



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
02.06.1999 Patentblatt 1999/22

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F23D 11/40, F23D 14/02,  
F23D 14/74, F23D 17/00,  
F23C 7/00

(21) Anmeldenummer: 97810907.2

(22) Anmeldetag: 25.11.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

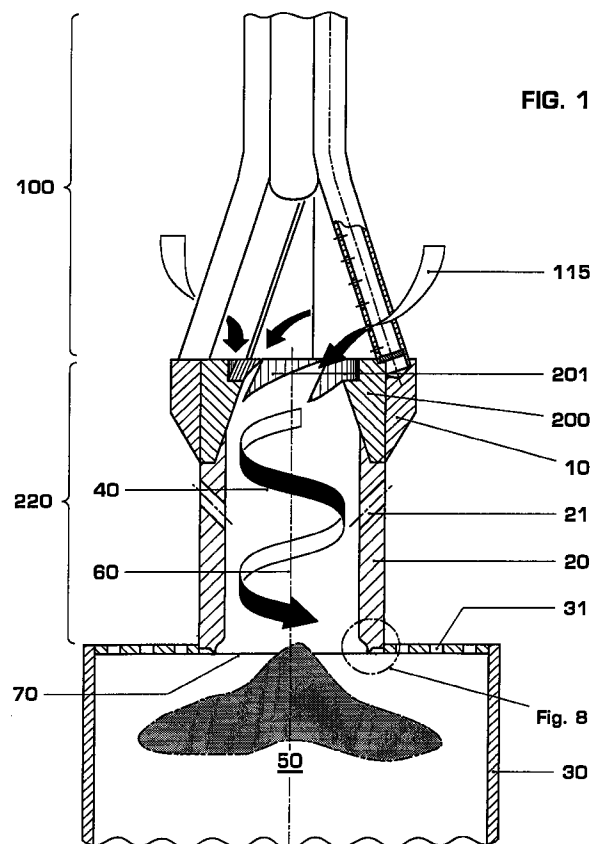
(72) Erfinder:  
• Knöpfel, Hans Peter  
5627 Besenbüren (CH)  
• Ruck, Thomas  
5507 Mellingen (CH)

(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD.  
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: Klein, Ernest et al  
Asea Brown Boveri AG  
Immaterialgüterrecht(TEI)  
Haselstrasse 16/699 I  
5401 Baden (CH)

(54) **Brenner zum Betrieb eines Wärmeerzeugers**

(57) Bei einem Brenner zum Betrieb einer Brennkammer, der im wesentlichen aus einem Drallerzeuger (100), einem dem Drallerzeuger nachgeschalteten Uebergangsstück (200) und einem Mischrohr (20) besteht, wobei Uebergangsstück (200) und Mischrohr (20) die Mischstrecke des Brenners bilden und stromauf eines Brennraumes (30) angeordnet sind. Am Ende des Mischrohres (20) in seinem Auslaufbereich zu einem nachgeschalteten Brennraum (30) weist dieses einen ersten gegenüber der Brennerachse (60) konvex verlaufenden Radius ( $R_1$ ) auf. Dieser Radius ( $R_1$ ) geht in einen zweiten bis zur Austrittsebene (70) des Mischrohres (20) reichenden und zur Brennerachse (60) konkav verlaufenden Radius ( $R_2$ ) über, wobei der abgedeckte Sektor ( $\beta_1 + \beta_2$ ) der beiden Radien ( $R_1$ ,  $R_2$ ) maximal  $90^\circ$  beträgt. Mit dieser Ausgestaltung wird eine Vergrößerung und Stabilisierung der Rückströmzone (50) sowie eine axiale Ausrichtung der Randströmung erreicht.



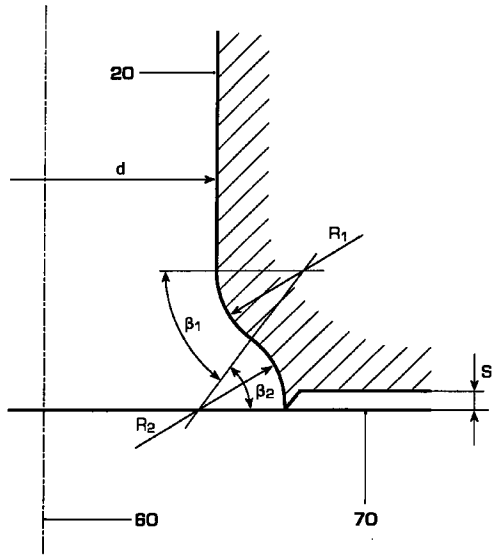


FIG. 8

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brenner zum Betrieb eines Wärmeerzeugers gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

[0002] Aus dem Schrifttum ist bekanntgeworden, dass bei einer perfekt vorgemischten Flamme die Grösse des Flammenstabilisationsgebietes, auch unter dem Begriff Rückströmzone bekannt, keinen Einfluss auf die NO<sub>x</sub>-Emissionen hat. Jedoch werden die CO- und UHC-Emissionen und ganz speziell die Löschgrenzen stark beeinflusst. Dies bedeutet, dass je grösser die Flammenstabilisationszone ist um so geringer die CO- und UHC-Emissionen und die Löschgrenze sind. Mit einer grösseren Stabilisationszone kann also ein grösserer Lastbereich des Brenners im Vormischbetrieb abgedeckt werden, ohne dass die Flamme löscht.

[0003] Aus EP-0 321 809 B1 ist ein Vormischbrenner bekanntgeworden, welcher auf der Erzeugung einer geschlossenen Drallströmung im Kegelpfand basiert, die aufgrund des zunehmenden Dralls entlang der Kegelspitze in eine annuläre Drallströmung mit Rückströmung im Kern übergeht. Der Ort wo dieses Aufplatzen der Strömung geschieht, wird durch den Kegelpfandwinkel und die Einströmungskanäle zur Einleitung eines Verbrennungsluftstromes in den Innenraum des Drallerzeugers bestimmt. Dadurch wird auch die Grösse und die allgemeine Konfiguration dieser Rückströmzone oder Rückströmblase (Vortex Breakdown) definiert.

[0004] Aus EP-0 780 629 A2 ist ein weiterer Vormischbrenner bekanntgeworden, bei welchem Massnahmen ergriffen sind, um die Rückströmblase weiter stromab zu verschieben, dies um eine längere Vormisch- und Verdampfungsstrecke zu erhalten. Zu diesem Zweck einem kopfseitig des Vormischbrenners wirkenden Drallerzeugers, der hier auf dem Vormischbrenner gemäss EP-0 312 809 B1 aufbaut, ein Mischrohr nachgeschaltet, wobei intermediär zwischen Drallerzeuger und Mischrohr eine Uebergangsgeometrie geschaltet ist, welche aus Uebergangskanälen zur ablösungsfreien Ueberleitung der Drallströmung aus dem Drallerzeuger in das Mischrohr besteht. Diese Uebergangskanäle sind sektoriell disponiert, entsprechend der Zahl der im Drallerzeuger wirkenden Einströmungskanäle. Diese Konstellation verkleinert zwangsläufig die Grösse der Rückströmzone, da der Drall der Strömung so gewählt werden muss, dass diese nicht innerhalb des Mischrohres aufplatzt. Am Ende des Mischrohres ist also der Drall an sich gering, als dass eine grosse Rückströmzone entstehen kann. Versucht man diese Rückströmzone mit einem grösserem Diffusorwinkel des Mischrohres zu verstärken, so ergeben sich Probleme in den wandnahen Bereichen des Diffusors (Grenz-

schichten, Ablösungen) und die Flamme wandert dann leicht stromauf. Die Gestaltung des Brenneraustritts am Ende des Mischrohres mit einer Abrisskante hat eine signifikante Verbesserung hinsichtlich Stärkung der Flammenstabilität, tieferer Schadstoff-Emissionen, geringerer Pulsationen, vollständigen Ausbrandes, grossen Betriebsbereichs, guter Querzündung zwischen den verschiedenen Brennern, kompakter Bauweise, verbesserter Mischung, etc., ausgelöst. Es hat sich jedoch gezeigt, dass eine weitere Stärkung der Flammenstabilität sowie eine verbesserte Anpassung der Flamme an die vorgegebene Brennkammergeometrie für einen reibungslosen Betrieb auf höchster Ebene bei der Vormischverbrennung der neueren Generation vonnöten ist.

