

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 699 684 A2

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

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01169/09

(22) Anmeldedatum: 24.07.2009

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.04.2010

(30) Priorität: 03.10.2008 US 12/245,266

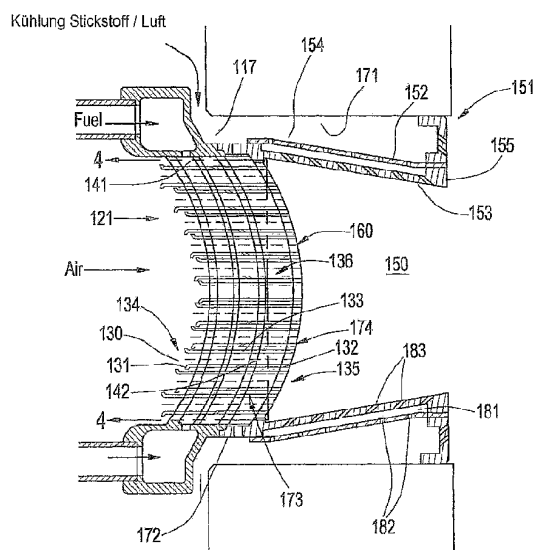
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Baifang Zuo, Simpsonville, South Carolina 29681 (US)
Thomas Edward Johnson,
Greer, South Carolina 29650 (US)
Benjamin Paul Lacy, Greer, South Carolina 29650 (US)
Willy Steve Ziminsky,
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)

(74) Vertreter:
Ritscher & Partner AG, Resirain 1
8125 Zollikoberg (CH)

(54) Einspritzdüse.

(57) Die Einspritzdüse hat einen Hauptkörperbereich, der eine umlaufende Aussenwand besitzt. Diese Düse umfasst mehrere Brennstoff/Luft-Mischrohre (130), die im Innern des Hauptkörperbereichs angeordnet sind, sowie einen Brennstoffdurchlass in Fliessverbindung mit mehreren Brennstoff/Luft-Mischrohren (130). Brennstoff und Luft werden in den mehreren Rohren (130) teilweise vorgemischt. Ein zweiter Körperbereich (151) mit einer umlaufenden Aussenwand (152) erstreckt sich zwischen einem ersten Ende (154) und einem entgegengesetzten zweiten Ende (155) und ist mit dem Hauptkörperbereich (111) verbunden. Die teilweise vorgemischte Mischung aus Brennstoff und Luft aus dem Hauptkörperbereich (111) wird im Inneren des zweiten Körperbereichs (151) weiter vermischt. Der zweite Körperbereich (151) konvergiert vom ersten Ende (154) gegen das zweite Ende (155). Der zweite Körperbereich (151) umfasst ferner Kühlungs-durchgänge (181), die sich längs der Wände um den zweiten Körperbereich (151) erstrecken, um Widerstand gegen thermischen Schaden aus gelegentlichen Rückzündungen in den zweiten Körperbereich (151) zu bieten.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse, die sich für die Direkteinspritzung von mit Luft vorgemischtem Brennstoff eignet, dabei eine bessere Vermischung und eine Kühlung ermöglicht, die Schutz gegen Wärmebeschädigungen der Einspritzdüse bietet.

[0002] Die primär luftverschmutzenden Emissionen, die gewöhnlich von übliche Kohlenwasserstoff-Brennstoffe verbrennenden Gasturbinen erzeugt werden, sind Stickstoffoxide, Kohlenstoffmonoxid und nicht verbrannte Kohlenwasserstoffe. Dabei ist bekannt, dass die Oxidation von molekularem Stickstoff in luftansaugenden Motoren in hohem Masse von der maximalen Heissgastemperatur in der Reaktionszone des Verbrennungssystems abhängt. Eine Methode zur Kontrolle der Temperatur der Reaktionszone der Brennkammer eines Verbrennungsmotors unterhalb des Wertes für die Bildung von thermischem NO_x besteht in der Vormischung von Brennstoff und Luft zur Bildung einer mageren Mischung vor der Verbrennung. Brennkammersysteme, die mit einer mageren Vormischung aus Brennstoff und Luft arbeiten, werden in der Fachwelt auch als «dry low emission combustors (DLH Combustors)» bezeichnet und nachfolgend kurz Vormischbrennkammern genannt.

