(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 698 470 B1

(51) Int. Cl.: F23D 11/38 (2006.01)
F23R 3/34 (2006.01)

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

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00184/09

(22) Anmeldedatum: 09.02.2009

(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.08.2009

(30) Priorität: 12.02.2008 US 12/069,870

(24) Patent erteilt: 30.05.2014

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.05.2014

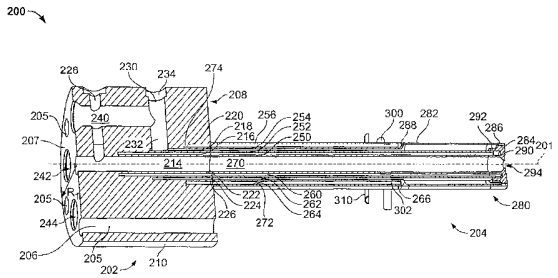
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
12345 Schenectady, New York (US)

(72) Erfinder:
William Kirk Hessler, 29650 Greer, South Carolina (US)

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

(54) Sekundär-Brennstoffdüse sowie Brennkammer für einen Gasturbinenmotor.

(57) Eine Sekundär-Brennstoffdüse (200) umfasst einen Düsenabschnitt (204), mindestens einen Zapfen (300), der sich vom Düsenabschnitt radial nach aussen erstreckt, wobei der mindestens eine Zapfen mindestens eine Öffnung definiert, die konfiguriert ist, um einen Brennstoffstrom im Wesentlichen in eine Stromaufwärts-Richtung zu leiten, und eine Scheibe (310), die vor dem mindestens einen Zapfen um den Düsenabschnitt herum angeordnet ist, wobei die Scheibe mit der mindestens einen Öffnung in Strömungsverbindung steht und konfiguriert ist, um zur Erleichterung der Brennstoffzerstäubung mit dem Brennstoffstrom zusammenzustossen.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft allgemein Verbrennungssysteme zur Verwendung mit Gasturbinenmotoren und insbesondere Brennstoffdüsen, die mit Gasturbinenmotoren verwendet werden.

[0002] Konventionelle Gasturbinenmotoren umfassen Sekundär-Brennstoffdüsen, die Brennstoff in einen Strom von Verbrennungsgasen leiten, der in eine Stromabwärts-Richtung entlang der Sekundär-Brennstoffdüse geleitet wird. Einige Sekundär-Brennstoffdüsen weisen Brennstoff-Zapfen auf, die sich in den Verbrennungsgasstrom hineinerstrecken, um die Einleitung des Brennstoffs in den Verbrennungsgasstrom zu erleichtern. In diesen konventionellen Sekundär-Brennstoffdüsen formen die Brennstoff-Zapfen Öffnungen, die in der Stromabwärts-Richtung orientiert sind, um die Mischung des Brennstoffs mit dem Verbrennungsgasstrom zu erleichtern, wenn die Verbrennungsgase an den Brennstoff-Zapfen vorbeilaufen. Wenn der Brennstoff in den Verbrennungsgasstrom geleitet wird, wird der Brennstoff von den Verbrennungsgasen mitgenommen. In einigen konventionellen Gasturbinenmotoren wird der Brennstoff aber nicht überall in den Verbrennungsgasen verteilt, sondern strömt vielmehr als getrennter Strom in den Verbrennungsgasen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0003] Die Erfindung stellt eine Sekundär-Brennstoffdüse gemäss Anspruch 1 bereit. Die Sekundär-Brennstoffdüse umfasst einen Düsenabschnitt und mindestens einen Zapfen, der sich vom Düsenabschnitt radial nach aussen erstreckt. Der mindestens eine Zapfen definiert mindestens eine Öffnung, die konfiguriert ist, um einen Brennstoffstrom im Wesentlichen in eine Stromaufwärts-Richtung zu leiten. Eine Scheibe ist vor dem mindestens einen Zapfen um den Düsenabschnitt herum angeordnet. Die Scheibe ist mit der mindestens einen Öffnung in Verbindung stehend angeordnet und konfiguriert, um zur Erleichterung der Brennstoffzerstäubung mit dem Brennstoffstrom zusammenzustossen.

[0004] Ausserdem stellt die Erfindung eine Brennkammer zur Verwendung mit einem Gasturbinenmotor gemäss Anspruch 9 bereit. Die Brennkammer umfasst eine Brennkammerauskleidung, die eine Primär-Verbrennungszone und eine Sekundär-Verbrennungszone definiert. Die Brennkammerauskleidung ist konfiguriert, um einen Strom von Verbrennungsgasen im Wesentlichen in eine Stromabwärts-Richtung zu leiten. Eine Primär-Brennstoffdüse erstreckt sich in die Primär-Verbrennungszone hinein und eine Sekundär-Brennstoffdüse erstreckt sich durch die Primär-Verbrennungszone und in die Sekundär-Verbrennungszone hinein. Die Sekundär-Brennstoffdüse gemäss Anspruch 1 umfasst einen Düsenabschnitt und mindestens einen Zapfen, der sich vom Düsenabschnitt radial nach aussen erstreckt. Der mindestens eine Zapfen definiert mindestens eine Öffnung, die konfiguriert ist, um einen Brennstoffstrom im Wesentlichen in eine Stromaufwärts-Richtung zu leiten, die der Stromabwärts-Richtung entgegengesetzt ist. Eine Scheibe ist vor dem mindestens einen Zapfen um den Düsenabschnitt herum angeordnet und ist konfiguriert, um zur Erleichterung der Brennstoffzerstäubung mit dem Brennstoffstrom zusammenzustossen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0005]

Fig. 1 ist eine partielle Querschnittsansicht eines Gasturbinenmotors mit einem beispielhaften Gasturbinen-Verbrennungssystems.

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Brennstoffdüse, die in dem in Fig. 1 gezeigten Gasturbinen-Verbrennungssystem verwendet werden kann.

Fig. 3 ist eine Teilansicht der in Fig. 2 gezeigten beispielhaften Brennstoffdüse.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0006] Fig. 1 ist eine partielle Querschnittsansicht eines beispielhaften Gasturbinenmotors 100 mit einer Sekundär-Brennstoffdüse 200. Der Gasturbinenmotor 100 umfasst einen Verdichter (nicht gezeigt), eine Brennkammer 102 und eine Turbine 104. Nur eine Düse 106 der ersten Stufe der Turbine 104 wird in Fig. 1 gezeigt. In der beispielhaften Ausführungsform ist die Turbine durch Schaufeln (nicht gezeigt), die über eine einzige gemeinsame Welle (nicht gezeigt) miteinander verbunden sind, drehbar mit dem Verdichter gekoppelt. Der Verdichter setzt die Zuluft 108 unter Druck, bevor sie in die Brennkammer 102 eingeleitet wird, wobei er die Brennkammer 102 kühlt und Luft für den Verbrennungsprozess zuführt. Das heisst, Luft 108, die zur Brennkammer 102 kanalisiert wird, strömt in eine Richtung, der dem Luftstrom durch den Gasturbinenmotor 100 allgemein entgegengesetzt ist. In der beispielhaften Ausführungsform umfasst der Gasturbinenmotor 100 eine Vielzahl von Brennkammern 102, die um den Umfang eines Motorgehäuses (nicht gezeigt) herum beabstandet sind. In einer Ausführungsform sind die Brennkammern 102 Rohrringbrennkammern.

