



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 461 B1

(51) Int. Cl.: F23D 14/48 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01075/10

(22) Anmeldedatum: 01.07.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.01.2011

(30) Priorität: 07.07.2009 US 12/498,494

(24) Patent erteilt: 13.02.2015

(45) Patentschrift veröffentlicht: 13.02.2015

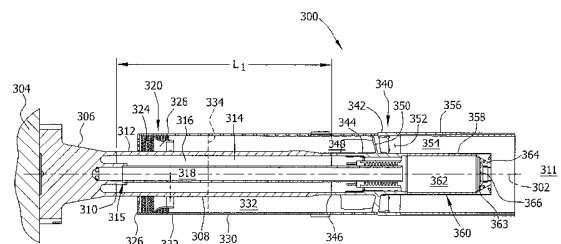
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Donald Mark Bailey,
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)
Scott R. Simmons,
Simpsonville, South Carolina 29680 (US)
Marcus B. Huffman,
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)

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

(54) Brennstoffdüsenanordnung für einen Gasturbinenmotor.

(57) Es wird eine Brennstoffdüsenanordnung (300) für einen Gasturbinenmotor bereitgestellt, der eine Brennkammer aufweist. Die Brennstoffdüsenanordnung enthält einen Flansch (306) mit einem ersten Ende, das dazu eingerichtet ist, mit einer Endabdeckung (304) der Brennkammer verbunden zu werden und mit einem entgegengesetzt zum ersten Ende vorgesehenen zweiten Ende, sowie ein Vormischrohr (308), das mit einem ersten Ende mit dem zweiten Ende des Flanschs verbunden ist, wobei der Flansch und das Vormischrohr so ausgeführt sind, dass sie bei einer Eigenfrequenz arbeiten, die verschieden ist von der spezifischen Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors, für den die Brennstoffdüsenanordnung bestimmt ist.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Das Gebiet der Erfindung betrifft allgemein Brennstoffdüsen für Gasturbinenmotoren.

[0002] Zumindest einige bekannte Gasturbinenmotoren zünden ein Brennstoff-Luft-Gemisch in einer Brennkammer, um einen Abgasstrahl zu erzeugen, der über einen Heissgasweg an eine Turbine geleitet wird. Komprimierte Luft wird der Brennkammer durch einen Kompressor zugeführt. Brennkammeranordnungen verwenden typischerweise Brennstoffdüsen, die die Brennstoff- und Luftzufuhr zu einem Verbrennungsbereich der Brennkammer ermöglichen. Die Turbine wandelt die thermische Energie des Abgasstroms in mechanische Energie um, die eine Turbinenwelle rotieren lässt. Der Ausgang der Turbine kann dazu verwendet werden, eine Maschine, zum Beispiel einen elektrischen Generator oder eine Pumpe, anzutreiben.

[0003] Bekannte Brennstoffdüsenanordnungen enthalten einen Flansch, der von einer Endabdeckung vorspringt, die als strukturelle Basis der Brennstoffdüse dient. Ein Vormischrohr verläuft von dem Flansch weg und ist mit einer Dralleinrichtung verbunden. Die Eigenfrequenz der Brennstoffdüsenanordnungen ist im Allgemeinen eine Funktion sowohl von der Form als auch der Länge der Kombination aus dem Flansch und dem Vormischrohr. Ferner kann die Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors bei bekannten Brennstoffdüsenanordnungen Kurzzeit-Ermüdungen und/oder Langzeit-Ermüdungen der Brennstoffdüsenkomponenten und Verbindungen verursachen, wie zum Beispiel des Flanschs, des Vormischrohrs und/oder der Dralleinrichtung und/oder der Verbindung zwischen den Komponenten. Ausserdem können bei bekannten Brennstoffdüsenanordnungen Belastungskonzentrationen um die Brennstoffdüsenanordnung und/oder ein Anstieg in strukturellen Brüchen in die Brennstofflöcher als Folge der Brennstoffdüsenanordnung entstehen, wenn die Eigenfrequenz gleich oder im Wesentlichen dieselbe ist wie die Rotorbetriebsfrequenz (einschliesslich des ersten bis vierten Vielfachen der Rotorfrequenz), die Verbrennungstöne oder sirenenartigen Töne des Gasturbinenmotors.

[0004] Viele bekannte Brennstoffdüsenanordnungen verwenden eine Vielfalt von Komponenten, die aus einer Vielfalt von Materialien hergestellt und die mit geschweissten und gelöteten Verbindungen miteinander verbunden sind, wie etwa entlang der Verbindungen, die zwischen dem Flansch, dem Vormischrohr und/oder der Dralleinrichtung gebildet sind. Aufgrund der verschiedenen Materialeigenschaften können die verschiedenen Komponenten unterschiedliche thermische Ausdehnungsraten und/oder unterschiedliche Verhaltensweisen der thermischen Ausdehnung und Kontraktion aufweisen. Zusätzlich können die geschweissten oder gelöteten Verbindungen im Verlauf der Zeit anfällig sein für Ermüdung, Rissbildung oder vorzeitige Defekte während des Betriebs, wenn sie den Betriebsfrequenzen ausgesetzt sind, die durch den Gasturbinenmotor erzeugt werden.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0005] Es ist hieraus der vorliegenden Erfindung die Aufgabe gestellt, eine Brennstoffdüsenanordnung für eine Gasturbine zu schaffen, die durch eine bestimmte Wahl von Eigenfrequenzen weniger anfällig auf vorzeitige Defekte ist. Diese Aufgabe wird durch eine Brennstoffdüsenanordnung für einen Gasturbinenmotor gemäss Anspruch 1 gelöst. Die Brennstoffdüsenanordnung enthält einen Flansch und ein Vormischrohr. Der Flansch enthält ein erstes Ende, das dazu eingerichtet ist, mit einer Endabdeckung der Brennkammer verbunden zu werden sowie ein zweites Ende, das entgegengesetzt zum ersten Ende angeordnet ist. Das Vormischrohr ist an einem ersten Ende mit dem zweiten Ende des Flanschs verbunden. Der Flansch und das Vormischrohr sind ausgeführt, um bei einer Eigenfrequenz zu arbeiten, die verschieden ist von einer spezifischen Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors, für den die Brennstoffdüsenanordnung bestimmt ist.

