力循環：一氣體於一汽缸內等容積加熱、氣體等溫膨脹 (在此期間驅動一活塞作功)、等容積冷卻、以及等溫壓縮。斯特林循環冷凍機亦為類似理想斯特林熱力循環之一熱力循環的機械化體現。於一理想斯特林熱力循環中，工作流體經過等容積加熱、等溫膨脹、等容積冷卻及等熱壓縮之連續循環。循環之實際體現 (其中各階段既非等容積亦非等溫) 係在本發明之範圍內且可適用於以理想狀態作為說明，不對本發明所申請專利範圍內容有所限制。

本發明之多重觀點適用於斯特林循環引擎及斯特林循環冷凍機，此二者於本說明書及任一後附申請專利範圍中統稱為斯特林循環機。

一斯特林循環引擎之運作原理在此參照圖 1a 至 1

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(2)

f 加以說明，其中相同數字用來標示相同或相似構件。許多斯特林循環機之機械設計已為習於此技藝者所熟知，圖示以數字 10 標示之特殊斯特林引擎在此僅作說明之用。於圖 1 a 至 1 d 中，活塞 12 (在本文中亦稱為一

5 “壓縮活塞”)和一第二活塞 14 (亦稱為一“膨脹活塞”)於汽缸 16 內以同相進行往復運動。壓縮活塞 12 與膨脹

10 活塞 14 亦可在分離而互連之汽缸內移動。活塞封 18 防止裝在汽缸 16 內在活塞 12 和活塞 14 間之一工作流體自任一活塞 12 周邊逸出。工作流體如下文中將提及係因其

15 熱力學特質來挑選，其通常為處於數大氣壓下之氦氣。由膨脹活塞 14 所控制之流體容積稱為膨脹空間 22。由壓縮活塞 12 所控制之流體容積稱為壓縮空間 24。為使流體不論在圖示型態或其他型態中之斯特林引擎 10 中均能於膨脹空間 22 與壓縮空間 24 間流動，流體會通過

蓄熱器 26。蓄熱器 26 係為一具有高面積/容積比之材料矩陣，其在流體為高溫自膨脹空間 22 流入時自工作流體吸收熱量，且在流體自壓縮空間 24 流回膨脹空間 22 時加熱該流體。

在引擎循環之第一相、圖 1 a 所繪起始狀態期間，

20 活塞 12 壓縮在壓縮空間 24 內之工作流體。此壓縮於一大致恆溫下發生，因為熱能自該流體抽離至週遭環境。在實務上如下文所將說明會提供一冷卻器 68 (示於圖

2) 。引擎 10 壓縮後之狀態繪於圖 1 b。在引擎循環之第二相期間，膨脹活塞 14 與壓縮活塞 12 同步運動以維持

25 流體之恆容積。隨著流體轉移至膨脹空間 22，其流經蓄

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(3)

熱器 26 且自蓄熱器 26 獲得熱能而使流體之壓力上升。在傳遞相之結尾，流體係處於一較高壓力且容納於膨脹空間 22 內、如圖 1c 所繪。

在引擎循環之第三(膨脹)相期間，膨脹空間 22 之容積隨熱量自外部引擎 10 抽入而增加，藉此將熱能轉變為功。在實務中，熱能藉由一加熱器 64(如圖 2 所示)供予膨脹空間 22 內之流體，該加熱器將於下文中有較詳盡之說明。在膨脹相之結尾，熱流體如圖 1d 所示充滿整個膨脹空間 22。在引擎循環之第四相期間，流體自膨脹空間 22 轉移至壓縮空間 24，隨著流體流經蓄熱器 26 時加熱該蓄熱器。在第二傳遞相之結尾，流體如圖 1a 所示位於壓縮空間 24 內，且備便以重複一壓縮相。斯特林循環以一 P-V(壓力-容積)圖於圖 1e 中表示，且以一 T-S(溫度-熵)圖於圖 1f 中表示。斯特林循環為一封閉循環，其工作流體在循環過程期間通常不更換。

一斯特林循環冷凍機之運作原理亦可參照圖 1a 至 1e 加以說明，其中相同數字用來標示相同或相似構件。前述引擎與作為一冷凍機之斯特林機間之差異在於壓縮容積 22 通常與周圍溫度有熱交流，且膨脹容積 24 與一外在冷卻負載(圖中未示)連結。冷凍機運作要求淨功輸入。

由於發展中數個令人卻步之工程上挑戰，斯特林循環引擎在實務應用上並未受到廣泛運用，且史特靈冷凍機一直限制在低溫專業領域內。其間關係到一些實務上的考量，如效能、振動、使用壽命、以及成本等問題。

五、發明說明(4)

本發明在此提出以上考量點。

發明概述

一種使燃料和空氣在外燃機之燃燒器內燃燒的方法，該燃料和空氣結合形成具有一可變燃料-空氣比之燃料-空氣混合物，該燃料-空氣混合物燃燒時產生一廢氣產品，該方法包括：在以一第一空氣流率和一燃料流率產生之一第一燃料-空氣比點燃該燃料-空氣混合物形成一火焰，提高空氣流率以產生一第二燃料-空氣比，至少以加熱器頭之一溫度為基礎控制該燃料流率，及藉由至少以空氣之一溫度和該廢氣產品內一氧氣濃度為基礎調節該空氣流率之方式在第二燃料-空氣比維持該火焰。在燃料有一自燃溫度和一火焰速度之條件下點燃燃料和空氣包括將空氣以一高於火焰速度之速度推進至一噴管(throat)入口內，該噴管亦有一出口及從入口至出口之一恆定橫截面積且將燃料混入空氣裡形成燃料-空氣混合物，該燃料-空氣混合物離開該出口使得在該噴管出口外部於空氣燃料混合物內產生一火焰。

依據本發明之另一實施例，該第二燃料-空氣比藉由以該廢氣內一氧氣濃度為基礎調節該空氣流率之方式維持。在另一實施例中，該第二燃料-空氣比可能藉由至少以空氣之一溫度和燃料流率為基礎調節該空氣流率之方式維持。在一替代實施例中，該第二燃料-空氣比藉由至少以空氣之一溫度和該廢氣內一氧氣濃度為基礎調節該空氣流率之方式維持。

五、發明說明(5)

一種使外燃機燃燒室運作之系統，該外燃機有一加熱器頭，該燃燒室之特徵在於一燃燒軸線及用來以燃燒一空氣內燃料產生熱和一廢氣之方式將熱傳遞至該外燃機加熱器頭，該系統包括一旋流器以該燃燒室燃燒軸線為中心軸向對稱且用來輸送向內流動空氣，一燃料噴射泵以使空氣和燃料混合形成具有一指定空氣-燃料比之一空氣-燃料混合物的方式將燃料噴入徑向向內流動空氣裡，及一燃料供應調節器以一指定燃料輸送率輸送燃料。該系統更包括一鼓風機以一指定空氣流率將空氣輸送至該燃燒器以便產生該指定空氣-燃料比，一旋流器空氣溫度感測器用來測量輸送至該燃燒室之空氣的溫度，及一控制器至少以輸送至該燃燒室之空氣的溫度為基礎控制空氣輸送率。

在另一實施例中，該系統包括一加熱器頭溫度感測器用來測量該加熱器頭之溫度及一控制器至少以該加熱器頭之溫度和輸送至該燃燒室之空氣的溫度為基礎控制燃料輸送率。在另一實施例中，該系統更包括一氣體成分感測器用來監測該燃燒器之廢氣產品內一氣體濃度及一控制器至少以輸送至該燃燒室之空氣的溫度和該廢氣產品內氣體成分為基礎控制空氣輸送率。該系統可能亦包括一流量感測器用來測量燃料輸送率，同時該控制器包括一控制器至少以輸送至該燃燒室之空氣的溫度以及測量所得燃料流率為基礎。

25 圖式簡單說明

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明(6)

今參照以下說明以及所附圖式將可更加易於了解本發明，圖式中：

圖 1 a 至 1 f 描繪一習知之斯特林循環機的運作原理；

5 圖 2 為依據本發明一實施例之斯特林循環引擎的剖面側視圖；

圖 3 為一雙活塞機之折疊式引導連桿傳動機構的剖面圖，該雙活塞機例如為依據本發明一較佳實施例之斯特林循環機；

10 圖 4 為圖 3 折疊式引導連桿傳動機構之一實施例的透視圖；

圖 5a 為依據本發明一實施例使用一銷式熱交換器之斯特林循環引擎的剖面圖；

圖 5b 為圖 5a 銷式熱交換器之放大透視詳細圖；

15 圖 5c 為依據本發明一較佳實施例之圖 5a 加熱器頭總成的剖面圖，其中熱轉移銷為未依比例地示意繪出；

圖 6a 為自圖 2 斯特林循環引擎之底部觀看的透視圖，圖中顯示依據本發明一實施例用來提高流量均勻度之分路導管；

20 圖 6b 為圖 6a 分路導管系統之平面圖；

圖 7a 為取自依據本發明一較佳實施例之斯特林循環機之燃料進給歧管側面的剖面圖；

圖 7b 為沿圖 7a 燃料進給歧管頂部之剖線 BB 取得的剖面圖；

25 圖 7c 為沿圖 7a 燃料進給歧管頂部之剖線 AA 取得的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明()

剖面圖，圖中顯示燃料噴口；

圖 8 為依據本發明一實施例之燃燒器和加熱器頭總成的剖面圖，圖中顯示溫度感測器的位置；

圖 9 顯示依據本發明一較佳實施例丙烷之最佳燃料-空氣比與空氣預熱溫度的關係。

較佳實施例詳細說明

今參照圖 2，一斯特林循環引擎實施例以剖面顯示且整體以數字 28 標示。雖然本發明大體上將參照圖 2 所示斯特林引擎說明，應了解許多引擎與冷凍機同樣可受益於本發明主題之多種實施例與改良例。圖 2 斯特林引擎 28 之型態稱為阿爾法 (alpha) 型態，其特徵在於壓縮活塞 30 和膨脹活塞 32 於個別且不同之汽缸內進行線性運動：壓縮活塞 30 在壓縮汽缸 34 內而膨脹活塞 32 在膨脹汽缸 36 內。此阿爾法型態僅是當作實例做說明，不對任何所附申請專利範圍造成限制。

