



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 709 637 A2

(51) Int. Cl.: F23R 3/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00709/15

(22) Anmeldedatum: 21.05.2015

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.11.2015

(30) Priorität: 28.05.2014 US 14/288,875

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

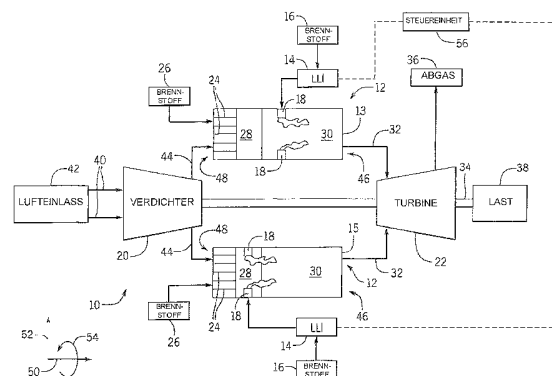
(72) Erfinder:
Sara Lori Crothers, Greenville, SC 29615 (US)
Christian Xavier Stevenson, Cincinnati, OH 45241 (US)
Joseph Vincent Citenio, Greenville, SC 29615 (US)

(74) Vertreter:
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14
6300 Zug (CH)

(54) Systeme und Verfahren zur Variation von Injektoren zur Kohärenzreduktion in einem Verbrennungssystem mit erster und zweiter Brennkammer einer Gasturbine.

(57) Ein System enthält eine Gasturbine (10) mit einer ersten Brennkammer (13) und einer zweiten Brennkammer (15). Die erste Brennkammer (13) enthält eine erste Brennstoffleitung mit mehreren ersten Injektoren (18). Die mehreren ersten Injektoren (18) sind in einer ersten Konfiguration in der ersten Brennkammer (13) an einem ersten Brennstoffweg entlang angeordnet, und die mehreren ersten Injektoren (18) sind zum Leiten eines Brennstoffs zu einem ersten Brennraum eingerichtet. Das System enthält ferner die zweite Brennkammer (15) mit einer zweiten Brennstoffleitung, die mehrere zweite Injektoren (18) aufweist. Die mehreren zweiten Injektoren (18) sind in einer zweiten Konfiguration in der zweiten Brennkammer (15) an einem zweiten Brennstoffweg entlang angeordnet, und die mehreren zweiten Injektoren (18) sind zum Leiten des Brennstoffs zu einem zweiten Brennraum (15) eingerichtet. Die zweite Konfiguration hat relativ zu der ersten Konfiguration wenigstens einen Unterschied.

Mit dem System erfolgt die Steuerung der Verbrennungsdynamik und/oder der modalen Kopplung der Verbrennungsdynamik, um die Möglichkeit einer unerwünschten Mitschwingungsantwort (z.B. eines Resonanzverhaltens) von Bauteilen in dem Turbinensystem zu reduzieren.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft allgemein Gasturbinensysteme und insbesondere Systeme und Verfahren zur Reduzierung der Verbrennungsdynamik und spezieller zur Reduzierung modaler Kopplung der Verbrennungsdynamik in einer Gasturbine.

[0002] Gasturbinensysteme enthalten im Allgemeinen eine Gasturbine mit einem Verdichterabschnitt, einem Brennkammerabschnitt und einem Turbinenabschnitt. Der Brennkammerabschnitt kann eine oder mehrere Brennkammern (z.B. Rohrbrennkammern) enthalten, wobei jede Brennkammer ein primäres Verbrennungssystem und ein sekundäres Verbrennungssystem (z.B. System zur späten Magergemischeinspritzung (late lean injection – LLI)) stromabwärts von dem primären Verbrennungssystem hat. Ein Brennstoff- und/oder Oxidationsmittel-Oxidationsmittel (z.B. Oxidationsmittel-) Gemisch kann durch Brennstoffdüsen in das primäre und sekundäre Verbrennungssystem geleitet werden, und jedes Verbrennungssystem kann zur Verbrennung des Brennstoff- und Oxidationsmittel-Oxidationsmittel-Gemischs zur Erzeugung von heissen Verbrennungsgasen, die eine oder mehrere Turbinenstufen in dem Turbinenabschnitt antreiben, eingerichtet sein.

[0003] Die Erzeugung der heissen Verbrennungsgase kann verschiedene Verbrennungsdynamiken erzeugen, die stattfinden, wenn die Flammendynamik (auch als Schwingungskomponente der Wärmefreisetzung bezeichnet) mit einer oder mehreren akustischen Moden der Brennkammer in Wechselwirkung tritt oder diese erregt und zu Druckschwingungen in der Brennkammer führt. Die Verbrennungsdynamik kann bei vielen diskreten Frequenzen oder über einen Bereich von Frequenzen auftreten und kann sich in Bezug auf die jeweilige Brennkammer sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts ausbreiten. Zum Beispiel können sich die Druckwellen stromabwärts in den Turbinenabschnitt, z.B. durch eine oder mehrere Turbinenstufen, oder stromaufwärts in das Brennstoffsystem ausbreiten. Gewisse Bauteile des Turbinensystems können potenziell auf die Verbrennungsdynamik reagieren, insbesondere wenn die von den einzelnen Brennkammern erzeugten Verbrennungsdynamiken eine phasengleiche und kohärente Beziehung zueinander aufweisen und Frequenzen an oder nahe an den Eigen- oder Resonanzfrequenzen der Bauteile haben. «Kohärenz» bezieht sich generell auf die Stärke der linearen Beziehung zwischen zwei dynamischen Signalen und wird stark vom Grad der Frequenzüberlappung zwischen ihnen bestimmt. In gewissen Ausführungsformen kann die «Kohärenz» als ein Mass der modalen Kopplung oder akustischen Brennkammer-Brennkammer-Wechselwirkung, die das Verbrennungssystem aufweist, verwendet werden.

[0004] Dementsprechend besteht ein Bedarf für die Steuerung der Verbrennungsdynamik und/oder der modalen Kopplung der Verbrennungsdynamik, um die Möglichkeit einer unerwünschten Mitschwingungsantwort (z.B. eines Resonanzverhaltens) von Bauteilen in dem Turbinensystem zu reduzieren.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Nachstehend werden gewisse Ausführungsformen zusammengefasst, deren Umfang dem der ursprünglich beanspruchten Erfindung entspricht. Es ist nicht vorgesehen, dass diese Ausführungsformen den Umfang der beanspruchten Erfindung beschränken, vielmehr sollen diese Ausführungsformen nur eine Kurzdarstellung möglicher Formen der Erfindung bereitstellen. Tatsächlich kann die Erfindung eine Vielfalt von Formen umfassen, die den unten dargelegten Ausführungsformen ähnlich sein können oder sich von ihnen unterscheiden können.

[0006] In einer ersten Ausführungsform enthält ein System eine Gasturbine mit einer ersten Brennkammer und einer zweiten Brennkammer. Die erste Brennkammer enthält eine erste Brennstoffleitung mit mehreren ersten Injektoren. Die mehreren ersten Injektoren sind in einer ersten Konfiguration in der ersten Brennkammer an einem ersten Brennstoffweg entlang angeordnet, und die mehreren ersten Injektoren sind zum Leiten eines Brennstoffs zu einem ersten Brennraum eingerichtet. Das System enthält ferner eine zweite Brennkammer, die eine zweite Brennstoffleitung mit mehreren zweiten Injektoren aufweist. Die mehreren zweiten Injektoren sind in einer zweiten Konfiguration in der zweiten Brennkammer an einem zweiten Brennstoffweg entlang angeordnet, und die mehreren zweiten Injektoren sind zum Leiten des Brennstoffs zu einem zweiten Brennstoffraum eingerichtet. Die zweite Konfiguration hat relativ zur ersten Konfiguration wenigstens einen Unterschied.

[0007] In dem zuvor erwähnten System kann der wenigstens eine Unterschied zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik zwischen dem ersten Brennraum und dem zweiten Brennraum durch Variation einer ersten Wärmefreisetzungsenergieverteilung oder einer ersten Flammendynamik der mehreren ersten Injektoren relativ zu einer zweiten Wärmefreisetzungsenergieverteilung oder einer zweiten Flammendynamik der mehreren zweiten Injektoren eingerichtet sein.

[0008] Ausserdem oder alternativ kann der wenigstens eine Unterschied zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer durch Variation eines ersten Verhältnisses eines Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemischs der mehreren ersten Injektoren relativ zu einem zweiten Verhältnis des Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemischs der mehreren zweiten Injektoren eingerichtet sein.

[0009] In dem System einer beliebigen oben erwähnten Art kann der wenigstens eine Unterschied zwischen den mehreren ersten Injektoren und den mehreren zweiten Injektoren einen Unterschied zwischen wenigstens einem Injektor der mehreren ersten Injektoren und wenigstens einem Injektor der mehreren zweiten Injektoren umfassen.

[0010] Insbesondere kann der wenigstens eine Unterschied zwischen den mehreren ersten Injektoren und den mehreren zweiten Injektoren wenigstens eine(n) von einer anderen axialen Konfiguration, einer anderen Umfangskonfiguration, einer anderen Brennstoffaufnahme oder einem anderen Injektorbetrieb oder einer Kombination davon umfassen.

[0011] Die andere axiale Konfiguration kann wenigstens eine von einer anderen axialen Platzierung, einer anderen axialen Lage, einer anderen axialen Position oder einer anderen axialen Anordnung oder eine Kombination davon zwischen der ersten und der zweiten Brennkammer umfassen.

[0012] Die andere Umfangskonfiguration kann wenigstens eine von einer anderen umfangsmässigen Platzierung, einer anderen umfangsmässigen Lage, einer anderen umfangsmässigen Position oder einer anderen umfangsmässigen Anordnung oder eine Kombination davon zwischen der ersten und der zweiten Brennkammer umfassen.

[0013] Insbesondere kann die andere Umfangskonfiguration wenigstens einen anderen Versatzwinkel zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer umfassen.

[0014] In dem System einer beliebigen oben erwähnten Art kann die Gasturbine eine Steuereinrichtung aufweisen, die zur Steuerung der ersten Brennstoffleitung oder der zweiten Brennstoffleitung zur Variation einer Brennstoffaufnahme der mehreren ersten Injektoren relativ zu den mehreren zweiten Injektoren konfiguriert ist.

[0015] Speziell kann die Steuereinrichtung zur Steuerung der ersten Brennstoffleitung zur Variation der Brennstoffaufnahme in einen ersten Injektor der mehreren ersten Injektoren relativ zu einem zweiten Injektor der mehreren ersten Injektoren konfiguriert sein.