[0006] Es wird zudem ein Gasturbinenmotor offenbart, jedoch nicht beansprucht. Der Gasturbinenmotor enthält eine Brennkammer und eine Brennstoffdüsenanordnung, die einen Flansch und ein Vormischrohr aufweist. Der Flansch enthält ein erstes Ende, das dazu eingerichtet ist, mit einer Endabdeckung der Brennkammer verbunden zu werden, sowie ein zweites Ende, das entgegengesetzt zum ersten Ende vorgesehen ist. Das Vormischrohr ist an einem ersten Ende mit dem zweiten Ende des Flanschs verbunden. Der Flansch und das Vormischrohr sind ausgeführt, um bei einer Eigenfrequenz zu arbeiten, die verschieden ist von einer spezifischen Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors, für den die Brennstoffdüsenanordnung bestimmt ist.

[0007] Es wird zudem ein Verfahren zur Montage eines Gasturbinenmotors offenbart, jedoch nicht beansprucht. Das Verfahren enthält das Verbinden eines ersten Endes eines Flanschs mit der Oberfläche einer Brennkammerendabdeckung, wobei der Flansch ein zweites Ende aufweist, das entgegengesetzt zum ersten Ende vorgesehen ist, sowie das Verbinden eines ersten Endes eines Vormischrohrs mit dem zweiten Ende des Flanschs. Das Verfahren enthält auch die Herstellung des Flanschs und des Vormischrohrs, derart, dass nach der Montage der Flansch und das Vormischrohr bei einer Eigenfrequenz arbeiten, die verschieden ist von einer Rotorbetriebsfrequenz (einschliesslich des ersten bis vierten Vielfachen der Rotorfrequenz), von Verbrennungstönen und sirenenartigen Tönen des Gasturbinenmotors.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0008] Ausführungsbeispiele werden mit Bezug auf die nachfolgenden Figuren beschrieben, wobei sich gleiche Bezugszeichen durchgängig durch die verschiedenen Figuren auf identische Komponenten beziehen, solange nichts anderes angegeben ist.

- Fig. 1 ist eine schematische Veranschaulichung eines beispielhaften Verbrennungsturbinenmotors.
- Fig. 2 ist eine Teildarstellung eines beispielhaften Brennstoffverteilungssystems, das bei dem in Fig. 1 dargestellten Turbinenmotor verwendet werden kann.
- Fig. 3 ist eine schematische Querschnittsansicht einer beispielhaften Brennstoffdüsenanordnung, die bei dem in Fig. 1 gezeigten Turbinenmotor verwendet werden kann.
- Fig. 4 ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Flanschs, der von der in Fig. 3 gezeigten Brennstoffdüsenanordnung wegragt.
- Fig. 5 ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Vormischrohrs, das in der in Fig. 3 gezeigten Brennstoffdüsenanordnung verwendet wird.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0009] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines beispielhaften Gasturbinenmotors 100. In dieser beispielhaften Ausführungsform weist der Motor 100 einen Kompressor 102 und eine Brennkammer 104 auf. Die Brennkammer 104 enthält einen Verbrennungsbereich 105 und eine Brennstoffdüsenanordnung 106. Der Motor 100 weist auch eine Turbine 108 und eine gemeinsame Kompressor-Turbinen-Welle 110 (manchmal als Rotor 110 bezeichnet) auf. Der Kompressor 102 ist auch drehbar und mit dem Rotor 110 verbunden. Bei der beispielhaften Ausführungsform ist eine Vielzahl von Brennkammern 104 und Brennstoffdüsenanordnungen 106 vorgesehen. In der nachfolgenden Beschreibung wird nur eine der jeweiligen Komponenten erläutert, solange nichts anderes angegeben ist. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Gasturbinenmotor 100 ein PG9377-9FBA-Schwerlast-Gasturbinenmotor, der bei der General Electric Company, Greenville, South Carolina, handelsüblich erhältlich ist. Es versteht sich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf irgendeinen besonderen Motor beschränkt ist und in Verbindung mit anderen Gasturbinenmotoren verwendet werden kann, wie zum Beispiel den MS7001FA-(7FA)-, MS9001FA-(9FA)-, MS7001FB-(7FB)- und MS9001FB-(9FB)-Motormodellen, die bei der General Electric Company, Greenville, South Carolina, handelsüblich bezogen werden können.

[0010] Während des Betriebs strömt Luft durch den Kompressor 102, und komprimierte Luft wird der Brennkammer 104 zugeführt. Insbesondere wird eine beachtliche Menge komprimierter Luft der Brennstoffdüsenanordnung 106 zugeführt, die integral mit der Brennkammer 104 ausgebildet ist. Einige Brennkammern liefern zumindest einen Teil des Luftstroms vom Kompressor 104 an ein Verdünnungsluftteilsystem (in Fig. 1 nicht dargestellt), und die meisten Brennkammern haben zumindest einige Dichtungslecks. Die Brennstoffdüsenanordnung 106 ist in Strömungsverbindung mit dem Verbrennungsbereich 105. Die Brennstoffdüsenanordnung ist auch in Strömungsverbindung mit einer Brennstoffquelle (in Fig. 1 nicht dargestellt) und leitet Brennstoff und Luft zum Verbrennungsbereich 105. Die Brennkammer 104 zündet und verbrennt Brennstoff, zum Beispiel Erdgas und/oder Heizöl, das einen Verbrennungsgasstrom mit hoher Temperatur erzeugt. Die Brennkammer 104 ist in Strömungsverbindung mit der Turbine 108, und die Turbine 108 wandelt die thermische Energie der durch die Brennkammer 104 abgegebenen Verbrennungsgase in mechanische Rotationsenergie um. Die Turbine 108 ist drehbar mit dem Rotor 110 verbunden.

