

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 709 270 A2

(51) Int. Cl.: F23R 3/42 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00256/15

(22) Anmeldedatum: 25.02.2015

(43) Anmeldung veröffentlicht: 28.08.2015

(30) Priorität: 27.02.2014 US 14/192,687

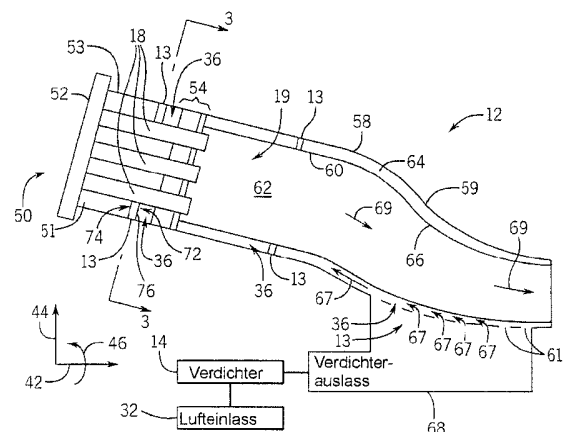
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Sarah Lori Crothers, Greenville, SC 29615 (US)
Lucas John Stoia, Greenville, SC 29615-4614 (US)
William Francis Carnell Jr.,
Greenville, SC 29615-4614 (US)

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

(54) System und Verfahren zur Steuerung der Verbrennungsdynamik in einem Brennersystem.

(57) Ein System enthält eine Gasturbine, die eine erste Brennkammer (12) und eine zweite Brennkammer (12) enthält. Die erste Brennkammer (12) enthält einen ersten Oxidationsmittelströmungspfad und eine erste perforierte Struktur (13), die mehrere Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die erste perforierte Struktur (13) in dem ersten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet ist. Die zweite Brennkammer (12) enthält einen zweiten Oxidationsmittelströmungspfad und eine zweite perforierte Struktur (13), die mehrere zweite Oxidationsmittelöffnungen aufweist. Die zweite perforierte Struktur (13) ist in dem zweiten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet, und die erste perforierte Struktur (13) weist wenigstens einen Unterschied gegenüber der zweiten perforierten Struktur (13) auf.



Beschreibung

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0001] Der offenbarte Gegenstand betrifft allgemein Gasturbinensysteme und insbesondere ein System und Verfahren zur Steuerung der Verbrennungsdynamik und spezieller zur Reduktion einer modalen Kopplung der Verbrennungsdynamik.

[0002] Gasturbinensysteme enthalten im Allgemeinen eine Gasturbine mit einem Verdichterabschnitt, einem Brennkammerabschnitt und einem Turbinenabschnitt. Der Brennkammerabschnitt kann eine oder mehrere Brennkammern (z.B. Brennerrohre) mit Brennstoffdüsen enthalten, die eingerichtet sind, um einen Brennstoff und ein Oxidationsmittel (z.B. Luft) in einen Brennraum innerhalb jeder Brennkammer zu injizieren. In jeder Brennkammer verbrennt ein Gemisch aus dem Brennstoff und dem Oxidationsmittel, um heisse Verbrennungsgase zu erzeugen, die dann in eine oder mehrere Turbinenstufen in dem Turbinenabschnitt hineinströmen und diese antreiben. Jede Brennkammer kann eine Verbrennungsdynamik erzeugen, die auftritt, wenn die akustischen Schwingungen der Brennkammer mit der Flammendynamik (die auch als die oszillierende Komponente der Wärmefreisetzung bezeichnet wird) wechselwirken, um zu einer selbsterhaltenden Druckschwingung in der Brennkammer zu führen. Eine Verbrennungsdynamik kann bei mehreren diskreten Frequenzen oder über einen Frequenzbereich auftreten und kann sich sowohl stromaufwärts als auch stromabwärts bezüglich der jeweiligen Brennkammer ausbreiten. Z.B. können sich die Druck- und/oder Schallwellen stromabwärts in den Turbinenabschnitt, z.B. durch eine oder mehrere Turbinenstufen, oder stromaufwärts in das Brennstoffsystem ausbreiten. Bestimmte Komponenten des Turbinensystems können möglicherweise auf die Verbrennungsdynamik ansprechen, insbesondere wenn die von den einzelnen Brennkammern erzeugten Verbrennungsdynamiken eine phasengleiche und kohärente Beziehung zueinander aufweisen und Frequenzen an oder in der Nähe der Eigen- oder Resonanzfrequenzen der Komponenten aufweisen. Wie hierin beschrieben, kann sich eine «Kohärenz» auf die Stärke der linearen Beziehung zwischen zwei dynamischen Signalen beziehen und kann stark durch den Grad der Frequenzüberlappung zwischen diesen beeinflusst werden. In dem Zusammenhang mit der Verbrennungsdynamik ist «Kohärenz» ein Mass für die modale Kopplung oder akustische Wechselwirkung von Brennkammer zu Brennkammer, die das Verbrennungssystem zeigt. Demgemäss gibt es einen Bedarf danach, die Verbrennungsdynamik und/oder eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zu steuern, um die Möglichkeit irgendeiner unerwünschten Mitschwingungsantwort (z.B. eines Resonanzverhaltens) von Komponenten in dem Turbinensystem zu reduzieren.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0003] Bestimmte Ausführungsformen, die dem Umfang der ursprünglich beanspruchten Erfindung entsprechen, sind nachstehend zusammengefasst. Diese Ausführungsformen sollen den Umfang der beanspruchten Erfindung nicht beschränken; vielmehr sollen diese Ausführungsformen lediglich eine kurze Zusammenfassung möglicher Formen der Erfindung liefern. In der Tat kann die Erfindung vielfältige Formen einnehmen, die den nachstehend erläuterten Ausführungsformen ähnlich sein oder sich von diesen unterscheiden können.

[0004] In einer ersten Ausführungsform enthält ein System eine Gasturbine, die eine erste Brennkammer und eine zweite Brennkammer enthält. Die erste Brennkammer enthält einen ersten Oxidationsmittelströmungspfad und eine erste perforierte Struktur, die mehrere erste Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die erste perforierte Struktur in dem ersten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet ist. Die zweite Brennkammer enthält einen zweiten Oxidationsmittelströmungspfad und eine zweite perforierte Struktur, die mehrere zweite Oxidationsmittelöffnungen aufweist. Die zweite perforierte Struktur ist in dem zweiten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet, und die erste perforierte Struktur weist wenigstens einen Unterschied gegenüber der zweiten perforierten Struktur auf.

[0005] Der wenigstens eine Unterschied kann eingerichtet sein um zu helfen, eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer zu reduzieren.

[0006] Die erste perforierte Struktur eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann eine erste perforierte Struktur aufweisen, die wenigstens entweder zwischen einer ersten Strömungshülse der ersten Brennkammer und einem ersten Flammrohr der ersten Brennkammer und/oder zwischen einer ersten Prallhülse der ersten Brennkammer und einem ersten Übergangsstück der ersten Brennkammer und/oder in einer ersten Kopfendkammer der ersten Brennkammer oder einer beliebigen Kombination von diesen angeordnet ist, wobei die zweite perforierte Struktur eine zweite perforierte Struktur aufweist, die wenigstens entweder zwischen einer zweiten Strömungshülse der zweiten Brennkammer und einem zweiten Flammrohr der zweiten Brennkammer und/oder zwischen einer zweiten Prallhülse der zweiten Brennkammer und einem zweiten Übergangsstück der zweiten Brennkammer und/oder in einer zweiten Kopfendkammer der zweiten Brennkammer oder einer beliebigen Kombination von diesen angeordnet ist.

[0007] Die erste perforierte Struktur eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann wenigstens entweder eine erste Strömungshülse der ersten Brennkammer und/oder eine erste Prallhülse der ersten Brennkammer oder eine beliebige Kombination von diesen aufweisen, und die zweite perforierte Struktur kann wenigstens entweder eine zweite Strömungshülse der zweiten Brennkammer und/oder eine zweite Prallhülse der zweiten Brennkammer oder eine beliebige Kombination von diesen aufweisen.

[0008] Der wenigstens eine Unterschied eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann eine andere Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen relativ zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweisen.

[0009] Der wenigstens eine Unterschied eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann verschiedene geometrische Anordnungen von Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen relativ zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweisen.

[0010] Der wenigstens eine Unterschied eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann verschiedene Durchmesser von Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen relativ zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweisen.

[0011] Der wenigstens eine Unterschied eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann verschiedene Abstände zwischen benachbarten Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen relativ zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweisen.

[0012] Der wenigstens eine Unterschied eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann verschiedene Formen von Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen relativ zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweisen.

[0013] Der wenigstens eine Unterschied eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann verschiedene gesamte effektive Oxidationsmittelströmungsflächen der ersten perforierten Struktur relativ zu der zweiten perforierten Struktur aufweisen.

[0014] Die erste perforierte Struktur eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann eingerichtet sein, um wenigstens teilweise eine erste Verbrennungsdynamik in der ersten Brennkammer zu verändern, während die zweite perforierte Struktur eingerichtet sein kann, um wenigstens teilweise eine zweite Verbrennungsdynamik in der zweiten Brennkammer zu verändern, und wobei der wenigstens eine geometrische Unterschied zwischen der ersten und der zweiten perforierten Struktur Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Verbrennungsdynamik bewirken kann.

[0015] In einer zweiten Ausführungsform enthält ein System eine erste Turbinenbrennkammer, die eine erste perforierte Struktur enthält, die mehrere erste Oxidationsmittelöffnungen enthält. Die erste perforierte Struktur ist in einem ersten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet, und die erste perforierte Struktur ist eingerichtet, um wenigstens teilweise eine erste Verbrennungsdynamik in der ersten Turbinenbrennkammer zu steuern.

[0016] Die erste perforierte Struktur kann eine erste perforierte Struktur aufweisen, die wenigstens entweder zwischen einer ersten Strömungshülse der ersten Turbinenbrennkammer und einem ersten Flammrohr der ersten Turbinenbrennkammer und/oder zwischen einer ersten Prallhülse der ersten Turbinenbrennkammer und einem ersten Übergangsstück der ersten Turbinenbrennkammer und/oder in einer ersten Kopfendkammer der ersten Brennkammer oder einer beliebigen Kombination von diesen angeordnet ist.

[0017] Die erste perforierte Struktur eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann wenigstens entweder eine erste Strömungshülse der ersten Turbinenbrennkammer und/oder eine erste Prallhülse der ersten Turbinenbrennkammer oder eine beliebige Kombination von diesen aufweisen.

[0018] Die erste perforierte Struktur eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann eingerichtet sein, um wenigstens teilweise wenigstens eine von einer ersten Oxidationsmittelströmungsrate, einer ersten Oxidationsmittelgeschwindigkeit, einer ersten Oxidationsmittelverteilung oder einer beliebigen Kombination von diesen durch den ersten Oxidationsmittelströmungspfad zu steuern.

[0019] Das System einer beliebigen vorstehend erwähnten Art kann eine zweite Turbinenbrennkammer aufweisen, die eine zweite perforierte Struktur aufweist, die mehrere zweite Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die zweite perforierte Struktur in einem zweiten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet ist, wobei die zweite perforierte Struktur eingerichtet ist, um wenigstens teilweise eine zweite Verbrennungsdynamik in der zweiten Turbinenbrennkammer zu steuern, und die erste und die zweite perforierte Struktur wenigstens einen Unterschied aufweisen, um die zweite Verbrennungsdynamik gegenüber der ersten Verbrennungsdynamik zu variieren.

[0020] Der wenigstens eine Unterschied zwischen der ersten und der zweiten perforierten Struktur eines beliebigen vorstehend erwähnten Systems kann Unterschiede in wenigstens entweder einer Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen und/oder einem Durchmesser von Oxidationsmittelöffnungen und/oder einer Gestalt von Oxidationsmittelöffnungen und/oder einem Abstand zwischen benachbarten Oxidationsmittelöffnungen und/oder gesamten effektiven Oxidationsmittelströmungsflächen und/oder einer geometrischen Anordnung und/oder geometrischen Eigenschaften oder einer beliebigen Kombination von diesen aufweisen.

[0021] In einer dritten Ausführungsform enthält ein Verfahren ein Steuern einer ersten Verbrennungsdynamik in einer ersten Brennkammer mit einer ersten perforierten Struktur, die mehrere erste Oxidationsmittelöffnungen aufweist. Die erste perforierte Struktur ist in einem ersten Oxidationsmittelströmungspfad der ersten Brennkammer angeordnet. Das Verfahren enthält ferner ein Steuern einer zweiten Verbrennungsdynamik in einer zweiten Brennkammer mit einer zweiten perforierten Struktur, die mehrere zweite Oxidationsmittelöffnungen aufweist. Die zweite perforierte Struktur ist in einem zweiten Oxidationsmittelströmungspfad der zweiten Brennkammer angeordnet, und die erste und die zweite perforierte

Struktur weisen wenigstens einen Unterschied auf, um die zweite Verbrennungsdynamik relativ zu der ersten Verbrennungsdynamik zu variieren.

[0022] Das Verfahren kann ein Reduzieren einer modalen Kopplung zwischen der ersten und der zweiten Brennkammer über den wenigstens einen Unterschied zwischen der ersten und der zweiten perforierten Struktur aufweisen.

[0023] Ein beliebiges vorstehend erwähntes Verfahren kann aufweisen, dass der wenigstens eine Unterschied zwischen der ersten und der zweiten perforierten Struktur Unterschiede in wenigstens einer bzw. einem von einer Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen, einem Durchmesser von Oxidationsmittelöffnungen, einer Gestalt der Oxidationsmittelöffnungen, einem Abstand zwischen benachbarten Oxidationsmittelöffnungen, einer gesamten effektiven Oxidationsmittelströmungsfläche, einer geometrischen Anordnung und/oder geometrischen Eigenschaften oder einer beliebigen Kombination von diesen aufweist.