### Darstellung der Erfindung

[0005] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Brenner der eingangs genannten Art Vorkehrungen vorzuschlagen, welche eine Stärkung der Flammenstabilität und eine Anpassung der Flamme an die vorgegebene Brennkammergeometrie bewirken, ohne die übrigen Vorteile dieses Brenners in irgendeiner Weise zu mindern.

[0006] Erfindungsgemäss wird am Ende des Mischrohres ein Radius angebracht, dessen Grösse so gewählt wird, dass sich die Strömung an die Wand des Mischrohres anlegt und so die Drallzahl ansteigen lässt. Gegenüber einer Strömung ohne Radius vergrössert sich nun die Rückströmzone enorm.

[0007] Wird nun dieser Brenner in einer Brennkammer eingesetzt, welche kleine radiale Abmessungen aufweist, so besteht die Gefahr, dass die Flamme direkt auf die Brennkammerwand trifft, und so dort die Materialtemperatur unzulässig hohe Werte erreicht. Um dies zu verhindern, wird nun ein weiterer Radius eingeführt, welcher die Randströmung axial ausrichtet. Durch die Grösse des ersten und zweiten Radius und deren Winkel wird die gewünschte Grösse der Rückströmzone für die jeweils vorhandene Strömung innerhalb des Mischrohres erzielt.

[0008] Damit ergeben sich folgende Vorteile:

- Stabile Flammenposition,
- Tiefere Schadstoff-Emissionen,
- Geringe Pulsationen,
- Vollständiger Ausbrand,
- Grosser Betriebsbereich,
- Gute Querzündung zwischen verschiedener nebengeordneter Brenners, die eine Ringbrennkammer betreiben
- Flamme kann der Brennkammergeometrie angepasst werden,
- Kompakte Bauweise,
- Verbesserte Mischung.

[0009] Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

[0010] Im folgenden werden anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung unwesentlichen Merkmale sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

### Kurze Bezeichnung der Zeichnungen

[0011] Es zeigt:

- Fig. 1 einen als Vormischbrenner ausgelegten Brenner mit einer Mischstrecke stromab eines Drallerzeugers,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung des Brenners gemäss Fig. 1 mit Disposition der zusätzlichen Brennstoff-Injektoren,
- Fig. 3 einen aus mehreren Schalen bestehenden Drallerzeuger in perspektivischer Darstellung, entsprechend aufgeschnitten,
- Fig. 4 einen Querschnitt durch einen zweisehaligen Drallerzeuger,
- Fig. 5 einen Querschnitt durch einen vierschaligen Drallerzeuger,
- Fig. 6 eine Ansicht durch einen Drallerzeuger, dessen Schalen schaufelförmig profiliert sind,
- Fig. 7 eine Ausgestaltung der Uebergangsgeometrie zwischen Drallerzeuger und Mischstrecke und
- Fig. 8 eine Gestaltung des Brenneraustritts zum räumlichen Management der Rückströmzone.

### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0012] Fig. 1 zeigt den Gesamtaufbau eines Brenners, der als Vormischbrenner betrieben wird. Anfänglich ist ein Drallerzeuger 100 wirksam, dessen Ausgestaltung in den nachfolgenden Fig. 3-6 noch näher gezeigt und beschrieben wird. Es handelt sich bei diesem Drallerzeuger 100 um ein kegelförmiges Gebilde, das tangential mehrfach von einem einströmenden Verbrennungsluftstromes 115 beaufschlagt wird. Die sich hierin bildende Strömung wird anhand einer stromab des Drallerzeugers 100 vorgesehenen Uebergangsgeometrie nahtlos in ein Uebergangsstück 200

übergeleitet, dergestalt, dass dort keine Ablösungsgebiete auftreten können. Die Konfiguration dieser Uebergangsgeometrie wird unter Fig. 6 näher beschrieben. Dieses Uebergangsstück 200 ist abströmungsseitig der Uebergangsgeometrie durch ein Mischrohr 20 verlängert, wobei beide Teile die eigentliche Mischstrecke 220 bilden. Selbstverständlich kann die Mischstrecke 220 aus einem einzigen Stück bestehen, d.h. dann, dass das Uebergangsstück 200 und das Mischrohr 20 zu einem einzigen zusammenhängenden Gebilde verschmelzen, wobei aber die Charakteristiken eines jeden Teils erhalten bleiben. Werden Uebergangsstück 200 und Mischrohr 20 aus zwei Teilen erstellt, so sind diese durch einen Buchsenring 10 verbunden, wobei der gleiche Buchsenring 10 kopfseitig als Verankerungsfläche für den Drallerzeuger 100 dient. Ein solcher Buchsenring 10 hat darüber hinaus den Vorteil, dass verschiedene Mischrohre eingesetzt werden können. Abströmungsseitig des Mischrohres 20 befindet sich der eigentliche Brennraum 30 einer Brennkammer, welche hier lediglich durch ein Flammrohr versinnbildlicht ist. Die Mischstrecke 220 erfüllt weitgehend die Aufgabe, dass stromab des Drallerzeugers 100 eine definierte Strecke bereitgestellt wird, in welcher eine perfekte Vormischung von Brennstoffen verschiedener Art erzielt werden kann. Diese Mischstrecke, also vordergründig das Mischrohr 20, ermöglicht des weiteren eine verlustfreie Strömungsführung, so dass sich auch in Wirkverbindung mit der Uebergangsgeometrie zunächst keine Rückströmzone oder Rückströmblase bilden kann, womit über die Länge der Mischstrecke 220 auf die Mischungsgüte für alle Brennstoffarten Einfluss ausgeübt werden kann. Diese Mischstrecke 220 hat aber noch eine andere Eigenschaft, welche darin besteht, dass in ihr selbst das Axialgeschwindigkeitsprofil ein ausgeprägtes Maximum auf der Achse besitzt, so dass eine Rückzündung der Flamme aus der Brennkammer nicht möglich ist. Allerdings ist es richtig, dass bei einer solchen Konfiguration diese Axialgeschwindigkeit zur Wand hin abfällt. Um Rückzündung auch in diesem Bereich zu unterbinden, wird das Mischrohr 20 in Strömungs- und Umfangsrichtung mit einer Anzahl regelmässig oder unregelmässig verteilter Bohrungen 21 verschiedenster Querschnitte und Richtungen versehen, durch welche eine Luftmenge in das Innere des Mischrohres 20 strömt, und entlang der Wand im Sinne einer Filmlegung eine Erhöhung der Durchflussgeschwindigkeit induzieren. Diese Bohrungen 21 können auch so ausgelegt werden, dass sich an der Innenwand des Mischrohres 20 mindestens zusätzlich noch eine Effusionskühlung einstellt. Eine zusätzliche Möglichkeit eine Erhöhung der Geschwindigkeit des Gemisches innerhalb des Mischrohres 20 zu erzielen, besteht darin, dass dessen Durchflussquerschnitt abströmungsseitig der Uebergangskanäle 201, welche die bereits genannten Uebergangsgeometrie bilden, eine Verengung erfährt, wodurch das gesamte Geschwindigkeitsniveau innerhalb des Mischrohres 20