[0011] In Fig. 2 ist eine Teildarstellung einer beispielhaften Brennstoffzufuhreinrichtung 200 dargestellt, die in einem Turbinenmotor 100 (dargestellt in Fig. 1) als eine Komponente der Brennkammer 104 (dargestellt in Fig. 1) verwendet werden kann. Bei der beispielhaften Ausführungsform weist die Brennstoffzufuhreinrichtung 200 zumindest eine Brennstoffzufuhr 202 und ein Luftzerstäubungs-Kartuschen-Teilsystem 203 auf. Das Teilsystem 203 enthält eine Vielzahl von Luftzufuhrrohren 204, die mit einer Vielzahl von inneren Luftzerstäubungsrohren 205 verbunden sind. Die Brennstoffdüsenanordnung 200 enthält auch eine Brennkammerabdeckungs-Teilanordnung 206. Die Abdeckungsteilanordnung 206 enthält eine Vielzahl von Vormisch-Brennstoffzufuhrleitungen 218, um Luft und Brennstoff weiterzuleiten (nachfolgend näher erläutert), einen Endabdeckungsplattenkörper 208 sowie eine Vielzahl von Befestigungen 210 zum Befestigen der Endabdeckung mit den Brennkammergehäusen. Bei der beispielhaften Ausführungsform ist der Körper 208 durch ein Herstellungsverfahren gebildet, bei dem eine Vielzahl von Kanälen 211 innerhalb des Körpers 208 ausgebildet werden, die so bemessen sind, dass sie die Vormisch-Brennstoffzufuhrleitungen 218, eine Brennstoffzufuhrleitung 220, eine Vielzahl von Luftzerstäubungszufuhrrohren 204, eine Brennstoffdüsen-einsatz-Teilanordnung 212, eine Vielzahl von Endabdeckungs-Brennkammergehäuse-Befestigungen 210, eine Vielzahl von Einsatz-Endabdeckungs-Befestigungen 214 und eine Vielzahl von Kappen-Endabdeckungs-Befestigungen 217 aufnehmen, wobei die Kanäle 211 nicht nur auf das Aufnehmen beschränkt sind. Alternativ kann ein bestehender Körper 208 nachträglich in Übereinstimmung mit der hier beschriebenen Lehre ausgestaltet werden. Bei der beispielhaften Ausführungsform ist die Abdeckungs-Teilanordnung 206 mit den Gehäusen der Brennkammern 104 (dargestellt in Fig. 1) über Befestigungen 210 verbunden, und die Luftzerstäubungs-Kartuschen-Teilsysteme 203 sind mit dem Endabdeckungsplattenkörper 208 verbunden.

[0012] Die Brennstoffdüsenanordnung 200 enthält auch eine Vielzahl von Brennstoffdüsen-einsatz-Teilanordnungen 212 und eine Brennstoffdüsen-einzelanordnung 225. Die Brennstoffdüsen-einzelanordnung 225 enthält eine Vielzahl von radial äusseren Rohren 216 der Düse, eine Vielzahl von Übergangsrohren 223, einen Kappenbefestigungsflansch 222 sowie eine Vielzahl von radial inneren Rohren 221, eine ringförmige Brennstoffzufuhrleitung 219 und eine Brennstoffdüsenkappe 224. Bei der beispielhaften Ausführungsform ist die Brennstoffdüsen-einsatz-Teilanordnung 212 mit dem Endabdeckungsplat-

tenkörper 208 über Befestigungen 214 verbunden, und eine Kappe 224 ist mit dem Endabdeckungsplattenkörper 208 über Befestigungen 217 und einen Kappenbefestigungsflansch 222 verbunden.

[0013] Während des Betriebs wird Brennstoff von einer Brennstoffquelle (in Fig. 2 nicht dargestellt) über zumindest eine Zufuhr 202 der Brennstoffdüsenanordnung 200 zugeleitet. Vorgemischter Brennstoff wird über die Leitung 218 und die Brennstoffdüsenanordnung 212 dem Rohr 216 zugeleitet, wie dies durch die Pfeile veranschaulicht ist. Verteilungsbrennstoff wird der Leitung 219 über das Rohr 220 zugeleitet, wie dies durch die Pfeile veranschaulicht ist. Verbrennungsluft wird den Luftzufuhrrohren 204 vom Kompressor 102 (in Fig. 1 dargestellt) zugeleitet, bevor sie dem Rohr 205 zugeleitet wird, wie dies durch die Pfeile veranschaulicht ist. Im Allgemeinen ist eine Mehrzahl von Brennstoffdüsenanordnungen 200 auf einem Umfang um den Rotor 110 (in Fig. 1 dargestellt) angeordnet, um sicherzustellen, dass ein Umfangsstrom von Verbrennungsgasen mit einer im Wesentlichen einheitlichen Temperatur in der Brennkammer 104 erzeugt und an die Turbine 108 (in Fig. 1 dargestellt) weitergeleitet wird. Ein Teil der Brennstoffdüsenanordnung 200, umfassend die Einsatz-Teilordnung 212, der innerhalb der gestrichelten Linien veranschaulicht ist, ist in Fig. 3 dargestellt und nachfolgend genauer beschrieben.

[0014] Fig. 3 ist eine vergrößerte schematische Querschnittsansicht einer beispielhaften Düsenanordnung 300. Bei der beispielhaften Ausführungsform weist die Brennstoffdüsenanordnung 300 eine Mittelachse 302 auf und ist mit einer Endabdeckung 304 über einen Brennstoffdüsenflansch 306 verbunden. Ein Vormischrohr 308, das mit dem Flansch 306 an einer ersten Verbindung 310 verbunden ist, enthält eine radial äussere Oberfläche 312. Bei der beispielhaften Ausführungsform ist das Vormischrohr 308 durch eine Elektronenstrahlschweißung mit dem Flansch 306 verbunden. Alternativ kann das Vormischrohr 308 mit dem Flansch 306 durch Verwendung von irgendeinem Verbindungsmittel verbunden werden, wie zum Beispiel einer Lötverbindung, Schrauben, Bolzen und/oder irgendeiner Befestigung, die es der Brennstoffdüsenanordnung 300 erlaubt, wie hierin beschrieben zu arbeiten. Das Vormischrohr 308 erstreckt sich über eine variable Länge L_1 von der Verbindung 310 zu einem Brennraum 311. Bei der beispielhaften Ausführungsform wird die Länge L_1 verändert, um die Eigenfrequenz der Brennstoffdüsenanordnung 300 richtig einzustellen, wobei der Flansch 306 und die Vormischrohranordnung bei einer Eigenfrequenz arbeiten, die verschieden ist von einer Rotorbetriebsfrequenz (einschliesslich des ersten bis vierten Vielfachen der Rotorfrequenz), den Verbrennungstönen und den sirenenartigen Tönen des Gasturbinenmotors 100 (dargestellt in Fig. 1).

[0015] Die Brennstoffdüsenanordnung 300 enthält ein radial inneres Rohr 314, das mit dem Flansch 306 entlang einer zweiten Verbindung 315 verbunden ist. Die Rohre 308 und 314 bilden eine im Wesentlichen ringförmige erste Vormisch-Brennstoffzufuhrleitung 316. Ausserdem bildet das innere Rohr 314 eine Brennstoffverteilungsleitung 318. Bei der beispielhaften Ausführungsform sind die Leitungen 316 und 318 in Strömungsverbindung mit einer Vielzahl von Brennstoffquellen (in Fig. 3 nicht dargestellt).

