



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum

(11) CH 702 100 B1

(51) Int. Cl.: F23R 3/36 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

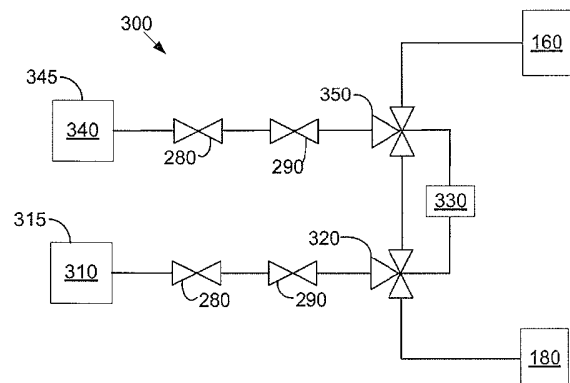
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer:	01739/10	(73) Inhaber:	General Electric Company, 1 River Road Schenectady, New York 12345 (US)
(22) Anmeldedatum:	21.10.2010	(72) Erfinder:	Abdul Rafey Khan, Greenville, South Carolina 29615 (US) Willy Steve Ziminsky, Greenville, South Carolina 29615 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	29.04.2011	(74) Vertreter:	R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4 8008 Zürich (CH)
(30) Priorität:	23.10.2009 US 12/604,435		
(24) Patent erteilt:	29.05.2015		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	29.05.2015		

(54) **Brennkammer mit einer ersten und einer zweiten Brennstoffquelle sowie Verfahren zum Betreiben der Brennkammer.**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammer. Die Brennkammer weist eine Anzahl von Düsen (160, 180), eine erste Brennstoffquelle (310) für einen niedrigreaktiven Brennstoff (315), eine zweite Brennstoffquelle (340) für einen hochreaktiven Brennstoff (345) und ein Primärventil (320) zum Variieren eines Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) und eines Stroms des hochreaktiven Brennstoffs (345), die den Düsen (160, 180) zuführbar sind, auf.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Gasturbinenanlagen und im Einzelnen auf brennstoffflexible Brennkammersysteme und Verfahren, die eine Reihe verschiedener Arten von Brennstoffen verarbeiten können.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Gegenwärtige Ausführungen von DLN(für Dry Low NO_x)-Gasturbinenanlagen mischen allgemein den Brennstoff- und den Luftstrom oberhalb einer Reaktions- oder Verbrennungszone vor. Eine solche Vormischung neigt zur Verringerung der Verbrennungstemperaturen und der unerwünschten Emissionen, wie z.B. von Stickoxiden (NO_x) und dergleichen. Derartige Emissionen sind Gegenstand sowohl bundesstaatlicher als auch einzelstaatlicher Vorschriften innerhalb der USA sowie ähnlicher Vorschriften in anderen Ländern.

[0003] Gegenwärtige DLN-Gasturbinen arbeiten allgemein mit Erdgas, wobei es wünschenswert wäre, eine Brennstoffflexibilität zu schaffen, so dass die Gasturbinenanlage auch mit hochreaktiven Brennstoffen, wie z.B. Synthesegas und dergleichen, arbeiten könnte. Die Verwendung von derartigen hochreaktiven Brennstoffen könnte in einer Vormischdüse jedoch zu einer Flammenhaltung und möglichen Düsen Schäden führen. Demnach ist die Verwendung von derartigen Brennstoffen mit hoher Reaktivität begrenzt.

[0004] Es besteht demnach der Wunsch nach Turbinenbrennkammersystemen und Verfahren zum Verarbeiten einer Reihe von Brennstoffen ausgehend von Brennstoffen niedriger Reaktivität, wie z.B. Erdgas, bis zur Verwendung von höher reaktiven Brennstoffen. Die Brennkammer sollte zur Verarbeitung derart hochreaktiver Brennstoffe ohne eine Begrenzung der Dauerhaftigkeit oder Effizienz in der Lage sein.

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammer, die eine Anzahl von Düsen, eine erste Brennstoffquelle für einen niedrigreaktiven Brennstoff, eine zweite Brennstoffquelle für einen hochreaktiven Brennstoff und ein Primärventil zum Verändern eines Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs und eines Stroms des hochreaktiven Brennstoffs, die den Düsen zuführbar sind, enthält.

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemässen Brennkammer mit einem niedrigreaktiven Brennstoff und einem hochreaktiven Brennstoff.

