



(10) **DE 10 2011 055 053 A1** 2012.05.10

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 055 053.4**

(22) Anmeldetag: **04.11.2011**

(43) Offenlegungstag: **10.05.2012**

(51) Int Cl.: **F23R 3/34 (2011.01)**

(30) Unionspriorität:

12/941,340 08.11.2010 US

(74) Vertreter:

Rüger, Barthelt & Abel, 73728, Esslingen, DE

(71) Anmelder:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady,
N.Y., US**

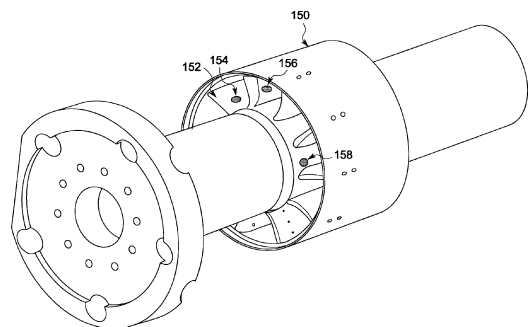
(72) Erfinder:

Bunker, Ronald Scott, Niskayuna, N.Y., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Eigenschwingungen ausführende Brennstoffinjektionsstrahlen**

(57) Zusammenfassung: Eine Brennkammerstruktur enthält eine Brennkammervorrichtung (150) zum Vermischen von Brennstoff und Luft mit einem Hauptluftströmungsbereich. Eine oder mehrere Höhlungen (154, 156, 158) sind innerhalb des Hauptluftströmungsbereiches der Vorrichtung (150) zum Vermischen von Brennstoff und Luft angeordnet. Wenigstens eine Brennstofföffnung ist innerhalb eines stromaufwärtigen Bodenbereiches wenigstens einer der Höhlungen angeordnet. Das Leiten eines Luftstroms durch den Hauptströmungsbereich bewirkt, dass sich Brennstoff, der in den stromaufwärtigen Bodenbereich wenigstens einer der Höhlungen (154, 146, 158) injiziert wird, mit einem Eigenschwingungen ausführenden Wirbel von Luft innerhalb der Höhlung passiv mischt.



Beschreibung**HINTERGRUND**

[0001] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf Verbrennungsdynamik und insbesondere auf Systeme und Verfahren zum effizienten Mischen von Brennstoff und Luft innerhalb eines kompakten Raumes, wie z. B. dem Hauptluftstrom einer Brennkammer.

[0002] Verbrennungsdynamiken treten auf, wenn sich die inhärente Unstetigkeit einer Flamme mit den Eigenschwingungszuständen einer Brennkammer koppelt und einen Rückkoppelungskreis herstellt, der zu hohen Amplituden von Druckschwankungen und einem möglichen erheblichen Schaden an der zugehörigen Vorrichtung führt. Es ist bekannt, dass die Verbrennungsdynamik Gasturbinen für Anwendungen in der Energieerzeugung, als Antriebsmaschinen sowie in der Luft- und Seefahrt belastet.

[0003] Die Verbrennungsdynamik ist ein universelles Problem bei Gasturbinen und stellt eine der größten Herausforderungen dar, der Gasturbinenhersteller seit der Einführung von Vormischverbrennungssystemen gegenüberstehen. Um sich der Verbrennungsdynamik zuzuwenden, sind vielfältige Techniken entwickelt worden, die eine Änderung des Erzeugungsmechanismus, eine Änderung der Brennkammerabmessungen oder der Dämpfung, sowie eine Steuerung/Unterdrückung des Problems durch Verwendung aktiver/passiver Vorrichtungen/Verfahren ohne eine Beschränkung auf die genannten einschließen.

[0004] Die Verbrennungsdynamik hat zu katastrophalen Brennkammerschäden/-ausfällen geführt, wenn sie bei sehr hohen Amplituden aufgetreten ist. Auch wenn sie weniger schwerwiegend ist, beschränkt sie den Betriebsbereich einer Gasturbine und verhindert die bestmögliche Leistungsfähigkeit bzw. Effizienz. Die Verbrennungsdynamik ist immer noch ein verbreitetes Problem bei vorhandenen und installierten Gasturbinen. Weiterhin wird erwartet, dass sich die Probleme im Zusammenhang mit der Verbrennungsdynamik bei strengeren Emissionsvorschriften und Brennstoffflexibilität weiter verschärfen.

[0005] Eine erhebliche Herausforderung im Zusammenhang mit der Verbrennungsdynamik ist auf ein effizientes Mischen von Brennstoff und Luft innerhalb eines kompakten Raumes, wie z. B. dem Hauptströmungsrohr der Luft (bzw. des Oxidationsmittels) einer Brennkammer gerichtet. Gegenwärtig sind Injektionsbrennstofföffnungen allgemein zylindrisch und so ausgerichtet, dass sie normale Injektionsstrahlen erzeugen. Eine Technik zum Verbessern der Mischung von Brennstoff und Luft innerhalb des Hauptluftstroms einer Brennkammer umfasst die Verwendung von Drallerzeugervorrichtungen. Drallerzeuger

sind jedoch sowohl im Hinblick auf die Kosten als auch auf die Struktur komplex. Weiterhin verwenden Drallerzeuger allgemein bewegliche Teile, die die Zuverlässigkeit des Systems beeinträchtigen. Einige bekannte verbreitete Strukturen erzeugen aerodynamisch hohe Verluste und können zu einer lokalisierten Flammenhaltung oder zu einem Rückschlag führen. Bislang hat sich die Lösung der Dynamik- und Akustikprobleme allgemein auf eine aktive Modulation der Brennstoffinjektion anstelle von passiven Techniken konzentriert.

[0006] Im Hinblick auf das zuvor Gesagte besteht Bedarf an einem System und einem Verfahren zum passiven und effizienten Mischen von Brennstoff und Luft innerhalb eines kompakten Raumes, wie z. B. dem Hauptstrom von Luft (bzw. Oxidationsmittel) in einer Brennkammer, um eine optimale betriebliche Leistungsfähigkeit im Bereich der Akustik, der Emissionen und der Leistungsabgabe zu erreichen. Das System sollte im Hinblick auf die Struktur verglichen mit bekannten Strukturen zum Verbessern der Vermischung von Brennstoff und Luft innerhalb des kompakten Raumes einfach sein.

