



(21)申請案號：111146221

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 01 日

(51)Int. Cl. : F02C9/40 (2006.01)

F02C7/228 (2006.01)

G01J5/08 (2022.01)

(30)優先權：2022/01/05 美國

17/568,782

(71)申請人：美商奇異電器公司(美國) GENERAL ELECTRIC COMPANY (US)

美國

(72)發明人：弗瑞 喬治 F FREY, GEORGE F. (US)；帕斯帝 喬斯林 E PASSTY, JOCELYN E.

(US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 38 頁

(54)名稱

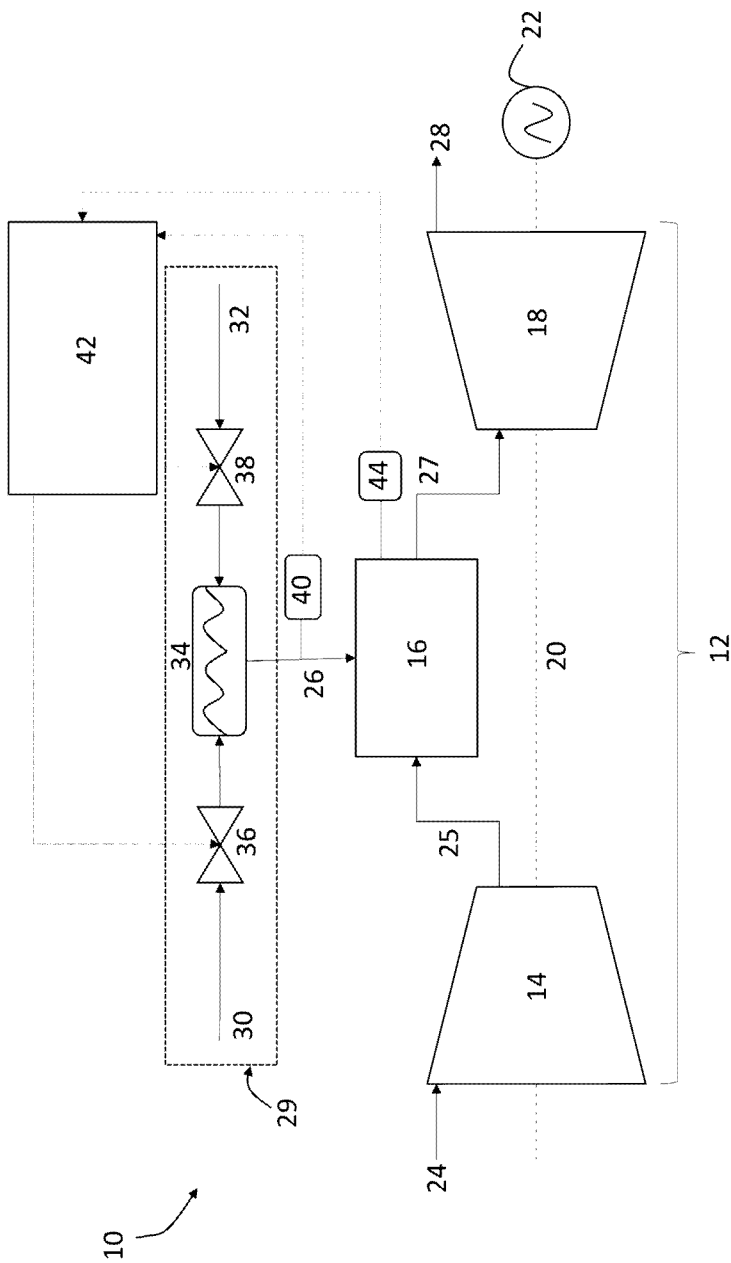
用於控制燃氣渦輪之燃料摻合物的系統及方法

(57)摘要

提供一種控制一渦輪引擎(12)之一燃料摻合物(26)的方法。該方法包括：將一第一燃料(30)及一第二燃料(32)供應至一混合器(34)；及在該混合器(34)中將該第一燃料(30)及該第二燃料(32)混合在一起，以獲得一燃料摻合物(26)。該方法亦包括：在該混合器(34)的下游之一燃料摻合物分析器(40)處，接收指示該燃料摻合物(26)之一組成物之一測量。該方法亦進一步包括：燃燒在一燃燒室(16)中的該燃料摻合物(26)。該方法亦包括：接收指示燃燒行為之一燃燒信號。該方法進一步包括：基於該燃料摻合物測量及該燃燒信號中之至少一者，藉由一控制器(42)來控制該第一燃料(30)之一流及該第二燃料(32)之一流中之至少一者。

A method of controlling a fuel blend (26) for a turbine engine (12) is provided. The method includes supplying a first fuel (30) and a second fuel (32) to a mixer (34) and mixing, in the mixer (34), the first and second fuels (30, 32) together to obtain a fuel blend (26). The method also includes receiving, at a fuel blend analyzer (40) downstream from the mixer (34), a measurement indicative of a composition of the fuel blend (26). The method further includes combusting the fuel blend (26) in a combustor (16). The method also includes receiving a combustion signal indicative of combustion behavior. The method further includes controlling, based on at least one of the fuel blend measurement and the combustion signal, by a controller (42), at least one of a flow of the first fuel (30) and a flow of the second fuel (32).

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 10:燃氣渦輪系統；系統
- 12:燃氣渦輪引擎；渦輪引擎
- 14:壓縮機
- 16:燃燒室；分級燃燒室
- 18:渦輪
- 20:軸
- 22:發電機
- 24:氧化劑
- 25:壓縮氧化劑
- 26:燃料混合物
- 27:熱燃燒氣體
- 28:排放氣體
- 29:燃料供應系統或滑道
- 30:第一燃料；煙氣燃料；燃料；較低反應性燃料
- 32:第二燃料；燃料
- 34:混合器
- 36:控制閥
- 38:控制閥
- 40:燃料混合物分析器單元；燃料混合物分析器
- 42:電腦控制系統或控制器
- 44:爆震感測器；感測器

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於控制燃氣渦輪之燃料摻合物的系統及方法

【英文發明名稱】 SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING A  
FUEL BLEND FOR A GAS TURBINE

【中文】

提供一種控制一渦輪引擎(12)之一燃料摻合物(26)的方法。該方法包括：將一第一燃料(30)及一第二燃料(32)供應至一混合器(34)；及在該混合器(34)中將該第一燃料(30)及該第二燃料(32)混合在一起，以獲得一燃料摻合物(26)。該方法亦包括：在該混合器(34)的下游之一燃料摻合物分析器(40)處，接收指示該燃料摻合物(26)之一組成物之一測量。該方法亦進一步包括：燃燒在一燃燒室(16)中的該燃料摻合物(26)。該方法亦包括：接收指示燃燒行為之一燃燒信號。該方法進一步包括：基於該燃料摻合物測量及該燃燒信號中之至少一者，藉由一控制器(42)來控制該第一燃料(30)之一流及該第二燃料(32)之一流中之至少一者。

【英文】

A method of controlling a fuel blend (26) for a turbine engine (12) is provided. The method includes supplying a first fuel (30) and a second fuel (32) to a mixer (34) and mixing, in the mixer (34), the first and second fuels (30, 32) together to obtain a fuel blend (26). The method also includes receiving, at a fuel blend analyzer (40) downstream from the mixer (34), a measurement indicative of a composition of the fuel blend (26). The method further includes combusting the fuel blend (26) in a

combustor (16). The method also includes receiving a combustion signal indicative of combustion behavior. The method further includes controlling, based on at least one of the fuel blend measurement and the combustion signal, by a controller (42), at least one of a flow of the first fuel (30) and a flow of the second fuel (32).

## 【指定代表圖】 圖1

## 【代表圖之符號簡單說明】

- |                         |                |
|-------------------------|----------------|
| 10:燃氣渦輪系統；系統            | 12:燃氣渦輪引擎；渦輪引擎 |
| 14:壓縮機                  | 16:燃燒室；分級燃燒室   |
| 18:渦輪                   | 20:軸           |
| 22:發電機                  | 24:氧化劑         |
| 25:壓縮氧化劑                | 26:燃料摻合物       |
| 27:熱燃燒氣體                | 28:排放氣體        |
| 29:燃料供應系統或滑道            |                |
| 30:第一燃料；烴氣燃料；燃料；較低反應性燃料 |                |
| 32:第二燃料；燃料              | 34:混合器         |
| 36:控制閥                  | 38:控制閥         |
| 40:燃料摻合物分析器單元；燃料摻合物分析器  |                |
| 42:電腦控制系統或控制器           | 44:爆震感測器；感測器   |

## 【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於控制燃氣渦輪之燃料摻合物的系統及方法

【英文發明名稱】 SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING A  
FUEL BLEND FOR A GAS TURBINE

【技術領域】

【0001】 本發明之領域大致上係關於燃氣渦輪引擎，且更具體而言，係關於用於控制燃氣渦輪之燃料摻合物的系統及方法。

【先前技術】

【0002】 已知的燃氣渦輪引擎在燃燒室區段中會燃燒燃料與氧化劑（例如，空氣）之混合物，以產生熱燃燒氣體。熱燃燒氣體會流動通過渦輪以旋轉一或多個渦輪級，以驅動發電機，因此生產電力。燃燒氣體包括各種燃燒副產物，諸如氮氧化物( $\text{NO}_x$ )、一氧化碳( $\text{CO}$ )、及未燃燒烴。使此類排放降低可能係困難的，因為在燃燒期間減少工作溫度及可用氧以減少 $\text{NO}_x$ 的生產可能會增加 $\text{CO}$ 及未燃燒烴的位準。在進一步使此類排放降低的嘗試中，一些已知的燃氣渦輪配備有乾式低排放(Dry Low Emissions, DLE)燃燒系統。在DLE系統中，在燃燒區處或之前將燃料與燃燒空氣混合，以生產在燃燒期間限制 $\text{NO}_x$ 氣體之形成的預混合貧燃燒燃料。然而，此類渦輪一般係在相對窄的操作邊界範圍上操作，因為燃料空氣比(fuel-to-air ratio)需要足夠高才能防止貧油吹熄(lean blow-out)事件，但亦需要足夠低才能防止非所欲燃燒動力（例如，引擎爆震(engine knock)）。