[0003] Mit Vormischbrennkammern sind nun aber verschiedene Probleme verbunden, weil im Vormischbereich der Brennkammer, d.h. ausserhalb der Reaktionszone der Brennkammer, entflammbar Mischungen aus Brennstoff und Luft entstehen. Im typischen Fall wird oberhalb einer bestimmten Hauptbrennrohr-Geschwindigkeit eine Flamme im Vormischer in die Hauptbrennzone verschoben. Es ist aber möglich, dass eine Verbrennung innerhalb des Vormischbereiches als Folge einer Rückzündung dann erfolgt, wenn sich die Flamme von der Reaktionszone der Brennkammer in den Vormischbereich fortpflanzt, oder es kann zur Selbstzündung kommen, wenn Aufenthaltsdauer und Temperatur der Brennstoff/Luft-Mischung im Vormischbereich solche Werte annehmen, dass eine Verbrennung ohne Auslösung durch Zündung stattfindet. Jedenfalls sind die Folgen der Verbrennung im Vormischbereich und der resultierende Abbrand in der Düse nachteilig für die Emissionen und/oder verursachen eine Überhitzung und Beschädigung des Vormischbereiches.

[0004] Bei Verwendung von Erdgas als Brennstoff können Vormischeinrichtungen mit einem ausreichenden Sicherheitsbereich für die Flammhaltung konstruiert werden, ohne dass dies zu einem nachteiligen Druckabfall am Lufteingang führt. Mit reaktionsfähigeren Brennstoffen, wie Brennstoffe mit hohem Wasserstoff-Anteil, wird eine der Flammhaltung und dem Soll-Druck-Abfall genügende Konstruktion schwierig. Da der Orientierungspunkt für den Stand der Technik entsprechende Düsen eine Flammtemperatur von etwa 1650 C (3000°F) ist, kann eine Rückzündung in der Düse rasch zu einer Beschädigung der Düse führen.

[0005] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Einspritzdüse mit den Merkmalen von Anspruch 1. Bevorzugte Ausführungsformen haben die Merkmale der Ansprüche 2 bis 10.

[0006] Gemäss einer allgemeinen Ausführungsform der Erfindung, besitzt die Einspritzdüse einen Hauptkörperbereich mit einer umlaufenden Aussenwand. Die Düse besitzt mehrere Brennstoffeinspritzrohre, die im Inneren des Hauptkörperbereichs angeordnet sind, und einen mit den mehreren Brennstoff-Einspritzrohren verbundene Brennstoff-Flussdurchlass. Ein zweiter Körperbereich besitzt eine umlaufende Aussenwand, die sich zwischen einem ersten Ende und einem entgegen gesetzten zweiten Ende erstreckt und mit dem Hauptkörperbereich verbunden ist. Der zweite Körperbereich konvergiert vom ersten Ende gegen das zweite Ende und besitzt ferner einen Kühlungsdurchlass, der sich mindestens teilweise längs der umlaufenden Aussenwand erstreckt.

[0007] Die Erfindung bietet auch ein Verfahren zur Kühlung einer Einspritzdüse, in dem man ein erstes Fluid in mehrere Injektionsrohre führt, die innerhalb eines Hauptkörperbereichs der Düse angeordnet sind, und einen Strom eines zweiten Fluids in die mehreren Einspritzrohre bewirkt. Das erste und das zweite Fluid werden dabei in den mehreren Einspritzrohren gemischt und in einen zweiten Körperbereich hinein beschleunigt, der eine zweite Mischzone besitzt. Das erste und das zweite Fluid werden ausserhalb einer Aussenwand des zweiten Körperbereichs in eine Brennzone ausgestossen, während entlang mindestens eines Teils der Aussenwand des zweiten Körperbereichs ein Kühlmittel strömt.

[0008] Die Erfindung ermöglicht auch ein Verfahren zur Kühlung einer Einspritzdüse, wobei man ein erstes Fluid in mehrere Einspritzrohre einführt, die in einem Hauptkörperbereich der Düse angeordnet sind, und indem man eine Strömung eines zweiten Fluids in die mehreren Einspritzrohre bewirkt, das erste und das zweite Fluid in den mehreren Einspritzrohren vermischt und die Mischung aus dem ersten und zweiten Fluid in einem zweiten Körperbereich der Düse, die eine zweite Mischzone umfasst, beschleunigt. Die Mischung der Fluide wird jenseits einer Aussenwand des zweiten Körperbereichs zu einer Brennzone geführt und dabei mindestens ein Teil einer Oberfläche, die gegenüber einer Innenfläche des zweiten Körperbereichs liegt, mit einem Kühlmittel beaufschlagt. Ferner wird Kühlmittel in die zweite Mischzone geführt, um längs mindestens eines Teils der Innenfläche des zweiten Körperbereichs eine filmartige Kühlzone zu bilden.

