



(11) **EP 1 734 306 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.09.2010 Patentblatt 2010/36

(51) Int Cl.:
F23R 3/28 (2006.01) **F23D 17/00** (2006.01)
F23C 7/00 (2006.01) **F23D 11/40** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06115305.2**

(22) Anmeldetag: **12.06.2006**

(54) **Brenner zur vormischartigen Verbrennung**

Burner for premix-type combustion

Brûleur pour combustion à prémélange

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **17.06.2005 CH 10312005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.12.2006 Patentblatt 2006/51

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd
5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:
• **Adnan, Eroglu**
5417, Untersiggenthal (CH)
• **Majed, Toqan**
5400 Baden (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 981 016 WO-A-01/96785
US-A- 5 244 380 US-A- 5 489 203
US-A- 5 588 824

EP 1 734 306 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brenner zur vormischartigen Verbrennung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb eines Brenners gemäß Anspruch 22.

Stand der Technik

[0002] Im Hinblick auf immer strengere Bestimmungen zum Ausstoß von Schadstoffen werden große Anstrengungen unternommen, Brenner zu schaffen, deren Schadstoffausstoß, insbesondere von Stickoxiden, gering ist. Eine bevorzugte Anordnung sind dabei Brenner in Form kegelförmiger Hohlkörper, die tangentiale Lufteintrittsschlitze aufweisen. Verbrennungsluft strömt durch die Lufteintrittsschlitze in den kegelförmigen Brennerhohlraum. Über Brennstoffaustrittsöffnungen an den Kanten der Lufteintrittsschlitze wird dem Verbrennungsluftstrom Brennstoff, insbesondere gasförmiger Brennstoff, zugeführt. Außerdem wird flüssiger Brennstoff an der Kegelspitze in den kegelförmigen Brennerhohlraum eingebracht, insbesondere eingesprüht. Die Verbrennung erfolgt am Ausgang des kegelförmigen Brennerhohlraums.

[0003] Die EP 0 321 809 A1 beschreibt ein Verfahren für die vormischartige Verbrennung von flüssigem Brennstoff, bei dem sich im Inneren des Kegelhohlraums eine kegelförmige Flüssigbrennstoffsäule ausbildet, welche von einem tangential in den Brenner einströmenden rotierenden Verbrennungsluftstrom umschlossen wird. Die Zündung des Gemischs findet am Ausgang des Brenners statt, wobei sich im Bereich der Brennermündung eine Flammenstabilisierung durch die Bildung einer Rückströmzone einstellt. Ebenfalls beschrieben ist ein entsprechender Brenner, der zwei zueinander versetzte Teilkegelkörper zur Bildung eines kegelförmigen Brennerhohlraums, eine mittig zwischen den zueinander versetzten Längssymmetrieachsen der Teilkegelkörper angebrachte Brennstoffeindüsung und tangentiale Lufteintrittsschlitze aufweist. Die Brennstoffaustrittsöffnungen zur Einbringung des Vormischbrennstoffs sind an den Kanten der Lufteintrittsschlitze angebracht. Um eine ausreichende Vermischung des Vormischbrennstoffs mit der Verbrennungsluft über die gesamte Breite des Lufteintrittsschlitzes zu erreichen, ist ein hoher Druck zur Eindüsung des Vormischbrennstoffs in den mit hoher Geschwindigkeit zuströmenden Verbrennungsluftstrom erforderlich. Da die Eindüsung von einer Seite des Lufteintrittsschlitzes geschieht und damit keine über die gesamte Breite des Lufteintrittsschlitzes homogene Vermischung des Vormischbrennstoffs mit der Verbrennungsluft erreicht wird, werden keine optimalen Stickstoffausstoßwerte erzielt.

[0004] Die EP 0 981 016 B1 beschreibt einen Brenner, der ebenfalls den oben beschriebenen kegelförmigen

Aufbau mit tangentialen Lufteintrittsschlitzen für die Einbringung eines Verbrennungsluftstroms aufweist. Auch dieser Brenner weist eine Eindüsungsvorrichtung zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom auf. Diese Eindüsungsvorrichtung ist zentral im Verbrennungsluftstrom vor den Lufteintrittsschlitzen angeordnet, um den Brennstoff in paralleler Strömungsrichtung zum Verbrennungsluftstrom einzudüsen.

[0005] Die WO 01/96785 A1 beschreibt einen Brenner und ein entsprechendes Verfahren zum Betrieb eines Brenners, bei dem zwei oder mehrere Brennstoffzuführungen mit im wesentlichen in Richtung der Brennerachse angeordneten Brennstoffaustrittsöffnungen vorgesehen sind, die getrennt voneinander Vormischbrennstoff in den Brennerraum einbringen können. Dadurch kann eine gestufte Eindüsung von Brennstoff in den Brenneraum erreicht werden, die sich den sich ändernden Bedingungen beim Betrieb des Brenners anpasst, die beispielsweise durch unterschiedliche Lasten, Gasqualitäten oder Gasvorwärmtemperaturen entstehen.

[0006] Die DE 100 49 205 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Brennstoffversorgung eines Vormischbrenners, bei dem die Vormischbrennstoffzuführung über wenigstens zwei räumlich axial getrennte Bereiche entlang des Brenners durchgeführt wird, so dass für das Anfahren der Turbine und für das weitere Hochfahren der Last bis hin zur Vollast eine stufenweise oder kontinuierliche Umverteilung der Zuführung des Vormischbrennstoffs zwischen den Bereichen erfolgt.

[0007] Die US-5489203 beschreibt einen Brenner, der ebenfalls den oben beschriebenen kegelförmigen Aufbau mit tangentialen Lufteintrittsschlitzen und eine Eindüsungsvorrichtung zur Eindüsung von Brennstoff in der Ebene der Lufteintrittsschlitze aufweist.

Darstellung der Erfindung

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, einen Brenner zur vormischartigen Verbrennung und ein Verfahren zum Betrieb eines Brenners vorzuschlagen, die eine stabile vormischartige Verbrennung mit einer möglichst homogenen Vermischung des Vormischbrennstoffs mit der Verbrennungsluft bei reduziertem Schadstoffausstoß ermöglichen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch einen Brenner zur vormischartigen Verbrennung mit den Merkmalen von Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb eines Brenners mit den Merkmalen von Anspruch 22 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0010] Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, dass die zentral im Zuströmungsbereich des Verbrennungsluftstroms angebrachten Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff in die tangentialen Lufteintrittsschlitze eines Brennerhohlraums derart ausgebildet sind, dass sie bezogen auf eine Querschnittsebene senkrecht zur Brennerachse den Vormischbrennstoff nicht nur zentral, sondern auch an mehr als einer Stelle

in den Verbrennungsluftstrom eindüsen, um eine möglichst homogene Vermischung des Vormischbrennstoffs mit der Verbrennungsluft zu erreichen. Somit wird ein hoher Schadstoffausstoß, insbesondere von Stickoxiden, aufgrund unzureichender Vormischung vermieden.

[0011] Ein weiterer Gedanke der Erfindung besteht auch darin, daß die Brennstoffzuführungen vor den Lufteintrittsschlitzen bezogen auf die Richtung des Verbrennungsluftstromes angebracht sind. Damit können sie in einem Bereich einer niedrigeren Geschwindigkeit des Verbrennungsluftstroms als direkt in den Lufteintrittsschlitzen angeordnet sein. Aerodynamische Verluste und der erforderliche Druck für die Eindüsung des Vormischbrennstoffs können so verringert werden.

[0012] Die Erfindung betrifft nun konkret einen Brenner zur vormischartigen Verbrennung, der einen Hohlraum, der mindestens einen tangentialen Lufteintrittsschlitz für die Zuführung eines Verbrennungsluftstroms aufweist, Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Hohlraum, die im Bereich einer Brennerachse angebracht sind, und Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff in den mindestens einen Lufteintrittsschlitz, die zentral im Zuströmungsbereich des Verbrennungsluftstroms angebracht sind, umfasst. Die Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff in den mindestens einen Lufteintrittsschlitz weisen mindestens eine Brennstoffzuführung auf, deren Brennstoffaustrittsöffnungen derart angeordnet sind, dass der Vormischbrennstoff beidseitig der mindestens einen Brennstoffzuführung bezogen auf eine Querschnittsebene senkrecht zur Brennerachse in den Verbrennungsluftstrom eingebracht wird. Damit kann eine über die gesamte Breite des Lufteintrittsschlitzes relativ homogene Vermischung des Vormischbrennstoffs mit der Verbrennungsluft und daher verbesserte Stickstoffausstoßwerte erzielt werden. Außerdem kann der Druck zur Eindüsung des Vormischbrennstoffs in den mit relativ hoher Geschwindigkeit zuströmenden Verbrennungsluftstrom im Vergleich zu einer einseitigen Eindüsung von der Kante des Lufteintrittsschlitzes reduziert werden.

[0013] Vorzugsweise ist der Brenner derart ausgebildet, dass der Hohlraum aus mindestens zwei sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern gebildet wird, die einen Kegelhohlraum bilden, deren Längssymmetrieachsen zueinander radial versetzt sind und mindestens zwei tangentiale Lufteintrittsschlitze für die Zuführung eines Verbrennungsluftstroms einschließen. Alternativ kann der Brenner derart ausgebildet sein, dass der Hohlraum aus mindestens zwei sich zu einem Körper ergänzenden Teilzylinderkörpern gebildet wird, die einen Zylinderhohlraum bilden, deren Längssymmetrieachsen zueinander radial versetzt sind und mindestens zwei tangentiale Lufteintrittsschlitze für die Zuführung eines Verbrennungsluftstroms einschließen. Ebenso sind tulpen- oder becherförmige Ausbildungen des Hohlraums möglich.