angehoben wird. In der Figur verlaufen die Bohrungen 21 unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse 60. Andere Verläufe dieser Bohrungen 21 sind auch möglich. Möglich ist des weiteren, das Mischrohr 20 intermittierend mit solchen Bohrungen zu versehen, beispielsweise am Anfang und am Ende desselben. Vorzugsweise werden diese Bohrungen 21 am Umfang des Mischrohres verteilt. Des weiteren entspricht der Auslauf der Uebergangskanäle 201 dem engsten Durchflussquerschnitt des Mischrohres 20. Die genannten Uebergangskanäle 201 überbrücken demnach den jeweiligen Querschnittsunterschied, ohne dabei die gebildete Strömung negativ zu beeinflussen. Wenn die gewählte Vorkehrung bei der Führung der Rohrströmung 40 entlang des Mischrohres 20 einen nicht tolerierbaren Druckverlust auslöst, so kann hiergegen Abhilfe geschaffen werden, indem am Ende dieses Mischrohres 20 ein in der Figur nicht gezeigter Diffusor vorgesehen wird. Am Ende des Mischrohres 20 schliesst sich sodann eine Brennkammer 30 (Brennraum) an, wobei zwischen den beiden Durchflussquerschnitten ein durch eine Brennerfront gebildeter Querschnittsprung vorhanden ist. Erst hier bildet sich eine zentrale Flammenfront mit einer Rückströmzone 50, welche gegenüber der Flammenfront die Eigenschaften eines körperlosen Flammenhalters aufweist. Bildet sich innerhalb dieses Querschnittsprunges während des Betriebes eine strömungsmässige Randzone, in welcher durch den dort vorherrschenden Unterdruck Wirbelablösungen entstehen, so führt dies zu einer verstärkten Ringstabilisation der Rückströmzone 50. Danebst darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Erzeugung einer stabilen Rückströmzone 50 auch eine ausreichend hohe Drallzahl in einem Rohr erfordert. Ist eine solche zunächst unerwünscht, so können stabile Rückströmzonen durch die Zufuhr kleiner stark verdrallter Luftströmungen am Rohrende, beispielsweise durch tangentiale Oeffnungen, erzeugt werden. Dabei geht man hier davon aus, dass die hierzu benötigte Luftmenge in etwa 5-20% der Gesamtluftmenge beträgt. Was die Gestaltung des Brenneraustritts am Ende des Mischrohres 20 zum räumlichen Stabilisierung und Management der Rückströmzone 50 betrifft, wird auf die Beschreibung unter Fig. 8 verwiesen.

**[0013]** Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht des Brenners gemäss Fig. 1, wobei hier insbesondere auf die Umspülung einer zentral angeordneten Brennstoffdüse 103 und auf die Wirkung von Brennstoff-Injektoren 170 hingewiesen wird. Die Wirkungsweise der restlichen Hauptbestandteile des Brenners, nämlich Drallerzeuger 100 und Uebergangsstück 200 werden unter den nachfolgenden Figuren näher beschrieben. Die Brennstoffdüse 103 wird mit einem beabstandeten Ring 190 ummantelt, in welchem eine Anzahl in Umfangsrichtung disponierter Bohrungen 161 gelegt sind, durch welche eine Luftmenge 160 in eine ringförmige Kammer 180 strömt und dort die Umspülung der Brennstoffdüse 103 vornimmt. Diese Bohrungen 161 sind schräg

nach vorne angelegt, dergestalt, dass eine angemessene axiale Komponente auf der Brennerachse 60 entsteht. In Wirkverbindung mit diesen Bohrungen 161 sind zusätzliche Brennstoff-Injektoren 170 vorgesehen, welche eine bestimmte Menge vorzugsweise eines gasförmigen Brennstoffes in die jeweilige Luftmenge 160 einspeisen, dergestalt, dass sich im Mischrohr 20 eine gleichmässige Brennstoffkonzentration 150 über den Strömungsquerschnitt einstellt, wie die Darstellung in der Figur versinnbildlichen will. Genau diese gleichmässige Brennstoffkonzentration 150, insbesondere die starke Konzentration auf der Brennerachse 60 sorgt dafür, dass sich eine Stabilisierung der Flammenfront am Ausgangs des Brenners einstellt, womit aufkommende Brennkammerpulsationen vermieden werden.

**[0014]** Um den Aufbau des Drallerzeugers 100 besser zu verstehen, ist es von Vorteil, wenn gleichzeitig zu Fig. 3 mindestens Fig. 4 herangezogen wird. Im folgenden wird bei der Beschreibung von Fig. 3 nach Bedarf auf die übrigen Figuren hingewiesen.

**[0015]** Der erste Teil des Brenners nach Fig. 1 bildet den nach Fig. 3 gezeigten Drallerzeuger 100. Dieser besteht aus zwei hohen kegelförmigen Teilkörpern 101, 102, die versetzt zueinander ineinandergeschachtelt sind. Die Anzahl der kegelförmigen Teilkörper kann selbstverständlich grösser als zwei sein, wie die Figuren 5 und 6 zeigen; dies hängt jeweils, wie weiter unten noch näher zur Erläuterung kommen wird, von der Betriebsart des ganzen Brenners ab. Es ist bei bestimmten Betriebskonstellationen nicht ausgeschlossen, einen aus einer einzigen Spirale bestehenden Drallerzeuger vorzusehen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse oder Längssymmetrieachsen 101b, 102b (Vgl. Fig. 4) der kegelförmigen Teilkörper 101, 102 zueinander schafft bei der benachbarten Wandung, in spiegelbildlicher Anordnung, jeweils einen tangentialen Einströmungskanal, d.h. einen Lufteintrittsschlitz 119, 120 (Vgl. Fig. 4), durch welche die Verbrennungsluft 115 in Innenraum des Drallerzeugers 100, d.h. in den Kegelhohlraum 114 desselben strömt. Die Kegelform der gezeigten Teilkörper 101, 102 in Strömungsrichtung weist einen bestimmten festen Winkel auf. Selbstverständlich, je nach Betriebseinsatz, können die Teilkörper 101, 102 in Strömungsrichtung eine zunehmende oder abnehmende Kegelneigung aufweisen, ähnlich einer Trompete resp. Tulpe. Die beiden letztgenannten Formen sind zeichnerisch nicht erfasst, da sie für den Fachmann ohne weiteres nachempfindbar sind. Die beiden kegelförmigen Teilkörper 101, 102 weisen je einen zylindrischen ringförmigen Anfangsteil 101a auf. Im Bereich dieses zylindrischen Anfangsteils ist die bereits unter Fig. 2 erwähnte Brennstoffdüse 103 untergebracht, welche vorzugsweise mit einem flüssigen Brennstoff 112 betrieben wird. Die Eindüsung 104 dieses Brennstoffes 112 fällt in etwa mit dem engsten Querschnitt des durch die kegelförmigen Teilkörper 101, 102 gebildeten Kegelhohlraumes 114 zusammen. Die Eindüsungskapazität und die Art dieser Brennstoffdüse 103 richtet sich nach den

