



(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 201217708 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：100131205

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 31 日

(51)Int. Cl. : **F23B80/04 (2006.01)**

(30)優先權：2010/08/31 美國 12/872,364

2011/07/21 美國 61/510,356

2011/08/29 美國 13/220,439

(71)申請人：帕爾默實驗室有限公司 (美國) PALMER LABS, LLC (US)

美國

八河資本有限公司 (美國) 8 RIVER CAPTTAL, LLC (US)

美國

(72)發明人：帕爾默 邁爾斯 PALMER, MILES R. (US)；阿拉姆 羅德尼 約翰 ALLAM, RODNEY JOHN (GB)；伯朗二世 格倫 威廉 BROWN, JR., GLENN WILLIAM (US)；菲特維德 傑瑞米 艾朗 FETVEDT, JEREMY ERON (US)

(74)代理人：蔡清福

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：6 共 70 頁

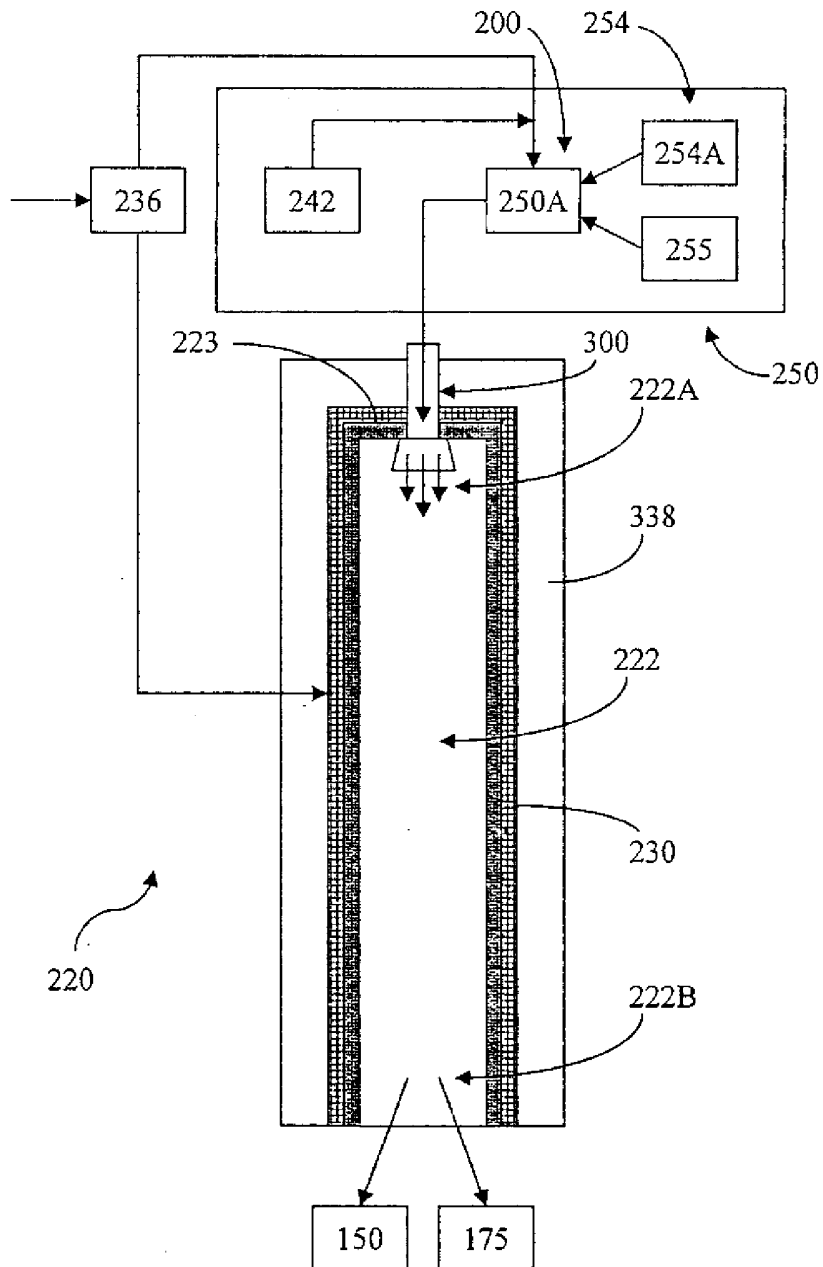
(54)名稱

高壓高溫燃燒燃料裝置及相關系統

APPARATUS FOR COMBUSTING A FUEL AT HIGH PRESSURE AND HIGH TEMPERATURE, AND ASSOCIATED SYSTEM

(57)摘要

提供一種燃燒器裝置，其包含用於將碳質燃料與富氧以及工作流體混合以生成一燃料混合物之混合裝置。燃燒室係至少部分地由一多孔周圍蒸散組件、至少部分地由壓力圍阻組件環繞所界定。燃燒室具有縱向地間隔之進口與出口部分。由進口部分接收的燃料混合物用於在該燃燒室中於燃燒溫度下燃燒，以生成一燃燒產物。燃燒室進一步導引燃燒產物縱向地朝向出口部分。多孔蒸散組件被配置在界定燃燒室其周圍附近以及縱向地在進口與出口部分之間，大體上均勻地導引蒸散物質朝向燃燒室而穿過，用於緩衝燃燒產物與多孔蒸散組件之間的交互作用。亦提供相關的系統。



- 150：元件
- 175：元件
- 200：部分氧化燃燒器裝置
- 220：燃燒器裝置
- 222：燃燒室
- 222A：進口部分
- 222B：相對出口部分
- 223：端牆
- 230：多孔蒸散組件
- 236：工作流體
- 242：氧氣
- 250：混合裝置
- 250A：泥漿
- 254：燃料
- 254A：顆粒固體炭質燃料
- 255：流體化媒介
- 300：燃燒器裝置
- 338：壓力圍阻組件



(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 201217708 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：100131205

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 08 月 31 日

(51)Int. Cl. : **F23B80/04 (2006.01)**

(30)優先權：2010/08/31 美國 12/872,364

2011/07/21 美國 61/510,356

2011/08/29 美國 13/220,439

(71)申請人：帕爾默實驗室有限公司 (美國) PALMER LABS, LLC (US)

美國

八河資本有限公司 (美國) 8 RIVER CAPTTAL, LLC (US)

美國

(72)發明人：帕爾默 邁爾斯 PALMER, MILES R. (US)；阿拉姆 羅德尼 約翰 ALLAM, RODNEY JOHN (GB)；伯朗二世 格倫 威廉 BROWN, JR., GLENN WILLIAM (US)；菲特維德 傑瑞米 艾朗 FETVEDT, JEREMY ERON (US)

(74)代理人：蔡清福

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：6 共 70 頁

(54)名稱

高壓高溫燃燒燃料裝置及相關系統

APPARATUS FOR COMBUSTING A FUEL AT HIGH PRESSURE AND HIGH TEMPERATURE, AND ASSOCIATED SYSTEM

(57)摘要

提供一種燃燒器裝置，其包含用於將碳質燃料與富氧以及工作流體混合以生成一燃料混合物之混合裝置。燃燒室係至少部分地由一多孔周圍蒸散組件、至少部分地由壓力圍阻組件環繞所界定。燃燒室具有縱向地間隔之進口與出口部分。由進口部分接收的燃料混合物用於在該燃燒室中於燃燒溫度下燃燒，以生成一燃燒產物。燃燒室進一步導引燃燒產物縱向地朝向出口部分。多孔蒸散組件被配置在界定燃燒室其周圍附近以及縱向地在進口與出口部分之間，大體上均勻地導引蒸散物質朝向燃燒室而穿過，用於緩衝燃燒產物與多孔蒸散組件之間的交互作用。亦提供相關的系統。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

[0001] 本揭露內容係針對於高壓及高溫以氧氣燃燒碳質燃料以生成燃燒產物的裝置及系統，燃燒產物以過量的氧氣而氧化或者包含還原組成物且具有零含氧量。一個特別的應用將是透過工作流體的使用以轉移經由燃料的高效率燃燒用於能源的生成（例如電力）。尤其，此類裝置與系統可使用二氧化碳或蒸氣作為工作流體。在另一方面，該裝置與系統可被用以生成包含氫氣及/或一氧化碳的氣體。

【先前技術】

[0002] 據估計化石燃料於未來100年將繼續提供大部分世界電力需求，然而非碳能源正發展並部署中。然而，透過化石燃料及/或適合的生質的燃燒發電的已知方法受到上漲的能源成本以及二氧化碳（CO₂）與其他排放物的增加產生所困。全球暖化正日益被視為由已開發與開發中國家增加的碳排放之潛在的災難性結果。太陽能與風力發電在近期並未能夠取代化石燃料的燃燒，而核能發電具有與擴散與核廢料處理兩者關聯的危險性。

由化石燃料或適合的生質發電的傳統裝置現正背負著於高壓之CO₂補集以運送到封存地點的需求。然而，此需求被證明為難以實現的，因為現今的技術對即使最好的CO₂補集設計仍僅提供非常低的熱效率。此外，達成CO₂補集的資金成本高昂，因而可能造成相較於將CO₂排放至大氣中的系統顯著地更高的電力成本。因此，具有CO₂排放減少及/或更加方便的生成的CO₂補集與封存的高效率發電

裝置和方法在該領域有不斷成長的需求。

碳質燃料之氧燃料燃燒涉及從空氣分離大體上純氧（或以其他在燃燒過程提供此類大體上純氧的方式）以及使用氧氣作為燃燒媒介，以產生大體上不含氮氣及包含二氧化碳與水蒸氣的燃燒產物。現今領域空氣與氧燃料燃燒器於受限制的溫度與壓力下操作，以防止過度高溫對燃燒器壁及/或例如渦輪葉片的其他系統組件的損害。在某些例子中，限制操作溫度及/或壓力可能不合意地延長燃燒程序及/或需要相對大的燃燒容積。此外，燃燒程序、燃燒設計及/或下游廢氣處理規定亦可能不合意地視程序中所利用的燃料種類而定。進一步地，由於在現今技藝中應用於傳統鍋爐系統之大容積的燃燒氣體，以及這些氣體排放至大氣，目前從排放煙囪氣體移除污染物的方法以及所提議的氧燃料燃燒系統高度依賴工廠的詳細設計以及工廠內所燃燒燃料的實際類型。每一種燃料類型具有截然不同的化學組成分與污染物之量。因此，現今技藝不想要地對每個工廠的排出廢氣洗滌器系統或氧燃料燃燒減量特定地客製化設計，以適應具有特定化學組成物之特定燃料類型。

例如，現今技藝對於煤炭普遍利用配備垂直管牆或螺旋配置管牆之非常大型的單一燃燒器，其中高壓蒸氣在分離的過熱器區段生成及過熱。大型燃燒器可能遭遇顯著的熱損失，並且通常遭受損壞和燃燒器、輻射與對流的傳熱表面以及其他組件的堵塞，其來自視所使用之特定煤炭而定的燃燒氣體中之煤灰、爐渣以及腐蝕性成分，例如 SO_x 、 HCl 、 NO_x 等等。此類範例性的缺點可能需要定

期關閉整個工廠以修復或替換受損的或腐蝕的部分及/或其他組件，因而可能導致工廠較低的可用性以及補償在停機期間工廠的損失產出的不欲期望的難度。

【發明內容】

[0003] 上述以及其他需求由本揭露內容的方面提出，根據一特定方面，其提供例如燃燒器裝置的裝置，包括配置以將富氧及工作流體與碳質燃料混合之混合，以生成燃料混合物。燃燒器裝置界定具有與相對的出口部分縱向間隔之進口部分的燃燒室，其中進口部分被配置以接收用於燃燒溫度下於燃燒室中燃燒的燃料混合物，以生成燃燒產物。燃燒室進一步被配置以導引燃燒產物縱向地朝向出口部分。燃燒器裝置包括壓力圍阻組件，以及至少部分界定燃燒室之多孔周圍蒸散組件，並且至少部分被該壓力圍阻組件環繞。多孔蒸散組件被配置以大體上均勻地導引蒸散物質通過朝向燃燒室，使得蒸散物質被導引來螺旋狀地在其圓周附近以及縱向地在進口部分與出口部分之間流動，以緩衝燃燒產物與多孔蒸散組件之間的交互作用。在某些例子中，蒸散物質的流動可由多孔蒸散組件以大體上均勻的方式於其周圍以及縱向地在進口部分與出口部分之間而被導引至燃燒室，使得蒸散物質被導引以對多孔蒸散組件的周圍大體上呈切線並且於附近螺旋狀地流動。此外，蒸散物質可被引入燃燒室以達到想要的燃燒產物之出口溫度。轉換裝置可被配置以接收燃燒產物，其中該轉換裝置負責將燃燒產物以與此有關之熱能轉換為動能。

在另一方面，碳質燃料之氧燃料燃燒（及/或氫化碳質燃

料)亦可涉及將大體上純氧自空氣分離(或以其他方式提供此類大體上純氧)及其使用於燃燒程序,以產生大體上沒有氮氣並且包括二氧化碳與水蒸氣的燃燒產物。富含二氧化碳的燃燒產物(在冷卻與水濃縮作用後)接著可被用於後續的商業用途,例如用於提高的石油採收率或在合適的地質封存地點提高的天然氣生產或封存(在壓縮與純化後)。於高壓下氧燃料發電系統的操作亦可允許二氧化碳於高壓下從要被產生的燃料中衍生出來,造成由降低或消除需要加壓的二氧化碳的節能。進一步地,當以適合的加熱工作流體(例如CO₂或蒸氣)混合時,高壓操作可允許純化的燃燒產物直接被用於動力循環。於高壓下之電力系統的操作亦可導致在動力循環中降低的容積流體流速,造成較小的裝置與較低的資金成本。具有供應溫度控制的高壓氧燃料燃燒器是另一個重要的方面。通過燃燒室/空間的蒸散冷卻與保護壁之例如燃燒產物氣體或二氧化碳或液態水或蒸氣(例如來自回收流)的合適流體之循環亦可有助於控制燃燒溫度。由於熱、或灰或液態爐渣衝擊效應,蒸散物質通過燃燒室壁的流動亦可有助於消除對腔室壁的損害及/或增大腔室壁。因此,提供有效的高壓、高溫燃燒器,其可適合以燃燒各種氣體、液體或固體燃料或燃料混合物,以滿足作為可比現有技術以顯著較高的效能與較低的資金成本運作之電力系統部分的各種需求。在某些範例中,燃燒器可被操作以產生包括氮氣與一氧化碳的燃燒產物,其可用於除了電力生產之外的下游需求。