[0024] Ein beliebiges vorstehend erwähntes Verfahren kann ein Steuern einer ersten Brennstoffströmungsrate zu der ersten Brennkammer und einer zweiten Brennstoffströmungsrate zu der zweiten Brennkammer aufweisen, um ein erstes Brennstoff-Oxidationsmittel-Verhältnis der ersten Brennkammer innerhalb eines Bereiches eines zweiten Brennstoff-Oxidationsmittel-Verhältnisses der zweiten Brennkammer zu halten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0025] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden, wenn die folgende detaillierte Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche Teile überall in den Zeichnungen kennzeichnen, worin zeigen:

[0026] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Gasturbinensystems, das mehrere Brennkammern mit mehreren jeweiligen Konfigurationen einer perforierten Struktur aufweist, die eingerichtet sind, um eine Verbrennungsdynamik und/oder eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zu steuern, um die Möglichkeit unerwünschter Schwingungsantworten in stromabwärtigen Komponenten zu reduzieren;

[0027] Fig. 2 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform einer der Brennkammern nach Fig. 1, wobei die Brennkammer eine perforierte Struktur aufweist, die eingerichtet ist, um die Verbrennungsdynamik und/oder eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zu steuern, um die Möglichkeit unerwünschter Schwingungsantworten in stromabwärtigen Komponenten zu reduzieren;

[0028] Fig. 3 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform des Gasturbinensystems nach Fig. 2 geschnitten entlang der Linie 3–3, unter Veranschaulichung mehrerer Brennkammern mit mehreren jeweiligen perforierten Struktur-Konfigurationen, die eingerichtet sind, um eine Verbrennungsdynamik und/oder eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zu steuern, um die Möglichkeit unerwünschter Schwingungsantworten in stromabwärtigen Komponenten zu reduzieren;

[0029] Fig. 4 eine perspektivische Stirnansicht (z.B. der stromaufwärtigen Stirnseite) einer Ausführungsform der perforierten Struktur nach Fig. 3 unter Veranschaulichung mehrerer Oxidationsmittelöffnungen, die in einem ersten Muster verteilt sind;

[0030] Fig. 5 eine perspektivische Stirnansicht (z.B. der stromaufwärtigen Stirnseite) einer Ausführungsform der perforierten Struktur nach Fig. 3 unter Veranschaulichung mehrerer Oxidationsmittelöffnungen, die in einem zweiten Muster verteilt sind, das sich von der Fig. 4 unterscheidet;

[0031] Fig. 6 eine perspektivische Stirnansicht (z.B. der stromaufwärtigen Stirnseite) einer Ausführungsform der perforierten Struktur nach Fig. 3 unter Veranschaulichung mehrerer Oxidationsmittelöffnungen, die in einem dritten Muster verteilt sind, das sich von den Fig. 4 und 5 unterscheidet;

[0032] Fig. 7 eine perspektivische Stirnansicht (z.B. der stromaufwärtigen Stirnseite) einer Ausführungsform der perforierten Struktur nach Fig. 3 unter Veranschaulichung mehrerer Oxidationsmittelöffnungen mit Formen, die sich von den Fig. 4–6 unterscheiden;

[0033] Fig. 8 eine perspektivische Seitenansicht einer Ausführungsform der perforierten Struktur nach Fig. 3 unter Veranschaulichung mehrerer Oxidationsmittelöffnungen, die in einem vierten Muster verteilt sind, das sich von den vorherigen Figuren unterscheidet;

[0034] Fig. 9 eine perspektivische Seitenansicht einer Ausführungsform der perforierten Struktur nach Fig. 3 unter Veranschaulichung mehrerer Oxidationsmittelöffnungen, die in einem fünften Muster verteilt sind, das sich von den vorherigen Figuren unterscheidet; und

[0035] Fig. 10 eine perspektivische Seitenansicht einer Ausführungsform der perforierten Struktur nach Fig. 3 unter Veranschaulichung mehrerer Oxidationsmittelöffnungen mit Formen, die sich von den Fig. 8 und 9 unterscheiden.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0036] Eine oder mehrere spezielle Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind nachstehend beschrieben. In dem Bestreben, eine konzise Beschreibung dieser Ausführungsformen zu liefern, können gegebenenfalls nicht alle Merkmale

einer tatsächlichen Implementierung in der Beschreibung beschrieben sein. Es sollte erkannt werden, dass bei der Entwicklung einer beliebigen derartigen tatsächlichen Implementierung, wie in jedem Ingenieurs- oder Konstruktionsprojekt zahlreiche implementationsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um die speziellen Ziele der Entwickler, wie beispielsweise die Einhaltung systembezogener und unternehmensbezogener Randbedingungen, zu erreichen, die von einer Implementierung zur anderen variieren können. Ausserdem sollte erkannt werden, dass ein derartiger Entwicklungsaufwand zwar komplex und zeitaufwendig sein könnte, jedoch für Fachleute auf dem Gebiet, die den Nutzen dieser Offenbarung haben, nichtsdestoweniger ein routinemässiges Unterfangen zur Konstruktion, Fertigung und Herstellung sein würde.

[0037] Wenn Elemente verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung eingeführt werden, sollen die Artikel «ein», «eine», «der», «die» und «das» bedeuten, dass es ein oder mehrere von den Elementen gibt. Die Ausdrücke «aufweisen», «enthalten» und «haben» sind im einschliesslichen Sinne gemeint und bedeuten, dass es weitere Elemente ausser den aufgeführten Elementen geben kann.

[0038] Die offenbarten Ausführungsformen sind auf eine Reduktion der Verbrennungsdynamik und/oder der modalen Kopplung der Verbrennungsdynamik zur Reduktion unerwünschter Schwingungsantworten in stromabwärtigen Komponenten in einem Gasturbinensystem durch Variation von Geometrien von einer oder mehreren Turbinenbrennkammern, z.B. Konfigurationen perforierter Strukturen mit mehreren Oxidationsmittelöffnungen, gerichtet. Eine Gasturbinenbrennkammer (oder Brennkammeranordnung) kann aufgrund des Verbrennungsprozesses, der Eigenschaften der angesaugten Fluidströmungen (z.B. eines Brennstoffs, Oxidationsmittels, Verdünnungsmittels, etc.) in die Brennkammer und verschiedener weiterer Faktoren eine Verbrennungsdynamik erzeugen. Die Verbrennungsdynamik kann als Druckschwankungen, -pulsationen, -Oszillationen und/oder -wellen mit bestimmten Frequenzen charakterisiert werden. Die Fluidströmungscharakteristika können die Geschwindigkeit, den Druck, Schwankungen der Geschwindigkeit und/oder des Drucks, Variationen in den Strömungspfaden (z.B. Biegungen, Formen, Unterbrechungen, etc.) oder eine beliebige Kombination von diesen enthalten. Insgesamt kann die Verbrennungsdynamik möglicherweise Schwingungsantworten und/oder ein Resonanzverhalten in verschiedenen Komponenten stromabwärts von der Brennkammer hervorrufen. Z.B. kann die Verbrennungsdynamik (z.B. bei bestimmten Frequenzen, in bestimmten Bereichen von Frequenzen und/oder bei bestimmten Amplituden, etc.) sich in dem Gasturbinensystem stromabwärts ausbreiten. Falls die stromabwärtigen Komponenten Eigen- oder Resonanzfrequenzen aufweisen, die durch diese Druckschwankungen (z.B. die Verbrennungsdynamik) angeregt werden, dann können die Druckschwankungen möglicherweise Schwingungen, Beanspruchung, Ermüdung, etc. verursachen. Die Komponenten können Turbinenleitschaufeln, Turbinenlaufschaufeln, Turbinenmäntel, Turbinenräder, Lager oder eine beliebige Kombination von diesen enthalten.

[0039] Wie nachstehend im Einzelnen erläutert, können die offenbarten Ausführungsformen eine oder mehrere Gasturbinenbrennkammern mit einer perforierten Strukturkonfiguration ausstatten, die mehrere Oxidationsmittelöffnungen aufweist, um die Verbrennungsdynamik der Gasturbinenbrennkammer zu modifizieren, indem sie z.B. die Frequenz, Amplitude, Kohärenz von Brennkammer zu Brennkammer oder eine beliebige Kombination von diesen variieren. Insbesondere kann die perforierte Strukturkonfiguration die Verbrennungsdynamik einer oder mehrerer Brennkammern in einer Weise verändern, um jegliche unerwünschte Schwingungsantwort von Komponenten stromabwärts von der Turbinenbrennkammer wesentlich zu reduzieren oder zu eliminieren. Z.B. kann die perforierte Strukturkonfiguration Verbrennungsdynamikfrequenzen für eine oder mehrere Brennkammern ergeben, die im Verhältnis zu den Verbrennungsdynamikfrequenzen der anderen Brennkammern verschieden sind. In manchen Ausführungsformen kann eine Veränderung einer effektiven Fläche der Oxidationsmittelöffnungen in der perforierten Struktur (z.B. durch Veränderung entweder der geometrischen Fläche der Oxidationsmittelöffnungen in der perforierten Struktur oder durch Veränderung des Durchflusskoeffizienten der Oxidationsmittelöffnungen in der perforierten Struktur) eine Strömungsrate von Luft durch ein Kopfende der Turbinenbrennkammer verändern. Die effektive Fläche mehrerer Durchflussöffnungen (z.B. der mehreren Oxidationsmittelöffnungen) ist die kombinierte Fläche, durch die ein Arbeitsfluid (z.B. Oxidationsmittel oder Luft) hindurchtreten kann, und kann als die gesamte Querschnittsfläche (oder Summe der Querschnittsflächen) der Strömungsöffnungen, multipliziert mit einem Durchflusskoeffizienten, berechnet werden. Der Durchflusskoeffizient ist ein Verhältnis zwischen der tatsächlichen und der theoretischen maximalen Strömung durch die mehreren Durchflussöffnungen.

[0040] Durch Veränderung des Luftdurchflusses durch das Kopfende der Turbinenbrennkammer kann die perforierte Struktur eine Brennerrohrgeschwindigkeit der Turbinenbrennkammer und folglich eine konvektive Zeit verändern, was ein wichtiger Faktor der Verbrennungsdynamikfrequenzen ist. Die konvektive Zeit bezieht sich auf die Verzögerung zwischen der Zeit, in der der Brennstoff durch die Brennstofföffnungen der Gasturbinenbrennkammer injiziert wird, und der Zeit, wenn der Brennstoff den Brennraum erreicht und sich entzündet. Im Allgemeinen gibt es eine inverse Beziehung zwischen der konvektiven Zeit und der Frequenz. D.h., wenn die konvektive Zeit steigt, sinkt die Frequenz der Verbrennungsinstabilität, und wenn die konvektive Zeit sinkt, steigt die Frequenz der Verbrennungsinstabilität.

[0041] Die offenbarten Ausführungsformen können die perforierten Strukturkonfigurationen unter mehreren Gasturbinenbrennkammern variieren, wodurch die Verbrennungsdynamik von Brennkammer zu Brennkammer in einer Weise variiert wird, um die Verbrennungsdynamikamplituden und/oder die modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen den mehreren Gasturbinenbrennkammern zu reduzieren. Z.B. können die perforierten Strukturkonfigurationen Variationen der Verbrennungsdynamikfrequenzen von Brennkammer zu Brennkammer ergeben, wodurch die Möglichkeit einer modalen Kopplung der Brennkammern insbesondere bei Frequenzen, die mit Resonanzfrequenzen der Komponenten des Gastur-

binensystems übereinstimmen, reduziert wird. Somit können durch Veränderung der effektiven Flächen der Durchlassöffnungen in den perforierten Strukturen der mehreren Gasturbinenbrennkammern und folglich der Brennerrohrgeschwindigkeiten von Brennkammer zu Brennkammer die Frequenzen von Brennkammer zu Brennkammer verschoben werden. Wenn die Verbrennungsdynamikfrequenz von einer oder mehreren Brennkammern von derjenigen der anderen Brennkammern weg verschoben wird, wird erwartet, dass sich die modale Kopplung zwischen den Brennkammern reduziert. Somit kann durch Variation des Luftflusses von Brennkammer zu Brennkammer die konvektive Zeit und folglich die Frequenz von Brennkammer zu Brennkammer variiert werden, während eine modale Kopplung unterbrochen wird. In anderen Worten kann durch Reduktion der Ähnlichkeit der Frequenzen in den mehreren Gasturbinenbrennkammern die Kohärenz reduziert werden.

[0042] Demgemäss kann eine Gasturbine vielfältige perforierte Strukturkonfigurationen mit mehreren Oxidationsmittelöffnungen verwenden, um die Verbrennungsdynamikfrequenz der Brennkammer zu verändern und folglich unerwünschte Schwingungsantworten in den Gasturbinsystemkomponenten, die durch eine Verbrennungsdynamik in den Gasturbinenbrennkammern verursacht werden, abzuschwächen. Z.B. kann die Geometrie der perforierten Struktur (z.B. der gesamten Struktur und/oder der Öffnungen in der Struktur) jeder Gasturbinenbrennkammer eine oder mehrere gewinkelte Flächen, gekrümmte Flächen (z.B. konkave Flächen, konvexe Flächen, konstante Krümmungen oder variierende Krümmungen), flache Oberflächen, Ausnehmungen, Vorsprünge, polygonale Flächen (z.B. dreieckige Oberflächen, pentagonale Oberflächen, hexagonale Oberflächen oder quadrilaterale Oberflächen), stufenförmige oder zickzackförmige Flächen, sich windende Flächen, unregelmässige Flächen (z.B. nicht gleichmässige, unebene oder asymmetrische; wellige Oberflächen, zackige Oberflächen, spitze Oberflächen oder gezackte Oberflächen) oder eine beliebige Kombination von diesen enthalten. In einigen Ausführungsformen weisen wenigstens einige (z.B. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10) oder alle von den Turbinenbrennkammern verschiedene perforierte Strukturen, wie beispielsweise verschiedene gewinkelte perforierte Strukturen, verschiedene gekrümmte perforierte Strukturen, verschiedene flache perforierte Strukturen, verschiedene Konfigurationen von Oxidationsmittelöffnungen, verschiedene gesamte effektive Flächen der Öffnungen (entweder aufgrund von verschiedenen geometrischen Durchflussflächen, von verschiedenen geometrischen Grössen oder verschiedener Anzahl von Öffnungen oder von verschiedenen Durchflusskoeffizienten aufgrund der Gestalt der Durchflussöffnung) oder eine beliebige Kombination von diesen auf. In einigen Ausführungsformen können geometrische Eigenschaften (z.B. die Höhe, Weite, Tiefe, Länge, der Krümmungsradius, die Ausrichtung geometrischer Merkmale, etc.) zwischen benachbarten oder nicht benachbarten perforierten Brennkammerstrukturen verschieden sein. Insbesondere können in einigen Ausführungsformen benachbarte oder nicht benachbarte perforierte Brennkammerstrukturen (z.B. die gesamten Strukturen und/oder Öffnungen in den Strukturen) irgendetwas von verschiedenen geometrischen Formen, verschiedenen geometrischen Eigenschaften, verschiedenen geometrischen Flächen, verschiedenen geometrischen Anordnungen, verschiedenen gesamten effektiven Fläche oder eine beliebige Kombination von diesen aufweisen.