[0016] Die Brennstoffdüsenanordnung 300 enthält einen im Wesentlichen ringförmigen Einlassströmungsgleichrichter (IFC, Abkürzung für den englischen Begriff «Inlet Flow Conditioner») 320. Bei der beispielhaften Ausführungsform enthält der IFC 320 eine radial äussere Wand 322, die eine Vielzahl von Perforationen 324 aufweist sowie eine Abschlusswand 326, die an einem hinteren Ende des IFC 320 angeordnet ist und sich zwischen der Wand 322 und der Oberfläche 312 erstreckt. Die Wände 322 und 326 und die Oberfläche 312 bilden dazwischen eine im Wesentlichen ringförmige IFC-Kammer 328. Die Kammer 328 steht über die Perforationen 324 in Strömungsverbindung mit einer Kühlleitung (in Fig. 3 nicht dargestellt). Die Brennstoffdüsenanordnung 300 enthält auch ein rohrförmiges Übergangsteil 330, das mit der Wand 322 verbunden ist. Das Übergangsteil 330 bildet eine im Wesentlichen ringförmige Übergangskammer 332, die im Wesentlichen konzentrisch ausgerichtet ist gegenüber der ersten Vormisch-Brennstoffzufuhrleitung 316 und die derart angeordnet ist, dass eine IFC-Ausgangsleitung 334 zwischen den Kammern 328 und 332 verläuft.

[0017] Beim Ausführungsbeispiel enthält die Brennstoffdüsenanordnung 300 auch eine Luft-Drallgeberanordnung oder Dralldüsenanordnung 340 für die Verwendung mit einer Einspritzung von gasförmigem Brennstoff. Die Dralldüse 340 enthält einen im Wesentlichen rohrförmigen Mantel 342, der mit dem Übergangsteil 330 verbunden ist, sowie eine im Wesentlichen rohrförmige Nabe 344, die mit dem Rohr 308 entlang einer Verbindung 346 verbunden ist. Beim Ausführungsbeispiel ist die Nabe 344 über eine Elektronenstrahlschweißung mit dem Rohr 308 verbunden. Alternativ kann die Nabe 344 mit dem Rohr 308 durch Verwendung von irgendeinem Verbindungsmittel verbunden sein, wie zum Beispiel einer Lötverbindung, Schrauben, Bolzen und oder irgendeiner Befestigung, die der Brennstoffdüsenanordnung 300 erlaubt, wie hierin beschrieben zu arbeiten. Der Mantel 342 und die Nabe 344 bilden eine dazwischenliegende Ringkammer 348, wobei sich eine Vielzahl von hohlen Luftleitschaukeln 350 zwischen dem Mantel 342 und der Nabe 344 erstreckt. Die Kammer 348 ist in Strömungsverbindung mit der Kammer 332, und die Nabe 344 weist eine Vielzahl von Luftleitschaukelleitungen (in Fig. 3 nicht dargestellt) auf, die in Strömungsverbindung mit der Vormisch-Brennstoffzufuhrleitung 316 stehen. Eine Vielzahl von Vormischgasinjektionsöffnungen (in Fig. 3 nicht dargestellt) ist in den hohlen Luftleitschaukeln 350 ausgebildet. Gleichermassen bildet die Nabe 344 eine Vielzahl von zweiten Luftleitschaukelleitungen (in Fig. 3 nicht dargestellt), die in Strömungsverbindung mit der Vormisch-Brennstoffzufuhrleitung 318 sowie einer Vielzahl von zweiten Gasinjektionsöffnungen (in Fig. 3 nicht dargestellt) stehen, die in den Luftleitschaukeln 350 gebildet sind. Die Einlasskammer 348, sowie die ersten und zweiten Gasinjektionsöffnungen sind in Strömungsverbindung mit einer Auslasskammer 352.

[0018] Die Brennstoffdüsenanordnung 300 enthält eine im Wesentlichen ringförmige Brennstoff-Luft-Mischleitung 354, die durch eine rohrförmige Mantelverlängerung 356 und durch eine rohrförmige Nabenverlängerung 358 gebildet ist. Die

Leitung 354 ist in Strömungsverbindung mit der Kammer 352, und die Verlängerungen 356 und 358 sind mit dem Mantel 342 beziehungsweise der Nabe 344 verbunden.

[0019] Eine rohrförmige Diffusionsflammen-Düsenanordnung 360 ist mit der Nabe 344 derart verbunden, dass eine ringförmige Diffusionsbrennstoffleitung 318 zumindest teilweise gebildet ist. Die Anordnung 360 bildet in Zusammenarbeit mit der Nabenverlängerung 358 eine ringförmige Luftleitung 362. Die Brennstoffdüsenanordnung 300 enthält auch ein geschlitztes Gaskopfstück 363, das mit der Nabenverlängerung 358 und der Anordnung 360 verbunden ist. Das Kopfstück 363 weist eine Vielzahl von Gasinjektoren 364 und Luftinjektoren 366 auf und steht in Strömungsverbindung mit und erleichtert das Mischen von Brennstoff und Luft in dem Brennraum 311.

[0020] Während des Betriebs erhält die Brennstoffdüsenanordnung 300 komprimierte Luft vom Luftzufuhrrohr 204 (in Fig. 2 dargestellt) über eine Kammer (in Fig. 3 nicht dargestellt), die die Brennstoffdüsenanordnung 300 umgibt. Der grösste Teil der für die Verbrennung verwendeten Luft tritt in die Anordnung 300 über den IFC 320 ein und wird zu den Vormischkomponenten geleitet. Insbesondere tritt die Luft in den IFC 320 über die Perforationen 324 ein und vermischt sich innerhalb der Kammer 328, und die Luft tritt aus dem IFC 320 über die Leitung 334 aus und tritt in die Dralldüseneinlasskammer 348 über die Übergangsteilkammer 323 ein. Ein Teil der Hochdruckluft, die in das Zufuhrrohr 204 eintritt, wird auch in eine Luftzerstäubungs-Flüssigbrennstoff-Kartusche (in Fig. 3 nicht dargestellt) geleitet, die in die Diffusionsbrennstoffleitung 318 eingesetzt ist.