**【0003】** 在一些已知的渦輪中，判定適當的燃料空氣比可能會受到下列趨勢的助長：朝向減少使用較高成本但更有效率的燃料，諸如天然氣。成本需求通常會決定減少此等燃料的消耗，其方式係經由與較低成本、但較低效率、較高級的烴燃料摻合。此類燃料摻合物會改變燃料之加熱特性，其影響燃燒動力，並因此影響燃氣渦輪之操作及壽命。為了確保在可接受之操作邊界內操作DLE燃燒系統，可能有必要透過使用燃料排程來調整燃料消耗。然而，燃料時程可能沒有效率，且隨著時間推移，持續使用燃料排程可能實際上會增加操作成本，因為不同燃料可能會導致設備停機時間。

**【0004】** 此外，由於不可預見的功率輸出，再生能源（例如，風力或太陽）已帶來額外挑戰。因此，更廣泛的燃料彈性係所欲的。近來，在嘗試達成更廣泛的燃料彈性下，對於碳中性氫基燃料的關注已顯著成長。然而，當氫摻雜燃料與空氣混合以促進較低的NO<sub>x</sub>排放時，氫的高反應性可能導致回火 (flashback) 風險增加以及非所欲的燃燒動力。因此，將氫氣整合至DLE燃燒系統中仍然是挑戰。

**【0005】** 據此，存在著改善用於燃氣渦輪中之燃料摻合物的控制之需求。具體而言，所欲的會是促進改善對於燃料摻合物之控制，而不對現有渦輪引擎硬體進行實質重新組態或重新設計。

### **【發明內容】**

**【0006】** 在一個態樣中，提供一種控制一渦輪引擎之一燃料摻合物的方法。該方法包括：將一第一燃料及一第二燃料供應至一混合器；及在該混合器中將該第一燃料及該第二燃料混合在一起，以獲得一燃料摻合物。該方法亦包

第2頁，共 26 頁(發明說明書)

括：在該混合器的下游之一燃料摻合物分析器處，接收指示該燃料摻合物之一組成物之一測量。該方法亦進一步包括：燃燒在一燃燒室中的該燃料摻合物。該方法亦包括：接收指示燃燒行為之一燃燒信號。該方法進一步包括：基於該燃料摻合物測量及該燃燒信號中之至少一者，藉由一控制器來控制該第一燃料之一流及該第二燃料之一流中之至少一者。

**【0007】** 在另一態樣中，提供一種用於一渦輪引擎之燃料控制系統。該燃料控制系統包括：一燃料供應系統，其包括一混合器，該混合器用於將一第一燃料及一第二燃料混合在一起，以獲得一燃料摻合物。該燃料控制系統亦包括：一燃料摻合物分析器，其係在該混合器的下游；一燃燒室，其係在該燃料摻合物分析器的下游；及一爆震感測器，其耦接至該燃燒室。該燃燒室可以該燃料摻合物操作。該燃料控制系統進一步包括：一控制器，其通訊地耦接至該爆震感測器及該燃料摻合物分析器。該控制器包括與至少一記憶體裝置通訊的至少一處理器。該至少一處理器經組態以：(i)從該爆震感測器接收指示燃燒行為之一燃燒信號；(ii)從該燃料摻合物分析器接收指示該燃料摻合物之一組成物之一測量；及(iii)基於該燃燒信號及該燃料摻合物測量中至少一者，調整該第一燃料之一流及該第二燃料之一流中之至少一者。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0008】** 當參照隨附圖式閱讀下列實施方式時，將變得更佳理解本揭露的這些及其他特徵、態樣、及優點，其中在圖式各處，相似字符表示相似部件，其中：

〔圖 1〕係利用燃料摻合物控制之例示性燃氣渦輪系統的示意圖；

第3頁，共 26 頁(發明說明書)



〔圖 2〕係利用燃料摻合物控制之替代燃氣渦輪系統的示意圖；

〔圖 3〕係用於圖 1 及/或 2 中所示之燃料摻合物控制的例示性控制器的方塊圖；

〔圖 4〕係利用燃料摻合物控制之第二替代燃氣渦輪系統的示意圖；及

〔圖 5〕係控制燃氣渦輪引擎之燃料摻合物的例示性方法的流程圖。

**【0009】** 除非另有指明，否則本文所提供之圖式意欲繪示本揭露之實施例的特徵。據信此等特徵可應用於包含本揭露之一或多個實施例的各種系統中。如此，圖式不意欲包括所屬技術領域中具有通常知識者已知用於實行本文所揭示之實施例所需的所有習知特徵。

#### **【實施方式】**

**【0010】** 在下列說明書及申請專利範圍中，將提及若干用語，其等應經定義以具有下列意義。除非上下文另有清楚規定，否則單數形式「一(a/an)」及「該(the)」包括複數含意。「可選的(optional)」或「可選地(optionally)」意指後續描述的事件或情形可能發生或可能不發生，且該說明包括該事件發生的情況及該事件不發生的情況。再者，對於「一個實施例(one embodiment)」的參照並非意圖被解讀為排除亦合併所引述之特徵的額外實施例之存在。此外，除非有明確相反說明，否則「包括(including)」或「具有(having)」具有一特定性質的一元件或複數個元件之實施例可包括不具有彼性質的額外此類元件。

**【0011】** 如本文中所使用，用語「即時(real-time)」係指下列任一者：發生相關聯事件的時間、測量及收集預定資料的時間、處理資料的時間、或系統

回應事件及環境的時間。在本文所述之實施例中，此等活動及事件實質上瞬間發生。

**【0012】** 如本文中所使用，用語「處理器(processor)」及「電腦(computer)」及相關用語（例如，「處理裝置(processing device)」、「計算裝置(computing device)」、及「控制器(controller)」）不僅限於在該領域中稱為電腦之彼等積體電路，而是廣泛地指微控制器、微電腦、可程式化邏輯控制器(programmable logic controller, PLC)、特定應用積體電路、及/或其他可程式化電路，且此類用語可互換使用。在本文所述之實施例中，記憶體可包括但不限於電腦可讀取媒體（諸如隨機存取記憶體(RAM)）、及電腦可讀取非揮發性媒體（諸如快閃記憶體）。替代地，亦可使用軟碟、光碟（唯讀記憶體(CD-ROM)、磁光碟(magneto-optical disk, MOD)）、及/或數位多功能光碟(digital versatile disc, DVD)。此外，在本文所述之實施例中，額外輸入通道可係但不僅限於與操作者介面（諸如滑鼠及鍵盤）相關聯的電腦周邊裝置。替代地，亦可使用其他電腦周邊裝置，諸如例如但不限於掃描器。此外，在本文所述之實施例中，額外輸出通道可包括但不僅限於操作者介面監測器。

**【0013】** 圖1係根據本揭露之利用燃料摻合物控制之例示性燃氣渦輪系統10的示意圖。雖然圖1繪示例示性燃氣渦輪引擎12，但應注意本文所述之燃料摻合物控制的方法及系統不限於任何特定類型之渦輪引擎。所屬技術領域中具有通常知識者應理解，本文所述之燃料摻合物控制的方法及系統可與呈使此一系統及方法能夠如本文所進一步描述地作用之合適組態的任何旋轉機一起使用。

**【0014】** 在例示性實施例中，系統10包括燃氣渦輪引擎12，該燃氣渦輪引擎具有壓縮機14、一或多個燃燒室16、渦輪18、電腦控制系統或控制器42、及燃料供應系統或滑道(skid) 29。一軸20軸向地延伸並將壓縮機14耦接至渦輪18。渦輪引擎12可經由軸20耦接至發電機22以生產電力。氧化劑24（例如，空氣）經引入至壓縮機14中，其中其經壓縮並導引至燃燒室16作為壓縮氧化劑25。燃料摻合物26係從燃料供應系統29提供至燃燒室16中，其中其與壓縮氧化劑25混合。燃料摻合物26及氧化劑25之混合物在燃燒室16中燃燒，且離開的熱燃燒氣體27膨脹以在後續渦輪18中執行工作。排放氣體28可透過排氣管（未圖示）離開渦輪18，且可用於例如熱回收蒸汽產生器系統（未圖示），以從擷取自排放氣體的熱能產生蒸汽。替代地，排放氣體28可經歷排放控制處理（例如，選擇性催化還原），以將非所要之燃燒副產物（例如，NO<sub>x</sub>）從排氣流移除。

**【0015】** 將燃料摻合物26供應至燃燒室16的燃料供應系統29使用第一燃料30之流及第二燃料32之流。第一燃料30及第二燃料32經供應至混合器34，其中第一燃料30與第二燃料32經混合以生產燃料摻合物26。混合器34可係例如靜態管線式混合器(static inline mixer)。

**【0016】** 設想到將廣泛種類之燃料用作為第一燃料30及/或第二燃料32。例如，在一些實施例中，第一燃料30及/或第二燃料32可係在大氣壓力及溫度下以氣態存在的烴燃料（在本文中亦稱為「烴氣燃料(hydrocarbon gas fuel)」）。此類烴氣燃料之非限制性實例包括甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、及/或其組合。在一些實施例中，第一燃料30及/或第二燃料32可係天然氣（亦即，以甲烷作為主要成分之烴氣燃料）。在其他實施例中，由於將氣體冷卻及/或壓縮，第一燃料