[0007] Das Verfahren enthält die Schritte, einen Strom des niedrigreaktiven Brennstoffs zu einer Sekundärdüse zu leiten, einen Strom des niedrigreaktiven Brennstoffs zu einer Anzahl von Primärdüsen zu leiten, den Strom des niedrigreaktiven Brennstoffs, der der Sekundärdüse und den Primärdüsen zugeführt wird, zu variieren, einen Strom des hochreaktiven Brennstoffs zu den Primärdüsen zu leiten und den Strom des niedrigreaktiven Brennstoffs und des hochreaktiven Brennstoffs, die zu den Primärdüsen geleitet werden, zu variieren.

[0008] Diese und weitere Merkmale und Verbesserungen der vorliegenden Erfindung werden für Fachleute bei der Durchsicht der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den verschiedenen Zeichnungen und den beigefügten Ansprüchen ersichtlich.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0009] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht einer Gasturbinenanlage.

[0010] Fig. 2 ist eine schematische Ansicht einer Brennkammer, wie sie hierin beschrieben ist.

[0011] Fig. 3 ist eine schematische Ansicht einer Brennkammer in einem Primärbetriebsmodus.

[0012] Fig. 4 ist eine schematische Ansicht der Brennkammer in einem Mager-Mager-Betriebsmodus.

[0013] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht der Brennkammer in einem Übergangsbetriebsmodus.

[0014] Fig. 6 ist eine Ansicht des Endes einer Sekundärdüse mit Brennstoffzapfen und Übergangskanälen.

[0015] Fig. 7 ist eine schematische Ansicht der Brennkammer in einem Vormischbetriebsmodus.

[0016] Fig. 8 ist eine schematische Ansicht eines Brennstoffinjektionssystems.

[0017] Fig. 9 ist eine schematische Ansicht eines flexiblen Brennstoffinjektionssystems, wie es hierin beschrieben ist.

[0018] Fig. 10 ist eine schematische Ansicht der Brennkammer in einem Mischbetriebsmodus.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0019] Unter Bezug auf die Zeichnungen, in denen sich gleiche Bezugszeichen auf die gleichen Elemente in den verschiedenen Ansichten beziehen: Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Gasturbinenanlage 10. Bekanntlich kann die Gasturbinenanlage 10 einen Verdichter 20 zum Verdichten einer eintretenden Luftströmung enthalten. Der Verdichter

20 führt den verdichteten Luftstrom einer Brennkammer 30 zu. Die Brennkammer 30 mischt den verdichteten Luftstrom mit einem verdichteten Brennstoffstrom und zündet das Gemisch. Während nur eine einzige Brennkammer gezeigt ist, könnte die Gasturbinenanlage 10 auch eine beliebige Anzahl von Brennkammern 30 enthalten. Die heissen Verbrennungsgase werden ihrerseits einer Turbine 40 zugeführt. Die heissen Verbrennungsgase treiben die Turbine 40 an, um mechanische Arbeit zu leisten. Die in der Turbine 40 geleistete mechanische Arbeit treibt den Verdichter 20 und eine äussere Last 50, wie z.B. einen elektrischen Generator und dergleichen, an.

[0020] Die Gasturbinenanlage 10 kann eine Hochleistungsturbinenanlage der F-Klasse, die von der General Electric Company in Schenectady, New York, angeboten wird, und dergleichen sein. Die Gasturbinenanlage 10 kann auch andere Konfigurationen aufweisen und andere Arten von Komponenten verwenden. Es können hierin auch andere Arten von Gasturbinen 10 verwendet werden. Es können auch mehrere Gasturbinenanlagen 10, andere Arten von Turbinen oder andere Arten von Energieerzeugungseinrichtungen verwendet werden.

[0021] Fig. 2 zeigt ein Beispiel einer Brennkammer 100, wie sie hierin beschrieben ist. Die Brennkammer 100 kann eine von der General Electric Company in Schenectady, New York, angebotene Brennkammer DLN-1 und dergleichen sein. Es könnten hierin aber auch andere Arten von Brennkammern 100 verwendet werden.

[0022] Die Brennkammer 100 kann eine primäre oder stromaufwärtige Verbrennungszone 110 und eine sekundäre oder stromabwärtige Verbrennungszone 120 enthalten. Die Verbrennungszonen 110, 120 können durch einen Venturirohrabschnitt 130 getrennt sein. Der Venturirohrabschnitt 130 erhöht die Geschwindigkeit der Verbrennungsgase, während der Druck darin allgemein nach dem Prinzip von Bernoulli verringert wird. Die Verbrennungszonen 110, 120 können von einem Flammrohr 140 umgeben sein. Die Brennkammer 100 kann weiterhin eine Strömungshülse 150 enthalten. Die Strömungshülse 150 kann mit einer Endabdeckung 170 verschraubt sein. Die Strömungshülse 150 leitet den Luftstrom aus dem Verdichter 20. Es könnten hierin aber auch andere Brennkammerausführungen und -konfigurationen verwendet werden.

