

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 638 769 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94110938.1**

(51) Int. Cl.⁶: **F23D 17/00, F23D 14/22,
F23D 11/10, F23D 14/78**

(22) Anmeldetag: **14.07.94**

(30) Priorität: **10.08.93 DE 4326802**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.02.95 Patentblatt 95/07

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

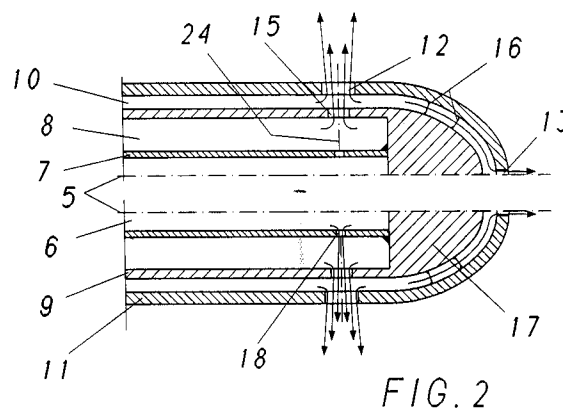
(71) Anmelder: **ABB Management AG**
Haselstrasse 16
CH-5401 Baden (CH)

(72) Erfinder: **Eroglu, Adnan, Dr.**
Irisweg 7
CH-5417 Untersiggenthal (CH)
Erfinder: **Joos, Franz**
Zum Fernblick 5
D-79809 Weilheim-Bannholz (DE)
Erfinder: **Novacek, Peter**
Oberriedenstr. 30A
CH-5412 Gebenstorf (CH)
Erfinder: **Senior, Peter, Dr.**
Rebweg 12
CH-5507 Mellingen (CH)

(54) **Brennstofflanze für flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe sowie Verfahren zu deren Betrieb.**

(57) Bei einer Brennstofflanze für flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe zum Einsatz in einer Brennkammer wird eine gute Brennstoffinjektion erreicht durch (a) ein entlang einer Lanzenachse (5) verlaufendes Flüssigbrennstoffrohr (7), welches einen Flüssigbrennstoffkanal (6) zur Führung eines flüssigen Brennstoffes umschliesst; (b) ein das Flüssigbrennstoffrohr (7) umgebendes Gasrohr (9), welches zwischen sich und dem Flüssigbrennstoffrohr (7) einen Gaskanal zur Führung eines gasförmigen Brennstoffes bildet; (c) einen das Gasrohr (9) umgebenden Lanzenmantel (11), welcher zwischen sich und dem Gasrohr (9) einen Luftkanal (10) zur Führung von Kühl- bzw. Zerstäuberluft bildet; (d) wenigstens eine, seitlich am stromabwärts gelegenen Ende der Brennstofflanze (1) vorgesehene Luft/Brennstoff-Düse (12) im Lanzenmantel (11), durch welche Luft aus dem Luftkanal (10) in die Brennstofflanze (1) umgebende Brennkammer ausströmen kann; wobei wenigstens eine Gasdüse (15) im Gasrohr (9) angeordnet ist, durch welche Gas aus dem Gaskanal (8) durch den Luftkanal (10) und die wenigstens eine Luft/Brennstoff-Düse (12) hindurch mit der Luft in die

Brennkammer ausströmen kann; und wobei (f) jeder Luft/Brennstoff-Düse (12) eine Flüssigbrennstoffdüse (18) im Flüssigbrennstoffrohr (7) zugeordnet ist, durch welche Flüssigbrennstoff aus dem Flüssigbrennstoffkanal (6) durch den Luftkanal (19) und die zugeordnete Luft/Brennstoff-Düse (12) hindurch mit der Luft in die Brennkammer ausströmen kann.



EP 0 638 769 A2

TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Verbrennungstechnik. Sie betrifft eine Brennstofflanze für flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe zum Einsatz in einer Brennkammer, wie sie beispielsweise bei Gasturbinen Verwendung findet.

STAND DER TECHNIK

Für die Injektion von flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffen in die Brennkammer eines Vormischbrenners werden Brennstofflanzen verwendet, die in die Brennkammer hineinragen und den oder die Brennstoffe in die vorbeiströmende Verbrennungsluft in geeigneter Verteilung einbringen.

Bei der Auslegung derartiger Brennstofflanzen sind verschiedene Forderungen zu erfüllen, die sich teilweise aus den Umgebungsbedingungen und teilweise aus den gestellten Anforderungen ergeben:

- Die an der Brennstofflanze vorbeiströmende Verbrennungsluft hat eine Temperatur, die weitgehend unabhängig ist von der Strömung des Brennstoffes in der Lanze. Es kann notwendig sein, die Lanze selbst und auch die in ihr geführten Brennstoffe vor einer zu hohen Temperatur der Verbrennungsluft zu schützen.
- Wenn die Brennkammer mit einem hohen Verhältnis der Brennstoffmengen zwischen Vollast und Teillast betrieben werden soll, muss dafür Sorge getragen werden, dass in jedem Betriebszustand der Brennstoff in geeigneter Verteilung vorliegt und auf dieselbe Weise in den Strom der Verbrennungsluft eingebracht und gemischt werden kann. Da die Aerodynamik des Brenners praktisch unabhängig vom Brennstoff ist, muss zur Erzielung einer optimalen Verbrennung sowohl der gasförmige als auch der flüssige Brennstoff in gleicher Weise in den Strom der Verbrennungsluft injiziert werden können.
- Damit der Wirkungsgrad des Brenners möglichst gross wird, sollte so wenig wie möglich Träger- bzw. Hilfsluft in der Lanze verwendet werden.
- Weiterhin ist darauf zu achten, dass sich im Bereich der Brennstofflanze möglichst keine Rezirkulationszonen oder Nachläufe bilden, die mit brennstoffhaltigem Gas gefüllt sind und zu Flammenrückschlägen oder thermoakustischen Schwingungen führen können.
- Bei der Injektion von Flüssigbrennstoff, d.h. insbesondere Öl, muss vermieden werden, dass die fein verteilte Öl-Luft-Mischung frühzeitig zündet.

- Für die flüssigen Brennstoffe muss auch vermieden werden, dass sich im Inneren der Lanze aufgrund erhöhter Temperaturen und Verdampfen des Brennstoffes störende Ablagerungen bilden, da dies den Betrieb der Lanze auf lange Sicht beeinträchtigen oder ganz unmöglich machen könnte.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, eine Brennstofflanze sowie ein Verfahren zu deren Betrieb anzugeben, welche die o.g. Anforderungen erfüllen und eine sichere Injektion von gasförmigem und/oder flüssigem Brennstoff bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad und geringen Schadstoffemissionen gewährleisten.

