

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 780 630 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.06.1997 Patentblatt 1997/26**

(51) Int Cl. 6: **F23D 11/40, F23D 17/00,  
F23C 7/00**

(21) Anmeldenummer: **96810827.4**

(22) Anmeldetag: **27.11.1996**

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

• **Ruck, Thomas  
5507 Mellingen (CH)**

(30) Priorität: **21.12.1995 DE 19547912**

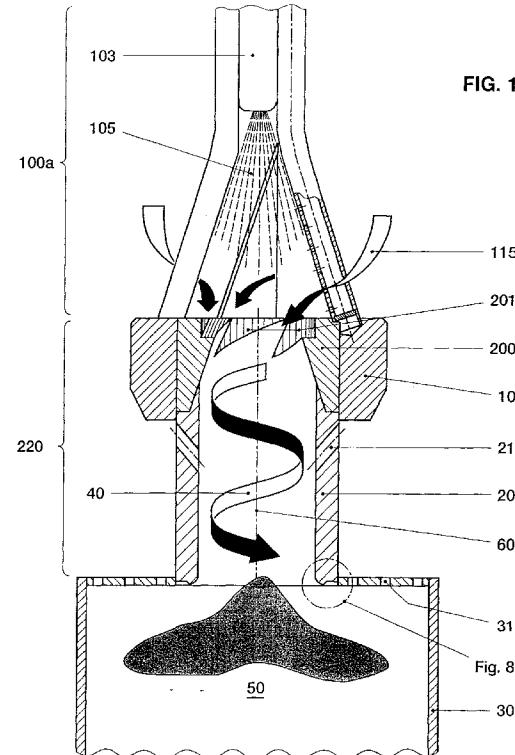
(74) Vertreter: **Weibel, Beat et al  
c/o Asea Brown Boveri AG,  
Intellectual Property Department (TEI),  
Bldg. 699/1st Floor,  
P.O. Box  
5401 Baden (CH)**

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

(72) Erfinder:  
• **Knöpfel, Hans Peter  
5627 Besenbüren (CH)**

### (54) Brenner für einen Wärmeerzeuger

(57) Bei einem Brenner für einen Wärmeerzeuger, der im wesentlichen aus einem Drallerzeuger (100a) für einen Verbrennungsluftstrom (115) und aus Mitteln zur Eindüsung eines Brennstoffes in diesen Verbrennungsluftstrom besteht, ist stromab des erwähnten Drallerzeugers eine Mischstrecke (220) angeordnet. Diese Mischstrecke weist innerhalb eines ersten Streckenteils (200) eine Anzahl von in Strömungsrichtung verlaufenden Übergangskanälen (201), welche die nahtlose Überführung der im Drallerzeuger (100a) gebildeten Strömung (40) in ein nachgeschaltetes Rohr (20) sicherstellen. Eine zur Eindüsung eines Brennstoffes kopfseitig und auf der Brennerachse (60) angeordnete Düse (103) ist gegenüber dem Anfang des Drallerzeugers um eine Strecke stromauf versetzt.



**Beschreibung****Technisches Gebiet**

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brenner gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

**Stand der Technik**

Wird bei drallstabilisierten Brennern, wie ein solcher beispielsweise aus EP-B1-0 321 809 als Vormischbrenner hervorgeht, auf der Brennerachse ein flüssiger Brennstoff eingedüst, so wirkt die sich von der Brennstoffdüse strom-abwärts bildende Flüssigkeitsäule für den tangential in den Innenraum des Vormischbrenners einströmenden Verbrennungsluftstrom insbesondere im ersten Bereich stromab der Eindüsung wie ein Festkörper. Gegenüber der Strömung ohne Flüssigbrennstoffeindüsung wird die Verbrennungsluftzuströmung im Brennerkopf behindert, wodurch sich die Tangentialkomponente der sich bildenden Drallströmung verstärkt. Dies führt zu einer Änderung der Flammenposition, welche weiter stromauf wandert. Wird entlang der tangentialen Lufteintrittsschlitzte eine weitere Eindüsung eines Brennstoffes vorgenommen, so ist der Betrieb einer solchen Brennstoffeindüsung auf höchste gefährdet, weil einer in diesem Bereich wirkende Flammenfront unweigerlich zu einer Rückzündung in das System führt. Des Weiteren kommt es zu einer Anfettung des Flammenzentrum, welche manigfaltig den Betrieb eines solchen Vormischbrenners beeinflusst. Bei einer solchen Betrieb lassen sich verschiedene Nachteile ausmachen, welche sich, nicht abschließend aufgezählt, wie folgt erfassen lassen:

- a) Es findet eine nicht zu unterschätzende Erhöhung der Gefahr eines Flammenrückschlages statt, wobei dies leicht zu einem Abbrennen von Teilen des Vormischbrenners führen kann. Findet eine solche statt, so entsteht ein Gefahrenpotential, insoweit, als abbröckelnde Teile eine schwerwiegende Havarie der Maschine auslösen können;
- b) Ein Betrieb bei optimaler Flammenposition mit einem Flüssigbrennstoff darf aus Sicherheitsgründen nicht breit ausgelegt sein, womit der Vormischbrenner einen kleinen Betriebsbereich aufweist;
- c) Das Fehlen einer integralen Durchmischung von Anbeginn zwischen dem Spraykegel und dem Verbrennungsluftstrom aus obengenannten Gründen führt unweigerlich zu einer Steigerung der NOx-Emissionen;
- d) Die inhomogene Gemischverteilung führt darüber hinaus zu weiteren Nachteilen, welche erhöhte Schadstoffemissionen sowie die Entstehung von Pulsationen auslösen;
- e) Von den optimalen Strömungsbedingungen für eine sichere und effiziente Verbrennung sind grosse Abweichungen auszumachen.

**Darstellung der Erfindung**

35 Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Vormischbrenner der eingangs genannten Art eine Flammenstabilisation bei maximiertem Wirkungsgrad und Minimierung der Schadstoff-Emissionen zu erzielen.