[0016] In einer zweiten Ausführungsform enthält ein System eine erste Turbinenbrennkammer, die eine erste Brennstoffleitung aufweist, die mehrere erste Brennstoffinjektoren mit einer ersten Anordnung enthält. Die mehreren ersten Brennstoffinjektoren sind zum Leiten des Brennstoffs zu einer ersten sekundären Verbrennungszone der ersten Turbinenbrennkammer eingerichtet. Die mehreren ersten Brennstoffinjektoren umfassen einen ersten Injektor, der relativ zu einem zweiten Injektor wenigstens einen Unterschied hat.

[0017] Das zuvor erwähnte System der zweiten Ausführungsform kann eine zweite Turbinenbrennkammer aufweisen, die eine zweite Brennstoffleitung aufweist, die mehrere zweite Brennstoffinjektoren mit einer zweiten Anordnung in der zweiten Turbinenbrennkammer aufweist, wobei die mehreren zweiten Brennstoffinjektoren zum Leiten des Brennstoffs zu einer zweiten sekundären Verbrennungszone der zweiten Turbinenbrennkammer eingerichtet sind und wobei die mehreren zweiten Brennstoffinjektoren einen dritten Injektor aufweisen, der relativ zu einem vierten Injektor wenigstens einen Unterschied hat.

[0018] In dem zuletzt erwähnten System kann die Steuereinrichtung zur Steuerung der zweiten Brennstoffleitung zur Variation eines dritten Brennstoffflusses des dritten Injektors relativ zu einem vierten Brennstofffluss des vierten Injektors zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik zwischen dem dritten Injektor und dem vierten Injektor konfiguriert sein.

[0019] Ausserdem oder alternativ kann die Steuereinrichtung zur Variation des ersten Brennstoffflusses oder des zweiten Brennstoffflusses relativ zu dem dritten Brennstofffluss und/oder dem vierten Brennstofffluss zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer konfiguriert sein.

[0020] In dem System der zweiten Ausführungsform einer beliebigen oben erwähnten Art kann der wenigstens eine Unterschied zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik in der sekundären Verbrennungszone durch Variation einer ersten Wärmefreisetzungsenergieverteilung oder einer ersten Flammendynamik des ersten Injektors relativ zu einer zweiten Wärmefreisetzungsenergieverteilung oder einer zweiten Flammendynamik des zweiten Injektors eingerichtet sein.

[0021] Ausserdem oder alternativ kann der wenigstens eine Unterschied zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik in dem sekundären Brennraum durch Variation eines ersten Verhältnisses eines Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemischs des ersten Injektors relativ zu einem zweiten Verhältnis des Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemischs des zweiten Injektors eingerichtet sein.

[0022] In dem System der zweiten Ausführungsform einer beliebigen oben erwähnten Art kann der wenigstens eine Unterschied zwischen dem ersten Injektor und dem zweiten Injektor wenigstens eine von einer anderen axialen Konfiguration oder einer anderen Umfangskonfiguration oder eine Kombination davon umfassen.

[0023] In einer dritten Ausführungsform enthält ein Verfahren ein Steuern einer ersten Verbrennungsdynamik einer ersten Brennkammer oder einer ersten Flammendynamik eines ersten Brennstoffinjektorensatzes der ersten Brennkammer mit einer ersten Anordnung des ersten Brennstoffinjektorensatzes. Das Verfahren enthält ferner ein Steuern einer zweiten Verbrennungsdynamik einer zweiten Brennkammer oder einer zweiten Flammendynamik eines zweiten Brennstoffinjektorensatzes der zweiten Brennkammer mit einer zweiten Anordnung des zweiten Brennstoffinjektorensatzes. Die erste Anordnung weist relativ zu der zweiten Anordnung wenigstens einen Unterschied auf.

[0024] In dem zuvor erwähnten Verfahren kann der wenigstens eine Unterschied wenigstens eine von einer anderen axialen Konfiguration oder einer anderen Umfangskonfiguration oder eine Kombination davon umfassen.

[0025] Ferner kann der wenigstens eine Unterschied zwischen der ersten Anordnung und der zweiten Anordnung zum Reduzieren der Kohärenz oder der modalen Kopplung zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer eingerichtet sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026] Diese und andere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden beim Lesen der folgenden ausführlichen Beschreibung mit Bezug auf die Begleitzeichnungen besser verständlich, wobei in den Zeichnungen durchgehend gleiche Bezugszeichen gleiche Teile darstellen und worin zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Gasturbinensystems, das mehrere Brennkammern hat, wobei jede Brennkammer der mehreren Brennkammern mit einem Brennstoffkreislauf für späte Magergemischeinspritzung (LLI) ausgestattet ist, der mehrere LLI-Injektoren in einer LLI-Injektoranordnung aufweist,
- Fig. 2 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform von einer der Brennkammern von Fig. 1, wobei die Brennkammer funktionell mit dem LLI-Brennstoffkreislauf und einer Steuereinrichtung gekoppelt ist,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Gasturbinensystems von Fig. 1, die mehrere Brennkammern veranschaulicht, die jeweils mehrere Injektoren für späte Magergemischeinspritzung haben, wobei die Anordnung der Injektoren für späte Magergemischeinspritzung in jeder der mehreren Brennkammern zur Steuerung der Verbrennungsdynamik und daher der modalen Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen Brennkammern variiert, wodurch die Möglichkeit unerwünschter Schwingungsantworten in stromabwärtigen Bauteilen reduziert wird,
- Fig. 4A eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform einer ersten Brennkammer in dem System von Fig. 3, wobei die erste Brennkammer eine erste umfangsmässige Verteilung von Injektoren enthält,
- Fig. 4B eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform einer zweiten Brennkammer in dem System von Fig. 3, wobei die zweite Brennkammer eine zweite umfangsmässige Injektorenverteilung enthält, die von der ersten umfangsmässigen Verteilung verschieden ist, und
- Fig. 4C eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform einer dritten Brennkammer in dem System von Fig. 3, wobei die dritte Brennkammer eine dritte umfangsmässige Verteilung von Injektoren 18 hat, die von der ersten und der zweiten umfangsmässigen Verteilung verschieden ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0027] Im Folgenden werden eine oder mehrere spezifische Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Im Bemühen, eine konzise Beschreibung dieser Ausführungsformen zu geben, werden in der Patentbeschreibung eventuell nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Implementierung beschrieben. Es ist zu beachten, dass bei der Entwicklung einer derartigen tatsächlichen Implementierung wie bei jedem Konstruktions- oder Planungsprojekt zahlreiche implementierungsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um die spezifischen Zielsetzungen der Entwickler zu erzielen, wie z.B. die Einhaltung systembezogener und geschäftsbezogener Beschränkungen, die bei jeder Implementierung verschieden sein können. Es ist darüber hinaus zu beachten, dass ein derartiges Entwicklungsvorhaben komplex und zeitraubend sein kann, trotzdem aber für den von dieser Offenbarung profitierenden Durchschnittsfachmann bezüglich Entwurf, Fertigung und Herstellung eine Routineangelegenheit wäre.

[0028] Beim Vorstellen von Elementen verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Artikel «ein», «eine», «der/die/das» und «genannte» bedeuten, dass es eines oder mehrere der Elemente gibt. Es ist vorgesehen, dass die Begriffe «aufweisen», «enthalten» und «haben» umfassend sind und bedeuten, dass es ausser den aufgelisteten Elementen noch zusätzliche Elemente geben kann.

[0029] Die vorliegende Offenbarung richtet sich auf eine Reduzierung der Verbrennungsdynamik und/oder der modalen Kopplung der Verbrennungsdynamik, um unerwünschte Schwingungsantworten in stromabwärtigen Bauteilen zu reduzieren. Wie oben beschrieben, verbrennt eine Brennkammer in dem Gasturbinensystem Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemische zum Erzeugen heisser Verbrennungsgase, die eine oder mehrere Turbinenstufen in der Gasturbine antreiben. In einigen Situationen kann das Verbrennungssystem aufgrund des Verbrennungsprozesses, von Eigenschaften von Ansaugfluidströmen (z.B. Brennstoff, Oxidationsmittel, Verdüner usw.) in die Brennkammer und von verschiedenen anderen Faktoren eine Verbrennungsdynamik erzeugen. Die Verbrennungsdynamik kann als Druckschwankungen, -pulse, -Schwingungen und/oder -wellen bei gewissen Frequenzen gekennzeichnet sein. Insgesamt kann die Verbrennungsdynamik in verschiedenen Bauteilen stromaufwärts und/oder stromabwärts der Brennkammer möglicherweise Schwingungsantworten und/oder ein Resonanzverhalten verursachen. Zum Beispiel kann die Verbrennungsdynamik (z.B. bei gewissen Frequenzen, Frequenzbereichen, Amplituden, Brennkammer-Brennkammer-Phasen usw.) sich sowohl stromaufwärts als

auch stromabwärts in dem Gasturbinensystem ausbreiten. Wenn die Gasturbinenbrennkammern, stromaufwärtigen Bauteile und/oder stromabwärtigen Bauteile Eigen- oder Resonanzfrequenzen haben, die von diesen Druckschwankungen (d.h. der Verbrennungsdynamik) angeregt werden, dann können die Druckschwankungen möglicherweise Schwingungen, Beanspruchung, Ermüdung usw. verursachen. Zu den Bauteilen können Brennkammerauskleidungen, Brennkammerströmungsmäntel, Brennkammerkappen, Brennstoffdüsen, Turbinenleitschaufeln, Turbinenlaufschaufeln, Turbinendeckbänder, Turbinenräder, Lager, Brennstoffzufuhranordnungen oder irgendeine Kombination davon zählen. Die stromabwärtigen Bauteile sind von besonderem Interesse, da sie gegenüber Verbrennungstönen, die phasengleich und kohärent sind, empfindlicher sind. Eine Reduktion der Kohärenz reduziert somit insbesondere die Möglichkeit unerwünschter Schwingungen in stromabwärtigen Bauteilen.

