



(10) **DE 11 2015 004 249 B4** 2022.10.06

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 004 249.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/073122**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/042960**
(86) PCT-Anmeldetag: **18.08.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.03.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.06.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.10.2022**

(51) Int Cl.: **F23R 3/14 (2006.01)**
F02C 7/22 (2006.01)
F02C 9/54 (2006.01)
F23R 3/28 (2006.01)
F23R 3/30 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2014-190634 **19.09.2014** **JP**

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Tokyo, JP

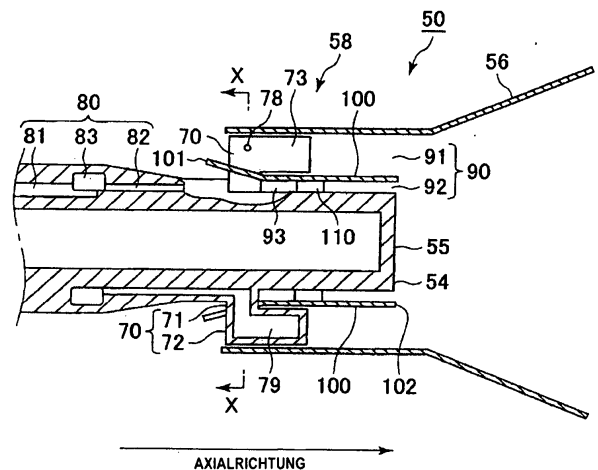
(74) Vertreter:
**Henkel & Partner mbB Patentanwaltskanzlei,
Rechtsanwaltskanzlei, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:
**Inoue, Kei, Tokyo, JP; Akamatsu, Shinji,
Yokohama-shi, Kanagawa, JP; Abe, Naoki,
Yokohama-shi, Kanagawa, JP; Taniguchi, Kenta,
Yokohama-shi, Kanagawa, JP; Saito, Keijiro,
Tokyo, JP; Tada, Katsuyoshi, Tokyo, JP**

(56) Ermittelte Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **BRENNER, BRENNKAMMER UND GASTURBINE**

(57) Hauptanspruch: Ein Brenner (50), der umfasst:
eine Düse (54),
eine Verwirbelungs-Leitschaufel (70), die ein Brennstoffeinspritzloch (78) zum Einspritzen eines Brennstoffs hat, wobei die Verwirbelungs-Leitschaufel (70) in einem ringförmigen Luftströmungsdurchgang (90) angeordnet ist, der sich entlang einer axialen Richtung der Düse (54) um die Düse (54) herum erstreckt und konfiguriert ist, um Luft zu verwirbeln, welche durch den Luftströmungsdurchgang (90) strömt, und
eine Teilungsplatte (100), die eine Ringform hat und die zumindest einen Bereich des Luftströmungsdurchgangs (90) in einer radialen Richtung der Düse (54) stromab der Verwirbelungs-Leitschaufel (70) in einen inneren Strömungsdurchgang (92), der einer äußeren peripheren Oberfläche (57) der Düse (54) zugewandt ist, und in einen äußeren Strömungsdurchgang (91), der an einer Außenseite des inneren Strömungsdurchgangs (92) bezüglich der radialen Richtung angeordnet ist, unterteilt, wobei das Brennstoffeinspritzloch (78) in dem äußeren Strömungsdurchgang (91) des Luftströmungsdurchgangs (90) angeordnet ist und kein Brennstoffeinspritzloch in dem inneren Strömungsdurchgang (92) positioniert ist, und wobei ein Endabschnitt (101) der Teilungsplatte (100) stromauf des Brennstoffeinspritzlochs (78) in der axialen Richtung angeordnet ist.



(56) Ermittelte Stand der Technik:

US	2005 / 0 268 618	A1
US	2012 / 0 180 490	A1
JP	2010- 223 577	A
JP	2010- 249 449	A

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Brenner, der einen Verwirbler zum Bilden einer Wirbelströmung umfasst, und auf eine Brennkammer sowie eine Gasturbine, die den Brenner umfassen.

[0002] Im Allgemeinen ist ein bekannter Brenner zum Erzeugen von Verbrennungsgas mit einem Verwirbler zum Verwirbeln von Luft versehen. Zum Beispiel ist eine Gasturbine, die einen Kompressor, eine Brennkammer, die mit einem Brenner versehen ist, und eine Turbine umfasst, mit einem Pilotbrenner und einem Hauptbrenner (Vormisch-Brenner), die als Brenner dienen, ausgestattet, und ein Verwirbler ist in einem Luftströmungsdurchgang eines solchen Brenners angeordnet.

[0003] Die JP 2010-249 449 A offenbart einen Brenner, der mit einer Vielzahl von Verwirbelungs-Leitschaufeln versehen ist, die in einer radialen Weise in einem Luftdurchgang um eine Verbrennungsdüse herum angeordnet sind. Die JP 2010-249 449 A offenbart zudem eine Konfiguration mit einer Teilungswand zum Unterteilen des Luftdurchgangs in Luftdurchgänge an der Innenseite und der Außenseite in der radialen Richtung. Mit dieser Konfiguration deckt eine Schicht von Luft (Filmschicht), die den Luftdurchgang an der Innenseite in der radialen Richtung passiert hat, einen stromabwärtigen Endabschnitt der Verbrennungsdüse ab, wodurch ein Temperaturanstieg des stromabwärtigen Endabschnitts verhindert bzw. vermindert werden kann.

[0004] Ferner offenbart die JP 2010-223 577 A einen Brenner, der eine Teilungswand, die einen Luftdurchgangsbereich an der Innenseite von einem Luftdurchgangsbereich an der Außenseite in der radialen Richtung abteilt, und Verwirbelungs-Leitschaufeln, die in dem Luftdurchgangsbereich an der Außenseite in der radialen Richtung angeordnet sind, umfasst. Mit dem obigen Brenner wird Luft in dem Luftdurchgangsbereich an der Innenseite in der radialen Richtung nicht verwirbelt, wodurch die axiale Strömungsgeschwindigkeit an der Innenseite erhöht ist.

[0005] Die US 2005/0268618 A1 offenbart einen Brenner für eine Brennkammer einer Gasturbine, bei der am Außenumfang einer Düse ein Luftströmungsdurchgang vorgesehen ist, der durch eine ringförmige Teilungsplatte in einen radial inneren und einen radial äußeren Strömungsdurchgang unterteilt ist, wobei eine Vielzahl von Verwirbelungs-Leitschaufeln um den Umfang der Düse herum so gesehen sind, dass sie die radial inneren und äußeren Strömungsdurchgänge durchsetzen. Brennstoffeinspritzlöcher öffnen sich von den Verwirbelungs-Leitschaufeln sowohl in den radial inneren Strö-

mungsdurchgang als auch in den radial äußeren Strömungsdurchgang hinein.

[0006] Die US 2012/0180490 A1 offenbart eine Brennstoffdüse für eine Gasturbinenbrennkammer, bei der ein zentraler Düsenkörper von einem externen ringförmigen Brennerzylinder konzentrisch umgeben ist, und ein weiterer externer Zylinder radial innerhalb des äußeren Brennerzylinders so angeordnet ist, dass ein innerer und ein äußerer Luftströmungsdurchgang in radialer Richtung und axialer Richtung der Düse gebildet sind. Verwirbelungs-Leitschaufeln sind lediglich in dem radial äußeren Luftströmungsdurchgang vorgesehen, wobei in den Verwirbelungs-Leitschaufeln keine Brennstoffeinspritzlöcher vorgesehen sind.

[0007] Bei einem Brenner ist es nötig, ein Auftreten eines Flammenrückschlags („Flashback“) zu verhindern, welcher einer der Problemfaktoren eines Brenners wie beispielsweise ein Brandschaden an einer Düse und an Strukturen um die Düse herum ist. Im Allgemeinen ist es bekannt, dass Flammen eher zu einem Bereich mit einer geringen axialen Strömungsgeschwindigkeit und einer hohen Brennstoffdichte zurückschlagen. Mit anderen Worten tritt ein Flammenrückschlag eher in einem Bereich auf, wo die axiale Strömungsgeschwindigkeit des Gases gering ist, und in einem Bereich, wo die Brennstoffdichte in einem Gas hoch ist.

[0008] In einem Luftströmungsdurchgang eines Brenners ist die axiale Strömungsgeschwindigkeit in einem Bereich geringer, der an der Zentrumseite des Wirbels einer Wirbelströmung, die von einem Verwirbler gebildet ist, ausgebildet ist, als um den Bereich herum. Ferner wird ein Bereich mit einer geringen axialen Strömungsgeschwindigkeit von einer laminaren Strömung gebildet, die in der Nähe der Wandoberfläche des Luftströmungsdurchgangs ausgebildet ist. In diesen Bereichen gibt es ein höheres Risiko, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Flammen höher wird als die axiale Strömungsgeschwindigkeit, was zu einem Flammenrückschlag führen kann. Des Weiteren hat Gas mit einer hohen Brennstoffdichte eine höhere Zündleistung, was offensichtlich ebenso das Risiko eines Auftretens eines Flammenrückschlags erhöht. Daher gibt es sogar ein höheres Risiko eines Auftretens eines Flammenrückschlags, wenn in demselben Bereich die Axialgeschwindigkeit gering und die Brennstoffdichte hoch ist.

[0009] Gemäß der JP 2010-249 449 A deckt eine Filmschicht einen Bereich mit einer geringen axialen Strömungsgeschwindigkeit an einer Grenzschicht um eine Düse herum ab, wodurch ein Auftreten eines Flammenrückschlags bezogen auf eine axiale Strömungsgeschwindigkeit teilweise verhindert werden kann. Jedoch kann Brennstoff, der von Einspritz-

löchern der Verwirbelungs-Leitschaufeln eingespritzt wird, in die Filmschicht eindringen und das Risiko eines Auftretens eines Flammenrückschlags kann bezüglich der Brennstoffdichte nicht beseitigt werden.

[0010] Zudem offenbart die JP 2010-223 577 A eine Erhöhung der Axialgeschwindigkeit in einem Luftdurchgangsbereich an der Innenseite in der radialen Richtung, um einen Flammenrückschlag zu verhindern. Eine Offenbarung einer Maßnahme zum Unterdrücken eines Flammenrückschlags hinsichtlich der Brennstoffdichte gibt es aber nicht.

[0011] In Anbetracht der obigen Probleme ist es eine Aufgabe von zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, einen Brenner, eine Brennkammer und eine Gasturbine vorzusehen, wobei ein Auftreten eines Flammenrückschlags effektiv verhindert werden kann.

[0012] Ein Brenner gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die Merkmale des Patentanspruchs 1.

[0013] Bei dem obigen Brenner teilt die Teilungsplatte zumindest einen stromabwärtigen Bereich des Luftströmungsdurchgangs in den inneren Luftströmungsdurchgang und den äußeren Luftströmungsdurchgang, wodurch Luft, die durch den inneren Luftströmungsdurchgang strömt, eine Luftschicht bildet, die die äußere periphere Oberfläche der Düse abdeckt. Des Weiteren ist das Brennstoffeinspritzloch, das im Inneren des äußeren Strömungsdurchgangs ausgebildet ist, an der stromaufwärtigen Teilungsplatte angeordnet, wodurch ein Eintreten von Brennstoff, der von dem Brennstoffeinspritzloch in die Luftfilmschicht eingespritzt wird, in den inneren Strömungsdurchgang verhindert werden kann, wodurch ein Auftreten eines Flammenrückschlags effektiv verhindert werden kann.

[0014] Bei manchen Ausführungsformen ist eine Verwirbelungsrichtung der Luft in dem inneren Strömungsdurchgang gleich einer Verwirbelungsrichtung der Luft in dem äußeren Strömungsdurchgang.

[0015] Gemäß der obigen Ausführungsform vermischen sich Luft in dem inneren Strömungsdurchgang stromab der Teilungsplatte und Luft in dem äußeren Strömungsdurchgang in einem Bereich, wo die Richtungen der Luft gleich sind, wodurch die Luft, die den äußeren Strömungsdurchgang passiert hat und die Brennstoff enthält, sich weniger wahrscheinlich mit der Luft, die den inneren Strömungsdurchgang passiert hat, vermischt. Folglich kann die Brennstoffdichte in einem Bereich reduziert werden, wo die Axialgeschwindigkeit klein ist, aufgrund eines Einflusses einer Grenzschicht, die in der Nähe der inneren Wandoberfläche der Teilungsplatte (ein Bereich

stromab der Teilungsplatte) ausgebildet ist, wodurch ein Rückschlag von Flammen zu dem Bereich verhindert werden kann.

[0016] Bei manchen Ausführungsformen ist eine Strömung der Luft in dem inneren Strömungsdurchgang eine Strömung entlang der Axialrichtung oder enthält eine Verwirbelungskomponente in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Verwirbelungsrichtung der Luft in dem äußeren Strömungsdurchgang.

[0017] Gemäß der obigen Ausführungsform ist eine Verwirbelung der Luft, die den inneren Strömungsdurchgang passiert hat, stromab der Teilungsplatte abgeschwächt, wodurch die Axialgeschwindigkeit der Luft stromab des inneren Strömungsdurchgangs erhöht werden kann. Daher kann ein Rückschlag (ein Verwirbelungskern-Flammenrückschlag) von Flammen zu der hinteren Endoberfläche der Düse verhindert werden.

[0018] Bei manchen Ausführungsformen umfasst die Düse einen inneren Düsen-Strömungsdurchgang, der im inneren der Düse angeordnet ist und mit dem inneren Strömungsdurchgang kommuniziert, und ein Lufteinspritzloch, das eine Öffnung an einer stromabwärtigen Endoberfläche der Düse hat und so konfiguriert ist, dass es die Luft von dem inneren Düsen-Strömungsdurchgang einspritzt.

[0019] Folglich wird ein Teil der Luft, die durch den inneren Strömungsdurchgang strömt, zu der stromabwärtigen Seite der Düse durch das Lufteinspritzloch über den inneren Düsen-Strömungsdurchgang eingespritzt, wodurch die Endoberfläche an der stromabwärtigen Seite der Düse mit Luft so abgedeckt ist, dass ein Bereich mit einer geringen Brennstoffdichte gebildet ist. Im Ergebnis ist ein Rückschlag von Flammen zu der Endoberfläche an der stromabwärtigen Seite der Düse unwahrscheinlicher, wodurch ein Brandschaden an der Düse verhindert werden kann.