KURZE BESCHREIBUNG

[0007] Eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist auf eine Brennkammerstruktur gerichtet, die aufweist:

eine Brennkammer mit einem Brennstoffinjektor und eine oder mehrere Höhlungen, die innerhalb eines Hauptluftstrombereiches des Brennstoffinjektors angeordnet sind, wobei wenigstens eine Brennstoffinjektionsöffnung innerhalb eines stromaufwärtigen Bodenbereiches wenigstens einer Höhlung angeordnet ist.

[0008] Eine andere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist auf eine Brennkammerstruktur gerichtet, die aufweist:

eine oder mehrere Höhlungen, die innerhalb eines Hauptluftstrombereiches einer Brennkammer angeordnet sind; und
eine oder mehrere Brennstoffinjektionsöffnungen, die innerhalb eines stromaufwärtigen Bodenbereiches wenigstens einer Höhlung angeordnet sind.

[0009] Gemäß noch einer weiteren Ausführungsform enthält ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkammer:

das Schaffen einer oder mehrerer Höhlungen innerhalb eines Hauptluftstrombereiches einer Brennkammer und
das Injizieren eines Brennstoffs in den Hauptluftstrombereich durch eine Brennstoffinjektionsöffnung, die in einem stromaufwärtigen Bodenbereich wenigstens einer Höhlung angeordnet ist.

ZEICHNUNGEN

[0010] Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden, wenn die folgende detaillierte Beschreibung unter Bezug auf die beigelegten Zeichnungen gelesen wird.

[0011] [Fig. 1](#) stellt eine gepaarte Wirbelbewegung infolge eines lokalen Fluiddruckfeldes über einer Höhlung ohne Injektion für eine vordefinierte Reynoldszahl dar;

[0012] [Fig. 2](#) stellt eine dominante Wirbelbewegung infolge eines lokalen Fluiddruckfeldes über einer Höhlung ohne Injektion für eine andere vordefinierte Reynoldszahl dar;

[0013] [Fig. 3](#) stellt gemäß einem Ausführungsbeispiel eine einzelne Höhlung mit einer diskreten Brennstofföffnung dar, die in dem stromaufwärtigen Bodenbereich der Höhlung zur Injektion von Brennstoff in einen Hauptluftstrom, der innerhalb der Höhlung strömt, angeordnet ist;

[0014] [Fig. 4](#) stellt gemäß einem Ausführungsbeispiel ein Paar von Höhlungen dar, die zur Erzeugung einer verstärkten lokalen Brennstoff-Luft-Vermischung eingerichtet sind, wobei jede Höhlung ein Paar von diskreten Brennstoffinjektionsöffnungen aufweist, die in dem stromaufwärtigen Bodenbereich der Höhlung angeordnet sind;

[0015] [Fig. 5](#) stellt gemäß einem Ausführungsbeispiel ein Paar von Höhlungen dar, die zur Erzeugung einer verbesserten lokalen Brennstoff-Luft-Vermischung eingerichtet sind, wobei jede Höhlung eine einzelne Brennstoffinjektionsöffnung aufweist, die in dem stromaufwärtigen Bodenbereich der Höhlung angeordnet ist;

[0016] [Fig. 6](#) stellt gemäß einem Ausführungsbeispiel ein Paar von Höhlungen dar, die zur Erzeugung einer verbesserten lokalen Brennstoff-Luft-Vermischung eingerichtet sind, wobei jede Höhlung ein Paar von diffusorförmigen Brennstoffinjektionsöffnungen aufweist, die zum Injizieren von Brennstoff in den stromaufwärtigen Bodenbereich der Höhlung eingerichtet sind;

[0017] [Fig. 7](#) stellt gemäß einem Ausführungsbeispiel eine Anzahl von Höhlungen ohne Brennstoffinjektionsöffnungen dar, die zusammen mit einer Anzahl von Höhlungen mit Brennstoffinjektionsöffnungen dazu eingerichtet sind, eine verstärkte lokale Brennstoff-Luft-Vermischung zu bewirken;

[0018] [Fig. 8](#) stellt eine Gasturbinenanlage dar, die mit den in den [Fig. 3–Fig. 7](#) gezeigten Höhlungen versehen sein kann; und

[0019] [Fig. 9](#) stellt einen Brennstoffinjektor dar, der gemäß einem Ausführungsbeispiel mit Höhlungen versehen ist.

[0020] Während die oben benannten Zeichnungen alternative Ausführungsbeispiele zeigen, werden auch andere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Betracht gezogen, wie in der Erörterung angemerkt wird. In allen Fällen liefert diese Offenbarung dargestellte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zum Zweck der Wiedergabe, aber nicht zur Beschränkung. Es können von Fachleuten zahlreiche weitere Abwandlungen und Ausführungsformen erdacht werden, die unter den Bereich und Geist der Prinzipien dieser Erfindung fallen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0021] Eine Brennstoffinjektion von gasförmigen Brennstoffen, wie z. B. Erdgas, wird gewöhnlich durch eine Strahlinjektion senkrecht zu der Oberfläche in einem quer stehenden Zylinder oder durch ein geformtes Hindernis erreicht, das in dem Hauptluftstrom angeordnet ist. Das geformte Hindernis kann z. B. eine geformte Strebe oder ein Stab sein, die bzw. der in den Hauptstrom von Luft (Oxidationsmittel) einer Brennkammer eingesetzt ist. Bislang verwenden Strahlinjektionstechniken allgemein kreisförmige Brennstoffinjektionsöffnungen, von denen bekannt ist, dass einige in einer kraterförmigen Öffnungsstruktur enden.

[0022] Die hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele verwenden allgemein eine Brennstofföffnungsinjektion in den stromaufwärtigen Bodenbereich einer Höhlung bzw. Vertiefung. Die hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele der Höhlung können in Gasturbinen zur Energieerzeugung, als Antriebsmotoren sowie für Anwendungen in der Luft- und Seefahrt neben weiteren Bereichen verwendet werden. Die Erfinder haben erkannt, dass an dieser Stelle eingeleiteter Brennstoff mit der Hauptstromluft innerhalb der Höhlung einen lokalen un stetigen Vermischungsvorgang durchläuft und anschließend als ein Gemisch in dem Wirbel ausgestoßen wird, weil der Wirbel bei typischen turbulenten Strömungsbedingungen innerhalb eines Brennstoffinjektionsbereiches von Seite zu Seite oszilliert. Dieses Merkmal schafft durch die Eigenschwingungseigenschaft dieser sich mischenden Strömung einen breiten Bereich der Brennstoff-Luft-Durchmischung, um dazu beizutragen, Probleme in Verbindung mit der Brennkammerakustik zu verhindern.