在又另一方面,本揭露內容一般提供相關於用於例如發

電之高壓、高溫、高效能、蒸散流體保護的、氧燃料燃燒器的方法及裝置，例如使用作為工作流體的 CO_2 及/或 H_2O ，以與動力循環結合。在此類應用中，燃燒器可以氧化模式操作，藉以因此產生的燃燒產物包含介於大約500 ppm至大約3%莫耳濃度之間範圍的氧氣濃度，以及低於大約50 ppm，較佳地低於大約10 ppm莫耳濃度之一氧化碳濃度。在另一方面，燃燒器可以還原模式操作，藉以因此產生的燃燒產物包含具有接近於零的氧氣濃度且燃燒產物包含CO與 H_2 之濃度。在還原模式的操作可被配置以最大化 H_2 與CO的產生，並且最小化 O_2 的消耗。還原模式的操作不僅可對於發電有利，亦對 H_2 或 H_2 +CO合成氣體的產生有利。在特定的方面，操作壓力可介於大約40 bar至大約500 bar之間的範圍，並且較佳地至少80 bar，以及燃燒產物溫度一般地可介於大約400°C至大約3500°C之間的範圍。

在涉及發電的方面，一部分工作流體隨著燃料與氧化劑（即，富氧）被引入燃燒器來燃燒，使得產生包括工作流體與燃燒產物之高壓、高溫流體流（燃燒產物）。工作流體可被導引通過燃燒室的蒸散保護壁及/或通過燃燒室附近的其餘注入點。在燃燒程序以及透過蒸散與燃燒產物混合之後，工作流體可具有直接引入發電裝置（例如渦輪）之適合的溫度範圍（即，夠低的）。在此類範例中，引入燃燒室作為燃燒產物的稀釋劑之工作流體的總量可被調整，以提供對排出（適合作為操作進口溫度與動力渦輪壓力的）燃燒器之全部工作流體流的出口溫度。有利地，流體流於渦輪中膨脹期間可被維持於相對

高壓，使得橫跨渦輪的壓力比（pressure ratio）（即，在渦輪進口的壓力對在出口的壓力之比率）小於12。流體流亦可被進一步處理以分離流體流的組成分，其中此類處理可包括將流體流通過熱交換器。尤其，可將膨脹的工作流體（可從流體流回收的至少一部分）在將相同物質引入燃燒器前，通過相同的熱交換器以加熱高壓工作流體。在某些方面，本揭露內容提供用於發電系統的高壓氧燃料燃燒器，其可以具有低資金成本的高效能產生電力，並且亦可於作為商業使用或封存的管道壓力下產生大體上純 CO_2 。 CO_2 亦可被回收至發電系統。

在其他方面，所揭露之燃燒器系統與方法可被設置以使用各種各樣的燃料來源。舉例來說，根據本揭露內容之高效能燃燒器可使用氣體（例如，天然氣或煤炭衍生氣體）、液體（例如，碳氫化合物、瀝青）及/或固體（例如，煤炭、褐煤、焦炭）燃料。除本文另有所述外，其他燃料甚至亦可被使用，例如藻類、生質或任何其他適合的可燃性有機材料。

在其他方面，本揭露內容的方法與系統，當在管道壓力下與具有 CO_2 補集的電力系統結合時可能會是有用的，所結合的系統可超越目前並未提供 CO_2 補集之燃煤蒸氣循環發電站的最佳效能。目前這種發電站在使用瀝青煤、1.7英吋水銀冷凝器壓力下可提供最佳，舉例來說，大約45%的效率（L.H.V.）。本系統的方面可超越這種效率，舉例來說，當在200 bar壓力下運送 CO_2 時。

在又另一方面，相較於使用相似燃料之目前技術，本揭露內容可提供降低發電系統的實際尺寸與資金成

本的能力。因此，本揭露內容的方法與系統可有助於或以其他方式促進與發電系統相關之減少的建造成本，並且某些系統結合的相對高效率可導致電力或能源產生之減少成本以及化石燃料的減少使用。

在一特定的方面，本揭露內容係指向結合使用工作流體（例如 CO_2 及/或 H_2O ）之發電方法。在一些方面，該方法可能包括將熱、壓縮 CO_2 及/或過熱蒸氣導引至燃料燃燒器。較佳地， CO_2 及/或蒸氣可被導引至在至少大約80 bar的壓力下操作之燃燒器。 CO_2 及/或 H_2O 在二或多個獨立位置可被導引至燃燒器。部分的 CO_2 及/或 H_2O 可與 O_2 以及固體、液體、氣體或超臨界燃料混合，使得燃燒室內的燃燒溫度可基於所需的燃燒室設計值而測定。剩餘之加熱 CO_2 及/或過熱蒸氣然後被導引至燃燒室，以經由直接與之混合而冷卻燃燒產物，以達成在大約 400°C 至大約 3500°C 之間的所欲之總出口流體流溫度，其可為發電系統所需要的。在這種情況下， CO_2 及/或 H_2O 可與由燃料燃燒而來、具有純度高於85%莫耳濃度之氧化劑（例如氧氣）的燃燒氣體混合，以在所欲溫度生成包括 CO_2 及/或 H_2O 的流體流。在特定方面，出口流體流溫度可在大約 400°C 至大約 3500°C 的範圍。在其他方面，出口流體流可於渦輪中膨脹以生成電力（即，藉由給予渦輪的能量而生成電力）。

在某些方面，在引入燃燒器之前，將工作流體加熱到甚至更高的溫度可能是有用的。舉例來說，在引入燃燒器之前， CO_2 及/或 H_2O 可被加熱到至少大約 200°C 至大約 700°C 的溫度。在其他方面，在引入燃燒器之前， CO_2 及/

或 H_2O 可被加熱到大約 700°C 至大約 1000°C 之間的溫度。在一些方面，這種加熱可使用熱交換器裝置而完成。如同本文進一步所揭露的，相同的熱交換器可被使用以冷卻離開發電渦輪的流體流。

同樣地，燃燒器可於高壓下有效地操作，以產生能夠在發電循環中達成非常高效率的工作流體。舉例來說，燃燒器以及工作流體 CO_2 及/或 H_2O 所引入的部分可被加壓到至少大約200 bar。在其他方面，壓力可介於大約200 bar至大約500 bar之間。

在某些方面，引入燃燒器的部分工作流體可為大體上純 CO_2 之回收流，使得在工作流體中任何的水含量源自於燃料。當然，來自外部來源的 CO_2 可被使用作為工作流體。從燃燒器離開的流體流可包括 CO_2 及/或 H_2O 工作流體以及一或更多其他組成分，例如衍生自燃料或燃燒程序之燃燒產物。離開的流體流可包含例如 H_2O 、 SO_2 、 SO_3 、 NO 、 NO_2 、 Hg 、 HCl 的組成分，加上大約300 ppm至大約3%莫耳濃度之間的過量氧氣。在其他方面，離開的流體流可包含至少不同分量之 H_2 與 CO 並且具有大體上零含氧量。燃燒器可包括將燃料加上氧氣加上部分工作流體引入燃燒器通過並且燃燒起始並以穩定的方式（以氧化或者還原的模式）、在典型地介於大約50%至大約100%之間的設計容量之所欲的燃料流量範圍內發生之進口噴嘴裝置。在某些方面，操作壓力可高於大約150 bar，並且於此壓力下氧氣可被引入作為具有 CO_2 以及燃料（例如天然氣或液體（例如碳氫化合物蒸餾液））之單相混合物，以達到所欲的絕熱火焰溫度（adiabatic flame temper-

ature)。若於此高壓下之 CO_2 低於大約 100°C 的溫度， CO_2 的密度夠高而可用來支持粉末狀煤炭之大部分以生成泥漿，其中泥漿然後可經由高壓泵而被注入至所欲的燃燒壓力並在管道中流動，而且至將 CO_2 與氧氣之超臨界混合物被加入之混合點，以達成在燃燒器中需要的絕熱火焰溫度。預混合的燃料、稀釋劑 CO_2 以及氧氣應該希望在低於系統之自燃溫度之結合溫度。 CO_2 流的溫度可被調整至滿足此標準。進口噴嘴可包括在注射盤中之孔陣列，其每個將產生造成快速熱轉移與燃燒之流體的細緻噴射體，因此產生穩定的燃燒區域。孔徑尺寸可介於直徑大約 0.5 mm 至大約 3 mm 之間的範圍。

燃燒室壁可沿著被導引與流動通過 CO_2 及/或 H_2O 稀釋劑流的第二部分而排列多孔材料層。通過此多孔蒸散層以及選擇性地通過額外供應之流體流動被配置以達到所需之介於大約 400°C 至大約 3500°C 之間的總排出流體流出口溫度。此流動亦可有助於冷卻蒸散組件至低於形成蒸散組件之材料的最大可容許操作溫度。蒸散物質（例如 CO_2 及/或 H_2O 稀釋劑流）亦可有助於預防任何液體或固體灰材料或燃料中其他可能腐蝕、汙染或以其他方式損害壁之汙染物的影響。在這種範例中，使用具有合理（低）導熱性之蒸散組件的材料是必要的，使得伴隨的輻射熱可被向外放射狀傳導通過多孔蒸散組件，接著被從多孔層結構表面到放射狀向內通過蒸散層的流體之對流熱轉換所截斷。這種配置可允許被導引通過蒸散組件之稀釋劑流的後續部分被加熱到大約 500°C 至大約 1000°C 之間範圍的溫度，而同時維持多孔蒸散組件的溫度於為此使

用之材料的設計範圍。作為多孔蒸散組件的合適材料可包括，舉例來說，多孔陶瓷、耐火金屬纖維氈、鑽孔圓柱切片及/或燒結金屬層或燒結金屬粉末。蒸散組件的第二功能可為確保稀釋劑蒸散物質的大體上平均放射狀向內以及縱向沿著燃燒器流動，以達到稀釋劑流的第二部分與燃燒產物之間的良好混合，同時促進沿燃燒室的長度之均勻軸向流動。蒸散組件的第三功能為達成稀釋劑流體放射狀向內的速度，以致於提供緩衝或以其他方式阻止燃燒產物中的固體及/或液體灰顆粒或其他污染物影響蒸散層的表面與導致阻塞或其他損害。這種因素可能僅在，舉例來說，當燃燒具有殘留的惰性不可燃殘餘物之燃料（例如煤炭）時是重要的。環繞蒸散組件之燃燒器壓力容器的內壁亦可為絕緣的，以隔離燃燒器中高溫第二稀釋劑流。

煤炭或其他帶有不可燃殘餘物之燃料可被引入燃燒器，成為在水中的泥漿或較佳地在液體 CO_2 中的泥漿。泥漿的液體部分於接近室溫下並在動力循環的最低壓力下離開電力系統。在泥漿進口條件與氣體出口條件之間每莫耳之焓的差距，在此類範例中，可以是對於 H_2O 大約10 kcal/gm-mol 以及對於 CO_2 大約2.78 kcal/gm-mol，提供對 CO_2 泥漿狀流體顯著較高的效率。在以 CO_2 作為工作流體之高壓動力循環中需要少量的額外能量，以在大約 -30°C 至大約 10°C 之間範圍的溫度下產生液體 CO_2 。

產生不可燃殘餘物的燃料（一般地為固體（例如煤炭））的燃燒溫度較佳地為大約 1800°C 至大約 3000°C 之間的範圍。在這種情況下，灰或其他污染物將是以源自泥漿

燃料供給中燃料顆粒之液體渣滴的形式。這些液體渣滴必須被有效率地移除，以防止動力渦輪或其他下游程序的污染。舉例來說，可使用旋風分離器（cyclone separator）、撞擊分離器（impingement separator）或以環狀配置排列的分級防火顆粒分離器（graded refractory granular filter）之床或其結合以完成移除。在特定方面，可將液滴經由串聯的旋風分離器自高溫工作流體流移除。為達成有效移除，較佳地為至少2與較佳地為3個旋風分離器串聯。移除效率可由一些因素來提升。舉例來說，移除溫度可被調整以確保爐渣黏稠度夠低，以從分離器移除游離外流液體爐渣。在燃燒溫度與最終排出的流體流溫度之間的中間溫度完成爐渣的移除有時可能是必要的。在這種情況下，最終排出流體流出口溫度可經由將部分的回收工作流體（蒸散物質）直接與離開爐渣移除系統之流體流混合而達成。旋風分離器的直徑應合意地為相對地低（即，在大約20 cm至大約50 cm直徑之間範圍），然而渣滴的直徑應夠高以提供良好的分離效率。舉例來說，這種情況可經由研磨煤炭燃料以達成大部分>50 微米粒子直徑而加以達成。煤炭較佳地被微粒化為介於大約50微米至大約100微米之間的平均粒子直徑，其可造成存在於排出的工作流體流中低於10微米直徑之爐渣顆粒的最小部分。在一些範例中，可將旋風分離器接於隨即設置於渦輪上游的環形過濾器之後。

在特定方面，系統中燃燒產物的停留時間對於天然氣可為0.2秒至2秒以及對於瀝青煤炭可為0.4秒至4秒的範圍。

排出燃燒器的流體流可表現多種不同的特徵。舉例來說，流體流可包括氧化流體。就其本身而論，流體流可包括一或更多可經由氧化劑的加入（例如， O_2 ）而被快速氧化（例如，被燃燒）的組成分。在一些方面，流體流可為包括一或更多選自由 H_2 、 CO 、 CH_4 、 H_2S 以及其結合物所組成之群組的組成分之還原流體。以還原模式的系統操作一般地將與氧化模式相似，除了二次稀釋劑的比例將隨著轉變為 H_2+CO 之燃料部分的增加而逐漸降低。逐漸增加燃燒產物的平均停留時間至對於天然氣燃料介於大約2.5秒至大約4.5秒之間的範圍，如同隨著 H_2+CO 轉變的增加到最大，且對於瀝青煤炭介於大約6秒至大約10秒之間亦可是需要的。

上述與其他方面因此解決了所確認的需求並且本文另外詳細提供了優勢。

【實施方式】

[0004] 本揭露內容現在將伴隨參考所附圖示更充分地描述於下，其中顯示揭露內容的一些而非所有方面。事實上，本揭露內容可以許多不同形式實施並且不應解釋為限制在本文所闡述的方面；而提供這些方面以使本揭露內容滿足適用之法律要求。全文如以數字指稱元件。

