

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 881 432 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

02.12.1998 Patentblatt 1998/49

(51) Int Cl.⁶: F23C 7/00, F23D 17/00

(21) Anmeldenummer: 98810340.4

(22) Anmeldetag: 20.04.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 26.05.1997 DE 19721937

(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD.

8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:

- Haumann, Jürgen, Dr.
5332 Rekingen (CH)

• Knöpfel, Hans Peter

5627 Besenbüren (CH)

• Paschereit, Christian, Dr.

5400 Baden (CH)

• Polifke, Wolfgang, Dr.

5210 Windisch (CH)

• Sattelmayer, Thomas, Prof. Dr.

85435 Erding (DE)

(74) Vertreter: Klein, Ernest et al

Asea Brown Boveri AG

Immaterialgüterrecht(TEI)

Haselstrasse 16/699 I

5401 Baden (CH)

(54) Brenner zum Betrieb eines Aggregates zur Erzeugung eines Heissgases

(57) Bei einem auf einer Vormischverbrennung aufgebauten Brenner zum Betrieb eines Aggregates wird am Ende der Vormischstrecke, welche durch eine tangentielle Einströmung der Verbrennungsluft (7) ins Innere des Vormischbrenners charakterisiert ist, eine Brennerfrontplatte (18/27) vorgesehen. Das äussere Ende (27) dieser Brennerfrontplatte ist unter Wahrung eines spitzen Winkels nach innen geneigt. Die Strömung der

heissen Gase am Brenneraustritt werden durch die Brennerfrontplatte (18/27) in radialer Richtung so beeinflusst, dass eine direkte und nahe Rezirkulation dieser Gase im Bereich der Flammenfront (25) unter unmittelbarer Abschirmung der vom Brennraum stammenden Abgase stattfinden kann. Damit ist gewährleistet, dass die Flammenfront (25) durch ebendiese Rauchgase eine Abkühlung erfährt.