[0023] Eine Anzahl von Primärdüsen 160 kann der Verbrennungszone 110 Brennstoff zuführen. Jede der Primärdüsen 160 kann in die Primärverbrennungszone 110 hinein vorstehen und um die Endabdeckung 170 herum angebracht sein. Die Primärdüsen 160 können in einer Reihe um eine zentrale Sekundärdüse 180 herum angeordnet sein. Die Sekundärdüse 180 kann sich von der Endabdeckung 170 aus erstrecken, um den Brennstoff in die Sekundärverbrennungszone 120 einzuleiten. Die Sekundärdüse 180 kann in einem Zentralkörper 190 angeordnet sein. Den Primärdüsen 160 und der Sekundärdüse 180 kann durch Brennstoffleitungen Brennstoff zugeführt werden, wie es unten im Einzelnen beschrieben ist.

[0024] Die Brennkammer 100 arbeitet allgemein in vier verschiedenen Brennstoffzufuhrmodi. Fig. 3 zeigt einen primären Betriebsmodus 200. In dem primären Modus 200 wird nur den Primärdüsen 160 Brennstoff zugeführt. Demnach befindet sich die Flamme der Verbrennung nur in der primären Verbrennungszone 110. Der Primärmodus 200 wird zum Zünden, Beschleunigen und zum Betrieb mit niedrigen bis mittleren Leistungen und bis zu einer vorgewählten Verbrennungsbezugstemperatur verwendet. Im Einzelnen wird der Primärmodus 200 allgemein von der Zündung bis zu etwa 20% der vollen Leistung oder ähnlich verwendet.

[0025] Fig. 4 zeigt einen Mager-Mager-Betriebsmodus 210. In dem Mager-Mager-Modus 210 wird sowohl den Primärdüsen 160 als auch der Sekundärdüse 180 Brennstoff zugeführt. Die Flamme der Verbrennung befindet sich demnach sowohl in der Primärverbrennungszone 110 als auch in der Sekundärverbrennungszone 120. Dieser Betriebsmodus wird allgemein für mittlere Leistungen von etwa 20% bis etwa 50% und zwischen zwei im Voraus gewählten Verbrennungsbezugstemperaturen verwendet. Etwa 70% des Brennstoffs werden den Primärdüsen 160 zugeführt, während die restlichen 30% zu der Sekundärdüse 180 geleitet werden.

[0026] Fig. 5 zeigt einen Übergangsbetriebsmodus 220. In dem Übergangsmodus 220 wird nur der Sekundärdüse 180 Brennstoff zugeführt. Demnach befindet sich die Flamme der Verbrennung nur in der Sekundärverbrennungszone 120. Dieser Modus ist ein Übergang zwischen dem Mager-Mager-Modus 210 und dem unten beschriebenen Vormischmodus. Der Übergangsmodus 220 ist erforderlich, um die Flamme in der Primärverbrennungszone 110 abzugrenzen, bevor wieder Brennstoff in den Bereich eingeleitet wird, der zu einer Primärvormischzone wird.

[0027] Während nur der Sekundärdüse 180 Brennstoff zugeführt wird, kann die Sekundärdüse 180 mehrere Brennstoffkanäle aufweisen. Wie in Fig. 6 gezeigt kann die Sekundärdüse 180 eine Anzahl von Brennstoffzapfen 222 für einen Sekundärdüsen-Standardvormischbetrieb aufweisen. Die Sekundärdüse 180 kann auch eine Anzahl von Übergangskanälen 224 aufweisen, die um das Ende der Düse 180 herum angeordnet sind. Die Übergangskanäle 224 führen zur Diffusion in dem Übergangsmodus 220 einen zweiten Brennstoffstrom von den Primärdüsen 160 dem Ende der Sekundärdüse 180 zu. Die Übergangskanäle 224 sind an dem Ende der Sekundärdüse 180 so angeordnet, dass eine Flammenhaltung vermieden werden sollte.

[0028] Fig. 7 zeigt einen Vormischbetriebsmodus 230. In den Vormischmodus 230 wird sowohl den Primärdüsen 160 als auch der Sekundärdüse 180 Brennstoff zugeführt. Die Flamme der Verbrennung befindet sich nur in der Sekundärverbrennungszone, während in der Primärzone 110 der Brennstoff- und der Luftstrom vorgemischt werden. Der Vormischmodus 230 wird an und nah bei dem Bemessungspunkt der Verbrennungsbezugstemperatur erreicht. Beim Betrieb in dem Vormischmodus 230 werden optimale Emissionen erzeugt. Etwa 80% des Brennstoffs werden den Primärdüsen 160 zugeführt, während die restlichen 20% der Sekundärdüse 180 zugeführt werden.