[0043] Demgemäss helfen die offenbarten Ausführungsformen, die eine oder mehrere Brennkammern mit einer oder mehreren variierenden perforierten Strukturen verwenden, die jeweils mehrere Oxidationsmittelöffnungen haben, die Verbrennungsdynamik innerhalb jeder Brennkammer und zwischen sowohl benachbarten als auch nicht benachbarten Brennkammern zu variieren. Die Verwendung der offenbarten Ausführungsformen hilft, die modale Kopplung der Brennkammern abzuschwächen, was die Möglichkeit einer unerwünschten Schwingungsantwort in Komponenten stromabwärts von den Brennkammern reduziert. Z.B. kann ein Versehen einer perforierten Struktur einer benachbarten oder nicht benachbarten Brennkammer mit einer anderen Geometrie (z.B. einer anderen geometrischen Form, Grösse, effektiven Fläche, Eigenschaft oder Anordnung) eine andere Strömungsrate durch die Brennkammer und folglich eine andere konvektive Zeit von Brennkammer zu Brennkammer ergeben, wobei die Kohärenz und folglich die modale Kopplung der Brennkammern reduziert werden.

[0044] Unter Berücksichtigung des Vorstehenden zeigt Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Gasturbinsystems 10, das mehrere Brennkammern 12 aufweist, wobei jede Brennkammer 12 mit einer perforierten Brennkammerstruktur 13 mit mehreren Oxidationsmittelöffnungen ausgestattet ist, die eine Konfiguration und/oder eine Geometrie aufweisen, die sich von der perforierten Brennkammerstruktur 13 einer oder mehrerer der anderen Brennkammern in dem Verbrennungssystem unterscheidet. Die offenbarten Ausführungsformen sind nicht auf irgendeine spezielle Anzahl von Brennkammern 12 oder irgendeine spezielle räumlich Beziehung der Brennkammern 12 zueinander beschränkt. In jeder Brennkammer 12 kann die perforierte Struktur 13 eine perforierte Strukturkonfiguration aufweisen, die eingerichtet ist, um die Verbrennungsdynamikfrequenz in der speziellen Brennkammer 12 im Verhältnis zu der Verbrennungsdynamikfrequenz in einer oder mehreren der anderen Brennkammern 12 in den mehreren Brennkammern 12 zu verändern, wodurch geholfen wird, irgendwelche unerwünschten Schwingungsantworten in Komponenten stromabwärts von der Brennkammer 12 zu reduzieren. Z.B. kann die perforierte Strukturkonfiguration geometrische Merkmale enthalten, um die Verbrennungsdynamikfrequenz der Brennkammer zu verändern, wodurch geholfen wird, die Amplituden und/oder die modale Kopplung der Brennkammerdynamik bei Frequenzen bei oder in der Nähe der Resonanzfrequenzen der Komponenten stromabwärts von der Brennkammer 12 zu reduzieren. Die offenbarten Ausführungsformen können die Geometrie der perforierten Strukturen 13 zwischen den mehreren Brennkammern 12 variieren, um zu helfen, jegliche modale Kopplung der Brennkammerdynamik zwischen den mehreren Brennkammern 12 zu reduzieren oder zu vermeiden, wodurch geholfen wird, jegliche unerwünschte Schwingungsantwort von Gasturbinenkomponenten stromabwärts von den mehreren Brennkammern 12 zu reduzieren. Z.B. können die offenbarten Ausführungsformen die geometrische Gestalt (z.B. abgewinkelt, gekrümmt, stufenförmig, konkav, konvex oder flach), die geometrischen Eigenschaften (z.B. die Höhe,

Weite, Tiefe, Länge, den Winkelgrad, die Winkелеigenschaften, den Krümmungsradius, den Abstand zwischen Oxidationsmittelöffnungen), die geometrischen Anordnungen (z.B. axiale Position, regelmässig, unregelmässig, etc.) oder jegliche Kombination von diesen, der perforierten Strukturen 13 und/oder der mehreren Oxidationsmittelöffnungen zwischen den mehreren Brennkammern 12 variieren. Infolgedessen kann die ungleichförmige geometrische Konfiguration der perforierten Strukturen 13 und/oder der mehreren Oxidationsmittelöffnungen zwischen den Brennkammern 12 helfen, die Verbrennungsdynamik von einer Brennkammer zur anderen zu variieren, wodurch Veränderungen der Frequenz zwischen den Brennkammern 12 bewirkt werden. Somit neigen die durch die mehreren Brennkammern 12 erzeugten Verbrennungsdynamiken weniger dazu, ein kohärentes Verhalten zu ergeben, das möglicherweise unerwünschte Schwingungsantworten in dem Gasturbinensystem 10 hervorrufen könnte.

[0045] Es sollte verstanden werden, dass die bei den offenbarten Ausführungsformen beschriebenen Prinzipien auf eine beliebige Anzahl von Brennkammern 12 in den mehreren Brennkammern 12 anwendbar sind. Ferner können die Brennkammern 12 in Gruppen von einer oder mehreren Brennkammern 12 modifiziert werden, so dass eine Gruppe von mehreren Brennkammern 12 eine einzelne Verbrennungsinstabilitätsfrequenz hervorbringen kann, die sich von der Verbrennungsinstabilitätsfrequenz der Brennkammern 12, die nicht in der Gruppe liegen, unterscheidet. Es können mehrere Gruppen von Brennkammern 12, die jeweils ihre eigene Verbrennungsinstabilitätsfrequenz hervorbringen, verwendet werden, und es ist keine spezielle räumliche Anordnung der Brennkammer 12 in einer Gruppe (z.B. benachbart oder alternierend) erforderlich. In manchen Ausführungsformen kann eine Reduktion der Kohärenz und folglich eine modale Kopplung selbst dann erreicht werden, wenn jede einzelne Brennkammer in der Anordnung nicht ihre eigene eindeutige Verbrennungsinstabilitätsfrequenz hervorbringt.

[0046] In der veranschaulichten Ausführungsform weist das Gasturbinensystem 10 mehrere Brennkammern 12 (z.B. 12a und 12b) auf, die jeweils mit der perforierten Struktur 13 ausgestattet sind, die die mehreren Oxidationsmittelöffnungen aufweist. Diese perforierten Strukturen 13 können von einer Brennkammer 12 zur anderen beispielsweise hinsichtlich einer Anzahl, Anordnung, eines Durchmessers, benachbarter Abstände, der Formen, den gesamten effektiven Flächen (z.B. durch Variation entweder der Anzahl von Öffnungen oder der Durchflusskoeffizienten der Öffnungen) oder einer beliebigen Kombination von diesen, von den mehreren Oxidationsmittelöffnungen, variieren. In einigen Ausführungsformen kann die Geometrie der perforierten Strukturen 13 hinsichtlich der geometrischen Gestalt, Eigenschaft und/oder Anordnung von einer Brennkammer 12 zur anderen verändert werden.

[0047] Das Gasturbinensystem 10 enthält einen Verdichter 14, eine oder mehrere Brennkammern 12 mit den perforierten Strukturen 13 und eine Turbine 16. Die Gasturbinenbrennkammern 12 enthalten jeweils die perforierte Struktur 13, die eingerichtet sein kann, um die Strömung eines Oxidationsmittels, wie beispielsweise von Luft, Sauerstoff, mit Sauerstoff angereicherter Luft, Sauerstoffreduzierter Luft oder Mischungen von Sauerstoff und Stickstoff, von einer oder mehreren Oxidationsmittelquellen zu einer oder mehreren Brennstoffdüsen (z.B. 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder mehreren) innerhalb der Brennkammer 12 zu leiten. Z.B. ist die perforierte Struktur 13 eingerichtet, um das Oxidationsmittel, das Mischungen des Oxidationsmittels mit einem Brennstoff, Verdünnungsmittel und dergleichen enthalten kann, von der Oxidationsmittelquelle und in einen jeweiligen Brennraum 19 über die Brennstoffdüsen zu leiten, wie dies ferner in Fig. 2 beschrieben ist. Die Gasturbinenbrennkammern 12 zünden und verbrennen das Gemisch aus dem unter Druck stehenden Oxidationsmittel (z.B. Luft) und Brennstoff (z.B. ein Luft-Brennstoff-Gemisch) innerhalb des Brennraums 19 und übergeben anschliessend resultierende heisse unter Druck stehende Verbrennungsgase 24 (z.B. Abgas) in die Turbine 16. Insbesondere kann eine Variation der Geometrie der perforierten Struktur 13 zwischen den mehreren Brennkammern 12 die Strömungsrate durch die Brennkammer 12 und folglich die Brennerrohrgeschwindigkeit und die resultierende konvektive Zeit variieren. Durch Verschiebung der konvektiven Zeit von einer oder mehreren Brennkammern 12 von derjenigen der anderen Brennkammern 12 weg wird auch die Verbrennungsdynamikfrequenz der einen oder mehreren Brennkammern 12 von den anderen Brennkammern 12 weg verschoben, wodurch eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik insbesondere bei Frequenzen bei oder in der Nähe der Resonanzfrequenzen von stromabwärtigen Komponenten reduziert wird, wodurch die Möglichkeit einer unerwünschten Schwingungsantwort in den stromabwärtigen Komponenten reduziert wird.

[0048] Die stromabwärtigen Komponenten können die Turbine 16 enthalten. Turbinenlaufschaufeln innerhalb der Turbine 16 sind mit einer Welle 26 des Gasturbinensystems 10 gekoppelt, die auch mit mehreren weiteren Komponenten überall in dem Turbinensystem 10 gekoppelt sein kann. Während die Verbrennungsgase 24 gegen die und zwischen den Turbinenlaufschaufeln der Turbine 16 strömen, wird die Turbine 16 drehend angetrieben, was die Welle 26 veranlasst umzulau- fen. Schliesslich treten die Verbrennungsgase 24 aus dem Turbinensystem 10 über einen Abgasauslass 28 aus. Ferner ist die Welle 26 in der veranschaulichten Ausführungsform mit einer Last 30 gekoppelt, die über die Drehbewegung der Welle 26 angetrieben ist. Die Last 30 kann eine beliebige geeignete Vorrichtung, die Leistung mittels des Drehmomentes des Turbinensystems 10 erzeugt, wie beispielsweise ein elektrischer Generator, ein Propeller eines Flugzeugs oder eine andere Last, sein.

[0049] Der Verdichter 14 des Gasturbinensystems 10 enthält Verdichterschaufeln. Die Verdichterschaufeln innerhalb des Verdichters 14 sind mit der Welle 26 gekoppelt und laufen um, während die Welle 26 durch die Turbine 16 drehend angetrieben wird, wie vorstehend erläutert. Während die Verdichterschaufeln innerhalb des Verdichters 14 umlaufen, verdichtet der Verdichter 14 Luft (oder irgendein geeignetes Oxidationsmittel), die von einem Lufteinlass 32 empfangen wird, um unter Druck stehende Luft 34 (z.B. ein unter Druck stehendes Oxidationsmittel) zu erzeugen. Die Druckluft (z.B. das unter Druck stehende Oxidationsmittel) 34 wird dann zu den Brennstoffdüsen der Brennkammern 12 entlang eines Oxidati-

onsmittelpfads 36 geleitet. Wie vorstehend erwähnt, vermischen die Brennstoffdüsen die Druckluft (z.B. das unter Druck stehende Oxidationsmittel) 34 und Brennstoff miteinander, um ein geeignetes Mischungsverhältnis für die Verbrennung zu erzeugen. In der folgenden Beschreibung kann auf eine axiale Richtung oder Achse 42 (z.B. eine Längsachse) der Brennkammer 12, eine radiale Richtung oder Achse 44 der Brennkammer 12 und eine Umfangsrichtung oder -achse 46 der Brennkammer 12 Bezug genommen werden.