[0020] Bei manchen Ausführungsformen befindet sich die äußere periphere Oberfläche entlang der Axialrichtung an einem stromabwärtigen Endabschnitt der Düse. Die Teilungsplatte erstreckt sich entlang der Axialrichtung so, dass sie die äußere periphere Oberfläche an dem stromabwärtigen Endabschnitt der Düse abdeckt.

[0021] Wenn sich die äußere periphere Oberfläche der Düse zum Beispiel nicht entlang der Axialrichtung erstreckt, sondern kegelförmig ist, kann die Axialgeschwindigkeit einer Luft, die den inneren Strömungsdurchgang passiert, in Übereinstimmung mit einer Vergrößerung des Strömungspfad-Querschnittsbereichs sinken.

[0022] Bei der obigen Ausführungsform befindet sich die äußere periphere Oberfläche der Düse entlang der Axialrichtung der Düse an dem Endabschnitt an der stromabwärtigen Seite der Düse und ist mit der Teilungsplatte abgedeckt, die sich entlang der Axialrichtung erstreckt, wodurch Luft den inneren Strömungsdurchgang passiert, während die Axialgeschwindigkeit eines Luftstroms hochgehalten wird. Daher kann ein Rückschlag von Flammen zu dem Bereich stromab des inneren Strömungsdurchgangs verhindert werden.

[0023] Bei manchen Ausführungsformen ist ein stromabwärtiger Endabschnitt der Teilungsplatte stromauf einer stromabwärtigen Endoberfläche der Düse in der Axialrichtung angeordnet.

[0024] Bei der obigen Ausführungsform ist der stromabwärtige Endabschnitt der Düse nicht mit der Teilungsplatte abgedeckt, wodurch sich eine Strömung von Luft, die den inneren Strömungsdurchgang passiert hat, nach oben windet bzw. schlängelt, um eine Verwirbelung an der stromabwärtigen Seite der Teilungsplatte zu bilden. Diese Verwirbelung reduziert die Brennstoffdichte an der stromabwärtigen Seite der Teilungsplatte, wodurch ein Rückschlag von Flammen zu dem stromabwärtigen Endabschnitt der Teilungsplatte verhindert werden kann.

[0025] Bei einer Ausführungsform hat der stromabwärtige Endabschnitt eine äußere periphere Oberfläche, die von der Axialrichtung so geneigt ist, dass sie sich von einer Zentrumsachse der Düse in der radialen Richtung mit einem Abstand zu der stromabwärtigen Endoberfläche der Düse an einer stromabwärtigen Seite des abströmenden Endabschnitts der Teilungsplatte weg erstreckt bzw. entfernt.

[0026] Folglich wird an dem stromabwärtigen Endabschnitt der Düse ein Luftstrom, der den inneren Strömungsdurchgang passiert hat, gegen die äußere periphere Oberfläche der Düse gedrückt und die Grenzschicht in der Nähe der äußeren peripheren Oberfläche der Düse ist dünner. Dadurch kann die Verteilung der Axialgeschwindigkeit in der Nähe der äußeren peripheren Oberfläche der Düse näher zu einer Einheitlichkeit gebracht werden, wodurch ein Flammenrückschlag verhindert werden kann.

[0027] Bei manchen Ausführungsformen umfasst der Brenner ferner eine Vielzahl von Tragelementen, die in einer Umfangsrichtung der Düse im Inneren des inneren Strömungsdurchgangs angeordnet sind, die konfiguriert sind, um die Teilungsplatte an der Düse zu tragen.

[0028] Folglich kann die Teilungsplatte fest bzw. stabil an der Düse getragen werden.

[0029] Bei einer Ausführungsform sind die Tragelemente konfiguriert, um die Luft zu verwirbeln, die den inneren Strömungsdurchgang passiert.

[0030] Folglich sind die Tragelemente konfiguriert, um eine Verwirbelungsströmung zu bilden, die nicht mit einer Strömung von Luft in dem inneren Strömungsdurchgang interferiert, wodurch eine Verwendung der Tragelemente nicht nur zum Tragen der Teilungsplatte aber ebenso zum Bilden eines Verwirbelungsstroms dient.

[0031] Bei manchen Ausführungsformen umfasst die Verwirbelungs-Leitschaufel eine Vielzahl von Verwirbelungs-Leitschaufeln, die in einer Umfangsrichtung der Düse angeordnet sind. Jeder der Verwirbelungs-Leitschaufeln erstreckt sich von der äußeren peripheren Oberfläche der Düse in der radialen Richtung nach außen. Zumindest ein Teil der Teilungsplatte erstreckt sich in der Umfangsrichtung zwischen einer Druckoberfläche einer Verwirbelungs-Leitschaufel eines Paares von Verwirbelungs-Leitschaufeln, die benachbart zu einander in der Umfangsrichtung angeordnet sind, und einer Saugoberfläche der anderen Verwirbelungs-Leitschaufel des Paares von Leitschaufeln. Der innere Strömungsdurchgang umfasst einen Zwischenlauflügel-Strömungsdurchgang, der von der Teilungsplatte, der äußeren peripheren Oberfläche der Düse, der Druckoberfläche und der Saugoberfläche umgeben ist.

[0032] Folglich kann, selbst in einem Fall, wo die Verwirbelungs-Leitschaufeln so angeordnet sind, dass sie sich von der äußeren peripheren Oberfläche der Düse nach außen in der radialen Richtung erstrecken, der Zwischenlauflügel-Strömungsdurchgang, der von dem äußeren Strömungsdurchgang mit der Teilungsplatte separiert ist, zwischen den benachbarten Verwirbelungs-Leitschaufeln ausgebildet werden. Daher kann ein Eintreten von Brennstoff, der von dem Brennstoffeinspritzloch, das im Inneren des äußeren Strömungsdurchgangs angeordnet ist, in den Zwischenlauflügel-Strömungsdurchgang eingespritzt wird, verhindert werden.

[0033] Eine Brennkammer gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst den Brenner gemäß der Erfindung und eine Verbrennungsauskleidung zum Ausbilden eines Strömungskanals zum Leiten von Verbrennungsgas von dem Verbrenner.

[0034] Die obige Brennkammer umfasst einen Brenner, wodurch ein Auftreten eines Flammenrückschlags effektiv verhindert werden kann, wodurch die Lebensdauer der Brennkammer verbessert bzw. erhöht werden kann.

[0035] Eine Gasturbine gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst einen Kompressor zum Erzeugen von komprimierter Luft, die Brennkammer gemäß der

Erfindung, die konfiguriert ist, um Brennstoff mit der komprimierten Luft von dem Kompressor zu verbrennen und so Verbrennungsgas zu erzeugen, und eine Turbine, die konfiguriert ist, um von dem Verbrennungsgas der Brennkammer angetrieben zu werden.

[0036] Die obige Brennkammer umfasst einen Brenner, mit dem ein Auftreten eines Flammenrückschlags effektiv verhindert werden kann, wodurch die Lebensdauer der Brennkammer der Gasturbine verbessert bzw. erhöht werden kann.

[0037] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann verhindert werden, dass Brennstoff, der von dem Brennstoffeinspritzloch der Verwirbelungs-Leitschaufel eingespritzt wird, in den inneren Strömungsdurchgang des Luftströmungsdurchgangs eintritt, sodass und ein Auftreten eines Flammenrückschlags effektiv verhindert werden kann.

Fig. 1 ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm einer Gasturbine gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 2 ist eine Querschnittansicht einer Brennkammer gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 3 ist eine Querschnittansicht eines Teils einer Brennkammer gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 4 ist eine Querschnittansicht einer schematischen Basiskonfiguration eines Brenners gemäß mancher Ausführungsformen.

Fig. 5 ist eine Querschnittansicht entlang einer Linie X-X des Brenners, der in **Fig. 4** bildlich dargestellt ist.

Fig. 6 ist eine Querschnittansicht eines Brenners entlang einer Düsenaxialrichtung des Brenners gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 7 ist eine Querschnittansicht eines Brenners entlang einer Düsenaxialrichtung des Brenners gemäß einer anderen Ausführungsform.

Fig. 8 ist eine Teilquerschnittansicht eines Brenners entlang der Düsenaxialrichtung des Brenners gemäß einer anderen Ausführungsform.

Fig. 9 ist eine Explosions-Perspektivansicht einer Verwirbelungs-Leitschaufel und einer Teilungsplatte gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 10 ist eine Explosions-Perspektivansicht einer Verwirbelungs-Leitschaufel und einer Teilungsplatte gemäß einer anderen Ausführungsform.

Fig. 11A ist eine Explosions-Perspektivansicht einer Verwirbelungs-Leitschaufel und einer Teilungsplatte gemäß einer anderen Ausführungsform.

lungungsplatte gemäß einer anderen Ausführungsform.

Fig. 11B ist eine Explosions-Perspektivansicht einer Verwirbelungs-Leitschaufel und einer Teilungsplatte gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0038] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden jetzt im Detail mit Bezug zu den beiliegenden Zeichnungen beschrieben werden. Es ist jedoch vorgesehen, dass Dimensionen, Materialien, Formen, relative Positionen und dergleichen von Komponenten, die in den Ausführungsformen beschrieben sind, wenn sie nicht genau spezifiziert sind, nur als illustrativ zu interpretieren und nicht zur Limitierung des Bereichs der vorliegenden Erfindung vorgesehen sind.

[0039] Mit Bezug zu **Fig. 1** wird eine Gasturbine 1 als ein Beispiel einer Anwendung eines Brenners und einer Brennkammer gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben werden. **Fig. 1** ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm einer Gasturbine gemäß einer Ausführungsform.

[0040] Wie in **Fig. 1** illustriert umfasst die Gasturbine 1 gemäß einer Ausführungsform einen Kompressor 2 zum Erzeugen von komprimierter Luft, die als ein Oxidationsmittel dient, eine Brennkammer 4 zum Erzeugen von Verbrennungsgas aus der komprimierten Luft und Brennstoff, und eine Turbine 6, die konfiguriert ist, um von dem Verbrennungsgas zur Rotation angetrieben zu werden. Wenn die Gasturbine 1 zur Energieerzeugung verwendet wird, wird ein Generator (nicht dargestellt) mit der Turbine 6 verbunden, sodass eine Rotationsenergie der Turbine 6 elektrische Leistung generiert.

[0041] Das Konfigurationsbeispiel jeder Komponente in der Gasturbine 1 wird im Detail beschrieben werden.

[0042] Der Kompressor 2 umfasst ein Kompressorgehäuse 10, einen Lufteinlass 12 zum Einsaugen von Luft, der an einer Einlassseite des Kompressorgehäuses 10 angeordnet ist, einen Rotor 8, der so angeordnet ist, dass er sowohl das Kompressorgehäuse 10 als auch das Turbinengehäuse 22, das unten beschrieben wird, durchdringt, und eine Vielzahl von Leitschaufeln, die in dem Kompressorgehäuse 10 angeordnet sind. Die Vielzahl von Leitschaufeln umfasst eine Einlass-Leitschaufel 14, die benachbart zu dem Lufteinlass 12 angeordnet ist, eine Vielzahl von Stator-Leitschaufeln 16, die an dem Kompressorgehäuse 10 befestigt sind, und eine Vielzahl von Rotor-Leitschaufeln 18, die so an dem Rotor 8 eingebettet bzw. eingesetzt sind, dass sie alternierend mit den Stator-Leitschaufeln 16 angeordnet sind. Der Kompressor 2 kann andere einzelne Elemente umfassen, die in den Zeichnungen

nicht illustriert sind, wie beispielsweise eine Extraktionskammer. Bei dem obigen Kompressor 2 strömt die Luft, die von dem Lufteinlass 12 eingesaugt wird, durch die Vielzahl von Stator-Leitschaufeln 16 und die Vielzahl von Rotor-Leitschaufeln 18, um komprimiert zu werden, wobei sie in komprimierte Luft, mit einer höheren Temperatur und einem höheren Druck umgewandelt wird. Die komprimierte Luft, die eine höhere Temperatur und einen höheren Druck hat, wird zu der Brennkammer 4 einer dem Kompressor 2 nachgeordneten Stufe gesandt.

[0043] Die Brennkammer 4 ist in einem Gehäuse 20 angeordnet. Wie in **Fig. 1** illustriert kann eine Vielzahl von Brennkammern 4 in einer Ringform angeordnet sein, die an dem Rotor 8 im Inneren des Gehäuses 20 zentriert ist. Der Brennkammer 4 wird ein Brennstoff und die komprimierte Luft, die in dem Kompressor 2 erzeugt wird, zugeführt und sie verbrennt den Brennstoff, um ein Verbrennungsgas zu erzeugen, das als ein Arbeitsfluid der Turbine 6 dient. Das Verbrennungsgas wird zu der Turbine 6 einer der Brennkammer 4 nachgeordneten Stufe gesandt. Das Konfigurationsbeispiel der Brennkammer 4 wird später im Detail beschrieben werden.

[0044] Die Turbine 6 umfasst ein Turbinengehäuse 22 und eine Vielzahl von Leitschaufeln, die im Inneren des Turbinengehäuses 22 angeordnet sind. Die Vielzahl von Leitschaufeln umfasst eine Vielzahl von Stator-Leitschaufeln 24, die an dem Turbinengehäuse 22 befestigt sind, und eine Vielzahl von Rotor-Leitschaufeln 26, die an dem Rotor 8 so eingesetzt sind, dass sie alternierend mit den Stator-Leitschaufeln 24 angeordnet sind. Die Turbine 6 kann andere einzelne Elemente wie beispielsweise Auslass-Leitschaufeln umfassen. In der Turbine 6 wird der Rotor 8 so angetrieben, dass er rotiert, wenn das Verbrennungsgas die Vielzahl von Stator-Leitschaufeln 24 und die Vielzahl von Rotor-Leitschaufeln 26 passiert. Auf diese Weise wird der Generator, der mit dem Rotor 8 verbunden ist, angetrieben.