Die wesentliche Massnahme der Erfindung betrifft die Stellung der kopfseitigen Brennstoffdüse, welche um eine bestimmte Strecke gegenüber der Einströmung der Verbrennungsluft stromauf zurückversetzt wird, wobei diese Strecke von dem gewählten Spraywinkel abhängt. Durch diese Versetzung kommt die Mündung der Brennstoffdüse im Bereich einer festen Ummantelung zu stehen, womit hier gleichzeitig radial um die Düsenmündung Öffnungen vorgesehen werden können, durch welche Spülluft in den von der Brennstoffdüse induzierten Querschnitt einströmt. Der Durchflussquerschnitt dieser Öffnungen wird so gewählt, dass im Gasbetrieb der durch diese Öffnungen strömende Luftmassenstrom nicht ausreicht, um die Rückströmzone weiter stromab zu verschieben. Im Flüssigbrennstoffbetrieb wirkt das Brennstoffspray praktisch als Strahlpumpe, womit sich der Luftmassenstrom durch die genannten Öffnungen erhöht. Dies bewirkt einen grösseren axialen Impuls, der die Rückströmzone weiter stromab verschiebt.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass durch die Rückversetzung der Brennstoffdüse das Brennstoffspray mit einem grösseren Kegelradius in die Hauptströmung, also in die durch die tangentialen Lufteintrittsschlitzte strömende Verbrennungsluft eintritt. Das Brennstoffspray ist in dieser Ebene bereits von einem Film zu Tropfen zerfallen und die Kegelmantelfläche dieses Brennstoffsprays hat sich beim Eintreten in den Bereich der Verbrennungsluft aus den tangentialen Lufteintrittsschlitzte um einen Faktor 3 vergrößert. Dadurch wird die Ausbreitung des Brennstoffsprays verbessert und die Zuströmung der Verbrennungsluft nicht behindert.

Schliesslich ist darauf hinzuweisen, dass der durch die Öffnungen im Bereich der Brennstoffdüse angesaugte Luftmassenstrom eine Benetzung der Kegelinnenspitze verhindert, da er sich als Film zwischen Brennstoffspray und Wand legt und vor allem den Öffnungswinkel des Sprays definiert. Dieser bleibt über einen grossen Lastbereich konstant.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass durch variierten Öffnungsquerschnitte

für den Luftmassenstrom im Bereich der Brennstoffdüse die Rückströmzone und somit die Flammenposition während des Betriebes direkt beeinflusst werden kann.

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

5 Im folgenden wird anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind weggelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

10 **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

Es zeigt:

- Fig. 1 einen als Vormischbrenner ausgelegten Brenner mit einer Mischstrecke stromab eines Drallerzeugers,  
15 Fig. 2 eine schematische Darstellung des Drallerzeugers mit Positionierung der Brennstoffeindüsung,  
Fig. 3 einen Drallerzeuger als Bestandteil des Vormischbrenners nach Fig. 1, in perspektivischer Darstellung, ent-  
20 sprechend aufgeschnitten,  
Fig. 4 eine Schnittebene durch den als zweiseitig ausgebildeten Drallerzeuger nach Fig. 3,  
Fig. 5 eine Schnittebene durch einen vierschaligen Drallerzeuger,  
25 Fig. 6 eine Schnittebene durch einen Drallerzeuger, dessen Schalen schaufelförmig profiliert sind,  
Fig. 7 eine Darstellung der Form der Uebergangsgeometrie zwischen Drallerzeuger und nachgeschalteter Mischst-  
recke und  
30 Fig. 8 eine Abrisskante zur räumlichen Stabilisierung der Rückströmzone.

**Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit**

Fig. 1 zeigt den Gesamtaufbau eines Brenners. Anfänglich ist ein Drallerzeuger 100a wirksam, dessen Ausgestaltung in den nachfolgenden Fig. 2-5 noch näher gezeigt und beschrieben wird. Es handelt sich bei diesem Drallerzeuger 100a 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 100a 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 der gleiche Buchsenring 10 kopfseitig als Verankerungsfläche für den Drallerzeuger 100a 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 100a 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 Mischrohrs 220 auf die Mischungsgüte für alle Brennstoffarten Einfluss ausgeübt werden kann. Dieses Mischrohrs 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 Querschnittssprung vorhanden ist. Erst hier bildet sich eine zentrale Rückströmzone 50, welche die Eigenschaften eines 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 Öffnungen 31 auf, durch welche eine Luftmenge direkt in den Querschnittssprung strömt, und dort unten anderen dazu beiträgt, dass die Ringstabilisation der Rückströmzone 50 gestärkt wird. Daneben darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Erzeugung einer stabilen Rückströmzone 50 auch eine ausreichend hohe Drallzahl in einem Rohr erfordert. Ist eine solche zunächst unerwünscht, so können stabile Rückströmzonen durch die Zufuhr kleiner stark verdrallter Luftströmungen am Rohrende, beispielsweise durch tangentiale Öffnungen, erzeugt werden. Dabei geht man hier davon aus, dass die hierzu benötigte Luftmenge in etwa 5-20% der Gesamtluftmenge beträgt. Was die Ausgestaltung der Abrisskante am Ende des Mischrohres 220 betrifft, wird auf die Beschreibung unter Fig. 8 verwiesen.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Drallerzeugers 100a, der in den nachfolgenden Fig. 3-5 näher beschrieben wird. Wesentlich an Fig. 1 ist die Darstellung der mittig plazierten Brennstoffdüse 103, welche gegenüber dem Anfang 125 des kegeligen Durchflussquerschnittes stromauf zurückversetzt ist, wobei die Strecke 126 von dem gewählten Spraywinkel 105 abhängt. Durch diese Versetzung kommt die Mündung 104 der Brennstoffdüse 103 im Bereich der kopfseitigen festen Ummantelung 101a, 102a zu stehen. Das durch die Rückversetzung der Brennstoffdüse 103 entstehende Brennstoffspray 105 tritt mit einem grösseren Kegelradius in den von der Hauptströmung der Verbrennungsluft in den Innenraum 114 des Brenners abgedeckten Bereich ein, so dass sich das Brennstoffspray 105 in diesem Bereich nicht mehr als einen festen kompakten Körper verhält, sondern bereits zu Tropfen zerfallen ist und demnach leicht durchdringbar ist. Die Zuströmung der Verbrennungsluft 115 in das Brennstoffspray 105 wird nicht mehr behindert, was sich auf die Mischungsqualität im positiven Sinne niederschlägt, dadurch, dass das Brennstoffspray 105 leichter durch die Verbrennungsluft durchdringen kann. Darüber hinaus, im Bereich der Ebene der Brennstoffspray-Mündung 104 sind radial oder quasi-radial angeordnete Öffnungen 124 vorgesehen, durch welche eine SpülLuft in den von der Grösse der Brennstoffdüse 103 induzierten Querschnitt einströmt. Der Durchflussquerschnitt dieser Öffnungen 124 wird so gewählt, dass im Gasbetrieb der durch diese Öffnungen strömenden Luftmassenstrom nicht ausreicht, um die Rückströmzone (Vgl. Fig. 1) weiter stromab zu verschieben. Im Flüssigbrennstoffbetrieb wirkt das Brennstoffspray 105 praktisch als Strahlpumpe, womit sich der Luftmassenstrom durch die genannten Öffnungen 124 erhöht. Dies bewirkt einen grösseren axialen Impuls, der die Rückströmzone weiter stromab verschiebt, was als gute Massnahme gegen eine Rückzündung der Flamme wirkt. Auf die schematisch dargestellten kegelförmigen Teilkörper 101, 102 wird in Fig. 2-5 näher eingegangen. Dort werden auch Konfiguration und Wirkungsweise der tangentialen Lufteintrittsschlüsse 119, 120 näher behandelt.