[0030] Wie unten ausführlich besprochen wird, können die offenbarten Ausführungsformen die Position und/oder die Lage von einem oder mehreren Injektoren (z.B. Injektoren für späte Magergemischeinspritzung) in einer Brennstoffzufuhranordnung (z.B. einem Brennstoffkreislauf für späte Magergemischeinspritzung (LLI)) in, zwischen und/oder unter einer oder mehreren Brennkammern des Gasturbinensystem variieren. Spezieller können die offenbarten Ausführungsformen die Position der Injektoren für späte Magergemischeinspritzung über axiale Stufung und/oder umfangsmässige Gruppierung variieren, um das Brennstoff-Luft-Verhältnis jedes Injektors oder einer Injektorengruppe und/oder der Verteilung der Wärmefreisetzung zu modifizieren, wobei die Flammendynamik und daher die Verbrennungsdynamik der Gasturbinenbrennkammer modifiziert wird (z.B. die Frequenz, die Amplitude, der Frequenzbereich oder eine Kombination davon variiert wird). Ausserdem kann das Modifizieren der Anordnung von Injektoren für die späte Magergemischeinspritzung auch die Geometrie der Brennstoffvolumen verändern und kann daher das akustische Verhalten des Brennstoffsystems verändern. Die Modifikation des akustischen Verhaltens der Injektoren für das akustische Verhalten der späten Magergemischeinspritzung, in der Technik als Brennstoffsystemimpedanz bezeichnet, kann die Wechselwirkung zwischen der Flammendynamik und dem akustischen Verhalten der Brennkammer beeinflussen, was wiederum die Amplitude und/oder Frequenz der Verbrennungsdynamik, die Kohärenz, den Frequenzbereich oder eine Kombination davon verändern kann. Wie oben angegeben, kann ein Gasturbinensystem eine oder mehrere Brennkammern (z.B. Rohrbrennkammern, Brennkammern usw.) enthalten, und jede Brennkammer kann mit einer primären Verbrennungszone und einer sekundären Verbrennungszone eingerichtet sein. Speziell kann die sekundäre Verbrennungszone in einigen Ausführungsformen einen LLI-Brennstoffkreislauf enthalten, der zum Leiten eines sekundären Brennstoffs in eine sekundäre Verbrennungszone zur Verbrennung eingerichtet ist. In gewissen Ausführungsformen enthält jeder LLI-Brennstoffkreislauf eine oder mehrere Brennstoffleitungen, die zum Versorgen von einem oder mehreren Brennstoffinjektoren (z.B. LLI-Injektoren), die den sekundären Brennstoff in die sekundäre Verbrennungszone leiten, mit dem sekundären Brennstoff eingerichtet sind. Insbesondere kann die Position jedes LLI-Injektors unter den mehreren LLI-Injektoren in einer Brennkammer relativ zu den anderen LLI-Injektoren in derselben Brennkammer, zwischen LLI-Injektoren einer benachbarten Brennkammer und/oder unter den LLI-Injektoren von einer der mehreren Brennkammern in dem Gasturbinensystem variiert werden. In einigen Ausführungsformen können die LLI-Injektoren über axiale Stufung variiert werden, so dass die LLI-Injektoren entlang einer axialen Achse in der Brennkammer und/oder zwischen Brennkammern verschoben werden. In einigen Ausführungsformen können die LLI-Injektoren über eine umfangsmässige Gruppierung variiert werden, so dass die LLI-Injektoren auf einer Ebene in der Umfangsrichtung innerhalb der Brennkammer und/oder zwischen Brennkammern verschieden verteilt oder gruppiert sind.

[0031] In gewissen Ausführungsformen kann das Variieren der Anordnung, Konfiguration und/oder Funktion der LLI-Injektoren des Gasturbinensystems die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder Flammenform verändern, wodurch in jeder Brennkammer ein anderes dynamisches Flammenverhalten angeregt und die Frequenz der Verbrennungsdynamik zwischen den Brennkammern des Systems verschoben wird. Da die Kohärenz ein Anzeichen für die Ähnlichkeit der Frequenz der Verbrennungsdynamik zwischen den Brennkammern sein kann, kann die Verschiebung der Frequenz der Verbrennungsdynamik zwischen den Brennkammern des Systems die Kohärenz zwischen Brennkammern verringern. In gewissen Implementierungen kann der Brennkammerton über einen grösseren Frequenzbereich verwischt oder ausgebreitet sein, was die Amplitude der Verbrennungsdynamik reduziert und möglicherweise die Kohärenz reduziert. Insbesondere kann das Variieren der Anordnung von LLI-Injektoren einer bestimmten Brennkammer relativ zu den LLI-Injektoren einer anderen Brennkammer in dem System sowohl die Wärmefreisetzungsverteilung als auch das Oxidationsmittel der brennstoffseifigen Impedanz dieser bestimmten Brennkammer relativ zu andern Brennkammern variieren, wodurch die Kopplung zwischen der akustischen und Wärmefreisetzungsstörung geändert wird, was ein dynamisches Flammenverhalten anregt, das anders ist als das dynamische Flammenverhalten von einer oder mehreren der anderen Brennkammern des Systems. Dementsprechend sind die resultierenden Verbrennungsdynamikfrequenzen zwischen den Brennkammern verschieden, wodurch die Kohärenz und daher die modale Kopplung der Brennkammern reduziert werden.

[0032] In Anbetracht des Vorhergehenden zeigt Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Gasturbinensystems 10, das mehrere Brennkammern 12 hat, wobei jede Brennkammer 12 mit einem sekundären Brennstoffkreislauf, wie etwa einem LLI-Brennstoffkreislauf 14, ausgestattet ist. In gewissen Ausführungsformen kann es sein, dass eine oder mehrere der Brennkammern 12 des Systems 10 nicht mit einem sekundären Brennstoffkreislauf ausgestattet sind. Der LLI-Brennstoffkreislauf 14 kann zum Leiten eines sekundären Brennstoffs 16, wie etwa eines flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffs, in die Brennkammern 12 eingerichtet sein. Zum Beispiel kann der sekundäre Brennstoff 16 zu einem oder mehreren sekundären Brennstoffinjektoren der Brennkammer 12, wie etwa LLI-Brennstoffinjektoren 18, geleitet werden. Insbesondere kann die Anordnung der LLI-Brennstoffinjektoren 18 für jede Brennkammer 12 relativ zu den LLI-Brennstoffinjektoren 18 anderer Brennkammern 12 in dem System 10 variiert werden. Wie oben angegeben und wie

unten weiter ausführlich beschrieben wird, kann das Variieren der Anordnung und/oder Konfiguration der LLI-Injektoren 18 in dem System 10 die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder die Flammenform zwischen den Brennkammern 12 verändern, wodurch in jeder Brennkammer 12 verschiedene dynamische Flammenverhalten angeregt werden und die Verbrennungsdynamikfrequenzen zwischen den Brennkammern 12 des Systems 10 verschoben werden. Dementsprechend sind die resultierenden Verbrennungsdynamikfrequenzen zwischen den Brennkammern 12 verschieden, wodurch die Kohärenz und daher die modale Kopplung der Brennkammern 12 reduziert werden.

[0033] Das Gasturbinensystem 10 enthält die eine oder mehreren Brennkammern 12, die die mehreren Injektoren 18 (z.B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr Injektoren 18), einen Verdichter 20 und eine Turbine 22 haben. Die Brennkammern 12 enthalten primäre Brennstoffdüsen 24, die primären Brennstoff 26, wie etwa einen flüssigen Brennstoff und/oder einen gasförmigen Brennstoff, zur Verbrennung in einer primären Verbrennungszone 28 in die Brennkammern 12 leiten. Desgleichen enthalten die Brennkammern 12 die LLI-Injektoren 18, die den sekundären Brennstoff 16 zur Verbrennung in einer sekundären Verbrennungszone 30 in die Brennkammern 12 leiten. Die Brennkammern 12 entzünden und verbrennen ein Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemisch, und dann werden heisse Verbrennungsgase 32 in die Turbine 22 weitergeleitet. Die Turbine 22 enthält Turbinenlaufschaufeln, die mit einer Welle 34 gekoppelt sind, die auch mit mehreren anderen Bauteilen in dem System 10 gekoppelt ist. Beim Durchströmen der Verbrennungsgase 32 durch die Turbinenschaufeln in die Turbine 22 wird die Turbine 22 drehend angeregt, was die Welle 34 zum Drehen veranlasst. Schliesslich treten die Verbrennungsgase 32 über einen Abgasauslass 36 aus dem Turbinensystem 10 aus. Des Weiteren kann die Welle 34 mit einer Last 38 gekoppelt sein, die über die Drehung der Welle 34 angeregt wird. Die Last 38 kann zum Beispiel irgendeine geeignete Vorrichtung sein, die über die Rotationsausgabe des Turbinensystems 10 Leistung erzeugen kann, wie etwa eine externe mechanische Last. Zum Beispiel kann die Last 38 ein elektrischer Generator, ein Propeller eines Flugzeugs und so weiter sein.

[0034] In einer Ausführungsform des Turbinensystems 10 sind Verdichterschaufeln als Bauteile des Verdichters 20 enthalten. Die Verdichterschaufeln in dem Verdichter 20 sind mit der Welle 34 gekoppelt und drehen sich, während die Drehung der Welle 34 von der Turbine 22 angeregt wird, wie oben besprochen. Die Drehung der Schaufeln in dem Verdichter 20 verdichtet das Oxidationsmittel (oder irgendein geeignetes Oxidationsmittel) 40 aus einem Oxidationsmitteleinlass 42 zu druckbeaufschlagtem Oxidationsmittel 44 (z.B. druckbeaufschlagtem Oxidationsmittel). Das druckbeaufschlagte Oxidationsmittel 44 wird dann in die primären Brennstoffdüsen 24 und die sekundären Brennstoffdüsen (d.h. Injektoren 18 für die späte Magergemischeinspritzung) der Brennkammern 12 gespeist. Die primären Brennstoffdüsen 24 und die sekundären Brennstoffdüsen (d.h. Injektoren für die späte Magergemischeinspritzung 18) vermischen das druckbeaufschlagte Oxidationsmittel 44 und den Brennstoff (z.B. den primären Brennstoff 26) zum Erzeugen eines geeigneten Mischungsverhältnisses für die Verbrennung (z.B. eine Verbrennung, welche eine vollständigere Verbrennung des Brennstoffs verursacht), um keinen Brennstoff zu vergeuden und keine zu hohen Emissionen zu verursachen.

[0035] In einigen Ausführungsformen kann die physische Lage von einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 relativ zu LLI-Injektoren 18 in und/oder zwischen Brennkammern 12 variieren. Zum Beispiel kann die Position und/oder Anordnung der LLI-Injektoren 18 einer ersten Brennkammer 12a von der Position und/oder Anordnung der LLI-Injektoren 18 einer anderen Brennkammer 12, wie etwa einer benachbarten (oder nicht benachbarten) zweiten Brennkammer 12b, verschieden sein. In der veranschaulichten Ausführungsform sind die LLI-Injektoren 18 der ersten Brennkammer 12a näher an dem Brennkammerausgang 46 (und weiter von einem Kopfende 48 weg) der Brennkammern 12 als die LLI-Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b angeordnet. Das heisst, die LLI-Injektoren 18 der Brennkammer 12 können entlang einer axialen Richtung oder Achse 50 (z.B. einer Längsachse) verschoben sein, so dass die Position der LLI-Injektoren 18 zwischen den Brennkammern 12 variieren kann. Es ist zu beachten, dass die Position der LLI-Injektoren 18 in anderen Ausführungsformen entlang einer Umfangsrichtung oder -achse 54 variiert werden kann. Wie oben angegeben, kann das Variieren der Anordnung der LLI-Injektoren 18 einer Brennkammer 12 relativ zu einer anderen die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder die Flammenform an jedem LLI-Injektor 18 verändern, wodurch verschiedene dynamische Flammenverhalten angeregt und die Frequenzantwort zwischen den Brennkammern 12 verschoben wird.

