

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **701 827 A2**

(51) Int. Cl.: **F23R 3/28** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01357/10

(22) Anmeldedatum: 24.08.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.03.2011

(30) Priorität: 29.08.2009 US 12/550,354

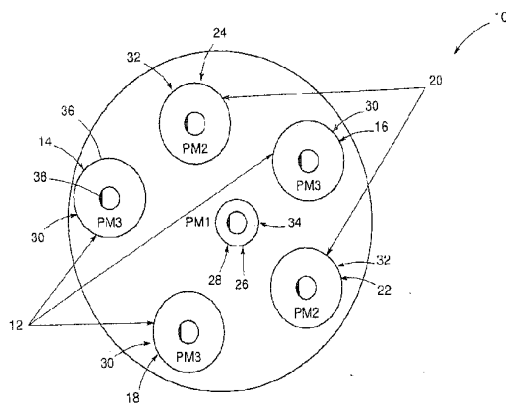
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Kapil Kumar Singh, Niskayuna, New York 12309 (US)
Fei Han, Niskayuna, New York 12309 (US)
Shiva Srinivasan, Greenville, South Carolina 29615 (US)
Kwanwoo Kim, Greenville, South Carolina 29615 (US)
Preetham Balasubramanyam,
Niskayuna, New York 12309 (US)
Qingguo Zhang, Niskayuna, New York 12309 (US)

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) Brennkammer mit Verbrennungsdynamiksteuerung mehrerer Brennstoffdüsen.

(57) Eine Brennkammer (10) minimiert Verbrennungsemissionen bei einem niedrigeren Verbrennungsdynamikpegel während Bedingungen gleichmässiger Brennstoffaufteilung in der Brennkammer, indem die Brennstoffimpedanz durch geometrische Änderungen oder einen inaktiven Einbau in verschiedenen Düsengruppen (12, 20, 26), verändert wird, gegenüber demjenigen, was während Bedingungen einer gleichmässigen Brennstoffaufteilung bei einer Mehrfach-Brennstoffdüsen-Brennkammer erreichbar ist, die eine Düsenbrennstoffimpedanz nutzt, die allen Düsen (14, 16, 18, 22, 24, 28) gemeinsam ist, während sie im Wesentlichen denselben Verbrennungsemissionspegel aufweist.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein Gasturbinenbrennkammern und insbesondere ein System und ein Verfahren zum Steuern der Verbrennungsdynamik von Gasturbinen durch Verändern der Brennstoffdüsenimpedanz zwischen verschiedenen Düsengruppen.

[0002] Jedes Rohr eines Mehrfachrohr-Gasturbinenverbrennungssystems enthält typischerweise 2-3 oder mehr unterschiedliche Brennstoffzuführungsdüsengruppen. Diese Brennstoffzuführungsdüsen in verschiedenen Gruppen sind in der Geometrie im Wesentlichen identisch, wobei Unterschiede nur die Menge des Brennstoffdurchsatzes betreffen. Die relative Menge des Brennstoffdurchsatzes zu unterschiedlichen Düsengruppen wird als Brennstoffaufteilung bezeichnet, welche eines von den Hauptwerkzeugen zum Steuern der Verbrennungsdynamik ist. Jedoch entsprechen die besten Bedingungen zum Erreichen geringster Dynamik üblicherweise nicht Betriebsbedingungen, die für minimale Emissionen geeignet sind und umgekehrt.

[0003] Die instabile Flamme in einem Brennkammerrohr baut, wenn sie mit den Eigenschwingungsmodi der Brennkammer gekoppelt ist, einen Rückkopplungszyklus auf und kann zu Druckpulsationen hoher Amplituden mit möglicher Beschädigung an dem Material führen. Diese Probleme sind bei modernen Verbrennungssystemen mit magerer Vormischung, die zur Erzeugung geringerer Emissionen eingesetzt werden, ausgeprägter und wurden bereits auf verschiedene Arten, einschliesslich einer Modifikation der Erzeugungsmechanismen, Änderungen der Brennkammergeometrie und aktiver und passiver Steuerung angegangen.