Um den Aufbau des Drallerzeugers 100a 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 121a, 121b nur andeutungsweise aufgenommen worden. Im folgenden wird bei der Beschreibung von Fig. 2 nach Bedarf auf die genannten Figuren hingewiesen.

Der erste Teil des Brenners nach Fig. 1 bildet den nach Fig. 2 gezeigten Drallerzeuger 100a. Dieser besteht aus zwei hohlen kegelförmigen Teilkörpern 101, 102, die versetzt zueinander ineinander verschachtelt sind. Die Anzahl der kegelförmigen Teilkörper kann selbstverständlich grösser als zwei sein, wie die Figuren 4 und 5 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 Längssymmetriearchsen 201b, 202b der kegelförmigen 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 100a, 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 Lufteintrittsschlitz 119, 120 über die ganze Länge des Drallerzeugers 100a vorhanden sind.

Im Bereich des zylindrischen Anfangsteils ist eine Düse 103 vorzugsweise für einen flüssigen Brennstoff 112 untergebracht, deren Eindüsing 104 in etwa mit dem engsten Querschnitt des durch die kegeligen Teilkörper 101, 102 gebildeten Kegelhohlraumes 114 zusammenfällt. Die Eindüsungskapazität und die Art dieser Düse 103 richtet sich nach den vorgegebenen Parametern des jeweiligen Brenners. Selbstverständlich kann der Drallerzeuger 100a 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 Lufteintrittsschlitz 119, 120 angeordnet und mit Eindüsungsöffnungen 117 versehen sind, durch welche vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 113 in die dort durchströmende Verbrennungsluft 115 eingedüst wird, wie dies die Pfeile 116 versinnbildlichen wollen. Diese Brennstoffleitungen 108, 109 sind vorzugsweise spätestens am Ende der tangentialen Einströmung, vor Eintritt in den Kegelhohlraum 114, plaziert, dies um eine optimale Luft/Brennstoff-Mischung zu erhalten. Bei dem durch die Düse 103 herangeführten Brennstoff 112 handelt es sich, wie erwähnt, im Normalfall um einen flüssigen Brennstoff, wobei eine Gemischausbildung mit einem anderen Medium ohne weiteres möglich ist. Dieser Brennstoff 112 wird unter einem spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 114 eingedüst. Aus der Düse 103 bildet sich sonach ein kegeliges Brennstoffspray 105, das von der tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluft 115 umschlossen wird. In axialer Richtung wird 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 Lufteintrittsschlitz 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. Die gleichen Überlegungen 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 Lufteintrittsschlitz 119, 120 sind an sich enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Verbrennungsluft 115 am Ausgang des Drallerzeugers 100a einstellen kann. Allgemein ist zu sagen, dass eine Verkleinerung der tangentialen Lufteintrittsschlitz 119, 120 die schnellere Bildung einer Rückströmzone bereits im Bereich des Drallerzeugers begünstigt. Die Axialgeschwindigkeit innerhalb des Drallerzeugers 100a lässt sich durch eine entsprechende nicht gezeigte Zuführung eines axialen Verbrennungsluftstromes verändern. Eine entsprechende Drallerzeugung verhindert die Bildung von Strömungsablösungen innerhalb des dem Drallerzeuger 100a nachgeschalteten Mischrohr. Die Konstruktion des Drallerzeugers 100a eignet sich des weiteren vorzüglich, die Grösse der tangentialen Lufteintrittsschlitz 119, 120 zu verändern, womit ohne Veränderung der Baulänge des Drallerzeugers 100a eine relativ grosse betriebliche Bandbreite erfasst werden kann. Selbstverständlich sind die Teilkörper 101, 102 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Überlappung 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 Lufteintrittsschlitz 119, 120 beliebig zu variieren, womit der Drallerzeuger 100a ohne Veränderung seiner Baulänge universell einsetzbar ist.

Aus Fig. 4 geht nunmehr die geometrische Konfiguration der Leitbleche 121a, 121b hervor. Sie haben Strömungseinleitfunktion, wobei diese, entsprechend ihrer Länge, das jeweilige Ende der kegeligen Teilkörper 101, 102 in Anströmungsrichtung gegenüber der Verbrennungsluft 115 verlängern. Die Kanalisierung der Verbrennungsluft 115 in den Kegelhohlraum 114 kann durch Öffnen bzw. Schliessen der Leitbleche 121a, 121b um einen im Bereich des Eintritts dieses Kanals in den Kegelhohlraum 114 plazierten Drehpunkt 123 optimiert werden, insbesondere ist dies vonnöten, wenn die ursprüngliche Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitz 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 100a auch ohne Leitbleche betrieben werden, oder es können andere Hilfsmittel hierfür vorgesehen werden.

Fig. 5 zeigt gegenüber Fig. 4, dass der Drallerzeuger 100a nunmehr aus vier Teilkörpern 130, 131, 132, 133 aufgebaut ist. Die dazugehörigen Längssymmetriearchsen zu jedem Teilkörper sind mit der Buchstaben 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 zugedachte Rolle bestens erfüllen kann.

Fig. 6 unterscheidet sich gegenüber Fig. 5 insoweit, als hier die Teilkörper 140, 141, 142, 143 eine Schaufelfprofilform 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 Längssymmetriearchsen zu den einzelnen Teilkörpern mit der Buchstabe a gekennzeichnet.

