

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 692 674 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.01.1996 Patentblatt 1996/03

(51) Int Cl.⁶: **F23D 17/00**

(21) Anmeldenummer: **95810427.5**

(22) Anmeldetag: **23.06.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **13.07.1994 DE 4424639**

(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**
CH-8050 Zürich 11 (CH)

(72) Erfinder:

- Paikert, Bettina, Dr.
CH-5452 Oberrohrdorf (CH)
- Senior, Peter, Dr.
Stoney Stanton, Leicestershire LE9 6TL (GB)

(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al**
CH-5401 Baden (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Brennstoffverteilung in einem sowohl für flüssige als auch für gasförmige Brennstoffe geeigneten Brenner**

(57) Um in einem solchen Brenner (1) die Verbrennung des Flüssigbrennstoffes (4) zu verbessern ohne die des gasförmigen Brennstoffes (7) zu beeinflussen, wird der Flüssigbrennstoff (4) mit hoher Strömungs- und Drallgeschwindigkeit in die Absetzkammer (13) der Airblast-Düse (2) eingeleitet. Anschliessend wird die Strömungs- und Drallgeschwindigkeit verringert und auf der Filmlegerlippe (15) ein dünner Fluidfilm ausgebildet. Die Gebläseluft (5) wird mit einem Mengenverhältnis von unter 1:1 zum Flüssigbrennstoff (4) in die Airblast-Düse (2) eingeleitet und löst an der Spitze (27) der Filmlegerlippe (15) kleine Brennstofftröpfchen ab.

Bei einem Doppelkegelbrenner (1) erfolgt die Eindüsung des Brenngemisches (28) entgegen dem Drall seiner Haupt-Luftströmung (8) sowie in einem Sprühwinkel (26) von kleiner/gleich 30°.

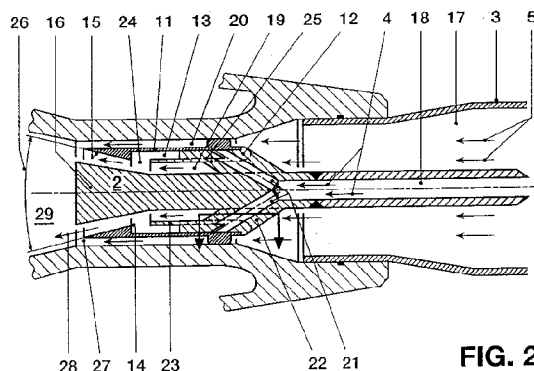


FIG. 2

EP 0 692 674 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Brennstoffverteilung in einem sowohl für flüssige als auch für gasförmige Brennstoffe geeigneten, eine Airblast-Düse aufweisenden Brenner für Gasturbinen und Heizkessel.

Stand der Technik

Aus Lefebvre "Airblast atomization", Prog. Energy Combust. Sci. Vol. 6, S. 239 ff. sind mehrere Airblast-Düsen bekannt. Sie bestehen aus jeweils einer Flüssigbrennstoff-Leitung, einer ringförmigen Airblast-Leitung und einer Filmlegerröhre.

Die Flüssigbrennstoff-Leitung wird entweder radial in die Airblast-Düse eingeführt (ebenda, Fig. 7) oder ist axial in der Brennstofflanze, d.h. innerhalb der Airblast-Leitung angeordnet (ebenda, Fig. 5). Dabei kann sie direkt oder über Verteilungsleitungen mit der Filmlegerröhre verbunden sein. Diese besteht aus einem Drallerzeuger mit integrierter Absetzkammer, einem Wehr, einer Filmlegerlippe sowie einem zentralen, als Gegenstück zur Filmlegerlippe angeordneten Düsenzapfen. Die Airblast-Leitung wird durch die Filmlegerröhre in jeweils eine innere und eine äussere Leitung unterteilt.

Beim Betrieb mit flüssigem Brennstoff wird dieser aus der Zuleitung in die Absetzkammer, von dort aus über das Wehr, auf die Filmlegerlippe geleitet, wo sich eine Flüssigbrennstoff-Schicht ausbildet. An der Spitze der Filmlegerlippe erfolgt mittels Gebläseluft der inneren und der äusseren Airblast-Leitung die Zerstäubung dieser Flüssigbrennstoff-Schicht und die Eindüsung der dabei entstehenden Brennstofftropfen in den Innenraum des Brenners.