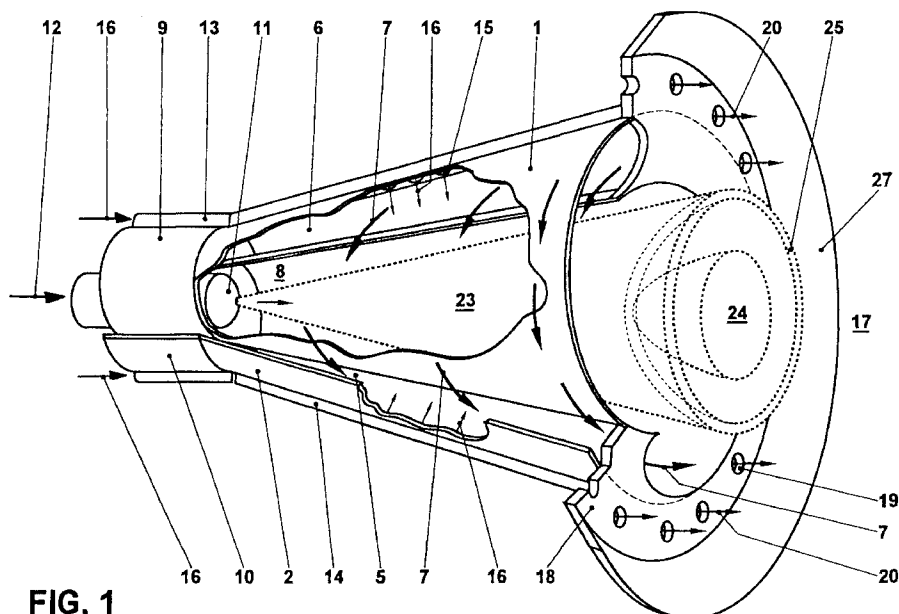


FIG. 1

EP 0 881 432 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Brenner zum Betrieb eines Aggregates zur Erzeugung eines Heissgases gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Die Flammenstabilisierung von vielen modernen Low-NOx-Brenner, so aus EP-B1-0 321 809, beruht auf der Erzeugung einer Rückströmzone oder Rückströmblase (= Vortex-Breakdown). Diese Brenner werden oft als Vormischbrenner bezeichnet, ausgehend von der Tatsache, dass die Vormischung des zum Einsatz kommenden Brennstoffes innerhalb einer zum Brenner gehörenden Strecke vorgenommen wird. Bei ungünstiger Auslegung des Drallerzeugers resp. der Drallbildung eines solchen Vormischbrenners geht wegen einer zu hohen Drallzahl die gewünschte kurze Rückströmzone durch das Aufplatzen des Wirbels in eine lange fast zylindrische Rückströmzone über. Beim Betrieb eines solchen Vormischbrenners ohne eine anschliessende Brennkammer, oder bei einem zu grossen Brennraum, resp. bei einem Brennraum, dessen Brennkammerwände relativ kalt sind, was typischerweise bei Heizkesseln der Fall ist, wird den zurückströmenden Rauchgasen die Wärme entzogen. Dies führt, insbesondere beim Start, zu einer ungenügenden Flammenstabilisierung, und beim Betrieb des Vormischbrenners mit einem flüssigen Brennstoff zu einer unzureichenden Vorverdampfung der Brennstofftropfen. Dieses Verhalten lässt sich auch bei Brennern für Kesselanlagen mit einer passiven Rauchgasrezirkulation im Brennraum feststellen. Diese Probleme können zum Flammenabriss oder zu Schwingungen führen und machen ein unerwünschtes besonderes Startprozedere notwendig. Bei Heizungsfeuerungen muss ausserdem eine sehr lange Startphase vorgesehen werden, während welcher erhöhte Schadstoff-Emissionen auftreten. Dies hängt im wesentlichen damit zusammen, dass der ganze Heizkessel mit seiner relativ grossen thermischen Trägheit soweit aufgewärmt werden muss, bis die rückströmenden Abgase eine ausreichende Temperatur aufweisen.

Für den Vormischbrenner selbst ergeben sich bei einer solchen Konstellation und bei gewissen Betriebsarten des Brenners folgende Unvollkommenheiten resp. Unzulänglichkeiten:

- a) Erhöhung der Gefahr eines Flammenrückschlages ins Innere des Vormischbrenners;
- b) aus a) ergibt sich dann die Konsequenz, dass der Betriebsbereich mit einer optimalen Flammenposition beschränkt bleibt;
- c) die Verbrennung ist Pulsationen unterworfen, die mannigfaltig zu einer Destabilisierung der Flammenposition und/oder zu einer Erhöhung der

Schadstoff-Emissionen, insbesondere der NOx-Emissionen führen;

d) es entstehen grosse Abweichungen hinsichtlich der optimalen Strömungsbedingungen, wodurch das Potential des Vormischbrenners nicht vollständig ausgenutzt werden kann;

e) das Startprozedere ist aus obengenannten Unzulänglichkeiten problematisch zu handhaben.

10 Darstellung der Erfindung

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 Vorschläge zu unterbreiten, welche die obengenannten Unvollkommenheiten und Unzulänglichkeiten zu beheben vermag.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass der Hauptkörper des Brenners, was die Bildung der kritischen Drallzahl betrifft, im wesentlichen unverändert bleibt. Lediglich zur Behebung der obengenannten Nachteile sowie zur Maximierung der Flammenstabilisation und Stärkung der am Ausgang des Brenners sich bildenden Rückströmzone werden im Bereich der sich am Brenneraustritt befindlichen Frontplatte Vorkehrungen zur Stärkung des äusseren Stabilisationsbereiches vorgesehen. Grundsätzlich lässt sich diese äussere Stabilisation damit erreichen, dass die Strömung von heissen Gasen am Brenneraustritt in radialer Richtung durch die Frontplatte so beeinflusst wird, dass eine direkte und nahe Rezirkulation von heissen Gasen im Bereich der Flammenfront unter unmittelbarer Abschirmung der vom Brennraum stammenden Abgase, die an sich bereits eine Abkühlung erfahren haben, stattfinden kann.