根據本揭露內容，能夠以固體燃料操作的燃燒器裝置的一方面係於第1圖中所示，燃燒器裝置通常以數字220表示。在此範例中，燃燒器裝置220可被配置以燃燒例如煤炭的顆粒固體，以生成燃燒產物，即使如同本文所揭露的任何其他適合的可燃有機材料亦可使用作為燃料。燃

燒室222可由蒸散組件230界定，蒸散組件230被配置以導引例如蒸散流體的蒸散物質穿過進入燃燒室222（即，促進蒸散冷卻及/或緩衝燃燒產物以及蒸散組件230之間的交互作用）。本領域之技術人員將理解蒸散組件230可大體上為圓柱狀的，以便界定具有進口部分222A以及相對出口部分222B之大體上圓柱狀的燃燒室222。蒸散組件230可至少部分地由壓力圍阻組件338環繞。燃燒室222之進口部分222A可被配置以從通常以數字250表示之混合裝置接收燃料混合物。根據特定方面，燃料混合物係在燃燒室222內於特定燃燒溫度下燃燒以生成燃燒產物，其中燃燒室222進一步還被配置以導引燃燒產物朝向出口部分222B。熱移除裝置350（參見，例如，第2圖）可關聯於壓力圍阻組件338並且被配置以控制其溫度。在特定的範例中，熱移除裝置350可包括與壓力圍阻組件338相對、至少部分地由壁336界定之熱轉移夾層（heat transfer jacket），其中液體可在壁336以及壓力圍阻組件338之間所界定的水循環夾層337（water-circulating jacket）中循環。在一方面，循環的液體可以是水。混合設置250被配置以將富氧242以及工作流體236與炭質燃料254混合，以生成燃料混合物200。炭質燃料254可以固體炭質燃料、液體炭質燃料及/或氣體炭質燃料的形式提供。富氧242可以是具有大於約85%之莫耳體積純度的氧氣。舉例來說，可經由本領域所知的任何空氣分離系統/技術供應富氧242，像是舉例來說，可實施極低溫空氣分離程序（cryogenic air separation process）或高溫離子運輸膜氧分離程序（high temper-

ature ion transport membrane oxygen separation process) (從空氣中)。工作流體236可以是二氧化碳及/或水。在炭質燃料254為例如粉末狀煤炭254A的顆粒固體的範例中，混合設置250可被進一步配置以將流體化物質255與顆粒固體炭質燃料254A混合。根據一方面，顆粒固體炭質燃料254A可具有大約50微米至大約200微米之間之平均粒徑。根據另一方面，流體化物質255可包括水及/或具有大約 450 kg/m^3 至大約 1100 kg/m^3 之間密度的液體 CO_2 。更具體地，流體化物質255可與顆粒固體炭質燃料254A混合以生成泥漿250A，其具有舉例來說，介於大約25重量%與大約95重量%之顆粒固體炭質燃料254A，或在其他範例中，介於大約25重量%與大約60重量%之顆粒固體炭質燃料254A。雖然氧氣242顯示於第2圖中於引入燃燒室222之前與燃料254與工作流體236混合，本領域之技術人員將理解在一些例子中，可根據所需要或想要地將氧氣242各別引入燃燒室222。

混合裝置250，在一些方面可能包括，舉例來說，排列於與圓柱狀燃燒室222之進口部分222A關聯的蒸散組件230之端牆223附近的間隔注射噴嘴陣列（未顯示）。舉例來說，以此方式注射燃料/燃料混合物至燃燒室222可提供所注射的燃料混合物進口流的大表面積，其可接著經由輻射促進快速的熱轉移至所注射的燃料混合物進口流。所注射的燃料混合物的溫度因此可快速增加至燃料（即，煤炭顆粒）的著火溫度並且可因此導致緊密的燃燒。舉例來說，燃料混合物的注射速度可介於大約 10 m/sec 至大約 40 m/sec 之間的範圍，即使這些數值可視許多因

素而定，例如特定注射噴嘴的配置。這種注射裝置可採取許多不同的形式。舉例來說，注射裝置可包括孔的陣列，例如，介於大約0.5 mm與大約3 mm直徑之間的範圍，其中所注射的燃料將以介於大約10 m/s與大約40 m/s之間的速度注射通過。

舉例來說，這種通過一般直行的、線性及/或未被妨礙的通道而直接進入燃燒室222的燃料/燃料混合物可降低磨損、腐蝕及/或顆粒堆積，特別是在燃料包括固體組成分（即，在部分氧化（partial oxidation, POX）燃燒器中之煤炭泥漿）的例子中。在一些範例中，雖然對於曾經在燃燒室222內從直行均勻流動偏移的燃料/燃料混合物可能是有利的。舉例來說，在某些方面，造成燃料/燃料混合物由直行均勻流動被旋轉或以其他方式擾亂可能是有利的，例如，從而促使燃料/燃料混合物的混合，因此造成更有效率的燃燒程序。

在其他方面，混合裝置250可遠程關聯於或以其他方式與燃燒室222分開。舉例來說，在某些方面，混合裝置250可被配置以經由壓力圍阻組件338以及蒸散組件230而導引燃料混合物200至延伸進入燃燒室222的燃燒器裝置300。燃燒器裝置300可被配置以相似於「直接注射」裝置，將燃料/燃料混合物以直行、大體上均勻的流動引入燃燒室222。也就是說，燃燒器裝置300可被配置以由混合裝置250接收燃料/燃料混合物並且導引燃料/燃料混合物的大體上均勻的線性流進入燃燒室222的進口部分222A。然而，在某些範例中（即，使用不包括固體顆粒的燃料），燃燒器裝置300可包括適合的供給，用於造成或以

其他方式引起燃料/燃料混合物被導引進入燃燒室222時是旋轉或被旋轉的，如同將被本領域的技術人員所理解的。也就是說，燃燒器裝置300可被配置於燃料/燃料混合物引入燃燒室222時以旋轉或其他方式從燃料/燃料混合物的線性均勻流擾動。在某些方面，燃燒器裝置300可被配置以從混合裝置250接收燃料/燃料混合物並且導引燃料/燃料混合物進入燃燒室222的進口部分222A，而引起導引入燃燒室222之燃料/燃料混合物的漩渦。更具體地，燃燒器裝置300被配置以於燃料/燃料混合物的排出由此進入燃燒室222時引發燃料/燃料混合物的漩渦。

如同在第2圖中更具體地顯示的，燃燒室222由至少部分地被壓力圍阻組件338環繞的蒸散組件230界定。在某些例子中，壓力圍阻組件338可進一步至少部分地由熱轉移夾層336環繞，其中熱轉移夾層336與壓力圍阻組件338合併來界定低壓水流可循環其間的一或更多的水道337。經由蒸發的機制，循環的水可因此用以控制及/或維持壓力圍阻組件338所選擇的溫度，舉例來說，在介於大約100°C與大約250°C之間的範圍。在某些方面，絕緣層339可被設置於蒸散組件230與壓力安全殼組件338之間。

在某些例子中，蒸散組件230可包括，舉例來說，外部蒸散組件331以及內部蒸散組件332，內部蒸散組件332被設置於相對於來自壓力圍阻組件338之外部蒸散組件331，並界定燃燒室222。外部蒸散組件331可由任何適合的抗高溫材料像是，舉例來說，鋼和鋼合金所組成，包括不銹鋼和鎳合金。在某些例子中，外部蒸散組件331可被

配置以界定第一蒸散流體供應通道333A，其從相鄰於絕緣層339之其表面延伸至相鄰於內部蒸散組件332之其表面而穿過結構。在某些例子中，第一蒸散流體供應通道333A可對應於由壓力圍阻組件338、熱轉移夾層336及/或絕緣層339而界定之第二蒸散流體供應通道333B。第一與第二蒸散流體供應通道333A、333B可因此被配置以合併以導引例如蒸散流體210的蒸散物質穿過至內部蒸散組件332。在某些例子中，如同在第1圖所顯示的，舉例來說蒸散流體210可包括工作流體236，並且可由相同的與此相關之來源而獲得。如所需，可將第一與第二蒸散流體供應通道333A、333B絕緣用於以足夠的供應以及足夠的壓力運送蒸散流體210（即， CO_2 ），使得蒸散流體210被導引通過內部蒸散組件332並且進入燃燒室222。如同本文所揭露的，這種涉及蒸散組件230以及相關的蒸散流體210的措施可容許燃燒器裝置220於另外揭露於本文之相對高壓與相對高溫下操作。

在這方面，內部蒸散組件332可由例如多孔陶瓷材料、穿孔材料、積層板材料、由隨機地於二維定向與在第三維排序的纖維組成之多孔墊或顯現如本文所揭露之其所需的任何其他合適材料或其結合物所組成，即用於接收與導引蒸散流體通過內部蒸散組件332的多流通道或孔或其他合適的開口335。適合作為這種蒸散冷卻系統的多孔陶瓷以及其他材料之非限制性範例包括氧化鋁、氧化鋯、轉換氧化鋯、銅、鉬、鎢、銅滲鎢、鎢塗層鉬、鎢塗層銅、各種高溫鎳合金以及鈹覆蓋或塗層材料。適合材料之來源包括，舉例來說CoorsTek, Inc.、(Golden,

CO) (鋁) ; UltraMet Advanced Materials Solutions (Pacoima, CA) (耐火金屬塗層) ; Osram Sylvania (Danvers, MA) (鎢/銅) ; 以及Mar-keTech International, Inc. (Port Townsend, WA) (鎢) 。適合作為這種蒸散冷卻系統的穿孔材料之範例包括所有上述材料以及供應商 (其中穿孔最終結構可經由例如將起始無孔結構使用在製造領域已知的方法穿孔而獲得) 。適合的層積板材料之範例包括所有上述材料以及供應商 (其中層積板最終結構可經由例如將無孔或部分有孔結構以此方法製成薄板, 以致於使用在製造領域已知的方法以達成所需最終多孔性而獲得) 。

在更進一步的方面, 內部蒸散組件332可由蒸散組件230之進口部分222A延伸至出口部分222B。在某些例子中, 內部蒸散組件332之穿孔/多孔結構可大體上完全地 (軸向地) 由進口部分222A延伸至出口部分222B, 使得蒸散流體210被導引進入燃燒室222的大體上整個長度。也就是說, 內部蒸散組件332之大體上的整體可以穿孔/孔結構配置, 使得燃燒室222的大體上整個長度為蒸散冷卻。更具體地, 在某些方面, 累積的穿孔/孔面積可大體上等同於內部蒸散組件332之表面積。也就是說, 孔面積對總壁面積 (%多孔性) 之比率可在例如50%之層級。在另外其他方面, 穿孔/孔可以適當密度加以間隔, 使得達成由內部蒸散組件332進入燃燒室222的蒸散物質之大體上均勻分布 (即, 沒有「死角」, 其缺乏流動或蒸散物質210的存在) 。在一範例中, 內部蒸散組件332可包括以每平方吋250 × 250之層級的穿孔/孔之陣列, 以便提供具有

被大約0.004吋（大約0.1 mm）間隔的這種穿孔/孔的大約62,500孔/ in^2 。然而，本領域的技術人員將理解如果適當，孔陣列的配置可做變化，以便適應其他系統配置參數或達到所需結果，像是例如所需壓降（pressure drop）對應越過蒸散組件230之流速。在進一步的範例中，孔陣列的尺寸可從每平方吋大約10 × 10至每平方吋大約10,000 × 10,000的尺寸而變化，並以由介於10%至大約80%之間的多孔性百分率變化。

第3A以及3B圖說明了燃燒器裝置220的一方面，界定燃燒室222的結構可經由在蒸散組件230以及周圍結構之間的「熱」干涉配合而形成，像是壓力圍阻組件338或設置於蒸散組件230以及壓力圍阻組件338之間的絕緣層339之間。舉例來說，當相對地「冷」時，蒸散組件230可為較小的、徑向及/或軸向地關聯於周圍的壓力圍阻組件338之尺寸。就其本身而論，當插進壓力圍阻組件338時，徑向及/或軸向的間隙可能存在其間（參見例如第3A圖）。當然，這種尺寸差距可促進蒸散組件230插入至壓力圍阻組件338。然而，例如當加熱接近操作溫度時，蒸散組件230可被配置以徑向及/或軸向擴張以降低或消除所提及的間隙（參見例如第3B圖）。這樣做，干涉軸向及/或徑向配合在蒸散組件230以及壓力圍阻組件338之間形成。在涉及具有外部蒸散組件331與內部蒸散組件332之蒸散組件230的例子中，此類干涉配合可在壓縮下放置內部蒸散組件332。因此，例如多孔陶瓷的適合的抗高溫易碎材料可用以生成內部蒸散組件332。

隨著內部蒸散組件332如此配置，蒸散物質210可包括例

如被導引通過內部蒸散組件332之二氧化碳（即，來自如同工作流體236的相同來源），使得蒸散物質210生成緊鄰燃燒室222中之內部蒸散組件332的緩衝層231（即，「蒸氣壁」），其中緩衝層231可被配置以緩衝內部蒸散組件332與液化不可燃元件之間的交互作用以及與燃燒產物相關之熱。也就是說，在某些例子中，蒸散流體210在例如至少於燃燒室222之壓力下可被運送通過內部蒸散組件332，其中蒸散流體210進入燃燒室222的流速（即， CO_2 流）足以供蒸散流體210與燃燒產物混合並冷卻燃燒產物，以生成關於後續下游程序之進口需要的足夠溫度下之流出流體混合物（即，渦輪可能需要例如大約 1225°C 的進口溫度），但其中流出流體混合物溫度仍然夠高以維持燃料中的渣滴或其他污染物處於流體或液體的狀態。例如，燃料的不可燃成分之液體狀態可促進這種污染物從燃燒產物以液體形式，較佳地以自由流動、低黏稠度形式的分離，其將較不可能阻塞或以其他方式損害任何用於實施這種分離的移除系統。實務上，這種需要可視各種因素例如所採用的固體炭質燃料（即，煤炭）的類型以及在燃燒程序中生成之爐渣的具體特徵而定。也就是說，在燃燒室222內的燃燒溫度較佳地使得在炭質燃料中之任何不可燃成分於燃燒產物內液化。

在特定方面，多孔內部蒸散組件332因此被配置以導引蒸散流體/物質以徑向朝內的方式進入燃燒室222，以致於在界定燃燒室222之內部蒸散組件332之表面附近（參見例如，第2圖）生成流體障礙牆（fluid barrier wall）或緩衝層231。在一特定方面，多孔內部蒸散組件332