[0014] Zusätzlich kann der Brenner eine stromabwärts des Hohlraums angeordnete Mischstrecke zur Überführung einer in dem Hohlraum erzeugten Strömung eines

Brennstoffgemischs in eine Brennkammer aufweisen. Diese kann die Stabilität der flammenlosen Verbrennung erhöhen.

[0015] Insbesondere weisen die Brennstoffaustrittsöffnungen eine gemeinsame, längs des jeweiligen tangentialen Lufteintrittsschlitzes angebrachte Brennstoffzuführung auf. Die Anzahl der Brennstoffzuführungen kann unter anderem abhängig sein von der Anzahl der Lufteintrittsschlitze, die beispielsweise wiederum abhängig davon ist, ob der Hohlraum aus zwei oder mehr Teilkörpern gebildet wird.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Brennstoffaustrittsöffnungen als ein längs über die gesamte Länge der Brennstoffzuführung verlaufendes Paar von Schlitzdüsen ausgebildet. Damit kann dem Verbrennungsluftstrom Vormischbrennstoff gleichmäßig über die gesamte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes verteilt zugeführt werden.

[0017] Andererseits können die Brennstoffaustrittsöffnungen kreisförmige oder ovale Querschnitte aufweisen. Durch unterschiedliche Öffnungsdurchmesser beziehungsweise Durchtrittsquerschnitte kann eine unterschiedliche Eindringtiefe des Vormischbrennstoffs in den Verbrennungsluftstrom erreicht werden, um damit unterschiedliche Mischungsverteilungen realisieren zu können. Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Vormischbrennstoffs über die gesamte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes zu erreichen, können sich die Brennstoffaustrittsöffnungen paarweise gleichmäßig über die gesamte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes verteilen. Die Anordnung, Verteilung und Ausbildung der Brennstoffaustrittsöffnungen beeinflusst die Brennstoffverteilung innerhalb des Brenners und damit seine Verbrennungsqualität.

[0018] Um eine gestufte Einbringung von Vormischbrennstoff in den Verbrennungsluftstrom und damit eine optimierte Anpassung des Brennerverhaltens beim Anfahren der beispielsweise angeschlossenen Gasturbine oder beim Betrieb in verschiedenen Lastbereichen zu ermöglichen, können die Brennstoffaustrittsöffnungen derart gruppiert angeordnet sein, dass eine erste Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen sich gleichmäßig über die gesamte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes verteilt und eine erste gemeinsame Brennstoffzuführung aufweist und dass eine zweite Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen sich längs eines Teilbereichs der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes verteilt und mindestens eine zweite gemeinsame Brennstoffzuführung aufweist.

[0019] In einer anderen Ausführungsform für die gestufte Einbringung von Vormischbrennstoff sind die Brennstoffaustrittsöffnungen derart gruppiert angeordnet, dass eine erste Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen sich gleichmäßig über einen ersten Teilbereich der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes verteilt und eine erste gemeinsame Brennstoffzuführung aufweist und dass mindestens eine zweite Gruppe sich längs eines weiteren Teilbereichs der gesamten

Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes verteilt und mindestens eine zweite gemeinsame Brennstoffzuführung aufweist. So kann eine gestufte Zuführung von Vormischbrennstoff vorteilhaft beim Anfahren der Gasturbine sein, wenn die gesamte Vormischbrennstoffzuführung vorzugsweise über die erste, stromauf gelegene Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen erfolgen soll. Die Vormischbrennstoffzuführung kann beim weiteren Hochfahren der Gasturbine bis hin zur Vollast stufenweise oder kontinuierlich auf die zweite, stromabwärts gelegene Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen verlegt werden.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform des Brenners überlappen sich die Teilbereiche nicht. Je nach Betriebsart des Brenners kann es aber auch erwünscht sein, dass sich mindestens zwei Teilbereiche überlappen.

[0021] Um den Vermischungsgrad von Verbrennungsluft und Vormischbrennstoff über die gesamte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes zu beeinflussen, können die Brennstoffaustrittsöffnungen von zwei oder mehr Gruppen unterschiedliche Querschnitte aufweisen. So kann die Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen, die kleinere Vormischbrennstoffmengen eindüsen soll, kleinere Eindüsungsquerschnitte aufweisen und umgekehrt.

[0022] Um den Druckverlust bei der Einstromung der Verbrennungsluft zu reduzieren, können die Brennstoffzuführungen ein stromlinienförmiges Profil bezogen auf eine Querschnittsebene senkrecht zur Brennerachse aufweisen.

[0023] Um die Vormischbrennstoffzuführung der Betriebsart des Brenners beziehungsweise den Lastbedingungen beispielsweise einer Gasturbine anzupassen, können die Brennstoffzuführungen Mittel zur Regulierung des Massenstroms des Vormischbrennstoffs aufweisen.

[0024] Insbesondere bei einer Ausführungsform mit einer gestuften Vormischbrennstoffzuführung ist es vorteilhaft, dass die Brennstoffzuführungen zu den Gruppen von Brennstoffaustrittsöffnungen Mittel zur Regulierung des Massenstroms des Vormischbrennstoffs aufweisen, um sie unabhängig voneinander mit Brennstoff zu beaufschlagen beziehungsweise die Eindringtiefe des Vormischbrennstoffs in den Verbrennungsluftstrom und damit die Mischgüte zu beeinflussen. Unter Umständen ist es sogar möglich, auf die zusätzliche Zufuhr eines Pilotbrennstoffs für das Anfahren der Gasturbine oder im niedrigen Lastbetrieb im Bereich der zentralen Brennstoffeindüsung an der Brennerachse zu verzichten.

[0025] Vorzugsweise sind die Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff in die Lufteintrittsschlitz als einheitliches Bauteil ausgeführt. Damit kann bei Verwendung eines anderen Brennstoffs lediglich das Bauteil für die Vormischbrennstoffzuführung ausgetauscht werden, ein Austausch des gesamten Brenners ist dann nicht mehr erforderlich. Außerdem ist es möglich, andere Brenner mit einer solchen Vorrichtung nachzurüsten. Dazu kann das einheitliche Bauteil Mittel zur Befestigung an einem

Brenner aufweisen. Eine derartige Konstruktion kann nicht nur die Flexibilität beim Einsatz der genannten Brenner erhöhen, sondern auch die Herstellung der gegossenen Teilkegelkörper vereinfachen, da die Integration der Brennstoffzuführungen und der Brennstoffaustrittsöffnungen in die gegossenen Teilkegelkörper wegfällt.

[0026] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Brenners sind die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Hohlraum, die im Bereich der Brennerachse angebracht sind, als Strahlrohr ausgeführt, das neben einer zentralen Austrittsdüse für flüssigen Brennstoff Brennstoffaustrittsöffnungen für die Zufuhr von Vormischbrennstoff in einem vom brennraumseitigen Ende entfernten Teilbereich des Strahlrohrs längs der Brennerachse mit einer zugehörigen Brennstoffzuführung aufweist. Insbesondere Anwendungen mit Strahlrohren, die länger in den Hohlraum ragen, haben sich hinsichtlich der Verbrennungsstabilität als vorteilhaft erwiesen, da sie beispielsweise eine unerwünschte Beeinflussung zwischen Pilotbrennstoff und Vormischbrennstoff verhindern können. Außerdem kann auf eine Vorrichtung zum Ausblasen des Brenners beispielsweise beim Abschalten verzichtet werden.

[0027] Alternativ können die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Hohlraum, die im Bereich der Brennerachse angebracht sind, als kegelförmiger Körper ausgeführt sein, dessen Kegelspitze stromabwärts ausgerichtet ist und eine Austrittsdüse für Brennstoff aufweist.

[0028] Zur zusätzlichen Stabilisierung und zur Reduzierung von Brummgeräuschen kann der Brenner zusammen mit einem sekundären Brenner als Hybridbrenner angeordnet sein.

[0029] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betrieb eines Brenners für eine vormischartige Verbrennung, umfassend einen Hohlraum, der mindestens einen tangentialen Lufteintrittsschlitz für die Zuführung eines Verbrennungsluftstroms aufweist, Mittel zur Eindüsung mindestens eines Brennstoffes über eine Lanze in den Hohlraum, und Mittel zur Eindüsung mindestens eines weiteren Brennstoffes, wobei diese letztgenannte Eindüsung in Wirkverbindung mit dem Lufteintrittsschlitz steht, wobei die Mittel zur Eindüsung des letztgenannten Brennstoffes in den Lufteintrittsschlitz mindestens eine Brennstoffzuführung aufweisen, deren Brennstoffaustrittsöffnungen derart wirken, dass der Brennstoff beidseitig der Brennstoffzuführung senkrecht oder quasisenkrecht zur Brennerachse in den Verbrennungsluftstrom eingebracht wird, wobei

die Brennstoffzuführung bezogen auf die Richtung des Verbrennungsluftstromes vor dem Lufteintrittsschlitz betrieben wird.

[0030] Die Eindringtiefe und die Einmischung des Vormischbrennstoffstrahls kann die Mischgüte des Vormischbrennstoffs und der Verbrennungsluft und damit die Brennstoffverteilung an der Brennermündung beeinflussen. Diese wiederum können entscheidend für die Verbrennungsstabilität und die Höhe der Schadstoffe-

missionen, insbesondere der Stickstoffemissionen sein. Um aerodynamische Verluste und den erforderlichen Druck für die Eindüsung des Vormischbrennstoffs zu verringern, wird der Vormischbrennstoff vor den Lufteintrittsschlitzten bezogen auf die Richtung des Verbrennungsluftstromes und damit in einem Bereich niedrigerer Geschwindigkeit des Verbrennungsluftstroms als direkt in den Lufteintrittsschlitzten eingebracht.

[0031] Insbesondere können mit einem solchen Verfahren gasförmige Brennstoffe beidseitig der Brennstoffzuführungen bezogen auf eine Querschnittsebene senkrecht zur Brennerachse in den Verbrennungsluftstrom eingebracht werden.