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

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

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

- Fig. 1 einen Vormischbrenner in perspektivischer Darstellung, mit einem abschirmenden Ring im Bereich der Frontplatte und
- Fig. 2 eine weitere perspektivische Darstellung des Vormischbrenners gemäss Fig. 1, aus anderer Ansicht, in vereinfachter Form.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Fig. 1 zeigt einen Vormischbrenner in perspektivischer Darstellung. Zum besseren Verständnis des Gegenstandes ist es vorteilhaft, wenn gleichzeitig bei der Erfassung von Fig. 1 auch Fig. 2 herangezogen wird, aus welchen Zweck, Art und Funktionsweise eines solchen Brenners hervorgehen. Danebst wird auf EP-B1-0 321 809 hingewiesen, wobei diese Druckschrift einen integrierenden Bestandteil vorliegender Beschreibung darstellt.

Der Vormischbrenner gemäss Fig. 1 besteht aus zwei hohlen kegelförmigen Teilkörpern 1, 2, die versetzt zueinander ineinandergeschachtelt sind, wobei dieser Vormischbrenner mit einem gasförmigen und/oder flüssigen Brennstoff betrieben wird. Unter dem Begriff "kegelförmig" wird hier nicht nur die gezeigte, durch einen festen Öffnungswinkel charakterisierte Kegelform verstanden, sondern er schliesst auch andere Konfigurationen der Teilkörper mit ein, so eine Diffusor- oder diffusorähnliche Form sowie eine Konfusor- oder konfusorähnliche Form. Diese Formen sind vorliegend nicht speziell dargestellt, da sie dem Fachmann ohne weiteres geläufig sind. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse oder Längssymmetrieachse der Teilkörper 1, 2 zueinander (Vgl. Fig. 2, Pos. 3, 4) schafft auf beiden Seiten, in spiegelbildlicher Anordnung, jeweils einen tangentialen Lufteintrittskanal 5, 6 frei, durch welche die Verbrennungsluft 7 in einen von den Teilkörpern gebildeten Innenraum des Vormischbrenners, d.h. in den Kegelhohlraum 8 strömt. Die beiden kegelförmigen Teilkörper 1, 2 weisen je einen zylindrischen Anfangsteil 9, 10, die ebenfalls, analog den vorgenannten Teilkörpern 1, 2, versetzt zueinander verlaufen, so dass die tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 über die ganze Länge des Vormischbrenners vorhanden sind. Im Bereich des zylindrischen Anfangsteils ist eine Düse 11 zur vorzugsweisen Zerstäubung eines flüssigen Brennstoffes 12 untergebracht, dergestalt dass deren Eindüsung in etwa mit dem engsten Querschnitt des durch die Teilkörper 1, 2 gebildeten Kegelhohlraumes 8 zusammenfällt. Die Eindüsungskapazität und die Betriebsart dieser Düse 11 richtet sich nach den vorgegebenen Parametern des jeweiligen Vormischbrenners. Der durch die Düse 11 eingedüστε Brennstoff 12 kann bei Bedarf mit einem rückgeführten Abgas angereichert werden; sodann ist es auch möglich, durch die Düse 11 die komplementäre Einspritzung einer Wassermenge zu bewerkstelligen.