Fig. 7 zeigt das Uebergangsstück 200 in dreidimensionaler Ansicht. Die Uebergangsgeometrie ist für einen Drall-  
5 erzeuger 100a 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, wo-  
durch die Kegelviertelfläche der genannten Teilkörper verlängert wird, bis sie die Wand des Rohres 20 resp. des Misch-  
10 rohres 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 ein-  
15 zelnen Uebergangskanäle 201 weist eine in Strömungsrichtung spiralförmig verlaufende Form auf, welche einen si-  
chelförmigen Verlauf beschreibt, entsprechend der Tatsache, dass sich vorliegend der Durchflussquerschnitt des Ue-  
20 bergangsstückes 200 in Strömungsrichtung konisch erweitert. Der Drallwinkel der Uebergangskanäle 201 in Strö-  
mungsrichtung ist so gewählt, dass der Rohrströmung anschliessend bis zum Querschnittsprung am Brennkammer-  
25 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  
30 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.

Fig. 8 zeigt die bereits angesprochene Abrisskante, welche am Brenneraustritt gebildet ist. Der Durchflussquer-  
20 schnitt 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  
25 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° beträgt. Entlang des einen Schenkels des Winkels β verläuft  
30 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 parallel 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 Er-  
findung" näher eingegangen.

#### Bezugszeichenliste

35	10	Buchenring
	20	Rohr
	21	Bohrungen, Oeffnungen
	30	Brennkammer
	31	Oeffnungen
40	40	Strömung, Rohrströmung im Mischrohr
	50	Rückströmzone, Rückströmblase
	60	Brennerachse
	100a	Drallerzeuger
	101, 102	Teilkörper
45	101a, 102b	Zylindrische Anfangsteile
	101b, 102b	Längssymmetriearchsen
	103	Brennstoffdüse
	104	Brennstoffeindüsung
	105	Brennstoffspray (Brennstoffeindüsungsprofil)
50	108, 109	Brennstoffleitungen
	112	Flüssiger Brennstoff
	113	Gasförmiger Brennstoff
	114	Kegelhohlraum
	115	Verbrennungsluft (Verbrennungsluftstrom)
55	116	Brennstoff-Eindüsung aus den Leitungen 108, 109
	117	Brennstoffdüsen
	119, 120	Tangentielle Lufteintrittsschlitzte
	121a, 121b	Leibleche

123	Drehpunkt der Leitbleche
124	Oeffnungen
125	Kegelinnenspitze
126	Versetzung der Brennstoffdüse 103 stromauf gegenüber 125
5 130, 131, 132, 133	Teilkörper
131a, 131a, 132a, 133a	Längssymmetriearchsen
140, 141, 142, 143	Schaufelprofilförmige Teilkörper
140a, 141a, 142a, 143a	Längssymmetriearchsen
200	Uebergangsstück
10 201	Uebergangskanäle
220	Mischrohr
d	Innendurchmesser des Rohres 20
R	Uebergangsradius
T	Tangentiale der Abrisskante
15 A	Abrisskante
S	Abrisstufe
β	Uebergangswinkel von R
β'	Winkel zwischen T und A

20

**Patentansprüche**

1. Brenner für einen Wärmeerzeuger, im wesentlichen bestehend aus einem Drallerzeuger für einen Verbrennungsluftstrom und aus Mitteln zur Eindüsing eines Brennstoffes in den Verbrennungsluftstrom, dadurch gekennzeichnet, dass stromab des Drallerzeugers (100a) eine Mischstrecke (220) angeordnet ist, welche innerhalb eines ersten Streckenteils (200) in Strömungsrichtung verlaufende Uebergangskanäle (201) zur Ueberführung einer im Drallerzeuger (100a) gebildeten Strömung (40) in ein stromab der Uebergangskanäle (201) nachgeschaltetes Rohr (20) aufweist, und dass als ein Mittel zur Eindüsing eines Brennstoffes eine Düse (103) dient, welche gegenüber dem Anfang des Drallerzeugers (100a) um eine Strecke (126) stromauf versetzt ist.
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Uebergangskanäle (201) in der Mischstrecke (220) der Anzahl der vom Drallerzeuger (100a) gebildeten Teilströme entspricht.
3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsebene des Rohres (20) mit einer Abrisskante (A) zur Stabilisierung und Vergrösserung einer sich stromab bildenden Rückströmzone (50) ausgebildet ist.
4. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abrisskante (A) aus einem Uebergangsradius (R) im Bereich der Austrittsebene des Rohres (20) und einer von dieser Austrittsebene abgesetzten Abrisstufe (S) besteht.
5. Brenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Uebergangsradius (R) > 10% des Innendurchmessers des Rohres (20) beträgt, und dass die Abrisstufe (S) eine Tiefe > 3 mm aufweist.
6. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass stromauf der Abrisskante (A) ein Diffusor und/oder eine Venturiertrecke angeordnet sind.
7. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das der Uebergangskanäle (201) nachgeschaltete Rohr (20) in Strömungs- und Umfangsrichtung mit Oeffnungen (21) zur Eindüsing eines Luftstromes ins Innere des Rohres versehen ist.
8. Brenner nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Oeffnungen (21) unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse (60) verlaufen.
9. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchflussquerschnitt des Rohres (20) stromab der Uebergangskanäle (201) kleiner, gleich gross oder grösser als der Querschnitt der im Drallerzeuger (100a) gebildeten Strömung (40) ist.
10. 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 Querschnittssprungs eine Rückströmzone (50) wirkbar ist.

- 5      **11.** Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger (100a) aus mindestens zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (101, 102; 130, 131, 132, 133; 140, 141, 142, 143) besteht, dass die jeweiligen Längssymmetriearchsen (101b, 102b; 130a, 131a, 132a, 133a; 140a, 141a, 142a, 143a) dieser Teilkörper gegeneinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wandungen der Teilkörper in deren Längserstreckung tangentiale Kanäle (119, 120) für einen Verbrennungsluftstromes (115) bilden, und dass kopfseitig stromauf des vom Drallerzeuger (100a) induzierten Kegelanfangs die Brennstoffdüse (103) angeordnet ist.
- 10     **12.** Brenner nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffdüse (103) auf der Brennerachse (60) angeordnet ist.
- 15     **13.** Brenner nach den Ansprüchen 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffdüse (103) mit einem flüssigen Brennstoff (112) und die Brennstoffdüsen (117) mit einem gasförmigen Brennstoff (113) betreibbar sind.
- 20     **14.** Brenner nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der tangentialen Kanäle (119, 120) in deren Längserstreckung weitere Brennstoffdüsen (117) angeordnet sind.
- 25     **15.** Brenner nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper (140, 141, 142, 143) im Querschnitt eine schaufelförmige Profilierung aufweisen.
- 30     **16.** Brenner nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper in Strömungsrichtung einen festen Kegewinkel, oder eine zunehmende Kegelneigung, oder eine abnehmende Kegelneigung aufweisen.
- 35     **17.** Brenner nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper spiralförmig ineinandergeschachtelt sind.
- 40     **18.** Brenner nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchflussquerschnitt der tangentialen Lufteintrittsschlitzte (119, 120) in Längsrichtung des Brenners abnimmt.

