



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/166597**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 006 633.8**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2014/073253**  
(86) PCT-Anmeldetag: **03.09.2014**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.11.2015**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **09.02.2017**

(51) Int Cl.: **F02C 7/18 (2006.01)**  
**F02C 7/22 (2006.01)**  
**F02C 7/228 (2006.01)**  
**F02C 9/00 (2006.01)**  
**F23R 3/00 (2006.01)**  
**F23R 3/10 (2006.01)**  
**F23R 3/26 (2006.01)**  
**F23R 3/28 (2006.01)**

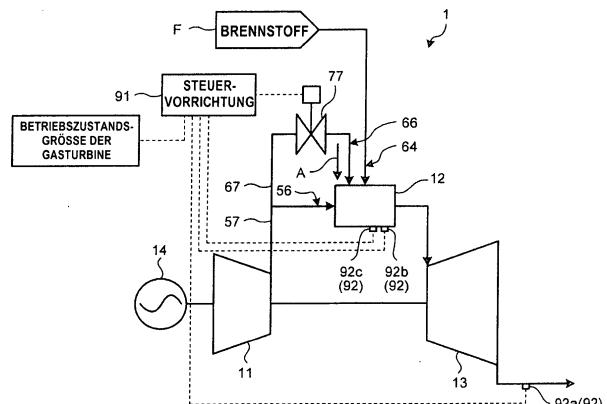
(30) Unionspriorität:  
**2014/094029**      **30.04.2014**      **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.,**  
**Yokohama-shi, Kanagawa, JP**  
  
(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Henkel, Breuer & Partner, 80333**  
**München, DE**

(72) Erfinder:  
**Takiguchi, Satoshi, Tokyo, JP; Abe, Naoki,**  
**Yokohama-shi, Kanagawa, JP; Kajimura, Shuhei,**  
**Tokyo, JP; Akamatsu, Shinji, Yokohama-shi,**  
**Kanagawa, JP; Taniguchi, Kenta, Yokohama-shi,**  
**Kanagawa, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gasturbinenbrennkammer, Gasturbine, Steuervorrichtung und Steuerverfahren**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Gasturbinenbrennkammer vorgeschlagen, die eine Bildungsmenge an NO<sub>x</sub> verringern und eine Flammenhalteeigenschaft beibehalten kann, während ein Verbrennungsschaden um eine Pilotdüse herum einschließlich an der Pilotdüse verringert wird. Eine Gasturbinenbrennkammer 12 umfasst eine Pilotdüse 59, die Brennstoff F und Kühl Luft A zum Kühlen einer Düsenspitze einspritzen kann, ein Strömungsregulierventil 77, das eine Strömungsrate von Kühl Luft, die der Pilotdüse 59 zuführt, einstellen kann, einen Erfassungssensor 92, der einen Verbrennungszustand des Brennstoffs erfasst, und eine Steuervorrichtung 91, die das Strömungsregulierventil 77 basierend auf einem Erfassungsergebnis des Erfassungssensors 92 steuert.



**Beschreibung****Gebiet**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinenbrennkammer mit einer Einspritzdüse, eine Gasturbine mit einer Gasturbinenbrennkammer, und eine Steuervorrichtung sowie ein Steuerverfahren für eine Gasturbinenbrennkammer.

**Hintergrund**

**[0002]** Eine allgemeine Gasturbine ist mit einem Kompressor, einer Brennkammer und einer Turbine ausgestattet. Von einem Lufteinlass angesaugte Luft wird durch einen Kompressor komprimiert, wodurch sie zu einer Hochtemperatur- und Hochdruck-komprimierten Luft bzw. -Druckluft wird. Die Brennkammer führt Brennstoff zu der komprimierten Luft zu, um den Brennstoff zu verbrennen, wodurch ein Hochtemperatur- und Hochdruck-Verbrennungsgas (ein Arbeitsfluid) gewonnen wird. Die Turbine wird durch das Verbrennungsgas angetrieben, um einen Generator, der mit der Turbine verbunden ist, anzutreiben.

**[0003]** Bei einer herkömmlichen Gasturbinenbrennkammer sind eine Vielzahl von Haupt-Verbrennungsbrennern so angeordnet, dass sie einen Umfang eines Pilot-Verbrennungsbrenners umgeben, wobei eine Pilotdüse in dem Pilot-Verbrennungsbrenner enthalten ist, und eine Hauptdüse in den Haupt-Verbrennungsbrennern enthalten ist. Der Pilot-Verbrennungsbrenner und die Haupt-Verbrennungsbrenner sind im Inneren eines Innenzylinders der Gasturbine angeordnet.

**[0004]** Als eine solche Gasturbinenbrennkammer gibt es Gasturbinenbrennkammern, wie sie in der Patentliteratur 1 und 2 beschrieben sind. Eine in der Patentliteratur 1 beschriebene Gasturbinenbrennkammer besitzt eine solche Konfiguration, dass eine Hülse außenseitig eines Körpers angeordnet ist, welcher einen Brennstoffdurchgang bildet, ein Abdeckring dazwischen angeordnet ist, um einen Luftdurchgang innenseitig und außenseitig davon zu bilden, und einen Düsenchip ("nozzle chip") mit einem Brennstoff-Einspritzloch, das mit dem Brennstoffdurchgang kommuniziert, an einem Scheitelende des Abdeckrings vorgesehen ist, um eine Pilotdüse zu bilden. Eine in Patentliteratur 2 beschriebene Gasturbinenbrennkammer besitzt eine solche Konfiguration, dass ein Diffusionschip, der ein Durchgang ist, durch welchen Brennstoff, Luft oder ein Luft-Brennstoff-Gemisch passiert, um zusammen mit Haupt- und Hilfs-Mischkreisläufen zu arbeiten, in einer Brennstoffdüse vorgesehen ist.

**Zitierungsliste****Patentliteratur****[0005]**

Patentliteratur 1: Japanische Patentanmeldung Nr. 2009-168397 A

Patentliteratur 2: Japanische Patentanmeldung Veröffentlichungsnummer: 2010-159757 A

**Zusammenfassung****Technisches Problem**

**[0006]** Wenn Brennstoff von Hauptdüsen eingespritzt und verbrannt wird, wird eine zirkulierende Strömung durch eine Wirbelströmung gebildet, und eine zirkulierende Strömung bzw. Zirkulationsströmung von Hochtemperaturgas (Heißgas) strömt in einen Raum gegenüber einer Düsen spitze bzw. einem Düsenaußenende einer Pilotdüse. Kühl luft wird von der Pilotdüse zu der Zirkulationsströmung eingespritzt. Dabei ändert sich eine Einspritzmenge von Brennstoff, der von den Hauptdüsen und der Pilotdüse eingespritzt wird, in Abhängigkeit von einer Ausgabe der Gasturbine. Daher nähert sich eine Bildungsposition der Zirkulationsströmung des Hochtemperaturgases der Pilotdüse an oder bewegt sich von dieser weg und die Bildungsposition der Zirkulationsströmung wird instabil. Wenn die Zirkulationsströmung sich der Pilotdüse zu stark annähert, steigt die Temperatur um die Pilotdüse herum einschließlich der Pilotdüse an, sodass die Düsen spitze der Pilotdüse durch Verbrennung beschädigt werden kann und eine Bildungsmenge von NOx darüber hinaus ansteigt. Andererseits verschlechtert sich, wenn die Zirkulationsströmung zu weit von der Pilotdüse entfernt ist, die Flammenhalte eigenschaft und die Verbrennung wird instabil. Aufgrund einer Abnahme der Verbrennbarkeit steigt die Bildung von CO und von unverbrannten verbrennbaren Bestandteilen an. Abhängig von der Anordnung der Pilotdüse und der Hauptdüsen kann die Zirkulationsströmung des Hochtemperaturgases an der Seite der Düsen spitze der Hauptdüsen gebildet werden. Daher besitzen die Hauptdüsen ein ähnliches Problem wie die Pilotdüse.

**[0007]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Gasturbinenbrennkammer, eine Gasturbine, eine Steuervorrichtung und ein Steuerverfahren vorzusehen, die die Bildungsmenge von NOx verringern und die Flammenhaltungsfähigkeit erhalten können, während ein Verbrennungsschaden um eine Einspritzdüse herum einschließlich der Einspritzdüse verringert ist.

**Lösung für das Problem**

**[0008]** Gemäß einem Aspekt wird eine Gasturbinenbrennkammer vorgeschlagen, mit: einer Einspritzdü-

se, die Brennstoff und Kühlluft zum Kühlen einer Düsen spitze bzw. eines Düsenaußenendes einspritzen kann, einer Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit, die eine Strömungsrate der Kühlluft, die der Einspritzdüse zuzuführen ist, einstellen kann, einer Erfassungseinheit, die einen Verbrennungszustand des Brennstoffs erfasst, und einer Steuervorrichtung, die die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit basierend auf einem Erfassungsergebnis der Erfassungseinheit steuert.

**[0009]** Gemäß dieser Konfiguration kann die Steuervorrichtung die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit so steuern, dass sie die Strömungsrate der von der Einspritzdüse einzuspritzenden Kühlluft einstellen kann. Daher kann eine Bildungsposition einer Zirkulationsströmung, die in die Vorderseite der Einspritzdüse strömt, auf eine geeignete Bildungsposition gemäß der Strömungsrate der Kühlluft eingestellt werden. Entsprechend ist es möglich, die Bildungsmenge von NOx zu verringern und die Flammenhalteeigenschaft aufrecht zu erhalten, während ein Verbrennungsschaden um die Einspritzdüse herum einschließlich der Einspritzdüse verhindert bzw. verhindert wird. Als die Fassungseinheit, welche den Verbrennungszustand des Brennstoffs erfasst, kann beispielsweise ein NOx Erfassungssensor, der die Bildungsmenge von erzeugtem NOx in Abhängigkeit von dem Verbrennungszustand des Brennstoffs erfasst, ein Temperatursensor, der die Temperatur eines Elements erfasst, die sich in Abhängigkeit von dem Verbrennungszustand des Brennstoffs verändert, und ein Drucksensor, der Druckschwankungen in der Brennkammer erfasst, die in Abhängigkeit von dem Verbrennungszustand des Brennstoffs hervorgerufen werden, genannt werden. Die Strömungsrate der Kühlluft kann durch die Steuervorrichtung in Abhängigkeit von einer Ausgabe der Gasturbine oder einer Betriebszustandsmenge wie einem Brennstoffanteil eingestellt werden. Die Einspritzdüse kann die Pilotdüse oder die Hauptdüse sein und ist nicht besonders beschränkt.

**[0010]** In einem Aspekt umfasst die Gasturbinenbrennkammer ferner einen Kühlluft-Zuführströmungskanal, der mit der Einspritzdüse verbunden ist, um die Kühlluft zu der Einspritzdüse zuzuführen, wobei die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit ein Strömungsregulierventil besitzt, das in dem Kühlluft-Zuführströmungskanal vorgesehen ist.

**[0011]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann die Steuervorrichtung die Strömungsrate der von der Einspritzdüse einzuspritzenden Kühlluft einfach einstellen, indem ein Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils eingestellt wird.

**[0012]** In einem Aspekt umfasst die Gasturbinenbrennkammer ferner einen Kühlluft-Zuführströmungskanal, der mit der Einspritzdüse verbunden

ist, um die Kühlluft zu der Einspritzdüse zuzuführen, wobei die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit einen Kompressor besitzt, der die Kühlluft zu dem Kühlluft-Zuführströmungskanal zuführt.

**[0013]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann die Steuervorrichtung die Strömungsrate der von der Einspritzdüse einzuspritzenden Kühlluft einfach einstellen, indem die Betätigung des Kompressors gesteuert wird.

**[0014]** In einem Aspekt umfasst die Einspritzdüse eine Vielzahl von internen Strömungskanälen, die darin von einer Düsenbasisendseite zu einer Düsenaußenendseite ausgebildet sind, durch welche der Brennstoff und die Kühlluft jeweils zirkulieren kann, wobei die Vielzahl von internen Strömungskanälen einen ersten Brennstoffströmungskanal, durch den der Brennstoff zu der Düsen spitze bzw. dem Düsenaußenende zirkuliert, einen zweiten Brennstoffströmungskanal, durch den der Brennstoff zu der Düsen spitze bzw. dem Düsenaußenende zirkuliert, und einen Kühlungsströmungskanal, durch den die Kühlluft zu der Düsen spitze bzw. dem Düsenaußenende zirkuliert, umfassen, und der Kühlungsströmungskanal zwischen dem ersten Brennstoffströmungskanal und dem zweiten Brennstoffströmungskanal in einer Richtung von einer Innenseite zu einer Außenseite der Einspritzdüse vorgesehen ist.

**[0015]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann, weil der Kühlungsdurchgang zwischen dem ersten Brennstoffgasdurchgang und dem zweiten Brennstoffgasdurchgang angeordnet sein kann, die Kühlluft effektiv zu der Düsen spitze in Abhängigkeit von der Form der Einspritzdüse eingebracht werden.

**[0016]** In einem Aspekt umfasst die Einspritzdüse eine Vielzahl von internen Strömungskanälen, die darin von einer Düsenbasisendseite zu einer Düsenaußenendseite ausgebildet sind, durch welche der Brennstoff und die Kühlluft jeweils zirkulieren kann, einen Kontraktionsabschnitt, der durch Verengen eines Teils von zumindest einem der internen Strömungs kanäle ausgebildet ist, einem Verteiler, der an einer Scheitelendseite des Kontraktionsabschnitts ausgebildet ist, um eine Verbindung mit dem internen Strömungskanal herzustellen, und ein Einspritzloch, das mit dem Verteiler kommuniziert, wobei ein Teil der Vielzahl von internen Strömungs kanälen ein Kühlungsströmungskanal ist, durch den die Kühlluft zu der Düsenaußenendseite zirkuliert.

**[0017]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann die Einspritzdüse den Brennstoff und die Kühlluft jeweils in Abhängigkeit von den internen Strömungs kanälen zirkulieren. Daher werden der Brennstoff und die Kühlluft, die in den internen Strömungs kanälen zirkulieren, nicht miteinander vermischt. Außerdem passieren der Brennstoff und die Kühlluft, die in den inter-

nen Strömungskanälen zirkulieren, durch den Kontraktionsabschnitt. Daher wird eine Zirkulationsmenge des Brennstoffs und der Kühlluft, die zu der Düsenaußenendseite strömen, stabilisiert, wodurch eine Stabilisierung der Einspritzmenge des Brennstoffs und der Kühlluft, die von den Einspritzlöchern einzuspritzen sind, stabilisiert werden kann. Der Brennstoff und die Kühlluft, die den Kontraktionsabschnitt passiert haben, passieren durch den Verteiler und werden von den Einspritzlöchern eingespritzt. Daher werden der Brennstoff und die Kühlluft, die von den Einspritzlöchern über den Verteiler eingespritzt werden, mit einem gleichmäßigen Druck eingespritzt. Beispielsweise kann durch Ausbilden des Verteilers in einer Umfangsrichtung und Ausbilden einer Vielzahl von Einspritzlöchern in der Umfangsrichtung entlang dem Verteiler der Brennstoff und die Kühlluft, die von den Einspritzlöchern eingespritzt werden, mit einem gleichmäßigen Druck in der Umfangsrichtung eingespritzt werden.

**[0018]** Die Einspritzdüse umfasst einen Düsenkörper, der so vorgesehen ist, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite erstreckt, und eine Vielzahl von Verwirbelungsflügeln, die mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen um den Düsenkörper herum angeordnet und vorgesehen sind, und in der Vielzahl von internen Strömungskanälen ist der Kühlungsströmungskanal, der der Teil der internen Strömungskanäle ist, so vorgesehen, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite erstreckt, und ein Brennstoffströmungskanal, durch den der Brennstoff zirkuliert, der der andere Teil der internen Strömungskanäle ist, ist so vorgesehen, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu den Verwirbelungsflügeln erstreckt.

**[0019]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann die Kühlluft von einer Scheitelendseite des Düsenkörpers eingespritzt werden und der Brennstoff kann von der Vielzahl von Verwirbelungsflügeln eingespritzt werden.

