(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 856 447 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.09.2014 Patentblatt 2014/39

(21) Anmeldenummer: **06708627.2**

(22) Anmeldetag: **03.03.2006**

(51) Int Cl.:
F23D 14/02 *(2006.01)* ***F23C 7/00*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/060437

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/094939 (14.09.2006 Gazette 2006/37)

(54) **VORMISCHBRENNER ZUM BETREIBEN EINER BRENNKAMMER**

BURNER COMPRISING A PREMIX FOR COMBUSTION CHAMBER

BRULEUR A PREMELANGE POUR UNE CHAMBRE DE COMBUSTION

(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: **09.03.2005 CH 409052005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.11.2007 Patentblatt 2007/47

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

(72) Erfinder:
- **VON PLANTA, Martin, Andrea**
  8955 Oetwil A.D.L. (CH)
- **STEINBACH, Christian, Dr.**
  5413 Birmensdorf (CH)
- **RUCK, Thomas**
  5332 Rekingen (CH)
- **GENG, Weiqun, Dr.**
  5405 Daettwil (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2005/078348
US-A- 5 085 575
US-A- 5 479 773
US-A- 5 738 509
US-B1- 6 702 574

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).

EP 1 856 447 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Vormischbrenner zum Erzeugen eines zündfähigen Brennstoff-Luftgemisches, mit einem Drallerzeuger, der wenigstens zwei sich zu einem Durchströmungskörper ergänzende Brennerschalen vorsieht, die jeweils einen teilkegelförmig ausgebildeten ersten Brennerschalenabschnitt aufweisen und gemeinsam einen sich axialwärts kegelförmig erweiternden Drallraum eingrenzen, und die in axialer Kegellängserstreckung gegenseitig tangentiale Lufteintrittsschlitze begrenzen, durch die Verbrennungszuluft in den Drallraum gelangt, in dem sich eine axialwärts ausbreitende Drallströmung ausbildet, sowie mit Mitteln zur Eindüsung von Brennstoff, die wenigstens abschnittsweise längs der tangential verlaufenden Lufteintrittschlitze angeordnet sind.

Stand der Technik

[0002] Vormischbrenner der vorstehend genannten Gattung sind aus einer Vielzahl vor veröffentlichter Druckschriften bekannt, so bspw. aus der EP 0 210 462 A1 sowie der EP 0 321 809 B1, um nur einige zu nennen. Vormischbrennern dieser Art liegt das allgemeine Wirkprinzip zugrunde, innerhalb eines zumeist als kegelförmig ausgebildeten Drallerzeugers, der wenigstens zwei mit entsprechend gegenseitiger Überlappung zusammengesetzte Teilkegelschalen vorsieht, eine aus einem Brennstoff-Luftgemisch bestehende Drallströmung zu erzeugen, die innerhalb einer in Strömungsrichtung dem Vormischbrenner nachfolgenden Brennkammer unter Ausbildung einer räumlich möglichst stabilen Vormischflamme zur Zündung gebracht wird. Hierbei ist die räumliche Lage der Vormischflamme bestimmt durch das aerodynamische Verhalten der Drallströmung, deren Drallzahl mit zunehmender Ausbreitung längs der Brennerachse zunimmt, damit instabil wird und letztlich durch einen unsteten Querschnittsübergang zwischen Brenner und Brennkammer in eine annulare Drallströmung unter Ausbildung einer Rückströmzone aufplatzt, in deren, in Strömungsrichtung vorderen Bereich sich die Vormischflamme ausbildet.

[0003] Von besonderer Bedeutung ist die aerodynamische Stabilität der sich ausbildenden Rückströmzone, die jedoch in höchst sensibler Weise vom Design, Form und Größe des Drallerzeugers abhängt. Gelingt es beispielsweise nicht, die in Strömungsrichtung vorderste Front der sich ausbildenden Rückströmzone räumlich zu stabilisieren, so treten verstärkt thermoakustische Schwingungen bzw. Pulsationen innerhalb des Verbrennungssystems auf, die die gesamte Verbrennung sowie die Wärmefreisetzung wesentlich beeinträchtigen.

[0004] Eingedenk dieser Tatsache sind die bisher bekannten und im Einsatz befindlichen Vormischbrennersysteme auf Baugrößen beschränkt, deren maximaler Brennerdurchmesser am Brenneraustritt lediglich 180 mm beträgt. Derartige Vormischbrenner weisen darüber hinaus einen verhältnismäßig spitzen, d.h. kleinen Kegelwinkel von kleiner gleich 18° auf, so dass die Brennerlänge im Verhältnis zum stromab gewandten Brennerdurchmesser eher groß, jedoch zu Montage- und Wartungszwecken noch durchaus handhabbar ist.

[0005] Gilt es jedoch groß dimensionierte Brennkammern zu befeuern, so bedient man sich bis anhin so genannte Mehrfachbrenneranordnungen, die den Einsatz der vorstehenden Vormischbrenner vorsehen. Derartige im Aufbau komplexe Mehrfachbrenneranordnungen gehen beispielsweise aus der DE 42 23 828 A1 oder der DE 44 12 315 A1 hervor. Es besteht jedoch der Wunsch, die Komplexität und damit auch die Anzahl der einzelnen Vormischbrenner, die zur Befeuerung groß dimensionierter Brennkammern erforderlich sind, zu reduzieren, ohne dabei Qualitätseinbußen im Verbrennungsvorgang selbst in Kauf nehmen zu müssen. Darüber hinaus gilt es aus Gründen der stets strenger werdenden Umweltnormen im Hinblick auf die Reduzierung von Emissionswerten, die bis anhin im Betrieb befindlichen Diffusions-Einzelbrennern, die vornehmlich zur Befeuerung von groß dimensionierten Silobrennkammern verwendet werden, durch modernere, umweltgerechtere Brennersysteme zu ersetzen. Insbesondere im Hinblick auf die Vermeidung hoher Umrüst- sowie Neubeschaffungskosten, ist es wünschenswert, möglichst groß dimensionierte Vormischbrenner bereitzustellen, um bspw. den Betrieb derartiger groß dimensionierter Silobrennkammern mit nur einem einzigen Vormischbrenner weiterhin aufrechterhalten zu können.

[0006] Theoretische Überlegungen sowie auch Versuche haben gezeigt, dass eine einfache Skalierung beispielsweise eines aus der EP 0321 809 B1 bekannten Doppelkegelbrenners nicht Ziel führend ist, zumal, wie bereits vorstehend erwähnt, die Brennerlänge überproportional ansteigen würde. Hinzukommt, dass die Breite der in der Brennerachse tangential verlaufenden Lufteintrittschlitze, durch die Verbrennungszuluft zur Erzeugung der gewünschten Drallströmung in den Drallerzeuger einströmt, ebenfalls proportional ansteigen würde, so dass eine gute Durchmischung von Brennstoff sowie Verbrennungszuluft nicht mehr in ausreichender Qualität gewährleistet werden kann.