[0004] Da die gegenseitige Wechselwirkung verschiedener Flammengruppen in einem Mehrfachdüsen-Gasturbinenverbrennungssystem ein kritischer Faktor in der Auslösung/Steuerung der Verbrennungsdynamik der Brennkammer sein kann, wäre es sowohl vorteilhaft als auch nutzbringend, ein System und ein Verfahren zum Betreiben einer Gasturbine bei gleichmässiger Brennstoffaufteilung in einer Weise bereitzustellen, die eine Minimierung von Emissionen erzielt, während sie gleichzeitig die Amplitude der Verbrennungsdynamik verringert.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0005] Kurz gesagt weist eine Brennkammer gemäss einer Ausführungsform mehrere Brennstoffdüsen auf, wobei wenigstens eine Düse Brennstoff aus einer ersten Brennstoffleitung erhält und wobei ferner wenigstens eine unterschiedliche Düse Brennstoff aus einer zweiten Brennstoffleitung erhält, wobei jede Brennstoffleitung eine entsprechende Impedanz dergestalt besitzt, dass sich die Impedanz der ersten Brennstoffleitung gegenüber der Impedanz der zweiten Brennstoffleitung fest oder variabel unterscheidet. Die Impedanz der Brennstoffleitungen wird durch die geometrischen Abmessungen der Düsen und den Brennstoffdurchsatz bestimmt. Die Verteilung des gesamten Brennstoffs auf verschiedene Düsen wird als Brennstoffaufteilung bezeichnet. Wenn die Menge des pro Düse verteilten Brennstoffs zwischen verschiedenen Düsengruppen gleich ist, wird dieser Zustand als gleichmässige Brennstoffaufteilung bezeichnet.

[0006] Gemäss einer weiteren Ausführungsform weist ein Brenner mehrere Brennstoffdüsen auf, wobei wenigstens eine Düse Brennstoff aus einer ersten Brennstoffleitung erhält, und wobei ferner wenigstens eine unterschiedliche Düse Brennstoff aus einer zweiten Brennstoffleitung erhält, wobei jede Düse eine Brennstoffleitungsimpedanz aufweist, die sich fest oder variabel gegenüber wenigstens einer Brennstoffleitungsimpedanz einer anderen Düse unterscheidet.

[0007] Gemäss noch einer weiteren Ausführungsform ist eine Brennkammer dafür konfiguriert, Verbrennungsemissionen bei einem niedrigeren Verbrennungsdynamikpegel während Bedingungen gleichmässiger Brennkammer-Brennstoffaufteilung durch Verändern der Brennstoffimpedanz mittels geometrischer Änderungen oder einen inaktiven Einbau in verschiedenen Düsengruppen gegenüber demjenigen zu minimieren, was während Bedingungen gleichmässiger Brennkammer-Brennstoffaufteilung mit einer Mehrfachdüsen-Brennkammer erreichbar ist, die Düsen mit identischer oder ähnlicher Impedanz und hoher Dynamik nutzt, die das Erreichen desselben niedrigen Verbrennungsemissionspegels verhindern.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0008] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verständlich, wenn die nachstehende detaillierte Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in welchen gleiche Referenzzeichen gleiche Teile durchgängig durch die Zeichnungen bezeichnen, wobei:

[0009] Fig. 1 ein Brennkammerrohr mit mehreren Düsengruppen darstellt, in welchen Vor- und Nachblendengrössen für eine Düsengruppe sich von Vor- und Nachblendengrössen für eine andere Düsengruppe gemäss einer Ausführungsform der Erfindung unterscheiden;

[0010] Fig. 2 eine Gasturbine darstellt, die das in Fig. 1 dargestellte Brennerrohr verwendet;

[0011] Fig. 3 eine detailliertere Ansicht der in Fig. 2 dargestellten Brennkammer ist.

[0012] Obwohl die vorstehend genannten Figuren alternative Ausführungsformen darstellen, werden auch weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wie in der Diskussion angegeben, in Betracht gezogen. In allen Fällen präsentiert diese Offenlegung veranschaulichende Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nur im Rahmen einer Darstellung