[0050] Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform einer der Brennkammern 12 nach Fig. 1, die die perforierte Brennkammerstruktur 13 mit einer ersten Geometrie enthält. Die Brennkammer 12 enthält ein Kopfende 50, eine Endabdeckung 52, eine Brennkammerkappenanordnung 54 und den Brennraum 19. Das Kopfende 50 der Brennkammer 12 schliesst im Wesentlichen die Kappenanordnung 54 und die Brennstoffdüsen 18 in einer Kopfendkammer 51 ein, die axial zwischen der Endabdeckung 52 und dem Brennraum 19 positioniert ist. Die Brennkammerkappenanordnung 54 enthält im Allgemeinen die Brennstoffdüsen 18. Die Brennstoffdüsen 18 leiten Brennstoff, Oxidationsmittel und manchmal andere Fluide zu dem Brennraum 19. Die Brennkammer 12 weist eine oder mehrere Wände auf, die sich in Umfangsrichtung 46 um den Brennraum 19 und die Achse 42 der Brennkammer 12 herum erstrecken, und repräsentiert allgemein eine von mehreren Brennkammern 12, die in einer beabstandeten Anordnung längs des Umfangs um eine Drehachse (z.B. die Welle 26) des Gasturbinensystems 10 herum angeordnet sind. In manchen Ausführungsformen kann die Geometrie der perforierten Struktur 13 von wenigstens einer Brennkammer 12 modifiziert werden, um die Luftströmung durch die wenigstens eine Brennkammer 12 und folglich die Verbrennungsdynamik zwischen den Brennkammern 12 zu variieren. Z.B. können perforierte Strukturen 13 in verschiedenen Brennkammern 12 Unterschiede hinsichtlich der geometrischen Gestalt, der geometrischen Eigenschaften und/oder der geometrischen Anordnungen der mehreren Oxidationsmittelöffnungen enthalten. Insbesondere hilft die Variabilität bei den perforierten Strukturen 13, wie im Einzelnen nachstehend erläutert, die Luftströmung durch eine oder mehrere Brennkammern 12 im Vergleich zu den restlichen Brennkammern 12 und folglich die Verbrennungsdynamik zwischen den mehreren Brennkammern 12 zu variieren, so dass die Verbrennungsdynamikfrequenz von einer oder mehreren Brennkammern 12 sich von einer oder mehreren der restlichen Brennkammern 12 innerhalb des Gasturbinensystems 10 unterscheidet. Auf diese Weise hilft die Variabilität bei den perforierten Strukturen 13, unerwünschte Schwingungsantworten in dem Gasturbinensystem 10 zu reduzieren, und sie minimiert folglich eine Schwingungsbelastung, Abnutzung und/oder Leistungsbeeinträchtigung des Gasturbinensystems 10.

[0051] In der veranschaulichten Ausführungsform ist eine oder sind mehrere Brennstoffdüsen 18 an der Endabdeckung 52 angebracht, und sie verläuft bzw. verlaufen durch die Brennkammerkappenanordnung 54 zu dem Brennraum 19. Z.B. enthält die Brennkammerkappenanordnung 54 eine oder mehrere Brennstoffdüsen 18 (z.B. 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder mehrere), und sie kann jeder Brennstoffdüse 18 Unterstützung bieten. Die Brennkammerkappenanordnung 54 ist entlang eines Abschnitts der Längserstreckung der Brennstoffdüsen 18 angeordnet, der die Brennstoffdüsen 18 innerhalb der Brennkammer 12 aufnimmt. Jede Brennstoffdüse 18 ermöglicht die Vermischung von unter Druck stehendem Oxidationsmittel und Brennstoff und leitet das Gemisch durch die Brennkammerkappenanordnung 54 hindurch in den Brennraum 19 hinein. Das Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemisch kann dann in einer primären Verbrennungszone 62 der Kammer 19 verbrennen, wodurch heisse unter Druck stehende Abgase erzeugt werden. Diese unter Druck stehenden Abgase treiben die Rotation der Laufschaufeln innerhalb der Turbine 16 an.

[0052] Jede Brennkammer 12 enthält eine äussere Wand (z.B. eine Strömungshülse 58), die längs des Umfangs um eine innere Wand (z.B. ein Flammrohr 60) herum angeordnet ist, um einen dazwischenliegenden Strömungsdurchgang oder -zwischenraum 64 zu definieren, während sich das Flammrohr 60 längs des Umfangs um den Brennraum 19 herum erstreckt. Die innere Wand 60 kann ferner ein Übergangsstück 66 enthalten, das zu einer ersten Stufe der Turbine 16 hin im Wesentlichen konvergiert.

[0053] Eine Prallhülse 59 ist in Umfangsrichtung 46 um das Übergangsstück 66 herum angeordnet. Das Flammrohr 60 definiert eine innere Oberfläche der Brennkammer 12, die dem Brennraum 19 unmittelbar zugewandt und ausgesetzt ist. Die Strömungshülse 58 und/oder die Prallhülse 59 kann/können mehrere Lochungen 61 enthalten, die eine Oxidationsmittelströmung 67 (z.B. eine Luftströmung) von einem Verdichterauslass 68 in den Strömungsdurchgang 64 entlang des Oxidationsmittelströmungspfads 36 leiten, während sie auch Luft gegen das Flammrohr 60 und das Übergangsstück 66 für die Zwecke einer Prallkühlung aufprallen lassen. In manchen Ausführungsformen kann/können die Strömungshülse 58 und/oder die Prallhülse 59 die perforierte Struktur 13 darstellen, und die mehreren Lochungen 61 können die mehreren Oxidationsmittelöffnungen der perforierten Struktur 13 darstellen. Der Strömungsdurchgang 64 leitet dann die Oxidationsmittelströmung 67 entlang des Oxidationsmittelströmungspfads 36 in eine stromaufwärtige Richtung zu dem Kopfende 50 hin (z.B. relativ zu einer stromabwärtigen Richtung 69 der heissen Verbrennungsgase), so dass die Oxidationsmittelströmung 67 das Flammrohr 60 weiter kühlt, bevor sie durch die Kopfendkammer 51 hindurch, durch die Brennstoffdüsen 18 hindurch und in den Brennraum 19 hinein strömt. In manchen Ausführungsformen kann die perforierte Struktur 13 an einer beliebigen Stelle entlang des Strömungsdurchgangs 64 angeordnet sein. Z.B. kann die perforierte Struktur 13 zwischen der Strömungshülse 58 und dem Flammrohr 60 oder zwischen der Prallhülse 59 und dem Übergangsstück 66 an einer beliebigen Stelle zwischen den mehreren Lochungen 61 und der Kopfendkammer 51 angeordnet sein. In derartigen Ausführungsformen kann die perforierte Struktur 13 aufgrund ihrer kreisringförmigen Gestalt als ein perforierter Ring bezeichnet werden. In manchen Ausführungsformen kann die perforierte Struktur 13 andere Formen, wie beispielsweise die eines abgeflachten Rings oder Abschnitts von diesem, aufweisen.

[0054] In manchen Ausführungsformen strömt die Oxidationsmittelströmung 67 durch die perforierte Struktur 13, die in dem Kopfende 50 angeordnet ist, bevor sie die Brennstoffdüsen 18 erreicht. Bestimmte Ausführungsformen der Brennkammer 12 können eine oder mehrere perforierte Strukturen 13, wie beispielsweise die Strömungshülse 58, die Prallhülse 59, die in dem Strömungskanal 64 angeordnete perforierte Struktur 13, die in der Kopfendkammer 51 angeordnete perforierte Struktur 13 oder eine beliebige Kombination von diesen, enthalten. In bestimmten Ausführungsformen kann die perforierte Struktur 13 eine stromaufwärtige Stirnfläche 72 in Bezug auf die Richtung der Oxidationsmittelströmung 67 enthalten. Zusätzlich kann die perforierte Struktur 13 mehrere durch die perforierte Struktur 13 verteilte Oxidationsmittelöffnungen 76 (z.B. 10 bis 1000 Oxidationsmittelkanäle) enthalten, die sich von der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 zu einer stromabwärtigen Stirnfläche 74 erstrecken.

[0055] Die perforierte Struktur 13 kann eine spezielle Geometrie, wie beispielsweise eine geometrische Gestalt, Eigenschaft oder Anordnung der mehreren Oxidationsmittelöffnungen, aufweisen, die eingerichtet sein können, um die Verbrennungsdynamik (z.B. die Druckpulsationen, -Schwankungen oder -Oszillationen) innerhalb der Brennkammer 12 zu variieren. Z.B. ist die Kopfendkammer 51 durch die Endabdeckung 52, die Brennkammerkappenanordnung 54, die in Axialrichtung 42 zu der Endabdeckung 52 versetzt ist, und eine Wand 53, die sich in Umfangsrichtung 46 um die Kammer 51 herum erstreckt, definiert oder begrenzt. Es kann eine beliebige geometrische Veränderung an der perforierten Struktur 13 die Verbrennungsdynamik der Brennkammer 12 verändern. Z.B. kann die perforierte Struktur 13 eine Variation der Frequenz und Amplitude der Verbrennungsdynamik von einer Brennkammer 12 in Bezug auf eine andere ergeben. In manchen Ausführungsformen kann die perforierte Struktur 13 in einer Weise modifiziert werden, um die Verbrennungskammer 12 einzustellen, bei einer bestimmten Frequenz oder innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches zu arbeiten. In Gasturbinensystemen 10 mit mehreren Brennkammern 12 kann jede Brennkammer 12 mit einer perforierten Struktur 13 ausgestattet sein, die die Brennkammer 12 fein einstellt, um bei einer bestimmten Frequenz und/oder in einem bestimmten Frequenzbereich zu arbeiten. Z.B. können die Brennkammern 12 mit perforierten Strukturen 13 ausgestattet sein, die die Verbrennungsdynamikfrequenz von Brennkammer zu Brennkammer modifizieren, die Verbrennungsdynamikfrequenz in einer Hälfte (oder einem anderen Teilbereich) des Gasturbinensystems 10 im Vergleich zu der anderen Hälfte (oder einem anderen Teilbereich) des Gasturbinensystems 10 (z.B. entweder der linken Hälfte und rechten Hälfte oder der oberen Hälfte und unteren Hälfte) variieren, allmählich die Verbrennungsdynamikfrequenz heraufsetzen oder heruntersetzen oder die Verbrennungsdynamikfrequenz zwischen den mehreren Brennkammern 12 willkürlich verteilen. In manchen Ausführungsformen können die Brennkammern 12 in Gruppen von einer oder mehreren Brennkammern 12 modifiziert werden, so dass eine Gruppe von mehreren Brennkammern 12 eine einzelne Verbrennungsfrequenz hervorbringen kann, die sich von der Verbrennungsfrequenz der Brennkammern 12 in einer anderen Gruppe unterscheidet. Es können mehrere Gruppen von Brennkammern 12, die jeweils ihre eigene Verbrennungsfrequenz hervorbringen, mit einer beliebigen gewünschten räumlichen Anordnung der Brennkammern 12 in einer Gruppe (z.B. benachbart, alternierend, mit Gruppen von 3, Gruppen von 4 und dergleichen) verwendet werden. Es wird erwartet, dass die Variation der Verbrennungsdynamikfrequenz von Brennkammergruppe zu Brennkammergruppe eine modale Kopplung der Brennkammern 12 reduziert oder verhindert.

[0056] Die Endabdeckung 52 kann allgemein eingerichtet sein, um einen flüssigen Brennstoff, einen gasförmigen Brennstoff und/oder einen gemischten Brennstoff von der Brennstoffquelle und in den Brennraum 19 hinein über eine oder mehrere der Brennstoffdüsen 18 zu leiten. Die Gasturbinenbrennkammer 12 zündet und verbrennt das Gemisch aus dem unter Druck stehenden Oxidationsmittel und dem Brennstoff (z.B. ein Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemisch) innerhalb des Brennraums 19 und leitet anschliessend resultierende heisse unter Druck stehende Verbrennungsgase 24 (z.B. Abgas) in die Turbine 16 in der stromabwärtigen Richtung 69. In manchen Ausführungsformen kann eine Variation der Geometrie der perforierten Struktur 13 die Einlassbedingungen des Oxidationsmittels und des Brennstoffs, die durch das Kopfende 50 hindurch in den Brennraum 19 geliefert werden, variieren, und sie kann die Verbrennungsdynamik der Brennkammer 12 variieren, anpassen oder verändern, um unerwünschte Schwingungsantworten in dem Gasturbinensystem 10 zu reduzieren.

[0057] Fig. 3 zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform des Gasturbinensystems 10 nach Fig. 2, geschnitten entlang der Linie 3–3, unter Veranschaulichung mehrerer Brennkammern 12, die jeweils mit perforierten Strukturen 13 ausgestattet sind, die von einer Brennkammer 12 zur anderen variieren um zu helfen, unerwünschte Schwingungsantworten innerhalb des Gasturbinensystems 10 zu reduzieren. Die perforierten Strukturen 13 können in den Kopfendkammern 51 der Brennkammern 12 angeordnet sein, und/oder die Prallhülse 59 und/oder die Strömungshülse 58 können die perforierten Strukturen 13 bilden. Insbesondere zeigt die veranschaulichte Ausführungsform, wie die Geometrie der mehreren perforierten Strukturen 13 hinsichtlich der geometrischen Eigenschaften, der geometrischen Anordnungen und/oder der geometrischen Formen in Umfangsrichtung 46 um das Gasturbinensystem 10 herum variieren kann. Z.B. können die mehreren perforierten Strukturen 13 (z.B. die perforierten Strukturen 13 in benachbarten oder nicht benachbarten Brennkammern 12) unterschiedliche geometrische Eigenschaften, wie beispielsweise Unterschiede hinsichtlich der Dimensionen (z.B. Höhe, Breite, Länge, Tiefe, etc.), Unterschiede hinsichtlich der Anzahl und/oder der geometrischen Eigenschaften (z.B. Grösse, Gestalt, Abstand, Muster, Winkel, Dicke (d.h. die Länge durch die Struktur hindurch)) der mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 und dergleichen aufweisen. Ferner können die perforierten Strukturen 13 unterschiedliche geometrische Anordnungen, wie beispielsweise Unterschiede hinsichtlich der Positionen (z.B. weiter weg oder näher zu der Turbine 16 positioniert) und dergleichen, aufweisen. Zusätzlich können die perforierten Strukturen 13 unterschiedliche geometrische Formen, wie beispielsweise perforierte Strukturen 13, die abgewinkelt, konkav geformt,

konvex geformt, konkav abgewinkelt, konvex abgewinkelt, ähnlich verschiedenen Polygonen (z.B. einem Dreieck, Viereck, Fünfeck, Sechseck, etc.) gestaltet, unregelmässig gestaltet (z.B. gewellt, gezackt, uneben, gespitzt, zackig, etc.), unregelmässig abgewinkelt sind, oder eine beliebigen Kombination von diesen aufweisen.