[0023] [Fig. 1](#) stellt ein vorhergesagtes paariges Wirbelfeld **10** infolge eines lokalen Fluiddruckfeldes über einer Höhlung **12** ohne Brennstoffinjektion für die Reynoldszahl einer vordefinierten Strömung dar, während [Fig. 2](#) ein vorhergesagtes Einzelwirbelfeld **14** infolge eines lokalen Fluiddruckfeldes

des über einer Höhlung **12** ohne Brennstoffinjektion für die Reynoldszahl einer anderen vordefinierten Strömung darstellt. Unabhängig davon, ob das turbulente Wirbelfeld paarige Wirbel **16**, **18**, wie sie z. B. in **Fig. 1** gezeigt sind, oder einen Einzelwirbel **20**, wie er in **Fig. 2** gezeigt ist, aufweist, schwingen die Wirbel von einer Seite zur anderen. Diese passiv oszillierende Eigenart ermöglicht die Schaffung eines breiten Bereiches der Brennstoff-Luft-Durchmischung unter Anwendung der Prinzipien, die hierin unter Bezug auf bestimmte Ausführungsbeispiele beschrieben sind, wobei die Brennstoffinjektionsöffnungen in Größe, Form und Anzahl variieren können.

[0024] **Fig. 3** stellt eine einzige Höhlung **30** dar, die eine diskrete Brennstofföffnung **32** aufweist, die gemäß einem Ausführungsbeispiel in dem stromaufwärtigen Bodenbereich **34** der Höhlung zur Injektion eines Brennstoffs **36** in einen Hauptluftstrom **38**, der innerhalb der Höhlung **30** strömt, angeordnet ist. Die Form der Höhlung **30** kann variieren, während ein im wesentlichen sphärischer Abschnitt zur Erzeugung einer erhöhten Brennstoff-Luft-Vermischung gemäß den hierin beschriebenen Prinzipien wünschenswert ist. Die Tiefe der Höhlung **30** bezogen auf ihren Oberflächendurchmesser ist eine charakteristische Eigenschaft, die zum Steuern oder Einstellen der Intensität des abgegebenen mischenden Wirbels **40** verwendet werden kann.

[0025] **Fig. 4** stellt ein Paar von Höhlungen **42**, **44** dar, die zur Erzeugung einer verstärkten lokalen Brennstoff-Luft-Vermischung eingerichtet sind, wobei jede Höhlung ein Paar von diskreten Brennstoffinjektionsöffnungen **47**, **48** aufweist, die gemäß einem Ausführungsbeispiel in dem stromaufwärtigen Bodenbereich **34** der Höhlung angeordnet sind. Der Abstand zwischen benachbarten Höhlungen **42**, **44** bestimmt das Ausmaß der Brennstoffmischung innerhalb des gesamten Strömungsbereiches **46**.

[0026] **Fig. 5** stellt ein Paar von Höhlungen **50**, **52** gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel dar, die zur Erzeugung einer verstärkten lokalen Brennstoff-Luft-Vermischung eingerichtet sind, wobei jede Höhlung eine einzige Brennstoffinjektionsöffnung **54** aufweist, die in dem stromaufwärtigen Bodenbereich **34** der Höhlung angeordnet ist. Ähnlich zu **Fig. 4** bestimmt der Abstand zwischen benachbarten Höhlungen **50**, **52** das Ausmaß der Brennstoffdurchmischung innerhalb des zugehörigen Gesamtströmungsbereiches **55**.

[0027] **Fig. 6** stellt ein Paar von Höhlungen **60**, **62** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel dar, die zur Erzeugung einer verstärkten lokalen Brennstoff-Luft-Vermischung eingerichtet sind, wobei jede Höhlung ein Paar von diffusorförmigen Brennstoffinjektionsöffnungen **64** aufweist, die zum Injizieren von Brennstoff in den zugehörigen stromaufwärtigen Bo-

denbereich **34** der Höhlungen **60**, **62** eingerichtet sind. Der Abstand zwischen benachbarten Höhlungen **60**, **62** bestimmt ähnlich den hierin unter Bezug auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** beschriebenen Ausführungsbeispielen die räumliche Erstreckung der Brennstoffdurchmischung innerhalb des zugehörigen Gesamtströmungsbereiches **66**.

[0028] Gemäß einem Aspekt können ein oder mehrere Höhlungen ohne Brennstoffinjektionsöffnungen neben solchen mit Brennstoffinjektionsöffnungen verwendet werden, um eine verstärkte Brennstoff-Luft-Vermischung zu bewirken. **Fig. 7** stellt z. B. gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel eine Anzahl von Höhlungen **70**, **72** ohne Brennstoffinjektionsöffnungen dar, die gemeinsam mit einer Anzahl von Höhlungen **74**, **76** mit Brennstoffinjektionsöffnungen **78**, **80** dazu eingerichtet sind, eine verstärkte lokale Brennstoff-Luft-Vermischung zu bewirken. Gemäß einem Aspekt kann der Winkel jeder Injektionsöffnung **78**, **80** bezogen auf die Hauptstromoberfläche **82** zum Optimieren der Brennstoff-Luft-Vermischung in dem Gesamtströmungsbereich **84** verwendet werden.

[0029] In einer zusammengefassten Erläuterung wird eine Injektion aus diskreten Brennstofföffnungen in den stromaufwärtigen Bodenbereich einer Höhlung verwendet, um einen lokalen unsteady Mischungsprozess an einer Brennstoffinjektionsstelle, die einen breiten Bereich der Brennstoff-Luft-Vermischung bewirkt, in der Brennkammer zu erzeugen. Diese Technik kann leicht mit gegenwärtigen Injektoren vom DLN-Typ verwendet werden und kann vorteilhafterweise einen breiteren Bereich von Optionen zur Brennstoff-Luft-Vermischung mit niedrigeren Verlusten und weniger Flammenhaltungsproblemen verglichen mit bekannten Brennstoff-Luft-Mischungstechniken, wie z. B. einer Wechselwirkung eines Injektionsstrahls mit einem Hindernis, wie z. B. einem Kraterrand, bewirken. Weiterhin kann die Injektion aus einer diskreten Brennstofföffnung in den stromaufwärtigen Bodenbereich einer Höhlung durch eine Höhlung ohne einen maschinell bearbeiteten Rand verwendet werden, wodurch eine unsteady Vermischung von Brennstoff und Luft bei noch niedrigerem Differenzdruckverlust bewirkt wird. Weil die hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele eine passive selbstschwingende Brennstoffinjektionsstruktur schaffen, können sie vorteilhafterweise die Akustik und akustisch gekoppelte Wärmeerzeugungsprobleme neben anderen Brennkammerdynamiken verringern.