[0007] In den meisten in Einsatz befindlichen Vormischbrennern sind die zur Um- bzw. Einlenkung der Zuluft in den Drallerzeuger vorgesehenen Teilkegelschalen, die auch als Brennerschalen bezeichnet werden, als dünnwandige Umlenkbleche ausgebildet, die die Form der Mantelfläche von Kegelhälften oder kleineren Kegelsegmenten aufweisen und radialseits den Drallraum begrenzen, wobei die Brennerschalen durch ihre räumliche Anordnung jeweils gegenseitig tangential zur Brennerachse orientierte Lufteintrittsschlitze miteinander einschließen.

[0008] Im Bestreben das Schluck- und Leistungsvermögen derartiger Vormischbrenner zu verbessern, sind

Drallerzeuger mit mehr als zwei Brennerschalen bekannt, so genannte mehrschalige Vormischbrenner, die auch einen größeren Brennerdurchmesser gewährleisten können. Es zeigt sich jedoch, dass sich bei derartigen Mehrschalenanordnungen keine zufrieden stellenden Durchmischungsergebnisse einstellen, zumal aerodynamische Probleme auftreten, die höchstwahrscheinlich auf lokal im Bereich der einzelnen Brennerschalen sich ausbildende Rückströmzonen zurückzuführen sind. Dies führt einerseits zu Wirkungsgradverlusten, birgt aber auch Gefahren in sich, sofern sich brennbares Gas in derartigen Rückströmzonen ansammeln und letztlich zünden kann.

[0009] Der US 6,702,574 B1 ist ein Brenner zum Betrieb eines Wärmeerzeugers zu entnehmen, mit einem Drallerzeuger, dessen in Strömungsrichtung orientierter Eintrittsquerschnitt rechteckig ausgebildet ist und aus Gründen einer verbesserten Durchmischung stromab einen in Strömungsrichtung quadratischen oder runden Durchströmungsquerschnitt vorsieht, an dem sich vorzugsweise eine im Querschnitt runde Mischstrecke anschließt. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist ein in perspektivischer Darstellung gezeigter Drallerzeuger gezeigt, dessen Drallraum von geschwungen ausgebildeten Brennerschalen 156 radial begrenzt wird. Die im Querschnitt dargestellte Brennerschale bzw. Drallschaufel 156 verfügt über drei Brennerschalenabschnitte, die einstückig miteinander verbunden sind, wobei der jeweils teilkegelförmig ausgebildete erste Brennerschalenabschnitt bündig mit einem entgegengesetzt zum ersten Brennerschalenabschnitt gekrümmten zweiten Brennerschalenabschnitt ergänzt ist und sich ein dritter Brennerschalenabschnitt an den zweiten Brennerschalenabschnitt bündig anschließt, mit einer sich an den zweiten Brennerschalenabschnitt tangential angleichenden Krümmung.

Darstellung der Erfindung

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Vormischbrenner gemäß den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1 derart weiterzubilden, dass trotz Vergrößerung der Brennerdimensionen die bei bisher bekannten Vormischbrennern optimierten Brennereigenschaften nahezu unverändert erhalten bleiben sollen. So gilt es, die bei Vormischbrennern mit Mehrfachschalenanordnungen auftretenden aerodynamischen Probleme zu lösen und die damit verbundenen Nachteile und Gefahren zu beseitigen. Insbesondere gilt es Massnahmen zu treffen, dass keine durch sich in Rückströmzonen ansammelndes Gas verursachende Rückzünderscheinungen auftreten.

[0011] Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der Beschreibung insbesondere unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

[0012] Grundsätzlich sind die den Drallraum radialwärts begrenzenden Brennerschalen aerodynamisch ausschliesslich durch eine Teilkegelform beschreibende Brennerschalen derart ausgebildet, dass der durch die Lufteintrittsschlitze in den Drallraum einströmende Zuluftstrom weitgehend verlustfrei, d.h. ohne jegliche Randwirbelbildung, zwischen zwei den Lufteintrittsschlitz begrenzende Brennerschalen geführt wird. Durch die Brennerschalengeometrie, die in üblicher Weise als dünne die Zuluftströmung umleitende Umlenkbleche ausgebildet sind, wird ein durch die Lufteintrittsschlitze hindurchströmender Zuluftstrom längs einer den Zuluftstrom zugewandten Oberfläche der Brennerschale bei Eintritt in den Lufteintrittsschlitz zunächst kontinuierlich beschleunigt und sukzessive umgelenkt, bis die Luftströmung die Brennerschale hin zum Drallraum verlässt. Die Brennerschalengeometrie weist unterschiedlich geformte, den Lufteintrittsschlitz seitlich begrenzende Oberflächenbereiche auf, durch die die radial in den Lufteintrittsschlitz einströmende Luftströmung weitgehend widerstandslos und ohne Ausbildung von oberflächennahen Strömungsrandwirbel in den Drallraum zur Ausbildung einer sich axialwärts zum Brenner ausbreitenden Drallströmung umgelenkt wird. Auf diese Weise können jegliche sich bei bisher bekannten Vormischbrennern mit Mehrschalenanordnungen ausbildende Rückströmzonen vermieden werden, in denen sich darüber hinaus Gasansammlungen auszubilden vermögen, die im Wege spontaner Verpuffungen zu Beschädigungen an der Vormischbrennerstruktur und insbesondere an den Brennerschalen führen können.

[0013] So weist eine jeweils lösungsgemäss ausgebildete Brennerschale drei unterschiedlich geformte Brennerschalenabschnitte auf, die einstückig miteinander verbunden sind, wobei der jeweils teilkegelförmig ausgebildete erste Brennerschalenabschnitt bündig mit einem entgegengesetzt zum ersten Brennerschalenabschnitt gekrümmten zweiten Brennerschalenabschnitt ergänzt ist und sich ein dritter Brennerschalenabschnitt an den zweiten Brennerschalenabschnitt bündig anschließt, mit einer sich an den zweiten Brennerschalenabschnitt tangential angleichenden Krümmung. Der dritte Brennerschalenabschnitt begrenzt dabei einseitig jeweils einen der tangentialen Lufteintrittschlitze und sieht eine für die Verbrennungszuluft dienende Anströmkante vor. Hierbei geht die durch die Teilkegelform bestimmte Krümmung des teilkegelförmig ausgebildeten ersten Brennerschalenabschnittes stetig, d.h. übergangslos, in die Krümmung des zweiten Brennerschalenabschnittes über und alle Orte eines Krümmungswechsels beschreiben eine Linie, die so genannte Wendepunktslinie, längs der die Mittel zur Brennstoffeinspeisung vorgesehen sind.

