(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 898 A2

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

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01473/10

(22) Anmeldedatum: 14.09.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2011

(30) Priorität: 18.09.2009 US 12/562,158

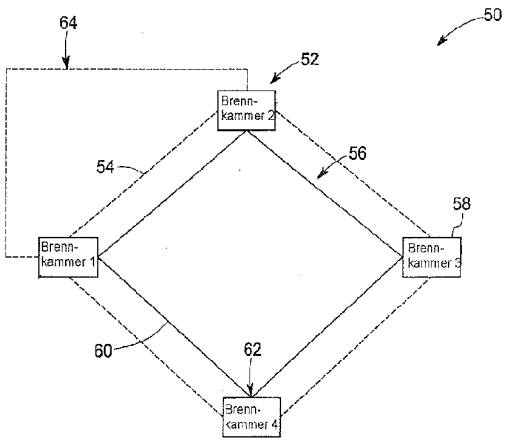
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Kapil Kumar Singh, Niskayuna, New York 12309 (US)
Fei Han, Niskayuna, New York 12309 (US)
Shiva Srinivasan, Greenville, South Carolina 29615 (US)
Kwanwoo Kim, Greenville, South Carolina 29615 (US)
Qingguo Zhang, Niskayuna, New York 12309 (US)
Sven Georg Bethke, 85748 Garching b. München (DE)
Preetham, Niskayuna, New York 12309 (US)

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

(54) System zur Beherrschung von Gasturbinen-Verbrennungsdynamiken.

(57) Ein System (50) weist eine Gasturbinenbrennkammeranordnung (52) mit einer Vielzahl von Rohrbrennkammern (58), Durchzündrohren (54), die die Rohrbrennkammern (58) verbinden, und ein Rohr-Verbindungssystem (56), das die Rohrbrennkammern (58) verbindet, auf, um die Verbrennungsdynamiken zu beeinflussen. Das Rohr-Verbindungssystem (56) enthält Rohre (60), um zumindest ein Paar der Rohrbrennkammern (58) zu verbinden.



Beschreibung

Hintergrund

[0001] Die Erfindung betrifft im allgemeinen Verfahren zur Beherrschung des Betriebs von Gasturbinenmotoren und insbesondere ein Verfahren zur Beherrschung der Verbrennungsdynamiken in Gasturbinen.

[0002] Gasturbinenmotoren enthalten einen Kompressor, eine Brennkammeranordnung und eine mit dem Kompressor gekoppelte Turbine. Die Brennkammeranordnung kann eine Vielzahl von Rohrbrennkammern aufweisen. Komprimierte Luft und Brennstoff werden den Rohrbrennkammern zugeführt, um Verbrennungsgase mit einer hohen Geschwindigkeit und einem hohen Druck zu erzeugen. Diese Verbrennungsgase werden an die Turbine abgeführt. Die Turbine entzieht den Verbrennungsgasen Energie, um eine Leistung zu erzeugen, die auf verschiedene Arten genutzt werden kann, z.B. um den Kompressor anzutreiben, um einen elektrischen Generator anzutreiben oder um ein Flugzeug anzutreiben.

[0003] Gasturbinenmotoren arbeiten unter verschiedenen Lastzuständen, die ändernde Verbrennungsbetriebszustände für die Brennkammern notwendig machen, um die gewünschte Leistung zu erreichen. Unter einigen Zuständen kann das Verbrennungsphänomen mit Eigenformen von Brennkammern zusammenwirken und einen Rückkopplungskreis bilden. Dies führt zu Druckschwankungen oder Druckstörungen mit grosser Amplitude. Diese Druckstörungen werden als Verbrennungsdynamiken bezeichnet. Verbrennungsdynamiken sind in der Lage, die Betriebszustände der Gasturbine einzuschränken und können auch Schäden an der Hardware oder ein unvorhergesehenes Abschalten verursachen.

[0004] Die Verbrennungsdynamik ist eine Angelegenheit, mit der alle Typen von Brennkammern konfrontiert sind. Aufgrund des Designs sind Verbrennungsdynamiken vergleichsweise schwerwiegender für moderne Verbrennungssysteme mit Vormischung, die entwickelt wurden, um geringere Emissionen zu erreichen. Es wäre daher wünschenswert die Verbrennungsdynamiken in Gasturbinenmotoren zu beherrschen.

Kurze Beschreibung

[0005] In Übereinstimmung mit einem hierin offenbarten Ausführungsbeispiel enthält ein System eine Gasturbinenbrennkammeranordnung mit einer Vielzahl von Rohrbrennkammern, Durchzündrohre, die die Rohrbrennkammern verbinden und ein Rohr-Verbindungssystem, das die Rohrbrennkammern verbindet, um die Verbrennungsdynamiken zu beeinflussen. Das Rohr-Verbindungssystem enthält Rohre zur Verbindung von zumindest einem Paar von Rohrbrennkammern.

[0006] In Übereinstimmung mit einem weiteren hierin offenbarten Ausführungsbeispiel enthält ein System eine Gasturbinenbrennkammeranordnung mit einer Vielzahl von Rohrbrennkammern, Durchzündrohre, die die Rohrbrennkammern verbinden, und ein Rohr-Verbindungssystem, das die Rohrbrennkammern akustisch verbindet, um die Verbrennungsdynamiken zu beeinflussen. Das Rohr-Verbindungssystem enthält Rohre zur Verbindung der Kopfenden von zumindest einem Paar von benachbarten Rohrbrennkammern.

[0007] In Übereinstimmung mit einem anderen hierin offenbarten Ausführungsbeispiel enthält ein System ein Gasturbinenverbrennungssystem mit einer Vielzahl von Rohrbrennkammern, Durchzündrohre, die die Rohrbrennkammern verbinden, und ein Rohr-Verbindungssystem, das die Rohrbrennkammern zur Beeinflussung der Verbrennungsdynamiken verbindet. Das Rohr-Verbindungssystem enthält Rohre zur akustischen Verbindung der Rohrbrennkammern, derart, dass eine akustische Welle, die von der Verbrennungsdynamik einer ersten Rohrbrennkammer resultiert, eine zweite Rohrbrennkammer phasenverschoben erreicht, um die Verbrennungsdynamik in der zweiten Rohrbrennkammer zu reduzieren oder auszulöschen.