[0058] In der veranschaulichten Ausführungsform enthält das Gasturbinensystem 10 acht Brennkammern 12, die mit der Turbine 16 gekoppelt sind. Jedoch enthält das Gasturbinensystem 10 in anderen Ausführungsformen eine beliebige Anzahl von Brennkammern 12 (z.B. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 oder mehrere Brennkammern). Insbesondere weist jede Brennkammer 12 eine perforierte Struktur 13 auf, die innerhalb der Kopfendkammer 51 oder rings um den Brennraum 19 angeordnet ist und die eine Geometrie (z.B. geometrische Eigenschaften, Formen und/oder Anordnungen) aufweisen kann, die modifiziert und/oder anders ist als die Geometrie der perforierten Struktur 13 einer anderen Brennkammer 12 (z.B. einer benachbarten oder nicht benachbarten Brennkammer 12). Die perforierte Struktur 13 kann eingerichtet sein, um das Oxidationsmittel von der Oxidationsmittelquelle aus entlang des Oxidationsmittelströmungspfads 36 zu der einen oder den mehreren Brennstoffdüsen 18 zu leiten. Die Brennstoffdüsen 18 leiten wiederum den Brennstoff und das Oxidationsmittel zu dem Brennraum 19 der Brennkammer 12, so dass das Oxidationsmittel-Brennstoff-Gemisch innerhalb des Brennraums 19 verbrennen kann, und die resultierenden Verbrennungsgase können durch das Übergangsstück 66 in eine stromabwärtige Strömungsrichtung 69 (z.B. in die Turbine 16 hinein) strömen. Die Variabilität zwischen perforierten Strukturen 13 zwischen zwei oder mehreren Brennkammern 12 des Gasturbinensystems 10 hilft, die Verbrennungsdynamikfrequenzen innerhalb der mehreren Brennkammern 12 zu variieren, so dass eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik der Brennkammern reduziert ist, wovon erwartet wird, dass dies irgendwelche unerwünschten Schwingungsantworten von stromabwärtigen Komponenten in dem Gasturbinensystem 10 reduziert.

[0059] Die veranschaulichte schematische Darstellung des Gasturbinensystems 10 zeigt eine Variabilität zwischen den perforierten Strukturen 13 von benachbarten Brennkammern 12. Z.B. kann jede Brennkammer 12 eine ähnliche Geometrie und Konstruktion jedoch mit Unterschieden bei der perforierten Struktur 13 zwischen wenigstens einigen der Brennkammern 12 aufweisen. Z.B. kann die Geometrie des Oxidationsmittelströmungspfads 36 innerhalb einer ersten Brennkammer 70 in manchen Ausführungsformen zu der Geometrie des Oxidationsmittelströmungspfads 36 innerhalb einer zweiten Brennkammer 71 ähnlich sein. Jedoch enthalten in den offenbarten Ausführungsformen manche Brennkammern 12 innerhalb des Gasturbinensystems 10 die perforierte Struktur 13, die eingerichtet ist, um die Luftströmung durch die Brennkammer 12 und insbesondere durch das Kopfende 50 zu modifizieren. Die perforierten Strukturen 13 können in den Kopfendkammern 51 der Brennkammern 12 und/oder der Strömungshülse 58 und/oder der Prallhülse 59 angeordnet sein. Die perforierte Struktur 13 unterbricht eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen Brennkammern 12 durch Einbringung eines Unterschieds bei der konvektiven Zeit und folglich der Verbrennungsdynamikfrequenz zwischen Brennkammern 12 oder Gruppen von Brennkammern 12 innerhalb des Verbrennungssystems. Z.B. können die erste und die zweite Brennkammer 70 und 71 unterschiedliche perforierte Strukturen 13 mit unterschiedlichen Konfigurationen (z.B. verschiedenen Grössen, Formen, Winkeln, Abständen, Mustern und/oder unterschiedlicher Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen 76) aufweisen, wodurch geholfen wird, die effektive Fläche und folglich den Durchfluss durch die erste Brennkammer 70 und die zweite Brennkammer 71 zu verändern. Ein verschiedener Durchfluss durch die erste Brennkammer 70 und die zweite Brennkammer 71 verändert die Verbrennungsdynamikfrequenz zwischen der ersten und der zweiten Brennkammer 70 und 71, wodurch folglich eine modale Kopplung zwischen der ersten und der zweiten Brennkammer 70 und 71 reduziert wird. Es sollte beachtet werden, dass, obwohl die erste und die zweite Brennkammer 70 und 71 benachbart zueinander in Fig. 3 (z.B. in einem abwechselnden Muster) veranschaulicht sind, in manchen Ausführungsformen die Brennkammern 70 und 71 nicht in dem gleichen, in Fig. 3 gezeigten Muster angeordnet sein können. Stattdessen können die erste und die zweite Brennkammer 70 und 71 in Gruppen oder anderen Mustern angeordnet sein. Ebenso können die anderen Brennkammern 12 andere perforierte Strukturen 13 mit verschiedenen Konfigurationen (z.B. verschiedenen Grössen, Formen, Winkeln, Abständen, Mustern und/oder verschiedener Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen 76) aufweisen. In einigen Ausführungsformen kann das Gasturbinensystem 102, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehrere verschiedene perforierte Strukturen 13 mit unterschiedlichen Konfigurationen (z.B. verschiedenen Grössen, Formen, Winkeln, Abständen, Mustern und/oder verschiedener Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen 76) in einer beliebigen alternierenden Anordnung, zufälligen Anordnung oder organisierten Anordnung unter den mehreren Brennkammern 12 enthalten. Obwohl die in Fig. 3 veranschaulichte Ausführungsform Prallhülsen 59 mit relativ grossen Oxidationsmittelöffnungen 76 zeigt, die paarweise mit perforierten Strukturen 13 in der Kopfendkammer 51 mit relativ grossen Oxidationsmittelöffnungen 76 gekoppelt sind, kann zusätzlich die Anordnung in manchen Ausführungsformen anders sein. Z.B. können die Prallhülsen 59 mit relativ grossen Oxidationsmittelöffnungen 76 paarweise mit perforierten Strukturen 13 in der Kopfendkammer 51 mit relativ kleinen Oxidationsmittelöffnungen 76 gekoppelt sein, und/oder nicht alle der Brennkammern 12 können sowohl Prallhülsen 59 mit Oxidationsmittelöffnungen 76 als auch perforierte Strukturen 13 in der Kopfendkammer 51 aufweisen.

[0060] Erneut können die Unterschiede bei den Konfigurationen (z.B. unterschiedliche Grössen, Formen, Winkel, Abstände, Muster und/oder Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen 76) von einer perforierten Struktur 13 (und Brennkammer 12) zur anderen die Grösse der Oxidationsmittelöffnungen 76 (z.B. den Durchmesser), den Winkel der Oxidationsmittelöffnungen 76 (z.B. 0 bis 90 Grad), die Gestalt der Oxidationsmittelöffnungen 76, den Abstand zwischen benachbarten Oxidationsmittelöffnungen 76, die Lage der Oxidationsmittelöffnungen 76, die Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 (z.B. 10 bis 1000), die Anordnung oder das geometrische Muster oder eine beliebige Kombination von diesen enthalten. Z.B. kann der Durchmesser der Oxidationsmittelöffnungen 76 in einem Bereich von ungefähr 5 Mikrometer bis 100 mm, 10 Mikrometer bis 25 mm oder 20 Mikrometer bis 10 mm liegen. Der Durchmesser der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann

ferner eine beliebige Anzahl von Grössen (z.B. 1 bis 100 Grössen) bei jeder perforierten Struktur 13 und/oder von einer perforierten Struktur 13 zur anderen enthalten. Z.B. kann jede perforierte Struktur 13 verschiedene Grössen von Oxidationsmittelöffnungen 76 enthalten. Der Winkel der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann ebenfalls eine beliebige Anzahl von Winkeln (z.B. 1 bis 100 Winkel) bei jeder perforierten Struktur 13 und/oder von einer perforierten Struktur 13 zur anderen enthalten. Der Winkel der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann Winkel von ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Grad oder eine beliebige Kombination von diesen relativ zu der axialen Achse 42 enthalten. Die Form der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann ebenfalls eine beliebige Anzahl von Formen (z.B. 1 bis 100 Formen) bei jeder perforierten Struktur 13 und/oder von einer perforierten Struktur 13 zur anderen enthalten. Die Form der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann Formen enthalten, die kreisförmig, oval, rechteckig, quadratisch, dreieckig, sechseckig, X-förmig, V-förmig sind oder eine beliebige Kombination von diesen enthalten. Der Abstand zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 kann ebenfalls eine beliebige Anzahl von Abständen (z.B. 1 bis 100 Abstände) bei jeder perforierten Struktur 13 und/oder von einer perforierten Struktur 13 zur anderen enthalten. Die Abstände können zwischen ungefähr 1 mm und 5 cm variieren. Die Abstände können auch in Umfangsrichtung 46 und/oder in Radialrichtung 46 um die Struktur 13 herum variieren (z.B. sich allmählich vergrössern oder verringern). Die Lage der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann ebenfalls eine beliebige Anzahl von Positionen (z.B. 1 bis 100 radiale Positionen und/oder 1 bis 100 Umfangspositionen) bei jeder perforierten Struktur 13 und/oder von einer perforierten Struktur 13 zur anderen enthalten. Die Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann ebenfalls von einer perforierten Struktur 13 zur anderen variieren. Das geometrische Muster der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann ebenfalls von einer perforierten Struktur 13 zur anderen variieren, und/oder jede perforierte Struktur 13 kann eine beliebige Anzahl von geometrischen Mustern aufweisen. Die geometrischen Muster können radiale 44 Reihen von Oxidationsmittelöffnungen 76, in Umfangsrichtung 46 verlaufende Reihen (z.B. ringförmige Anordnungen) von Oxidationsmittelöffnungen 76, gestaffelte Anordnungen von Oxidationsmittelöffnungen 76 in der radialen Richtung 44 und/oder der Umfangsrichtung 46, eine willkürliche Positionierung von Oxidationsmittelöffnungen 76 oder eine beliebige sonstige geometrische Anordnung von Oxidationsmittelöffnungen 76 an der Ebene jeder perforierten Struktur 13 enthalten. Somit können die geometrischen Muster verschiedene zufällige Muster (z.B. ungleichförmige Muster) und/oder organisierte Muster (z.B. gleichförmige Muster) enthalten.

[0061] Wie vorstehend erläutert, kann die perforierte Struktur 13 den Durchfluss der Luft (oder des Oxidationsmittels) durch die Brennkammer 12 modifizieren. Somit können die Brennkammern 12, die die perforierte Struktur 13 enthalten, eine geringere Luftströmungsrate als Brennkammern 12 aufweisen, die die perforierte Struktur 13 nicht enthalten. Zusätzlich können, wie vorstehend erläutert, nicht alle von den perforierten Strukturen 13, die in mehreren Brennkammern 12 angeordnet sind, gleich sein. Somit können die Luftströmungsraten in einer ersten Gruppe von Brennkammern 12 grösser (oder kleiner) als die Luftströmungsraten in einer zweiten Gruppe von Brennkammern 12 sein, falls sich die perforierten Strukturen 13, die in der ersten Gruppe verwendet werden, von den perforierten Strukturen 13 unterscheiden, die in der zweiten Gruppe verwendet werden. Derartige Unterschiede bei den Luftströmungsraten zwischen den Brennkammern 12 können auch Unterschiede bei den Brennstoff-Luft-Verhältnissen der Brennkammern 12 ergeben. In anderen Worten, falls die Brennstoff Strömungsrate zu jeder der Brennkammern 12 ungefähr die gleiche bleibt, können die Brennkammern 12 mit geringeren Luftströmungsraten (die z.B. durch die perforierten Strukturen 13 hervorgerufen werden) ein grösseres Brennstoff-Luft-Verhältnis als andere Brennkammern 12 mit grösseren Luftströmungsraten haben. Diese Variationen bei den Brennstoff-Luft-Verhältnissen zwischen den verschiedenen Brennkammern 12 können Unterschiede beim Brennkammerverhalten, wie beispielsweise unterschiedliche NO_x-Raten, T39-Parameter (z.B. Brennkammeraustrittstemperatur) und dergleichen bewirken. Somit können die Brennstoffströmungsraten zu den Brennkammern 12 in manchen Ausführungsformen als Reaktion auf die Platzierung und Konfiguration der perforierten Strukturen angepasst werden. Z.B. können in manchen Ausführungsformen die Brennstoff Strömungsraten zu den Brennkammern 12, die die perforierten Strukturen 13 aufweisen, im Vergleich zu Brennkammern 12, die die perforierten Strukturen 13 nicht aufweisen, verringert werden, oder die Brennstoffströmungsraten zu Brennkammern 12, die perforierte Strukturen 13 aufweisen, die eine grössere Beschränkung für die Luftströmung darstellen, können im Vergleich zu Brennkammern 12 mit perforierten Strukturen, die eine geringere Beschränkung darstellen, verringert werden. Die Anpassungen der Brennstoffströmungsrate können unter Verwendung verschiedener Techniken, wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, Drosselöffnungsplatten, Vorblenden, Steuerventile und dergleichen, bewerkstelligt werden. Somit kann in derartigen Ausführungsformen die Anpassung der Brennstoffströmungsraten verwendet werden um zu helfen, ungefähr die gleichen Brennstoff-Luft-Verhältnisse in allen von den mehreren Brennkammern 12 aufrechtzuerhalten oder die Brennstoff-Luft-Verhältnisse innerhalb eines gewünschten Bereiches (z.B. innerhalb von ungefähr 5%, 3%, 2% oder 1% zueinander) zu halten.