[0045] Eine Abgaskammer 30 ist mit der stromabwärtigen Seite des Turbinengehäuses 22 über ein Abgasgehäuse 28 verbunden. Das Verbrennungsgas, das die Turbine 6 angetrieben hat, passiert das Abgasgehäuse 28 und die Abgaskammer 30 bevor es zu der Außenseite ausgetragen wird.

[0046] Nachfolgend wird mit Bezug zu **Fig. 2** und **Fig. 3** die spezifische Konfiguration der Brennkammer 4 gemäß einer Ausführungsform beschrieben werden. **Fig. 2** ist eine Querschnittansicht einer Brennkammer 4 gemäß einer Ausführungsform. **Fig. 3** ist eine Querschnittansicht eines Teils der Brennkammer 4 gemäß einer Ausführungsform.

[0047] Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** bildlich dargestellt ist eine Vielzahl von Brennkammern 4 gemäß einer

Ausführungsform in einer Ringform, die auf den Rotor 8 (siehe **Fig. 1**) zentriert ist, angeordnet. Jede Brennkammer 4 umfasst eine Verbrennungsauskleidung 46, die in einem Brennkammergehäuse 40 angeordnet ist, das durch das Gehäuse 20 definiert ist, einen Pilot-Brenner 50, der in der Verbrennungsauskleidung 46 angeordnet ist, und eine Vielzahl von Haupt-Brennern (Vormischbrennern) 60, die in der Verbrennungsauskleidung 46 angeordnet sind. Die Brennkammer 4 kann andere einzelne Elemente wie beispielsweise eine Nebenströmungsleitung („bypass line“) (nicht bildlich dargestellt) umfassen, um dem Verbrennungsgas ein Nebenströmen zu ermöglichen.

[0048] Beispielsweise umfasst die Verbrennungsauskleidung 46 einen Brennkammerkorb 46a, der um den Pilot-Brenner 50 und die Vielzahl von Hauptbrennern 60 herum angeordnet ist, und ein Übergangsstück 46b, das mit einem Kopfe des Brennkammerkorbs 46a verbunden ist.

[0049] Der Pilotbrenner 50 ist entlang der Zentrumsachse der Verbrennungsauskleidung 46 angeordnet. Die Vielzahl von Hauptbrennern 60 sind mit einem Abstand voneinander so angeordnet, dass sie den Pilotbrenner 50 umgeben.

[0050] Der Pilotbrenner 50 umfasst eine Pilotdüse (Düse) 54, die mit einem Brennstoffanschluss 52 verbunden ist, einen Pilotbrennerzylinder 56, der so angeordnet ist, dass er die Pilotdüse 54 umgibt, und einen Verwirbler 58, der an dem Außenumfang der Pilotdüse 54 angeordnet ist. Die spezifische Konfiguration des Pilotbrenners 50 wird später beschrieben werden.

[0051] Der Hauptbrenner 60 umfasst eine Hauptdüse (Düse) 64, die mit einem Brennstoffanschluss 62 verbunden ist, einen Hauptbrennerzylinder 66, der so angeordnet ist, dass er die Hauptdüse 64 umgibt, und einen Verwirbler 68, der an dem Außenumfang der Hauptdüse 64 angeordnet ist.

[0052] Bei der Brennkammer 4, die die obige Konfiguration hat, wird die komprimierte Luft, die eine hohe Temperatur und einen hohen Druck hat und in dem Kompressor 2 erzeugt wird, in das Brennkammergehäuse 40 durch einen Gehäuseeinlass 42 zugeführt und strömt dann in den Hauptbrennerzylinder 66 von dem Brennkammergehäuse 40. Die komprimierte Luft und Brennstoff, der von dem Brennstoffanschluss 62 zugeführt wird, werden in dem Hauptbrennerzylinder 66 vorgemischt. Zu dieser Zeit wird das vorgemischte Gas im Wesentlichen in eine Verwirbelungsströmung durch den Verwirbler 68 gebildet und strömt in die Verbrennungsauskleidung 46. Ferner werden die komprimierte Luft und Brennstoff, der von dem Pilotbrenner 50 über den Brennstoffanschluss 52 eingespritzt wird, in der Verbren-

nungsauskleidung 46 vermischt und von einem Pilotbrenner (nicht dargestellt) gezündet, um verbrannt zu werden, wobei Verbrennungsgas erzeugt wird. Zu dieser Zeit breitet sich ein Teil des Verbrennungsgases zu der Umgebung mit Flammen aus, welche das vorgemischte Gas entzünden, das in die Verbrennungsauskleidung 46 von jedem der Hauptbrenner 60 strömt, um eine Verbrennung hervorzurufen. Genauer gesagt können die Pilotflammen, die von dem Pilotbrennstoff erzeugt werden, der von dem Pilotbrenner 50 eingespritzt wird, Flammen zur Durchführung einer stabilen Verbrennung von vorgemischtem Gas (vorgemischtem Brennstoff) von den Hauptbrennern 60 sicherstellen.

[0053] Jetzt wird die Konfiguration des Brenners gemäß der vorliegenden Ausführungsform im Detail mit Bezug zu dem oben beschriebenen Pilotbrenner 50 als ein Beispiel beschrieben werden.

[0054] Der Brenner gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist nicht auf den Pilotbrenner 50 limitiert und kann auf einen Brenner jeden Typs angewandt werden, solange der Brenner einen Verwirbler (eine Verwirbelungs-Leitschaufel) in einem axialen Strömungspfad um eine Düse herum umfasst. Beispielsweise kann der Brenner der Hauptbrenner 60 sein, der in der Brennkammer 4 der Gasturbine 1 angeordnet ist, oder kann ein Brenner sein, der in einer anderen Vorrichtung wie der Gasturbine 1 angeordnet ist.

[0055] **Fig. 4** und **Fig. 5** illustrieren die schematische Basiskonfiguration des Brenners (Pilotbrenner) 50 gemäß einer Ausführungsform. **Fig. 4** ist eine Querschnittansicht einer Gesamtbasiskonfiguration des Brenners 50 gemäß einiger Ausführungsformen. Die Zeichnung ist eine Querschnittansicht entlang der Axialrichtung der Düse 54. In **Fig. 4** ist zur Unterstützung des Verständnisses des Verwirblers 58, der unter der Düse 54 angeordnet ist, in einer Querschnittansicht entlang der Düsenaxialrichtung bildlich dargestellt, während die Verwirbelungs-Leitschaufel 70, die über der Düse 54 angeordnet ist, in einer Seitenansicht bildlich dargestellt ist. **Fig. 5** ist eine Querschnittansicht entlang einer Linie X-X des Brenners, der in **Fig. 4** bildlich dargestellt ist.

[0056] Der Brenner 50 umfasst gemäß einer Ausführungsform die Düse (Brennstoffdüse) 54, den Pilotbrennerzylinder 56, den Verwirbler 58 und die Teilungsplatte 100.

[0057] Die Düse 54 ist mit dem Brennstoffanschluss 52 (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**) wie oben beschrieben verbunden und Brennstoff wird von dem Brennstoffanschluss 52 zugeführt. Der Brennstoff kann ein Gas oder eine Flüssigkeit sein und der Typ bzw. die Art des Brennstoffs ist nicht besonders limitiert. Desweiteren kann die Pilotdüse 54 mit zwei oder mehreren

Brennstoffsorten, wie beispielsweise einem Brennstoffgas und einem Brennstofföl versorgt werden.

[0058] Der Pilotbrennerzylinder 56 ist zu der Düse 54 konzentrisch so angeordnet, dass er zumindest eine Kopfseite der Düse 54 umgibt. Genauer gesagt stimmt die Achse des Pilotbrennerzylinders 56 im Wesentlichen mit der Achse der Düse 54 überein und der Durchmesser des Pilotbrennerzylinders 56 ist größer als der Durchmesser der Düse 54. Der Pilotbrennerzylinder 56 kann eine Wandoberfläche, die in einer zylindrischen Form entlang der Axialrichtung der Düse 54 in einem stromaufwärtigen Bereich um die Düse 54 herum ausgebildet ist, und eine Wandoberfläche, die in einer runden abgestumpften Kegel- bzw. Trichterform ausgebildet ist, deren Durchmesser zu einem Endabschnitt in einem stromabwärtigen Bereich, der an der Seite der Flammenoberfläche angeordnet ist, zunimmt, aufweisen. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die stromaufwärtige Seite die stromaufwärtige Seite bezüglich der Strömungsrichtung der Luft oder des Brennstoffs und die stromabwärtige Seite ist die stromabwärtige Seite bezüglich der Strömungsrichtung der Luft oder des Brennstoffs.

[0059] Ein Luftströmungsdurchgang 90 mit einer Ringform ist entlang der Axialrichtung der Düse 54 um die Düse 54 herum zwischen der äußeren peripheren Oberfläche der Düse 54 und der inneren peripheren Oberfläche des Pilotbrennerzylinders 56 ausgebildet. Luft strömt durch den Luftströmungsdurchgang 90 von der stromaufwärtigen Seite (linke Seite in **Fig. 4**) zu der stromabwärtigen Seite (rechte Seite in **Fig. 4**). Die Luft kann komprimierte Luft sein. Desweiteren kann die Luft, die dem Luftströmungsdurchgang 90 zugeführt wird, Luft sein, die keinen Brennstoff enthält.

[0060] Der Verwirbler 58 ist konfiguriert, um ein Gas zu verwirbeln, das durch den Luftströmungsdurchgang 90 strömt, und er umfasst zumindest eine Verwirbelungs-Leitschaufel 70. Bei dem Beispiel, das in **Fig. 4** und **Fig. 5** bildlich dargestellt ist, umfasst der Verwirbler 58 acht Verwirbelungs-Leitschaufeln 70, die von der Düse 54 im Zentrum in einer radialen Weise angeordnet sind.

[0061] Die Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 sind in dem Luftströmungsdurchgang 90 angeordnet, der sich entlang der Axialrichtung der Düse 54 um die Düse 54 herum erstreckt, und sie sind konfiguriert, um eine Verwirbelungskraft auf das Gas, das durch den Luftströmungsdurchgang 90 strömt, aufzubringen. Die Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 können eine Stromlinienform haben, welche in einer Draufsicht eine Flügel- bzw. Tragflächenform hat.

[0062] Die Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 haben jeweils einen Laufschaufelfuß- bzw. Stammabschnitt

71, der an der Seite der Düse 54 angeordnet ist, und einen Laufschaufelkörperabschnitt 72, der in der radialen Richtung an der Außenseite des Laufschaufelfußabschnitts 71 angeordnet ist. Genauer gesagt ist der Laufschaufelfußabschnitt 71 an der äußeren peripheren Oberfläche der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 aufgerichtet und der Laufschaufelkörperabschnitt 72 ist mit der Düse 54 über den Laufschaufelfußabschnitt 71 gekoppelt. Des Weiteren hat der Laufschaufelfußabschnitt 71 eine Länge, die kürzer als die des Laufschaufelkörperabschnitts 72 in der Axialrichtung der Düse 54 ist.

[0063] Des Weiteren hat, wie in **Fig. 9** bildlich dargestellt, jede Verwirbelungs-Leitschaufel 70 eine Druckoberfläche 73, eine Saugoberfläche 74, eine Vorderkante 75, die ein stromaufwärtiger Kantenabschnitt in der Strömungsrichtung des Gases (die Axialrichtung der Düse 54) ist, und eine Hinterkante 76, die ein stromabwärtiger Kantenabschnitt in der Strömungsrichtung ist. **Fig. 9**, welche später weiter im Detail beschrieben werden wird, ist eine Explosions-Perspektivansicht einer Verwirbelungs-Leitschaufel 70A und einer Teilungsplatte 100A gemäß einer Ausführungsform.

[0064] Rückbezogen auf **Fig. 4** und **Fig. 5** haben die Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 zumindest ein Brennstoffeinspritzloch 78, das daran ausgebildet ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist beispielhaft ein Brennstoffeinspritzloch 78 an der Druckoberfläche 73 jeder Verwirbelungs-Leitschaufel 70 ausgebildet. Bei einer anderen Konfiguration kann eine Vielzahl von Brennstoffeinspritzlöchern 78 an der Druckoberfläche 73 oder der Saugoberfläche 74 (siehe **Fig. 9**) der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 ausgebildet sein. Um ein Vormischen von Brennstoff und Luft zu fördern kann das zumindest eine Brennstoffeinspritzloch 78 in einem stromaufwärtigen Bereich der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 angeordnet sein.

[0065] Ein Brennstoffströmungsdurchgang zum Zuführen von Brennstoff, der von dem Brennstoffanschluss 52 (siehe **Fig. 2** und **Fig. 3**) zugeführt wird, ist im Inneren der Düse 54 und der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 ausgebildet.

[0066] Bei einer beispielhaften Konfiguration umfasst der Brennstoffströmungsdurchgang einen Vormischverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 80, einen Diffusionsverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 85 (siehe **Fig. 5** und **Fig. 6**) und einen Innen-Verwirbelungsbrennstoffströmungsdurchgang 79.

[0067] Der Vormischverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 80 ist im Inneren der Düse 54 angeordnet und umfasst entlang der Axialrichtung der Düse 54 einen stromaufwärtigen Strömungsdurchgang 81 und einen stromabwärtigen Strömungsdurchgang 82 und einen Hohlraum 83, der

zwischen dem stromaufwärtigen Strömungsdurchgang 81 und dem stromabwärtigen Strömungsdurchgang 82 angeordnet ist. Der stromaufwärtige Strömungsdurchgang 82 ist in Verbindung mit dem Innen-Verwirbelungsbrennstoffströmungsdurchgang 79.

[0068] Der Innen-Verwirbelungsbrennstoffströmungsdurchgang 79 ist im Inneren der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 (zum Beispiel im Inneren des Laufschaufelfußabschnitts 71) angeordnet und ist in Verbindung mit dem Brennstoffeinspritzloch 78 der Verwirbelungs-Leitschaufel 70.