Zeichnungen

[0008] Diese und andere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden werden, wenn die nachfolgende detaillierte Beschreibung mit Bezug zu der beigefügten Zeichnung gelesen wird, in der gleiche Bezugszeichen durchgängig durch die Zeichnung gleiche Teile darstellen, wobei:

[0009] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Gasturbinenmotorsystems ist.

[0010] Fig. 2 eine beispielhafte Rohrbrennkammer der Brennkammeranordnung in einem Axialschnitt veranschaulicht.

[0011] Fig. 3 eine Seitenansicht einer ringförmigen Rohrbrennkammerkonfiguration einer beispielhaften Brennkammeranordnung veranschaulicht.

[0012] Fig. 4 einen Teil einer beispielhaften Brennkammeranordnung veranschaulicht.

[0013] Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel des Rohr-Ring-Systems in Übereinstimmung mit hierin offenbarten Aspekten veranschaulicht.

[0014] Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel der Verbindung zwischen Brennkammern in Übereinstimmung mit hierin offenbarten Aspekten veranschaulicht.

[0015] Fig. 7 ein anderes Ausführungsbeispiel der Verbindung zwischen Brennkammern in Übereinstimmung mit hierin beschriebenen Aspekten veranschaulicht.

[0016] Fig. 8 ein anderes Ausführungsbeispiel des Rohr-Ring-Systems veranschaulicht, bei dem Gruppen von Brennkammern in Übereinstimmung mit hierin offenbarten Aspekten verbunden sind.

[0017] Fig. 9-11 andere Ausführungsbeispiele des Rohr-Ring-Systems in Übereinstimmung mit hierin offenbarten Aspekten veranschaulichen.

Detaillierte Beschreibung

[0018] Hierin offenbarte Ausführungsformen enthalten ein System zur Beeinflussung von Verbrennungsdynamiken in Gasturbinenmotoren mit mehreren Rohrbrennkammern. Das System enthält ein bestimmtes Rohr-Verbindungssystem, das die Rohrbrennkammern verbindet, um die Verbrennungsdynamiken zu beeinflussen. Obwohl das System und das Verfahren hierin im Kontext mit einem Gasturbinenmotor für schwere Lasten beschrieben ist, der für eine industrielle Anwendung eingesetzt wird, sind das System und das Verfahren für andere Verbrennungsmotorsysteme anwendbar, die in verschiedenen Anwendungen eingesetzt werden, wie beispielsweise, aber nicht beschränkt auf Anwendungen bei Flugzeugen, Schiffen, Helikoptern und Antriebsmotoren. Wie hierin verwendet, umfassen die in der Einzahl verwendeten Formen des bestimmten und des unbestimmten Artikels auch die Mehrzahl von Bezugselementen, solange im Kontext nicht deutlich etwas anderes angegeben ist.

[0019] Fig. 1 veranschaulicht einen beispielhaften Gasturbinenmotor 10. Der Gasturbinenmotor 10 enthält einen mehrstufigen Axialkompressor 12, eine Brennkammeranordnung 14 mit Mehrfach-Rohrbrennkammer und eine mehrstufige Turbine 16. Der Kompressor 12 zieht Luft an und verdichtet die Luft zu einem höheren Druck und einer höheren Temperatur. Die verdichtete Luft wird dann der Brennkammeranordnung 14 zugeführt. In der Brennkammeranordnung 14 wird die eintretende verdichtete Luft mit Brennstoff gemischt und das Brennstoff-Luft-Gemisch wird verbrannt, um Verbrennungsgase mit hohem Druck und hoher Temperatur zu erzeugen. Diese Verbrennungsgase werden zur Turbine 16 abgeführt. Die Turbine 16 entzieht Energie aus den Verbrennungsgasen. Die von der Turbine 16 entzogene Energie kann für verschiedene Zwecke sein, wie etwa das Erzeugen von elektrischer Leistung, das Bereitstellen einer Antriebsschubkraft oder das Bereitstellen einer Wellenleistung für Schiffs- oder Antriebsmotoranwendungen.

[0020] Bezug nehmend auf die Fig. 2 und 3 enthält die Brennkammeranordnung 14 eine Vielzahl von Rohrbrennkammern 16. Jede Rohrbrennkammern 16 enthält eine ringförmige Brennkammerwand 18, die stromaufwärts ein Domende aufweist, an dem Vormischer 20 angeordnet sind. Jeder Vormischer 20 hat eine entsprechende Brennstoffeinspritzdüse zum Einspritzen von Brennstoff 22 z.B. in dem Vormischer, um mit einem Teil der verdichteten Luft 24 gemischt zu werden, wobei die Mischung auf geeignete Weise gezündet wird, um einen Verbrennungsgas-Strom 26 innerhalb der Brennkammerwand 18 zu erzeugen. Der Verbrennungsgasstrom 26 wird in einen ringförmigen Hochdruck-Turbinenleitapparat 28 abgeleitet.

[0021] Die Brennkammerwand ist von einer ringförmigen Ummantelung oder Kapselung 30 umgeben, die einen ringförmigen Kanal um die Brennkammerwand bildet, durch den die verdichtete Luft 24 auf eine bekannte Weise geleitet wird, um sowohl die Brennkammerwand selbst zu kühlen als auch den Vormischern Luft zu Verfügung zu stellen.

[0022] Die Brennkammeranordnung 14 ist ringförmig und im Allgemeinen symmetrisch um eine Längsachse oder axiale Mittelachse des Motors angeordnet und enthält eine Reihe von im Wesentlichen identischen Rohrbrennkammern 16, wie in Fig. 3 veranschaulicht. Da jede Brennkammerwand 18 im Allgemeinen zylindrisch oder im Radialschnitt rund ist, enthält jede Rohrbrennkammer 16 ferner ein integrales Übergangsstück 32, das in einem entsprechenden Auslass 34 endet. Die Übergangsstückauslässe 34 der entsprechenden Rohrbrennkammern sind benachbart zueinander um den Umfang der Brennkammeranordnung angeordnet, um einen segmentierten Kreisring zu bilden, um die separaten Verbrennungsgasströme 26 zusammen in die gemeinsame erste Stufe des Turbinenleitapparats 28 abzuleiten.