Die Aufgabe wird bei einer Brennstofflanze für flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe zum Einsatz in der Brennkammer eines Vormischbrenners gelöst durch

- (a) ein entlang einer Lanzenachse verlaufendes Flüssigbrennstoffrohr, welches einen Flüssigbrennstoffkanal zur Führung eines flüssigen Brennstoffes umschliesst;
- (b) ein das Flüssigbrennstoffrohr umgebendes Gasrohr, welches zwischen sich und dem Flüssigbrennstoffrohr einen Gaskanal zur Führung eines gasförmigen Brennstoffes bildet;
- (c) einen das Gasrohr umgebenden Lanzenmantel, welcher zwischen sich und dem Gasrohr einen Luftkanal zur Führung von Kühl- bzw. Zerstäuberluft bildet;
- (d) wenigstens eine, seitlich am stromabwärts gelegenen Ende der Brennstofflanze vorgesehene Luft/Brennstoff-Düse im Lanzenmantel, durch welche Luft aus dem Luftkanal in die Brennstofflanze umgebende Brennkammer ausströmen kann; wobei
- (e) wenigstens eine Gasdüse im Gasrohr angeordnet ist, durch welche Gas aus dem Gaskanal durch den Luftkanal und die wenigstens eine Luft/Brennstoff-Düse hindurch mit der Luft in die Brennkammer ausströmen kann; und wobei
- (f) wenigstens eine Flüssigbrennstoffdüse im Flüssigbrennstoffrohr angeordnet ist, durch welche Flüssigbrennstoff aus dem Flüssigbrennstoffkanal durch den Luftkanal und die wenigstens eine Luft/Brennstoff-Düse hindurch mit der Luft in die Brennkammer ausströmen kann.

Der Kern der Erfindung besteht darin, die Lanze mit einer geeigneten Düsenanordnung und einer speziellen, die Lanze mantelförmig umgebenden Kühlluftzufuhr auszustatten, die es ermöglichen, Kühlluft gleichzeitig zur Kühlung von Lanze und Brennstoff, zur Zerstäubung von Flüssigbrennstoff, zur Verhinderung einer Frühzündung und zur allgemeinen Förderung des Mischprozesses einzusetzen.

zen. Hieraus ergibt sich eine optimale Mischung und Verbrennung, die zu einem hohen Wirkungsgrad bei gleichzeitig niedrigen Schadstoffemissionen führt.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Brennstofflanze zeichnet sich dadurch aus, dass die wenigstens eine Luft/Brennstoff-Düse und die wenigstens eine Gasdüse kreisförmig ausgebildet und hintereinander auf einer gemeinsamen Düsenachse angeordnet sind, und der Durchmesser der Gasdüse kleiner ist als der Durchmesser der Luft/Brennstoff-Düse. Der aus der Gasdüse heraustretende Gasstrom wird auf diese Weise beim Durchtritt durch die Luft/Brennstoff-Düse von einem mantelförmigen Luftstrom umgeben. Hierdurch wird einerseits erreicht, dass sich für den gasförmigen Brennstoff praktisch derselbe Injektionsweg ergibt wie für den flüssigen Brennstoff. Andererseits unterstützt der Luftstrom weitgehend unabhängig von der Gasmenge die Gasinjektion, so dass sich auch bei kleinen Gasströmen die aerodynamischen Verhältnisse in der Brennkammer kaum ändern.

Besonders einfache und gleichförmige Strömungsverhältnisse innerhalb der Lanze und an den Düsen ergeben sich für die verschiedenen Brennstoffe, wenn gemäss einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auch die Flüssigbrennstoffdüse zusammen mit den beiden anderen Düsen auf der gemeinsamen Düsenachse angeordnet ist, und der Durchmesser der Flüssigbrennstoffdüse kleiner ist als der Durchmesser der Gasdüse, und wenn das Flüssigbrennstoffrohr und das Gasrohr im Bereich der Düsen mit dem Lanzenmantel fest verbunden sind. Die feste Verbindung zwischen den inneren Rohren und dem Lanzenmantel sorgt dabei dafür, dass sich die Düsen in ihrer Lage zueinander auch bei thermischen Ausdehnungen praktisch nicht verschieben können.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Gasrohr und das Flüssigbrennstoffrohr in Strömungsrichtung vor der wenigstens einen Luft/Brennstoff-Düse enden, dass die Gasdüse und Flüssigbrennstoffdüse am Ende des jeweiligen Rohres angeordnet und parallel zur Lanzenachse orientiert sind, und dass für jede Luft/Brennstoff-Düse und die weiteren Düsen ein schaufelförmiges Leitblech vorgesehen ist, welches die aus den weiteren Düsen austretenden Gas- bzw. Flüssigkeitsströme um etwa 90° umlenkt und in die jeweilige Luft/Brennstoff-Düse einleitet. Hierdurch wird für die Verteilung und Mischung des Flüssigbrennstoffs ein luftbetriebener Zerstäuber realisiert, der in der angelsächsischen Literatur als "prefilming atomizer" bekannt ist (siehe dazu auch A. H. Lefebvre, Airblast Atomization, Prog.Energy Combust.Sci., Vol.6, S.233-261 (1980)).

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Brennstofflanze ist der Luftkanal um das stromabwärts gelegene Ende der Brennstofflanze herumgeführt, und in diesem Ende wenigstens eine, weitgehend parallel zur Lanzenachse orientierte Hilfsdüse vorgesehen, durch welche Luft aus dem Luftkanal in die Brennkammer ausströmen kann. Durch die Hilfsdüse wird brennstofffreie Luft in den Raum hinter der Lanzenspitze injiziert, um an dieser kritischen Stelle die Bildung von brennstoffhaltigen Nachläufen und/oder Rezirkulationszonen zu verhindern.

Das erfindungsgemässe Verfahren zum Betrieb der Brennstofflanze nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zum Kühlen der Lanze und zum Verteilen des Brennstoffs durch den Luftkanal Luft mit einer Temperatur bis zu mehreren 100 °C, jedoch vorzugsweise von weniger als 600 °C, zur Luft/Brennstoff-Düse geführt und dort als ein den Brennstoffstrom umgebender Mantelstrom in die Brennkammer geblasen wird. Hierdurch wird eine sichere Kühlung der Lanze auch bei höheren Temperaturen der an der Lanze vorbeistreichenden Verbrennungsluft bzw. Verbrennungsgase erreicht.

Weitere Ausführungsformen der erfindungsgemässen Brennstofflanze sowie Ausführungsformen des erfindungsgemässen Betriebsverfahrens ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in der Seitenansicht eine in einer Brennkammer angeordnete Brennstofflanze nach der Erfindung;

Fig. 2 im Längsschnitt die Spitze eines ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemässen Brennstofflanze mit den durch Pfeilen angedeuteten Gas- und Flüssigkeitsströmungen, wobei in der oberen Hälfte der Betrieb mit gasförmigem Brennstoff, und in der unteren Hälfte der Betrieb mit flüssigem Brennstoff dargestellt ist;

Fig. 3 im Längsschnitt (Fig. 3A) und teilweisen Querschnitt (Fig. 3B) ein zu Fig. 2 analoges zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel in den zwei Betriebsarten;

Fig. 4 im Längsschnitt (Fig. 4A) und mit separater Darstellung der Leitbleche (Fig. 4B) ein zu Fig. 2 analoges drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel in den zwei Betriebsarten; und

Fig. 5 ein mit Fig. 2 vergleichbares Ausfüh-

rungsbeispiel, bei welchem die Gasdüsen in Strömungsrichtung vor den anderen Düsen angeordnet sind.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In Fig. 1 ist in Seitenansicht eine mögliche Anordnung einer beispielhaften Brennstofflanze nach der Erfindung in einer von einem Gehäuse 3 begrenzten Brennkammer 2 einer Gasturbine oder dgl. dargestellt (gezeigt ist dabei nur ein Teilausschnitt der Kammer). Die Brennstofflanze 1 ist in diesem Beispiel mit ihrer Lanzenachse 5 in der Mittelachse der Brennkammer 2 angeordnet und wird (wie durch die drei langen Pfeile in Fig. 1 angedeutet ist) von heisser Verbrennungsluft umströmt. Die Brennstofflanze 1 ist daher den aerodynamischen Verhältnissen in der Brennkammer 2 angepasst und strömungsgünstig gestaltet. Sie ist von einem länglichen Lanzenmantel 11 umgeben und über einen seitlich abgehenden Tragarm 4 am Gehäuse 3 befestigt. Der Tragarm 4 ist ebenfalls strömungsgünstig gestaltet und kann im eingezeichneten Querschnitt ein flügelähnliches Tragarmprofil 14 aufweisen.