und nicht einer Einschränkung. Zahlreiche weitere Modifikationen und Ausführungsformen können von dem Fachmann auf diesem Gebiet erdacht werden, welche in den Schutzzumfang und Erfindungsgedanken der Prinzipien der Erfindung fallen.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0013] Fig. 1 stellt eine Rohrbrennkammer 10 mit mehreren Düsendgruppen 12, 20, 26 dar, in welchen Vor- und Nachblendengrößen für eine Düsendgruppe sich von Vor- und Nachblendengrößen einer anderen Düsendgruppe gemäss einer Ausführungsform der Erfindung unterscheiden. Jede Rohrbrennkammer eines Mehrrohr-Rohrbrennkammersystems besitzt typischerweise 2-3 unterschiedliche Brennstoffzuführungsdüsendgruppen, wie sie in Fig. 1 dargestellt sind. Typischerweise sind diese Düsen identisch, was hinsichtlich der Verbrennungsdynamik während Bedingungen gleichmässiger Brennstoffaufteilung der Brennkammer (gleichmässiges Brennstoff/Luft-Gemisch in Düsen unterschiedlicher Gruppen) problematisch ist. Die instabile (n) Flamme(n) in einer Brennkammer können mit den Eigenschwingungsmodi der Brennkammer koppeln, was einen Rückkopplungszyklus aufbaut, welcher zu Druckpulsationen hoher Amplitude mit möglicher Beschädigung des Materials führt. Dieses Problem ist bei modernen Verbrennungssystemen mit magerer Vormischung, welche zur Erzielung niedriger Emissionen genutzt werden, stärker ausgeprägt, da diese Systeme empfindlicher gegen Äquivalenzverhältnis- und Akustik/Durchsatz-Störungen sind. Ferner verschärft sich in Mehrfachdüsendsystemen das Problem, wenn alle Flammen aus unterschiedlichen Düsen identische oder ähnliche Eigenschaften haben, was bei einer gleichmässigen Aufteilung der Fall ist. Jedoch erreichen die Gasturbinen oft die niedrigsten Emissionen bei den gleichmässigen Aufteilungen, können jedoch bei dieser Bedingung aufgrund der hohen Verbrennungsdynamik nicht betrieben werden.

[0014] Die gegenseitige Wechselwirkung verschiedener Flammengruppen in einem Mehrfachdüsen-Brennkammersystem ist als kritischer Faktor bei der Auslösung/Steuerung der Verbrennungsdynamik der Brennkammer bekannt. Daher wurde Brennstoffaufteilung bereits erfolgreich zur Steuerung der Verbrennungsdynamik eingesetzt. Jedoch sind bei gleichmässiger Brennstoffaufteilung die Eigenschaften der verschiedenen Flammengruppen sehr ähnlich/identisch, was deren Einsatz zur weiteren Absenkung der Emissionen verhindert. Da die Brennstoffleitungsimpedanz das Verhalten einer speziellen Düse kennzeichnet und eine sehr wichtige Rolle in der Verbrennungsdynamik spielt, kann eine Änderung der Brennstoffleitungsimpedanz von einer oder mehreren Düsendgruppen gegenüber einer oder mehreren anderen Düsendgruppen dazu genutzt werden, das Verhalten verschiedener Flammengruppen zu ändern, um Emissionen, wie z.B., jedoch ohne Beschränkung darauf, NO_x zu minimieren, während gleichzeitig die flammenakustische Wechselwirkung geändert und die Amplitude der Verbrennungsdynamik verringert wird.

[0015] Gemäss weiterer Bezugnahme auf Fig. 1 kann die Rohrbrennkammer 10 ein Element eines Mehrrohr-Rohrbrennkammersystems sein, das beispielsweise für eine Gasturbine, wie nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 beschrieben, vorgesehen sein kann. Die Rohrbrennkammer 10 enthält eine erste Brennstoffdüsendgruppe 12, eine zweite Brennstoffdüsendgruppe 20 und eine dritte Brennstoffdüsendgruppe 26. Die Düsendgruppe 12 enthält Düsen 14, 16, 18. Die Düsendgruppe 20 enthält Düsen 22, 24. Die Düsendgruppe 26 enthält nur eine Düse 28. Jede Düsendgruppe 12, 20, 26 erhält Brennstoff aus einer entsprechenden Brennstoffleitung 30, 32, 34. Jede Brennstoffdüse weist eine entsprechende Vorblende 36 und eine entsprechende Nachblende 38 auf. Jede Brennstoffdüse 14, 16, 18, 22, 24, 28 ist mit einem gewünschten Volumen zwischen seiner entsprechenden Vorblende 36 und seiner entsprechenden Nachblende 38 konfiguriert. Abhängig von der Düsenauslegung können zusätzliche geometrische Merkmale in dem Brennstoffpfad im Inneren einer Düse vorhanden sein, welche die Brennstoffleitungsimpedanz bestimmen.