[0007] In der beispielhaften Ausführungsform weist der Gasturbinenmotor 100 mit Gasturbinen-Verbrennungssystem einen Übergangskanal 110 auf, der zwischen einem Auslassende 112 jeder Brennkammer 102 und einem Einlassende 114 der Turbine 104 verläuft, um Verbrennungsgase 116 in die Turbine 104 hineinzukanalisieren. Ferner weist in der beispielhaften Ausführungsform jede Brennkammer 102 ein im Wesentlichen zylindrisches Brennkammergehäuse 118 auf.

Das Brennkammergehäuse 118 ist durch Bolzen (nicht gezeigt), mechanische Befestigungsmittel (nicht gezeigt), Schweissen und/oder jedes andere geeignete Kopplungsmittel, das dem Gasturbinenmotor 100 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren, mit dem Motorgehäuse verbunden. In der beispielhaften Ausführungsform ist ein vorderes Ende 120 des Brennkammergehäuses 118 mit einer Endabdeckung 122 gekoppelt. Die Endabdeckung 122 umfasst Versorgungsrohre, Verteiler, Ventile, um gasförmigen Brennstoff, flüssigen Brennstoff, Luft und/oder Wasser zur Brennkammer zu kanalisieren, und/oder andere Komponenten, die dem Gasturbinenmotor 100 erlauben, wie hierin beschrieben zu funktionieren.

[0008] In der beispielhaften Ausführungsform ist eine im Wesentlichen zylindrische Strömungshülse 124 innerhalb des Brennkammergehäuses 118 derart gekoppelt, dass die Strömungshülse 124 im Wesentlichen konzentrisch mit dem Brennkammergehäuse 118 ausgerichtet ist. Eine Brennkammerauskleidung 126 ist im Wesentlichen konzentrisch im Inneren der Strömungshülse 124 gekoppelt. Das heisst, die Brennkammerauskleidung 126 ist an einem hinteren Ende 128 mit dem Übergangskanal 110 gekoppelt, und an einem vorderen Ende 130 mit einer Brennkammerauskleidungskappe 132. Die Strömungshülse 124 ist an einem hinteren Ende 134 mit einer Aussenwand 136 der Brennkammerauskleidung 126 gekoppelt und ist an einem vorderen Ende 138 mit dem Brennkammergehäuse 118 gekoppelt. Alternativ dazu kann die Strömungshülse 124 durch jedes geeignete Kopplungsstück, das dem Gasturbinenmotor 100 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren, mit dem Gehäuse 118 und/oder der Brennkammerauskleidung 126 gekoppelt sein. In der beispielhaften Ausführungsform ist zwischen der Brennkammerauskleidung 126 und der Strömungshülse 124 ein Luftkanal 140 definiert. Die Strömungshülse 124 weist eine Vielzahl von Öffnungen 142 auf, die darin definiert sind, um der verdichteten Luft 108 aus dem Verdichter den Eintritt in den Luftkanal 140 zu erlauben. In der beispielhaften Ausführungsform strömt Luft 108 in eine Richtung, die einer Richtung des Kernstroms (nicht gezeigt) entgegengesetzt ist, aus dem Verdichter zur Endabdeckung 122.

[0009] Die Brennkammerauskleidung 126 definiert eine Primär-Verbrennungszone 144, eine Venturihalsregion 146 und eine Sekundär-Verbrennungszone 148. Das heisst, die Primär-Verbrennungszone 144 liegt vor der Sekundär-Verbrennungszone 148. Die Primär-Verbrennungszone 144 und die Sekundär-Verbrennungszone 148 sind durch die Venturihalsregion 146 voneinander getrennt. Die Venturihalsregion 146 hat einen allgemein engeren Durchmesser D_v als die Durchmesser D_1 und D_2 der jeweiligen Verbrennungszonen 144 und 148. Das heisst, die Halsregion 146 weist eine konvergierende Wand 150 und eine divergierende Wand 152 auf. Die konvergierende Wand 150 verjüngt sich vom Durchmesser D_1 auf D_v und die divergierende Wand 152 erweitert sich von D_v auf D_2. Dadurch wirkt die Venturihalsregion 146 als ein aerodynamischer Separator oder Isolator, um die Reduktion eines Flammenrückschlags aus der Sekundär-Verbrennungszone 148 in die Primär-Verbrennungszone 144 zu erleichtern. In der beispielhaften Ausführungsform weist die Primär-Verbrennungszone 144 eine Vielzahl von Öffnungen 154 auf, die durch diese hindurch definiert sind und Luft 108 erlauben, aus dem Luftkanal 140 in die Primär-Verbrennungszone 144 einzutreten.

[0010] Ferner weist die Brennkammer 102 in der beispielhaften Ausführungsform auch eine Vielzahl von Zündkerzen (nicht gezeigt) und eine Vielzahl von Querzündrohren (nicht gezeigt) auf. Die Zündkerzen und Querzündrohre verlaufen durch Durchlässe (nicht gezeigt), die in der Brennkammerauskleidung 126 definiert sind, in die Primär-Verbrennungszone 144 hinein. Die Zündkerzen und Querzündrohre entzünden den Brennstoff und die Luft in jeder Brennkammer 102, um Verbrennungsgase 116 zu erzeugen.

[0011] In der beispielhaften Ausführungsform ist mindestens eine Sekundär-Brennstoffdüse 200 mit der Endabdeckung 122 gekoppelt. Das heisst, in der beispielhaften Ausführungsform weist die Brennkammer 102 eine Sekundär-Brennstoffdüse 200 und eine Vielzahl von Primär-Brennstoffdüsen 156 auf. In der beispielhaften Ausführungsform sind Primär-Brennstoffdüsen 156 in einer allgemein kreisförmigen Anordnung um eine Mittellinie 158 der Brennkammer 102 herum angeordnet, und eine Mittellinie 201 (in Fig. 2 gezeigt) der Sekundär-Brennstoffdüse 200 ist im Wesentlichen mit der Brennkammer-Mittellinie 158 ausgerichtet. Alternativ dazu können die Primär-Brennstoffdüsen 156 in nicht kreisförmigen Anordnungen angeordnet sein. In einer alternativen Ausführungsform kann die Brennkammer 102 mehr oder weniger als eine Sekundär-Brennstoffdüse 200 aufweisen. Obwohl hierin nur die Primär-Brennstoffdüse 156 und die Sekundär-Brennstoffdüse 200 beschrieben werden, können mehr oder weniger als zwei Düsentypen oder jeder andere Typ von Brennstoffdüse in der Brennkammer 102 enthalten sein. In der beispielhaften Ausführungsform weist die Sekundär-Brennstoffdüse 200 ein Rohr 160 auf, das im Wesentlichen einen Abschnitt der Sekundär-Brennstoffdüse 200 umschliesst, der sich durch die Primär-Verbrennungszone 144 hindurcherstreckt.