Durch den Tragarm 4 und die Brennstofflanze 1 selbst verlaufen - wie durch den in Fig. 1 gezeigten aufgebrochen Teil der Lanze deutlich wird - mehrere Rohre, durch welche gasförmiger bzw. flüssiger Brennstoff und Kühl- bzw. Zerstäubungsluft zur stromabwärts gelegenen Lanzenspitze geführt und dort in einer später näher zu beschreibenden Weise durch entsprechende Luft/Brennstoff-Düsen 12 und eine Hilfsdüse 13 in die Brennkammer 2 injiziert wird. Die Rohre umfassen ein in Achsenrichtung verlaufendes, innenliegendes Flüssigbrennstoffrohr 7 und ein das Flüssigbrennstoffrohr 7 konzentrisch in einem Abstand umgebendes Gasrohr 9. Das Gasrohr 9 seinerseits ist in einem Abstand konzentrisch vom Lanzenmantel 11 umgeben. Durch die konzentrische und beabstandete Anordnung von Rohren und Mantel werden drei Kanäle gebildet, der innere Flüssigbrennstoffkanal 6, der Gaskanal 8 und der Luftkanal 10. Die Kanäle übernehmen je nach Betriebsart der Brennstofflanze 1 unterschiedliche Funktionen, die nachfolgend anhand von drei in den Figuren 2 bis 4 dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden sollen.

Fig. 2 zeigt für das erste Ausführungsbeispiel im Längsschnitt die Lanzenspitze, die zur Erläuterung verschiedener Betriebsfälle entlang der Lanzenachse 5 in zwei separate Hälften unterteilt worden ist. Die obere Hälfte bezieht sich mit den eingezeichneten (durch Pfeile markierten) Strömungen auf den Betriebsfall mit ausschliesslich gasförmigem Brennstoff, die untere Hälfte auf den Betriebsfall mit ausschliesslich flüssigem Brennstoff.

Eine entsprechende zweigeteilte Darstellung ist aus denselben Gründen auch bei den anderen Figuren 3 und 4 gewählt worden.

Von links kommend enden in der Lanzenspitze das innere Flüssigbrennstoffrohr 7, das Gasrohr 9 und der Lanzenmantel 11. Das Gasrohr 9 geht am Ende in einen halbkugelförmigen Rohrkopf 17 über, der das Rohr abschliesst. Das Flüssigbrennstoffrohr 7 ist stumpf auf die Innenfläche des Rohrkopfes 17 geschweisst (oder gelötet) und auf diese Weise zum Ende hin abgeschlossen. Der Lanzenmantel 11 umschliesst den Rohrkopf 17 in einem Abstand in Form einer Halbkugelschale, so dass der zwischen Lanzenmantel 11 und Gasrohr 9 gebildete Luftkanal 10 bis in die unmittelbare Lanzenspitze reicht und den Rohrkopf 17 aussen umschliesst. Zwischen dem Rohrkopf 17 und der vorderen Halbkugelschale des Lanzenmantels 11 sind eine Mehrzahl von Verbindungsstegen 16 eingeschweisst oder - gelötet. Auf diese Weise bilden die beiden Rohre 7 und 9 und der Lanzenmantel 11 im Bereich der Lanzenspitze eine stabile, fest verbundene Einheit, die eine durch thermische Ausdehnung verursachte Verschiebung der Rohre untereinander verhindert.

Im Bereich der Rohrenden sind mehrere (vorzugsweise 4) Sätze von Düsen vorgesehen, die jeweils entlang einer senkrecht (oder schräg) zur Lanzenachse 5 stehenden Düsenachse 24 angeordnet sind. Die Düsensätze sind entlang dem Umfang der Brennstofflanze 1 nach Anzahl und Winkelabstand so verteilt, dass sie bei einem vorgegebenen Sekundärmuster der Brennkammerströmung eine optimale Vermischung unter Vermeidung von Nachläufen gewährleisten. Jeder Düsensatz umfasst eine im Flüssigbrennstoffrohr 7 eingelassene Flüssigbrennstoffdüse 18, eine im Gasrohr eingelassene Gasdüse 15 und eine im Lanzenmantel 11 eingelassene Luft/Brennstoff-Düse 12. Jede der Düsen 12, 15 und 18 ist vorzugsweise kreisrund. Ihre Durchmesser sind abgestuft, wobei die innere Flüssigbrennstoffdüse 18 den kleinsten und die äussere Luft/Brennstoff-Düse den grössten Durchmesser aufweist. Zahl und Durchmesser der Flüssigbrennstoffdüsen 18 richten sich nach der im Normalfall auftretenden Durchflussmenge des Flüssigbrennstoffs. Es ist dabei darauf zu achten, dass die Düsendurchmesser nicht zu klein werden damit die Düsen bei der Bildung von festen Ablagerungen nicht verstopfen. Im übrigen darf die Anzahl der durch die Düsen in die Brennkammer injizierten Brennstoffstrahlen nicht zu gross sein, damit nicht die Aerodynamik um die Brennstofflanze 1 herum so weit gestört wird, dass sich vermehrt brennstoffhaltige Nachläufe hinter der Lanze bilden.

Bei dem in der oberen Hälfte von Fig. 2 dargestellten Betriebsfall mit reiner Gasinjektion wird der innere Flüssigbrennstoffkanal 6 überhaupt nicht

verwendet. Das brennbare Gas strömt durch den Gaskanal 8 und die Gasdüse 15 und bildet dort einen radial nach aussen gerichteten Gasstrahl, der durch die Luft/Brennstoff-Düse 12 in die Brennkammer 2 tritt. Gleichzeitig wird durch den Luftkanal 10 Kühlluft mit einer Temperatur bis zu mehreren 100 °C, jedoch vorzugsweise weniger als 600 °C, geschickt, die ebenfalls aus der Luft/Brennstoff-Düse radial in die Brennkammer austritt und den Gasstrahl zunächst als mantelförmiger Strom umgibt. Die Kühlluft hat dabei mehrere Funktionen: Zum einen kühlt sie den Lanzenmantel 11 und bildet einen thermischen Schutzmantel für die weiter innenliegenden Brennstoffkanäle. Zum anderen erzeugt sie an der Luft/Brennstoff-Düse 12 einen stabilen, gleichbleibenden Luftstrahl, unabhängig davon, wieviel Gas durch die Lanze eingespeist wird, so dass selbst bei geringen Durchflussmengen von gasförmigem Brennstoff die Konfiguration der Injektionsstrahlen weitgehend unverändert bleibt. Schliesslich ermöglicht und unterstützt der Mantel relativ kühler Luft eine für eine effiziente Verbrennung notwendige, ausreichend lange Durchmischung des gasförmigen Brennstoffes mit der Verbrennungsluft in der Brennkammer 2, weil eine frühzeitige Selbstzündung des Gemisches sicher vermieden wird.