[0014] Vorzugsweise lässt sich eine derart ausgebildete Brennerschale im Rahmen eines Giessvorganges oder im Wege eines Umform- oder Materialabtragevorganges herstellen. Zur Vereinfachung der weiteren Beschreibung wird auf die Darstellung eines Ausführungs-

beispieles unter Bezugnahme auf die nachstehenden Figuren verwiesen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0015] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 schematisierte perspektivische Darstellung einer lösungsgemäss ausgebildeten Brennerschale,

Fig. 2 Detaildarstellung eines Teilbereiches des viertelelliptisch ausgeformten Brennerschalenbereiches mit angrenzendem tangential erweiterten dreiecksförmig ausgebildeten Brennerschalenbereich,

Fig. 3 3D-Darstellung einer lösungsgemäss ausgebildeten Brennerschale,

Fig. 4 Darstellung einer lösungsgemäss ausgebildeten Brennerschale in Erstreckung längs zur Brennerschale, sowie

Fig. 5 3D-Darstellung eines Drallerzeugers mit Mehrschalenanordnung.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0016] In Figur 1 ist eine lösungsgemäss ausgebildete Brennerschale schematisiert dargestellt mit einem ersten Brennerschalenabschnitt 1, der durch die Mantelform eines Teilkegels beschreibbar ist. Zur leichteren Veranschaulichung der geometrischen Ausbildung des ersten Brennerschalenabschnittes 1 ist als Hilfskonstruktion ein Teilsegment 2 eines Kegelkörpers dargestellt, längs dessen kegelförmiger Manteloberfläche 3 der erste Brennerschalenabschnitt 1 konform anliegt. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass der erste Brennerschalenabschnitt 1 der Form jener bisher im Einsatz befindlichen Brennerschalen entspricht, wobei die im Ausführungsbeispiel gemäss Figur 1 länger ausgebildete Seitenkante 4 der Abströmkante der Brennerschale entspricht, sowie die durch den Linienzug 5 angedeutete Vorderkante des Brennerschalenabschnittes 1 der Anströmkante einer bisher üblichen Brennerschale entspricht. Wie im weiteren unter Bezugnahme auf die dreidimensionale Darstellung eines Drallerzeugers in Figur 5 entnommen werden kann, ist die in Figur 1 dargestellte Brennerschale längs ihrer geschwungen ausgebildeten oberen Seitenkante 6 sowie ihrer unteren Seitenkante 7 zu Zwecken ihrer Befestigung an entsprechenden Vormischbrennerkomponenten befestigt.

[0017] In lösungsgemässer Weiterbildung der bis anhin im Einsatz befindlichen Brennerschale mit der durch den ersten Brennerschalenabschnitt 1 vorgegebenen Form, sieht die lösungsgemässe Brennerschale zwei weitere Brennerschalenabschnitte 8, 9 vor, die sich nahtlos und einstückig an die durch den Linienzug 5 angedeuteten linienhaften Endbereich des ersten, teilkegelförmig ausgebildeten Brennerschalenabschnittes 1 anschliessen. Der unmittelbar an den ersten Brennerschalenabschnitt 1 anschliessende zweite Brennerschalenabschnitt 8 weist eine Krümmung auf, die entgegengesetzt zur Krümmung des ersten teilkegelförmig ausgebildeten Brennerschalenabschnittes 1 orientiert ist. Aus der graphischen Darstellung des Ausführungsbeispiels gemäss Figur 1 kann entnommen werden, dass der erste Brennerschalenabschnitt 1 konvex und die zweiten und dritten Brennerschalenabschnitt 8, 9 konkav zur Zeichenebene gekrümmt sind. Hierbei weist der zweite Brennerschalenabschnitt die Krümmung einer Viertel-Ellipse auf. Zur Veranschaulichung der konkaven Krümmung des zweiten Brennerschalenabschnittes 8 ist in Figur 1 ein prismatischer Körper 10 eingezeichnet, dessen dem zweiten Brennerschalenabschnitt 8 zugewandte Oberfläche der Krümmung einer Viertel Ellipse entspricht. Nur der guten Ordnung halber sei nochmals darauf hingewiesen, dass sowohl der in Figur 1 dargestellte Teilsegmentkörper 2 sowie auch der prismatisch ausgebildete Körper 10 ausschliesslich Hilfskörper darstellen, die der besseren Veranschaulichung der geometrischen Form der Brennerschale dienen.

[0018] Alternativ zur der in Figur 1 dargestellten Formgebung des zweiten Brennerschalenabschnittes 8 in Art einer Viertelellipse, ist es auch denkbar die Krümmung und Form des zweiten Brennerschalenabschnittes modifiziert auszubilden bspw. in Anlehnung an ein Viertelkreissegment oder an eine ähnliche zur Viertelellipse oder zum Viertelkreis angelehnte gekrümmte Form.

[0019] Des Weiteren schliesst sich an die virtuell verlaufende Begrenzungslinie 11 des zweiten Brennerschalenabschnittes 8 der dritte Brennerschalenabschnitt bündig an, der eine sich an den zweiten Brennerabschnitt tangential angleichende Krümmung vorsieht. Der dritte Brennerschalenabschnitt 9 weist im Wesentlichen eine dreiecksförmig ausgebildete Grundform auf mit einer vorderen Begrenzungskante 12, die zugleich auch als Anströmkante der lösungsgemäss ausgebildeten Brennerschale dient.

[0020] Im Wesentlichen handelt es sich somit bei der in Figur 1 dargestellten Brennerschale um eine Kombination eines reinen kegelförmig ausgebildeten Brennerschalenabschnittes, einem gekrümmten Flächenkörper mit einer Oberflächenform einer Viertelellipse sowie einer dazu tangentialen Verlängerung, die durch den dritten Brennerschalenabschnitt 9 dargestellt ist.

[0021] Da das Krümmungsverhalten des ersten Brennerabschnittes entgegengesetzt zu jenem der jeweils zweiten und dritten Brennerschalenabschnitte orientiert ist, verläuft längs der virtuell durch die komplex geformte Brennerschale verlaufende Linie 5 ein stetiger, d.h. über-

gangsloser Wechsel des Krümmungsverhaltens der Brennerschalenoberfläche, so dass die Gesamtheit aller längs der Linie 5 angeordneten Orte jeweils Wendepunkte darstellen und der Linienzug 5 somit Wendepunktslinie aufgefasst werden kann.