vorgegebenen Parametern des jeweiligen Brenners. Die kegeligen Teilkörper 101, 102 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 108, 109 auf, welche entlang der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 angeordnet und mit Eindüsungsöffnungen 117 versehen sind, durch welche vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 113 in die dort durchströmende Verbrennungsluft 115 eingedüst wird, wie dies die Pfeile 116 versinnbildlichen wollen. Diese Brennstoffleitungen 108, 109 sind vorzugsweise spätestens am Ende der tangentialen Einströmung, vor Eintritt in den Kegelhohlraum 114, angeordnet, dies um eine optimale Luft/Brennstoff-Mischung zu erhalten. Bei dem durch die Brennstoffdüse 103 herangeführten Brennstoff 112 handelt es sich, wie erwähnt, im Normalfall um einen flüssigen Brennstoff, wobei eine Gemischbildung mit einem anderen Medium, beispielsweise mit einem rückgeführten Rauchgas, ohne weiteres möglich ist. Dieser Brennstoff 112 wird unter einem vorzugsweise sehr spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 114 eingedüst. Aus der Brennstoffdüse 103 bildet sich sonach ein kegeliges Brennstoffspray 105, das von der tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluft 115 umschlossen und abgebaut wird. In axialer Richtung wird sodann die Konzentration des eingedüsten Brennstoffes 112 fortlaufend durch die einströmenden Verbrennungsluft 115 zu einer Vermischung Richtung Verdampfung abgebaut. Wird ein gasförmiger Brennstoff 113 über die Öffnungsdüsen 117 eingebracht, geschieht die Bildung des Brennstoff/Luft-Gemisches direkt am Ende der Lufteintrittsschlitze 119, 120. Ist die Verbrennungsluft 115 zusätzlich vorgeheizt, oder beispielsweise mit einem rückgeführten Rauchgas oder Abgas angereichert, so unterstützt dies nachhaltig die Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 112, bevor dieses Gemisch in die nachgeschaltete Stufe strömt, hier in das Uebergangsstück 200 (Vgl. Fig. 1 und 7). Die gleichen Ueberlegungen gelten auch, wenn über die Leitungen 108, 109 flüssige Brennstoffe zugeführt werden sollten. Bei der Gestaltung der kegeligen Teilkörper 101, 102 hinsichtlich des Kegelwinkels und der Breite der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 sind an sich enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Verbrennungsluft 115 am Ausgang des Drallerzeugers 100 einstellen kann. Allgemein ist zu sagen, dass eine Verkleinerung der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 die schnellere Bildung einer Rückströmzone bereits im Bereich des Drallerzeugers begünstigt. Die Axialgeschwindigkeit innerhalb des Drallerzeugers 100 lässt sich durch eine entsprechende unter Fig. 2 (Pos. 160) näher beschriebene Zuführung einer Luftmenge erhöhen bzw. stabilisieren. Eine entsprechende Drallerzeugung in Wirkverbindung mit dem nachgeschalteten Uebergangsstück 200 (Vgl. Fig. 1 und 7) verhindert die Bildung von Strömungsablösungen innerhalb des dem Drallerzeuger 100 nachgeschalteten Mischrohr. Die Konstruktion des Drallerzeugers 100 eignet sich des weiteren vorzüglich, die Grösse der

tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 zu verändern, womit ohne Veränderung der Baulänge des Drallerzeugers 100 eine relativ grosse betriebliche Bandbreite erfasst werden kann. Selbstverständlich sind die Teilkörper 101, 102 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Ueberlappung derselben vorgesehen werden kann. Es ist des weiteren möglich, die Teilkörper 101, 102 durch eine gegenläufig drehende Bewegung spiralartig ineinander zu verschachteln. Somit ist es möglich, die Form, die Grösse und die Konfiguration der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 beliebig zu variieren, womit der Drallerzeuger 100 ohne Veränderung seiner Baulänge universell einsetzbar ist.

**[0016]** Aus Fig. 4 geht unter anderen die geometrische Konfiguration von wahlweise vorzusehenden Leitbleche 121a, 121b hervor. Sie haben Strömungseinleitungsfunktion, wobei diese, entsprechend ihrer Länge, das jeweilige Ende der kegeligen Teilkörper 101, 102 in Anströmungsrichtung gegenüber der Verbrennungsluft 115 verlängern. Die Kanalisierung der Verbrennungsluft 115 in den Kegelhohlraum 114 kann durch Öffnen bzw. Schliessen der Leitbleche 121a, 121b um einen im Bereich des Eintritts dieses Kanals in den Kegelhohlraum 114 plazierten Drehpunkt 123 optimiert werden, insbesondere ist dies vonnöten, wenn die ursprüngliche Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 dynamisch verändert werden soll, beispielsweise um eine Aenderung der geschwindigkeit der Verbrennungsluft 115 zu erreichen. Selbstverständlich können diese dynamische Vorkehrungen auch statisch vorgesehen werden, indem bedarfsmässige Leitbleche einen festen Bestandteil mit den kegeligen Teilkörpern 101, 102 bilden.

**[0017]** Fig. 5 zeigt gegenüber Fig. 4, dass der Drallerzeuger 100 nunmehr aus vier Teilkörpern 130, 131, 132, 133 aufgebaut ist. Die dazugehörigen Längssymmetrieachsen zu jedem Teilkörper sind mit der Buchstabe a gekennzeichnet. Zu dieser Konfiguration ist zu sagen, dass sie sich aufgrund der damit erzeugten, geringeren Drallstärke und im Zusammenwirken mit einer entsprechend vergrösserten Schlitzbreite bestens eignet, das Aufplatzen der Wirbelströmung abströmungsseitig des Drallerzeugers im Mischrohr zu verhindern, womit das Mischrohr die ihm zugeordnete Rolle bestens erfüllen kann.

**[0018]** Fig. 6 unterscheidet sich gegenüber Fig. 5 insoweit, als hier die Teilkörper 140, 141, 142, 143 eine Schaufelprofilform haben, welche zur Bereitstellung einer gewissen Strömung vorgesehen wird. Ansonsten ist die Betriebsart des Drallerzeugers die gleiche geblieben. Die Zumischung des Brennstoffes 116 in den Verbrennungsluftstromes 115 geschieht aus dem Innern der Schaufelprofile heraus, d.h. die Brennstoffleitung 108 ist nunmehr in die einzelnen Schaufeln integriert. Auch hier sind die Längssymmetrieachsen zu den einzelnen Teilkörpern mit der Buchstabe a gekennzeichnet.

**[0019]** Fig. 7 zeigt das Uebergangsstück 200 in dreidimensionaler Ansicht. Die Uebergangsgeometrie ist für einen Drallerzeuger 100 mit vier Teilkörpern, entsprechend der Fig. 5 oder 6, aufgebaut. Dementsprechend weist die Uebergangsgeometrie als natürliche Verlängerung der stromauf wirkenden Teilkörper vier Uebergangskanäle 201 auf, wodurch die Kegelviertelfläche der genannten Teilkörper verlängert wird, bis sie die Wand des Mischrohres schneidet. Die gleichen Ueberlegungen gelten auch, wenn der Drallerzeuger aus einem anderen Prinzip, als den unter Fig. 3 beschriebenen, aufgebaut ist. Die nach unten in Strömungsrichtung verlaufende Fläche der einzelnen Uebergangskanäle 201 weist eine in Strömungsrichtung spiralförmig verlaufende Form auf, welche einen sichelförmigen Verlauf beschreibt, entsprechend der Tatsache, dass sich vorliegend der Durchflussquerschnitt des Uebergangsstückes 200 in Strömungsrichtung konisch erweitert. Der Drallwinkel der Uebergangskanäle 201 in Strömungsrichtung ist so gewählt, dass der Rohrströmung anschliessend bis zum Querschnittsprung am Brennkammereintritt noch eine genügend grosse Strecke verbleibt, um eine perfekte Vormischung mit dem eingedüsten Brennstoff zu bewerkstelligen. Ferner erhöht sich durch die oben genannten Massnahmen auch die Axialgeschwindigkeit an der Mischrohrwand stromab des Drallerzeugers. Die Uebergangsgeometrie und die Massnahmen im Bereich des Mischrohres bewirken eine deutliche Steigerung des Axialgeschwindigkeitsprofils zum Mittelpunkt des Mischrohres hin, so dass der Gefahr einer Frühzündung entscheidend entgegengewirkt wird.