除了壓縮活塞 30 和膨脹活塞 32 之外，斯特林引擎 28 之主要組件尚包含加熱器 64、蓄熱器 66、以及冷卻器 68。同樣歸類為活塞之壓縮活塞 30 與膨脹活塞 32 受約束在個別的容積 38 和 40 內進行線性往復運動。一汽缸襯套 42 可為個別汽缸表面之襯墊。鄰近加熱器 64 和冷卻器 68 之汽缸內部容積在本文中將分別稱為引擎 28 之熱區段與冷區段。壓縮活塞 30 和膨脹活塞 32 個別之線性往復運動的相對相位 ("相角") 係由裝設於曲柄軸箱 46 內分別耦接於此二活塞之傳動機構 44 控制。傳動

五、發明說明(8)

機構 44 (在下文中較詳細說明) 可能用來控制活塞之相對時間差並轉換線性與旋轉運動。壓縮活塞 30 和膨脹活塞 32 分別經由一第一連結桿 48 和一第二連結桿 50 與傳動機構 44 連接。壓縮汽缸 34 之容積 38 經由導管 45 與冷卻器 68 耦接以循環性冷卻工作流體。更明確地說, 導管 45 將壓縮容積 38 與環形熱交換器連接, 該熱交換器包括冷卻器 68、蓄熱器 66、以及加熱器 64。導管 45 與環形充氣室 47 間之流動分路將於下文中參照圖 6 加以說明。

10 今參照圖 3 和 4 說明傳動機構 44 之運作。圖 3 為折疊式雙引導連桿傳動機構 (整體以數字 300 標示) 的剖面圖。圖 3 傳動機構 300 包含二個折疊式引導連桿 303 和 313。活塞 301 和 311 分別為一斯特林循環引擎 (例如參照圖 2 所述) 之驅氣活塞和壓縮活塞。在本說明書
15 及以下申請專利範圍中, 一驅氣活塞為一無密封之活塞或一有密封之活塞 (一般稱為“膨脹”活塞)。驅氣活塞 301 於一活塞連結點 302 牢固耦接於引導連桿 303 之活塞端。引導連桿 303 於一桿連結點 305 可旋轉地連接於一連結桿 306。活塞連結點 302 和桿連結點 305 定義引導連桿 303 之縱向軸線 324。
20

連結桿 306 於一曲柄軸連結點 307 可旋轉地連接於一曲柄軸 308, 該曲柄軸連結點偏離曲柄軸旋轉軸線 326 一段固定距離。曲柄軸旋轉軸線 326 正交於引導連桿 303 之縱向軸線 324 且曲柄軸旋轉軸線 326 介於桿連結點
25 305 與活塞連結點 302 之間。在一較佳實施例中, 曲柄

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(9)

軸旋轉軸線 326 交會於縱向軸線 324。

引導連桿 303 之一端 328 約束於一對滾子 304 之間。在一較佳實施例中，滾子 304 其中之一經彈簧加載以維持對引導連桿 303 之滾軋接觸。引導連桿 303 縱向
5 軸線 324 相對於活塞缸 322 之對正由滾子 304 和活塞 301 維持。隨著曲柄軸 308 繞曲柄軸旋轉軸線 326 旋轉，桿連結點 305 沿引導連桿 303 縱向軸線 324 描繪出一線性路徑。

活塞 301 與引導連桿 303 構成一槓桿，以活塞 301
10 在該槓桿之一端且引導連桿 303 之連結桿端 328 在該槓桿之另一端。該槓桿之支點在由滾子 304 中心定義之線上。該槓桿受到施加於桿連接點 305 之一力的加載。隨著桿連接點 305 沿引導連桿 303 之縱向軸線描繪出一路徑，桿連接點 305 與該支點間的距離（第一槓桿臂）會
15 由零變化至活塞 301 衝程距離之一半。第二槓桿臂為該支點至活塞 301 的距離。該第二槓桿臂對第一槓桿臂之槓桿比會永遠大於一，較佳在 5 至 15 的範圍內。活塞 301 處之橫向力會為施加於桿連接點 305 之力除以該槓桿比；槓桿比越大則活塞 301 處之橫向力越小。

20 壓縮活塞 311 於一活塞連結點 312 牢固耦接於引導連桿 313 之活塞端。引導連桿 313 於一桿連結點 315 可旋轉地連接於一連結桿 316。活塞連結點 312 和桿連結點 315 定義引導連桿 313 之縱向軸線。連結桿 316 於一曲柄軸連結點 317 可旋轉地連接於曲柄軸 308，該曲柄
25 軸連結點偏離曲柄軸旋轉軸線 326 一段固定距離。引導

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(10)

連桿 313 之一端 330 約束在一對滾子 314 之間。如前所述，在一較佳實施例中，滾子 314 其中之一經彈簧加載以維持對引導連桿 313 之滾軋接觸。引導連桿 313 之運作與前文有關引導連桿 303 所述相似。引導連桿 313 縱向軸線相對於活塞缸 320 之對正由滾子 314 和活塞 301 維持。隨著曲柄軸 308 繞曲柄軸旋轉軸線 326 旋轉，桿連結點 305 沿引導連桿 313 縱向軸線描繪出一線性路徑。

圖 4 為圖 3 所示摺疊式雙引導連桿傳動機構之透視圖。壓縮活塞 311 和驅氣活塞 301 於個別且不同之汽缸內進行線性運動：壓縮活塞 311 在壓縮汽缸 320 內而驅氣活塞 301 在膨脹汽缸 322 內。引導連桿 303 和引導連桿 313 分別於活塞連結點 302 和 312 (示於圖 3) 牢固耦接於驅氣活塞 301 和壓縮活塞 311。連結桿 306 和 316 在連結點 305 和 315 可旋轉地耦接於引導連桿 303 和 313 之末稍端且在曲柄軸連結點 307 和 317 (示於圖 3) 耦接於曲柄軸 308。引導連桿 303 和 313 上之橫向負荷由滾子對 304 和 314 承受。

今參照圖 5a 至 5c，其中以剖面圖顯示依據本發明一實施例之新穎結構，其用來將大量的熱從燃燒源轉移至斯特林循環引擎 28 內部。為了提高由燃燒器 150 產生之高溫氣體 300 轉移至容納在引擎內容積 306 之工作流體的熱轉移效率，在加熱器頭 64 任一側上需要有一大濕表面積。為達到大表面積，在加熱器頭 64 之內部表面 312 和外部表面 314 其中之一或二者上製造出大量的金屬銷 310。其可能以低成本方法製造，例如以包模鑄造

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(11)

法製造。金屬銷 310 不僅加大在加熱器頭 64 任一側上之濕表面積，亦造成湍流尾流促進流體混合且因而提高熱流率。此結構可能亦用於冷卻器 68 (示於圖 2) 之熱轉移或是在氣體容積間需要有效熱轉移之任何應用中。圖 5c 顯示依據本發明一較佳實施例之圖 5a 加熱器頭總成的剖面圖，圖中熱轉移銷 130 和 124 為示意地繪出。在圖 5c 中，內側熱轉移銷 124 和外側熱轉移銷 130 沿加熱器頭 64 側邊定位。

參照圖 6a，圖中顯示聯管箱導管 400 之一系統的透視圖，其用來使在壓縮容積 38 與流體環形區間之工作流體流經熱交換網絡，亦即通過冷卻器頭 68、流經蓄熱器 66 (示於圖 2)、且通過加熱器頭 64 (示於圖 2)。工作流體之環形流結束於環形聯管箱 47，分路導管 400 耦接於該環形聯管箱以在汽缸容積 38 與聯管箱 47 之整個環形區間造成等長的流道。藉由使環形流區每一部分與汽缸容積間之流阻大致均等，因通過熱交換器之流動不均勻所導致的損失可有利地降低，且除此之外，工作流體在侷限於熱交換區之一迴圈內的流量及因此為了機械功所造成的損失可能減至最小。圖 6b 繪出圖 6a 分路導管 400 之系統的平面展開圖，其中顯示在壓縮空間 38 與環形加熱器 47 間經由分路導管 400 的流體連通。

雖然斯特林引擎能夠提供高熱效率和低污染物排放量，這些目標特別是對如圖 8 所示用來加熱斯特林引擎加熱器頭 808 之一燃燒器 806 有熱效率要求。此熱效率之要素包括氧化劑 (通常是空氣，且在本說明及所附申

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(12)

請專利範圍中非侷限性地稱之為“空氣”)抽運有效通過燃燒器 806 以提供燃燒，及高溫廢氣離開加熱器頭 808 之回收率。在許多應用中，空氣(或其他氧化劑)在送往燃燒之前經預熱至接近加熱器頭 808 的溫度，以便達成前述熱效率目標。在斯特林引擎之加熱器頭已受加熱之後仍有相當可觀的能量留在燃燒氣體裡，且如習於此技藝者所知可能利用一熱交換器在燃燒用空氣導入燃燒器內之前將熱能從廢氣轉移至該燃燒用空氣。為了達到高效率和低排放量，燃燒器必須提供大致完全燃燒。為了達成大致完全燃燒，將一計量的空氣及一潔淨燃燒用燃料(較佳為丙烷)輸送至燃燒器。燃料和空氣流率受控制以容許在燃燒器內點燃一火焰以及在點燃後得到乾淨的排放物。燃料和空氣亦必須與足量氧氣充分混合以限制一氧化碳(CO)和碳氫化合物的排放量，此外必須以夠低的火焰溫度燃燒以限制氮氧化合物(NO_x)生成。

為達成高熱效率所需之高溫預熱空氣因難以預先混合燃料和空氣且需要許多過量空氣以便限制火焰溫度而使得達成低排放量的目標變得棘手。在本文及所附申請專利範圍中，“自燃溫度”一詞定義為在空氣和燃料壓力之現況下且沒有一降溫催化劑時一燃料會點燃的溫度。典型預熱空氣溫度超過大多數燃料的自燃溫度，很可能導致燃料-空氣混合物在進入燃燒室內之前點燃。此問題之一解決方案為使用一非預先混合擴散火焰。然而，由於此等擴散火焰未經良好混合，造成超乎期望值的 CO、HC 和 NO_x 排放量。火焰動力學之一詳細說明參見 Turns

