



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 217 297 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2002 Patentblatt 2002/26

(51) Int Cl.7: **F23D 14/66**, F23D 14/02,
F02C 3/34

(21) Anmeldenummer: **01128806.5**

(22) Anmeldetag: **04.12.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Ruck, Thomas**
5332 Riniken (CH)
• **Knoepfel, Hans Peter**
5605 Dottikon (CH)

(30) Priorität: **22.12.2000 DE 10064259**

(74) Vertreter: **Dimper, Dieter et al**
Alstom (Schweiz) Ltd.,
CHSP Intellectual Property,
Haselstrasse 16/699, 5. Stock
5401 Baden (CH)

(71) Anmelder: **ALSTOM Power N.V.**
1101 CS Amsterdam (NL)

(54) **Brenner mit hoher Flammenstabilität**

(57) Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner mit hoher Flammenstabilität zum Einsatz in einem Wärmeerzeuger, vorzugsweise in der Brennkammer einer Gasturbine. Moderne mager betriebene Vormischbrenner ermöglichen sehr niedrige Schadstoffemissionen, operieren jedoch mitunter sehr nahe an der Löschgrenze. Zur Erhöhung der Stabilität der mageren Vormischverbrennung durch Erhöhung des Abstands zwischen Flammentemperatur und Löschgrenztemperatur wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, dem Brenner stromabwärtig eine Verbrennungsgasmischstrecke (300)

nachzuordnen, welche Mischstrecke (300) zumindest teilweise in die Brennkammer (50) hineinragt und über Verbrennungsgaseinlassöffnungen (311) Verbrennungsgasen aus der Brennkammer (50) den Zutritt zu dem Brennstoff-/Luftgemisch (144) gestattet. Die hinzutretenden Verbrennungsgase (145) mischen sich mit dem Brennstoff/Luftgemisch (144) und erhöhen auf diese Weise dessen Temperatur. Aus dieser Temperaturerhöhung resultiert eine signifikante Erhöhung der Flammengeschwindigkeit, in deren Folge die Ausdehnung der Flammenfront (123) und die Löschgrenztemperatur des Brenners sinken.

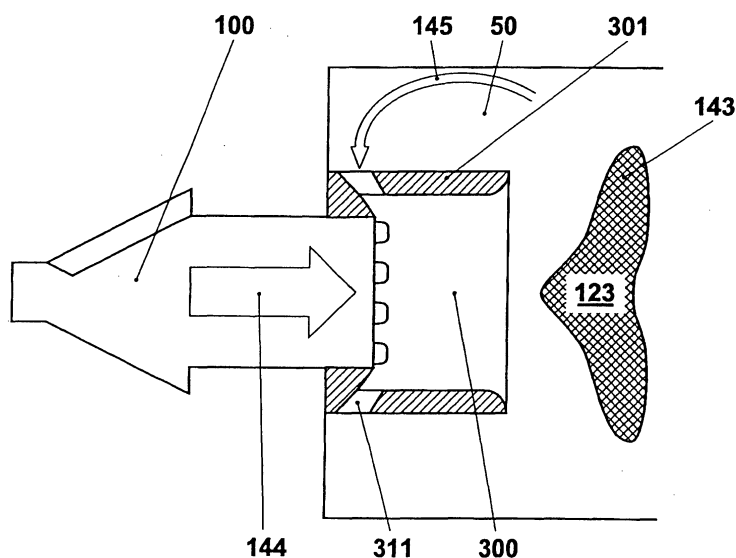


FIG. 1

EP 1 217 297 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung beschreibt einen Brenner für einen Wärmeerzeuger gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 0 321 809, aus der EP 0 780 629, aus der WO 9317279, sowie aus der EP 0 945 677 sind Vormischbrenner bekanntgeworden, bei denen ein Verbrennungsluftstrom über einen Drallerzeuger tangential in einen Brennerinnenraum eingebracht und mit Brennstoff vermischt wird. am Brenneraustritt platzt die entstehende Wirbelströmung an einem Querschnittsprung auf, wodurch eine Rückströmzone induziert wird, welche im Betrieb des Brenners zur Stabilisierung einer Flamme dient.

[0003] Wiewohl derartige Brenner einen Betrieb mit sehr niedrigen Schadstoffemissionen ermöglichen, operieren sie oft gefährlich nahe an der Löschgrenze der Flamme: Übliche realisierte Flammentemperaturen mit den mageren Vormischflammen derartiger Brenner liegen um 1700K bis 1750K. Die Löschgrenze der Flammen wird um 1650K angegeben. Dieser Wert ist vergleichsweise hoch. Dies liegt in der Brennstoffarmut des Brennstoff-Luft-Gemisches begründet. Diese reduziert die Flammengeschwindigkeit, was letztlich in einer grösser räumlich ausgedehnten und daher instabileren Flammenfront resultiert.

[0004] Eine stärkere Anfechtung des Gemisches würde jedoch die Schadstoffemissionen nach oben treiben und den Einsatz magerer Vormischbrenner ad absurdum führen.

Darstellung der Erfindung

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Stabilität der mageren Vormischverbrennung moderner Brenner der eingangs genannten Art, wie sie insbesondere in den Brennkammern von Gasturbinen eingesetzt werden, zu verbessern, indem der Abstand zwischen der Flammentemperatur und der Löschgrenzentemperatur vergrössert wird. Dabei ist eine essentielle Anhebung der Verbrennungstemperatur zu vermeiden, um weiterhin einen schadstoffarmen Betrieb zu gewährleisten.

[0006] Erfindungsgemäss wird dies erreicht, indem der Brenner an einem stromabwärtigen Ende eine Verbrennungsgasmischstrecke aufweist, welche Verbrennungsgasmischstrecke wenigstens teilweise in einen Brennraum hineinragt, und welche stromauf ihrer Mündung in den Brennraum Verbrennungsgaseinlassöffnungen aufweist, über welche Verbrennungsgaseinlassöffnungen im Betrieb des Brenners eine Verbrennungsgasmenge aus dem Brennraum in die Verbren-

nungsgasmischstrecke einströmt.

[0007] Die Erfindung macht sich dabei die Erkenntnis zunutze, dass eine Erhöhung der Temperatur des Frischgases - also des Brennstoff-Luft-Gemisches - eine Erhöhung der Flammengeschwindigkeit zur Folge hat. Im relevanten Bereich führt eine Erhöhung der Frischgastemperatur um 300K in etwa zu einer Verdoppelung der Flammengeschwindigkeit. In der Folge reduziert sich die Ausdehnung der Flammenfront, und die Löschgrenzentemperatur des Brenners sinkt.

[0008] Kern der Erfindung ist also eine Erhöhung der Temperatur des Brennstoff-Luft-Gemisches vorgängig der Verbrennung. Eine Vorwärmung der Verbrennungsluft ist dabei gerade in Gasturbinenanwendungen eigentlich nicht mehr realisierbar. Erfindungsgemäss wird daher eine in die Verbrennungszone hineinragende Verbrennungsgasmischstrecke verwendet, in welche einerseits das vorgemischte Brennstoff-/Luftgemisch als Frischgas einströmt, in welche andererseits aber auch in einem stromaufwärtigen Bereich der Mischstrecke heisse Verbrennungsgase aus dem Brennraum in die Verbrennungsgasmischstrecke einströmen, die sich in der Mischstrecke mit dem Frischgas vermischen und so die Temperatur des in eine stromab der Verbrennungsgasmischstrecke sich ausbildende Verbrennungszone zuströmenden Gases anheben. Wie oben beschrieben, wird dadurch die Löschgrenzentemperatur der Flamme gesenkt, und so bei gleicher Verbrennungstemperatur die Flammenstabilität verbessert.

