

(19)



(11)

EP 2 442 026 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.01.2016 Patentblatt 2016/04

(51) Int Cl.:
F23C 7/00 (2006.01)

F23D 14/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10187758.7**

(22) Anmeldetag: **15.10.2010**

(54) **Hochtemperaturbrenner für Brennerbetriebsverfahren mit zwei Betriebszuständen**

High temperature burner for burner operating methods with two operational states

Brûleur haute température pour procédé de fonctionnement d'un brûleur doté de deux états de fonctionnement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.04.2012 Patentblatt 2012/16

(73) Patentinhaber: **Elster GmbH
55252 Mainz-Kastel (DE)**

(72) Erfinder:
• **Schröder, Lars
49080 Osnabrück (DE)**

• **Von Gersum, Sabine
49076 Osnabrück (DE)**

(74) Vertreter: **Zenz Patentanwälte Partnerschaft mbB
Rüttenscheider Straße 2
45128 Essen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 893 915 WO-A1-2010/073156
DE-A1- 10 005 256 US-A- 5 288 021
US-A- 5 944 507**

EP 2 442 026 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

[0001] Die vorliegende Patentanmeldung betrifft einen Hochtemperaturbrenner, und insbesondere einen Hochtemperaturbrenner zur Verwendung bei einem Brennerbetriebsverfahren zur NO_x -reduzierten Verbrennung mit einem ersten Start-Betriebszustand und einem zweiten Arbeits-Betriebszustand.

[0002] Bei dem oben genannten Verfahren arbeitet der Hochtemperaturbrenner zum Aufheizen eines Ofenraums auf eine Betriebs- bzw. Arbeitstemperatur in einem ersten Start-Betriebszustand. Beim Erreichen einer definierten Umschaltsschwelle (Temperatur Ofenraum, Dauer des ersten Betriebszustandes etc.) wird in einen zweiten Betriebszustand, den Arbeits-Betriebszustand umgeschaltet, in welchem die NO_x -reduzierte Verbrennung stattfindet.

[0003] Ein solches Verfahren ist beispielsweise aus der EP 0 343 746 A2 bekannt. Der Brenner arbeitet nicht mit einer Brennkammer, vielmehr werden Verbrennungsluft und Brennstoff direkt in den Ofenraum geleitet, und zwar in Abhängigkeit von der Temperatur in dem Ofenraum. Zum Aufheizen des kalten Ofenraums wird der Brenner in einen ersten Betriebszustand geschaltet, in welchem der Brennstoff über eine erste Brennstoffzuführung vor Eintritt in den Ofenraum der Verbrennungsluft zugeführt wird, wobei das entstehende Gemisch beabstandet von der Seitenwand des Ofenraums in diesen eingeleitet wird. Bei Überschreiten der Zündtemperatur des Brennstoffes in dem Ofenraum wird der Brenner in einen zweiten Betriebszustand geschaltet, indem die erste Brennstoffzuführung geschlossen wird und eine zweite Brennstoffzuführung geöffnet wird. Die zweite Brennstoffzuführung mündet in einem vorgegebenen Abstand von der Verbrennungsluftzuführung und einem vorgegebenen Abstand von der Wand des Ofenraums in diesem.

[0004] Ein oben genanntes Verfahren mit zwei Betriebszuständen ist ferner aus der EP 0 685 683 B1 bekannt. Zum Aufheizen des Ofenraumes wird der Brenner in einen ersten Betriebszustand geschaltet. In diesem Betriebszustand wird einer Brennkammer über eine erste Brennstoffzuführung, die in der Nähe einer Austrittsöffnung einer Luftzufuhreinrichtung endet, Brennstoff zugeführt. In der Brennkammer wird der Brennstoff mit der zugeführten Verbrennungsluft vermischt und das entstehende Gemisch über eine in der Kammer angeordnete Zündelektrode gezündet, woraufhin es in der Brennkammer verbrennt und einen der Brennkammer zugeordneten Ofenraum aufheizt.

[0005] Sobald der Ofenraum über die Zündtemperatur des Brennstoffes aufgeheizt ist, wird der Brenner in einen zweiten Betriebszustand geschaltet, indem die erste Brennstoffzuführung geschlossen wird und eine zweite Brennstoffzuführung geöffnet wird. Die zweite Brennstoffzuführung endet etwa auf der Höhe der Austrittsöffnung der Brennkammer. In dem zweiten Betriebszustand wird der Brennkammer kein Brennstoff mehr zugeführt, so dass der Verbrennungsvorgang in der Brennkammer im Wesentlichen vollständig unterdrückt wird.

[0006] Ferner ist aus der EP 06 754 305.8 ein Verfahren zum Betreiben eines Hochtemperaturbrenners bekannt, bei welchem in einer Kammer ein Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisch gebildet und mit Hilfe einer Zündeinrichtung gezündet wird, die Verbrennung des Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisches in der Kammer für eine erste Zeitspanne aufrechterhalten wird, dann die Brennstoffzufuhr für eine zweite Zeitspanne derart vermindert wird, dass die Verbrennung abbricht und ausgesetzt bleibt, wobei in der zweiten Zeitspanne die Temperatur in der Kammer unter eine erste Solltemperatur absinkt, und schließlich, nachdem die Temperatur in der Kammer unter die erste Solltemperatur abgesunken ist, die Brennstoffzufuhr erhöht wird, so dass die Verbrennung des Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisches aufgrund der erkalteten Kammer erst bei Eintritt in den Ofenraum einsetzt und aufrechterhalten wird. Schließlich offenbart DE 100 05 256 A1 einen Hochtemperaturbrenner mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0007] Bedingt durch die bei diesem Verfahren verwendete Brenneranordnung ist die Einhaltung der oben genannten zweiten Zeitspanne notwendig, da, bedingt durch den Aufbau des bei dem Verfahren verwendeten Brenners, die Temperatur sowohl in der Kammer als auch der Kammerwandung während des ersten Betriebszustandes über die Zündtemperatur des Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisches ansteigt, und somit bei Nichteinhaltung der zweiten Zeitspanne kein Übergang in den zweiten Betriebszustand, bei dem die Verbrennung ausschließlich in dem Ofenraum stattfinden soll, möglich ist. Das Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisch zündet bei Nichteinhaltung der zweiten Zeitspanne in der Kammer, und eine Verbrennung, die nicht ausschließlich in dem Ofenraum stattfindet, ist hinsichtlich der NO_x -Reduzierung unerwünscht.

[0008] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Hochtemperaturbrenner bereitzustellen, mit welchem ein Brennerbetriebsverfahren durchgeführt werden kann, welches einen Start-Betriebszustand und einen NO_x -reduzierten Arbeits-Betriebszustand umfasst, welcher jedoch das Aussetzen der Verbrennung für eine zweite Zeitspanne zum Unterschreiten einer Solltemperatur in bzw. einer Kammer überflüssig macht.

[0009] Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Hochtemperaturbrenner gemäß Patentanspruch 1. Dieser Hochtemperaturbrenner umfasst eine in einen Ofenraum mündende Kammer, eine zur Kammer führende Verbrennungsluftzuführung sowie eine in der Kammer angeordnete Mischeinrichtung, die eine Mehrzahl von Verbrennungsluftdurchgängen aufweist, die auf zumindest zwei Kreisen auf der Mischeinrichtung angeordnet sind. Die Mischeinrichtung selber schließt die Verbrennungsluftzuführung hin zu der Kammer ab, d.h. über die Mischeinrichtung gelangt die Verbrennungsluft in den Teil der Kammer, in dem die Verbrennung (Start-Betriebszustand) bzw. die Vermischung (Arbeits-Betriebszustand) stattfindet.

[0010] Der Mittelpunkt der oben genannten Kreise, auf denen die Verbrennungsluftdurchgänge angeordnet sind, kann

mit der Achse der Kammer zusammenfallen oder von dieser versetzt sein. Es ist auch möglich, dass der Mittelpunkt zumindest eines Kreises mit der Kammerachse zusammenfällt, der Mittelpunkt zumindest eines weiteren Kreises aber von der Kammerachse versetzt ist. Auf jedem Kreis ist zumindest ein Verbrennungsluftdurchgang angeordnet, wobei diese Anordnung (bei kreiszylindrischer Ausgestaltung der Verbrennungsluftdurchgänge) derart durchgeführt ist, dass der Mittelpunkt eines gegebenen Verbrennungsluftdurchganges auf dem jeweiligen Kreis liegt. Im Rahmen dieser Anmeldung soll die Anordnung von Verbrennungsluftdurchgängen "auf einem Kreis" besagen, dass die Öffnungen der Verbrennungsluftdurchgänge auf dem Kreis angeordnet sind - die Kreise selber sind kein bauliches Merkmal des Brenners.

