

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 899 508 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.01.2004 Patentblatt 2004/05

(51) Int Cl.7: **F23D 17/00**, F23D 14/24,
F23D 14/40, F23R 3/02

(21) Anmeldenummer: **98810651.4**

(22) Anmeldetag: **08.07.1998**

(54) **Brenner für einen Wärmeerzeuger**

Burner for a heat producing device

Brûleur pour un dispositif à chaleur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

(30) Priorität: **25.08.1997 DE 19736902**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

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

(72) Erfinder:

- **Döbbeling, Klaus, Dr.**
5210 Windisch (CH)
- **Steinbach, Christian, Dr.**
5432 Neuenhof (CH)
- **Ruck, Thomas**
5507 Mellingen (CH)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2- 0 704 657
WO-A1-95/02789
US-A- 5 586 878

EP-A2- 0 797 051
US-A- 5 244 380

EP 0 899 508 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 vorliegende Erfindung betrifft einen Brenner für einen Wärmeerzeuger gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

- 10 **[0002]** Eine schadstoffarme Verbrennung von flüssigen Brennstoffen, wie beispielsweise Heizöl EL (= Extra Leicht), erfordert die vollständige Verdampfung der Brennstofftropfen sowie die Vormischung des Brennstoffes mit der Verbrennungsluft vor Erreichen der Flammenfront. Schon kleine Zonen mit höherer Brennstoffkonzentration führen in der Reaktionszone zu erhöhten Temperaturen und somit zur verstärkten Bildung von thermischen Stickoxiden.
- 15 **[0003]** Aus dem Stand der Technik ist bekanntgeworden, das Öl mit verschiedenen Bauarten von drall- bzw. luft-unterstützten zentralen und kopfseitig der Vormischstrecke angeordneten Düsen zu zerstäuben. Die so erreichbare Zerstäubungsqualität ist indessen bei verschiedenen Betriebsarten dieser Brenner eingeschränkt. Dies hängt im wesentlichen damit zusammen, dass der Impuls der sich aus der Brennstoffeindüsung gebildeten Tropfensprays relativ gering ausfällt, womit eine gerichtete Einbringung dieses Brennstoffs in bestimmte Brennerzonen mangelhaft oder gar nicht möglich ist.
- 20 **[0004]** Da bei einer solchen Konstellation die Brennstofftropfen schnell von der in die Vormischstrecke einströmende Verbrennungsluft abgebremst werden, können sie sich radial in der einströmenden Verbrennungsluft nicht gut verteilen. Die Folge aus dieser mangelhaften Vormischung ist eine ungenügende Verdampfung des eingedüsten Brennstoffs, die sich darin niederschlägt, dass auf der Brennerachse brennstoffreiche Zonen bilden, welche dann in der Verbrennungszone ursächlich für eine verstärkte Bildung von thermischen Stickoxide verantwortlich sind.
- 25 **[0005]** Entsprechend der EP-A-704 657 sind bei einem Vormischbrenner der Doppelkegelbauart zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, einer Brennkammer einer Gasturbogruppe oder Feuerungsanlage mit einer in der Kegelspitze angeordneten Hochdruckzerstäubungsdüse zur Zerstäubung von flüssigem Brennstoff die Düsenbohrungen auf die Zonen hoher Luftgeschwindigkeit im Brenner ausgerichtet und der Winkel zwischen dem Brennstofftropfenspray und der Längsachse des Brenners ist mindestens so gross wie der Kegelhalbwinkel zwischen den Teilkegelkörpern und der Längsachse des Brenners. Die Hochdruckzerstäubungsdüse besteht aus einem Düsenkörper, in dem mindestens ein Zufuhrkanal für den zu zerstäubenden und unter einem Druck von grösser 100 bar zuführbaren flüssigen Brennstoff angeordnet ist und dieser Zufuhrkanal steht mit oder ohne dazwischen angeordneter Turbulenzkammer über mindestens zwei Düsenbohrungen mit dem Innenraum des Brenners in Verbindung. Durch diese Anordnung wird eine feine Zerstäubung mit einem hohen Brennstoffimpuls verbunden, was Voraussetzung für eine schnelle Verdampfung des Brennstoffes sowie für eine gute Vormischung ist.
- 35

Darstellung der Erfindung

- 40 **[0006]** 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, durch welche eine perfekte Vormischung des eingesetzten Brennstoffs gewährleistet wird, unter Wahrung einer betriebssicheren und optimalen Flammenpositionierung.
- [0007]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im Kennzeichnendes Teil von Anspruch 1 gelöst.
- 45 **[0008]** Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind darin zu sehen, dass eine Anreicherung der zentralen Zone nachhaltig verhindert wird, und die Brennstofftropfen bei zunehmenden Radius innerhalb der Vormischstrecke eine stärkere radiale Beschleunigung ausgesetzt sind, dergestalt, dass sie sich in die dort eintretende Verbrennungsluft gut einmischen können.
- [0009]** Bei einem aus mehreren Schalen bestehenden Vormischstrecke bestehenden Drallerzeuger eines Brenners, wie dies beispielsweise aus EP-B1-0 321 809 hervorgeht, eignet sich gut als Einspritzposition des Brennstoffs die Nachlaufzonen entlang der Leeseite der entsprechenden Schale, bzw. der Leitschaufeln eines entsprechend konzipierten Drallerzeugers. Dort ist das Tropfenspray geringeren aerodynamischen Kräften ausgesetzt, und er wird dementsprechend besser radial in die Verbrennungsluft eingemischt.
- [0010]** Die Anzahl der Eindüsstellen ist der Brennerbauform angepasst, wobei mindestens eine Eindüsung pro Schale oder Schaufel vorzusehen ist.
- 55 **[0011]** Erfindungsgemäss ergeben sich sonach in Verbindung mit einem Vormischbrenner der neueren Generation folgende weitere Vorteile:

- a) Stabile Flammenposition;

- b) Tiefere Schadstoff-Emissionen (Co, UHC, NO_x);
- c) Minimierung der Pulsationen;
- d) Vollständiger Ausbrand;
- e) Grosse Betriebsbereich-Abdeckung;
- f) Gute Querbündelung zwischen den verschiedenen Brennern, insbesondere bei gestufter Lasterstellung, bei welcher die Brenner untereinander interdependent betrieben werden;
- g) Die Flamme kann der entsprechenden Brennkammergeometrie angepasst werden;
- h) Kompakte Bauweise;
- i) Verbesserte Mischung der Strömungsmedien;
- j) Verbesserter "Patternfaktor" der Temperaturverteilung in der Brennkammer (= ausgeglichener Temperaturprofil der Brennkammerströmung).

[0012] Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

[0013] 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

[0014] Es zeigt:

- Fig. 1 einen Brenner mit anschliessender Brennkammer,
- Fig. 2 einen Drallerzeuger in perspektivischer Darstellung, entsprechend aufgeschnitten,
- Fig. 3 einen Schnitt durch den 2-Schalen-Drallerzeuger, nach Fig. 2,
- Fig. 4 einen Schnitt durch einen 4-Schalen-Drallerzeuger,
- Fig. 5 einen Schnitt durch einen Drallerzeuger, dessen Schalen schaufelförmig profiliert sind,
- Fig. 6 eine Darstellung der Form der Uebergangsgeometrie zwischen Drallerzeuger und Mischrohr,
- Fig. 7 eine Abrisskante zur räumlichen Stabilisierung der Rückströmzone und
- Fig. 8 einen Drallerzeuger mit einer Drallbeschaufelung.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0015] Fig. 1 zeigt den Gesamtaufbau eines Brenners. Anfänglich ist ein Drallerzeuger 100 wirksam, dessen Ausgestaltung in den nachfolgenden Fig. 2-5 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 Rohr 20 verlängert, wobei beide Teile das eigentliche Mischrohr 220, auch Mischstrecke genannt, des Brenners bilden. Selbstverständlich kann das Mischrohr 220 aus einem einzigen Stück bestehen, d.h. dann, dass das Uebergangsstück 200 und Rohr 20 zu einem einzigen zusammenhängenden Gebilde verschmolzen sind, wobei die Charakteristiken eines jeden Teils erhalten bleiben. Werden Uebergangsstück 200 und Rohr 20 aus zwei Teilen erstellt, so sind diese durch einen Buchsenring 10 verbunden, wobei dieser 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 Rohres 20 befindet sich die eigentliche Brennkammer 30, welche hier lediglich durch das Flammrohr versinnbildlicht ist. Das Mischrohr 220 erfüllt die Bedingung, dass stromab des Drallerzeugers 100 eine definierte Mischstrecke bereitgestellt wird, in welcher eine perfekte Vormischung von Brennstoffen verschiedener Art erzielt wird. Diese Mischstrecke, also das Mischrohr 220, ermöglicht des weiteren eine verlustfreie Strömungsführung, so dass