[0009] Durch die Erhöhung der Gemischtemperatur wird zwar vordergründig die Verbrennungstemperatur und damit die Stickoxidbildung erhöht; jedoch darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass das Brennstoff-/Luftgemisch mit inertem Verbrennungsgas vermischt ist. Daher wird zwar die mittlere Flammentemperatur angehoben, die Leistungsdichte und die Temperaturerhöhung aber nehmen ab, was die Effekte auf die Schadstoff- und insbesondere Stickoxidbildung insgesamt kompensiert. Die Effekte kombinieren sich besonders günstig, wenn der Massenstrom der beigemischten Verbrennungsgase zwischen 5% und 60% des zugeführten Luftmassenstroms beträgt.

[0010] Die Zumischung von Verbrennungsgasen lässt sich durch geeignete konstruktive Massnahmen unterstützen. Insbesondere kann der axiale Strömungsquerschnitt der Mischstrecke derart gestaltet werden, dass an der Stelle, an der die Verbrennungsgaseinlassöffnungen angeordnet sind, ein Unterdruck gegenüber dem Brennraum vorherrscht. Dies kann beispielsweise erreicht werden, indem der axiale Strömungsquerschnitt eine sprunghafte Querschnittserweiterung aufweist, an dem sich ein Totwasser mit einem Unterdruck ausbildet. Die Verbrennungsgaseintrittsöffnungen sind in diesem Falle unmittelbar stromab des Querschnittsprungs angeordnet. Im Betrieb werden Verbrennungsgase in das Totwasser eingesogen. Hierbei sollte Sorge getragen werden, dass das Querschnittsverhältnis der Strömungssektionen stromauf und stromab des Quer-

schnittssprunges nicht zu gross wird, damit die im Brenner erzeugte Drallströmung bis zur Mündung der Mischstrecke in den Brennraum erhalten bleibt, was wesentlich für die Funktion der im Oberbegriff der Ansprüche genannten Brenner ist. Ein gutes Betriebsverhalten gewährleistet ein Querschnittsflächenverhältnis im Bereich von 1,05 bis 2,5.

[0011] Eine weitere Möglichkeit, mittels der Druckverhältnisse in der Verbrennungsgasmischstrecke die Druckverhältnisse im Sinne einer verstärkten Verbrennungsgaseinmischung zu beeinflussen, stellt eine diffusorartige Ausformung der Mischstrecke stromab der Verbrennungsgaseintrittsöffnungen dar; auch ein konvergent-divergenter Verlauf der Mischstrecke, bei dem die Verbrennungsgaseintrittsöffnungen im Bereich des engsten Strömungsquerschnittes angeordnet sind, ist möglich. Der Diffusorhalbwinkel des divergenten Teiles der Verbrennungsgasmischstrecke sollte in diesen Fällen im Bereich von 3° bis 10°, vorzugsweise bei 5° liegen.

[0012] Die Erfindung beruht auf Vormischbrennern, welche aus dem eingangs zitierten Stand der Technik dem Fachmann als solche wohlbekannt und geläufig sind. Die Erfindung kann ohne weiteres mit allen in den dort zitierten Schriften offenbaren und den aus diesen Schriften weitergebildeten, dem Fachmann an sich geläufigen Drallerzeuger- und Brennerbauarten kombiniert werden, welche in der Vielgestalt der möglichen Ausführungsformen durch die in den Unteransprüchen angegebenen Vorzugsvarianten nur unvollständig reflektiert werden.

[0013] Die Wandung der Verbrennungsgasmischstrecke befindet sich im Betrieb in einer starken Heissgasexposition. Insbesondere bei Verwendung herkömmlicher Werkstoffe wird sie mit Vorteil gekühlt ausgeführt. Aus Gründen der Kühleffizienz wird eine Filmkühlung zu bevorzugen sein.

[0014] Es ist andererseits möglich, die Verbrennungsgasmischstrecke von den übrigen Brennerbauteilen, das heisst vom Drallerzeuger und/oder einem eventuell dem Drallerzeuger nachgeschalteten Mischrohr, mechanisch zu entkoppeln. Das ermöglicht vorteilhaft den Einsatz von Werkstoffen, deren Ausdehnungskoeffizienten und thermische Beständigkeit von denen des Brennerwerkstoffs stark verschieden sind. Da die Verbrennungsgasmischstrecke weiterhin keine nennenswerten mechanischen Lasten zu tragen hat, kann sie mit Vorteil vollkeramisch ausgeführt werden. In diesem Falle kann gegebenenfalls trotz der Heissgasexposition der Mischstrecke auf eine Kühlung verzichtet werden, oder die Kühlung kann geschlossen ausgeführt werden. Ein solcher Verzicht auf die Ausblasung von Kühlmedium in den Bereich der Flamme bringt für den Fachmann sofort erkennbare erhebliche Vorteile mit sich.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0015] Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten

der Erfindung seien nachfolgend anhand der Zeichnungen erläutert. Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Gleiche oder einander entsprechende Elemente figurieren unter demselben Bezugszeichen.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0016] Die Figuren 1 und 2 geben in stark schematisierter Weise das Wesen der Erfindung wieder. Anfänglich ist ein Drallerzeuger 100 wirksam, dessen Ausgestaltungsmöglichkeiten in den nachfolgenden Fig.3 - 5 noch ausführlich diskutiert werden. Wie dort gezeigt werden wird, kann es sich bei diesem Drallerzeuger 100 um einen an sich bekannten Vormischbrenner handeln, wie er unter anderem in den in dieser Darlegung zitierten Veröffentlichungen beschrieben ist. Diese beispielhaft zitierten Brenner beruhen allesamt auf einem gemeinsamen Prinzip. Sie weisen einen sich axial erstreckenden, wenigstens annähernd rotationssymmetrischen Hohlraum 122 auf, in den über vorzugsweise parallel zur Längsachse verlaufende Einlassschlitze 121 Verbrennungsluft einströmt. Durch die tangentialen Ausrichtung dieser mehr oder weniger schlitzförmigen Einlassöffnungen 121 erhält die Verbrennungsluft eine starke tangentiale Geschwindigkeitskomponente, aus der in Wechselwirkung mit der zur Brennermündung hin gerichteten axialen Komponente eine Drallströmung durch den besagten Innenraum (122) resultiert. Die Anreicherung der Verbrennungsluft mit Brennstoff erfolgt alternativ oder ergänzend über Mittel (1111) am Gehäusemantel nahe den Verbrennungslufteinlassschlitzen (121) und/oder über zentrale Zuführmittel (113) in der Brennerachse (100a).