第6頁，共 26 頁(發明說明書)

30及/或第二燃料32可係呈液態的烴氣燃料（在本文中亦稱為「液化烴燃料 (liquefied hydrocarbon fuel)」）。例如，第一燃料30及/或第二燃料32可係液化石油氣（亦即，丙烷、丁烷、及其混合物）或任何其他液化烴燃料（諸如，戊烷、甲醇、乙醇、及/或二甲醚）。替代地，第一燃料30及/或第二燃料32可係在大氣壓力及溫度下以液態存在的烴燃料（在本文中亦稱為「烴液燃料 (hydrocarbon liquid fuel)」）。此類烴液燃料之非限制性實例包括：柴油、煤油、石腦油、及其他蒸餾燃料、原油（石油）、及殘餘燃料（諸如重燃料油、中等燃料油、及輕燃料油）。

**【0017】** 第一燃料30或第二燃料32亦可係氫。在此等實施例中，氫係用作為第一燃料30或第二燃料32，並與用作為第一燃料30或第二燃料32中之另一者的烴燃料混合。氫燃料可係純氫，或可在合成氣體混合物（在本文中亦稱為「合成氣(syngas)」）中提供，該合成氣體混合物係在燃料供應系統29的上游與另一烴氣及其他化合物（諸如一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、及/或水氣）混合。一般而言，氫可以其純形式儲存在燃氣渦輪系統10內。此外，系統10亦可包括電解單元（未圖示）以從水產生純氫。

**【0018】** 一般而言，第一燃料30及第二燃料32係不同的燃料。一般而言，第一燃料30及第二燃料32在被供應至混合器34並混合時，處於相同的相。就此而言，當第一燃料30係例如烴氣燃料（例如，天然氣）且第二燃料32係不同相的燃料（例如，液化燃料（例如，液化石油氣或液化氫））時，可在混合器34的上游提供一蒸發器（未圖示），以在液化燃料32被供應至混合器34並與烴氣燃料30混合之前將該液化燃料蒸發。

**【0019】** 使用不同的燃料30及32以生產燃料摻合物26可在渦輪引擎12中促進更廣泛的燃料彈性。例如，較高反應性燃料可用作為第一燃料30或第二燃料32，並與用作為第一燃料30或第二燃料32中之另一者的較低反應性燃料混合。混合不同的第一燃料30及第二燃料32的結果係：可能無法得知與所生產之燃料摻合物26相關聯的燃燒動力及/或排放。若燃料摻合物26之組成物低於某一燃料反應性限制（例如，可能的情況是當將相對高量的低反應性燃料（諸如原油及殘餘物）用作為第一燃料30或第二燃料32時），則可能導致無法接受的燃燒狀況，諸如火焰喪失(flame loss)（貧油吹熄）、及/或引擎爆震、及/或增加的CO排放。替代地，若燃料摻合物26之組成物具有過高的反應性（例如，可能的情況是當將相對高量的氫用作為第一燃料30或第二燃料32時），則可能導致無法接受的燃燒狀況，諸如回火、及/或過熱、及/或增加的NO<sub>x</sub>排放。因此，為了促進渦輪引擎12在與燃料摻合物26之操作中的燃燒穩定性，燃料摻合物26之組成物應經控制使得燃料摻合物26的反應性係在燃燒室16的操作邊界內。

**【0020】** 在例示性實施例中，控制閥36及38各別位於第一燃料30及第二燃料32供應管線上，以控制個別燃料30及32至混合器34的流。然而，在一些實施例中，可使用其他流控制手段。例如，可藉由使用來自在各別燃料管線上之流感測器（例如，圖2所示之感測器46及48）的回授控制信號來調整燃料泵（未圖示）的速度，從而控制第一燃料30及第二燃料32之流。在一些實施例中，可僅使用控制閥36或38中之一者。在其他實施例中，控制閥36或38中之一者、或第三控制閥（未圖示）可在混合器34的下游且在燃燒室16的上游提供。

**【0021】** 一燃料摻合物分析器單元40係在混合器34的下游，以獲得指示燃料摻合物26之組成物的燃料摻合物26的測量。此測量包括例如燃料組分的濃度位準及/或燃料摻合物的其他性質，諸如但不限於閃點(flash point)、臨界點、比重、密度、分子量、及/或加熱值。為此，燃料摻合物分析器40可包括例如氣相層析儀、比重感測器、密度計、及/或韋伯計(Wobbe meter)中之任一者。在一些實施例中，燃料摻合物分析器40亦可包括額外感測器（未圖示），以獲得燃料摻合物26之測量，諸如例如燃料壓力、燃料壓降、燃料流率、燃料流速、及/或燃料溫度。燃料摻合物分析器40通訊地耦接至控制器42，以將燃料摻合物26之測量提供至控制器42以供處理，如本文更詳細地描述。

**【0022】** 爆震感測器44耦接至燃燒室16，以獲得指示在燃燒室16中之燃燒行為的一燃燒信號。爆震感測器44可包括聲響或聲音感測器、振動感測器、加速度感測器、移動感測器、及/或其組合。感測器44監測與燃燒室16中之燃燒相關聯的聲響及/或振動，並偵測爆震狀況例如，爆震感測器44可基於發生在渦輪引擎12之正常操作循環期間的一非預期時間的指示燃料摻合物26與氧化劑24之混合物燃燒的聲響及/或振動，而偵測爆震狀況。爆震感測器44可包括能夠感測振動、壓力、加速度、偏轉、或移動的任何感測器，以使系統10能夠如本文所述地作用。爆震感測器44通訊地耦接至控制器42，以將一燃燒信號提供至控制器42以供處理，如本文更詳細地描述。

**【0023】** 控制器42係包括至少一處理器（未圖示）及至少一記憶體裝置（未圖示）的一電腦系統。記憶體裝置可包括由處理器存取的非暫時性電腦可讀取媒體及程式以執行操作，以至少部分地基於從燃料摻合物分析器40接收的測量及/或從爆震感測器44接收的燃燒信號，而控制提供至燃燒室16的燃料摻合

第9頁，共 26 頁(發明說明書)

物26之組成物。由控制器42執行的操作包括：施用一控制演算法，以調整供應至混合器34之第一燃料30及/或第二燃料32的流。例如，控制器42可包括及/或產生渦輪引擎12之操作模型。控制器42可比較燃料摻合物26的測量及/或該模型的燃燒信號，以產生傳輸至控制閥36及38的控制輸出。操作模型可定義渦輪引擎12的操作邊界。控制器42可識別燃料摻合物26之組成物有以下風險：觸犯操作邊界，引起無法接受的燃燒狀況（例如，貧油吹熄、引擎爆震、回火、及/或過熱）。就此而言，控制器42可預測與燃料摻合物26之組成物相關聯的一燃燒狀況。控制器42可因此即時判定燃料摻合物26之組成物是否應受到調整。作為回應，控制器42可產生一輸出信號，該輸出信號使控制閥36及38中之一或兩者調整（例如，增加或減少）供應至混合器34之第一燃料30及/或第二燃料32的流。

**【0024】** 從爆震感測器44接收的一燃燒信號亦可用以調整燃料摻合物26之組成物。例如，控制器42可在偵測到一爆震狀況並據此產生輸出信號時，分析燃料摻合物26之測量。額外地或替代地，燃燒信號可用於回授應用，以更新操作模型。例如，控制器42可比較燃燒信號與所預測燃燒狀況，該所預測燃燒狀況係藉由比較燃料摻合物測量與操作模型來判定。控制器42可判定所預測燃燒狀況是否與由燃燒信號所指示的燃燒行為匹配。若所預測燃燒狀況與燃燒行為不匹配，則控制器42可藉由使燃料摻合物26之測量與所偵測之一爆震狀況相關聯來更新操作模型，以在當獲得燃料摻合物26之類似測量時，促使進行一未來爆震狀況的即時預測。

**【0025】** 圖2係根據本揭露之利用燃料摻合物控制的替代燃氣渦輪系統100的示意圖。燃氣渦輪系統100包括在圖1中所示且在本文中針對燃氣渦輪系統第10頁，共 26 頁(發明說明書)

統10所述之所有元件及組件。此外，系統100包括通訊地耦接至控制器42的至少一額外感測器（例如，感測器46、48、50、及/或52）。在替代實施例中，控制器42接收來自額外感測器46、48、50、及/或52的額外感測器輸入，並可使用額外感測器輸入以監測渦輪引擎12之操作參數，以調整供應至混合器34之第一燃料30及/或第二燃料32的流，及/或藉由使燃料摻合物26之測量與渦輪引擎12之一操作參數相關聯來更新操作模型。

**【0026】** 如圖2所示，控制器42通訊地耦接至感測器46及/或48中之一或兩者，以各別獲得第一燃料30及第二燃料32之測量。感測器46及48可各自獲得指示各別燃料30及32之組成物的測量，諸如例如，燃料組分的濃度位準及/或各別燃料30及32的其他性質，諸如但不限於閃點、臨界點、比重、密度、分子量、及/或加熱值。為此，感測器46及48可各自包括例如氣相層析儀、比重感測器、密度計、及/或韋伯計中之任一者。在替代實施例中，感測器46及48係各別位於控制閥36及38的上游。控制器42使用各別從感測器46及/或48獲得之第一燃料30及/或第二燃料32的測量，連同從燃料摻合物分析器40獲得之燃料摻合物26的測量，以判定燃料摻合物26之組成物。例如，控制器42可從燃料摻合物分析器40接收指示燃料摻合物26之整體組成物的測量，並在一前饋應用中使用指示第一燃料30及/或第二燃料32之組成物的測量來補充彼輸入。控制器42可因此基於從燃料摻合物分析器40及感測器46及/或48獲得之測量，而判定燃料摻合物26之組成物。就此而言，可使用從對應感測器46及/或48接收之第一燃料30及/或第二燃料32的補充測量來促進燃料摻合物26之所測量組成物的改善準確性。