[0029] Zusätzlich zu den normalen Betriebszuständen können verschiedene Abfolgen erforderlich sein, wenn eine primäre Wieder- bzw. Neuzündung (PRI für primary reignition) herbeigeführt wird, d.h., wenn sich die Flamme der Verbrennung während des Vormischmodus 230 in der Primärverbrennungszone 110 befindet. In einer derartigen Situation kann der Brennstoffstrom aus den Primärdüsen 160 verringert werden, bis der Übergangsmodus 220 wiederhergestellt worden ist, bei dem der Brennstoff nur der Sekundärdüse 180 zugeführt wird. Die Brennkammer 100 kann danach in den Vormischmodus 230 zurückkehren, sobald die Flamme der Verbrennung in der Primärverbrennungszone 110 gelöscht worden ist.

[0030] Fig. 8 zeigt ein Brennstoffinjektionssystem 240, das mit der Brennkammer 100 verwendet werden kann. Das Brennstoffinjektionssystem 240 enthält allgemein eine Brennstoffquelle mit einem Brennstoff 255 darin. Der Brennstoff 255 kann allgemein Erdgas sein, wobei auch andere Arten von Brennstoffen verwendet werden könnten. Die Brennstoffquelle 250 kann über ein Verteilerventil 260 mit den Primärdüsen 160 und der Sekundärdüse 180 in Verbindung stehen. Das Verteilerventil 260 bestimmt den prozentualen Anteil des Brennstoffs 255, der zu den Primärdüsen 160 oder zu der Sekundärdüse 180 strömt. Das Verteilerventil 260 kann mit einer Steuerung 270 in Verbindung stehen. Die Steuerung kann ein konventioneller Mikroprozessor und dergleichen sein. Die Steuerung 270 kann verschiedene Algorithmen anwenden, um den prozentualen Anteil des Brennstoffs 255, der den Düsen 160, 180 zuzuführen ist, sowie anderer Fluide in Abhängigkeit von einer Gesamtleistung der Turbine und anderen Faktoren zu bestimmen. Ein Drehzahlverhältnisventil 280 und ein Gassteuerventil 290 können ebenfalls verwendet werden.

[0031] Fig. 9 zeigt ein flexibles Brennstoffinjektionssystem 300, wie es hierin beschrieben ist. Das flexible Brennstoffinjektionssystem 300 weist eine erste Brennstoffquelle 310 mit einem ersten Brennstoff 315 darin auf. Der erste Brennstoff 315 kann ein Brennstoff von niedriger Reaktivität, wie zum Beispiel Erdgas und dergleichen, sein. Die erste Brennstoffquelle 310 befindet sich auch in Verbindung mit den Primärdüsen 160 und der Sekundärdüse 180. Ein erstes Brennstoffverteilerventil 320 kann auch mit einer Steuerung 330 in Verbindung stehen, um die Ströme wie oben beschrieben zu leiten.

[0032] Das flexible Brennstoffinjektionssystem 300 kann weiterhin eine zweite Brennstoffquelle 340 mit einem zweiten Brennstoff 345 darin enthalten. Der zweite Brennstoff 345 kann ein Brennstoff von hoher Reaktivität sein. Beispiele für derartige hochreaktive Brennstoffe 345 enthalten Synthesegas, Wasserstoff und schwerere Kohlenwasserstoffe, wie z.B. Ethan, Butan, Propan, Pentan, sowie Kohlenmonoxid oder Mischungen von diesen. Es könnten hierin auch andere Arten von hochreaktiven Brennstoffen 345 verwendet werden. Die zweite Brennstoffquelle 340 kann über ein zweites Brennstoffverteilerventil 350 mit den Primärdüsen 160 in Verbindung stehen. Das zweite Brennstoffverteilerventil 350 kann auch mit der Steuerung 330 in Verbindung stehen. Die Übergangskanäle 224 der Sekundärdüse 180 – wie in Fig. 6 gezeigt – sind in Fig. 9 aus Gründen der Klarheit und Vereinfachung in die Primärdüsen 160 einbezogen.