[0016] Gemäss speziellen Ausführungsformen kann die Brennstoffleitungsimpedanz für jede Düsendgruppe 12, 20, 26 oder eine spezielle Brennstoffdüse 14, 16, 18, 22, 24, 28 variiert werden, indem die Grösse ihrer entsprechenden Vorblende 36, ihrer entsprechenden Nachblende 38, das Brennstoffdüsendvolumen, Kombinationen davon oder durch Einfügen von inaktiven Spezies in die Brennstoffleitung von einer der Düsen geändert wird. Beispielsweise können sich die Vorblenden- und Nachblendengrößen für die Brennstoffdüsendgruppe 12 von den Vorblenden- und Nachblendengrößen für die Brennstoffdüsendgruppe 20 unterscheiden. Auf diese Weise können die Brennstoffleitungsimpedanz (en) von einer Düsendgruppe zu einer weiteren Düsendgruppe unter Veränderung des Verhaltens der Flammengruppe aus der anderen variieren. Ferner kann abhängig von zusätzlichen Merkmalen im Inneren des Düsenbrennstoffströmungskanal eine Änderung/Abweichung in diesen Merkmalen ebenfalls dazu genutzt werden, die Brennstoffleitungsimpedanz der Düse zu modifizieren.

[0017] Die unterschiedliche(n) Brennstoffleitungsimpedanz (en) zwischen verschiedenen Düsendgruppen können durch feste Geometrieveränderungen erreicht werden oder können abhängig von den Anforderungen einer speziellen Anwendung variabel/einstellbar ausgeführt sein, solange die unerwünschten Emissionen minimiert und die Verbrennungsdynamik gleichzeitig während Bedingungen gleichmässiger Brennstoffaufteilung (Brennstoff/Luft-Verhältnis) in der Brennkammer gemäss den hierin beschriebenen Prinzipien verringert wird. Diese Variation in der Brennstoffimpedanz zwischen verschiedenen Düsendgruppen ermöglicht den meisten/allen Düsen bei einem ähnlichen/identischen Äquivalenzverhältnis zu arbeiten, was dazu beiträgt, die niedrigsten Emissionen für diese Gasturbine zu erzielen. Ferner können die Merkmale der variablen/einstellbaren Impedanzvariationen als Teil einer aktiven oder passiven Steuerungsstrategie genutzt werden.

[0018] Zusammengefasst führt die Nutzung von Brennstoffimpedanzveränderungen zum Betreiben einer Brennkammer mit einem Mehrfachdüsendsystem während Bedingungen mit gleichmässiger Brennstoffaufteilung zu der am wenigstens erwünschten höchsten Verbrennungsdynamik und den am meisten erwünschten niedrigsten Emissionen. Die hierin beschriebenen Systeme und Verfahren erzielen eine verringerte Verbrennungsdynamik unter der, die mit Brennkammersystemen mit ähnlicher/identischer Brennstoffleitungsimpedanz erreichbar sind, und tragen zum Erreichen der niedrigsten

Emissionen während Bedingungen gleichmässiger Brennstoffaufteilung der Brennkammer bei, indem sie einen Brennkammerbetrieb mit gleichmässiger Brennstoffaufteilung ermöglichen, ein Merkmal, das unter Anwendung vorhandener Brennkammerstrukturen und Techniken nicht erreichbar ist.

[0019] Fig. 2 stellt ein Gasturbinensystem 50 dar, das das in Fig. 1 dargestellte Brennkammerrohr 10 verwendet. Das Gasturbinensystem 50 enthält einen Verdichter 52, der verdichtete Luft an eine Brennkammer 54 liefert, und eine Gasturbine 56, die in Reaktion auf die über die Brennkammer 54 erzeugten Verbrennungsprodukte arbeitet. Brennstoffdüsen 58, wie z.B. die Düsen 14, 16, 18, 22, 24, 28 sind in die Brennkammer 54 integriert.