**【0027】** 在其他實施例中，感測器46及48可適當地在對應控制閥36及38的下游，並在混合器34的上游。在此等實施例中，感測器46及48可額外地或替

第11頁，共 26 頁(發明說明書)



代地各自獲得指示供應至混合器34之各別燃料30及32的流的測量。例如，感測器46及48可各自獲得各別燃料30及32之質量流或體積流的測量。在又其他實施例中，感測器46及48可各自獲得使系統100能夠如本文所述地作用的任何其他測量。

**【0028】** 如圖2所示，控制器42亦通訊地耦接至感測器50，該感測器獲得燃氣渦輪引擎12之一操作參數的測量。雖然在圖2中顯示為單一感測器50，但應瞭解感測器50可包括多於一個感測器50。在例示性實施例中，感測器50耦接至燃燒室16，以獲得指示燃燒室16之燃燒行為的測量。感測器50可係偵測在燃燒室16之一汽缸內的火焰強度的一光學感測器。光學感測器50將對應於至少一汽缸內的火焰強度的一信號傳輸至控制器42。替代地，感測器50可係測量燃燒室16內之操作溫度的一溫度感測器，該操作溫度諸如燃燒室入口溫度、燃燒器溫度、及/或燃燒室金屬溫度。在替代實施例中，感測器50可耦接至渦輪18以偵測渦輪18之操作參數，諸如局部渦輪操作溫度、渦輪入口溫度、及/或渦輪出口溫度。在又其他實施例中，感測器50可係測量燃燒室16及/或渦輪18內之操作壓力的一壓力感測器。感測器50可係用以獲得渦輪引擎12之操作參數的任何其他測量的任何其他感測器，該任何其他測量使系統100能夠如本文所述地作用。

**【0029】** 如圖2所示，控制器42亦通訊地耦接至感測器52，該感測器獲得離開渦輪18之排放氣體28的測量。感測器52可適當地耦接至在渦輪18的下游之排氣管（未圖示）。額外地或替代地，感測器52可耦接至排氣煙囪(exhaust stack)（未圖示），以獲得離開選擇性催化還原(selective catalytic reduction, SCR)處理系統（未圖示）之排放氣體28的測量。感測器52可係例如偵測在排放

第12頁，共 26 頁(發明說明書)

氣體28中之一或多個污染物（例如，CO、CO<sub>2</sub>、及/或NO<sub>x</sub>）的位準的一排放感測器。感測器52可額外地或替代地感測在排放氣體28中之未燃燒煙的量。感測器52可獲得排放氣體28之任何其他測量，該任何其他測量使系統100能夠如本文所述地作用。

**【0030】** 圖3顯示控制器42之例示性方塊圖。控制器42接收輸入54，該等輸入包括從燃料摻合物分析器40獲得之燃料摻合物26的測量、及從爆震感測器44（顯示於圖1中）獲得之一燃燒信號。輸入54亦可包括從感測器46、48、50、及/或52（顯示於圖2中）獲得之測量。控制器42處理輸入54，並產生輸出56。輸出56經傳輸至控制閥36及38。輸出56使控制閥36及/或38調整供應至混合器34之各別燃料30及32的流，因此調整離開混合器34的燃料摻合物26之組成物。

**【0031】** 控制器42可執行一或多個基於模型之控制演算法，並可藉由比較燃料摻合物26之測量與模型來產生輸出56。例如，如本文所述，控制器42可包括及/或產生定義渦輪引擎12之操作邊界的操作模型70。可藉由模型化渦輪引擎12之操作、及/或藉由接收渦輪引擎12的操作參數作為輸入54來判定操作邊界。例如，操作模型70可模型化燃燒室16內之燃燒動力。控制器42接收指示燃料摻合物26之組成物的測量作為輸入54，並可比較該測量與操作模型70以預測在燃燒室16內的燃燒動力。控制器42可因此即時判定供應至燃燒室16的燃料摻合物26之組成物可能引起無法接受的燃燒狀況，諸如引擎爆震、回火、及/或貧油吹熄事件。作為回應，控制器42可產生控制輸出56，該等控制輸出經傳輸至控制閥36及38中之一或兩者，並使第一燃料30及/或第二燃料32之流受到調整，因此調整燃料摻合物26之組成物。就此而言，連續比較燃料摻合物26之測量與

第13頁，共 26 頁(發明說明書)

操作模型70可在燃燒室16內之一不利狀況發生之前使燃料摻合物26之組成物能夠即時調整。

**【0032】** 此外，控制器42從爆震感測器44接收一燃燒信號作為輸入54。燃燒信號輸入54提供燃燒室16內之燃燒動力的回授，其可用以調整燃料摻合物26之組成物及/或更新操作模型70。例如，控制器42可判定燃料摻合物26之組成物應回應於所識別之一爆震狀況而受到調整，並且作為回應而產生控制輸出56，如本文所描述。額外地或替代地，燃燒信號輸入54可用以判定燃料摻合物26之測量係與所偵測之爆震狀況相關聯。作為回應，控制器42可更新操作模型70，以在當獲得燃料摻合物26之類似測量時，促使進行一未來爆震狀況的即時預測。

**【0033】** 控制器42亦可接收來自感測器46、48、50、及/或52（顯示於圖2中）之任一者的測量作為輸入54，以更新操作模型70及/或產生控制輸出56。例如，控制器42可接收從各別感測器46及48獲得之第一燃料30及/或第二燃料32的測量作為輸入54。此輸入54可由控制器42使用作為一前饋信號，以補充從燃料摻合物分析器40獲得之燃料摻合物26的測量，如本文所描述。在感測器46及/或48獲得各別燃料30及32之流測量的實施例中，控制器42可將該測量用作為產生輸出56的控制參數。亦即，控制器42可產生輸出56以使控制閥36及/或38將至混合器34之第一燃料30及/或第二燃料32的流各別調整至一所欲流率。除了由爆震感測器44獲得的燃燒信號之外，控制器42亦可接收其他的所測量燃燒參數（例如，火焰強度、溫度、及/或壓力）作為輸入54。此類輸入54提供燃燒室16內之燃燒動力的連續回授，其可用以調整燃料摻合物26之組成物及/或更新操作

模型70，如本文所描述。應瞭解，如本文所述地從感測器46、48、50、及/或52獲得之任何額外測量可用以使控制器42能夠如本文所述地作用。

**【0034】** 控制器42亦可產生及/或包括一排放模型80，該排放模型使控制器42能夠即時預測離開渦輪18之排放氣體28中之污染物的位準（例如，CO、CO<sub>2</sub>、及/或NO<sub>x</sub>之位準）。可基於由控制器42模型化或即時監測之渦輪引擎12的操作參數（例如，功率輸出或負載），而產生排放模型80。控制器42可比較燃料摻合物26之測量與排放模型80。基於該比較，控制器42可判定燃料摻合物26之組成物是否可能潛在地造成排放氣體28中之一無法接受的污染物位準。作為回應，控制器42可如本文所述地產生輸出56以調整燃料摻合物26之組成物，以達成燃料摻合物26之適當組成物以滿足預定的排放限制。

**【0035】** 控制器42亦可從感測器52（顯示於圖2中）接收與排放氣體28相關聯的排放位準測量作為輸入54。排放位準測量可提供在排放氣體28中之污染物位準的即時回授，其可用以調整燃料摻合物26之組成物及/或更新排放模型80。例如，控制器42可判定燃料摻合物26之組成物應回應於一經偵測污染物位準而受到調整，並作為回應而產生控制輸出56，如本文所描述。如本文所述，來自感測器52之輸入54亦可包括離開SCR處理系統（未圖示）之排放氣體28的測量。就此而言，可由控制器42使用SCR處理系統內之變化，以判定燃料摻合物26之組成物應受到調整。額外地或替代地，控制器42可使用由感測器52獲得並經接收作為輸入54的測量來更新排放模型80。例如，控制器42可比較一所預測污染物位準與排放位準測量。控制器42可判定所預測污染物位準是否與由感測器52測量之一實際污染物位準匹配，或者控制器42可判定所預測污染物位準與實際污染物位準之間存在差異。作為回應，控制器42可更新排放模型80，以

第15頁，共 26 頁(發明說明書)

促進改善與燃料摻合物26之類似測量相關聯之一未來所預測污染物位準的準確度。

**【0036】** 控制器42可將排放模型80與操作模型70整合。因此，控制器42可藉由判定燃料摻合物26之測量是否與操作邊界內的燃燒狀況相關聯以及是否與排放氣體28中之一可接受污染物位準相關聯，來促進最佳化燃料摻合物26之組成物。就此而言，控制器42在較低成本燃料（諸如例如，煙液燃料）以及碳中和燃料（諸如例如，氫燃料）的使用上促進更廣泛的彈性。控制器42亦可產生及/或包括一整體經濟模型（未圖示），該整體經濟模型將操作模型70及排放模型80與預期成本及獲利能力併入在一起，該預期成本及獲利能力係與特定燃料摻合物26的使用及/或特定個別燃料30及/或32的使用相關聯。就此而言，控制器42可在燃氣渦輪系統10之操作壽命上促進最佳化燃料摻合物26之組成物，並促進最大化整體營收。