[0009] Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den Querschnitt eines Gasturbinenmotors einschliesslich der Position der Injektionsdüsen gemäss einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 den Querschnitt einer Injektionsdüse gemäss einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3 eine Teilansicht des als «Fig. 3» bezeichneten Bereichs von Fig. 2 und

Fig. 4 einen Querschnitt gemäss der Linie 4-4 von Fig. 3

[0010] Die schematische Darstellung von Fig. 1 zeigt als Beispiel einen Gasturbinenmotor 10. Der Motor 10 besitzt einen Verdichter 11 und eine Brennkammerkonstruktion 14. Die Brennkammerkonstruktion 14 umfasst eine Brennkammerwand 16, die mindestens zum Teil die Brennkammer 12 umgrenzt. Eine Vormischeinrichtung oder Düse 110 erstreckt sich durch die Verbrennungskammer-Verbindungswand 16 und führt in die Brennkammer 12. Wie ausführlicher weiter unten erläutert, gelangt ein erstes Fluid, nämlich Brennstoff, durch den Brennstoffeinlass in die Düse 110, während ein zweites Fluid, z.B. verdichtete Luft aus dem Verdichter 11 eingespeist wird. Der Brennstoff und die verdichtete Luft werden vermischte, in die Brennkammer 12 überführt und zur Bildung eines Verbrennungsproduktes oder Gasstromes mit hohem Temperatur und hohem Druck gezündet. Obwohl hier nur eine einzelne Brennkammeranordnung 14 dargestellt ist, kann der Motor 10 mehrere Brennkammerkonstruktionen 14 aufweisen. In jedem Fall umfasst der Motor 10 eine Turbine 30 und eine Verdichter/Turbinen welle 31 (die auch als Rotor bezeichnet wird). Die Turbine 30 ist in üblicher Weise mit der Welle 31 verbunden und treibt durch diese den Verdichter 11 an.

[0011] Bei Betrieb strömt Luft in den Verdichter 11 und wird zu einem unter hohem Druck stehenden Gas verdichtet. Dieses Hochdruckgas wird der Brennkammeranordnung 14 zugeführt und in der Düse 110 mit Brennstoff, z.B. Prozessgas und/oder Synthesegas, vermischt. Die brennbare Brennstoff/Luft-Mischung wird in die Brennkammer 12 geführt und zur Bildung eines Verbrennungsgasstromes hoher Temperatur und hohen Drucks gezündet. Alternativ können in der Brennkammeranordnung 14 auch andere Brennstoffe verwendet werden, wie beispielsweise Erdgas und/oder Schweröl. In jedem Fall leitet die Verbrennungsanordnung 14 den Verbrennungsgasstrom zur Turbine 30, welche die thermische Energie in mechanische Rotationsenergie umwandelt.

[0012] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch die Brennstoffeinspritzdüse 110. Die Düse 110 besitzt einen Hauptkörperbereich 111, der eine umlaufende Aussenwand 112 und eine umlaufende Innenwand 113 besitzt, zwischen denen ein Brennstoffflussdurchlass 114 gebildet ist. Der Innenraum 115 im Innern der umlaufenden Innenwand 113 wird durch das Einlassende 116 der Düse 110 mit Luft aus dem Verdichter 11 versorgt.

[0013] Die Fig. 3 und 4 zeigen weitere Einzelheiten der Düse 110, wobei mehrere Brennstoffeinspritzrohre als ein Rohrbündel 121 dargestellt sind und benachbart zu einem Auslassende 117 des Hauptkörperbereichs 111 angeordnet sind. Das Rohrbündel 121 umfasst einzelne Brennstoff/Luft-Mischrohre (oder Einspritzrohre) 130, die an einander befestigt und von einer Endkappe 136 oder einer anderen üblichen Befestigung als Bündel zusammen gehalten werden. Jedes einzelne Brennstoff/Luft-Mischrohr 130 besitzt einen ersten Endbereich 131, der sich über einen Zwischenteil 133 zu einem zweiten Endbereich 132 erstreckt. Der erste Endbereich 131 definiert einen ersten Brennstoffeinlass 134, während der zweite Endbereich 132 einen Brennstoffauslass 135 definiert.