**[0020]** Fig. 8 zeigt die bereits angesprochene geometrische Gestaltung des Brenneraustritts am Ende des Mischrohres 20 zur räumlichen Stabilisierung der Rückströmzone. Der Durchflussquerschnitt des Rohres 20 erhält in diesem Bereich einen ersten gegenüber der Brennerachse 60 konvexen Uebergangsradius  $R_1$ , dessen Grösse grundsätzlich von der jeweiligen Strömung innerhalb des Mischrohres 20 abhängt. Die Grösse dieses Radius  $R_1$  wird dementsprechend so gewählt, dass sich die Strömung an die Wand anlegt und so die Drallzahl stark ansteigen lässt. Quantitativ lässt sich die Grösse des Radius  $R_1$  so definieren, dass dieser  $> 10\%$  des Innendurchmessers  $d$  des Mischrohres 20 beträgt. Gegenüber einer Strömung ohne Radius vergrössert sich nun die Rückströmzone 50 gewaltig. Dieser Radius  $R_1$  geht sodann in einen zweiten Radius  $R_2$  über, welcher gegenüber der Brennerachse 60 konkav bis zur Austrittsebene 70 des Mischrohres 20 verläuft, wobei die Grösse dieses Radius  $R_2 > 10\%$  des Innendurchmessers  $d$  des Mischrohres 20 beträgt. Dieser zweite Radius  $R_2$  sorgt dafür, dass die Randströmung axial ausgerichtet wird, dergestalt, dass die Flamme bei kleiner radialer Ausmessung der Brennkammer nicht auf die Brennkammerwand auftritt. Die sektoriellen Winkel  $\beta_1$  und  $\beta_2$  der beiden Radien  $R_1$ ,  $R_2$  sind komplementäre Winkel, deren maximale Summe  $90^\circ$  beträgt. Je

nach Drallzahl und axialer Ausrichtung der Strömung erfahren die zwei genannten Winkel eine entsprechende Anpassung, welche interdependent zur Grösse der beiden Radien steht.

Die Austrittsebene 70 des Mischrohres 20 ist des weiteren ab Endkante des zweiten Radius  $R_2$  in radialer Richtung mit einem Absatz  $S$  von  $> 3$  mm Tiefe versehen, wobei dieser Absatz die Funktion einer Strömungsabrissstufe ausübt.

## Bezugszeichenliste

### [0021]

15	10	Buchsenring
	20	Mischrohr, Teil der Mischstrecke 220
	21	Bohrungen, Oeffnungen
	30	Brennkammer, Brennraum
20	40	Strömung, Rohrströmung im Mischrohr, Hauptströmung
	50	Rückströmzone, Rückströmblase
	60	Brennerachse
25	70	Austrittsebene des Mischrohres
	100	Drallerzeuger
	101, 102	Kegelförmige Teilkörper
	101a	Ringförmiger Anfangsteil
30	101b, 102b	Längssymmetrieachsen
	103	Brennstoffdüse
	104	Brennstoffeindüsung
	105	Brennstoffspray (Brennstoffeindüsungsprofil)
35	108, 109	Brennstoffleitungen
	112	Flüssiger Brennstoff
	113	Gasförmiger Brennstoff
	114	Kegelhohlraum
	115	Verbrennungsluft (Verbrennungsluftstrom)
40	116	Brennstoff-Eindüsung aus den Leitungen 108, 109
	117	Brennstoffdüsen
	119, 120	Tangentiale Lufteintrittsschlitze
45	121a, 121b	Leitbleche
	123	Drehpunkt der Leitbleche
	130, 131, 132, 133	Teilkörper
	131a, 131a, 132a, 133a	Längssymmetrieachsen
50	140, 141, 142, 143	Schaukelprofilförmige Teilkörper
	140a, 141a, 142a, 143a	Längssymmetrieachsen
	150	Brennstoffkonzentration
	160	Luftmenge, Mischluft
55	161	Bohrungen, Oeffnungen
	170	Brennstoff-Injektoren
	180	Ringförmige Luftkammer
	190	Ring

200	Uebergangsstück, Teil der Mischstrecke 220	
201	Uebergangskanäle	
220	Mischstrecke	
d	Innendurchmesser des Mischrohres	5
$R_1$	Erster Radius, konvex gegenüber der Brennerachse	
$R_2$	Zweiter Radius, konkav gegenüber der Brennerachse	10
$\beta_1$	Erster Winkel, zu Radius $R_1$ gehörend	
$\beta_2$	Zweiter Radius, zu Radius $R_2$ gehörend	15

### Patentansprüche

1. Brenner zum Betrieb eines Wärmeerzeugers, wobei der Brenner im wesentlichen aus einem Drallerzeuger für einen Verbrennungsluftstrom, aus Mitteln zur Eindüsung mindestens eines Brennstoffes in den Verbrennungsluftstrom besteht, wobei stromab des Drallerzeugers eine Mischstrecke angeordnet ist, welche innerhalb eines ersten Streckenteils in Strömungsrichtung eine Anzahl Uebergangskanäle zur Ueberführung einer im Drallerzeuger gebildeten Strömung in ein stromab dieser Uebergangskanäle nachgeschaltetes Mischrohr aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass am Ende des Mischrohres (20) in seinem Auslaufbereich zu einem nachgeschalteten Brennraum (30) einen ersten gegenüber der Brennerachse (60) konvex verlaufenden Radius ( $R_1$ ) aufweist, dass dieser Radius ( $R_1$ ) in einen zweiten bis zur Austrittsebene (70) des Mischrohres (20) reichenden und zur Brennerachse (60) konkav verlaufenden Radius ( $R_2$ ) übergeht, und dass der abgedeckte Sektor ( $\beta_1 + \beta_2$ ) der beiden Radien ( $R_1, R_2$ )  $\leq 90^\circ$  beträgt. 20  
25  
30  
35  
40
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Radien ( $R_1, R_2$ ) jeweils  $> 10\%$  des Innendurchmessers (d) des Mischrohres (20) sind. 45
3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsebene (70) ab Endkante des zweiten Radius ( $R_2$ ) in radialer Richtung mit einem Absatz (S) versehen ist. 50
4. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Absatz (S) eine Tiefe  $> 3$  mm aufweist. 55
5. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger (100) aus mindestens zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (101, 102; 130, 131, 132, 133; 140, 141, 142, 143) besteht, dass die jeweiligen Längssymmetrieachsen (101b, 102b; 130a, 131a, 132a, 133a; 140a, 141a, 142a, 143a) dieser Teilkörper zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wandungen der Teilkörper in deren Längserstreckung tangentiale Kanäle (119, 120) für einen Verbrennungsluftstromes (115) bilden, und dass im von den Teilkörpern gebildeten Innenraum (114) mindestens eine Brennstoffdüse (103) vorhanden ist. 6. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der tangentialen Kanäle (119, 120) in deren Längserstreckung weitere Brennstoffdüsen (117) angeordnet sind.
7. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper (140, 141, 142, 143) im Querschnitt eine schaufelförmige Profilierung aufweisen. 7. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper in Strömungsrichtung einen festen Kegelwinkel, oder eine zunehmende Kegelneigung, oder eine abnehmende Kegelneigung aufweisen.
8. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper spiralförmig ineinandergeschachtelt sind. 9. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper spiralförmig ineinandergeschachtelt sind.
9. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper spiralförmig ineinandergeschachtelt sind. 10. Brenner nach den Ansprüchen 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Uebergangskanäle (201) in der Mischstrecke (220) der Anzahl der vom Drallerzeuger (100) gebildeten Teilströme entspricht.
10. Brenner nach den Ansprüchen 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Uebergangskanäle (201) in der Mischstrecke (220) der Anzahl der vom Drallerzeuger (100) gebildeten Teilströme entspricht. 11. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischrohr (20) in Strömungs- und Umfangsrichtung mit Bohrungen (21) zur Eindüsung eines Luftstromes ins Innere versehen ist.
11. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischrohr (20) in Strömungs- und Umfangsrichtung mit Bohrungen (21) zur Eindüsung eines Luftstromes ins Innere versehen ist. 12. Brenner nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrungen (21) unter einem spitzen Winkel gegenüber der Achse des Mischrohres (20) verlaufen.
12. Brenner nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrungen (21) unter einem spitzen Winkel gegenüber der Achse des Mischrohres (20) verlaufen. 13. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchflussquerschnitt des Mischrohres (20) stromab der Uebergangskanäle (201) kleiner, gleich gross oder grösser als der Querschnitt der im Drallerzeuger (100) gebildeten Strömung (40) ist.
13. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchflussquerschnitt des Mischrohres (20) stromab der Uebergangskanäle (201) kleiner, gleich gross oder grösser als der Querschnitt der im Drallerzeuger (100) gebildeten Strömung (40) ist. 14. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Mischstrecke (220) und Brennraum (30) ein Querschnittsprung vorhanden
14. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Mischstrecke (220) und Brennraum (30) ein Querschnittsprung vorhanden

ist, der den anfänglichen Strömungsquerschnitt der Brennkammer induziert, und dass im Bereich dieses Querschnittsprunges eine Rückströmzone (50) wirksam ist.