[0023] Fig. 4 veranschaulicht einen Teil der Brennkammeranordnung 14 mit drei Rohrbrennkammern 16. Durchzündrohre 36 verbinden benachbarte Rohrbrennkammern 16. Die Durchzündrohre 36 stehen zur Zündung des Brennstoffes in einer Rohrbrennkammern durch gezündeten Brennstoff in einer benachbarten Rohrbrennkammer zur Verfügung, wobei der Bedarf für separate Zündeinrichtungen in jeder Rohrbrennkammer beseitigt ist. Insbesondere, wenn die Brennkammer-zu-Brennkammer-Durchzündung gewünscht ist, wird dieser durch einen Druckimpuls von heissen Gasen erreicht, der von einem gezündeten Rohrbrennkammer zu einem ungezündeten Rohrbrennkammer durch das Durchzündrohr übertragen wird. Die Durchzündrohre 36 können auch zu dem Zweck dienen, die Drücke zwischen den Rohrbrennkammern 16 teilweise auszugleichen.

[0024] Die Verbrennungsdynamiken in Rohr-Ring-Brennkammersystemen zeigen akustische Druckverteilungen, die in zwei Moden kategorisiert werden können. Eine Mode ist charakterisiert durch phasengleiche Schwingungen von benachbarten Rohrbrennkammern. In einer anderen Mode schwanken benachbarte Rohrbrennkammern phasenverschoben, d.h. die Eigenformen in zwei benachbarten Brennkammern sind phasenverschoben. Aufgrund der Struktur der Eigenform über den Strömungsweg durch die Brennkammer, schwankt auch der Druck innerhalb des Volumens im Kopfende einer Brennkammer phasenverschoben im Vergleich zu benachbarten Brennkammern. Mehrfach-Rohrbrennkammern haben auch eine Tendenz zum Übersprechen zwischen Rohrbrennkammern über die Strömungswege, die diese Brennkammern verbinden.

[0025] Fig. 5 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel des Systems 50 der vorliegenden Erfindung. Das System 50 enthält eine Gasturbinenbrennkammeranordnung 52, Durchzündrohre 54 und ein Rohr-Verbindungssystem 56. Die Brennkam-

meranordnung 52 enthält mehrere Rohrbrennkammern 58. Beispielhaft sind hier Rohrbrennkammern 58 und ein einzelner Übersprechströmungsweg 64 in der Figur dargestellt. Die Durchzündrohre 54 verbinden die benachbarten Rohrbrennkammern 58. Das Rohr-Verbindungssystem 56 enthält Rohre 60 zur Verbindung der Rohrbrennkammern.

[0026] Das Rohr-Verbindungssystem 56 beeinflusst und eliminiert Verbrennungsdynamikmoden. Bei dem in den Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführungsbeispiel verbinden die Rohre 60 die Kopfenden 62 von benachbarten Rohrbrennkammern 58 akustisch. Die Rohre 60 sind so ausgestaltet, dass der Strömungsquerschnitt der Rohre 60 grösser ist als der Strömungsquerschnitt der Durchzündrohre 54. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Strömungsquerschnitt der Rohre 60 zumindest so gross wie der Durchmesser des Kopfendes 62 und grösser als der Brennkammer-zu-Brennkammer-Übersprechströmungsquerschnitt. Bei einem Ausführungsbeispiel beträgt der Durchmesser der Rohre in etwa das 0,7 bis etwa das 1,0-fache des Durchmessers des Kopfendes.

[0027] Die Rohre 60 wirken als akustische Pfade. Der grössere Strömungsquerschnitt der Rohre 60 verglichen mit den Brennkammer-zu-Brennkammer-Übersprechquerschnitt 64 und der Durchzündrohre 54 zwischen den Rohrbrennkammern 58 erzwingt einen zusätzlichen Druckknoten zwischen den Rohrbrennkammern 58. Aufgrund der gleichmässigen Druckverteilung, die durch den grossen Strömungsquerschnitt der Rohre 60 ermöglicht wird, wird die Druckamplitude innerhalb des Volumens des Kopfendes 62 wirksam verringert.

[0028] Wenn der Durchmesser der Rohre 60 angemessen gross ist, wird keine zusätzliche Widerstandsstufe eingeführt und die gleichmässige Druckverteilung erzwingt geringere Druckamplituden innerhalb des Kopfendvolumens und deformiert folglich die gesamte Eigenform und verschiebt die Frequenzen der Verbrennungsdynamiken. Dies wird Flammwärmefreisetzungsanregungen und Verbrennungssystemakustiken verstimmen und Druckamplituden an den Flammstellen und den Stellen der Brennstoffeinspritzung senken und daher die Wechselwirkung zwischen der Quelle, d.h. Wärmefreisetzungsschwankungen der Flamme, und den Akustiken dämpfen.

[0029] Abhängig von Umfangseigenformen, die sich um den Kreisring entwickeln können, sind die Kopfenden der Rohrbrennkammern 58 in Gruppen verbunden, um den gesamten Ring aufzutrennen und den Ring in zwei oder mehrere Teile zu teilen. Z.B. ist der Ring der Rohrbrennkammern bei einem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel 70 in zwei Teile unterteilt. Das Rohr-Verbindungssystem ist in zwei Gruppen von Rohren getrennt. Die erste Gruppe von Rohren 72 verbindet Kopfenden eines ersten Satzes von Brennkammern, nämlich die Brennkammern 1, 3 und 5. Die zweite Gruppe von Rohren 74 verbindet die Kopfenden eines zweiten Satzes von Brennkammern, nämlich die Brennkammern 2, 4 und 6.