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明 (13)

所著 *An Introduction to Combustion: Concepts and Applications* (McGraw-Hill, 1996), 該書以引用方式併入本文中。用來限制火焰溫度之任何加大空氣流通通常會增加一空氣泵或鼓風機所耗用的動力, 從而降低整體引擎效率。

依據本發明, 低排放量和高效率可能藉由即使存在著預熱超乎燃料自燃溫度之空氣仍產生一預先混合火焰且除此之外將空氣入口與火焰區間之壓力降減至最小藉以將鼓風機動力消耗量減至最小的方式達成。

10 “火焰速度”一詞定義為一火焰前鋒會傳播通過一特定燃料-空氣混合物之速度。在本說明書及所附申請專利範圍中, “燃燒軸線”一詞應是指流體燃燒後之主要流體流方向。

15 今參照圖 7a 至 7c, 其中顯示依據本發明一實施例應用於一斯特林循環引擎或其他燃燒應用之一進給歧管 699。依據本發明一較佳實施例, 燃料與可能加熱至燃料自燃溫度以上之空氣預先混合且在燃料和空氣良好地混合並進入燃燒室 809 (示於圖 8) 之前避免形成一火焰。圖 7a 顯示該裝置之一較佳實施例, 其包括一進給歧管 20 699 和一燃燒室 710。進給歧管 699 有一軸向對稱導管 701 具備一進口歧管 703 用來接收經鼓風機 728 供應之空氣 700。空氣預先加熱至一溫度 (通常超過 1000K), 此溫度可能高於燃料之自燃溫度。導管 701 使空氣 700 相對於燃燒軸線 720 徑向向內流動至位於導管 701 內之 25 一旋流器 702。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(14)

圖 7b 顯示依據本發明一實施例包含旋流器 702 之導管 701 的剖面圖。在圖 7b 實施例中，旋流器 702 有數個螺旋葉片 730 用來引領空氣 700 徑向向內流動且對空氣賦予一旋轉分量。導管之旋流器段的直徑如旋流器葉片 5 730 長度所定義從旋流器 702 入口 732 往出口 734 縮減。旋流器葉片 730 直徑之縮減使空氣 700 之流率以與直徑大致成反比的關係加大。流率經加大使其高於燃料之火焰速度。在旋流器 702 之出口 734，燃料 706 (在一較佳實施例中為丙烷) 噴射至向內流動空氣裡。

10 在一較佳實施例中，燃料 706 由燃料噴射泵 704 經由一系列噴口 736 噴射，如圖 7c 所示。更特別地說，圖 7c 顯示導管 701 之剖面圖且包括燃料噴口 736。每一噴口 736 定位於旋流器葉片 730 之出口且在兩相鄰葉片間居於中央。噴口 736 依此方式定位以提高空氣和燃料的
15 混合效率。燃料噴口 736 之尺寸定為提供至少橫跨導管 701 (示於圖 7a 和 7b) 一半的燃料噴流。為燃料噴口 736 訂定尺寸之計算為習於此技藝者所熟知且見於 Boer and Chigier 所著 "Combustion Aerodynamics", John Wiley & Sons, 1972 年出版。噴口 736 同時地噴出燃料 706 橫
20 渡空氣流 700。由於空氣流比火焰速度快，即使此處之空氣燃料混合物的溫度高於燃料自燃溫度也不會形成一火焰。在一較佳實施例中，在使用丙烷之條件下，由加熱器頭溫度控制之預熱溫度大約是 900K。

再次參照圖 7a，空氣和燃料 (今已混合，在下文中
25 稱為 "空氣-燃料混合物" 709) 以通過一噴管 708 之方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(15)

向轉移，該噴管有一成型整流區 722 且其接在導管 701 出口 707。燃料 706 由燃料調節器 724 供應。噴管 708 有一內部半徑 714 和一外部尺寸 716。空氣-燃料混合物之轉移係從一大致橫向於燃燒軸線 720 且相對於燃燒軸線徑向向內之方式至一大致平行於燃燒軸線之方向。噴管 708 整流區 722 之輪廓具有一倒置鈴鐺的形狀使噴管 708 相對於燃燒軸線之橫截面積從噴管入口 711 到噴管出口 712 維持恆定。其輪廓為光滑無階梯且維持從旋流器出口到噴管 708 出口之流速以避免分離及所造成沿任何表面之再循環。恆定橫截面積容許空氣和燃料在流速不會降低造成一壓力降的條件下持續混合。一光滑且恆定橫截面產生一有效旋流器，其中旋流器效率指轉變成渦流動壓力之跨旋流器靜壓力降的百分率。藉由實行本發明通常可達到超過 80% 的渦流效率。因此，燃燒用空氣風扇的寄生耗用功率可減至最小。

噴管出口 712 向外展開讓空氣-燃料混合物 709 能夠散佈至燃燒室 710 內減緩空氣-燃料混合物 709 藉此使火焰局部化並容納之且導致一超環面火焰形成。由旋流器 702 產生之旋轉角動量造成如習於此技藝者所熟知之一火焰穩定環漩渦。

如前所述，燃料流率和空氣流率受控制以容許在燃燒器內點燃一火焰以及在點燃後得到乾淨的排放物。參照圖 7a，使用燃燒器控制器 726 控制分別由燃料調節器 724 和鼓風機 728 提供之燃料流率和空氣流率。燃料調節器 724 設定於一點火基本值。一旦證實有火焰，燃燒

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(16)

器控制器 726 改變燃料流率以控制由一加熱器頭溫度感測器 804 (示於圖 8) 測量到的加熱器頭溫度。當一火焰偵測器偵測到火焰存在時即證實有一火焰。習知有多種火焰偵測器，其中包括熱電偶和紫外線感測器。

- 5 燃燒用空氣鼓風機 728 之輸出量(或空氣質量流率)由燃燒器控制器 726 控制以控制燃燒室 809 (示於圖 8) 內之燃料-空氣比。燃料-空氣比為燃料質量流率除以空氣質量流率之比率，且為影響排放物之首要因子。鼓風機 728 以相對於燃料質量流率提高或降低空氣質量流率之方式控制燃料-空氣比。舉例來說，為了將燃料-空氣比維持一定，燃燒器控制器 726 會隨燃料調節器 724 提高輸出量而提高鼓風機輸出量，反之亦同。期望的燃料-空氣比和燃料流率可能同時改變，是以燃燒器控制器 726 會改變鼓風機 728 輸出量以配合期望燃料-空氣比和
- 10 燃料流率二者的變化。
- 15

- 要將一氧化碳 (CO)、碳氫化合物 (HC) 和氮氧化物 (NO_x) 排放量減至最小需要一仍能達到完全燃燒之稀燃料-空氣混合物。一稀燃料-空氣混合物的空氣量高於一化學當量混合物(舉例來說，亦即每克丙烷搭配 15.67 克空氣)。隨著更多空氣加入固定量燃料內，在燃料-空氣混合物內空氣量大到足以使火焰變得不穩定的程度之前，CO、HC 和 NO_x 的排放量會降低。此時會有燃料-空氣混合物氣泡未完全燃燒地通過燃燒室。燃料-空氣混合物之不完全燃燒會產生大量的 CO 和 HC。隨著更多空氣加
- 20 入燃料-空氣混合物內且火焰在一貧乏熄滅臨界點(Lean
- 25

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (1')

Blow-Out limit, "LBO") 熄火之前, CO 和 HC 排放量會快速增加。貧乏熄滅臨界點會隨著進入的空氣 (亦即預熱空氣) 的溫度提高而提高。因此, 在斯特林引擎之暖機階段當中, 燃料-空氣混合物之最佳燃料-空氣比隨著預熱空氣的溫度提高而降低。一旦引擎暖機完畢, 燃料-空氣比即保持恆定。

因此, 燃料-空氣比首先必須控制為提供點火用最佳燃料-空氣比。一旦證實有火焰, 以預熱空氣之溫度和燃料種類為基礎控制燃料-空氣比使排放物減至最少。當提高或降低燃料流率以調整加熱器頭溫度之時, 亦調整空氣流率以維持期望的燃料-空氣比。

一已知燃料僅會在一有限燃料-空氣比範圍內點燃。在點火時, 選擇一等於或低於所用燃料對應之化學當量燃料-空氣比的點火燃料-空氣比。在一較佳實施例中, 在燃料為丙烷的條件下, 點火燃料-空氣比設定為每克空氣搭配 0.1 克丙烷。在火焰穩定且燃燒室內部溫度提高至一暖機溫度之前一直維持該點火燃料-空氣比。參照圖 8, 燃燒室 809 之溫度通常以測量加熱器頭 808 溫度之方式或以容許一段預定時間讓燃燒室加熱之方式決定。可使用一溫度感測器 (例如熱電偶 804) 測量加熱器頭 808 之溫度。在一較佳實施例中, 在加熱器頭達到 300°C 且火焰已點著 5 秒以上之前保持該點火燃料-空氣比。

一旦火焰穩定化, 且燃燒室 809 之溫度達到期望暖機溫度, 則以空氣預熱溫度和燃料類型為基礎控制燃料-

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · · · · · 訂 · · · · · 線

五、發明說明(18)

空氣比。如前所述，燃料-空氣混合物之最佳燃料-空氣比 901 如圖 9 所示會隨預熱空氣 903 之溫度提高而降低。預熱空氣的溫度係利用如圖 8 所示在一耦接於燃燒器 806 之空氣旋流器 802 內的一個溫度感測器（例如一熱電偶 810）測量。空氣預熱溫度亦能以將加熱器頭 808 溫度減去攝氏數百度之方式從加熱器頭溫度推斷。在一較佳實施例中，空氣預熱溫度係以加熱器頭溫度減去 300°C。

最佳燃料-空氣比首先會隨預熱空氣溫度從室溫空氣之一“起始”燃料-空氣比線性下降至已暖機預熱空氣溫度之一“運轉”燃料-空氣比。在空氣已超過燃料之已知自燃溫度時即視為已完全預熱。舉例來說，丙烷之自燃溫度為 490°C。在一較佳實施例中，當燃料為丙烷時，“起始”燃料-空氣比為 0.052 克燃料/克空氣，其導致斯特林引擎之廢氣中有大約 4% 的氧氣。此較佳實施例中之“運轉”燃料-空氣比為 0.026 克燃料/克空氣，其導致斯特林引擎之廢氣中有大約 13% 的氧氣。