5

15. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass stromauf der ersten Radius ( $R_1$ ) ein Diffusor und/oder eine Venturistrecke vorhanden ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



FIG. 2

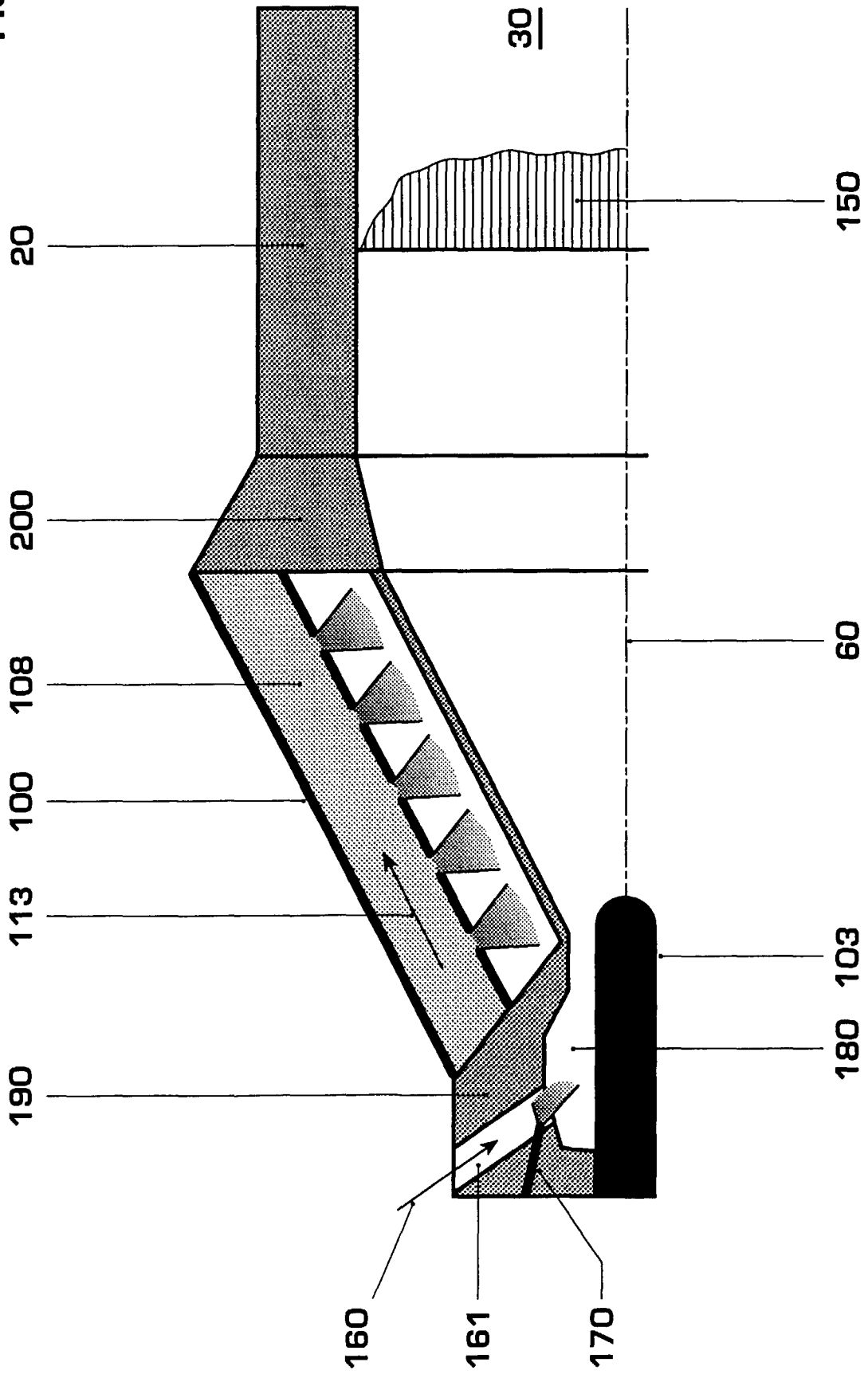
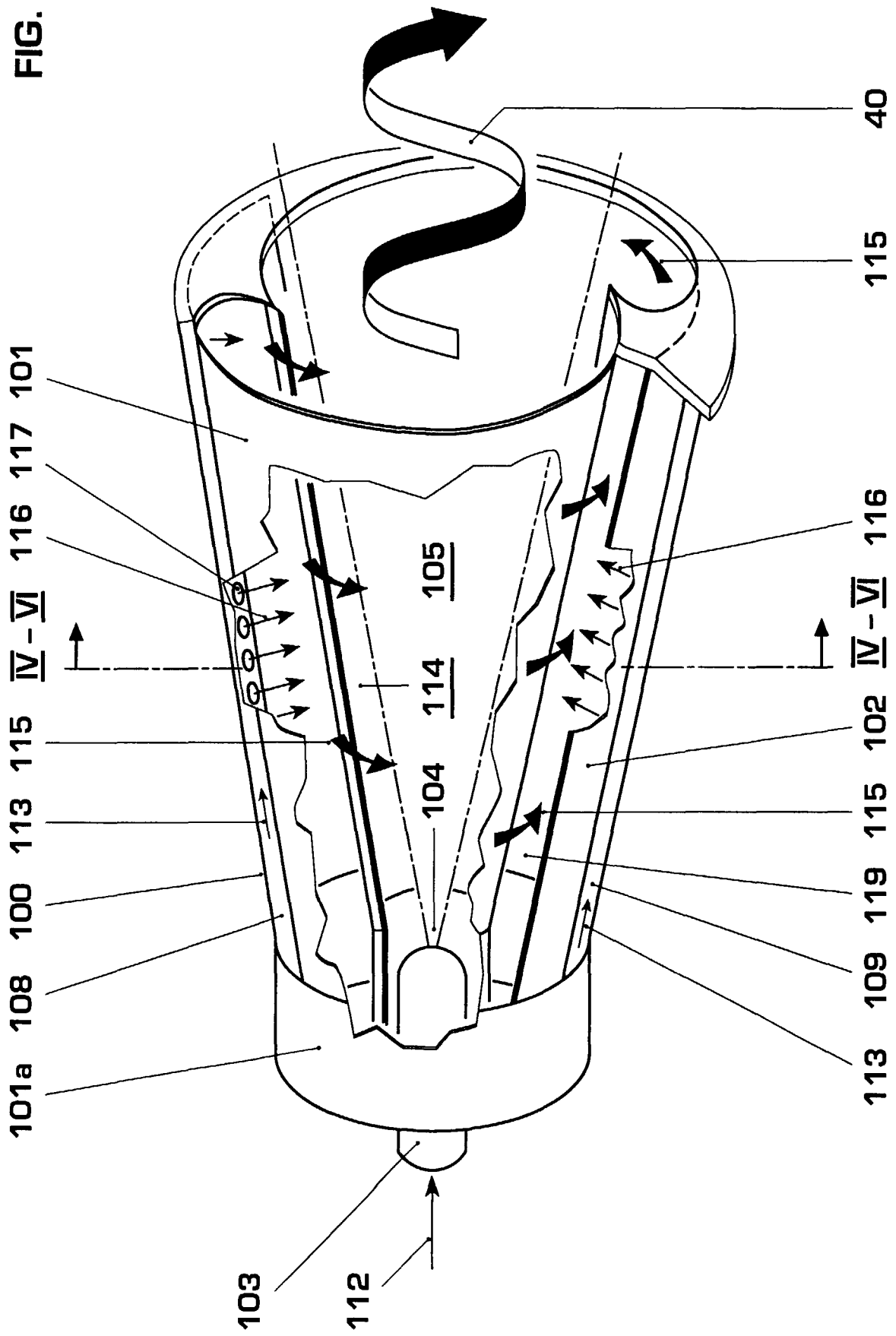