**【0037】** 圖4係根據本揭露之利用燃料摻合物控制的一第二替代燃氣渦輪系統200的示意圖。燃氣渦輪系統200包括如在圖1及圖2中各別顯示且在本文中描述之燃氣渦輪系統10及/或100之所有元件及組件。此外，在第二替代實施例中，燃氣渦輪系統200包括分級燃燒室16。燃燒室16可係例如軸向分級或徑向分級的燃燒室16。一般而言，分級燃燒系統係藉由以下來操作：在第一級58處引入預混合之燃料與空氣的貧混合物，並在第二級60處引入具有較高當量比之燃料的富混合物。在第一級58處引入具有相對較低的火焰溫度之貧混合物會促進減少燃料在高溫燃燒環境中（例如在第二級60處）之滯留時間。因此，分級燃燒室可最小化NO<sub>x</sub>排放，且增加的燃燒效率可額外地降低其他污染物（諸如CO及未燃燒煙）之位準。此外，燃燒分級亦可藉由將燃燒反應散布於多個

第16頁，共 26 頁(發明說明書)

區上而減少燃燒室16中之非所欲燃燒動力。然而，分級燃燒室中的彈性增加對於最佳化反應速率及改善燃燒穩定性係所欲的。此外，由於經摻合燃料而造成熱致(thermally-induced)排放及燃燒動力改變的影響仍是一項挑戰，且在分級燃燒系統中可能需要實質硬體重新組態。

**【0038】** 如圖4所示，供應至分級燃燒室16之燃料係於第一級58與第二級60之間劃分。第一燃料30在混合器34的上游被分成：經引導至第一級58的第一部分62；及供應至混合器34的一第二部分64，其中燃料摻合物26經引導至第二級60。在其他實施例中，系統200可包括在混合器34的下游之燃料分離器或燃料歧管（未圖示），其將燃料摻合物26分離成經引導至第一級58的第一部分（未圖示）以及經引導至至少第二級60的第二部分（未圖示）。第一燃料30可適當地係比第二燃料32更低的反應性燃料（亦即，具有相對較慢的反應速率）。例如，第一燃料30可係烴氣燃料（諸如天然氣）、或液化烴燃料（諸如液化石油氣），且第二燃料32可係氫。如此，離開混合器34的燃料摻合物26可包含較低反應性燃料30與較高反應性燃料32的合適混合物。空氣（未圖示）可在第一級58處引入或與經引導至第一級58之燃料（例如，第一燃料30）混合，以生產預混合貧燃料。惰性氣體（例如，氮）可在第二級60處引入或與經引導至第二級60的燃料（例如，燃料摻合物26）混合，以促進改善熱管理及/或提供冷卻。

**【0039】** 如本文所述，燃料摻合物分析器40獲得指示燃料摻合物26之組成物的測量。控制器42接收此測量，並判定燃料摻合物26之組成物是否可能造成在預定操作邊界外的燃燒動力。例如，控制器42可判定燃料摻合物26之組成物指示將無法承受第二級60中之火焰溫度且可能導致過早燃燒的燃料組成物。

替代地，控制器42可判定燃料摻合物26之組成物指示可能造成貧油吹熄事件的燃料組成物。控制器42亦接收來自爆震感測器44的一燃燒信號，該爆震感測器可偵測在第一級58及/或第二級60處的爆震狀況。

**【0040】** 回應於識別到指示在預定操作邊界外之燃燒動力的燃料摻合物測量、及/或回應於偵測到爆震狀況，控制器42可產生輸出56（顯示於圖3中）以使控制閥36、38各別調整第一燃料30或第二燃料32之流。就此而言，控制器42可調整供應至第二級60的燃料摻合物26之組成物，該組成物將以最小的滯留時間迅速燃燒。控制器42因此控制供應至第二級60的燃料摻合物26之組成物，以促進最佳化分級燃燒的反應速率及燃燒動力。額外的燃料分析器（諸如圖2所示之感測器46）可獲得供應至混合器34及第一級58之第一燃料30的測量。控制器42可接收此測量，並作為回應可產生使控制閥36調整第一燃料30之流的輸出，以最佳化第一級58及第二級60兩者中的燃燒狀況。應瞭解，如本文所述地從感測器46、48、50、及/或52獲得之任何額外測量可用以使控制器42能夠如本文所述地作用。

**【0041】** 圖5係控制燃氣渦輪引擎12之燃料摻合物26的例示性方法300的流程圖。將第一燃料30及第二燃料32供應302至混合器34，藉此將第一燃料30及第二燃料32混合304在一起，以獲得燃料摻合物26。如本文所述，位於混合器34的下游之燃料摻合物分析器40接收306指示燃料摻合物26之組成物的測量。控制器42通訊地耦接至燃料摻合物分析器40，並接收來自燃料摻合物分析器之燃料摻合物26的測量。控制器亦通訊地耦接至爆震感測器44，該爆震感測器耦接至燃氣渦輪引擎12之燃燒室16。燃料摻合物26係供應至燃燒室16，藉此將其燃燒308。爆震感測器44接收310指示燃燒室16之燃燒行為的一燃燒信號。

控制器接收來自爆震感測器44的燃燒信號。控制器42產生控制輸出56，以控制312第一燃料30之流及/或第二燃料32之流中之至少一者。具體而言，控制器42基於燃料摻合物26的測量及/或燃燒信號而產生控制輸出56，從而調整燃料摻合物26之組成物。

**【0042】** 藉由回應於燃料摻合物之一所偵測組成物及/或在渦輪引擎內之所監測燃燒動力而調整第一燃料及/或一第二燃料之流，上述系統及方法促進渦輪引擎之燃料摻合物的即時控制。因此，本文所述之系統及方法促進最佳化可與廣泛範圍的可變燃料操作的一渦輪引擎之耐久性、排放、及功率（百萬瓦）輸出。此外，使用在混合器的下游之燃料摻合物分析器來獲得指示燃料摻合物之組成物的測量促使控制器在燃料摻合物的燃燒之前或期間執行燃燒狀況及/或排放之預測演算法。相較於僅使用燃燒室中之燃燒動力的回授的燃料摻合物控制系統及方法（其中在控制器可使燃料摻合物組成物改變之前，可能發生無法接受的燃燒狀況），此促使控制器對於例如燃料之可用性或負載時程的變化所致之燃料摻合物組成物的變化更快地有所反應。進一步，獲得在混合個別燃料的下游之燃料摻合物的測量促進改善燃料摻合物之一所判定組成物的準確度。當將例如氫燃料與烴燃料混合時（其中即便是燃料摻合物之測量的小變化（例如，比重或密度測量）亦係對應於燃料摻合物中之氫含量變化），此可係有利的。獲得在混合個別燃料的下游之燃料摻合物的測量亦促進使用較少測量及/或儀器判定燃料摻合物之組成物。

**【0043】** 本文所述之系統及方法之例示性技術效果包括但不限於包括：  
(a)使用預測演算法連同燃燒信號回授來促進可與燃料摻合物操作之一引擎中的燃燒動力的改善；(b)促進燃料摻合物偵測之改善及對於燃料摻合物組成物變化



更快的反應時間；(c)在低排放燃氣渦輪中實現更廣泛的燃料彈性；及(d)從較可靠的燃料摻合促進成本最佳化。

**【0044】** 本揭露之進一步態樣係由下文條項之標的所提供：

1. 一種控制一渦輪引擎之一燃料摻合物的方法，該方法包含：將一第一燃料及一第二燃料供應至一混合器；在該混合器中將該第一燃料及該第二燃料混合在一起，以獲得一燃料摻合物；在該混合器的下游之一燃料摻合物分析器處，接收指示該燃料摻合物之一組成物之一測量；燃燒在一燃燒室中的該燃料摻合物；接收指示燃燒行為之一燃燒信號；及基於該燃料摻合物測量及該燃燒信號中之至少一者，藉由一控制器來控制該第一燃料之一流及該第二燃料之一流中之至少一者。
2. 如前述條項中任一項之方法，其中該燃燒信號係由耦接至該燃燒室之一爆震感測器所接收。
3. 如前述條項中任一項之方法，其中基於該燃料摻合物測量及該燃燒信號中之至少一者，藉由該控制器來控制包含：藉由該控制器將一輸出信號傳輸至在該混合器的上游之至少一控制閥。
4. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：藉由該控制器比較該燃料摻合物測量與該燃燒室之一操作模型；基於該比較，藉由該控制器判定與該燃料摻合物測量相關聯的一所預測燃燒狀況；及基於該所預測燃燒狀況，藉由該控制器控制該第一燃料之該流及該第二燃料之該流中之至少一者。
5. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：藉由該控制器比較該所預測燃燒狀況與該燃燒信號；藉由該控制器判定該所預測燃燒狀況是

否與由該燃燒信號所指示的該燃燒行為匹配；及若該所預測燃燒狀況與所指示的該燃燒行為不匹配，則更新該操作模型。

6. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：在該混合器的上游之至少一燃料感測器處，接收指示該第一燃料及該第二燃料中之至少一者的一組成物的至少一測量；基於該燃料摻合物測量及該第一燃料及該第二燃料中之至少一者的該至少一測量，藉由該控制器判定該燃料摻合物之一組成物；及基於所判定之該燃料摻合物組成物及該燃燒信號中之至少一者，藉由該控制器控制該第一燃料之該流及該第二燃料之該流中之至少一者。
7. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：藉由該控制器比較該燃料摻合物測量與該燃燒室的一排放模型；基於該比較，藉由該控制器判定與該燃料摻合物測量相關聯之一所預測污染物位準；及基於該所預測污染物位準，藉由該控制器控制該第一燃料之該流及該第二燃料之該流中之至少一者。
8. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：在該燃燒室的下游之一排放感測器處，接收一排放位準測量；藉由該控制器比較該所預測污染物位準與該排放位準測量；藉由該控制器判定該所預測污染物位準是否與該排放位準測量匹配；及若該所預測污染物位準與該排放位準測量不匹配，則更新該排放位準模型。
9. 如前述條項中任一項之方法，其中該第一燃料係天然氣，且該第二燃料係氫。