[0022] Die in Figur 1 dargestellte Brennerschale, die im übrigen aus einem hitzebeständigem Flachmaterial gefertigt ist und vorzugsweise längs ihrer gesamten Flächenerstreckung über eine weitgehend konstante Dicke verfügt, umschliesst radialseits einen Teil des sich kegelförmig erstreckenden Drallraums eines Vormischbrenners. Die dem Betrachter der in Figur 1 dargestellten Brennerschale zugewandte Oberfläche ist somit vom Drallraum abgewandt. An eben dieser, vom Drallraum abgewandten Oberfläche gilt es eine nicht in Figur 1 dargestellte Brennstoffleitung vorzusehen, die für eine Brennstoffzufuhr durch die jeweils längs der Wendepunktslinie 5 vorgesehenen Durchtrittsöffnungen 13 dient. Eine diesbezügliche Detaildarstellung der längs der Wendepunktslinie 5 beabstandet zueinander angeordneten Durchtrittsöffnungen 13 ist in Figur 2 dargestellt, die einen oberen Teil der lösungsgemäss ausgebildeten Brennerschale zeigt.

[0023] Am Krümmungsverlauf der obersten Seitenkante der Brennerschale ist das Krümmungsverhalten der jeweiligen Brennerschalenabschnitte 1, 8 und 9 zu entnehmen. Der Wechsel der konkaven Krümmung des ersten Brennerschalenabschnittes 1 zur konvex ausgebildeten Krümmung des zweiten Brennerabschnittes 8 sowie der sich daran mit gleicher Krümmung anschliessenden dritten Brennerschalenabschnittes 9 erfolgt längs des Linienzuges 5, der, wie vorstehend erwähnt, als Wendepunktslinie aufzufassen ist. Der dritte Brennerschalenabschnitt 9 schliesst am oberen Ende der Brennerschale unter einem spitzen Winkel an den zweiten Brennerabschnitt 8 an und erweitert im Wesentlichen die Krümmung des zweiten Brennerschalenabschnittes 8 am Ort der Übergangslinie 11 in tangentialer Fortsetzung. Ebenso der Detaildarstellung in Figur 2 sind die die Brennerschale durchsetzenden Öffnungen 13 zu entnehmen, die längs der Wendepunktslinie 5 angeordnet sind, durch die gasförmiger Brennstoff eingedüst wird.

[0024] In Figur 3 ist eine dreidimensionale Ansicht einer vorstehend beschriebenen Brennerschale aus einem Blickwinkel dargestellt, die die dem Drallraum zugewandte Fläche der Brennerschale zeigt. Deutlich zu erkennen sind längs der Wendepunktslinie 5 die Öffnungen 13 angeordnet, durch die Brennstoffdüsen ragen, die mit einer Brennstoffleitung 14, die dem Drallraum abgewandt an der Brennerschale angebracht ist, verbunden sind. Eine die Brennerschale in Draufsicht zeigende Darstellung ist der Figur 4 zu entnehmen, auf die im Weiteren gemeinsam mit Figur 3 Bezug genommen wird.

[0025] Eine durch den Strömungspfeil stilisiert dargestellte radial auf die Anströmkante 12 der Brennerschale auftreffende Luftströmung L wird im Bereich des dritten und zweiten Brennerabschnittes 9, 8 in Strömungsrichtung beschleunigt und im weiteren durch den teilkegelförmig ausgebildeten ersten Brennerschalenabschnitt 1 sukzessive umgelenkt, bis die Strömung L die Brennerschale über den Brennerschalenabschnitt 1 hin zum Brennerraum bzw. Drallraum verlässt. Am Bereich der grössten Strömungsgeschwindigkeit, der sich im Bereich der Wendepunktslinie 5 einstellt, wird gasförmiger Brennstoff durch die Öffnungen 13 dem Luftstrom L zugegeben, wodurch sich bereits in diesem Strömungsbereich eine effektive Durchmischung von Brennstoff und Luft ergibt.

[0026] Die lösungsgemässe Brennerschalengeometrie vermeidet somit jegliche Rückströmzonen innerhalb der Luftströmung längs der der Luftströmung L zugewandten Fläche der Brennerschale.

[0027] Die Brennerschalengeometrie ist überdies derart ausgelegt, dass die Herstellung der Brennerschalen ohne Spezialwerkzeuge, beispielsweise ohne spezielle Pressformwerkzeuge möglich ist. So ist die Schalengeometrie stets durch eine Schar von Geraden beschreibbar, die axial bzw. in Längserstreckung der Brennerschale orientiert sind, wodurch die Brennerschale mittels einer CNC-Biegemaschine herstellbar ist.

[0028] In Figur 5 ist ein Vormischbrenner in dreidimensionaler Darstellung gezeigt, der acht einen innenliegenden Drallraum radialwärts begrenzende Brennerschalen B vorsieht, die in der vorstehend beschriebenen Weise einzeln ausgeformt sind. Jeweils zwei benachbart zueinander angeordnete Brennerschalen B schliessen einen Lufteintrittsschlitz LS ein, durch den eine Luftströmung in den Drallraum eindringen kann. Es liegt auf der Hand, dass das Schluckvermögen des Vormischbrenners durch Vorsehen von acht einzelnen Lufteintrittsschlitzen LS sehr viel grösser ist, als im Falle sogenannter Doppelkegelbrenner, bei denen lediglich zwei Teilkegelschalen den Drallraum begrenzen. Die einzelnen Brennerschalen B sind einerseits mit ihrer oberen Begrenzungskante mit einer zylinderförmig ausgebildeten zentrisch angeordneten Haltestruktur 15 fest verbunden, durch die in axialer Richtung Mittel zur axialen Brennstoffeinspeisung einsetzbar sind. Andererseits sind die Brennerschalen B längs ihrer unteren Begrenzungskante mit einem Formelement 16 verbunden, durch das die sich innerhalb des Drallerzeugers ausbildende Drallströmung in ein nicht weiter dargestelltes Mischrohr oder unmittelbar in eine nicht weiter dargestellte Brennkammer zur weiteren Durchmischung bzw. Zündung überführt wird. Durch die in Strömungsrichtung durch den jeweils zweiten und dritten Brennerschalenabschnitt verdeckt an den Brennerschalen angeordneten Brennstoffleitungen 14 wird in den Bereich der Lufteintrittsschlitze LS gasförmiger Brennstoff durch die linear angeordneten Öffnungen 13 zur Ausbildung eines Brennstoffluftgemisches eingespeist.