Lefebvre zeigt unter anderem folgende Möglichkeiten zum Erreichen einer guten Zerstäubung, d.h. zur Ausbildung relativ kleiner Brennstofftröpfchen, auf:

a) Ein optimales Mengenverhältnis der Zerstäubungsluft zum Flüssigbrennstoff von 4:1 bis 5:1 (ebenda, Fig. 15);
Demnach verschlechtert sich unterhalb eines Mengenverhältnisses von 4:1 die Zerstäubungsqualität, während oberhalb eines Mengenverhältnisses von 5:1 durch Zufuhr grösserer Luftmengen nur noch geringe Verbesserungen der Zerstäubung erreicht werden können. Sinkt dieses Mengenverhältnis jedoch unter 2:1, ist nach Lefebvre eine erhebliche Verschlechterung der Zerstäubungsqualität festzustellen.

b) Ein maximaler physischer Kontakt der Zerstäubungsluft mit dem Flüssigbrennstoff;
Deshalb wird der Filmlegerwinkel und daher der

Sprühwinkel der Airblast-Düsen mit etwa 45 bis 60° relativ gross ausgebildet (ebenda, Fig. 6, Fig. 7). Das erfordert jedoch einen relativ hohen Drall des Brennstoffes.

c) Eine möglichst hohe Geschwindigkeit der beidseitig der Filmlegerlippe vorbeistreichenden Zerstäubungsluft (ebenda, Fig. 15);
Dabei können höhere Geschwindigkeiten der Zerstäubungsluft nicht nur für eine bessere Zerstäubungsqualität sorgen, sondern sie sollen auch das Auftreffen von Flüssigbrennstoff auf die innere Oberfläche des Brenners bzw. der Airblast-Düse verhindern.

An der Wehrkante einer solchen Airblast-Düse treten, quer zum Filmleger, erhöhte Brennstoffgeschwindigkeiten auf. Dadurch kommt es bereits an dieser Stelle zum Abreissen von Brennstofftropfen und/oder zur Ausbildung einer relativ dicken Flüssigbrennstoff-Schicht. Beide Effekte wirken der Entstehung von kleinen Brennstofftröpfchen entgegen und beeinflussen damit die Verbrennung negativ. Ausserdem können die Brennstofftropfen an der Düsenwand auftreffen und so die Verkokungsgefahr erhöhen. Im zitierten Stand der Technik wird diesen Nachteilen durch den Einsatz einer, im Verhältnis zur Brennstoffmenge grossen Luftmenge entgegengewirkt. Ein derart grosser Lufteinsatz in der Airblast-Düse ist jedoch beim Betrieb mit gasförmigem Brennstoff sehr ungünstig, weil dadurch die Gasflamme destabilisiert und ihre magere Löschgrenze stark herabgesetzt wird.

Die bekannten Airblast-Düsen sind im Bereich vor der Wehrkante gering dimensioniert und damit anfällig für Verkokungen. Aufgrund ihres grossen Sprühwinkels können Teile des Flüssigbrennstoffes an die innere Oberfläche des Brenners gelangen und dort eine Überhitzung verursachen. Zudem wird die Zerstäubungsqualität verschlechtert.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung versucht, diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Brennstoffverteilung in einem sowohl für flüssige als auch für gasförmige Brennstoffe geeigneten Brenner zu schaffen, welche die Verbrennung des flüssigen Brennstoffes verbessern ohne die des gasförmigen Brennstoffes zu beeinflussen.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass bei einem Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 der Flüssigbrennstoff mit einer hohen Strömungs- und Drallgeschwindigkeit in die Absetzkammer eingeleitet wird. In der Absetzkammer wird die Strömungs- und Drallgeschwindigkeit des Flüssigbrennstoffes verringert. Schliesslich wird die Gebläseluft mit einem Mengenverhältnis von unter 1:1 zum Flüssigbrennstoff in die Airblast-Düse eingeleitet. Sie löst an der Spit-

ze der Filmlegerlippe kleine Brennstofftröpfchen vom Fluidfilm ab. Danach erfolgt die Eindüsung des entstandenen Brenngemisches in den Innenraum des Brenners.