[0012] Die Primär-Brennstoffdüsen 156 erstrecken sich partiell in die Primär-Verbrennungszone 144 hinein, und die Sekundär-Brennstoffdüse 200 erstreckt sich durch die Primär-Verbrennungszone in einen hinteren Abschnitt 162 der Halsregion 146 hinein. Dadurch wird Brennstoff (nicht gezeigt), der von Primär-Brennstoffdüsen 156 eingespritzt wird, im Wesentlichen innerhalb der Primär-Verbrennungszone 144 verbrannt, und Brennstoff (nicht gezeigt), der von der Sekundär-Brennstoffdüse 200 eingespritzt wird, wird im Wesentlichen innerhalb der Sekundär-Verbrennungszone 148 verbrannt.

[0013] In der beispielhaften Ausführungsform ist die Brennkammer 102 mit einer Brennstoffversorgung (nicht gezeigt) gekoppelt, um die Brennkammer 102 durch die Brennstoffdüsen 156 und/oder 200 mit Brennstoff zu versorgen. Zum Beispiel kann Pilotbrennstoff (nicht gezeigt) und/oder Hauptbrennstoff (nicht gezeigt) durch die Brennstoffdüsen 156 und/oder 200 eingespritzt werden. In der beispielhaften Ausführungsform werden sowohl Pilotbrennstoff als auch Hauptbrennstoff sowohl durch die Primär-Brennstoffdüsen 156 als auch durch die Sekundär-Brennstoffdüse 200 eingespritzt, indem der Transfer des Brennstoffs zu den Primär-Brennstoffdüsen 156 und zur Sekundär-Brennstoffdüse 200, wie unten ausführlicher beschrieben, geregelt wird. Hierin bezieht sich «Pilotbrennstoff» auf eine kleine Brennstoffmenge, die für die Pilot-

flamme genutzt wird, und «Hauptbrennstoff» bezieht sich auf den Brennstoff, der genutzt wird, um die Mehrheit der Verbrennungsgase 116 zu erzeugen. Brennstoff kann Erdgas, Erdölerzeugnisse, Kohle, Biomasse und/oder jeden anderen Brennstoff in fester, flüssiger und/oder gasförmiger Form einschliessen, der dem Gasturbinenmotor 100 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren. Indem die Brennstoffströme durch die Brennstoffdüsen 156 und/oder 200 geregelt werden, kann eine Flamme (nicht gezeigt) in der Brennkammer 102 auf eine vorbestimmte Form, Länge und/oder Intensität geregelt werden, um die Emissionen und/oder die Leistungsabgabe der Brennkammer 102 zu beeinflussen.

[0014] In Betrieb tritt Luft 108 durch einen Einlass (nicht gezeigt) in den Gasturbinenmotor 100 ein. Luft 108 wird im Verdichter verdichtet, und verdichtete Luft 108 wird aus dem Verdichter zur Brennkammer 102 ausgelassen. Luft 108 tritt durch Öffnungen 142 in die Brennkammer 102 ein und wird durch den Luftkanal 140 zur Endabdeckung 122 kanalisiert. Luft 108, die durch den Luftkanal 140 strömt, wird gezwungen, an einem Brennkammer-Einlassende 164 ihre Strömungsrichtung umzukehren und wird in die Verbrennungszonen 144 und/oder 148 und/oder durch die Halsregion 146 kanalisiert. Brennstoff wird durch die Endabdeckung 122 und die Brennstoffdüsen 156 und/oder 200 der Brennkammer 102 zugeführt. Die Zündung wird anfangs erreicht, wenn ein Steuersystem (nicht gezeigt) eine Startsequenz des Gasturbinenmotors 100 einleitet, und die Zündkerzen werden aus der Primär-Verbrennungszone 144 zurückgezogen, sobald eine stetige Flamme hergestellt worden ist. Am hinteren Ende 128 der Brennkammerauskleidung 126 werden heisse Verbrennungsgase 116 durch den Übergangskanal 110 und die Turbinendüse 106 zur Turbine 104 kanalisiert.

[0015] Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Sekundär-Brennstoffdüse 200, die mit der Brennkammer 102 (in Fig. 1 gezeigt) verwendet werden kann. Fig. 3 ist eine partielle Schnittansicht eines Abschnitts der Sekundär-Brennstoffdüse 200.

[0016] In der beispielhaften Ausführungsform weist die Sekundär-Brennstoffdüse 200 einen Kopfabschnitt 202 und einen Düsenabschnitt 204 auf, die im Folgenden ausführlicher beschrieben werden. Der Kopfabschnitt 202 erlaubt die Kopplung der Sekundär-Brennstoffdüse 200 innerhalb der Brennkammer 102. In einer Ausführungsform ist der Kopfabschnitt 202 zum Beispiel mit der Endabdeckung 122 (in Fig. 1 gezeigt) gekoppelt und mit einer Vielzahl von mechanischen Befestigungsmitteln 168 (in Fig. 1 gezeigt) derart daran befestigt, dass der Kopfabschnitt 202 ausserhalb der Brennkammer 102 liegt und der Düsenabschnitt 204 durch die Endabdeckung 122 hindurchverläuft. In der beispielhaften Ausführungsform weist der Kopfabschnitt 202 eine Vielzahl von auf dem Umfang beabstandeten Öffnungen 205 auf, die alle dimensioniert sind, um ein mechanisches Befestigungsmittel dadurch aufzunehmen. Der Kopfabschnitt 202 kann jede geeignete Zahl von Öffnungen 205 aufweisen, die der Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlauben, in der Brennkammer 102 befestigt zu werden und wie hierin beschrieben zu funktionieren. Überdies können die Öffnungen 205 gewindet sein, auch wenn eine Innenfläche 206 jeder Öffnung 205 als im Wesentlichen glatt gezeigt wird. Zusätzlich können die Öffnungen 205 jede Orientierung haben, die der Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren, auch wenn jede Öffnung 205 als im Wesentlichen parallel zur Mittellinie 201 der Sekundär-Brennstoffdüse 200 verlaufend gezeigt wird. Alternativ dazu ist der Kopfabschnitt 202 nicht auf die Kopplung mit der Brennkammer 102 nur durch mechanische Befestigungsmittel 168 beschränkt, sondern kann vielmehr durch jedes Kopplungsmittel mit der Brennkammer 102 gekoppelt sein, das der Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren.