[0036] In einigen Ausführungsformen kann das System 10 eine Steuereinrichtung 56 enthalten, die zum Regulieren des einen oder der mehreren LLI-Kreisläufe 14 konfiguriert ist, wobei jeder LLI-Kreislauf 14 der Brennkammer 12 zugeordnet ist. Die Steuereinrichtung 56 (z.B. industrielle Steuerung oder eine geeignete Rechenvorrichtung, wie etwa ein Desktop-Computer, ein Tablet, ein Smartphone usw.) kann einen Prozessor und einen Speicher (z.B. nicht transitorischen maschinenlesbarer Datenträger) enthalten, die zum Ausführen und Speichern von Computeranweisungen und/oder Steuerlogik geeignet sind. Zum Beispiel kann der Prozessor Universal- oder anwendungsspezifische Mikroprozessoren enthalten. Desgleichen können zu dem Speicher flüchtige und/oder nichtflüchtige Speicher, Direktzugriffsspeicher (RAM), Festwertspeicher (ROM), Flash-Speicher, Festplattenlaufwerke (HDD), Wechselplattenlaufwerke und/oder Wechselplatten (z.B. CD, DVD, Blu-ray Disc, USB-Sticks usw.) oder eine Kombination davon zählen.

[0037] In gewissen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 zur Regulierung des sekundären Brennstoffs 16 nützlich sein, der über den einen oder die mehreren LLI-Brennstoffkreisläufe 14 zu einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 geleitet wird. Zum Beispiel kann die Steuereinrichtung 56 in einigen Ausführungsformen zur Beeinflussung (Vorspannung) des sekundären Brennstoffs 16, der durch den LLI-Brennstoffkreislauf 14 geleitet wird, hin zu den LLI-Injektoren 18 einer bestimmten Brennkammer 12 konfiguriert sein. Zum Beispiel kann, für eine bestimmte Brennkammer 12, die Steuereinrichtung 56 mehr sekundären Brennstoff 16 zu gewissen LLI-Injektoren 18 als zu anderen leiten. In gewissen

Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 nämlich konfiguriert sein, um den sekundären Brennstoff 16 so vorzuspannen, dass ein oder mehrere LLI-Injektoren 18 einer bestimmten Brennkammer 12 den sekundären Brennstoff 16 erhalten, während die übrigen LLI-Injektoren 18 der Brennkammer 12 ihn nicht erhalten. Der LLI-Brennstoffkreislauf 14 kann einen oder mehrere Kreisläufe enthalten, die eine oder mehrere Rohrbrennkammern oder Ventile versorgen, um die Steuerung bzw. Regelung des Brennstoffflusses auf Injektorebene zu ermöglichen.

[0038] In einigen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 ausserdem konfiguriert sein, um den zu einem oder mehr LLI-Injektoren 18 von anderen Brennkammern 12 des Systems 10 geleiteten sekundären Brennstoff 16 vorzuspannen. Zum Beispiel kann die Steuereinrichtung 56 mehr sekundären Brennstoff 16 zu einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 der ersten Brennkammer 12a als zu einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b leiten. Bei derartigen Ausführungsformen kann die Position und/oder Konfiguration der LLI-Injektoren 18 der ersten Brennkammer 12a und der zweiten Brennkammer 12b ungefähr gleich sein, aber die LLI-Injektoren 18 können eine andere Funktionsweise haben, die teilweise darauf basiert, wie die Steuereinrichtung 56 zum Regulieren der LLI-Kreisläufe 14 und/oder des sekundären Brennstoffs 16, die jeder Brennkammer 12 zugeordnet sind, eingerichtet ist. Die Steuereinrichtung 56 kann so zur Änderung des Betriebs der LLI-Injektoren 18 konfiguriert sein, um die Verbrennungsdynamik zu reduzieren, ohne zwangsläufig die Anordnung und/oder Konfiguration der Injektoren 18 variieren zu müssen. Zum Beispiel kann die Steuereinrichtung 56 konfiguriert sein, um die Funktion der LLI-Injektoren 18 auf eine Weise zu variieren, welche die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder die Flammenform der Injektoren 18 zwischen den Brennkammern 12 verändert, so dass ein anderes dynamisches Flammenverhalten angeregt wird und die resultierenden Verbrennungsdynamikfrequenzen verschoben werden.

[0039] Fig. 2 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform von einer der Brennkammern 12 von Fig. 1, wobei die Brennkammer 12 funktionell mit dem LLI-Brennstoffkreislauf 14 und der Steuereinrichtung 56 gekoppelt ist. Wie oben angegeben, kann der LLI-Brennstoffkreislauf 14 zum Leiten des sekundären Brennstoffs 16 zu einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 der Brennkammer 12 konfiguriert sein. Des Weiteren kann die Steuereinrichtung 56 konfiguriert sein, um den LLI-Brennstoffkreislauf 14 und/oder den sekundären Brennstoff 16, der zu dem einem oder den mehreren LLI-Injektoren 18 geleitet wird, zu regulieren. In gewissen Ausführungsformen kann/können die Position und/oder Konfiguration der LLI-Injektoren 18 relativ zu den LLI-Injektoren 18 anderer Brennkammern 12 in dem System 10 variieren. Des Weiteren kann in einigen Ausführungsformen, wie etwa der veranschaulichten Ausführungsform, die Steuereinrichtung 56 zur Steuerung des Betriebs von einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 einer bestimmten Brennkammer 12 konfiguriert sein, so dass die LLI-Injektoren 18 der Brennkammer 12 verschiedene Wärmefreisetzungsenergieverteilungen und/oder Flammenformen haben, so dass verschiedene dynamische Flammenverhalten angeregt werden und die resultierenden Verbrennungsdynamikfrequenzen verschoben werden. Die Brennkammer 12 kann auf diese Weise so reguliert werden, dass sie ein reduziertes Kohärenzverhalten (wie unten ausführlich beschrieben wird) hat, und kann daher die Möglichkeit modaler Kopplung zwischen und/oder unter den Brennkammern 12 in dem System 10 reduzieren (wie in Bezug auf Fig. 3 ausführlich beschrieben wird).

[0040] Die Brennkammer 12 enthält das Kopfende 48, das eine Endabdeckung 60 hat, eine Brennkammerkappenanordnung 62, die primäre Verbrennungszone 28 und die sekundäre Verbrennungszone 30. Die Endabdeckung 60 und die Brennkammerkappenanordnung 62 können zur Lagerung der primären Brennstoffdüsen 24 in dem Kopfende 48 eingerichtet sein. In der veranschaulichten Ausführungsform leiten die primären Brennstoffdüsen 24 den primären Brennstoff 26 zu der primären Verbrennungszone 28. Des Weiteren erhalten die primären Brennstoffdüsen 24 das druckbeaufschlagte Oxidationsmittel (z.B. druckbeaufschlagtes Oxidationsmittel) aus dem Ringraum 66 (z.B. zwischen der Auskleidung 68 und dem Strömungsmantel 70) der Brennkammer 12 und kombinieren das druckbeaufschlagte Oxidationsmittel 64 mit dem primären Brennstoff 26, um ein Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemisch zu bilden, das in der primären Verbrennungszone 28 entzündet und zu Verbrennungsgasen (z.B. Abgas) verbrannt wird. Die Verbrennungsgase strömen in einer Richtung 72 zu der sekundären Verbrennungszone 30. Der LLI-Brennstoffkreislauf 14 versorgt den einen oder die mehreren LLI-Injektoren 18, die zum Leiten des sekundären Brennstoffs 16 zu dem sekundären Brennraum 30 eingerichtet sein können, mit dem sekundären Brennstoff 16. Insbesondere erhalten die LLI-Injektoren 18 den sekundären Brennstoff 16 und leiten ihn in die sekundäre Verbrennungszone 30 zu dem Strom von Verbrennungsgasen, der in der Richtung 72 strömt. Des Weiteren können die LLI-Injektoren 18 das druckbeaufschlagte Oxidationsmittel 64 aus dem Ringraum 66 der Brennkammer 12 erhalten und das druckbeaufschlagte Oxidationsmittel 64 mit dem sekundären Brennstoff 16 zu einem Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemisch kombinieren, das in der sekundären Verbrennungszone 30 entzündet und zu zusätzlichen Verbrennungsgasen verbrannt wird. Spezieller strömt das druckbeaufschlagte Oxidationsmittel 64 durch den Ringraum 66 zwischen der Auskleidung 68 und dem Strömungsmantel 70 der Brennkammer 12, um das Kopfende 48 zu erreichen. Die Verbrennungsgase strömen in der Richtung 72 zu dem hinteren Ende 46 der Brennkammer 12 und werden in die Turbine 22 weitergeleitet, wie oben angegeben.

[0041] Wie oben beschrieben, kann die Verbrennungsdynamik (z.B. Erzeugung von heissen Verbrennungsgasen) in der primären Verbrennungszone 28 und der sekundären Verbrennungszone 30 zu unerwünschten Schwingungsantworten in stromabwärtigen Bauteilen führen. Dementsprechend kann es nützlich sein, die Verbrennungsdynamik und/oder die modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen diversen Brennkammern 12 des Systems 10 zu steuern, um dazu beizutragen, die Möglichkeit irgendwelcher unerwünschter Mitschwingungsantworten (z.B. eines Resonanzverhaltens) von Bauteilen in dem System 10 zu reduzieren. In gewissen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 zum Regulie-

ren des LLI-Brennstoffkreislaufs 14 und zum Steuern des zu einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 der Brennkammer 12 geleiteten sekundären Brennstoffs 16 konfiguriert sein. Zum Beispiel kann die Steuereinrichtung 56 in der veranschaulichten Ausführungsform konfiguriert sein, um die zu einem ersten Injektor 18a, einem zweiten Injektor 18b, einem dritten Injektor 18c und einem vierten Injektor 18d geleitete Menge von sekundärem Brennstoff 16 vorzuspannen. Insbesondere kann die Steuereinrichtung 56 konfiguriert sein, um den LLI-Kreislauf 14 zu regulieren, um den sekundären Brennstoff 16 so vorzuspannen, dass der erste Injektor 18a und der dritte Injektor 18c mehr sekundären Brennstoff 16 erhalten als der zweite Injektor 18b und der vierte Injektor 18d. Dementsprechend kann die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder die Flammenform des ersten und des dritten Injektors 18a, 18c von der Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder der Flammenform des zweiten und des vierten Injektors 18b, 18d verschieden sein. Wie in der veranschaulichten Ausführungsform dargestellt, kann die Flammenform des ersten und des dritten Injektors 18a, 18c von der Flammenform des zweiten und des vierten Injektors 18b, 18d verschieden sein. In einigen Situationen kann die Steuereinrichtung 56 konfiguriert sein, um sämtlichen sekundären Brennstoff 16 von einem oder mehreren Injektoren 18 weg vorzuspannen, so dass ein oder mehrere Injektoren 18 wenig zu den Verbrennungsgasen beitragen, die in der sekundären Verbrennungszone 30 erzeugt werden. In einigen Situationen kann die Steuereinrichtung 56 konfiguriert sein, um einen Teil des sekundären Brennstoffs 16 von einem oder mehreren Injektoren 18 der Brennkammer weg vorzuspannen, so dass die Injektoren 18 in unterschiedlichem Masse zu den Verbrennungsgasen beitragen, die in der sekundären Verbrennungszone 30 erzeugt werden.