燃料-空氣比可由測量空氣流率和燃料流率之方式判定。可使用一壓力感測器測量鼓風機 728（示於圖 7a）處之空氣流率。燃料流率可由測量在燃料調節器 724（示於圖 7a）之一組燃料控制閥上游和下游之壓力的方式以及以監測目前有那個閥開啟的方式判定。在一替代實施例中，燃料-空氣比可能是以斯特林引擎廢氣中之氧氣含量的測量值為基礎。可將一氧氣感測器安置於引擎內以對廢氣取樣並測量引擎廢氣中之氧氣百分率。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 · 訂 · 線

五、發明說明(1P)

以上所述裝置及方法可能應用於本發明已提及之斯特林引擎以外的其他應用。上述本發明實施例預期中僅為範例且習於此技藝者明顯可知有許多變異和修改。所有此等變異和修改預期中皆在所附申請專利範圍所定義之本發明範圍以內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明(20)

圖示之元件代號說明：

代表符號	名稱
10	斯特林引擎
12	壓縮活塞
14	膨脹活塞
16	汽缸
18	活塞封
22	膨脹空間
24	壓縮空間
26	蓄熱器
28	斯特林引擎
30	壓縮活塞
32	膨脹活塞
34	壓縮汽缸
36	膨脹汽缸
38	壓縮容積
40	膨脹容積
42	汽缸襯套
44	傳動機構
45	導管
46	曲柄軸箱
47	環形充氣室
48	第一連結桿
50	第二連結桿
64	加熱器(加熱器頭)
66	蓄熱器
68	冷卻器(冷卻器頭)
124	內側熱轉移銷
130	外側熱轉移銷
150	燃燒器
300	折疊式雙引導連桿傳動機構(高溫氣體)
301	驅氣活塞
302	活塞連結點
303	摺疊式引導連桿

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明(21)

代表符號	名稱
304	滾子
305	桿連結點
306	連結桿(引擎內容積)
307	曲柄軸連結點
308	曲柄軸
310	金屬銷
311	壓縮活塞
312	活塞連結點(加熱器頭內部表面)
313	摺疊式引導連桿
314	滾子(加熱器頭外部表面)
315	桿連結點
316	連結桿
317	曲柄軸連結點
320	壓縮汽缸
322	膨脹汽缸
324	引導連桿縱向軸線
326	曲柄軸旋轉軸線
328	連結桿端
330	引導連桿末端
400	導管
699	進給歧管
700	空氣
701	軸向對稱導管
702	旋流器
703	進口歧管
704	燃料噴射泵
706	燃料
707	導管出口
708	噴管
709	空氣-燃料混合物
710	燃燒室
711	噴管入口
712	噴管出口
714	噴管內部半徑
716	噴管外部尺寸

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明(22)

代表符號	名稱
720	燃燒軸線
722	成型整流區
724	燃料調節器
726	燃燒器控制器
728	鼓風機
730	螺旋葉片
732	旋流器入口
734	旋流器出口
736	噴口
802	空氣旋流器
804	加熱器頭熱電偶
806	燃燒器
808	加熱器頭
809	燃燒室
810	熱電偶
901	最佳燃料-空氣比
903	預熱空氣溫度

註：以上元件有二個名稱者，無括弧者適用於圖 3-4，有括弧者適用於圖 5a-5c。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

四、中文發明摘要(發明之名稱:

熱循環引擎之燃燒器之控制燃料
及空氣輸送之系統與方法

一種使燃料和空氣在有一加熱器頭之外燃機燃燒器內燃燒的方法。該燃料和空氣結合形成一特徵在於一燃料-空氣比之燃料-空氣混合物。當該燃料-空氣混合物在外燃機燃燒器內燃燒時產生一廢氣產品。一火焰以點燃用一第一空氣流率和一燃料流率產生之一第一燃料-空氣比的燃料-空氣混合物的方式形成。然後提高空氣流率以產生一第二燃料-空氣比。燃料流率亦以外燃機加熱器頭之一溫度為基礎控制。用以燃料流率為基礎調節空氣流率之方式在第二燃料-空氣比維持火焰。該外燃機舉例來說可能是一斯特林循環引擎。

英文發明摘要(發明之名稱:

System and method for control of fuel
and air delivery in a burner of a
thermal-cycle engine

A method of combusting fuel and air in a burner of an external combustion engine having a heater head. The fuel and air are combined to form a fuel-air mixture which is characterized by a fuel-air ratio. An exhaust gas product is produced when the fuel-air mixture is combusted in the burner of the external combustion engine. A flame is formed by igniting the fuel-air mixture at a first fuel-air ratio produced by a first air flow rate and a fuel flow rate. The air flow rate is then increased to produce a second fuel-air ratio. The fuel flow rate is also controlled based upon a temperature of the heater head of the external combustion engine. The flame is maintained at the second fuel-air ratio by adjusting the air flow rate based on the fuel flow rate. The external combustion engine may be, for example, a Stirling cycle engine.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種使燃料和空氣在有一加熱器頭之外燃機之燃燒器內燃燒的方法，該燃料和空氣結合形成一特徵在於一燃料-空氣比之燃料-空氣混合物，該燃料-空氣混合物燃燒時產生一廢氣產品，該方法包括：
 在以一第一空氣流率和一燃料流率產生之一第一燃料-空氣比點燃該燃料-空氣混合物形成一火焰；
 提高空氣流率以產生一第二燃料-空氣比；
 至少以加熱器頭之一溫度為基礎控制該燃料流率；及
 藉由至少以該燃料流率為基礎調節該空氣流率之方式在第二燃料-空氣比維持該火焰。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第二燃料-空氣比藉由至少以廢氣中一氧氣濃度為基礎調節該空氣流率之方式維持。
3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第二燃料-空氣比藉由至少以該燃料流率和該空氣之一溫度為基礎調節該空氣流率之方式維持。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第二燃料-空氣比藉由至少以該空氣溫度及廢氣中一氧氣濃度為基礎調節該空氣流率之方式維持。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在燃料有一自燃溫度和一火焰速度之條件下點燃該燃料和空氣包括將空氣以一高於該火焰速度之速度推進至一噴管入口內，該噴管亦有一出口及從入口至出口之一恆定橫截面積且將燃料混入空氣裡形成燃料-空氣混

六、申請專利範圍

合物，該燃料-空氣混合物離開該出口使得在該噴管出口外部於空氣燃料混合物內產生一火焰。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該燃料有一自燃溫度且該燃料-空氣混合物在低於或等於該燃料自燃溫度之一第一空氣溫度點燃。
7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該燃料有一自燃溫度且該火焰在大於該燃料自燃溫度之一第二空氣溫度維持。
8. 一種使熱循環引擎之燃燒室運作的系統，該熱循環引擎有一加熱器頭，該燃燒室之特徵在於一燃燒軸線及用來以燃燒一空氣內燃料產生熱和一廢氣產品之方式將熱傳遞至該引擎之加熱器頭，該系統包括：
 - 一旋流器，其以該燃燒室燃燒軸線為中心軸向對稱且用來輸送向內流動空氣；
 - 一燃料噴射泵，其以使空氣和燃料混合形成具有一指定空氣-燃料比之一空氣-燃料混合物的方式將燃料噴入徑向向內流動空氣裡；
 - 一燃料供應調節器，其以一指定燃料輸送率輸送燃料；
 - 一鼓風機，其以一指定空氣流率將空氣輸送至該燃燒器以便產生該指定空氣-燃料比；
 - 一旋流器空氣溫度感測器，其用來測量輸送至該燃燒室之空氣的溫度；及
 - 一控制器，其至少以輸送至該燃燒室之空氣的溫度為基礎控制空氣輸送率。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

六、申請專利範圍

9. 如申請專利範圍第 8 項之系統，其更包括：
- 一加熱器頭溫度感測器，其用來測量該加熱器頭之溫度；及
 - 一控制器，其至少以該加熱器頭溫度為基礎控制燃料輸送率。
10. 如申請專利範圍第 8 項之系統，其更包括：
- 一氣體成分感測器，其用來監測該燃燒器之廢氣產品內一氣體濃度，其中控制空氣輸送率之該控制器包括至少以輸送至該燃燒室之空氣的溫度和該廢氣產品內氣體濃度為基礎之一控制器。
11. 如申請專利範圍第 8 項之系統，其更包括一流量感測器用來測量燃料輸送率，其中控制空氣輸送率之該控制器包括至少以輸送至該燃燒室之空氣的溫度和測量所得燃料輸送率為基礎之一控制器。
12. 如申請專利範圍第 8 項之系統，其中該空氣溫度以該加熱器頭溫度為基礎推斷。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

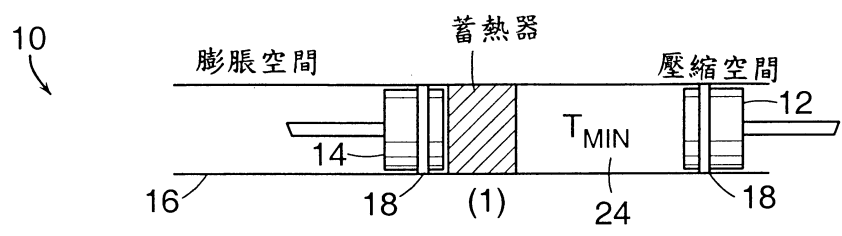


圖 1a
習知技藝

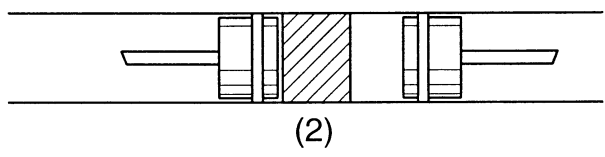


圖 1b
習知技藝

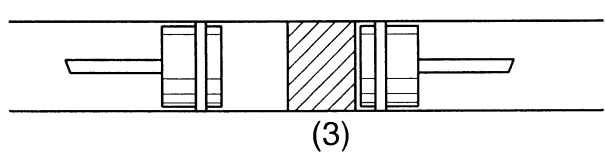


圖 1c
習知技藝

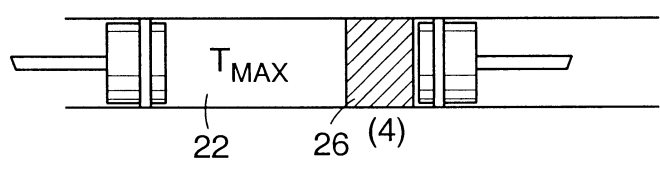


圖 1d
習知技藝

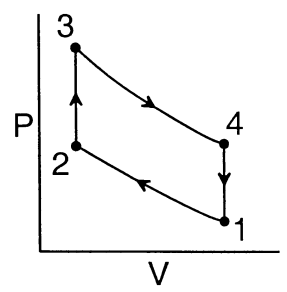
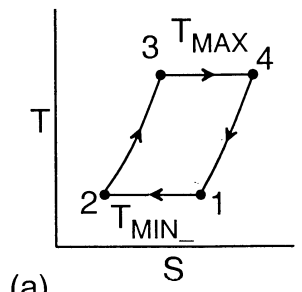