[0017] In der beispielhaften Ausführungsform ist der Kopfabschnitt 202 im Wesentlichen zylindrisch und weist eine erste, im Wesentlichen ebene Endfläche 207, eine gegenüberliegende zweite, im Wesentlichen ebene Endfläche 208 und einen dazwischen verlaufenden, im Wesentlichen zylindrischen Körper 210 auf.

[0018] Der Kopfabschnitt 202 umfasst in der beispielhaften Ausführungsform einen zentralen Durchgang 214 und eine Vielzahl von konzentrisch ausgerichteten Kanälen 216, 218 und 220. Das heisst, der zentrale Durchgang 214 verläuft entlang der Mittellinie 201 von der ersten Endseite 207 zur zweiten Endseite 208. Zudem verlaufen in der beispielhaften Ausführungsform Kanäle 216, 218 und 220 alle teilweise von der zweiten Endseite 208 zur ersten Endseite 207, wie im Folgenden ausführlicher beschrieben.

[0019] In der beispielhaften Ausführungsform definiert eine Vielzahl von konzentrisch ausgerichteten Kanaltrennwänden 222, 224, und 226 im Kopfabschnitt 202 den zentralen Durchgang 214 sowie die Kanäle 216, 218 und 220. Das heisst, in der beispielhaften Ausführungsform wird der zentrale Durchgang 214 durch eine erste Trennwand 222 definiert, der erste Kanal 216 wird zwischen der ersten Trennwand 222 und einer zweiten Trennwand 224 definiert, der zweite Kanal 218 wird zwischen der zweiten Trennwand 224 und einer dritten Trennwand 226 definiert, und der dritte Kanal 220 wird zwischen der dritten Trennwand 226 und dem Körper 210 definiert.

[0020] In der beispielhaften Ausführungsform weist der Kopfabschnitt 202 auch eine Vielzahl von radialen Einlässen auf. Ein erster radialer Einlass 228 verläuft durch den Körper 210 zum zentralen Durchgang 214, ein zweiter radialer Einlass (nicht gezeigt) verläuft durch den Körper 210 zum ersten Kanal 216, ein dritter radialer Einlass 230 verläuft durch den Körper 210 zum zweiten Kanal 218 und ein vierter radialer Einlass (nicht gezeigt) verläuft durch den Körper 210 zum dritten Kanal 220. Auch wenn in der beispielhaften Ausführungsform nur ein radialer Einlass mit dem entsprechenden zentralen Durchgang 214 oder Kanal 216, 218, oder 220 in Strömungsverbindung steht, kann in alternativen Ausführungsformen mehr als ein radialer Einlass mit dem zentralen Durchgang 214 oder dem entsprechenden Kanal 216, 218, oder 220 in Strömungsverbindung stehen.

[0021] In der beispielhaften Ausführungsform weist jeder Einlass wie z.B. der erste radiale Einlass 328 und/oder dritte radiale Einlass 230 entlang seiner jeweiligen Einlasslänge einen im Wesentlichen konstanten Durchmesser auf. Alternativ

dazu kann jeder radiale Einlass mit einem nicht kreisförmigen Querschnitt und/oder einem variierenden Durchmesser geformt sein. Das heisst, die radialen Einlässe können in jeder geeigneten Form und/oder Orientierung geformt sein, die der Brennkammer 102 und/oder der Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlauben, wie hierin beschrieben zu funktionieren. Ferner weist in der beispielhaften Ausführungsform der erste radiale Einlass 228 eine entsprechende radiale Einlassöffnung 232 auf, und der dritte radiale Einlass 230 weist eine entsprechende radiale Einlassöffnung 234 auf. Jede Einlassöffnung 232 und/oder 234 kann eine sich verjüngende Einlassöffnung, eine gerade Einlassöffnung oder eine versetzte Einlassöffnung sein. Alternativ dazu können die Einlassöffnungen 232 und/oder 234 in jeder geeigneten Form und/oder Orientierung geformt sein, die der Brennkammer 102 und Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren.

[0022] Der Kopfabschnitt 202 weist in der beispielhaften Ausführungsform auch eine Vielzahl von axialen Einlässen 240, 242 und 244 auf. Auch wenn nur drei axiale Einlässe 240, 242 und 244 beschrieben werden, kann der Kopfabschnitt 202 jede Zahl von axialen Einlässen aufweisen, die der Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren. In der beispielhaften Ausführungsform verläuft der axiale Einlass 240 von der ersten Endseite 207 durch den radialen Einlass 228 zum radialen Einlass 230. Auch wenn in der beispielhaften Ausführungsform der axiale Einlass 240 durch den radialen Einlass 228 hindurchverläuft, kann der axiale Einlass 240 von der ersten Endseite 207 zu einem radialen Einlass verlaufen, mit oder ohne durch einen anderen radialen Einlass zu verlaufen, sodass die Sekundär-Brennstoffdüse 200 wie hierin beschrieben funktioniert.

[0023] In der beispielhaften Ausführungsform haben die axialen Einlässe 240, 242 und/oder 244 einen im Wesentlichen konstanten Durchmesser. Alternativ dazu können die axialen Einlässe 240, 242 und/oder 244 eine nicht kreisförmige Querschnittsform und/oder einen variablen Durchmesser haben. Zudem weisen in der beispielhaften Ausführungsform die axialen Einlässe 240, 242 und/oder 244 eine sich verjüngende Einlassöffnung auf. Alternativ dazu kann die Einlassöffnung jede geeignete Form haben, die der Brennkammer 102 und/oder Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren.

[0024] In der beispielhaften Ausführungsform wird der Düsenabschnitt 204 mit dem Kopfabschnitt 202 gekoppelt, indem der Düsenabschnitt 204 zum Beispiel an den Kopfabschnitt 202 geschweisst wird. Auch wenn der Düsenabschnitt 204 in der beispielhaften Ausführungsform zylindrisch ist, kann der Düsenabschnitt 204 jede geeignete Form haben, die der Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren.

[0025] Der Düsenabschnitt 204 weist in der beispielhaften Ausführungsform eine Vielzahl von im Wesentlichen konzentrisch ausgerichteten Rohren 250, 252, 254 und 256 auf. Die Rohre 250, 252, 254 und 256 sind relativ zueinander so orientiert, dass eine Vielzahl von im Wesentlichen konzentrischen Durchgängen 260, 262, 264 und 266 im Düsenabschnitt 204 definiert sind. Das heisst, in der beispielhaften Ausführungsform ist ein zentraler Durchgang 270 in einem ersten Rohr 250 definiert, ein erster Durchgang 260 ist zwischen dem ersten Rohr 250 und einem zweiten Rohr 252 definiert, ein zweiter Durchgang 262 ist zwischen dem zweiten Rohr 252 und einem dritten Rohr 254 definiert, und ein dritter Durchgang 264 ist zwischen dem dritten Rohr 254 und einem vierten Rohr 256 definiert. Auch wenn die beispielhafte Ausführungsform vier konzentrisch ausgerichtete Rohre 250, 252, 254 und 256 umfasst, kann der Düsenabschnitt 204 jede Zahl von Rohren aufweisen, die der Sekundär-Brennstoffdüse 200 und/oder der Brennkammer 102 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren. In der beispielhaften Ausführungsform ist die Zahl der Rohre derart, dass die Zahl der Durchgänge, die durch die Rohre definiert werden, der Zahl der Kopf-Kanäle und des zentralen Kopf-Durchgangs entspricht.