[0011] Aus herstellungstechnischer Sicht ist es bevorzugt, dass eine Mehrzahl von Verbrennungsluftdurchgängen auf einem Kreis angeordnet ist, wobei es aufgrund der gleichen Überlegung bevorzugt ist, dass die Mittelpunkte der Kreise mit der Kammerachse zusammenfallen.

[0012] Die Verbrennungsluftdurchgänge erstrecken sich durch die Mischeinrichtung und sind vorzugsweise zylindrisch ausgeführt, und aus produktionstechnischer Sicht ist es insbesondere bevorzugt, dass diese kreiszylindrisch ausgeführt sind.

[0013] Der Hochtemperaturbrenner umfasst ferner eine Brennstoffzuführung, die in einer Brennstoffaustrittseinrichtung stromab der Mischeinrichtung endet, das heißt die Brennstoffaustrittseinrichtung ist auf der Ofenraumseite der Mischeinrichtung angeordnet. Die Brennstoffaustrittseinrichtung umfasst einen kreiszylindrischen Mantel sowie eine die Brennstoffaustrittseinrichtung abschließende Stirnfläche bzw. Boden, wobei der Mantel eine Mehrzahl von Brennstoffdurchgängen aufweist und der Stirnfläche zumindest ein Brennstoffdurchgang zugeordnet ist, wobei dieser Brennstoffdurchgang direkt in der Stirnfläche angeordnet sein kann oder von dieser beabstandet (siehe unten) angeordnet sein kann.

[0014] Die Brennstoffaustrittseinrichtung kann einstückig mit der Mischeinrichtung ausgeführt sein, oder die Brennstoffaustrittseinrichtung kann in eine Öffnung in der Mischeinrichtung eingesetzt sein. Die Geometrie der Brennstoffdurchgänge ist entsprechend der Geometrie der Verbrennungsluftdurchgänge ausgeführt, d.h. eine zylindrische bzw. kreiszylindrische Ausgestaltung ist bevorzugt, jedoch sind auch andere Ausführungen (beispielsweise konisch) möglich.

[0015] Zur Zündung des Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisches während bzw. in dem Start-Betriebszustand ist in der Kammer eine Zündeinrichtung angeordnet.

[0016] Die Mischeinrichtung selber, die vorzugsweise aus einem hochtemperaturfesten Material wie beispielsweise Keramik oder einer entsprechenden Stahllegierung ausgeführt ist, ist scheibenförmig ausgebildet und liegt möglichst vollumfänglich an der Kammerwandung an, das heißt zwischen der Mischeinrichtung und der Kammerwandung verbleibt bei dem erfindungsgemäßen Hochtemperaturbrenner kein Spalt bzw. Ringraum, durch den Verbrennungsluft in die Kammer gelangen könnte.

[0017] Die Verbrennungsluftdurchgänge sind ferner derart auf der Mischeinrichtung bzw. den zumindest zwei Kreisen angeordnet, dass ein äußerer Ringraum der Mischeinrichtung frei von Verbrennungsluftdurchgängen ist. Eine derartige Anordnung der Verbrennungsluftdurchgänge hat zur Folge, dass in der Nähe der Kammerwandung keine Verbrennungsluft in die Kammer selber gelangt.

[0018] Die Verbrennungsluftdurchgänge weisen jeweils einen Anstellwinkel $\beta_x > 0^\circ$ zur Kammerachse und einen radialen Drallwinkel α_x auf, wobei ein Anstellwinkel β_a der Verbrennungsluftdurchgänge auf dem äußersten Kreis kleiner als ein Anstellwinkel β_i der Verbrennungsluftdurchgänge auf dem innersten Kreis ist, und wobei der Drallwinkel α_a der Verbrennungsluftdurchgänge auf dem äußersten Kreis größer als der Drallwinkel α_i auf dem innersten Kreis ist und wobei der Drallwinkel auf dem äußersten Kreis zwischen 5° und 60° beträgt.

[0019] Die Verbrennungsluftdurchgänge sind ferner derart angeordnet oder bemessen, dass die durch die Verbrennungsluftdurchgänge durchtretende Verbrennungsluftmenge radial nach außen zunimmt, das heißt die durch den Verbrennungsluftdurchgang bzw. die Verbrennungsluftdurchgänge auf dem innersten Kreis durchtretende Verbrennungsluftmenge ist geringer als die durch den Verbrennungsluftdurchgang bzw. die Verbrennungsluftdurchgänge auf dem äußersten Kreis durchtretende Verbrennungsluftmenge.

[0020] Durch die erfindungsgemäße Kombination der oben vorgesehenen Maßnahmen hinsichtlich der Ausgestaltung der Mischeinrichtung, das heißt der Anordnung und räumlichen Ausführung der Verbrennungsluftdurchgänge hinsichtlich des Anstellwinkels, des Drallwinkels sowie der durchtretenden Verbrennungsluftmenge, ist sichergestellt, dass der Hochtemperaturbrenner für sowohl den Start-Betriebszustand als auch den Arbeits-Betriebszustand geeignet ist.

[0021] Die Verdrallung der Verbrennungsluft sorgt für eine stabile Verbrennung im Start-Betriebszustand des Verbrennungsluft-Brennstoff-Gemisches innerhalb der Kammer, und die Abnahme des Drallwinkels vom äußersten zum innersten Kreis gewährleistet, dass Brennstoff und Verbrennungsluft im inneren der Kammer nicht zu stark vermischt werden. Ferner ist die Verdrallung so gewählt, dass in dem Arbeits-Betriebszustand die Verbrennung nicht in die Kammer gesaugt wird, sondern in einem günstigen Abstand von dem Kammeraustritt im Ofenraum stattfindet.

[0022] Eine zu starke Durchmischung des Brennstoffes sowie der Verbrennungsluft würde die Zündfähigkeit des entsprechenden Gemisches erhöhen und so dem Arbeits-Betriebszustand, in dem eine Verbrennung lediglich in den Ofenraum gewünscht ist, entgegenwirken. Durch die Ausgestaltung der Verbrennungsluftdurchgänge mit einem vom

innersten Kreis zum äußersten Kreis abnehmenden Anstellwinkel, wobei dieser jedoch stets größer als 0° bezogen auf die Kammerachse ist, wird erreicht, dass die Flamme nach innen, das heißt zu der Kammerachse und weg von der Kammerwand, gelenkt wird.

[0023] Bildlich gesprochen kann man sich bei Anordnung einer Mehrzahl von Verbrennungsluftdurchgängen auf jedem Kreis vorstellen, dass die Verbrennungsluft beim Durchströmen der Verbrennungsluftdurchgänge pro Kreis eine Art Kegel erzeugt, wobei der Kegel aufgrund des von außen nach innen größer werdenden Anstellwinkels außen länger und innen kürzer ist.

[0024] Indem die die Verbrennungsluftdurchgänge durchtretende Luftmenge von innen nach außen zunimmt, Brennstoff aber nur in der Nähe der Kammerachse zugeführt wird, wird erreicht, dass das Brennstoff/Verbrennungsluftgemisch von innen nach außen dünner (hinsichtlich des Brennstoffs) wird und "außen" eine nicht zündfähiges Gemisch vorliegt.

[0025] Die Kombination der oben genannten Maßnahmen hat zur Folge, dass im Start-Betriebszustand die in der Kammer erzeugte Flamme keinen Kontakt zur Kammerwand hat, wodurch sichergestellt ist, dass die Temperatur der Kammerwand während des Start-Betriebszustandes nicht über die Zündtemperatur des Brennstoff/Verbrennungsluft-Gemisches ansteigt. Aufgrund der Zeitdauer des Start-Betriebszustandes ist eine Erwärmung der Kammerwand über die Zündtemperatur durch die Strahlungswärme der Verbrennung ausgeschlossen.

[0026] Der Übergang in den Arbeits-Betriebszustand wird derart durchgeführt, dass die Brennstoffzufuhr kurzzeitig abgestellt wird, so dass die Verbrennung in der Kammer stoppt. Sogleich im Anschluss wird die Brennstoffzufuhr wieder angestellt (wobei natürlich die Zündeinrichtung deaktiviert bleibt) und das in der Kammer bereitete Brennstoff/Verbrennungsluftgemisch kann aufgrund der nicht vorhandenen Zündquelle (die Kammerwandung ist zur Zündung nicht heiß genug) nicht in der Kammer zünden, sondern erst bei Eintritt in den Ofenraum, dessen Temperatur in dem Start-Betriebszustand entsprechend eingestellt wurde. Bei dem mit dem erfindungsgemäßen Brenner durchführbaren Verfahren muss also nicht während einer zweiten Zeitspanne darauf gewartet werden, dass in der Kammer Bedingungen herrschen, die eine Zündung des Brennstoff/Verbrennungsluftgemisch unmöglich machen.