Ferner ist diesen Brennern gemein, dass sich der Strömungsquerschnitt in Richtung zum Brenneraustritt hin stetig erweitert, um mit dem zunehmenden Massenstrom annähernd konstante Strömungsbedingungen aufrechtzuerhalten.

Obgleich die in dieser Schrift beispielhaft genannten Brenner auf dem geschilderten einheitlichen Prinzip beruhen, soll die Erfindung nicht auf diese besondere Gattung von Drallbrennern beschränkt sein, sondern jegliche Art von Vormischbrennern umfassen, deren Flammenstabilität bei gleichbleibend niedriger Schadstoffemission erhöht werden soll.

Erfindungsgemäss schliesst sich nun an die Brennermündung in Verlängerung der Brennerachse eine in die Brennkammer (50) hineinragende Mischstrecke (300) an. Dies kann in jeder geeigneten Weise erfolgen. In Abhängigkeit von den konkreten Bedingungen des Anwendungsfalles erschliesst sich dem Fachmann eine Reihe von Möglichkeiten. So kann die Mischstrecke (300) beispielsweise über eine Flanschverbindung unmittelbar mit dem Drallerzeuger (100) verbunden sein. Alternativ können Drallerzeuger (100) und Mischstrecke (300) auch unter Zwischenschaltung der Brennkammerwand mittelbar verbunden sein. In dieser Mischstrecke (300)

werden dem vorgemischten Brennstoff/Luftgemisch heisse Verbrennungsgase aus der Brennkammer (50) beigemischt. Zu diesem Zweck bildet die Mischstrecke (300) an ihrem stromaufwärtigen Ende einen Bereich relativen Unterdrucks aus, der mit einer Anzahl von Durchtrittskanälen (311) für die Verbrennungsgase aus der Brennkammer (50) ausgestattet ist. Der relative Unterdruck wird durch eine dementsprechende Gestaltung der Mischstrecke (300) erzeugt.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform, wiedergegeben in Fig. 1, besitzt die Mischstrecke (300) gegenüber der Drallzone (100) eine sprunghafte Querschnittserweiterung. Bei der Durchströmung dieses Bereichs kommt es zu einer Grenzschichtablösung der Aussenströmung, auf deren Rückseite sich ein Gebiet stark verzögerter Strömung ausbildet, in dem ein verminderter Druck herrscht, das Totwasser. Als vorteilhaft hat sich dabei ein Querschnittsflächenverhältnis von 1,05 bis 2,5 erwiesen.

Nach einer alternativen Ausführungsform, wiedergegeben in Fig. 2, nimmt die Innenkontur der Mischstrecke (300) einen konvergent-divergenten Verlauf, in dessen engstem Querschnitt die Verbrennungsgaseintrittsöffnungen (311) über den Umfang verteilt angeordnet sind. Um einen ungestörten Strömungsverlauf zu gewährleisten, nimmt der Diffusorhalbwinkel einen Wert von 5° ein. Innerhalb der Mischstrecke (300) mischen sich die Verbrennungsgase weitgehend homogen mit dem Brennstoff-/Luftgemisch, was zwangsläufig zu einem signifikanten Anstieg der Gemischtemperatur führt. Eben diese Temperaturerhöhung steigert die Flammenfrontgeschwindigkeit und senkt damit die Löschgrenztemperatur, was bei gleicher oder nur unwesentlich höherer Verbrennungstemperatur die Flammenstabilität deutlich verbessert.

Die Verbrennungsgasdurchtrittskanäle (311) durchstossen das Mantelgehäuse (301) der Mischstrecke (300) entweder radial oder mit einer Komponente in Strömungsrichtung. Das heisst, die Längsachsen dieser Öffnungen (311) verlaufen senkrecht oder in einem spitzen Winkel zur Brennerachse 100a. Die Variationsbreite ihrer Querschnittsformen ist vielfältig und reicht vom Kreisrund bis hin zum Ringspalt. Sie können eine parallele oder sich konisch erweiternde Innenkontur besitzen.

Der Brenner, wie er im Oberbegriff der Ansprüche gekennzeichnet ist, ist dem Fachmann in unterschiedlichen Ausbildungen geläufig, die sich von dem in Figur 3 dargestellten Brenner, der im wesentlichen aus einem kegelförmigen Drallerzeuger besteht, in der konkreten Ausführung unterscheiden können. Gleichwohl sind alle diese Brenner nach einem gemeinsamen Prinzip aufgebaut: Sie weisen einen Drallerzeuger in Form eines Hohlkörpers mit einer Längserstreckung auf, welcher einen Drallerzeuger-Innenraum einschliesst. Der Drallerzeuger weist weiterhin in Richtung der Drallerzeuger-Längsachse erstreckte Einlassschlitze oder in Richtung der Längsachse angeordnete Einlassöffnungen auf, de-

ren Durchströmquerschnitt im wesentlichen eine tangentiale Strömungsrichtung vorgibt. Durch diese Einlassöffnungen strömt Verbrennungsluft mit einer starken tangentialen Geschwindigkeitskomponente in den Drallerzeuger-Innenraum ein, und bildet dort eine Drallströmung mit einer gewissen zur Brennermündung in den Brennraum gerichteten Axialkomponente aus. Zumindest im Bereich der Luft-Einlassöffnungen ist dabei der axiale Strömungsquerschnitt des Drallerzeuger-Innenraums mit Vorteil zur Brennermündung hin erweitert. Diese Ausbildung ist günstig, um bei dem in Richtung der Drallerzeugerachse zunehmenden Verbrennungsluft-Massenstrom im Drallerzeuger-Innenraum eine konstante Drallzahl der Drallströmung zu erreichen. Weiterhin weisen diese Brenner Mittel auf, um Brennstoff in die Verbrennungsluft-Strömung einzubringen, welcher sich im Drallerzeuger und in einer fakultativ stromab des Drallerzeugers anzuordnenden Mischzone, beispielsweise einem Mischrohr, möglichst homogen mit der verdrehten Verbrennungsluft vermischt. Am Austritt aus dem Brenner in den Brennraum liegt ein Querschnittsprung des axialen Strömungsquerschnittes vor. Hier kommt es zu einem Aufplatzen der Drallströmung, und der Ausbildung einer zentralen Rückströmzone, die, wie oben bereits ausführlich beschrieben, zur Stabilisierung einer mageren Vormischflamme nutzbar ist.

