

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 903 540 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**09.04.2003 Patentblatt 2003/15**

(51) Int Cl.7: **F23D 17/00, F23C 7/00**

(21) Anmeldenummer: **97810687.0**

(22) Anmeldetag: **19.09.1997**

(54) **Brenner für den Betrieb eines Wärmeerzeugers**

Burner for operating a heat generator

Brûleur pour la mise en oeuvre d'un générateur de chaleur

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(72) Erfinder: **Ruck, Thomas**  
**5507 Mellingen (CH)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**24.03.1999 Patentblatt 1999/12**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 710 797**

**EP-A- 0 778 445**

**EP-A- 0 780 629**

**EP-A- 0 780 630**

**WO-A-95/23316**

**DE-A- 19 548 851**

(73) Patentinhaber: **ALSTOM (Switzerland) Ltd**  
**5401 Baden (CH)**

**EP 0 903 540 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft einen Brenner für den Betrieb eines Wärmeerzeugers gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

10 **[0002]** Aus EP-A2-0 780 630 bzw. aus EP-0 780 629 A2 ist ein Brenner bekanntgeworden, der anströmungsseitig aus einem Drallerzeuger besteht, wobei die hierin gebildete Strömung nahtlos in eine Mischstrecke übergeführt wird. Dies geschieht anhand einer am Anfang der Mischstrecke zu diesem Zweck gebildeten Strömungsgeometrie, welche aus Uebergangskanälen besteht, die sektoriell, entsprechend der Zahl der wirkenden Teilkörper des Drallerzeugers, die Stirnfläche der Mischstrecke erfassen und in Strömungsrichtung drallförmig verlaufen. Abströmungsseitig dieser  
15 Uebergangskanäle weist die Mischstrecke eine Anzahl Filmlegungsbohrungen auf, welche eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit entlang der Rohrwand gewährleisten. Anschliessend folgt eine Brennkammer, wobei der Uebergang zwischen der Mischstrecke und der Brennkammer durch einen Querschnittssprung gebildet wird, in dessen Ebene sich eine Rückströmzone oder Rückströmblase bildet.

20 **[0003]** Die Drallstärke im Drallerzeuger wird demnach so gewählt, dass das Aufplatzen des Wirbels nicht innerhalb der Mischstrecke, sondern weiter stromab erfolgt, wie oben ausgeführt im Bereich des Querschnittsprunges. Die Länge der Mischstrecke ist so dimensioniert, dass eine ausreichende Mischungsgüte für alle Brennstoffarten gewährleistet ist.

25 **[0004]** Obschon dieser Brenner gegenüber denjenigen aus dem vorangegangenen Stand der Technik eine signifikante Verbesserung hinsichtlich Stärkung der Flammenstabilität, tieferer Schadstoff-Emissionen, geringerer Pulsationen, vollständigen Ausbrandes, grossen Betriebsbereichs, guter Querbündelung zwischen den verschiedenen Brennern, kompakter Bauweise, verbesserter Mischung, etc., gebracht hat, zeigt es sich, 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 geworden ist, insbesondere wenn es darum geht, die Pulsationen zu eliminieren.

30

### Darstellung der Erfindung

35 **[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.

40 **[0006]** Zu diesem Zweck wird die kopfseitig wirkende und zum Drallerzeuger des Brenners gehörende Brennstoffdüse, welche vorzugsweise auf der Achse des Drallerzeugers bzw. des Brenners angeordnet ist und welche in der Regel mit einem flüssigen Brennstoff gespiesen wird, von einem ringförmigen beabstandeten Mantel umgeben, in welchem in Umfangsrichtung Bohrungen angebracht sind, durch welche eine Luftmenge zur Umspülung der Brennstoffdüse strömt. In Wirkverbindung mit diesen Bohrungen wirken zusätzliche Injektoren, welche vorzugsweise mit einem gasförmigen Brennstoff betrieben werden. Eine geringe Menge Brennstoff wird durch diese Injektoren in die Luftmenge zur Umspülung der Brennstoffdüse eingeblasen, dergestalt, dass das für die Stabilität der Flamme wichtige Zentrum der Brennerströmung stets im richtigen Mass versorgt wird. Damit wird erreicht, dass sich eine gleichmässige  
45 Brennstoffkonzentration über den Strömungsquerschnitt des Brenners einstellt, welche zu einer Unterdrückung von Brennkammerschwingungen führen. Diese gleichmässige Brennstoffkonzentration über den Strömungsquerschnitt macht sich insbesondere auf der Brennerachse bemerkbar, wo erfahrungsgemäss wegen ungleichmässiger Brennstoffanreicherung die Schwingungen in der Flammenfront entstehen, welche zu Pulsationen führen. Darüber hinaus wird mit der Unterdrückung der Brennkammerschwingungen der Betriebsbereich des Brenners wesentlich erweitert,  
50 da keine Instabilität der Flamme mehr zu befürchten ist, welche zu einer Verschlechterung der Löschgrenze führt.

**[0007]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Spülluft durch die genannten Öffnungen im Bereich der Brennstoffdüse eine Benetzung der Innenwand des kegelförmigen Drallerzeugers durch den eingeblasenen flüssigen Brennstoff verhindert.

55 **[0008]** Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

**[0009]** 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

**[0010]** 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 zweischaligen 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 Abrisskante zur räumlichen Stabilisierung der Rückströmzone.

### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

**[0011]** Fig. 1 zeigt den Gesamtaufbau eines Brenners. 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 tangential 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 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 die eigentliche Brennkammer 30, 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 Axialgeschwindigkeits-Profil 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 Durchfluss-Geschwindigkeit induzieren. Diese Bohrungen 21 können auch so ausgelegt werden, dass sich an der Innenwand des Mischrohres 20 mindestens zusätzlich noch eine Effusionskühlung einstellt. Eine andere Möglichkeit eine Erhöhung der Geschwindigkeit des Gemisches innerhalb des Mischrohres 20 zu erzielen, besteht darin, dass dessen Durchflussquerschnitt abströmungsseitig der Uebergangsgeometrie bilden, eine Verengung erfährt, wodurch das gesamte Geschwindigkeitsniveau innerhalb des Mischrohres 20 angehoben wird. In der Figur verlaufen diese Bohrungen 21 unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse 60.