sich auch in Wirkverbindung mit der Uebergangsgeometrie zunächst keine Rückströmzone bilden kann, womit über die Länge des Mischrohres 220 auf die Mischungsgüte für alle Brennstoffarten Einfluss ausgeübt werden kann. Dieses Mischrohr 220 hat aber noch eine andere Eigenschaft, welche darin besteht, dass im Mischrohr 220 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 220 in Strömungs- und Umfangsrichtung mit einer Anzahl regelmässig oder unregelmässig verteilten Bohrungen 21 verschiedenster Querschnitte und Richtungen versehen, durch welche eine Luftmenge in das Innere des Mischrohres 220 strömt, und entlang der Wand im Sinne einer Filmlegung eine Erhöhung der Geschwindigkeit induzieren. Eine andere Möglichkeit die gleiche Wirkung zu erzielen, besteht darin, dass der Durchflussquerschnitt des Mischrohres 220 abströmungsseitig der Uebergangskanäle 201, welche die bereits genannten Uebergangsgeometrie bilden, eine Verengung erfährt, wodurch das gesamte Geschwindigkeitsniveau innerhalb des Mischrohres 220 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 220. 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 220 einen nicht tolerierbaren Druckverlust auslöst, so kann hiergegen Abhilfe geschaffen werden, indem am Ende des Mischrohres ein in der Figur nicht gezeigter Diffusor vorgesehen wird. Am Ende des Mischrohres 220 schliesst sich eine Brennkammer 30 an, wobei zwischen den beiden Durchflussquerschnitten ein Querschnittsprung vorhanden ist. Erst hier bildet sich eine zentrale Rückströmzone 50, welche die Eigenschaften eines 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. Stimseitig weist die Brennkammer 30 eine Anzahl Oeffnungen 31 auf, durch welche eine Luftmenge direkt in den Querschnittsprung 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 Rückströmzonen durch die Zufuhr kleiner stark verdrallter Luftströmungen am Rohrende, beispielsweise durch tangentielle Oeffnungen, erzeugt werden. Dabei geht man hier davon aus, dass die hierzu benötigte Luftmenge in etwa 5-20% der Gesamtluftmenge beträgt. Was die Eindüsung des Brennstoffes in den Drallerzeuger betrifft, wird auf die nachfolgenden Fig. 2-5 verwiesen. Die Ausgestaltung der Abrisskante am Ende des Mischrohres 220 wird unter Fig. 7 näher beschrieben.

[0016] Um den Aufbau des Drallerzeugers 100 besser zu verstehen, ist es von Vorteil, wenn gleichzeitig zu Fig. 2 mindestens Fig. 3 herangezogen wird. Des weiteren, um diese Fig. 2 nicht unnötig unübersichtlich zu gestalten, sind in ihr die nach den Figur 3 schematisch gezeigten Leitbleche 121 a, 121 b nur andeutungsweise aufgenommen worden. Im folgenden wird bei der Beschreibung von Fig. 2 nach Bedarf auf die genannten Figuren hingewiesen.

[0017] Der erste Teil des Brenners nach Fig. 1 bildet den nach Fig. 2 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 Beispiele unter Fig. 4 und 5 zeigen. Die Anzahl der kegelförmigen Teilkörper hängt jeweils davon ab, welche Betriebsart zugrundegelegt wird. Es ist bei bestimmten Betriebskonstellationen nicht ausgeschlossen, einen aus einer einzigen Spirale bestehenden Drallerzeuger vorzusehen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse oder Längssymmetrieachsen 201b, 202b der kegeligen Teilkörper 101, 102 zueinander schafft bei der benachbarten Wandung, in spiegelbildlicher Anordnung, jeweils einen tangentialen Kanal, d.h. einen Lufteintrittsschlitz 119, 120 (Fig. 3), 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 kegeligen Teilkörper 101, 102 weisen je einen zylindrischen Anfangsteil 101a, 102a, die ebenfalls, analog den kegeligen Teilkörpern 101, 102, versetzt zueinander verlaufen, so dass die tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 über die ganze Länge des Drallerzeugers 100 vorhanden sind. Im Bereich des zylindrischen Anfangsteils ist eine Hauptdüse 103 vorzugsweise für einen flüssigen Brennstoff 112 untergebracht.

[0018] Die Einbringung des Brennstoffes in den Kegelhohlraum 114 geschieht hier über eine dezentrale Einspritzung, welche von einer Anzahl Düsenrohre 104 vorgenommen wird. Der Winkel des aus diesen Düsenrohren 104 gebildeten Brennstoffstrahles 105 gegenüber der Brennerachse (Fig. 1, Pos. 60) entspricht in etwa dem kegeligen Verlauf der Teilkörper 101, 102. Ist der Drallerzeuger durch eine in einer Ebene wirkende Schaufelkonfiguration aufgebaut, so entspricht der Winkel der Brennstoffstrahles 105 dem Anstellwinkel der Schaufeln gegenüber der Brennkammerachse. In diesem Zusammenhang wird auf die Fig. 8 verwiesen. Die vorzugsweise vorzusehende Einspritzposition des Brenn-

stoffstrahles 105 hinsichtlich der Einströmungsebene der Verbrennungsluft 115 wird unter Fig. 3-5 näher erläutert. Die Eindüsungskapazität und Eindüsungsort der einzelnen Düsenrohre 104 richtet sich nach den vorgegebenen Parametern des jeweiligen Brenners. Je nach Brennerbaugrösse lässt sich vorzugsweise eine turbulenzunterstützte Druckzerstäubungsdüse bei den einzelnen Düsenrohren 104 vorsehen, wobei der Einspritzdruck zum Erreichen von guten Zerstäubungsqualitäten etwa 100 bar betragen sollte. Die Länge der Düsenrohre 104 ist dem erforderlichen Einspritzradius anzupassen, sollte aber nicht mehr als 1/4 der Teilkörper resp. Schaufellänge (Fig. 8) betragen, da sonst die immanente Gefahr besteht, dass bei einem Betrieb mit gasförmigen Brennstoffen die Düsenrohre 104 als Flammenhalter wirken. Für lange Teilkörper resp. Schaufeln (Fig. 8) ist eine dezentrale Einspritzung vorzusehen, bei welcher die Düsenrohre 104 direkt aus den Teilkörper resp. Schaufeln (Fig. 8) in deren Nachlaufströmung austritt. Somit kann der Brennstoff gezielt in Zonen hoher Luftgeschwindigkeit gespritzt werden. Auch lässt sich mithin ein Betrieb bei minimierten Schadstoff-Emissionen aufrechterhalten, der ohne Wasserzugabe auskommt. Wesentlich ist sodann, dass die feine Zerstäubung, verbunden mit einem hohen Brennstoffimpuls, gute Voraussetzungen für eine schnelle Verdampfung des Brennstoffes sowie eine maximierte Vormischung bietet.