[0030] In einem in Fig. 8 veranschaulichten anderen Ausführungsbeispiel 80 enthält das Rohr-Verbindungssystem 82 ein Primärrohr 84 und Sekundärrohre 86. Bei einem Ausführungsbeispiel ist das Primärohr ein kreisförmiges Rohr, das um den Ring der Kopfenden 88 der Rohrbrennkammern 90 angeordnet ist. Die Sekundärrohre 86 wirken als Verbindungen zwischen den Kopfenden 88 und dem Primärrohr 84. Jedes Sekundärrohr 86 verbindet ein Kopfende einer Rohrbrennkammer mit dem Primärrohr 84. Alternativ können die Sekundärrohre 86 dazu verwendet werden, die Kopfenden von nur einer Gruppe von Rohrbrennkammern 90 mit dem Primärrohr 84 zu verbinden.

[0031] Fig. 9 veranschaulicht ein weiteres Ausführungs-beispiel des Rohr-Ring-Brennkammer-Systems 100. Die Rohre 102 verbinden die benachbarten Rohrbrennkammern 104. In einem Ausführungsbeispiel sind die Rohre mit dem Verbrennungsabschnitt 106 der Rohrbrennkammern 104 verbunden, wo die Flamme vorhanden ist und die maximale Wärmefreigabe erwartet wird.
Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Durchmesser der Rohre 102 in etwa das vier- bis sechsfache des Durchmessers der Durchzündverbindungen 108. Jedoch sind auch grössere oder kleinere Durchmesser akzeptabel entsprechend der Hardwareanforderung und der ausgewählten Brennkammern und deren relativer Positionierung.

[0032] Wie vorstehend beschrieben sind die Rohrbrennkammern 104 bereits durch die Durchzündrohre 108 und Übersprechverbindungen 110 verbunden. Obwohl eine bestimmte Brennkammer normal arbeitet, können Verbrennungsdynamiken von anderen Brennkammern die normal arbeitende Rohrbrennkammer durch die Übersprechverbindung oder Durchzündrohre anregen. Das Kriterium für unterschiedliche Konfigurationen des Rohr-Verbindungssystems ist, dass eine akustische Welle 112, die von einer Verbrennungsdynamik einer bestimmten Rohrbrennkammer resultiert, eine verbundene Rohrbrennkammer phasenverschoben gegenüber der Verbrennungsdynamik der verbundenen Rohrbrennkammer erreicht, um die Verbrennungsdynamik in der verbundenen Rohrbrennkammer zu reduzieren oder auszulöschen.

[0033] Wenn z.B. die Verbrennungsdynamik in der ersten Rohrbrennkammer (Brennkammer 1) «+x» Einheiten beträgt und die Verbrennungsdynamik der zweiten Rohrbrennkammer (Brennkammer 2) bei «-x» Einheiten phasenverschoben ist, dann erreicht die akustische Welle 112, die von der Verbrennungsdynamik der ersten Rohrbrennkammer resultiert, die zweite Rohrbrennkammer und löscht die Verbrennungsdynamik der zweiten Rohrbrennkammer aus oder umgekehrt. Je grösser die Amplitude der Verbrennungsdynamik in einer Rohrbrennkammer ist, umso stärker ist die Auslöschwirkung in den verbundenen Rohrbrennkammern. Z.B. wenn die Amplitude der Verbrennungsdynamik in der ersten Rohrbrennkammer «+2x» Einheiten beträgt und die Amplituden der Verbrennungsdynamiken in der zweiten und vierten (Brennkammer 4) Rohrbrennkammer jeweils «-x» Einheiten betragen, dann erreicht die akustische Welle, die von der ersten Rohrbrennkammer resultiert, die zweite und vierte Rohrbrennkammer und löscht die Verbrennungsdynamiken der zweiten und vierten Rohrbrennkammer aus. Das Rohrverbindungssystem 114 erlaubt daher die Selbstauslöschung von Verbrennungsdynamiken über verbundene Rohrbrennkammern 10.4.

[0034] In einem in Fig. 10 dargestellten Ausführungsbeispiel verbinden die Rohre 116 des Rohr-Verbindungssystems 118 jede zweite Rohrbrennkammer. In einem andern Ausführungsbeispiel ist eine einzige Rohrbrennkammer mit mehreren Rohrbrennkammern verbunden. Wie in Fig. 11 dargestellt, verbinden die Rohre 120 z.B. die erste Rohrbrennkammer mit der zweiten, dritten und vierten Rohrbrennkammer. Eine akustische Welle, die von der Verbrennungsdynamik der ersten Rohrbrennkammer resultiert, erreicht die zweite, dritte (Brennklammer 3) und vierte Rohrbrennkammer phasenverschoben, um die Verbrennungsdynamiken in der zweiten, dritten und vierten Rohrbrennkammer zu reduzieren oder zu tilgen.

[0035] Durch Abstimmen der Länge sowie der Wahl der Brennkammern können die Verbindungen für verschiedene Moden/Töne optimiert werden. Sowohl für phasengleiche als auch für phasenverschobene Moden können Verbindungen zwischen benachbarten Brennkammern sowie Verbindungen mit nicht benachbarten Brennkammern in Betracht gezogen werden. Die Länge und die Grösse der Rohre hängt von der anvisierten Frequenz und ihrer zugehörigen Eigenform ab. Ferner hängt die Auswahl der verbundenen Brennkammern von der resultierenden Rohrgeometrie und des verfügbaren Raums zwischen verschiedenen Brennkammern ab. Dies kann auch direkte Verbindungen mit Brennkammern erfordern, die weiter weg sind von der ursprünglichen Brennkammer. Ausserdem hängt die Wahl der verbundenen Brennkammern auch von der Anzahl von Brennkammern im System ab, die deren Abstand bestimmt.

[0036] Die zuvor beschriebenen Systeme stellen daher einen Weg zu Verfügung, um die Verbrennungsdynamiken in Mehrfach-Rohrbrennkammeranordnungen zu beeinflussen, in dem eine akustische Interaktion zwischen den Rohrbrennkammern ermöglicht ist. Das System selbst begrenzt, löscht oder beeinflusst Verbrennungsdynamiken. Das System kann bei bestehenden Gasturbinen ohne irgendwelche grösseren Modifikationen eingesetzt werden. Das Rohrverbindungssystem kann nachträglich an bestehende Gasturbinen angebracht werden. Die Ausgestaltung der Durchzündrohre, die die Rohrbrennkammern verbinden, braucht nicht verändert zu werden.