10. 如前述條項中任一項之方法，其中該第一燃料係液化石油氣，且該第二燃料係氫。
11. 如前述條項中任一項之方法，其中該第一燃料係烴氣燃料，且該第二燃料係液化烴燃料。
12. 如前述條項中任一項之方法，其進一步包含：在將該液化烴燃料供應至該混合器之前，蒸發該液化烴燃料。
13. 一種用於一渦輪引擎之燃料控制系統，該系統包含：一燃料供應系統，其包含一混合器，該混合器用於將一第一燃料及一第二燃料混合在一起，以獲得一燃料摻合物；一燃料摻合物分析器，其係在該混合器的下游；一燃燒室，其係在該燃料摻合物分析器的下游，該燃燒室可以該燃料摻合物操作；一爆震感測器，其耦接至該燃燒室；及一控制器，其通訊地耦接至該爆震感測器及該燃料摻合物分析器，該控制器包含與至少一記憶體裝置通訊的至少一處理器，該至少一處理器經組態以：從該爆震感測器接收指示燃燒行為的一燃燒信號；從該燃料摻合物分析器接收指示該燃料摻合物之一組成物之一測量；及基於該燃燒信號及該燃料摻合物測量中至少一者，調整該第一燃料之一流及該第二燃料之一流中之至少一者。
14. 如前述條項中任一項之系統，其中該燃料摻合物分析器包含一比重感測器或一密度計。
15. 如前述條項中任一項之系統，其中該第一燃料係天然氣，且該第二燃料係氫。

16. 如前述條項中任一項之系統，其中該第一燃料係液化石油氣，且該第二燃料係氫。
17. 如前述條項中任一項之系統，其進一步包含一感測器，其通訊地耦接至該控制器，該感測器係選自由以下所組成之群組：一排放氣體排放感測器、一排放氣體溫度感測器、一燃燒壓力感測器、一燃料摻合物流感測器、一第一燃料流感測器、一第二燃料流感測器、一第一燃料組成物感測器、一第二燃料組成物感測器、及一光學火焰感測器。
18. 如前述條項中任一項之系統，其中該感測器係一光學火焰感測器。
19. 如前述條項中任一項之系統，其中該感測器係一第一燃料組成物感測器或一第二燃料組成物感測器。
20. 如前述條項中任一項之系統，其中該燃燒室係一分級燃燒室，該分級燃燒室包含一第一級及一第二級。
21. 如前述條項中任一項之系統，其中該第一燃料之一第一部分係供應至該第一級，且該第一燃料之一第二部分係供應至該混合器，以用於將該第一燃料之該第二部分與該第二燃料混合在一起以獲得該燃料摻合物。
22. 如前述條項中任一項之系統，其中該分級燃燒室係一軸向分級燃燒室。
23. 如前述條項中任一項之系統，其中該第一燃料係烴氣燃料，且該第二燃料係液化烴燃料。
24. 如前述條項中任一項之系統，其中該烴氣燃料係天然氣，且該液化烴燃料包含液化石油氣或戊烷。

**【0045】** 本文所述之方法及系統不限於本文所述之具體實施例。例如，各系統之組件及/或各方法之步驟可獨立使用，並可自本文所述之其他組件及/或步驟分開使用。例如，方法及系統亦可與其他渦輪系統組合使用，且不限於僅以如本文所述之燃氣渦輪引擎實施。而是，該例示性實施例可結合許多其他渦輪應用來加以實施及利用。

**【0046】** 雖然本揭露之各種實施例的具體特徵可在一些圖式中而未在其他者中顯示，但此僅是為方便起見。根據本揭露之原理，一圖式之任何特徵可與任何其他圖式之任何特徵結合來參照及/或主張。

**【0047】** 此書面描述使用實例來揭示本發明（包括最佳模式），並亦使所屬技術領域中具有通常知識者能夠實施本發明，包括製造及使用任何裝置或系統及執行任何合併的方法。本發明之可專利範圍係由申請專利範圍所定義，且可包括所屬技術領域中具有通常知識者設想到的其他實例。若此類其他實例不具有不同於申請專利範圍之字面用語的結構元件，或若此類其他實例包括與申請專利範圍之字面用語無實質差異的等效結構元件，則其等係意欲位在申請專利範圍之範疇內。

### **【符號說明】**

#### **【0048】**

10:燃氣渦輪系統；系統

12:燃氣渦輪引擎；渦輪引擎

14:壓縮機

16:燃燒室；分級燃燒室

18:渦輪

20:軸

22:發電機

24:氧化劑

25:壓縮氧化劑；氧化劑

26:燃料摻合物

27:熱燃燒氣體

28:排放氣體

29:燃料供應系統或滑道

30:第一燃料；烴氣燃料；燃料；較低反應性燃料

32:第二燃料；燃料；較高反應性燃料

34:混合器

36:控制閥

38:控制閥

40:燃料摻合物分析器單元；燃料摻合物分析器

42:電腦控制系統或控制器

44:爆震感測器；感測器

46:感測器

48:感測器

50:感測器

52:感測器

54:輸入

56:輸出

58:第一級

60:第二級

62:第一部分

64:第二部分

70:操作模型

80:排放模型

100:燃氣渦輪系統；系統

200:燃氣渦輪系統；系統

300:方法

302:供應

304:混合

306:接收

308:燃燒

310:接收

312:控制

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種控制一渦輪引擎(12)之一燃料摻合物(26)的方法，該方法包含：

將一第一燃料(30)及一第二燃料(32)供應至一混合器(34)；

在該混合器(34)中將該第一燃料(30)及該第二燃料(32)混合在一起，以獲得一燃料摻合物(26)；

在該混合器(34)的下游之一燃料摻合物分析器(40)處，接收指示該燃料摻合物(26)之一組成物的一測量；

燃燒在一燃燒室(16)中的該燃料摻合物(26)；

接收指示燃燒行為的一燃燒信號；及

基於該燃料摻合物測量及該燃燒信號中之至少一者，藉由一控制器(42)來控制該第一燃料(30)之一流及該第二燃料(32)之一流中之至少一者。

【請求項2】如請求項1之方法，其中該燃燒信號係由耦接至該燃燒室(16)的一爆震感測器(44)所接收。

【請求項3】如請求項1之方法，其中基於該燃料摻合物測量及該燃燒信號中之至少一者，藉由該控制器(42)來控制包含：藉由該控制器(42)將一輸出信號(56)傳輸至在該混合器(34)的上游之至少一控制閥(36, 38)。

【請求項4】如請求項1之方法，其進一步包含：

藉由該控制器(42)比較該燃料摻合物測量與該燃燒室(16)的一操作模型(70)；

基於該比較，藉由該控制器(42)判定與該燃料摻合物測量相關聯的一所預測燃燒狀況；及



基於該所預測燃燒狀況，藉由該控制器(42)控制該第一燃料(30)之該流及該第二燃料(32)之該流中之至少一者。

【請求項5】如請求項4之方法，其進一步包含：

藉由該控制器(42)比較該所預測燃燒狀況與該燃燒信號；

藉由該控制器(42)判定該所預測燃燒狀況是否與由該燃燒信號所指示的該燃燒行為匹配；及

若該所預測燃燒狀況與所指示的該燃燒行為不匹配，則更新該操作模型(70)。

【請求項6】如請求項1之方法，其進一步包含：

在該混合器(34)的上游之至少一燃料感測器(46, 48)處，接收指示該第一燃料(30)及該第二燃料(32)中之至少一者的一組成物的至少一測量；

基於該燃料摻合物測量及該第一燃料(30)及該第二燃料(32)中之至少一者的該至少一測量，藉由該控制器(42)判定該燃料摻合物(26)之一組成物；及

基於所判定之該燃料摻合物組成物及該燃燒信號中之至少一者，藉由該控制器(42)控制該第一燃料(30)之該流及該第二燃料(32)之該流中之至少一者。

【請求項7】如請求項1之方法，其進一步包含：

藉由該控制器(42)比較該燃料摻合物測量與該燃燒室(16)的一排放模型(80)；

基於該比較，藉由該控制器(42)判定與該燃料摻合物測量相關聯之一所預測汙染物位準；及

基於該所預測汙染物位準，藉由該控制器(42)控制該第一燃料(30)之該流及該第二燃料(32)之該流中之至少一者。

【請求項8】如請求項7之方法，其進一步包含：

在該燃燒室(16)的下游之一排放感測器(52)處，接收一排放位準測量；

藉由該控制器(42)比較該所預測污染物位準與該排放位準測量；

藉由該控制器(42)判定該所預測污染物位準是否與該排放位準測量匹配；

及

若該所預測污染物位準與該排放位準測量不匹配，則更新該排放位準模型(80)。

【請求項9】如請求項1之方法，其中該第一燃料(30)係天然氣或液化石油氣，且該第二燃料(32)係氫。

【請求項10】一種用於一渦輪引擎(12)之燃料控制系統，該系統包含：

一燃料供應系統(29)，其包含一混合器(34)，該混合器用於將一第一燃料(30)及一第二燃料(32)混合在一起，以獲得一燃料摻合物(26)；

一燃料摻合物分析器(40)，其係在該混合器(34)的下游；

一燃燒室(16)，其係在該燃料摻合物分析器(40)的下游，該燃燒室(16)可以該燃料摻合物(26)操作；

一爆震感測器(44)，其耦接至該燃燒室(16)；及

一控制器(42)，其通訊地耦接至該爆震感測器(44)及該燃料摻合物分析器(40)，該控制器(42)包含與至少一記憶體裝置通訊的至少一處理器，該至少一處理器經組態以：