[0026] In der beispielhaften Ausführungsform sind die Kanäle 216, 218 und 220 jeweils mit den Durchgängen 260, 262 und 264 im Wesentlichen konzentrisch ausgerichtet. Zudem ist der zentrale Düsen-Durchgang 270 im Wesentlichen konzentrisch mit dem zentralen Kopf-Durchgang 214 ausgerichtet. Dadurch ist das erste Rohr 250 im Wesentlichen mit der ersten Kopf-Trennwand 222 ausgerichtet, das zweite Rohr 252 ist im Wesentlichen mit der zweiten Kopf-Trennwand 224 ausgerichtet, und das dritte Rohr 254 ist im Wesentlichen mit der dritten Kopf-Trennwand 226 ausgerichtet. In der beispielhaften Ausführungsform ist das vierte Rohr 256 derart ausgerichtet, dass eine Innenfläche des vierten Rohrs 256 im Wesentlichen mit einer radialen Aussenfläche 274 des Kopf-Kanals 220 ausgerichtet ist.

[0027] In der beispielhaften Ausführungsform weist der Düsenabschnitt 204 einen Spitzenabschnitt 280 auf, der mit den Rohren 250, 252, 254 und/oder 256 gekoppelt ist. Das heisst, in der beispielhaften Ausführungsform wird der Spitzenabschnitt 280 zum Beispiel durch einen Schweissprozess mit den Rohren 250, 252, 254 und/oder 256 gekoppelt. In der beispielhaften Ausführungsform umfasst der Spitzenabschnitt 280 eine Rohrverlängerung 282, eine äussere Spitze 284 und eine innere Spitze 286. Alternativ dazu kann der Spitzenabschnitt 280 jede geeignete Konfiguration haben, die der Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren. In der beispielhaften Ausführungsform ist die Rohrverlängerung 282 zum Beispiel durch einen Kopplungsring 288 mit dem dritten Rohr 254 und dem vierten Rohr 256 gekoppelt. Der Kopplungsring 288 erleichtert die Abdichtung des dritten Durchgangs 264 derart, dass ein im dritten Durchgang 264 strömendes Fluid (nicht gezeigt) nicht durch den Spitzenabschnitt 280 ausgelassen wird. Alternativ dazu ist der dritte Durchgang 264 durch den Spitzenabschnitt 280 in Strömungsverbindung gekoppelt.

[0028] In der beispielhaften Ausführungsform weist die innere Spitze 286 einen ersten Vorsprung 290 und einen zweiten Vorsprung 292 auf. Die innere Spitze 286 definiert zudem eine zentrale Öffnung 294 und eine Vielzahl von Auslassöffnungen (nicht gezeigt). Die innere Spitze 286 ist jeweils durch den ersten Vorsprung 290 und zweiten Vorsprung 292 mit dem ersten Rohr 250 und zweiten Rohr 252 gekoppelt. Dadurch wird in der beispielhaften Ausführungsform ein Fluid (nicht gezeigt), das im zentralen Durchgang 214 und/oder im zentralen Durchgang 270 strömt, durch die zentrale Öffnung 294

und/oder die Auslassöffnungen ausgelassen, und ein Fluid (nicht gezeigt), das im ersten Durchgang 260 strömt, wird durch die Auslassöffnungen ausgelassen. Ferner weist in der beispielhaften Ausführungsform die äussere Spitze 284 eine Vielzahl von Auslassöffnungen (nicht gezeigt) auf und ist mit der inneren Spitze 286 und der Rohrverlängerung 282 gekoppelt. Dadurch wird ein Fluid (nicht gezeigt), das im zweiten Durchgang 262 strömt, durch die Auslassöffnungen ausgelassen, die in der äusseren Spitze 284 und/oder in der inneren Spitze 286 definiert sind.

[0029] In der beispielhaften Ausführungsform weist der Düsenabschnitt 204 auch mindestens einen Zapfen 300 (hierin auch als «Flügel» bezeichnet) auf, der sich vom vierten Rohr 256 radial nach aussen erstreckt. Wie in Fig. 2 gezeigt, steht jeder Zapfen 300 durch das vierte Rohr 256 mit dem Düsenabschnitt 204 in Brennstoffströmungsverbindung. Alternativ dazu können die Zapfen 300 schräg vom Düsenabschnitt 204 abstehen. Auch wenn in Fig. 2 nur zwei Zapfen 300 gezeigt werden, kann der Düsenabschnitt 204 zudem mehr oder weniger als zwei Zapfen 300 umfassen. In der beispielhaften Ausführungsform sind die Zapfen 300 an einem hinteren Ende 302 des dritten Durchgangs 264 in unmittelbarer Nähe des Kopplungsrings 288 angeordnet. Alternativ dazu können ein oder mehr Zapfen 300 an jeder geeigneten Stelle relativ zum dritten Durchgang 264 angeordnet sein.

[0030] Nun auf Fig. 3 Bezug nehmend, weist in der beispielhaften Ausführungsform jeder Zapfen 300 mindestens eine Auslassöffnung oder Öffnung 304 auf, die konfiguriert ist, um Brennstoff, der im dritten Durchgang 264 strömt, durch Öffnungen 304 auszulassen und den Brennstoff im Wesentlichen in eine Stromaufwärts-Richtung zu lenken, die einem Verbrennungsgasstrom in eine Stromabwärts-Richtung entgegengesetzt ist.

[0031] Eine Scheibe 310 ist vor dem Zapfen 300 um den Düsenabschnitt 204 herum angeordnet. Die Scheibe 310 ist konfiguriert, um zur Erleichterung der Brennstoffzerstäubung mit dem Brennstoff zusammenzustossen. Das heisst, der Aufprall des Brennstoffs gegen eine innere oder rückseitige Fläche 312 der Scheibe 310 erleichtert die Zerstäubung des Brennstoffs. Der zerstäubte Brennstoff 314 zerstreut und vermischt sich mit dem Strom der Verbrennungsgase und/oder der Luft, der durch die Brennkammerauskleidung 126 im Wesentlichen in einer Stromabwärts-Richtung läuft, die in Fig. 3 durch Pfeile 316 dargestellt ist.