Bei dem in Fig. 2 in der unteren Hälfte dargestellten Betriebsfall mit reiner Flüssigbrennstoffinjektion wird durch den inneren Flüssigbrennstoffkanal 6 ein flüssiger Brennstoff, meist eine Öl-Wasser-Emulsion, zur Flüssigbrennstoffdüse 18 geführt und dort als Flüssigkeitsstrahl radial nach aussen ausgestossen. Durch den Gaskanal 8 wird in diesem Fall Luft herangeführt, die durch die Gasdüse 15 austritt und in Wechselwirkung mit dem gleichfalls durch die Gasdüse 15 durchtretenden Flüssigkeitsstrahl eine feine Zerstäubung des Flüssigbrennstoffes in lauter kleine Tröpfchen bewirkt ("plain-jet airblast atomization"). Der Zerstäubungsstrahl wird dann an der Luft/Brennstoff-Düse 12 in gleicher Weise wie oben beschrieben von einem Kühlluftmantel umgeben (der auch zur Zerstäubung beiträgt) und endgültig in die Brennkammer 2 injiziert. Zusätzlich zu der Kühlung durch die im Luftkanal 10 strömende Luft wird durch die Hilfsluft im Gaskanal 8 eine weitere thermische Abschirmstufe zur Verfügung gestellt. Hierdurch kann der Flüssigbrennstoff im Flüssigbrennstoffkanal 6 auf Temperaturen werden, bei denen feste Ablagerungen sicher vermieden werden.

Wie aus den obigen Darlegungen hervorgeht, hat die Kühl- bzw. Hilfsluft in der erfindungsgemässen Lanze gleichzeitig mehrere Funktionen: (i) Sie kühlt die Lanze und schützt die innenliegenden Brennstoffkanäle vor zu hohen Temperaturen. (ii) Sie kühlt bei der Injektion die Brennstoffstrahlen und verzögert damit deren Erhitzung, so dass vor

der Selbstzündung eine ausreichende Durchmischung mit der Verbrennungsluft stattfinden kann. (iii) Sie treibt als Hilfsluft die notwendige Zerstäubung eines Flüssigbrennstoffes. (iv) Sie unterstützt beim Austritt durch die Luft/Brennstoff-Düsen 12 als Mantelstrom die Vermischung des Brennstoffstrahles in der Brennkammer. (v) Sie erhält auch bei geringen Brennstoffströmen das aus den Düsensätzen austretende Strahlsystem aufrecht.

Beim all diesen Vorgängen wird durch die spezielle Anordnung der Düsen 12, 15 und 18 erreicht, dass sich, unabhängig davon, ob gasförmiger oder flüssiger Brennstoff verwendet wird, stets dieselbe aerodynamische Konfiguration ergibt, d.h., die Brennstoffstrahlen in gleicher Weise in die Brennkammer 2 injiziert werden. Wegen der stabilen Verbindung der Rohre 7, 9 untereinander und mit dem Lanzenmantel 11 bleibt die einachsige Anordnung der Düsensätze und damit die aerodynamische Konfiguration auch dann erhalten, wenn durch unterschiedliche Temperaturverteilungen thermische Spannungen in der Lanze vorhanden sind.

Die Luft aus dem Luftkanal 10 kann vorteilhafterweise noch eine weitere Funktion übernehmen: In Strömungsrichtung hinter der Lanzenspitze können sich aus strömungstechnischen Gründen grundsätzlich brennstoffhaltige Nachläufe bilden, die zu Flammenrückschlägen oder thermoakustischen Schwingungen (Pulsationen) führen. Derartige Erscheinungen sind nicht tolerierbar, weil sie die Brennkammer belasten und vor allem zu erhöhten Schadstoffemissionen führen. Zu ihrer Verhinderung wird an der Lanzenspitze vorzugsweise eine zentral in der Lanzenachse 5 angeordnete Hilfsdüse 13 vorgesehen, durch die ein brennstoffreicher Luftstrom aus dem Luftkanal 10 in den hinter der Spitze liegenden Teil der Brennkammer injiziert wird. Zugleich wird mit dieser Massnahme auch erreicht, dass die Brennstofflanze 1 bis in die vordeste Spitze gekühlt wird.

In Fig. 3 ist ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel für eine Brennstofflanze nach der Erfindung wiedergegeben. Fig. 3A entspricht dabei in seiner Darstellungsform der Fig. 2; Fig. 3B ist ein teilweiser Querschnitt durch die Lanze entlang der Linie A-A aus Fig. 3A, wobei der Bereich mit den Flüssigbrennstoffdüsen 18 in Fig. 3A um die Lanzenachse 5 verdreht dargestellt ist. Die gezeigte Ausführungsform weicht von der aus Fig. 2 vor allem hinsichtlich der Anordnung der Flüssigbrennstoffdüsen 18 ab: Die Düsen 18 sind hier nicht länger mit den anderen Düsen 12 und 15 zusammen auf einer gemeinsamen Düsenachse 24 angeordnet, sondern von der Lanzenspitze weg nach hinten verschoben und gleichzeitig um die Lanzenachse 5 gedreht (Fig. 3B), so dass ein aus Ihnen heraustretender Strahl auch nicht länger direkt durch die beiden anderen Düsen 15, 12 nach aus-

sen tritt. Da eine starre Lage der Flüssigbrennstoffdüsen 18 zu den anderen Luft/Brennstoff-Düsen 12, 15 in diesem Fall nicht mehr nötig ist, kann das Flüssigbrennstoffrohr 7 bereits vor dem Rohrkopf 17 enden und braucht nicht am Rohrkopf 17 befestigt zu werden.

Eine weitere Abweichung im Bezug auf das Beispiel aus Fig. 2 ergibt sich dadurch, dass in die Gasdüsen 15 jeweils ein Leitrohr 19 eingepasst ist, welches von der Gasdüse 15 aus durch den Luftkanal 10 hindurch in die zugeordnete Luft/Brennstoff-Düse 12 hineinreicht. Hierdurch wird die bereits oben beschriebene Mantelstrombildung begünstigt, so dass ein durch das Leitrohr 19 strömender Gasstrom beim Austritt aus der Luft/Brennstoff-Düse 12 relativ geschützt in die Brennkammer 2 gelangt.