Selbstverständlich kann der Vormischbrenner rein kegelförmig, also ohne zylindrische Anfangsteile 9, 10 ausgebildet sein. Die Teilkörper 1, 2 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 13, 14 auf, welche entlang der tangentialen Eintrittskanäle 5, 6 angeordnet und mit Eindüsungsoffnungen 15 versehen sind, durch welche vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 16 in die dort vorbeiströmende Verbrennungsluft 7 eingedüστε wird, wie dies durch Pfeile 16 versinnbildlicht wird, wobei diese

Eindüsung zugleich die Brennstoffinjektionsebene (Vgl. Fig. 2, Pos. 22) des Systems bildet. Diese Brennstoffleitungen 13, 14 sind vorzugsweise spätestens am Ende der tangentialen Einströmung, vor Eintritt in den Kegelhohlraum 8, plaziert, dies um eine optimale Luft/Brennstoff-Mischung zu gewährleisten.

Brennraumseitig weist der Vormischbrenner eine als Verankerung für die Teilkörper 1, 2 dienende Frontplatte 18 mit einer Anzahl Bohrungen 19 auf, durch welche bei Bedarf vorzugsweise ein heisses Medium 20 dem vorderen Teil des Brennraumes 17 bzw. dessen Wand zugeführt wird.

Wird der Vormischbrenner, wie bereits beschrieben, allein mittels eines flüssigen Brennstoffes 12 betrieben, so geschieht dies über die zentrale Düse 11, wobei dieser Brennstoff 12 dann unter einem spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 8 bzw. in den Brennraum 17 eingespritzt wird. Aus der Düse 11 bildet sich sonach ein kegelförmiges Brennstoffprofil 23, das von der tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluft 7 umschlossen wird. In axialer Richtung wird die Konzentration des eingedüsten Brennstoffes 12 fortlaufend durch die einströmenden Verbrennungsluft 7 zu einer optimalen Mischung abgebaut.

Will man den Vormischbrenner mit einem gasförmigen Brennstoff 16 betreiben, so kann dies grundsätzlich auch über die zentrale Brennstoffdüse 11 geschehen, vorzugsweise soll aber eine solche Betriebsart über die Eindüsungsoffnungen 15 vorgenommen werden, wobei die Bildung dieses Brennstoff/Luft-Gemisches direkt am Ende der Lufteintrittskanäle 5, 6 zustande kommt.

Bei der Eindüsung des flüssigen Brennstoffes 12 über die Düse 11 wird am Ende des Vormischbrenners die optimale, homogene Brennstoffkonzentration über den Querschnitt erreicht. Ist die Verbrennungsluft 7 zusätzlich vorgeheizt oder mit einem rückgeführten Abgas angereichert, so unterstützt dies die Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 12 nachhaltig innerhalb der durch die Länge des Vormischbrenners induzierte Vormischstrecke. betreffend die Zumischung eines rückgeführten Rauchgas wird auf die Fig. 3-6 verwiesen.

Die gleichen Überlegungen gelten auch, wenn über die Brennstoffleitungen 13, 14 statt gasförmige nun flüssige Brennstoffe zugeführt werden sollten.

Bei der Gestaltung der kegelförmigen Teilkörper 1, 2 hinsichtlich der Zunahme des Strömungsquerschnittes sowie der Breite der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 sind an sich enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Verbrennungsluft 7 am Ausgang des Vormischbrenners einstellen kann. Die kritische Drallzahl stellt sich am Ausgang des Vormischbrenners ein: Dort bildet sich auch eine Rückströmzone 24 (Vortex Breakdown) mit einem gegenüber der dort wirkenden Flammenfront 25 stabilisierenden Effekt ein, in dem Sinne, dass die Rückströmzone 24 die Funktion eines körperlosen Flammenhalters übernimmt.

Die optimale Brennstoffkonzentration über den

Querschnitt wird erst im Bereich des Wirbelaufplatzens, also im Bereich der Rückströmzone 24 erreicht. Erst an dieser Stelle entsteht sodann eine stabile Flammenfront 25. Die flammenstabilisierende Wirkung ergibt sich durch die sich im Kegelhohlraum 8 bildende Drallzahl in Strömungsrichtung entlang der Kegelachse. Ein Rückschlagen der Flamme in das Innere des Vormischbrenners wird damit unterbunden.