[0042] In einigen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 zur Variation der Anordnung der funktionierenden LLI-Injektoren 18 durch Steuerung des LLI-Brennstoffkreislaufs 14 und Regulierung der Menge des sekundären Brennstoffs 16, die zu jedem Injektor 18 der Brennkammer 12 geleitet wird, konfiguriert sein. In gewissen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 den sekundären Brennstoff 16 zu den ersten und zweiten Injektoren 18a, 18b in der ersten Brennkammer 12a hin vorspannen und kann den sekundären Brennstoff 16 zu dem dritten und vierten Injektor 18c, 18d in der zweiten Brennkammer 12b hin vorspannen, wie mit Bezug auf Fig. 3 weiter beschrieben wird. So kann die Steuereinrichtung 56 konfiguriert sein, um die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder die Flammenform der Injektoren 18 in der einen oder den mehreren Brennkammern 12 zu regulieren und/oder zu variieren, wodurch in und zwischen den Brennkammern 12 des Systems 10 verschiedene dynamische Flammenverhalten angeregt werden. Auf diese Weise kann die Verbrennungsdynamikfrequenz in und/oder zwischen Brennkammern 12 verschoben werden, so dass die Kohärenz zwischen den Brennkammern 12 verringert ist.

[0043] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Gasturbinensystems 10 von Fig. 1, die mehrere Brennkammern 12 veranschaulicht, die jeweils mit dem LLI-Brennstoffkreislauf 14 ausgestattet sind, der mehrere LLI-Injektoren 18 aufweist (z.B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr Injektoren 14). In der veranschaulichten Ausführungsform enthält das Gasturbinensystem 10 vier Brennkammern 12, die mit der Turbine 22 gekoppelt sind. In einigen Ausführungsformen kann das System 10 eine beliebige Zahl von Brennkammern 12 enthalten, wie etwa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr Brennkammern 12, die mit der Turbine 22 gekoppelt sind. Ausserdem können einer oder mehrere der LLI-Brennstoffkreisläufe 14, die den Brennkammern 12 zugeordnet sind, funktionell mit der Steuereinrichtung 56 gekoppelt sein. Insbesondere kann der eine oder können die mehreren LLI-Injektoren 18 jeder Brennkammer 12 in gewissen Ausführungsformen eine besondere Anordnung (z.B. Konfiguration, Position usw.) haben und/oder können von der Steuereinrichtung 56 gesteuert werden, so dass sie einen besonderen Betrieb haben, der dafür ausgelegt ist, zum Reduzieren von kohärentem Verhalten in dem System 10 beizutragen, wie unten ausführlicher weiter beschrieben wird. Spezieller kann/können die Anordnung und/oder der Betrieb der LLI-Injektoren 18 innerhalb und/oder zwischen den Brennkammern 12 des Systems variieren, so dass die LLI-Injektoren 18 mit unterschiedlichem dynamischem Flammenverhalten angeregt werden und verschiedene brennstoffseitige und oxidationsmittelseitige Impedanzen haben, wodurch Verbrennungsdynamikfrequenzen erzeugt werden, die zwischen den Brennkammern 12 des Systems 10 verschoben sind. Da Kohärenz ein Anzeichen für die Ähnlichkeit der Verbrennungsdynamikfrequenzen zwischen den Brennkammern sein kann, kann das Verschieben der Verbrennungsdynamikfrequenzen zwischen den Brennkammern des Systems die Kohärenz zwischen Brennkammern 12 reduzieren.

[0044] In gewissen Ausführungsformen kann die Position von einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 entlang der axialen Richtung oder Achse 50 des Systems verschoben werden, so dass die Position der LLI-Injektoren 18 zwischen den Brennkammern 12 variiert. Zum Beispiel können die LLI-Injektoren 18 der ersten Brennkammer 12a etwa in einem ersten Abstand 80 von der Endabdeckung 60 der ersten Brennkammer 12a angeordnet sein. Ausserdem können die LLI-Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b etwa in einem zweiten Abstand 82 von der Endabdeckung 60 der zweiten Brennkammer 12b angeordnet sein, wobei der zweite Abstand 82 grösser als der erste Abstand 80 sein kann. Es ist zu beachten, dass in einigen Ausführungsformen der zweite Abstand 82 kleiner als und/oder etwa so gross wie der erste Abstand 80 sein kann, so dass die LLI-Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b näher an dem Kopfende 48 als die LLI-Injektoren 18 der ersten Brennkammer 12a angeordnet sind oder so dass die LLI-Injektoren 18 der ersten und zweiten Brennkammer 12a, 12b ungefähr gleich angeordnet sind.

[0045] In einigen Ausführungsformen kann die Position von einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 entlang der axialen Richtung oder Achse 50 verschoben sein, so dass die Position der LLI-Injektoren 18 innerhalb der und auch zwischen den Brennkammern 12 variiert. Zum Beispiel kann jeder LLI-Injektor 18 einer dritten Brennkammer 12c in einem anderen Abstand von der Endabdeckung 60 der dritten Brennkammer 12c angeordnet sein. Ausserdem kann jeder LLI-Injektor 18

einer vierten Brennkammer 12d in etwa einem anderen Abstand von der Endabdeckung 60 der vierten Brennkammer 12d angeordnet sein. Zum Beispiel kann in der dritten Brennkammer 12c ein dritter Abstand 84 von der Endabdeckung 60 zu dem dritten Injektor 18c kleiner als ein vierter Abstand 86 von der Endabdeckung 60 zu dem vierten Injektor 18d sein. Es ist zu beachten, dass der dritte Abstand 84 in einigen Ausführungsformen grösser als der vierte Abstand 86 sein kann.

[0046] In einigen Ausführungsformen kann der Abstand zwischen zwei Injektoren 18 einer bestimmten Brennkammer innerhalb dieser bestimmten Brennkammer variieren. Zum Beispiel kann ein fünfter Abstand 88 zwischen dem dritten und dem vierten Injektor 18c, 18d grösser als ein sechster Abstand 90 zwischen dem ersten und dem zweiten Injektor 18a, 18b der dritten Brennkammer 12c sein. Auf diese Weise können die Injektoren 18 der dritten Brennkammer 12c entlang der axialen Richtung 50 in der Brennkammer 12c gestuft sein. Es ist zu beachten, dass der Abstand zwischen den Injektoren 18 (z.B. der fünfte oder sechste Abstand 88 und 90) ein beliebiger Abstand sein kann. Des Weiteren können in einigen Ausführungsformen die Injektoren 18 der dritten Brennkammer 12c relativ zu den Injektoren 18 der vierten Brennkammer 12d axial gestuft sein. Zum Beispiel kann der fünfte Abstand 88 zwischen dem dritten und vierten Injektor 18c, 18d grösser als der sechste Abstand 90 zwischen einem fünften und einem sechsten Injektor 18e bzw. 18f sein. Auf diese Weise kann das Variieren der Position der Injektoren 18 durch axiale Stufung entlang der axialen Richtung 50 zwischen und/oder in den Brennkammern 12 (z.B. der ersten und der zweiten Brennkammer 12a, 12b und/oder der dritten und der vierten Brennkammer 12c, 12d usw.) die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder die Flammenform variieren, wodurch verschiedene dynamische Flammenverhalten zwischen Brennkammern 12 angeregt werden. Dementsprechend wird ein anderes dynamisches Flammenverhalten angeregt, und die resultierenden Verbrennungsdynamikfrequenzen sind zwischen den Brennkammern 12 verschoben.

[0047] In gewissen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 funktionell mit einem oder mehreren LLI-Kreisläufen 14 gekoppelt sein, die der einen oder den mehreren Brennkammern 12 zugeordnet sind. Insbesondere kann die Steuereinrichtung 56 zur Steuerung eines bestimmten LLI-Kreislaufs 14 durch Regulieren der Menge von sekundärem Brennstoff 16, die zu dem einen oder den mehreren Injektoren 18 der Brennkammer 12, die diesem bestimmten LLI-Kreislauf 14 zugeordnet ist, hin geleitet und/oder vorgespannt wird. Zum Beispiel kann in der veranschaulichten Ausführungsform die Steuereinrichtung 56 funktionell mit einem dritten LLI-Brennstoffkreislauf 14c, welcher der dritten Brennkammer 12c zugeordnet ist, und einem vierten LLI-Brennstoffkreislauf 14d, welcher der vierten Brennkammer 12d zugeordnet ist, gekoppelt sein. In einigen Situationen kann die Steuereinrichtung 56 konfiguriert sein, um den sekundären Brennstoff 16, der zu den Injektoren 18 der dritten und vierten Brennkammer 12c, 12d geleitet wird, gemäss einer bestimmten Anordnung vorzuspannen, so dass nur die Injektoren 18 in speziellen Positionen mit Brennstoff gespeist werden. Zum Beispiel kann die Steuereinrichtung 56 konfiguriert sein, um sekundären Brennstoff 16 zu dem zweiten Injektor 18b, dem dritten Injektor 18c, dem sechsten Injektor 18f und einem siebten Injektor 18g und weg von dem ersten Injektor 18a, dem vierten Injektor 18d, dem fünften Injektor 18e und einem achten Injektor 18h zu leiten. Dementsprechend kann, wie veranschaulicht, die Wärmefreisetzungsverteilung und/oder die Flammenform der Injektoren 18, die mit dem sekundären Brennstoff 16 vorgespannt sind, anders als bei nicht vorgespannten Injektoren 18 sein, wodurch zwischen den Brennkammern 12 verschiedene dynamische Flammenverhalten angeregt werden. Von daher wird ein anderes dynamisches Flammenverhalten angeregt, und die resultierenden Verbrennungsdynamikfrequenzen sind zwischen der dritten und der vierten Brennkammer 12c, 12d verschoben.