[0069] Ein Brennstoff, der dem Vormischverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 80 zugeführt wird, passiert den stromaufwärtigen Strömungsdurchgang 81, den Hohlraum 83 und den stromabwärtigen Strömungsdurchgang 82 in dieser Reihenfolge, bevor er in den Luftströmungsdurchgang 90 durch das Brennstoffeinspritzloch 78 der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 eingespritzt wird. Der Brennstoff, der von dem Brennstoffeinspritzloch 78 eingespritzt wird, wird mit der Luft, die durch den Luftströmungsdurchgang 90 strömt, vermischt, um sich in ein vorgemischtes Gas (Brennstoffgas) zu wandeln und wird zu einem Verbrennungsraum gesandt, um verbrannt zu werden. Nachfolgend ist ein Verbrennungsraum ein Raum stromab der Düse 54 und umfasst einen Bereich, der von dem Pilotbrennerzylinder 56 umgeben ist.

[0070] Wie in **Fig. 6** bildlich dargestellt ist der Diffusionsverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 85 im Inneren der Düse 54 entlang der Axialrichtung der Düse 54 angeordnet und umfasst einen Innen-Düsenbrennstoffströmungsdurchgang 86 und einen Hohlraum 87 in Kommunikation mit dem Innen-Düsenbrennstoffströmungsdurchgang 86. Der Innen-Düsenbrennstoffströmungsdurchgang 86 ist in Verbindung mit einem Brennstoffeinspritzloch 88, das an dem stromabwärtigen Endabschnitt der Düse 54 ausgebildet ist. Da der Diffusionsverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 85 in **Fig. 4** nicht bildlich dargestellt ist, zeigt **Fig. 6** einen anderen Querschnitt, der den Diffusionsverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 85 unter der Düse umfasst. Alternativ kann der Diffusionsverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 85 bei einem anderen Konfigurationsbeispiel in dem Zentrum der Düse 54 angeordnet sein.

[0071] Ein Brennstoff, der dem Diffusionsverbrennungs-Brennstoffströmungsdurchgang 85 zugeführt wird, passiert den Hohlraum 87 und den Innen-Düsenbrennstoffströmungsdurchgang 86, bevor er in den Verbrennungsraum von dem Brennstoffeinspritzloch 88 eingespritzt wird. Der Brennstoff, der von dem Brennstoffeinspritzloch 88 eingespritzt

wird, wird mit Luft oder vorgemischtem Gas in dem Verbrennungsraum vermischt, um verbrannt zu werden.

[0072] Rückbezogen auf **Fig. 4** und **Fig. 5** ist eine Teilungsplatte 100 in einer Ringform so ausgebildet, dass sie die Düse 54 umgibt. Beispielsweise kann die Teilungsplatte 100 in einer Ringform durch Verbinden einer Vielzahl von Elementen durch Schweißen oder dergleichen ausgebildet sein oder kann in einer Ringform durch ein einzelnes Element ausgebildet sein.

[0073] Des Weiteren ist die Teilungsplatte 100 konfiguriert, um zumindest einen Bereich stromab der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 in dem Luftströmungsdurchgang 90 in der radialen Richtung der Düse 54 zu unterteilen, wodurch zumindest der Bereich in dem Luftströmungsdurchgang 90 in einen inneren Strömungsdurchgang 92, der der äußeren peripheren Oberfläche der Düse 54 zugewandt ist, und in einen äußeren Strömungsdurchgang 91, der an der Außenseite des inneren Strömungsdurchgangs 92 bezüglich der radialen Richtung angeordnet ist, unterteilt ist.

[0074] Das Brennstoffeinspritzloch 78, das an der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 ausgebildet ist, ist in dem äußeren Strömungsdurchgang 91 positioniert. Des Weiteren ist ein stromaufwärtiger Endabschnitt 101 der Teilungsplatte 100 stromauf des Brennstoffeinspritzlochs 78 in der Axialrichtung der Düse 54 angeordnet.

[0075] Bei einer Ausführungsform ist, wie in **Fig. 4** bildlich dargestellt, kein Brennstoffeinspritzloch im Inneren des inneren Strömungsdurchgangs 92 positioniert. Genauer gesagt ist im Inneren des inneren Strömungsdurchgangs 92 ein Brennstoffeinspritzloch weder an der äußeren peripheren Oberfläche noch an der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 in der Düse 54 angeordnet. Des Weiteren ist bei einer Ausführungsform die Luft, die dem Luftströmungsdurchgang 90 zugeführt wird, eine Luft, die keinen Brennstoff enthält.

[0076] Bei dem Beispiel, das in **Fig. 4** bildlich dargestellt ist, ist die Teilungsplatte 100 so konfiguriert, dass sie den gesamten Bereich von der stromaufwärtigen Seite zu der stromabwärtigen Seite der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 unterteilt.

[0077] Alternativ kann der stromaufwärtige Endabschnitt 101 der Teilungsplatte 100 stromab einer Vorderkante 75 (siehe **Fig. 9**) der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 angeordnet sein. Ebenso ist in diesem Fall der stromaufwärtige Endabschnitt 101 der Teilungsplatte 100 stromauf des Brennstoffeinspritzlochs 78 in der Axialrichtung der Düse 54 angeordnet.

[0078] Gemäß der obigen Ausführungsform teilt die Teilungsplatte 100 zumindest einen stromabwärtigen Bereich des Luftströmungsdurchgangs 90 in den inneren Strömungsdurchgang 92 und den äußeren Strömungsdurchgang 91, wodurch Luft, die durch den inneren Strömungsdurchgang 92 strömt, eine Filmluftschicht bildet, die die äußere periphere Oberfläche der Düse 54 abdeckt. Des Weiteren ist das Brennstoffeinspritzloch 78, das im Inneren des äußeren Strömungsdurchgangs 91 ausgebildet ist, stromauf der Teilungsplatte 100 angeordnet, wodurch verhindert werden kann, dass Brennstoff, der von dem Brennstoffeinspritzloch 78 eingespritzt wird, in die Filmluftschicht in dem inneren Strömungsdurchgang 92 eintritt, wodurch ein Auftreten eines Flammrückschlags effektiv verhindert werden kann.

[0079] Des Weiteren kann der Brenner 50 gemäß der vorliegenden Ausführungsform wahlweise die folgende Konfiguration umfassen.

[0080] Bei manchen Ausführungsformen umfasst der Brenner 50 eine Vielzahl von Brennstoffeinspritzteilen zum Einspritzen von Brennstoff in den Luftströmungsdurchgang 90, und das Brennstoffeinspritzteil, das am weitesten stromauf von der Vielzahl von Brennstoffeinspritzteilen angeordnet ist, ist das Brennstoffeinspritzloch 78 der Verwirbelungs-Leitschaufel 70. Mit anderen Worten können die Brennstoffeinspritzteile ein Brennstoffeinspritzteil umfassen, das anders als das Brennstoffeinspritzloch 78 der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 ist, beispielsweise ein Brennstoffeinspritzloch 88, das in **Fig. 6** bildlich dargestellt ist. Jedoch ist das andere Brennstoffeinspritzloch stromab des Brennstoffeinspritzlochs 78 der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 angeordnet. Während ein Brennstoffeinspritzteil in einem Bereich der Axialrichtung, in welchem die Teilungsplatte 100 angeordnet ist, angeordnet sein kann, ist solch ein Brennstoffeinspritzteil konfiguriert, um Brennstoff nur in den äußeren Strömungsdurchgang 91 einzuspritzen (das heißt, das Brennstoffeinspritzteil spritzt Brennstoff nicht in den inneren Strömungsdurchgang 92 ein).

[0081] Bei einer Ausführungsform erstreckt sich wie in **Fig. 5** die Teilungsplatte 100 zumindest teilweise in der Umfangsrichtung zwischen der Druckoberfläche 73 einer Verwirbelungs-Leitschaufel 70 eines Paares von Verwirbelungs-Leitschaufeln 70, die benachbart zueinander in der Umfangsrichtung angeordnet sind, und der Saugfläche 74 der anderen Verwirbelungs-Leitschaufel 70 des Paares von Verwirbelungs-Leitschaufeln 70. Mit dieser Konfiguration hat der innere Strömungsdurchgang 92 einen Zwischen-Schaufel-Strömungsdurchgang 92A, der von der Teilungsplatte 100, der äußeren peripheren Oberfläche der Düse 54, der Druckoberfläche 73 und der Saugoberfläche 74 der Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 umgeben wird. Der Zwischen-Schaufel-Strömungsdurch-

gang 92A ist zumindest ein Teil des inneren Strömungsdurchgangs 92.

[0082] Mit der obigen Konfiguration kann, selbst in einem Fall, wo die Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 so angeordnet sind, dass sie sich von der äußeren peripheren Oberfläche der Düse 54 nach außen in der radialen Richtung erstrecken, der Zwischen-Schaufel-Strömungsdurchgang 92A, der von dem äußeren Strömungsdurchgang 91 mit der Teilungsplatte 100 separiert ist, zwischen den benachbarten Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 gebildet werden. Folglich kann ein Eintreten von Brennstoff, der von dem Brennstoffeinspritzloch 78 eingespritzt wird, das im Inneren des äußeren Strömungsdurchgangs 91 angeordnet ist, in den Zwischen-Schaufel-Strömungsdurchgang 92A verhindert werden.

[0083] Bei manchen Ausführungsformen befindet sich die äußere periphere Oberfläche der Düse 54 entlang der Axialrichtung der Düse 54 an dem stromabwärtigen Endabschnitt 55 der Düse 54 (tatsächlich in einem Bereich stromab der Düse, der den stromabwärtigen Endabschnitt 55 umfasst). Mit anderen Worten, die äußere periphere Oberfläche der Düse 54 in dem Bereich stromab der Düse 54 ist in einer zylindrischen Form ausgebildet, die einen Durchmesser hat, der im Wesentlichen in der Axialrichtung konstant ist. Des Weiteren erstreckt sich die Teilungsplatte 100 entlang der Axialrichtung so, dass sie die äußere periphere Oberfläche an dem stromabwärtigen Endabschnitt der Düse 54 abdeckt. Die Teilungsplatte 100 ist ebenso in dem Bereich stromab der Düse 54 in einer zylindrischen Form ausgebildet, die einen Durchmesser hat, der im Wesentlichen in der Axialrichtung konstant ist. Mit dieser Konfiguration ist der Abstand zwischen der äußeren peripheren Oberfläche der Düse 54 und der inneren peripheren Oberfläche der Teilungsplatte 100 im Wesentlichen in der Axialrichtung der Düse 54 konstant. Des Weiteren befinden sich bei dem Beispiel, das in **Fig. 4** bildlich dargestellt ist, der stromabwärtige Endabschnitt 102 der Teilungsplatte 100 und der stromabwärtige Endabschnitt 55 der Düse 54 an derselben Position in der Axialrichtung. Jedoch ist die Beziehung zwischen den Positionen in der Axialrichtung des stromabwärtigen Endabschnitts 102 der Teilungsplatte 100 und des stromabwärtigen Endabschnitts 55 der Düse 54 nicht auf die obige Konfiguration limitiert.

[0084] Zum Beispiel kann, wenn die äußere periphere Oberfläche der Düse 54 sich nicht entlang der Axialrichtung erstreckt, aber zugespitzt bzw. kegelartig ist, die Axialgeschwindigkeit einer Luftströmung, die den inneren Strömungsdurchgang 92 passiert, in Übereinstimmung mit einem Anstieg des Strömungspfad-Querschnittsbereichs sinken. Hinsichtlich dessen befindet sich bei der obigen Ausführungsform die äußere periphere Oberfläche der

Düse 54 entlang der Axialrichtung der Düse 54 an dem stromabwärtigen Endabschnitt der Düse 54 und ist mit der Teilungsplatte 100 abgedeckt, die sich entlang der Axialrichtung erstreckt, wodurch Luft den inneren Strömungsdurchgang 92 passiert, während die Axialgeschwindigkeit einer Luftströmung hoch gehalten wird. Daher kann ein Rückschlag von Flammen zu dem Bereich stromab des inneren Strömungsdurchgangs 92 verhindert werden.

[0085] Des Weiteren wird, wie unten beschrieben, wenn eine Luftströmung im Inneren des inneren Strömungsdurchgangs 92 eine Verwirbelungskomponente hat, die Luftströmung gegen die innere Wandoberfläche der Teilungsplatte 100 gedrückt und die Grenzschicht, die in der Nähe der inneren Wandoberfläche der Teilungsplatte 100 ausgebildet ist, wird dünner, was zu einer Vergrößerung der Axialgeschwindigkeit in der Nähe der inneren Wandoberfläche der Teilungsplatte 100 führt. Daher kann insbesondere ein Rückschlag von Flammen zu dem Bereich stromab der Teilungsplatte 100 verhindert werden.

[0086] Wie in **Fig. 4** bildlich dargestellt kann der Brenner 50 ferner eine Vielzahl von Tragelementen 110 umfassen, die in der Umfangsrichtung der Düse 54 im Inneren des inneren Strömungsdurchgangs 92 angeordnet sind, wobei die Tragelemente 110 die Teilungsplatte 100 an der Düse 54 tragen. Die Tragelemente 110 sind zwischen der inneren peripheren Oberfläche der Teilungsplatte 100 und der äußeren peripheren Oberfläche der Düse 54 angeordnet. Durch Vorsehen der Tragelemente 110 wie oben beschrieben, kann die Teilungsplatte 100 an der Düse 54 fest getragen werden.

[0087] Bei einer Ausführungsform ist jedes der Tragelemente 110 stromab der Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 angeordnet. Folglich kann ein Einfluss der Tragelemente 110 auf eine Luftströmung in dem inneren Strömungsdurchgang 92 reduziert werden. Jedes der Tragelemente 110 kann stromab der Verwirbelungs-Leitschaufeln 70 mit einem Zwischenraum 93 angeordnet sein.

[0088] Gemäß mancher Ausführungsformen kann der Brenner 50 ferner die folgende Konfiguration zusätzlich zu der Basiskonfiguration, die in der obigen Ausführungsform beschrieben ist, umfassen. **Fig. 6** bis **Fig. 8** zeigen im Wesentlichen modifizierte Beispiele der Düse 54 und der Teilungsplatte 100. **Fig. 9** bis **Fig. 11A**, **Fig. 11B** zeigen im Wesentlichen modifizierte Beispiele der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 und der Teilungsplatte 100. In **Fig. 6** bis **Fig. 11A**, und **Fig. 11B** ist dieselbe Komponente mit demselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0089] Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht eines Brenners 50A entlang der Düsenaxialrichtung des Brenners 50A gemäß einer Ausführungsform.