[0037] Es versteht sich, dass nicht alle oben in Übereinstimmung mit irgendeinem bestimmten Ausführungsbeispiel beschriebene Ziele oder Vorteile erreicht werden müssen. Daher werden z.B. Fachleute erkennen, dass die hierin beschriebenen Systeme und Techniken auf eine Art und Weise ausgeführt oder ausgestaltet werden können, die einen oder eine Gruppe von Vorteilen erreicht oder optimiert, wie sie hierin gelehrt sind ohne notwendigerweise andere Ziele und Vorteile zu erreichen, wie sie hierin gelehrt oder vorgeschlagen sein können.

[0038] Während nur bestimmte Merkmale der Erfindung hierin beschrieben und veranschaulicht sind, sind den Fachleuten viele Abwandlungen oder Abänderungen bewusst. Es versteht sich daher, dass die beigefügten Ansprüche dazu bestimmt sind, alle derartige Abwandlungen oder Abänderungen zu umfassen, die dem Kerngedanken der Erfindung entsprechen.

[0039] Ein System 50 weist eine Gasturbinenbrennkammer 52 mit einer Vielzahl von Rohrbrennkammern 58, Durchzündrohren 57, die die Rohrbrennkammern 58 verbinden, und ein Rohr-Verbindungssystem 56 auf, die die Rohrbrennkammern 58 verbinden, um die Verbrennungsdynamiken zu beeinflussen. Das Rohr-Verbindungssystem 56 enthält Rohre 60 um zumindest ein Paar der Rohrbrennkammern 58 zu verbinden.

Bezugszeichenliste

[0040]

10	Gasturbinenmotor
12	Kompressor
14	Mehrfachrohrbrennkammeranordnung
16	Turbine
18	Brennkammerwand
20	Vormischer
22	Brennstoff
24	komprimierte Luft
26	Verbrennungsgasström
28	Leitapparat
30	Kapselung
32	integrales Übergangsstück
34	Auslass
36	Durchzündrohr

50 Ausführungsbeispiel des Systems

52 Gasturbinenbrennkammeranordnung

54 Durchzündrohr

56 Rohr-Verbindungssystem

58 Rohrbrennkammer

60 Rohr

62 Kopfende des Rohrs

64 Rohr- zu Rohr übersprechen

70 weiteres Ausführungsbeispiel

72 erste Gruppe von Rohren

74 zweite Gruppe von Rohren

80 weiteres Ausführungsbeispiel

82 Rohr-Verbindungssystem

84 Primärrohr

86 Sekundärrohr

88 Kopfende

90 Rohrbrennkammer

100 weiteres Ausführungsbeispiel des Ring-Rohr-Brennkammer Systems

102 Rohr

104 Rohrbrennkammer

106 Verbrennungsabschnitt

108 Durchzündverbindung

110 Übersprechen

112 akustische Welle

114 Rohr-Verbindungssystem

116 Rohr

118 Rohr-Verbindungssystem

120 Rohr

Patentansprüche

1. System (50) umfassend:
eine Gasturbinenbrennkammeranordnung (52) mit einer Vielzahl von Rohrbrennkammern (58);
Durchzündrohre (54), die die Rohrbrennkammern (58) verbinden; und
ein Rohr-Verbindungssystem (56), das die Rohrbrennkammern (58) verbindet, um die Verbrennungsdynamiken zu beeinflussen, wobei das Rohr-Verbindungssystem (56) Rohre (60) zur Verbindung von zumindest einem Paar der Rohrbrennkammern (58) aufweist.
2. System (50) nach Anspruch 1, bei dem die Rohre (60) benachbarte Rohrbrennkammern (58) verbinden.
3. System (50) nach Anspruch 1, bei dem die Rohre (60) zumindest zwei Gruppen von Rohren (72, 74) aufweisen, wobei jede Gruppe der Rohre nur einen Satz der Rohrbrennkammern (58) verbindet.
4. System (50) nach Anspruch 1, bei dem die Rohre (60) die Kopfenden (62) der Rohrbrennkammern (58) verbinden.

5. System (50) nach Anspruch 4, bei dem der Durchmesser der Rohre (60) in etwa das 0,7- bis etwa das 1,0-fache des Durchmessers des Kopfendes (62) beträgt.

6. System (50) nach Anspruch 1, bei dem die Rohre (60) so dimensioniert sind, dass der Strömungsquerschnitt der Rohre (60) grösser ist als der Strömungsquerschnitt der Durchzündrohre (54).

7. System (50) nach Anspruch 1, bei dem die Rohre (60) so dimensioniert sind, dass der Strömungsquerschnitt der Rohre (60) grösser ist als der Querschnitt der Brennkammer-zu-Brennkammer-Übersprechverbindung (64).

8. System (50) nach Anspruch 1, bei dem die Rohre (60) eine Rohrbrennkammer unter den Rohrbrennkammern mit einer Mehrzahl von anderen Rohrbrennkammern unter den Rohrbrennkammern (58) verbinden.

9. System (50) nach Anspruch 1, bei dem die Rohre (60) jede zweite Rohrbrennkammer verbinden.

10. System (50) nach Anspruch 1, bei dem die Rohre (60) ein Primärrohr (84) und zumindest ein Sekundärohr (86) aufweisen, wobei das zumindest eine Sekundärrohr (86) ein Kopfende (88) der Rohrbrennkammer (90) mit dem Primärrohr (84) verbindet.