[0062] Die folgenden Figuren zeigen verschiedene Ausführungsformen der perforierten Struktur 13. Obwohl sie gesondert veranschaulicht sind, können einige oder alle von den Ausführungsformen der perforierten Struktur 13, wie sie in den Fig. 4–10 veranschaulicht sind, gemeinsam in einer einzigen Ausführungsform des Gasturbinensystems 10 verwendet werden. Z.B. können in manchen Ausführungsformen einige der Brennkammern 12 des Gasturbinensystems 10 Ausführungsformen der perforierten Struktur 13 enthalten, die in Fig. 4 veranschaulicht ist, während andere Brennkammern 12 Ausführungsformen der perforierten Struktur 13 enthalten können, die in Fig. 5 veranschaulicht ist, und noch weitere Brennkammern 12 können die perforierte Struktur 13 nicht enthalten. In verschiedenen Ausführungsformen können andere Kombinationen der in den Fig. 4–10 veranschaulichten perforierten Strukturen 13 und/oder der perforierten Strukturen 13 mit Merkmalen, die sich von den in den Fig. 4–10 veranschaulichten unterscheiden, in verschiedener Weise in einem einzigen Gasturbinensystem 10 kombiniert werden. Fig. 4 zeigt eine Stirnansicht (z.B. auf die stromaufwärtige Stirnfläche

74) einer Ausführungsform der perforierten Struktur 13 nach Fig. 3 mit den mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76, die in einem organisierten Muster verteilt sind. Obwohl es als ein symmetrisches Muster in Fig. 4 veranschaulicht ist, kann das Muster in manchen Ausführungsformen asymmetrisch oder unregelmässig sein. Insbesondere zeigt Fig. 4 eine Explosionsansicht der perforierten Struktur 13 der ersten Brennkammer 70, geschnitten entlang der Linie 4–4 in Fig. 3. Obwohl die erste Brennkammer 70 in Fig. 3 benachbart zu der zweiten Brennkammer 71 (z.B. in einem abwechselnden Muster) veranschaulicht ist, können die erste und die zweite Brennkammer 70 und 71 in manchen Ausführungsformen in anderen Mustern oder Gruppen verteilt sein. Ausserdem unterscheidet sich die perforierte Struktur 13 der ersten Brennkammer 70 von der perforierten Struktur 13 der zweiten Brennkammer 71.

[0063] Die Oxidationsmittelöffnungen 76 können einem Fluid (z.B. der Oxidationsmittelströmung 67) ermöglichen, durch die perforierte Struktur 13 hindurchzutreten, um bei dem Verbrennungsprozess des Brennraums 19 zu unterstützen. Die Oxidationsmittelöffnungen 76 können sich somit von der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 aus in Axialrichtung 42 durch die perforierte Struktur 13 hindurch zu der stromabwärtigen Stirnfläche 74 erstrecken. Ausserdem können die Oxidationsmittelöffnungen 76 im Verhältnis zu der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 der perforierten Struktur 13 unter einem Winkel verlaufen. Z.B. können die Oxidationsmittelöffnungen 76 ein Fluid (z.B. die Oxidationsmittelströmung 67) aus den Oxidationsmittelöffnungen 76 unter einem Winkel von ungefähr 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 15, 10, 5, 2 und/oder 1 Grad (oder irgendetwas dazwischen) relativ zu der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 (z.B. einer Ebene der Struktur 13) heraus leiten. Ausserdem können die Oxidationsmittelöffnungen 76 parallel oder nicht parallel, konvergierend oder divergierend verlaufen.

[0064] Fig. 5 zeigt eine Stirnansicht (z.B. auf die stromaufwärtige Stirnseite 72) einer Ausführungsform der perforierten Struktur 13 nach Fig. 3, die die mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 aufweist, die in einem anderen Muster als demjenigen, das in Fig. 4 veranschaulicht ist, verteilt sind. Obwohl es als ein symmetrisches Muster in Fig. 5 veranschaulicht ist, kann das Muster in manchen Ausführungsformen asymmetrisch oder unregelmässig sein. Insbesondere zeigt Fig. 5 eine Explosionsansicht der perforierten Struktur 13 der zweiten Brennkammer 71, geschnitten entlang der Linie 5–5 in Fig. 3. Obwohl die erste Brennkammer 70 in Fig. 4 benachbart zu der zweiten Brennkammer 71 veranschaulicht ist (z.B. in einem alternierenden Muster), können die erste und die zweite Brennkammer 70 und 71 in manchen Ausführungsformen in anderen Mustern oder Gruppen verteilt sein. Ausserdem unterscheidet sich die perforierte Struktur 13 der ersten Brennkammer 70 von der perforierten Struktur 13 der zweiten Brennkammer 71.

[0065] In der veranschaulichten Ausführungsform enthält die perforierte Struktur 13 mehrere Oxidationsmittelöffnungen 76. Insbesondere kann sich die Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 5 von der Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 4 unterscheiden. Z.B. ist in der veranschaulichten Ausführungsform die Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 5 grösser als (z.B. um ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Prozent grösser als) die Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 4. Zusätzlich ist die gesamte effektive Oxidationsmittelströmungsfläche (z.B. die effektive Querschnittsfläche einer Oxidationsmittelöffnung 76, multipliziert mit der gesamten Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76) der perforierten Struktur 13 nach Fig. 5 aufgrund der grösseren Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen 76 grösser als diejenige der perforierten Struktur 13 nach Fig. 4. Somit kann die perforierte Struktur 13 nach Fig. 5 konfiguriert sein, um eine grössere Strömungsrate der Oxidationsmittelströmung 67 als die perforierte Struktur 13 nach Fig. 4 strömen zu lassen, wodurch eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen der ersten und der zweiten Brennkammer 70 und 71 reduziert wird.

[0066] Zusätzlich kann die Grösse (z.B. der Durchmesser 79) der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 5 ungefähr gleich der Grösse (z.B. dem Durchmesser 79) der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 4 sein. Jedoch kann sich in einigen Ausführungsformen die Grösse (z.B. der Durchmesser 79) der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 5 von der Grösse (z.B. dem Durchmesser 79) der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 4 unterscheiden. Z.B. kann der Durchmesser 79 der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 5 kleiner als (z.B. um ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Prozent) oder grösser als (z.B. um ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Prozent grösser als) der Durchmesser 79 der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 4 sein.

[0067] Ausserdem kann der Abstand zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 ein zweiter Abstand 98 sein und kann zwischen ungefähr 2 und 2000 Millizoll, 20 und 1000 Millizoll oder 40 und 80 Millizoll betragen. In der veranschaulichten Ausführungsform ist ein erster Abstand 96 zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 nach Fig. 4 grösser als (z.B. um ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Prozent grösser als) der zweite Abstand 98 zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 nach Fig. 5. Falls z.B. der erste Abstand 96 zwischen ungefähr 10 und 2000 Millizoll, 20 und 1000 Millizoll oder 40 und 80 Millizoll beträgt, dann beträgt der zweite Abstand 98 zwischen ungefähr 5 und 2000 Millizoll, 10 und 1000 Millizoll oder 20 und 40 Millizoll. In noch weiteren Ausführungsformen können die Unterschiede bei den Abständen 96 und 98 zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 der Fig. 4 und 5 sich um ungefähr 5 bis 500, 10 bis 400, 20 bis 300, 30 bis 200, 40 bis 100 oder 50 bis 90 Prozent oder um einen tatsächlichen Abstand von ungefähr 5 bis 5000, 10 bis 4000, 20 bis 3000, 30 bis 2000 oder 40 bis 1000 Millizoll unterscheiden.

[0068] Fig. 6 zeigt eine Stirnansicht (z.B. auf die stromaufwärtige Stirnfläche 72) einer Ausführungsform der perforierten Struktur 13 nach Fig. 3, die mehrere Oxidationsmittelöffnungen 76 aufweist, die in einem anderen Muster als demjenigen, das in den Fig. 4 und 5 veranschaulicht ist, verteilt sind. Insbesondere kann die perforierte Struktur 13 nach Fig. 6 ein-

gerichtet sein, um willkürliche Abstände zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 zu haben. Z.B. kann der Abstand zwischen einigen der Oxidationsmittelöffnungen 76 der erste Abstand 96 sein, während der Abstand zwischen anderen Oxidationsmittelöffnungen 76 der zweite Abstand 98 sein kann und der Abstand zwischen noch weiteren Oxidationsmittelöffnungen 76 sich von dem ersten und dem zweiten Abstand 96 und 98 unterscheiden kann. Ferner kann die Anzahl und/oder können die Durchmesser 79 der Oxidationsmittelöffnungen 76 sich von den in den Fig. 4 und 5 veranschaulichten perforierten Strukturen 13 unterscheiden. In einigen Ausführungsformen kann das Muster der mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 zufällig sein, kann jedoch asymmetrisch sein. Z.B. kann ein erster Teil der perforierten Struktur die mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 enthalten, die näher aneinander als in einem zweiten Teil positioniert sind. In manchen Ausführungsformen können die mehreren Oxidationsmittelöffnungen auf eine oder mehrere Gruppen von Oxidationsmittelöffnungen 76 verteilt sein, wobei jede Gruppe von Öffnungen 76 unterschiedliche oder gleiche Anzahl, Formen, Abstände und dergleichen von Öffnungen 76 gegenüber einer anderen Gruppe von Öffnungen 76 aufweist.

[0069] Fig. 7 zeigt eine Stirnansicht (z.B. auf die stromaufwärtige Stirnfläche 72) einer Ausführungsform der perforierten Struktur 13 nach Fig. 3, die die mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 aufweist, die in einem anderen Muster als demjenigen, das in den Fig. 4–6 veranschaulicht ist, verteilt sind. Obwohl es als ein symmetrisches Muster in Fig. 7 dargestellt ist, kann das Muster in manchen Ausführungsformen asymmetrisch oder unregelmässig sein. Insbesondere können sich die Formen der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 7 von den Formen der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Strukturen 13 gemäss den Fig. 4–6 unterscheiden. Z.B. können die Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 7 eine quadratische Gestalt aufweisen, während die Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Strukturen 13 gemäss den Fig. 4–6 eine kreisförmige Gestalt aufweisen können. In einigen Ausführungsformen können die Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 ähnlich verschiedenen Polygonen (z.B. einem Dreieck, Viereck, Fünfeck, Sechseck, etc.) gestaltet, unregelmässig gestaltet (z.B. gewellt, gezackt, uneben, spitz, zackig, etc.), wie Kreise gestaltet, wie Ovale gestaltet oder gemäss einer beliebigen Kombination von diesen gestaltet sein. Durch Veränderung der Gestalt der Oxidationsmittelöffnungen 76 kann der Durchflusskoeffizient (z.B. das Verhältnis der tatsächlichen Ausgabe zur theoretischen Ausgabe einer Düse) der Öffnungen 76 verändert werden, wodurch die effektive Fläche der Oxidationsmittelöffnungen 76 beeinflusst wird. In anderen Worten kann eine Gestalt, die den Durchflusskoeffizienten vergrößert, die Oxidationsmittelöffnung 76 veranlassen, sich mit einem grösseren Widerstand (z.B. ein Kanal mit einem kleineren Durchmesser) für die Oxidationsmittelströmung 67 zu verhalten, wodurch die Strömungsrate des Oxidationsmittels durch die Brennkammer 12 verringert wird.

[0070] Fig. 8 zeigt eine Perspektivansicht einer Ausführungsform der perforierten Struktur 13 nach Fig. 3, die die mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 aufweist, die in einem anderen Muster als demjenigen, das in den Fig. 4–7 veranschaulicht ist, verteilt sind. Obwohl es als ein symmetrisches Muster in Fig. 8 dargestellt ist, kann das Muster in manchen Ausführungsformen asymmetrisch oder unregelmässig sein. Insbesondere entspricht die perforierte Struktur 13, die in Fig. 8 veranschaulicht ist, der Prallhülse 59 der in Fig. 3 veranschaulichten ersten Brennkammer 70. In manchen Ausführungsformen kann die in Fig. 8 veranschaulichte perforierte Struktur 13 anderen Teilen der Brennkammer 12, wie beispielsweise der Strömungshülse 58, entsprechen. Obwohl sie zur Vereinfachung als ein Zylinder in Fig. 8 veranschaulicht ist, kann die Prallhülse 59 oder eine andere Komponente der Brennkammer 12 von einem Zylinder zu einer trapezförmigen Gestalt an dem Austritt der Brennkammer 12 übergehen, um die geeigneten Strömungsausgabebedingungen von dem Verbrennungssystem zu der Turbine 16 aufzunehmen. Wie vorstehend beschrieben, kann sich die erste Brennkammer 70 benachbart zu der zweiten Brennkammer 71 befinden oder nicht. Ausserdem unterscheidet sich die perforierte Struktur 13 (z.B. die Prallhülse 59 oder die Strömungshülse 58) der ersten Brennkammer 70 von der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) der zweiten Brennkammer 71.

[0071] In der veranschaulichten Ausführungsform enthält die perforierte Struktur 13 (z.B. die Prallhülse 59 oder die Strömungshülse 58) mehrere Oxidationsmittelöffnungen 76. Ferner kann der Abstand zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 der erste Abstand 96 sein, und er kann zwischen ungefähr 10 und 4000 Millizoll, 20 und 2000 Millizoll oder 40 und 800 Millizoll betragen.

[0072] Die Oxidationsmittelöffnungen 76 können einem Fluid (z.B. der Oxidationsmittelströmung 67) ermöglichen, durch die perforierte Struktur 13 (z.B. die Prallhülse 59 oder die Strömungshülse 58) hindurchzutreten, um bei dem Verbrennungsprozess des Brennraums 19 zu unterstützen. Somit können sich die Oxidationsmittelöffnungen 76 von der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 aus in Radialrichtung 44 durch die perforierte Struktur 13 (z.B. die Prallhülse 59 oder die Strömungshülse 58) hindurch zu der stromabwärtigen Stirnfläche 74 erstrecken. Ferner können die Oxidationsmittelöffnungen 76 relativ zu der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) unter einem Winkel ausgerichtet sein. Z.B. können die Oxidationsmittelöffnungen 76 ein Fluid (z.B. die Oxidationsmittelströmung 67) aus den Oxidationsmittelöffnungen 76 unter einem Winkel von ungefähr 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 15, 10, 5, 2 und/oder 1 Grad (oder irgendetwas dazwischen) relativ zu der stromaufwärtigen Fläche 72 herausleiten. Ausserdem können die Oxidationsmittelöffnungen 76 parallel oder nicht parallel zueinander, konvergierend oder divergierend verlaufen. In manchen Ausführungsformen können die mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 als Umfangsreihen von Öffnungen 76 verteilt sein.