Im oberen Teilbild der Fig. 3A ist - wie in Fig. 2 - der Betriebsfall mit gasförmigem Brennstoff dargestellt, in dem das Flüssigbrennstoffrohr 7 leer ist und nicht benutzt wird. Die Bildung des Injektionsstrahles erfolgt hier vollkommen analog zu Fig. 2. Im unteren Teilbild ist der Betriebsfall mit Flüssigbrennstoff wiedergegeben: der Flüssigbrennstoff tritt als Strahl aus der Flüssigbrennstoffdüse 18 aus, wird durch im Gaskanal 8 herangeführte Hilfs-
luft an der Innenwand des Gasrohres 9 entlang zur Gasdüse 15 mitgerissen und dort zusammen mit der Hilfsluft durch das Leitrohr 19 abgeblasen, wobei gleichzeitig eine Zerstäubung stattfindet ("air assist atomizer"). Zusätzliche Ringbleche 20 auf beiden Seiten der Flüssigbrennstoffdüsen 18 verbessern dabei die Strömungsverhältnisse.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Brennstofflanze nach der Erfindung ist in Fig. 4 dargestellt. Fig. 4A entspricht wieder Fig. 2 bzw. Fig. 3A, während in Fig. 4B aus einer Sicht in Strömungsrichtung die besondere Form der verwendeten Leitbleche und ihr Zusammenwirken mit den Düsen gezeigt wird. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 4 sind die Luft/Brennstoff-Düsen 12 an derselben Stelle angeordnet wie bei den Ausführungsbeispielen aus den Figuren 2 und 3. Deutlich anders dagegen ist die Anordnung der anderen Düsen: Das Gasrohr 9 und das Flüssigbrennstoffrohr 7 enden in Strömungsrichtung bereits vor den Luft/Brennstoff-Düsen 12. Die jeder Luft/Brennstoff-Düse 12 zugeordnete Gasdüse 15 und Flüssigbrennstoffdüse 18 befinden sich am Ende des jeweiligen Rohres (9 bzw. 7) und sind parallel zur Lanzenachse 5 orientiert. Für jede Luft/Brennstoff-Düse 12 und die zugeordneten Düsen 15, 18 ist ein schaufelförmiges Leitblech 22 vorgesehen, welches die aus den zugeordneten Düsen 15, 18 austretenden Gas- bzw. Flüssigkeitsströme um etwa 90° umlenkt und in die jeweilige Luft/Brennstoff-Düse 12 einleitet. Wie man aus Fig. 4B erkennt, sind die Leitbleche 22 kleeblattartig um die Lanze-

nachse 5 herum angeordnet.

Jedes Leitblech 22 läuft vorzugsweise im Bereich der Luft/Brennstoff-Düse 12 in einem geschlossenen Blechring 23 aus, dessen Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der Luft/Brennstoff-Düse 12. Die umgelenkten Ströme aus den zugeordneten Düsen 15, 18 sind so beim Austreten aus der Luft/Brennstoff-Düse 12 wiederum mantelförmig von einem Luftstrom umgeben. In die Gasdüsen 15 kann jeweils zusätzlich ein Leitrohr 19 eingepasst sein, um eine sichere Umlenkung der Gasströme durch die Leitbleche 22 zu gewährleisten. Die Leitbleche 22 sind im Bereich der Düsen (12, 15, 18) mit dem Lanzenmantel 11 fest verbunden, so dass sie sich relativ zur Luft/Brennstoff-Düse 12 nicht verschieben können. Die Verbindung erfolgt über einen Rohrkopf 21 in Form einer Halbkugelschale, der die Stelle des Rohrkopfes 17 aus Fig. 2 bzw. Fig. 3 einnimmt und mittels der bereits erwähnten Verbindungsstege 16 am Lanzenmantel 11 verankert ist.

Im oberen Teilbild der Fig. 4 ist wiederum der reine Gasbetrieb dargestellt, bei dem das Flüssigbrennstoffrohr 7 nicht verwendet wird. Der Gasstrom tritt hier aus dem Gaskanal 8 durch das Leitrohr 19 aus, wird von dem Leitblech 22 umgelenkt, durch den Blechring 23 gebündelt und durch die Luft/Brennstoff-Düse 12 mit einem Luftstrom ummantelt in die Brennkammer ausgestossen. Beim Flüssigbrennstoffbetrieb im unteren Teilbild wird in diesem Fall der Gaskanal 8 nicht benutzt: Der aus der Flüssigbrennstoffdüse 18 austretende Strahl wird ohne Hilfsluft als Flüssigkeitsfilm an der Innenwand des Leitbleches 22 zur Luft/Brennstoff-Düse 12 geleitet und dort durch Abriss feinsten Tröpfchen an der Aussenkante des Blechrings zerstäubt ("prefilmer atomizer").

Ein anderes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Brennstofflanze nach der Erfindung ist in der Fig. 5 dargestellt. In diesem Beispiel sind nur die Flüssigbrennstoffdüsen 18 und die entsprechenden Luft/Brennstoff-Düsen 12 in einer Düsenachse 24 angeordnet. Die Gasdüsen 15 sind unabhängig davon in Strömungsrichtung vor den anderen Düsen 12, 18 plaziert. Im Falle des Gasbetriebs (obere Hälfte der Figur) vermischt sich das Gas bereits vor der Luft/Brennstoff-Düse 12 im Luftkanal 10 intensiv mit der Kühlluft. Die Gas-Luft-Mischung tritt dann durch die Luft/Brennstoff-Düse 12 in die Brennkammer aus. Ein vor der Gasdüse 15 beginnendes und an der Gasdüse vorbeilaufendes Leitrohr 20 führt dabei brennstofffreie Kühlluft in den Kopfbereich der Lanze, wo sie zur Verhinderung von Nachläufen durch die Hilfsdüse 13 in die Brennkammer injiziert wird. Im Falle des Flüssigbrennstoffbetriebs (unteres Teilbild von Fig. 5) strömt der Flüssigbrennstoff aus der im Rohrkopf 17 untergebrachten Flüssigbrennstoffdüse 18 am

Luftrohr 20 vorbei direkt in die Luft/Brennstoff-Düse 12, wo er in der bereits beschriebenen Weise mit der Kühlluft aus dem Luftkanal 10 zusammenwirkt.

Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung eine Brennstofflanze, die in derselben aerodynamischen Konfiguration gasförmige und flüssige Brennstoffe injizieren kann, auch bei hohen Brenngastemperaturen sicher arbeitet, eine optimale Zerstäubung von Flüssigbrennstoffen erlaubt und durch einen verlängerten Mischvorgang sehr niedrige Schadstoffemissionen ermöglicht.

BEZEICHNUNGSLISTE

1	Brennstofflanze	15
2	Brennkammer	
3	Gehäuse	
4	Tragarm	
5	Lanzenachse	
6	Flüssigbrennstoffkanal	20
7	Flüssigbrennstoffrohr	
8	Gaskanal	
9	Gasrohr	
10	Luftkanal	
11	Lanzenmantel	25
12	Luft/Brennstoff-Düse	
13	Hilfsdüse	
14	Tragarmprofil	
15	Gasdüse	
16	Verbindungssteg	30
17,21	Rohrkopf	
18	Flüssigbrennstoffdüse	
19	Leitrohr	
20	Luftrohr	
22	Leitblech	35
23	Blechring	
24	Düsenachse	

Patentansprüche

1. Brennstofflanze für flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe zum Einsatz in einer Brennkammer (2), gekennzeichnet durch

(a) ein entlang einer Lanzenachse (5) verlaufendes Flüssigbrennstoffrohr (7), welches einen Flüssigbrennstoffkanal (6) zur Führung eines flüssigen Brennstoffes umschließt;

(b) ein das Flüssigbrennstoffrohr (7) umgebendes Gasrohr (9), welches zwischen sich und dem Flüssigbrennstoffrohr (7) einen Gaskanal zur Führung eines gasförmigen Brennstoffes bildet;

(c) einen das Gasrohr (9) umgebenden Lanzenmantel (11), welcher zwischen sich und dem Gasrohr (9) einen Luftkanal (10) zur Führung von Kühl- bzw. Zerstäuberluft bildet;

(d) wenigstens eine, seitlich am stromabwärts gelegenen Ende der Brennstofflanze (1) vorgesehene Luft/Brennstoff-Düse (12) im Lanzenmantel (11), durch welche Luft aus dem Luftkanal (10) in die die Brennstofflanze (1) umgebende Brennkammer (2) ausströmen kann; wobei

(e) wenigstens eine Gasdüse (15) im Gasrohr (9) angeordnet ist, durch welche Gas aus dem Gaskanal (8) durch den Luftkanal (10) und die wenigstens eine Luft/Brennstoff-Düse (12) hindurch mit der Luft in die Brennkammer (2) ausströmen kann; und wobei

(f) wenigstens eine Flüssigbrennstoffdüse (18) im Flüssigbrennstoffrohr (7) angeordnet ist, durch welche Flüssigbrennstoff aus dem Flüssigbrennstoffkanal (6) durch den Luftkanal (10) und die wenigstens eine Luft/Brennstoff-Düse (12) hindurch mit der Luft in die Brennkammer (2) ausströmen kann.