[0020] Fig. 3 ist eine detailliertere Ansicht der in Fig. 2 dargestellten Brennkammer 54. Die Brennstoffdüsen 58 sind für einen Betrieb wie hierin beschrieben konfiguriert, um einen Brennkammerbetrieb während Bedingungen gleichmässiger Brennstoffaufteilung mit verringerter Verbrennungsdynamik und minimalen Emissionen zu ermöglichen. In die Brennstoffdüsen 58 eingespritzter Brennstoff vermischt sich mit Luft und verbrennt in dem Verbrennungsraum 60. Die Dynamik im Verbrennungsraum wird in Reaktion auf die Unterschiede zwischen den einzelnen Brennstoffdüsenimpedanzen verringert, während gleichzeitig die erwünschten minimalen Emissionen beibehalten bleiben.

[0021] Gemäss einer Ausführungsform ist die Brennkammer 54 eine mit mehreren Brennstoffleitungen versehene Brennkammer, die mehrere Düsengruppen aufweist, wobei jede Düsengruppe Brennstoff aus einer entsprechenden Brennstoffleitung erhält, und wobei ferner wenigstens eine Brennstoffleitung einer Düsengruppe eine Impedanz besitzt, die sich von wenigstens einer Brennstoffleitungsimpedanz einer anderen Düsengruppe unterscheidet. Gemäss einer weiteren Ausführungsform weist eine mit Brennstoff betriebene Maschine 50 ein Rohr oder eine Brennkammer 54 auf, wobei das Rohr oder die Brennkammer einen Verteiler für mehrere Brennstoffleitungen aufweist, wobei wenigstens eine Brennstoffleitung eine Impedanz besitzt, die sich von der wenigstens einer anderen Brennstoffleitung unterscheidet.

[0022] Obwohl hierin nur bestimmte Merkmale der Erfindung dargestellt und beschrieben wurden, werden viele Modifikationen und Änderungen für den Fachmann auf diesem Gebiet ersichtlich sein. Es dürfte sich daher verstehen, dass die beigefügten Ansprüche alle derartigen Modifikationen und Änderungen, soweit sie unter den tatsächlichen Erfindungsgedanken der Erfindung fallen, abdecken sollen.

[0023] Eine Brennkammer 10 minimiert Verbrennungsemissionen bei einem niedrigeren Verbrennungsdynamikpegel während Bedingungen gleichmässiger Brennstoffaufteilung in der Brennkammer, indem die Brennstoffimpedanz durch geometrische Änderungen oder einen inaktiven Einbau in verschiedenen Düsengruppen verändert wird, gegenüber demjenigen, was während Bedingungen einer gleichmässigen Brennstoffaufteilung bei einer Mehrfach-Brennstoffdüsen-Brennkammer erreichbar ist, die eine Düsenbrennstoffimpedanz nutzt, die allen Düsen gemeinsam ist, während sie im Wesentlichen derselbe Verbrennungsemissionspegel emittiert.

Bezugszeichenliste

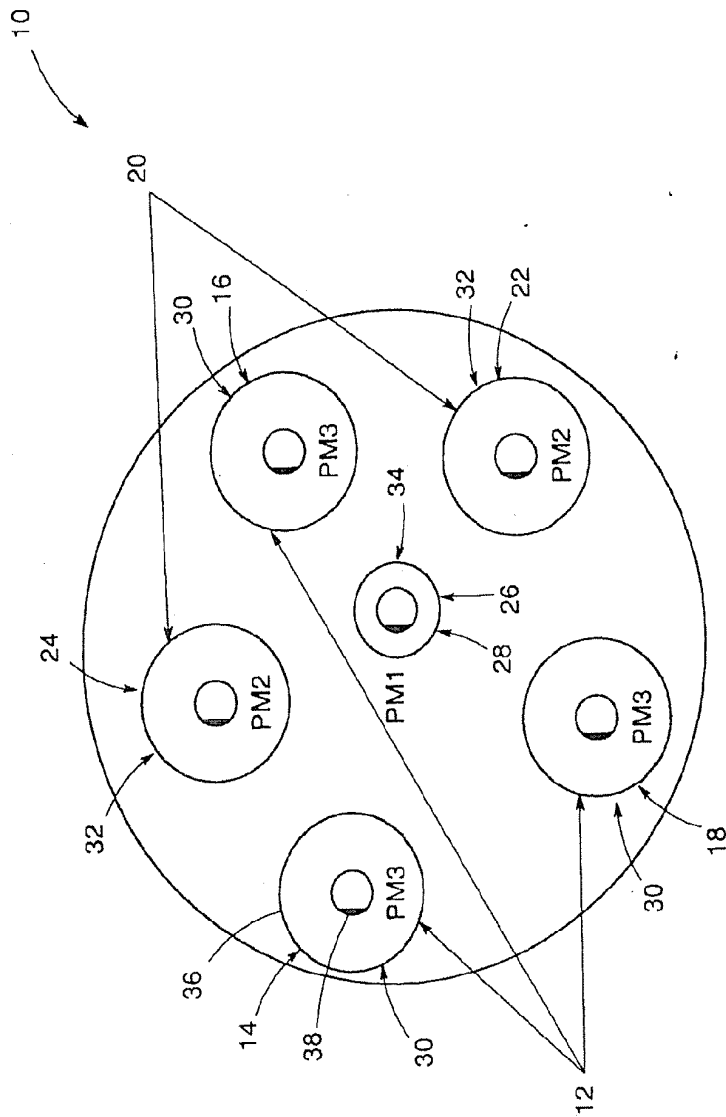
[0024]