[0032] Um eine möglichst stabile Verbrennung im Bereich der Brennermündung zu erreichen, kann der Vormischbrennstoff gleichmäßig über die gesamte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes eingebracht werden. Eine gute Vermischung der Brennstoffe ist bei derartigen Vormischbrennern die Voraussetzung für niedrige Stickoxidemissionswerte beim Verbrennungsvorgang.

[0033] Um andererseits den unterschiedlichen Anforderungen an den Brenner beispielsweise beim Anfahren einer Gasturbine oder beim Betrieb bei Volllast gerecht zu werden, kann der Vormischbrennstoff getrennt über mindestens zwei Teilbereiche der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes eingebracht werden. Über eine Steuerung der Vormischbrennstoffzuführung eines ersten Teilbereichs im Verhältnis zu mindestens einem zweiten Teilbereich kann der Brenner auch bei geänderter Last oder Brennstoffqualität stabil mit niedrigen Stickstoffemissionswerten betrieben werden.

[0034] Weiterhin kann die Zuführung des Vormischbrennstoffs zu den einzelnen Brennstoffaustrittsöffnungen regelbar durchgeführt werden. Insbesondere bei einer gestuften Einbringung des Vormischbrennstoffs kann es vorteilhaft sein, die Zuführung des Vormischbrennstoffs zu den Brennstoffaustrittsöffnungen der Teilbereiche lastabhängig und unabhängig voneinander durchzuführen. Außerdem kann der Vormischbrennstoff auch abhängig von gemessenen Druckschwankungen, Schadstoffemissionswerten oder Materialtemperaturen des Brenners eingebracht werden, um so eine stabile Verbrennung zu gewährleisten.

[0035] Um eine radial vom Strahlrohr nach außen gerichtete Eindüsung von Vormischbrennstoff in den Hohlraum zu ermöglichen, können die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Hohlraum, die im Bereich der Brennerachse angebracht sind und als Strahlrohr ausgeführt sind, neben der Einbringung eines flüssigen Brennstoffs durch eine zentrale Austrittsdüse Vormischbrennstoff über einen vom brennraumseitigen Ende entfernten Teilbereich des Strahlrohrs längs der Brennerachse einbringen. So kann die Einbringung des Vormischbrennstoffs in den Hohlraum noch besser abgestuft werden und eine bessere Anpassung der Verbrennung an unterschiedliche Betriebsbedingungen erreicht werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0036] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Längsquerschnitt eines kegelförmigen Brenners gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 2 einen Querschnitt entlang der Linie A-A des in Fig. 1 dargestellten Brenners,
- Fig. 3 einen Längsquerschnitt eines kegelförmigen Brenners mit den zentral im Zuströmungsbereich des Verbrennungsluftstroms angebrachten Mitteln zur Eindüsung von Vormischbrennstoff in die Lufteintrittsschlitzte,
- Fig. 4 einen Querschnitt entlang der Linie B-B des in Fig. 3 dargestellten Brenners,
- Fig. 5 einen Längsquerschnitt eines kegelförmigen Brenners mit zwei Gruppen von Brennstoffaustrittsöffnungen, die sich längs zweier Teilbereiche der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes verteilen,
- Fig. 6 zwei Querschnitte entlang den Linien C-C und D-D des in Fig. 5 dargestellten Brenners, und
- Fig. 7 einen Längsquerschnitt eines zylinderförmigen Brenners mit den zentral im Zuströmungsbereich des Verbrennungsluftstroms angebrachten Mitteln zur Eindüsung von Vormischbrennstoff in die Lufteintrittsschlitzte.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0037] Fig. 1 zeigt einen Längsquerschnitt eines kegelförmigen Brenners 1 gemäß dem Stand der Technik, wie er beispielsweise in der EP 0 321 809 A1 beschrieben ist. Im Zusammenhang damit zeigt Fig. 2 einen Querschnitt entlang der Linie A-A des in Fig. 1 dargestellten Brenners. Im folgenden wird auf Bezugszeichen sowohl der Fig. 1 als auch der Fig. 2 Bezug genommen.

[0038] Der Kegelhohlraum 8 des Brenners 1 wird durch zwei zueinander radial verschobene Teilkegelkörper 7 gebildet. Durch die Verschiebung der Längssymmetrieachsen 9 der Teilkegelkörper 7 werden tangentiale Lufteintrittsschlitzte 11 gebildet, durch welche die mit Vormischbrennstoff 3 vermischte Verbrennungsluft 12 in den Kegelhohlraum 8 einströmt. Die Brennerachse 10 liegt mittig und auf einer Linie zwischen den Längssymmetrieachsen 9 der Teilkegelkörper 7. Im Bereich dieser Brennerachse 10 ist ein Strahlrohr 2 angebracht, um flüssigen Brennstoff 4 in den Brennerraum 8 einzudüsen. Zusätzlich wird beispielsweise zum Zünden oder Stabilisieren der Verbrennung Pilotbrennstoff 6 in den Kegelhohlraum eingebracht. Zwischen dem Pilotbrennstoff 6 und dem flüssigen Brennstoff 4 wird Luft zur Abschirmung 5 eingebracht, um eine vorzeitige Vermischung von flüssigem Brennstoff 4 und Pilotbrennstoff 6 und damit eine vorzeitige Zündung der Brennstoffe zu vermeiden.

[0039] Der durch das Strahlrohr 2 eingedüste flüssige Brennstoff 4 bildet eine kegelförmige Brennstoffsäule, die von der mit Vormischbrennstoff 3 vermischten rotierenden Verbrennungsluft 12 umgeben ist. Die Stärke der Rotation ist abhängig von der Auslegung des Kegelwinkels und der Anzahl und der Breite der Lufteintrittsschlitze 11. Bei einer geeigneten Auswahl dieser Parameter findet die Zündung des Brennstoffgemischs am Ausgang des Brenners 1 statt, wobei sich im Bereich der Brennermündung 13 eine Flammenstabilisierung durch die Bildung einer Rückströmzone einstellt.

[0040] Die Brennstoffaustrittsöffnungen 15 zur Einbringung des Vormischbrennstoffs 3 sind an den Kanten der Lufteintrittsschlitze 11 angebracht. Um eine ausreichende Vermischung des Vormischbrennstoffs 3 mit der Verbrennungsluft 12 über die gesamte Breite des Lufteintrittsschlitzes 11 zu erreichen, ist ein hoher Druck zur Eindüsung des Vormischbrennstoffs 3 in den mit hoher Geschwindigkeit zuströmenden Verbrennungsluftstrom 12 erforderlich. Die Eindüsung geschieht von einer Seite des Lufteintrittsschlitzes 11. Damit wird keine über die gesamte Breite des Lufteintrittsschlitzes homogene Vermischung des Vormischbrennstoffs mit der Verbrennungsluft und daher keine optimalen Stickstoffausstoßwerte erzielt.

[0041] Die Brennstoffzuführungen 14, die in den Teilkegelkörpern 7 integriert sind, sind hohen thermischen Belastungen durch den Kontakt mit einerseits kaltem Brennstoff und andererseits heißer Verbrennungsluft ausgesetzt, was zu einer kürzeren Lebensdauer dieser Bauteile führen kann. Da die Brennstoffzuführungen 14 und die Brennstoffaustrittsöffnungen 15 ein integraler Bestandteil der gegossenen Teilkegelkörper 7 sind, ist es notwendig, bei Verwendung eines anderen Brennstoffes den gesamten Brenner 1 auszutauschen. Außerdem ist die Integration der Brennstoffzuführungen 14 und der Brennstoffaustrittsöffnungen 15 in die gegossenen Teilkegelkörper 7 technisch aufwändig und teuer.

[0042] Fig. 3 zeigt einen Längsquerschnitt eines kegelförmigen Brenners 1 mit den zentral im Zuströmungsbereich des Verbrennungsluftstroms 12 angebrachten Mitteln zur Eindüsung von Vormischbrennstoff 3 in die Lufteintrittsschlitze 11. Fig. 4 zeigt einen entsprechenden Querschnitt entlang der Linie B-B des in Fig. 3 dargestellten Brenners. Im folgenden wird auf Bezugszeichen sowohl der Fig. 3 als auch der Fig. 4 Bezug genommen.

[0043] Im Unterschied zu dem in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Brenner weist der in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellte Brenner 1 Brennstoffzuführungen 14 auf, die nicht Bestandteile des Teilkegelkörpers 7 sind. Sie sind als eigenständiges Bauteil ausgeführt, das zentral im Zuströmungsbereich des Verbrennungsluftstroms 12 angeordnet ist. Weiterhin befinden sich beidseitig der Brennstoffzuführung 14 bezogen auf eine Querschnittsebene senkrecht zur Brennerachse 10 Brennstoffaustrittsöffnungen 15, die den Vormischbrennstoff 3 in den Verbrennungsluftstrom 12 einbringen. Die Brennstoffaustrittsöffnungen 15 weisen einen kreisförmigen Quer-

schnitt auf. In anderen Ausführungsformen können die Brennstoffaustrittsöffnungen ovale oder schlitzförmige Querschnitte aufweisen. Durch eine geeignete Auswahl der Anordnung, Größe und Anzahl der Brennstoffaustrittsöffnungen 15 können die Schadstoffemissionswerte, das Flammenrückstromverhalten und die Flammenstabilität beeinflusst werden.

[0044] Die Brennstoffaustrittsöffnungen 15 eines tangentialen Lufteintrittsschlitzes 11 werden über eine gemeinsame Brennstoffzuführung 14 mit Vormischbrennstoff 3 versorgt. Die Brennstoffzuführung 14 kann mit Mitteln ausgestattet sein, die den Massenstrom des Brennstoffs regeln, um ihn den momentanen Betriebsbedingungen des Brenners anzupassen. Die Brennstoffzuführung 14 ist räumlich vor den Lufteintrittsschlitzen 11, also in einem Bereich einer niedrigeren Geschwindigkeit des Verbrennungsluftstroms 12 als direkt in den Lufteintrittsschlitzen angeordnet. Damit werden aerodynamische Verluste und der erforderliche Druck für die Eindüsung des Vormischbrennstoffs 3 verringert. Außerdem weisen die Brennstoffzuführungen 14 ein strömungsförmiges Profil bezogen auf eine Querschnittsebene senkrecht zur Brennerachse 10 auf, um den Druckverlust bei der Einstromung der Verbrennungsluft 12 zu reduzieren.