[0030] **Fig. 8** stellt ein beispielhaftes Gasturbinensystem **100** dar, das eine Injektion durch Brennstofföffnungen in den stromaufwärtigen Bodenbereich einer Höhlung unter Verwendung der hierin beschriebenen Prinzipien darstellt. Das Turbinensystem **100** kann neben anderen Systemen eine Gasturbinenanlage **120** aufweisen. Die Gasturbinenanlage **120** ent-

hält einen Verdichterabschnitt **122**, einen Brennkammerabschnitt **124** mit einer Anzahl von Brennkammermerröhren **26**, die dazu eingerichtet sein können, die Brennstofföffnungsinjektion in den stromaufwärtigen Bodenbereich einer Höhlung unter Verwendung der hierin beschriebenen Prinzipien zu verwenden, sowie einem zugehörigen Zündsystem **127**, und einen Turbinenabschnitt **128**, der mit dem Verdichterabschnitt **122** gekoppelt ist. Ein Auslassabschnitt **130** leitet Abgase aus der Gasturbine **120** heraus.

[0031] Allgemein verdichtet der Verdichterabschnitt **122** eintretende Luft zu dem Brennkammerbereich **124**, der die verdichtete Luft mit einem Brennstoff mischt und das Gemisch verbrennt, um unter hohem Druck stehendes Gas mit hoher Geschwindigkeit zu erzeugen. Der Turbinenabschnitt **128** entzieht dem unter hohem Druck stehenden Gas hoher Geschwindigkeit, das aus dem Brennkammerabschnitt **124** heraus strömt, Energie. Es sind nur die Aspekte des Gasturbinensystems **100** hierin beschrieben worden, die zur Darstellung des verkörperten Verbrennungsprozesses nützlich sind, um die Klarheit zu verbessern und die Kürze zu bewahren.

[0032] Der Verdichterabschnitt **122** kann irgendeine Vorrichtung enthalten, die zum Verdichten von Luft geeignet ist. Die verdichtete Luft kann auf eine Einlassöffnung des Brennkammerabschnitts **124** gerichtet sein. Der Brennkammerabschnitt **124** kann eine Anzahl von Brennstoffinjektoren aufweisen, die zum Mischen der verdichteten Luft mit einem Brennstoff und zum Zuführen des Gemisches zu einer oder mehreren Brennkammermerröhren **126** des Brennkammerabschnitts **124** eingerichtet sind. Der den einzelnen Brennkammermerröhren **126** zugeführte Brennstoff kann irgendeinen flüssigen oder gasförmigen Brennstoff, wie z. B. Dieselmotorkraftstoff oder Erdgas enthalten. Der irgendeiner Brennkammermerröhre **126** zugeführte Brennstoff kann einer Verbrennung unterzogen werden, um ein unter hohem Druck stehendes Gemisch von Verbrennungsprodukten zu bilden. Das resultierende Gemisch von hoher Temperatur unter hohem Druck aus dem Brennkammerabschnitt **124** kann zu dem Turbinenabschnitt **128** geleitet werden. Verbrennungsgase können danach aus dem Turbinenabschnitt **128** austreten, bevor sie durch den Auslassabschnitt **130** in die Atmosphäre abgegeben werden.

[0033] [Fig. 9](#) stellt eine Ausführungsform eines Brennstoffinjektors **150** dar, der zum Einsatz in einer Gasturbine verwendet werden kann. Der Brennstoffinjektor **150** weist eine Anzahl von angewinkelten Leitschaufeln **152** auf, die dem Gesamtstrom einen Vormischerdrall verleihen, um Strömungsrezirkulationsbereiche zu schaffen, die bei der Stabilisierung der Verbrennungszone helfen und die Verweilzeit verlängern, um die Zündung zu ermöglichen und die Verbrennungseffizienz zu verbessern. Die meh-

reren Leitschaufeln **152** weisen darin angeordnete Höhlungen **154**, **56**, **158** auf, wobei jede Höhlung dazu eingerichtet ist, eingeleiteten Brennstoff mit einem schwingenden Wirbel von innerhalb der Höhlung strömender Luft passiv zu mischen. Der oszillierende Luftwirbel wird über eine Hauptluftströmung erzeugt, die durch den Hauptluftkanal des Brennstoffinjektors **150** hindurch tritt. Brennstoff wird in einen stromaufwärtigen Bodenbereich wenigstens einer Höhlung injiziert, um die gewünschte passive Brennstoff-Luft-Vermischung zu bewirken, die über den zugehörigen oszillierenden Luftwirbel erzeugt wird. Während die Höhlungen so dargestellt sind, dass sie innerhalb der äußeren Oberfläche der angewinkelten Leitschaufeln **152** angeordnet sind, kann die gewünschte Brennstoff-Luft-Vermischung für bestimmte Anwendungen auch über das Anordnen von Höhlungen innerhalb einer inneren Wandoberfläche des Brennstoffinjektors **150** selbst oder irgendeines anderen Bereiches eines Brennkammerhauptluftströmungskanals erreicht werden, wo eine Brennstoff-Luft-Vermischung erforderlich ist.

[0034] Es wird angemerkt, dass die angewinkelten Leitschaufeln **152**, die hierin unter Bezug auf [Fig. 9](#) beschrieben sind, allgemein in Verbindung mit einem vormischenden Drallerzeuger verwendet werden und nicht das Gleiche wie die „Hindernisse“ sind, die ansonsten allgemein in dem Text genannt sind. Die gebräuchlicher verwendeten industriellen Hindernisse, auf die hierin Bezug genommen wird, können Flammenhalter, wie z. B. V-Rinnen oder zylindrische Becher ohne eine Beschränkung auf diese aufweisen. Obwohl die Injektion durch die angewinkelten Leitschaufeln **152** gut gemischt werden kann, verhindern die Höhlungen **154**, **156**, **158** zusätzlich eine Flammenhaltung innerhalb der Vormischervorrichtung unter Verwendung der hierin beschriebenen Prinzipien.