- 10 Rohrbrennkammer
- 12 Düsengruppe
- 14 Düse der Düsengruppe 12
- 16 Düse der Düsengruppe 12
- 18 Düse der Düsengruppe 12
- 20 Düsengruppe
- 22 Düse der Düsengruppe 20
- 24 Düse der Düsengruppe 20
- 26 Düsengruppe
- 28 Düse der Düsengruppe 26
- 30 Brennstoffleitung der Düsengruppe 12
- 32 Brennstoffleitung der Düsengruppe 20
- 34 Brennstoffleitung der Düsengruppe 26
- 36 Düsen-Vorblende
- 38 Düsen-Nachblende

- 50 Gasturbinensystem
- 52 Verdichter
- 54 Brennkammer
- 56 Gasturbine
- 58 Brennstoffdüsen
- 60 Brennraum

Patentansprüche

1. Brennkammer (10) mit mehreren Brennstoffdüsen (14), (16), (18), (22), (24), (28), wobei wenigstens eine Düse Brennstoff aus einer ersten Brennstoffleitung erhält, und wobei ferner wenigstens eine andere Düse Brennstoff aus einer zweiten Brennstoffleitung erhält, wobei jede Brennstoffleitung eine entsprechende Impedanz dergestalt besitzt, dass sich die Impedanz der ersten Brennstoffleitung fest oder variabel von der Impedanz einer zweiten Brennstoffleitung unterscheidet.
2. Brennkammer (10) nach Anspruch 1, wobei die Brennkammer eine Gasturbinenbrennkammer ist.
3. Brennkammer (10) nach Anspruch 1, wobei die Brennkammer eine Mehrrohr-Brennkammer ist.
4. Brennkammer (10) nach Anspruch 1, wobei die Brennkammer einen Verteiler aufweist, der Brennstoff aus mehreren Brennstoffleitungen erhält.
5. Brennkammer (10) nach Anspruch 1, wobei die Brennstoffleitungsimpedanzen der Düsen dafür konfiguriert sind, Verbrennungsemissionen bei einem niedrigeren Verbrennungsdynamikpegel während Bedingungen gleichmässiger Brennkammer-Brennstoffaufteilung durch Verändern der Brennstoffimpedanz mittels geometrischer Änderungen oder einen inaktiven Einbau in verschiedenen Düsengruppen gegenüber demjenigen zu minimieren, was während Bedingungen gleichmässiger Brennkammer-Brennstoffaufteilung mit einer Mehrfach-Brennstoffleitungs-Brennkammer erreichbar ist, die Düsen mit identischer oder ähnlicher Impedanz und hoher Dynamik verwendet, die das Erreichen desselben niedrigen Verbrennungsemissionspegels verhindern.
6. Brennkammer (10) nach Anspruch 1, wobei die mehreren Brennstoffdüsen (14), (16), (18), (22), (24), (28) wenigstens zwei Gruppen von Brennstoffdüsen (12), (20), (26) umfassen, wobei eine erste Brennstoffdüsegruppe Brennstoff aus der ersten Brennstoffleitung erhält und eine zweite Brennstoffdüsegruppe Brennstoff aus der zweiten Brennstoffleitung erhält.
7. Brennkammer (10) nach Anspruch 6, wobei die Brennstoffleitungsimpedanzen der Düsen dafür konfiguriert sind, Verbrennungsemissionen bei einem niedrigeren Verbrennungsdynamikpegel während Bedingungen gleichmässiger Brennkammer-Brennstoffaufteilung durch Verändern der Brennstoffimpedanz mittels geometrischer Änderungen oder einen inaktiven Einbau in verschiedenen Düsengruppen gegenüber demjenigen zu minimieren, was während Bedingungen gleichmässiger Brennkammer-Brennstoffaufteilung mit einer Mehrfach-Brennstoffleitungs-Brennkammer erreichbar ist, die eine für alle Düsengruppen gemeinsame Brennstoffleitungsimpedanz nutzt, während sie im Wesentlichen denselben niedrigen Verbrennungsemissionspegel emittiert.
8. Brennkammer (10), die dafür konfiguriert ist, Verbrennungsemissionen bei einem niedrigeren Verbrennungsdynamikpegel während Bedingungen gleichmässiger Brennkammer-Brennstoffaufteilung durch Verändern der Brennstoffimpedanz mittels geometrischer Änderungen oder einen inaktiven Einbau in verschiedenen Düsengruppen gegenüber demjenigen zu minimieren, was während Bedingungen gleichmässiger Brennkammer-Brennstoffaufteilung mit einer Mehrfach-Brennstoffdüsen-Brennkammer erreichbar ist, die eine für alle Düsengruppen gemeinsame Brennstoffleitungsimpedanz nutzt, während sie im Wesentlichen denselben Verbrennungsemissionspegel emittiert.
9. Brennkammer (10) nach Anspruch 8, die wenigstens zwei Gruppen von Brennstoffdüsen (12), (20), (26) aufweist, wobei eine erste Brennstoffdüsegruppe Brennstoff aus einer ersten Brennstoffleitung erhält und eine zweite Brennstoffdüsegruppe Brennstoff aus einer zweiten Brennstoffleitung erhält.
10. Brennkammer (10) nach Anspruch 9, wobei die erste Brennstoffleitung eine Impedanz aufweist, die sich gegenüber der Impedanz der zweiten Brennstoffleitung fest oder variabel unterscheidet.