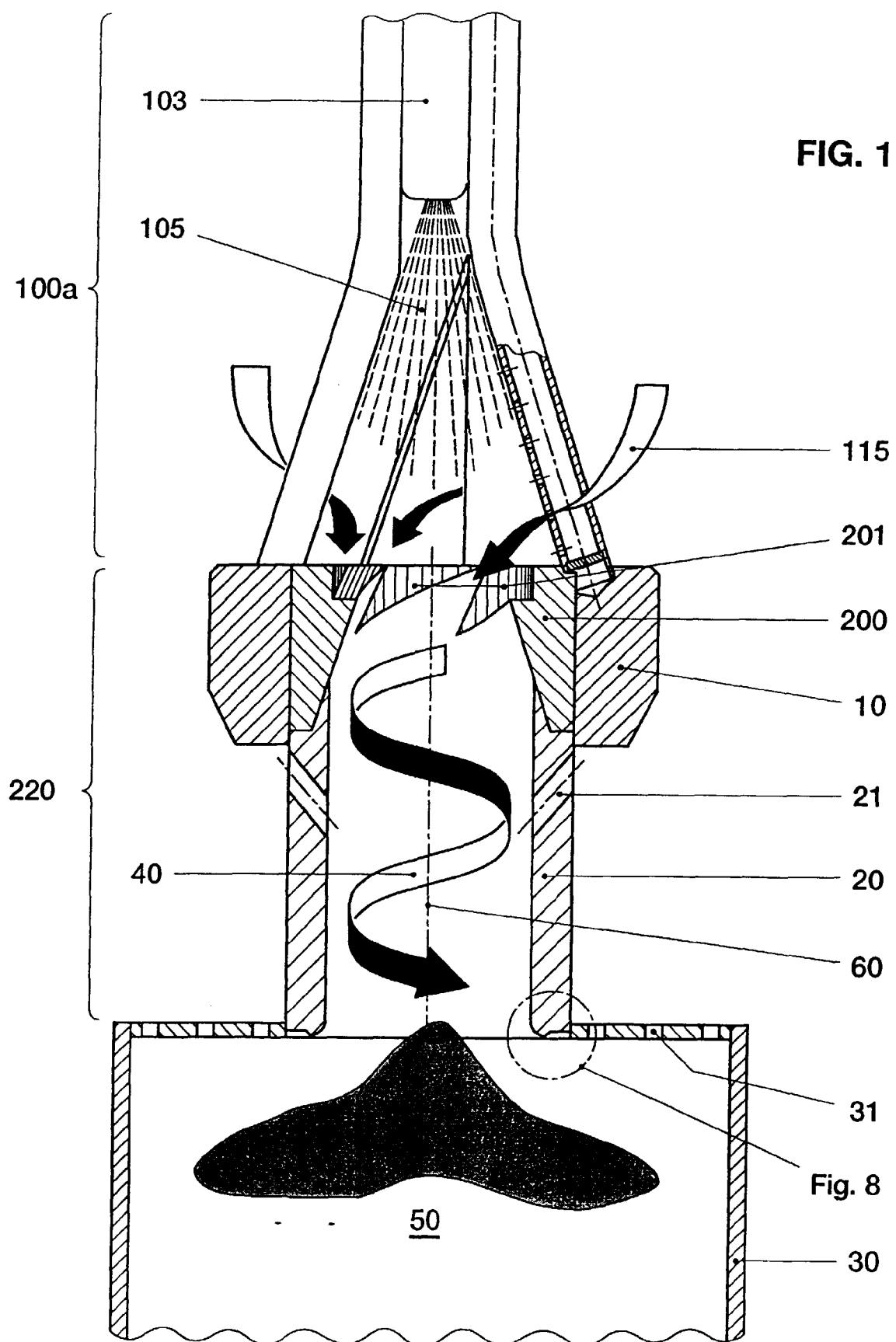
35

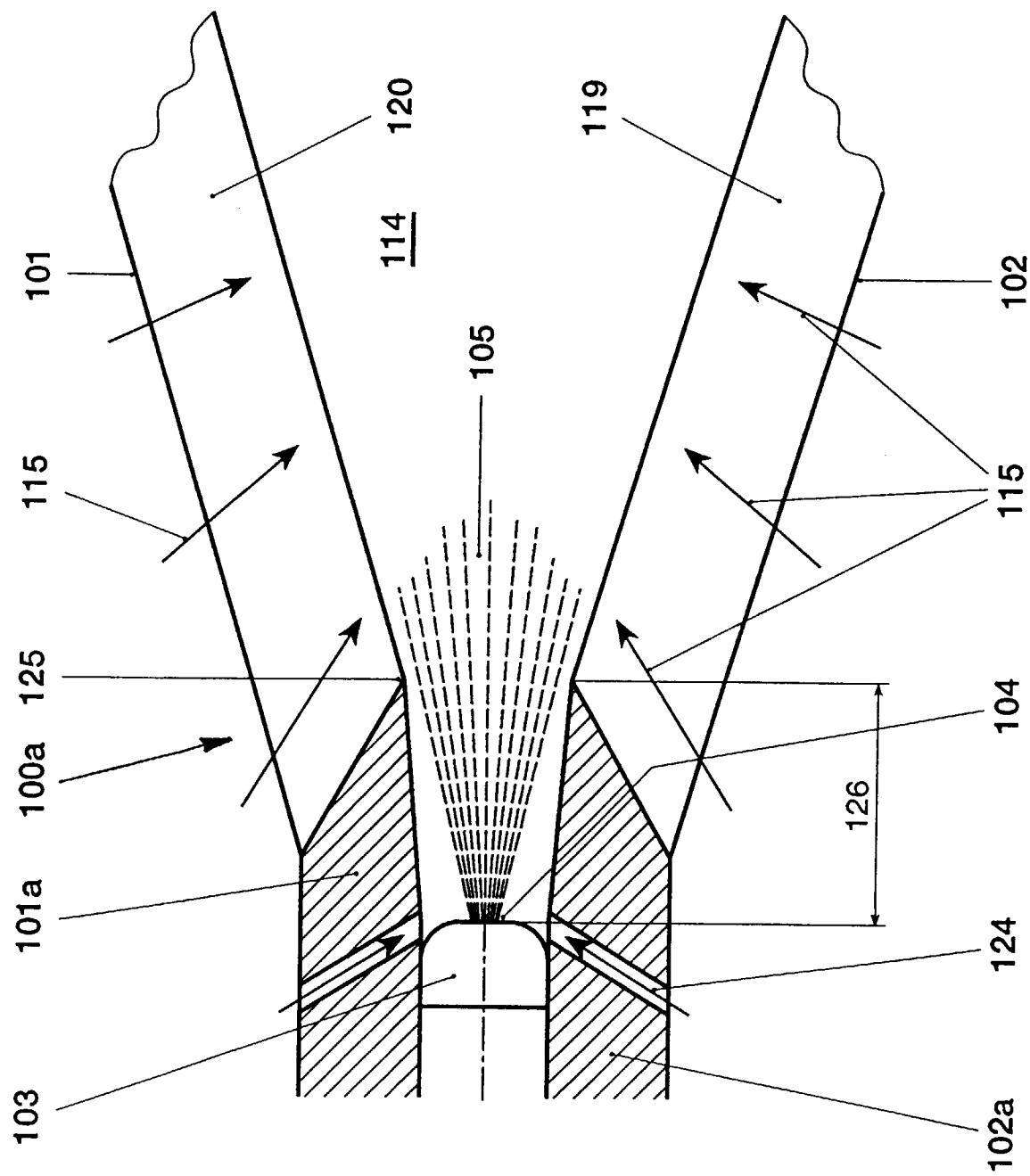
40

45

50