**[0020]** In einem Aspekt umfasst die Einspritzdüse einen Düsenkörper, der so vorgesehen ist, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite erstreckt, und einen Schichtluft-Strömungskanal der um den Düsenkörper herum ausgebildet ist, durch den Schichtluft von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite zirkuliert.

**[0021]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann der Schichtluft-Strömungskanal um den Düsenkörper herum ausgebildet sein.

**[0022]** In einem Aspekt kommuniziert der Schichtluft-Strömungskanal mit einem externen Strömungskanal, der außenseitig des Düsenkörpers ausgebildet ist.

**[0023]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann die von dem externen Strömungskanal aufgenommene Luft als die Schichtluft verwendet werden.

**[0024]** In einem Aspekt ist ein Teil der Vielzahl von internen Strömungskanälen der Schichtluft-Strömungskanal, der so vorgesehen ist, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite erstreckt.

**[0025]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann der Schichtluft-Strömungskanal als der interne Strömungskanal des Düsenkörpers ausgebildet sein.

**[0026]** In einem Aspekt ist der Kühlungsströmungskanal im Inneren der Einspritzdüse bezüglich des Schichtluft-Strömungskanals vorgesehen.

**[0027]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann der Kühlungsströmungskanal im Inneren des Schichtluft-Strömungskanals ausgebildet sein.

**[0028]** In einem Aspekt wird eine Gasturbinenbrennkammer vorgeschlagen, mit: einer Pilotdüse und Hauptdüsen, die um die Pilotdüse herum vorgesehen sind, wobei als die Pilotdüse die Einspritzdüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 eingesetzt ist.

**[0029]** Gemäß dieser Ausgestaltung können der Brennstoff und die Kühlluft von der Pilotdüse eingespritzt werden. Dabei kann, weil die Pilotdüse die Kühlluft von der Düsenaußenendseite einspritzen kann, die Bildungsposition der Zirkulationsströmung, die in die Vorderseite der Pilotdüse einströmt, auf eine geeignete Bildungsposition in Abhängigkeit von der Strömungsrate der Kühlluft eingestellt werden.

**[0030]** In einem Aspekt wird eine Gasturbine vorgeschlagen, mit: der Gasturbinenbrennkammer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, und einer Turbine, die durch Verbrennung des Brennstoffs in der Gasturbinenbrennkammer erzeugtes Verbrenngas gedreht wird.

**[0031]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann die Bildungsmenge von NOx unterdrückt bzw. verringert werden und die Flammenhalteeigenschaft beibehalten werden, während ein Verbrennungsschaden um die Einspritzdüse herum einschließlich der Einspritzdüse der Gasturbinenbrennkammer verringert bzw. verhindert wird. Dadurch kann die Verbrennung durch die Gasturbinenbrennkammer stabil ausgeführt werden und infolge dessen die Turbinenwirksamkeit durch eine stabile Verbrennung verbessert werden.

**[0032]** In einem Aspekt wird eine Steuervorrichtung für eine Gasturbinenbrennkammer vorgeschlagen, die eine Einspritzdüse, welche Brennstoff und Kühlluft zum Kühlen einer Düsen spitze bzw. eines

Düsenaußendes einspritzen kann, eine Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit, die eine Strömungsrate der Kühlluft, die der Einspritzdüse zuzuführen ist, einstellen kann, und eine Erfassungseinheit, die einen Verbrennungszustand des Brennstoffs erfasst, umfasst, wobei die Steuervorrichtung die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit basierend auf einem Erfassungsergebnis der Erfassungseinheit steuert.

**[0033]** In einem Aspekt wird ein Steuerverfahren für eine Gasturbinenbrennkammer vorgeschlagen, die eine Einspritzdüse, welche Brennstoff und Kühlluft zum Kühlen einer Düsen spitze bzw. eines Düsenaußendes einspritzen kann, eine Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit, die eine Strömungsrate der Kühl luft, die der Einspritzdüse zuzuführen ist einstellen kann, und eine Erfassungseinheit, die einen Verbrennungszustand des Brennstoffs erfasst, umfasst, wobei die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit basierend auf einem Erfassungsergebnis der Erfassungseinheit gesteuert wird.

**[0034]** Gemäß dieser Ausgestaltung kann die Strömungsrate der Kühl luft, die von der Einspritzdüse einzuspritzen ist, eingestellt werden, indem die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit gesteuert wird. Daher kann die Bildungsposition der Zirkulationsströmung, die in die Vorderseite der Einspritzdüse einströmt, auf eine geeignete Bildungsposition in Abhängigkeit von der Strömungsrate der Kühl luft eingestellt werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0035]** **Fig. 1** ist eine schematische Konfigurationsdarstellung, die eine Gasturbine gemäß einer ersten Ausführungsform verdeutlicht.

**[0036]** **Fig. 2** ist eine schematische Konfigurationsdarstellung, die eine Gasturbinenbrennkammer gemäß der ersten Ausführungsform verdeutlicht.

**[0037]** **Fig. 3** ist eine Schnittansicht von relevanten Teilen in der Gasturbinenbrennkammer gemäß der ersten Ausführungsform.

**[0038]** **Fig. 4** ist eine Schnittansicht, die ein Scheitelende einer Pilotdüse gemäß der ersten Ausführungsform verdeutlicht.

**[0039]** **Fig. 5** ist eine schematische Darstellung, die die Gasturbine gemäß der ersten Ausführungsform verdeutlicht.

**[0040]** **Fig. 6** ist eine schematische Darstellung, die eine Gasturbine gemäß einer zweiten Ausführungsform verdeutlicht.

**[0041]** **Fig. 7** ist eine Schnittansicht, die ein Scheitelende einer Pilotdüse gemäß einer dritten Ausführungsform verdeutlicht.

**[0042]** **Fig. 8** ist eine Schnittansicht, die ein Scheitelende einer Pilotdüse gemäß einer vierten Ausführungsform verdeutlicht.

**[0043]** **Fig. 9** ist eine Schnittansicht, die ein Scheitelende einer Pilotdüse gemäß einer fünften Ausführungsform verdeutlicht.

#### Beschreibung von Ausführungsformen

**[0044]** Beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden im Detail mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die Ausführungsformen beschränkt. Ferner umfassen Bestandteile bzw. -elemente bei den im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen diejenigen, die durch den Fachmann einfach ausgetauscht oder angenommen werden können oder die im Wesentlichen äquivalent sind. Ferner können die Bestandteile bzw. -elemente, die im Folgenden beschrieben werden, in geeigneter Weise kombiniert werden und, sofern es eine Anzahl von Ausführungsformen gibt, können diese Ausführungsformen auch kombiniert werden.

#### Erste Ausführungsform

**[0045]** Die **Fig. 1** ist eine schematische Konfigurationsdarstellung, die eine Gasturbine gemäß einer ersten Ausführungsform verdeutlicht. **Fig. 2** ist eine schematische Konfigurationsdarstellung, die eine Gasturbinenbrennkammer gemäß der ersten Ausführungsform verdeutlicht. **Fig. 3** ist eine Schnittansicht von relevanten Teilen in der Gasturbinenbrennkammer gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig. 4** ist eine Schnittansicht, die ein Scheitelende einer Pilotdüse gemäß der ersten Ausführungsform verdeutlicht. **Fig. 5** ist eine schematische Darstellung, die die Gasturbine gemäß der ersten Ausführungsform verdeutlicht.

**[0046]** Eine Gasturbine **1** gemäß der ersten Ausführungsform ist gemäß der Darstellung in den **Fig. 1** und **Fig. 5** mit einem Kompressor **11**, einer Brennkammer (Gasturbinenbrennkammer) **12** und einer Turbine **13** ausgestattet. Ein Stromgenerator **14** (siehe **Fig. 5**) ist mit der Gasturbine **1** so verbunden, dass er Energie bzw. Strom erzeugen kann.

**[0047]** Der Kompressor **11** besitzt einen Lufteinlass **20**, der Luft aufnimmt. Ein Einlass-Leitflügel („inlet guide vane – IGV“) **22** ist in einem Kompressorgehäuse **21** angeordnet, eine Vielzahl von Kompressorleitflügeln **23** und Turbinen-Laufschaufeln **24** sind abwechselnd in einer Vorne-Hinten-Richtung (eine Axialrichtung eines Rotors **32**, der später beschrieben wird) angeordnet, und eine Zapfluftkammer **25** ist außenseitig davon vorgesehen. Durch Zuführen von Brennstoff zu komprimierter Luft, die durch den Kompressor **11** komprimiert wurde, und Zünden des

Brennstoffs kann die Brennkammer **12** den Brennstoff verbrennen. In der Turbine **13** sind eine Vielzahl von Turbinenleitschaufeln **27** und Turbinenlaufschaufern **28** abwechselnd in der Vorne-Hinten-Richtung (der Axialrichtung der Rotors **32**, der später beschrieben wird) in einem Turbinengehäuse **26** angeordnet. An einer stromabwärtigen Seite des Turbinengehäuses **26** ist eine Abgaskammer **30** über ein Abgasgehäuse **29** angeordnet und die Abgaskammer **30** besitzt einen mit der Turbine **13** verbundenen Abgasdiffusor **31**.

**[0048]** Der Rotor (eine Drehwelle) **32** ist so positioniert, dass er einen zentralen Abschnitt des Kompressors **11**, der Brennkammer **12**, der Turbine **13** und der Abgaskammer **30** durchsetzt. Während ein Ende des Rotors **32** an der Seite des Kompressors **11** drehbar durch eine Lagerung **33** getragen ist, ist ein Ende davon an der Seite der Abgaskammer **30** durch eine Lagerung **34** getragen. In dem Rotor **32** sind eine Vielzahl von Scheiben, an denen die jeweiligen Turbinenlaufschaufern **24** angebracht sind, einander überlagert und in dem Kompressor **11** befestigt, und eine Vielzahl von Scheiben, an denen die jeweiligen Turbinenlaufschaufern **28** angebracht sind, sind einander überlagert und in der Turbine **13** befestigt, und eine Antriebswelle des Stromgenerators **14** ist mit einem Ende der Turbine **13** an der Seite des Kompressors **11** verbunden.

**[0049]** In der Gasturbine **1** ist das Kompressorgehäuse **21** des Kompressors **11** durch einen Fußabschnitt **35** getragen, das Turbinengehäuse **26** der Turbine **13** ist durch einen Fußabschnitt **36** getragen, und die Abgaskammer **30** ist durch einen Fußabschnitt **37** getragen.

**[0050]** Daher passiert von dem Lufteinlass **20** des Kompressors **11** angesaugte Luft durch den Einlass-Leitflügel **22** und die Vielzahl von Kompressorleitflügeln **23** und Turbinen-Laufschaufern **24** und wird komprimiert, um zu einer Hochtemperatur- und Hochdruck-Druckluft zu werden. Die Brennkammer **12** liefert vorbestimmten Brennstoff zu der komprimierten Luft bzw. Druckluft, um den Brennstoff zu verbrennen. Weil Hochtemperatur- und Hochdruck-Verbrennungsgas, das ein Arbeitsfluid ist, das durch die Brennkammer **12** erzeugt wird, durch die Vielzahl von Turbinen-Leitschaufeln **27** und Turbinen-Lauffschaufern **28**, welche die Turbine **13** bilden, passiert, wird der Rotor **32** angetrieben und gedreht und treibt dadurch den Stromgenerator **14**, der mit dem Rotor **32** verbunden ist, an. Das Verbrennungsgas, das die Turbine **13** angetrieben hat, passiert durch den Abgasdiffusor **31** und wird von der Abgaskammer **30** zu der Luft als Abgas ausgetragen.

**[0051]** In der oben beschriebenen Brennkammer **12** ist gemäß der Darstellung in **Fig. 2** ein Brennkammer-Innenzyylinder **42** im Inneren eines Gehäuses **41**

mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen angeordnet, und ein Brennkammer-Übergangsstück **43** ist mit einem Scheitelende des Brennkammer-Innenzyinders **42** verbunden. In dem Brennkammer-Innenzyylinder **42** ist ein Pilot-Verbrennungsbrenner **44** so angeordnet, dass er an einem innenseitigen Zentralteil davon positioniert ist, und eine Vielzahl von Haupt-Verbrennungsbrennern **45** sind so angeordnet, dass sie den Pilot-Verbrennungsbrenner **44** in einer Umfangsrichtung an einem Innenumfang des Brennkammer-Innenzyinders **42** umgeben. Das Brennkammer-Übergangsstück **43** ist mit einem Bypassrohr **46** verbunden und ein Bypassventil **47** ist an dem Bypassrohr **46** vorgesehen.

**[0052]** Ein „top hat“-Abschnitt **54** ist an das Gehäuse **41** angesetzt und durch eine Vielzahl von Befestigungsbolzen **55** befestigt. Der Brennkammer-Innenzyylinder **42** ist im Inneren des Gehäuses **41** mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen angeordnet, und ein Luftdurchgang **56** in einer Zylinderform ist zwischen einer Innenfläche des „top hat“-Abschnitts **54** und einer Außenfläche des Brennkammer-Innenzyinders **42** ausgebildet. Der Luftdurchgang **56** kommuniziert mit einem Zuführdurchgang **57** der komprimierten Luft, die durch den Kompressor **11** komprimiert wurde, an einem Ende davon und kommuniziert mit einer Basisendseite des Brennkammer-Innenzyinders **42** an dem anderen Ende davon. Der Brennkammer-Innenzyylinder **42** besitzt einen Abschnitt mit großem Durchmesser **42a**, der an der Basisendseite ausgebildet ist, so dass der Luftdurchgang **56** eine Glockenmündungsform besitzt.

**[0053]** Der Pilot-Verbrennungsbrenner **44** ist in dem Brennkammer-Innenzyylinder **42** angeordnet, der in dem zentralen Teil davon positioniert ist, und die Vielzahl von Haupt-Verbrennungsbrennern **45** sind um den Pilot-Verbrennungsbrenner herum angeordnet. Der Pilot-Verbrennungsbrenner **44** ist durch einen Pilottrichter bzw. -kegel **58**, der durch den Brennkammer-Innenzyylinder **42** getragen ist, und eine Pilotdüse **59**, die im Inneren des Pilotkegels bzw. -trichters **58** angeordnet ist, konfiguriert, und Verwirbelungsflügel **60** sind an einem Außenumfang der Pilotdüse **59** vorgesehen. Jeder der Haupt-Verbrennungsbrenner **45** ist durch einen Brennerzyylinder **61** und eine Hauptdüse **62**, die im Inneren des Brennerzyinders **61** angeordnet ist, gebildet, und Verwirbelungsflügel **63** sind an einem Außenumfang der Hauptdüse **62** vorgesehen.

**[0054]** Der „top hat“-Abschnitt **54** ist mit Brennstoffanschlüssen **64** und **65** versehen, eine Pilotbrennstoffleitung (nicht gezeigt) ist mit dem Brennstoffanschluss **64** der Pilotdüse **59** verbunden, und eine Hauptbrennstoffleitung (nicht gezeigt) ist mit dem Brennstoffanschluss **65** von jeder der Hauptdüsen **62** verbunden. Obwohl hier nicht gezeigt ist der „top hat“-Abschnitt **54** mit einem Kühlluft-Zuführanschluss

**66** (siehe **Fig. 5**) versehen. Gemäß der Darstellung in **Fig. 5** ist der Kühlluft-Zuführanschluss **66** mit einem Zweigdurchgang (Kühlluft-Zuführströmungskanal) **67** verbunden, der von dem Zuführdurchgang **57**, der sich von dem Kompressor **11** zu der Gasturbinenbrennkammer **12** erstreckt, abzweigt. Der Zuführdurchgang **57** kommuniziert also mit dem Luftdurchgang **56** in der Gasturbinenbrennkammer **12** und der Zweigdurchgang **67**, der von dem Zuführdurchgang **57** abzweigt, ist mit dem Kühlluft-Zuführanschluss **66** der Gasturbinenbrennkammer **12** verbunden.