從該爆震感測器(44)接收指示燃燒行為的一燃燒信號；

從該燃料摻合物分析器(40)接收指示該燃料摻合物之一組成物的一測量；及

基於該燃燒信號及該燃料摻合物測量中至少一者，調整該第一燃料(30)之一流及該第二燃料(32)之一流中之至少一者。

【請求項11】如請求項10之系統，其中該燃料摻合物分析器(40)包含一比重感測器或一密度計。

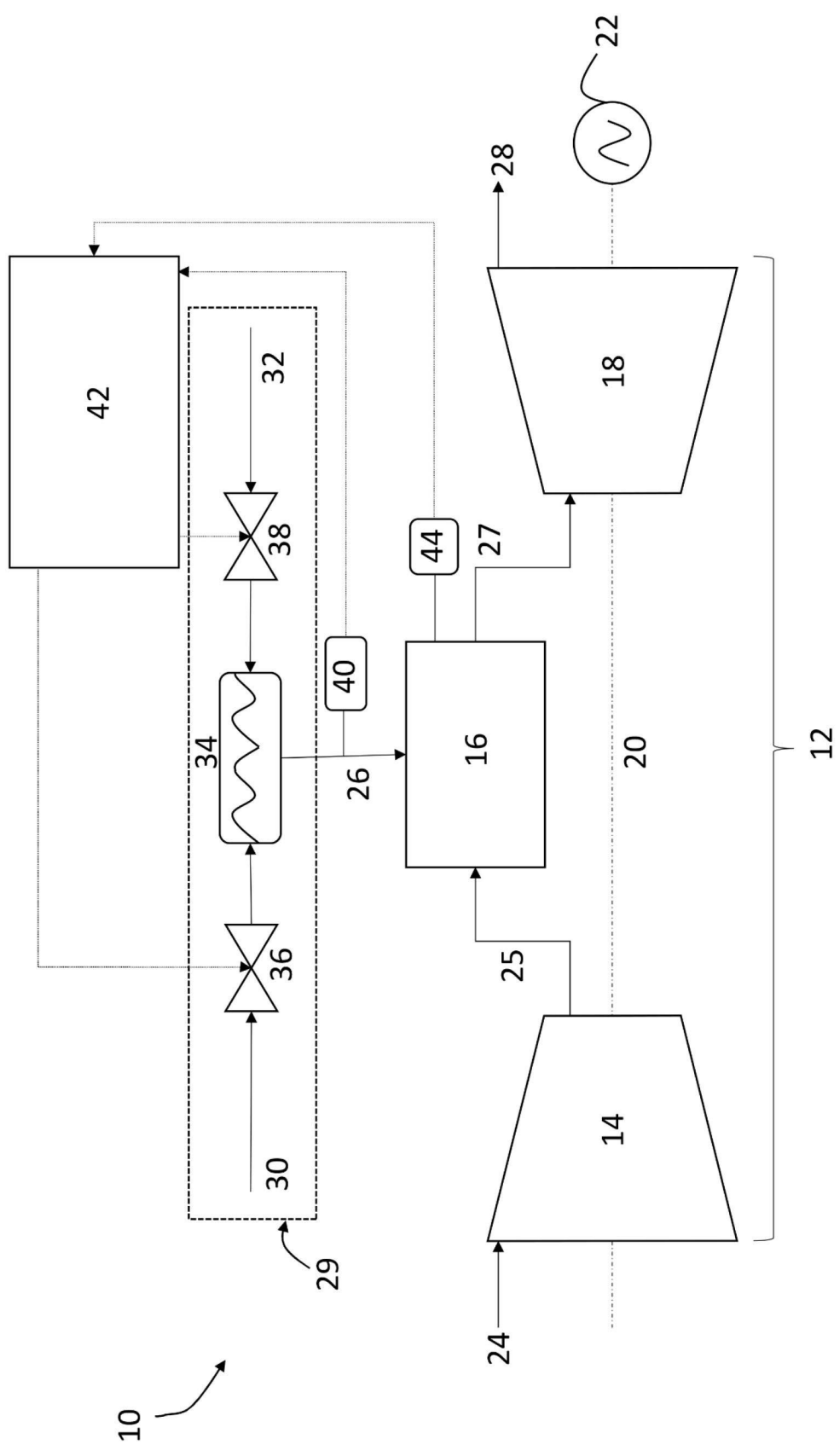
【請求項12】如請求項10之系統，其中該第一燃料(30)係天然氣或液化石油氣，且該第二燃料(32)係氫。

【請求項13】如請求項10之系統，其進一步包含一光學火焰感測器(50)、一第一燃料組成物感測器(46)、及一第二燃料組成物感測器(48)中之至少一者。

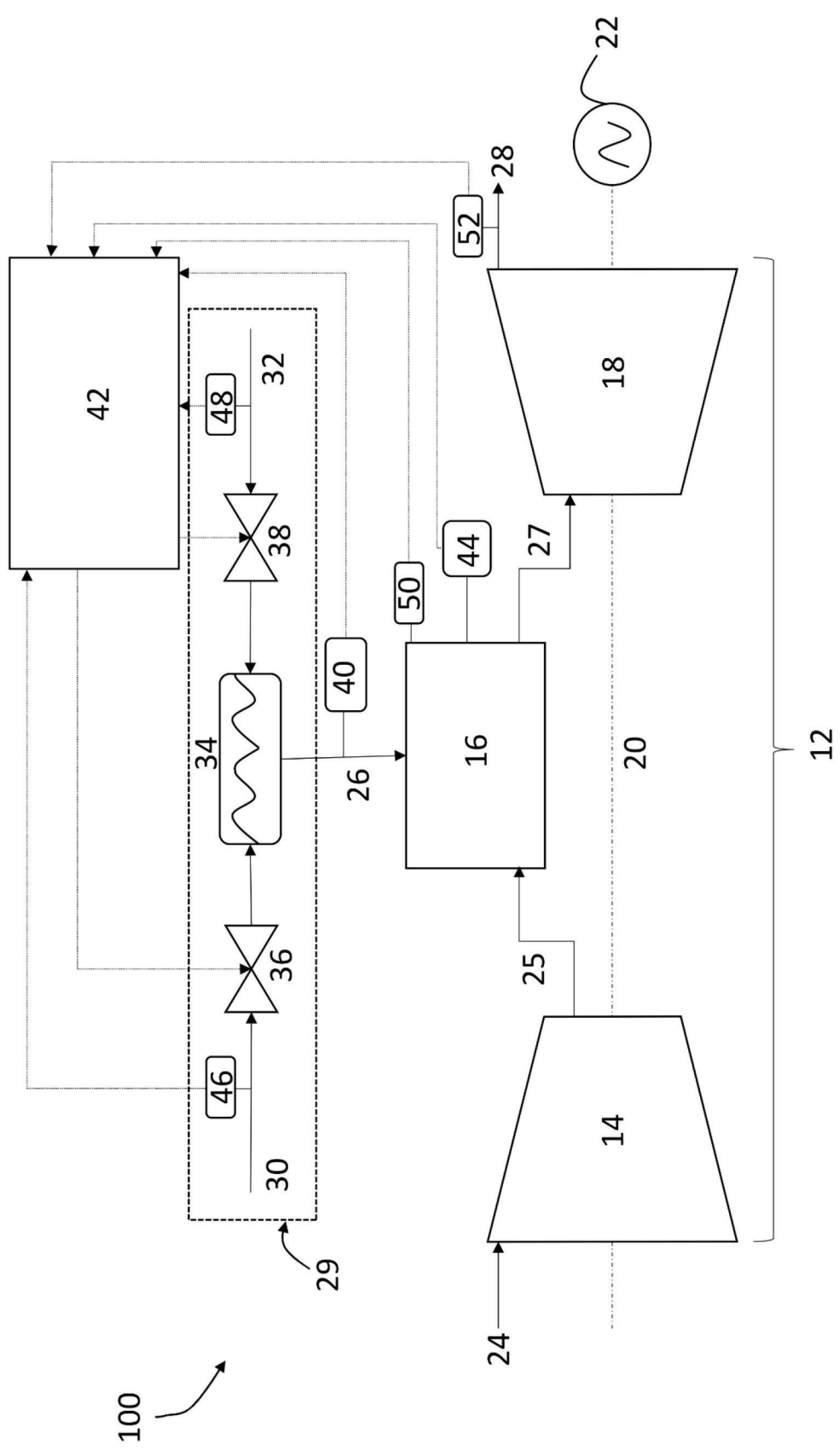
【請求項14】如請求項10之系統，其中該燃燒室(16)係一分級燃燒室(16)，該分級燃燒室包含一第一級(58)及一第二級(60)。

【請求項15】如請求項14之系統，其中該第一燃料(30)之一第一部分(62)係供應至該第一級(58)，且該第一燃料(30)之一第二部分(64)係供應至該混合器(34)，以用於將該第一燃料(30)之該第二部分(64)與該第二燃料(32)混合在一起以獲得該燃料摻合物(26)。