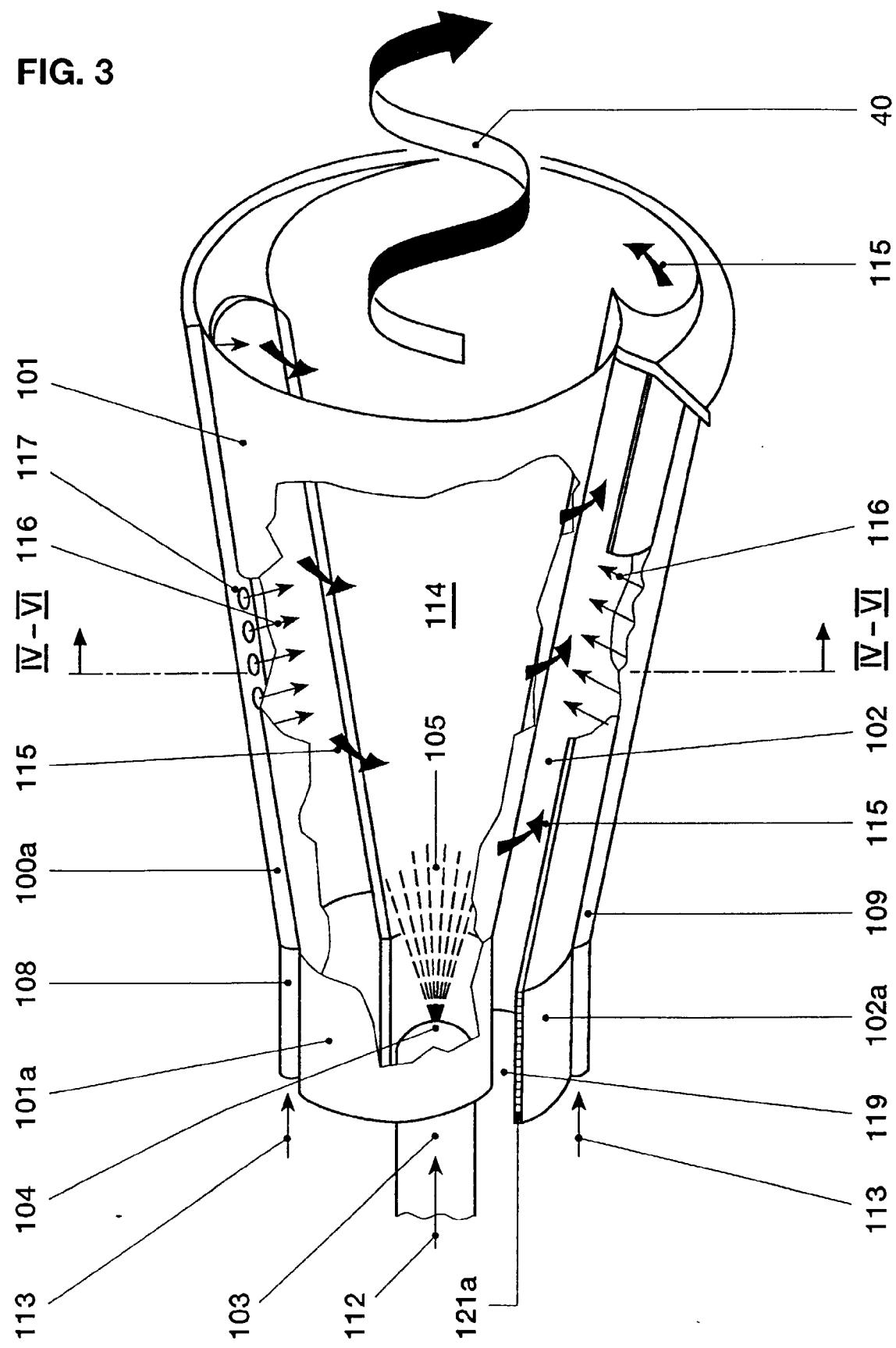
55





**FIG. 2**

**FIG. 3**



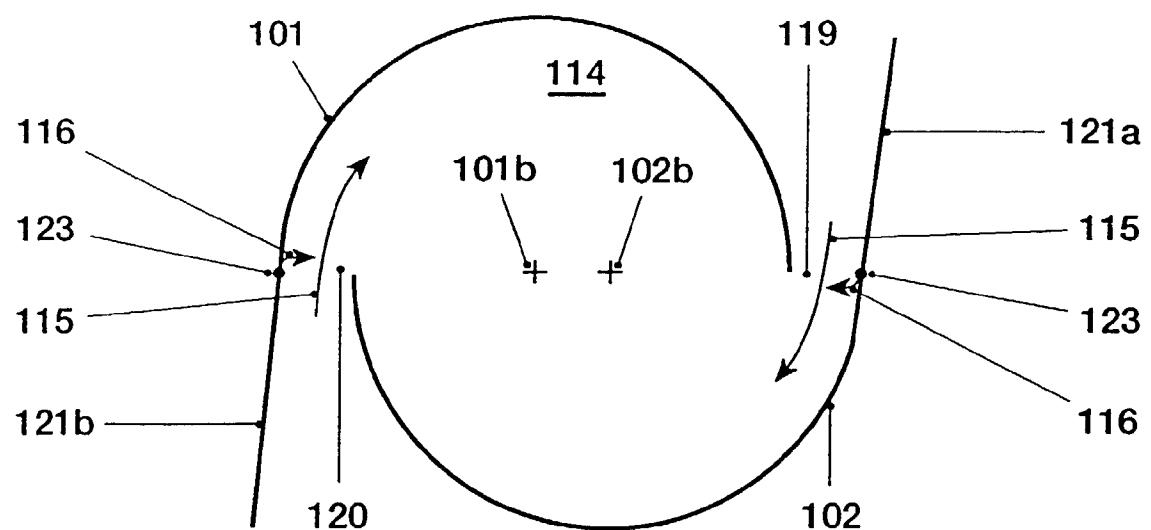


FIG. 4