[0073] Fig. 9 zeigt eine Perspektivansicht einer Ausführungsform der perforierten Struktur 13 nach Fig. 3, die die mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 aufweist, die in einem anderen Muster als demjenigen, das in Fig. 8 veranschaulicht ist, verteilt sind. Obwohl es als ein symmetrisches Muster in Fig. 9 dargestellt ist, kann das Muster in manchen Ausführungs-

formen asymmetrisch oder unregelmässig sein. Insbesondere entspricht die in Fig. 9 veranschaulichte perforierte Struktur 13 der Prallhülse 59 der in Fig. 3 veranschaulichten zweiten Brennkammer 71. Wie vorstehend beschrieben, kann die erste Brennkammer 70 benachbart zu der zweiten Brennkammer 71 angeordnet sein oder nicht. Ausserdem kann die perforierte Struktur 13 (z.B. die Prallhülse 59 oder die Strömungshülse 58) der ersten Brennkammer 70 sich von der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) der zweiten Brennkammer 71 unterscheiden.

[0074] In der veranschaulichten Ausführungsform enthält die perforierte Struktur 13 (z.B. die Prallhülse 59 oder die Strömungshülse 58) mehrere Oxidationsmittelöffnungen 76. Die Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) nach Fig. 9 kann sich von der Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 8 unterscheiden. Z.B. ist in der veranschaulichten Ausführungsform die Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) nach Fig. 9 grösser als (z.B. um ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Prozent grösser als) die Anzahl der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 8.

[0075] Zusätzlich kann jede Oxidationsmittelöffnung 76 einen Durchmesser 79 zwischen ungefähr 5 und 2000 Millizoll, 10 und 1000 Millizoll oder 20 und 400 Millizoll aufweisen. Insbesondere kann die Grösse (z.B. der Durchmesser 79) der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) nach Fig. 9 ungefähr gleich der Grösse (z.B. dem Durchmesser 79) der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 8 sein. Jedoch kann sich in einigen Ausführungsformen die Grösse (z.B. der Durchmesser 79) der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) nach Fig. 9 von der Grösse (z.B. dem Durchmesser 79) der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 8 unterscheiden. Z.B. kann der Durchmesser 79 der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) nach Fig. 9 kleiner als (z.B. um ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Prozent kleiner als) oder grösser als (z.B. um ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Prozent grösser als) der Durchmesser 79 der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 nach Fig. 8 sein.

[0076] Ausserdem kann der Abstand zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 der zweite Abstand 98 sein, und er kann zwischen ungefähr 2 und 4000 Millizoll, 20 und 2000 Millizoll oder 40 und 800 Millizoll betragen. In der veranschaulichten Ausführungsform ist der erste Abstand 96 zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 nach Fig. 8 grösser als (z.B. um ungefähr 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 Prozent grösser als) der zweite Abstand 98 zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 nach Fig. 9. Falls z.B. der erste Abstand 96 zwischen ungefähr 10 und 4000 Millizoll, 20 und 2000 Millizoll oder 40 und 800 Millizoll beträgt, dann beträgt der zweite Abstand 98 zwischen ungefähr 5 und 2000 Millizoll, 10 und 1000 Millizoll oder 20 und 400 Millizoll. In noch weiteren Ausführungsformen können sich die Unterschiede der Abstände 96 und 98 zwischen den Oxidationsmittelöffnungen 76 gemäss den Fig. 8 und 9 um ungefähr 5 bis 500, 10 bis 400, 20 bis 300, 30 bis 200, 40 bis 100 oder 50 bis 90 Prozent oder um einen tatsächlichen Abstand von ungefähr 5 bis 5000, 10 bis 4000, 20 bis 3000, 30 bis 2000 oder 40 bis 1000 Millizoll unterscheiden.

[0077] Fig. 10 zeigt eine Perspektivansicht einer Ausführungsform der perforierten Struktur 13 nach Fig. 3, die die mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 aufweist, die in einem anderen Muster als demjenigen, das in den Fig. 8 und 9 veranschaulicht ist, verteilt sind. Obwohl es als ein symmetrisches Muster in Fig. 10 veranschaulicht ist, kann das Muster in manchen Ausführungsformen asymmetrisch oder unregelmässig sein. Insbesondere können sich die Formen der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) nach Fig. 10 von den Formen der Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Strukturen 13 gemäss den Fig. 8 und 9 unterscheiden. Z.B. können die Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) nach Fig. 10 eine quadratische Gestalt aufweisen, während die Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Strukturen 13 gemäss den Fig. 8 und 9 eine kreisförmige Gestalt aufweisen können. In einigen Ausführungsformen können die Oxidationsmittelöffnungen 76 der perforierten Struktur 13 (z.B. der Prallhülse 59 oder der Strömungshülse 58) ähnlich verschiedenen Polygonen (z.B. einem Dreieck, Viereck, Fünfeck, Sechseck, etc.) gestaltet, unregelmässig gestaltet (z.B. gewellt, gezackt, uneben, zugespitzt, zackig, etc.), wie Kreise gestaltet, wie Ovale gestaltet oder gemäss einer beliebigen Kombination von diesen gestaltet sein.

[0078] Technische Effekte der Erfindung umfassen eine Reduktion der Verbrennungsdynamik und/oder der modalen Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen mehreren Brennkammern 12 und eine Reduktion potentiell unerwünschter Schwingungsantworten in dem Gasturbinensystem 10 (z.B. aufgrund einer Überlappung in dem Frequenzgehalt zwischen der Verbrennungsdynamik und den Eigenfrequenzen von stromabwärtigen Komponenten, insbesondere wenn die Verbrennungsdynamiken phasengleich und kohärent sind). Die perforierten Strukturen 13 mit den mehreren Oxidationsmittelöffnungen 76 sind in der Lage, diese technischen Effekte z.B. durch Variation der Geometrie von einer oder mehreren Brennkammern 12 zu erreichen. Z.B. können die perforierten Strukturen 13 von mehreren Brennkammern 12 durch Veränderung der folgenden Eigenschaften der perforierten Struktur 13 und/oder der Oxidationsmittelöffnungen 76 variiert werden: die geometrische Gestalt (z.B. gewinkelt, konkav geformt, konvex geformt, konkav gewinkelt, konvex gewinkelt, ähnlich wie verschiedene Polygone gestaltet, unregelmässig gestaltet, unregelmässig gewinkelt, etc.), die geometrischen Eigenschaften (z.B. Dimensionen, Höhe, Breite, Tiefe, Länge, Winkelgrad, Winkeleigenschaften, etc.), geometrischen Anordnungen (z.B. Position, Lage, etc.) und/oder eine beliebige Kombination von diesen. Demgemäss kann die Variabilität bei der Verbrennungsdynamik zwischen den mehreren Brennkammern 12 helfen, die Verbrennungsdynamik und/oder eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen der Brennkammern 12 zu reduzieren, wodurch eine Reduktion

der Möglichkeit, das irgendwelche dominanten Frequenzen möglicherweise unerwünschte Schwingungsantworten in den stromabwärtigen Komponenten des Gasturbinensystems 10 zur Folge haben könnten, unterstützt wird.

[0079] Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele, um die Erfindung, einschliesslich der besten Ausführungsart, zu offenbaren und auch um Fachleuten auf dem Gebiet zu ermöglichen, die Erfindung in die Praxis umzusetzen, wozu die Schaffung und Verwendung jeglicher Vorrichtungen oder Systeme und die Durchführung jeglicher enthaltener Verfahren gehören. Der patentierbare Umfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele enthalten, die Fachleuten auf dem Gebiet einfallen. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Umfang der Ansprüche enthalten sein, wenn sie strukturelle Elemente aufweisen, die sich von dem Wortsinn der Ansprüche nicht unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden gegenüber dem Wortsinn der Ansprüche enthalten.

[0080] Ein System enthält eine Gasturbine, die eine erste Brennkammer und eine zweite Brennkammer enthält. Die erste Brennkammer enthält einen ersten Oxidationsmittelströmungspfad und eine erste perforierte Struktur, die mehrere Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die erste perforierte Struktur in dem ersten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet ist. Die zweite Brennkammer enthält einen zweiten Oxidationsmittelströmungspfad und eine zweite perforierte Struktur, die mehrere zweite Oxidationsmittelöffnungen aufweist. Die zweite perforierte Struktur ist in dem zweiten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet, und die erste perforierte Struktur weist wenigstens einen Unterschied gegenüber der zweiten perforierten Struktur auf.

Patentansprüche

1. System, das aufweist:

eine Gasturbine, die aufweist:

eine erste Brennkammer, die aufweist:

einen ersten Oxidationsmittelströmungspfad; und

eine erste perforierte Struktur, die mehrere erste Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die erste perforierte Struktur in dem ersten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet ist; und

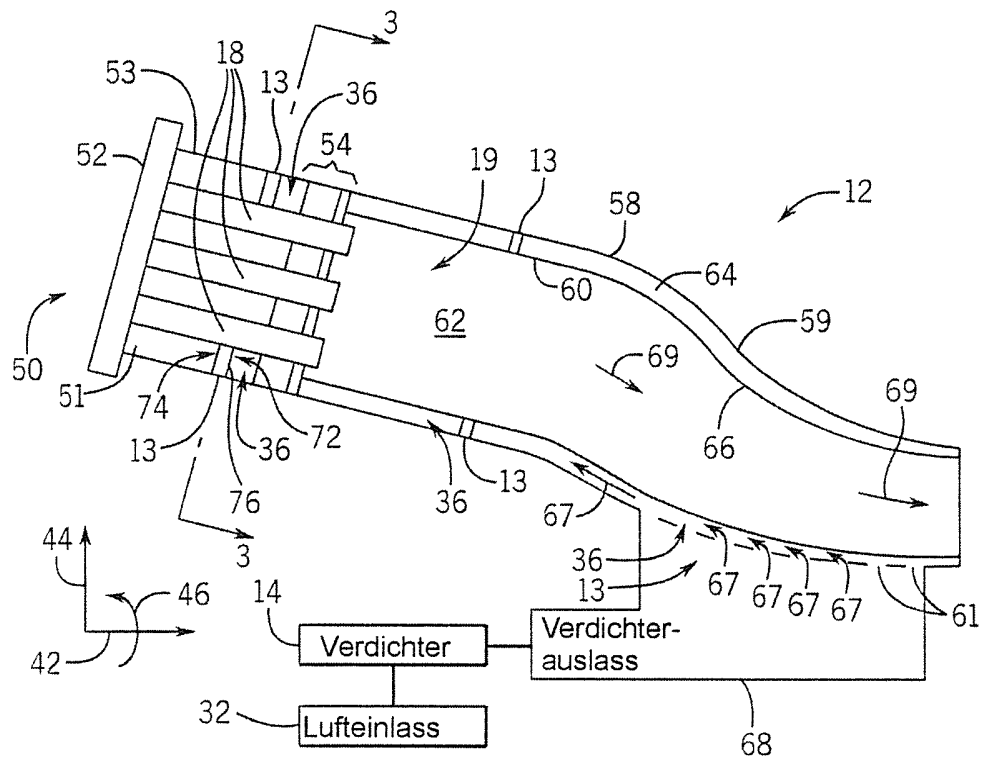
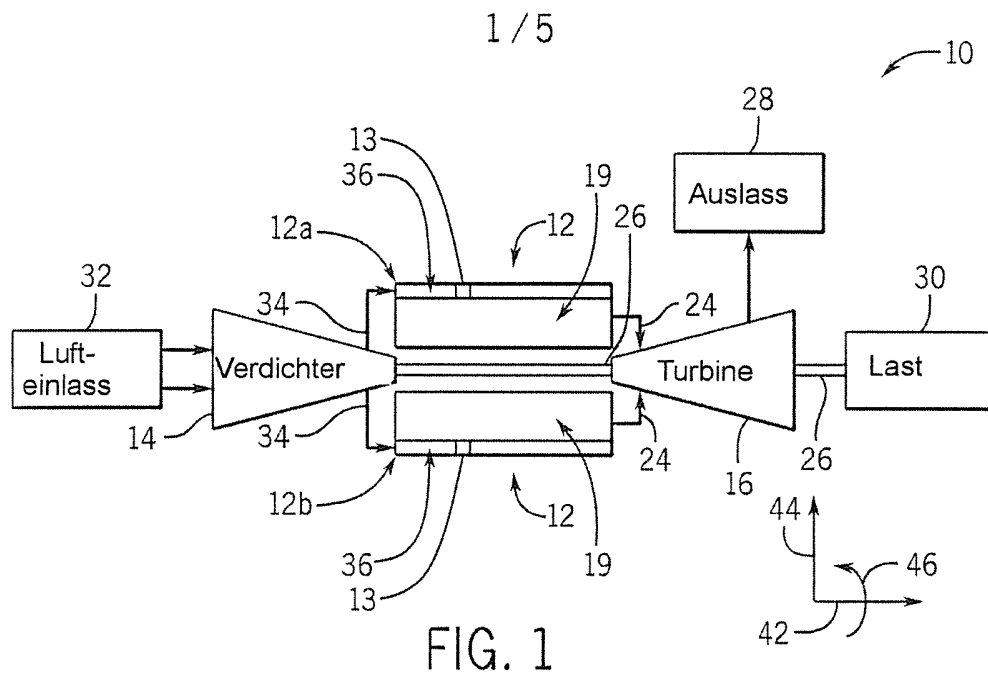
eine zweite Brennkammer, die aufweist:

einen zweiten Oxidationsmittelströmungspfad; und

eine zweite perforierte Struktur, die mehrere zweite Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die zweite perforierte Struktur in dem zweiten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet ist und die erste perforierte Struktur wenigstens einen Unterschied im Vergleich zu der zweiten perforierten Struktur aufweist.