[0027] Bei einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochtemperaturbrenners ist der Stirnfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung eine Mehrzahl von Brennstoffdurchgängen zugeordnet, welche in der Stirnfläche selber angeordnet sind und diese können, sofern sie zylindrisch ausgeführt sind, parallel zur Kammerachse ausgerichtet sein. Um eine bessere Durchmischung des Brennstoffs sowie der Verbrennungsluft in der Nähe der Brennstoffaustrittseinrichtung zu erreichen, ist es jedoch bevorzugt, dass die in der Stirnfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung angeordneten Brennstoffdurchgänge einen Anstellwinkel weg von der Kammerachse zwischen 0° und 30° aufweisen. Bei der Anordnung der Brennstoffdurchgänge in der Brennstoffaustrittseinrichtung ist es ferner bevorzugt, dass die Brennstoffdurchgänge derart auf bzw. in der Stirnfläche und Mantelfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung angeordnet sind bzw. verteilt sind, dass mehr als 60% des die Gasdurchgänge durchtretenden Brennstoffs über die Stirnfläche austritt. Der durch die Brennstoffdurchgänge in der Stirnfläche austretende Brennstoff reagiert konstruktionsbedingt bevorzugt mit der Verbrennungsluft, die durch die auf dem äußersten Kreis angeordneten Verbrennungsluftdurchgänge austritt, und durch die entsprechende Anordnung bzw. Verteilung der Brennstoffdurchgänge wird die Reaktion in der Nähe der Achse, also entfernt von der Kammerwand, gefördert.

[0028] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel, das insbesondere für sehr reaktive Brennstoffe (mit beispielsweise einem hohen Wasserstoffanteil) geeignet ist, umfasst die Brennstoffaustrittseinrichtung eine zur Kammerachse achsparelle, sich in die Kammer erstreckende Brennstofflanze, die den Brennstoffdurchgang am Lanzenende aufweist. Über diese Lanze werden zumindest 50% des Brennstoffes in die Kammer geleitet. Indem der achsparelle Eintritt des Brennstoffes auf einen Brennstoffdurchgang am Ende der Brennstofflanze konzentriert wird, kann auch die Verbrennung in der Nähe der Achse konzentriert werden. Es wird also verstärkt dafür gesorgt, dass die Verbrennung beabstandet von der Kammerwand stattfindet und so eine zu starke Erhitzung dieser unterbleibt.

[0029] Der Hochtemperaturbrenner selber ist beim Anfahren und Ausschalten hohen Temperaturschwankungen ausgesetzt, die zudem innerhalb eines kurzen Zeitraumes auftreten, so dass insbesondere das Material der Mischeinrichtung sowie der Brennstoffaustrittseinrichtung und der Kammer hohen thermischen Anforderungen ausgesetzt ist. Hinsichtlich der Brennstoffaustrittseinrichtung hat sich gezeigt, dass es bevorzugt ist, dass die Stirnfläche zur Mantelfläche abgechrägt ist, da durch diese Ausgestaltung der Brennstoffaustrittseinrichtung Spannungen beim Erhitzen und Abkühlen der Brennstoffaustrittseinrichtung besser abgeleitet werden.

[0030] Die Verbrennungsluftdurchgänge sind auf einer Mehrzahl von Kreisen auf der Mischeinrichtung angeordnet, wobei der Mittelpunkt der Kreise mit der Kammerachse zusammenfallen oder von dieser versetzt sein kann. Bei einer bevorzugten Ausführungsordnung sind die Verbrennungsluftdurchgänge auf drei Kreisen auf der Mischeinrichtung angeordnet, wobei der Anstellwinkel vom äußersten Kreis zum innersten Kreis zunimmt und der radiale Drallwinkel vom äußersten Kreis zum innersten Kreis abnimmt. Eine derartige Anordnung der Verbrennungsluftdurchgänge auf drei Kreisen hat zum einen den Vorteil, dass eine entsprechende Mischeinrichtung recht einfach zu fertigen ist. Zum anderen gewährleistet eine derartige Anordnung eine sehr gleichmäßige Verteilung der Verbrennungsluft in der Kammer, was wiederum eine sehr gleichmäßige Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft bedingt. Eine solche gleichmäßige Vermischung gewährleistet eine entsprechend gleichmäßige Verbrennung im Startzustand - bei unzureichender Ver-

mischung auftretende "lokale Explosionen", die die Verbrennung zur Kammerwandung drängen können, unterbleiben.

[0031] Ferner ist es bevorzugt, dass die Verbrennungsluftdurchgänge derart angeordnet oder bemessen sind, dass mehr als 75% der Verbrennungsluftmenge beim äußersten Kreis und weniger als 25% der Verbrennungsluftmenge am innersten Kreis die Mischeinrichtung durchtreten, wobei eine derartige Verteilung der durchtretenden Luftmenge durch die Größe und/oder die Anzahl der Verbrennungsluftdurchgänge erreicht werden kann. Bei einer derartigen Anordnung der Verbrennungsluftdurchgänge auf der Mischeinrichtung erhält man eine hinreichend stabile Flamme im Start-Betriebszustand und ferner wird unterstützt, dass in diesem Zustand die Verbrennung nicht an die Kammerwand gelangt.

[0032] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel entspricht die Breite des Ringraums 20-40% der mittleren Öffnungsweite der Verbrennungsluftdurchgänge auf dem äußersten Kreis, wobei die mittlere Öffnungsweite bei einer kreiszylindrischen Ausführung der Verbrennungsluftdurchgänge dem Durchmesser entspricht. Es hat sich herausgestellt, dass eine derartige Bemessung des Kreisraums eine ideale Verfahrensführung sowohl im Start-Betriebszustand als auch im Arbeits-Betriebszustand gewährleistet.

[0033] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Hochtemperaturbrenners zeigt;

Figur 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Hochtemperaturbrenners zeigt;

Figuren 3a und 3b eine Draufsicht bzw. eine Ansicht von schräg oben der Mischeinrichtung des ersten Ausführungsbeispiels zeigen;

Figuren 4a - 4c Schnittansichten durch die in Figuren 3a und 3b gezeigte Mischeinrichtung zeigen; und

Figur 5 eine schematische Ansicht einer Mischeinrichtung eines weiteren Ausführungsbeispiels zur Veranschaulichung der Anstellwinkel zeigt.

[0034] Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochtemperaturbrenners. Der Brenner weist ein Gehäuse 1 auf, in welches eine Brennstoffleitung 3a sowie eine Verbrennungsluftleitung 2a münden. Die Brennstoffleitung 3a geht in dem Gehäuse 1 in eine Brennstoffzuführung 3 über, und die Verbrennungsluftleitung 2a geht in eine Verbrennungsluftzuführung 2 über. An das Gehäuse schließt sich in Längsrichtung eine Kammer 4 aus einem hochhitzebeständigen Material an, in welcher die Brennstoffzuführung 3 sowie die Verbrennungsluftzuführung 2 münden. Beispielsweise ist die Kammer aus keramischen Materialien oder Metalllegierungen gefertigt.

[0035] Die Kammer 4 mündet über einen Auslass 5 in einem Ofenraum 6 oder einem (nicht gezeigten) in dem Ofenraum 6 angeordneten Strahlrohr eines Industriebrenners. Der Auslass 5 ist durch eine Einschnürung der Kammer 4 in der Nähe der Mündung der Kammer 4 in den Ofenraum 6 gebildet und ist vorzugsweise zu der Achse der Kammer 4 rotationssymmetrisch. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel des Hochtemperaturbrenners nimmt der Querschnitt der Kammer bis zu der Einschnürung bei dem Auslass 5 geringfügig ab. Der Querschnitt der Kammer kann jedoch auch über deren gesamte Länge bis hin zu der Einschnürung konstant sein.

[0036] Die Brennstoffzuführung 3 endet bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel in einer Brennstoffaustrittseinrichtung 9, die stromab der Mischeinrichtung 10 angeordnet ist. Die Brennstoffaustrittseinrichtung 9 ist einstückig mit der Mischeinrichtung 10 ausgebildet, bei anderen Ausführungsbeispielen kann die Brennstoffaustrittseinrichtung in eine Öffnung in der Mischeinrichtung 10 eingesetzt sein, d.h. die Mischeinrichtung und die Brennstoffaustrittseinrichtung sind dann separate Bauteile des Brenners. Die Brennstoffaustrittseinrichtung 9 umfasst einen kreiszylindrischen Mantel sowie eine die Brennstoffaustrittseinrichtung zur Kammer abschließende Stirnfläche, wobei der Mantel und die Stirnfläche eine Mehrzahl von Brennstoffdurchgängen 9a, 9b aufweisen.