[0033] Die Steuerung 330 variiert demnach den Strom des niedrigreaktiven ersten Brennstoffs 315 aus der ersten Brennstoffquelle 310, der entweder den Primärdüsen 160 oder der Sekundärdüse 180 zuzuführen ist, über das erste Brennstoffverteilerventil 320, wie es oben beschrieben ist. Die Steuerung 330 variiert ebenfalls den Strom des niedrigreaktiven ersten Brennstoffs 315 aus der ersten Brennstoffquelle 310 und den Strom des hochreaktiven zweiten Brennstoffs 345 aus der zweiten Brennstoffquelle 340 zu den Primärdüsen 160. Weil die Sekundärdüse 180 allgemein nur in einem Vormischmodus arbeitet, kann der hochreaktive zweite Brennstoff 345 für eine Verwendung mit der Sekundärdüse anders als über die Übergangskanäle 224 ungeeignet sein.

[0034] Bei der Benutzung können Erdgas, andere Arten von konventionellen Brennstoffen, Erdgas mit zulässigen Zusätzen reaktiver Gase oder andere Arten des niedrigreaktiven ersten Brennstoffs 315 von der ersten Brennstoffquelle 310 zu der Sekundärdüse 180 geleitet werden. Der niedrigreaktive erste Brennstoff 315 und dergleichen weisen allgemein gute Flammenhaltungsgrenzen auf. Der erste Brennstoffverteiler 320 teilt den Strom des ersten Brennstoffs 310 zwischen den Primärdüsen 160 und der Sekundärdüse 180 auf, wie es oben beschrieben ist. Die Primärdüsen 160 können jedoch auch in einem Diffusionsmodus arbeiten. Demnach entsprechend zeigt Fig. 10 einen Mischbetriebsmodus 360. Die zweite Brennstoffquelle 340 führt demnach den Primärdüsen 160 den hochreaktiven zweiten Brennstoff 345 zu. Der zweite Brennstoffverteiler 350 teilt den Strom des ersten Brennstoffs 315 und des zweiten Brennstoffs 345 zu, der zu den Primärdüsen 160 geleitet werden.

[0035] In den Primärbetriebsmodus 200 kann die Sekundärdüse 180 den niedrigreaktiven ersten Brennstoff 315 verbrennen, während die Primärdüsen 160 ein Gemisch aus dem niedrigreaktiven ersten Brennstoff 315 und dem hochreaktiven zweiten Brennstoff 345 verbrennen. In dem Mager-Mager-Betriebsmodus 210 kann die Menge des hochreaktiven zweiten Brennstoffs 345 zu dem Übergangsmodus 220 hin reduziert sein. In dem Übergangsmodus 220 verbrennen die Brennstoffzapfen 222 der Sekundärdüse 180 nur den niedrigreaktiven ersten Brennstoff 315, während der hochreaktive zweite Brennstoff 345 zu den Übergangskanälen 224 umgeleitet werden kann. Die Beimischung des hochreaktiven zweiten Brennstoffs 345 kann wiederum in dem Vormischbetriebsmodus 230 beginnen und sich für einen stabilen effizienten Betrieb in dem Mischmodus 360 fortsetzen. Es kann erforderlich sein, die Verbrennung des hochreaktiven zweiten Brennstoffs 345 während des Herbeiführens der primären Neuzündung zu unterbrechen.

[0036] Weil die Primärdüsen 160 etwa 80% oder mehr des gesamten Brennstoffvolumens verbrennen, kann der Verbrauch des hochreaktiven zweiten Brennstoffs 345 ohne negative Auswirkungen auf die Anlagenkomponenten steigen. Das flexible Brennstoffinjektionssystem 300 schafft demnach eine Brennstoffflexibilität für eine Reihe von Betriebszuständen.

Bezugszeichenliste

[0037]

- 10 Gasturbinenanlage
- 20 Verdichter
- 30 Brennkammer
- 40 Turbine
- 50 Last
- 100 Brennkammer
- 110 Primärverbrennungszone
- 120 Sekundärverbrennungszone
- 130 Venturirohrabschnitt
- 140 Flammrohr
- 150 Strömungshülse
- 160 Primärdüse
- 170 Endabdeckung
- 180 Sekundärdüse
- 190 Zentralkörper
- 200 Primärmodus
- 210 Mager-Mager-Modus
- 220 Übergangsmodus
- 222 Brennstoffzapfen
- 224 Übergangskanal
- 230 Vormischmodus
- 240 Brennstoffinjektionssystem
- 250 Brennstoffquelle
- 255 Brennstoff
- 260 Verteilerventil
- 270 Steuerung
- 280 Drehzahlverhältnisventil
- 290 Gassteuerventil
- 300 Flexibles Brennstoffinjektionssystem
- 310 Erste Brennstoffquelle
- 315 Erster Brennstoff
- 320 Erstes Brennstoffverteilerventil
- 330 Steuerung
- 340 Zweite Brennstoffquelle