Bezugszeichenliste

[0029]

1	erster Brennerschalenabschnitt
2	Kegelsegment
3	Manteloberfläche
4	Abströmkante
5	Linienzug, Wendepunktslinie
6,7	obere und untere Seitenkante des ersten Brennerschalenabschnittes
8	zweiter Brennerschalenabschnitt
9	dritter Brennerschalenabschnitt
10	prismatischer Hilfskörper mit viertelelliptischer Oberfläche
11	Trennlinie
12	Anströmkante
13	Öffnung
14	Brennstoffleitung
15	Tragstruktur
16	Formelement
B	Brennerschale
L	Luftströmung
LS	Lufteintrittsschlitz

Patentansprüche

1. Vormischbrenner zum Erzeugen eines zündfähigen Brennstoff-Luftgemisches, mit einem Drallerzeuger, der wenigstens zwei sich zu einem Durchströmungskörper ergänzende Brennerschalen (B) vorsieht, die jeweils einen teilkegelförmig ausgebildeten ersten Brennerschalenabschnitt (1) aufweisen und gemeinsam einen sich axialwärts kegelförmig erweiternden Drallraum eingrenzen, und die in axialer Kegellängserstreckung gegenseitig tangentiale Lufteintrittsschlitze (LS) begrenzen, durch die Verbrennungszuluft (L) in den Drallraum gelangt, in dem sich eine axialwärts ausbreitende Drallströmung ausbildet, sowie mit Mitteln zur Eindüsung von Brennstoff, die wenigstens abschnittsweise längs der tangential verlaufenden Lufteintritts schlitze (LS) angeordnet sind, wobei der jeweils teilkegelförmig ausgebildete erste Brennerschalenabschnitt (1) bündig mit einem entgegengesetzt zum ersten Brennerschalenabschnitt (1) gekrümmten zweiten Brennerschalenabschnitt (8) ergänzt ist, und sich an den zweiten Brennerschalenabschnitt (8) ein dritter Brennerschalenabschnitt (9) bündig anschließt, mit einer sich an den zweiten Brennerschalenabschnitt (8) tangential angleichenden Krümmung, und der dritte Brennerschalenabschnitt (9) einseitig jeweils einen der tangentialen Lufteintritts schlitze (LS) begrenzt und eine für die Verbrennungszuluft (L) dienende Anströmkante (12) vorsieht, und die durch die Teilkegelform bestimmte Krümmung des teilkegelförmig ausgebildeten ersten Brennerschalenabschnittes (1) stetig, d.h. übergangslos, in die Krümmung des zweiten Brennerschalenabschnittes (8) übergeht und alle Orte eines Krümmungswechsels eine Linie, die so genannte Wendepunktslinie (5) beschreiben, **dadurch gekennzeichnet, dass** längs der Wendepunktslinie (5) die Mittel zur Brennstoffeinspeisung (14) vorgesehen sind.

2. Vormischbrenner nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Brennerschalenabschnitt (9) im Wesentlichen dreieckförmig ausgebildet ist und sich unter einem spitzen Winkel an den zweiten Brennerschalenabschnitt (8) im Bereich des kleinsten Teilkegelumfanges des ersten Brennerschalenabschnitt (1) anschmiegt.

3. Vormischbrenner nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Brennerschalenabschnitt (9) eine längste Dreiecksseite aufweist, die einstückig mit dem zweiten Brennerschalenabschnitt (8) verbunden ist,
dass der dritte Brennerschalenabschnitt (9) eine kürzeste Dreiecksseite aufweist, die sich bündig an ein Formelement (16) anschmiegt, das alle Brennerschalen (B) am stromabseitigen Endbereich des Drallerzeugers umschließt, und
dass eine dritte Dreiecksseite vorgesehen ist, die die Anströmkante (12) bildet.

4. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennerschale aus einem ein- oder mehrlagigen Flächenwerkstoff besteht.

5. Vormischbrenner nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der Flächenwerkstoff aus metallischem Material, vorzugsweise Stahl, besteht, das im Wege eines Biegeformvorganges bearbeitbar ist.

6. Vormischbrennern nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der zweite (8) und dritte Brennerschalenabschnitt (9) eine dem Lufteintrittsschlitz (LS) zugewandte konvex gekrümmte Oberfläche bilden, die stetig in eine dem Drallraum zugewandte konkav ausgebildete Oberfläche übergeht, die durch den ersten Brennerschalenabschnitt (1) gebildet ist.

7. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Vorsehen von n den Drallraum einbeschreibenden Brennerschalen (B) der jeweils erste Brennerschalenabschnitt einem n-tel einer vollständigen Kegelschale entspricht.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass sich der zweite Brennerschalenabschnitt (8) bündig an eine tangential verlaufende Mantellinie (5) des ersten Brennerschalenabschnitt (1) und der dritte Brennerschalen-

abschnitt (9) an eine tangential verlaufende Randkontur (11) anschmiegt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Brennerschalenabschnitt (8) eine Krümmung sowie eine Form aufweist, die durch ein Viertelellipsensegment beschreibbar sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Brennerschalenabschnitt (8) eine Krümmung und Form aufweist, die durch ein Viertelkreissegment beschreibbar sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form aller drei einstückig zusammenhängender Brennerschalenabschnitte (1, 8, 9) durch eine Schar in Längsrichtung zur Brennerschale verlaufender Geraden beschreibbar ist.

Claims

1. Premix burner for producing an ignitable fuel/air mixture, comprising a swirl generator which provides at least two burner shells (B) which complement one another to form a throughflow body, which in each case have a first burner shell section (1) designed in a partial cone shape and together enclose an axially conically widening swirl space and which mutually define in the axial cone longitudinal extension tangential air inlet slots (LS), through which the combustion feed air (L) passes into the swirl space, in which an axially spreading swirl flow forms, and comprising means for spraying fuel which are arranged at least in sections along the tangentially running air inlet slots (LS), a second burner shell section (8) curved in opposition to the first burner shell section (1) in each case designed in a partial cone shape being added in a flush manner to said first burner shell section (1), and a third burner shell section (9) adjoining the second burner shell section (8) in a flush manner, said third burner shell section (9) having a curvature tangentially adapted to the second burner shell section (8), and the third burner shell section (9) defining on the one side in each case one of the tangential air inlet slots (LS) and providing a leading edge (12) serving for the combustion feed air (L), and the curvature, determined by the partial cone shape of the first burner shell section (1) designed in a partial cone shape merging continuously, i.e. smoothly, into the curvature of the second burner shell section (8), and all the locations of a change of curvature describing a line, the "turning point line" (5), **characterized in that** the means for the fuel feed (14) are provided along the turning point line (5).