Dazu ist innerhalb der Filmlegerröhre und auf an sich bekannte Weise in Strömungsrichtung unmittelbar vor der Absetzkammer ein Drallerzeuger angeordnet. Dieser weist mehrere azimuthal-axiale Umfangsnuten auf. Die an sich bekannte Trennwand von Absetzkammer und innerer Gebläseluft-Leitung endet so weit vor dem Wehr, dass zwischen diesem und der Trennwand ein offener Freiraum entsteht. Seine Breite entspricht zumindest dem Doppelten der vertikalen Ausdehnung der Absetzkammer in deren weiter stromaufwärts angeordneten Bereich. Dadurch wird die Anfälligkeit der Airblast-Düse für Verkokung deutlich herabgesetzt.

Aufgrund der Anordnung der azimuthal-axialen Umfangsnuten wird dem Flüssigbrennstoff zunächst ein relativ grosser Drall induziert. Dieser sorgt gemeinsam mit der hohen Strömungsgeschwindigkeit des Flüssigbrennstoffes für dessen gleichmässige Verteilung in der Absetzkammer. Die Expansion der Drallnuten in der Absetzkammer hat weiter stromab, im Bereich des Freiraumes, einen schnellen Abbau des anfänglichen Dralls zur Folge. Ausserdem wird die Strömungsgeschwindigkeit des Flüssigbrennstoffes reduziert. Ohne den Einfluss allzu grosser Radialkräfte kann sich daher auf der Filmlegerlippe ein dünner Fluidfilm des Flüssigbrennstoffes ausbilden. An der Spitze der Filmlegerlippe wird der Fluidfilm beidseitig von der Gebläseluft umströmt, wobei sich aufgrund der Scherkraftwirkung relativ kleine Flüssigbrennstoff-Tröpfchen lösen, die von der Gebläseluft mitgerissen werden.

Infolge dieser vorteilhaften, sehr feinen Zerstäubung des Flüssigbrennstoffes wird eine verbesserte Verbrennung in der Brennkammer erreicht. Erst ein derartiger Fluidfilmleger ermöglicht es, die Menge der benötigten Gebläseluft wesentlich zu verringern und trotzdem eine gute Zerstäubung des Flüssigbrennstoffes zu erreichen. Ausserdem stabilisiert der sehr geringe Luftpfeinsatz in der Airblast-Düse beim Betrieb mit gasförmigem Brennstoff die Gasflamme und verbessert damit ihre mageren Löschgrenze gegenüber konventionellen Airblast-Düsen. Ein zusätzlicher Vorteil liegt darin begründet, dass bei verringertem Bedarf an Gebläseluft auch eine geringere Störung der Vormischstufe des Brenners erfolgt, was die Verbrennung ebenfalls verbessert. Insbesondere bei konvektiv gekühlten Brennkammern ist aufgrund des geringen Luftbedarfs möglich, die Gebläseluft vom vor der Brennkammer angeordneten Plenum zuzuführen. Das hat einen wesentlich grösseren, zulässigen Druckverlust über die Airblast-Düse und damit eine verbesserte Zerstäubungsqualität zur Folge.

Mittels einer solchen Airblast-Düse kann die Eindüsung des Brenngemisches in den Innenraum eines Doppelkegelbrenners besonders vorteilhaft mit einem Sprühwinkel von kleiner/gleich 30° sowie entgegen dem Drall seiner Haupt-Luftströmung erfolgen. Dazu sind die azimuthal-axialen Umfangsnuten entge-

gengesetzt zur Umfangsrichtung des Dralls der Haupt-Luftströmung des Doppelkegelbrenners ausgerichtet. Der Sprühwinkel der Airblast-Düse ist kleiner/gleich 30° ausgebildet.