[0045] Da der Vormischbrennstoff 3 zentral und beidseitig der Brennstoffzuführung 14 in den Verbrennungsluftstrom 12 eingebracht wird, ergibt sich eine relativ homogene Vermischung von Vormischbrennstoff 3 und Verbrennungsluft 12, die zu einer Verbrennung im Brenner 1 mit geringen Stickstoffemissionen führt.

[0046] Durch die Ausführung der Vormischbrennstoffzuführung als eigenständiges Bauteil muss bei Verwendung eines anderen Brennstoffs nicht der gesamte Brenner 1 ausgetauscht werden, sondern lediglich das Bauteil für die Vormischbrennstoffzuführung. Es ist außerdem möglich, andere Brenner mit einer solchen Vorrichtung nachzurüsten. Weiterhin ist die technische Herstellung der gegossenen Teilkegelkörper weniger aufwändig, da die Integration der Brennstoffzuführungen 14 und der Brennstoffaustrittsöffnungen 15 in die gegossenen Teilkegelkörper 7 wegfällt. Die thermische Belastung des Brenners beziehungsweise der Teilkegelkörper, die bei dem im Stand der Technik erwähnten Brenner aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen von einerseits kaltem Brennstoff und heißer Verbrennungsluft auftritt, verringert sich, da der unmittelbare Kontakt zu den kalten Brennstoff zuführenden Brennstoffzuführung wegfällt.

[0047] Fig. 5 zeigt einen Längsquerschnitt eines kegelförmigen Brenners 1 mit zwei Gruppen von Brennstoffaustrittsöffnungen 15.1, 15.2, die sich längs zweier Teilbereiche 16, 17 der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes 11 verteilen. Im Zusammenhang damit stellt Fig. 6 zwei Querschnitte entlang den Linien C-C und D-D des in Fig. 5 dargestellten Brenners 1 dar. Im folgenden wird auf Bezugszeichen sowohl der Fig. 5 als auch der Fig. 6 Bezug genommen.

[0048] Die hier dargestellte Brennstoffzuführung des tangentialen Lufteintrittsschlitzes 11 teilt sich in zwei ge-

trennte Brennstoffzuführungen 14.1 und 14.2 auf. Im ersten Teilbereich 16 der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes 11 wird durch die Brennstoffaustrittsöffnungen 15.2 Vormischbrennstoff 3 in den Verbrennungsluftstrom 12 eingebracht, der über die Brennstoffzuführung 14.2 zugeführt wird. Analog dazu wird im zweiten Teilbereich 17 der gesamten Länge des Lufteintrittsschlitzes 11 über die Brennstoffaustrittsöffnungen 15.1 Vormischbrennstoff 3 in den Verbrennungsluftstrom 12 eingebracht, der über die Brennstoffzuführung 14.1 zugeführt wird.

[0049] Eine derartige gestufte Einbringung von Vormischbrennstoff 3 in den Verbrennungsluftstrom 12 ermöglicht eine optimierte Anpassung des Brennerverhaltens beim Anfahren der beispielsweise angeschlossenen Gasturbine oder beim Betrieb in verschiedenen Lastbereichen. So ist eine Zuführung von Vormischbrennstoff 3 in getrennten Teilbereichen längs der Brennerachse 10 vorteilhaft beim Anfahren der Gasturbine, wenn die gesamte Vormischbrennstoffzuführung vorzugsweise im stromauf gelegenen Teilbereich 16 erfolgen soll. Die Vormischbrennstoffzuführung kann beim weiteren Hochfahren der Gasturbine bis hin zur Volllast stufenweise oder kontinuierlich auf den stromabwärts gelegenen Teilbereich 17 verlegt werden. Besonders vorteilhaft erweisen sich dabei hier nicht dargestellte Mittel zur Regulierung des Massenstroms des Vormischbrennstoffs, um die Brennstoffzuführungen 14.1, 14.2 unabhängig voneinander mit Vormischbrennstoff 3 zu beaufschlagen und den Massenstrom des Vormischbrennstoffs 3 innerhalb einer Brennstoffzuführung 14.1, 14.2 zu regulieren.

[0050] Insbesondere wird mit einer gestuften Einbringung des Vormischbrennstoffs Verbrennungssoszillationen entgegengewirkt, die bei den Umschaltprozessen einer Gasturbine auftreten und die wiederum zu Druckschwankungen führen, die sich störend auf den Betrieb der Gasturbine auswirken. Unter Umständen ist es sogar möglich, auf die Zufuhr eines Pilotbrennstoffs für das Anfahren der Gasturbine oder im niedrigen Lastbetrieb wie in der Beschreibung der Figuren 1 und 2 erwähnt zu verzichten. Weiterhin ist es denkbar, Trockenöl beim Betrieb eines Brenners gemäß dieser Erfindung einzusetzen.

[0051] Fig. 7 zeigt einen Längsquerschnitt eines zylinderförmigen UTC-Brenners 1 (wie Brenner des Unternehmens United Technologies Corporation genannt werden; beispielsweise einer dieser UTC-Brenner ist in der WO 93/17279 gezeigt; die WO 93/17279 wird hiermit als in die Beschreibung vollumfänglich aufgenommen betrachtet) mit einer Brennermündung 13 und den zentral im Zuströmungsbereich des Verbrennungsluftstroms angebrachten Mitteln zur Eindüsung von Vormischbrennstoff 3 in die Lufteintrittsschlitz 11. Die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff 18 in den Hohlraum des Brenners 1 sind als kegelförmiger Körper ausgeführt sind, dessen Kegelspitze stromabwärts ausgerichtet ist und mehrere ringförmig auf der Kegelspitze angeordnete Austrittsdüsen 19 für den Pilotbrennstoff 6 aufweist.

[0052] Auch hier weist der dargestellte Brenner 1

Brennstoffzuführungen 14 auf, die nicht Bestandteile der Teilzylinderkörper sind. Sie sind als eigenständige Bauteile ausgeführt, die zentral im Zuströmungsbereich des Verbrennungsluftstroms, also in den Lufteintrittsschlitz 11 angeordnet sind. Die Brennstoffzuführungen 14 weisen Brennstoffaustrittsöffnungen 15 auf, die den Vormischbrennstoff 3 in den Verbrennungsluftstrom einbringen. Die Brennstoffaustrittsöffnungen 15 weisen einen kreisförmigen Querschnitt auf. Alternativ können die Brennstoffaustrittsöffnungen auch ovale oder schlitzförmige Querschnitte aufweisen.

[0053] Die Funktionsweise der dargestellten Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff in diesem UTC-Brenner ist analog zu der Funktionsweise dieser Mittel in dem in den Figuren 3 bis 6 dargestellten Brenner mit kegelförmig ausgebildetem Hohlraum. Ebenso sind alle in der Beschreibung zu den Figuren 3 bis 6 genannten Ausbildungen der Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff auf den UTC-Brenner 1 anwendbar. Es gilt ebenso, dass die verschiedenen Ausbildungen der Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff auf Brenner anwendbar sind, die einen tulpen- oder becherförmigen Hohlraum aufweisen. Auch hier ist die Funktionsweise der Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff analog zu der Funktionsweise dieser Mittel in dem in Figuren 3 bis 6 dargestellten Brenner mit kegelförmig ausgebildetem Hohlraum.

Bezugszeichenliste

[0054]

1	Brenner
2	Strahlrohr
3	Vormischbrennstoff
4	flüssiger Brennstoff
5	Luft zur Abschirmung
6	Pilotbrennstoff
7	Teilkegelkörper
8	Kegelhohlraum
9	Längssymmetrieachse des Teilkegelkörpers
10	Brennerachse
11	Lufteintrittsschlitz
12	Verbrennungsluftstrom
13	Brennermündung
14	Brennstoffzuführung
14.1	erste gemeinsame Brennstoffzuführung
14.2	zweite gemeinsame Brennstoffzuführung
15	Brennstoffaustrittsöffnung
15.1	Brennstoffaustrittsöffnung im ersten Teilbereich
15.2	Brennstoffaustrittsöffnung im zweiten Teilbereich
16	erster Teilbereich der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes
17	zweiter Teilbereich der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes
18	kegelförmige Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Hohlraum