[0021] Die Brennstoffdüsenanordnung 300 erhält Brennstoff von einer Brennstoffquelle (in Fig. 3 nicht dargestellt) über die Vormisch-Brennstoffzufuhrleitung 216. Der Brennstoff wird von der Vormisch-Brennstoffzufuhrleitung 316 zu der Vielzahl von ersten Gasinjektoröffnungen geleitet, die in den Luftleitschaukeln 350 gebildet sind.

[0022] Die Luft, die von der Übergangsteilkammer 332 in die Dralldüseneinlasskammer 348 geleitet wird, wird durch die Luftleitschaukeln 350 verwirbelt, bevor sie mit Brennstoff gemischt wird, und das Brennstoff-Luft-Gemisch wird dann in die Dralldüsenausgangskammer 352 zur zusätzlichen Vermischung geleitet. Das Luft- und Brennstoff-Gemisch wird dann in die Mischleitung 354 geleitet, bevor es aus der Anordnung 300 in den Brennraum 311 abgegeben wird. Ausserdem wird Diffusionsbrennstoff, der durch die Diffusionsbrennstoffleitung 318 geleitet wird, durch die Gasinjektoren 364 in den Brennraum 311 abgegeben, wobei der Diffusionsbrennstoff mit Luft gemischt und verbrannt wird, die von den Luftinjektoren 366 abgegeben wird.

[0023] Fig. 4 ist eine schematische Querschnittsansicht des Flanschs 306, der in der Brennstoffdüsenanordnung 300 verwendet wird. Beim Ausführungsbeispiel ist der Flansch 305 ausgeführt, um zwischen ganzzahligen Frequenzvielfachen der Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors 100 zu arbeiten. Insbesondere und beim Ausführungsbeispiel arbeitet der Gasturbinenmotor 100 bei einer Frequenz von ungefähr 50 Hz. Der Flansch 306 ist ausgeführt, um bei einer Eigenfrequenz zu arbeiten, die im Wesentlichen 50 Hz oder Vielfache davon vermeidet, wie zum Beispiel 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz usw. Insbesondere ist der Flansch 306 beim Ausführungsbeispiel so ausgeführt, um bei Eigenfrequenzen von etwa 175 Hz bis etwa 180 Hz zu arbeiten. Das Ausführungsbeispiel gehört zu einer Gasturbine der Klasse 9, kann aber auch für mehrere Motorklassen wie etwa Klasse 7 angewendet werden, mit einer 60-Hz-Rotorfrequenz mit Vielfach-Rotorfrequenzen von 120 Hz, 180 Hz und 240 Hz.

[0024] Um sicherzustellen, dass die Brennstoffdüsenanordnung 300 mit einer gewünschten Eigenfrequenz arbeitet, ist der Flansch 306 mit einer Mittelachse 302 ausgeführt und enthält einen Befestigungsabschnitt 380 und einen im Wesentlichen kegelstumpfförmigen Körper 382, die zusammen eine äussere Länge L_2 zur Steuerung der gewünschten Eigenfrequenz aufweisen. Beim Ausführungsbeispiel ist der Körper 382 konvergierend und mit einem Winkel A_1 von etwa 10 Grad hergestellt, um der Brennstoffdüsenanordnung 300 das Arbeiten bei einer Frequenz von zwischen etwa 175 Hz bis etwa 180 Hz zu ermöglichen. Beim Ausführungsbeispiel beträgt die Länge L_2 in etwa 95,25 mm (3,75 inches) und ermöglicht es der Brennstoffdüsenanordnung 300, bei einer Frequenz zwischen etwa 175 Hz bis etwa 180 Hz zu arbeiten. Alternativ kann der Körper 382 mit irgendeinem Winkel A_1 hergestellt sein und die Länge L_2 kann irgendeine Länge aufweisen, die es der Brennstoffdüsenanordnung 300 ermöglicht, wie hierin beschrieben zu arbeiten.

[0025] Fig. 5 ist eine schematische Querschnittsansicht des Vormischrohrs 308. Beim Ausführungsbeispiel weist das Vormischrohr 308 eine Mittelachse 302 auf und ist ausgeführt, um bei einer Eigenfrequenz zu arbeiten, die verschieden ist von der Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors 100. Insbesondere weist das Vormischrohr 308 beim Ausführungsbeispiel eine Länge L_1 von etwa 357 mm (14 inches) auf, wobei das Vormischrohr 308 bei einer Eigenfrequenz arbeitet, die verschieden ist von der Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors 100 (dargestellt in Fig. 1), das heisst 50 Hz oder Vielfache davon. Alternativ kann die Länge L_1 irgendeine Länge aufweisen, die es der Brennstoffdüsenanordnung 300 erlaubt, wie hierin beschrieben zu arbeiten.

[0026] Bei einem Ausführungsbeispiel enthält das Vormischrohr 308 einen konischen Abschnitt 390, der eine grössere Luftströmung durch die Brennstoffdüsenanordnung 300 ermöglicht, insbesondere durch die Dralldüsenanordnung 340 (in Fig. 3 dargestellt). Beim Ausführungsbeispiel ist der konische Abschnitt 390 mit einem Winkel A_2 von etwa 5° ausgebildet. Alternativ kann der konische Abschnitt 390 bei irgendeinem Winkel A_2 konvergieren, der es der Brennstoffdüsenanordnung 300 ermöglicht, wie hierin beschrieben zu arbeiten. Ausserdem weist das Vormischrohr 308 beim Ausführungsbeispiel eine äussere Wand 392 auf, die eine Dicke T von etwa 4,76 mm (0,19 inch) aufweist. Alternativ kann die äussere Wand 392 mit irgendeiner Dicke T ausgeführt sein, die es der Brennstoffdüsenanordnung ermöglicht, wie hierin beschrieben zu arbeiten.

[0027] Ausführungsbeispiele der Brennstoffdüsenanordnungen sind vorstehend im Detail beschrieben. Die oben beschriebenen Vorrichtungen werden dazu verwendet, um ein Gemisch von Brennstoff und Luft zu einer Brennkammer des Motors zu liefern und sind so ausgeführt, dass sie den Frequenzabstand im Motor abzustimmen, während ein robusteres und belastbareres Design unmittelbar stromaufwärts der Brennkammer bereitgestellt wird. Insbesondere vereinigen der Flansch und das Vormischrohr in jeder Brennstoffdüsenanordnung sowohl ein strukturelles Design als auch eine Eigenfrequenzeinstellung, um das Design zu optimieren, um den Frequenzabstand, die Tauglichkeit hinsichtlich der Kurzzeitfestigkeit sowie der Langzeitfestigkeit und aerodynamischen Einflüsse abzustimmen. Solche Brennstoffdüsenanordnungen erleichtern das Reduzieren von Belastungskonzentrationen, das Minimieren von Brüchen in die Brennstofflöcher und ermöglichen ein verbessertes Abstimmen von Eigenfrequenzen, um einen angemessenen Frequenzabstand zu Rotordrehzahlen und Verbrennungstönen mit minimierten aerodynamischen Beeinträchtigungen bereitzustellen.