[0019] Selbstverständlich kann der Drallerzeuger 100 rein kegelig, also ohne zylindrische Anfangsteile 101a, 102a, ausgeführt sein. Die kegeligen Teilkörper 101, 102 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 108, 109 auf, welche entlang der tangentialen Lufteintrittsschlitze 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 Einströmung, vor Eintritt in den Kegelhohlraum 114, plaziert, dies um eine optimale Luft/Brennstoff-Mischung zu erhalten. Bei dem durch die Hauptdüse 103 herangeführten Brennstoff 112 handelt es sich, wie erwähnt, im Normalfall um einen flüssigen Brennstoff, wobei eine Gemischbildung mit einem anderen Medium ohne weiteres möglich ist.

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 innerhalb der durch die Länge des Brenners gebildeten Vormischstrecke, bevor dieses Gemisch in die nachgeschaltete Verbrennungsstufe strömt. 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 Zuführung eines axialen Verbrennungsluftstromes 115a verändern, wobei diese Lufteinströmung so gehalten wird, dass sie den Brennstoffstrahl 105 nicht tangiert oder negativ beeinflusst. Eine entsprechende Drallerzeugung 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.

[0020] Aus Fig. 3 geht nunmehr die geometrische Konfiguration der Leitbleche 121a, 121 b 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 121 a, 121 b 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. Selbstverständlich können diese dynamische Vorkehrungen auch statisch vorgesehen werden, indem bedarfsmässige Leitbleche einen festen Bestandteil mit den kegeligen Teilkörpern 101, 102 bilden. Ebenfalls kann der Drallerzeuger 100 auch ohne Leitbleche betrieben werden, oder es können andere Hilfsmittel hierfür vorgesehen werden.

[0021] Fig. 4 zeigt gegenüber Fig. 3, 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.

[0022] Fig. 5 unterscheidet sich gegenüber Fig. 4 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.

[0023] In den vorgenannten Fig. 3-5 ist die innerhalb des Durchströmungsquerschnitt positionierten Einsspitzenpositionen des Brennstoffstrahles 105 gezeigt, welche der Strömung der Verbrennungsluft abgekehrten Seiten entspricht. Im Normalfall wird zu jeder Verbrennungslufteinströmung ein Düsenrohr vorgesehen, wobei eine solche Zuordnung nicht unabdingbar ist. Vorzugsweise wird die Anzahl Brennstoffstrahlen der Brennerbauform angepasst. Die einzelnen Brennstoffstrahlen 105 werden dahingehend positioniert, dass sie, unter Einhaltung des unter Fig. 3 zugrundegelegten Winkels des Brennstoffstrahles, entlang der Leeseite der Teilkörper 101 und 102, 130-133, 140-143, wie dies aus den Fig. 3-5 hervorgeht, resp. der Leitschaufeln bei einer Konfiguration des Drallerzeugers gemäss Fig. 8 wirken. Dort ist das Tropfenspray geringeren aerodynamischen Kräften ausgesetzt, so dass es besser radial in die Verbrennungsluft 115 eingemischt wird.

[0024] Fig. 6 zeigt das Uebergangsstück 200 in dreidimensionaler Ansicht. Die Uebergangsgeometrie ist für einen Drallerzeuger 100 mit vier Teilkörpern, entsprechend der Fig. 4 oder 5, aufgebaut. Dementsprechend weist die Uebergangsgeometrie als natürliche Verlängerung der stromauf wirkenden Teilkörper vier Uebergangskanäle 201 auf, wodurch die Kegelfläche der genannten Teilkörper verlängert wird, bis sie die Wand des Rohres 20 resp. des Mischrohres 220 schneidet. Die gleichen Ueberlegungen gelten auch, wenn der Drallerzeuger aus einem anderen Prinzip, als den unter Fig. 2 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 Brennkammer-eintritt 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.

[0025] Fig. 7 zeigt die bereits angesprochene Abrisskante, welche am Brenneraustritt gebildet ist. Der Durchflussquerschnitt 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 β zwischen Anfang und Ende der Krümmung $< 90^\circ$ beträgt. Entlang des einen Schenkels des Winkels β 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 β' , der sich zwischen Tangente der Abrisskante A und Senkrechte zur Austrittsebene des Rohres 20 ausbreitet, ist gleich gross wie Winkel β . Auf die Vorteile dieser Ausbildung ist bereits oben unter dem Kapitel "Darstellung der Erfindung" näher eingegangen.

[0026] Fig. 8 zeigt einen Drallerzeuger 150, welcher anhand einer Drallbeschaufelung 151 aufgebaut ist. Konzentrisch zu der mit Brennstoff 112 gespeisten zentralen Hauptdüse 103 wird ein Drallerzeuger disponiert, welcher aus einer Drallbeschaufelung 151 besteht, d.h. die hier ringförmig angeordneten Schaufeln bewirken einen Drall, analog demjenigen aus Fig. 2. Die zugeführte Verbrennungsluft 115 kann hier anhand eines nicht näher gezeigten ringförmigen Kanals erfolgen, der sich stromaufwärts der Drallbeschaufelung 151 erstreckt. Stromab der Drallbeschaufelung 151 weist die zentrale Hauptbrennstoffdüse 103 eine Anzahl Düsenrohre 104 auf, deren Brennstoffstrahl 105 dem Anstellwinkel der Drallbeschaufelung 151 gegenüber der Brennerachse 60 resp. der Achse der Brennkammer 30 entspricht. Auch hier erfolgt die Einspritzung in die Nachlaufzonen entlang der Leeseite der einzelnen Schaufeln dieser Drallbeschaufelung 151, wie dies weiter oben umfassend dargelegt worden ist, wobei auch bei dieser Konfiguration gemäss Fig. 8 die gleichen Wirkungen wie oben dargelegt erzielt werden.

Bezugszeichenliste**[0027]**

5	10	Buchenring
	20	Rohr
	21	Bohrungen, Oeffnungen
	30	Brennkammer
	31	Oeffnungen
10	40	Strömung, Rohrströmung im Mischrohr
	50	Rückströmzone, Rückströmblase
	60	Brennerachse
	100	Drallerzeuger
	101, 102	Teilkörper
15	101a, 102b	Zylindrische Anfangsteile
	101b, 102b	Längssymmetrieachsen
	103	Brennstoff-Hauptdüse
	104	Düsenrohr
	105	Brennstoffsstrahl
20	108, 109	Brennstoffleitungen
	112	Flüssiger Brennstoff
	113	Gasförmiger Brennstoff
	114	Kegelhohlraum
	115	Verbrennungsluft (Verbrennungsluftstrom)
25	115a	Axialer Verbrennungsluftstrom
	116	Brennstoff-Eindüsung aus den Leitungen 108, 109
	117	Brennstoffdüsen
	119, 120	Tangentiale Lufteintrittsschlitze
	121a, 121b	Leitbleche
30	123	Drehpunkt der Leitbleche
	130, 131, 132, 133	Teilkörper
	131a, 131a, 132a, 133a	Längssymmetrieachsen
	140, 141, 142, 143	Schaufelprofilförmige Teilkörper
	140a, 141 a, 142a, 143a	Längssymmetrieachsen
35	150	Drallerzeuger
	151	Schaufeln
	200	Uebergangsstück
	201	Uebergangskanäle
	220	Mischrohr
40	d	Innendurchmesser des Rohres 20
	R	Uebergangsradius
	T	Tangentiale der Abrisskante
	A	Abrisskante
	S	Abrissstufe
45	β	Uebergangswinkel von R
	β'	Winkel zwischen T und A

Patentansprüche

- 50 1. Brenner für eine Wärmeerzeugung mit einem stromauf der Verbrennungszone einer Brennkammer (30) angeordneten Drallerzeuger (100, 150),
- 55
- der durch mehrere Elemente gebildet ist und durch den ein Verbrennungsluftstrom (115) entlang der Elemente des Drallerzeugers (100, 150) einführbar ist,
 - welcher Drallerzeuger (100, 150) in Wirkverbindung mit mindestens einer zentralen Hauptbrennstoffdüse (103) steht,
 - wobei die zentralen Hauptbrennstoffdüse (103) abströmungsseitig des Drallerzeugers (100, 150) angeordnet

ist, und

- wobei der Eindüsungswinkel des zur zentralen Hauptbrennstoffdüse (103) gehörigen Brennstoffstrahls (105) dem Anstellwinkel der den Drallerzeuger bildenden Elemente (101, 102; 130-133; 140-143; 151) gegenüber der Achse (60) des Brenners oder der Brennkammer (30) entspricht,

dadurch gekennzeichnet, dass

- für mindestens ein den Drallerzeuger bildendes Element ein auf der zentralen Hauptbrennstoffdüse (103) sitzendes Düsenrohr (104) derart angeordnet ist, dass der vom Düsenrohr (104) ausgehende Brennstoffstrahl (105) entlang dem vom Einlass des Verbrennungsluftstroms (115) abgewandten Ende der den Drallerzeuger (100, 150) bildenden Elemente gerichtet ist, derart dass der Brennstoffstrahl (105) von einem einströmenden Verbrennungsluftstroms (115) tangential oder quasitangential erfassbar ist.

2. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** pro den Drallerzeuger bildendes Element ein auf der zentralen Hauptbrennstoffdüse (103) sitzendes Düsenrohr (104) derart angeordnet ist, dass der Brennstoffstrahl (105) entlang dem vom Einlass des Verbrennungsluftstroms (115) abgewandten Ende der den Drallerzeuger (100, 150) bildenden Elemente gerichtet ist, derart dass der Brennstoffstrahl (105) von einem einströmenden Verbrennungsluftstroms (115) tangential oder quasitangential erfassbar ist.

3. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger (100) aus mindestens zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (101, 102; 130-133; 140-143) besteht, dass die jeweiligen Längssymmetrieachsen (101b, 102b; 130a-133a; 140a-143a) dieser Teilkörper zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wandungen der Teilkörper in deren Längserstreckung tangential Kanäle (119, 120) für eine Durchströmung eines Verbrennungsluftstromes (115) bilden.

4. Brenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axialer Verbrennungsluftstrom (115a) kopfseitig in den Drallerzeuger (100) einführbar ist.

5. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drallerzeuger aus einer Anzahl kreisförmig angeordneter Schaufeln (151) besteht.

6. Brenner nach den Ansprüchen 1 bis 4 oder 1, 2 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Brennstoffdüsen (104) mindestens der Anzahl der drallbildenden Elemente des Drallerzeugers (100, 150) entspricht.

7. Brenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromab des Drallerzeugers (100) eine Mischstrecke (220) angeordnet ist, welche innerhalb eines ersten Streckenteils (200) in Strömungsrichtung verlaufende Uebergangskanäle (201) zur Ueberführung einer im Drallerzeuger (100) gebildeten Strömung (40) in ein stromab der Uebergangskanäle (201) nachgeschaltetes Rohr (20) aufweist.

8. Brenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrittsebene des Rohres (20) zur Brennkammer (30) mit einer Abrisskante (A) zur Stabilisierung und Vergrößerung einer sich stromab bildenden Rückströmzone (50) ausgebildet ist.

9. Brenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Uebergangskanäle (201) in der Mischstrecke (220) der Anzahl der vom Drallerzeuger (100) gebildeten Teilströme entspricht.

10. Brenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das der Uebergangskanäle (201) nachgeschaltete Rohr (20) in Strömungs- und Umfangsrichtung mit Oeffnungen (21) zur Eindüsung eines Luftstromes ins Innere des Rohres (20) versehen ist.

11. Brenner nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oeffnungen (21) unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse (60) des Rohres (20) verlaufen.

12. Brenner nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrisskante (A) aus einem Uebergangsradius (R) im Bereich der Austrittsebene des Rohres (20) und einer von der Austrittsebene des Rohres (20) abgesetzten Abrissstufe (S) besteht.

13. Brenner nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Uebergangsradius (R) > 10% des Innendurch-

messers des Rohres (20) beträgt, und dass die Abrissstufe (S) eine Tiefe > 3 mm aufweist.

14. Brenner nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchflussquerschnitt des Rohres (20) stromab der Uebergangskanäle (201) kleiner, gleich gross oder grösser als der Querschnitt der im Drallerzeuger (100) gebildeten Strömung (40) ist.

15. Brenner nach Anspruch 7, **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.

16. Brenner nach den Ansprüchen 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromauf der Abrisskante (A) ein Diffusor und/oder eine Venturistrecke vorhanden ist.

17. Brenner nach den Ansprüchen 3 und 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich der tangentialen Kanäle (119, 120) in deren Längserstreckung weitere Brennstoffdüsen (117) angeordnet sind.

18. Brenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilkörper (140-143) im Querschnitt eine schaufelförmige Profilierung aufweisen.

19. Brenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilkörper (101, 102; 130-133; 140-143) in Strömungsrichtung einen festen Kegelwinkel, oder eine zunehmende Kegelneigung, oder eine abnehmende Kegelneigung aufweisen.

20. Brenner nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilkörper (101, 102; 130-133; 140-143) spiralförmig ineinandergeschachtelt sind.

Claims

1. Burner for heat generation, having a swirl generator (100, 150) arranged upstream of the combustion zone of a combustion chamber (30),

- which is formed by a plurality of elements and through which a combustion-air flow (115) can be introduced along the elements of the swirl generator (100, 150),
- which swirl generator (100, 150) is in operative connection with at least one central main fuel nozzle (103),
- the central main fuel nozzle (103) being arranged on the outflow side of the swirl generator (100, 150), and
- the injection angle of the fuel jet (105) which belongs to the central main fuel nozzle (103) corresponding to the setting angle of the elements (101, 102; 130-133; 140-143; 151), forming the swirl generator, relative to the axis (60) of the burner or the combustion chamber (30),

characterized in that

- for at least one element forming the swirl generator, a nozzle tube (104) sitting on the central main fuel nozzle (103) is arranged in such a way that the fuel jet (105) issuing from the nozzle tube (104) is directed along that end of the elements forming the swirl generator (100, 150) which is remote from the inlet of the combustion-air flow (115), in such a way that the fuel jet (105) can be entrained tangentially or virtually tangentially by an inflowing combustion-air flow (115).

2. Burner according to Claim 1, **characterized in that**, for each element forming the swirl generator, a nozzle tube (104) sitting on the central main fuel nozzle (103) is arranged in such a way that the fuel jet (105) is directed along that end of the elements forming the swirl generator (100, 150) which is remote from the inlet of the combustion-air flow (115), in such a way that the fuel jet (105) can be entrained tangentially or virtually tangentially by an inflowing combustion-air flow (115).

3. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the swirl generator (100) consists of at least two hollow, conical sectional bodies (101, 102; 130-133; 140-143) which are nested one inside the other in the direction of flow, **in that** the respective longitudinal symmetry axes (101b, 102b; 130a-133a; 140a-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) to pass through.