19 Austrittsdüse für Pilotbrennstoff

Patentansprüche

1. Brenner (1) zur vormischartigen Verbrennung, umfassend einen Hohlraum (8), der mindestens einen tangentialen Lufteintrittsschlitz (11) für die Zuführung eines Verbrennungsluftstroms (12) aufweist, Mittel (2) zur Eindüsung mindestens eines Brennstoffes (4, 6) über eine Lanze (2) in den Hohlraum (8), und Mittel zur Eindüsung mindestens eines weiteren Brennstoffes (3), wobei diese letztgenannte Eindüsung in Wirkverbindung mit dem Lufteintrittsschlitz (11) steht, wobei die Mittel zur Eindüsung des letztgenannten Brennstoffes (3) in den Lufteintrittsschlitz (11) mindestens eine Brennstoffzuführung (14) aufweisen, deren Brennstoffaustrittsöffnungen (15) derart angeordnet sind, dass der Brennstoff (3) beidseitig der Brennstoffzuführung (14) senkrecht oder quasi-senkrecht zur Brennerachse (10) in den Verbrennungsluftstrom (12) eingebracht wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffzuführung (14) bezogen auf die Richtung des Verbrennungsluftstromes (12) vor dem Lufteintrittsschlitz (11) angebracht ist.
2. Brenner nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Hohlraum (8) aus mindestens zwei sich zu einem Körper ergänzenden Teilkegelkörpern (7) gebildet wird, die einen Kegelhohlraum bilden, deren Längssymmetrieachsen (9) zueinander radial versetzt sind und mindestens zwei tangentielle Lufteintrittsschlitze (11) für die Zuführung eines Verbrennungsluftstroms (12) einschließen.
3. Brenner nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Hohlraum (8) aus mindestens zwei sich zu einem Körper ergänzenden Teilzylinderkörpern (7) gebildet wird, die einen Zylinderhohlraum bilden, deren Längssymmetrieachsen (9) zueinander radial versetzt sind und mindestens zwei tangentielle Lufteintrittsschlitze (11) für die Zuführung eines Verbrennungsluftstroms (12) einschließen.
4. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
stromabwärts des Hohlraums (8) eine Mischstrecke zur Überführung einer in dem Hohlraum (8) erzeugten Strömung eines Brennstoffgemischs in eine Brennkammer angeordnet ist.
5. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffaustrittsöffnungen (15) eine gemeinsame, längs des jeweiligen tangentialen Lufteintrittsschlitzes (11) angebrachte Brennstoffzuführung (14) aufweisen.
6. Brenner nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffaustrittsöffnungen (15) als ein längs über die gesamte Länge der Brennstoffzuführung (14) verlaufendes Paar von Schlitzdüsen ausgebildet sind.
7. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffaustrittsöffnungen (15) kreisförmige oder ovale Querschnitte aufweisen.
8. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffaustrittsöffnungen (15) sich paarweise gleichmäßig über die gesamte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes (11) verteilen.
9. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffaustrittsöffnungen (15) derart gruppiert angeordnet sind, dass eine erste Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen sich gleichmäßig über die gesamte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes (11) verteilt und eine erste gemeinsame Brennstoffzuführung aufweist und dass eine zweite Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen sich längs eines Teilbereichs der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes (11) verteilt und mindestens eine zweite gemeinsame Brennstoffzuführung aufweist.
10. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffaustrittsöffnungen (15) derart gruppiert angeordnet sind, dass eine erste Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen (15.1) sich gleichmäßig über einen ersten Teilbereich (17) der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes (11) verteilt und eine erste gemeinsame Brennstoffzuführung (14.1) aufweist und dass mindestens eine zweite Gruppe von Brennstoffaustrittsöffnungen (15.2) sich längs eines weiteren Teilbereichs (16) der gesamten Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes (11) verteilt und mindestens eine zweite gemeinsame Brennstoffzuführung (14.2) aufweist.
11. Brenner nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die Teilbereiche (16, 17) nicht überlappen.
12. Brenner nach Anspruch 9 oder 10,

- dadurch gekennzeichnet, dass**
sich mindestens zwei Teilbereiche überlappen.
13. Brenner nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffaustrittsöffnungen (15) von zwei oder
mehr Gruppen von Brennstoffaustrittsöffnungen
(15.1, 15.2) unterschiedliche Querschnitte aufwei-
sen.
14. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffzuführungen (14) ein stromlinienförmiges Profil bezogen auf eine Querschnittsebene senkrecht zur Brennerachse (10) aufweisen.
15. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffzuführungen (14) Mittel zur Regulie-
rung des Massenstroms des Vormischbrennstoffs aufweisen.
16. Brenner nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffzuführungen (14.1, 14.2) zu den Grup-
pen von Brennstoffaustrittsöffnungen (15.1, 15.2)
Mittel zur Regulierung des Massenstroms des Vor-
mischbrennstoffs (3) aufweisen, um sie unabhängig
voneinander mit Brennstoff zu beaufschlagen.
17. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mittel zur Eindüsung von Vormischbrennstoff (3)
in die Lufteintrittsschlitze als einheitliches Bauteil
ausgeführt sind.
18. Brenner nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
das einheitliche Bauteil Mittel zur Befestigung an ei-
nem Brenner (1) aufweist.
19. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Hohl-
raum, die im Bereich der Brennerachse (10) ange-
bracht sind, als Strahlrohr (2) ausgeführt sind, das
neben einer zentralen Austrittsdüse für flüssigen
Brennstoff (4) Brennstoffaustrittsöffnungen für die
Zufuhr von Vormischbrennstoff in einem vom brenn-
raumseitigen Ende entfernten Teilbereich des
Strahlrohrs (2) längs
der Brennerachse (10) mit einer zugehörigen Brenn-
stoffzuführung aufweist.
20. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff (18) in den
Hohlraum, die im Bereich der Brennerachse (10) an-
gebracht sind, als kegelförmiger Körper ausgeführt
sind, dessen Kegelspitze stromabwärts ausgerichtet
ist und eine Austrittsdüse (19) für Brennstoff auf-
weist.
21. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
er zusammen mit einem sekundären Brenner ange-
ordnet ist.
22. Verfahren zum Betrieb eines Brenners(1) für eine
vormischartige Verbrennung, umfassend einen
Hohlraum (8), der mindestens einen tangentialen
Lufteintrittsschlitz (11) für die Zuführung eines Ver-
brennungsluftstroms (12) aufweist, Mittel (2) zur Ein-
düsung mindestens eines Brennstoffes (4, 6) über
eine Lanze (2) in den Hohlraum (8), und Mittel zur
Eindüsung mindestens eines weiteren Brennstoffes
(3), wobei diese letztgenannte Eindüsung in Wirk-
verbindung mit dem Lufteintrittsschlitz (11) steht,
wobei die Mittel zur Eindüsung des letztgenannten
Brennstoffes (3) in den Lufteintrittsschlitz (11) min-
destens eine Brennstoffzuführung (14) aufweisen,
deren Brennstoffaustrittsöffnungen (15) derart wir-
ken, dass der Brennstoff (3) beidseitig der Brenn-
stoffzuführung (14) senkrecht oder quasi-senkrecht
zur Brennerachse (10) in den Verbrennungsluft-
strom (12) eingebracht wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffzuführung (14) bezogen auf die Rich-
tung des Verbrennungsluftstromes (12) vor dem
Lufteintrittsschlitz (11) betrieben wird.
23. Verfahren nach Anspruch 22
dadurch gekennzeichnet, dass
ein gasförmiger Brennstoff beidseitig der Brennstoff-
zuführungen (14) bezogen auf eine Quer-
schnittsebene senkrecht zur Brennerachse (10) in
den Verbrennungsluftstrom (12) eingebracht wird.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Vormischbrennstoff (3) gleichmäßig über die ge-
samte Länge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes
(11) eingebracht wird.
25. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Vormischbrennstoff (3) getrennt über minde-
stens zwei Teilbereiche (16, 17) der gesamten Län-
ge des tangentialen Lufteintrittsschlitzes (11) einge-
bracht wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 25,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Vormischbrennstoff (3) vor den Lufteintrittsschlitzen (11) bezogen auf die Richtung des Verbrennungsluftstromes (12) eingebracht wird. 5
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 26,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zuführung des Vormischbrennstoffs (3) zu den einzelnen Brennstoffaustrittsöffnungen (15) regelbar durchgeführt wird. 10
28. Verfahren nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zuführung des Vormischbrennstoffs (3) zu den Brennstoffaustrittsöffnungen (15.1, 15.2) der Teilbereiche (16, 17) unabhängig voneinander durchgeführt wird. 15
29. Verfahren nach Anspruch 28,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zuführung des Vormischbrennstoffs (3) zu den Brennstoffaustrittsöffnungen (15.1, 15.2) der Teilbereiche (16, 17) lastabhängig durchgeführt wird. 20
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 29,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mittel (2) zur Eindüsung von Brennstoff in den Hohlraum (8), die im Bereich der Brennerachse (10) angebracht sind und als Strahlrohr ausgeführt sind, neben der Einbringung eines flüssigen Brennstoffs (4) durch eine zentrale Austrittsdüse Vormischbrennstoff über einen vom brennraumseitigen Ende entfernten Teilbereich des Strahlrohrs (2) längs der Brennerachse (10) einbringen. 25 30 35

Claims

1. Burner (1) for premix-type combustion comprising a cavity (8) which has at least one tangential air inlet slot (11) for the supply of a combustion air flow (12), means (2) for the injection via a lance (2) of at least one fuel (4, 6) into the cavity (8), and means for the injection of at least one further fuel (3), the latter injection being actively connected to the air inlet slot (11), the means for the injection of the latter fuel (3) into the air inlet slot (11) having at least one fuel supply (14), the fuel outlet openings (15) of which are arranged in such a way that the fuel (3) is introduced into the combustion air flow (12) on both sides of the fuel supply (14) at right angles or almost at right angles to the burner axis (10), **characterized in that** the fuel supply (14) is provided in front of the air inlet slot (11) in relation to the direction of the combustion air flow (12). 40 45 50 55
2. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the cavity (8) is formed by at least two part cone bodies (7) which complement one another to form a body, which form a cone cavity and the longitudinal axes of symmetry (9) of which are offset radially in relation to one another and enclose at least two tangential air inlet slots (11) for the supply of a combustion air flow (12).
3. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the cavity (8) is formed by at least two part cylinder bodies (7) which complement one another to form a body, which form a cylinder cavity and the longitudinal axes of symmetry (9) of which are offset radially in relation to one another and enclose at least two tangential air inlet slots (11) for the supply of a combustion air flow (12).
4. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** a mixing section for transferring a flow of a fuel mixture generated in the cavity (8) into a combustion chamber is arranged downstream of the cavity (8).
5. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** the fuel outlet openings (15) have a common fuel supply (14) provided along the respective tangential air inlet slot (11).
6. Burner according to Claim 5, **characterized in that** the fuel outlet openings (15) are designed as a pair of slit nozzles extending longitudinally over the entire length of the fuel supply (14).
7. Burner according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the fuel outlet openings (15) have circular or oval cross sections.
8. Burner according to one of Claims 1 to 5 or 7, **characterized in that** the fuel outlet openings (15) are distributed in pairs uniformly over the entire length of the tangential air inlet slot (11).
9. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** the fuel outlet openings (15) are arranged in a grouped manner in such a way that a first group of fuel outlet openings is distributed uniformly over the entire length of the tangential air inlet slot (11) and has a first common fuel supply and **in that** a second group of fuel outlet openings is distributed along a part region of the overall length of the tangential air inlet slot (11) and has at least one second common fuel supply.
10. Burner according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the fuel outlet openings (15) are arranged in a grouped manner in such a way that a first group of fuel outlet openings (15.1) is distributed uniformly over a first part region (17) of the overall

length of the tangential air inlet slot (11) and has a first common fuel supply (14.1) and **in that** at least one second group of fuel outlet openings (15.2) is distributed along a further part region (16) of the overall length of the tangential air inlet slot (11) and has at least one second common fuel supply (14.2).