2. Premix burner according to Claim 1, **characterized in that** the third burner shell section (9) is of essentially triangular design and closely joins the second burner shell section (8) in the region of the smallest partial cone circumference of the first burner shell section (1) at an acute angle.

3. Premix burner according to Claim 2, **characterized in that** the third burner shell section (9) has a longest triangle side which is connected in one piece to the second burner shell section (8), **in that** the third burner shell section (9) has a shortest triangle side which closely joins a shaped element (16) in a flush manner, said shaped element (16) enclosing all the burner shells (B) at the downstream end region of the swirl generator, and **in that** a third triangle side is provided which forms the leading edge (12).

4. Premix burner according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the burner shell consists a single- or multi-layer surface material.

5. Premix burner according to Claim 4, **characterized in that** the surface material is a metallic material, preferably steel, which can be processed by a bending operation.

6. Premix burner according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the second and third burner shell sections (8, 9) form a convexly curved surface which faces the air inlet slot (LS) and merges continuously into a surface of concave design which faces the swirl space and is formed by the first burner shell section (1).

7. Premix burner according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that**, if n burner shells (B) enclosing the swirl space are provided, the respective first burner shell section corresponds to one nth of a complete cone shell.

8. Device according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the second burner shell section (8) closely joins a tangentially running surface line (5) of the first burner shell section (1) in a flush manner, and the third burner shell section (9) closely joins a tangentially running edge contour (11).

9. Device according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the second burner shell section (8) has a curvature and a shape which can be described by a quarter ellipse segment.

10. Device according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the second burner shell segment (8) has a curvature and a shape which can be described by a quarter circle segment.

11. Device according to one of Claims 1 to 10, **characterized in that** the shape of all three burner shell sections (1, 8, 9) joined in one piece can be described by a system of straight lines running in the longitudinal direction of the burner shell.

Revendications

1. Brûleur à prémélange pour générer un mélange combustible-air capable d'être enflammé, comprenant un générateur de tourbillons qui comprend au moins deux coques de brûleur (B) se complétant pour former un corps de passage d'écoulement, lesquelles présentent chacune une première portion de coque de brûleur (1) réalisée en forme de cône partiel et délimitent ensemble un espace de tourbillonnement s'élargissant en forme de cône dans la direction axiale et qui limitent des fentes d'entrée d'air mutuellement tangentielles (LS) dans l'étendue longitudinale axiale du cône, à travers lesquelles l'air d'apport de combustion (L) parvient dans l'espace de tourbillonnement dans lequel s'établit un écoulement tourbillonnaire se propageant dans la direction axiale, et comprenant des moyens pour l'injection de combustible, lesquels sont disposés au moins en partie le long des fentes d'entrée d'air (LS) s'étendant tangentiellement, la première portion de coque de brûleur (1) réalisée à chaque fois en forme de cône partiel étant complétée en affleurement avec une deuxième portion de coque de brûleur (8) de courbure opposée à la première portion de coque de brûleur (1), et une troisième portion de coque de brûleur (9) se raccordant en affleurement à la deuxième portion de coque de brûleur (8), avec une courbure ajustée tangentiellement à la deuxième portion de coque de brûleur (8), et la troisième portion de coque de brûleur (9) limitant d'un côté à chaque fois l'une des fentes d'entrée d'air tangentielles (LS) et comprenant une arête d'afflux (12) servant à l'air d'apport de combustion (L), et la courbure déterminée par la forme en cône partiel de la première portion de coque de brûleur (1) réalisée en forme de cône partiel se prolongeant de manière continue, c'est-à-dire sans transition, par la courbure de la deuxième portion de coque de brûleur (8) et tous les endroits d'un changement de courbure décrivant une ligne, que l'on appelle la ligne de points d'inflexion (5), **caractérisé en ce que** le long de la ligne de points d'inflexion (5) sont prévus les moyens d'injection de combustible (14).

2. Brûleur à prémélange selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la troisième portion de coque de brûleur (9) est réalisée essentiellement sous forme triangulaire et se raccorde intimement, en formant un angle aigu, à la deuxième portion de coque de brûleur (8) dans la région de la plus petite périphérie de cône partiel de la première portion de coque de brûleur (1).

3. Brûleur à prémélange selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la troisième portion de coque de brûleur (9) présente un côte le plus long du triangle qui est connecté d'une seule pièce à la deuxième portion de coque de brûleur (8), **en ce que** la troisième portion de coque de brûleur (9) présente un côté le plus court du triangle qui se raccorde intimement en affleurement avec un élément façonné (16) qui entoure toutes les coques de brûleur (B) au niveau de la région d'extrémité aval du générateur de tourbillons, et
en ce qu'un troisième côté du triangle est prévu, lequel forme l'arête d'afflux (12).

4. Brûleur à prémélange selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que la coque de brûleur se compose d'un matériau plat monocouche ou multicouche.

5. Brûleur à prémélange selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le matériau plat est constitué d'un matériau métallique, de préférence d'acier, qui peut être traité au cours d'une opération de cintrage.

6. Brûleur à prémélange selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que la deuxième (8) et la troisième portion de coque de brûleur (9) forment une surface de courbure convexe tournée vers la fente d'entrée d'air (LS), laquelle se prolonge de manière continue par une surface concave tournée vers l'espace de tourbillonnement, laquelle est formée par la première portion de coque de brûleur (1).

7. Brûleur à prémélange selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que si l'on prévoit n coques de brûleur (B) circonscrivant l'espace de tourbillonnement, la première portion de coque de brûleur respective correspond à un énième d'une coque conique complète.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que la deuxième portion de coque de brûleur (8) se raccorde intimement en affleurement avec une ligne d'enveloppe (5) s'étendant tangentiellement de la première portion de coque de brûleur (1) et la troisième portion de coque de brûleur (9) se raccorde intimement à un contour de bord (11) s'étendant tangentiellement.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

caractérisé en ce que la deuxième portion de coque de brûleur (8) présente une courbure et une forme qui peuvent être décrites par un segment formant un quart d'ellipse.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,
caractérisé en ce que la deuxième portion de coque de brûleur (8) présente une courbure et une forme qui peuvent être décrites par un segment formant un quart de cercle.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10,
caractérisé en ce que la forme de toutes les trois portions de coque de brûleur (1, 8, 9) pouvant être réunies d'une seule pièce peut être décrite par un système de droites s'étendant dans la direction longitudinale par rapport à la coque de brûleur.