345 Zweiter Brennstoff

350 Zweites Brennstoffverteilerventil

360 Mischmodus

Patentansprüche

1. Brennkammer (100),
die aufweist:
eine Anzahl von Düsen (160, 180);
eine erste Brennstoffquelle (310) für einen niedrigreaktiven Brennstoff (315);
eine zweite Brennstoffquelle (340) für einen hochreaktiven Brennstoff (345); und
ein Primärventil (320) zum Variieren eines Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) und eines Stroms des hochreaktiven Brennstoffs (345), die den mehreren Düsen (160, 180) zuführbar sind.
2. Brennkammer (100) nach Anspruch 1, bei der die mehreren Düsen (160, 180) eine Anzahl von Primärdüsen (160) umfassen.
3. Brennkammer (100) nach Anspruch 2, bei der die mehreren Düsen (160, 180) eine Sekundärdüse (180) umfassen, wobei die Sekundärdüse (180) mit der ersten Brennstoffquelle (310) in Verbindung steht.
4. Brennkammer (100) nach Anspruch 3, die weiterhin ein Sekundärventil (350) zum Variieren des Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) aufweist, der den mehreren Primärdüsen (160) und der Sekundärdüse (180) zuführbar ist.
5. Brennkammer (100) nach Anspruch 4, die weiterhin eine Steuerung (330) in Verbindung mit dem Primärventil (320) und dem Sekundärventil (350) aufweist.
6. Verfahren zum Betreiben einer Brennkammer (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, mit einem niedrigreaktiven Brennstoff (315) und einem hochreaktiven Brennstoff (345), das enthält:
Leiten eines Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) zu einer Sekundärdüse (180);
Leiten eines Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) zu einer Anzahl von Primärdüsen (160);
Variieren des Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315), der zu der Sekundärdüse (180) und den Primärdüsen (160) geleitet wird;
Leiten eines Stroms des hochreaktiven Brennstoffs (345) zu den Primärdüsen (160); und
Variieren des Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) und des hochreaktiven Brennstoffs (345), die zu der Anzahl von Primärdüsen (160) geleitet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem ein Teil des Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) der Sekundärdüse (180) zugeführt wird und eine Mischung des Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) und des hochreaktiven Brennstoffs (345) den mehreren Primärdüsen (160) in einem Primärmodus (200) zugeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem der Primärmodus (200) eine Verbrennung in einer Primärverbrennungszone (110) umfasst.
9. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem in einem Mager-Mager-Modus (210) in der Mischung des Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) und des hochreaktiven Brennstoffs (345), die den Primärdüsen (160) zugeführt werden, die Menge des hochreaktiven Brennstoffs (345) relativ zum Primärmodus (200) verringert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Mager-Mager-Modus (210) eine Verbrennung in einer Primärverbrennungszone (110) und in einer Sekundärverbrennungszone (120) umfasst.
11. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem in einem Übergangsmodus (220) der Strom des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) nur der Sekundärdüse (180) zugeführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem der Übergangsmodus eine Verbrennung in einer Sekundärverbrennungszone (120) umfasst.
13. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem in einem Vormischmodus (230) und einem Mischmodus (360) ein Teil des Stroms des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) der Sekundärdüse (180) zugeführt wird und eine Mischung des niedrigreaktiven Brennstoffs (315) und des hochreaktiven Brennstoffs (345) den Primärdüsen (160) zugeführt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem der niedrigreaktive Brennstoff (315) Erdgas enthält.
15. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem der hochreaktive Brennstoff (345) Synthesegas oder Wasserstoff enthält.