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 ein in der Figur nicht gezeigter Diffusor vorgesehen wird. Am Ende des Mischrohres 20 schliesst sich sodann eine Brennkammer 30 an, wobei zwischen den beiden Durchflussquerschnitten ein durch eine Brennerfront 70 gebildeter Querschnittssprung 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 Querschnittssprunges 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. Stirnseitig weist die Brennkammer 30 eine Anzahl Oeffnungen 31 auf, durch welche eine Luftmenge direkt in den Querschnittssprung strömt, und dort unteren anderen dazu beiträgt, dass die Ringstabilisation der Rückströmzone 50 gestärkt wird. 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 Rückströmkzonen durch die Zufuhr kleiner stark verdrahter 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 Ausgestaltung der Brennerfront 70 am Ende des Mischrohres 20 zur Stabilisierung der Rückströmzone oder Rückströmblase 50 betrifft, wird auf die Beschreibung unter Fig. 8 verwiesen.

**[0012]** 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 Brennstofflanze 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 eingeben, 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 Ausgang des Brenners einstellt, womit aufkommende Brennkammerpulsationen vermieden werden.

**[0013]** 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.

**[0014]** Der erste Teil des Brenners nach Fig. 1 bildet den nach Fig. 3 gezeigten Drallerzeuger 100. Dieser besteht aus zwei hohlen 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 Kanal, 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 kegelförmigen Teilkörper 101, 102 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 108, 109 auf, welche entlang der tangentialen Lufteintrittsschlitz 119, 120 angeordnet und mit Eindüsungsoffnungen 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 Einströ-

mung, 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.

**[0015]** 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 platzierten 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.

**[0016]** 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.

**[0017]** 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 Verbrennungsluftstrom 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.

**[0018]** 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 Querschnittssprung 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.

**[0019]** Fig. 8 zeigt die bereits angesprochene Abrisskante, welche am Brenneraustritt gebildet ist. Der Durchflusquerschnitt des Rohres 20 erhält in diesem Bereich einen Uebergangsradius R, dessen Grösse grundsätzlich von der Strömung innerhalb des Rohres 20 abhängt. Dieser Radius R wird 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 so definieren, dass dieser > 10% des Innendurchmessers d des Rohres 20 beträgt. Gegenüber einer Strömung ohne Radius vergrössert sich nun die Rückströmblase 50 gewaltig. Dieser Radius R verläuft bis zur Austrittsebene des Rohres 20, wobei der Winkel  $\beta$  zwischen Anfang und Ende der Krümmung < 90° beträgt. Entlang des einen Schenkels des Winkels  $\beta$  verläuft die Abrisskante A ins Innere des Rohres 20 und bildet somit eine Abrissstufe S gegenüber dem vorderen Punkt der Abrisskante A, deren Tiefe > 3 mm beträgt. Selbstverständlich kann die hier parall zur Austrittsebene des Rohres 20 verlaufende Kante anhand eines gekrümmten Verlaufs wieder auf Stufe Austrittsebene gebracht werden. Der Winkel  $\beta'$ , der sich zwischen Tangente der Abrisskante A und Senkrechte zur Austrittsebene des Rohres 20 ausbreitet, ist gleich gross wie Winkel  $\beta$ . Die Vorteile dieser Ausbildung dieser Abrisskante gehen aus EP-0 780 629 A2 unter Dem Kapitel "Darstellung der Erfindung" hervor. Eine weitere Ausgestaltung der Abrisskante zum selben Zweck lässt sich mit brennkammerseitigen torusähnlichen Einkerbungen erreichen.

#### Bezugszeichenliste

##### **[0020]**

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

170	Brennstoff-Injektoren
180	Ringförmige Luftkammer
190	Ring
200	Uebergangsstück, Teil der Mischstrecke 220
5 201	Uebergangskanäle
220	Mischstrecke

## Patentansprüche

1. Brenner zum Betrieb eines Wärmeerzeugers, wobei der Brenner im wesentlichen aus einem Drallerzeuger (100) für einen Verbrennungsluftstrom (115) und aus Mitteln zur Eindüsung (103, 117) mindestens eines Brennstoffes (112, 113) in den Verbrennungsluftstroms (115) besteht, wobei die Mittel zur Eindüsung (103, 117) mindestens eines Brennstoffes (112, 113) mindestens aus einer zentralen kopfseitig am Drallerzeuger (100) angeordneten Brennstoffdüse (103) bestehen, wobei stromab des Drallerzeugers (100) eine Mischstrecke (220) angeordnet ist, welche innerhalb eines ersten Streckabschnitts in Strömungsrichtung eine Anzahl Übergangskanäle (201) zur Überführung einer im Drallerzeuger (100) gebildeten Strömung in ein stromab dieser Übergangskanäle (201) nachgeschaltetes in eine Brennerfront übergehendes Mischrohr aufweist, wobei der Drallerzeuger (100) einen um die zentrale Brennstoffdüse (103) kopfseitig am Drallerzeuger (100) angeordneten Ring (190) aufweist, und wobei der Ring (190) eine Anzahl in Umfangsrichtung angeordneter Bohrungen (161) aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
Brennstoffinjektoren (170) innerhalb der Bohrungen (161) des Ringes (190) angeordnet sind, durch welche ein Brennstoff in eine durch die Bohrungen (161) strömende Luftmenge (160) eindüsbar ist.
2. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bohrungen (161) schräg nach vorne gerichtet sind.
3. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffdüse (103) von einer ringförmigen Luftkammer (180) umgeben ist.
4. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennerfront des Mischrohres (20) zur nachgeschalteten Brennkammer (30) mit einer Abrisskante (A) ausgebildet ist.
5. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Uebergangskanäle (201) in der Mischstrecke (220) der Anzahl der vom Drallerzeuger (100) gebildeten Teilströme entspricht
6. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das den Uebergangskanälen (201) nachgeschaltete Mischrohr (20) in Strömungs- und Umfangsrichtung mit Oeffnungen (21) zur Eindüsung eines Luftstromes ins Innere des Mischrohres (20) versehen ist.
7. Brenner nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oeffnungen (21) unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse (60) des Mischrohres (20) verlaufen.
8. 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, 100a) gebildeten Strömung (40) ist.
9. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromab der Mischstrecke (220) eine Brennkammer (30) angeordnet ist, dass zwischen der Mischstrecke (220) und der Brennkammer (30) ein Querschnittssprung vorhanden ist, der den anfänglichen Strömungsquerschnitt der Brennkammer (30) induziert, und dass im Bereich dieses Querschnittsprunges eine Rückströmzone (50) wirksam ist.
10. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromauf der Brennerfront (70) ein Diffusor und/oder eine Venturistrecke vorhanden ist.
11. 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 gegeneinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wan-