2. Brennstofflanze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Luft/Brennstoff-Düse (12) und die wenigstens eine Gasdüse (15) kreisförmig ausgebildet und hintereinander auf einer gemeinsamen Düsenachse (24) angeordnet sind, und der Durchmesser der Gasdüse (15) kleiner ist als der Durchmesser der Luft/Brennstoff-Düse (12).

3. Brennstofflanze nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in die Gasdüse (15) ein Leitrohr (19) eingepasst ist, welches von der Gasdüse (15) aus durch den Luftkanal (10) hindurch in die Luft/Brennstoff-Düse (12) hineinreicht, derart, dass ein durch das Leitrohr (19) strömender Gasstrom beim Austritt aus der Luft/Brennstoff-Düse (12) mantelförmig von einem Luftstrom umgeben ist.

4. Brennstofflanze nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass auch die Flüssigbrennstoffdüse (18) zusammen mit den beiden anderen Düsen (12, 15) auf der gemeinsamen Düsenachse (24) angeordnet ist, und der Durchmesser der Flüssigbrennstoffdüse (18) kleiner ist als der Durchmesser der Gasdüse (15).

5. Brennstofflanze nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Flüssigbrennstoffrohr (7) und das Gasrohr (9) im Bereich der Düsen (12, 15, 18) mit dem Lanzenmantel (11) fest verbunden sind.

6. Brennstofflanze nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigbrennstoffdüse (18) gegenüber der Gasdüse (15) aus der Düsenachse (24) heraus seitlich verschoben ist, und das Gasrohr (9) im Bereich der Düsen (12, 15, 18) mit dem Lanzenmantel (11) fest verbunden ist. 5
7. Brennstofflanze nach einem der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Gasrohr (9) am stromabwärts gelegenen Ende der Brennstofflanze (1) in einen abgerundeten, geschlossenen Rohrkopf (17) übergeht, welcher von dem Luftkanal (10) und dem Lanzenmantel (11) umgeben wird und mittels einer Mehrzahl von den Luftkanal (10) durchquerenden Verbindungsstegen (16) am Lanzenmantel (11) befestigt ist. 10 15
8. Brennstofflanze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gasrohr (9) und das Flüssigbrennstoffrohr (7) in Strömungsrichtung vor der wenigstens einen Luft/Brennstoff-Düse (12) enden, dass die Gasdüse (15) und Flüssigbrennstoffdüse (18) am Ende des jeweiligen Rohres (9 bzw. 7) angeordnet und parallel zur Lanzenachse (5) orientiert sind, und dass für jede Luft/Brennstoff-Düse (12) und die weiteren Düsen (15, 18) ein schaufelförmiges Leitblech (22) vorgesehen ist, welches die aus den weiteren Düsen (15, 18) austretenden Gas- bzw. Flüssigkeitsströme um etwa 90° umlenkt und in die jeweilige Luft/Brennstoff-Düse (12) einleitet. 20 25 30 35
9. Brennstofflanze nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitblech im Bereich der Luft/Brennstoff-Düse (12) in einem geschlossenen Blechring (23) ausläuft, dessen Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der Luft/Brennstoff-Düse (12), derart, dass die umgelenkten Ströme aus den weiteren Düsen (15, 18) beim Austreten aus der Luft/Brennstoff-Düse (12) mantelförmig von einem Luftstrom umgeben sind. 40 45
10. Brennstofflanze nach einem der Ansprüche 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass in die Gasdüse (15) zusätzlich ein Leitrohr (19) eingepasst ist, und dass das Leitblech (22) im Bereich der Düsen (12, 15, 18) mit dem Lanzenmantel (11) fest verbunden ist. 50
11. Brennstofflanze nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Umfang der Brennstofflanze (1) eine Mehrzahl von Düsen, vorzugsweise 4, nach Massgabe der die Brennstofflanze (1) umgebenden Strömung verteilt angeordnet sind. 55
12. Brennstofflanze nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftkanal (10) um das stromabwärts gelegene Ende der Brennstofflanze (1) herumgeführt ist, und in diesem Ende wenigstens eine, weitgehend parallel zur Lanzenachse (5) orientierte Hilfsdüse (13) vorgesehen ist, durch welche Luft aus dem Luftkanal (10) in die Brennkammer (2) ausströmen kann.
13. Brennstofflanze nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstofflanze (1) über einen seitlichen Tragarm (4) mit einem strömungsgünstigen Tragarmprofil (14) an einem die Brennkammer (2) umgebenden Gehäuse (3) befestigt ist, und dass die Rohre (7, 9) im Inneren des Tragarms (4) aus der Brennkammer (2) herausgeführt sind.
14. Brennstofflanze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Gasdüse (15) in Strömungsrichtung vor den anderen Düsen (12, 18) angeordnet ist.
15. Brennstofflanze nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass am stromabwärts gelegenen Ende der Brennstofflanze (1) wenigstens eine, weitgehend parallel zur Lanzenachse (5) orientierte Hilfsdüse (13) vorgesehen ist, durch welche Luft aus dem Luftkanal (10) in die Brennkammer (2) ausströmen kann, und dass Luftrohre (20) vorgesehen sind, über welche brennstofffreie Kühlluft an der Gasdüse (15) vorbei zur Hilfsdüse (13) geleitet werden kann.
16. Verfahren zum Betrieb einer Brennstofflanze nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zum Kühlen der Lanze und zum Verteilen des Brennstoffs durch den Luftkanal (10) Luft mit einer Temperatur von bis zu mehreren 100°C, jedoch vorzugsweise von weniger als 600°C, zur Luft/Brennstoff-Düse (12) geführt und dort als ein den Brennstoffstrom umgebender Mantelstrom in die Brennkammer (2) geblasen wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass als Brennstoff Gas durch den Gaskanal (8) und die Gasdüse (15) zur Luft/Brennstoff-Düse (12) geführt und dort mit dem Luftstrom vermischt wird, während der Flüssigbrennstoffkanal (6) unbenutzt bleibt.