圖 1e
習知技藝



(a) 圖 1f
習知技藝

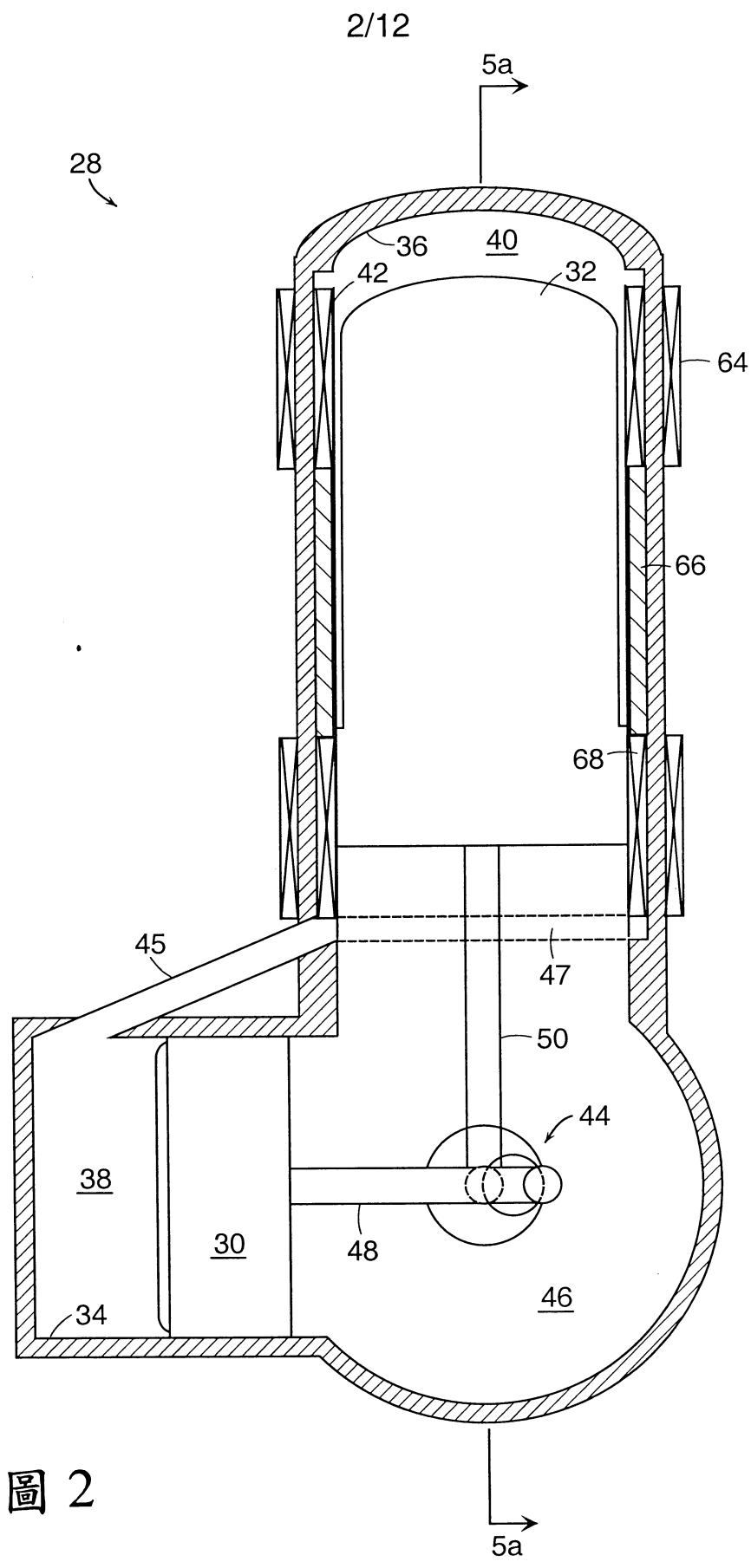


圖 2

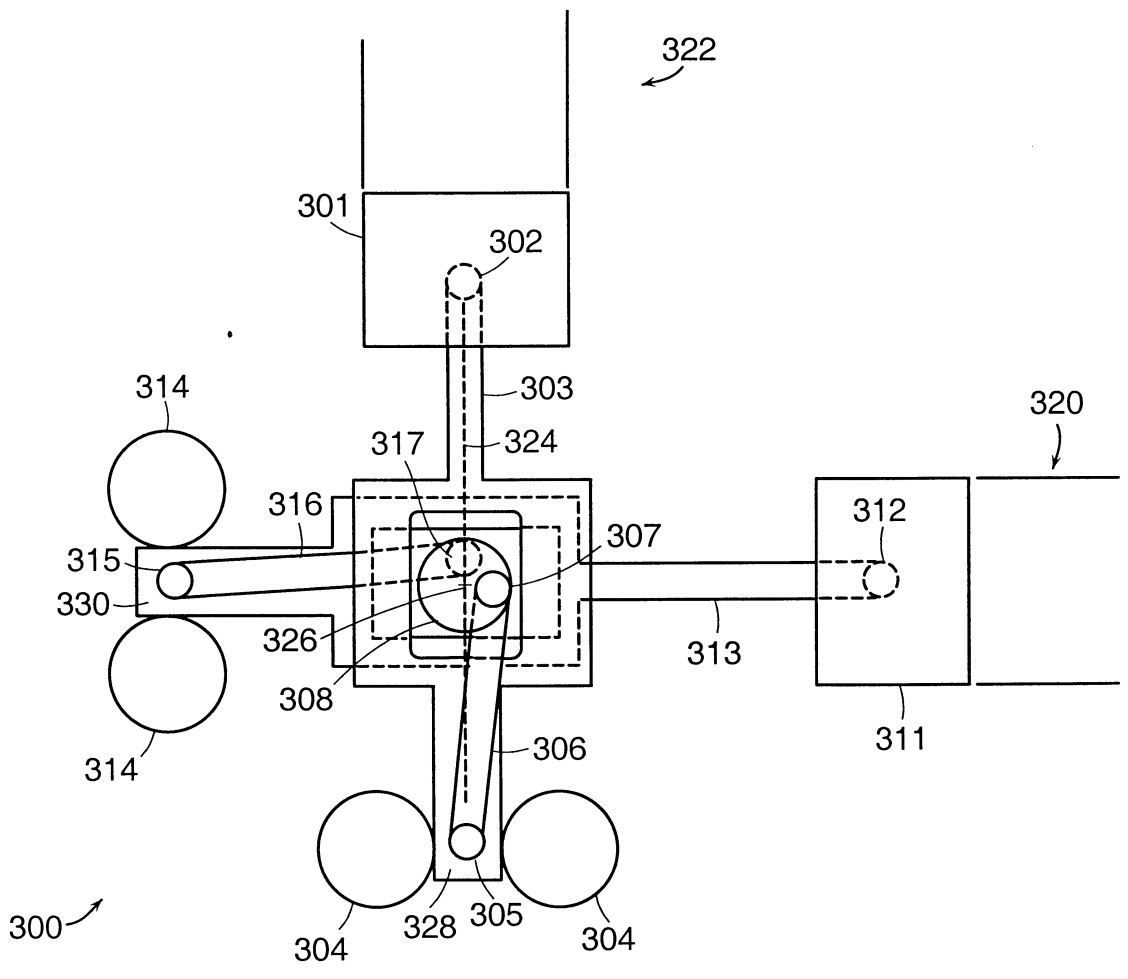


圖 3

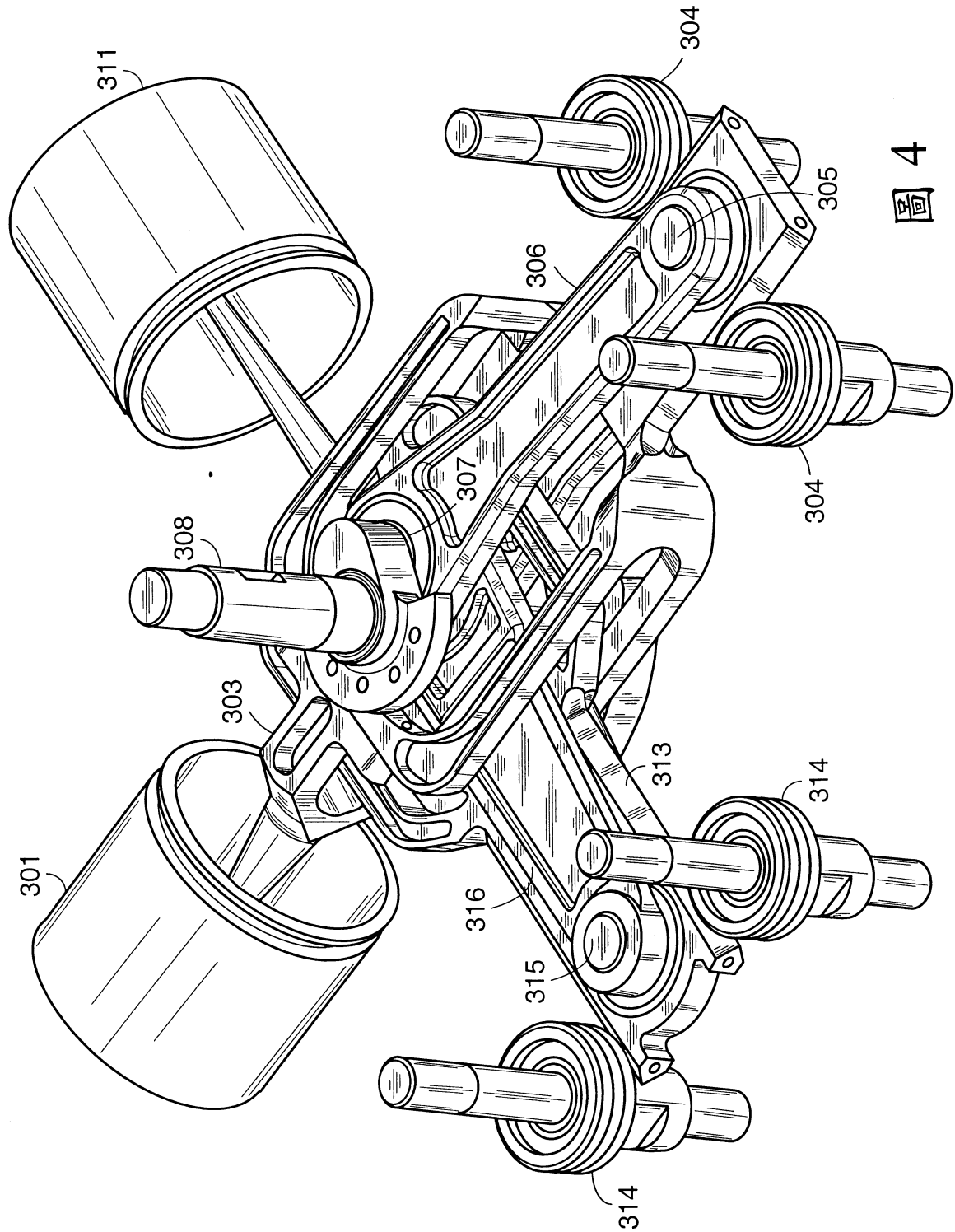
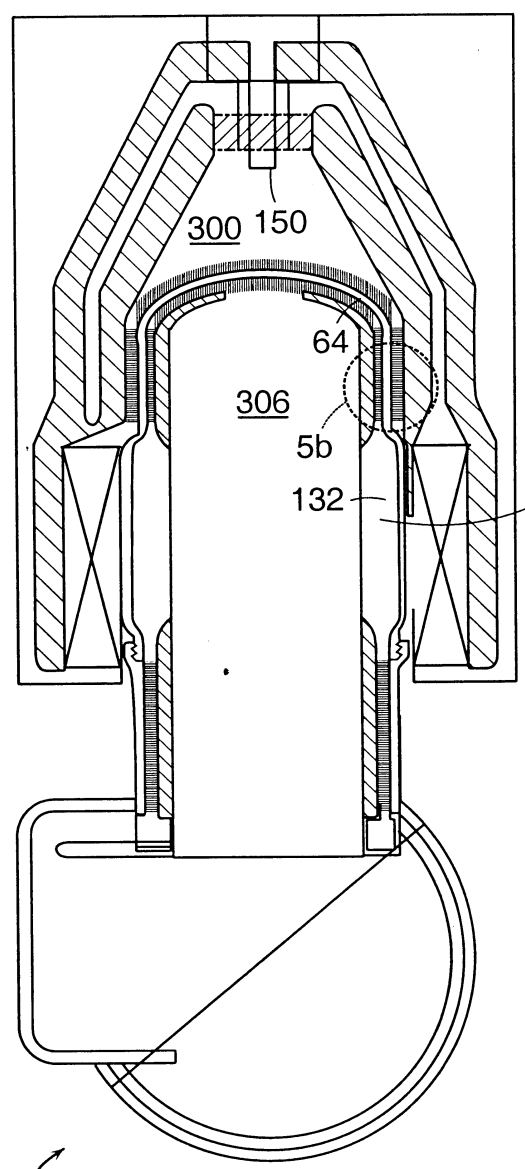