dungen der Teilkörper in deren Längserstreckung tangentielle Kanäle (119, 120) für einen Verbrennungsluftstromes (115) bilden, und dass im von den Teilkörpern gebildeten Innenraum (114) mindestens eine Brennstoffdüse (103) wirksam ist.

- 5 12. Brenner nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der tangentialen Kanäle (119, 120) in deren Längserstreckung weitere Brennstoffdüsen (117) angeordnet sind.
13. Brenner nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilkörper (140, 141, 142, 143) im Querschnitt eine schaufelförmige Profilierung aufweisen.
- 10 14. Brenner nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilkörper in Strömungsrichtung einen festen Kegelwinkel, oder eine zunehmende Kegelneigung, oder eine abnehmende Kegelneigung aufweisen.
- 15 15. Brenner nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilkörper spiralförmig ineinandergeschachtelt sind.

## Claims

- 20 1. Burner for operating a heat generator, the burner essentially comprising a swirl generator (100) for a combustion-air flow and means for injecting (103, 117) at least one fuel (112, 113) into the combustion-air flow (115), the means for injecting (103, 117) at least one fuel (112, 113) comprising at least one central fuel nozzle (103), arranged on the head side of the swirl generator (100), a mixing section (220) being arranged downstream of the swirl generator (100) and having, inside a first portion of the section in the direction of flow, a number of transition passages (201)  
25 for passing a flow formed in the swirl generator (100) into a mixing tube arranged downstream of these transition passages (201) and merging into a burner front, the swirl generator (100) having a ring (190) arranged around the central fuel nozzle (103), on the head side of the swirl generator (100), and the ring (190) having a number of bores (161) arranged in the circumferential direction,  
**characterized in that**  
30 fuel injectors (170) are arranged within the bores (161) of the ring (190), by means of which a fuel can be injected into an air quantity (160) flowing through the bores (161).
2. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the bores (161) are directed so as to slant forwards.
- 35 3. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the fuel nozzle (103) is surrounded by an annular air chamber (180).
4. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the burner front of the mixing tube (20) to the downstream combustion chamber (30) is formed with a breakaway edge (A).
- 40 5. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the number of transition passages (201) in the mixing section (220) corresponds to the number of partial flows formed by the swirl generator (100).
6. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the mixing tube (20) arranged downstream of the transition passages (201) is provided with openings (21) in the direction of flow and in the peripheral direction for injecting an air flow into the interior of the mixing tube (20).
- 45 7. Burner according to Claim 6, **characterized in that** the openings (21) run at an acute angle relative to the burner axis (60) of the mixing tube (20).
- 50 8. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the cross section of flow of the mixing tube (20) downstream of the transition passages (201) is less than, equal to or greater than the cross section of the flow (40) formed in the swirl generator (100, 100a).
- 55 9. Burner according to Claim 1, **characterized in that** a combustion chamber (30) is arranged downstream of the mixing section (220), **in that** there is a jump in cross section between the mixing section (220) and the combustion chamber (30), which jump in cross section induces the initial cross section of flow of the combustion chamber (30), and **in that** a backflow zone (50) can take effect in the region of this jump in cross section.



10. Burner according to Claim 1, **characterized in that** there is a diffuser and/or a venturi section upstream of the burner front (70).
- 5 11. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the swirl generator (100) consists of at least two hollow, conical sectional bodies (101, 102; 130, 131, 132, 133; 140, 141, 142, 143) which are nested one inside the other in the direction of flow, **in that** the respective longitudinal symmetry axes (101b, 102b; 130a, 131a, 132a, 133a; 140a, 141a, 142a, 143a) of these sectional bodies run mutually offset in such a way that the adjacent walls of the sectional bodies form ducts (119, 120), tangential in their longitudinal extent, for a combustion-air flow (115), and **in that** at least one fuel nozzle (103) can take effect in the interior space (114) formed by the sectional bodies.  
10
12. Burner according to Claim 11, **characterized in that** further fuel nozzles (117) are arranged in the region of the tangential ducts (119, 120) in their longitudinal extent.
13. Burner according to Claim 11, **characterized in that** the sectional bodies (140, 141, 142, 143) have a blade-shaped profile in cross section.  
15
14. Burner according to Claim 11, **characterized in that** the sectional bodies have a fixed cone angle, increasing conicity, or decreasing conicity in the direction of flow.
- 20 15. Burner according to Claim 11, **characterized in that** the sectional bodies are nested spirally one inside the other.