**[0055]** Gemäß den Darstellungen in **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 5** strömt daher die Hochtemperatur- und Hochdruck-Druckluft in den Luftdurchgang **56** und den Zweigdurchgang **67** von dem Zuführdurchgang **57**, strömt in den Brennkammer-Innenzyylinder **42** von dem Luftdurchgang **56**, und strömt außerdem in den Kühlluft-Zuführanschluss **66** von dem Zweigdurchgang **67**.

**[0056]** In dem Brennkammer-Innenzyylinder **42** wird die komprimierte Luft mit dem von den Haupt-Verbrennungsbrennern **45** eingespritzten Brennstoff vermischt, um zu einer Wirbelströmung eines vorgemischten Luft-Brennstoff-Gemischs zu werden und strömt in das Brennkammer-Übergangsstück **43**. Ferner wird in dem Brennkammer-Innenzyylinder **42** die komprimierte Luft mit dem von dem Pilot-Verbrennungsbrenner **44** eingespritzten Brennstoff vermischt, wird durch einen (nicht gezeigten) Pilotbrenner gezündet und verbrannt, um zu einem Verbrennungsgas zu werden, und wird in das Brennkammer-Übergangsstück **43** ausgestoßen. Dabei wird ein Teil des Verbrennungsgases so ausgestoßen, dass er umfangsmäßig im Inneren des Brennkammer-Übergangsstücks **43** mit Flammen diffundiert und durch Zündung durch das vorgemischte Luft-Brennstoff-Gemisch, das von jedem der Haupt-Verbrennungsbrenner **45** in das Brennkammer-Übergangsstück **43** einströmt, verbrannt. Damit wird ein Flammenhalten zum Ausführen einer stabilen Verbrennung von magerem vorgemischtem Brennstoff von den Haupt-Verbrennungsbrennern **45** durch Pilotflammen mittels des von dem Pilot-Verbrennungsbrenner eingespritzten Pilotbrennstoffs ermöglicht.

**[0057]** Eine Hochtemperatur-Zirkulationsströmung wird in dem Pilotkegel **58** aufgrund einer Verbrennung des Hauptbrennstoffs erzeugt. Die Zirkulationsströmung strömt gegenüberliegend in die Vorderseite der Pilotdüse **59** ein. Die Bildungsposition der Zirkulationsströmung wird in einer sich der Pilotdüse **59** annähernden und einer sich davon entfernenden Richtung aufgrund der von der Pilotdüse **59** eingespritzten Kühlluft verändert. Dabei wird die in den Kühlluft-Zuführanschluss **66** strömende komprimierte Luft als Kühlluft zum Kühlung der Pilotdüse **59** verwendet.

**[0058]** Die Pilotdüse **59** gemäß der ersten Ausführungsform wird als nächstes im Detail mit Bezug auf die **Fig. 4** beschrieben. An einem Scheitelende der Pilotdüse **59** hat gemäß der Darstellung in **Fig. 4** ein Düsenkörper **71** eine hohle zylindrische Form, und Verwirbelungsflügel **60** sind um den Düsenkörper **71** herum vorgesehen. Eine Vielzahl von internen Strömungskanälen sind im Inneren des Düsenkörpers **71** ausgebildet, und ein erster Brennstoffdurchgang **72**, ein zweiter Brennstoffdurchgang **74** und ein Kühlungsdurchgang **73** sind als die internen Strömungskanäle ausgebildet.

**[0059]** Der zweite Brennstoffdurchgang **74** ist an der Mitte des Schafts im Inneren des Düsenkörpers **71** ausgebildet und ist von einer Basisendseite zu einer Scheitelendseite davon ausgebildet. Die Basisendseite des zweiten Brennstoffdurchgangs **74** kommuniziert mit dem Brennstoffanschluss **64**, und von dem Brennstoffanschluss **64** zugeführter Brennstoff F passiert durch den zweiten Brennstoffdurchgang **74** und wird von dem Scheitelende des Düsenkörpers **71** eingespritzt.

**[0060]** Der Kühlungsdurchgang **73** ist an einer Außenumfangsseite des zweiten Brennstoffdurchgangs **74** innenseitig des Düsenkörpers **71** ausgebildet und er ist von der Bodenendseite zu der Scheitelendseite davon ausgebildet. Der Kühlungsdurchgang **73** kommuniziert mit dem Kühlluft-Zuführanschluss **66** an der Bodenendseite, und die in den Kühlluft-Zuführanschluss **66** von dem Kompressor **11** über den Zuführdurchgang **57** und den Zweigdurchgang **67** einströmende komprimierte Luft zirkuliert durch diesen als Kühlluft A.

**[0061]** Der erste Brennstoffdurchgang **72** ist an einer Außenumfangsseite des Kühlungsdurchgangs **73** im Inneren des Düsenkörpers **71** ausgebildet und er ist von der Bodenendseite entlang der Innenseite der Verwirbelungsflügel **60** ausgebildet. Der erste Brennstoffdurchgang **72** kommuniziert mit dem Brennstoffanschluss **64** an der Bodenendseite und mit einem ersten Brennstoffeinspritzloch **75**, das in dem Verwirbelungsflügel **60** an der Scheitelendseite ausgebildet ist. Daher passiert der von dem Brennstoffanschluss **64** zugeführte Brennstoff F durch den ersten Brennstoffdurchgang **72** und wird von dem in dem Verwirbelungsflügel **60** ausgebildeten ersten Brennstoffeinspritzloch **75** eingespritzt.

**[0062]** Auf diese Weise ist der Kühlungsdurchgang **73** zwischen einer Innenseite des ersten Brennstoffdurchgangs **72** und einer Außenseite des zweiten Brennstoffdurchgangs **74** in einer Radialrichtung des Düsenkörpers **71** vorgesehen. Der Brennstoff F1, der in dem ersten Brennstoffdurchgang **72** zirkuliert, und ein Brennstoff F2, der in dem zweiten Brennstoffdurchgang **74** zirkuliert, enthalten Brennstoffgas wie LNG und werden zu einem Luft-Brennstoff-Ge-

misch aus Brennstoffgas und komprimierter Luft bzw. Druckluft (Pilotbrennstoff).

**[0063]** Der Kühlungsdurchgang **73** ist mit dem Zuführdurchgang **57** über den Zweigdurchgang **67** verbunden und der Zweigdurchgang **67** ist mit einem Strömungseinstellventil bzw. Strömungsregulierventil (Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit) **77** versehen. Das Strömungsregulierventil **77** ist mit einer Steuervorrichtung **91** verbunden, die in der Gasturbine **1** vorgesehen ist. Ein Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77** wird durch die Steuervorrichtung **91** eingestellt. Ein Scheitelende des Kühlungsdurchgangs **73** kommuniziert mit Lufteinspritzlöchern **79**, die in dem Scheitelende des Düsenkörpers **71** ausgebildet sind. Die Lufteinspritzlöcher **79** sind bezüglich des Düsenkörpers **71** einwärts gerichtet, um die Kühlluft A zu der Innenseite des Düsenkörpers **71** zu der Vorderseite des Düsenkörpers **71** hin einzuspritzen.

**[0064]** Ein Scheitelende des zweiten Brennstoffdurchgangs **74** kommuniziert mit zweiten Brennstoffeinspritzlöchern **78**, die an dem Scheitelende des Düsenkörpers **71** ausgebildet sind. Die zweiten Brennstoffeinspritzlöcher **78** sind bezüglich des Düsenkörpers **71** nach außen gerichtet, um den Brennstoff F2 zu der Außenseite des Düsenkörpers **71** zu der Vorderseite des Düsenkörpers **71** einzuspritzen.

**[0065]** Auf diese Weise kann die Pilotdüse **59** den Brennstoff F1 von den ersten Brennstoffeinspritzlöchern **75** in die Verwirbelungsflügel **60** und den Brennstoff F2 von den zweiten Brennstoffeinspritzlöchern **78** des Düsenkörpers **71** einspritzen. Die Pilotdüse **59** kann also den Brennstoff F1 und den Brennstoff F2 selektiv oder gleichzeitig einspritzen. Außerdem spritzt die Pilotdüse **59** die Kühlluft A von den Lufteinspritzlöchern **79** des Düsenkörpers **71** ein.

**[0066]** Gemäß obiger Beschreibung ist das Bodenende des Kühlungsdurchgangs **73** mit dem Zweigdurchgang **67** über den Kühlluft-Zuführanschluss **66** verbunden und der Zweigdurchgang **67** ist mit dem Strömungsregulierventil **77** versehen. Die Steuervorrichtung **91** steuert das Strömungsregulierventil **77** in Abhängigkeit von dem Betriebszustand der Gasturbine **1**, um die Strömungsrate der Kühlluft A, die in dem Zweigdurchgang **67** zirkuliert, einzustellen, um dadurch die Einspritzmenge der Kühlluft A, die von den Lufteinspritzlöchern **79** einzuspritzen ist, einzustellen.

**[0067]** Wenn die Bildungsposition der Zirkulationsströmung in dem Pilotkegel **58** nahe bei der Pilotdüse **59** ist, erhöht die Steuervorrichtung **91** insbesondere den Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77**, um die Einspritzmenge der Kühlluft A, die in den Pilotkegel **58** einzuspritzen ist, zu erhöhen. Andererseits vermindert, wenn die Bildungsposition der Zirku-

lationsströmung in dem Pilotkegel **58** von der Pilotdüse **59** entfernt liegt, die Steuervorrichtung **91** den Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77**, um die Einspritzmenge der Kühlluft A, die in den Pilotkegel **58** einzuspritzen ist, zu verringern. Die Steuervorrichtung **91** stellt also den Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77** gemäß dem Betriebszustand der Gasturbine **1** (ein Verbrennungszustand des Brennstoffs F) ein.

**[0068]** Bei der ersten Ausführungsform ist ein Erfassungssensor **92**, der den Betriebszustand der Gasturbine **1** erfasst, vorgesehen, und der Erfassungssensor **92** ist mit der Steuervorrichtung **91** verbunden. Als Erfassungssensor **92** kann beispielsweise ein NO<sub>x</sub>-Erfassungssensor, welcher eine Bildungsmenge von NO<sub>x</sub>, das in Abhängigkeit von dem Verbrennungszustand des Brennstoffs F erzeugt wird, erfasst, ein Gaskomponenten-Erfassungssensor **92a**, welcher in Abhängigkeit von dem Verbrennungszustand des Brennstoffs F erzeugtes CO oder unverbrannte Kohlenwasserstoffe erfasst, ein Temperatursensor **92b**, welcher die Temperatur von den Gasturbinenbrennkammer **12** bildenden Elementen erfasst, welche sich in Abhängigkeit von dem Verbrennungszustand des Brennstoffs F verändert, oder ein Drucksensor **92c**, welcher Druckschwankungen in dem Brennkammer-Innenzyylinder **42** erfasst, eingesetzt werden. Die Steuervorrichtung **91** stellt den Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77** auf Basis eines Erfassungsergebnisses des Erfassungssensors **92** ein. Der Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77** (das heißt, die Strömungsrate der Kühlluft A) kann durch die Steuervorrichtung **91** gemäß der Betriebszustandsquantität wie einer Ausgabe der Gasturbine oder einem Brennstoffanteil eingestellt werden.

**[0069]** Wenn der Erfassungssensor **92** der Drucksensor **92c** ist, verringert die Steuervorrichtung **91** insbesondere den Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77** bei einer Erhöhung der durch den Drucksensor **92c** erfassten Druckschwankungen, wodurch die Einspritzmenge der Kühlluft A von den Lufteinspritzlöchern **79** verringert wird.

**[0070]** Wenn der Erfassungssensor **92** der Temperatursensor **92b** ist und wenn die durch den Temperatursensor **92b** erfasste Temperatur höher ist als eine voreingestellte Temperatur, erhöht die Steuervorrichtung **91** den Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77**, um die Einspritzmenge der Kühlluft A von den Lufteinspritzlöchern **79** zu erhöhen.

**[0071]** Der Erfassungssensor **92** kann jeder Sensor sein, der den Betriebszustand der Gasturbine **1**, also den Verbrennungszustand des Brennstoffs F, erfassen kann.

**[0072]** Als nächstes wird die Verbrennung in der Pilotdüse **59** gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. In der Pilotdüse **59** werden gemäß der Darstellung in **Fig. 4** das von den ersten Brennstoffeinspritzlöchern **75** in den Verwirbelungsflügeln **60** eingespritzte Luft-Brennstoff-Gemisch (Brennstoff) F1 und das von den zweiten Brennstoffeinspritzlöchern **78** des Düsenkörpers **71** eingespritzte Luft-Brennstoff-Gemisch (Brennstoff) F2 durch einen Pilotbrenner (nicht gezeigt) gezündet und verbrannt, um zu einem Hochtemperatur-Verbrennungsgas zu werden, und es wird so ausgespritzt, das es umfangsmäßig mit Flammen diffundiert. Die durch den Kühlungsdurchgang **73** passierende Kühlluft A wird außerdem zu der Innenseite des Düsenkörpers **71** eingespritzt, wodurch die Bildungsposition der Zirkulationsströmung durch die Kühlluft A eingestellt wird.

**[0073]** Dabei stellt die Steuervorrichtung **91** den Öffnungsgrad des Strömungsregulierventils **77** basierend auf dem Erfassungsergebnis des Erfassungssensors **92** ein, um die Einspritzmenge der Kühlluft A, die von den Lufteinspritzlöchern **79** zu dem Pilotkegel **58** einzuspritzen ist, einzustellen. Wenn die Zirkulationsströmung sich der Pilotdüse **59** annähert, wird demnach die Einspritzmenge der Kühlluft A, die von den Lufteinspritzlöchern **79** eingespritzt wird, erhöht, wodurch es möglich ist, die Bildungsposition der Zirkulationsströmung, die in die Vorderseite der Pilotdüse **59** einströmt, durch die vermehrte Kühlluft A an einer Bewegung nach hinten zu hindern. Wenn die Zirkulationsströmung von der Pilotdüse **59** entfernt ist, wird die Einspritzmenge der Kühlluft A, die von den Lufteinspritzlöchern **79** einzuspritzen ist, verringert, wodurch es möglich ist, die Bildungsposition der Zirkulationsströmung, die in die Vorderseite der Pilotdüse **59** einströmt, durch die verminderte Kühlluft A nahe zu der Pilotdüse **59** zu bewegen. Auf diese Weise kann die Steuervorrichtung **91** die Bildungsposition der Zirkulationsströmung durch Einstellen des Strömungsregulierventils **77** einstellen.

**[0074]** Gemäß der ersten Ausführungsform und obiger Beschreibung kann die Steuervorrichtung **91** die Einspritzmenge der Kühlluft A, die von der Pilotdüse **59** einzuspritzen ist, durch Steuern des Strömungsregulierventils **77** basierend auf dem Erfassungsergebnis des Erfassungssensors **92** einstellen. Daher kann die Bildungsposition der Zirkulationsströmung, die in die Vorderseite der Pilotdüse **59** einströmt, auf eine geeignete Bildungsposition durch die Strömungsrate der Kühlluft A eingestellt werden. Entsprechend kann die Bildungsmenge von NO<sub>x</sub>, CO oder unverbranntem verbrennbarem Inhalt verhindert bzw. verhindert und die Flammenhalteeigenschaft eingehalten werden, während eine Verbrennungsbeschädigung um die Pilotdüse **59** herum einschließlich der Pilotdüse **59** verhindert bzw. verhindert wird.

**[0075]** Gemäß der ersten Ausführungsform kann die Steuervorrichtung **91** die Strömungsrate der Kühlluft A, die von der Pilotdüse **59** einzuspritzen ist, einfach durch Einstellen des Öffnungsgrads des Strömungsregulierventils **77** einstellen.

**[0076]** Weil der Kühlungsdurchgang **73** zwischen dem ersten Brennstoffdurchgang **72** und dem zweiten Brennstoffdurchgang **74** angeordnet sein kann, kann gemäß der ersten Ausführungsform außerdem die Kühlluft A effektiv zu der Düsenspitze bzw. dem Düsenaußenende in Abhängigkeit von der Form der Pilotdüse **59** zugeführt werden.