圖 4



蓄熱器

28

圖 5a

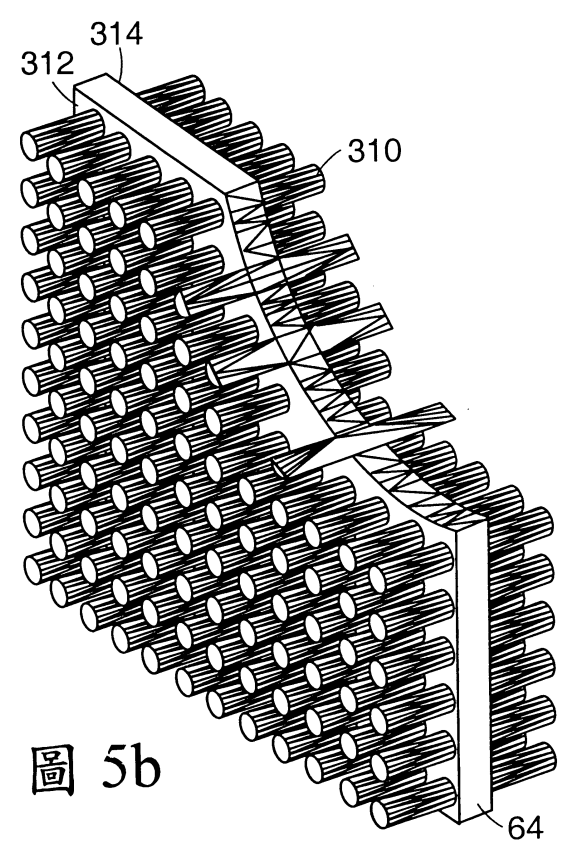


圖 5b

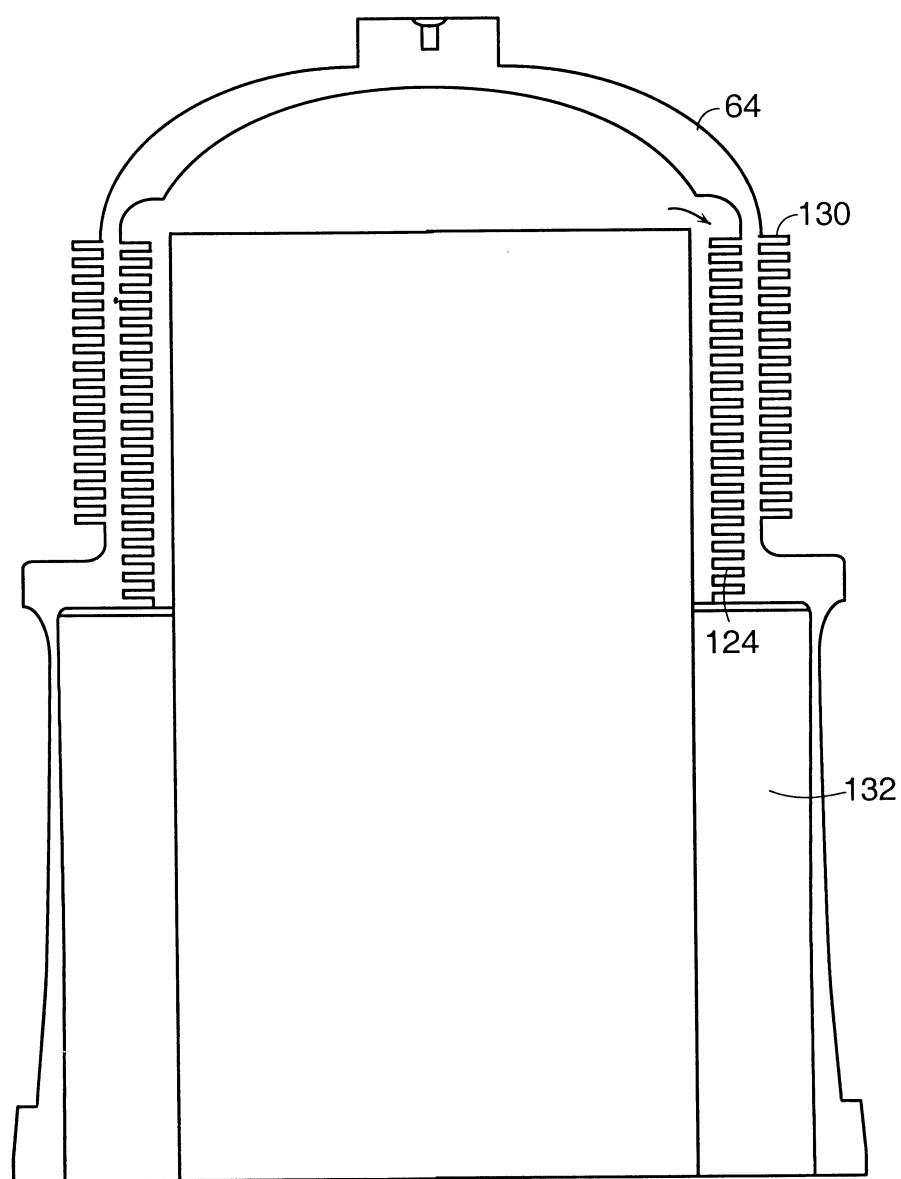


圖 5c

聯管箱導管之平面展開圖

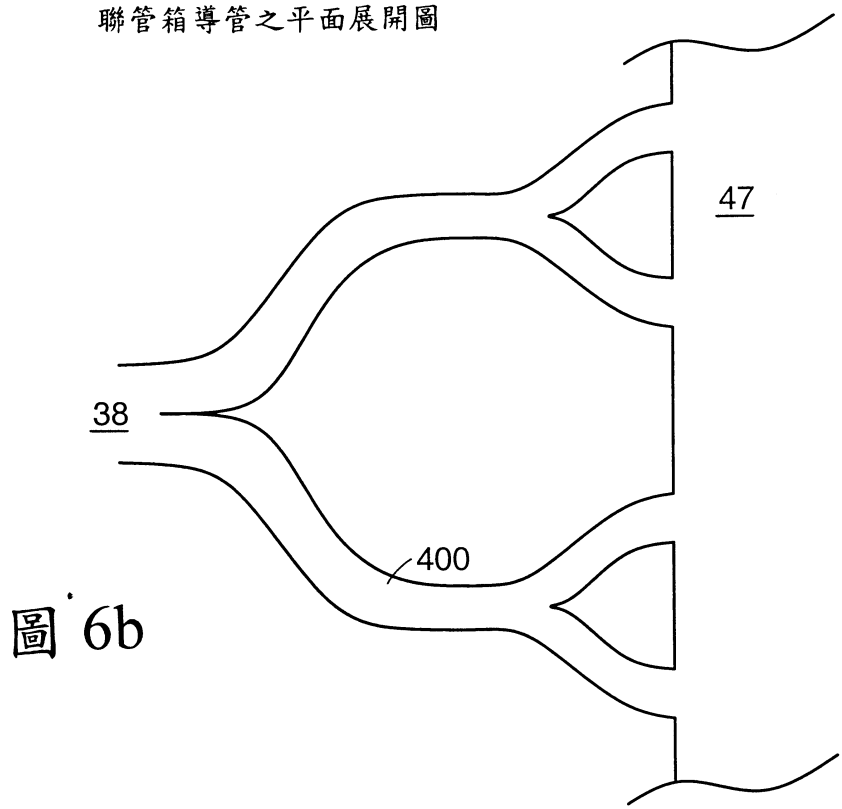