Allgemein ist zu sagen, dass eine Minimierung der Durchflussöffnung der tangentialen Lufteintrittskanäle 6, 7 prädestiniert ist, die Lage der Rückströmzone 24 ab Ende der Vormischstrecke zu beeinflussen. Die Konstruktion des Vormischbrenners eignet sich des weiteren vorzüglich, die Durchflussöffnung der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6 nach Bedarf zu verändern, womit ohne Veränderung der Baulänge des Vormischbrenners eine relativ grosse betriebliche Bandbreite erfasst werden kann. Selbstverständlich sind die Teilkörper 1, 2 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Ueberlappung gegenüber der Lufteintrittsebene in den Kegelhohlraum 8 (Vgl. Fig. 2, Pos. 21) derselben im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6, wie dies aus Fig. 2 hervorgeht, bewerkstelligt werden kann. Es ist sodann auch möglich, die Teilkörper 1, 2 durch eine gegenläufige drehende Bewegung spiralartig ineinander zu verschachteln.

Durch eine in diesem Vormischbrenner erreichbare homogenere Gemischbildung zwischen den eingedühten Brennstoffen 11, 12 und der Verbrennungsluft 7 erzielt man tiefere Flammentemperaturen und damit tiefere Schadstoff-Emissionen, insbesondere tiefere NOx-Werte. Sodann reduzieren diese tieferen Temperaturen die thermische Belastung für das Material an der Brennerfront und machen beispielsweise eine Sonderbehandlung der Oberfläche nicht zwingend.

Was die Anzahl der Lufteintrittskanäle betrifft, so ist der Vormischbrenner nicht auf die gezeigte Anzahl beschränkt. Eine grössere Anzahl ist beispielsweise dort angezeigt, wo es darum geht, die Vorvermischung breiter anzulegen, oder die Drallzahl und somit die davon abhängige Bildung der Rückströmzone 24 durch eine grössere Anzahl Lufteintrittskanäle entsprechend zu beeinflussen.

Vormischbrenner der hier beschriebenen Art sind auch solche, welche zur Erzielung einer Drallströmung von einem zylindrischen oder quasi-zylindrischen Rohr ausgehen, die Einströmung der Verbrennungsluft ins Innere des Rohres über ebenfalls tangential angelegte Lufteintrittskanäle bewerkstelligt wird, und im Innern des Rohres ein kegelförmiger Körper mit in Strömungsrichtung abnehmendem Querschnitt angeordnet ist, womit auch mit dieser Konfiguration eine kritische Drallzahl am Ausgang des Brenners erzielbar ist. Die Frontplatte 18 weist auf ihrem flankenseitigen Umfang einen aufgesetzten Ring 27 auf, welcher abgekröpft nach innen gerichtet ist, dergestalt, dass die Flammenfront 25 durch ebendiesen Ring 27 ummantelt wird. Die axiale Ausdehnung sowie der Grad des Winkels der Abkröpfung rich-

tet sich nach den jeweiligen Betriebsbedürfnissen. Im Vordergrund bei dieser Auslegung ist, dass die Wirkung der Frontplatte 18 auf die radiale Strömung gezielt so vergrössert wird, dass eine direkte und nahe Rezirkulation der heissen Gase im Bereich der Flammenfront 25 unter unmittelbarer Abschirmung der vom Brennraum 17 stammenden und bereits abgekühlten Abgase stattfinden kann. Damit wird ein Betrieb gewährleistet, der die unter dem Kapitel "Stand der Technik" aufgeschlüsselten Nachteile zu beheben vermag.