2. System nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Unterschied eingerichtet ist, um zu helfen, eine modale Kopplung der Verbrennungsdynamik zwischen der ersten Brennkammer und der zweiten Brennkammer zu reduzieren.
3. System nach Anspruch 1, wobei die erste perforierte Struktur eine erste perforierte Struktur aufweist, die wenigstens entweder zwischen einer ersten Strömungshülse der ersten Brennkammer und einem ersten Flammrohr der ersten Brennkammer und/oder zwischen einer ersten Prallhülse der ersten Brennkammer und einem Übergangsstück der ersten Brennkammer und/oder in einer ersten Kopfendkammer der ersten Brennkammer oder einer beliebigen Kombination von diesen angeordnet ist, wobei die zweite perforierte Struktur eine zweite perforierte Struktur aufweist, die wenigstens entweder zwischen einer zweiten Strömungshülse der zweiten Brennkammer und einem zweiten Flammrohr der zweiten Brennkammer und/oder zwischen einer zweiten Prallhülse der zweiten Brennkammer und einem zweiten Übergangsstück der zweiten Brennkammer und/oder in einer zweiten Kopfendkammer der zweiten Brennkammer oder einer beliebigen Kombination von diesen angeordnet ist.
4. System nach Anspruch 1, wobei die erste perforierte Struktur wenigstens entweder eine erste Strömungshülse der ersten Brennkammer und/oder eine erste Prallhülse der ersten Brennkammer oder eine beliebige Kombination von diesen aufweist und die zweite perforierte Struktur wenigstens entweder eine zweite Strömungshülse der zweiten Brennkammer und/oder eine zweite Prallhülse der zweiten Brennkammer oder eine beliebige Kombination von diesen aufweist.
5. System nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Unterschied eine unterschiedliche Anzahl von Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen im Vergleich zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweist; und/oder wobei der wenigstens eine Unterschied unterschiedliche geometrische Anordnungen der Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen im Vergleich zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweist; und/oder wobei der wenigstens eine Unterschied unterschiedliche Durchmesser der Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen im Vergleich zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweist.

6. System nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Unterschied unterschiedliche Abstände zwischen benachbarten Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen im Vergleich zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweist; und/oder wobei der wenigstens eine Unterschied unterschiedliche Formen der Oxidationsmittelöffnungen in den mehreren ersten Oxidationsmittelöffnungen im Vergleich zu den mehreren zweiten Oxidationsmittelöffnungen aufweist.
7. System nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Unterschied unterschiedliche gesamte effektive Oxidationsmittelströmungsflächen der ersten perforierten Struktur im Vergleich zu der zweiten perforierten Struktur aufweist.
8. System nach Anspruch 1, wobei die erste perforierte Struktur eingerichtet ist, um wenigstens teilweise eine erste Verbrennungsdynamik in der ersten Brennkammer zu verändern, die zweite perforierte Struktur eingerichtet ist, um wenigstens teilweise eine zweite Verbrennungsdynamik in der zweiten Brennkammer zu verändern und der wenigstens eine geometrische Unterschied zwischen der ersten und der zweiten perforierten Struktur Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Verbrennungsdynamik bewirkt.
9. System, das aufweist:
eine erste Turbinenbrennkammer, die eine erste perforierte Struktur aufweist, die mehrere erste Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die erste perforierte Struktur in einem ersten Oxidationsmittelströmungspfad angeordnet ist und die erste perforierte Struktur eingerichtet ist, um wenigstens teilweise eine Verbrennungsdynamik in der ersten Turbinenbrennkammer zu steuern.
10. Verfahren, das aufweist:
Steuern einer ersten Verbrennungsdynamik in einer ersten Brennkammer mit einer ersten perforierten Struktur, die mehrere erste Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die erste perforierte Struktur in einem ersten Oxidationsmittelströmungspfad der ersten Brennkammer angeordnet ist; und
Steuern einer zweiten Verbrennungsdynamik in einer zweiten Brennkammer mit einer zweiten perforierten Struktur, die mehrere zweite Oxidationsmittelöffnungen aufweist, wobei die zweite perforierte Struktur in einem zweiten Oxidationsmittelströmungspfad der zweiten Brennkammer angeordnet ist und wobei die erste und die zweite perforierte Struktur wenigstens einen Unterschied aufweisen, um die zweite Verbrennungsdynamik im Vergleich zu der ersten Verbrennungsdynamik zu variieren.



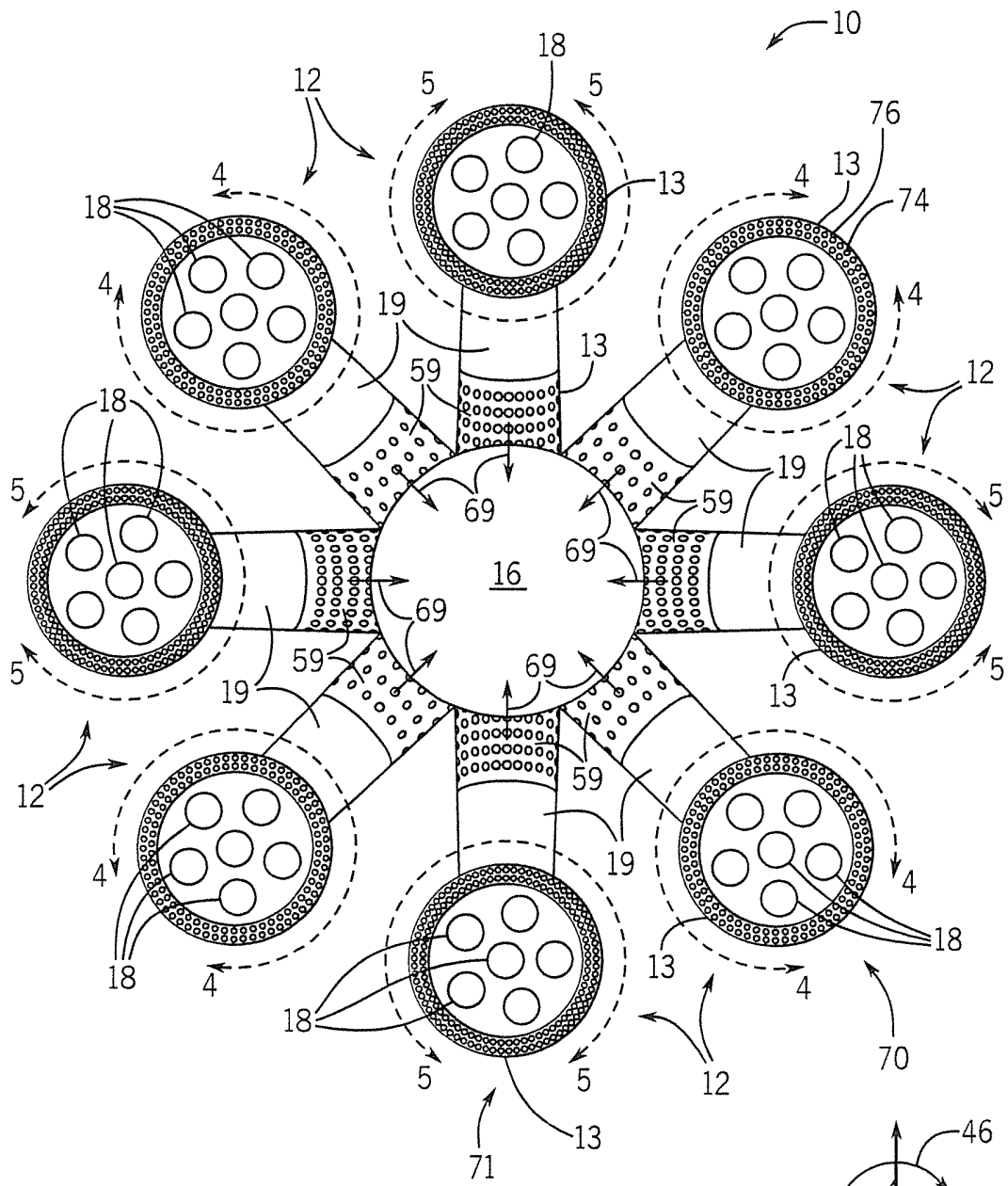


FIG. 3

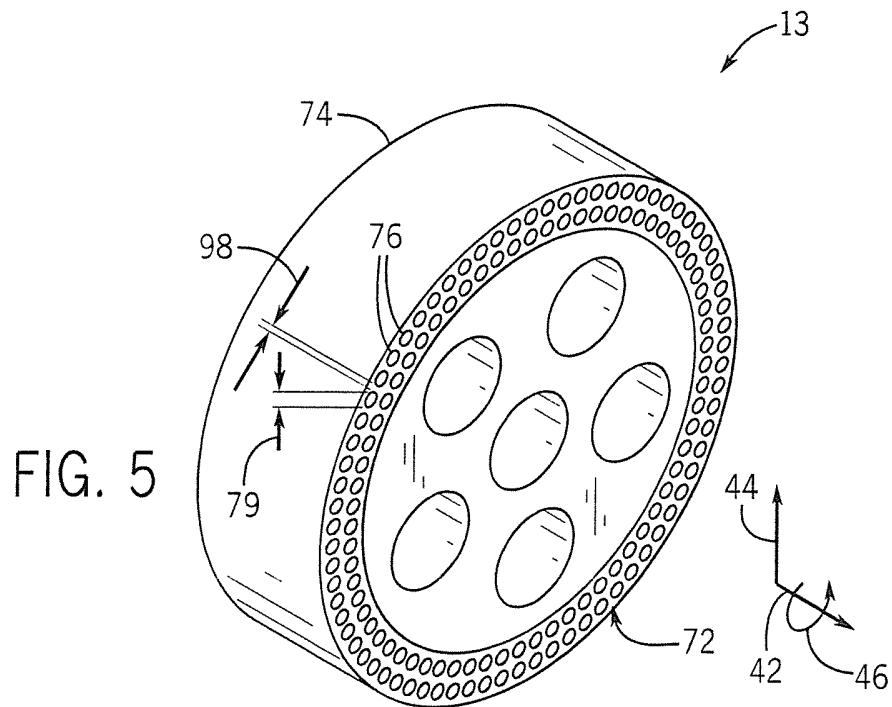
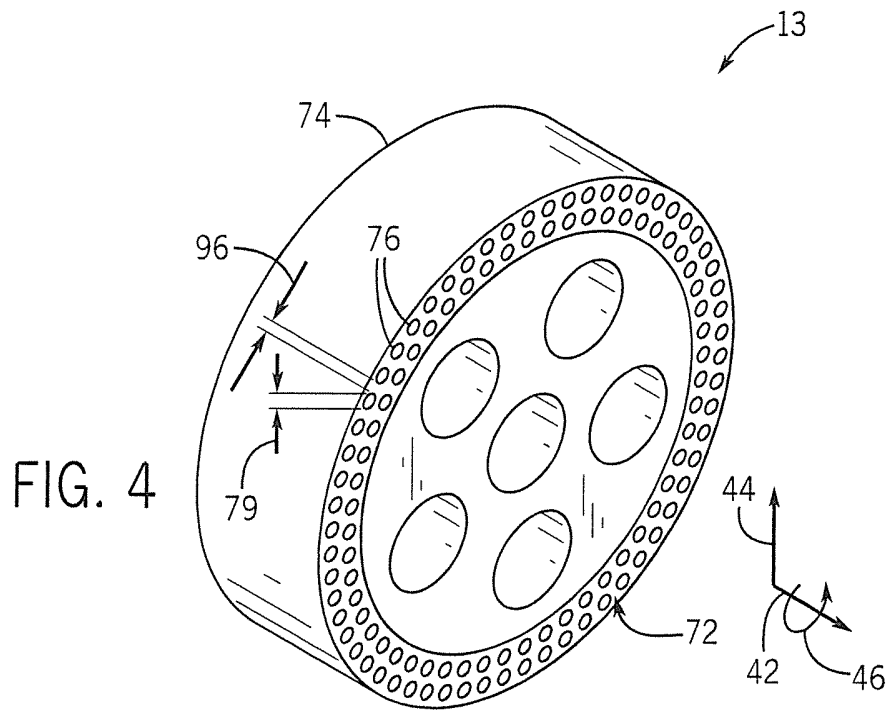


FIG. 6

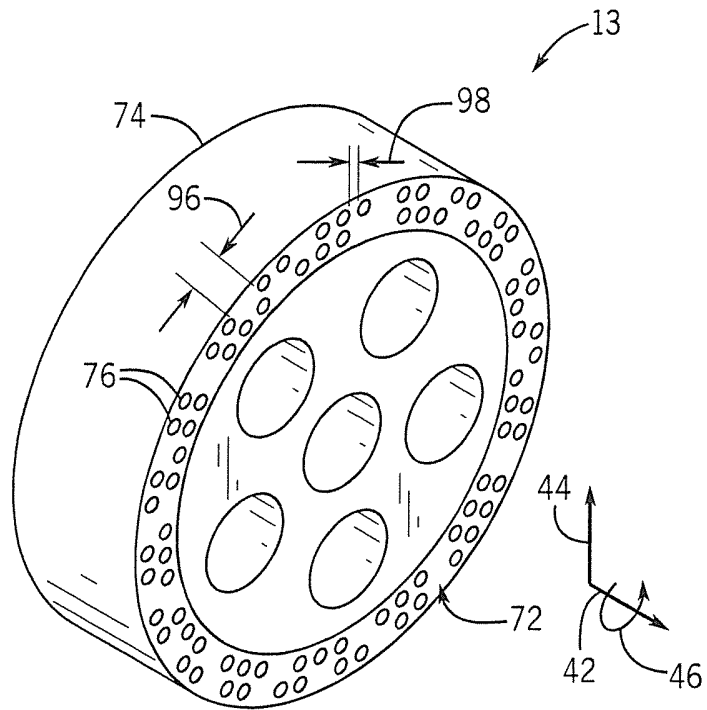


FIG. 7