Wegen des kleinen Sprühwinkels kann das entstandene Brenngemisch weiter in das Zentrum des Brenners eingedüst werden, als das bei den Lösungen des Standes der Technik möglich ist. Der entgegengesetzt zur Haupt-Luftströmung des Doppelkegelbrenners ausgerichtete Drall des Flüssigbrennstoffes bzw. des Brenngemisches wirkt dem Ausschleudern der Brennstoff-Tröpfchen aus dem Zentrum des Brenners entgegen. Damit kann ein Auftreffen des Brenngemisches auf die innere Oberfläche des Brenners vermieden werden.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Verteilungsröhren im Bereich der inneren Gebläseluft-Leitung von flügelartig profilierten Rippen umschlossen werden. Damit wird die Strömung der Gebläseluft in der inneren Gebläseluftleitung verbessert.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines Brenners mit Airblast-Düse dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung der Anordnung des mit einer Airblast-Düse ausgestatteten Brenners;
- Fig. 2 einen Teillängsschnitt des Brenners im Bereich der Airblast-Düse;
- Fig. 3 das Flügelprofil der Rippe entsprechend Fig. 2, dargestellt in Richtung der Pfeile;
- Fig. 4 eine Draufsicht auf den Drallerzeuger mit den azimuthal-axialen Umfangsnuten, vergrössert dargestellt;
- Fig. 5 Schnitt V-V durch den Brenner in Fig. 1, vergrössert dargestellt.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt ist von der Anlage beispielsweise die Befestigung des Brenners. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Im stromaufwärtigen Ende eines als Doppelkegelbrenner ausgebildeten Brenners 1 ist eine Airblast-Düse 2 angeordnet. Sie wird über eine mit ihr verbundene Brennstofflanze 3 mit Flüssigbrennstoff 4 und Gebläseluft 5 versorgt. Alternativ dazu kann die Gebläseluft 5 auch über hier nicht dargestellte Öffnungen der Brenn-

stofflanze 3 aus einem vor dem Doppelkegelbrenner 1 befindlichen Plenum 6 zugeführt werden. Die Brennstofflanze 3 liefert ausserdem den gasförmigen Brennstoff 7 für den Doppelkegelbrenner 1, während er seine Haupt-Luftströmung 8 aus dem Raum innerhalb der Brennerhaube 9 erhält. Stromabwärts mündet der Doppelkegelbrenner 1 in die Brennkammer 10 (Fig. 1).

Die Airblast-Düse 2 besteht aus einer Filmlegerröhre 11, in der ein Drallerzeuger 12, eine Absetzkammer 13, ein Wehr 14, eine Filmlegerlippe 15 sowie ein als Gegenstück zur Filmlegerlippe 15 ausgebildeter zentraler Düsenzapfen 16 angeordnet sind (Fig. 2). Sie ist mit einer ringförmigen Gebläseluft-Leitung 17 und einer Flüssigbrennstoff-Leitung 18 verbunden. Die Filmlegerröhre 11 unterteilt die Gebläseluft-Leitung 17 in eine innere und eine äussere Gebläseluft-Leitung 19, 20.

Die Flüssigbrennstoff-Leitung 18 ist zentral innerhalb der Gebläseluft-Leitung 17 angeordnet und besitzt mehrere Verteilungsleitungen 21 zur Filmlegerröhre 11. Die Verteilungsleitungen 21 werden im Bereich der inneren Gebläseluft-Leitung 19 von flügelartig profilierten Rippen 22 aufgenommen (Fig. 2, Fig. 3). Natürlich kann die Flüssigbrennstoff-Leitung 18 auch radial mit der Airblast-Düse 2 verbunden sein.

Zwischen der Absetzkammer 13 und der inneren Gebläseluft-Leitung 19 ist eine Trennwand 23 ausgebildet, die so weit vor dem Wehr 14 endet, dass zwischen diesem und der Trennwand 23 ein offener Freiraum 24 entsteht, dessen Breite zumindest dem Doppelten der vertikalen Ausdehnung der Absetzkammer 13 in deren weiter stromaufwärts angeordneten Bereich entspricht (Fig. 2).

Im Drallerzeuger 12 sind mehrere azimuthal-axiale Umfangsnuten 25 ausgebildet (Fig. 4) und entgegengesetzt zur Umfangsrichtung der Haupt-Luftströmung 8 des Doppelkegelbrenners 1 ausgerichtet. Der Sprühwinkel 26 der Airblast-Düse 2 beträgt ca. 30° (Fig. 2).