## Revendications

- 25 1. Brûleur destiné à faire fonctionner un générateur de chaleur, le brûleur se composant essentiellement d'une chambre de turbulence (100) pour un écoulement d'air de combustion (115), et de moyens pour l'injection (103, 117) d'au moins un combustible (112, 113) dans l'écoulement d'air de combustion (115), dans lequel les moyens pour l'injection (103, 117) d'au moins un combustible (112, 113) se composent d'au moins une buse d'injection de combustible (103) disposée centralement côté tête de la chambre de turbulence (100), dans lequel, en aval de la  
30 chambre de turbulence (100) se trouve une section de mélange (220) laquelle présente, à l'intérieur d'une première partie de la section dans le sens de l'écoulement, un certain nombre de canaux de transfert (201) servant à transférer un écoulement formé dans la chambre de turbulence (100) dans un tube de mélange raccordé en aval de ces canaux de transfert (201), aboutissant dans un front de brûleur, dans lequel la chambre de turbulence (100) présente une bague (190) disposée autour de la buse d'injection de combustible (103) centrale, du côté tête de la chambre de turbulence (100) et dans lequel la bague (190) présente un certain nombre d'orifices (161) disposés selon la circonférence,  
35 **caractérisé en ce que**  
les injecteurs de combustibles (170) sont disposés parmi les orifices (161) de la bague (190), par lesquels un combustible peut être injecté dans un débit d'air (160) s'écoulant par les orifices (161).  
40
2. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les orifices (161) sont orientés en oblique vers l'avant.
3. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la buse d'injection de combustible (103) est entourée d'une chambre d'air annulaire (180).  
45
4. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le front de brûleur du tube de mélange (20) présente une arête de décollement (A) vers la chambre de combustion (30) raccordée en aval.
5. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le nombre de canaux de transfert (201) dans la section de mélange (220) correspond au nombre de flux partiels formés dans la chambre de turbulence (100).  
50
6. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le tube de mélange (20) raccordé en aval des canaux de transfert (201) est pourvu, dans le sens de l'écoulement et selon la circonférence, d'orifices (21) pour l'injection d'un flux d'air à l'intérieur du tube de mélange (20).  
55
7. Brûleur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les ouvertures (21) s'étendent sous un angle aigu par rapport à l'axe du brûleur (60) du tube de mélange (20).

8. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la section transversale de passage du tube de mélange (20), en aval des canaux de transfert (201), est plus petite, égale ou plus grande que la section transversale de l'écoulement (40) formé dans la chambre de turbulence (100, 100a).

5 9. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'en** aval de la section de mélange (220) est disposée une chambre de combustion (30), **en ce qu'**entre la section de mélange (220) et la chambre de combustion (30) s'opère un brusque changement de section transversale qui induit la section d'écoulement initiale de la chambre de combustion (30) et **en ce que**, dans la zone de ce brusque changement de section, une zone d'écoulement de retour (50) peut être active.

10 10. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'en** amont du front du brûleur (70) se trouve un diffuseur et/ou une section à venturi.

15 11. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la chambre de turbulence (100) se compose d'au moins deux corps partiels creux, coniques, imbriqués l'un dans l'autre dans le sens de l'écoulement (101, 102 ; 130, 131, 132, 133 ; 140, 141, 142, 143), **en ce que** les axes de symétrie longitudinaux respectifs (101b, 102b ; 130a, 131a, 132a, 133a ; 140a, 141a, 142a, 143a) de ces corps partiels s'étendent avec un décalage des uns par rapport aux autres, de telle manière que les parois voisines des corps, dans leur extension longitudinale, forment des canaux tangentiels (119, 120) pour un écoulement de l'air de combustion (115) et que, dans l'espace intérieur (114) formé par les corps partiels au moins une buse d'injection de combustible (103) puisse être active.

20 12. Brûleur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que**, d'autres buses d'injection de combustible (117) sont disposées dans la zone des canaux tangentiels (119, 120), dans leur extension longitudinale.

25 13. Brûleur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les corps partiels (140, 141, 142, 143) présentent, en section transversale, un profil ayant la forme d'une aube.

30 14. Brûleur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les corps partiels présentent, dans le sens de l'écoulement, un angle d'ouverture de cône fixe ou une inclinaison de cône croissante ou encore une inclinaison de cône décroissante.

35 15. Brûleur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les corps partiels sont imbriqués les uns dans les autres en forme de spirale.