[0017] Die Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines im Oberbegriff der Ansprüche gekennzeichneten Vormischbrenners, wie er an sich aus der EP 0 321 809 bekanntgeworden ist. Der Brenner besteht im wesentlichen aus einem Drallerzeuger 100 für einen Verbrennungsluftstrom, welcher aus zwei kegelförmigen Teilkörpern 101, 102 gebildet ist. In dem in der Fig. 7 dargestellten Querschnitt ist erkennbar, dass die Teilkörper 101 und 102 mit ihren Achsen 101a und 102a gegenüber der Brennerachse 100a wie auch gegenseitig lateral versetzt angeordnet sind. Aufgrund dieses lateralen Versatzes der Teilkörper sind zwischen den Teilkörpern tangentiale Einlassschlitze 121 ausgebildet. Durch die tangentialen Einlassschlitze 121 strömt ein Verbrennungsluftstrom 141 im wesentlichen tangential in den Innenraum 122 des Drallerzeugers 100 ein. Es ist selbstverständlich auch möglich, einen derartigen Drallerzeuger 100 mit einer anderen Anzahl von Teilkörpern auszuführen; in Fig. 8 ist der vollkommen analoge Aufbau mit beispielsweise vier Drallerzeuger-Teilkörpern 101, 102, 103 und 104 dargestellt, mit den gegeneinander versetzten Achsen 101a, 102a, 103a, 104a der Teilkörper. Wieder mit Bezug auf Figur 3 bildet sich im Inneren des Drallerzeugers in Folge eine Drallströmung 144 aus, deren axiale Strömungskomponente zur stromabwärtigen Mündung des Drallerzeugers 100 hin weist. Die Teilkörper 101, 102 grenzen am stromabwärtigen Ende des Drallerzeugers 100 an eine Frontplatte 108. Die Frontplatte 108 bildet üblicherweise die Stirnwand eines Brennraumes 50 aus und ist im Normalfall gekühlt. Im Ausführungsbeispiel strömt Kühlluft 148

durch Kühlbohrungen 1081 aus. Der Innenraum 122 des Drallerzeugers 100 weist im wesentlichen die Form eines sich von einem stromaufwärtigen zu einem stromabwärtigen Ende des Drallerzeugers (100) respektive Brenners erweiternden Kegelstumpfes auf. Der so gebildete axiale Strömungsquerschnitt weist an seinem stromabwärtigen Ende, an der Mündung in den Brennraum 50, eine sprunghafte Querschnittserweiterung auf. Durch den Querschnittssprung kommt es zum Aufplatzen der Wirbelströmung 144 und zur Ausbildung einer Rückströmzone 123 im Bereich der Brennermündung. Im Drallerzeuger 100 wird der Verbrennungsluftströmung auf geeignete Weise eine Brennstoffmenge zugeführt. Im Ausführungsbeispiel sind in axialer Richtung des Drallerzeugers 100, im Bereich der tangentialen Einlassschlitze 121, Brennstoffleitungen 111 entlang der Teilkörper 101, 102 angeordnet. Im Ausführungsbeispiel sind Reihen von Brennstoff-Austrittsbohrungen 1111 zu erkennen. Eine Brennstoffmenge 142 wird über die Brennstoffleitungen 111 herangeführt, und strömt über die Brennstoffaustrittsöffnungen 1111 in den Innenraum 122 des Drallerzeugers 100. Diese Art der Brennstoffzumischung findet häufig und bevorzugt mit gasförmigen Brennstoffen Verwendung. Weiterhin kann über eine zentrale Brennstoffdüse 113 ein Brennstoff 146 ergänzend oder alternativ zu der Brennstoffmenge 142 in den Drallerzeugerinnenraum 122 eingebracht werden; im Beispiel in Figur 3 ist dies ein Flüssigbrennstoff, der einen Spraykegel 147 im Drallerzeugerinnenraum ausbildet. Im Innenraum des Drallerzeugers 100 kommt es zu einer intensiven Vermischung der Brennstoffmenge 142 mit der tangential einströmenden Verbrennungsluft 141. Am Austritt aus dem Brenner in den Brennraum 50 liegt in der Drallströmung 144 ein sehr homogenes Gemisch von Luft und Brennstoff vor. Im Bereich der Rückströmzone 123 kann sich eine Flamme aus dem vorgemischten Brennstoff-/Luftgemisch stabilisieren. Aufgrund der guten Vormischung von Luft und Brennstoff kann diese Flamme unter Vermeidung stöchiometrischer Zonen mit der Ausbildung von "Hot Spots" mit einem recht hohen Luftüberschuss - in der Regel findet man am Brenner selbst Luftzahlen von zwei und darüber - betrieben werden. Aufgrund dieser vergleichsweise kühlen Verbrennungstemperaturen können mit derartigen Brennern sehr geringe Stickoxidemissionen ohne aufwendige Abgasnachbehandlung erreicht werden. Aufgrund der guten Vormischung des Brennstoffs mit der Verbrennungsluft und einer guten Flammenstabilisierung durch die Rückströmzone kommt es weiterhin trotz der geringen Verbrennungstemperaturen zu einem guten Ausbrand und damit auch geringen Emissionen an Teil- und Unverbranntem, insbesondere also Kohlenmonoxid und unverbrannten Kohlenwasserstoffen, aber auch anderen unerwünschten organischen Verbindungen. Weiterhin erweist sich die rein aerodynamische Flammenstabilisierung durch das Aufplatzen der Drallströmung 144 ("Vortex Breakdown") als vorteilhaft. Durch den Verzicht auf mechanische Flammenhal-

ter kommen an sich keine mechanischen Bauteile in Berührung mit der Flamme. Das gefürchtete Versagen mechanischer Flammenhalter aufgrund von Überhitzung mit eventuell nachfolgenden schwerwiegenden Havarien von Maschinensätzen ist somit ausgeschlossen. Weiterhin verliert die Flamme ausser durch Strahlung keine Wärme an kalte Wände. Dies trägt zusätzlich zur Vergleichsmässigung der Flammentemperatur und somit geringen Schadstoffemissionen und guter Verbrennungsstabilität bei.

[0018] Erfindungsgemäss werden dem vorgemischten Brennstoff-/Luftgemisch in der Drallströmung 144 Verbrennungsgase zugemischt. Wie in Fig. 4 in einer gegenüber Fig. 1 detailreicheren Darstellung wiedergegeben, ist stromab des Drallerzeugers 100 eine Verbrennungsgasmischstrecke 300 angeordnet, welche in die Brennkammer 50 hineinragt. Am Übergang vom Drallerzeuger (100) zur Verbrennungsgasmischstrecke (300) weist die Konfiguration eine kleine sprunghafte Querschnittserweiterung auf. Diese ist ausreichend, um ein Totwasser 320 entstehen zu lassen. Andererseits ist die Querschnittserweiterung auch klein genug, damit die Drallströmung 144 im grossen und ganzen ungestört weiterexistieren kann und sich transversal durch das Innere 310 der Verbrennungsgasmischstrecke 300 hindurch weitererstreckt. In der Wand 301 der Mischstrecke 300 sind Verbrennungsgasdurchtrittskanäle 311 angeordnet. Diese sind mit Vorteil in einem Bereich angeordnet, in dem das Totwasser 320 mit dem resultierenden Unterdruck wirksam ist. Hierdurch wird eine Verbrennungsgasmenge 145 in die Mischstrecke 300 eingesaugt. Innerhalb der Verbrennungsgasmischstrecke 300 können sich diese Verbrennungsgase 145 weitgehend homogen mit dem verdrahten Brennstoff-/Luftgemisch vermischen. Die Temperatur der Drallströmung 144 wird durch die Vermischung mit den heissen Verbrennungsgasen 145 signifikant angehoben. Wie an anderer Stelle bereits erläutert, steigert diese Anhebung der Temperatur die Flammenfrontgeschwindigkeit und senkt damit die Löschgrenzentemperatur. Bei gleicher oder nur unwesentlich höherer Verbrennungstemperatur ist damit die Flammenstabilität deutlich verbessert.