Der mit einer hohen Geschwindigkeit aus der Flüssigbrennstoff-Leitung 18 kommende Flüssigbrennstoff 4 erhält durch den Drallerzeuger 12, mit seinen azimuthal-axialen Umfangsnuten 25, zunächst einen relativ grossen Drall induziert. Sowohl der Drall als auch die Geschwindigkeit des Flüssigbrennstoffes 4 sorgen für dessen gleichmässige Verteilung in der Absetzkammer 13. Weiter stromab, im Bereich des Freiraumes 24, verringern sich Drall und Geschwindigkeit, so dass auf der Filmlegerlippe 15 ein dünner Fluidfilm des Flüssigbrennstoffes 4 ausgebildet wird.

Mit ähnlichem Effekt wie die Umfangsnuten 25 können auch andere Drallvorrichtungen, z.B. hier nicht dargestellte Drallschaufeln, Verwendung finden.

Die mit einem Mengenverhältnis von unter 1:1 zum Flüssigbrennstoff 4 in die innere und die äussere Gebläseluft-Leitung 19, 20 der Airblast-Düse 2 einströmende Gebläseluft 5 umströmt die Filmlegerlippe 15 beidseitig und löst an deren Spitze 27 aufgrund der Scherkraftwirkung kleine Brennstofftröpfchen vom Fluidfilm ab, die von der Gebläseluft 5 mitgerissen werden. Danach er-

folgt die Eindüsung des so entstandenen Brenngemisches 28 in den als Kegelhohlraum ausgebildeten Innenraum 29 des Doppelkegelbrenners 1, mit einem Sprühwinkel 26 von ca. 30° sowie entgegen dem Drall seiner Haupt-Luftströmung 8 (Fig. 5).

Infolge des kleinen Sprühwinkels 26 wird das Brenngemisch 28 in das Zentrum des Kegelhohlraumes 29 eingedüst und aufgrund seines noch vorhandenen, entgegen dem Drall der Haupt-Luftströmung 8 des Doppelkegelbrenners 1 ausgerichteten, Restdralls dort gleichmässig verteilt. Dadurch wird auch das Auftreffen des Brenngemisches 28 auf die innere Oberfläche des Doppelkegelbrenners 1 vermieden.

15 Bezugszeichenliste

- | | |
|----|--------------------------------|
| | 1 Brenner, Doppelkegelbrenner |
| | 2 Airblast-Düse |
| 20 | 3 Brennstofflanze |
| | 4 Flüssigbrennstoff |
| 25 | 5 Gebläseluft |
| | 6 Plenum |
| | 7 gasförmiger Brennstoff |
| 30 | 8 Haupt-Luftströmung |
| | 9 Brennerhaube |
| 35 | 10 Brennkammer |
| | 11 Filmlegerröhre |
| | 12 Drallerzeuger |
| 40 | 13 Absetzkammer |
| | 14 Wehr |
| 45 | 15 Filmlegerlippe |
| | 16 Düsenzapfen |
| | 17 Gebläseluft-Leitung |
| | 18 Flüssigbrennstoff-Leitung |
| | 19 innere Gebläseluft-Leitung |
| 50 | 20 äussere Gebläseluft-Leitung |
| 55 | 21 Verteilungsleitung |

22 Rippe

düst wird.

23 Trennwand

2. Verfahren zur Brennstoffverteilung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsung des Brenngemisches (28) in den Innenraum (29) des Doppelkegelbrenners (1) in einem Sprühwinkel (26) von kleiner/gleich 30° sowie entgegen dem Drall seiner Haupt-Luftströmung (7) erfolgt.

24 Freiraum

5

25 azimuthal-axiale Umfangsnut

26 Sprühwinkel

10

27 Spitze

28 Brenngemisch

29 Innenraum, Kegelhohlraum

15

3. Verfahren zur Brennstoffverteilung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Drall des Flüssigbrennstoffes (4) entgegen dem Drall der Haupt-Luftströmung (8) des Doppelkegelbrenners (1) ausgerichtet wird und das Ausrichten vor dem Einleiten des Flüssigbrennstoffes (4) in die Absetzkammer (13) erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Brennstoffverteilung in einem sowohl für flüssige als auch für gasförmige Brennstoffe geeigneten Brenner, vorzugsweise einem Doppelkegelbrenner, bei dem der Flüssigbrennstoff