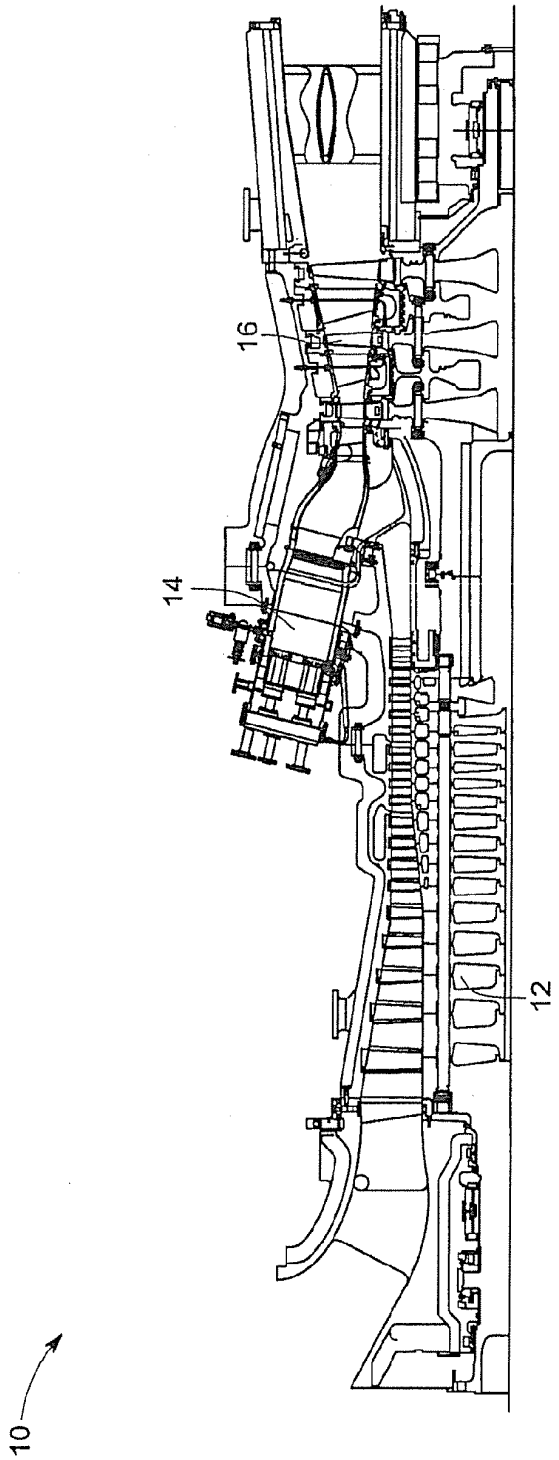


FIG. 1

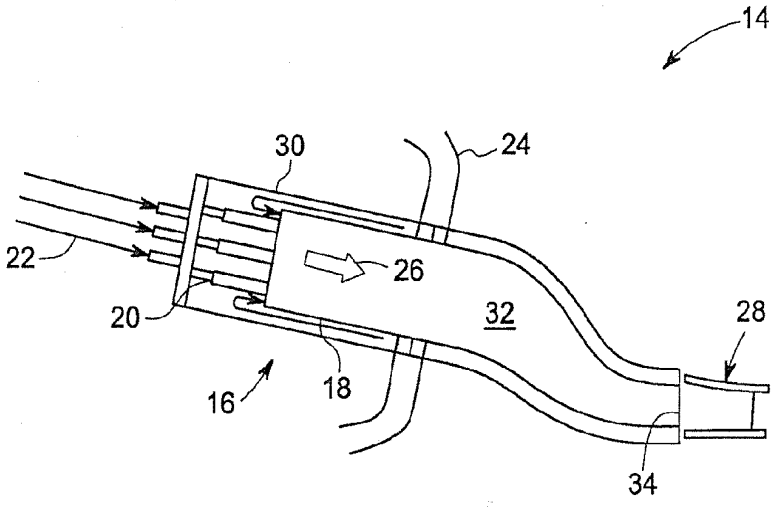


FIG. 2

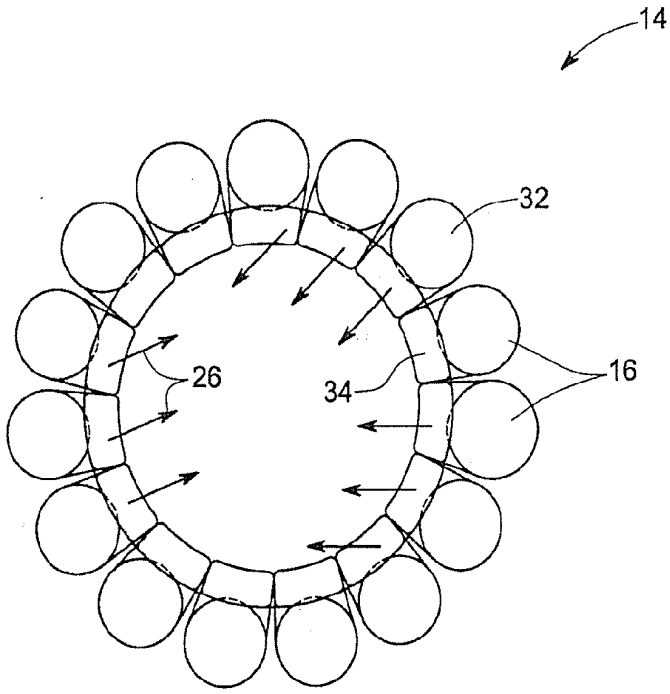


FIG. 3

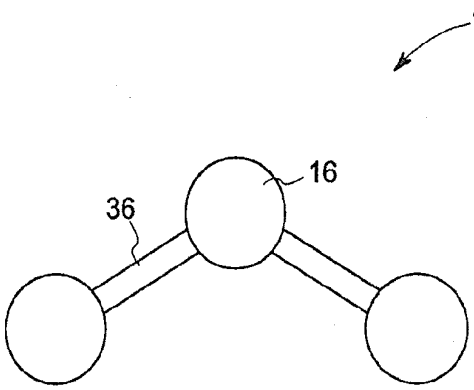

14
16
36

FIG. 4

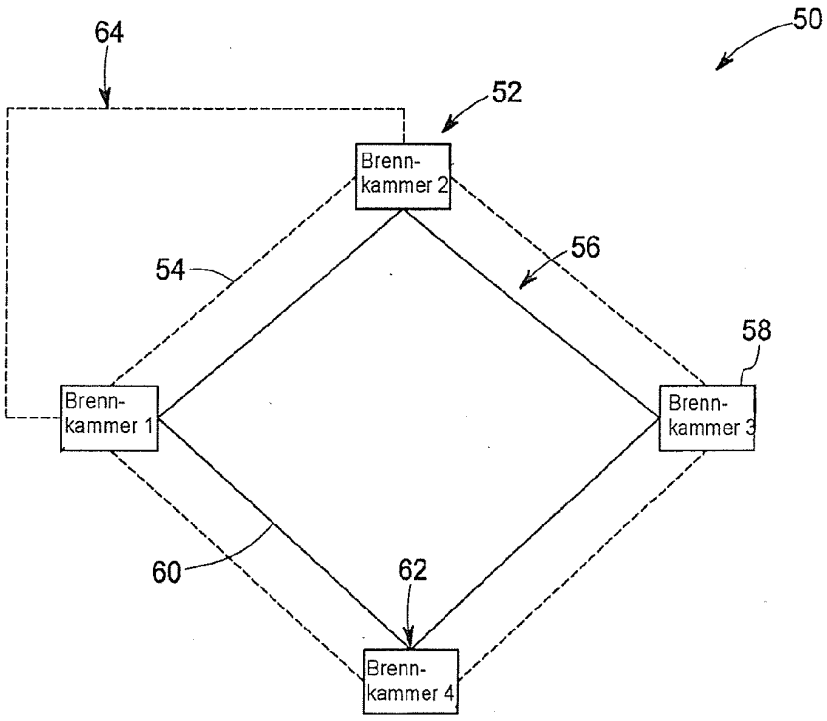

64
50
52
Brenn-
kammer 2
54