[0019] Aus WO 93/17279 und EP 0 945 677 sind gleichfalls Brenner gemäss dem Oberbegriff der Ansprüche bekannt, welche zylindrische Drallerzeuger mit tangentialen Verbrennungslufteinlässen aufweisen. In diesem Zusammenhang ist auch bekannt, im Inneren eines zylindrischen Drallerzeugers einen sich zur Brennermündung hin verjüngenden Verdrängungskörper (105) anzuordnen. Durch einen derartigen Drallerzeuger-Innenkörper (105) können weiterhin die oben angegebenen günstigen Kriterien für den axialen Durchflussquerschnitt des Drallerzeugers, nämlich, dass der axiale Durchflussquerschnitt in axialer Durchströmungsrichtung zunimmt, erfüllt werden.

Eine Ausführungsform der Erfindung mit einem solchen Drallerzeuger ist in Figur 5 dargestellt. Die Funktionsweise des Drallerzeugers 100 ist hinreichend bekannt

und im Zusammenhang mit Figur 3 prinzipiell erläutert. Abweichend von der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform eines Vormischbrenners weist die in Fig. 5 dargestellte Ausführungsform eines Drallerzeugers 100 allerdings einen kegeligen, sich zur Brennermündung in den Brennraum 50 hin verjüngenden Verdrängungskörper 105 bei einem zylindrischen oder sich leicht konisch verjüngenden Gehäusemantel 102 auf. Über parallel zur Längsachse sich erstreckende tangentiale Einlassschlitze 121 strömt Verbrennungsluft mit einer starken tangentialen Geschwindigkeitskomponente in den Drallerzeugerinnenraum 122 ein. Über Eintrittsöffnungen 142 wird der Verbrennungsluft Brennstoff zudosiert, der sich im Drallerzeugerinnenraum (122) möglichst homogen mit der Verbrennungsluft vermischt. Die Eindüsungsvorrichtung (112) für die axiale Zentralströmung (147) wird zweckmässig im Bereich des stromabwärtigen Endes dieses Verdrängungskörpers angeordnet. Drallerzeuger (100) grenzt mit seinem stromabwärtigen Ende an eine Frontplatte (108), die vorzugsweise die Stirnwand der Brennkammer (50) bildet. Der Innenraum (122) weist die für diese Brennergattung charakteristische Querschnittserweiterung in Strömungsrichtung auf. Die infolge der tangentialen Einstromung der Verbrennungsluft sich ausbildende Drallströmung (144) weist eine axiale Bewegungskomponente hin zur Mündung des Drallerzeugers in die Brennkammer (50) auf. Stromab schliesst sich an den Drallerzeugers (100) die in die Brennkammer (50) ragende Verbrennungsgasmischstrecke (300) unter Ausbildung einer sprunghaften Querschnittserweiterung Innenraum (122) des Drallerzeugers (100) zum Innenraum (322) der Mischstrecke (300) an. In Analogie zu den im Zusammenhang mit Fig.1 und Fig.6 erläuterten Wirkungsmechanismen werden durch die Verbrennungsgasdurchtrittskanäle (311) Verbrennungsgase (145) aus der Brennkammer (50) angesaugt und in dem verdrallten Brennstoff/Luftgemisch (144) unter Bildung einer Mischtemperatur weitgehend homogen verteilt. Zur Vermeidung von Wiederholungen sei auf die dortigen Ausführungen hingewiesen.

[0020] Es ist beispielsweise aus der EP 0 780 629, welche Schrift im übrigen einen integrierenden Bestandteil dieser Anmeldung darstellt, bekannt, stromab des Drallerzeugers eines im Oberbegriff gekennzeichneten Brenners ein Frischgas-Mischrohr 230 zur Intensivierung der Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft anzuordnen. Die Realisierung der Erfindung mit einem solchen Brenner ist in Figur 6 beispielhaft dargestellt. Stromab eines kegeligen Drallerzeugers 100, dessen Aufbau und Funktion an dieser Stelle nicht mehr im Detail zu diskutieren sind, ist eine erste, als Frischgas-Mischstrecke dienende Mischstrecke 200 angeordnet. Der Drallerzeuger (100) ist auf einem Haltering 210 befestigt. In dem Haltering 210 ist weiterhin ein Übergangselement 220 angeordnet. Dieses ist mit einer Anzahl von Übergangskanälen 221 versehen, welche die im Drallerzeuger 100 aus der einströmenden Ver-

brennungsluft generierte Drallströmung 144 ohne plötzliche Querschnittsänderungen in die erste Mischstrecke überführen. Stromab des Übergangselementes 220 ist das eigentliche Frischgasmischrohr 230 angeordnet. In diesem ersten Mischrohr 230 kommt es nötigenfalls zu einer weiteren Homogenisierung des Gemischs von Verbrennungsluft und Brennstoff. Ein eine Brennraumwand bildendes Frontsegment 108 ist in diesem Beispiel über Prallkühlbleche 109 und Prallkühlluft 149 prallgekühlt. Stromab der Frischgasmischstrecke 200 ist eine Rauchgasmischstrecke 300 gemäss der Erfindung angeordnet. Dabei nimmt der Durchströmquerschnitt des Innenraums der Mischstrecke 200 einen stetigen konvergent-divergenten Verlauf, indem der Durchströmquerschnitt sich zunächst auf einen minimalen Wert verengt und anschliessend wieder kontinuierlich zur Mündung der Mischstrecke 300 hin zunimmt. Im Bereich des engsten Strömungsquerschnitts ist dabei eine Anzahl über den Umfang der Wand 301 verteilter vorzugsweise kreisförmig ausgeformter Durchtrittskanäle 311 angeordnet. Im Betrieb saugt die aufgrund der injektorartigen Ausbildung des Durchströmquerschnitts sich beschleunigende Drallströmung 144 Rauchgas 145 aus der Brennkammer 50 in das Mischstreckeninnere 310 ein. Im weiteren Verlauf der Mischstrecke 300 vermischen sich die zutretenden Verbrennungsgase und das Brennstoff-/Luftgemisch zu einem homogenen Gemisch. Wie an anderer Stelle bereits ausgeführt, wird dabei die Temperatur des Gemischs signifikant angehoben und in der Folge die Flammenstabilität deutlich verbessert. Aufgrund ihrer exponierten Lage in der Brennkammer 50 ist die Mischstrecke 300 einer hohen thermischen Beanspruchung ausgesetzt. Bei Einsatz herkömmlicher Werkstoffe wird daher für eine Kühlung des Gehäusemantels zu sorgen sein. Zu diesem Zweck ist das Gehäuse mit Kühlmittelkanälen 312 ausgestattet, die von Kühlluft durchströmt werden. Im Interesse einer effizienten Kühlung kann die Kühlluft nach Passieren der Kühlmittelkanäle 312 über Filmkühlbohrungen in die Brennkammer 50 entlassen werden.

[0021] Selbstverständlich können auch die Brenner mit zylindrischem oder sich konisch leicht verjüngendem Drallerzeuger (100) mit einer dem Drallerzeuger (100) stromab nachgeschalteten Mischstrecke (200) versehen werden, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen.