11. Burner according to Claim 9 or 10, **characterized in that** the part regions (16, 17) do not overlap. 5
12. Burner according to Claim 9 or 10, **characterized in that** at least two part regions overlap. 10
13. Burner according to one of Claims 9 to 12, **characterized in that** the fuel outlet openings (15) of two or more groups of fuel outlet openings (15.1, 15.2) have different cross sections. 15
14. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** the fuel supplies (14) have a streamlined profile related to a cross sectional plane at right angles to the burner axis (10). 20
15. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** the fuel supplies (14) have means for regulating the mass flow of the premix fuel. 25
16. Burner according to one of Claims 9 to 13, **characterized in that** the fuel supplies (14.1, 14.2) to the groups of fuel outlet openings (15.1, 15.2) have means for regulating the mass flow of the premix fuel (3) in order to admit fuel to them independently of one another. 30
17. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** the means for the injection of premix fuel (3) into the air inlet slots are embodied as a standard component. 35
18. Burner according to Claim 17, **characterized in that** the standard component has means for fastening to a burner (1). 40
19. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** the means for the injection of fuel into the cavity which are provided in the region of the burner axis (10) are embodied as a jet pipe (2) which, in addition to a central outlet nozzle for liquid fuel (4), has fuel outlet openings for the supply of premix fuel in a part region of the jet pipe (2) along the burner axis (10) remote from the end on the combustion-space side with an associated fuel supply. 50
20. Burner according to one of Claims 1 to 19, **characterized in that** the means (18) for the injection of fuel into the cavity which are provided in the region of the burner axis (10) are embodied as a conical body, the cone tip of which is aligned downstream 55

and has an outlet nozzle (19) for fuel.

21. Burner according to one of the preceding claims, **characterized in that** it is arranged together with a secondary burner.
22. Method for operating a burner (1) for a premix-type combustion, comprising a cavity (8) which has at least one tangential air inlet slot (11) for the supply of a combustion air flow (12), means (2) for the injection via a lance (2) of at least one fuel (4, 6) into the cavity (8), and means for the injection of at least one further fuel (3), the latter injection being actively connected to the air inlet slot (11), the means for the injection of the latter fuel (3) into the air inlet slot (11) having at least one fuel supply (14), the fuel outlet openings (15) of which act in such a way that the fuel (3) is introduced into the combustion air flow (12) on both sides of the fuel supply (14) at right angles or almost at right angles to the burner axis (10), **characterized in that** the fuel supply (14) is operated in front of the air inlet slot (11) in relation to the direction of the combustion air flow (12).
23. Method according to Claim 22, **characterized in that** a gaseous fuel is introduced into the combustion air flow (12) on both sides of the fuel supplies (14) related to a cross-sectional plane at right angles to the burner axis (10).
24. Method according to Claim 22 or 23, **characterized in that** the premix fuel (3) is introduced uniformly over the entire length of the tangential air inlet slot (11).
25. Method according to Claim 22 or 23, **characterized in that** the premix fuel (3) is introduced separately via at least two part regions (16, 17) of the overall length of the tangential air inlet slot (11).
26. Method according to one of Claims 22 to 25, **characterized in that** premix fuel (3) is introduced in front of the air inlet slots (11) related to the direction of the combustion air flow (12).
27. Method according to one of Claims 22 to 26, **characterized in that** the supply of the premix fuel (3) to the individual fuel outlet openings (15) is carried out adjustably.
28. Method according to Claim 25, **characterized in that** the supply of the premix fuel (3) to the fuel outlet openings (15.1, 15.2) of the part regions (16, 17) is carried out independently of one another.
29. Method according to Claim 28, **characterized in that** the supply of the premix fuel (3) to the fuel outlet openings (15.1, 15.2) of the part regions (16, 17) is

carried out load-dependently.

30. Method according to one of Claims 22 to 29, **characterized in that** the means (2) for the injection of fuel into the cavity (8) which are provided in the region of the burner axis (10) and embodied as a jet pipe, in addition to introducing liquid fuel (4) through a central outlet nozzle, introduce premix fuel via a part region of the jet pipe (2) along the burner axis (10) remote from the end on the combustion-space side.

Revendications

1. Brûleur (1) pour combustion à prémélange, comprenant une cavité (8) qui présente au moins une fente d'entrée d'air tangentielle (11) pour l'alimentation d'un courant d'air de combustion (12), des moyens (2) pour l'injection d'au moins un combustible (4, 6) par le biais d'une lance (2) dans la cavité (8), et des moyens pour l'injection d'au moins un autre combustible (3), cette dernière injection étant en association fonctionnelle avec la fente d'entrée d'air (11), les moyens pour l'injection du dernier combustible (3) dans la fente d'entrée d'air (11) présentant au moins une alimentation en combustible (14) dont les ouvertures de sortie de combustible (15) sont disposées de telle sorte que le combustible (3) soit introduit des deux côtés de l'alimentation en combustible (14) perpendiculairement ou pratiquement perpendiculairement à l'axe du brûleur (10) dans le courant d'air de combustion (12),
caractérisé en ce que
l'alimentation en combustible (14) est montée avant la fente d'entrée d'air (11) par rapport à la direction du courant d'air de combustion (12).
2. Brûleur selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la cavité (8) est formée d'au moins deux corps coniques partiels (7) se complétant pour former un corps, qui forment une cavité conique, dont les axes de symétrie longitudinaux (9) sont décalés radialement l'un par rapport à l'autre et incluent au moins deux fentes d'entrée d'air tangentielles (11) pour l'alimentation d'un courant d'air de combustion (12).
3. Brûleur selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la cavité (8) est formée d'au moins deux corps cylindriques partiels (7) se complétant pour former un corps, qui forment une cavité cylindrique, dont les axes de symétrie longitudinaux (9) sont décalés radialement l'un par rapport à l'autre et incluent au moins deux fentes d'entrée d'air tangentielles (11) pour l'alimentation d'un courant d'air de combustion (12).

4. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
qu'une section de mélange pour le transfert d'un écoulement d'un mélange de combustion produit dans la cavité (8) dans une chambre de combustion est disposée en aval de la cavité (8).
5. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les ouvertures de sortie de combustible (15) présentent une alimentation en combustible (14) commune, montée le long de la fente d'entrée d'air tangentielle respective (11).
6. Brûleur selon la revendication 5,
caractérisé en ce que
les ouvertures de sortie de combustible (15) sont réalisées sous forme d'une paire de buses à fente s'étendant longitudinalement sur toute la longueur de l'alimentation en combustible (14).
7. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que
les ouvertures de sortie de combustible (15) présentent des sections transversales circulaires ou ovales.
8. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 ou 7,
caractérisé en ce que
les ouvertures de sortie de combustible (15) sont réparties par paires uniformément sur toute la longueur de la fente d'entrée d'air tangentielle (11).
9. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les ouvertures de sortie de combustible (15) sont disposées de manière groupée de telle sorte qu'un premier groupe d'ouvertures de sortie de combustible se répartisse uniformément sur toute la longueur de la fente d'entrée d'air tangentielle (11) et présente une première alimentation en combustible commune, et qu'un deuxième groupe d'ouvertures de sortie de combustible se répartisse le long d'une région partielle de toute la longueur de la fente d'entrée d'air tangentielle (11) et présente au moins une deuxième alimentation en combustible commune.
10. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que
les ouvertures de sortie de combustible (15) sont disposées de manière groupée de telle sorte qu'un premier groupe d'ouvertures de sortie de combustible (15.1) se répartisse uniformément sur une pre-

mière région partielle (17) de toute la longueur de la fente d'entrée d'air tangentielle (11) et présente une alimentation en combustible commune (14.1) et qu'au moins un deuxième groupe d'ouvertures de sortie de combustible (15.2) se répartisse le long d'une autre région partielle (16) de toute la longueur de la fente d'entrée d'air tangentielle (11) et présente au moins une deuxième alimentation en combustible commune (14.2).

11. Brûleur selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** les régions partielles (16, 17) ne se chevauchent pas.
12. Brûleur selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'**au moins deux régions partielles se chevauchent.
13. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** les ouvertures de sortie de combustible (15) de deux groupes ou plus de deux groupes d'ouvertures de sortie de combustible (15.1, 15.2) présentent des sections transversales différentes.
14. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les alimentations en combustible (14) présentent un profil de forme aérodynamique par rapport à un plan en section transversale perpendiculairement à l'axe du brûleur (10).
15. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les alimentations en combustible (14) présentent des moyens pour la régulation du débit massique du combustible de prémélange.
16. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** les alimentations en combustible (14.1, 14.2) associées aux groupes d'ouvertures de sortie de combustible (15.1, 15.2) présentent des moyens pour la régulation du débit massique du combustible de prémélange (3), afin de les solliciter avec du combustible indépendamment les unes des autres.
17. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens pour injecter du combustible de prémélange (3) dans les fentes d'entrée d'air sont réalisés

sous forme de composant unitaire.