因此被配置以導引蒸散流體進入燃燒室222，使得蒸散物質210以關於內部蒸散組件332之內表面在大體上直角（ 90° ）進入燃燒室222。在其他優點當中，以關於內部蒸散組件332在大體上直角之蒸散物質210的導引可促進或以其他方式提升導引爐渣液體或固態液滴或其他污染物或熱燃燒流體漩渦遠離內部蒸散組件332之內表面的效果。例如，降低、最小化或以其他方式防止爐渣液體或固態液滴與內部蒸散組件332之間的接觸可防止此類污染物合併成為較大的液滴或團塊，其已知可能在液滴/顆粒與固體牆之間的接觸而發生，並且其可造成對內部蒸散組件332的損害。以關於內部蒸散組件332在大體上直角之蒸散物質210的導引可因此促進或以其他方式提升預防具有足夠速度或動量的燃燒流體漩渦接近內部蒸散組件332的生成而衝擊並潛在地損害內部蒸散組件332。

如同先前所揭露的，在其他例子中，燃料/燃料混合物被導引至燃燒室222時，引發其他線性均勻流的漩渦或擾動至燃料/燃料混合物中可能是有利的。藉由在燃料/燃料混合物被運送至燃燒室222後完成這種流擾動，與噴嘴或其他燃燒器裝置或用以在運送燃料/燃料混合物至燃燒室222之前造成這種流擾動的運送裝置相關的缺點可被避免或最小化。然而，本領域之技術人員將理解，在某些例子中，像是燃料/燃料混合物的後導引有時可能是必要的及/或需要與給予其先導引流之擾動的這種燃料/燃料混合物運送裝置。

就其本身而論，在本揭露內容的某些方面，至少內部蒸散組件332可被配置以大體上均勻地導引蒸散流體210穿

過朝向燃燒室222，使得蒸散流體210被導引沿著其周圍221（參見例如，第2A圖）螺旋狀地流動（參見例如，第2E圖）並且在進口部分222A與出口部分222B之間縱向流動，以於內部蒸散組件332的表面附近生成流體障礙牆或緩衝層231以緩衝蒸散組件332與燃燒產物及/或燃料混合物之間的交互作用。更具體地，在某些方面，至少內部蒸散組件332被配置以導引蒸散流體210穿過並進入燃燒室222，大體上均勻地沿著其周圍221並且縱向地在進口部分222A與出口部分222B之間，使得蒸散流體210被導引以大體上切線地流動至內部蒸散組件332的周圍221以及於附近螺旋地（即，以螺旋或線圈形式）流動，例如如同在第2A圖與第2E圖中顯示的。舉例來說，由內部蒸散組件332界定之穿孔/孔335可在介於其外表面與內表面間延伸下為拱形或有角度的（參見例如，第2A圖），以致於導引蒸散流體210以大體上切線地或以其他方式沿著燃燒室222的周圍221流動穿過。

在另一範例中，沿著內部蒸散組件332的縱向條之孔可被融合/關閉，以致促進蒸散流體210大體上切線地或以其他方式沿著燃燒室222的周圍221流動穿過（參見例如，第2C圖）。在其他例子中，除了或者代替融合內部蒸散組件332的縱向條，可如同例如在第2C圖中顯示地關於內部蒸散組件332而排列/插入屏蔽結構224（即，金屬或陶瓷屏蔽裝置），以致於阻礙特定的多孔牆表面，以防止徑向流動穿過，而不阻礙促進蒸散流體210大體上切線的或以其他方式沿著燃燒室222的周圍221之流動的其他表面（參見，例如第2C圖與第2D圖）。雖然可將結構224或

融合程序可被配置以導引蒸散流體210大體上切線地或以其他方式沿著燃燒室222的周圍221，一旦其流動與縱向燃燒流交互作用，向量和流動（vector sum flow）將變為大體上螺旋狀的。然而，本領域之技術人員將理解其中有許多其他方式來配置內部蒸散組件332以完成蒸散流體210大體上呈切線或以其他方式沿著燃燒室222之周圍221的流動。

在又一範例中，穿孔/孔335被配置以對於被導引穿過之蒸散流體210提供康達效應（參見例如第2F圖），以致於導引蒸散流體210大體上切線地或以其他方式沿著燃燒室222的周圍221流動穿過。在此類例子中，燃料/燃料混合物及/或燃燒產物從進口部分222A朝向出口部分222B的流動可造成蒸散流體210同樣被縱向導引朝向出口部分222B的流動，從而招致蒸散流體210沿著燃燒室222的螺旋形或盤旋流動。在這種例子中，由內部蒸散組件332界定之孔/穿孔335可以大體上垂直於燃燒室222之縱軸而延伸穿過結構，如同例如在第2圖中所顯示的。然而，在其他例子中，孔/穿孔335可被彎折朝向出口部分222B（參見例如第2B圖），以促使蒸散流體210的螺旋狀/盤旋流動及/或與燃料混合物/燃燒產物混合，或者孔/穿孔335可被彎折朝向進口部分222A（未顯示）以其他方式影響蒸散流體210與燃料混合物及/或燃燒產物之間的交互作用（即，促進混合或控制燃燒速率）。因此，這種沿著燃燒室222之燃料混合物/燃燒產物的流動的操作可在燃燒期間提供所需的效果以及燃燒特性及/或動力學的控制，在某些例子中，而沒有實體裝置以其他方式影響燃料/

燃料混合物之大體上線性以及均勻的流動進入燃燒室222。這種裝置，即沒有影響燃料混合物/燃燒產物的流動之實體裝置，可相反地為有利的，舉例來說，消除包含於燃料混合物及/或燃燒產物中的顆粒堆積區域，亦將為本領域之技術人員理解。

在如此操作燃料混合物/燃燒產物的流動中，以致於提供或以其他方式引發其在燃燒室222內之旋轉，燃燒器裝置300及/或蒸散組件230可被配置以不同的安排。舉例來說，在一方面，燃燒器裝置300可被配置以從混合裝置250接收燃料/燃料混合物，並且導引燃料/燃料混合物以一般相反於蒸散流體210的螺旋流動之流動方向進入燃燒室222之進口部分222A。在另一方面，燃燒器裝置300可被配置以從混合裝置250接收燃料/燃料混合物，並且導引燃料/燃料混合物以與蒸散流體210的螺旋流動一致（即，以相同方向）之方向進入燃燒室222之進口部分222A。在另一方面，燃燒器裝置300可被配置以從混合裝置250接收燃料/燃料混合物，並且導引燃料/燃料混合物大體上均勻的線性流動進入燃燒室222之進口部分222A，其中蒸散流體210的螺旋流動被配置以引發燃燒室222內的燃料/燃料混合物及/或燃燒產物的漩渦。

每個這種裝置可具有不同的目的及/或影響。舉例來說，由於相反流動之間的磨擦力，導引燃料/燃料混合物的流動以相反於蒸散流體210的螺旋流動的方向可減緩或停止在燃料/燃料混合物中引發的漩渦。就其本身而論，燃料/燃料混合物的燃燒亦可能被減緩。相反地，若燃料/燃料混合物與蒸散流體210的螺旋流動以相同方向導引，燃

料/燃料混合物及/或燃燒產物的漩渦可被增強，在過程中可能地減少大體上完成燃料/燃料混合物的燃燒之所需時間或以其他方式增加所燃燒的燃料/燃料混合物之比例（即，增加燃料燒盡的比率）。以大體上均勻的線性流動導引燃料/燃料混合物可能是有利的，舉例來說，當燃料/燃料混合物包括固體或其他顆粒，如同先前所揭露的，因為流動未被機械裝置阻礙，且其中其所需之旋轉可再由蒸散流體210的螺旋流動引發而提高其燃燒。

因此，在某些方面，這種效應可被結合以提高燃燒器裝置220的功效。舉例來說，如同在第2E圖中所顯示，燃燒室222可包括朝向進口部分222A設置的燃燒區域244A以及朝向出口部分222B設置的後燃燒區域244B，其中蒸散組件230可被配置，使得在後燃燒區域244B的蒸散流體210的螺旋流動為相反於在燃燒區域244A的蒸散流體210的螺旋流動，以致於反轉在後燃燒區域244B引發之燃燒產物的漩渦而關聯於在燃燒區域244A引發之燃料/燃料混合物的漩渦。在這樣的例子中，燃料/燃料混合物與蒸散流體210螺旋流動以相同方向被導引進入燃燒室222之燃燒區域244A，以致於增強其燃燒，如同先前所討論的。例如，反轉在後燃燒區域244B中之蒸散流體210的螺旋流動的方向可能經由增加局部剪力而招致在燃燒產物中之「反漩渦」（counter-swirl），且從而提高燃燒產物的混合。這麼做，燃燒產物可更快地且完全地混合進來自出口部分222B的排出流動流，以致於提供來自燃燒器裝置220之更均質的排出流動流。

在其他方面，蒸散組件230可被配置使得蒸散流體210之

螺旋流動至少沿著其區域而交替地反轉，以致於交替地反轉在進口部分222A以及出口部分222B之間引發的燃料/燃料混合物及/或燃燒產物的漩渦。這種蒸散流體210之相反螺旋流動的交替區域可例如增加局部擾動並且因此增加燃料/燃料混合物及/或燃燒產物的混合。在一些例子中，舉例來說，為了進一步增加這種局部擾動以引發在燃燒室222內或通過燃燒室222其他燃燒動態、動力學及/或流動路徑的改變，蒸散組件230可進一步包括延伸穿過的至少一蒸散埠246（參見例如第2G圖），其中該至少一蒸散埠246可被配置以導引蒸散流體210之補充線性流至燃料/燃料混合物及/或燃燒產物，以致於可能地影響其流動特性以及燃燒動態與動力學。在某些方面，被導引通過該至少一側向延伸之蒸散埠246的蒸散流體的適當配置噴射可能足以使燃燒室222內之流動分岔或以其他方式造成該流動「彎曲」圍繞蒸散流體的噴射，從而使該流動沿燃燒室222的長度成形。在使用超過一個這種蒸散埠246的地方，該蒸散埠246可關聯於燃燒室222而呈角度上及/或縱向地分隔，以致於例如移動燃燒室222內較高溫度的燃燒區域至其他區段（即，防止燃燒室222的某些區段的局部加熱或過熱），或引發具有不同溫度的不同燃燒區域之間的混合。

在某些例子中，外部蒸散組件331、壓力圍阻組件338、熱轉移夾層336及/或絕緣層339可被各自地或組合地配置，以提供與蒸散物質/流體210運送到以及通過內部蒸散組件332並且進入燃燒室222相關的「歧管」（manifold）效果（即，提供大體上均勻分布供應）。也就是說，

蒸散物質210的大體上均勻供應（就流速、壓力或任何其他適合且適當的措施而言）進入燃燒室222可經由配置外部蒸散組件331、壓力圍阻組件338、熱轉移夾層336及/或絕緣層339而達成，以提供蒸散物質210的均勻供應至內部蒸散組件332，或者在內部蒸散組件332之外表面周圍的蒸散物質210的供應可被特定地客製化以及配置，使得達成在燃燒室222內、周圍或沿著燃燒室222的蒸散物質210之大體上地均勻分布。這種蒸散物質210之大體上均勻分布與供應至燃燒室222可最小化或防止熱燃燒流體漩渦的生成，因為這種熱燃燒流體漩渦可以其他方式透過不均勻的蒸散流體流與燃燒流體流之間的交互作用而生成，並且這種漩渦可能反過來衝擊並潛在地損壞內部蒸散組件332。在某些方面，在燃燒室222內的蒸散物質210分布的均勻度在至少一種局部方式或參考系中是想要的。也就是說，在沿著燃燒室222之相對大的距離，蒸散物質/流體210流動的均勻度可能改變，但它對於該流動可能是想要的及/或必要的，以平順地變化來防止可能有利於生成潛在損害漩渦之流動輪廓的不連續性。

內部蒸散組件332的表面亦被燃燒產物加熱。就其本身而論，多孔內部蒸散組件332可被配置以具有適合的導熱係數，使得通過內部蒸散組件332的蒸散流體210被加熱，而多孔內部蒸散組件332同時被冷卻，造成界定燃燒室222之內部蒸散組件332的表面溫度在最高燃燒溫度的區域中為例如介於大約 200°C 至大約 700°C 之間（並且在某些例子中，高達大約 1000°C ）。藉由與內部蒸散組件332搭配的蒸散流體210所生成之流體障礙牆或緩衝層

231因此緩衝內部蒸散組件332與高溫燃燒產物以及爐渣或其他污染物顆粒之間的交互作用，就其本身而論，緩衝內部蒸散組件332免除接觸、污染或其他損害。進一步地，蒸散流體210以經由內部蒸散組件332的這種方式引入燃燒室222，以致於在燃燒室222的出口部分222B周圍、在大約400°C至大約3500°C之間的溫度下調控蒸散流體210以及燃燒產物之排出混合物。

本領域的技術人員將理解在燃燒室222的出口部分222B周圍、在大約400°C至大約3500°C之間的溫度下的蒸散流體210以及燃燒產物之排出混合物之關聯不一定表示排出混合物的溫度在燃燒室222的出口部分222B之出口達到高峰。實際上，燃燒器溫度將總是在燃燒室222的進口部分222A與出口部分222B之間，沿著其長度的某處達到更高的溫度，例如，如第1A圖所示（以沿y軸繪製的相對溫度，以及沿x軸繪製的沿在進口部分與出口部分之間的燃燒室的相對位置）。一般來說，達到夠高的溫度以能夠快速地完成在燃燒室222中的燃燒程序是想要的，使得在排出混合物離開燃燒室222之前完成反應。在燃燒室中達到波峰溫度之後，排出混合物的溫度在某些例子中可能由於來自蒸散物質/流體210的稀釋而下降。

根據某些方面，適合在如同本文所揭露的燃燒器裝置220實施的蒸散流體210可包括任何合適流體，其能夠通過內部蒸散組件332以足夠量與壓力來提供，以形成流體障礙牆/緩衝層231以及能夠稀釋燃燒產物以產生工作流體/燃燒產物出口流之合適的最終出口溫度。在某些方面，CO₂可以是適合的蒸散流體210，在於藉此生成的流體障礙牆