4. Burner according to Claim 3, **characterized in that** an axial combustion-air flow (115a) can be introduced into the swirl generator (100) on the head side.
5. Burner according to Claim 1, **characterized in that** the swirl generator consists of a number of blades (151) arranged in a circle.
6. Burner according to Claims 1 to 4 or 1, 2 and 5, **characterized in that** the number of fuel nozzles (104) corresponds to at least the number of swirl-forming elements of the swirl generator (100, 150).
7. Burner according to Claim 3, **characterized in that** a mixing section (220) is arranged downstream of the swirl generator (100), which mixing section (220) has transition passages (201), running inside a first part (200) of the section in the direction of flow, for passing a flow (40) formed in the swirl generator (100) into a tube (20) arranged downstream of the transition passages (201).
8. Burner according to Claim 7, **characterized in that** the outlet plane of the tube (20) to the combustion chamber (30) is formed with a breakaway edge (A) for stabilizing and enlarging a backflow zone (50) forming downstream.
9. Burner according to Claim 7, **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).
10. Burner according to Claim 7, **characterized in that** the 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 tube (20).
11. Burner according to Claim 10, **characterized in that** the openings (21) run at an acute angle relative to the burner axis (60) of the tube (20).
12. Burner according to Claim 8, **characterized in that** the breakaway edge (A) consists of a transition radius (R) in the region of the outlet plane of the tube (20) and of a breakaway step (S) offset from the outlet plane of the tube (20).
13. Burner according to Claim 12, **characterized in that** the transition radius (R) is > 10% of the inside diameter of the tube (20), and **in that** the breakaway step (S) has a depth > 3 mm.
14. Burner according to Claim 7, **characterized in that** the cross section of flow of the tube (20) downstream of the transition passages (201) is less than, equal to or greater than the cross section of flow (40) formed in the swirl generator (100).
15. Burner according to Claim 7, **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.
16. Burner according to Claims 7 and 8, **characterized in that** there is a diffuser and/or a venturi section upstream of the breakaway edge (A).
17. Burner according to Claims 3 and 6, **characterized in that** further fuel nozzles (117) are arranged in the region of the tangential ducts (119, 120) in their longitudinal extent.
18. Burner according to Claim 3, **characterized in that** the sectional bodies (140-143) have a blade-shaped profile in cross section.
19. Burner according to Claim 3, **characterized in that** the sectional bodies (101, 102; 130-133; 140-143) have a fixed cone angle, or increasing conicity, or decreasing conicity in the direction of flow.
20. Burner according to Claim 3, **characterized in that** the sectional bodies (101, 102; 130-133; 140-143) are nested

spirally one inside the other.

Revendications

1. Brûleur pour la production de chaleur avec un générateur de tourbillons (100, 150) disposé en amont de la zone de combustion d'une chambre de combustion (30),

- qui est formé par plusieurs éléments et à travers lequel un courant d'air de combustion (115) peut être introduit le long des éléments du générateur de tourbillons (100, 150),
- lequel générateur de tourbillons (100, 150) est en liaison coopérante avec au moins un injecteur de combustible principal central (103),
- l'injecteur de combustible principal central (103) étant disposé du côté de la sortie de l'écoulement du générateur de tourbillons (100, 150), et
- l'angle d'injection du jet de combustible (105) provenant de l'injecteur de combustible principal central (103) correspond à l'angle d'attaque des éléments (101, 102 ; 130- 133 ; 140-143 ; 151) formant le générateur de tourbillons par rapport à l'axe (60) du brûleur ou de la chambre de combustion (30),

caractérisé en ce que

- pour au moins un élément formant le générateur de tourbillons, un tube d'injection (104) reposant sur l'injecteur de combustible principal central (103) est prévu de telle sorte que le jet de combustible (105) sortant du tube d'injection (104) soit orienté le long de l'extrémité des éléments formant le générateur de tourbillons (100, 150) opposée à l'entrée du courant d'air de combustion (115), de telle sorte que le jet de combustible (105) puisse être saisi tangentiellement ou presque tangentiellement par un courant d'air de combustion entrant (115).

2. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** tube d'injection (104) reposant sur l'injecteur de combustible principal central (103) est prévu par élément formant le générateur de tourbillons, de telle sorte que le jet de combustible (105) soit orienté le long de l'extrémité des éléments formant le générateur de tourbillons (100, 150) opposée à l'entrée du courant d'air de combustion (115), de telle sorte que le jet de combustible (105) puisse être saisi tangentiellement ou presque tangentiellement par un courant d'air de combustion entrant (115).

3. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le générateur de tourbillons (100) se compose d'au moins deux corps partiels (101, 102 ; 130-133; 140-143) creux, de forme conique, emboîtés les uns dans les autres dans la direction d'écoulement, **en ce que** les axes de symétrie longitudinaux respectifs (101b, 102b ; 130a-133a; 140a-143a) de ces corps partiels s'étendent de manière décalée les uns par rapport aux autres, de telle sorte que les parois voisines des corps partiels forment dans leur étendue longitudinale des canaux tangentiels (119, 120) pour le passage d'un courant d'air de combustion (115).

4. Brûleur selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'un** courant d'air de combustion axial (115a) peut être introduit du côté de la tête dans le générateur de tourbillons (100).

5. Brûleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le générateur de tourbillons se compose d'une pluralité d'aubes (151) disposées en cercle.

6. Brûleur selon les revendications 1 à 4 ou 1, 2 et 5, **caractérisé en ce que** le nombre des injecteurs de combustible (104) correspond au moins au nombre des éléments formant les tourbillons du générateur de tourbillons (100, 150).

7. Brûleur selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'en** aval du générateur de tourbillons (100) est disposée une section de mélange (220), qui présente, à l'intérieur d'une première partie de section (200) des canaux de transition (201) s'étendant dans la direction de l'écoulement pour le transport d'un écoulement (40) formé dans le générateur de tourbillons (100) dans un tube (20) monté en aval des canaux de transition (201).

8. Brûleur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le plan de sortie du tube (20) par rapport à la chambre de combustion (30) est réalisé avec un bord de rupture (A) pour la stabilisation et l'augmentation d'une zone de reflux (50) se formant en aval.

9. Brûleur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le nombre des canaux de transition (201) dans la section

de mélange (220) correspond au nombre des courants partiels formés par le générateur de tourbillons (100).

5 10. Brûleur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le tube (20) monté en aval des canaux de transition (201) est pourvu dans la direction d'écoulement et dans la direction périphérique d'ouvertures (21) pour l'injection d'un courant d'air dans l'intérieur du tube (20.).

11. Brûleur selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les ouvertures (21) s'étendent suivant un angle aigu par rapport à l'axe de brûleur (60) du tube (20).

10 12. Brûleur selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le bord de rupture (A) se compose d'un rayon de transition (R) dans la région du plan de sortie du tube (20) et d'un étage de rupture (S) décalé du plan de sortie du tube (20).

13. Brûleur selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le rayon de transition (R) est $> 10\%$ du diamètre intérieur du tube (20), et **en ce que** l'étage de rupture (S) présente une profondeur > 3 mm.

15 14. Brûleur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la section transversale d'écoulement du tube (20) est inférieure, égale ou supérieure, en aval des canaux de transition (201), à la section transversale de l'écoulement (40) formé dans le générateur de tourbillons (100).

20 15. Brûleur selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'une** chambre de combustion (30) est disposée en aval de la section de mélange (220), **en ce qu'entre** la section de mélange (220) et la chambre de combustion (30) est prévu un saut de section transversale, qui induit la section transversale d'écoulement initiale de la chambre de combustion (30), et **en ce qu'une** zone de reflux (50) peut agir dans la région de ce saut de section transversale.

25 16. Brûleur selon les revendications 7 et 8, **caractérisé en ce qu'un** diffuseur et/ou une section de Venturi est prévu (e) en amont du bord de rupture (A).

30 17. Brûleur selon les revendications 3 et 6, **caractérisé en ce que** d'autres injecteurs de combustible (117) sont prévus dans la région des canaux tangentiels (119, 120) dans leur étendue longitudinale.

18. Brûleur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les corps partiels (140-143) présentent un profilé en forme d'aube en section transversale.

35 19. Brûleur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les corps partiels (101, 102 ; 130-133 ; 140-143) présentent, dans la direction de l'écoulement, un angle de cône fixe, ou une inclinaison conique croissante, ou une inclinaison conique décroissante.

40 20. Brûleur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les corps partiels (101, 102 ; 130-133 ; 140-143) sont emboîtés les uns dans les autres en forme de spirale.