[0090] Bei dem Brenner 50A gemäß einer Ausführungsform ist der stromabwärtige Endabschnitt 102 der Teilungsplatte 100 stromauf der Endoberfläche des stromabwärtigen Endabschnitts 55A der Düse 54A in der Axialrichtung der Düse 54A angeordnet. Mit anderen Worten, der Brenner 50A ist so konfiguriert, dass der stromabwärtige Endabschnitt 55A der Düse 54A zu der stromabwärtigen Seite der Teilungsplatte 100 vorsteht. Genauer gesagt ist der stromabwärtige Endabschnitt 55B in einer zylindrischen Form ausgebildet, die einen Durchmesser hat, der im Wesentlichen in der Axialrichtung konstant ist, und der hervorstehende Abschnitt ist ebenso in einer zylindrischen Form ausgebildet.

[0091] In diesem Fall ist der stromabwärtige Endabschnitt 55A der Düse 54A nicht mit der Teilungsplatte 100 abgedeckt, wodurch eine Strömung von Luft, die den inneren Strömungsdurchgang 92 passiert hat, sich nach oben windet bzw. schlängelt, um eine Verwirbelung an der stromabwärtigen Seite der Teilungsplatte 100 zu bilden. Diese Verwirbelung reduziert die Brennstoffdichte an der stromabwärtigen Seite der Teilungsplatte 100, wodurch ein Rückschlag von Flammen zu dem stromabwärtigen Endabschnitt 102 der Teilungsplatte 100 verhindert werden kann.

[0092] Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht eines Brenners 50B entlang der Düsenaxialrichtung des Brenners 50B gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0093] Bei dem Brenner 50B gemäß dieser Ausführungsform ist der stromabwärtige Endabschnitt 102 der Teilungsplatte 100 stromauf der Endoberfläche des stromabwärtigen Endabschnitts 55B der Düse 54B in der Axialrichtung der Düse 54B angeordnet. Mit anderen Worten ist der Brenner 50B so konfiguriert, dass der stromabwärtige Endabschnitt 55B der Düse 54B zu der stromabwärtigen Seite von der Teilungsplatte 100 vorsteht. Des Weiteren hat der stromabwärtige Endabschnitt 55B der Düse 54B an der stromabwärtigen Seite des stromabwärtigen Endabschnitts 102 der Teilungsplatte 100 eine geneigte Oberfläche 57, welche eine äußere periphere Oberfläche ist, die von der Axialrichtung aus so geneigt ist, dass sie von der Zentrumsachse der Düse 54B in der radialen Richtung der Düse 54 zu der stromabwärtigen Endoberfläche der Düse 54B beabstandet ist. Mit anderen Worten steht der stromabwärtige Endabschnitt 55B der Düse 54B stromab von der Teilungsplatte 100 vor und hat einen Durchmesser, der sich zu der stromabwärtigen Seite vergrößert. Nachfolgend umfasst der Ausdruck „geneigt“ sowohl eine lineare Neigung (die geneigte Oberfläche 57 ist eine gerade Linie) und eine

gekrümmte Neigung mit einer Tangente, die gegenüber der Axialrichtung geneigt ist (die geneigte Oberfläche 57 ist eine Kurve).

[0094] Bei der obigen Ausführungsform wird an dem stromabwärtigen Endabschnitt 55B der Düse 54B eine Luftströmung, die den inneren Strömungsdurchgang 92 passiert hat, gegen die äußere periphere Oberfläche der Düse 54B gedrückt und die Grenzschicht in der Nähe der äußeren peripheren Oberfläche der Düse 54 B wird dünner. Dadurch kann die Verteilung der Axialgeschwindigkeit in der Nähe der äußeren peripheren Oberfläche der Düse 54B näher an eine Einheitlich gebracht werden, wodurch ein Flammenrückschlag verhindert werden kann.

[0095] Fig. 8 ist eine Teil-Querschnittsansicht eines Brenners 50C gemäß einer anderen Ausführungsform, die entlang der Düsenaxialrichtung des Brenners 50C gemacht ist.

[0096] Bei dem Brenner 50C gemäß einiger Ausführungsformen umfasst die Düse 54C ferner einen inneren Düsenströmungsdurchgang 84 und ein Luftspritzloch 89.

[0097] Der innere Düsenströmungsdurchgang 84 ist im Inneren der Düse 54C angeordnet und ist konfiguriert, um mit dem inneren Strömungsdurchgang 92 in Verbindung zu sein. Bei dem Beispiel, das in Fig. 8 bildlich dargestellt ist, hat der Einlass des inneren Düsenströmungsdurchgangs 84 eine Öffnung in den Zwischenraum 93 zwischen der Düse 54C und dem Tragelement 110, und der Auslass des inneren Düsenströmungsdurchgangs 84 ist das Luftspritzloch 89, das eine Öffnung an der Endoberfläche an dem stromabwärtigen Endabschnitt 55C der Düse 54C hat. Luft, die von dem inneren Strömungsdurchgang 92 abgezweigt wird, um durch den inneren Düsenströmungsdurchgang 84 zu strömen, wird in den Verbrennungsraum stromab der Düse 54C durch das Luftspritzloch 89 eingespritzt. Bei einer Ausführungsform ist die stromaufwärtige Seite des inneren Düsenströmungsdurchgangs 84 entlang der Axialrichtung der Düse 54C ausgebildet und die stromabwärtige Seite des inneren Düsenströmungsdurchgangs 84 kann zu der Innenseite der Düse 54C geneigt sein. In diesem Fall wird Luft, die durch den inneren Düsenströmungsdurchgang 84 strömt, durch das Luftspritzloch 89 in das Innere der Düse 54C in der radialen Richtung eingespritzt.

[0098] Folglich wird ein Teil der Luft, die durch den inneren Strömungsdurchgang 92 strömt, zu der stromabwärtigen Seite der Düse 54 durch das Luftspritzloch 89 über den inneren Düsenströmungsdurchgang 84 eingespritzt, wodurch die Endoberfläche an der stromabwärtigen Seite der Düse 54 mit Luft so abgedeckt ist, dass sich ein Bereich mit einer geringen Brennstoffdichte bildet. Im Ergebnis

neigen Flammen weniger dazu, zurück zu der stromabwärtigen Endoberfläche der Düse 54 zu strömen, wodurch ein Brandschaden an der Düse 54 verhindert werden kann.

[0099] Fig. 9 ist eine Explosions-Perspektivansicht einer Verwirbelungs-Leitschaukel 70A und einer Teilungsplatte 100A gemäß einer Ausführungsform.

[0100] Bei einer Ausführungsform umfasst die Verwirbelungs-Leitschaukel 70A einen Laufschaufelkörperabschnitt 72A und einen Laufschaufelstamm- bzw. -Fußabschnitt 71A. Die Teilungsplatte 100A umfasst einen stromaufwärtigen Endabschnitt 101, einen stromabwärtigen Endabschnitt 102, einen zylindrischen Abschnitt 104, einen Zwischen-Laufschaufelabschnitt 105 und einen vertieften Abschnitt 106A.

[0101] Bei dieser Ausführungsform ist eine Verwirbelungsrichtung 122 von Luft in dem inneren Strömungsdurchgang 92 (siehe Fig. 4 und Fig. 5) der Verwirbelungs-Leitschaukel 70A dieselbe wie eine Verwirbelungsrichtung 120 von Luft in dem äußeren Strömungsdurchgang 91. Mit anderen Worten ist der innere Strömungsdurchgang 92 ebenso mit einem Verwirbelungsteil versehen, welcher eine Verwirbelung in dieselbe Richtung wie die Verwirbelungsrichtung 120 von Luft in dem äußeren Strömungsdurchgang 91 auf die Luft, die durch den inneren Strömungsdurchgang strömt, anwendet.

[0102] Bei einem konfigurierten Beispiel ist das Verwirbelungsteil zum Verwirbeln von Luft, die den inneren Strömungsdurchgang 92 passiert, das Tragelement 110A zum Tragen der Teilungsplatte 100A an der Düse 54 (siehe Fig. 4 und Fig. 5). In diesem Fall kann das Tragelement 110A eine Stromlinienform haben, die in einer Draufsicht eine Flügel- bzw. Tragflächenform hat, oder eine geneigte Plattenform haben wie ein Gitter bei einer weiteren vereinfachten Konfiguration. Die Konfiguration des Tragelements 110A ist insbesondere nicht limitiert. Die Verwirbelungs-Leitschaukel 70A und das Tragelement 110A können so vorgesehen werden, dass sie separate Elemente sind und in einem Abstand von einander angeordnet sind. Beispielsweise ist das Tragelement 110A stromab der Verwirbelungs-Leitschaukel 70A über den Zwischenraum 93 angeordnet.

[0103] Gemäß der obigen Ausführungsform vermischen sich Luft in dem inneren Strömungsdurchgang 92 (siehe Fig. 4 und Fig. 5) stromab der Teilungsplatte 100A und Luft in den äußeren Strömungsdurchgang 91 in einem Bereich, wo die Richtungen 120, 122 der Luft dieselben sind, wodurch die Luft, die den äußeren Strömungsdurchgang 91 passiert hat und die Brennstoff enthält, sich weniger wahrscheinlich mit der Luft, die den inneren Strömungsdurchgang 92 passiert hat, vermischt. Folglich kann

die Brennstoffdichte in einem Bereich, wo die Axialgeschwindigkeit klein ist, aufgrund eines Einflusses von einer Grenzschicht, die in der Nähe der inneren Wandoberfläche der Teilungsplatte 100A (ein Bereich stromab der Teilungsplatte 100A) ausgebildet ist, reduziert werden, und ein Rückschlag von Flammen zu dem Bereich kann verhindert werden. Da das Tragelement 110A konfiguriert ist, um eine Verwirbelungsströmung ohne Interferieren mit einer Strömung von Luft in dem inneren Strömungsdurchgang 92 zu bilden, kann das Tragelement 110A nicht nur zum Tragen der Teilungsplatte 100A verwendet werden, aber auch zum Ausbilden einer Verwirbelungsströmung.

[0104] Bei einer anderen Ausführungsform ist eine Strömungsrichtung von Luft in dem inneren Strömungsdurchgang 92 (siehe Fig. 4 und Fig. 5) entlang der Axialrichtung der Düse 54 oder eine Strömung, die eine Verwirbelungskomponente in eine Richtung entgegen der Verwirbelungsrichtung 120 (siehe Fig. 9) von Luft in dem äußeren Strömungsdurchgang 91 hat, dies ist ebenso nicht bildlich dargestellt.

[0105] Gemäß der obigen Ausführungsform wird eine Verwirbelung von Luft, die den inneren Strömungsdurchgang 92 passiert, stromab der Teilungsplatte 100 geschwächt, wodurch die Axialgeschwindigkeit von Luft stromab des inneren Strömungsdurchgangs 92 erhöht werden kann. Daher kann ein Rückschlag (Verwirbelungskern-Flammenrückschlag) von Flammen zu der hinteren Endoberfläche der Düse 54 verhindert werden.

[0106] In Fig. 11A ist die Seite des stromabwärtigen Endabschnitts 102 der Teilungsplatte 100A der zylindrische Abschnitt 104, der sich kontinuierlich in der Umfangsrichtung erstreckt, und die Seite des stromaufwärtigen Endabschnitts 101 der Teilungsplatte 100A kann einen vertieften Abschnitt 106A, der mit dem Laufschaufelfußabschnitt 71A der Verwirbelungs-Leitschaukel 70A in Eingriff ist, haben. In einem Fall, wo eine Vielzahl von Verwirbelungs-Leitschaukeln 70A in der Umfangsrichtung der Düse 54 angeordnet sind, ist eine Vielzahl von vertieften Abschnitten 106A an der Teilungsplatte 100A korrespondierend zu den jeweiligen Verwirbelungs-Leitschaukeln 70A ausgebildet. Die Vielzahl von vertieften Abschnitten 106A sind separat von einander in der Umfangsrichtung der Düse 54 ausgebildet.

[0107] Desweiteren kann der stromaufwärtige Endabschnitt 101 der Teilungsplatte 100A eine Form mit einem zu der stromaufwärtigen Seite vergrößerten Durchmesser haben, wie beispielsweise eine Glocken- oder Trichterform („bell-mouth shape“). Bei dem bildlich dargestellten Beispiel hat der stromaufwärtige Endabschnitt 101 der Teilungsplatte 100A Zwischen-Laufschaufelabschnitte 105, die

intermittierend von den vertieften Abschnitten 106A ausgebildet sind, und die Zwischen-Laufschaufelabschnitte 105 haben jeweils einen Durchmesser, der zu der stromaufwärtigen Seite in der Axialrichtung ansteigt.

[0108] Die Teilungsplatte 100A ist so ausgebildet, dass sie mit der Verwirbelungs-Leitschaufel 70A durchgängig ist. Zum Beispiel können die Teilungsplatte 100A und die Verwirbelungs-Leitschaufel 70A durchgängig sein durch eine Schweißverbindung oder dergleichen, oder die Teilungsplatte 100A und die Verwirbelungs-Leitschaufel 70A können durch Einpassen durchgängig sein. Alternativ können die Teilungsplatte 100A und die Verwirbelungs-Leitschaufel 70A als einzelne Elemente ausgebildet sein.

[0109] Bei einem anderen Konfigurationsbeispiel (nicht bildlich dargestellt) kann sich die Teilungsplatte 100 (siehe **Fig. 4** und **Fig. 5**) zu der stromaufwärtigen Seite der vorderen Kante 75 der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 erstrecken und kann an der stromaufwärtigen Seite an der vorderen Kante 75 der Verwirbelungs-Leitschaufel 70 geschlossen sein. Genauer gesagt kann die Teilungsplatte 100 so angeordnet sein, dass sie die gesamte Peripherie der Verwirbelungs-Leitschaufel umgibt.

[0110] **Fig. 10** ist eine Explosions-Perspektivansicht einer Verwirbelungs-Leitschaufel 70B und einer Teilungsplatte 100B gemäß einer anderen Ausführungsform. Merkmale, die von solchen in **Fig. 9** verschieden sind, werden unten beschrieben werden.