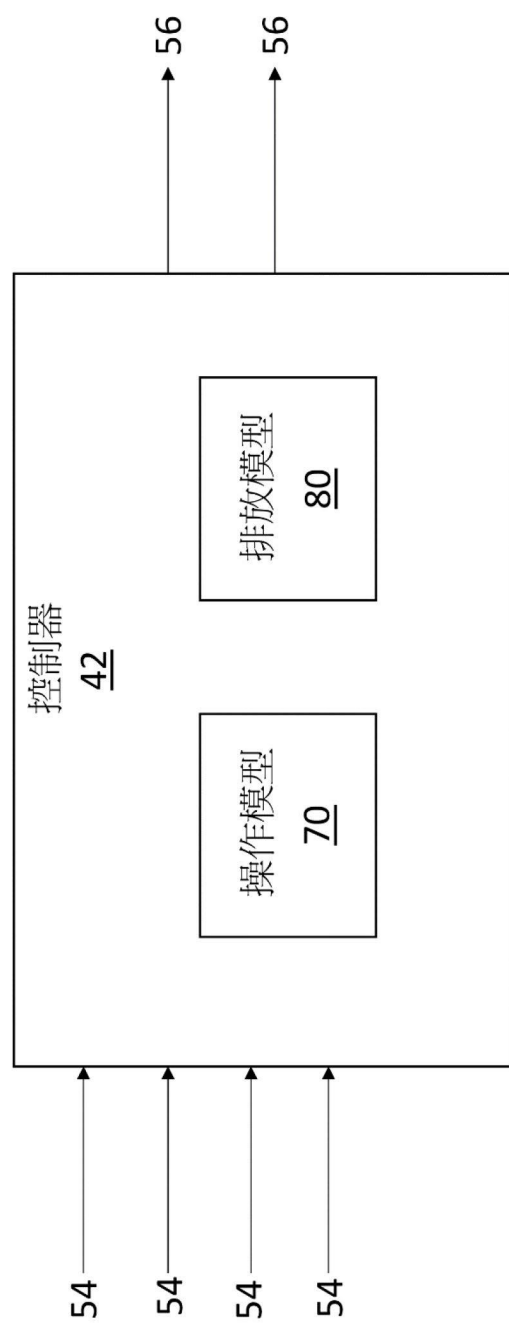
【發明圖式】



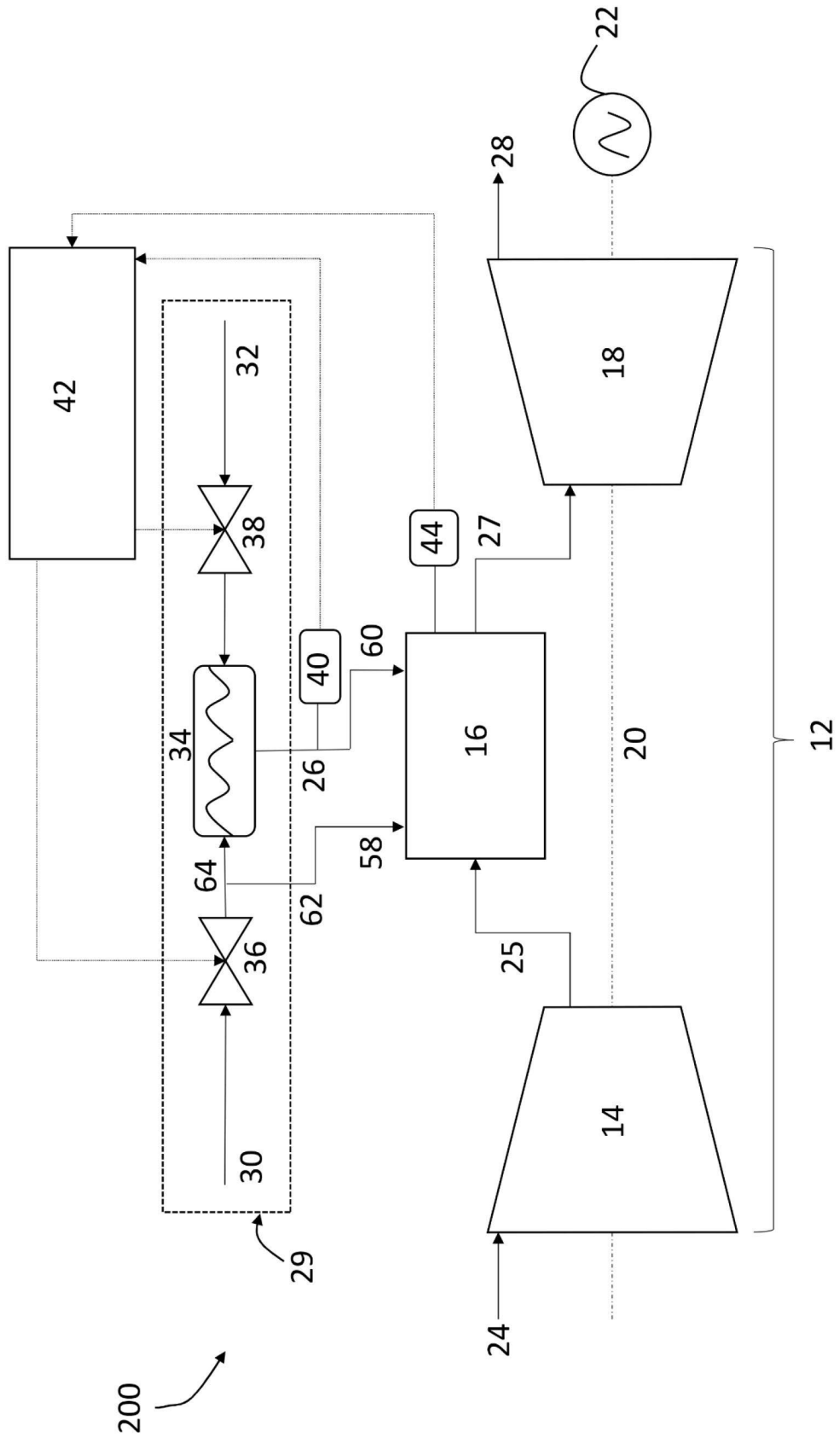
【圖1】



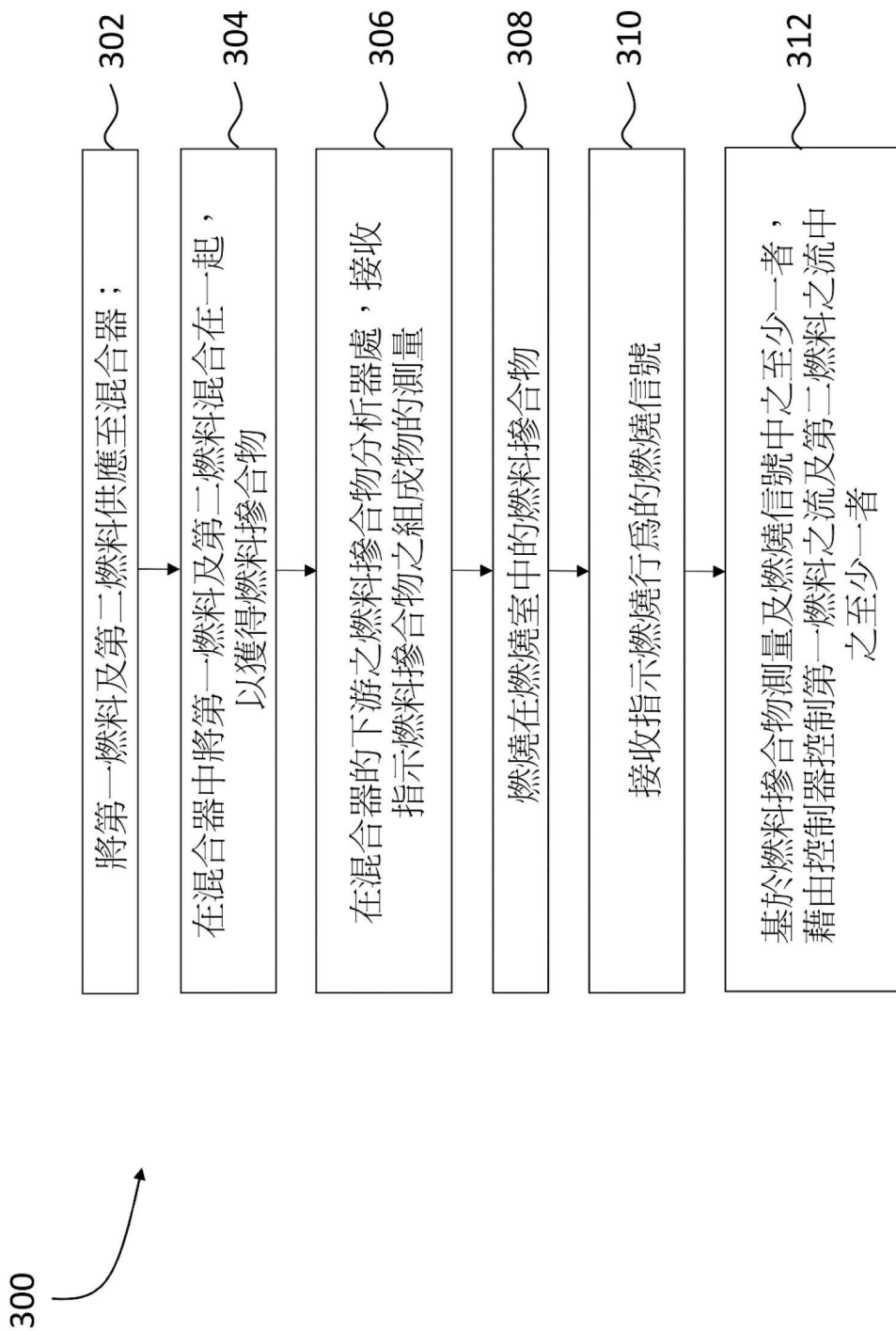
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】