20

a) mittels einer Airblast-Düse zerstäubt und die dazu benötigte Gebläseluft entweder über eine Brennstofflanze oder direkt von einem vor dem Brenner befindlichen Plenum zugeführt wird,

25

b) zunächst verdraht in die Absetzkammer der Airblast-Düse eingeleitet wird,

30

c) anschliessend als eine Fluidschicht auf der Filmlegerlippe der Airblast-Düse ausgebildet wird,

35

d) danach, durch die an der Spitze der Filmlegerlippe beidseitig vorbeistreichende Gebläseluft, in Form von Brennstofftropfen von der Fluidschicht abgelöst wird, und

40

e) schliesslich als Bestandteil des entstandenen Brenngemisches in den Innenraum des Brenners eingedüst wird,

45

dadurch gekennzeichnet, dass

f) der Flüssigbrennstoff (4) zunächst mit hoher Strömungs- und Drallgeschwindigkeit in die Absetzkammer (13) eingeleitet wird,

50

g) anschliessend die Strömungs- und Drallgeschwindigkeit des Flüssigbrennstoffes (4) verringert wird, und

55

h) schliesslich die Gebläseluft (5) mit einem Mengenverhältnis von unter 1:1 zum Flüssigbrennstoff (4) in die Airblast-Düse (2) einge-

4. Vorrichtung zur Brennstoffverteilung in einem sowohl für flüssige als auch für gasförmige Brennstoffe geeigneten Brenner, vorzugsweise einem Doppelkegelbrenner, der zur Zerstäubung des Flüssigbrennstoffes eine Airblast-Düse besitzt und die dazu benötigte Gebläseluft entweder über eine Brennstofflanze oder direkt von einem vor dem Brenner befindlichen Plenum erhält, wobei

a) die Airblast-Düse aus einer Filmlegerröhre besteht, in der ein Drallerzeuger, eine Absetzkammer, ein Wehr, eine Filmlegerlippe sowie ein als Gegenstück zur Filmlegerlippe ausgebildeter zentraler Düsenzapfen angeordnet sind,

b) die Airblast-Düse mit einer Flüssigbrennstoff-Leitung und einer Gebläseluft-Leitung verbunden ist,

c) die Gebläseluft-Leitung durch die Filmlegerröhre in eine innere und eine äussere Gebläseluft-Leitung unterteilt wird, und

d) die Flüssigbrennstoff-Leitung über zumindest eine Verteilungsleitung mit der Filmlegerröhre verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

f) innerhalb der Filmlegerröhre (10) und auf an sich bekannte Weise in Strömungsrichtung unmittelbar vor der Absetzkammer (13) ein Drallerzeuger (12) angeordnet ist,

g) der Drallerzeuger (12) mehrere azimuthal-axiale Umfangsnuten (25) aufweist, und

h) die an sich bekannte Trennwand (23) von Absetzkammer (13) und innerer Gebläseluft-Leitung (19) so weit vor dem Wehr (14) endet, dass zwischen diesem und der Trenn-

wand (23) ein offener Freiraum (24) entsteht, dessen Breite zumindest dem Doppelten der vertikalen Ausdehnung der Absetzkammer (13) in deren weiter stromaufwärts angeordneten Bereich entspricht.

5

5. Vorrichtung zur Brennstoffverteilung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Doppelkegelbrenner (1) die azimuthal-axialen Umfangsnuten (25) entgegengesetzt zur Umfangsrichtung des Dralls seiner Haupt-Luftströmung (8) ausgerichtet sind und der Sprühwinkel (26) der Airblast-Düse (2) kleiner/gleich 30° ist.