圖 6b

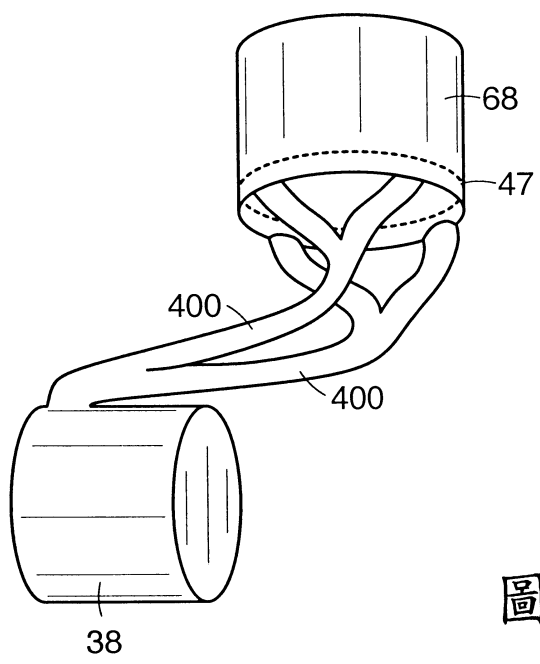


圖 6a

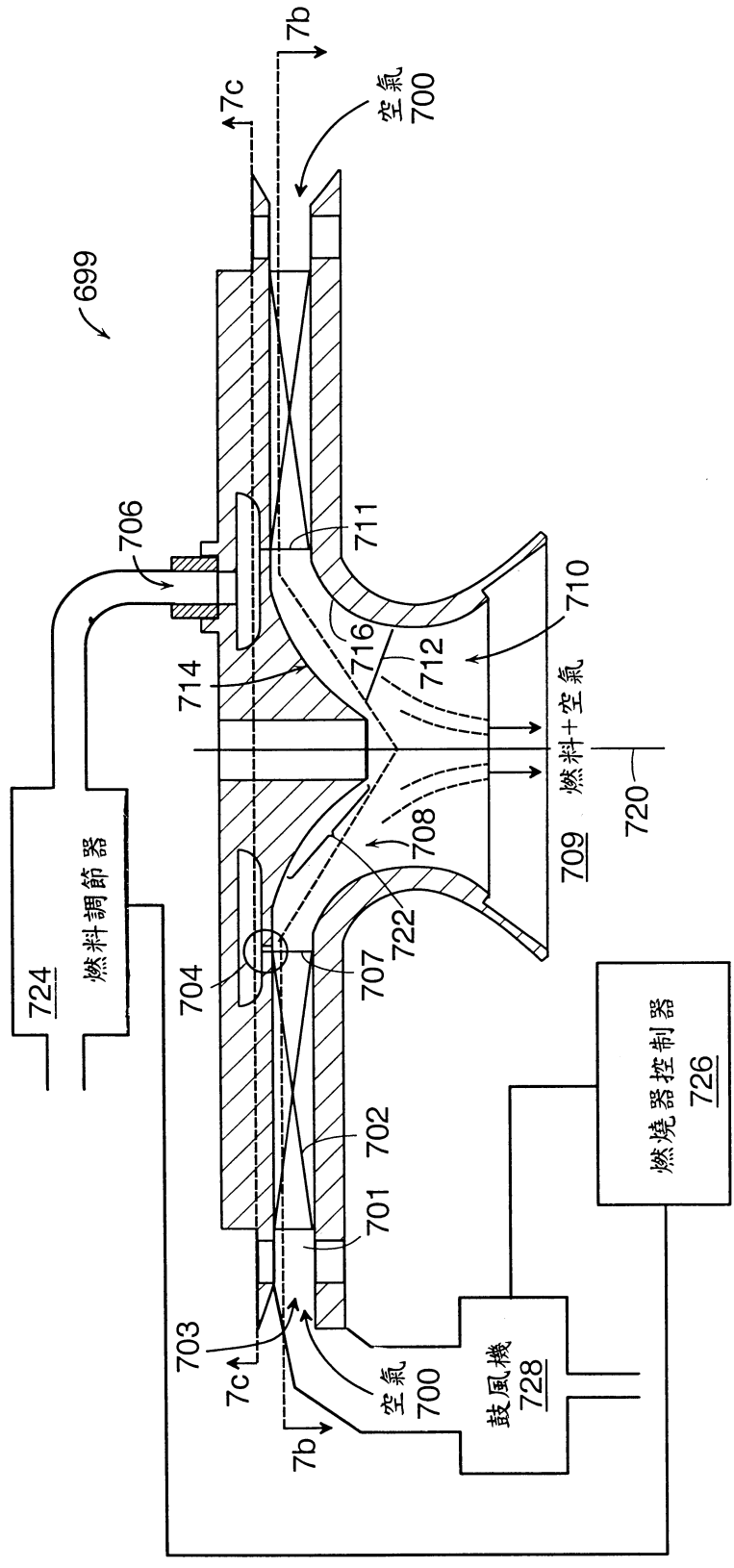


圖 7a

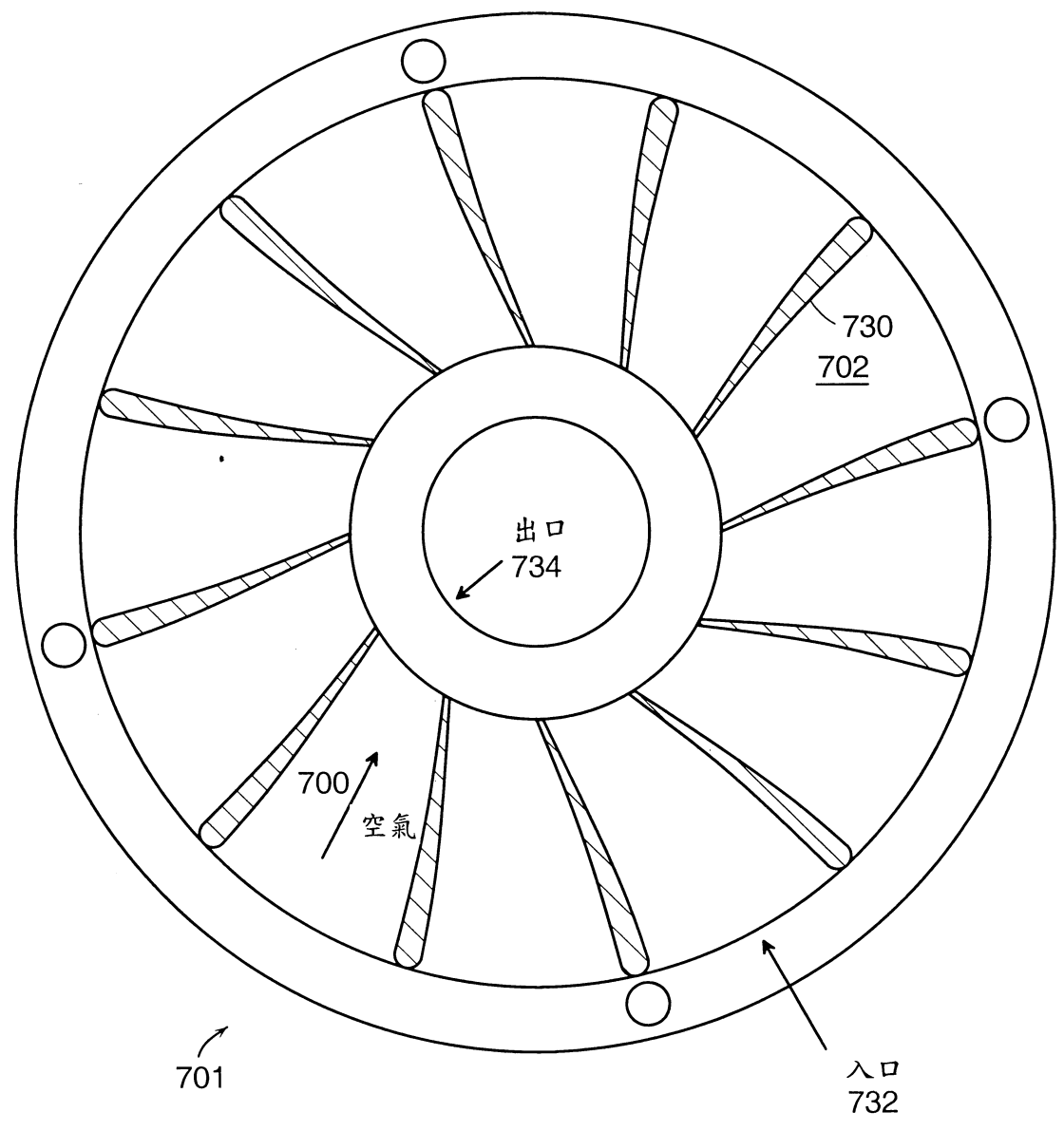