[0022] Drallerzeuger mit tangentialen Verbrennungslufteinlässen können auf unterschiedliche Weise aufgebaut sein. Neben dem in den Figuren 7 und 8 im Querschnitt dargestellten Aufbau aus mehreren Teilkörpern (101,102,103,104) kommen auch monolithische Bauweisen mit Einlassöffnungen in Frage. Eine solche Ausführungsform ist in Fig. 9 im Querschnitt dargestellt. Der Drallerzeuger (100) ist aus einem hohlzylindrischen Monolithen aufgebaut. In diesen sind Einlassöffnungen (121) in Form von axial und tangential verlaufenden Schlitzen eingearbeitet, durch welche ein Verbrennungsluftstrom 141 tangential in das Innere 122 des

Drallerzeugers (100) einströmt. Weiterhin sind Brennstoffzuführungen 111 in Form von axial verlaufenden, im Bereich der Einlassöffnungen angeordneten Bohrungen zu erkennen, welche Austrittsbohrungen 1111 aufweisen, über die eine Brennstoffmenge 142 in den Verbrennungsluftstrom 141 ausströmen kann. In Figur 10 ist ein kegelförmiger Drallerzeuger 100 aus einem monolithischen Hohlkörper dargestellt. Dieser könnte selbstverständlich auch zylindrisch sein. In den monolithischen Drallerzeuger sind tangentielle Öffnungen, beispielsweise Bohrungen, eingearbeitet, welche ebenfalls als tangentielle Eintrittsöffnungen 121 für einen Verbrennungsluftstrom 141 dienen.

[0023] Die oben dargestellten Ausführungsbeispiele sind keinesfalls in einem für die Erfindung einschränkenden Sinne zu verstehen. Im Gegenteil, sind sie instruktiv und als Abriss der Mannigfaltigkeit der im Rahmen der in den Ansprüchen gekennzeichneten Erfindung möglichen Ausführungsformen zu verstehen.

[0024] Bevorzugte Verfahren zum Betrieb eines erfindungsgemässen Brenners ergeben sich für den Fachmann aus der spezifischen Verwendung.

[0025] In Fig. 11 ist eine erste, einfach zu handhabende Betriebsweise dargestellt. Der Brenner 1 wird mit einer Brennstoffmenge 142 betrieben. Der Massenstrom dieses Brennstoffs wird an einer Messstelle 2 bestimmt. Das sich hieraus ergebende Massenstromsignal X_m wird in einer Steuereinheit 3 verarbeitet, und in ein Steuersignal Y für den Verstellmechanismus der axialen Zentrallufteindüsung des Brenners 1 umgesetzt.

[0026] Eine zweite, in Fig. 12 dargestellte Ausführungsform betrifft den Einsatz des erfindungsgemässen Brenners in Gasturbinenanlagen, wofür der erfindungsgemässe Brenner in ganz besonderem Masse geeignet ist. Im Beispiel in Figur 13 sind ein Verdichter 10, eine Turbine 30, und ein Generator 40 auf einer gemeinsamen Welle angeordnet. Der Verdichter 10 ist mit einer verstellbaren Vorleitreihe 11 ausgestattet. Im Strömungsweg eines Arbeitsmediums ist zwischen dem Verdichter 10 und der Turbine 30 eine Brennkammer 20 angeordnet. Die Brennkammer 20 wird mit mindestens einem erfindungsgemässen Brenner 1 betrieben. Von einer Steuereinheit 3 ist ein Steuersignal Y an die verstellbare Vorrichtung zur Eindüsung der axialen Zentralströmung geführt. Im dargestellten Beispiel erhält die Steuereinheit 3 ein Leistungssignal X_P , Signale X_{AMB} von nicht dargestellten Sensoren, welche Umgebungsbedingungen - wie Temperatur, Feuchte, Druck der Umgebungsluft - bestimmen, sowie ein Signal X_{VLE} , welches die Stellung der Vorleitreihe 11 wiedergibt. Selbstverständlich können eine ganze Reihe weiterer maschinenbetriebsrelevanter Daten zu der Steuereinheit 3 geführt sein; insbesondere könnte das Generator-Leistungssignal durch Brennstoffmassenstromsignale ersetzt werden. Aus diesen Grössen ist die Steuereinheit 3 in der Lage, eine verbrennungsluftspezifische Brennerbelastung zu bilden und aus dieser das Steuersignal Y für den Verstellmechanismus des Brenners 1 zu be-

stimmen.

[0027] In Figur 13 ist wiederum eine Gasturbogruppe mit einem auf einer gemeinsamen Welle angeordneten Verdichter 10, einer Turbine 30, und einem Generator 40 dargestellt. Die Brennkammer 20 ist als Ringbrennkammer, im Längsschnitt, dargestellt, welche mit wenigstens einem erfindungsgemässen Brenner 1 betrieben wird. Der Brenner 1 ist mit einer Temperaturmessstelle zur Bestimmung der Materialtemperatur versehen, welche ein Temperatursignal X_T erzeugt. Die Brennkammer 20 ist mit einer Pulsationsmessvorrichtung zur Bestimmung der Verbrennungs-Druckschwankungen versehen, welche ein Pulsationssignal X_{Puls} erzeugt. Die Signale X_T und X_{Puls} sind zu einer Steuereinheit 3 geführt, welche ein Steuersignal Y zur Steuerung der Intensität der axialen Zentralströmung generiert. Wenn die Materialtemperatur einen bestimmten Grenzwert überschreitet, wird der zentral eingedüste Massenstrom erhöht, damit wird die Flamme ein Stück von der Brennermündung weggetrieben, was die Wärmebelastung des Brenners vermindert. Andererseits kann es dadurch zu einer unerwünschten Verminderung der Flammenstabilität kommen. Dies wird durch die Pulsationsmessstelle festgestellt. Wenn das Pulsationssignal X_{Puls} anwächst, kann der zentral eingedüste Massenstrom vermindert werden, um die Verbrennungsstabilität zu erhöhen und dem Anwachsen der Verbrennungs-Druckschwankungen entgegenzuwirken. Auf diese Weise kann die Zentraleindüsung in Abhängigkeit von gemessenen relevanten Daten geregelt werden.

[0028] Es versteht sich von selbst, dass die angegebenen Betriebsverfahren auch Teil wesentlich komplexerer, übergeordneter Steuerungskonzepte darstellen und in diese integriert sein können.

[0029] Die vorstehenden Ausführungen dienen dem Fachmann als illustrative Beispiele für die Vielzahl von möglicher Ausführungsformen des erfindungsgemässen und in den Ansprüchen gekennzeichneten Brenners und für dessen vorteilhafte Betriebsweisen. Sie sind nicht beschränkend zu verstehen.