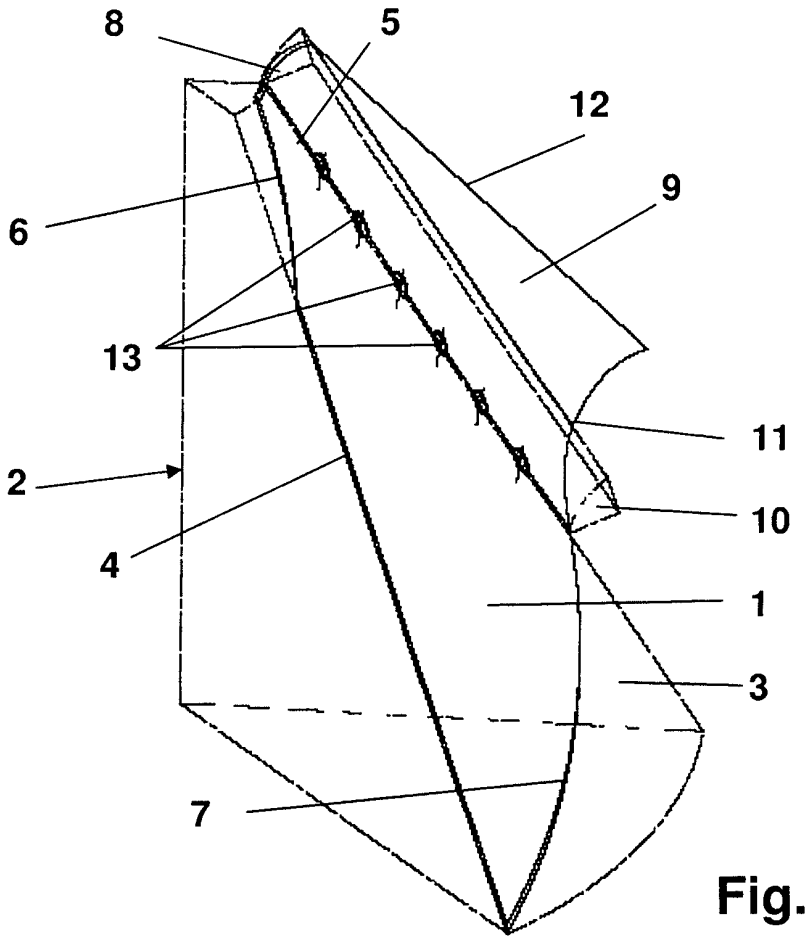


Fig. 1

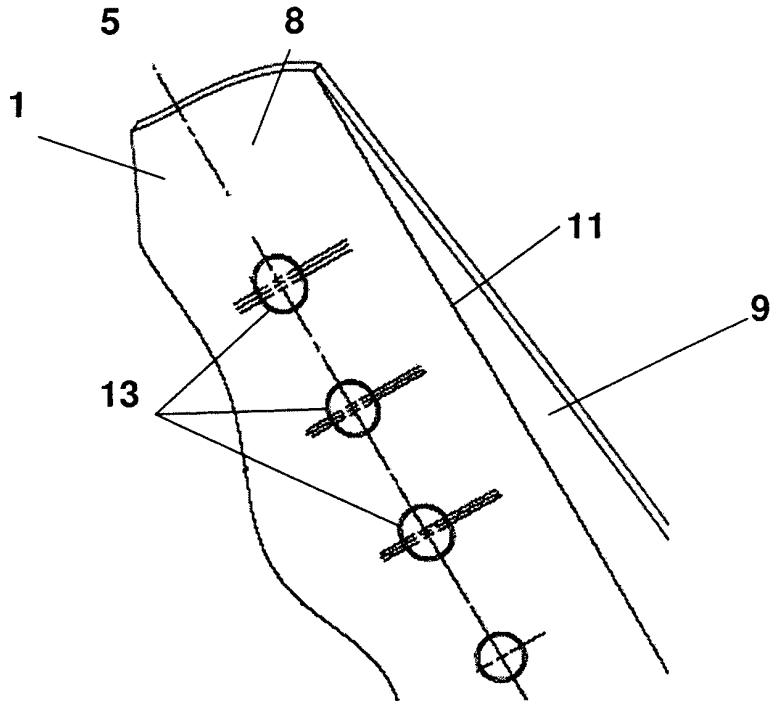


Fig. 2

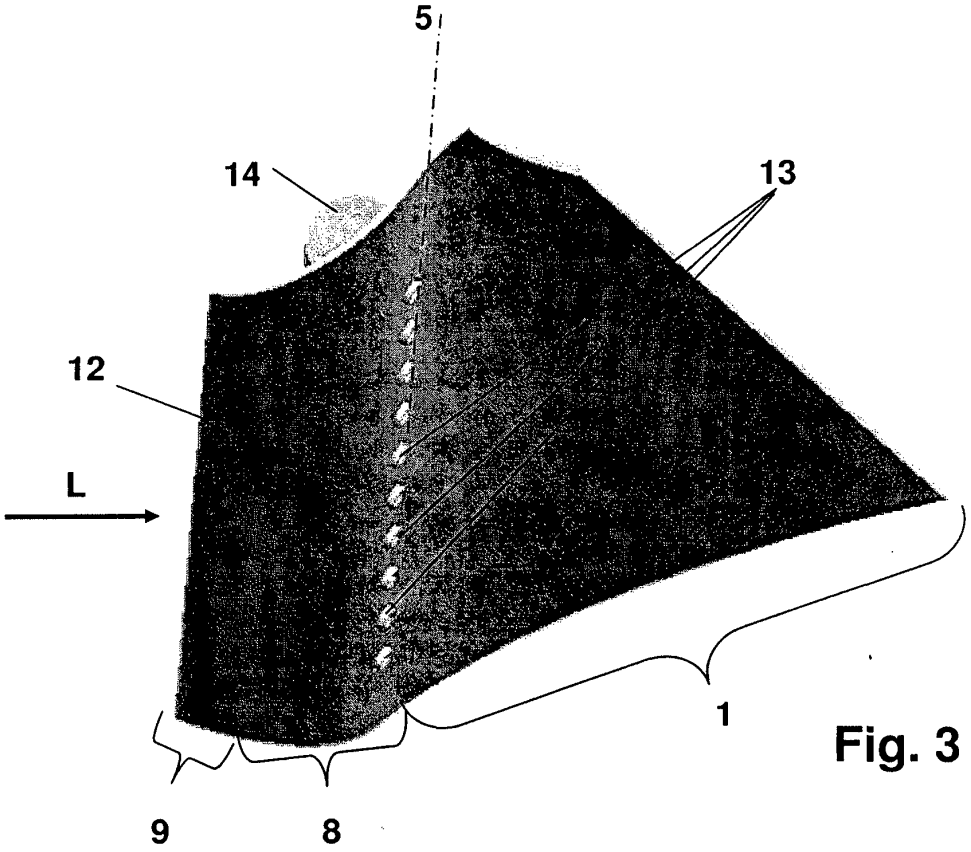


Fig. 3

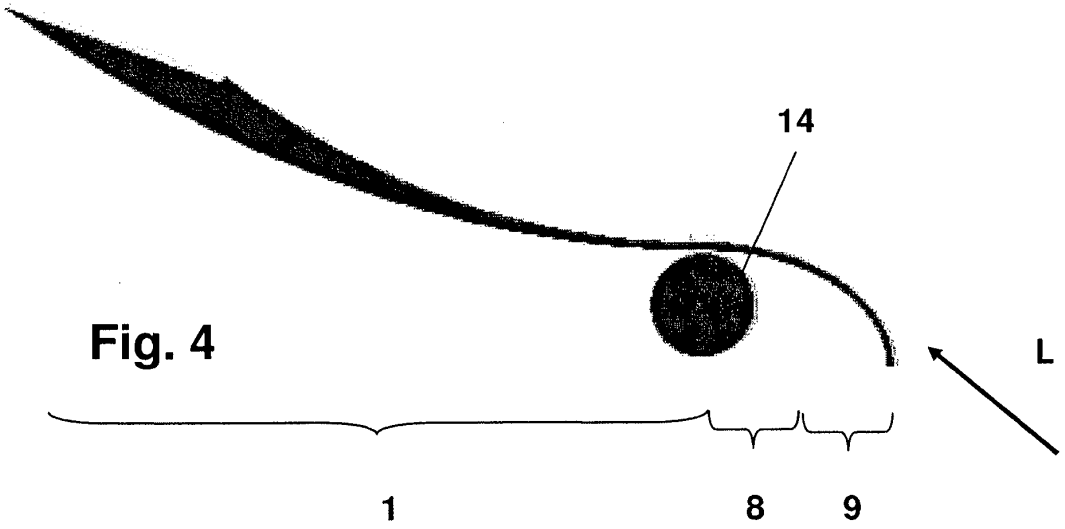


Fig. 4