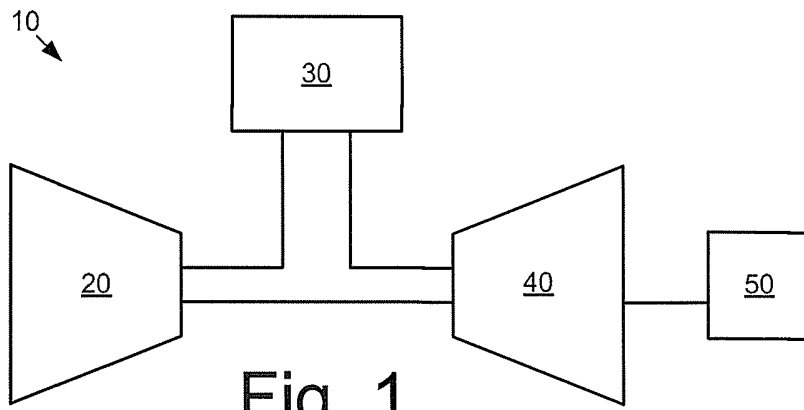


Fig. 1

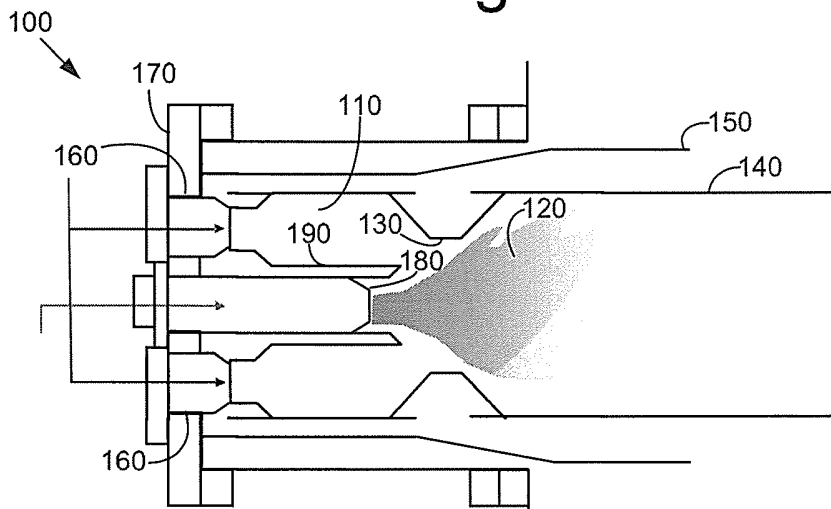


Fig. 2

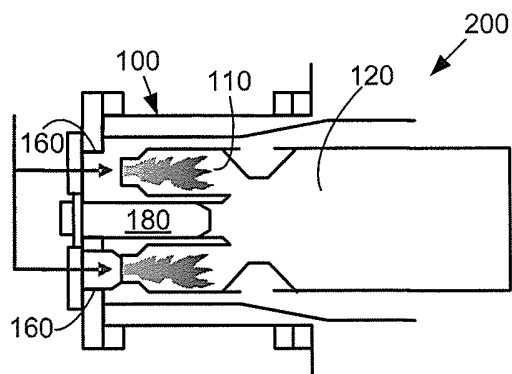


Fig. 3

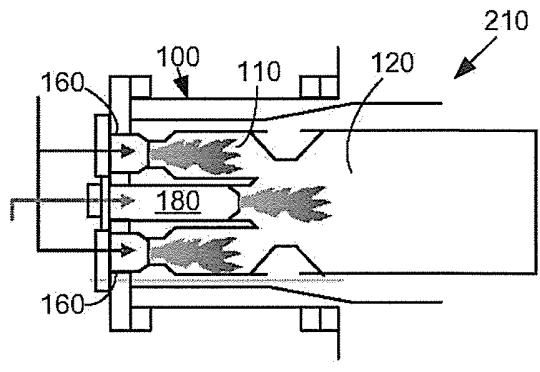


Fig. 4

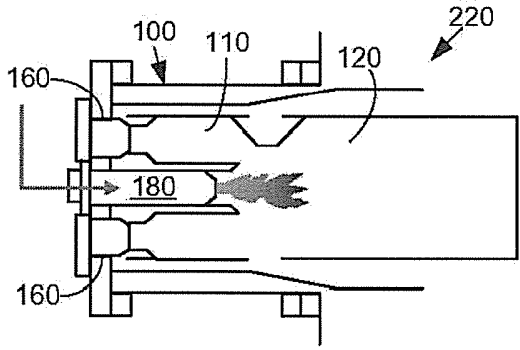


Fig. 5