圖 7b

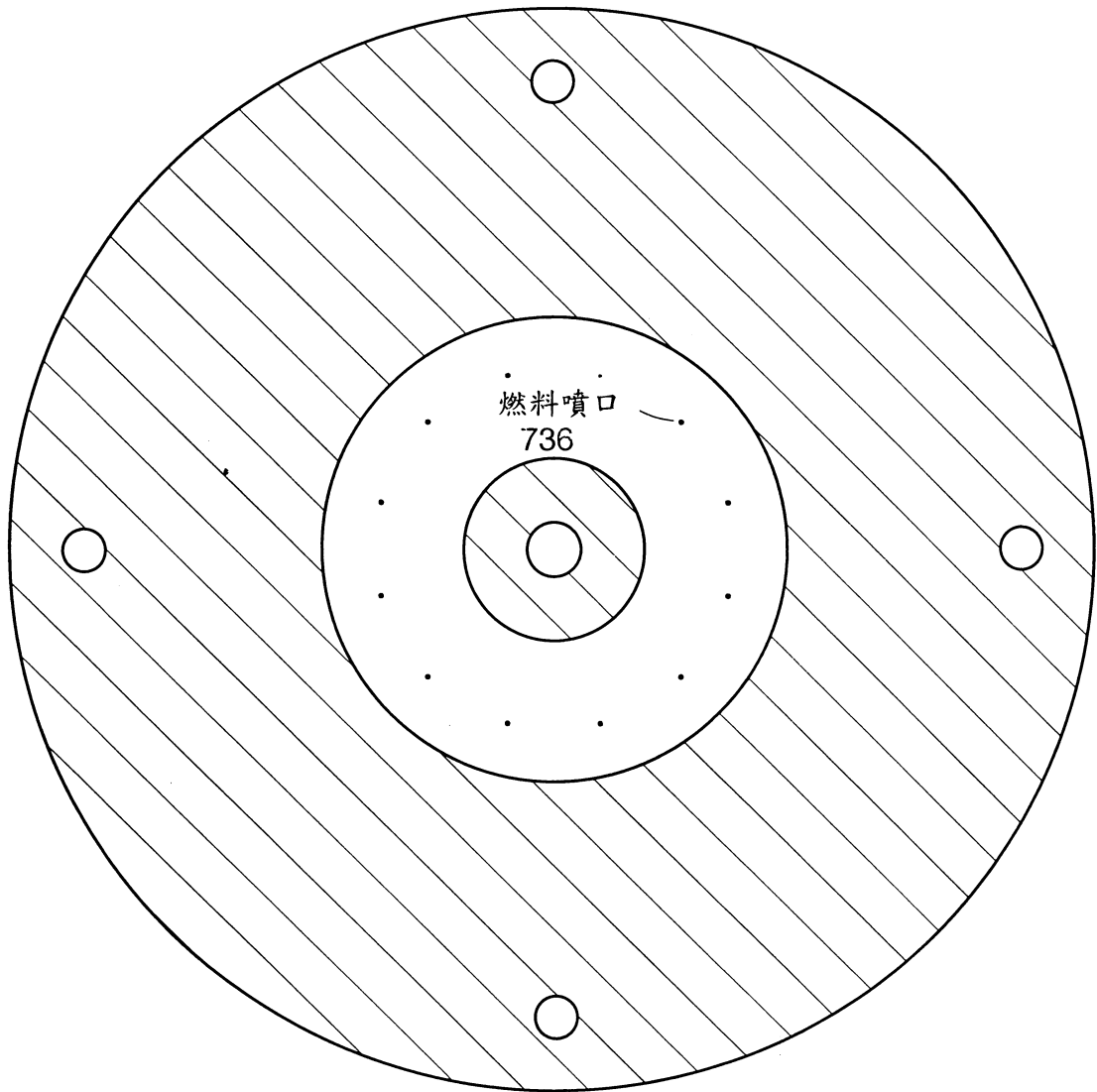


圖 7c

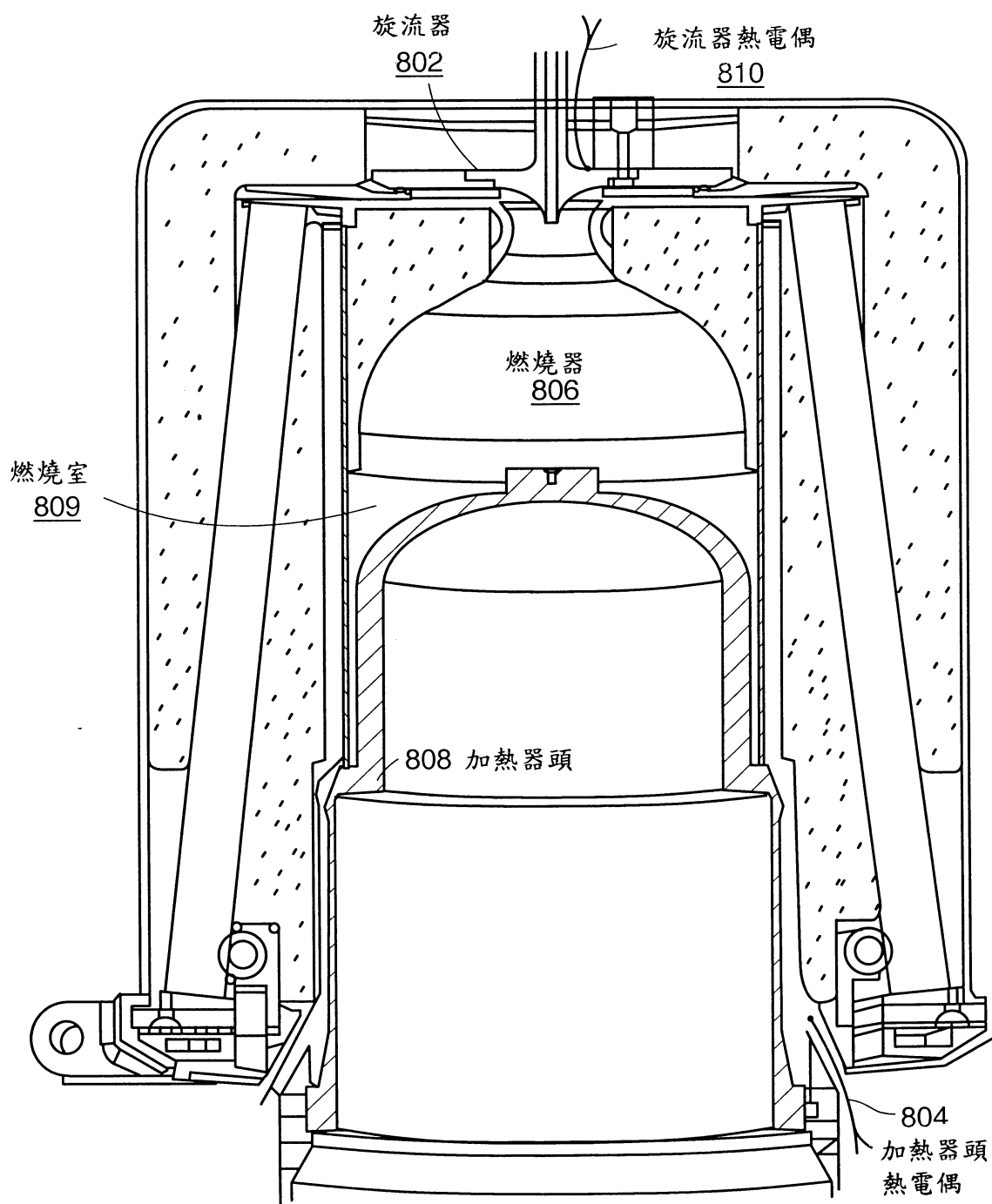


圖 8

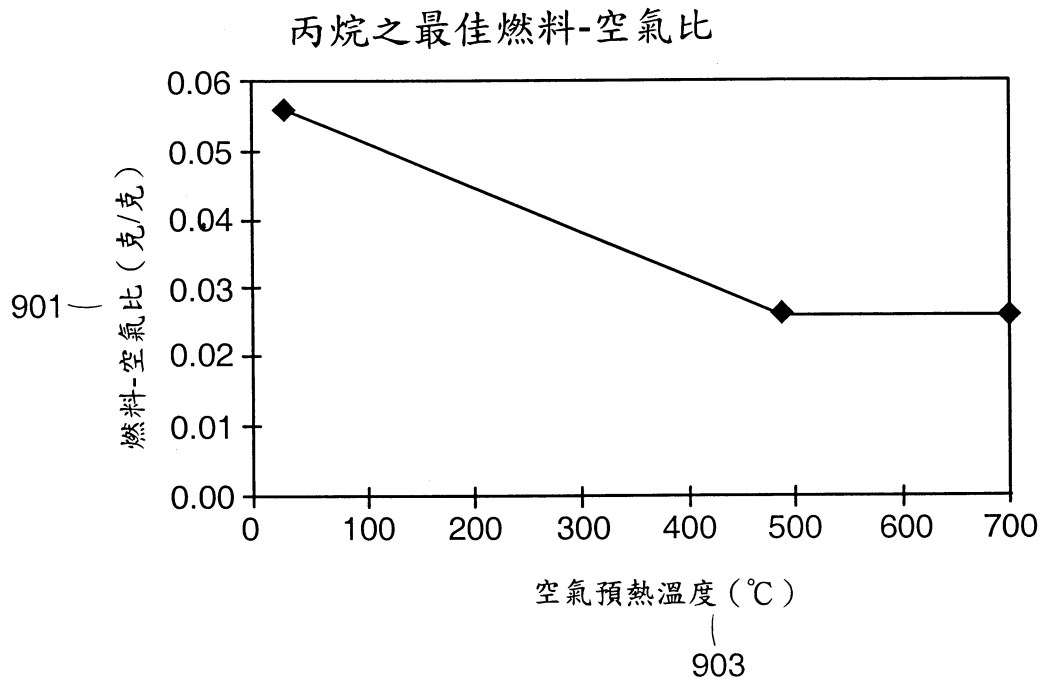


圖 9