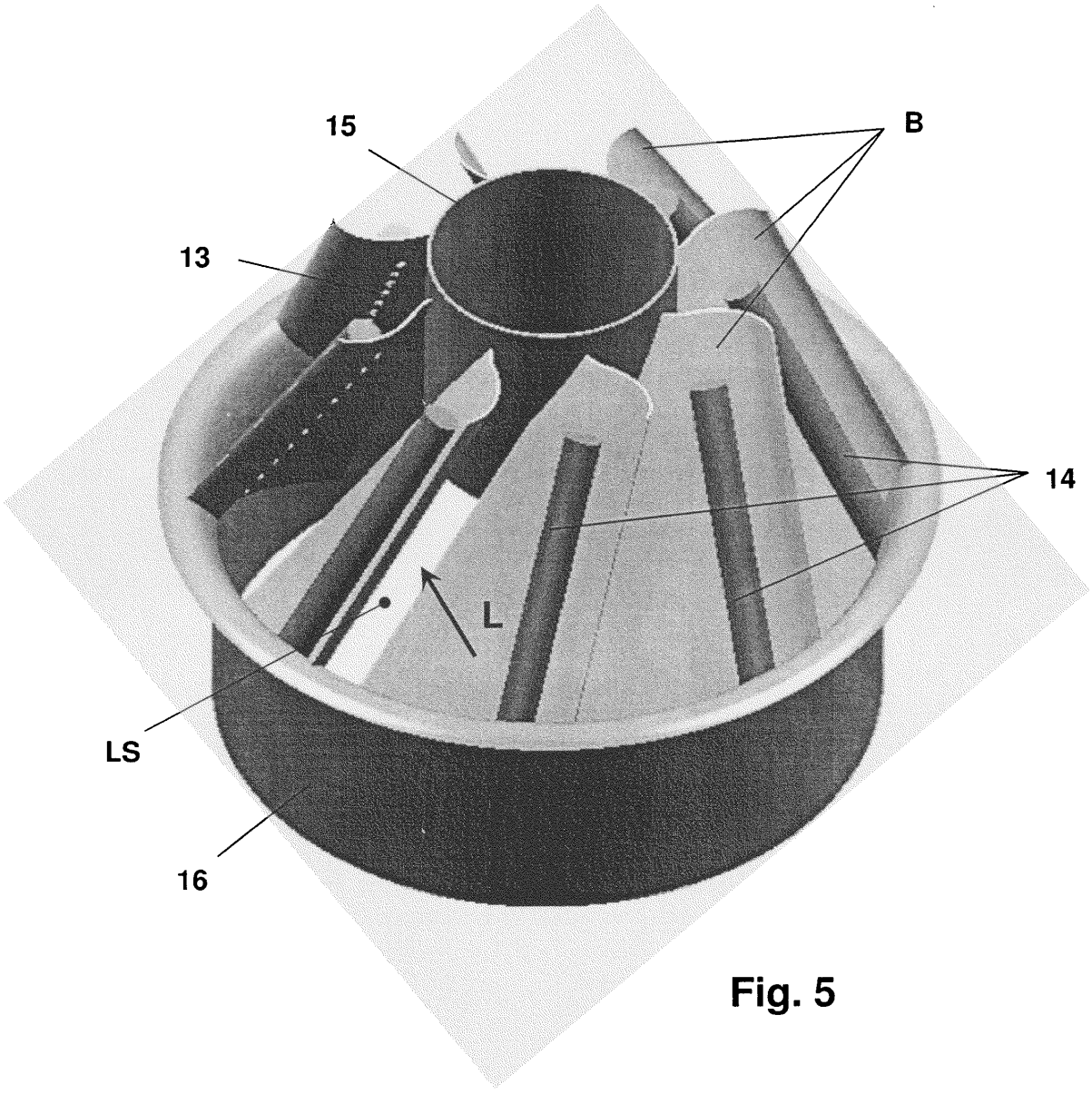


Fig. 5

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 0210462 A1 **[0002]**
- EP 0321809 B1 **[0002] [0006]**
- DE 4223828 A1 **[0005]**
- DE 4412315 A1 **[0005]**
- US 6702574 B1 **[0009]**