[0014] Der Brennstoffdurchlass 114 steht in Fliessverbindung mit dem Brennstoffraum 141, der seinerseits in Fliessverbindung mit einem Fluideinlass 142 steht, der vorzugsweise in jedem der mehreren einzelnen Brennstoff/Luft-Mischrohre 130 vorgesehen ist. Bei dieser Ausführung strömt Luft in den ersten Fluideinlass 134 der Rohre 130, während Brennstoff durch den Brennstoffdurchlass 114 in den Raum 141 gelangt. Der Brennstoff strömt um die mehreren Brennstoffeinspritzrohre 130 und durch die einzelnen Fluideinlässe 142 zur Vermischung mit Luft im Inneren der Rohre 130 und zur Bildung einer Brennstoff/Luft-Mischung. Die Brennstoff/Luft-Mischung strömt durch Auslass 135 in eine Beschleunigungs- oder Mischzone 150 und wird ausserhalb derselben zur Bildung einer Gasflamme hoher Temperatur und hohen Drucks gezündet, die an die Turbine 30 abgegeben wird.

[0015] Die Beschleunigungs- oder Mischzone 150 ist durch einen zweiten Körperbereich 151 definiert, der eine umlaufende Aussenwand 152 und eine umlaufende Innenwand 153 besitzt, wobei sich die Wände 152 und 153 zwischen einem ersten Ende 154 und einem zweiten Ende 155 erstrecken. Das erste Ende 154 ist mit dem Hauptkörperbereich 111 neben dem Fluidauslass 135 des Bündels der Rohre 130 verbunden. Wie am besten in Fig. 3 zu sehen, konvergiert der zweite Körperbereich zwischen dem ersten Ende 154 und dem zweiten Ende 155 abstromseitig vom Bündel der Rohre 130 zur Bildung der Beschleunigungszone 150. Dies bewirkt die kontinuierliche Vermischung von Brennstoff und Luft nach dem Verlassen des Fluidauslasses 135 und hat den Effekt der Beschleunigung der Brennstoff/Luft-Mischung zu einer Flammzone ausserhalb der Beschleunigungszone 150 und dem zweiten Ende 155. Das Bündel der Rohre 130 bildet an einem Ende eine kugelförmig gewölbte Fläche 160, die durch die zweiten Endbereiche 132 der einzelnen Rohre 130 definiert ist. Die gewölbte Form soll eine plötzliche Expansion an den Fluidauslassenden 135 verhindern, sodass die Rohre 131 entlang dem Umfang der umlaufenden Innenwand 153 in der Beschleunigungszone 150 enden.

[0016] Beim Betrieb unter Volllast bei geringem NO_x Ausstoss sollte die Flamme abstromseitig von der Beschleunigungszone 150 gehalten werden. Gelegentliche Rückzündungen der Flamme in den Beschleunigungsbereich 150 können auftreten. Wenn eine Rückzündung oder ein anderer zur Zündung führender Vorgang abläuft, kann die Flamme in der Beschleunigungszone 150 gehalten werden und eine Beschädigung des zweiten Körperbereichs 151 und auch des Bündels der Rohre 130 verursachen. Deshalb wird längs mindestens eines Teils der umlaufenden Aussenwand 152 des zweiten Körperbereichs 151 Kühlmittel eingeführt.

[0017] Das Kühlmittel wird in einen Kühlmittelraum 171 neben dem Bündel der Rohre 130 und der umlaufenden Aussenwand 152 des zweiten Körperbereichs 151 eingeführt. Das Kühlmittel strömt durch die Mündungen 172 und um das Bündel der Rohre 130 in einen Rohrkühlungsdurchlass 173. Danach wird Kühlmittel an der Fläche 160 aus mehreren Auslauföffnungen 174 des Bündels der Rohre 130 in die Beschleunigungszone 150 ausströmen gelassen. Das Kühlmittel kühlt auch die Ausgangsfläche 160 des Rohrbündels zur Verhinderung von Beschädigungen durch Wärme.