Bezugszeichenliste

[0030]

1	Brenner
2	Massenstrom-Messstelle
3	Steuereinheit
10	Verdichter
11	verstellbare Vorleitreihe
20	Gasturbinen-Brennkammer
30	Turbine
40	Generator
50	Brennkammer
100	Drallerzeuger
100a	Längsachse des Drallerzeugers, Brenners
102, 102,	

103, 104	Drallerzeuger-Teilkörper	
101a, 102a,		
103a, 104a	Achsen der Drallerzeuger-Teilkörper	
105	Drallerzeuger-Innenkörper	
108	Frontplatte, Frontsegment	5
109	Prallkühlblech	
111	Brennstoffleitung	
112	Eindüsungsvorrichtung	
113	zentrale Brennstoffdüse	
121	tangentiale Einlassschlitze	10
122	Innenraum des Drallerzeugers	
123	Rückströmzone	
141	Verbrennungsluftstrom	
142	Brennstoffmenge	
144	Drallströmung	15
145	Verbrennungsgase	
146	zentral einzudüsende Brennstoffmenge	
147	zentral eingedüster Brennstoff	
148	Kühlluft	
149	Prallkühlluft	20
150	Luftmenge, Wandfilm	
200	Mischstrecke	
210	Haltering	
220	Übergangselement	
221	Übergangskanäle	25
230	Mischrohr	
231	Wandfilmbohrungen	
232	Abrisskante	
300	Mischstrecke	
301	Mantelgehäuse der Mischstrecke	30
311	Durchtrittskanäle für Verbrennungsgase	
320	Totwasser	
322	Innenraum der Mischstrecke (300)	
1051	Kammer	
1081	Filmkühlöffnungen	35
1111	Austrittsbohrung	
1121	Durchströmkörper	
1122	Zentralkörper	
1123	Konus	
1124	Boden	40
1125	Öffnung	
1126	Aussenkörper	
1127	äussere Steuerbohrung	
1128	innere Steuerbohrung	
1131	Brennstoffzuleitung	45
X	Messgrösse	
Y	Stellgrösse	

Patentansprüche

1. Brenner mit hoher Flammenstabilität zum Einsatz in einem Wärmeerzeuger, im wesentlichen bestehend aus einem Drallerzeuger (100) mit Mitteln zum tangentialen Einbringen eines Verbrennungsluftstroms (141) in einen Innenraum (122) des Drallerzeugers (100) sowie Mitteln zum Einbringen wenigstens eines Brennstoffes (142) in den Verbren-

nungsluftstrom unter Ausbildung einer Drallströmung mit einer axialen Bewegungskomponente hin zur Brennermündung, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromab des Drallerzeugers (100) eine zumindest teilweise in die Brennkammer (50) ragende Mischstrecke (300) angeordnet ist und diese Mischstrecke (300) in einem stromaufwärtigen Bereich Durchtrittskanäle (311) zur Brennkammer (50) aufweist.

2. Brenner nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine sprunghafte Querschnittserweiterung im Übergangsbereich von dem Drallerzeuger (100) zur Mischstrecke (300), wobei die Durchtrittskanäle (311) zur Brennkammer (50) unmittelbar stromab dieser Querschnittserweiterung angeordnet sind.

3. Brenner nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Querschnittsflächenverhältnis von der Mischstrecke (300) zum Drallerzeuger (100) 1,05 bis 2,5 beträgt.

4. Brenner nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mischstrecke (300) eine im wesentlichen zylindrische Innenkontur besitzt.

5. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mischstrecke (300) in axialer Richtung eine konvergent-divergente Innenkontur besitzt und im Bereich des engsten Strömungsquerschnitts die Durchtrittskanäle (311) zur Brennkammer (50) angeordnet sind.

6. Brenner nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Diffusorhalbwinkel der Mischstrecke (300) 3° bis 10° beträgt.

7. Brenner nach Anspruch 2 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchtrittskanäle (311) gleichmässig über den Umfang des die Mischstrecke (300) umschliessenden Mantelgehäuses (301) angeordnet sind.

8. Brenner nach Anspruch 2 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungskanäle (311) eine im wesentlichen kreisrunde oder langrunde Querschnittsform besitzen.

9. Brenner nach Anspruch 2 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchtrittskanäle (311) eine im wesentlichen rechteckige Querschnittsform besitzen.

10. Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchtrittskanäle (311) ringspaltförmig ausgebildet sind.

11. Brenner nach Anspruch 2 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass die Durchtrittskanäle (311) eine in Strömungsrichtung konstante Querschnittsfläche aufweisen.

12. Brenner nach Anspruch 2 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachsen der Durchtrittskanäle (311) senkrecht zur Brennerachse (100a) verlaufen. 5
13. Brenner nach Anspruch 2 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachsen der Durchtrittskanäle (311) in einem spitzen Winkel zur Brennerachse (100a) verlaufen. 10
14. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die Mischstrecke (300) umhüllende Mantelgehäuse (301) mit dem Gehäuse des Drall- 15
lererzeugers (100) mechanisch gekoppelt ist
15. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die Mischstrecke (300) umhüllende 20
Mantelgehäuse (301) vom Gehäuse des Drall-
erzeugers (100) mechanisch entkoppelt ist.
16. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die Mischstrecke (300) umhüllende 25
Mantelgehäuse (301) aus einem metallischen
Werkstoff besteht.
17. Brenner nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mantelgehäuse (301) gekühlt 30
ist.
18. Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die Mischstrecke (300) umhüllende 35
Mantelgehäuse (301) aus einem keramischen
Werkstoff besteht.
19. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 15 zum 40
Betrieb in einer Brennkammer einer Gasturbinen-
anlage.
20. Verfahren zur Verbrennung gasförmiger und/oder 45
flüssiger Brennstoffe in mager vorgemischten Bren-
nern, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Brenn-
stoff-/Luftgemisch vor der Zündung erwärmt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekenn- 50
zeichnet, dass** dem Brennstoff-/Luftgemisch vor
der Zündung eine Verbrennungsgasmenge zuge-
mischt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekenn- 55
zeichnet, dass** dem Brennstoff-/Luftgemisch eine
Verbrennungsgasmenge in einem Massentanteil
von 5% bis 60% zugemischt wird.
23. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekenn-**

zeichnet, dass dem Brennstoff-/Luftgemisch eine Verbrennungsgasmenge unmittelbar aus der Brennkammer zugemischt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** das strömende Brennstoff-/Luftge-
misch eine Verbrennungsgasmenge unmittelbar
aus der Brennkammer ansaugt.
25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** das Brennstoff-/Luftgemisch in ei-
ner Drallströmung eine in eine Brennkammer ra-
gende Mischstrecke durchströmt und stromauf der
Mündung dieser Mischstrecke aus der Brennkam-
mer Verbrennungsgase ansaugt.
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die Verbrennungsgase über Einlas-
söffnungen im Gehäusemantel der Mischstrecke
angesaugt werden.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 26, **da-
durch gekennzeichnet, dass** es zum Betrieb ma-
ger vorgemischter Brenner einer Gasturbinenanla-
ge angewendet wird.