[0037] Die Verbrennungsluftzuführung 2 mündet bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel in die Kammer 4, und in der Kammer 4 ist eine Mischeinrichtung 10 angeordnet, wobei die Mischeinrichtung 10 die Verbrennungsluftzuführung 2 zur Kammer hin abschließt. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Mischeinrichtung 10 von dem Übergang Verbrennungsluftzuführung/Kammer beabstandet, d.h. die Kammer selber dient stromauf der Mischeinrichtung noch als Luftzuführung. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann die Mischeinrichtung 10 aber auch direkt an dem Ende der Verbrennungsluftzuführung 2 angeordnet sein. Wichtig ist lediglich, dass die Mischeinrichtung die Verbrennungsluftzuführung 2 zu der eigentlichen Kammer 4 hin abschließt.

[0038] Die Mischeinrichtung 10 selber ist scheibenförmig ausgebildet und liegt weitgehend vollumfänglich an der Wand der Kammer 4 an, d.h. es ist kein bzw. nur ein unbedeutender Verbrennungsluftdurchtritt bei dem Außenumfang der Mischeinrichtung möglich. Völlig vermeiden lässt sich ein gewisser Luftdurchtritt zwischen Mischeinrichtung und Kammerwand jedoch nicht, da aufgrund produktionstechnischer Vorgaben der Außendurchmesser der Mischeinrichtung stets minimal geringer als der Innendurchmesser der Kammerwandung ist, da ansonsten die Mischeinrichtung nicht in die Brennkammer einführbar wäre (das Verhältnis von Spaltbreite / Durchmesser Mischeinrichtung ist stets kleiner 0,5%).

[0039] Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochtemperaturbrenners, wobei dieses

gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel lediglich im Bereich der Brennstoffaustrittseinrichtung 9 abgewandelt ist. Die Brennstoffaustrittseinrichtung umfasst eine zur Kammerachse parallel ausgeführte Brennstofflanze 9c, die bei ihrem Lanzenende den Brennstoffdurchgang 9b aufweist. Durch die Verwendung der Brennstofflanze wird der der Stirnfläche zugeordnete Brennstoffdurchgang also von der Stirnfläche weg weiter in die Kammer verlagert, d.h. der Brennstoffdurchgang befindet sich nicht mehr direkt in der Stirnfläche, sondern ist von dieser beabstandet.

[0040] Im Gegensatz zu dem ersten Ausführungsbeispiel, bei welchem der Stirnfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung eine Mehrzahl von Brennstoffdurchgängen 9b zugeordnet ist, ist der Stirnfläche bei diesem Ausführungsbeispiel also lediglich ein Brennstoffdurchgang 9b zugeordnet.

[0041] Über die Brennstofflanze 9c werden zumindest 50% des Brennstoffes in die Kammer 4 geleitet. Indem der achsparallele Eintritt des Brennstoffes auf einen Brennstoffdurchgang 9b am Ende der Brennstofflanze 9c konzentriert wird, kann auch die Verbrennung in der Nähe der Achse konzentriert werden. Es wird also verstärkt dafür gesorgt, dass die Verbrennung beabstandet von der Kammerwand stattfindet und so eine zu starke Erhitzung dieser unterbleibt.

[0042] Die Mischeinrichtung 10, und insbesondere die Anordnung der Verbrennungsluftdurchgänge auf bzw. in der Mischeinrichtung, wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren 3a, 3b, 4a, 4b, 4c und 5 beschrieben, wobei die Figuren 3a und 3b eine Draufsicht bzw. eine Ansicht von schräg oben der Mischeinrichtung des ersten Ausführungsbeispiels zeigen.

[0043] Wie den beiden Figuren 3a und 3b zu entnehmen ist, sind bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Verbrennungsluftdurchgänge 21, 22, 23 auf drei (lediglich in Figur 2a dargestellten) Kreisen a, b, c angeordnet, wobei die Anzahl und die Abmessung der Verbrennungsluftdurchgänge 21, 22, 23 vom innersten Kreis a über den mittleren Kreis b hin zu dem äußersten Kreis c zunimmt. Der Drallwinkel der Verbrennungsluftdurchgänge nimmt von dem äußersten Kreis c hin zu dem innersten Kreis a ab ($\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$), wobei der Drallwinkel α_3 der Verbrennungsluftdurchgänge 21 auf dem innersten Kreis c 0° beträgt (siehe insbesondere Figuren 4a - 4c). Die Anstellwinkel $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ der Verbrennungsluftdurchgänge 21, 22, 23 nimmt von dem äußersten Kreis c über den Anstellwinkel der Verbrennungsluftdurchgänge 22 auf dem mittleren Kreis b hin zu dem Anstellwinkel der Verbrennungsluftdurchgänge 21 auf dem innersten Kreis a hin zu ($\beta_1 < \beta_2 < \beta_3$) (siehe dazu insbesondere Figur 5), wobei der Anstellwinkel β_1 auch auf dem äußersten Kreis c größer 0° ist, um eine Lenkung der Flamme in dem Start-Betriebszustand in das Innere der Kammer 4 zu gewährleisten.

[0044] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Verbrennungsluftdurchgänge 21, 22, 23 derart auf der Mischeinrichtung angeordnet, dass die die Mischeinrichtung 10 durchtretende Verbrennungsluftmenge radial nach außen zunimmt, wobei dies im vorliegenden Fall dadurch erreicht wird, dass zum einen von innen nach außen mehr Verbrennungsluftdurchgänge pro Kreis a, b, c und zum anderen von innen nach außen größere werdende Verbrennungsluftdurchgänge pro Kreis vorgesehen sind. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann dies auch nur über die Anzahl der Verbrennungsluftöffnungen pro Kreis oder lediglich die Veränderung der Abmessung erreicht werden.

[0045] Bei dem in den Figuren 3a, 3b, 4a, 4b, 4c und 5 gezeigten Ausführungsbeispielen ist die Brennstoffaustrittseinrichtung 9 einstückig mit der Mischeinrichtung 10 ausgeführt und umfasst einen kreiszylindrischen Mantel sowie eine Stirnfläche, die die Brennstoffaustrittseinrichtung 9 hin zur Kammer 4 abschließt. Die Stirnfläche ist zum Mantel abgechrägt, und dadurch erhält der stromab der dem Ofenraum 6 zugewandten Fläche der Mischeinrichtung angeordnete Teil der Brennstoffaustrittseinrichtung eine topfförmige Gestalt. In der Mantelfläche und der Stirnfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung 9 sind eine Mehrzahl von Brennstoffdurchgängen 9a, 9b angeordnet, wobei die in dem Mantel angeordnete Brennstoffdurchgänge 9a kreiszylindrisch und parallel zur Oberfläche der Mischeinrichtung geführt sind, und die in der Stirnfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung angeordneten Brennstoffdurchgänge 9b ebenfalls kreiszylindrisch ausgebildete sind und einen Anstellwinkel weg von der Kammer aufweisen ($> 0^\circ < 30^\circ$).

[0046] Die Mischeinrichtung 10 umfasst ferner zwei kreisförmige Öffnungen 30, 40, die bei den gezeigten Ausführungsbeispielen für die Aufnahme einer (nicht gezeigten) Zündeinrichtung 12 und einer (ebenfalls nicht gezeigten) Flammüberwachungseinrichtung vorgesehen sind.

[0047] Die Figuren 4a - 4c veranschaulichen die Drallwinkel der auf den Kreisen a, b, c angeordneten Verbrennungsluftdurchgänge, wobei Figur 4a eine Schnittansicht von Figur 3a entlang B1 - B1, Figur 4b eine Schnittansicht von Figur 3a entlang B2 - B2 und Figur 4c eine Schnittansicht von Figur 3a entlang B3 - B3 wiedergibt. Wie den Figuren 4a - 4c zu entnehmen ist, nimmt der Drallwinkel der Verbrennungsluftdurchgänge von dem innersten Kreis a hin zum äußersten Kreis c ab, wobei der Drallwinkel der Verbrennungsluftdurchgangsöffnungen auf dem innersten Ring 0° in Bezug auf die Kammerachse beträgt.