[0111] Bei dieser Ausführungsform umfasst die Verwirbelungs-Leitschaufel 70B einen Laufschaufelkörperabschnitt 72B und einen Laufschaufelstamm- bzw. -Fußabschnitt 71B. Die Teilungsplatte 100B umfasst einen stromaufwärtigen Endabschnitt 101, einen stromabwärtigen Endabschnitt 102, einen zylindrischen Abschnitt 104, einen Zwischen-Laufschaufelabschnitt 105 und einen vertieften Abschnitt 106B.

[0112] Bei dieser Ausführungsform ist das Tragelement 110B konfiguriert, um Luft zu verwirbeln, die durch den inneren Strömungsdurchgang 92 (siehe **Fig. 4** und **Fig. 5**) in die Richtung 120 strömt, welche dieselbe Richtung wie die der Luft ist, die durch den äußeren Strömungsdurchgang 91 strömt. Das Tragelement 100B ist durchgehend mit der Verwirbelungs-Leitschaufel 70B ausgebildet. Mit anderen Worten sind die Verwirbelungs-Leitschaufel 70B und das Tragelement 110B miteinander an dem Laufschaufelfußabschnitt 71B gekoppelt. Zum Beispiel kann das Tragelement 110B durchgehend mit der Verwirbelungs-Leitschaufel 70B als ein einzelnes Element ausgebildet sein oder durch Verbinden eines separaten Elements zu der Verwirbelungs-Leit-

schaufel 70B durch Schweißen oder dergleichen ausgebildet sein.

[0113] **Fig. 11A** und **Fig. 11B** sind Explosions-Perspektivansichten einer Verwirbelungs-Leitschaufel und einer Teilungsplatte gemäß einer anderen Ausführungsform.

[0114] Bei der Ausführungsform, die in **Fig. 11A** bildlich dargestellt, umfasst die Verwirbelungs-Leitschaufel 70C einen Laufschaufelkörperabschnitt 72C und einen Laufschaufelstamm- bzw. -Fußabschnitt 71C. Die Teilungsplatte 100C umfasst einen stromaufwärtigen Endabschnitt 101, einen stromabwärtigen Endabschnitt 102, einen zylindrischen Abschnitt 104, einen Zwischen-Laufschaufelabschnitt 105 und einen vertieften Abschnitt 106C.

[0115] Bei dieser Ausführungsform ist ebenso kein Tragelement zwischen der Teilungsplatte 100C und der Düse 54 (siehe **Fig. 4** und **Fig. 5**) vorgesehen, wobei ein Verwirbelungsabschnitt 114 in dem inneren Strömungsdurchgang 92 angeordnet ist. Der Verwirbelungsabschnitt 114 hat eine Form, die von der des Laufschaufelkörperabschnitts 72C verschieden ist, und er ist konfiguriert, um Luft in dieselbe Richtung oder in die Gegenrichtung von der Verwirbelungsrichtung 120 des äußeren Strömungsdurchgangs 91 zu verwirbeln. Der vertiefte Abschnitt 106C, der an der Seite des stromaufwärtigen Endabschnitts 101 der Teilungsplatte 100C angeordnet ist, hat eine Form, die mit dem Verwirbelungsabschnitt 114 und dem Laufschaufelfußabschnitt 71C in Eingriff sein kann.

[0116] Bei der Ausführungsform, die in **Fig. 11B** bildlich dargestellt ist, umfasst die Verwirbelungs-Leitschaufel 70D einen Laufschaufelkörperabschnitt 72D und einen Laufschaufelstamm- bzw. -Fußabschnitt 71D. Die Teilungsplatte 100D umfasst einen stromaufwärtigen Endabschnitt 101, einen stromabwärtigen Endabschnitt 102, einen zylindrischen Abschnitt 104, einen Zwischen-Laufschaufelabschnitt 105 und einen vertieften Abschnitt 106D.

[0117] Bei dieser Ausführungsform ist kein Tragelement zwischen der Teilungsplatte 100D und der Düse 54 (siehe **Fig. 4** und **Fig. 5**) vorgesehen. Desweiteren hat die Verwirbelungs-Leitschaufel 70D eine Flügel- bzw. Profilform, die in der radialen Richtung der Düse 54 konstant ist. Der vertiefte Abschnitt 106D, der an der Seite des stromaufwärtigen Endabschnitts 101 der Teilungsplatte 100D angeordnet ist, hat eine Form, die mit der Verwirbelungs-Leitschaufel 70D in Eingriff sein kann.

[0118] Wie oben beschrieben kann gemäß den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ein Eintreten von Brennstoff, der von dem Brennstoffeinspritzloch 78 der Verwirbelungs-Leitschaufel 70,

70A bis 70D eingespritzt wird in den inneren Strömungsdurchgang 92 des Luftströmungsdurchgangs 90 verhindert werden und ein Auftreten eines Flammenrückschlags kann effektiv verhindert werden.	4	Brennkammer
	6	Turbine
	10	Kompressorgehäuse
[0119] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurden oben im Detail beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist darauf nicht limitiert und vielseitige Änderungen und Modifikationen können implementiert werden.	22	Turbinengehäuse
	28	Abgasgehäuse
	30	Abgaskammer
	40	Brennkammergehäuse
[0120] Beispielsweise ist bei der vorliegenden Ausführungsform der Pilotbrenner 60 als ein Brenner bildlich dargestellt, wobei die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ebenso auf den Vormisch-Brenner 50 angewendet werden kann. Ferner kann, während ein zweidimensionaler Flügel in der vorliegenden Ausführungsform illustriert ist, die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ebenso auf einen dreidimensionalen Flügel angewandt werden.	46	Verbrennungsauskleidung
	50, 50A bis 50C	Brenner (Pilotbrenner)
	52	Brennstoffanschluss
	54, 54A bis 54C	Düse (Pilotdüse)
	56	Pilotbrennerzylinder
[0121] Beispielsweise sollte ein Ausdruck einer relativen oder absoluten Anordnung wie beispielsweise „in einer Richtung“, „entlang einer Richtung“, „parallel“, „orthogonal“, „zentriert“, „konzentrisch“, und „koaxial“ nicht so ausgelegt werden, wie wenn sie nur die Anordnung in einem genau wörtlichen Sinn indizieren, aber sollten so ausgelegt werden, dass sie einen Zustand umfassen, wo die Anordnung relativ um eine Toleranz, oder um einen Winkel oder um eine Distanz versetzt bzw. verschoben ist, wobei es möglich ist, dieselbe Funktion zu erreichen.	57	äußere periphere Oberfläche
	58	Verwirbler
	60	Hauptbrenner
	62	Brennstoffanschluss
	64	Düse (Hauptdüse)
	66	Hauptbrennerzylinder
	70, 70A bis 70D	Verwirbelungs-Leitschaukel
[0122] Beispielsweise sollte ein Ausdruck eines gleichen Zustands wie beispielsweise „selbig“, „gleich“, und „gleichmäßig“ nicht so ausgelegt werden, wie wenn er nur den Zustand, in welchem das Merkmal genau gleich ist, indiziert, aber sollte eben so ausgelegt werden, wie wenn er einen Zustand umfasst, in welchem eine Toleranz oder eine Differenz besteht, sodass dieselbe Funktion immer noch erreicht werden kann.	71, 71A bis 71D	Laufschaufelstamm- bzw. Fußabschnitt
	72, 72A bis 72D	Laufschaufelkörperabschnitt
	78	Brennstoffeinspritzloch
	79	innerer Verwirbler-Brennstoffströmungsdurchgang
[0123] Ferner sollte ein Ausdruck einer Form wie beispielsweise eine rechtwinklige Form oder eine zylindrische Form nicht nur als geometrisch genaue Form verstanden werden, aber innerhalb des Bereichs, in welchem dieselben Wirkungen erreicht werden können ebenso eine Form mit Unebenheiten oder abgeschrägten Ecken umfassen.	84	innerer Düsenströmungsdurchgang
	88	Brennstoffeinspritzloch
	89	Luft einspritzloch
[0124] Andererseits ist ein Ausdruck wie beispielsweise „umfasst“, „inkludiert“, „hat“, „enthält“ und „umfasst“ nicht so gedacht, dass sie andere Komponenten ausschließen.	90	Luftströmungsdurchgang
	91	Äußerer Strömungsdurchgang
	92	innerer Strömungsdurchgang

Bezugszeichenliste

1	Gasturbine
2	Kompressor

92A	Zwischen-Schaufel- Strömungsdurch- gang
93	Zwischenraum
100, 100A bis 100D	Teilungsplatte
110, 110A bis 110B	Tragelement

Patentansprüche

- Ein Brenner (50), der umfasst:
eine Düse (54),
eine Verwirbelungs-Leitschaufel (70), die ein Brennstoffeinspritzloch (78) zum Einspritzen eines Brennstoffs hat, wobei die Verwirbelungs-Leitschaufel (70) in einem ringförmigen Luftströmungsdurchgang (90) angeordnet ist, der sich entlang einer axialen Richtung der Düse (54) um die Düse (54) herum erstreckt und konfiguriert ist, um Luft zu verwirbeln, welche durch den Luftströmungsdurchgang (90) strömt, und
eine Teilungsplatte (100), die eine Ringform hat und die zumindest einen Bereich des Luftströmungsdurchgangs (90) in einer radialen Richtung der Düse (54) stromab der Verwirbelungs-Leitschaufel (70) in einen inneren Strömungsdurchgang (92), der einer äußeren peripheren Oberfläche (57) der Düse (54) zugewandt ist, und in einen äußeren Strömungsdurchgang (91), der an einer Außenseite des inneren Strömungsdurchgangs (92) bezüglich der radialen Richtung angeordnet ist, unterteilt,
wobei das Brennstoffeinspritzloch (78) in dem äußeren Strömungsdurchgang (91) des Luftströmungsdurchgangs (90) angeordnet ist und kein Brennstoffeinspritzloch in dem inneren Strömungsdurchgang (92) positioniert ist, und
wobei ein Endabschnitt (101) der Teilungsplatte (100) an einer stromaufwärtigen Seite der Teilungsplatte (100) stromauf des Brennstoffeinspritzlochs (78) in der axialen Richtung angeordnet ist.
- Der Brenner (50) gemäß Anspruch 1, wobei eine Verwirbelungsrichtung der Luft in dem inneren Strömungsdurchgang (92) einer Verwirbelungsrichtung der Luft in dem äußeren Strömungsdurchgang (91) entspricht.
- Der Brenner (50) gemäß Anspruch 1, wobei eine Strömung der Luft in dem inneren Strömungsdurchgang (92) eine Strömung entlang der axialen Richtung ist oder eine Verwirbelungskomponente in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Verwirbelungsrichtung der Luft in dem äußeren Strömungsdurchgang (91) hat.
- Der Brenner (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Düse (54) umfasst:
einen inneren Düsen-Strömungsdurchgang (84), der im Inneren der Düse (54) angeordnet ist und mit dem inneren Strömungsdurchgang (92) kommuni-

ziert, und
ein Lufteinspritzloch (89), das eine Öffnung an einer stromabwärtigen Endoberfläche der Düse (54) hat und so konfiguriert ist, dass es die Luft von dem inneren Düsen-Strömungsdurchgang (84) einspritzt.

5. Der Brenner (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei die äußere periphere Oberfläche (57) der Düse (54) sich entlang der axialen Richtung an einem stromabwärtigen Endabschnitt (55C) der Düse (54) befindet, und
wobei die Teilungsplatte (100) sich entlang der axialen Richtung so erstreckt, dass sie die äußere periphere Oberfläche (57) an dem stromabwärtigen Endabschnitt (55C) der Düse (54) abdeckt.

6. Der Brenner (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein stromabwärtiger Endabschnitt (102) der Teilungsplatte (100) stromauf einer/der stromabwärtigen Endoberfläche der Düse (54) in der axialen Richtung angeordnet ist.

7. Der Brenner (50) gemäß Anspruch 6, wobei ein stromabwärtiger Endabschnitt (55C) der Düse (54) die äußere periphere Oberfläche (57) hat, die gegenüber der axialen Richtung so geneigt ist, dass sie sich von einer Zentrumsachse der Düse (54) in der radialen Richtung mit einem Abstand zu der stromabwärtigen Endoberfläche der Düse (54) an einer stromabwärtigen Seite des stromabwärtigen Endabschnitts (102) der Teilungsplatte (100) entfernt.

8. Der Brenner (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner umfassend:
eine Vielzahl von Tragelementen (110), die in einer Umfangsrichtung der Düse (54) im Inneren des inneren Strömungsdurchgangs (92) angeordnet und konfiguriert sind, um die Teilungsplatte (100) an der Düse (54) zu tragen.

9. Der Brenner (50) gemäß Anspruch 8, wobei die Tragelemente (110) konfiguriert sind, um die Luft zu verwirbeln, die den inneren Strömungsdurchgang (92) passiert.

10. Der Brenner (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9,
wobei die Verwirbelungs-Leitschaufel (70) eine Vielzahl von Verwirbelungs-Leitschaufeln (70) umfasst, die in einer Umfangsrichtung der Düse (54) angeordnet sind,
wobei jede der Verwirbelungs-Leitschaufeln (70) sich von der äußeren peripheren Oberfläche (57) der Düse (54) in der radialen Richtung nach außen erstreckt,
wobei sich zumindest ein Teil der Teilungsplatte (100) in der Umfangsrichtung zwischen einer Druckoberfläche (73) einer Verwirbelungs-Leitschaufel

(70) eines Paares von Verwirbelungs-Leitschaufeln (70), die einander in der Umfangsrichtung benachbart angeordnet sind, und einer Saugoberfläche (74) der anderen Verwirbelungs-Leitschaufel (70) des Paares erstreckt, und wobei der innere Strömungsdurchgang (92) einen Zwischen-Schaufel-Strömungsdurchgang (92A) umfasst, der von der Teilungsplatte (100), der äußeren peripheren Oberfläche (57) der Düse (54), der Druckoberfläche (73) und der Saugoberfläche (74) umgeben ist.

11. Eine Brennkammer (4), die umfasst:
ein Brenner (50) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10,
eine Verbrennungsauskleidung (46) zum Ausbilden eines Strömungskanals zum Leiten von Verbrennungsgas von dem Brenner (50).