## Zweite Ausführungsform

**[0077]** Eine Gasturbinenbrennkammer **110** gemäß einer zweiten Ausführungsform wird als nächstes mit Bezug auf **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 7** ist eine schematische Darstellung, die eine Gasturbine gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt. Bei der zweiten Ausführungsform werden, um redundante Erläuterungen zu vermeiden, Abschnitte, die von denjenigen der ersten Ausführungsform unterschiedlich sind, beschrieben, und Abschnitte mit identischen Ausgestaltungen wie diejenigen bei der ersten Ausführungsform werden mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet und beschrieben. Bei der ersten Ausführungsform steuert die Steuervorrichtung **91** das Strömungsregulierventil **77**, wodurch die Strömungsrate der Kühlluft A, die in dem Kühlungsdurchgang **73** zirkuliert, eingestellt wird. Bei der zweiten Ausführungsform ist ein Kompressor **111** anstelle des Strömungsregulierventils **77** vorgesehen, und die Steuervorrichtung **91** steuert den Kompressor **111**, um die Strömungsrate der Kühlluft A, die in dem Kühlungsdurchgang **73** zirkuliert, einzustellen.

**[0078]** Gemäß der Darstellung in **Fig. 6** ist bei der Gasturbinenbrennkammer **110** gemäß der zweiten Ausführungsform das Bodenende bzw. das untere Ende des Kühlungsdurchgangs **73** mit dem Zweigdurchgang **67** über den Kühlluft-Zuführanschluss **66** verbunden, und der Kompressor **111** ist in dem Zweigdurchgang **67** vorgesehen. Eine Einströmanschlusseite des Kompressors **111** ist mit der Seite des Kompressors **11** und eine Ausströmanschlußseite davon ist mit der Seite der Gasturbinenbrennkammer **110** verbunden. Die Steuervorrichtung **91** steuert den Kompressor **111** in Abhängigkeit von dem Betriebszustand der Gasturbine **1**, um die Strömungsrate der Kühlluft A, die in dem Zweigdurchgang **67** zirkuliert, einzustellen, um dadurch die Einspritzmenge der Kühlluft A, die von den Lufteinspritzlöchern **79** einzuspritzen ist, einzustellen. Wenn die Bildungsposition der Zirkulationsströmung in dem Pilotkegel **58** nahe bei der Pilotdüse **59** ist, erhöht die Steuervorrichtung **91** insbesondere die Anzahl von Umdrehungen des Kompressors **111**, um die Einspritzmenge der Kühlluft A, die in den Pilotkegel **58** einzuspritzen.

zen ist, zu erhöhen. Wenn die Bildungsposition der Zirkulationsströmung in dem Pilotkegel **58** von der Pilotdüse **59** entfernt ist, vermindert die Steuervorrichtung **91** andererseits die Anzahl von Umdrehungen des Kompressors **111**, um die Einspritzmenge der Kühlluft A, die in den Pilotkegel **58** einzuspritzen ist, zu verringern. Die Steuervorrichtung **91** stellt also die Anzahl von Umdrehungen des Kompressors **111** gemäß dem Betriebszustand der Gasturbine **1** (dem Verbrennungszustand des Brennstoffs F) ein.

**[0079]** Gemäß obiger Beschreibung kann gemäß der zweiten Ausführungsform die Steuervorrichtung **91** die Strömungsrate der Kühlluft A, die von der Pilotdüse **59** einzuspritzen ist, durch Steuern des Kompressors **111** basierend auf dem Erfassungsergebnis des Erfassungssensors **92** einstellen. Daher kann die Bildungsposition der Zirkulationsströmung, die in die Vorderseite der Pilotdüse **59** einströmt, durch die Strömungsrate der Kühlluft A auf eine geeignete Bildungsposition eingestellt werden. Entsprechend kann die Bildungsmenge von NO<sub>x</sub>, CO oder unverbrannten verbrennbaren Bestandteilen verringert bzw. vermindert und die Flammenhalteeigenschaft beibehalten werden, während eine Verbrennungsbeschädigung um die Pilotdüse **59** herum einschließlich der Pilotdüse verringert bzw. verhindert wird.

**[0080]** Gemäß der zweiten Ausführungsform kann die Steuervorrichtung **91** die Einspritzmenge der Kühlluft A, die von der Pilotdüse **59** einzuspritzen ist, einfach einstellen, indem sie die Betätigung des Kompressors **111** steuert. Im Vergleich zu dem Fall, wo das Strömungsregulierventil **77** in dem Zweigdurchgang **67** wie bei der ersten Ausführungsform vorgesehen ist, kann der Druck in dem Kühlungsdurchgang **73** erhöht werden, wodurch es möglich wird, die Einspritzmenge der Kühlluft A in einem weiteren Bereich einzustellen.

**[0081]** Bei der zweiten Ausführungsform ist das Strömungsregulierventil **77** gemäß der ersten Ausführungsform weggelassen. Das Strömungsregulierventil **77** kann aber in dem Zweigdurchgang **67** an der stromabwärtigen Seite des Kompressors **111** vorgesehen sein. In diesem Fall stellt die Steuervorrichtung **91** die Einspritzmenge der Kühlluft A durch geeignetes Steuern des Strömungsregulierventils **77** und des Kompressors **111** ein.

**[0082]** Bei den ersten und zweiten Ausführungsformen sind der erste Brennstoffdurchgang **72**, der zweite Brennstoffdurchgang **74** und die jeweiligen Kühl durchgänge **73** im Inneren der Pilotdüse **59** vorgesehen. Die Konfiguration ist aber nicht darauf beschränkt und eine Vielzahl von internen Strömungs kanälen kann in geeigneter Weise in Abhängigkeit von dem Typ oder dergleichen des zur verwenden-

den Brennstoffs F oder der Gasturbinenbrennkammer **12** oder **110** ausgebildet sein.

### Dritte Ausführungsform

**[0083]** Eine Gasturbinenbrennkammer **120** gemäß einer dritten Ausführungsform wird als nächstes mit Bezug auf **Fig. 7** beschrieben. Die **Fig. 7** ist eine Schnittansicht, die ein Scheitelende einer Pilotdüse gemäß der dritten Ausführungsform verdeutlicht. Bei der dritten Ausführungsform werden ebenfalls, um redundante Erläuterungen zu vermeiden, Abschnitte beschrieben, die sich von denjenigen der ersten und zweiten Ausführungsformen unterscheiden, und Abschnitte mit identischen Konfigurationen wie diejenigen bei den ersten und zweiten Ausführungsformen sind durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet und beschrieben. Bei den ersten und zweiten Ausführungsformen ist die Pilotdüse **59**, die in **Fig. 4** verdeutlicht ist, als die Pilotdüse eingesetzt. Bei der dritten Ausführungsform ist eine Pilotdüse **121**, die in **Fig. 7** verdeutlicht ist, eingesetzt.

**[0084]** Die Pilotdüse **121** gemäß der dritten Ausführungsform kann als Brennstoff die Brennstoffgase F1 und F2 und Brennstofföl F3 selektiv oder gleichzeitig einspritzen. Daher ist der Brennstoffanschluss **64**, der mit der Pilotdüse **121** kommuniziert, so ausgestaltet, dass er eine Leitung zum Zuführen des Brennstofföls F3 sowie Leitungen zum Zuführen der Brennstoffgase F1 und F2 umfasst, sodass die Brennstoffgase F1 und F2 und das Brennstofföl F3 zu der Pilotdüse **121** zugeführt werden können. Die Pilotdüse **121** gemäß der dritten Ausführungsform wird insbesondere mit Bezug auf **Fig. 7** beschrieben.

**[0085]** Gemäß der Darstellung in **Fig. 7** besitzt die Pilotdüse **121** einen Düsenkörper **171** und eine Hülse **182**, die an einem Außenenumfang des Düsenkörpers **171** an einer Scheitelendseite davon vorgesehen ist. Eine Vielzahl von Verwirbelungsflügeln **160**, die mit denjenigen der ersten Ausführungsform identisch sind, sind um den Düsenkörper **171** herum mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen in einer Umfangsrichtung angeordnet und vorgesehen.

**[0086]** Der Düsenkörper **171** besitzt eine hohle zylindrische Form und eine Vielzahl von internen Strömungskanälen sind im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet, und ein erster Brennstoffgasdurchgang **173**, ein zweiter Brennstoffgasdurchgang **172**, ein Kühlungsdurchgang **174**, ein Brennstofföldurchgang **175** und ein Wasserdurchgang **176** sind als die internen Strömungskanäle ausgebildet.

**[0087]** Der Brennstofföldurchgang **175** ist an der Mitte des Schafts im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet und ist von einer Basisendseite zu einer Scheitelendseite davon ausgebildet. Die Basisendseite des Brennstofföldurchgangs **175** kommuniziert

mit dem Brennstoffanschluss **64**, und das Brennstofföl F3, das über den Brennstoffanschluss **64** einströmt, zirkuliert durch diesen. Die Scheitelendseite des Brennstofföldurchgangs **175** kommuniziert mit einem Brennstofföl-Einspritzabschnitt **185**, der an der Mitte des Scheitelendes des Düsenkörpers **171** ausgebildet ist. Der Brennstofföl-Einspritzabschnitt **185** ist an der Mitte des Scheitelendes des Düsenkörpers **171** ausgebildet und spritzt das Brennstofföl F3 zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** ein.

**[0088]** Der Wasserdurchgang **176** ist in einer zylindrischen Form entlang einem Außenumfang des Brennstofföldurchgangs **175** im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet und ist von der Basisendseite zu der Scheitelendseite davon ausgebildet. Eine Basisendseite des Wasserdurchgangs **176** ist mit einer Wasserzuführquelle (nicht gezeigt) verbunden, und von der Wasserzuführquelle zugeführtes Wasser W zirkuliert durch diesen. Eine Scheitelendseite des Wasserdurchgangs **176** kommuniziert mit einem Wassereinspritzloch **186**, das an dem Scheitelende des Düsenkörpers **171** ausgebildet ist. Das Wassereinspritzloch **186** ist in einer Vielzahl, die mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen in der Umfangsrichtung entlang einem Außenumfang des Brennstofföl-Einspritzabschnitts **185** an dem Scheitelende des Düsenkörpers **171** anzuordnen sind, ausgebildet. Jedes der Wassereinspritzlöcher **186** ist bezüglich dem Düsenkörper **171** nach innen gerichtet (zu der Mitte) und spritzt das Wasser W zu der Innenseite des Düsenkörpers **171** zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** ein.

**[0089]** Der Kühlungsdurchgang **174** ist an einer Außenumfangsseite des Wasserdurchgangs **176** im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet und ist von der Basisendseite zu der Scheitelendseite davon ausgebildet. Eine Basisendseite des Kühlungsdurchgangs **174** kommuniziert mit dem Kühlluft-Zuführanschluss **66** und komprimierte Luft, die von dem Kompressor **11** über den Kühlluft-Zuführanschluss **66** einströmt, zirkuliert durch diesen als die Kühlluft A. Eine Scheitelendseite des Kühlungsdurchgangs **174** kommuniziert mit einem Lufteinspritzloch **187**, das an dem Scheitelende des Düsenkörpers **171** ausgebildet ist. Das Lufteinspritzloch **187** ist in einer Vielzahl, die mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen in der Umfangsrichtung entlang einem Außenumfang der Wassereinspritzlöcher **186** an dem Scheitelende des Düsenkörpers **171** anzuordnen sind, ausgebildet. Jedes der Lufteinspritzlöcher **187** ist bezüglich des Düsenkörpers **171** nach innen gerichtet und spritzt die Kühlluft A zu der Innenseite des Düsenkörpers **171** zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** ein.

**[0090]** Der erste Brennstoffgasdurchgang **173** ist an der Außenumfangsseite des Wasserdurchgangs **176** im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet, und

er ist parallel zu dem Kühlungsdurchgang **174** entlang der Umfangsrichtung ausgebildet und er ist von der Basisendseite zu der Scheitelendseite des Düsenkörpers **171** ausgebildet. Eine Basisendseite des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** kommuniziert mit dem Brennstoffanschluss **64** und das Brennstoffgas F1, das über den Brennstoffanschluss **64** einströmt, zirkuliert durch diesen. Eine Scheitelendseite des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** kommuniziert mit einem ersten Brennstoffgaseinspritzloch **188** das an dem Scheitelende des Düsenkörpers **171** ausgebildet ist. Das erste Brennstoffgaseinspritzloch **188** ist in einer Vielzahl, die mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen in der Umfangsrichtung entlang einem Außenumfang des Lufteinspritzlochs **187** anzuordnen ist, an dem Scheitelende des Düsenkörpers **171** ausgebildet. Jedes der ersten Brennstoffgaseinspritzlöcher **188** ist bezüglich des Düsenkörpers **171** nach außen gerichtet, um das Brennstoffgas F1 zu der Außenseite des Düsenkörpers **171** zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** hin einzuspritzen.

**[0091]** Der zweite Brennstoffgasdurchgang **172** ist an der Außenumfangsseite des Kühlungsdurchgangs **174** und des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet, und er ist von der Basisendseite des Düsenkörpers **171** entlang der Innenseite der Verwirbelungsflügel **160** ausgebildet. Eine Basisendseite des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172** kommuniziert mit dem Brennstoffanschluss **64** und das Brennstoffgas F2, das über den Brennstoffanschluss **64** einströmt, zirkuliert durch diesen. Eine Scheitelendseite des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172** kommuniziert mit einer Vielzahl von zweiten Brennstoffgaseinspritzlöchern **189**, die in der Vielzahl von Verwirbelungsflügeln **160** ausgebildet sind. Die zweiten Brennstoffgaseinspritzlöcher **189** spritzen das Brennstoffgas F2 zu der Vorderseite der Verwirbelungsflügel **160** hin ein.

**[0092]** Auf diese Weise sind die jeweiligen Einspritzlöcher (Einspritzabschnitte) **185**, **186**, **187**, **188** und **189** so ausgebildet, dass die Einspritzrichtungen der Fluide wie des Brennstoffgases F1, des Brennstoffgases F2, des Brennstofföls F3, der Kühlluft A und des Wassers W unterschiedlich sind.

**[0093]** Die Hülse **182** ist in einer zylindrischen Form entlang dem Außenumfang des Düsenkörpers **171** ausgebildet und ist konzentrisch zu dem Düsenkörper **171** mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen angeordnet. Der Düsenkörper **171** und die Hülse **182** halten also einen vorbestimmten Zwischenraum dazwischen durch Einfügen einer Vielzahl von Abstandhaltern **191** mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen in der Umfangsrichtung ein. Der Zwischenraum zwischen dem Düsenkörper **171** und der Hülse **182** wird zu ei-

nem Schichtluftdurchgang (Schichtluftströmungskanal) **192**, durch welchen Schichtluft zirkuliert.

**[0094]** Der Schichtluftdurchgang **192** ist an dem Außenumfang des Düsenkörpers **171** ausgebildet und er ist von der Basisendseite zu der Scheitelendseite davon ausgebildet. Eine Basisendseite des Schichtluftdurchgangs **192** kommuniziert mit dem Luftdurchgang (externer Strömungskanal) **56** und eine Teil der komprimierten Luft, die in den Luftdurchgang **56** von dem Kompressor **11** über den Zuführdurchgang **57** einströmt, zirkuliert als Schichtluft. Der Schichtluftdurchgang **192** spritzt die Schichtluft zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** entlang dem Außenumfang des Düsenkörpers **171** ein.