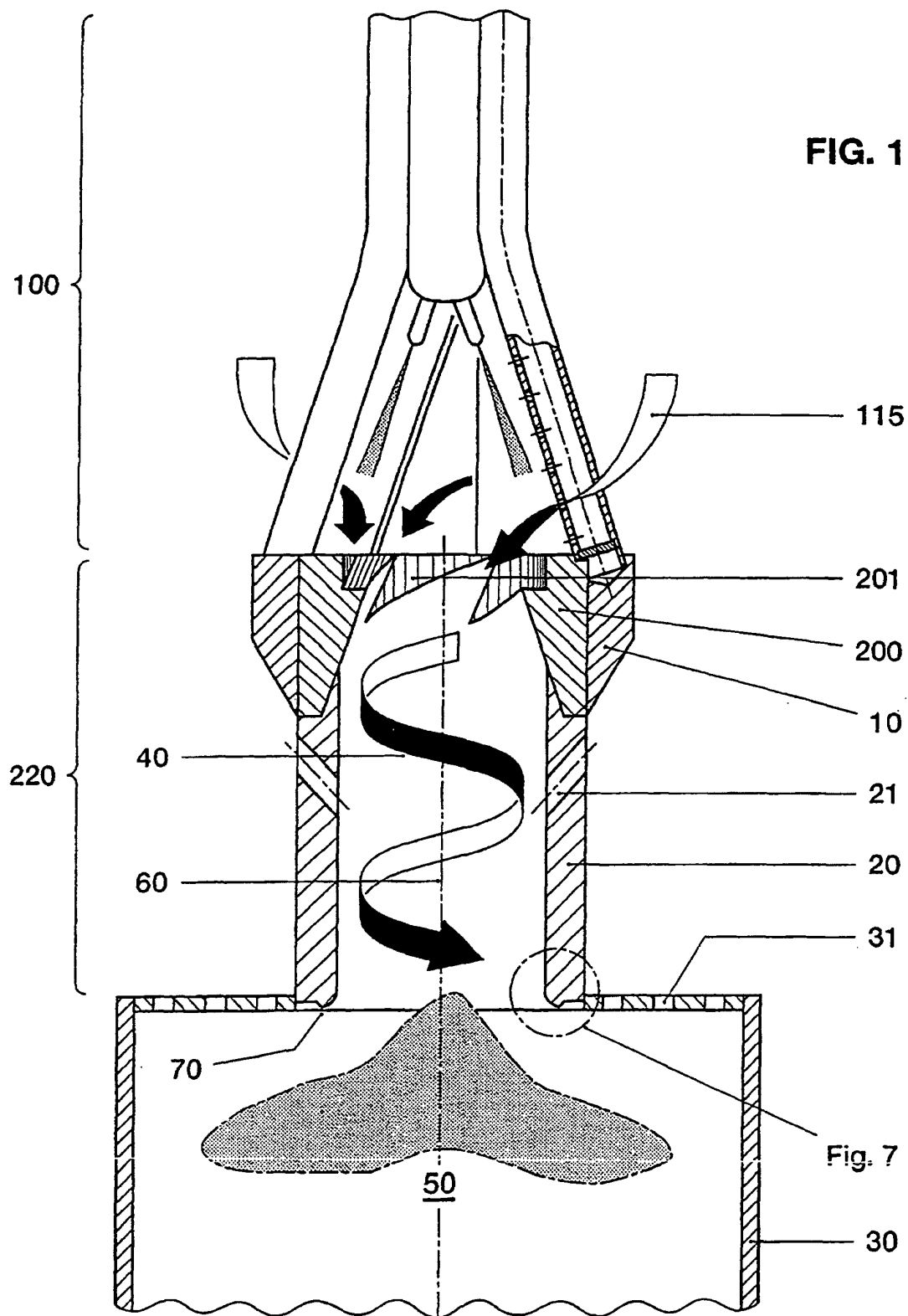
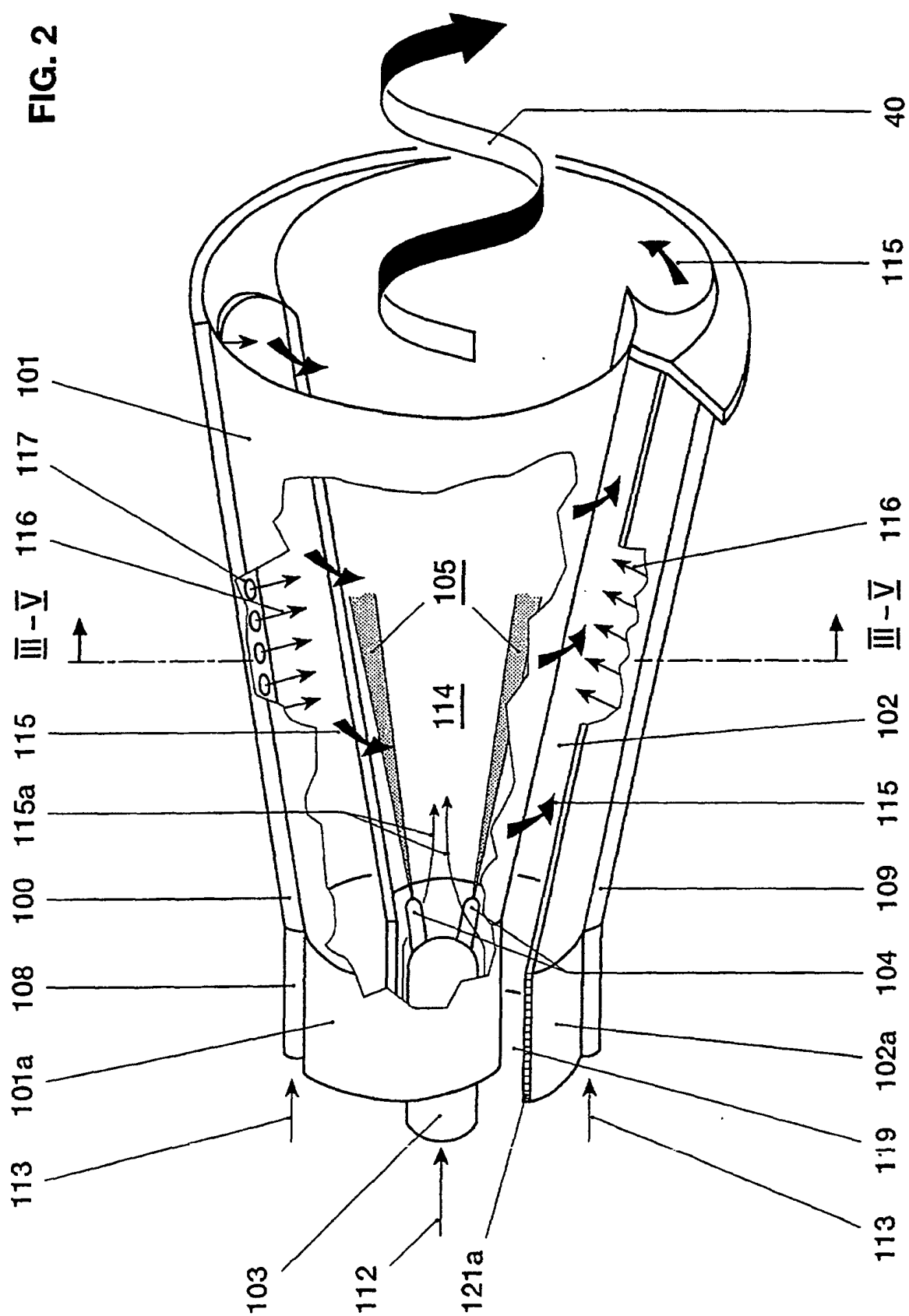