FIG. 3



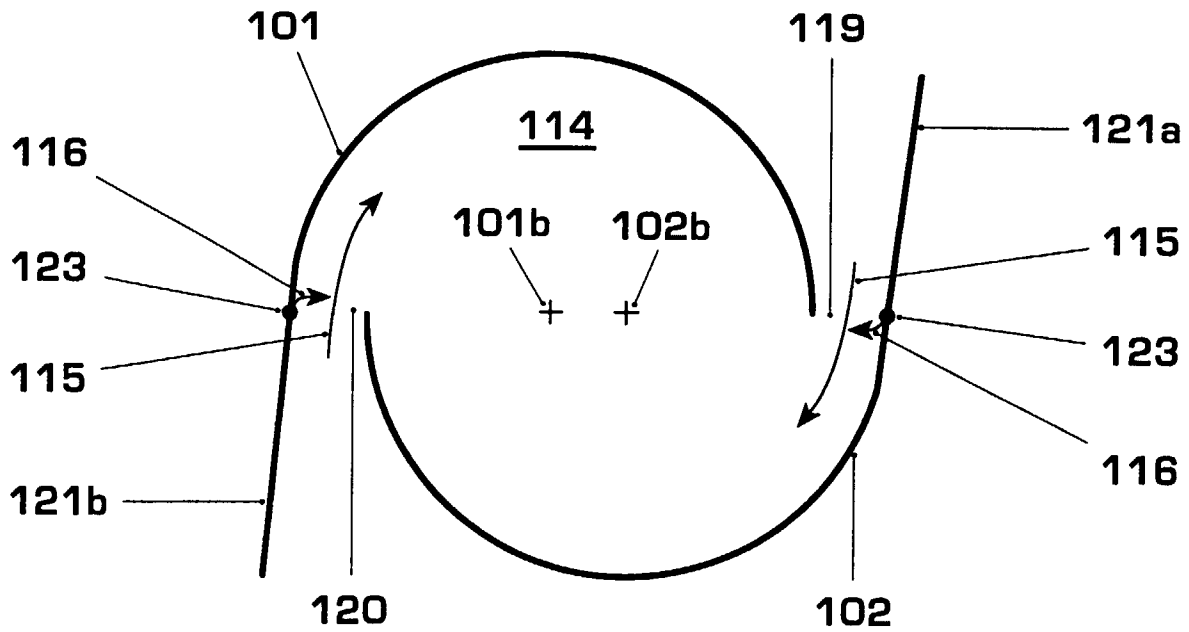


FIG. 4

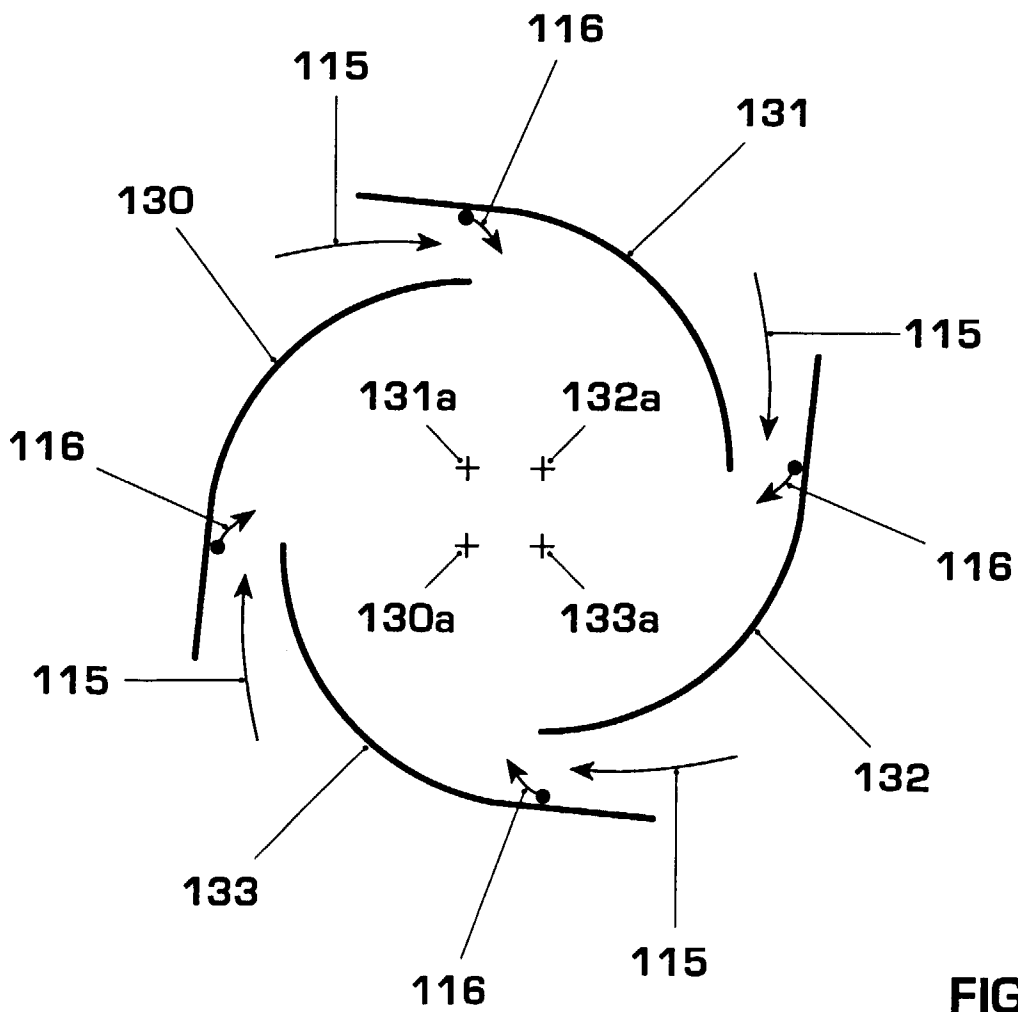


FIG. 5

FIG. 6

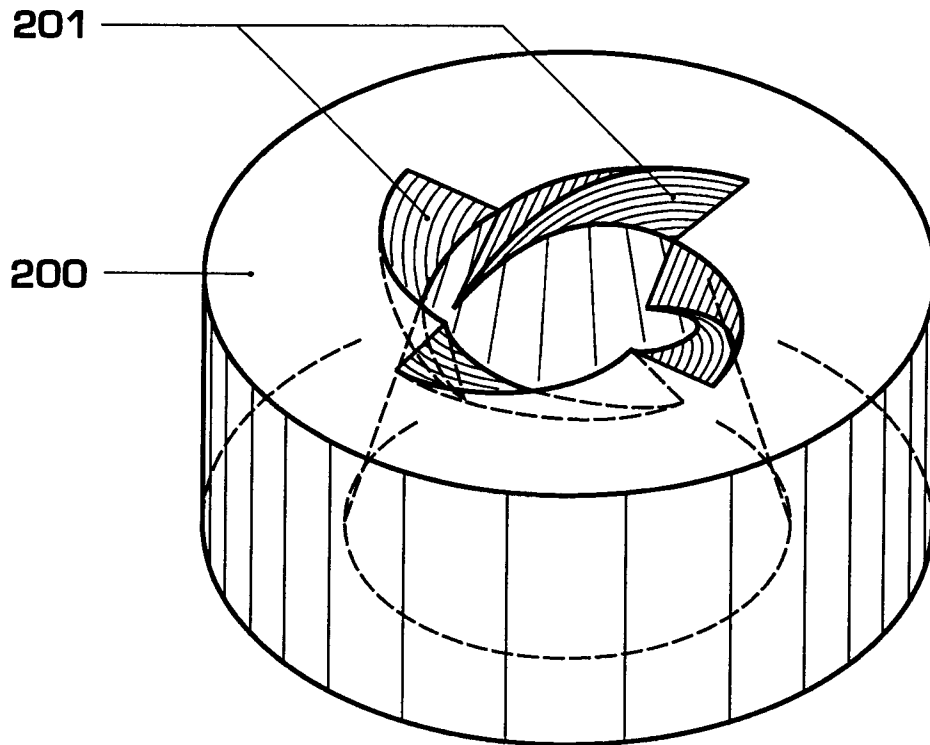
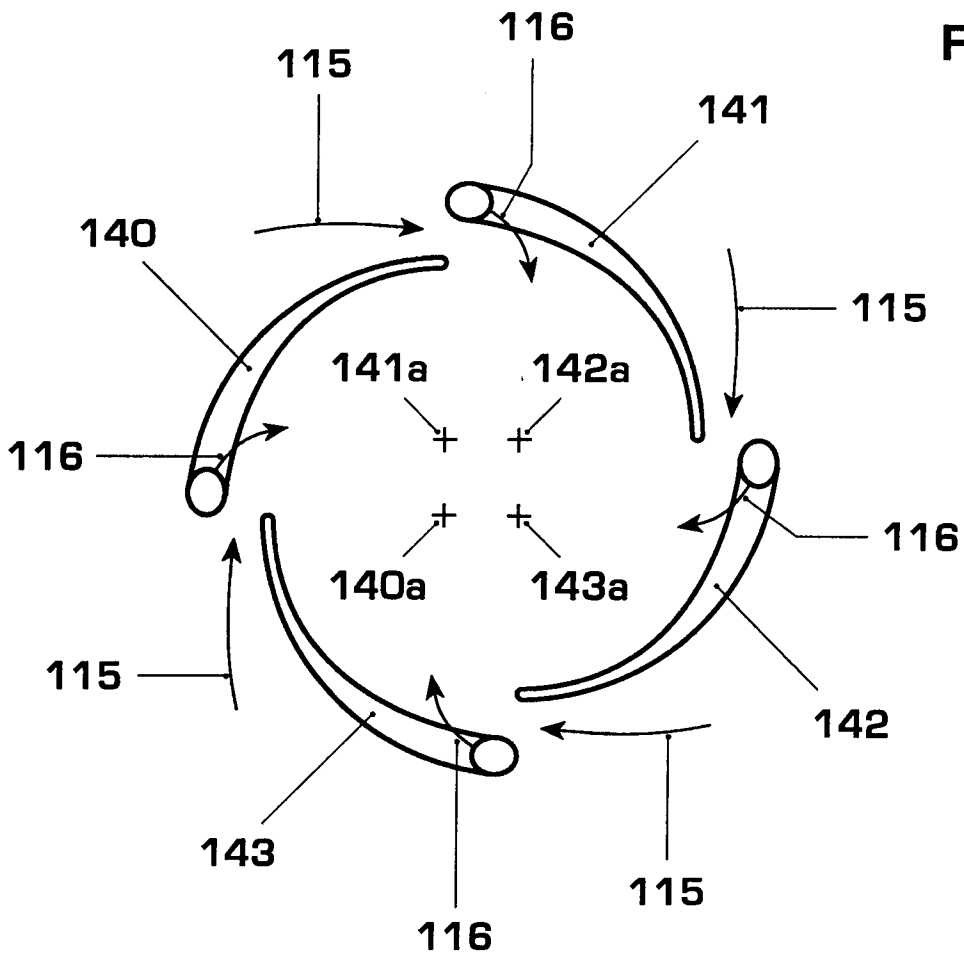


FIG. 7

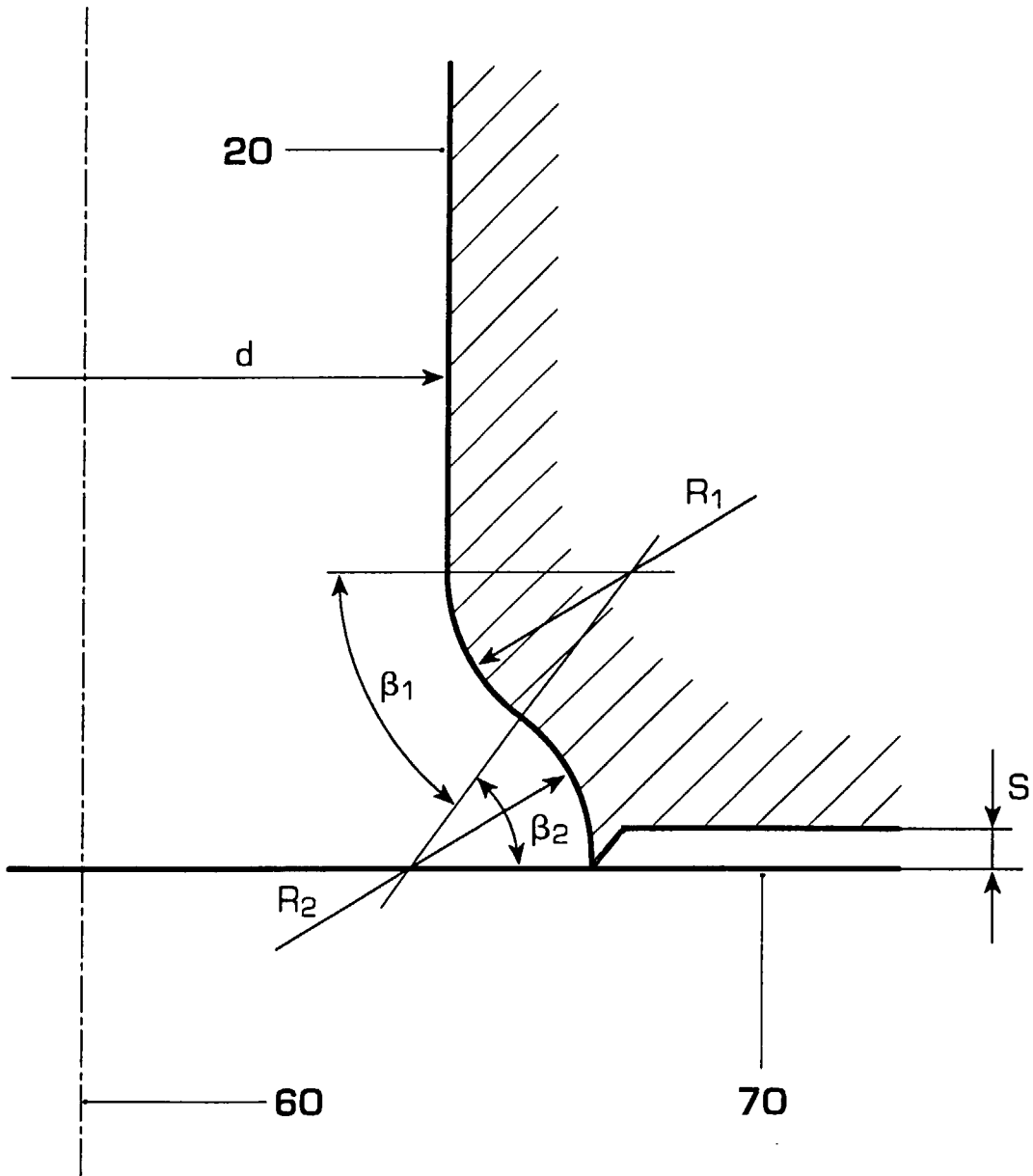


FIG. 8



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 81 0907

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	EP 0 780 629 A (ABB RESEARCH) * Seite 6, Zeile 7 - Seite 6, Zeile 19 * * Ansprüche 1-14 * * Abbildungen 1-7 * ---	1-15	F23D11/40 F23D14/02 F23D14/74 F23D17/00 F23C7/00
A	EP 0 644 374 A (THE BOC GROUP) ---		
A	EP 0 430 376 A (INTERNATIONAL FLAME RESEARCH FOUNDATION) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F23D F23C F23R
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	24. April 1998	Phoa, Y	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)