[0032] In der beispielhaften Ausführungsform ist die Scheibe 310 halbringförmig, wie in Fig. 3 gezeigt. Die halbringförmige Scheibe 310 ist um den Umfang des Düsenabschnitts 204 angeordnet und mit diesem gekoppelt. Die halbringförmige Scheibe 310 kann eine durchgehende Scheibe 310 sein oder kann eine Vielzahl von Scheibensegmenten (nicht gezeigt) umfassen, die um den Umfang des Düsenabschnitts 204 herum angeordnet sind. Weiter auf Fig. 3 Bezug nehmend, weist in der beispielhaften Ausführungsform mindestens ein Abschnitt der rückseitigen Fläche 312 der Scheibe 310 ein bogenförmiges Querschnittsprofil wie z.B. ein halbkreisförmiges oder konkaves Querschnittsprofil auf, wie in Fig. 3 gezeigt, um beim Kontakt mit der rückseitigen Fläche 312 die Umlenkung des Brennstoffs in eine Richtung des Verbrennungsgasstroms zu erleichtern.

[0033] In einer alternativen Ausführungsform weist die Scheibe 310 eine im Wesentlichen ebene rückseitige Fläche (nicht gezeigt) auf, die konfiguriert ist, um zur Erleichterung der Brennstoffzerstäubung mit dem Brennstoff zusammenzustossen. In dieser alternativen Ausführungsform ist die im Wesentlichen ebene Fläche relativ zu einem Brennstoffstrom aus den Zapfen 300 in einem rechten Winkel oder in einem schiefen Winkel angeordnet.

[0034] In der beispielhaften Ausführungsform wird der Düsenabschnitt 204 durch einen geeigneten Prozess mit dem Kopfabschnitt 202 gekoppelt, einschliesslich, ohne darauf beschränkt zu sein, eines Schweissprozesses. Das heisst, jedes Rohr 250, 252, 254 und/oder 256 wird derart mit dem Kopfabschnitt 202 gekoppelt, dass die Düsendurchgänge 260, 262, 264 und 270 im Wesentlichen mit zusammenwirkenden Kopf-Kanälen 216, 218, 220 und dem zentralen Kopf-Durchgang 214 ausgerichtet sind, wie oben beschrieben. In der beispielhaften Ausführungsform ist der Spitzenabschnitt 280 derart an Rohre 250, 252, 254 und/oder 256 geschweisst, dass der Düsenabschnitt 204 wie oben beschrieben konfiguriert ist. Das heisst, in der beispielhaften Ausführungsform ist die Rohrverlängerung 282 zum Beispiel durch den Kopplungsring 288 an die Rohre 254 und 256 geschweisst, die innere Spitze 286 ist durch jeweilige Vorsprünge 292 und 290 an das zweite Rohr 252 und erste Rohr 250 geschweisst, und die äussere Spitze 284 ist an die innere Spitze 286 geschweisst. Alternativ dazu kann der Düsenabschnitt 204 durch jede andere geeignete Fertigungstechnik hergestellt werden, die der Sekundär-Brennstoffdüse 200 erlaubt, wie hierin beschrieben zu funktionieren.

[0035] Die oben beschriebene Sekundär-Brennstoffdüse weist Brennstoff-Zapfen auf, die in eine Stromaufwärts-Richtung orientiert sind, um einen Brennstoffstrom oder -spray zu erzeugen, der mit einer halbringförmigen Scheibe der Sekundär-Brennstoffdüse in Kontakt kommt, um die Brennstoffzerstäubung und/oder Brennstoffmischung zu verstärken. Das heisst, die halbringförmige Scheibe prallt gegen den Brennstoffstrom in der Stromaufwärts-Richtung, um die Mischung des Brennstoffs mit einem Luftstrom durch die Sekundär-Brennstoffdüse und die Umlenkung des gemischten Brennstoffs in einen Verbrennungsgasstrom durch die Brennkammer zu erleichtern. Der gemischte Brennstoff wird in den Verbrennungsgasstrom umgelenkt oder gespritzt, statt wie bei konventionellen Sekundär-Brennstoffdüsen direkt in den Verbrennungsgasstrom hinein abgelassen zu werden. Dadurch wird durch rückstrahlende Wellen, die von der halbringförmigen Scheibe erzeugt werden, ein Brennstoffspritzstrahl erzeugt, der die Brennstoffverteilung und/oder -zerstäubung erleichtert.

[0036] Beispielhafte Ausführungsformen einer Sekundär-Brennstoffdüse und Verfahren zur Fertigung einer Sekundär-Brennstoffdüse wurden oben im Einzelnen beschrieben. Die Düse und die Brennkammer mit der Düse sind nicht auf die spezifischen Ausführungsformen eingeschränkt, die hierin beschrieben wurden, sondern die Komponenten der Düse können vielmehr unabhängig und getrennt von anderen hierin beschriebenen Komponenten verwendet werden. Ferner

können die beschriebenen Düsenkomponenten auch in anderen Düsen definiert sein oder in Kombination damit verwendet werden und sind nicht auf die Umsetzung nur mit der Düse wie hierin beschrieben begrenzt.

[0037] Obwohl die Erfindung in Form von verschiedenen spezifischen Ausführungsformen beschrieben wurde, versteht es sich für den Fachmann, dass die Erfindung mit Modifikationen im Umfang der Ansprüche in die Praxis umgesetzt werden kann.