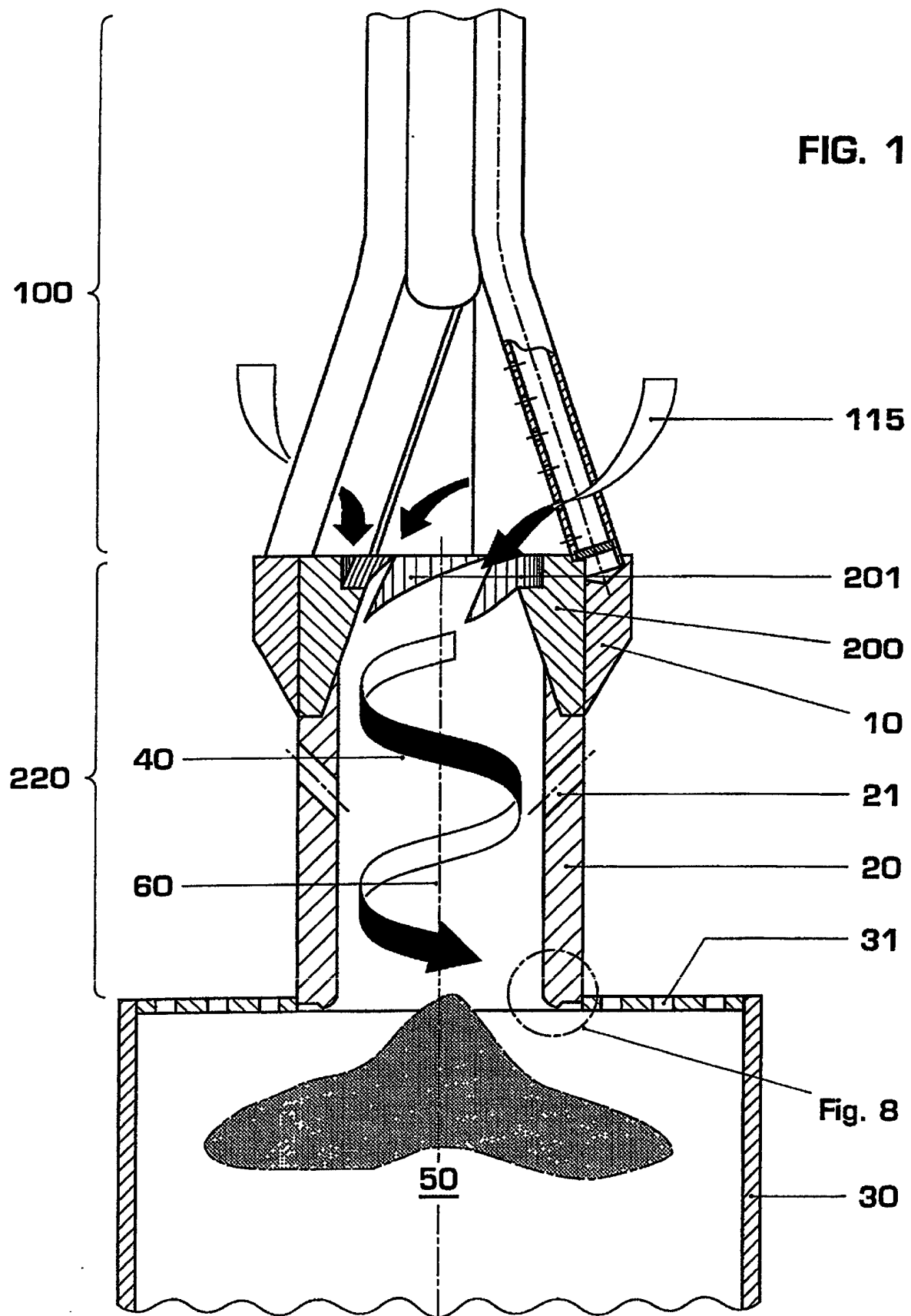


FIG. 2