56
58
Brenn-
kammer 1
Brenn-
kammer 3
60
62
Brenn-
kammer 4

FIG. 5

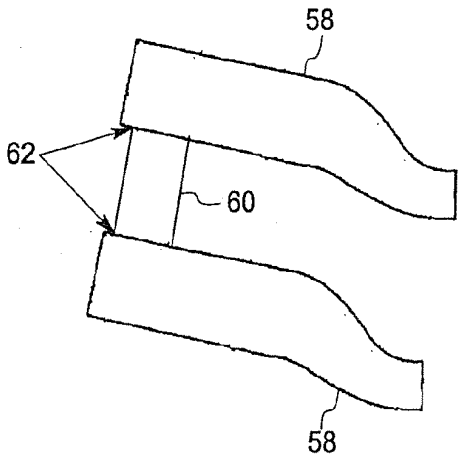

58
62
60
58

FIG. 6

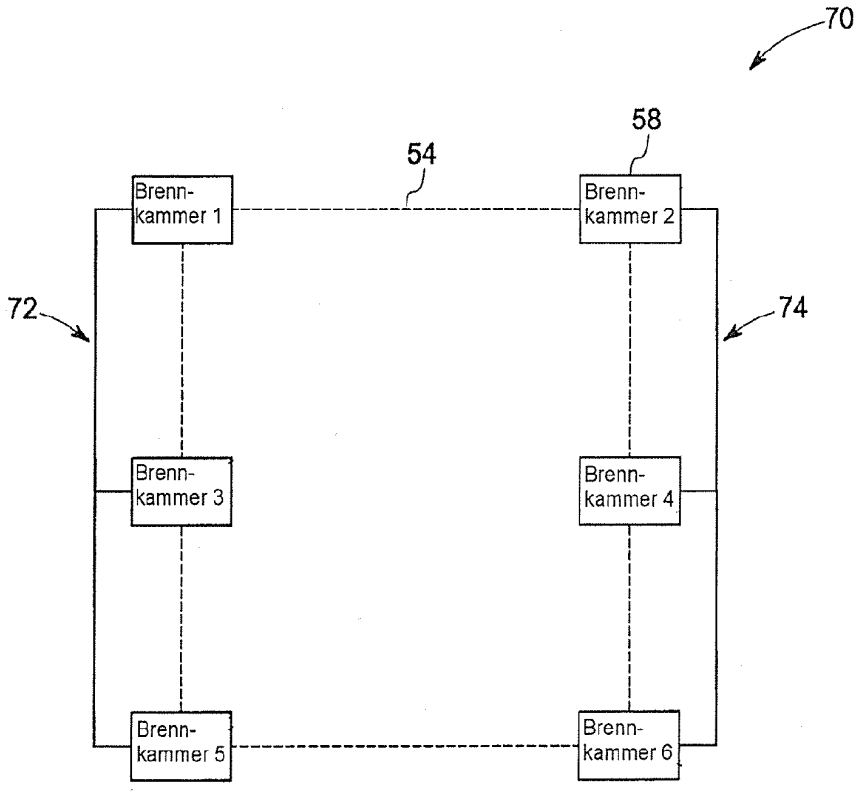

70
58
54
Brenn-
kammer 1
Brenn-
kammer 2
72
74
Brenn-
kammer 3
Brenn-
kammer 4
Brenn-
kammer 5
Brenn-
kammer 6