/緩衝層可證明良好的熱絕緣特性以及想要的可見光與UV光吸收特性。如實施， CO_2 被使用作為超臨界流體。適合的蒸散流體之其他範例包括例如 H_2O 或自下游程序中回收之冷卻燃燒產物氣體。某些燃料可被使用作為於燃燒器裝置啟動時的蒸散流體，以達到例如在操作期間的燃料來源注入前，於燃燒室222中合適的操作溫度與壓力。某些燃料也可被使用作為蒸散流體，以調整或維持在燃料來源之間的切換期間燃燒器裝置220的操作溫度與壓力，像是當從煤炭轉換至生質作為燃料來源時。在某些方面，二或更多蒸散流體可被使用。蒸散流體210可針對蒸散流體210生成流體障礙牆/緩衝層231之燃燒室222的溫度與壓力條件而最佳化。

本揭露內容方面從而提供用於經由高效率燃料燃燒器裝置220以及相關的工作流體236的使用而產生能源（例如電力）的裝置和方法。工作流體236結合適合的燃料254與氧化劑242以及任何亦可能對有效率的燃燒有用的相關材料而被導引至燃燒器裝置220。在特定方面，實施配置以在相對高溫下操作的燃燒器裝置220（即，在大約 $1,300^\circ\text{C}$ 至大約 $5,000^\circ\text{C}$ 之間的範圍），工作流體236可促進離開燃燒器裝置220之流體流的溫度調節，使得為了產生發電目的而可藉由從中提取能源而利用流體流。

在某些方面，蒸散冷卻的燃燒器裝置220可在發電系統中使用包括例如主要為 CO_2 及/或 H_2O 之循環工作流體236來實施。在一特定方面，進入燃燒器裝置220的工作流體236較佳地包括大體上僅有 CO_2 。在燃燒器裝置220中，於氧化條件下操作， CO_2 工作流體236可與燃料254的

一或多種組成分、氧化劑242以及燃料燃燒程序的任何產物混合在一起。因此，被導引朝向燃燒器裝置220的出口部分222B並離開燃燒器裝置220的工作流體236（其在本文中亦可能意指為排出流體流）可包括如同第1圖中所顯示地，主要為 CO_2 （在工作流體主要為 CO_2 的例子中）與較少量的其他材料（例如 H_2O 、 O_2 、 N_2 、氫氣、 SO_2 、 SO_3 、 NO 、 NO_2 、 HCl 、 Hg ）以及可能是燃燒程序的產物（例如顆粒或污染物，例如灰或液化灰）之微量的其他組成分。參見第1圖中的元件150。在還原條件下之燃燒器裝置220的操作可造成具有不同明細的可能組成分（包括 CO_2 、 H_2O 、 H_2 、 CO 、 NH_3 、 H_2S 、 COS 、 HCl 、 N_2 以及氫氣）之排出流體水流，如同第1圖中的元件175所示。如同在本文進一步細節中所討論的，與燃燒器裝置220相關的燃燒程序可被控制，使得排出流體流的本質可為還原或者氧化，其中任何一個例子可提供特別的好處。

在特定方面，燃燒器裝置220可被配置為能夠在相對高的操作溫度下（舉例來說，在大約 $1,300^\circ\text{C}$ 至大約 $5,000^\circ\text{C}$ 之間的範圍）提供燃料254的相對完全燃燒之高效率、蒸散冷卻燃燒器裝置。這種燃燒器裝置220在某些例子中可實施一或多種冷卻流體及/或一或多種蒸散流體210。與燃燒器裝置220相關的，額外的組件亦可被實施。舉例來說，空氣分離單元可被提供用於分離 N_2 與 O_2 ，而且燃料注入裝置可被提供用於從空氣分離單元接收 O_2 並且將 O_2 與 CO_2 及/或 H_2O 結合，以及包括氣體、液體、超臨界流體或高密度 CO_2 流體中泥漿化的固體顆粒燃料之燃料流。

在另一方面，蒸散冷卻燃燒器裝置220可包括用於注入加壓燃料流進入燃燒器裝置220的燃燒室222之燃料注入器，其中燃料流可包括經處理的炭質燃料254、流體化媒介255（其可包括如同本文中所討論之工作流體236）以及氧氣242。氧氣（豐富的）242以及CO₂工作流體236可被結合為均質的超臨界混合物。存在的氧氣量可足以燃燒燃料並且產生具有所欲組成分之燃燒產物。燃燒器裝置220亦可包括配置為高壓、高溫燃燒容積的燃燒室222，用於接收燃料流以及經由界定燃燒室222之多孔蒸散組件230之牆進入燃燒容積的蒸散流體210。蒸散流體210的供應速率可被用以控制燃燒器裝置出口部分/渦輪進口部分溫度至所欲的數值及/或冷卻蒸散組件230至相容於生成蒸散組件230的材料之溫度。被導引通過蒸散組件230之蒸散流體210在界定燃燒室222之蒸散組件230的表面提供流體/緩衝層，其中該流體/緩衝層可防止導因於某些燃料燃燒的灰顆粒或液體爐渣與蒸散組件230所露出之牆交互作用。

高效率燃燒器裝置之方面亦可被配置以各種燃料來源來操作，包括例如各種等級與類型的煤炭、木材、油、燃料油、天然氣、以煤炭為基底的燃料氣體、來自焦油砂的焦油、瀝青、生物燃料、生質、藻類以及分級的可燃固體廢棄物垃圾。尤其，可使用煤炭粉末或顆粒固體。雖然本文揭露示範性的燃燒煤炭之燃燒器裝置220，本領域之技術人員將理解使用於燃燒器裝置220的燃料不限於特定等級的煤炭。此外，因為由本文所揭露之供給氧氣的燃燒器裝置維持的高壓與高溫，各種各樣類型的燃料

可被實施，包括煤炭、瀝青（包括由焦油砂衍生之瀝青）、焦油、柏油（asphalt）、用過的輪胎、燃料油、柴油、汽油、噴射機燃料（JP-5、JP-4）、天然氣、由水合碳質材料氣化或裂解衍生之氣體、乙醇、固體與液體生物燃料、生質、藻類以及經處理的固體垃圾或廢棄物。所有這種燃料被適當地處理以使其在足夠速率以及在高於燃燒室222內壓力的壓力下注入燃燒室222。這種燃料可以在室溫下或在高溫下（例如，在大約38°C至大約425°C之間）以適當的流動性與黏性處於液體、泥漿、膠體或膏狀形式。任何固體燃料材料被磨碎或切碎或以其他方式處理以適當地降低顆粒尺寸。必要時，可加入流體化或泥漿狀媒介以達到適合的形式並且滿足用於高壓幫浦的流量需求。當然，視燃料的形式（即，液體或氣體）可以不需要流體化媒介。同樣地，在某些方面，循環的工作流體可被使用為流體化媒介。

在某些方面，燃燒室222被配置以維持介於大約1,300°C至大約5,000°C之間的燃燒溫度。燃燒室222可被進一步配置，使得燃料流（以及工作流體236）在比燃燒發生時的壓力更大的壓力下可被注入或以其他方式引入燃燒室222。其中煤炭顆粒為炭質燃料，煤炭粒子可在超臨界CO₂流體或水中泥漿化，其經由將液態CO₂或水與磨碎的固體燃料混合而生成，以生成可抽氣的泥漿。在此類例子中，液態CO₂可具有例如介於大約450 kg/m³至大約1100 kg/m³之間的範圍之密度，而且固體燃料的質量分率（mass fraction）可介於大約25%至大約95%之間的範圍（例如，大約25重量%至大約55重量%之間）。選擇

性地， O_2 量可與足以燃燒煤炭之煤炭/ CO_2 泥漿混合，以產生燃燒產物之所欲組成物。選擇性地，可將 O_2 各別地注入燃燒室222。燃燒器裝置220可包括至少部分環繞界定燃燒室222之蒸散組件230的壓力圍阻組件338，其中絕緣組件339可被設置於壓力圍阻組件338與蒸散組件230之間。在某些例子中，熱移除裝置350（例如界定水循環夾層337之夾層式水冷卻系統）可與壓力圍阻組件338接合（即，在壓力圍阻組件338外部形成燃燒器裝置220之「殼」）。結合燃燒器裝置220之蒸散組件230而實施的蒸散流體210可以是例如與較少量 H_2O 及/或惰性氣體（例如 N_2 或氫氣）混合之 CO_2 。蒸散組件230可包括例如多孔金屬、陶瓷、複合材料、分層歧管、任何其他適合的結構或其結合物。在某些方面，在燃燒室222內的燃燒可產生高壓、高溫的排出流體流，其可後續被導引至用於與此相關的擴張之電力生成裝置（例如渦輪）。關於在第1圖中所說明的裝置方面，燃燒器裝置220可被配置以在大約355 bar的壓力下接收氧氣242。進一步地，亦可在大約355 bar的壓力下接收顆粒固體燃料（例如粉末狀的煤炭）254以及流體化的流體（例如，液態 CO_2 ）255。同樣地，可在大約355 bar的壓力以及大約835°C的溫度下提供工作流體（例如，加熱的、高壓、可能回收的 CO_2 流體）236。然而，根據本揭露內容的方面，可在大約40 bar至大約500 bar之間的壓力下於燃燒室222之進口部分222A接收燃料混合物（燃料、流體化流體、氧氣以及工作流體）。如同本文所揭露的，由燃燒器裝置220方面實施之相對高壓可作為在最小容積中濃縮由

此產生的能源至相對高的強度，實質上造成相對高的能源密度。相對高的能源密度允許此能源的下游處理以比在較低壓力下更有效率的方式執行，並且因此提供該技術的可行性因素。本揭露內容的方面可因此提供在強度級數大於現存的發電廠的能源密度（即，近10-100倍）。較高的能源密度增加程序的效率，但亦降低需要來實施由熱能至電力之能源轉換的設備費用，其經由降低設備的尺寸與質量因而降低設備費用。

當實施時，將介於 CO_2 三相點壓力與 CO_2 臨界壓力之間的任何壓力下之液體的 CO_2 流體化流體255與粉末狀煤炭燃料254混合，以生成在大約55% CO_2 與大約45%粉末狀煤炭之質量比例或其他質量分率的混合物，使得所生成的泥漿可被適合之泵（作為流體泥漿）在大約355 bar的所指明之壓力下抽吸至燃燒室222。在某些方面， CO_2 與粉末狀煤炭可於抽吸前在大約13 bar的壓力下混合。 O_2 流242與回收之 CO_2 工作流體流236混合並且該結合物再與粉末狀煤炭/ CO_2 泥漿混合，以生成單一流體混合物。 O_2 對煤炭的比例可被選擇為以額外的1%過量 O_2 而足以將煤炭完全燃燒。在另一方面，可選擇 O_2 量以致於使一部分的煤炭大體上完全地氧化，而另一部分僅為部分氧化，造成正在減少且包括一些 $\text{H}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4$ 的流體混合物。以這種方式，如所需或想要的，燃燒產物的兩階段擴張可以一些 O_2 注入以及在第一與第二階段之間的重新加熱來實施。進一步地，因為燃料（煤炭）在第一階段僅部分氧化（即，在大約400°C至大約1000°C之間的溫度之第一燃燒室），在離開第一階段之炭質燃料中的任何不可燃成

分於燃燒產物中生成為固體顆粒。在固體顆粒過濾後，例如經由震盪及/或燭式過濾器，炭質燃料於第二階段（即，第二燃燒室）可再被大體上完全地氧化，以致於產生大約 1300°C 至大約 3500°C 之間的最終燃燒產物溫度。在其他方面，儘管燃燒溫度可介於大約 1300°C 至大約 5000°C 之間的範圍，經由燃燒混合物而存在於燃燒室222的 CO_2 之量被選擇為足以達到大約 2400°C 之燃燒溫度（絕熱或以其他方式）。一方面，於低於該燃料混合物自燃溫度之最終溫度下提供 O_2 +煤炭泥漿+加熱的回收 CO_2 之燃料混合物。為達到所指出的條件，舉例來說，藉由在磨煤機磨碎固體煤炭，較佳地以大約50微米至大約200微米之間的平均粒徑提供固體炭質燃料（例如，煤炭）。這種研磨程序可在配置以提供低於大約50微米之最小質量比率的研磨機中執行。以此方式，在燃燒程序中被液化以生成液體爐渣液滴的燃燒機中的任何不可燃成分可大於約10微米直徑。在某些方面，包括 CO_2 + O_2 +粉末狀煤炭泥漿的燃料混合物在大約 400°C 的溫度下，可在大約355 bar的壓力下被導引至燃燒室222，其中燃燒室222內於燃燒時的淨壓力可為大約354 bar。燃燒室222內的溫度可介於大約 1300°C 至大約 5000°C 之間，並且在某些較佳的方面，僅實施單一燃燒階段。

在如同本文所揭露的燃燒器裝置220的一個範例中，500 MW淨電力系統可被配置在大約58%效能（較低熱值基礎）下於下列情況以 CH_4 燃料操作：

燃燒壓力：350 atm

燃料輸入：862 MW

燃料流量：17.2 kg/秒

氧氣流量：69.5 kg/秒

將 CH_4 與 O_2 與155 kg/秒的 CO_2 工作流體混合並燃燒，以在絕熱溫度 2400°C 下生成包括 CO_2 、 H_2O 以及一些過量 O_2 的排出流體流。燃燒室可具有大約1 m的內部直徑以及大約5 m的長度。將大約 600°C 溫度、流量395 kg/秒的 CO_2 導引朝向可為大約2.5 cm厚的蒸散組件，並將其導引通過蒸散組件。將源自燃燒室內的燃燒輻射至蒸散組件的此 CO_2 從傳導通過蒸散組件之熱對流地加熱。

關於界定燃燒室的其內表面，蒸散組件表面溫度可為大約 1000°C ，而636.7 kg/秒之排出流體流可在大約 1350°C 的溫度。在這種例子中，燃燒產物的燃燒與稀釋之平均停留時間為大約1.25秒。進一步地，通過蒸散組件進入燃燒室的蒸散流體之平均徑向朝內速度為大約0.15 m/s。

修改以煤炭為燃料的燃燒器裝置之範例導致在燃燒室中燃燒產物的燃燒與稀釋以平均停留時間大約2.0秒，並且大約8 m的燃燒室長度與大約1 m的內部直徑的配置。以 CO_2 作為稀釋（蒸散）流體的系統淨效率因此約為54%（較低的熱值基礎）。在這種例子中，蒸散流體的徑向朝內速度可約為0.07 m/s。在這種情況下，第5圖顯示50微米直徑液體爐渣顆粒以大約50 m/s之徑向向外、朝向相距1 mm距離之蒸散組件噴射的示意軌跡。如同所示，來自蒸散組件、經由通過蒸散組件的蒸散流體被攜帶回到排出流體流動流之前，粒子將達到最小0.19 mm。在這種例子中，流經蒸散組件的蒸散流體有效地緩衝蒸散組