[0048] In einigen Ausführungsformen kann das System 10 eine oder mehrere Gruppen (z.B. 1, 2, 3, 4, 5 oder mehr) von Brennkammern 12 enthalten, wobei jede Gruppe von Brennkammern 12 eine oder mehrere Brennkammern 12 (z.B. 1, 2, 3, 4, 5 oder mehr) enthält. In einigen Situationen kann jede Gruppe von Brennkammern 12 identische Brennkammern 12 enthalten, die sich von einer oder mehreren anderen Gruppen von Brennkammern 12 innerhalb des Systems 10 unterscheiden. Zum Beispiel kann eine erste Gruppe von Brennkammern 12 identische Brennkammern 12 enthalten, die eine bestimmte Anordnung von LLI-Injektoren 18 haben, und eine zweite Gruppe von Brennkammern 12 kann identische Brennkammern 12 enthalten, die eine zweite Anordnung von LLI-Injektoren 18 haben. Des Weiteren können die erste und die zweite Anordnung von LLI-Injektoren 18 auf eine oder mehrere Arten verschieden sein, wie oben beschrieben. Dementsprechend kann die erste Gruppe von Brennkammern 12 ein dynamisches Flammenverhalten und eine brennstoffseitige/oxidationsmittelseitige Impedanz erzeugen, die von dem dynamischen Flammenverhalten und einer brennstoffseitigen/oxidationsmittelseitigen Impedanz der zweiten Gruppe von Brennkammern 12 innerhalb des Systems 10 verschieden ist, wodurch Verbrennungsdynamikfrequenzen erzeugt werden, die zwischen den Brennkammern 12 des Systems 10 verschoben sind.

[0049] Zum Beispiel kann in gewissen Ausführungsformen eine erste Gruppe von Brennkammern 12 identische Brennkammern 12 enthalten, die jeweils eine erste Anordnung von LLI-Injektoren 18 haben, eine zweite Gruppe von Brennkammern 12 kann identische Brennkammern 12 enthalten, die jeweils eine zweite Anordnung von LLI-Injektoren 18 haben, und eine dritte Gruppe von Brennkammern 12 kann identische Brennkammern 12 enthalten, die jeweils eine dritte Anordnung von LLI-Injektoren 18 haben. Des Weiteren können Anordnungen der LLI-Injektoren 18 jeder Gruppe von Brennkammern 12 auf eine oder mehrere Arten voneinander verschieden sein, wie mit Bezug auf die Fig. 4A bis 4C beschrieben ist. Dementsprechend können die LLI-Injektoren 18 der ersten Gruppe von Brennkammern 12 angeordnet sein, um ein(e) erste(s) dynamisches Flammenverhalten oder brennstoffseitige/oxidationsmittelseitige Impedanz zu erzielen, die LLI-Injektoren 18 der zweiten Gruppe der Brennkammern 12 können in einer Konfiguration angeordnet sein, die von der grundlegenden Konfiguration verschieden ist, um ein(e) zweite(s) dynamisches Flammenverhalten oder brennstoffseitige/oxidationsmit-

telseitige Impedanz zu erzielen, und die LLI-Injektoren 18 der dritten Gruppe der Brennkammern 12 können in einer von der grundlegenden Konfiguration verschiedenen Konfiguration angeordnet sein, um ein(e) dritte(s) dynamisches Flammenverhalten oder brennstoffseitige/oxidationsmittelseitige Impedanz zu erzielen. Das/die erste, zweite und dritte dynamische Flammenverhalten oder brennstoffseitige/oxidationsmittelseitige Impedanz können voneinander verschieden sein. Infolgedessen sind die Verbrennungsdynamikfrequenzen zwischen den verschiedenen Gruppen von Brennkammern 12 des Systems 10 verschoben. In gewissen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 zur Steuerung der Konfiguration der LLI-Injektoren 18 innerhalb jeder Gruppe von Brennkammern 12 konfiguriert sein, wie oben weiter beschrieben wird. Es sind zwar drei Gruppen und drei Frequenzen beschrieben, es sollte aber klar sein, dass jede beliebige Anzahl von Gruppen und/oder Frequenzen eingesetzt werden kann.

[0050] In einigen Ausführungsformen kann zusätzlich zur axialen Stufung von Injektoren 18 die Position und/oder Anordnung der Injektoren 18 innerhalb, zwischen und/oder unter einer oder mehreren Brennkammern 12 des Systems 10 durch umfangsmässiges Gruppieren variiert sein, wie mit Bezug auf die Fig. 4A, 4B und 4C weiter beschrieben wird. Zum Beispiel kann die Gruppierung und/oder Verteilung der LLI-Injektoren 18 entlang einer oder mehrerer Achsen in der Umfangsrichtung 54 zwischen Brennkammern 12 variiert werden, wie mit Bezug auf die Fig. 4A–4C ausführlich weiter beschrieben wird.

[0051] Fig. 4A zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform der ersten Brennkammer 12a in dem System 10 entlang der Linie 4A–4A in Fig. 3, wobei die erste Brennkammer 12a eine erste umfangsmässige Verteilung 92 der Injektoren 18 entlang einer bestimmten Achse in der Umfangsrichtung 54 enthält. Zum Beispiel sind in der veranschaulichten Ausführungsform ein erster Satz 94 mit drei Injektoren 18 und ein zweiter Satz 96 mit einem Injektor 18 längs des Umfangs ungefähr entlang einer ersten Umfangsachse 98, wie in Fig. 3 gezeigt, angeordnet (z.B. geordnet, eingerichtet usw.). Jeder Satz Injektoren 18 kann zum Leiten des sekundären Brennstoffs 16 zu der sekundären Verbrennungszone 30 der ersten Brennkammer 12a eingerichtet sein. Insbesondere kann das Variieren der Konfiguration und/oder Anordnung der Injektoren 18 innerhalb der Brennkammer 12 und/oder zwischen Brennkammern 12 (z.B. der ersten Brennkammer 12a und der zweiten Brennkammer 12b) die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder die Flammenformen variieren, wodurch verschiedene dynamische Flammenverhalten angeregt werden und der Frequenzgang zwischen den Brennkammern 12 verschoben wird. Zum Beispiel können in einigen Ausführungsformen die Injektoren 18 der ersten Brennkammer 12a entlang der ersten Umfangsachse 98 auf eine Weise angeordnet sein, die von der Position und/oder Anordnung der Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b verschieden ist. Spezieller kann der erste Satz 94 Injektoren 18 von dem zweiten Satz 96 Injektoren 18 weg entlang derselben Umfangsachse 98 der ersten Brennkammer 12a räumlich angeordnet und/oder gruppiert sein. Jeder Injektor 18 kann in der Tat durch einen Umfangsabstand von einem anderen Injektor 18 der ersten Brennkammer 12a beabstandet sein, so dass gewisse Injektoren 18 enger beabstandet sein können als andere Injektoren 18. In einigen Ausführungsformen kann sich die umfangsmässige Gruppierung der Injektoren 18 in der ersten Brennkammer von der umfangsmässigen Gruppierung der Injektoren 18 in einer benachbarten Brennkammer 12, wie etwa der zweiten Brennkammer 12b, unterscheiden, wie mit Bezug auf Fig. 4B und Fig. 4C ausführlich weiter beschrieben wird.

[0052] Fig. 4B zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform der zweiten Brennkammer 12b in dem System 10 entlang der Linie 4A–4A, wobei die zweite Brennkammer 12b eine zweite umfangsmässige Verteilung 100 der Injektoren 18 entlang einer bestimmten Achse in der Umfangsrichtung 54 enthält. Zum Beispiel weist in der veranschaulichten Ausführungsform die zweite umfangsmässige Verteilung 100 vier Injektoren 18 auf, die zum Leiten des sekundären Brennstoffs 16 zu der sekundären Verbrennungszone 30 der ersten Brennkammer 12b eingerichtet sind. Insbesondere kann die zweite umfangsmässige Verteilung 100 einen oder mehrere Injektoren 18 (z.B. einen ersten umfangsmässigen Injektor 102, einen zweiten umfangsmässigen Injektor 104, einen dritten umfangsmässigen Injektor 106 und einen vierten umfangsmässigen Injektor 108) mit ungefähr dem gleichen Umfangsabstand zwischen ihnen enthalten. Zum Beispiel können der zweite und der vierte umfangsmässige Injektor 104, 106 auf der radialen Achse 52 ungefähr an einander entgegengesetzten Enden der Querschnittsausführungsform der zweiten Brennkammer 12b angeordnet sein, so dass sie durch etwa 180 Grad voneinander getrennt sind. Desgleichen können der erste und der dritte umfangsmässige Injektor 102, 106 auf der Längsachse 50 ungefähr an einander entgegengesetzten Enden der Querschnittsausführungsform der zweiten Brennkammer 12b angeordnet sein, so dass sie durch etwa 180 Grad voneinander getrennt sind. Dementsprechend können zwei beliebige umfangsmässige Injektoren in der veranschaulichten Ausführungsform etwa in einem ersten Winkel 110, wie dem ersten Winkel 110 von etwa 90 Grad, angeordnet sein. Es ist zu beachten, dass in anderen Ausführungsformen der ersten Winkel 110, der zwei beliebige Injektoren 18 voneinander trennt, irgendein geeigneter Winkel sein kann, wie zwischen etwa 1 und 359 Grad, 5 und 10 Grad, 10 und 20 Grad, 20 und 45 Grad, 45 und 90 Grad, 90 und 180 Grad, 180 und 360 Grad usw. Zum Beispiel kann in der veranschaulichten Ausführungsform der erste umfangsmässige Injektor 102 im Winkel von etwa 45 Grad anstatt von etwa 90 Grad zu dem zweiten umfangsmässigen Injektor 104 angeordnet sein. Ausserdem kann der erste Winkel 110 zwischen zwei beliebigen umfangsmässigen Injektoren 102, 104, 106 oder 108 für verschiedene Umfangskonfigurationen und/oder -anordnungen zwischen Brennkammern 12 zwischen den Brennkammern 12 variiert sein, wie mit Bezug auf Fig. 4C weiter beschrieben wird.

[0053] So können die Injektoren 18 der ersten Brennkammer 12a anders als die Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b eingerichtet und/oder angeordnet sein. Das Variieren der Konfiguration und/oder Anordnung der Injektoren 18 innerhalb der Brennkammer 12 und/oder zwischen Brennkammern 12 (z.B. der ersten Brennkammer 12a und der zweiten Brennkammer 12b) kann nämlich, wie oben angegeben, die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder Flammen-

formen variieren, wodurch verschiedene dynamische Flammenverhalten angeregt und der Frequenzgang zwischen den Brennkammern 12 verschoben werden.