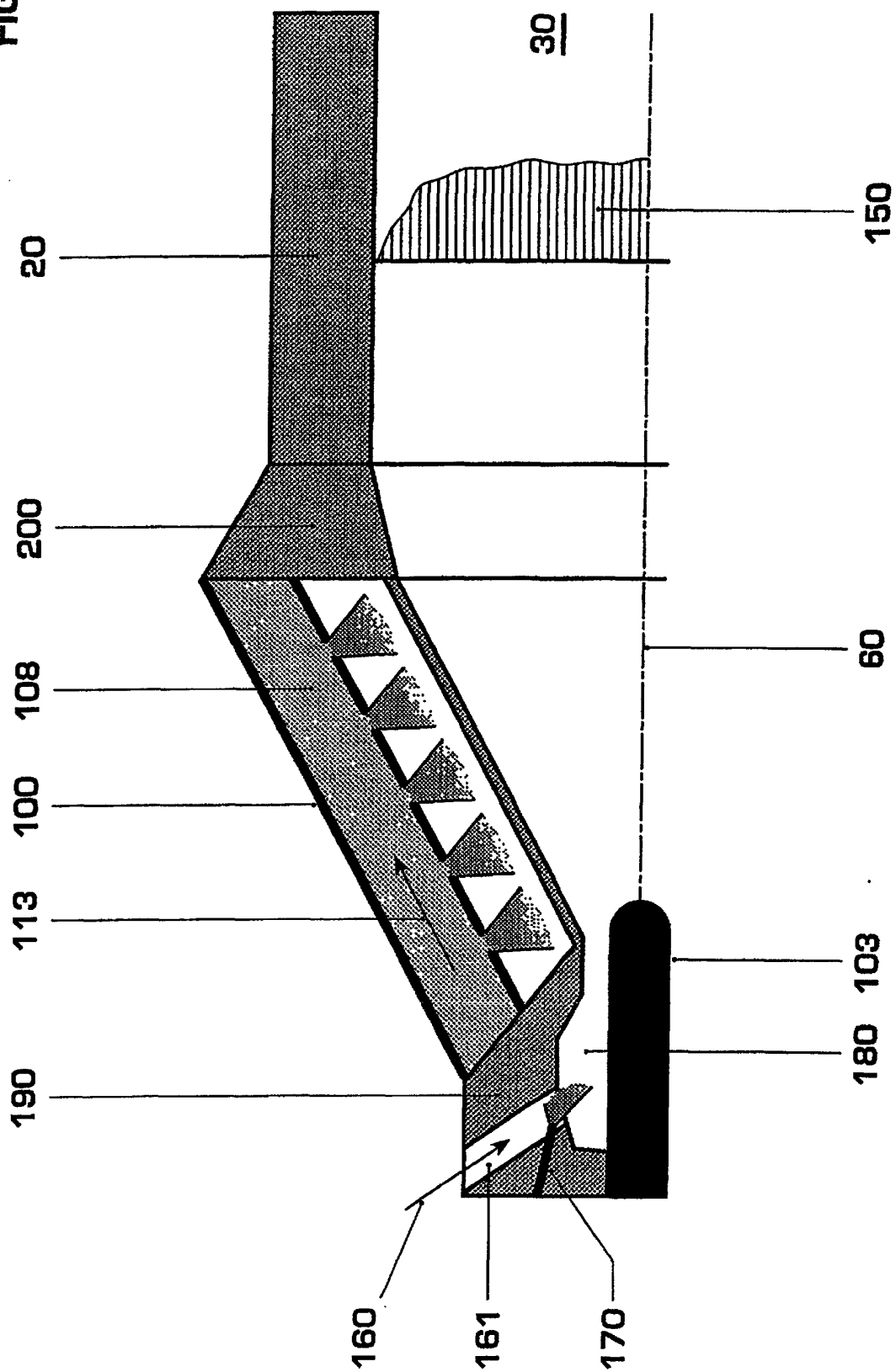
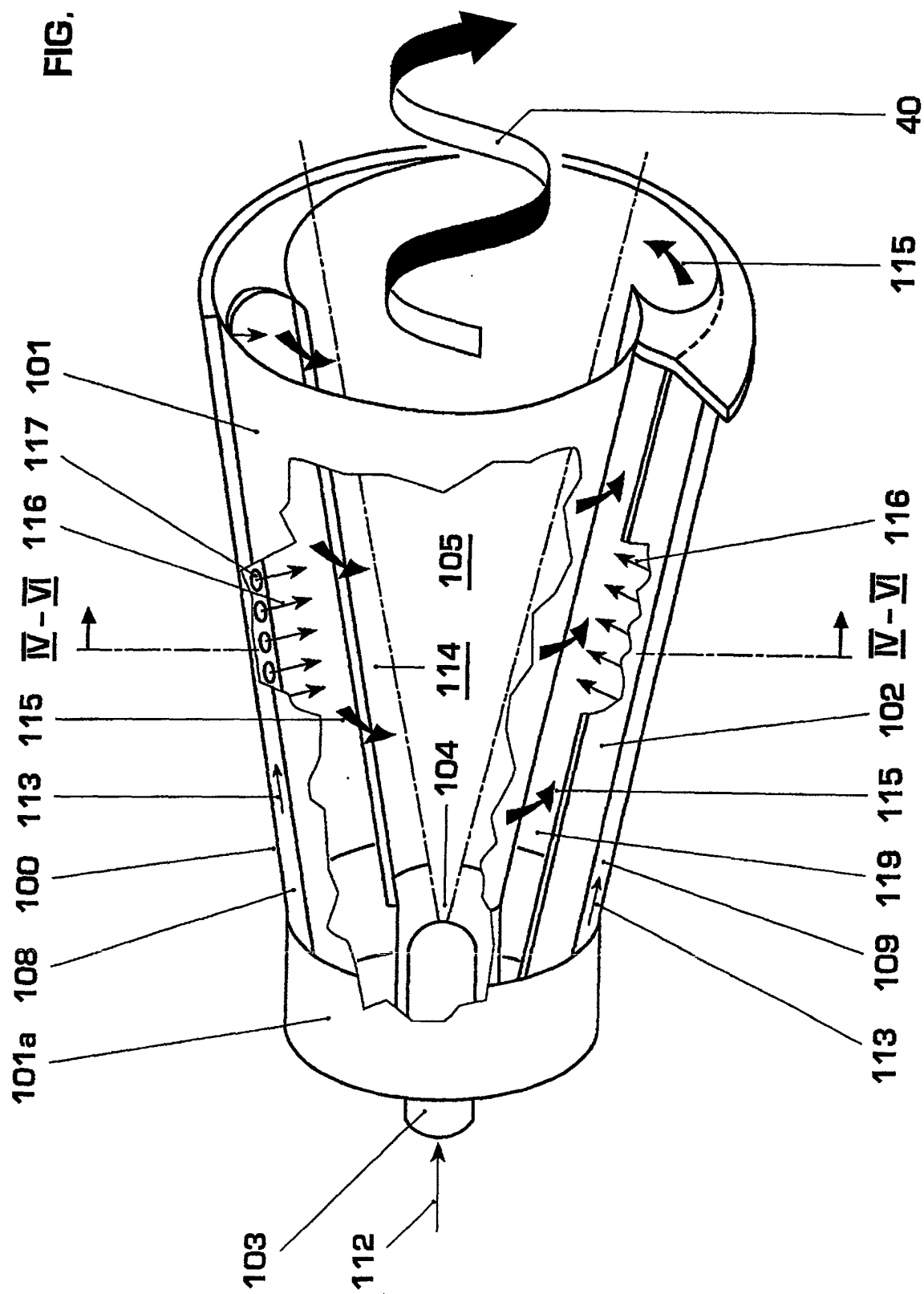