[0018] Kühlmittel aus dem Raum 171 wird auch in einen Wandkühlungsdurchlass 181 in einen Spalt zwischen der umlaufenden Aussenwand 152 und der umlaufenden Innenwand 153 des zweiten Körperbereichs 151 eingeführt. Das Kühlmittel tritt durch den Kühldurchgang 181 durch mehrere Einlassmündungen 182 entlang der umlaufenden Aussenwand 152 ein. Wie dargestellt, sind die Kühleinlassmündungen 182 allgemein senkrecht zur umlaufenden Aussenwand 152 angeordnet, um einen Aufprallkühlungseffekt an der umlaufenden Innenwand 153 zu bewirken. Der Kühldurchlass 181 besitzt längs einer umlaufenden Innenwand 153 auch Kühlauslassmündungen 183. Wie dargestellt, sind die umlaufende Innenwand 153 und die umlaufende Aussenwand 154 konzentrisch von einander beabstandet, obwohl auch andere Beabstandungen zur Verstärkung des Kühlmittelflusses möglich und geeignet sind. Wenn das Kühlfluid aus den Kühlauslassmündungen 183 ausströmt, wird die Innenfläche der umlaufenden Innenwand 153 filmartig gekühlt. Wie dargestellt, bietet die Kombination einer filmartigen Kühlung mit einer Prallkühlung und einer Konvektionskühlung längs der Aussenfläche der umlaufenden Aussenwand 152 und im Inneren des Kühldurchlasses 181 im Falle eines Flammrückschlages oder einer anhaltenden Flamme im Inneren der Düse 110 ein Mittel zur Vermeidung thermisch bedingter Beschädigungen. Es versteht sich, dass bereits jede dieser Kühlungstypen für sich ausreichen kann, um eine Beschädigung als Folge von Rückzündung oder Flammenhalterung zu vermeiden.

[0019] Die Erfindung kann von Fachleuten im Rahmen der Ansprüche in verschiedener Weise abgeändert werden.

Patentansprüche

1. Einspritzdüse (110) umfassend:
einen Hauptkörperbereich (111) mit einer umlaufenden Aussenwand (112);
mehrere Brennstoff/Luft-Mischrohre (130), die im Inneren des Hauptkörperbereichs (111) angeordnet sind;
einen mit den mehreren Brennstoff/Luft-Mischdüsen (130) fließfähig verbundenen Durchlass (114) für den Brennstofffluss;
einen zweiten Körperbereich (151) mit einer umlaufenden Aussenwand (152), die sich zwischen einem ersten Ende (154) und einem entgegengesetzten zweiten Ende (155) erstreckt, wobei das erste Ende (154) benachbart zu den mehreren Brennstoff/Luft-Mischrohren (130) mit dem Hauptkörperbereich (111) verbunden ist, wobei der zweite Körperbereich (151) von dem ersten Ende (154) gegen das zweite Ende konvergiert; und
einen sich mindestens teilweise längs der umlaufenden Aussenwand (152) erstreckenden Kühlungsdurchlass (181) an dem zweiten Körperbereich (151).
2. Einspritzdüse nach Anspruch 1 mit einem zweiten Kühlungsdurchlass (173), der benachbart zu den mehreren Brennstoff/Luft-Mischrohren (130) angeordnet ist.
3. Einspritzdüse nach Anspruch 1, bei der die mehreren Mischrohre (130) zur Bildung eines einzigen Rohrbündels (121) zusammengefasst sind.
4. Einspritzdüse nach Anspruch 1, bei der der Kühlungsdurchlass (181) längs der umlaufenden Aussenwand (152) des zweiten Körperbereichs (151) mehrere Einlassmündungen (182) aufweist.
5. Einspritzdüse nach Anspruch 4, bei der die Kühleinlassmündungen (182) allgemein orthogonal zur umlaufenden Aussenwand (152) verlaufen.
6. Einspritzdüse nach Anspruch 4, bei der der erste Kühlungsdurchlass (181) in einem Spalt zwischen der umlaufenden Aussenwand (152) und einer umlaufenden Innenwand (153) des zweiten Körperbereichs (151) definiert ist.
7. Einspritzdüse nach Anspruch 6, bei der der Kühlungsdurchlass (181) Kühlauslassmündungen (183) umfasst, die längs der umlaufenden Innenwand (153) des zweiten Körperbereichs (151) angeordnet sind.
8. Einspritzdüse nach Anspruch 1, bei der der erste Kühlungsdurchlass (181) in einem Spalt zwischen der umlaufenden Aussenwand (152) und einer umlaufenden Innenwand (153) des zweiten Körperbereichs (151) definiert ist.
9. Einspritzdüse nach Anspruch 8, bei der die umlaufende Innenwand (153) und die umlaufende Aussenwand (152) allgemein konzentrisch von einander beabstandet sind.
10. Einspritzdüse nach Anspruch 8, bei der der Kühlungsdurchlass (181) Kühlauslassmündungen (183) umfasst, die längs der umlaufenden Innenwand (153) des zweiten Körperbereichs (151) angeordnet sind.