[0054] Fig. 4C zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform der dritten Brennkammer 12c in dem System 10 entlang der Linie 4A–4A von Fig. 3, wobei die dritte Brennkammer 12c eine dritte umfangsmässige Verteilung 112 der Injektoren 18 entlang einer bestimmten Achse in der Umfangsrichtung 54 hat. Zum Beispiel weist die dritte umfangsgemässe Verteilung 112 in der veranschaulichten Ausführungsform vier Injektoren 18 auf, die zum Leiten des sekundären Brennstoffs 16 zu der sekundären Verbrennungszone 30 der ersten Brennkammer 12b eingerichtet sind. Insbesondere kann die Anordnung des ersten Injektors 18a, des zweiten Injektors 18b, des dritten Injektors 18c und des vierten Injektors 18d der dritten Brennkammer 12c von der Anordnung des ersten umfangsmässigen Injektors 102, des zweiten umfangsmässigen Injektors 104, des dritten umfangsmässigen Injektors 106 und des vierten umfangsmässigen Injektors 108 der ersten und/oder zweiten Brennkammer 12a, 12b verschieden sein. Zum Beispiel können die Injektoren 18 der dritten Brennkammer 12c ähnlich den Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b etwa 180 Grad auseinander angeordnet sein. Jeder der Injektoren 18 der dritten Brennkammer 12c kann aber um etwa einen zweiten Winkel 112 relativ zu jedem der Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b versetzt sein. Zum Beispiel kann der erste Injektor 18a der dritten Brennkammer 12c um etwa den zweiten Winkel 112 (z.B. etwa 45 Grad) relativ zu dem ersten umfangsmässigen Injektor 102 der zweiten Brennkammer 12b versetzt sein. Es ist zu beachten, dass in anderen Ausführungsformen der zweite Winkel 112, der für den Winkelversatz zwischen zwei beliebigen Brennkammern 12 repräsentativ ist, irgendein geeigneter Winkel sein kann, wie zwischen etwa 1 und 359 Grad, 5 und 10 Grad, 10 und 20 Grad, 20 und 45 Grad, 45 und 90 Grad, 90 und 180 Grad, 180 und 360 Grad usw.

[0055] Auf diese Weise können die Injektoren 18 der zweiten Brennkammer 12b von den Injektoren 18 der dritten Brennkammer 12c verschieden eingerichtet und/oder angeordnet werden. Wie oben angegeben, kann das Variieren der Konfiguration und/oder Anordnung der Injektoren 18 in der Brennkammer 12 und/oder zwischen den Brennkammern 12 (z.B. der zweiten Brennkammer 12b und der dritten Brennkammer 12c) nämlich die Wärmefreisetzungsenergieverteilung und/oder die Flammenformen variieren, wodurch verschiedene dynamische Flammenverhalten angeregt und der Frequenzgang zwischen den Brennkammern 12 verschoben werden.

[0056] Zu technischen Wirkungen der Offenbarung zählen das Variieren der Position und/oder Lage des einen oder der mehreren Injektoren 18 innerhalb des Brennstoffkreislaufs 14, der jeder der einen oder mehreren Brennkammern 12 des Systems 10 zugeordnet ist. Speziell kann die Position und/oder Anordnung der Injektoren 18 innerhalb, zwischen und/oder unter der einen oder den mehreren Brennkammern 12 durch axiale Stufung und/oder umfangsmässiges Gruppieren variiert werden, um das akustische Verhalten des Brennstoffsystems und daher die Verbrennungsdynamik der Gasturbinenbrennkammer zu modifizieren (z.B. Frequenz, Amplitude, Brennkammer-Brennkammer-Kohärenz, Frequenzbereich oder eine Kombination davon zu variieren). Zum Beispiel können die Injektoren 18 einer bestimmten Brennkammer 12 entlang der axialen Richtung oder Achse 50 (z.B. einer Längsachse) dieser Brennkammer 12 verschoben werden, so dass die Position der Injektoren 18 zwischen den Brennkammern 12 des Systems 10 axial variieren kann. Desgleichen können die Injektoren 18 einer bestimmten Brennkammer 12 entlang der Umfangsrichtung 54 dieser Brennkammer 12 umfangsmässig gruppiert und/oder verteilt werden, so dass die Position und/oder Anordnung der Injektoren 18 zwischen den Brennkammern 12 des Systems 10 längs des Umfangs variieren kann. Es ist zu beachten, dass in gewissen Ausführungsformen die Injektoren 18 des Systems 10 zwischen den Brennkammern 12 in Axialrichtung und/oder in Umfangsrichtung variiert sein können.

[0057] In gewissen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung 56 zum Regulieren des sekundären Brennstoffs 16 genutzt werden, der über den LLI-Brennstoffkreislauf 14 zu einem oder mehreren LLI-Injektoren 18 geleitet wird. Zum Beispiel kann die Steuereinrichtung 56 in einigen Ausführungsformen konfiguriert sein, um den durch den LLI-Brennstoffkreislauf 14 zu den LLI-Injektoren 18 einer bestimmten Brennkammer 12 geleiteten sekundären Brennstoff 16 hin vorzuspannen. So kann die Steuereinrichtung 56 zur Veränderung des Betriebs der LLI-Injektoren 18 konfiguriert sein, um die Verbrennungsdynamik zu reduzieren, ohne zwangsläufig die Anordnung und/oder Konfiguration der Injektoren 18 zu variieren.

[0058] Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschliesslich der besten Ausführungsart, zu offenbaren und um dem Fachmann die Ausführung der Erfindung, einschliesslich der Herstellung und Verwendung von Vorrichtungen oder Systemen und der Durchführung eingebundener Verfahren, zu ermöglichen. Der patentfähige Umfang der Erfindung wird von den Ansprüchen definiert und kann andere Beispiele enthalten, die fachkundigen Personen einfallen. Es ist vorgesehen, dass derartige andere Beispiele im Umfang der Ansprüche liegen, wenn sie strukturelle Elemente enthalten, die sich nicht von dem Wortsinn der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden von dem Wortsinn der Ansprüche enthalten.

[0059] Ein System enthält eine Gasturbine mit einer ersten Brennkammer und einer zweiten Brennkammer. Die erste Brennkammer enthält eine erste Brennstoffleitung mit mehreren ersten Injektoren. Die mehreren ersten Injektoren sind in einer ersten Konfiguration in der ersten Brennkammer an einem ersten Brennstoffweg entlang angeordnet, und die mehreren ersten Injektoren sind zum Leiten eines Brennstoffs zu einem ersten Brennraum eingerichtet. Das System enthält ferner eine zweite Brennkammer mit einer zweiten Brennstoffleitung, die mehrere zweite Injektoren aufweist. Die mehreren zweiten Injektoren sind in einer zweiten Konfiguration in der zweiten Brennkammer an einem zweiten Brennstoffweg

entlang angeordnet, und die mehreren zweiten Injektoren sind zum Leiten des Brennstoffs zu einem zweiten Brennraum eingerichtet. Die zweite Konfiguration hat relativ zu der ersten Konfiguration wenigstens einen Unterschied.

Patentansprüche

1. System, das aufweist:
eine Gasturbine, umfassend:
eine erste Brennkammer, die eine erste Brennstoffleitung mit mehreren ersten Injektoren aufweist, wobei die mehreren ersten Injektoren in einer ersten Konfiguration in der ersten Brennkammer an einem ersten Brennstoffweg entlang angeordnet sind und die mehreren ersten Injektoren zum Leiten eines Brennstoffs zu einem ersten Brennraum eingerichtet sind, und
eine zweite Brennkammer, die eine zweite Brennstoffleitung aufweist, die mehrere zweite Injektoren aufweist, wobei die mehreren zweiten Injektoren in einer zweiten Konfiguration in der zweiten Brennkammer an einem zweiten Brennstoffweg entlang angeordnet sind, wobei die mehreren zweiten Injektoren zum Leiten des Brennstoffs zu einem zweiten Brennraum eingerichtet sind und wobei die zweite Konfiguration relativ zu der ersten Konfiguration wenigstens einen Unterschied aufweist.
2. System nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Unterschied zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik zwischen dem ersten Brennraum und dem zweiten Brennraum durch Variation einer ersten Wärmefreisetzungsenergieverteilung oder einer ersten Flammendynamik der mehreren ersten Injektoren relativ zu einer zweiten Wärmefreisetzungsenergieverteilung oder einer zweiten Flammendynamik der mehreren zweiten Injektoren eingerichtet ist und/oder
wobei der wenigstens eine Unterschied zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer
durch Variation eines ersten Verhältnisses eines Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemischs der mehreren ersten Injektoren relativ zu einem zweiten Verhältnis des Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemischs der mehreren zweiten Injektoren eingerichtet ist.
3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei der wenigstens eine Unterschied zwischen den mehreren ersten Injektoren und den mehreren zweiten Injektoren einen Unterschied zwischen wenigstens einem Injektor der mehreren ersten Injektoren und wenigstens einem Injektor der mehreren zweiten Injektoren umfasst.
4. System nach Anspruch 3, wobei der wenigstens eine Unterschied zwischen den mehreren ersten Injektoren und den mehreren zweiten Injektoren wenigstens eine(n) von einer anderen axialen Konfiguration, einer anderen Umfangskonfiguration, einer anderen Brennstoffaufnahme oder einem anderen Injektorbetrieb oder eine Kombination davon umfasst.
5. System nach Anspruch 4, wobei die andere axiale Konfiguration wenigstens eine von einer anderen axialen Platzierung, einer anderen axialen Lage, einer anderen axialen Position oder einer anderen axialen Anordnung oder eine Kombination davon zwischen der ersten und der zweiten Brennkammer umfasst und/oder
wobei die andere Umfangskonfiguration wenigstens eine von einer anderen umfangsmässigen Platzierung, einer anderen umfangsmässigen Lage, einer anderen umfangsmässigen Position oder einer anderen umfangsmässigen Anordnung oder eine Kombination davon zwischen der ersten und der zweiten Brennkammer umfasst,
wobei die andere Umfangskonfiguration vorzugsweise wenigstens einen anderen Versatzwinkel zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer umfasst.
6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gasturbine eine Steuereinrichtung aufweist, die zur Steuerung der ersten Brennstoffleitung oder der zweiten Brennstoffleitung zur Variation einer Brennstoffaufnahme der mehreren ersten Injektoren relativ zu den mehreren zweiten Injektoren konfiguriert ist,
wobei die Steuereinrichtung vorzugsweise zur Steuerung der ersten Brennstoffleitung zur Variation der Brennstoffaufnahme in einen ersten Injektor der mehreren ersten Injektoren relativ zu einem zweiten Injektor der mehreren ersten Injektoren konfiguriert ist.
7. System, das aufweist:
eine erste Turbinenbrennkammer, umfassend:
eine erste Brennstoffleitung, die mehrere erste Brennstoffinjektoren mit einer ersten Anordnung in der ersten Turbinenbrennkammer aufweist, wobei die mehreren ersten Brennstoffinjektoren zum Leiten eines Brennstoffs zu einer ersten sekundären Verbrennungszone der ersten Turbinenbrennkammer eingerichtet sind und wobei die mehreren ersten Brennstoffinjektoren einen ersten Injektor aufweisen, der relativ zu einem zweiten Injektor wenigstens einen Unterschied aufweist, und
eine Steuereinrichtung, die zur Steuerung der ersten Brennstoffleitung zur Variation eines ersten Brennstoffflusses des ersten Injektors relativ zu einem zweiten Brennstofffluss des zweiten Injektors konfiguriert ist.
8. System nach Anspruch 7, das aufweist:
eine zweite Turbinenbrennkammer, umfassend:

eine zweite Brennstoffleitung, die mehrere zweite Brennstoffinjektoren mit einer zweiten Anordnung in der zweiten Turbinenbrennkammer aufweist, wobei die mehreren zweiten Brennstoffinjektoren zum Leiten des Brennstoffs zu einer zweiten sekundären Verbrennungszone der zweiten Turbinenbrennkammer eingerichtet sind und wobei die mehreren zweiten Brennstoffinjektoren einen dritten Injektor aufweisen, der relativ zu einem vierten Injektor wenigstens einen Unterschied hat.

9. System nach Anspruch 8, wobei die Steuereinrichtung zur Steuerung der zweiten Brennstoffleitung zur Variation eines dritten Brennstoffflusses des dritten Injektors relativ zu einem vierten Brennstofffluss des vierten Injektors zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik zwischen dem dritten Injektor und dem vierten Injektor konfiguriert ist und/oder
wobei die Steuereinrichtung zur Variation des ersten Brennstoffflusses oder des zweiten Brennstoffflusses relativ zu dem dritten Brennstofffluss und/oder dem vierten Brennstofffluss zur Variation der Flammendynamik und dadurch der Verbrennungsdynamik zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer konfiguriert ist.
10. Verfahren, das aufweist:
Steuern einer ersten Verbrennungsdynamik einer ersten Brennkammer oder einer ersten Flammendynamik eines ersten Brennstoffinjektorensatzes der ersten Brennkammer mit einer ersten Anordnung des ersten Brennstoffinjektorensatzes und
Steuern einer zweiten Verbrennungsdynamik einer zweiten Brennkammer oder einer zweiten Flammendynamik eines zweiten Brennstoffinjektorensatzes der zweiten Brennkammer mit einer zweiten Anordnung des zweiten Brennstoffinjektorensatzes, wobei die erste Anordnung relativ zu der zweiten Anordnung wenigstens einen Unterschied aufweist.

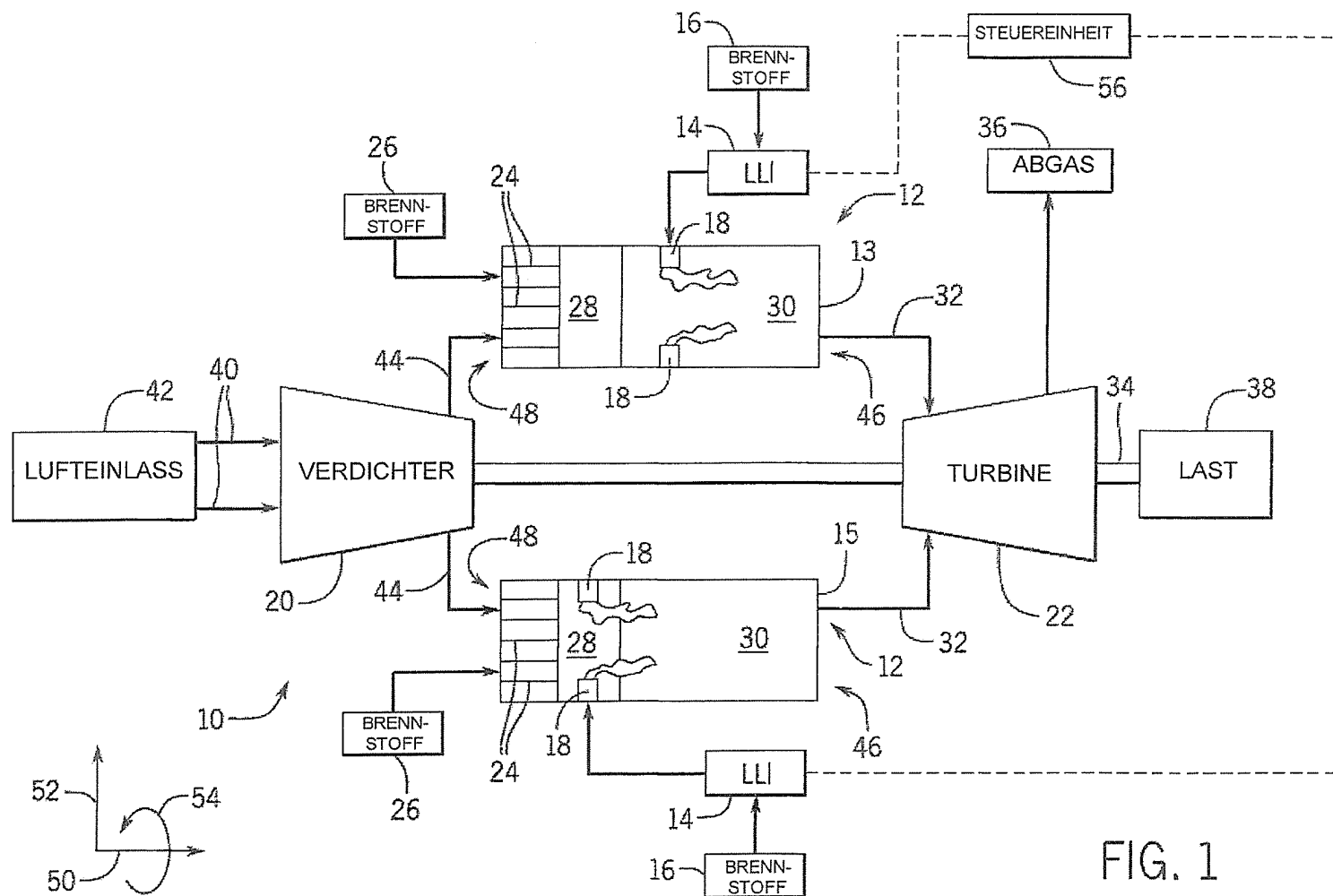


FIG. 1

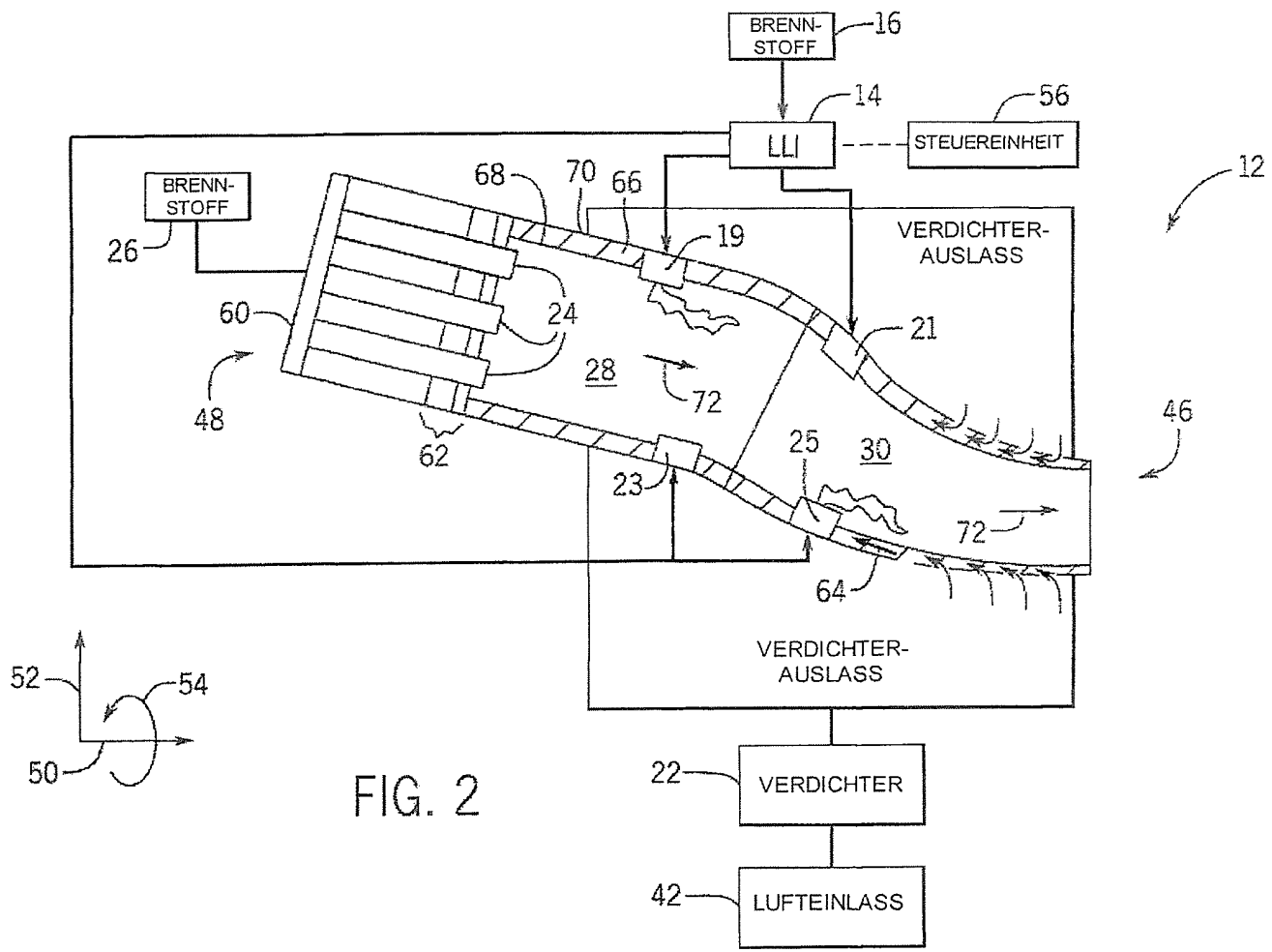


FIG. 2