件和由燃燒程序產生的液體爐渣粒子之間的交互作用。

所揭露的燃燒器裝置方面可使用相關方法實施於適合的發電系統，如同將為本領域之技術人員所理解的。舉例來說，這種發電系統可包括一或更多用於提供燃料（以及選擇性地流體化媒介）的注入器、氧化劑以及 CO_2 工作流體；如同本文所揭露的，蒸散冷卻燃燒器裝置具有用於燃燒燃料混合物的至少一個燃燒階段，並且提供排出流體流。轉換裝置（參見例如，在第6圖中的元件500）可被配置以接收排出流體流（燃燒產物以及工作流體），並且負責將排出流體流與之相關的能源轉換至動能，其中轉換裝置可以是例如具有進口與出口的發電渦輪，並且其中電力係於排出流體流膨脹時產生。更具體地，渦輪可被配置以在進口與出口之間所需的壓力比率維持排出流體流。亦可提供發電機裝置（參見例如，在第6圖中的元件550）以轉換渦輪的動能成為電力。也就是說，排出流體流可由高壓至低壓膨脹，以產生可再被轉換成電力的軸功率（shaft power）。熱交換器可被提供用於冷卻來自渦輪出口的排出流體流並且用於加熱進入燃燒器裝置之 CO_2 工作流體。一或更多裝置亦可被提供用於分離離開熱交換器之排出流體流成為純 CO_2 以及一或更多用於回收或丟棄之其他組成分。這種系統亦可包括一或更多裝置，用於壓縮純化的 CO_2 並且用於運送從排出流體流分離之至少一部分 CO_2 進入加壓的管道，而將剩餘部分回收作為被熱交換器加熱的工作流體。然而，本領域的技術人員將理解，雖然本揭露內容涉及排出流體流的直接實施，在某些例子中，相對高溫的排出流體流可被間

接地實施。也就是說，排出流體流可被導引至熱交換器，其中與之相關的熱能被使用來加熱第二工作流體流，並且加熱的第二工作流體流在被導引至轉換裝置（例如渦輪）以產生電力。進一步地，本領域的技術人員將理解許多其他此類裝置可在本揭露內容之範圍內。

在本揭露內容的特定方面，炭質燃料的組成分是這樣的，不可燃成分（即，汙染物）可被涵蓋於本案內，並且在燃燒程序之後仍然存在於燃燒產物/排出流體流中。這樣可能是當炭質燃料為固（例如煤炭）的情況。在那些方面，若排出流體流直接向那裡運送，排出流體流的直接實施可能造成增加這種不可燃成分進行或對後續轉換裝置（渦輪）的其他損害。本領域的技術人員亦將理解：當實施炭質燃料的其他形式例如液體或氣體（即，天然氣）時，這種不可燃成分不一定存在。因此，在實施固體炭質燃料來源並且在排出流體流與轉換裝置之間的直接交互作用方面，電力系統（燃燒器裝置與轉換裝置）可進一步包括置於燃燒器裝置與轉換裝置之間的分離器裝置。在這種例子中，分離器裝置可被配置以在燃燒產物/排出流體流被導引至轉換裝置之前，從由此接收的燃燒產物/排出流體流大體上移除液化的不可燃成分。再者，在實施分離器裝置方面，所揭露的蒸散物質可向分離器裝置的上游和下游引入。更具體地，蒸散物質可經由蒸散組件與分離器裝置的上游而先被引入燃燒室，以便調節在高於不可燃成分的液化溫度下進入分離器裝置之蒸散物質和燃燒產物的混合物。在分離器裝置之後，蒸散物質運送裝置（參見例如，在第6圖中之元件475）

可被配置以運送蒸散物質到離開分離器裝置、並且具有將液化不可燃成分大體上從中移除的燃燒產物，以便在大約400°C至大約3500°C之間的溫度下調節進入轉換裝置之蒸散物質和燃燒產物的混合物。

如同先前討論的，燃燒器裝置方面可包括達到燃燒溫度的能力，其造成固體炭質燃料中的不可燃成分在燃燒程序期間被液化。在這種例子中，可應用用於移除液化不可燃成分的供應，例如，舉例來說，如同第4圖中所顯示的，像是旋風分離器的分離器裝置340。一般來說，經由本揭露內容所實施的這種旋風分離器的方面可包括複數個連續排列的離心分離器裝置100，包括被配置以接收燃燒產物/排出流體流以及與之相關的液化不可燃成分之進口離心分離器裝置100A，以及被配置以排出具有大體上由此移除之液化不可燃成分之燃燒產物/排出流體流的出口離心分離器裝置100B。每個離心分離器裝置100包括複數個離心分離器元件或可操作地與中央集水管2平行排列的旋風器1，其中每個離心分離器元件/旋風器2被配置以從燃燒產物/排出流體流移除至少一部分的液化不可燃成分，而且導引液化不可燃成分所移除的部分至集水池（sump）20。這種分離器裝置340可被配置以在升高的壓力下操作，就其本身而論，可進一步包括配置以覆蓋離心分離器裝置以及集水池的壓力控制殼（pressure-containing housing）125。根據這方面，壓力控制殼125可以是亦環繞燃燒器裝置220的壓力圍阻組件338之延伸，或者壓力控制殼125可為能夠將結合燃燒器裝置220的壓力圍阻組件338接合之分離組件。在任一例子中

，由於分離器裝置340經由排出流體流而經歷上升的溫度，壓力控制殼125亦可包括散熱系統（例如具有液體於其內循環（未顯示）之熱轉移夾層），其與之可操作地接合，用於從那裡將熱移除。在某些方面，熱回收裝置（未顯示）可與熱轉移夾層可操作地接合，其中熱回收裝置可被配置以接收在熱轉移夾層中循環的液體並且從該液體回收熱能。

更具體地，在第4圖中顯示的（爐渣移除）分離器裝置340可被配置以與燃燒器裝置220在其出口部分222B附近串聯設置，用於由此接收排出流體流/燃燒產物。來自燃燒器裝置220之蒸散冷卻排出流體流（帶有在燃燒器裝置220的液體爐渣（不可燃成分）液滴）經由錐形減速器10而被導引進入進口離心分離器裝置100A的中央收集供應器2A。在一方面，分離器裝置340可包括三個離心分離器裝置100A、100B、100C（然而本領域之技術人員將理解這種分離器裝置需要或想要時可包括一、二、三或多個離心分離器裝置）。在這例子中，可操作地串聯設置之三個離心分離器裝置100A、100B、100C提供3階段旋風分離單元。每個離心分離器裝置包括例如排列於相對應的中央集水管2的圓周附近之複數離心分離器元件（旋風器1）。中央收集供應器2A以及進口離心分離器裝置100A的中央集水管2以及中間離心分離器裝置100C每一個於其出口端密封。在那些例子中，排出流體流被導引進入與各自的離心分離器裝置100的每個離心分離器元件（旋風器1）相對應之分支管道11。分支管道11被配置以接合各自的旋風器的進口端，以形成各自的旋風器的切線進口

(舉例來說，其造成進入旋風器1的排出流體流與旋風器1之牆以螺旋流來交互作用)。再將來自每個旋風器1的出口管道3途經進入各自的離心分離器裝置100之中央集水管2的進口部分。在出口離心分離器裝置100B，從出口離心分離器裝置100B的中央集水管並且經由集水管12以及出口噴嘴5導引排出流體流動(具有大體上從中分離之不可燃成分)，使得「乾淨」的排出流體流然後可被導引至後續程序，例如與轉換裝置相關的程序。範例性的三階段旋風分離器因此容許爐渣移除低至例如在排出流體流中低於5 ppm的質量。

在分離器裝置340的每個階段，將分離的液體爐渣從每一個旋風器1、經由延伸朝向集水池20的出口管4來導引。然後將分離的液體爐渣導引進入由集水池20與壓力控制殼125延伸的出口噴嘴或管道14，用於從那裡將組成物移除及/或回收。在完成爐渣的移除方面，液體爐渣可被導引通過水冷卻區域6或以其他方式通過具有高壓的、冷水相連的區域，其中與水交互作用造成液體爐渣凝固及/或成粒狀。凝固的爐渣與水的混合物可再於容器(收集供應)7中被分離，以進入可經由適合的閥9移除之爐渣/水流體混合物，而任何殘餘氣體可經由分離的線路8而移除。

既然分離器裝置340係結合相對高溫排出流體流(即，在具有相對低黏稠度的液體形式，於足以維持不可燃成分的溫度下)而實施，在某些例子中，將分離器裝置340的表面暴露於燃燒產物/排出流體流以及與之相關的液化不可燃成分其中之一、而且是由配置以具有抗高溫、抗高

度抗腐蝕性以及低導熱性中至少一者的材料所組成可能是想要的。這種材料的範例可包括氧化鋯與氧化鋁，然而這種範例並不意圖以任何方式限制。就其本身而論，在某些方面，分離器裝置340被配置以大體上由燃燒產物/排出流體流來移除液化不可燃成分，並且至少到將其從集水池20移除之前維持不可燃成分於低黏稠度液體形式。

就其本身而論，如同本文所揭露的，在固體炭質燃料的例子中的爐渣分離可在單一單元（分離器裝置340）中達成，在某些例子中，其可容易地由維持及檢查系統提取。然而，這種方面可提供進一步的益處，如在第6圖所示，藉此該系統可容易地被配置以在與特定燃料來源之利用率相關的操作中實施之「彈性燃料（flex fuel）」方法。舉例來說，當燃燒器裝置220使用固體炭質燃料作為燃料來源時，可將單一單元的分離器裝置340可被安裝於在燃燒器裝置220以及轉換裝置（渦輪）500之間的系統，。改為液體或氣體炭質燃料來源應為想要的，分離器裝置340可由系統移除（即，如同前面所討論的，可能不是必需的），使得來自燃燒器裝置220的排出流體流可被直接導引至轉換裝置500。萬一燃料利用率稍後規定了一固體炭質燃料來源，系統亦可因此立即改回實施分離器裝置340。

本文所載之揭露內容的許多修改以及其他方面將令本領域技術人員留意本揭露內容涉及具有在前面的說明與相關圖示中所表達的教示之益處。舉例來說，在某些方面，僅有到達並且通過內部蒸散組件332並且進入燃

燒室222的蒸散物質/流體210總流量的一部分必須可提供燃燒室222內蒸散流體之螺旋流動。在一例子中，舉例來說，高達約90%之進入燃燒室222的蒸散流體210總質量流量可被實施以提供或引起螺旋流動，而維持足夠的蒸散流體210徑向流動進入燃燒室222，以防止固體或液體顆粒或汙染物衝擊界定燃燒室222之內部蒸散組件332的牆。

再者，在某些方面，可將燃燒器裝置220配置並安排為部分氧化裝置，舉例來說，使用固體燃料（即，煤炭）泥漿。在這種例子中，部分氧化燃燒器裝置200可被配置以具例如高達 1600°C ，或者在其他例子中，在大約 1400°C 至大約 1500°C 之間的範圍的操作溫度，其中在燃料中的碳燒盡應為低於約2%，並且較佳地低於1%。在這些例子中，相對較低的操作溫度經由將其燃燒最小化以促進 H_2 和 CO 的產生，而促進相對高的碳轉變速率以及可用的熱。

在其他方面，燃燒器裝置220可被配置以在大約 5000°C 或更高之相對高的排出溫度下操作，其可與例如絕緣火焰溫度或足以促進產物氣體解離的其他溫度相關。舉例來說， CO_2 在高於大約 1600°C 時顯著解離。

在還有其他方面，燃燒器裝置300可被配置並安排，使得沒有炭質燃料以及其擴散 CO_2 組成分上游的預混合。此外，亦可在燃燒器頂端將 O_2 引入，例如經由獨立的噴嘴組或以環繞注入噴嘴的同心環形圈。在這種例子中，擴散火焰對帶有高 H_2 含量的炭質燃料而言可能是可達成的。

為了在燃燒器裝置300達到非常高的溫度，燃料、氧氣及

/或任何稀釋劑的預加熱亦可能是需要的。

因此，要了解本揭露內容並非限制於所揭露的特定方面並且修改與其他方面係意圖包括於所附加的申請專利範圍的範圍內。雖然本文中採用特定的用語，它們僅用以通用與描述性的意義而不為限制之目的。

【圖式簡單說明】

[0005] 現將本揭露內容以一般用語描述，將以引用所附圖示，

其非必要按比例繪製，並且其中：

第1圖為根據本揭露內容的某些方面之蒸散冷卻燃燒器裝置之示意圖；

第1A圖為根據本揭露內容的某些方面之沿著燃燒室長度的燃燒器溫度曲線示意圖；

第2圖為根據本揭露內容的某些方面，在燃燒器裝置中的蒸散組件壁之範例性剖面示意圖；

第2A圖為根據本揭露內容的某些方面，在燃燒器裝置中的蒸散組件壁之範例性剖面示意圖，其採取垂直於其縱軸並說明用於提供蒸散流體之螺旋流動之孔/穿孔配置；

第2B圖為根據本揭露內容的某些方面，在燃燒器裝置中的蒸散組件壁之範例性剖面示意圖，說明用於促進蒸散流體之螺旋流動之有角度的孔/穿孔配置；

第2C圖為根據本揭露內容的某些方面，在燃燒器裝置中的蒸散組件壁之範例性剖面示意圖，說明用於促進蒸散流體之螺旋流動之蒸散組件的融合縱向條；

第2D圖為根據本揭露內容的某些方面，配置以被排列/插入關於顯示於第2C圖之用於促進蒸散流體之螺旋流動的蒸散組件之屏蔽結構示意圖；

第2E圖為根據本揭露內容的某些方面，在燃燒器裝置之燃燒室內的蒸散流體之螺旋流動示意圖；

第2F圖為根據本揭露內容的某些方面的康達效應（Coanda effect）示意圖，其可被實施以促進燃燒器裝置之燃燒室內蒸散流體之螺旋流動；

第2G圖為根據本揭露內容的某些方面，燃燒器裝置之燃燒室內蒸散流體的串聯排列的、相對的螺旋流動示意圖；

第3A 以及3B圖為根據本揭露內容的某些方面，示意說明用於燃燒器裝置之蒸散組件裝配的熱適應程序；

第4圖為根據本揭露內容的某些方面示意說明燃燒產物污染物移除裝置；

第5圖為根據本揭露內容的某些方面，以平均粒子尺寸與蒸散物質流速的函數顯示灰粒子軌跡之示意圖；以及

第6圖為根據本揭露內容的某些方面之適合的發電系統示意圖。

【主要元件符號說明】

- [0006] 1 旋風器
- 2 中央集水管
- 2A 中央收集供應器
- 3 出口管道
- 4 出口管
- 5 出口噴嘴
- 6 水冷卻區域
- 7 容器
- 8 線路