[0035] Während hierin bestimmte Ausführungsbeispiele unter Bezug auf gerade Injektionsstrahlen oder parallele Strahlen in den stromaufwärtigen Bodenbereich von Höhlungen beschrieben worden sind, können auch andere Ausrichtungen bezogen auf die Höhlungen oder bezogen auf die Brennkammer-/Injektorwände verwendet werden, um die Luft/Brennstoff-Mischung beizubehalten oder zu verstärken, während auch der Widerstand gegen Flammenhaltung innerhalb eines Vormischers erhöht wird. Weiterhin kann die Größe der Brennstofföffnungen gemäß den Erfordernissen einer speziellen Anwendung und/oder einer speziellen Anlage variieren. Während bestimmte Ausführungsbeispiele hierin beschrieben sind, die nur wenige Höhlungen mit Brennstoffinjektion darstellen, wird weiterhin angemerkt, dass andere Ausführungsbeispiele vielfältige Muster aufweisen könnten, von denen einige eine Brennstoffinjektion verwenden könnten oder nicht verwenden könnten.

[0036] Während nur bestimmte Merkmale der Erfindung hierin dargestellt und beschrieben worden sind, werden Fachleuten zahlreiche Abwandlungen und Änderungen einfallen. Es muss daher erkannt werden, dass es beabsichtigt ist, dass die beigefügten Ansprüche alle derartigen Abwandlungen und Änderungen abdecken, die unter den wahren Geist der Erfindung fallen.

[0037] Eine Brennkammerstruktur enthält eine Brennkammervorrichtung **150** zum Vermischen von Brennstoff und Luft mit einem Hauptluftströmungsbereich. Eine oder mehrere Höhlungen **154**, **156**, **158** sind innerhalb des Hauptluftströmungsbereiches der Vorrichtung **150** zum Vermischen von Brennstoff und Luft angeordnet. Wenigstens eine Brennstofföffnung ist innerhalb eines stromaufwärtigen Bodenbereiches wenigstens einer der Höhlungen angeordnet. Das Leiten eines Luftstroms durch den Hauptströmungsbereich bewirkt, dass sich Brennstoff, der in den stromaufwärtigen Bodenbereich wenigstens einer der Höhlungen **154**, **146**, **158** injiziert wird, mit einem Eigenschwingungen ausführenden Wirbel von Luft innerhalb der Höhlung passiv mischt.

Bezugszeichenliste

10	Vorhergesagtes paariges Wirbelfeld
12	Höhlung
14	Vorhergesagtes Einzelwirbelfeld
16	Wirbel des Wirbelpaares
18	Wirbel des Wirbelpaars
20	Einzelwirbel
30	Einzelhöhlung
32	Diskrete Brennstofföffnung
34	Stromaufwärtiger Bodenbereich einer Einzelhöhlung
36	Brennstoff
38	Hauptluftstrom
40	Abgegebener sich mischender Wirbel
42	Höhlung eines Höhlungspaares
44	Höhlung eins Höhlungspaares
46	Strömungsbereich für Höhlungspaar
50	Höhlung eines Höhlungspaares
52	Höhlung eines Höhlungspaares
54	Brennstoffinjektionsöffnung für Höhlung
55	Strömungsbereich für Höhlungspaar
60	Höhlung eines Höhlungspaares
62	Höhlung eines Höhlungspaares
64	Diffusorförmige Brennstoffinjektionsöffnungen für Höhlungspaar
70	Höhlung eines Höhlungspaares
72	Höhlung eines Höhlungspaares
74	Höhlung eines Höhlungspaares
76	Höhlung eins Höhlungspaares
78	Brennstoffinjektionsöffnung für Höhlung
80	Brennstoffinjektionsöffnung für Höhlung
82	Hauptstromoberfläche
84	Gesamtströmungsbereich für Höhlungen
100	Gasturbinensystem

120	Gasturbinenanlage
122	Verdichterabschnitt
124	Brennkammerabschnitt
126	Brennkammerröhre
127	Zündsystem
128	Turbinenabschnitt
130	Auslassabschnitt
150	Brennstoffinjektor
152	Angewinkelte Leitschaufel
154	Höhlung
156	Höhlung
158	Höhlung

Patentansprüche

1. Brennkammerstruktur, die aufweist: eine Brennkammer (**124**) und eine oder mehrere Höhlungen (**154**, **156**, **158**), die in einem Hauptluftströmungsbereich der Brennkammer (**124**) angeordnet sind, wobei innerhalb eines stromaufwärtigen Bodenbereiches wenigstens einer der Höhlungen wenigstens eine Brennstoffinjektionsöffnung angeordnet ist.

2. Brennkammerstruktur nach Anspruch 1, bei der wenigstens eine Höhlung in einer Außenwand eines geformten Hindernisses (**152**) angeordnet ist, das in dem Hauptluftströmungspfad der Brennkammer angeordnet ist.

3. Brennkammerstruktur nach Anspruch 1, die weiterhin eine oder mehrere Höhlungen ohne Brennstoffinjektionsöffnungen aufweist, wobei wenigstens eine der Höhlungen mit einer oder mehreren darin angeordneten Brennstoffinjektionsöffnungen in der Nähe wenigstens einer der Höhlungen ohne darin angeordnete Brennstoffinjektionsöffnungen angeordnet ist, um einen zugehörigen Strömungsbereich zur Vermischung von Brennstoff und Luft zu erzeugen.

4. Brennkammerstruktur nach Anspruch 1, bei der wenigstens eine der Höhlungen mit einer oder mehreren darin angeordneten Brennstoffinjektionsöffnungen in der Nähe wenigstens einer der Höhlungen mit einer oder mehreren darin angeordneten Brennstoffinjektionsöffnungen angeordnet ist, um einen zugehörigen Strömungsbereich zur Vermischung von Brennstoff und Luft zu erzeugen.