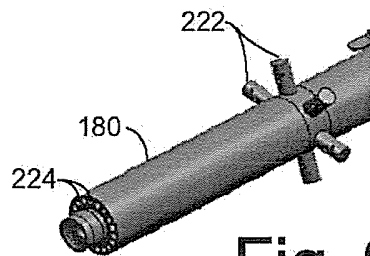


Fig. 6

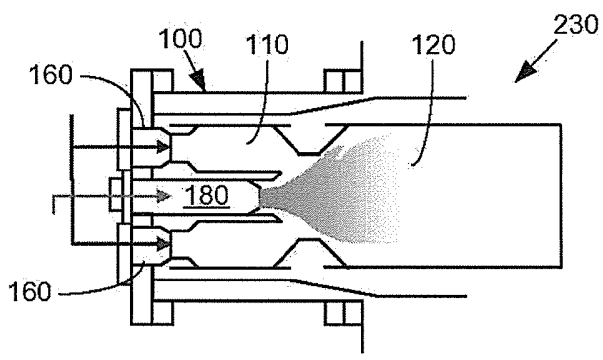


Fig. 7

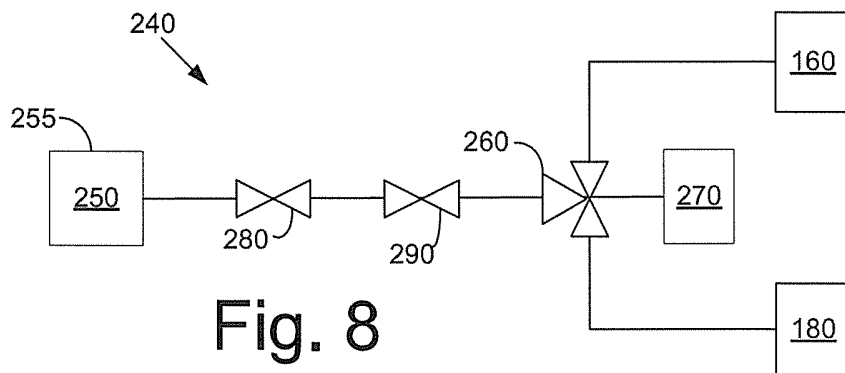


Fig. 8

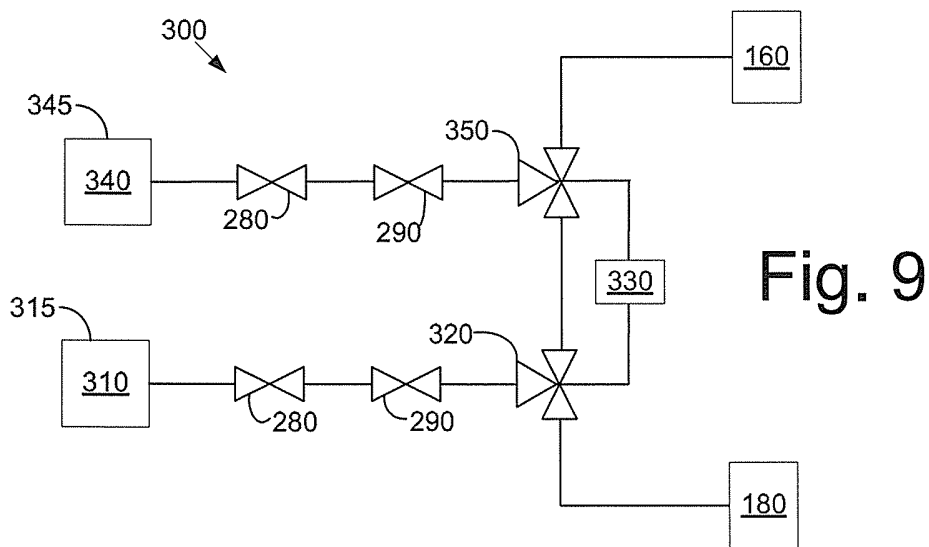


Fig. 9

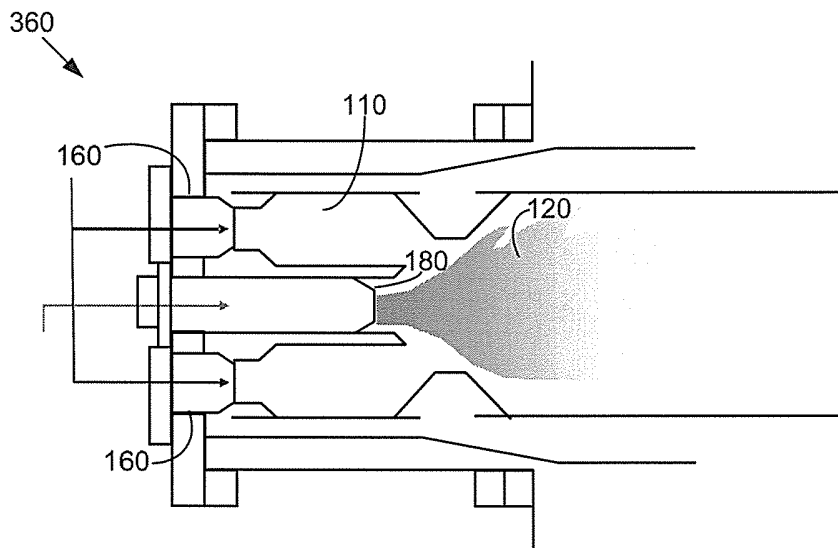


Fig. 10