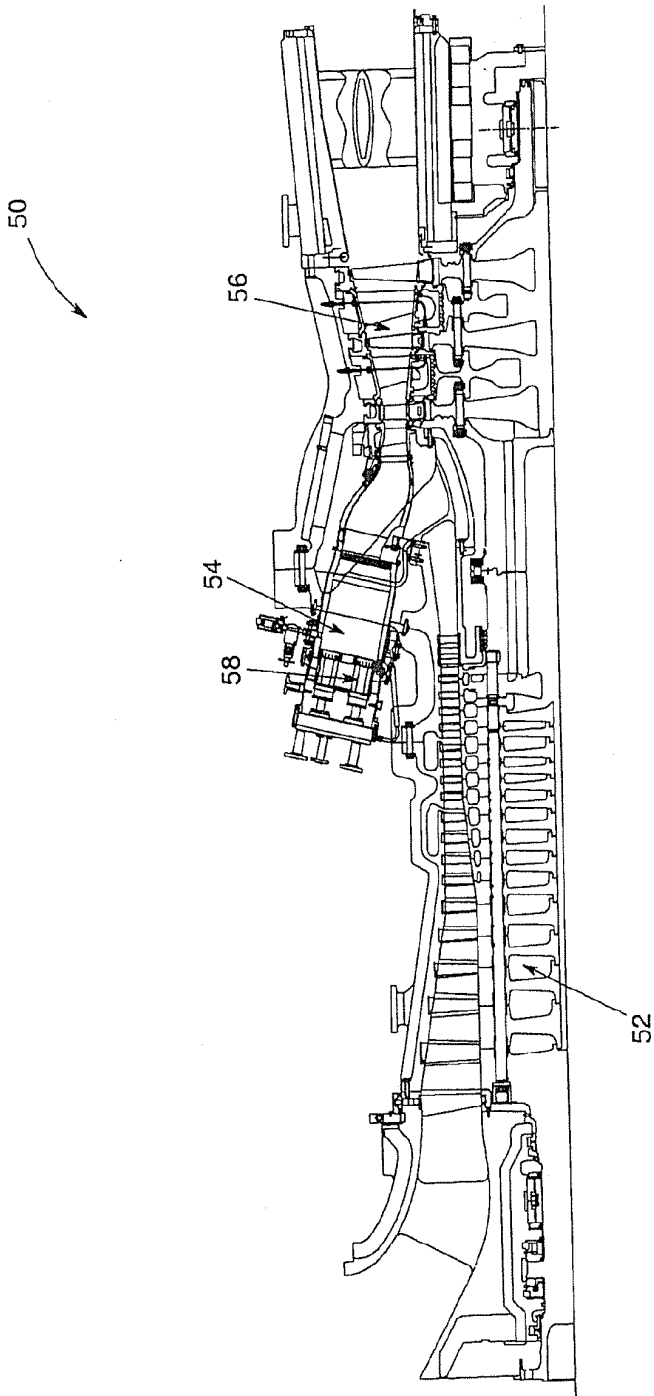


FIG. 2