[0048] Figur 5 ist eine schematische Schnittansicht durch eine Mischeinrichtung 10 eines weiteren Ausführungsbeispiels, bei welchem die Verbrennungsluftdurchgänge anders auf bzw. in der Mischeinrichtung angeordnet sind. Zwar sind die Verbrennungsluftdurchgänge ebenfalls auf drei Kreisen angeordnet, jedoch sind die Verbrennungsluftöffnungen benachbarter Kreise nicht versetzt zueinander angeordnet, sondern auf einer Geraden von dem Mittelpunkt aus, also radial. Bei dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ist noch einmal die Abnahme des Anstellwinkels β_x vom äußersten Kreis zum innersten Kreis gezeigt, wobei bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Anstellwinkel β_3 der Verbrennungsluftdurchgänge 21 auf dem innersten Kreis größer als der Anstellwinkel β_2 der Verbrennungsluftdurch-

gänge 22 auf dem mittleren Kreis ist, welcher wiederum größer als der Anstellwinkel β_1 der Verbrennungsluftdurchgänge 23 auf dem äußersten Kreis ist.

[0049] Bei der in Figur 5 dargestellten Mischeinrichtung 10 ist diese einstückig mit der Brennstoffaustrittseinrichtung 9 ausgebildet, und die sowohl die Mantelfläche also auch die Stirnfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung 9 umfassen eine Mehrzahl von Brennstoffdurchgängen 9a, 9b, wobei die in der Stirnfläche angeordneten Brennstoffdurchgänge 9b einen Anstellwinkel weg von der Kammerachse aufweisen. Dies bewirkt, dass der austretende Brennstoff eher, sprich näher an der Stirnfläche und damit näher an der dem Ofenraum zugewandten Oberfläche der Mischeinrichtung 10 mit der Verbrennungsluft in Kontakt kommen, was für eine homogenere Durchmischung Brennstoff/Verbrennungsluft sorgt, da sich der Brennstoff in einem größeren Volumen verteilt.

[0050] Details der bei dem in den Figuren 3a, 3b und 4a - 4c gezeigten Ausführungsbeispiel verwendeten Mischeinrichtung 10 sind in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben:

	Innerer Kreis (a)	Mittlerer Kreis (b)	Äußerer Kreis (c)
Verbrennungsluftdurchgänge	6	10	12
Durchmesser Durchgang / mm	5	7	13
Drallwinkel α / °	0	25	45
Anstellwinkel β / °	20	15	10
Kreis / Aussendurchmesser Mischeinrichtung	0,45	0,65	0,82
Teilkreis / mm	55	80	98

Patentansprüche

1. Hochtemperaturbrenner zur Verwendung bei einem Brennerbetriebsverfahren zur NO_x -reduzierten Verbrennung mit einem ersten Start-Betriebszustand und einem zweiten Arbeits-Betriebszustand, mit
 - einer in einen Ofenraum (6) mündenden Kammer (4),
 - einer zur Kammer führenden Verbrennungsluftzuführung (2),
 - einer in der Kammer angeordneten Mischeinrichtung (10), wobei die Mischeinrichtung (10) eine Mehrzahl von Verbrennungsluftdurchgängen (21, 22, 23) aufweist,
 - einer Brennstoffzuführung (3), die in einer Brennstoffaustrittseinrichtung (9) stromab der Mischeinrichtung (10) endet, wobei die Brennstoffaustrittseinrichtung (9) einen kreiszylindrischen Mantel sowie eine die Brennstoffaustrittseinrichtung (9) zur Kammer abschließenden Stirnfläche aufweist, wobei der Mantel eine Mehrzahl von Brennstoffdurchgängen (9a) aufweist und der Stirnfläche zumindest ein Brennstoffdurchgang (9b) von zugeordnet ist, und
 - einer in der Kammer (4) angeordneten Zündeinrichtung (12),
 - wobei die Mischeinrichtung (10) scheibenförmig ausgebildet ist und an der Kammerwandung anliegt, wobei die Verbrennungsluftdurchgänge (21, 22, 23) derart auf der Mischeinrichtung angeordnet sind, dass ein äußerer Ringraum der Mischeinrichtung (10) frei von Verbrennungsluftdurchgängen ist, und
 - wobei die Verbrennungsluftdurchgänge (21, 22, 23) jeweils einen Anstellwinkel $\beta_x > 0^\circ$ zur Kammerachse, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsluftdurchgänge (21, 22, 23) auf zumindest zwei Kreisen (a, b, c) auf der Mischeinrichtung (10) angeordnet sind, und einen radialen Drallwinkel α_x aufweisen,
 - wobei ein Anstellwinkel β_a der Verbrennungsluftdurchgänge (23) auf dem äußersten Ring (c) kleiner als ein Anstellwinkel β_i der Verbrennungsluftdurchgängen (21) auf dem innersten Ring ist (a),
 - wobei der Drallwinkel α_a der Verbrennungsluftdurchgänge (23) auf dem äußersten (c) Ring größer als der Drallwinkel α_i der Verbrennungsluftdurchgänge (21) auf dem innersten (a) Ring ist und wobei der Drallwinkel α_a der Verbrennungsluftdurchgänge (23) auf dem äußersten Ring (c) zwischen $5 - 60^\circ$ beträgt, und
 - wobei die Verbrennungsluftdurchgänge (21, 22, 23) derart angeordnet oder bemessen sind, dass die durch die Verbrennungsluftdurchgänge (21, 22, 23) durchtretende Verbrennungsluftmenge radial nach außen zunimmt.
2. Hochtemperaturbrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, wobei der Stirnfläche eine Mehrzahl von Brennstoffdurchgängen (9b) zugeordnet sind, die einen Anstellwinkel weg von der Kammerachse zwischen 0° und 30° aufweisen.
3. Hochtemperaturbrenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffdurchgänge (9b, 9a) derart in Stirnfläche und Mantelfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung (9) angeordnet sind, dass mehr als 60%

des die Brennstoffdurchgänge durchtretenden Brennstoffes über die Stirnfläche austritt.

4. Hochtemperaturbrenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffaustrittseinrichtung (9) eine zur Kammerachse achsparallele, sich in die Kammer erstreckende Brennstofflanze (9c) mit Brennstoffdurchgang (9b) am Lanzenende aufweist.
5. Hochtemperaturbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnfläche der Brennstoffaustrittseinrichtung (9) zur Mantelfläche abgeschrägt ist.
6. Hochtemperaturbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsluftdurchgänge (21, 22, 23) auf drei Kreisen (a, b, c) auf der Mischeinrichtung (10) angeordnet sind, wobei der Anstellwinkel β_x vom äußersten Kreis (c) zum innersten Kreis (a) zunimmt und der radiale Drallwinkel α_x vom äußersten Kreis (c) zum innersten Kreis (a) abnimmt.
7. Hochtemperaturbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Verbrennungsluftdurchgänge (21, 22, 23) derart angeordnet oder bemessen sind, dass mehr als 75% der Verbrennungsluftmenge beim äußersten Ring (c) und weniger als 25% der Verbrennungsluftmenge am innersten Ring (a) die Mischeinrichtung (10) durchtreten.
8. Hochtemperaturbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite des Ringraums 20 - 40% der mittleren Öffnungsweite der Verbrennungsdurchgänge (23) auf dem äußersten Ring (c) beträgt.

Claims

1. A high-temperature burner for use in a burner operation procedure for reduced-NOx combustion with a first startup operating state and a second working operating state, with
a chamber (4) that opens into a hearth (6),
a combustion air supply (2) that leads to the chamber,
a mixing device (10) arranged in the chamber, wherein the mixing device (10) exhibits a plurality of combustion air passages (21, 22, 23),
a fuel supply (3), which ends in a fuel outlet device (9) downstream from the mixing device (10),
wherein the fuel outlet device (9) exhibits a perfectly cylindrical jacket and a front surface that closes off the fuel outlet device (9) relative to the chamber, wherein the jacket exhibits a plurality of fuel passages (9a), and the front surface has allocated to it at least one fuel passage (9b), and
an ignition device (12) arranged in the chamber (4),
wherein the mixing device (10) has a disk-shaped design and abuts against the chamber wall, wherein the combustion air passages (21, 22, 23) are arranged on the mixing device in such a way that an outer annular space of the mixing device (10) is free of combustion air passages, and
wherein the combustion air passages (21, 22, 23) each exhibit an angle of attack $\beta_x > 0^\circ$ to the chamber axis, **characterized in that** the combustion air passages (21, 22, 23) are situated on at least two circles (a, b, c) on the mixing device (10), and a radial angle of twist α_y ,
wherein an angle of attack β_a of the combustion air passages (23) is smaller on the outermost ring (c) than an angle of attack β_i of the combustion air passages (21) on the innermost ring (a),
wherein the angle of twist α_a of the combustion air passages (23) is larger on the outermost ring (c) than the angle of twist α_i of the combustion air passages (21) on the innermost (a) ring, and wherein the angle of twist α_a of the combustion air passages (23) on the outermost ring (c) measures between 5 and 60°, and
wherein the combustion air passages (21, 22, 23) are arranged or dimensioned in such a way that the combustion air quantity passing through the combustion air passages (21, 22, 23) increases radially outwardly.
2. The high-temperature burner according to claim 1, **characterized in that**, wherein [sic] the front surface has allocated to it a plurality of fuel passages (9b), which exhibit an angle of attack away from the chamber axis of between 0° and 30°.
3. The high-temperature burner according to claim 1 or 2, **characterized in that** the fuel passages (9b, 9a) are arranged in the front surface and shell surface of the fuel outlet device (9) in such a way that more than 60% of the fuel passing through the fuel passages exits via the front surface.