- 9 閥
- 11 分支管道
- 12 集水管
- 14 管道
- 10 錐形減速器
- 20 集水池
- 100 離心分離器裝置
 - 100A 進口離心分離器裝置
 - 100B 進口離心分離器裝置
- 125 壓力控制殼
- 150、175、475、550 元件
- 200 部分氧化燃燒器裝置
- 210 蒸散流體
- 220 燃燒器裝置
 - 221 周圍
 - 222 燃燒室
 - 222A 進口部分
 - 222B 相對出口部分
 - 223 端牆
 - 224 屏蔽結構
- 230 多孔蒸散組件
 - 231 緩衝層
- 236 工作流體
- 242 氧氣
- 250 混合裝置
 - 250A 泥漿

- 254 燃料
 - 254A 顆粒固體炭質燃料
- 255 流體化媒介
- 300 燃燒器裝置
 - 331 外部蒸散組件
 - 332 內部蒸散組件
 - 333A 第一蒸散流體供應通道
 - 333B 第二蒸散流體供應通道
 - 335 開口
 - 336 熱轉移夾層
 - 337 水循環夾層
 - 338 壓力圍阻組件
 - 339 絕緣層
- 340 分離器裝置
- 350 熱移除裝置
- 500 轉換裝置

專利案號：100131205



日期：100年12月26日

發明專利說明書

※申請案號：100131205

※IPC分類：F23B80/04 (2006.01)

※申請日：100.8.31

一、發明名稱：

高壓高溫燃燒燃料裝置及相關系統

Apparatus for Combusting A Fuel at High Pressure and High Temperature, and Associated System

二、中文發明摘要：

提供一種燃燒器裝置，其包含用於將碳質燃料與富氧以及工作流體混合以生成一燃料混合物之混合裝置。燃燒室係至少部分地由一多孔周圍蒸散組件、至少部分地由壓力圍阻組件環繞所界定。燃燒室具有縱向地間隔之進口與出口部分。由進口部分接收的燃料混合物用於在該燃燒室中於燃燒溫度下燃燒，以生成一燃燒產物。燃燒室進一步導引燃燒產物縱向地朝向出口部分。多孔蒸散組件被配置在界定燃燒室其周圍附近以及縱向地在進口與出口部分之間，大體上均勻地導引蒸散物質朝向燃燒室而穿過，用於緩衝燃燒產物與多孔蒸散組件之間的交互作用。亦提供相關的系統。

三、英文發明摘要：

A combustor apparatus is provided, comprising a mixing arrangement for mixing a carbonaceous fuel with enriched oxygen and a working fluid to form a fuel mixture. A combustion chamber is at least partially defined by a porous perimetric transpiration member, at least partially surrounded by a pressure containment member. The combustion chamber has longitudinally spaced apart inlet and outlet portions. The fuel mixture is received by the inlet portion for combustion within the com-

bustion chamber at a combustion temperature to form a combustion product. The combustion chamber further directs the combustion product longitudinally toward the outlet portion. The porous transpiration member is configured to substantially uniformly direct a transpiration substance therethrough, about the perimeter thereof defining the combustion chamber and longitudinally between the inlet and outlet portions, toward the combustion chamber for buffering interaction between the combustion product and the porous transpiration member. Associated systems are also provided.

七、申請專利範圍：

1. 一種裝置，包括：

一種混合裝置，配置以將富氧以及一工作流體與一炭質燃料混合，以生成一燃料混合物；以及

一種燃燒器裝置，其界定具有與一相對的出口部分縱向相隔的一進口部分之一燃燒室，該進口部分被配置以接收用於在一燃燒溫度下於該燃燒室內燃燒的該燃料混合物，以生成一燃燒產物，該燃燒室進一步被配置以導引該燃燒產物縱向地朝向該出口部分，該燃燒器裝置包括：

一壓力圍阻組件；以及

一多孔周圍蒸散組件，其至少部分界定該燃燒室，並且至少部分被該壓力圍阻組件環繞，該多孔蒸散組件被配置以大體上均勻地導引一蒸散物質側向通過朝向該燃燒室，界定該燃燒室於其圓周附近以及縱向地介於該進口部分以及該出口部分，或者穿通過朝向該燃燒室，使得該蒸散物質被導引以在其圓周以及縱向地在該進口部分以及該出口部分之間螺旋狀地流動，以緩衝該燃燒產物與該多孔蒸散組件之間的交互作用。

2. 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該混合裝置還被配置將一固體炭質燃料、一液體炭質燃料以及一氣體炭質燃料其中之一與該富氧混合，該富氧包括具有大於約85%的莫耳純度之氧氣以及該工作流體，該工作流體包括二氧化碳與水其中之一。

3. 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該炭質燃料為具有平均粒徑介於大約50微米至大約200微米之間的一顆粒

固體，並且該混合裝置還被配置以將該顆粒固體炭質燃料與一液化物質混合，該液化物質包括具有密度介於大約 450 kg/m^3 至大約 1100 kg/m^3 之間的水以及液態二氧化碳其中之一，該液化物質與該顆粒固體炭質燃料合併以生成具有介於大約25重量百分比與大約95重量百分比之間的該顆粒固體炭質燃料之一泥漿。

4. 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該燃燒室還被配置以在介於大約40巴與大約500巴的壓力下接收在該燃燒室的該進口部分中的該燃料混合物。
5. 如申請專利範圍第1項所述的裝置，還包括一燃燒器設備，該燃燒器設備被配置用以接收來自該混合裝置的該燃料混合物以及導引該燃料混合物至該燃燒室的該進口部分，該燃燒器設備還被配置以引發被導引至該燃燒室之該燃料混合物的漩渦。
6. 如申請專利範圍第5項所述的裝置，其中將該燃燒器設備被配置以在該燃料混合物由該燃燒器設備離開而進入該燃燒室時，引發該燃料混合物的漩渦。
7. 如申請專利範圍第1項所述的裝置，還包括一燃燒器設備，該燃燒器設備配置以由該混合裝置接收該燃料混合物以及導引該燃料混合物的一實質上均勻的線性流動進入該燃燒室之該進口部分。
8. 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該燃燒溫度介於大約 1300°C 至大約 5000°C 之間，並且被配置使得在該炭質燃料中的不可燃污染物於該燃燒產物內被液化。
9. 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該蒸散物質被配置以經由該多孔蒸散組件而被引入該燃燒室，以便調節在

該燃燒室的該出口部分附近、介於大約400°C與大約3500°C之間的溫度之該蒸散物質的排出混合物以及該燃燒產物。

- 10 . 如申請專利範圍第9項所述的裝置，其中該蒸散物質包括被導引通過該多孔蒸散組件的二氧化碳，使得該蒸散物質生成緊臨於在該燃燒室內之該多孔蒸散組件的一緩衝層，該緩衝層被配置以緩衝該多孔蒸散組件和液化的不可燃污染物之間的交互作用以及與燃燒產物相關的熱。
- 11 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中將該多孔蒸散組件被配置以導引一蒸散物質穿過並進入該燃燒室，大體上均勻地在其圓周附近並且縱向介於該進口部分與該出口部分之間，使得該蒸散物質被導引至對該多孔蒸散組件的該圓周呈大體上切線並沿此螺旋狀地流動。
- 12 . 如申請專利範圍第11項所述的裝置，其中將該多孔蒸散組件被配置以在被導引穿過並且進入該燃燒室之該蒸散物質實行康達效應，從而導引該蒸散物質對該多孔蒸散組件的該圓周呈大體上切線狀流動。
- 13 . 如申請專利範圍第11項所述的裝置，還包括一燃燒器裝置，該燃燒器裝置被配置以從該混合裝置接收該燃料混合物並且導引該燃料混合物以相對於該蒸散物質之螺旋流動的方向進入該燃燒室之該進口部分。
- 14 . 如申請專利範圍第11項所述的裝置，還包括一燃燒器裝置，該燃燒器裝置被配置以接收來自該混合裝置之該燃料混合物並且導引該燃料混合物以一致於該蒸散物質之螺旋流動的方向進入該燃燒室之該進口部分。
- 15 . 如申請專利範圍第11項所述的裝置，還包括一燃燒器裝置

，該燃燒器裝置被配置以接收來自該混合裝置之該燃料混合物並且導引該燃料混合物的實質上均勻的線性流動至該燃燒室的該進口部分，其中該蒸散物質之螺旋流動被配置以引發該燃燒室內的該燃料混合物之漩渦。

16 . 如申請專利範圍第15項所述的裝置，其中該燃燒室包括置於朝向該進口部分的一燃燒區域以及置於朝向該出口部分的一後燃燒區域，且其中該多孔蒸散組件被配置使得越過該後燃燒區域的該蒸散物質之螺旋流動為相對於越過該燃燒區域的該蒸散物質之螺旋流動，從而反轉與在該燃燒區域中之該燃燒產物之所引發的漩渦有關聯的在該後燃燒區域中之該燃燒產物之所引發的漩渦。

17 . 如申請專利範圍第15項所述的裝置，其中該多孔蒸散組件被配置使得該蒸散物質之螺旋流動係交替地沿著該多孔蒸散組件的至少一區域反轉，使得該燃料混合物與介於該進口部分與該出口部分之間的燃燒產物其中之一所引發之漩渦交替地反轉。

18 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該多孔蒸散組件還包括至少一延伸穿過之蒸散埠，該至少一蒸散埠被配置以導引該蒸散物質的一補充線性流動至該燃料混合物與該燃燒產物其中之一，從而影響其流量特徵。

19 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，還包括與該壓力圍組組件相關且被配置以控制該裝置的溫度的一熱移除裝置，該熱移除裝置包括具有在該裝置內循環之一液體的一熱轉移夾套。

20 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該多孔蒸散組件還被配置以界定孔，該多孔蒸散組件還具有與界定該孔的

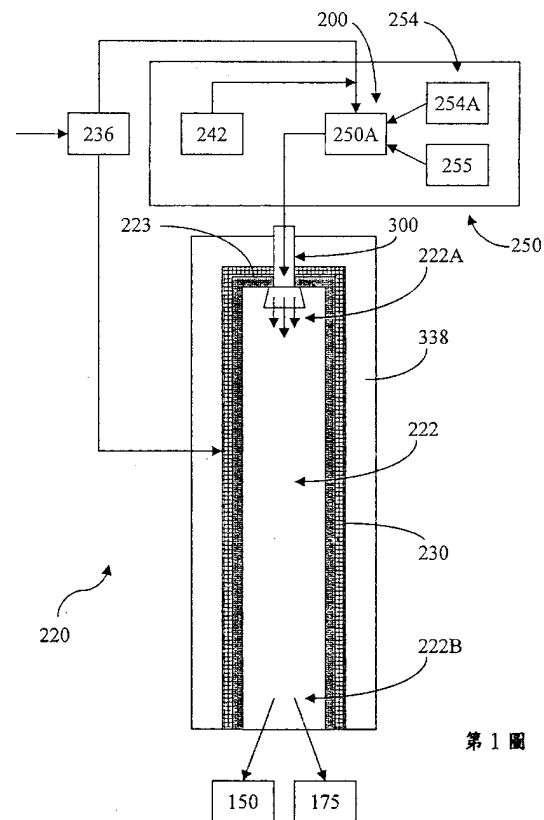
該多孔蒸散組件之一表面積實質上相等的累積孔面積。

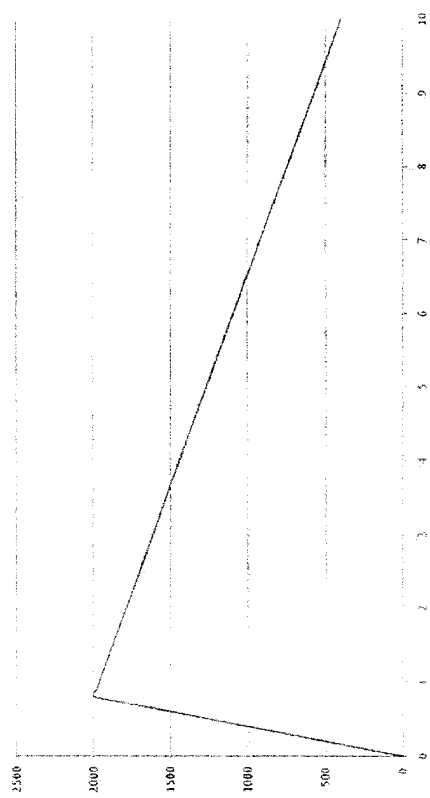
- 21 . 如申請專利範圍第20項所述的裝置，其中該孔被隔開並且實質上均勻地分布於該多孔蒸散組件周圍並且介於該裝置的該進口與出口部分之間。
- 22 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，還包括一轉換裝置，該轉換裝置被配置以接收來自該燃燒室之該燃燒產物，該轉換裝置負責將燃燒產物轉換與之相關的能源成動能。
- 23 . 如申請專利範圍第22項所述的裝置，其中該炭質燃料為一固體，並且該系統還包括設置於該燃燒器裝置與該轉換裝置之間的一分離器裝置，該分離器裝置被配置以在該燃燒產物被導引至該轉換裝置之前，從由此接收之該燃燒產物中實質上移除液化的不可燃污染物。
- 24 . 如申請專利範圍第23項所述的裝置，其中該蒸散物質被配置以經由該多孔蒸散組件引入該燃燒室，從而在高於該不可燃污染物的一液化溫度之上，調節進入該分離器裝置的該蒸散物質與該燃燒產物之一混合物。
- 25 . 如申請專利範圍第24項所述的裝置，還包括一蒸散物質運送裝置，其置於該分離器裝置之後並且配置以運送該蒸散物質至具有實質上由此移除的該液化不可燃污染物之該燃燒產物，從而在介於大約400°C至大約3500°C之間的溫度，調節進入該轉換裝置之該蒸散物質與該燃燒產物的一混合物。
- 26 . 如申請專利範圍第23項所述的裝置，其中該分離器裝置還包括複數串聯排列的離心分離器裝置，每一個離心分離器裝置具有可操作地平行排列之複數離心分離器組件，且其中以該分離器裝置從該燃燒產物中移除的該液化不可燃污