**[0095]** Kontraktionsabschnitte **172a**, **173a** und **174a** sind jeweils in dem zweiten Brennstoffgasdurchgang **172**, dem ersten Brennstoffgasdurchgang **173** und dem Kühlungsdurchgang **174** der Vielzahl von internen Strömungskanälen des Düsenkörpers **171** gemäß obiger Beschreibung ausgebildet, indem die jeweiligen Durchgänge so verengt werden, dass eine Durchtrittsfläche bzw. ein Durchtrittsbereich davon abnimmt. Der Kontraktionsabschnitt **172a** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172** besitzt einen kreisförmigen Querschnitt, und eine Vielzahl von Kontraktionsabschnitten **172a** sind so ausgebildet, dass sie entlang der Umfangsrichtung des Düsenkörpers **171** mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen (mit einem regelmäßigen Intervall) angeordnet sind. Der Kontraktionsabschnitt **173a** des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** und der Kontraktionsabschnitt **174a** des Kühlungsdurchgangs **174** haben einen kreisförmigen Querschnitt ähnlich dem Kontraktionsabschnitt **172a** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172** und sie sind in einer Vielzahl, die entlang der Umfangsrichtung des Düsenkörpers **171** mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen (in einem regelmäßigen Intervall) anzutragen sind, ausgebildet. Der Kontraktionsabschnitt **173a** des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** und der Kontraktionsabschnitt **174a** des Kühlungsdurchgangs **174** sind an der Innenumfangsseite der Kontraktionsabschnitte **172a** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172** ausgebildet und sie sind abwechselnd entlang der Umfangsrichtung angeordnet.

**[0096]** Auf diese Weise sind die Vielzahl von Kontraktionsabschnitten **172a**, **173a** und **174a** so vorgesehen, dass die Vielzahl von Kontraktionsabschnitten **172a** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172**, die ein Teil der Kontraktionsabschnitte **172a**, **173a** und **174a** sind, in der Umfangsrichtung angeordnet sind, und die Kontraktionsabschnitte **173a** des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** und die Kontraktionsabschnitte **174a** des Kühlungsdurchgangs **174**, die der andere Teil der Kontraktionsabschnitte **172a**, **173a** und **174a** sind, in der Umfangsrichtung angeordnet sind. Die Vielzahl von Kontraktionsabschnitten

**172a** als ein Teil davon und die Vielzahl von Kontraktionsabschnitten **173a** und **174a** als der andere Teil davon sind konzentrisch vorgesehen.

**[0097]** In dem zweiten Brennstoffgasdurchgang **172**, dem ersten Brennstoffgasdurchgang **173** und dem Kühlungsdurchgang **174** der Vielzahl von internen Strömungskanälen des Düsenkörpers **171** gemäß obiger Beschreibung sind Verteiler **172b**, **173b** und **174b** jeweils zwischen jedem Durchgang und jedem Einspritzloch ausgebildet. Der Verteiler **172b** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172** ist an einer Scheitelendseite des Kontraktionsabschnitts **172a** ausgebildet. Der Verteiler **172b** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172** ist also an einer stromabwärtigen Seite des Kontraktionsabschnitts **172a** in einer Strömungsrichtung des Brennstoffgases F2, das in dem zweiten Brennstoffgasdurchgang **172** zirkuliert, ausgebildet.

**[0098]** Der Verteiler **172b** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172** ist über dem gesamten Umfang des Düsenkörpers **171** in einer Ringform ausgebildet. Der Verteiler **172b** kommuniziert mit der Vielzahl von Kontraktionsabschnitten **172a** an einer stromaufwärtigen Seite (der Basisendseite) und mit der Vielzahl von zweiten Brennstoffgaseinspritzlöchern **189** an der stromabwärtigen Seite (der Scheitelendseite).

**[0099]** Der Verteiler **174b** des Kühlungsdurchgangs **174** ist an der stromabwärtigen Seite des Kontraktionsabschnitts **174a** in der Strömungsrichtung der Kühlungsluft A, die in dem Kühlungsdurchgang **174** zirkuliert, ausgebildet. Der Verteiler **174b** des Kühlungsdurchgangs **174** ist über dem gesamten Umfang des Düsenkörpers **171** in einer Ringform ähnlich dem Verteiler **172b** ausgebildet. Der Verteiler **174b** ist weiter an der Innenseite als der Verteiler **172b** und weiter an der Scheitelendseite als der Verteiler **172b** ausgebildet. Der Verteiler **174b** kommuniziert mit der Vielzahl von Kontraktionsabschnitten **174a** an der stromaufwärtigen Seite (der Basisendseite) und mit der Vielzahl von Lufteinspritzlöchern **187** an der stromabwärtigen Seite (der Scheitelendseite).

**[0100]** Der Verteiler **173b** des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** ist an der stromabwärtigen Seite des Kontraktionsabschnitts **173a** in einer Strömungsrichtung des Brennstoffgases F1, das in dem ersten Brennstoffgasdurchgang **173** zirkuliert, ausgebildet. Der Verteiler **173b** des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** ist über dem gesamten Umfang des Düsenkörpers **171** in einer Ringform ähnlich dem Verteiler **172b** und dem Verteiler **174b** ausgebildet. Der Verteiler **173b** ist weiter an der Scheitelendseite als der Verteiler **174b** ausgebildet. Der Verteiler **173b** kommuniziert mit der Vielzahl von Kontraktionsabschnitten **173a** an der stromaufwärtigen Seite (der Basisendseite) und mit der Vielzahl von ersten Brenn-

stoffgaseinspritzlöchern **188** an der stromabwärtigen Seite (der Scheitelendseite).

**[0101]** Auf diese Weise sind die Vielzahl von Verteilern **172b**, **173b** und **174b** sequenziell von der Basisendseite zu der Scheitelendseite des Düsenkörpers **171** in der Reihenfolge der Verteiler **172b** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172**, der Verteiler **174b** des Kühlungsdurchgangs **174** und der Verteiler **173b** des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** angeordnet. Daher sind die Verteiler **172b**, **173b** und **174b** so ausgebildet, dass deren Positionen sich voneinander in der Richtung, welche die Basisendseite und die Scheitelendseite des Düsenkörpers **171** verbindet, unterscheiden.

**[0102]** Fluide wie das Brennstoffgas F1, das Brennstoffgas F2, das Brennstofföl F3, die Kühlluft A und das Wasser W, die in den jeweiligen Durchgängen **172**, **173**, **174**, **175** und **176** in der Pilotdüse **121** gemäß der dritten Ausführungsform zirkulieren, werden als nächstes beschrieben.

**[0103]** Das Brennstofföl F3, das in den Brennstofföldurchgang **175** von dem Brennstoffanschluss **64** einströmt, zirkuliert in dem Brennstofföldurchgang **175** und wird von dem an der Mitte des Düsenkörpers **171** ausgebildeten Brennstofföl-Einspritzabschnitt **185** zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** hin eingespritzt.

**[0104]** Das Wasser W, das in den Wasserdurchgang **176** von der Wasserzuführquelle einströmt, zirkuliert in dem Wasserdurchgang **176** und wird von der Vielzahl von Wassereinspritzlöchern **186**, die um den Brennstofföl-Einspritzabschnitt **185** des Düsenkörpers **171** herum ausgebildet sind, zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** hin und zu der Innenseite des Düsenkörpers **171** eingespritzt.

**[0105]** Die Kühlluft A, die in den Kühlungsdurchgang **174** von dem Kühlluft-Zuführanschluss **66** einströmt, zirkuliert in dem Kühlungsdurchgang **174**. Dabei passiert die Kühlluft A durch den Kontraktionsabschnitt **174a** des Kühlungsdurchgangs **174**, wodurch eine Zirkulationsmenge der zu der Scheitelendseite strömenden Kühlluft A stabilisiert wird. Danach passiert die Kühlluft A durch den Verteiler **174b**, um über den gesamten Umfang des Düsenkörpers **171** zu zirkulieren. Die Kühlluft A, die durch den Verteiler **174b** passiert ist, wird von den um die Wassereinspritzlöcher **186** in dem Düsenkörper **171** herum ausgebildeten Lufteinspritzlöchern **187** zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** hin und zu der Innenseite des Düsenkörpers **171** eingespritzt.

**[0106]** Das Brennstoffgas F1, das von dem Brennstoffanschluss **64** in den ersten Brennstoffgasdurchgang **173** einströmt, zirkuliert in dem ersten Brennstoffgasdurchgang **173**. Dabei passiert das Brenn-

stoffgas F1 durch den Kontraktionsabschnitt **173a** des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173**, wodurch eine Zirkulationsmenge des zu dem Scheitelendseite strömenden Brennstoffgases F1 stabilisiert wird. Danach passiert das Brennstoffgas F1 durch den Verteiler **173b**, um über den gesamten Umfang des Düsenkörpers **171** zu zirkulieren. Das Brennstoffgas F1, das durch den Verteiler **173b** passiert ist, wird von den ersten Brennstoffgaseinspritzlöchern **188**, die um die Lufteinspritzlöcher **187** in dem Düsenkörper **171** herum ausgebildet sind, zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** hin und zu der Außenseite des Düsenkörpers **171** eingespritzt.

**[0107]** Das Brennstoffgas F2, das von dem Brennstoffanschluss **64** in den zweiten Brennstoffgasdurchgang **172** einströmt, zirkuliert in dem zweiten Brennstoffgasdurchgang **172**. Dabei passiert das Brennstoffgas F2 durch den Kontraktionsabschnitt **172a** des zweiten Brennstoffgasdurchgangs **172**, wodurch eine Zirkulationsmenge des zu der Scheitelendseite strömenden Brennstoffgases F2 stabilisiert wird. Danach passiert das Brennstoffgas F2 durch den Verteiler **172b**, um über den gesamten Umfang des Düsenkörpers **171** zu zirkulieren. Das Brennstoffgas F2, das durch den Verteiler **172b** passiert ist, wird von den zweiten Brennstoffgaseinspritzlöchern **189** in den Verwirbelungsflügeln **160**, die um den Düsenkörper **171** herum vorgesehen sind, zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** hin eingespritzt.

**[0108]** Die Schichtluft, die von dem Luftdurchgang **56** in den Schichtluftdurchgang **192** einströmt, zirkuliert in dem Schichtluftdurchgang **192** und wird zu der Vorderseite des Düsenkörpers **171** hin entlang dem Außenumfang des Düsenkörpers **171** eingespritzt.

**[0109]** Gemäß obiger Beschreibung sind gemäß der dritten Ausführungsform das Brennstoffgas F1, das Brennstoffgas F2, das Brennstofföl F3, die Kühlluft A und das Wasser W Fluide, die, ohne vermischt zu werden, gemäß dem zweiten Brennstoffgasdurchgang **172**, dem ersten Brennstoffgasdurchgang **173**, dem Kühlungsdurchgang **174**, dem Brennstofföldurchgang **175** und dem Wasserdurchgang **176**, die die Vielzahl von internen Strömungskanälen in dem Düsenkörper **171** sind, zirkuliert werden können. Weil das Brennstoffgas F1, das Brennstoffgas F2 und die Kühlluft A, die in dem zweiten Brennstoffgasdurchgang **172**, dem ersten Brennstoffgasdurchgang **173** und dem Kühlungsdurchgang **174** zirkulieren, jeweils durch die Kontraktionsabschnitte **172a**, **173a** und **174a** passieren, kann deren Zirkulationsmenge zu der Scheitelendseite stabilisiert werden. Entsprechend kann die von den zweiten Brennstoffgaseinspritzlöchern **189**, den ersten Brennstoffgaseinspritzlöchern **188** und den Lufteinspritzlöchern **187** eingespritzte Einspritzmenge stabilisiert werden.

**[0110]** Gemäß der dritten Ausführungsformen passiert das Brennstoffgas F1, das Brennstoffgas F2 und die Kühlung A, die durch die Kontraktionsabschnitte **172a**, **173a** und **174a** passiert sind, durch die Verteiler **172b**, **173b** bzw. **174b**, und sie werden von den zweiten Brennstoffgaseinspritzlöchern **189**, den ersten Brennstoffgaseinspritzlöchern **188** und den Lufteinspritzlöchern **187** eingespritzt. Daher kann das Brennstoffgas F1, das Brennstoffgas F2 und die Kühlung A, die von den zweiten Brennstoffgaseinspritzlöchern **189**, den ersten Brennstoffgaseinspritzlöchern **188** und den Lufteinspritzlöchern **187** über die Verteiler **172b**, **173b** und **174b** eingespritzt werden, in der Umfangsrichtung mit einem gleichmäßigen Druck eingespritzt werden.

**[0111]** Gemäß der dritten Ausführungsform können die Verteiler **172b**, **173b** und **174b** in der die Basisendseite und die Scheitelendseite des Düsenkörpers **171** verbindenden Richtung mit einer Positionsabweichung voneinander ausgebildet sein. Daher sind die Verteiler **172b**, **173b** und **174b** so ausgebildet, dass sie einander in der Radialrichtung des Düsenkörpers **171** nicht überlappen bzw. überlagern, sodass der Düsenkörper **171** eine kompakte Konfiguration haben kann.

**[0112]** Da gemäß der dritten Ausführungsform die jeweiligen Einspritzlöcher (Einspritzabschnitte) **185**, **186**, **187**, **188** und **189** so ausgebildet sein können, dass die Einspritzrichtungen von Fluiden wie dem Brennstoffgas F1, dem Brennstoffgas F2, dem Brennstofföl F3, der Kühlung A und dem Wasser W unterschiedlich voneinander gemacht sind, kann die Einspritzform der Fluide eine beliebige Form sein.

**[0113]** Da gemäß der dritten Ausführungsform die Vielzahl von Kontraktionsabschnitten **172a**, **173a** und **174a** in Umfangsrichtung und konzentrisch angeordnet sein können, können die Kontraktionsabschnitte **172a**, **173a** und **174a** angeordnet sein, ohne einander zu schneiden.

**[0114]** Da gemäß der dritten Ausführungsform die Fluide wie das Brennstoffgas F1, das Brennstoffgas F2, das Brennstofföl F3, die Kühlung A und das Wasser W eingespritzt werden können, kann das Brennstofföl F3 verbrannt werden, um Verbrennungsgas zu bilden, die Brennstoffgase F1 und F2 können verbrannt werden, um Verbrennungsgas zu bilden, und der Düsenkörper **71** kann durch das Wasser W und die Kühlung A gekühlt werden. Daher kann eine Pilotdüse mit hoher Versatilität erreicht werden.

**[0115]** Gemäß der dritten Ausführungsform kann die Pilotdüse **121** das Brennstoffgas F1, das Brennstoffgas F2, das Brennstofföl F3, die Kühlung A und das Wasser W, die in den jeweiligen Durchgängen **172**, **173**, **174**, **175** und **176** zirkulieren, mit einem gleichmäßigen Druck ohne Vermischen der Fluide mitein-

ander von den jeweiligen Einspritzlöchern (Einspritzabschnitten) **185**, **186**, **187**, **188** und **189** in einem Zustand einspritzen, bei dem die Einspritzmenge stabilisiert ist. Daher kann die Verbrennung der Pilotdüse **121** stabil ausgeführt werden. Entsprechend kann die Verbrennung durch die Gasturbinenbrennkammer **12** stabil ausgeführt werden, wodurch die Turbinenwirksamkeit durch die stabile Verbrennung verbessert sein kann.

**[0116]** Gemäß der dritten Ausführungsform sind der zweite Brennstoffgasdurchgang **172**, der erste Brennstoffgasdurchgang **173**, der Kühlungsdurchgang **174**, der Brennstofföldurchgang **175** und der Wasserdurchgang **176** als die Vielzahl von internen Strömungskanälen ausgebildet. Die Konfiguration ist aber nicht darauf beschränkt und ein Durchgang, durch welchen ein anderes Fluid passiert, kann ausgebildet sein oder ein Teil der Durchgänge kann weggelassen sein.

#### Vierte Ausführungsform

**[0117]** Eine Gasturbinenbrennkammer **130** gemäß einer vierten Ausführungsform wird mit Bezug auf **Fig. 8** beschrieben. Die **Fig. 8** ist eine Schnittansicht, die ein Scheitelande einer Pilotdüse gemäß einer vierten Ausführungsform verdeutlicht. Bei der vierten Ausführungsform werden ebenfalls, um redundante Erläuterungen zu vermeiden, Abschnitte beschrieben, die sich von denjenigen der ersten bis dritten Ausführungsformen unterscheiden, und Abschnitte mit identischen Konfigurationen wie diejenigen bei den ersten bis vierten Ausführungsformen sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und beschrieben. Bei der Pilotdüse **121** gemäß der dritten Ausführungsform ist der Wasserdurchgang **176** in einer zylindrischen Form entlang dem Außenumfang des Brennstofföldurchgangs **175** ausgebildet. Bei der Pilotdüse **131** gemäß der vierten Ausführungsform ist der Wasserdurchgang **176** an einer Außenumfangsseite des Brennstofföldurchgangs **175** ausgebildet.