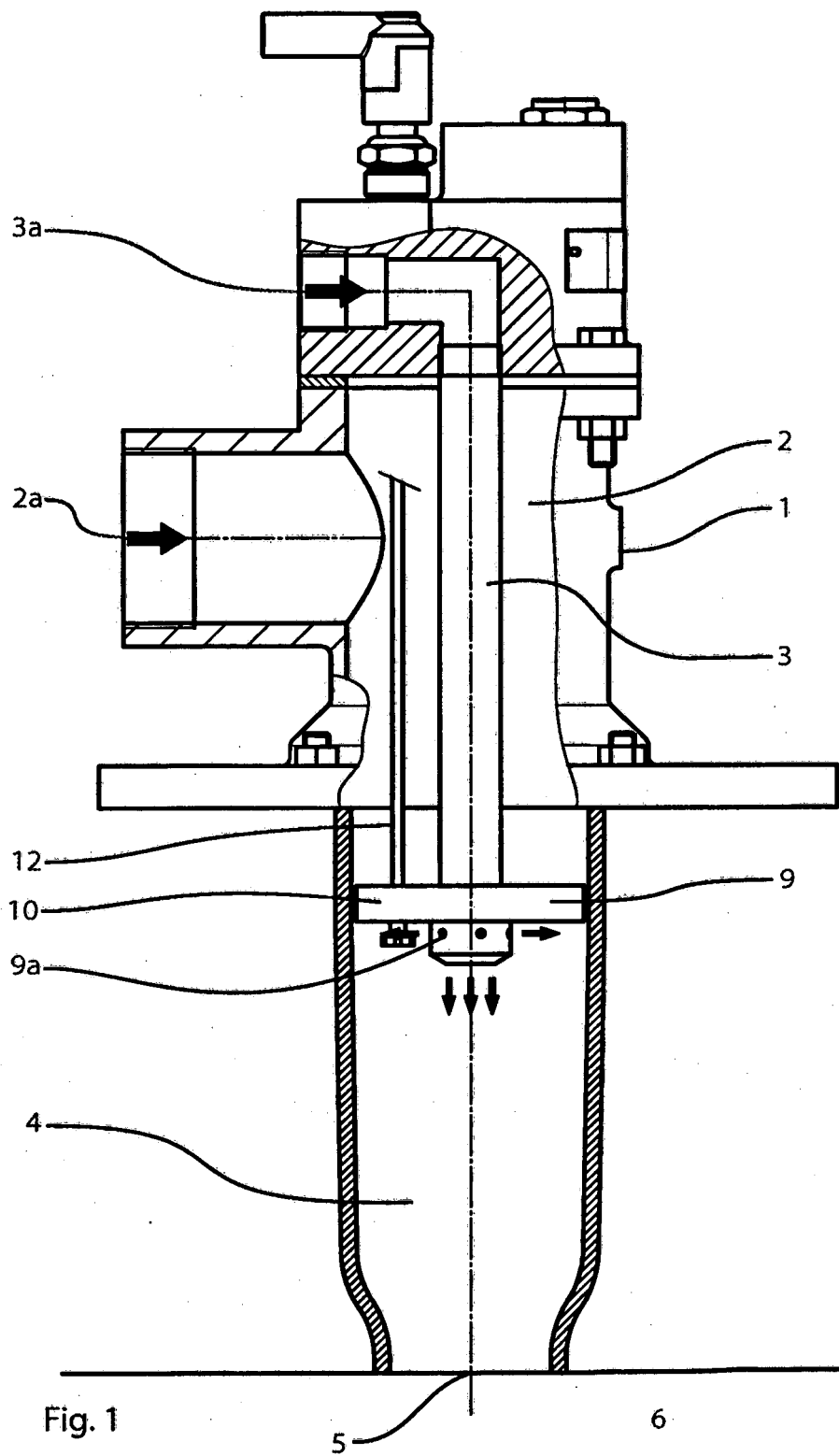
4. The high-temperature burner according to claim 1, **characterized in that** the fuel outlet device (9) exhibits a fuel lance (9c) that is axially parallel to the chamber axis, extends into the chamber, and has a fuel passage (9b) at the lance end.
5. The high-temperature burner according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the front surface of the fuel outlet device (9) is beveled toward the shell surface.
6. The high-temperature burner according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the combustion air passages (21, 22, 23) are arranged on three circles (a, b, c) on the mixing device (10), wherein the angle of attack β_x increases from the outermost circle (c) to the innermost circle (a), and the radial angle of twist α_x decreases from the outermost circle (c) to the innermost circle (a).
7. The high-temperature burner according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the combustion air passages (21, 22, 23) are arranged or dimensioned in such a way that more than 75% of the combustion air quantity passes through the mixing device (10) at the outermost ring (c) and less than 25% of the combustion air quantity does so at the innermost ring (a).
8. The high-temperature burner according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the width of the annular space measures 20 to 40% of the average opening width of the combustion passages (23) on the outermost ring (c).

Revendications

1. Brûleur haute température pour utilisation dans un procédé de fonctionnement de brûleur pour combustion réduite en NO_x avec un premier état de fonctionnement de démarrage et un deuxième état de fonctionnement de travail avec une chambre (4) débouchant dans un espace de four (6), un conduit d'arrivée d'air de combustion (2) conduisant à la chambre, un dispositif de mélange (10) disposé dans la chambre, pour lequel le dispositif de mélange (10) comporte une pluralité de passages d'air de combustion (21, 22, 23), un conduit d'arrivée de combustible (3), qui se termine dans un système de sortie de combustible (9) en aval du dispositif de mélange (10), pour lequel le système de sortie de combustible (9) comporte une enveloppe cylindrique circulaire ainsi qu'une surface frontale fermant le système de sortie de combustible (9) à la chambre, pour lequel l'enveloppe comporte une pluralité de passages de combustible (9a) et au moins un passage de combustible (9b) de ceux-ci est attribué à la surface frontale, et un système d'allumage (12) disposé dans la chambre (4), pour lequel le dispositif de mélange (10) est constitué en forme de disque et est adjacent à la paroi de chambre, pour lequel les passages d'air de combustion (21, 22, 23) sont disposés sur le dispositif de mélange de telle sorte qu'un espace annulaire extérieur du dispositif de mélange (10) est exempt de passages d'air de combustion et pour lequel les passages d'air de combustion (21, 22, 23) comportent respectivement un angle d'incidence $\beta_x > 0^\circ$ par rapport à l'axe de la chambre, **caractérisé en ce que** les passages d'air de combustion (21, 22, 23) sont disposés sur au moins deux circuits (a,b,c) sur le dispositif de mélange (10) et comportent un angle de turbulence α_y radial, pour lequel un angle d'incidence β_a des passages d'air de combustion (23) sur l'anneau le plus extérieur (c) est plus petit qu'un angle d'incidence β_i des passages d'air de combustion (21) sur l'anneau le plus intérieur (a), pour lequel l'angle de turbulence α_a des passages d'air de combustion (23) sur l'anneau le plus extérieur (c) est plus grand que l'angle de turbulence α_i des passages d'air de combustion (21) sur l'anneau le plus intérieur (a) et pour lequel l'angle de turbulence α_a des passages d'air de combustion (23) sur l'anneau le plus extérieur (c) se situe entre $5 - 60^\circ$, et pour lequel les passages d'air de combustion (21, 22, 23) sont disposés et dimensionnés de telle manière que la quantité d'air passant à travers les passages d'air de combustion (21, 22, 23) augmente de façon radiale vers l'extérieur.
2. Brûleur haute température selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'une** pluralité de passages (9b) est attribuée à la surface frontale, ces passages comportant un angle d'incidence éloigné de l'axe de la chambre se situant entre 0° et 30° .
3. Brûleur haute température selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé en ce que** les passages de combustible (9b, 9a) sont disposés dans la surface frontale et la surface d'enveloppe du système de sortie de combustible (9) de

telle manière que plus de 60% du combustible traversant les passages de combustible sortent par la surface frontale.