FIG. 7

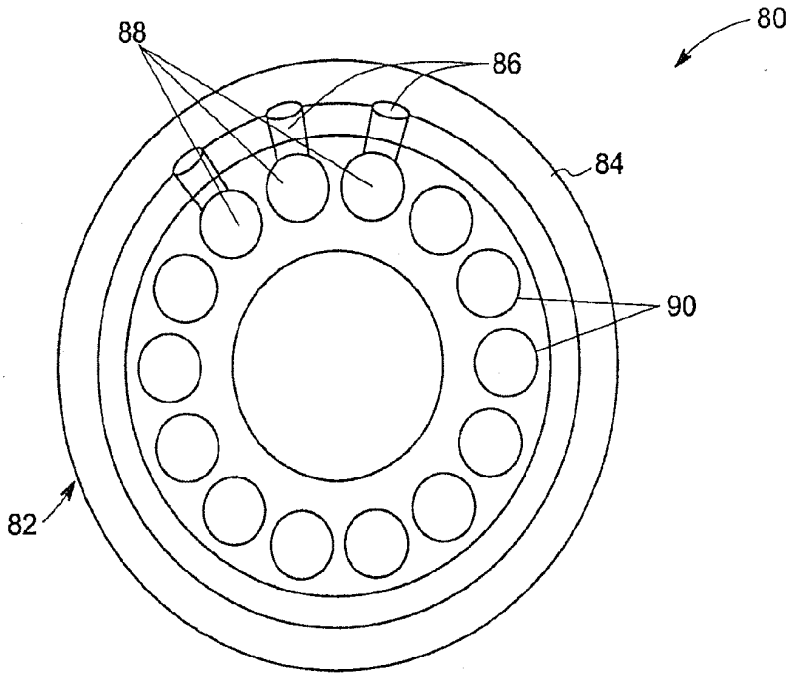

88
86
80
84
90
82

FIG. 8

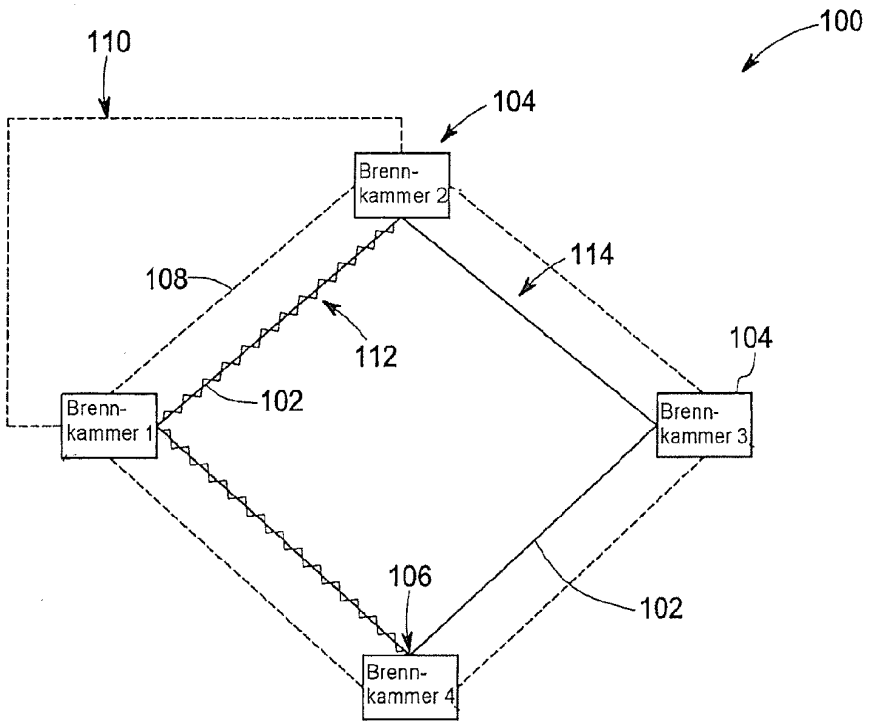

110
100
104
Brenn-
kammer 2
108
114
112
104
102
Brenn-
kammer 1
Brenn-
kammer 3
106
102
Brenn-
kammer 4

FIG. 9

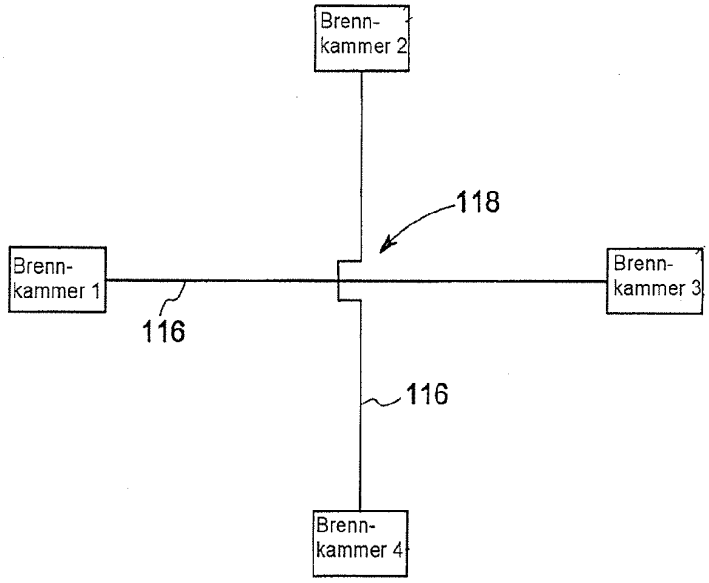

Brenn-
kammer 2
118
Brenn-
kammer 1
Brenn-
kammer 3
116
116
Brenn-
kammer 4

FIG. 10

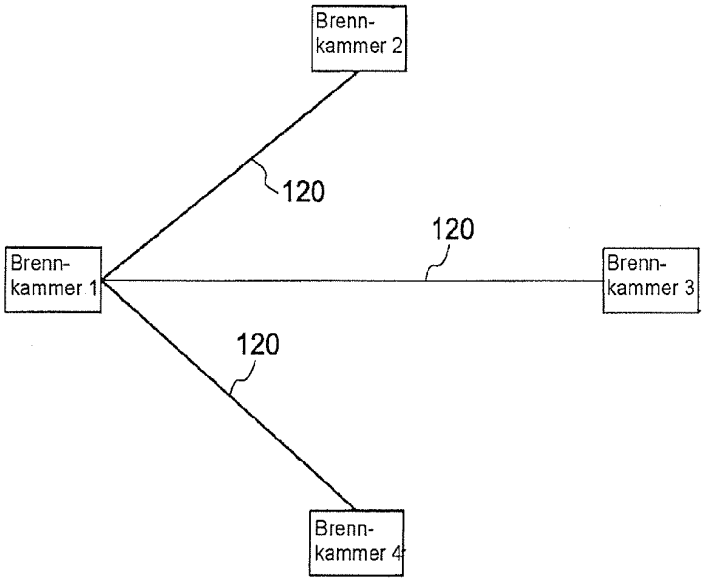

Brenn-
kammer 2
120
120
Brenn-
kammer 1
Brenn-
kammer 3
120
Brenn-
kammer 4

FIG. 11