[0028] Die Verwendung einer Elektronenstrahlschweißverbindung ermöglicht eine Verbesserung der strukturellen Stabilität der Brennstoffdüsenanordnung und verbessert die Belastbarkeit der Brennstoffdüsenanordnung. Ferner ermöglichen die Vorrichtungen und Verfahren die Steigerung der Standzeit der Brennstoffdüsenanordnung während des Motorbetriebs. Die Kontur des Flanschs und die Form des Vormischrohrs und die Dicke der Vormischrohrwand sind variabel wählbar, um das Einstellen und Verbessern des Eigenfrequenzbereichs, der Kurzzeitfestigkeit (LCF) und der Langzeitfestigkeit (HCF) zu ermöglichen, wobei das Design optimiert wird, um eine robuste und haltbare Komponente bereitzustellen und die Produktlebensdauer zu verlängern.

Es wird eine Brennstoffdüsenanordnung 200 für einen Gasturbinenmotor 100 bereitgestellt, der eine Brennkammer 104 aufweist. Die Brennstoffdüsenanordnung enthält einen Flansch 223, 306 mit einem ersten Ende, das dazu eingerichtet ist, mit einer Endabdeckung 304 der Brennkammer verbunden zu werden und mit einem entgegengesetzt zum ersten Ende vorgesehenen zweiten Ende, sowie ein Vormischrohr 308, das mit einem ersten Ende mit dem zweiten Ende des Flansch verbunden ist, wobei der Flansch und das Vormischrohr so ausgeführt sind, dass sie bei einer Eigenfrequenz arbeiten, die verschieden ist von der Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors.

Bezugszeichenliste

[0029]

- 100 Gasturbinenmotor
- 102 Kompressor
- 104 Brennkammer
- 105 Verbrennungsbereich
- 106 Brennstoffdüsenanordnung
- 108 Turbine
- 110 Rotor
- 200 Brennstoffdüsenanordnung
- 202 Brennstoffzufuhr
- 203 Teilanordnung
- 204 Luftzufuhrrohre
- 205 Innere Luftzerstäubungsrohre
- 206 Abdeckungs-Teilanordnung
- 208 Endabdeckungsplattenkörper
- 210 Brennkammergehäusebefestigungen
- 211 Vielzahl von Kanälen
- 212 Einsatz-Teilanordnung
- 214 Befestigungen
- 216 Radial äussere Rohre der Düse
- 217 Befestigungen

218	Vormisch-Brennstoffzufuhrleitungen
219	Diffusions-Brennstoffleitung
220	Diffusionsbrennstoffzufuhrleitung
221	Radial innere Rohre
222	Kappenbefestigungsflansch
223	Vielzahl von Übergangsrohren
224	Brennstoffdüsenkappe
225	Düsen-Teilanzordnung
300	Brennstoffdüsenanzordnung
302	Mittelachse
304	Endabdeckung
306	Flansch
308	Vormischrohr
310	Erste Verbindung
311	Brennraum
312	Radial äussere Oberfläche
314	Inneres Rohr
315	Zweite Verbindung
316	Vormisch-Brennstoffzufuhrleitung
318	Diffusionsbrennstoffleitung
320	Eingangsströmungsgleichrichter (IFC)
322	Radial äussere Wand
324	Vielzahl von Perforationen
326	Abschlusswand
328	Ringförmige IFC-Kammer
330	Übergangsteil
332	Übergangsteilkammer
334	IFC-Ausgangsleitung
340	Drallanzordnung oder Dralldüsenanzordnung
342	Rohrförmiger Mantel
344	Nabe
346	Verbindung
348	Dralldüseneingangskammer
350	Hohle Luftleitschaufeln
352	Dralldüsenausgangskammer
354	Brennstoff-Luft-Mischleitung

- 356 Rohrförmige Mantelverlängerung
- 358 Rohrförmige Nabenverlängerung
- 360 Diffusionsflammdüsenanordnung
- 362 Ringförmige Luftleitung
- 363 Geschlitztes Gaskopfstück
- 364 Vielzahl von Gasinjektoren
- 366 Luftinjektoren
- 380 Befestigungsabschnitt
- 382 Körper
- 390 Konischer Abschnitt
- 392 Äussere Wand

Patentansprüche

1. Brennstoffdüsenanordnung (200) für einen Gasturbinenmotor (100), der eine Brennkammer (104) aufweist, wobei die Brennstoffdüsenanordnung umfasst:
einen Flansch (223, 306) aufweisend ein erstes Ende, das dazu eingerichtet ist, mit einer Endabdeckung (304) der Brennkammer verbunden zu werden sowie ein zweites Ende, das entgegengesetzt zum ersten Ende vorgesehen ist; und ein Vormischrohr (308), das mit einem ersten Ende mit dem zweiten Ende des Flanschs verbunden ist, wobei der Flansch und das Vormischrohr so ausgeführt sind, dass sie bei einer Eigenfrequenz arbeiten, die verschieden ist von einer spezifischen Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors, für den die Brennstoffdüsenanordnung bestimmt ist.
2. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 1, bei der das Vormischrohr (308) über eine Elektronenstrahlschweissung mit dem zweiten Ende des Flanschs verbunden ist.
3. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 1, bei der der Flansch (222, 306) einen im Wesentlichen kegelförmigen Körper (382) aufweist, der einen Konvergenzwinkel aufweist, um das Einstellen der Eigenfrequenz des Flanschs zu ermöglichen.
4. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 1, bei der der Flansch (222, 306) mit einer vorbestimmten Länge (L_2) und das Vormischrohr (308) mit einer vorbestimmten Länge (L_1) ausgeführt sind, um eine Eigenfrequenz zu haben, die zwischen zwei ganzzahligen Vielfachen der spezifischen Betriebsfrequenz des Gasturbinenmotors (100) liegt, für den die Brennstoffdüsenanordnung bestimmt ist.
5. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 4, wobei der Flansch (222, 306) so ausgeführt ist, dass er bei einer Eigenfrequenz von etwa 175 Hz bis etwa 180 Hz arbeitet.
6. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 1, ferner aufweisend eine Endkappenanordnung, die mit einem zweiten Ende des Vormischrohres (308) verbunden ist.
7. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 6, bei der die Endkappenanordnung mit dem zweiten Ende des Vormischrohres (308) durch eine Elektronenstrahlschweissung verbunden ist.
8. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 6, bei der das zweite Ende des Vormischrohres (308) einen konischen Abschnitt aufweist, der dazu eingerichtet ist, die Strömung durch die Brennstoffdüsenanordnung zu ermöglichen.
9. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 6, ferner aufweisend:
eine Drallanordnung (340), die mit dem zweiten Ende des Vormischrohres (308) über eine Elektronenstrahlschweissung verbunden ist; und
ein Kopfstückrohr, das mit der Dralldüsenanordnung über eine Elektronenstrahlschweissung verbunden ist.
10. Brennstoffdüsenanordnung (200) nach Anspruch 9, ferner aufweisend eine Kopfstückanordnung, die mit einem stromabwärtsseitigen Ende des Kopfstückrohres über eine Elektronenstrahlschweissung verbunden ist.