5. Brennkammerstruktur nach Anspruch 1 bei der die Brennkammer eine Gasturbinenbrennkammer ist.

6. Brennkammerstruktur nach Anspruch 1, bei der wenigstens eine der Höhlungen (**154**, **156**, **158**) mit einer oder mehreren darin angeordneten Brennstoffinjektionsöffnungen dazu eingerichtet ist, injizierten Brennstoff mit Luft des Hauptstroms, die in der Höhlung strömt, passiv zu mischen.

7. Brennkammerstruktur nach Anspruch 1, bei der wenigstens eine der Höhlungen (**154, 156, 158**) mit einer oder mehreren darin angeordneten Brennstoffinjektionsöffnungen zum passiven Vermischen von injiziertem Brennstoff mit einem oszillierenden Wirbel von Luft, die in der Höhlung strömt, eingerichtet ist.

8. Brennkammerstruktur gemäß Anspruch 1, bei der wenigstens eine der Höhlungen (**154, 156, 158**) mit einer oder mehreren darin angeordneten Brennstoffinjektionsöffnungen dazu eingerichtet ist, eingeleiteten Brennstoff passiv mit Hauptströmungsluft zu mischen, die innerhalb der Höhlung oszilliert, um eine akustisch gekoppelte Wärmeerzeugung im Zusammenhang mit der Brennkammer zu verringern.

9. Brennkammerstruktur nach Anspruch 1, bei der wenigstens eine der Höhlungen (**154, 156, 158**) mit einer oder mehreren darin angeordneten Brennstoffinjektionsöffnungen dazu eingerichtet ist, injizierten Brennstoff passiv mit Hauptströmungsluft zu mischen, die innerhalb der Höhlung oszilliert, um die Brennkammerakustik im Zusammenhang mit der Brennkammer zu verringern.

10. Verfahren zum Betreiben einer Brennkammer, das aufweist:
Anbringen einer oder mehrerer Höhlungen (**154, 156, 158**) in einem Hauptluftströmungsbereich einer Brennkammer; und
Injizieren eines Brennstoffs in den Hauptluftströmungsbereich durch eine Brennstoffinjektionsöffnung, die in einem stromaufwärtigen Bodenbereich wenigstens einer der Höhlungen (**154, 156, 158**) angeordnet ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