Patentansprüche

1. Sekundär-Brennstoffdüse (200), umfassend: einen Düsenabschnitt (204);
mindestens einen Zapfen (300), der sich von diesem Düsenabschnitt (204) radial nach aussen erstreckt, wobei dieser mindestens eine Zapfen (300) mindestens eine Öffnung (304) aufweist, die konfiguriert ist, um einen Brennstoffstrom im Wesentlichen in eine Stromaufwärts-Richtung zu leiten; und
eine Scheibe (310), die vor diesem mindestens einen Zapfen (300) um den Düsenabschnitt (204) herum angeordnet ist, wobei diese Scheibe (310) mit der mindestens einen Öffnung (304) in Strömungsverbindung steht und konfiguriert ist, um zur Erleichterung der Brennstoffzerstäubung mit dem Brennstoffstrom zusammenzustossen.
2. Sekundär-Brennstoffdüse (200) nach Anspruch 1, wobei die Scheibe (310) in einem Querschnitt, der die Längsachse der Sekundärbrennstoffdüse (200) enthält, eine Halbringform aufweist.
3. Sekundär-Brennstoffdüse (200) nach Anspruch 2 wobei die Scheibe (310) mit halbringförmigem Querschnitt um den Umfang des Düsenabschnitts (204) herum angeordnet ist.
4. Sekundär-Brennstoffdüse (200) nach Anspruch 3, wobei die Scheibe (310) mit halbringförmigem Querschnitt segmentiert ist.
5. Sekundär-Brennstoffdüse nach Anspruch 2, wobei eine Innenfläche (312) der halbringförmigen Scheibe (310) ein bogenförmiges Querschnittsprofil hat, um die Umlenkung des Brennstoffstroms in eine Richtung eines Verbrennungsgasstroms zu erleichtern.
6. Sekundär-Brennstoffdüse (200) nach Anspruch 1, wobei die Scheibe (310) um den Umfang des Düsenabschnitts (204) herum angeordnet ist und die Scheibe eine im Wesentlichen ebene Innenfläche (312) aufweist, die konfiguriert ist, um zur Erleichterung der Brennstoffzerstäubung mit dem Brennstoffstrom zusammenzustossen.
7. Sekundär-Brennstoffdüse (200) nach Anspruch 6, wobei die im Wesentlichen ebene Innenfläche (312) relativ zum Brennstoffstrom aus dem mindestens einen Zapfen (300) in einem rechten Winkel oder in einem schiefen Winkel angeordnet ist.
8. Sekundär-Brennstoffdüse (200) nach Anspruch 1, ausserdem umfassend einen Einlassabschnitt (202), der mit dem Düsenabschnitt (204) gekoppelt ist, wobei dieser Einlassabschnitt eine Vielzahl von Einlässen (228, 230) aufweist, wobei ein jeweiliger Einlass von dieser Vielzahl von Einlässen mit einem jeweiligen Düsendurchgang (260, 262, 264, 266), welche im Düsenabschnitt (204) konzentrisch angeordnet sind, von einer Vielzahl von Düsendurchgängen in Strömungsverbindung steht.
9. Brennkammer zur Verwendung mit einem Gasturbinenmotor (100), wobei diese Brennkammer umfasst:
eine Brennkammerauskleidung (126), die eine Primär-Verbrennungszone (144) und eine Sekundär-Verbrennungszone (148) definiert, wobei diese Brennkammerauskleidung (126) konfiguriert ist, um einen Verbrennungsgasstrom im Wesentlichen in eine Stromabwärts-Richtung zu leiten;
eine Primär-Brennstoffdüse (156), die sich in die Primär-Verbrennungszone (144) hineinerstreckt; und
eine Sekundär-Brennstoffdüse (200) nach Anspruch 1, die sich durch die Primär-Verbrennungszone und in die Sekundär-Verbrennungszone hineinerstreckt.
10. Brennkammer nach Anspruch 9, wobei die Scheibe (310) eine halbringförmige Scheibe ist, deren Querschnitt, der die Längsachse der Sekundärbrennstoffdüse (200) enthält, eine Halbringform aufweist.

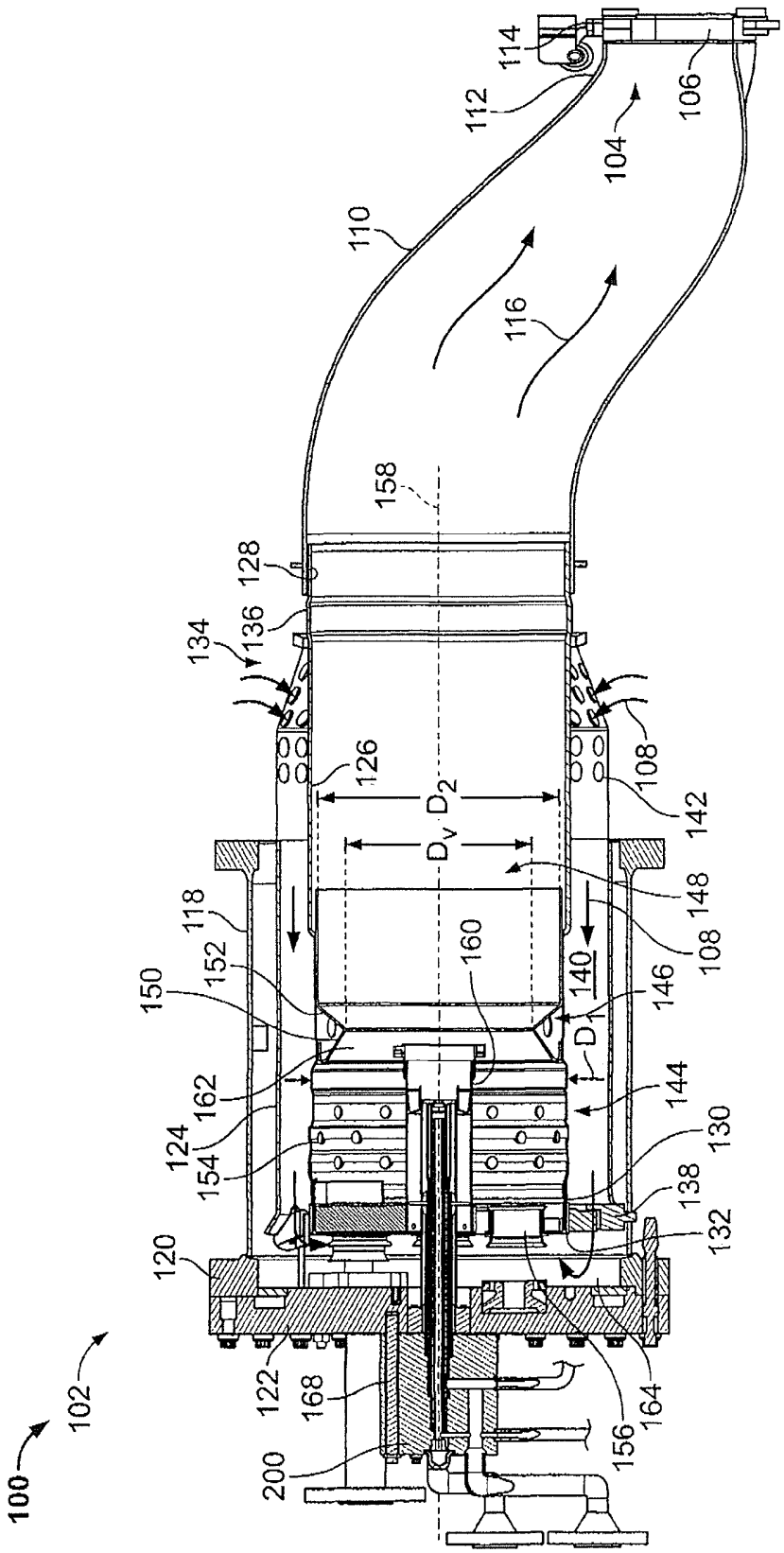

100
102
104
106
108
110
112
114
116
118
120
122
124
126
128
130
132
134
136
138
140
142
144
146
148
150
152
154
156
158
160
162
164
168
200
D_2
D_v
D_1