12. Eine Gasturbine (1), die umfasst:
einen Kompressor (2) zum Erzeugen von komprimierter Luft,
eine Brennkammer (4) gemäß Anspruch 11, die konfiguriert ist, um Brennstoff mit der komprimierten Luft von dem Kompressor (2) zu verbrennen und so Verbrennungsgas zu erzeugen, und
eine Turbine (6), die konfiguriert ist, um von dem Verbrennungsgas der Brennkammer (4) angetrieben zu werden.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

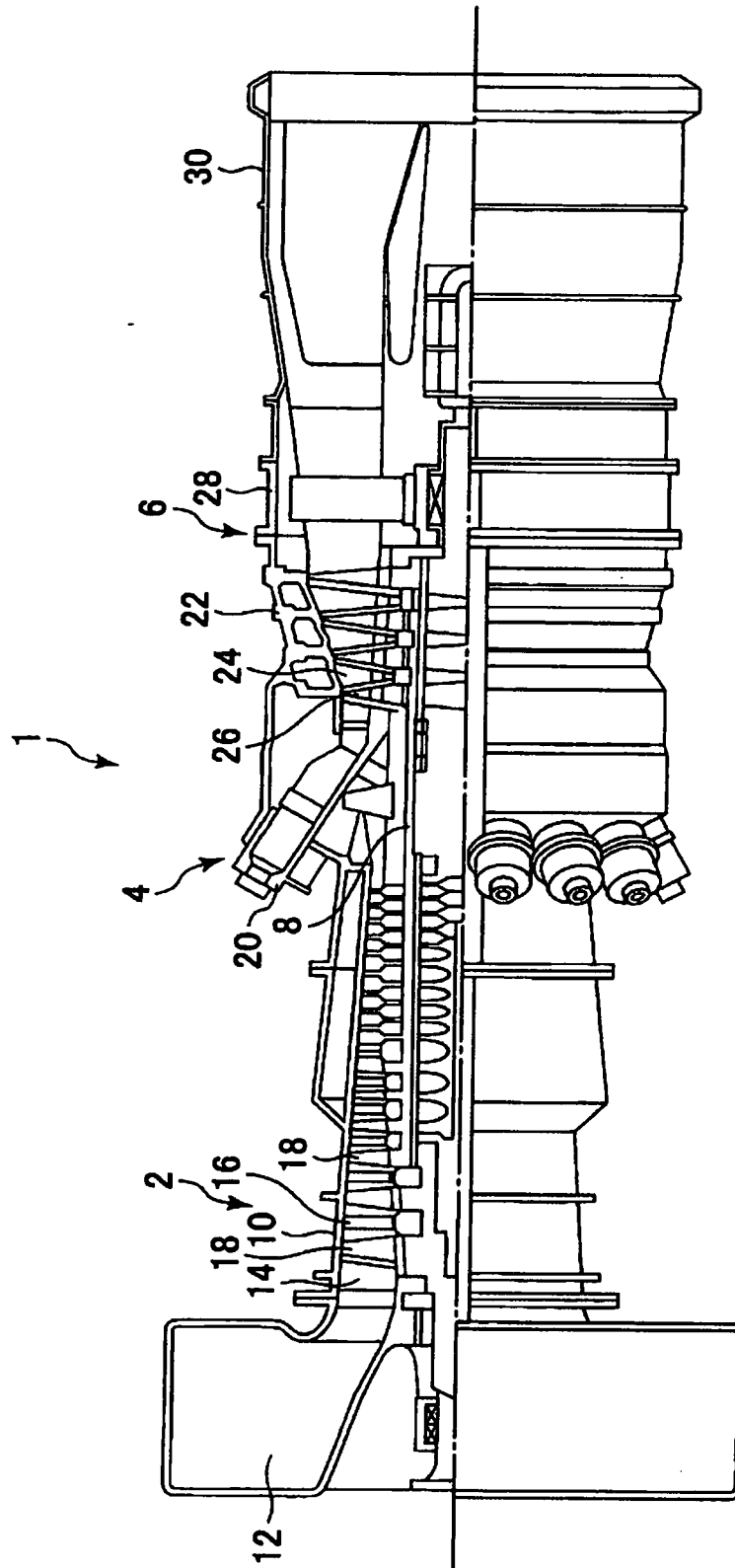


FIG. 2

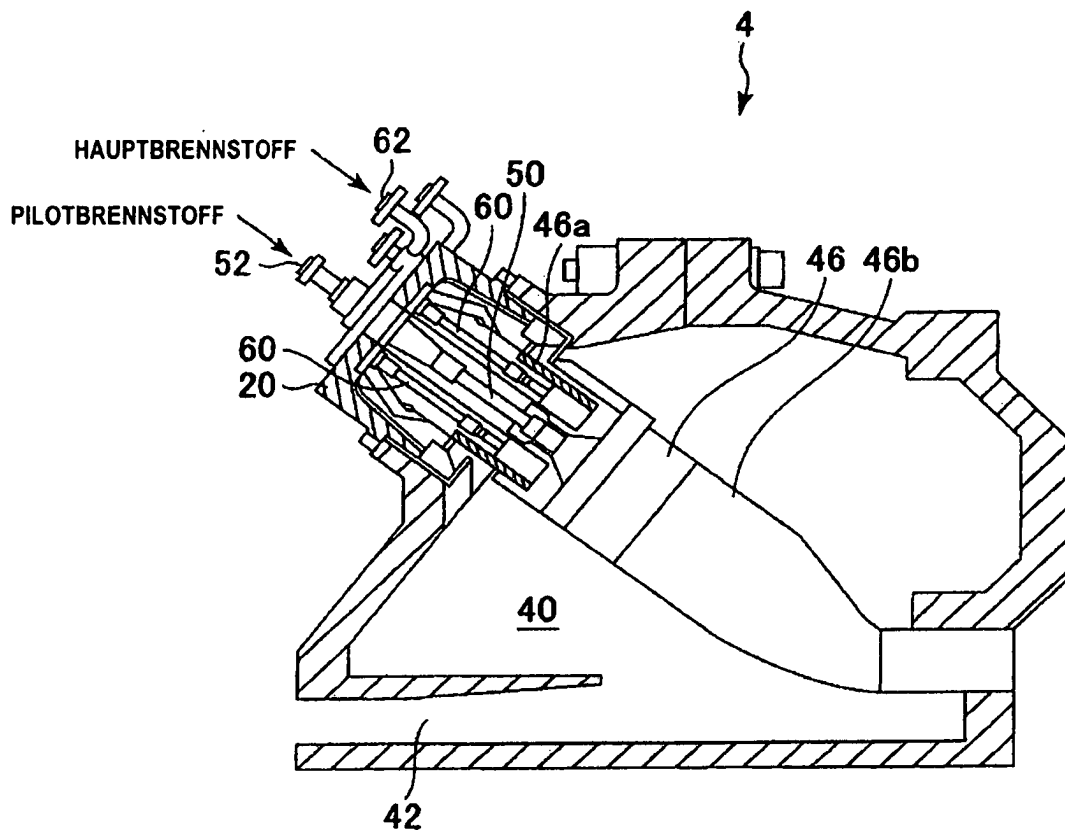


FIG. 3

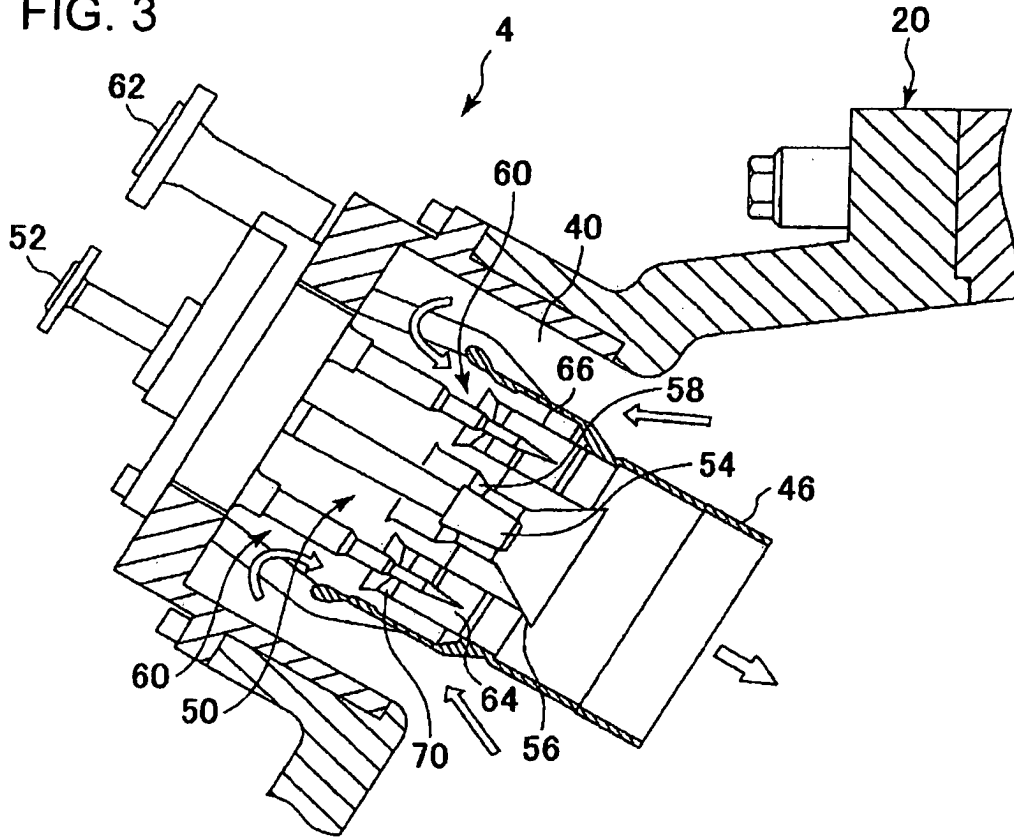


FIG. 4

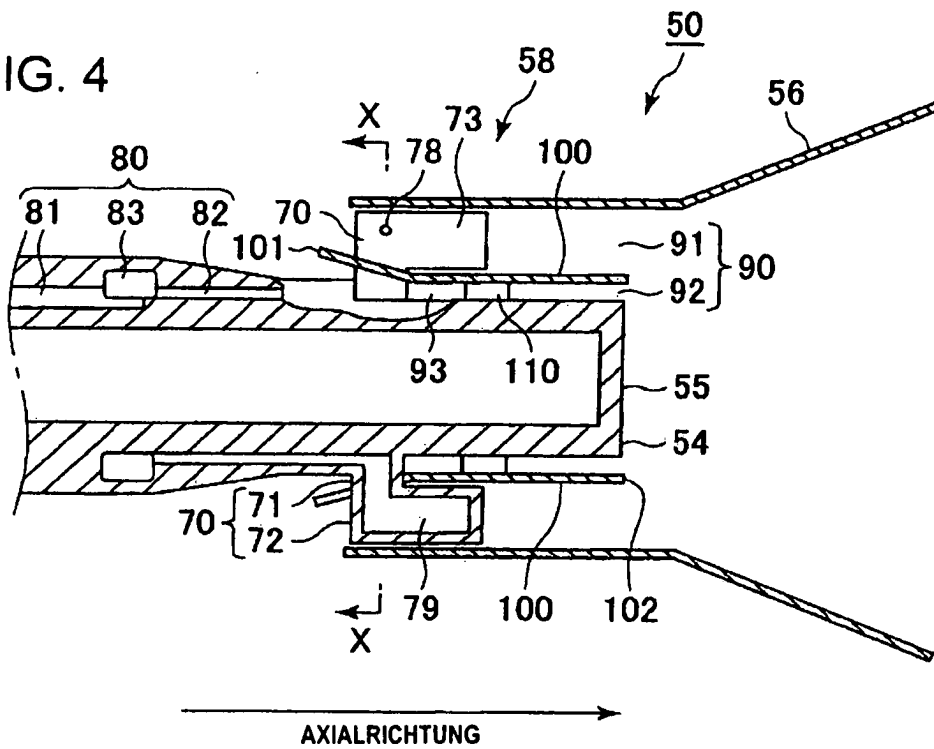


FIG. 5

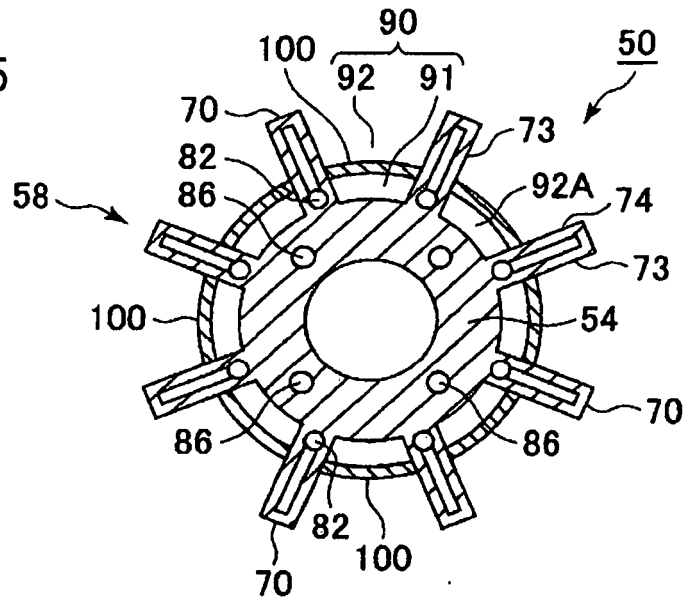
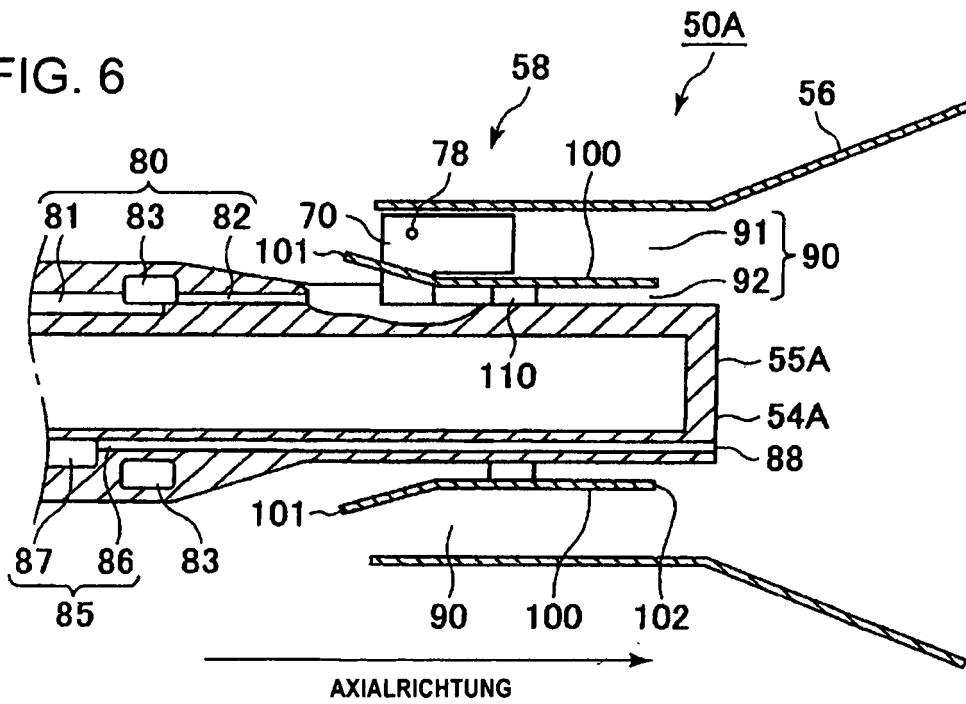