FIG. 3



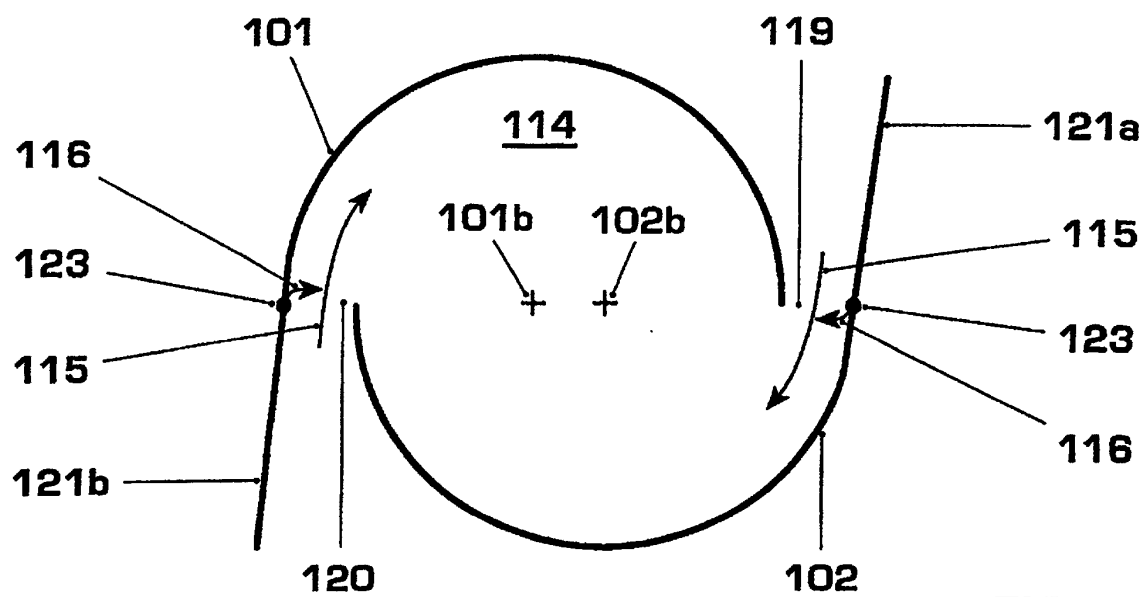


FIG. 4

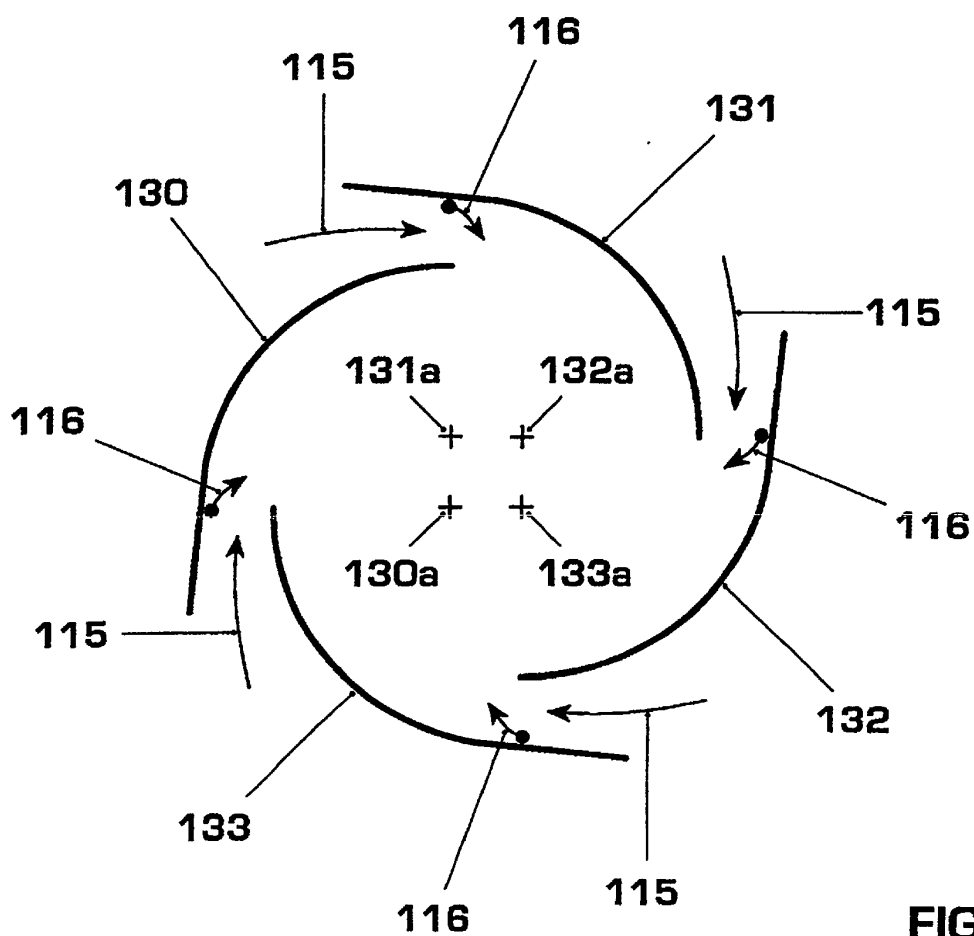


FIG. 5

FIG. 6

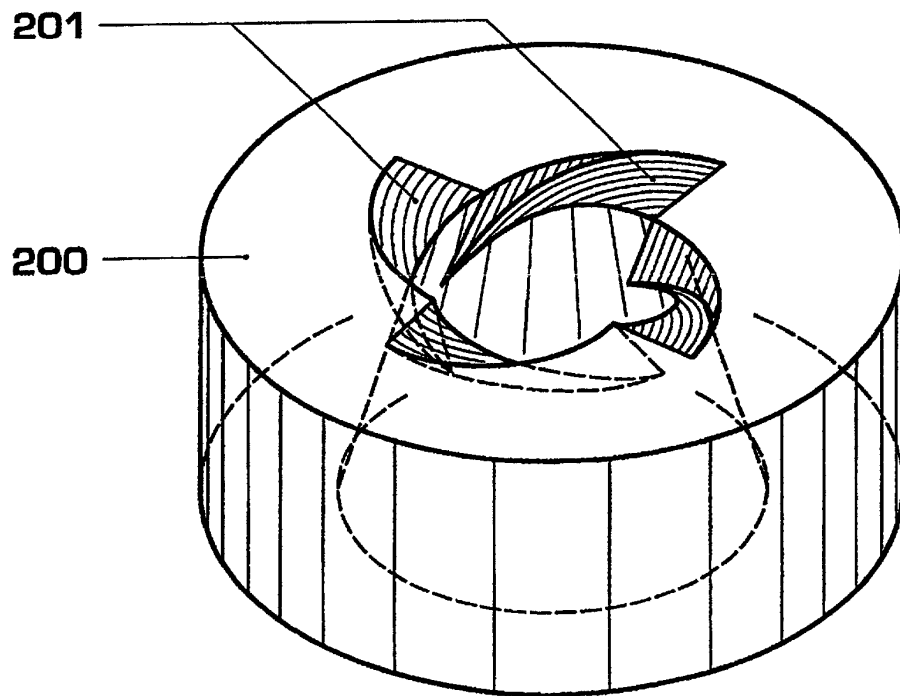
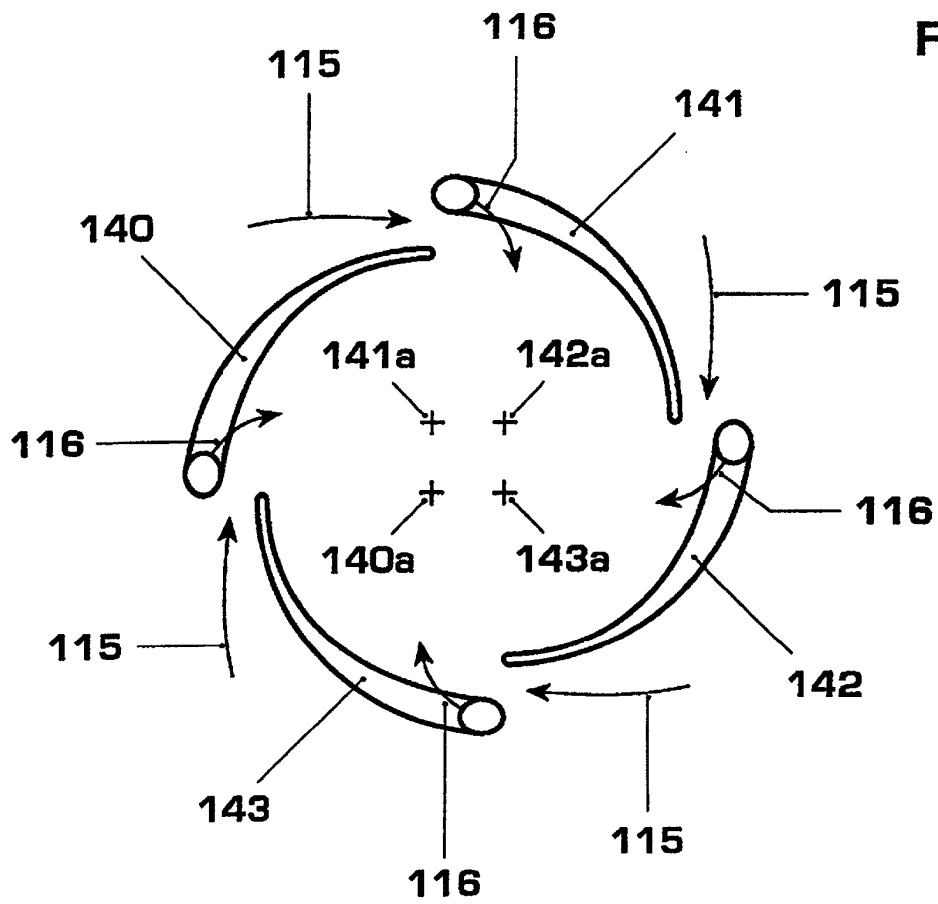