FIG. 2



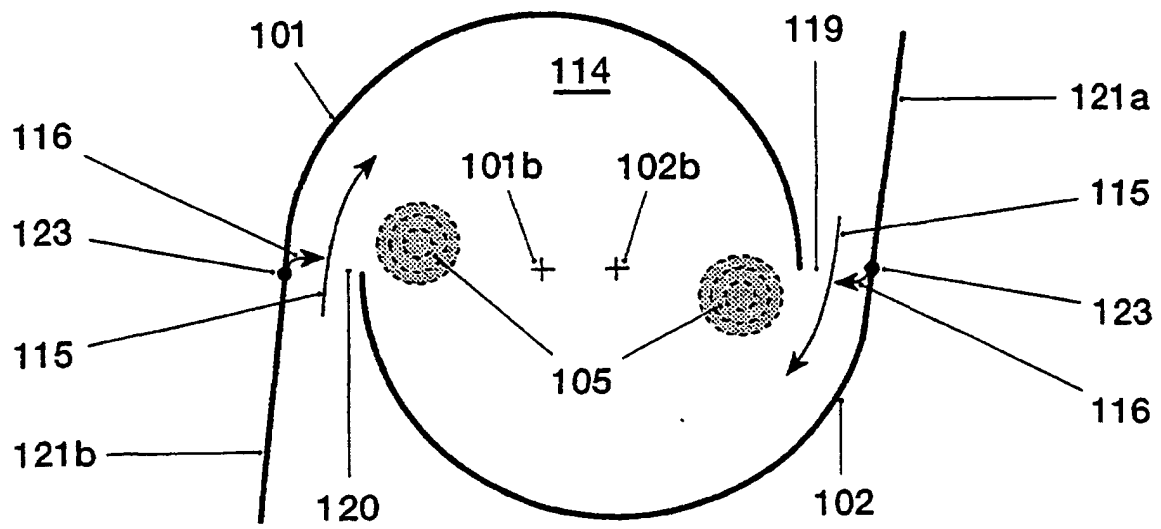


FIG. 3

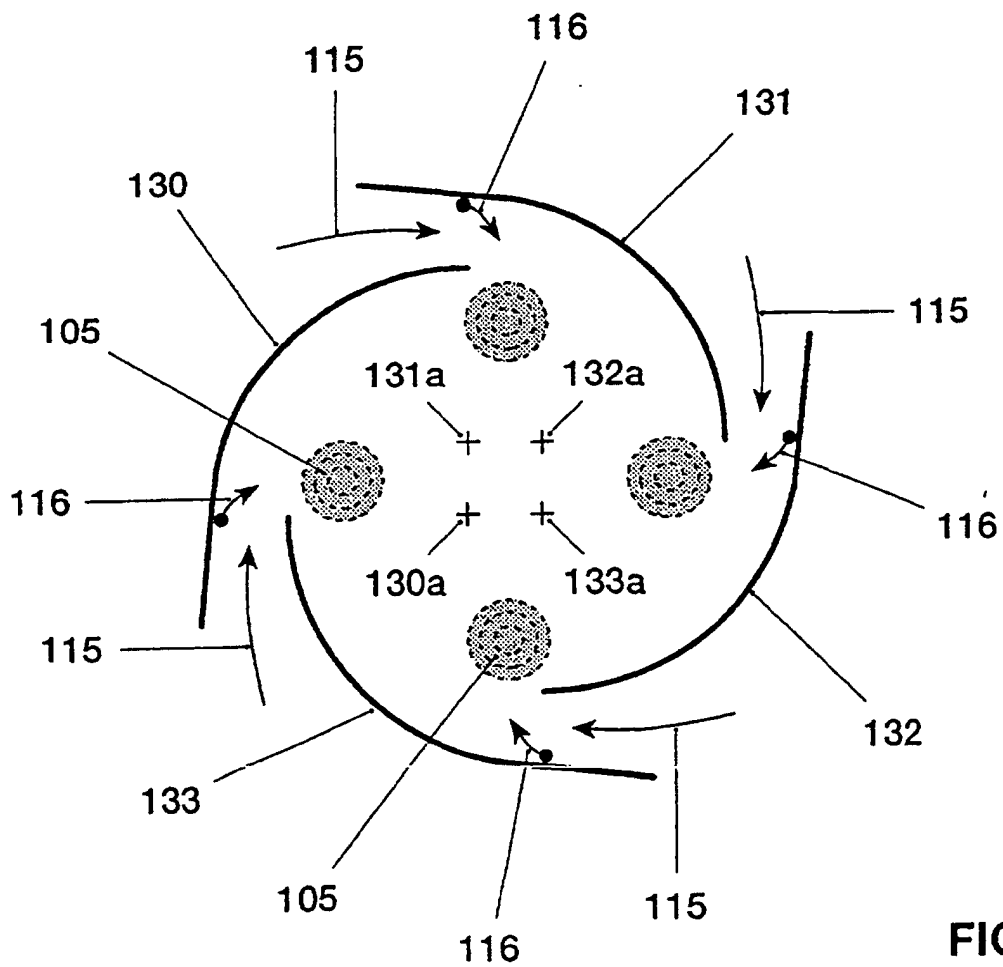


FIG. 4

FIG. 5

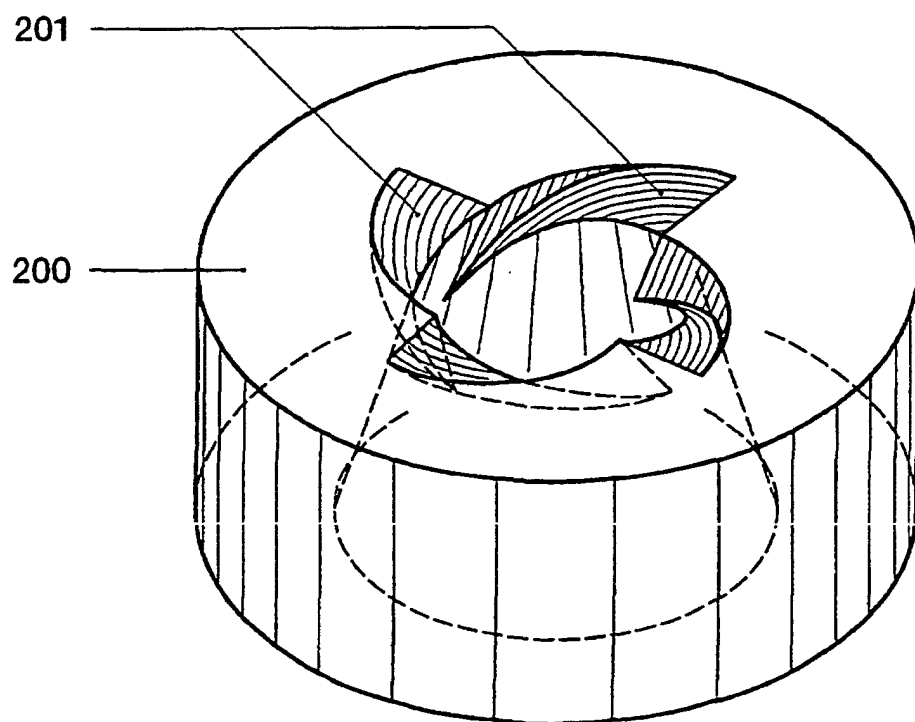
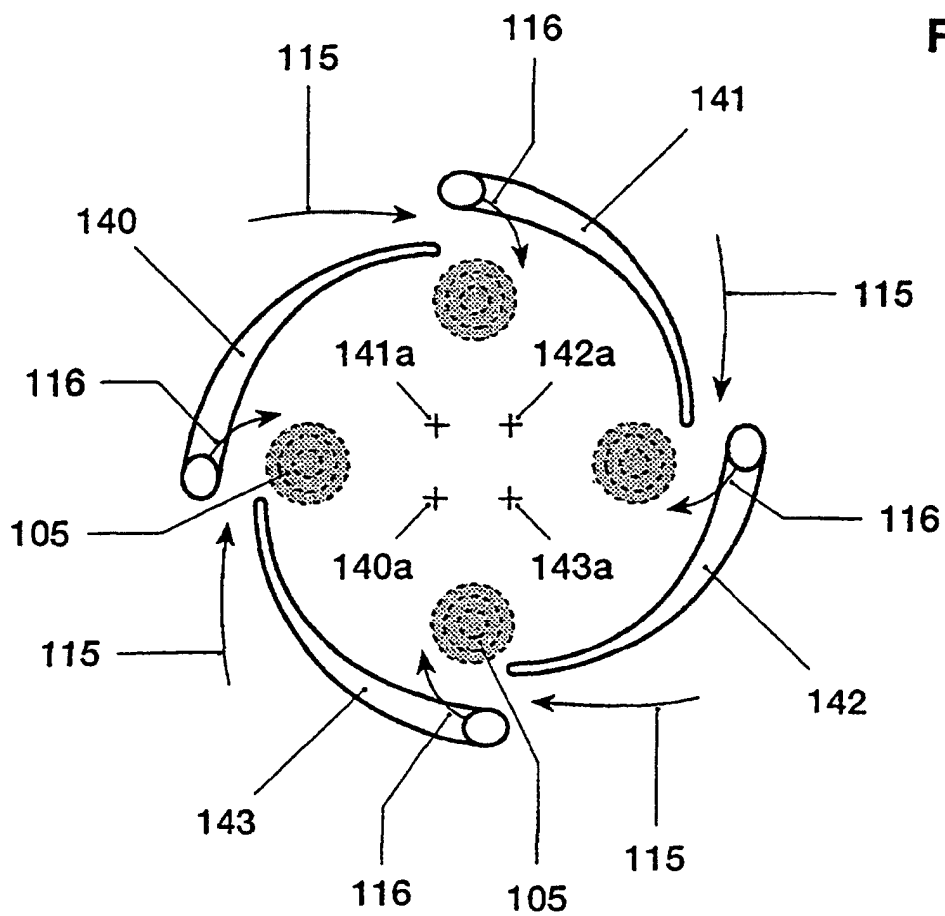