18. Brûleur selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le composant unitaire présente des moyens pour la fixation à un brûleur (1).
19. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens pour injecter du combustible dans la cavité, qui sont montés dans la région de l'axe du brûleur (10), sont réalisés sous forme de tube à jet (2), qui présente, en plus d'une buse de sortie centrale pour du combustible fluide (4), des ouvertures de sortie de combustible pour l'alimentation en combustible de prémélange dans une région partielle du tube à jet (2) éloignée de l'extrémité du côté de la chambre de combustion, le long de l'axe du brûleur (10), avec une alimentation en combustible associée.
20. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce que** les moyens pour injecter du combustible (18) dans la cavité, qui sont montés dans la région de l'axe du brûleur (10), sont réalisés sous forme de corps de forme conique, dont la pointe de cône est orientée vers l'aval et qui présente une buse de sortie (19) pour le combustible.
21. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il est disposé conjointement à un brûleur secondaire.
22. Procédé pour faire fonctionner un brûleur (1) pour une combustion à prémélange, comprenant une cavité (8) qui présente au moins une fente d'entrée d'air tangentielle (11) pour l'alimentation d'un courant d'air de combustion (12), des moyens (2) pour l'injection d'au moins un combustible (4, 6) par le biais d'une lance (2) dans la cavité (8) et des moyens pour l'injection d'au moins un autre combustible (3), cette dernière injection étant en association fonctionnelle avec la fente d'entrée d'air (11), les moyens pour l'injection du dernier combustible (3) dans la fente d'entrée d'air (11) présentant au moins une alimentation en combustible (14) dont les ouvertures de sortie de combustible (15) agissent de telle sorte que le combustible (3) soit introduit des deux côtés de l'alimentation en combustible (14) perpendiculairement ou pratiquement perpendiculairement à l'axe du brûleur (10) dans le courant d'air de combustion (12), **caractérisé en ce que** l'alimentation en combustible (14) est effectuée

avant la fente d'entrée d'air (11) par rapport à la direction du courant d'air de combustion (12).

23. Procédé selon la revendication 22,
caractérisé en ce 5
qu'un combustible gazeux est introduit des deux côtés des alimentations en combustible (14) par rapport à un plan en section transversale perpendiculairement à l'axe du brûleur (10) dans le courant d'air de combustion (12). 10
24. Procédé selon la revendication 22 ou 23,
caractérisé en ce que
 le combustible de prémélange (3) est introduit uniformément sur toute la longueur de la fente d'entrée d'air tangentielle (11). 15
25. Procédé selon la revendication 22 ou 23,
caractérisé en ce que
 le combustible de prémélange (3) est introduit séparément sur au moins deux régions partielles (16, 17) de la longueur totale de la fente d'entrée d'air tangentielle (11). 20
26. Procédé selon l'une quelconque des revendications 22 à 25,
caractérisé en ce que 25
 le combustible de prémélange (3) est introduit avant les fentes d'entrée d'air (11) par rapport à la direction du courant d'air de combustion (12). 30
27. Procédé selon l'une quelconque des revendications 22 à 26,
caractérisé en ce que
 l'alimentation du combustible de prémélange (3) dans les ouvertures de sortie de combustible individuelles (15) s'effectue de manière réglable. 35
28. Procédé selon la revendication 25,
caractérisé en ce que 40
 l'alimentation du combustible de prémélange (3) aux ouvertures de sortie de combustible (15.1, 15.2) des régions partielles (16, 17) est effectuée indépendamment les unes des autres. 45
29. Procédé selon la revendication 28,
caractérisé en ce que
 l'alimentation du combustible de prémélange (3) aux ouvertures de sortie de combustible (15.1, 15.2) des régions partielles (16, 17) s'effectue en fonction de la charge. 50
30. Procédé selon l'une quelconque des revendications 22 à 29,
caractérisé en ce que 55
 les moyens (2) pour injecter du combustible dans la cavité (8), qui sont montés dans la région de l'axe du brûleur (10) et qui sont réalisés sous forme de

tube à jet, introduisent, en plus de l'introduction d'un combustible fluide (4) à travers une buse de sortie centrale, du combustible de prémélange par le biais d'une région partielle du tube à jet (2) éloignée de l'extrémité du côté de la chambre de combustion, le long de l'axe du brûleur (10).