FIG. 1

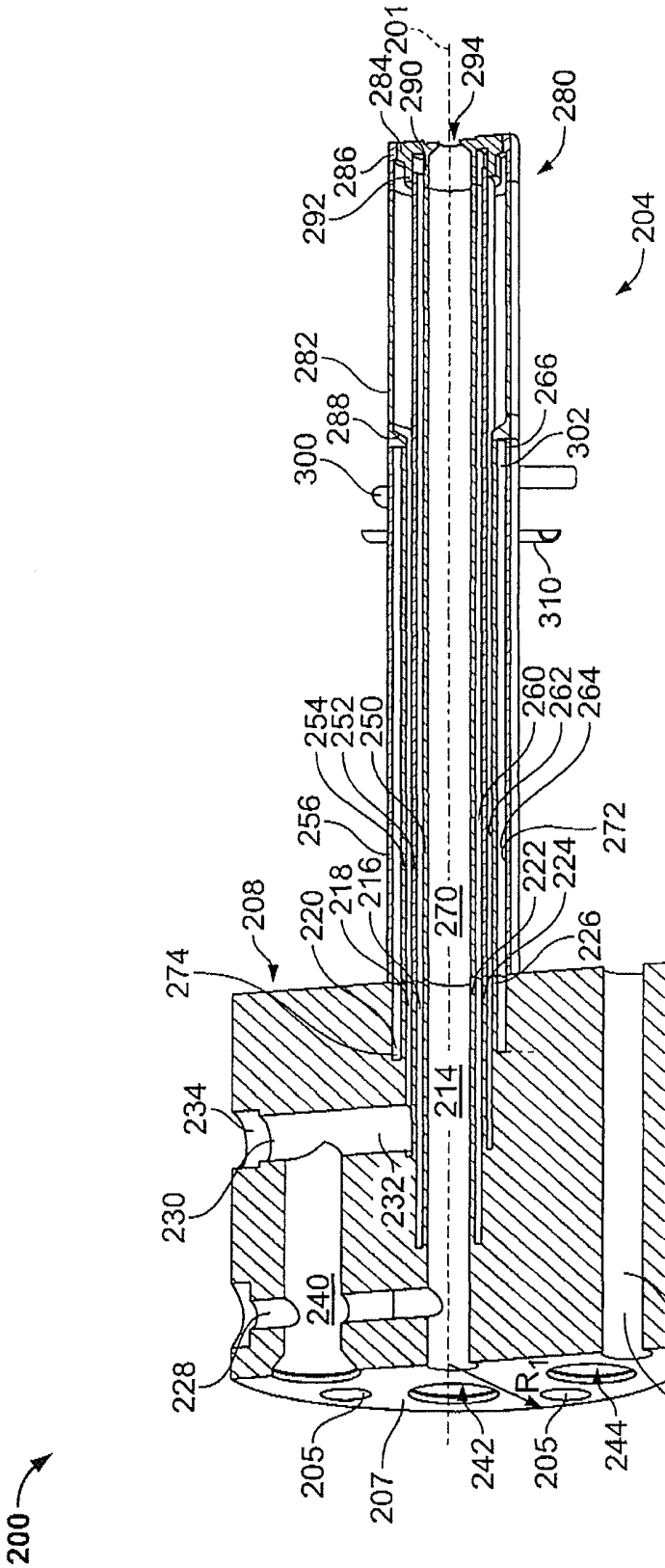

200
201
284
290
294
280
286
292
204
282
266
288
302
300
310
254
252
250
260
262
264
256
272
222
224
216
218
220
270
208
226
274
214
234
210
232
230
240
202
205
228
R1
205
207
242
244
206

FIG. 2

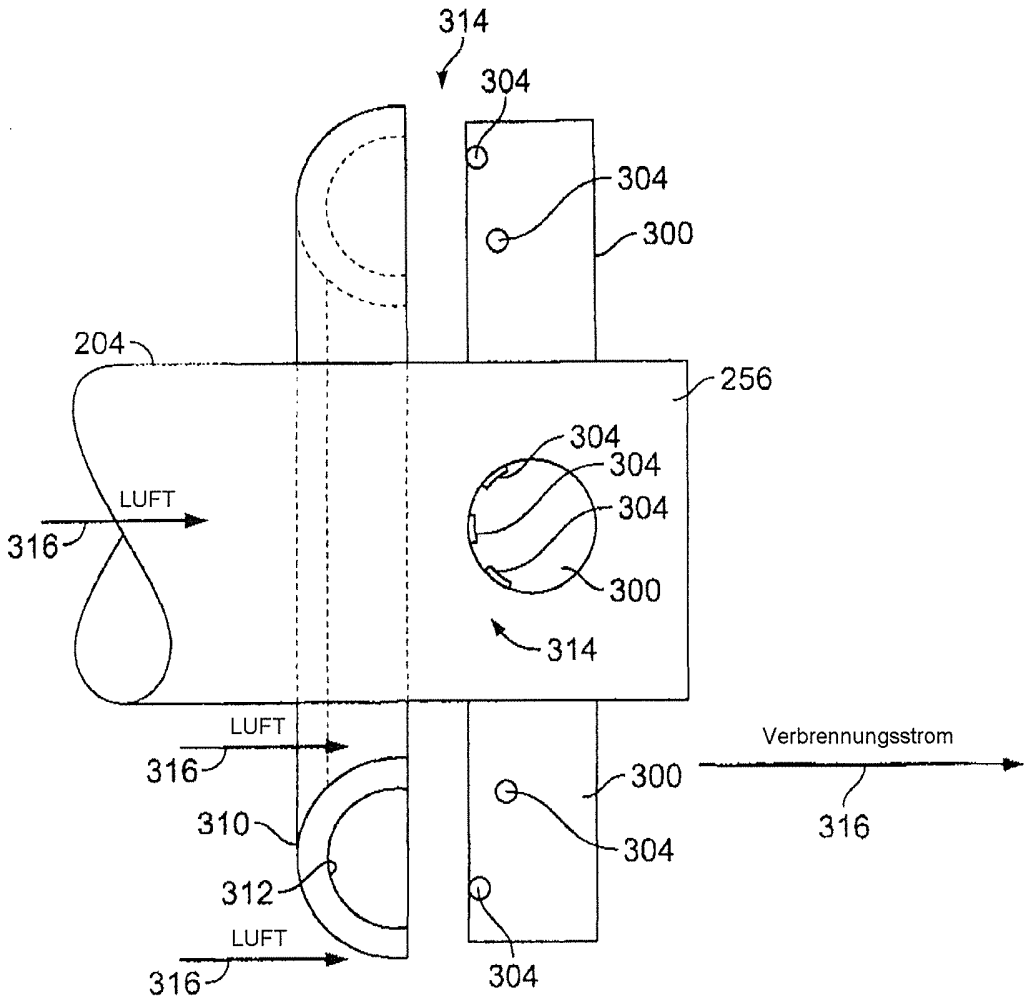

314
304
304
300
204
256
304
304
304
LUFT
316
300
314
LUFT
316
Verbrennungsstrom
300
310
304
316
312
LUFT
316
304

FIG. 3