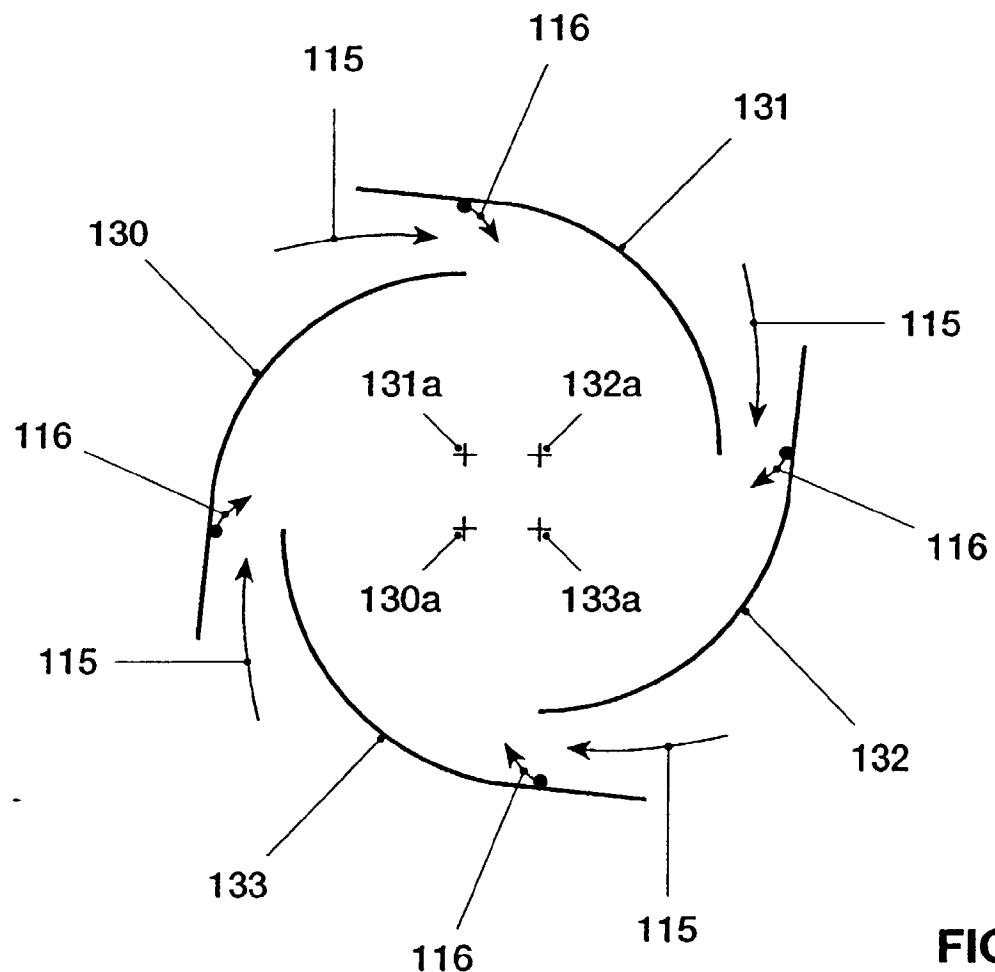
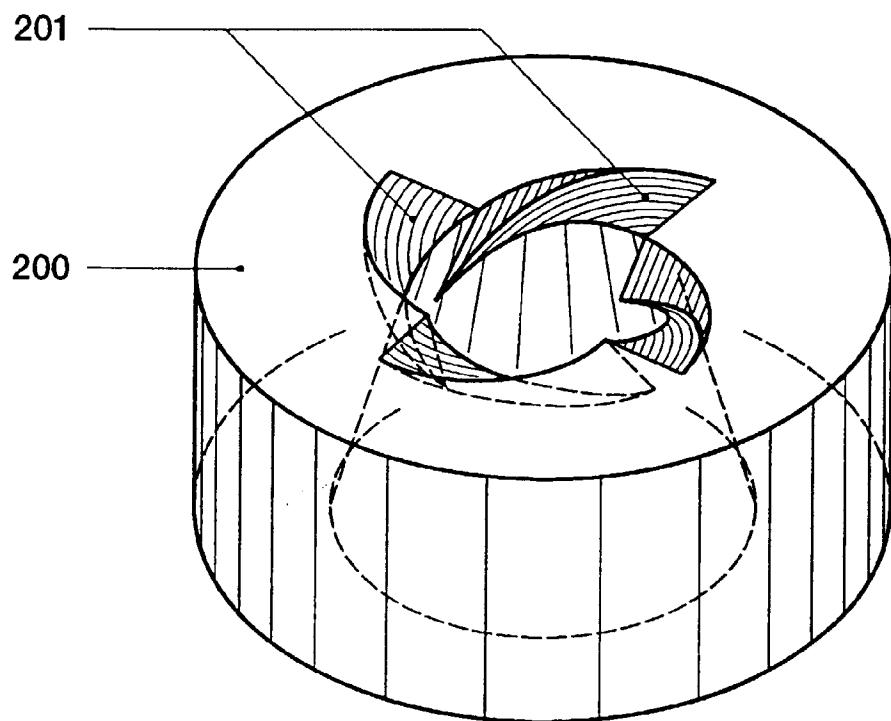
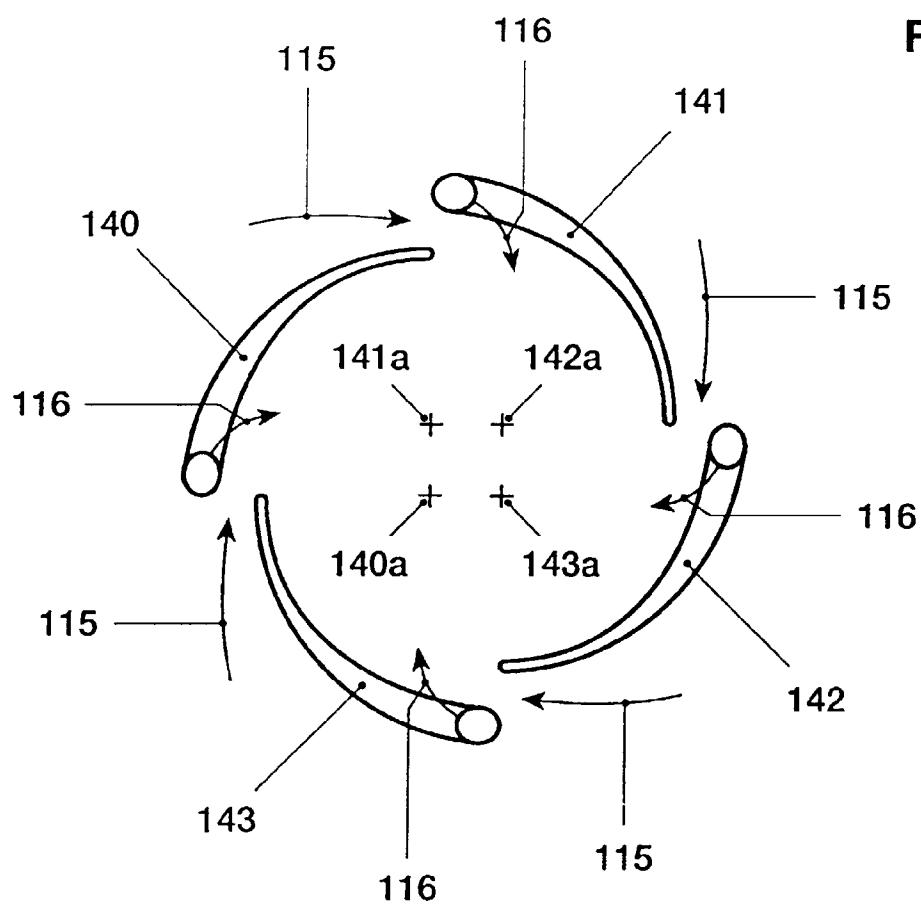