Stand der Technik

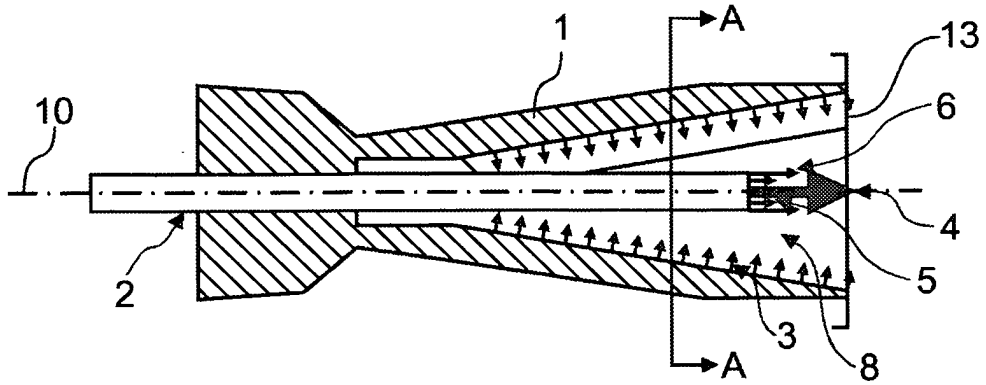


Fig. 1

Stand der Technik

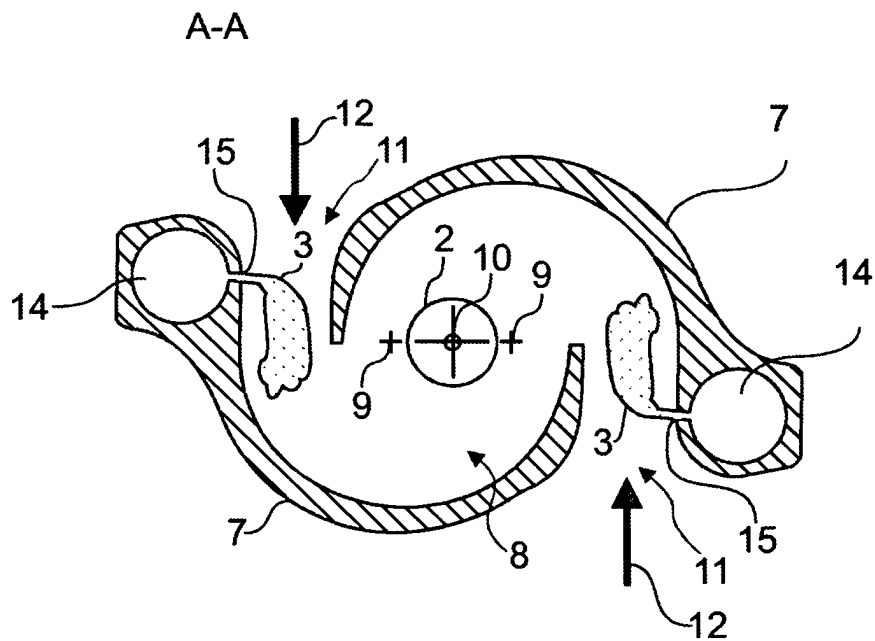


Fig. 2

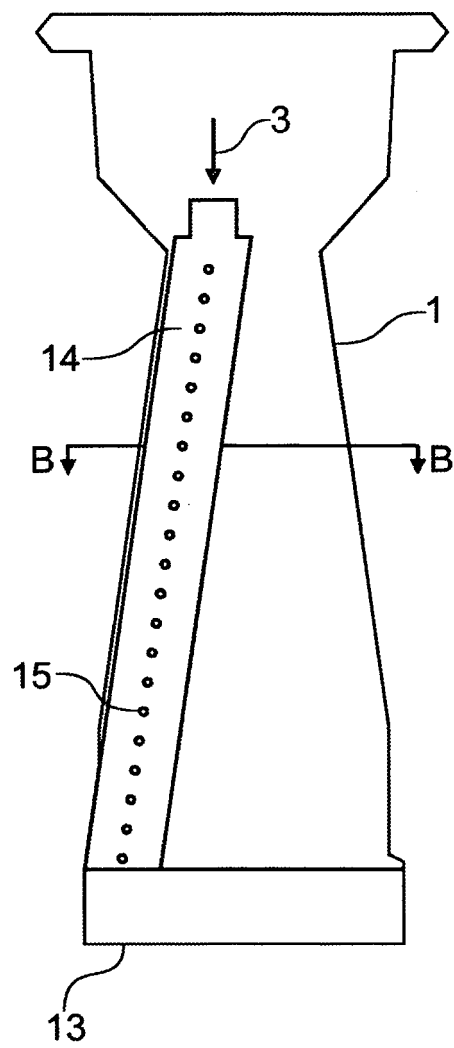


Fig. 3

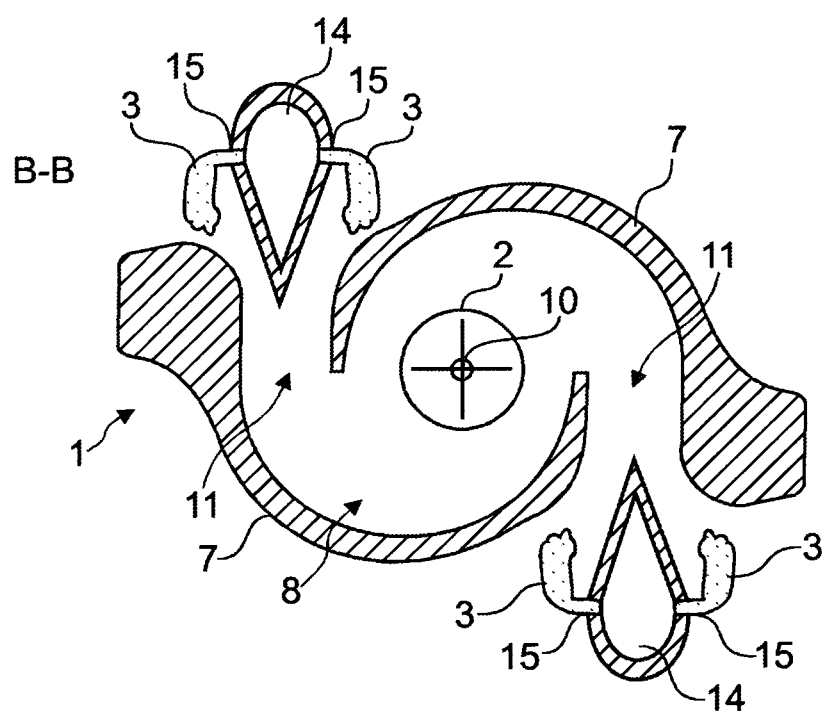


Fig. 4

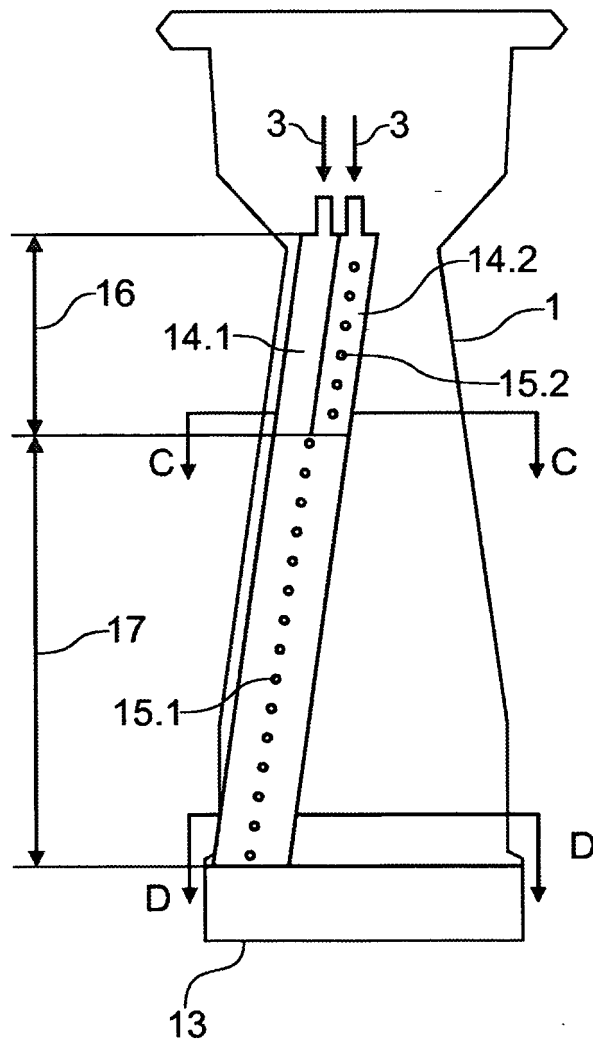


Fig. 5

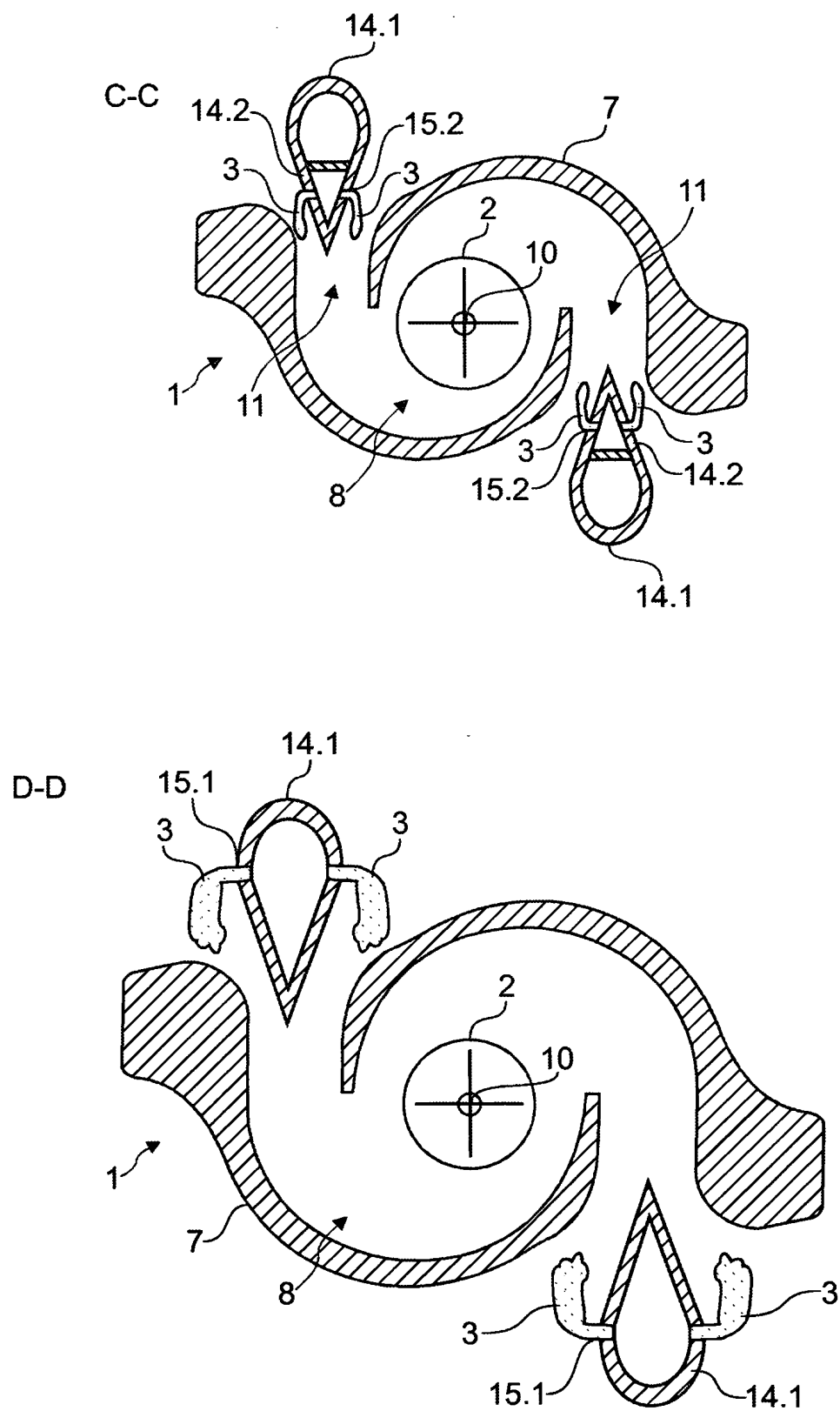


Fig. 6

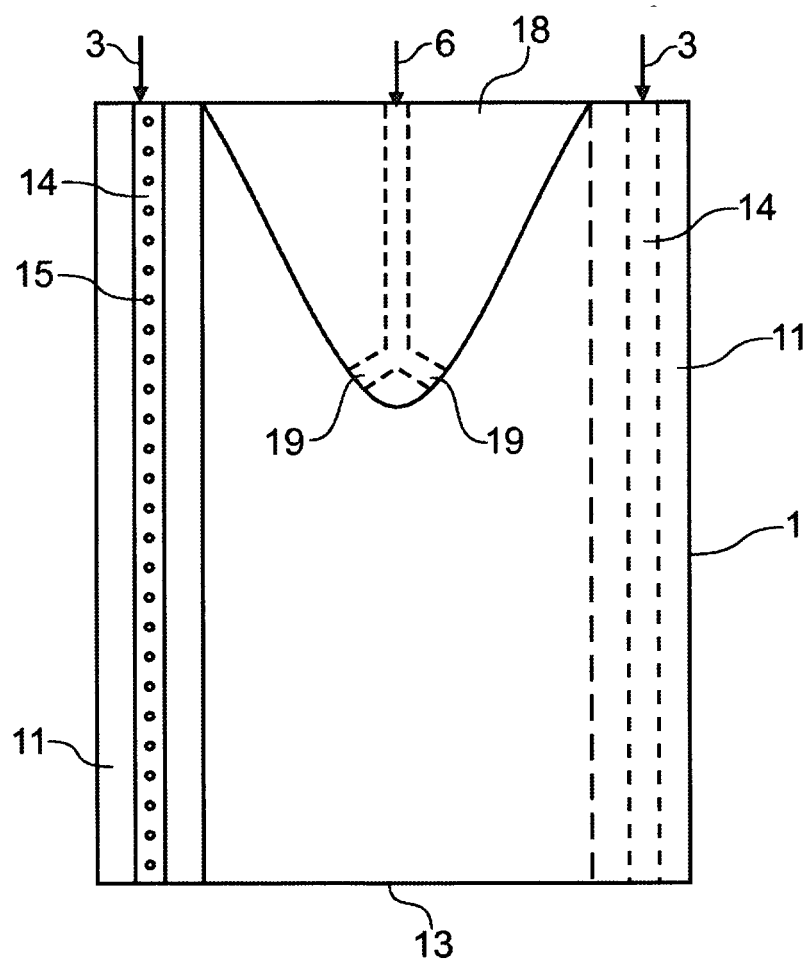


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0321809 A1 **[0003]** **[0037]**
- EP 0981016 B1 **[0004]**
- WO 0196785 A1 **[0005]**
- DE 10049205 A1 **[0006]**
- US 5489203 A **[0007]**
- WO 9317279 A **[0051]**