FIG. 7

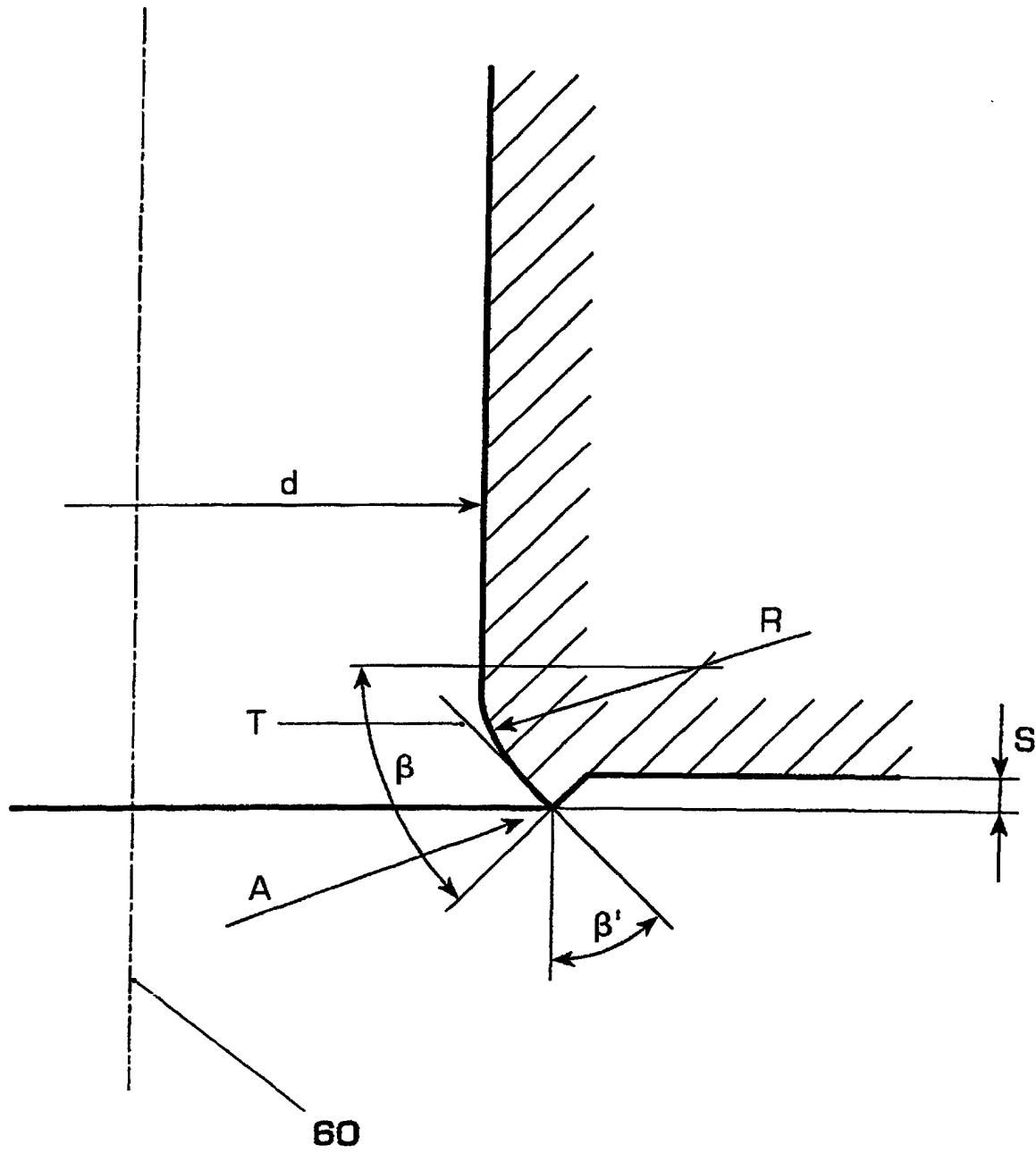


FIG. 8