染物可移除地被收集於與該分離器裝置相關的一貯槽。

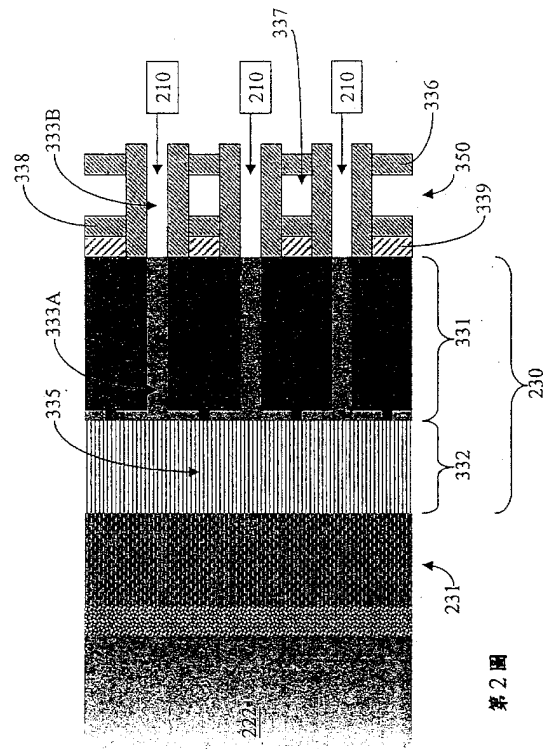
- 27 . 如申請專利範圍第22項所述的裝置，其中該蒸散物質包括被導引通過該多孔蒸散組件之二氧化碳，使得該蒸散物質生成緊臨於該燃燒室內之該多孔蒸散組件的一緩衝層，該緩衝層被配置以緩衝該多孔蒸散組件與該液化的不可燃污染物之間的緩衝交互作用以及與該燃燒產物相關之熱。
- 28 . 如申請專利範圍第22項所述的裝置，其中該轉換裝置包括一渦輪裝置及一發電機裝置其中之一，該渦輪被配置以負責該燃燒產物以致於轉換與之相關的能量為動能，該發電機裝置被配置以轉換該動能為電力。
- 29 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該多孔蒸散組件被配置以相關於此的實質上直角來導引該蒸散流體至該燃燒室。
- 30 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該蒸散物質也被供應至該混合裝置作為該工作流體。
- 31 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，還包括至少一個蒸散物質來源，該蒸散物質來源被配置以供應作為該工作流體的該混合設置以及作為該蒸散物質的該蒸散組件至少其中之一。
- 32 . 如申請專利範圍第1項所述的裝置，其中該工作流體以及該蒸散物質包括超臨界二氧化碳。

八、圖式：

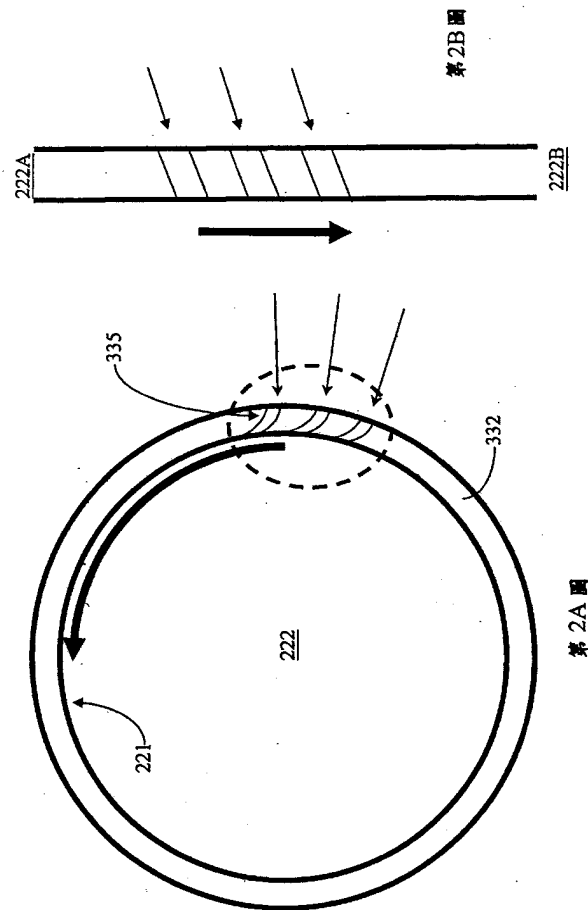


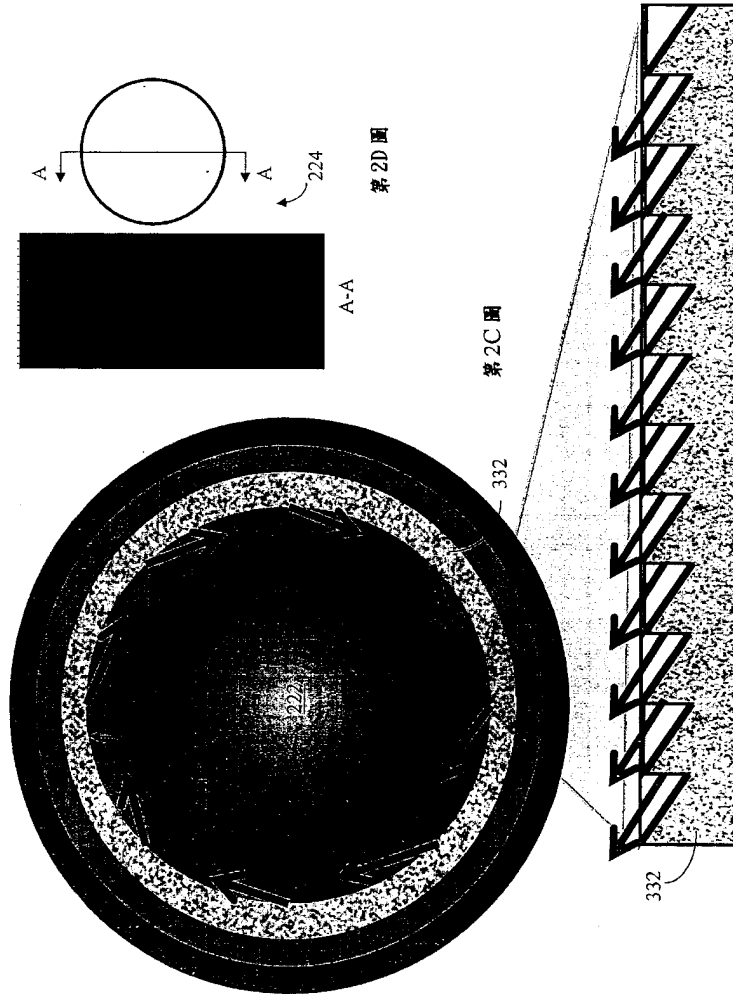


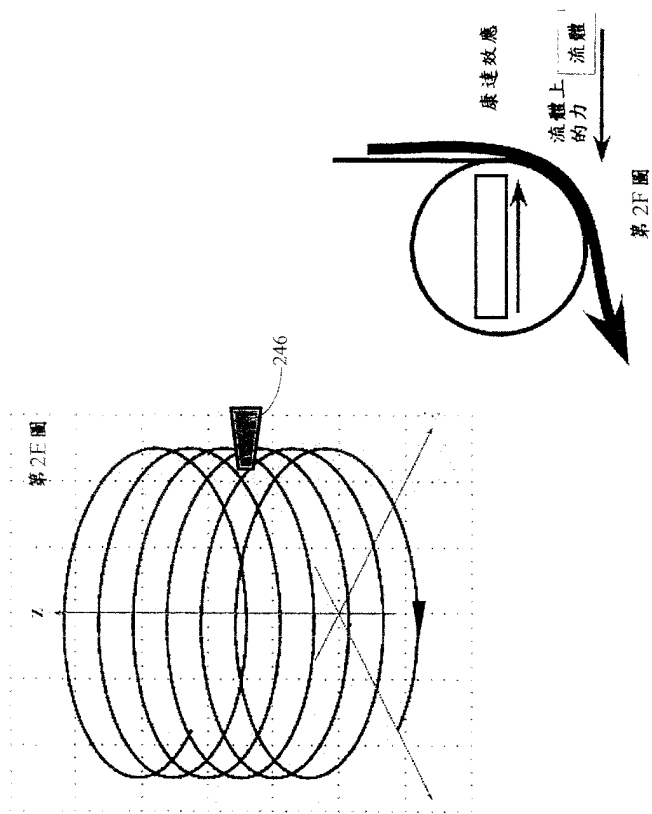
第18圖

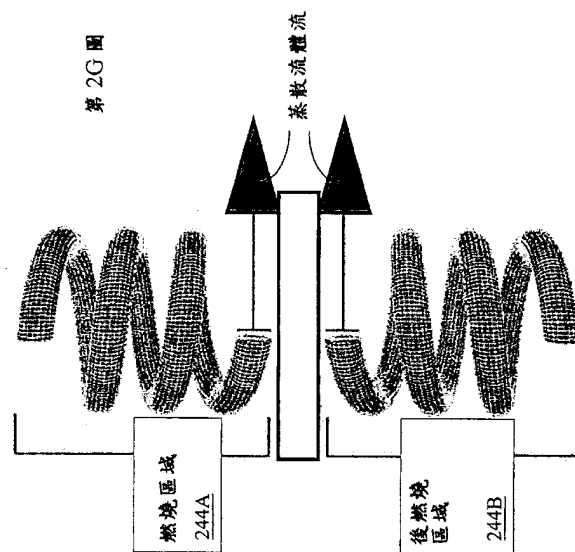


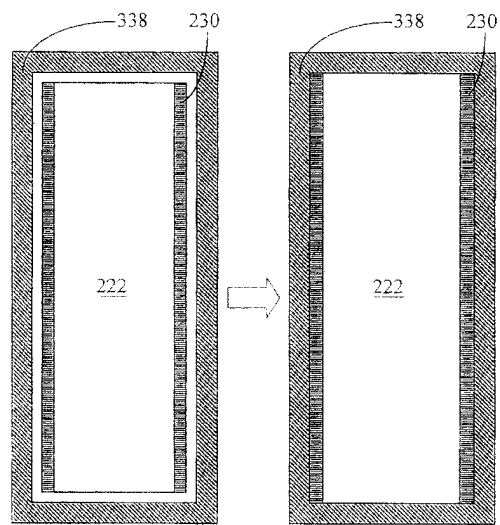
第 2 圖





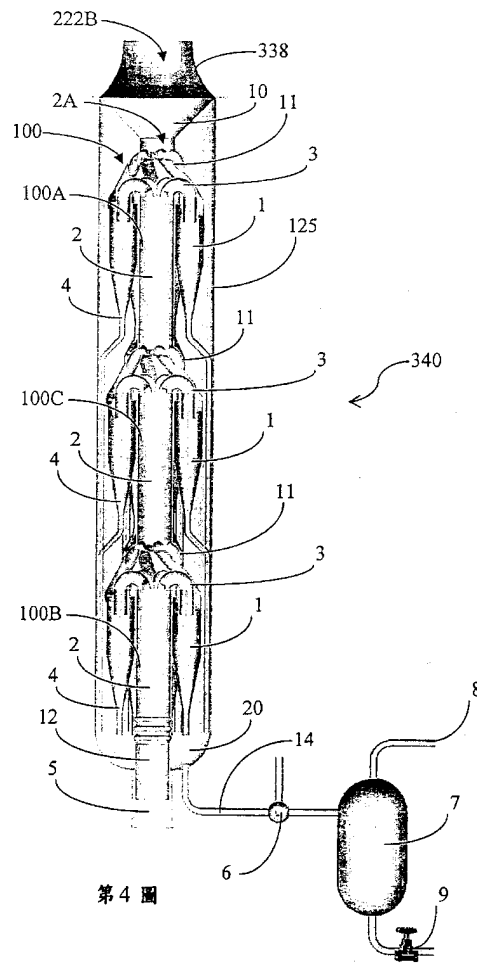


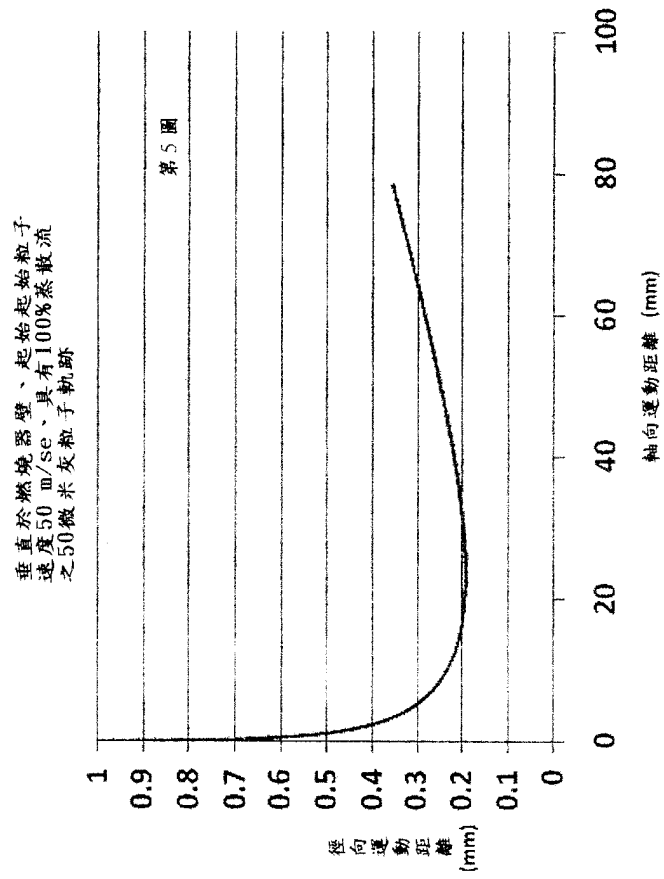


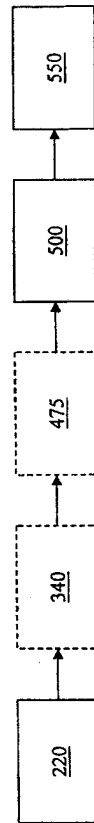


第3A圖

第3B圖







第 6 圖

四、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：

150、175 元件

200 部分氧化燃燒器裝置

220 燃燒器裝置

222 燃燒室

222A 進口部分

222B 相對出口部分

223 端牆

230 多孔蒸散組件

236 工作流體

242 氧氣

250 混合裝置

250A 泥漿

254 燃料

254A 顆粒固體炭質燃料

255 流體化媒介

300 燃燒器裝置

338 壓力圍阻組件

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：