18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass als Brennstoff Flüssigbrennstoff, vorzugsweise in Form einer Emulsion, durch den Flüssigbrennstoffkanal (6) und die Flüssigbrennstoffdüse (18) zur Luft/Brennstoff-Düse (12) geführt und dort mit dem Luftstrom vermischt wird, und dass zum besseren Verteilen und zusätzlichen Kühlen des Flüssigbrennstoffes zusätzlich Luft durch den Gaskanal (8) zur Luft/Brennstoff-Düse (12) geführt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

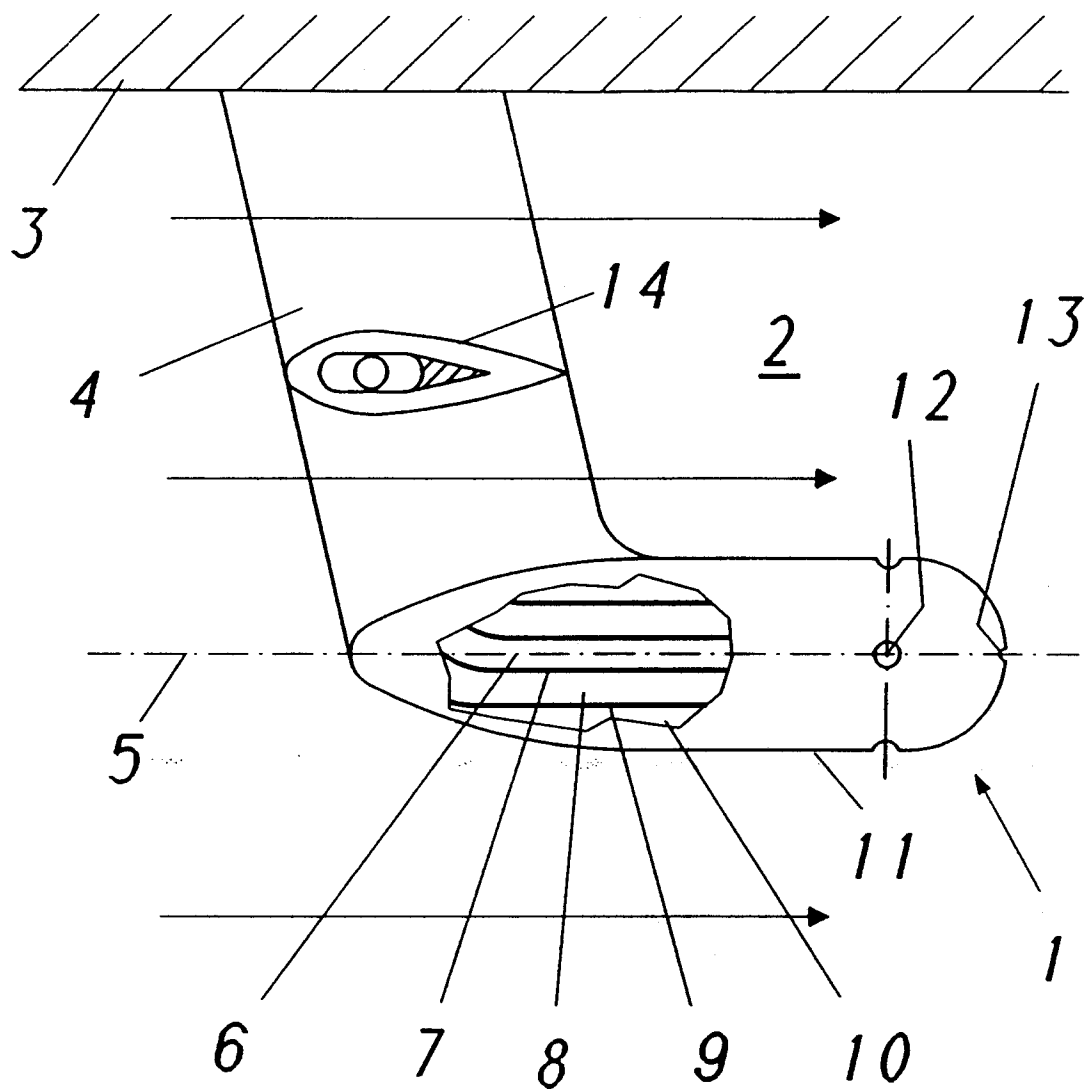


FIG. 1

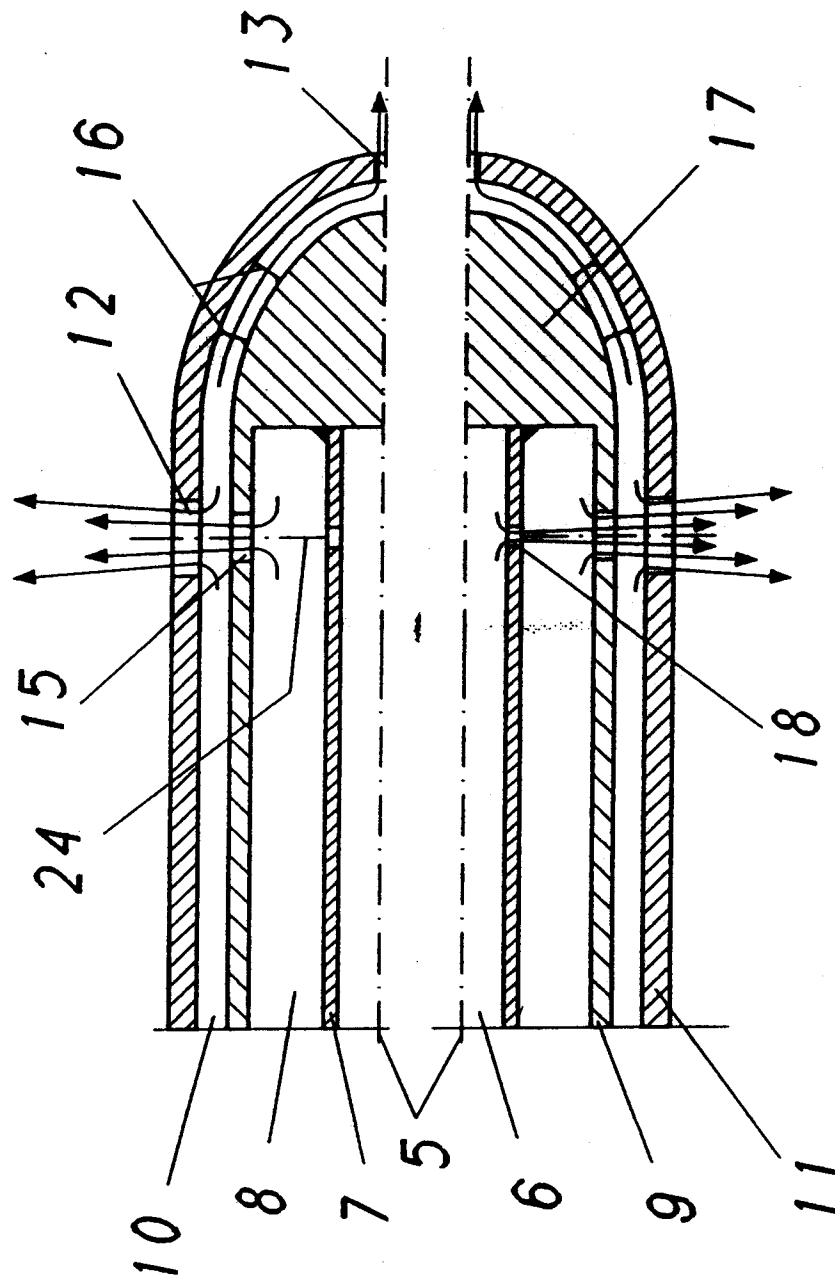


FIG. 2

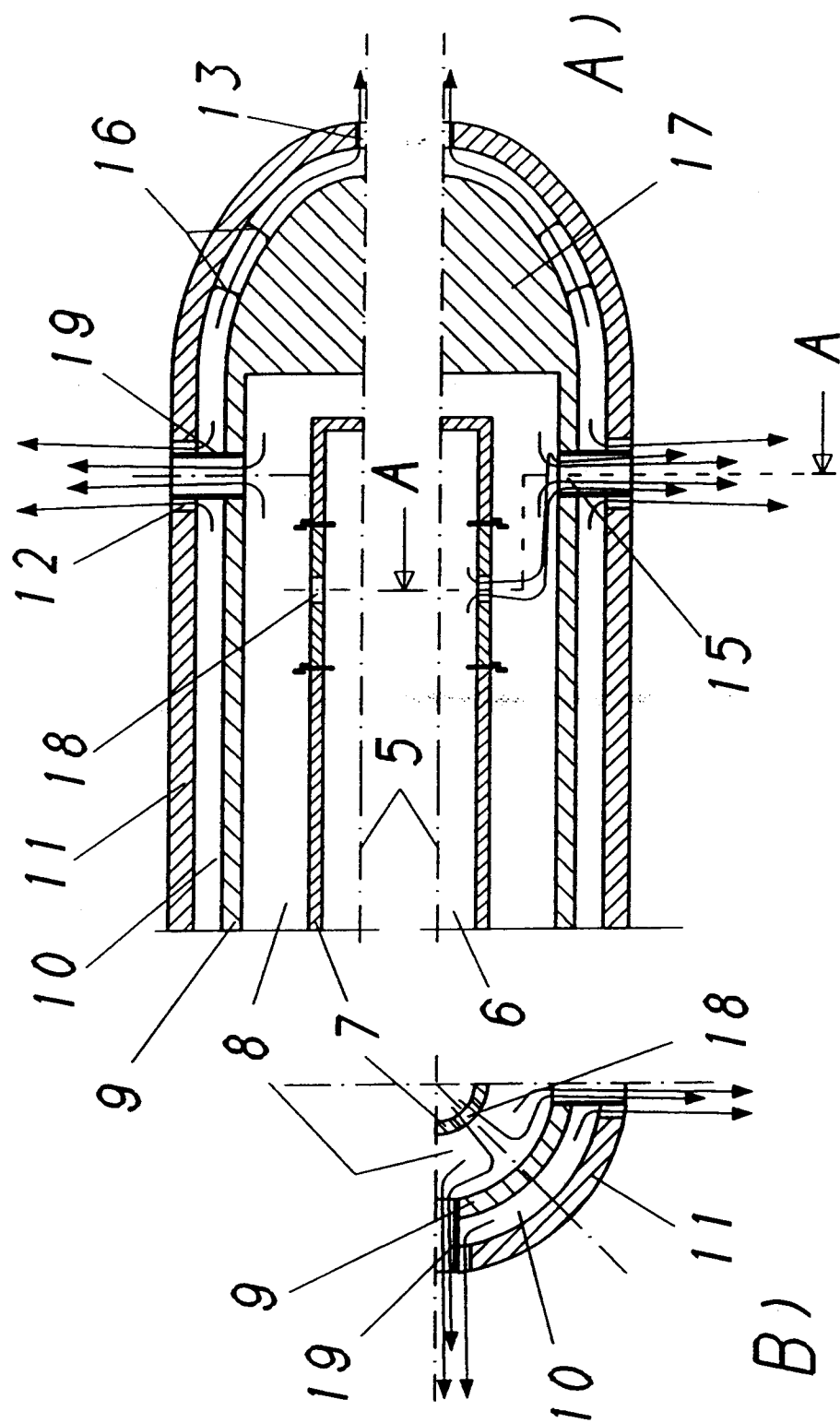


FIG. 3

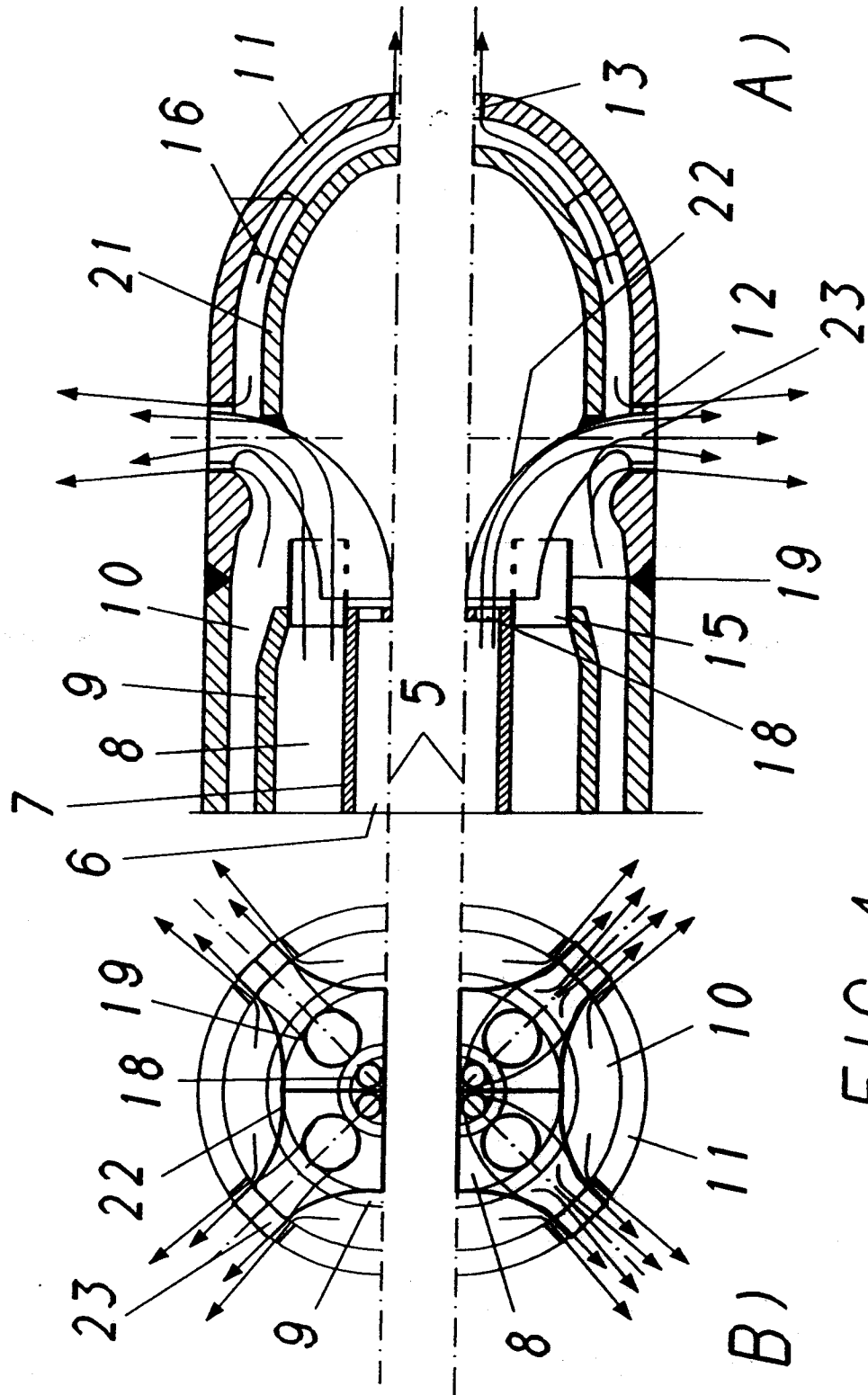


FIG. 4