Fig. 2 zeigt den gleichen Vormischbrenner gemäss Fig. 1, jedoch aus einer anderen Perspektive und in vereinfachter Darstellung. Diese Fig. 2 soll im wesentlichen dazu dienen, die Konfiguration dieses Vormischbrenners sowie die Ausgestaltung und Platzierung der Leitebleche besser resp. einwandfrei zu erfassen. Insbesondere ist in dieser Fig. 2 die Versetzung der beiden Teilkörper 1, 2 zueinander, bezogen auf die Hauptmittelachse 26 (= Brennerachse) des Vormischbrenners, welche der Hauptachse der zentralen Brennstoffdüse 11 entspricht, recht gut ersichtlich. Diese Versetzung induziert an sich die Grösse der Durchflussöffnungen der tangentialen Lufteintrittskanäle 5, 6. Die jeweiligen Mittelachsen 3, 4 verlaufen hier parallel zueinander. Auf die Ausgestaltung des Stabilisationsringes 27 im Bereich der Frontplatte 18 wurde bereits unter Fig. 1 näher eingegangen.

Bezugszeichenliste

30	1	Kegelförmiger Teilkörper
	2	Kegelförmiger Teilkörper
	3	Mittelachse zu 1
	4	Mittelachse zu 2
35	5	Tangentialer Lufteintrittskanal
	6	Tangentialer Lufteintrittskanal
	7	Verbrennungsluft
	8	Kegelhohlraum, Innenraum des Brenners
	9	Zylindrischer Anfangsteil des Brenners
40	10	Zylindrischer Anfangsteil des Brenners
	11	Brennstoffdüse
	12	Brennstoff, Flüssiger Brennstoff
	13	Brennstoffleitung
	14	Brennstoffleitung
45	15	Eindüsungsöffnungen der Brennstoffleitung 13, 14
	16	Brennstoff, gasförmiger Brennstoff
	17	Brennraum
	18	Frontplatte
50	19	Bohrungen in Frontplatte
	20	Heisses Medium, heisse Gase
	21	Lufteintrittsebene
	22	Brennstoffinjektionsebene
	23	Brennstoffprofil
55	24	Rückströmzone, Rückströmblase
	25	Flammenfront
	26	Hauptmittelachse, Brennerachse
	27	Stabilisationsring

18/27 Brennerfrontplatte

Patentansprüche

- 5

1. Brenner zum Betrieb eines Aggregates zur Erzeugung eines Heissgases, wobei der Brenner im wesentlichen aus mindestens zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörper (1, 2) besteht, deren Mittelachsen (3, 4) zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass benachbarte Wandungen dieser Teilkörper (1, 2) tangentiale Lufteintrittskanäle (5, 6) für die Einströmung einer Verbrennungsluft (7) in einen von den Teilkörpern (1, 2) vorgegebenen Innenraum (8) bilden, und wobei der Brenner mit mindestens einer Brennstoffdüse (11, 15) betreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass brenneraustrittsseitig eine Brennerfrontplatte (18/27) angeordnet ist, deren äussere Ende (27) unter einem spitzen Winkel nach innen geneigt ist. 10
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das äussere Ende (27) der Brennerfrontplatte (18/27) aus einem ringförmigen Kegelstumpf besteht, und dass dieser Kegelstumpf auf dem flankenseitigen Umfang einer senkrechten oder quasisenkrechten verlaufenden Frontplatte (18) aufgesetzt ist. 15

20
3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffdüse (11) kopfseitig und auf der Brennerachse (26) angeordnet ist. 25

30
4. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der tangentialen Lufteintrittskanäle (5, 6) in Längserstreckung des Brenners eine Anzahl zueinander beabstandeter Brennstoffdüsen (15) angeordnet sind. 35

40
5. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchflussquerschnitt des von den Teilkörpern (1, 2) gebildeten Innenraumes (8) in Strömungsrichtung gleichförmig zunimmt. 45

50
6. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchflussquerschnitt des von den Teilkörpern (1, 2) gebildeten Innenraumes (8) einen Diffusor, einen diffusorähnlichen Verlauf, einen Konfusor, einen konfusorähnlichen Verlauf bildet. 55
7. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper (1, 2) spiralförmig ineinandergeschachtelt sind. 55