FIG. 1

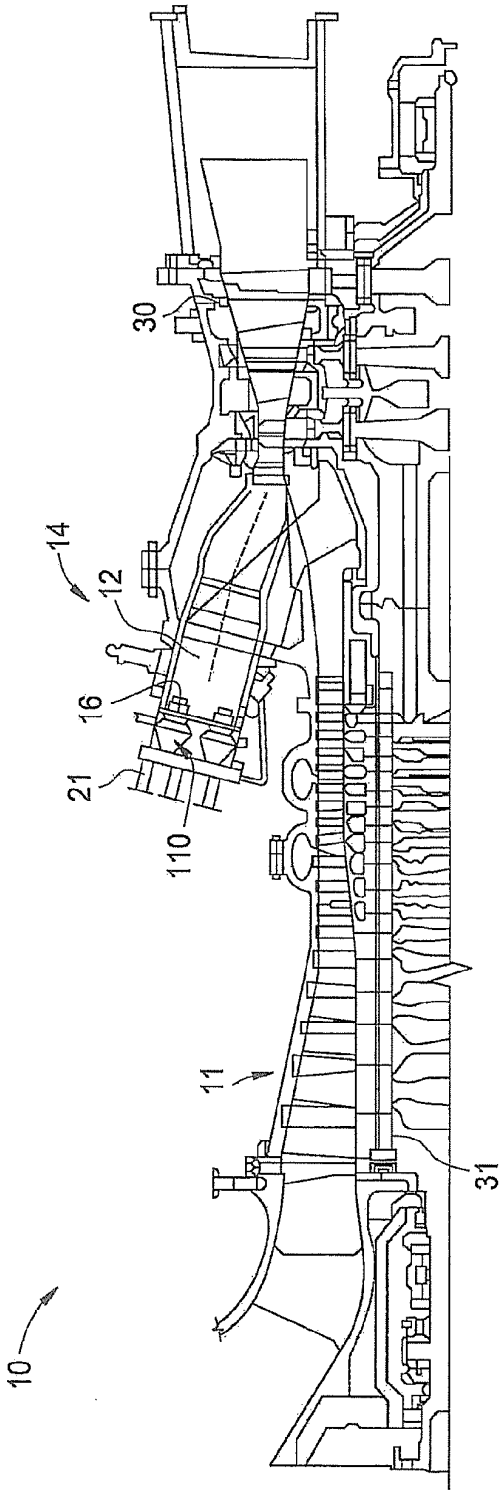


FIG. 2

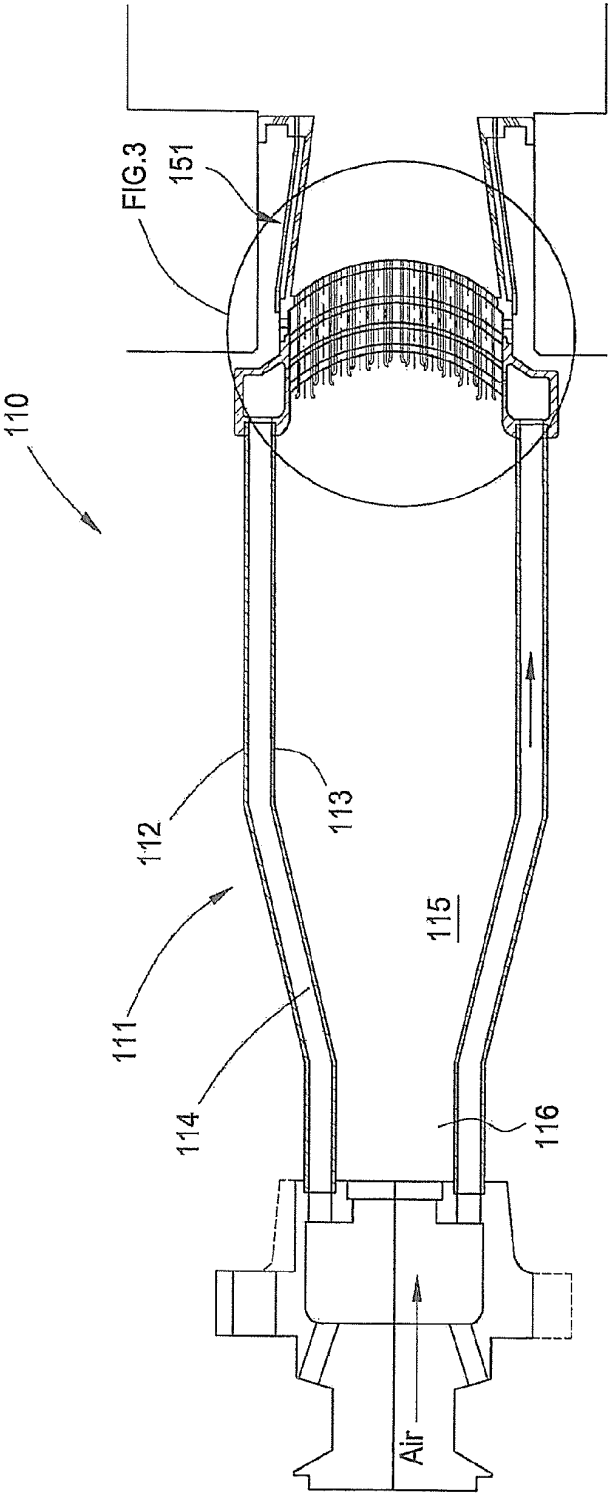