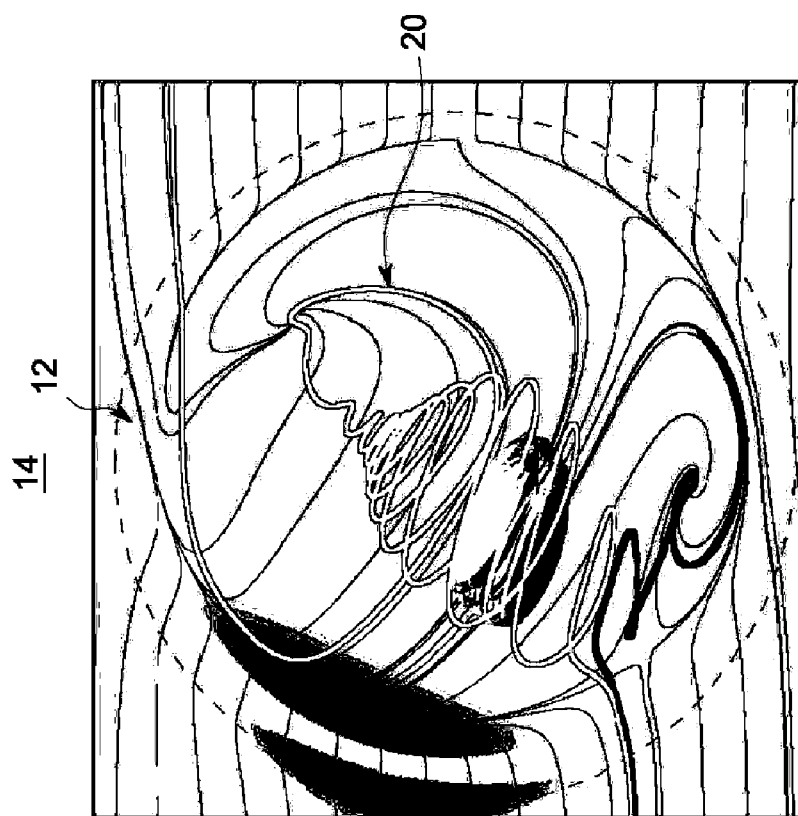


FIG. 2

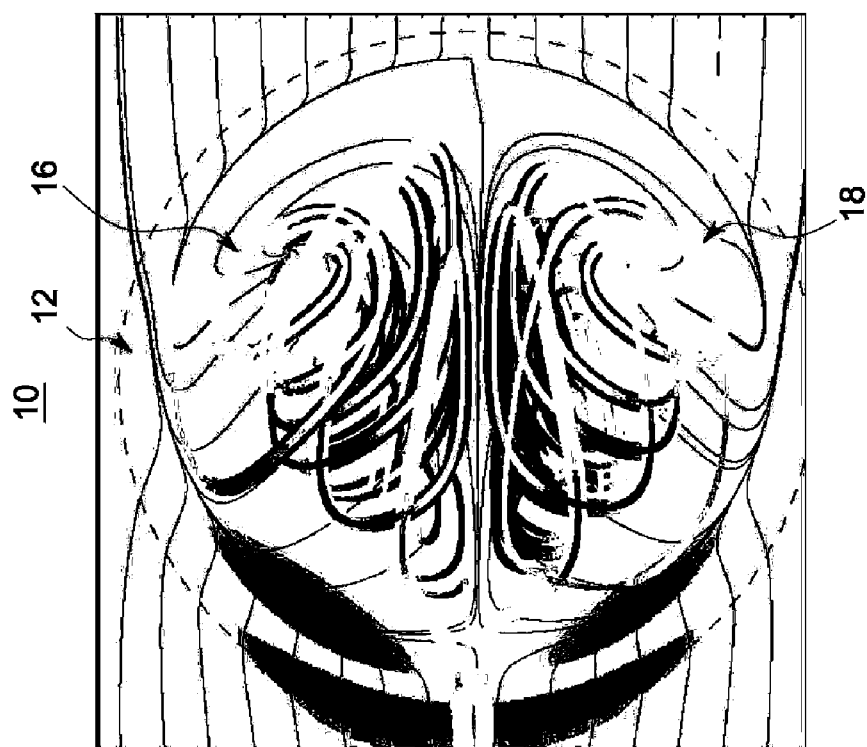


FIG. 1

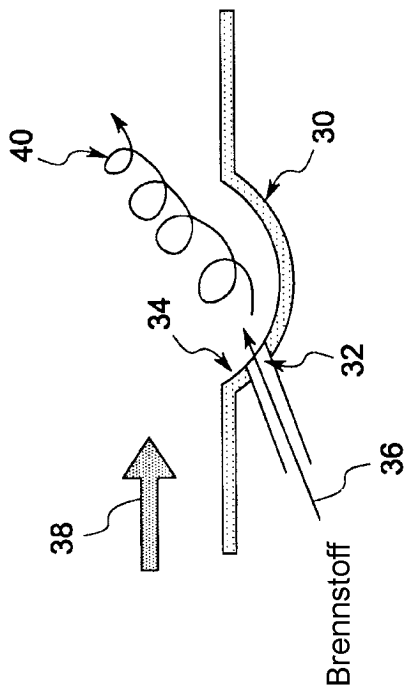


FIG. 3

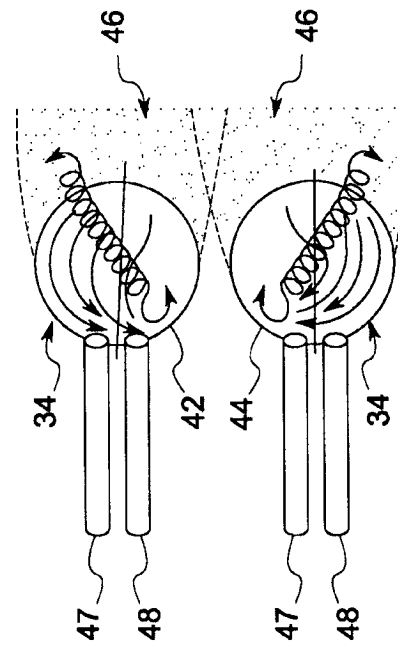


FIG. 4

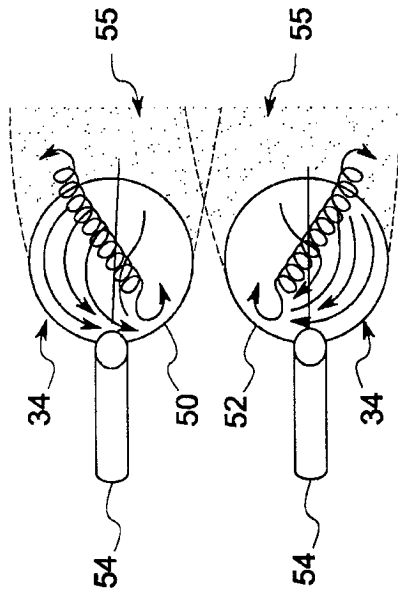