FIG. 6

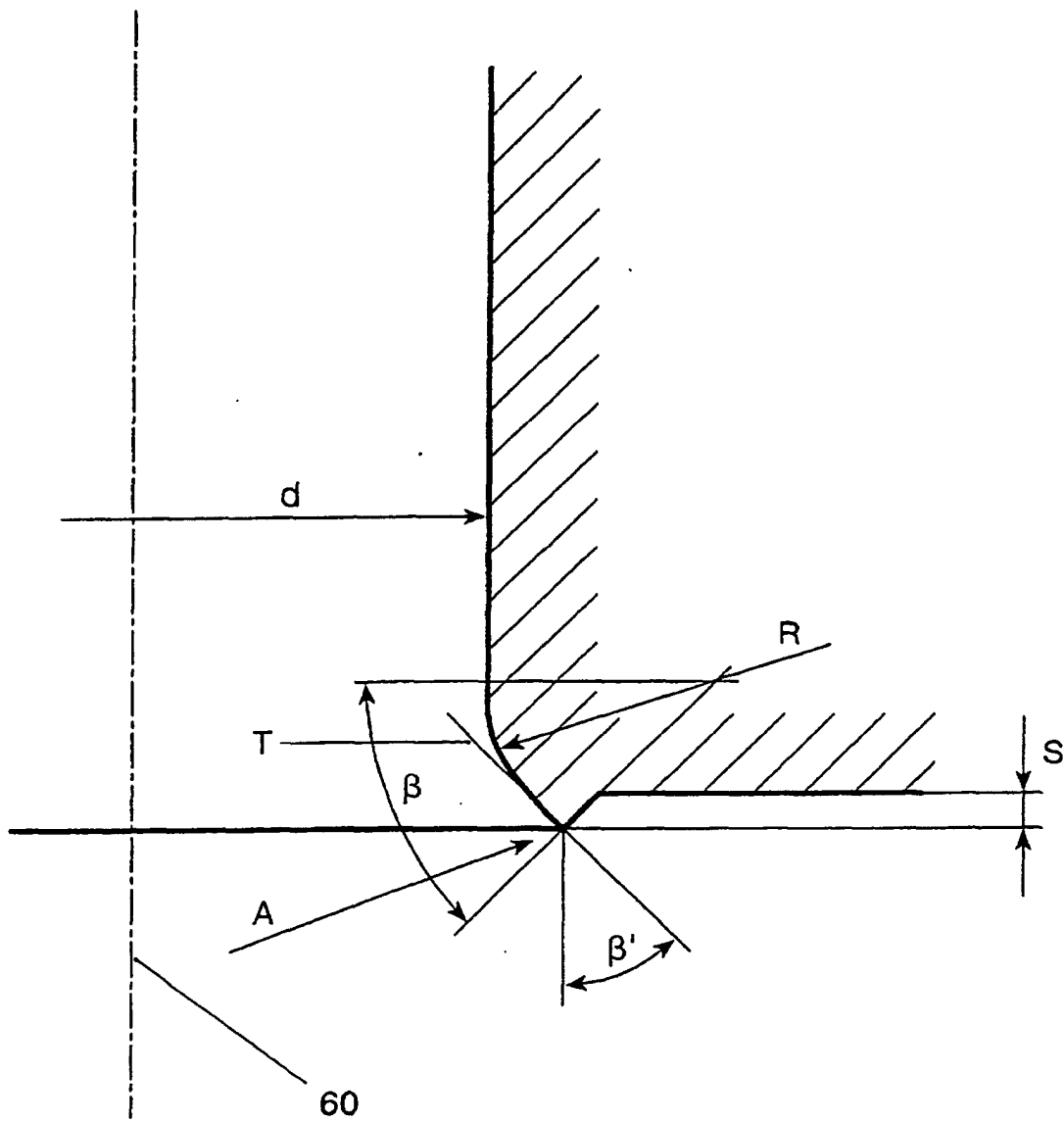


FIG. 7

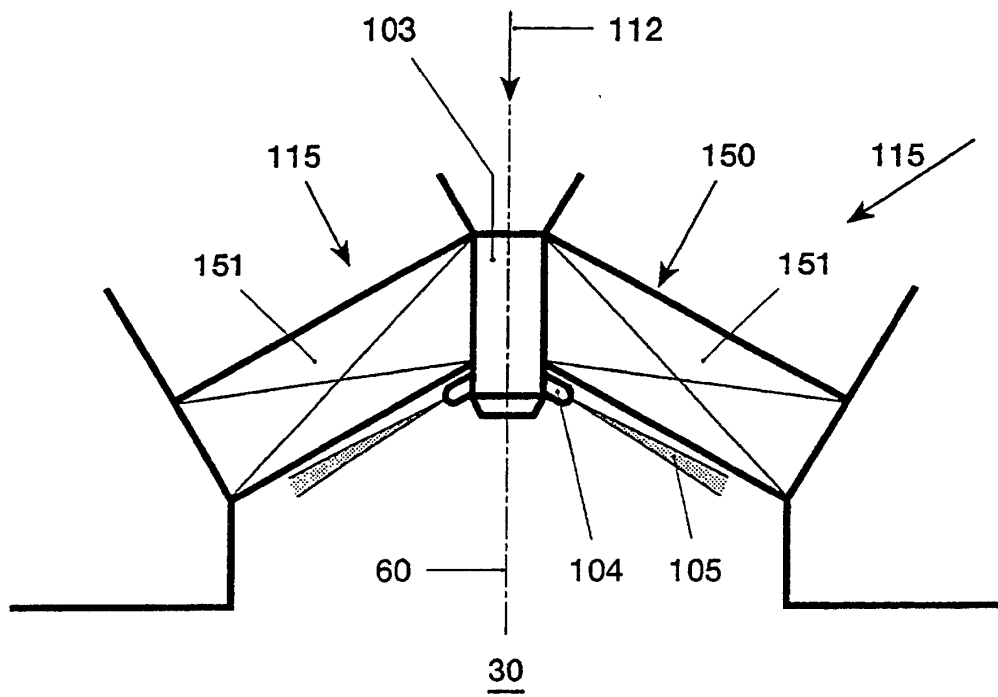


FIG. 8