**[0118]** Gemäß der Darstellung in **Fig. 8** besitzt in der Pilotdüse **131** der vierten Ausführungsform der Düsenkörper **171** eine hohle zylindrische Form und die Verwirbelungsflügel **160** sind um den Düsenkörper **171** herum ähnlich wie bei der dritten Ausführungsform vorgesehen. In dem Düsenkörper **171** sind der Brennstofföldurchgang **175**, der erste Brennstoffgasdurchgang **173** und der Wasserdurchgang **176**, sowie der zweite Brennstoffgasdurchgang **172** und der Kühlungsdurchgang **174** sequenziell von der Innenseite (der Mittelseite) zu der Außenseite ausgebildet. Der Brennstofföldurchgang **175** ist im Wesentlichen identisch mit dem der ersten Ausführungsform und dessen Beschreibungen werden weggelassen.

**[0119]** Der erste Brennstoffgasdurchgang **173** ist an der Außenumfangsseite des Brennstofföldurchgangs

**175** in dem Düsenkörper **171** ausgebildet und der Wasserdurchgang **176** ist ebenfalls an der Außenumfangsseite des Brennstofföldurchgangs **175** im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet. Der erste Brennstoffgasdurchgang **173** und der Wasserdurchgang **176** sind in einer parallelen Anordnung entlang der Umfangsrichtung des Düsenkörpers **171** ausgebildet.

**[0120]** Der zweite Brennstoffgasdurchgang **172** ist an der Außenumfangsseite des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** und des Wasserdurchgangs **176** im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet und der Kühlungsdurchgang **174** ist ebenfalls an der Außenumfangsseite des ersten Brennstoffgasdurchgangs **173** und des Wasserdurchgangs **176** im Inneren des Düsenkörpers **171** ausgebildet. Der zweite Brennstoffgasdurchgang **172** und der Kühlungsdurchgang **174** sind in einer parallelen Anordnung entlang der Umfangsrichtung des Düsenkörpers **171** vorgesehen.

**[0121]** Wie bei der dritten Ausführungsform sind in der Pilotdüse **131** gemäß der Darstellung in **Fig. 8** die Kontraktionsabschnitte **172a**, **173a** und **174a** und die Verteiler **172b**, **173b** und **174b** jeweils in dem zweiten Brennstoffgasdurchgang **172**, dem ersten Brennstoffgasdurchgang **173** und dem Kühlungsdurchgang **174** ausgebildet. Die Kontraktionsabschnitte **172a**, **173a** und **174b** und die Verteiler **172b**, **173b** und **174b** sind identisch mit denjenigen der dritten Ausführungsform und deren Beschreibungen werden deshalb weggelassen. Ferner ist gemäß der Darstellung in **Fig. 8** in der Pilotdüse **131** gemäß der vierten Ausführungsform ein Verteiler **176b** in dem Wasserdurchgang **176** ausgebildet. Der Verteiler **176b** des Wasserdurchgangs **176** ist weiter an der Scheitelendseite des Düsenkörpers **171** als andere Verteiler **172b**, **173b** und **174b** ausgebildet. Der Verteiler **176b** des Wasserdurchgangs **176** ist über dem gesamten Umfang des Düsenkörpers **171** in einer Ringform ausgebildet. Der Verteiler **176b** ist einwärts des Verteilers **174b** gemäß der Darstellung in **Fig. 8** ausgebildet und er ist weiter an der Scheitelendseite als der Verteiler **174b** ausgebildet. Der Verteiler **176b** kommuniziert mit der Vielzahl von Wassereinspritzlöchern **186** an der stromabwärtigen Seite (der Scheitelendseite) davon.

**[0122]** Gemäß der obigen Beschreibung kann gemäß der vierten Ausführungsform die Vielzahl von internen Strömungskanälen in einem Muster angeordnet sein, das sich von denjenigen bei der ersten Ausführungsform unterscheidet.

#### Fünfte Ausführungsform

**[0123]** Eine Gasturbinenbrennkammer **140** gemäß einer fünften Ausführungsform wird als nächstes mit Bezug auf **Fig. 9** beschrieben. **Fig. 9** ist eine Schnitt-

ansicht, die ein Scheitelende einer Pilotdüse gemäß der fünften Ausführungsform verdeutlicht. Bei der fünften Ausführungsform werden ebenfalls, um redundante Erläuterungen zu vermeiden, Abschnitte beschrieben, die sich von denjenigen der ersten bis vierten Ausführungsformen unterscheiden, und Abschnitte mit identischen Konfigurationen wie diejenigen bei den ersten bis vierten Ausführungsformen sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und beschrieben. In den Pilotdüsen **121** und **131** gemäß den dritten und vierten Ausführungsformen ist der Schichtluftdurchgang **192** so ausgebildet, dass er mit dem Luftdurchgang **56**, der der externe Strömungskanal außenseitig des Düsenkörpers **171** ist, kommuniziert. In einer Pilotdüse **141** gemäß der fünften Ausführungsform ist der Schichtluftdurchgang **192** ein interner Strömungskanal eines Düsenkörpers **142**. Anders ausgedrückt ist der Schichtluftdurchgang **192**, der ein externer Strömungskanal bei den Pilotdüsen **121** und **131** gemäß der dritten und vierten Ausführungsformen ist, ein interner Strömungskanal bei der fünften Ausführungsform.

**[0124]** Gemäß der Darstellung in **Fig. 9** ist der Düsenkörper **142** der Pilotdüse **131** insbesondere mit einer Vielzahl von internen Strömungskanälen versehen, die darin ausgebildet sind. Der erste Brennstoffgasdurchgang **173**, der zweite Brennstoffgasdurchgang **172**, ein Kühlungsdurchgang (Kühlungs-Strömungskanal) **174A**, ein Schichtluftdurchgang (Schichtluft-Strömungskanal) **174B**, der Brennstofföldurchgang **175** und der Wasserdurchgang **176** sind als die internen Strömungskanäle ausgebildet. Bei der fünften Ausführungsform sind, weil der erste Brennstoffgasdurchgang **173**, der zweite Brennstoffgasdurchgang **172**, der Brennstofföldurchgang **175** und der Wasserdurchgang **176** identisch mit denjenigen bei der dritten Ausführungsform sind, deren Beschreibungen weggelassen. Die fünfte Ausführungsform hat eine Konfiguration, bei der die Hülse **182** gemäß der dritten Ausführungsform weggelassen ist (anders ausgedrückt ist die Hülse mit dem Düsenkörper **142** integriert).

**[0125]** Der Kühldurchgang **174A** und der Schichtluftdurchgang **174B** sind Durchgänge, die jeweils von dem Verteiler **174b** in dem Kühlungsdurchgang **174** gemäß der dritten Ausführungsform abzweigen. Der Kühlungsdurchgang **174A** ist also ein Strömungskanal, in dem die Kühlluft durch den Kontraktionsabschnitt **174a** und den Verteiler **174b** in dem Kühlungsdurchgang **174** gemäß der dritten Ausführungsform zu den Lufteinspritzlöchern **187** hin passiert. Der Schichtluftdurchgang **174B** ist ferner ein Strömungskanal, in dem die Kühlluft, als Schichtluft, durch den Kontraktionsabschnitt **174a** und den Verteiler **174b** in dem Kühlungsdurchgang **174** gemäß der dritten Ausführungsform zu dem Schichtluftdurchgang **192** gemäß der dritten Ausführungsform hin passiert. Der Schichtluftdurchgang **192** gemäß der dritten Ausfüh-

rungsform bildet demnach ein Teil (ein Scheitelende) des Schichtluftdurchgangs **174B** gemäß der fünften Ausführungsform.

**[0126]** In dem Kühlungsdurchgang **174A** ist ein Kühlluftverteiler **174Ab** zwischen dem Verteiler **174b** und den Lufteinspritzlöchern **187** vorgesehen. Der Kühlluftverteiler **174Ab** ist über dem gesamten Umfang des Düsenkörpers **142** in einer Ringform ausgebildet. Der Kühlluftverteiler **174Ab** ist im Inneren des Schichtluftdurchgangs **192** und außenseitig des Verteilers **173b** an der Scheitelendseite ausgebildet und er ist weiter an der Scheitelendseite als ein Schichtluftverteiler **174Bb**, der später beschrieben wird, ausgebildet. Der Kühlluftverteiler **174Ab** kommuniziert mit dem Verteiler **174b** an der stromaufwärtigen Seite (Basisendseite) davon und er kommuniziert mit den Lufteinspritzlöchern **187** an der stromabwärtigen Seite (Scheitelendseite) davon.

**[0127]** In dem Schichtluftdurchgang **174B** ist der Schichtluftverteiler **174Bb** zwischen dem Verteiler **174b** und dem Schichtluftdurchgang **192** an der Scheitelendseite vorgesehen. Der Schichtluftverteiler **174Bb** ist über dem gesamten Umfang des Düsenkörpers **142** in einer Ringform ausgebildet. Der Schichtluftverteiler **174Bb** ist an der äußersten Seite und an der Basisendseite weiter als der Kühlluftverteiler **174Ab** ausgebildet. Der Schichtluftverteiler **174Bb** kommuniziert mit dem Verteiler **174b** an der stromaufwärtigen Seite (Basisendseite) davon und er kommuniziert mit dem Schichtluftdurchgang **192** an der Scheitelendseite an der stromabwärtigen Seite (Scheitelendseite) davon.

**[0128]** Der Kühlungsdurchgang **174A** und der Schichtluftdurchgang **174B**, die auf diese Weise ausgebildet sind, sind an demselben Umfang wie der erste Brennstoffgasdurchgang **173** angeordnet. Der Kühlungsdurchgang **174A** und der Schichtluftdurchgang **174B** sind in einer Kreislochform im Querschnitt ausgebildet, und der erste Brennstoffgasdurchgang **173** ist in einer Langlochform mit einer ovalen Form (beispielsweise einer länglichen Form) im Querschnitt ausgebildet. Der Kühlungsdurchgang **174A** und der Schichtluftdurchgang **174B** an der Scheitelendseite des Verteilers **174b** sind in einer Vielzahl in der Umfangsrichtung ausgebildet, und der erste Brennstoffgasdurchgang **173** an der Basisendseite des Verteilers **173b** ist in einer Vielzahl in der Umfangsrichtung ausgebildet. Die Vielzahl von Kühldurchgängen **174A** und Schichtluftdurchgängen **174B** und die Vielzahl von ersten Brennstoffgasdurchgängen **173** sind abwechselnd entlang der Umfangsrichtung angeordnet. Die Kühldurchgänge **174A** und die Schichtluftdurchgänge **174B** sind abwechselnd entlang der Umfangsrichtung angeordnet.

**[0129]** Entsprechend passiert die Kühlluft A, die in den Kühlungsdurchgang **174** von dem Kühlluft-Zu-

führanschluss **66** einströmt, durch den Kontraktionsabschnitt **174a**, wodurch die Zirkulationsmenge der Kühlluft A, die zu der Scheitelendseite strömt, stabilisiert wird. Danach passiert die Kühlluft A durch den Verteiler **174b**, wodurch sie um den gesamten Umfang des Düsenkörpers **142** zirkuliert. Ein Teil der Kühlluft A der durch den Verteiler **174b** passiert ist, strömt in die Kühldurchgänge **174A**, und ein Teil der verbleibenden Kühlluft A strömt in die Schichtluftdurchgänge **174B**. Die Kühlluft A, die in die Kühl-durchgänge **174A** strömt, passiert durch die Kühlluftverteiler **174Ab**, wodurch sie um den gesamten Umfang des Düsenkörpers **142** zirkuliert wird. Die Kühlluft A, die durch die Kühlluftverteiler **174Ab** passiert ist, wird von den Lufteinspritzlöchern **187** zu der Vorderseite des Düsenkörpers **142** hin und zu der Innenseite des Düsenkörpers **142** eingespritzt. Die Kühlluft A, die in die Schichtluftdurchgänge **174B** einströmt, passiert durch die Schichtluftverteiler **174Bb**, wodurch sie um den gesamten Umfang des Düsenkörpers **142** zirkuliert wird. Die Kühlluft A, die durch die Schichtluftverteiler **174Bb** passiert ist, wird von dem Schichtluftdurchgang **192** an der Scheitelendseite zu der Vorderseite des Düsenkörpers **142** hin eingespritzt.

**[0130]** Gemäß der obigen Beschreibung kann gemäß der fünften Ausführungsform die Vielzahl von internen Strömungskanälen in einem Anordnungsmuster angeordnet sein, das sich von demjenigen der ersten bis vierten Ausführungsformen unterscheidet. Der Brennstofföldurchgang **175**, der Wasserdurchgang **176**, der erste Brennstoffgasdurchgang **173**, der zweite Brennstoffgasdurchgang **172**, die Kühldurchgänge **174A** und die Schichtluftdurchgänge **174B** können demnach die internen Strömungs-kanäle des Düsenkörpers **142** sein.

**[0131]** Die ersten bis fünften Ausführungsformen wurden durch Anwenden der vorliegenden Erfindung auf die Pilotdüsen **59, 121, 131** und **141** beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist aber nicht besonders beschränkt, solange die Einspritzdüse Kühlluft zu der Zirkulationsströmung einspritzen kann, und sie kann beispielsweise auf die Hauptdüse **62** gemäß der Anordnung der Pilotdüsen **59, 121, 131** und **141** und die Hauptdüse **62** angewandt werden.

#### Bezugszeichenliste

1	Gasturbine
11	Kompressor
12	Gasturbinenbrennkammer
13	Turbine
14	Stromgenerator
20	Lufteinlass
21	Kompressorgehäuse
22	Einlassleitflügel
23	Kompressorflügel
24	Turbinenschaufel

25	Zapfluftkammer
26	Turbinengehäuse
27	Turbinen-Leitschaufel
28	Turbinen-Laufschaufel
29	Abgasgehäuse
30	Abgaskammer
31	Abgasdiffusor
32	Rotor
33, 34	Lagerung
35, 36, 37	Fußabschnitt
41	Gehäuse
42	Brennkammer-Innenzylinder
42a	Abschnitt mit großem Durchmesser
43	Brennkammer-Übergangsstück
44	Pilot-Verbrennungsbrenner
45	Haupt-Verbrennungsbrenner
46	Bypassrohr
47	Bypassventil
54	„top hat“-Abschnitt
55	Befestigungsbolzen
56	Luftdurchgang
57	Zuführdurchgang
58	Pilotkegel oder -konus
59	Pilotdüse
60	Verwirbelungsflügel
61	Brennerzylinder
62	Hauptdüse
63	Verwirbelungsflügel
64, 65	Brennstoffanschluss
66	Kühlluft-Zuführanschluss
67	Zweigdurchgang
71	Düsenkörper
72	erster Brennstoffdurchgang
73	Kühlungsdurchgang
74	zweiter Brennstoffdurchgang
75	erstes Brennstoffeinspritzloch
77	Strömungsregulierventil
78	zweites Brennstoffeinspritzloch
79	Lufteinspritzloch
91	Steuervorrichtung
92	Erfassungssensor
92a	Gaskomponenten-Erfassungssensor
92b	Temperatursensor
92c	Drucksensor
110	Gasturbinenbrennkammer (zweite Ausführungsform)
111	Kompressor (zweite Ausführungsform)
120	Gasturbinenbrennkammer (dritte Ausführungsform)
121	Pilotdüse (dritte Ausführungsform)
130	Gasturbinenbrennkammer (vierte Ausführungsform)
131	Pilotdüse (vierte Ausführungsform)
140	Gasturbinenbrennkammer (fünfte Ausführungsform)

141	Pilotdüse (fünfte Ausführungsform)
F1	Brennstoffgas
F2	Brennstoffgas
F3	Brennstofföl
A	Kühlluft
W	Wasser

### Patentansprüche

1. Eine Gasturbinenbrennkammer, mit:  
 einer Einspritzdüse, die Brennstoff und Kühlluft zum  
 Kühlen einer Düsen spitze bzw. eines Düsenaußenendes  
 einspritzen kann,  
 einer Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit, die eine  
 Strömungsrate der Kühlluft, die der Einspritzdüse zu-  
 zuführen ist, einstellen kann,  
 einer Erfassungseinheit, die einen Verbrennungszu-  
 stand des Brennstoffs erfasst, und  
 einer Steuervorrichtung, die die Luft-Strömungsraten-  
 Einstelleinheit basierend auf einem Erfassungs-  
 ergebnis der Erfassungseinheit steuert.

2. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß Anspruch 1, ferner mit einem Kühlluft-Zuführströmungskanal, der mit der Einspritzdüse verbunden ist, um die Kühlluft zu der Einspritzdüse zuzuführen, wobei die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit ein Strömungs-  
 regulierventil besitzt, das in dem Kühlluft-Zuführströmungskanal vorgesehen ist.

3. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß Anspruch 1 oder 2, ferner mit einem Kühlluft-Zuführströmungskanal, der mit der Einspritzdüse verbunden ist, um die Kühlluft zu der Einspritzdüse zuzuführen, wobei die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit einen Kompressor besitzt, der die Kühlluft zu dem Kühlluft-Zuführströmungskanal zuführt.

4. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei  
 die Einspritzdüse eine Vielzahl von internen Strömungskanälen aufweist, die darin von einer Düsenbasisendseite zu einer Düsenaußenendseite ausgebildet sind, durch welche der Brennstoff und die Kühlluft jeweils zirkulieren kann,  
 wobei die Vielzahl von internen Strömungskanälen einen ersten Brennstoffströmungskanal, durch den der Brennstoff zu der Düsen spitze bzw. dem Düsenaußenende zirkuliert,  
 einen zweiten Brennstoffströmungskanal, durch den der Brennstoff zu der Düsen spitze bzw. dem Düsenaußenende zirkuliert, und  
 einen Kühlungsströmungskanal, durch den die Kühlluft zu der Düsen spitze bzw. dem Düsenaußenende zirkuliert, umfassen, und  
 der Kühlungsströmungskanal zwischen dem ersten Brennstoffströmungskanal und dem zweiten Brennstoffströmungskanal in einer Richtung von einer In-

nenseite zu einer Außenseite der Einspritzdüse vorgesehen ist.

5. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Einspritzdüse aufweist: eine Vielzahl von internen Strömungskanälen, die darin von einer Düsenbasisendseite zu einer Düsenaußenendseite ausgebildet sind, durch welche der Brennstoff und die Kühlluft jeweils zirkulieren kann, einen Kontraktionsabschnitt, der durch Verengen eines Teils von zumindest einem der internen Strömungskanäle ausgebildet ist, einen Verteiler, der an einer Scheitelendseite des Kontraktionsabschnitts ausgebildet ist, um eine Verbindung mit dem internen Strömungskanal herzustellen, und ein Einspritzloch, das mit dem Verteiler kommuniziert, wobei ein Teil der Vielzahl von internen Strömungskanälen ein Kühlungsströmungskanal ist, durch den die Kühlluft zu der Düsenaußenendseite zirkuliert.

6. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß Anspruch 5, wobei die Einspritzdüse aufweist: einen Düsenkörper, der so vorgesehen ist, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite erstreckt, und eine Vielzahl von Verwirbelungsflügeln, die mit einem vorbestimmten Zwischenraum dazwischen um den Düsenkörper herum angeordnet und vorgesehen sind, und in der Vielzahl von internen Strömungskanälen der Kühlungsströmungskanal, der der Teil der internen Strömungskanäle ist, so vorgesehen ist, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite erstreckt, und ein Brennstoffströmungskanal, durch den der Brennstoff zirkuliert, der der andere Teil der internen Strömungskanäle ist, so vorgesehen ist, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu den Verwirbelungsflügeln erstreckt.

7. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei die Einspritzdüse aufweist: einen Düsenkörper, der so vorgesehen ist, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite erstreckt, und einen Schichtluft-Strömungskanal der um den Düsenkörper herum ausgebildet ist, durch den Schichtluft von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite zirkuliert.

8. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß Anspruch 7, wobei der Schichtluft-Strömungskanal mit einem externen Strömungskanal, der außenseitig des Düsenkörpers ausgebildet ist, kommuniziert.

9. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß Anspruch 7, wobei ein Teil der Vielzahl von internen Strömungskanälen der Schichtluft-Strömungskanal ist,

der so vorgesehen ist, dass er sich von der Düsenbasisendseite zu der Düsenaußenendseite erstreckt.

10. Die Gasturbinenbrennkammer gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei der Kühlungsströmungskanal im Inneren der Einspritzdüse bezüglich des Schichtluft-Strömungskanals vorgesehen ist.

11. Eine Gasturbinenbrennkammer, mit: einer Pilotdüse und Hauptdüsen, die um die Pilotdüse herum vorgesehen sind, wobei als die Pilotdüse die Einspritzdüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 eingesetzt ist.

12. Eine Gasturbine, mit: der Gasturbinenbrennkammer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, und einer Turbine, die durch Verbrennung des Brennstoffs in der Gasturbinenbrennkammer erzeugtes Verbrennungsgas gedreht wird.

13. Eine Steuervorrichtung für eine Gasturbinenbrennkammer, die eine Einspritzdüse, welche Brennstoff und Kühlluft zum Kühlen einer Düsen spitze bzw. eines Düsenaußenendes einspritzen kann, eine Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit, die eine Strömungsrate der Kühlluft, die der Einspritzdüse zuzuführen ist, einstellen kann, und eine Erfassungseinheit, die einen Verbrennungszustand des Brennstoffs erfasst, umfasst, wobei die Steuervorrichtung die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit basierend auf einem Erfassungsergebnis der Erfassungseinheit steuert.

14. Ein Steuerverfahren für eine Gasturbinenbrennkammer, die eine Einspritzdüse, welche Brennstoff und Kühlluft zum Kühlen einer Düsen spitze bzw. eines Düsenaußenendes einspritzen kann, eine Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit, die eine Strömungsrate der Kühlluft, die der Einspritzdüse zuzuführen ist einstellen kann, und eine Erfassungseinheit, die einen Verbrennungszustand des Brennstoffs erfasst, umfasst, wobei die Luft-Strömungsraten-Einstelleinheit basierend auf einem Erfassungsergebnis der Erfassungseinheit gesteuert wird.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