4. Brûleur haute température selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le système de sortie de combustible (9) comporte une lance de combustible (9c) avec passage de combustible (9b) à l'extrémité de la lance, s'étendant dans la chambre parallèlement à l'axe de la chambre.
5. Brûleur haute température selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé en ce que** la surface frontale du système de sortie de combustible (9) est chanfreinée par rapport à la surface d'enveloppe.
6. Brûleur haute température selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 **caractérisé en ce que** les passages d'air de combustion (21, 22, 23) sont disposés sur trois cercles (a, b, c) sur le dispositif de mélange (10), l'angle d'incidence β_x augmente du cercle le plus extérieur (c) vers le cercle le plus intérieur (a) et l'angle de turbulence radial α_x diminue du cercle le plus extérieur (c) vers le cercle le plus intérieur (a).
7. Brûleur haute température selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 **caractérisé en ce que** les passages d'air de combustion (21, 22, 23) sont disposés et dimensionnés de telle manière que plus de 75% de la quantité d'air de combustion traversent le dispositif de mélange (10) à l'anneau le plus extérieur (c) et moins de 25% de la quantité d'air de combustion à l'anneau le plus intérieur (a).
8. Brûleur haute température selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 **caractérisé en ce que** la largeur de l'espace annulaire représente 20 - 40% de la largeur d'ouverture moyenne des passages de combustion (23) sur l'anneau le plus extérieur (c).