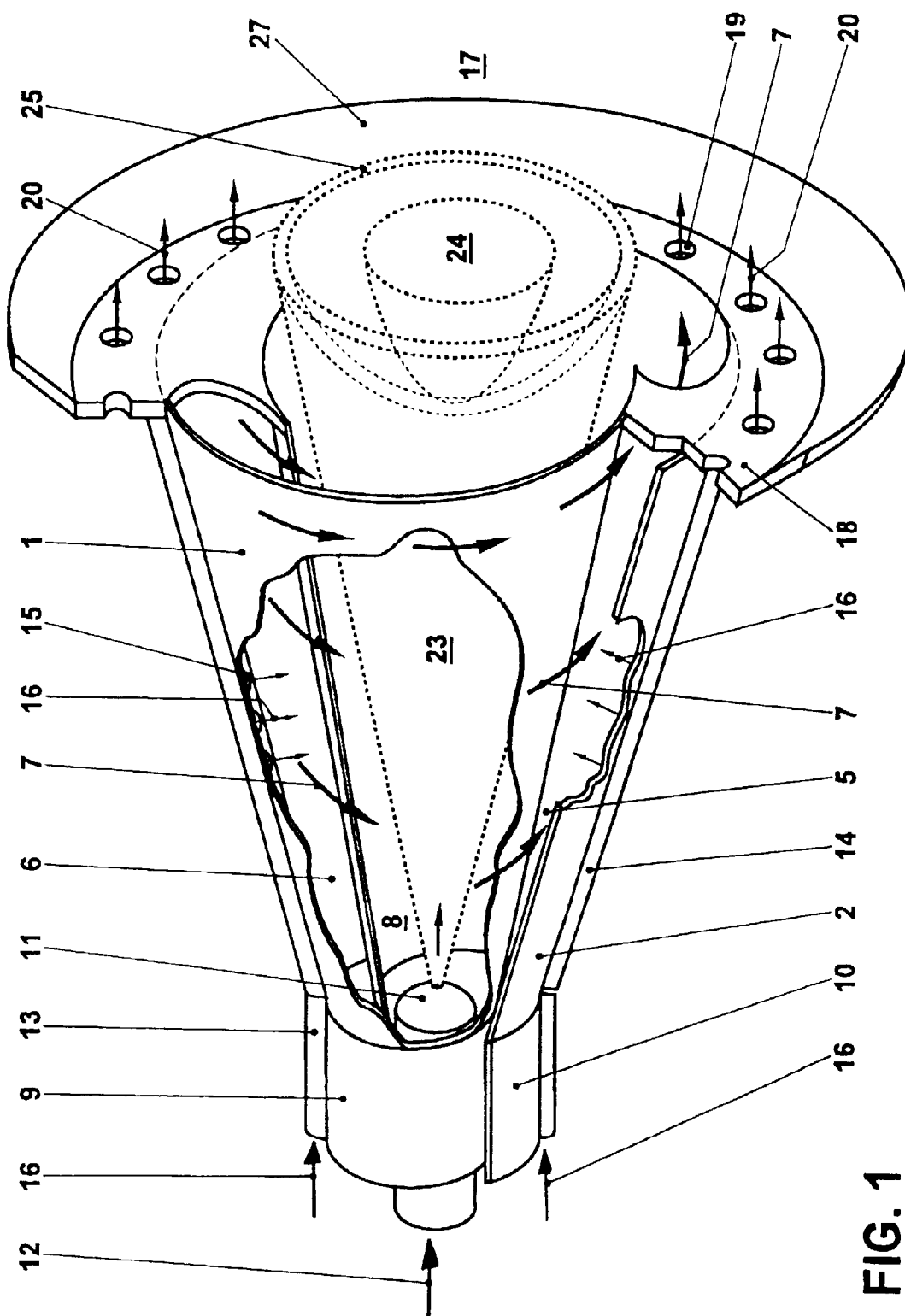


FIG. 1