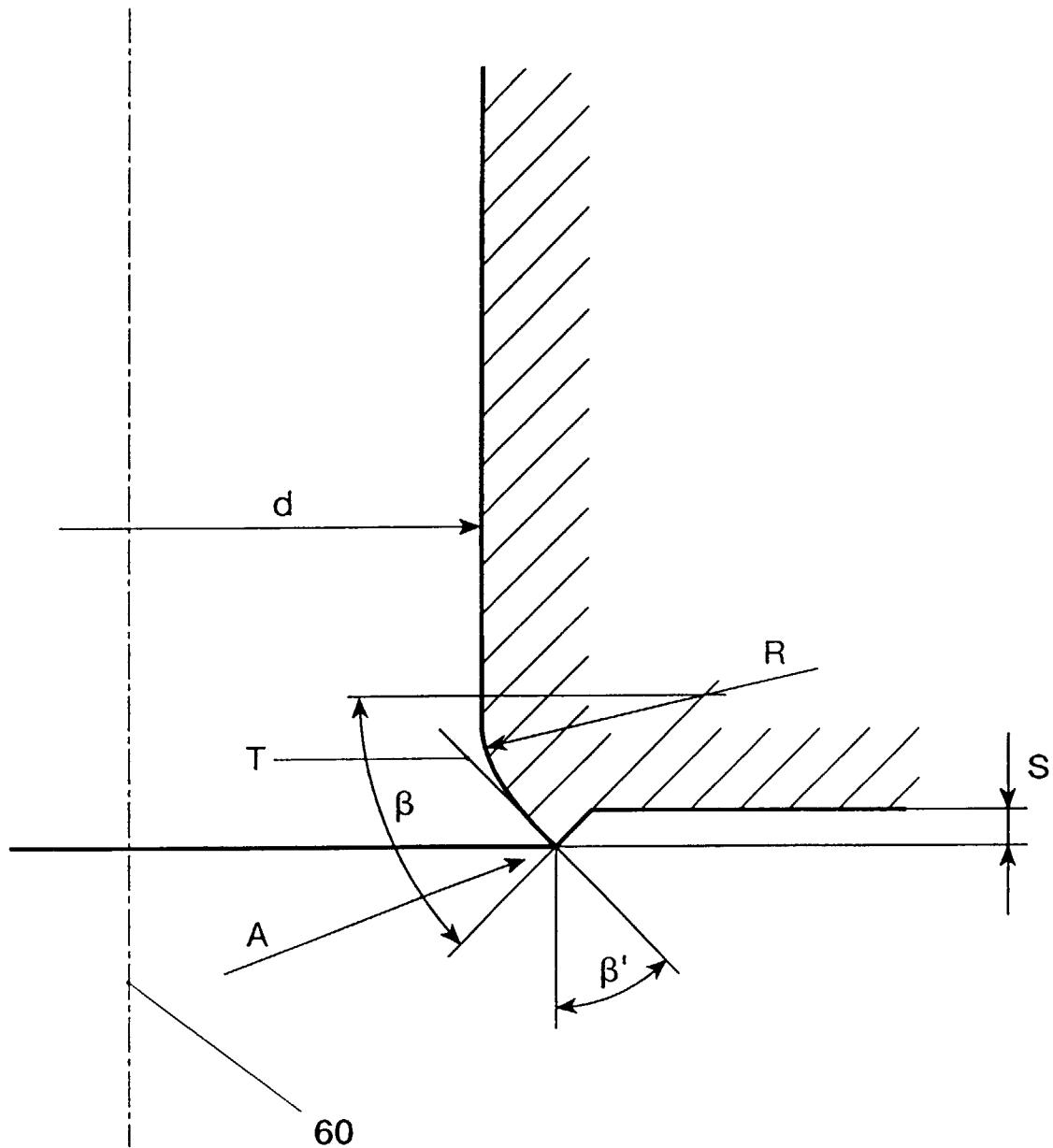


FIG. 5

**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**