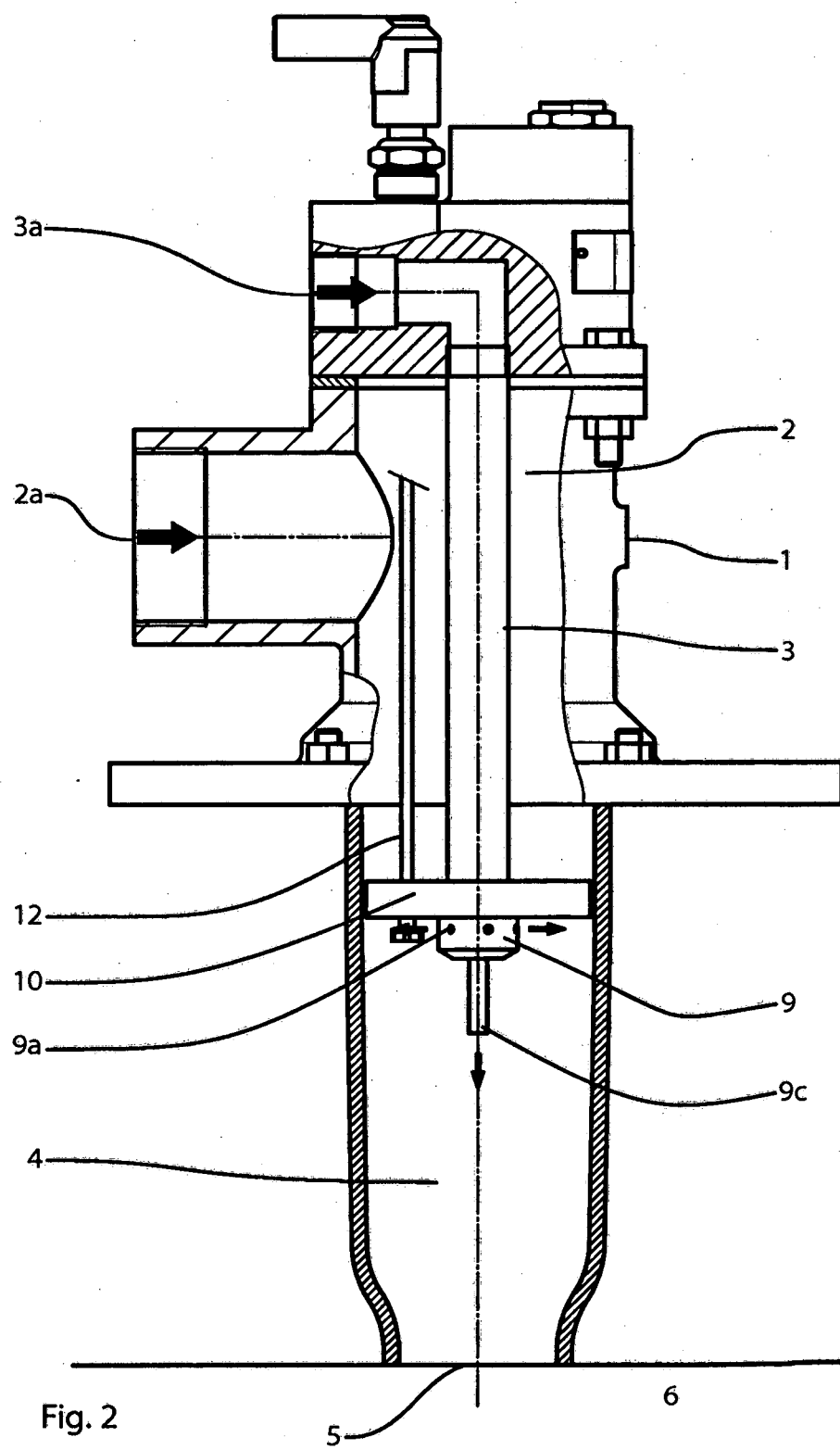


Fig. 3a

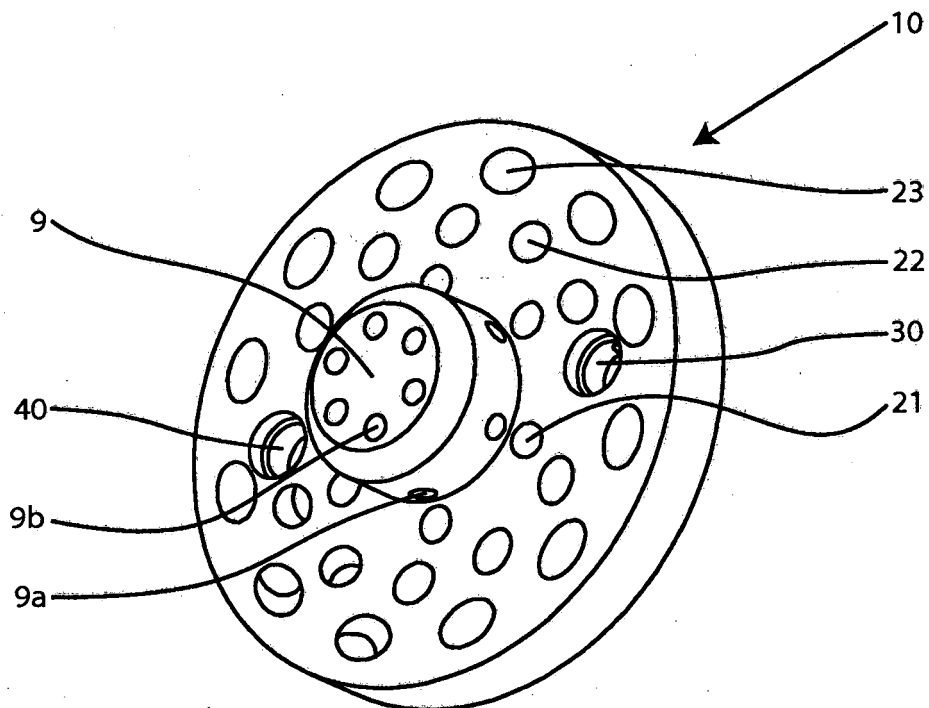
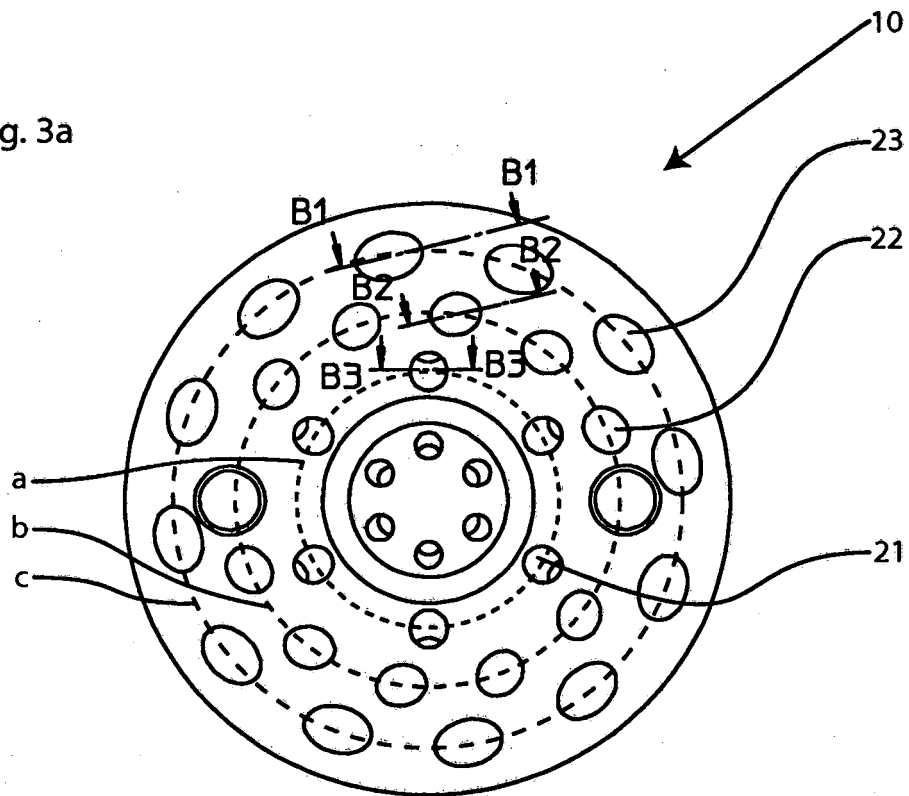
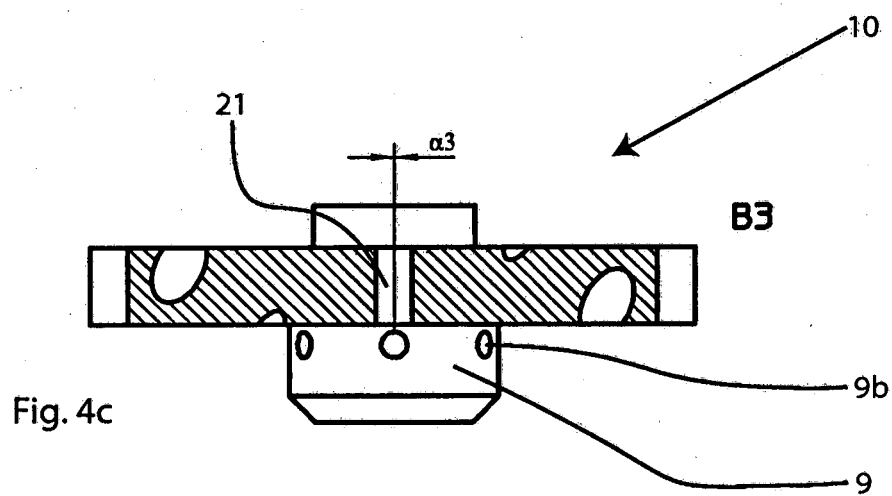
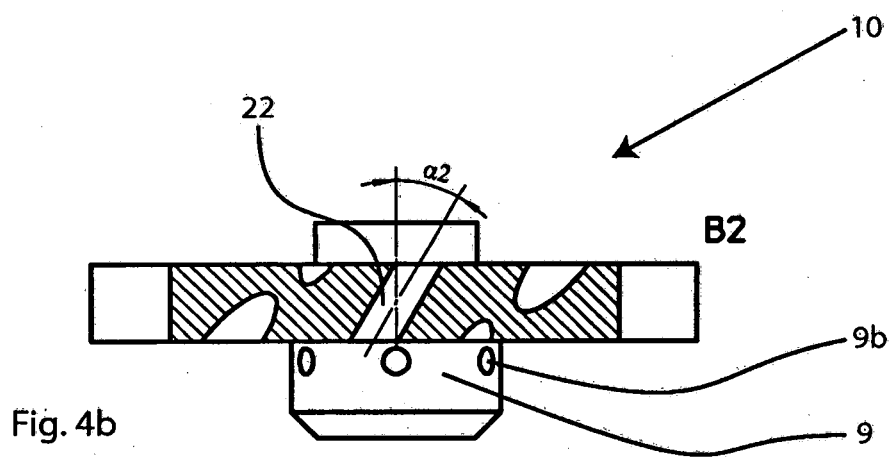
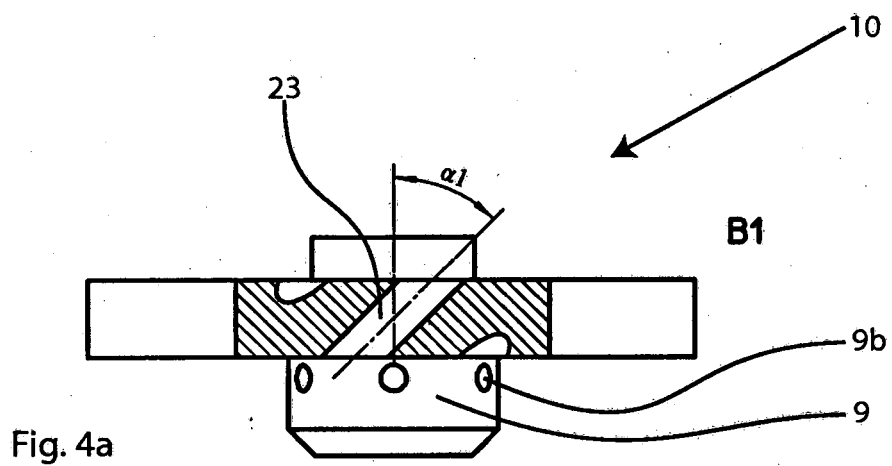
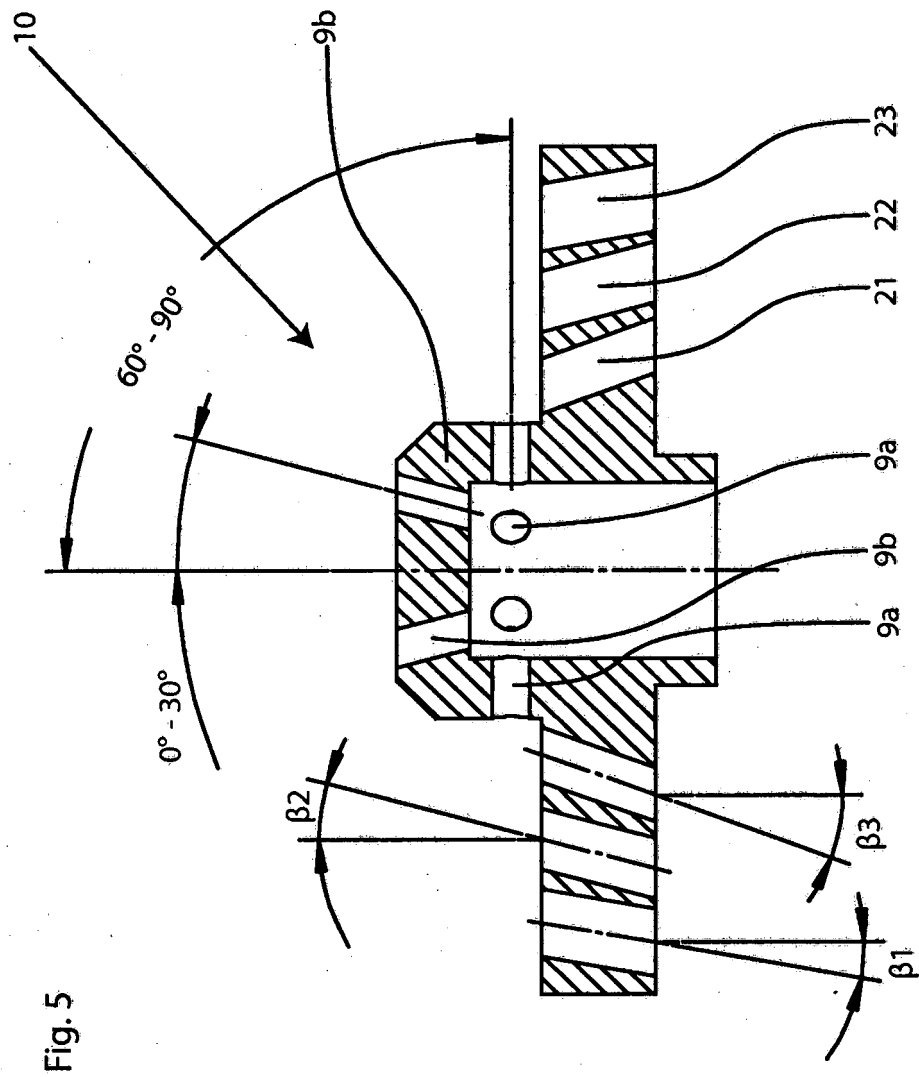


Fig. 3b





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 0343746 A2 [0003]
- EP 0685683 B1 [0004]
- EP 06754305 A [0006]
- DE 10005256 A1 [0006]