10

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilungsleitungen (21) im Bereich der inneren Gebläseluft-Leitung (19) von flügelförmig profilierten Rippen (22) umschlossen werden.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

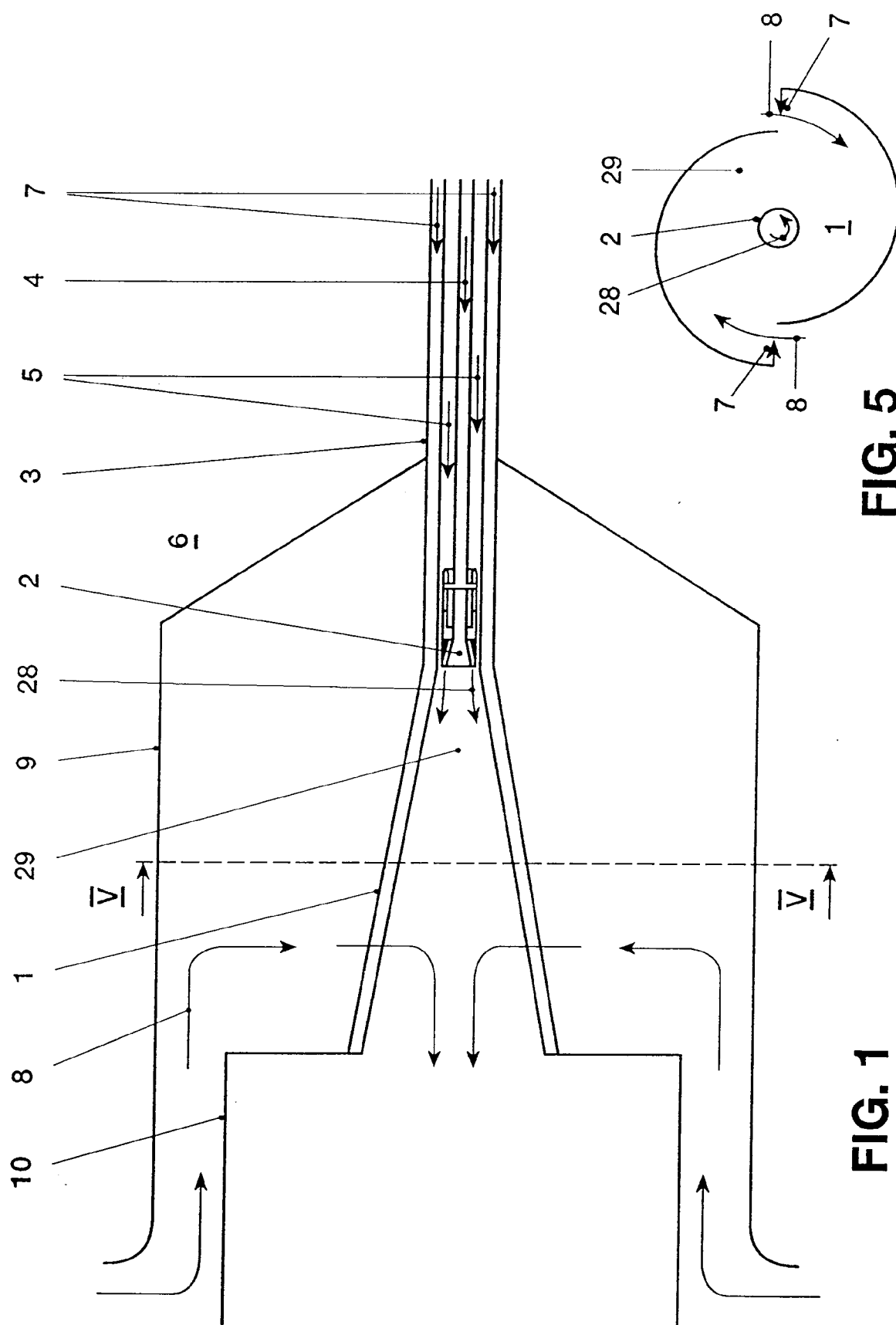


FIG. 5

FIG. 1

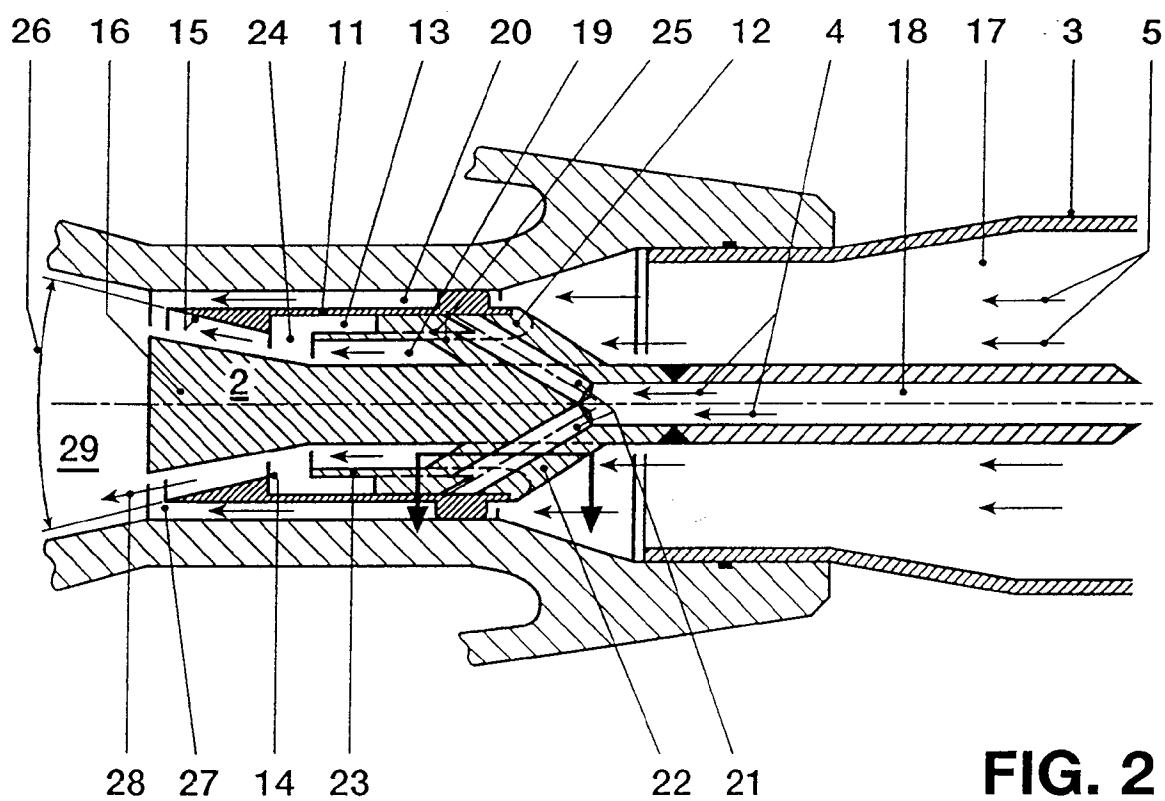


FIG. 3

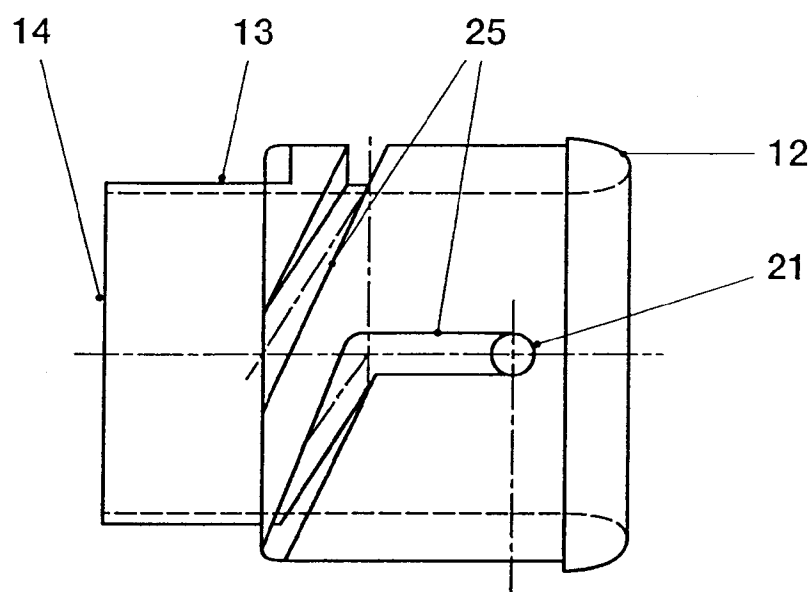
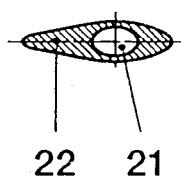


FIG. 4