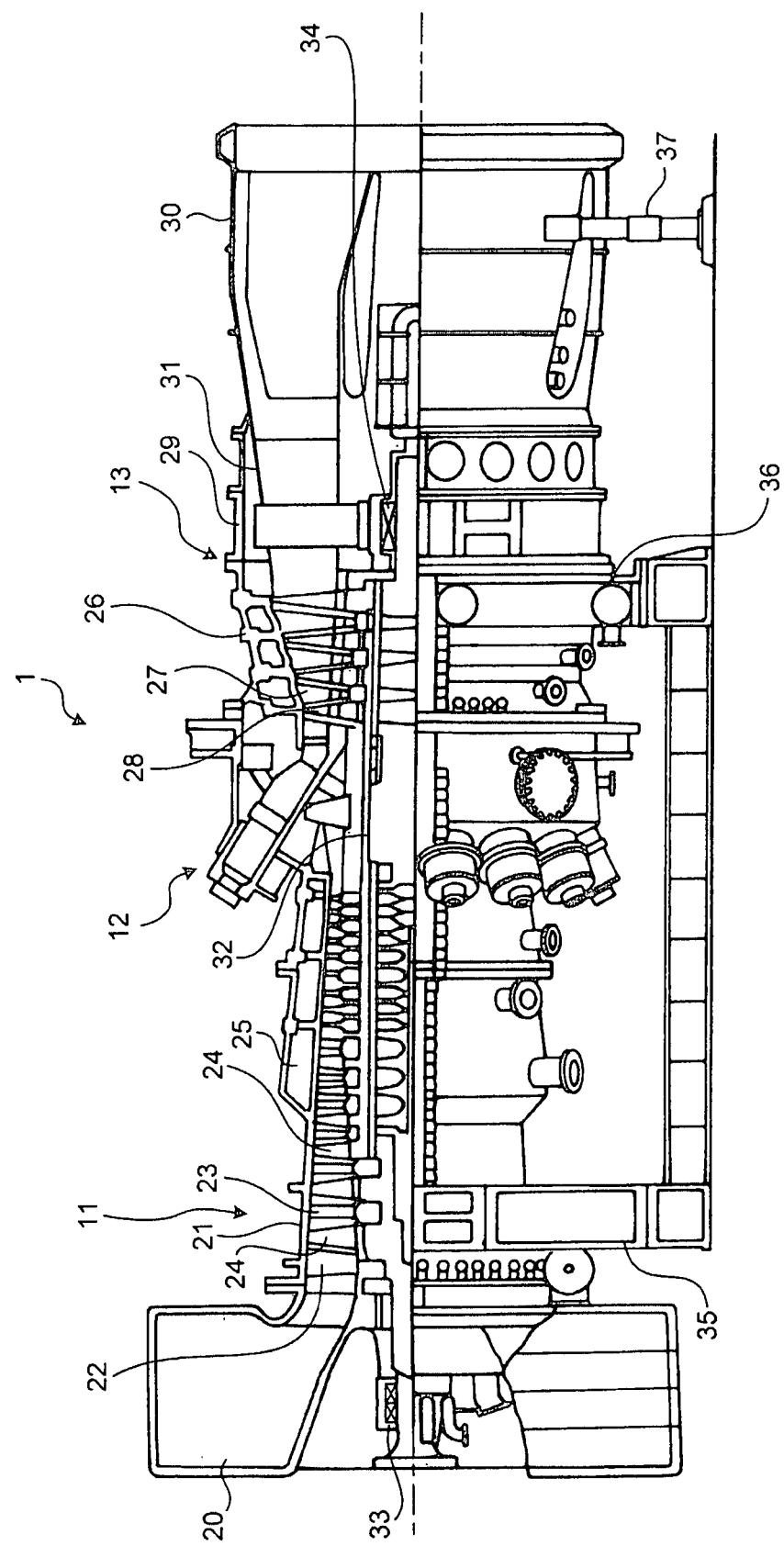


FIG.2

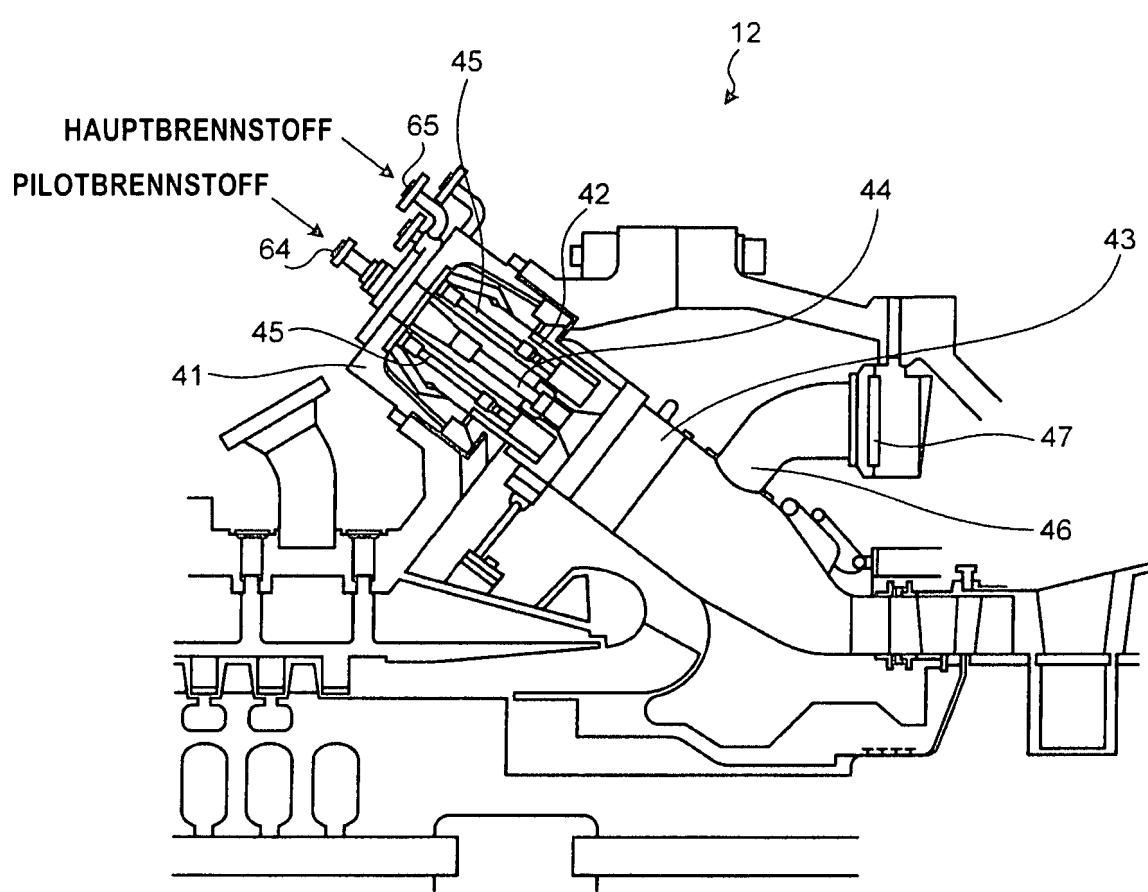


FIG.3

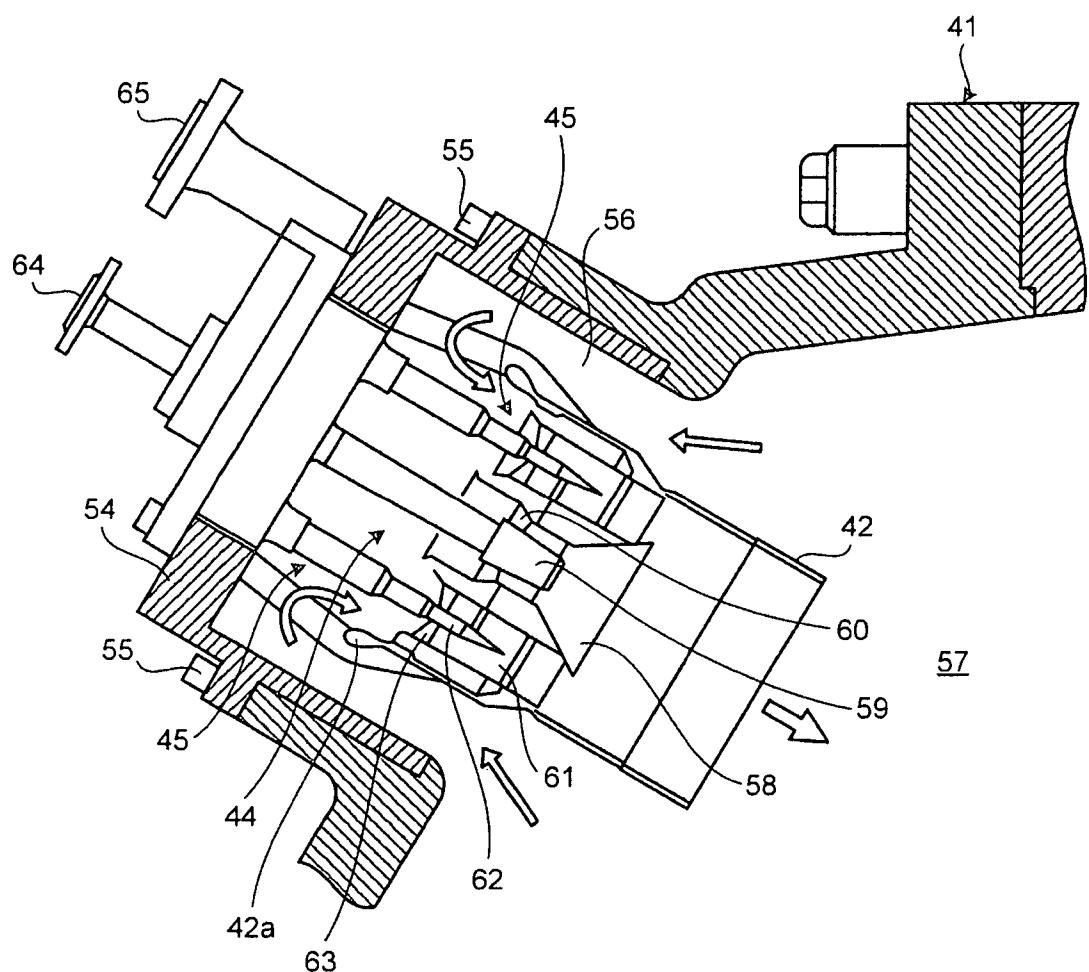


FIG.4

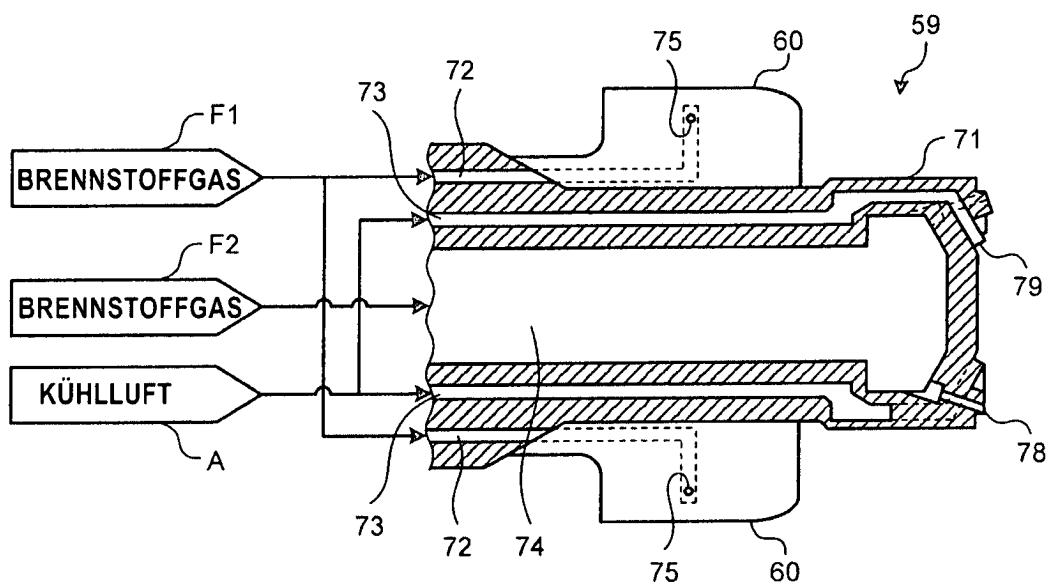


FIG.5

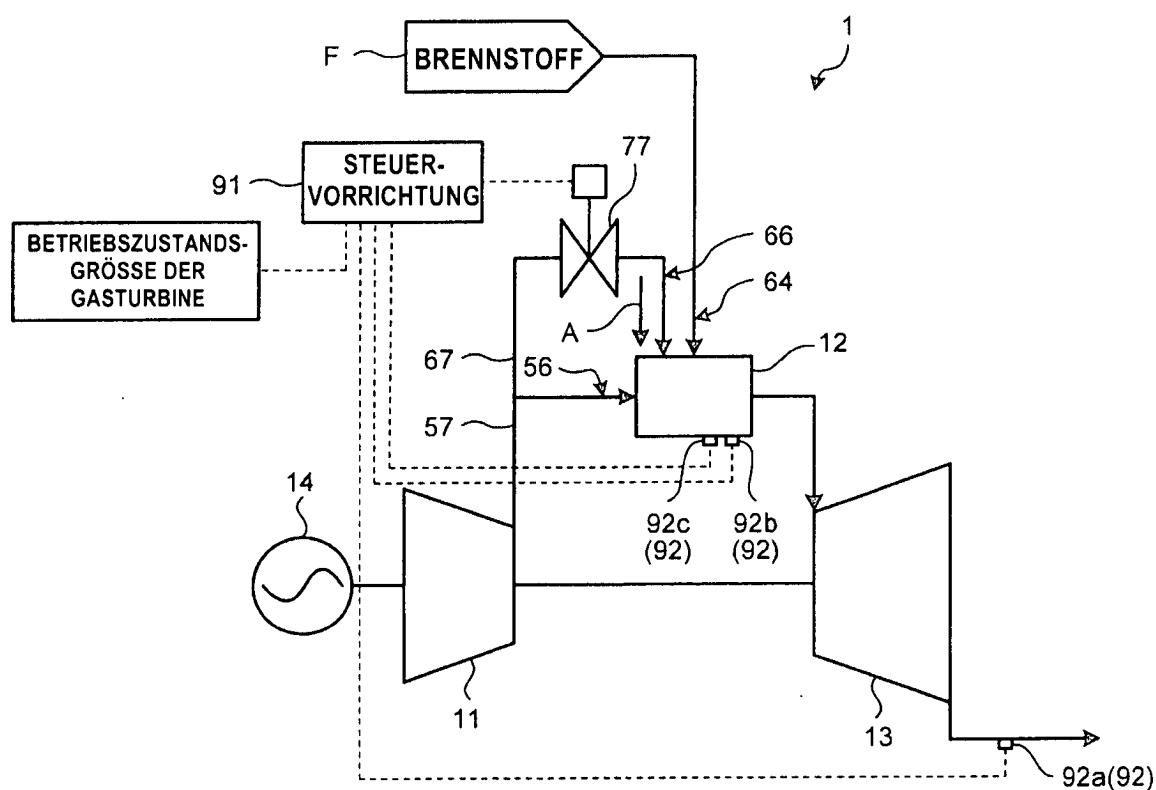


FIG.6

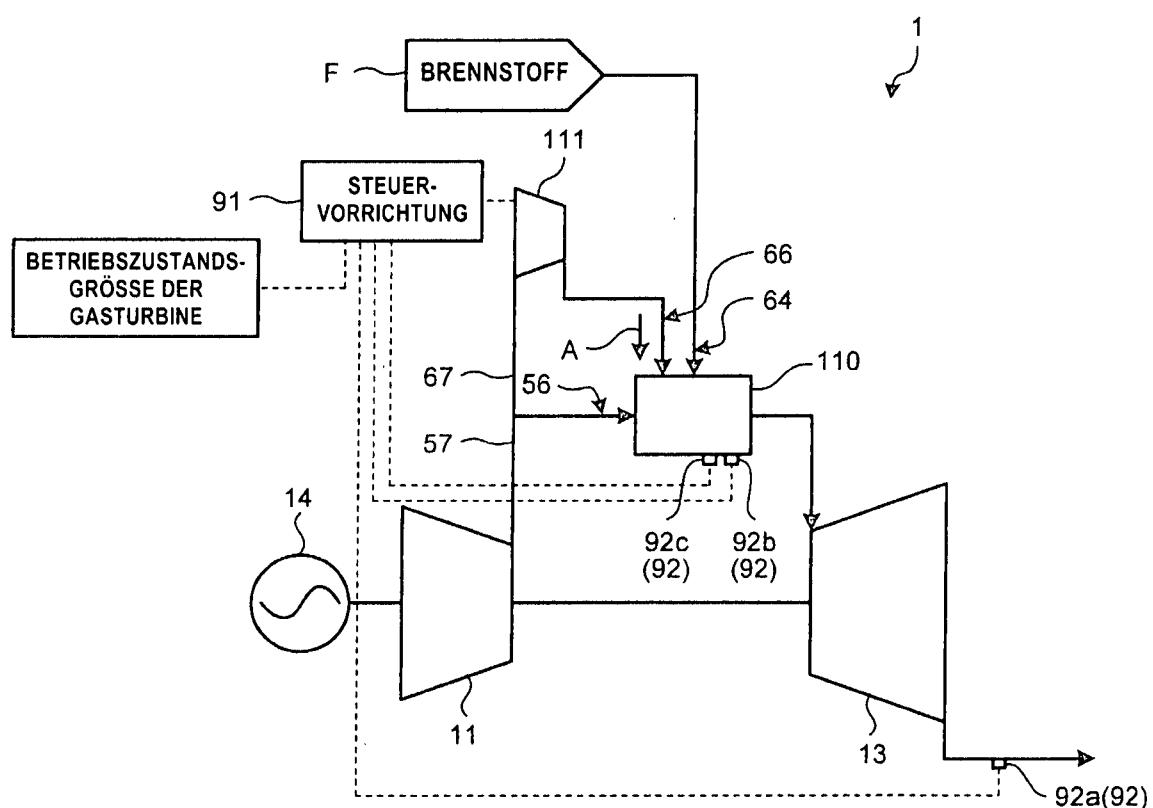


FIG.7

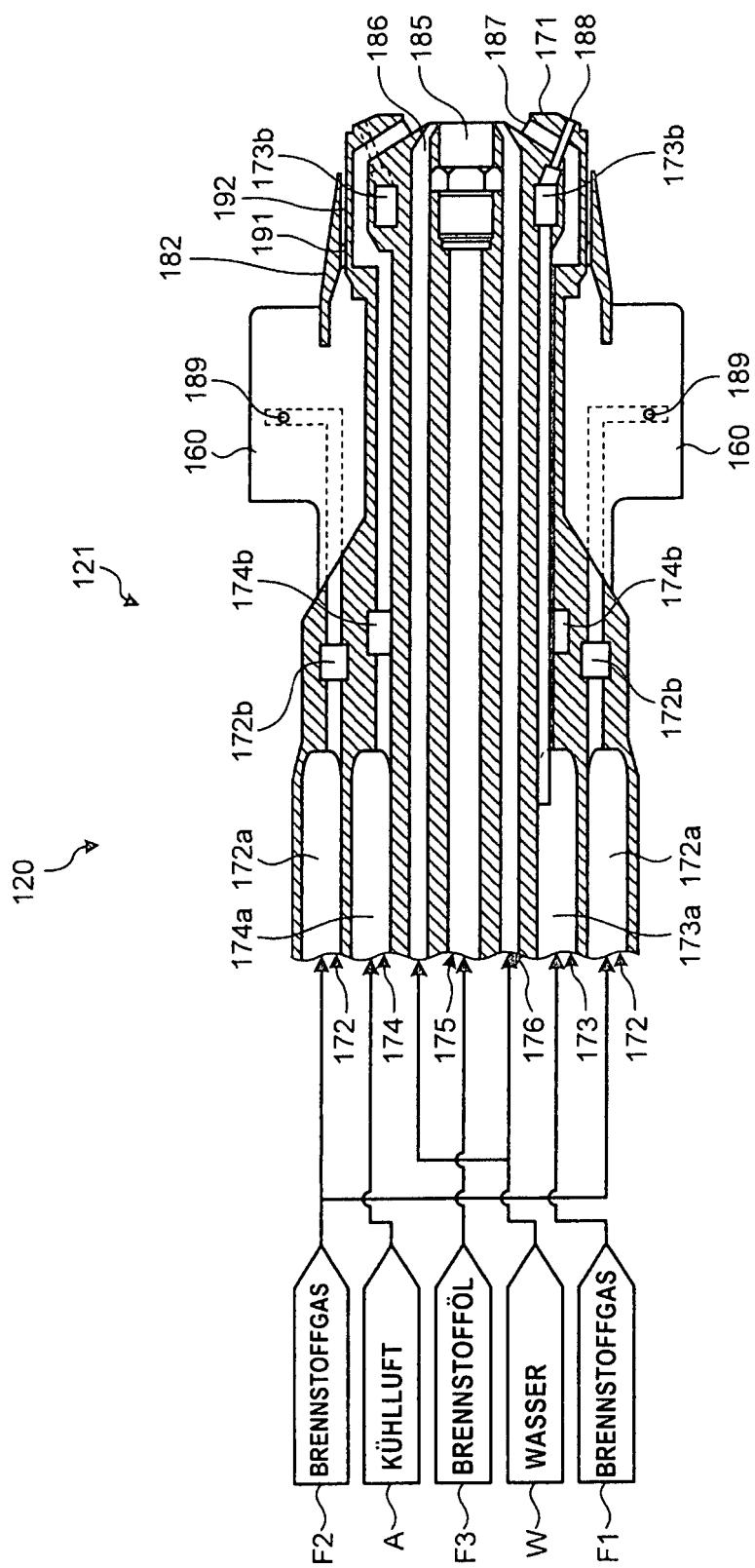


FIG.8

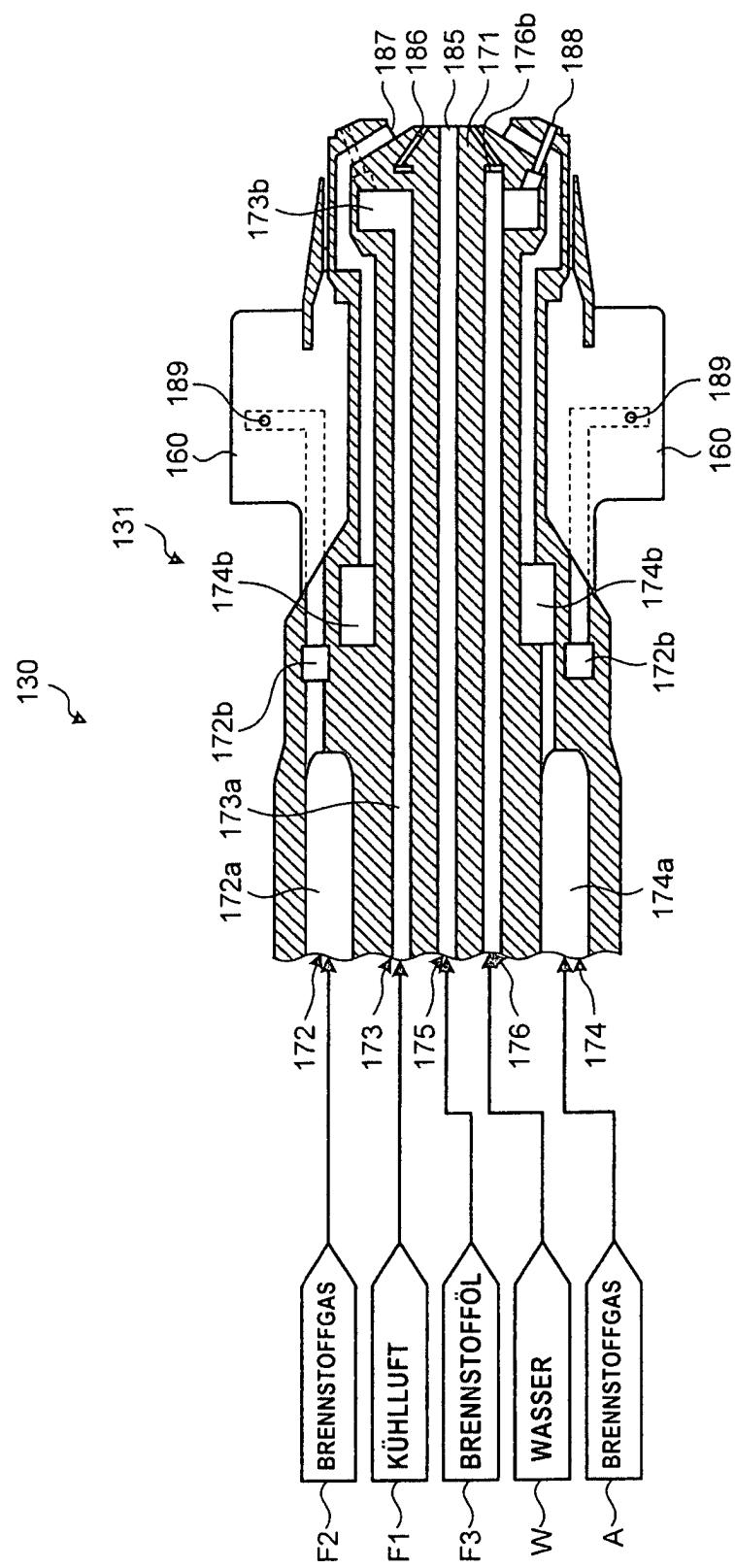


FIG.9