FIG. 1

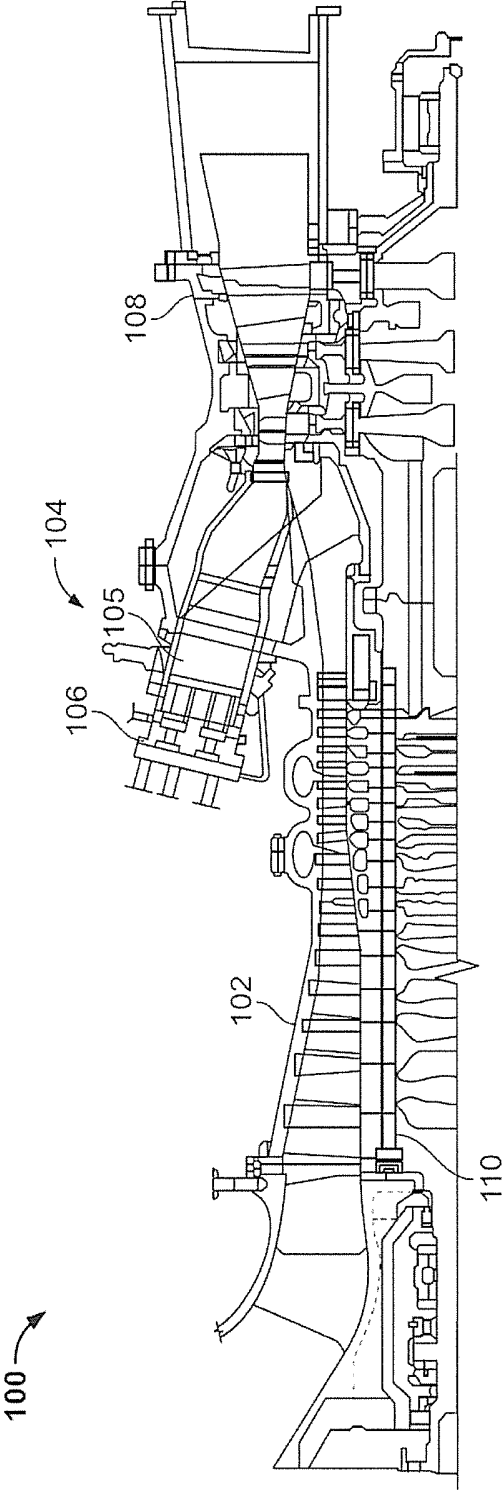


FIG. 2

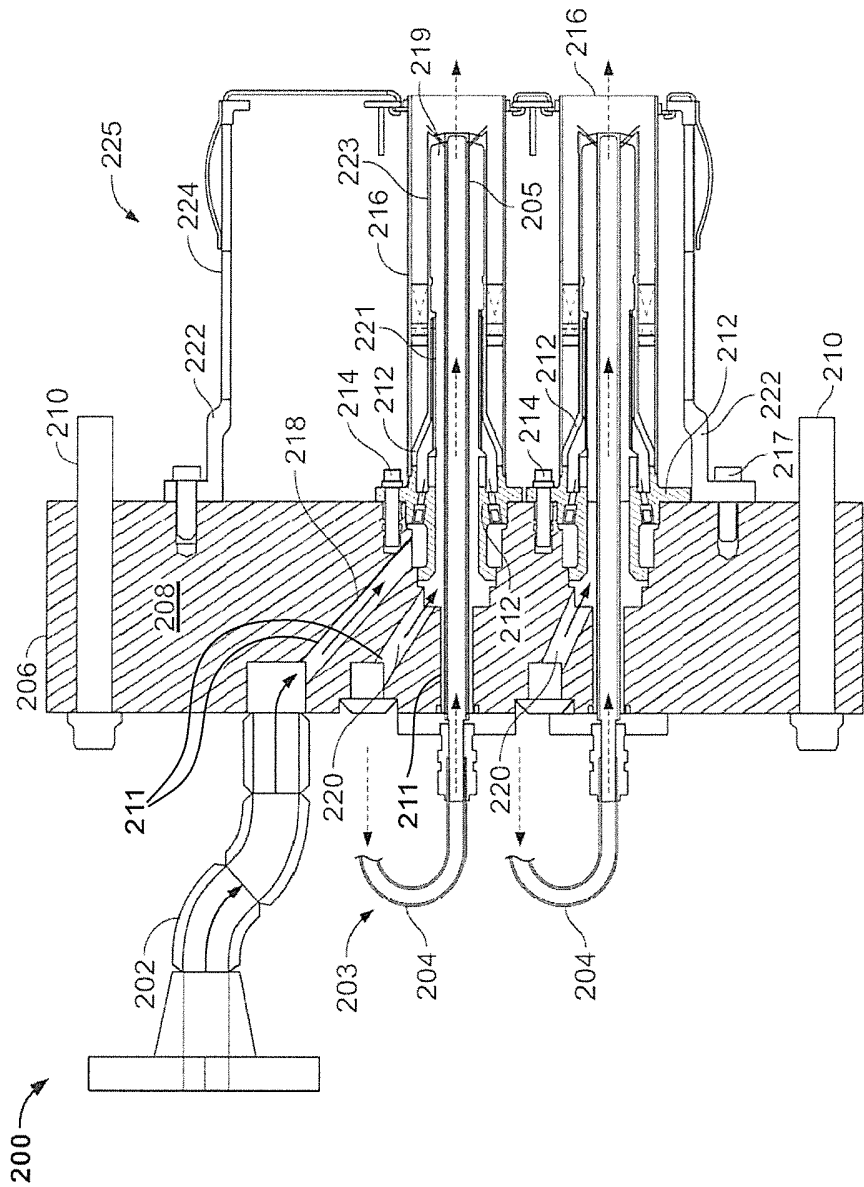