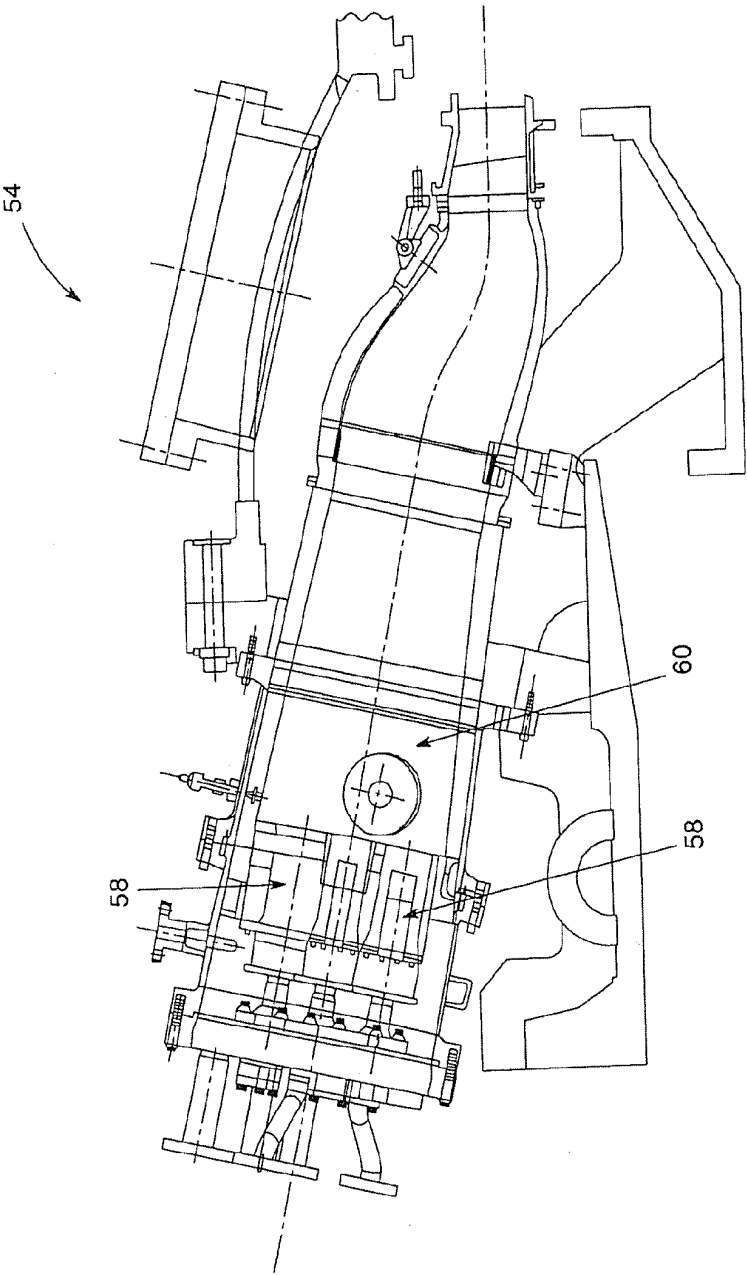


FIG. 3