FIG. 6



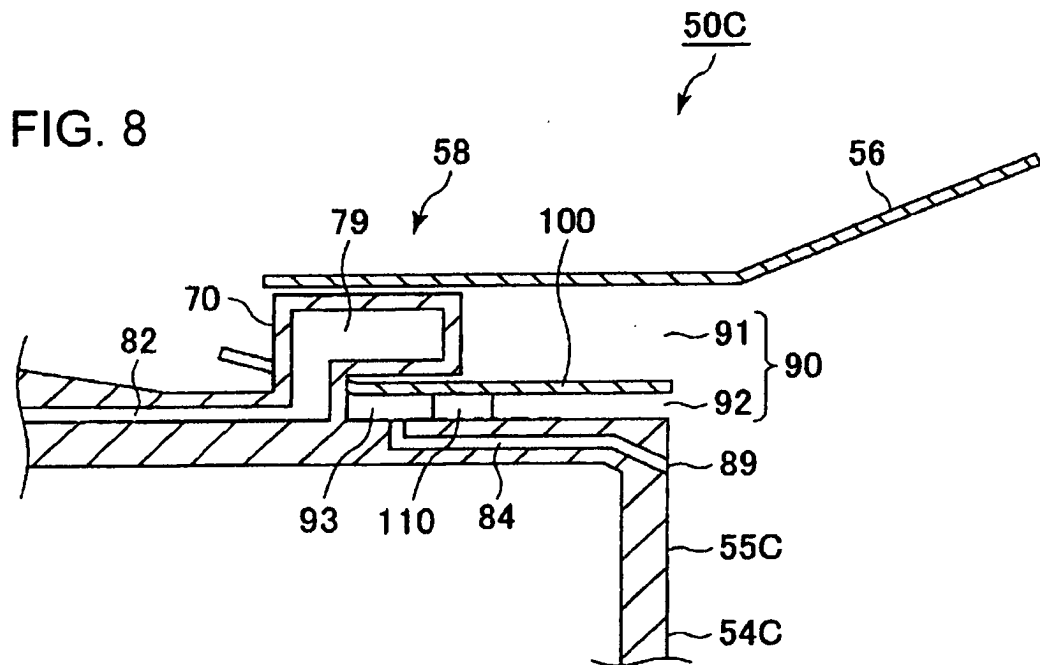
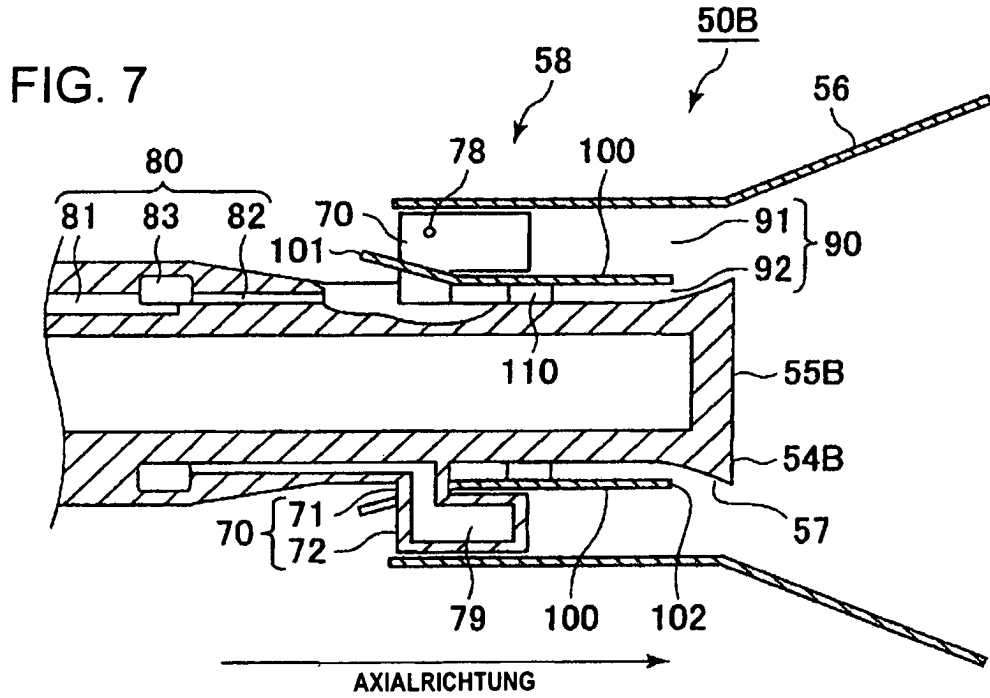


FIG. 9

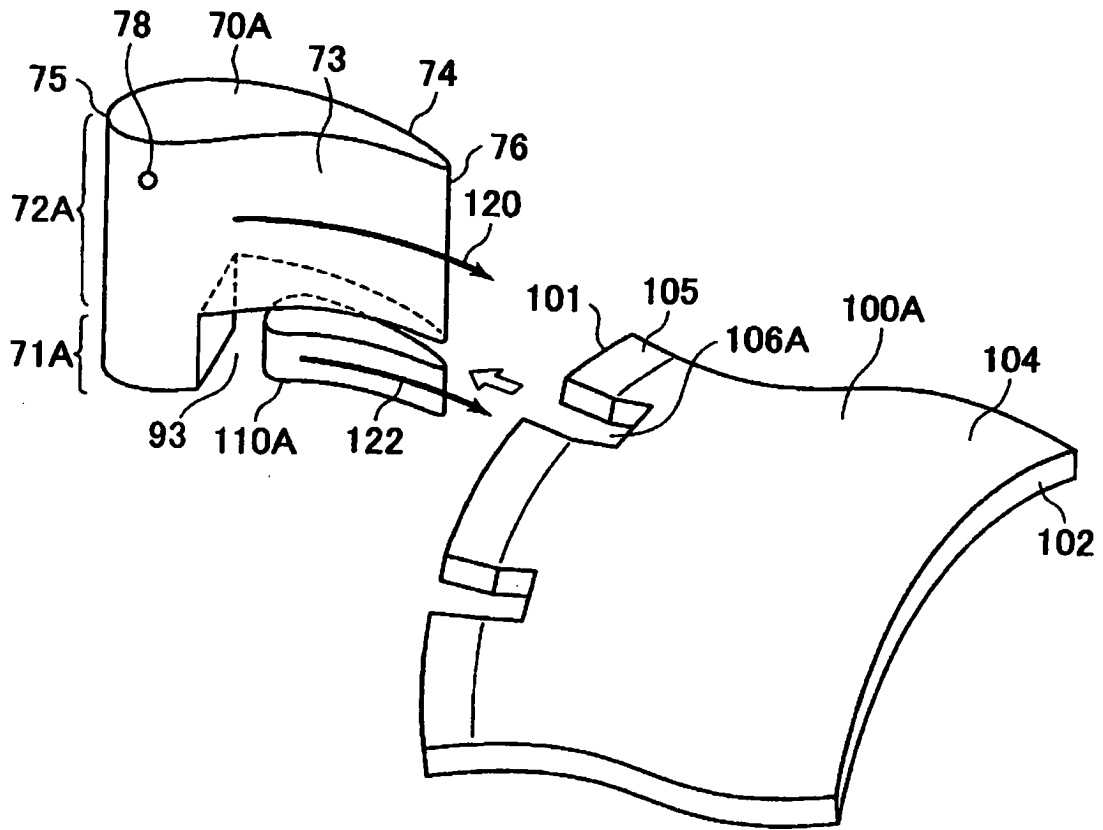


FIG. 10

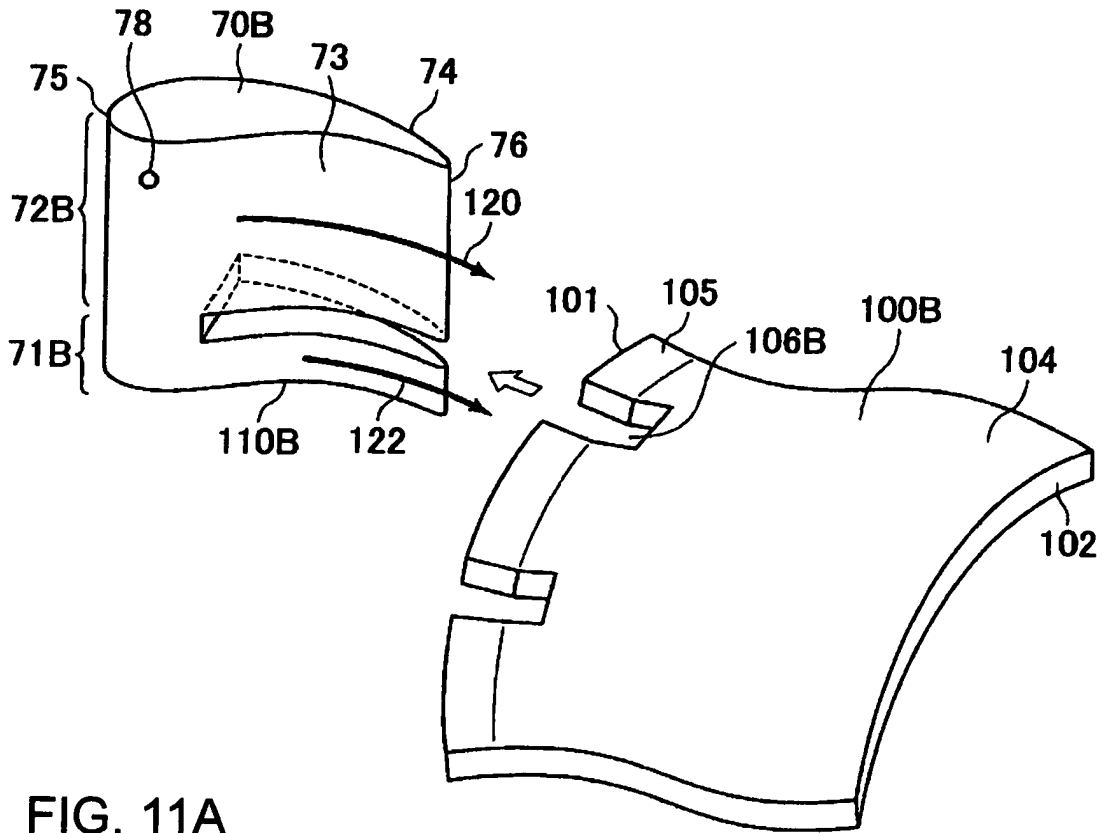


FIG. 11A

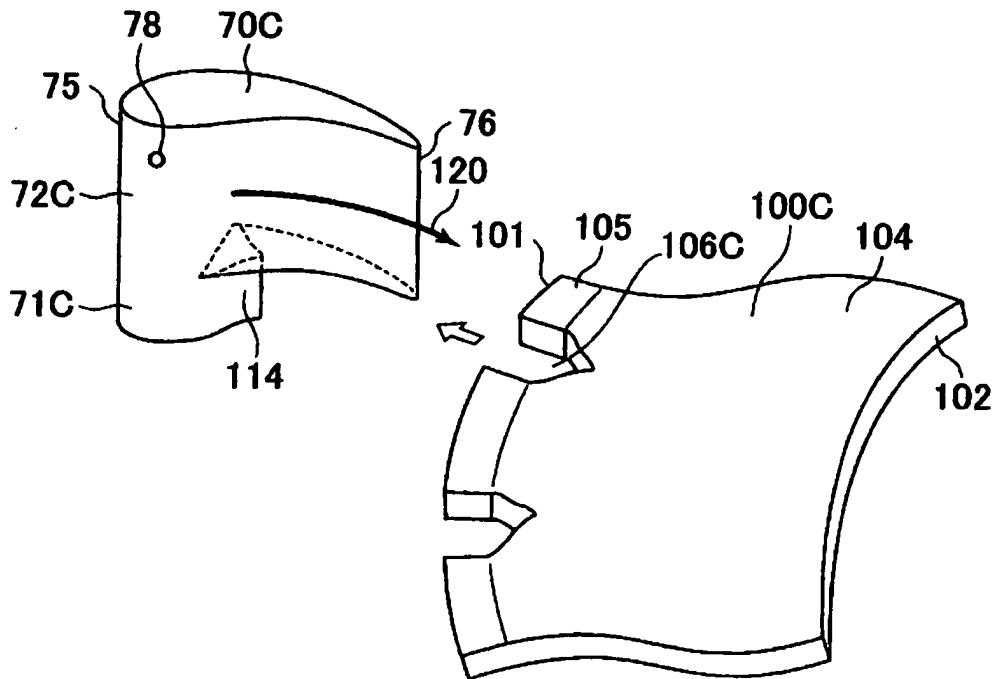


FIG. 11B