FIG. 3

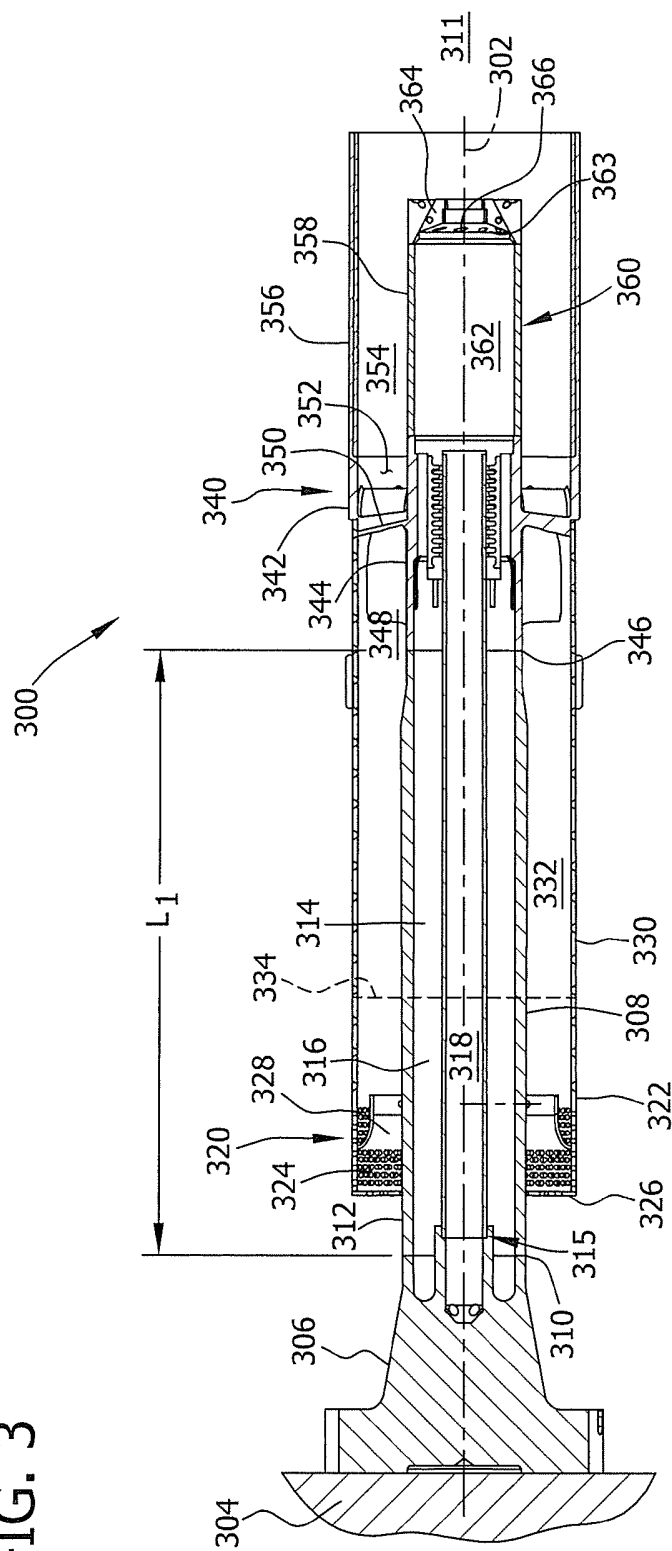


FIG. 4

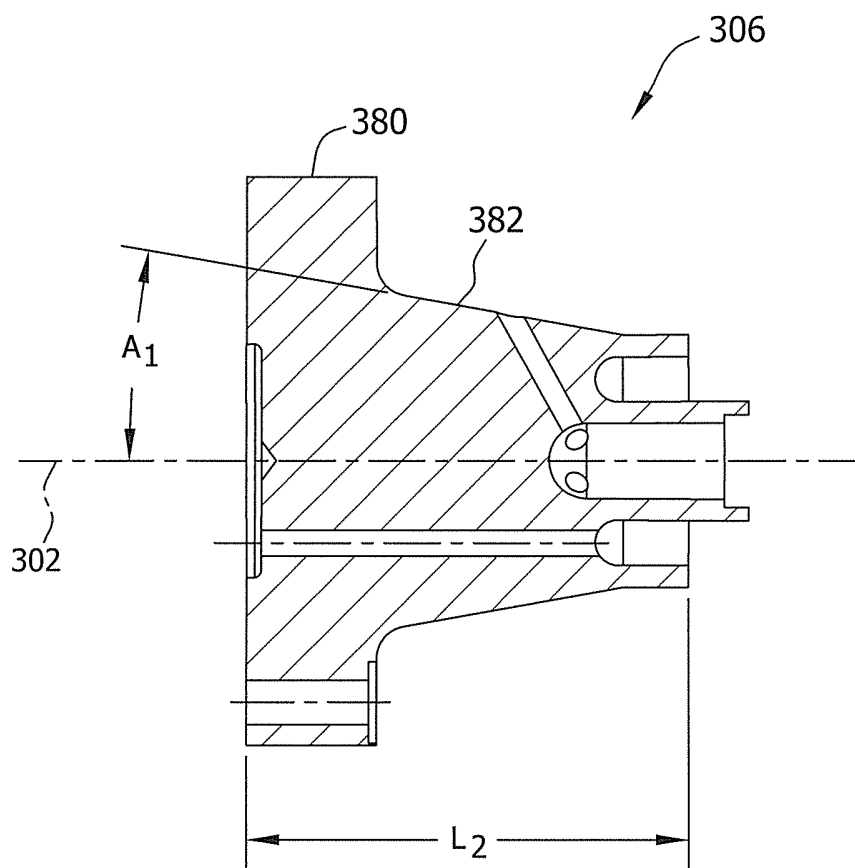


FIG. 5