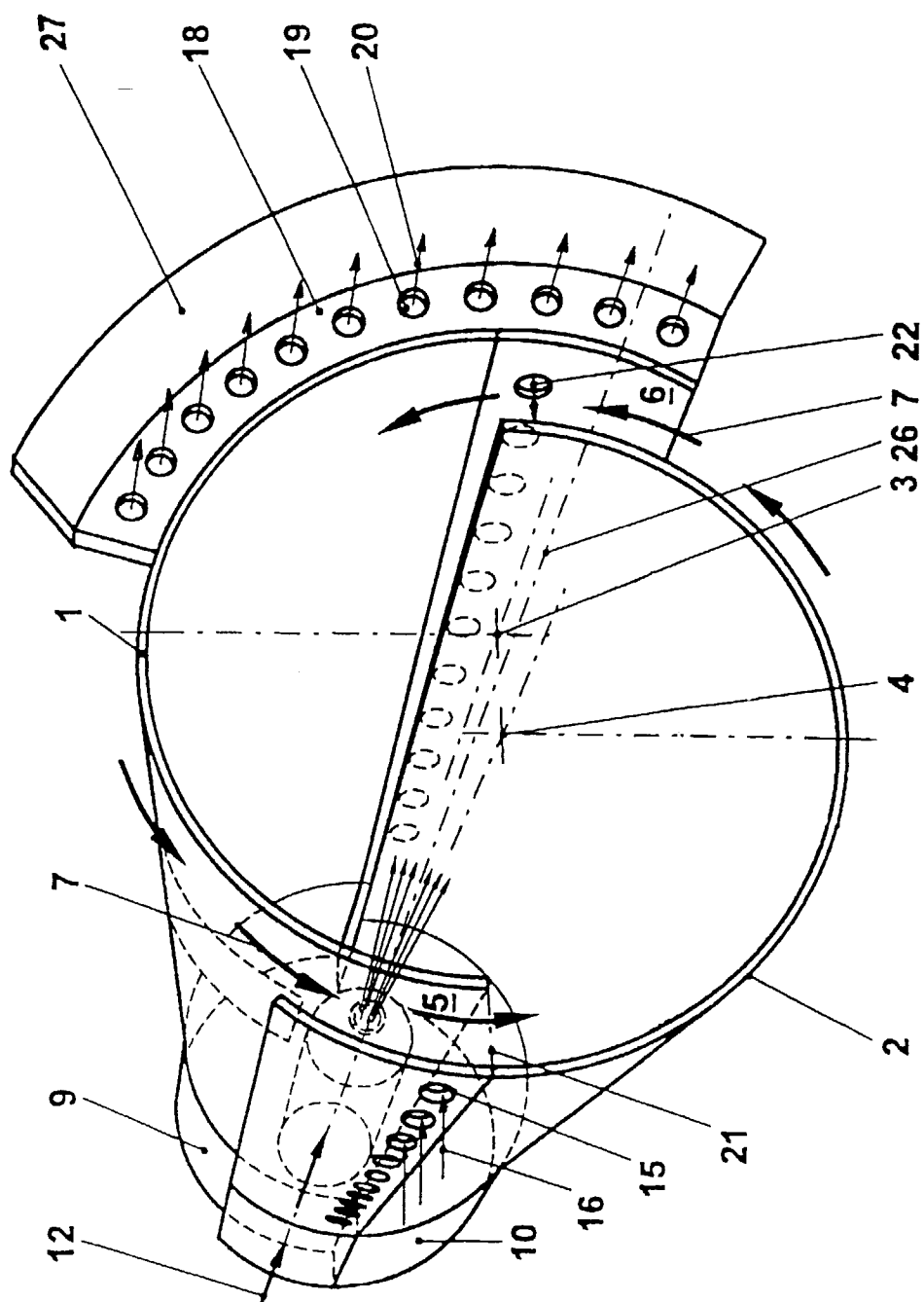


FIG. 2