FIG. 3

Kühlung Stickstoff / Luft

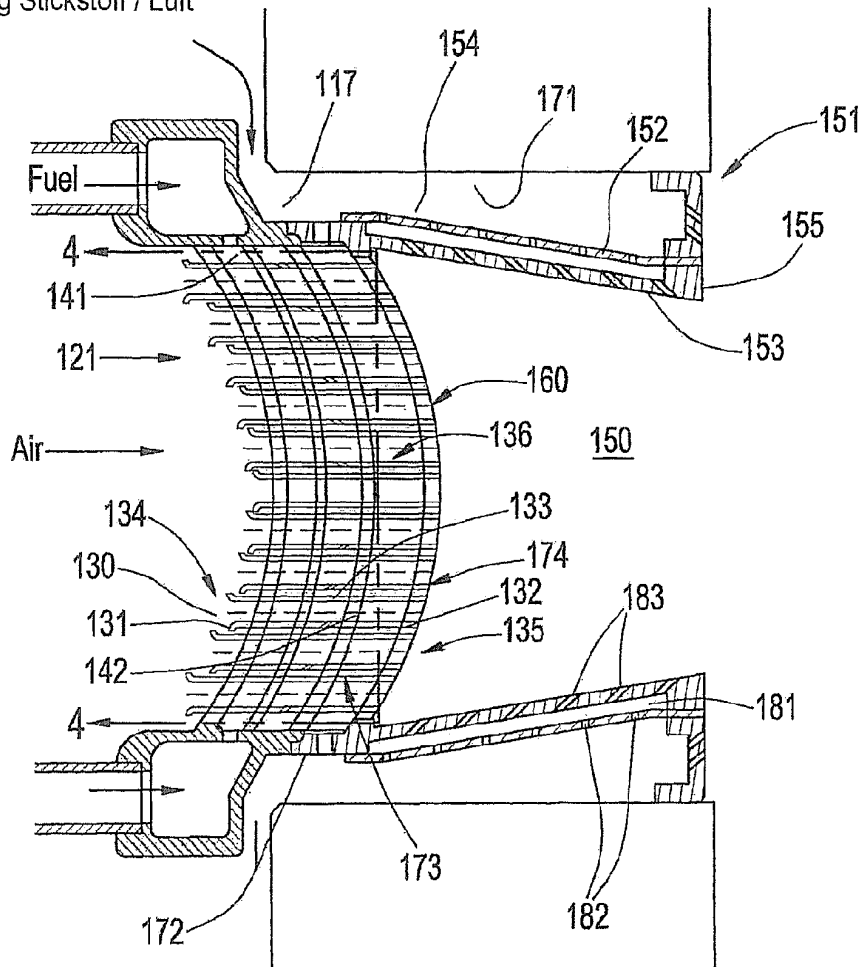


FIG. 4