FIG. 5

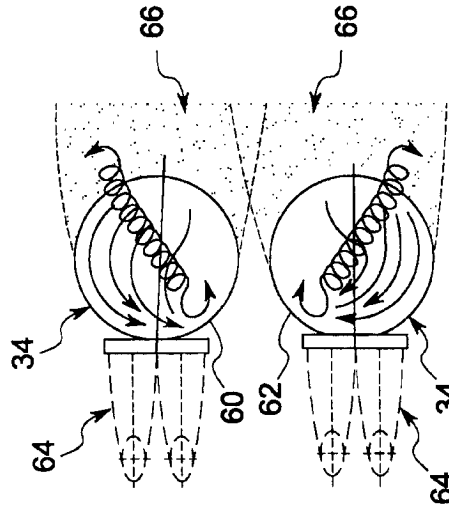


FIG. 6

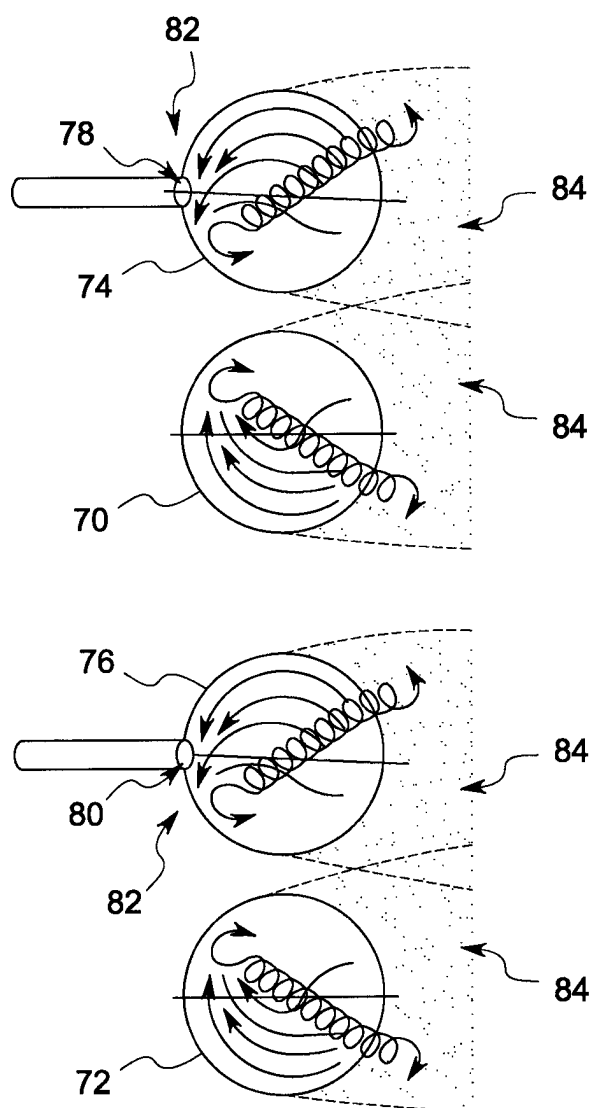


FIG. 7

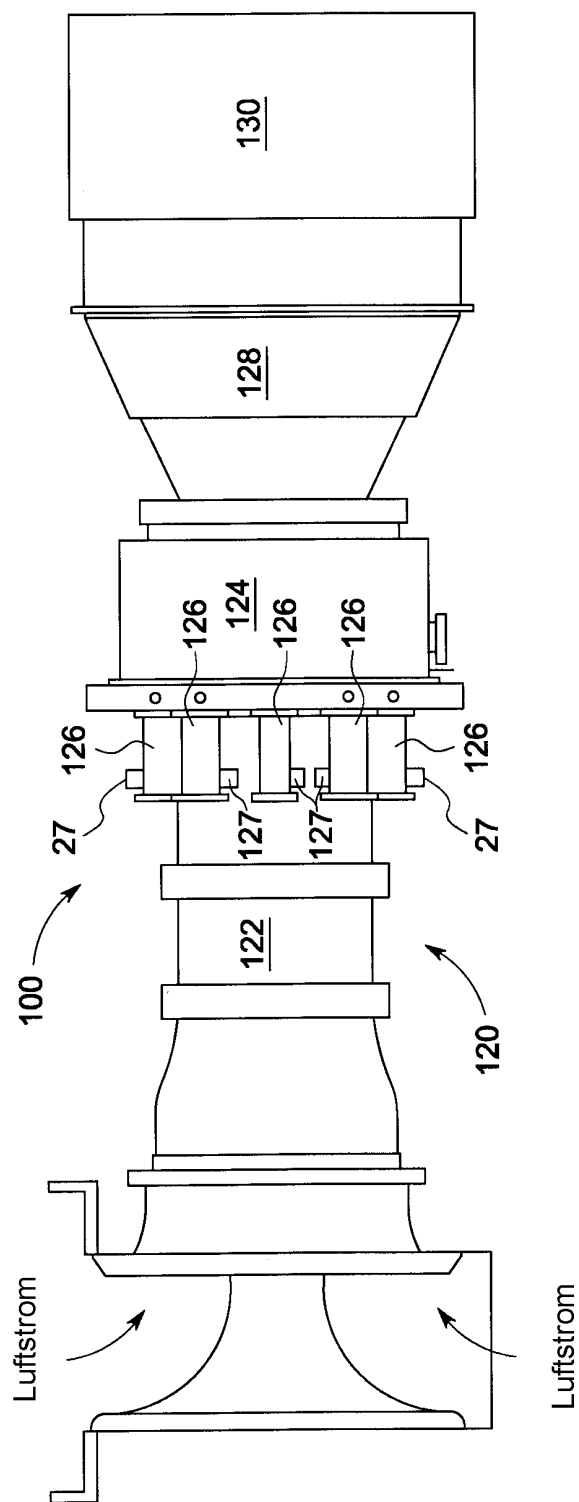


FIG. 8

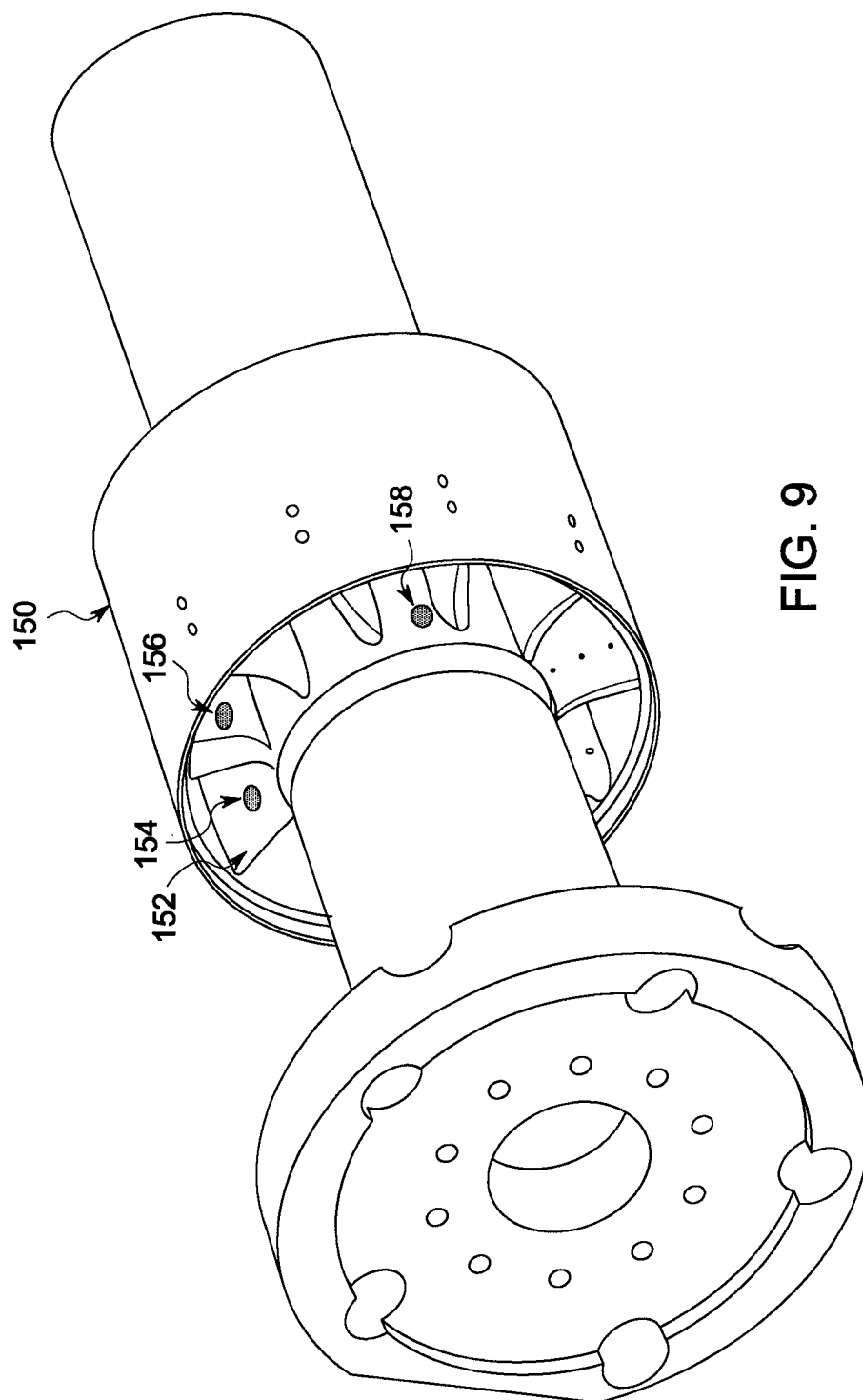


FIG. 9