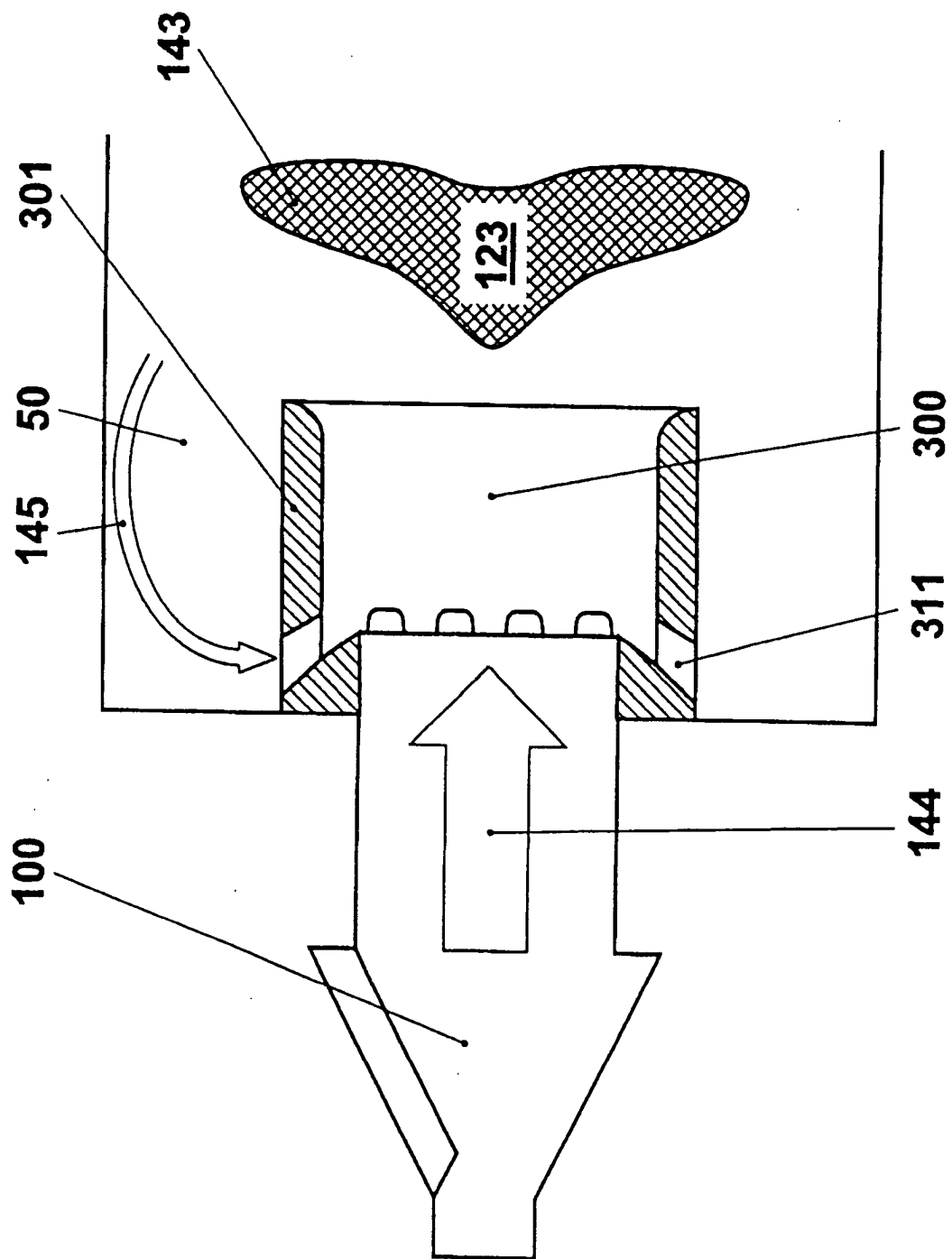


FIG. 1

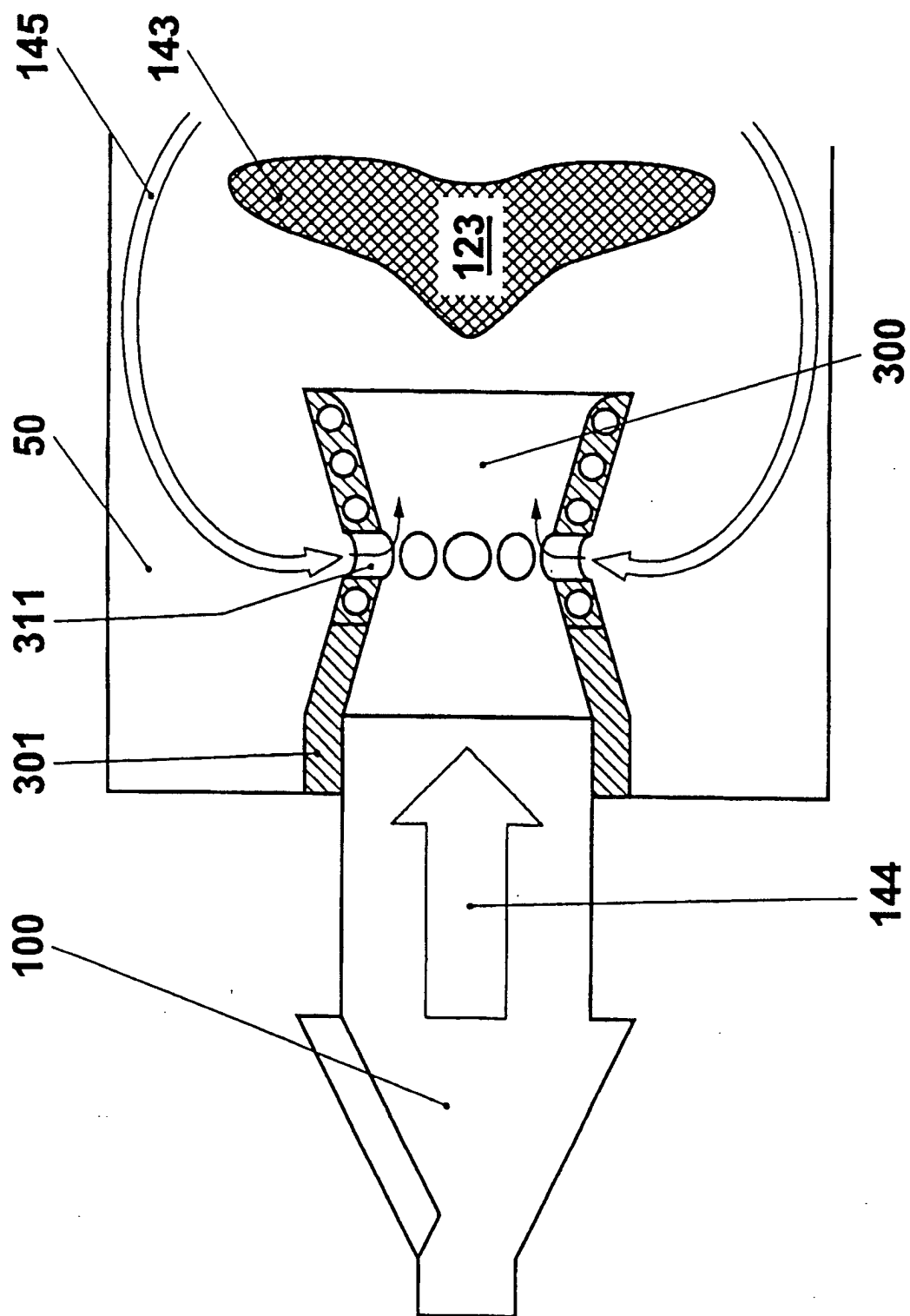


FIG. 2

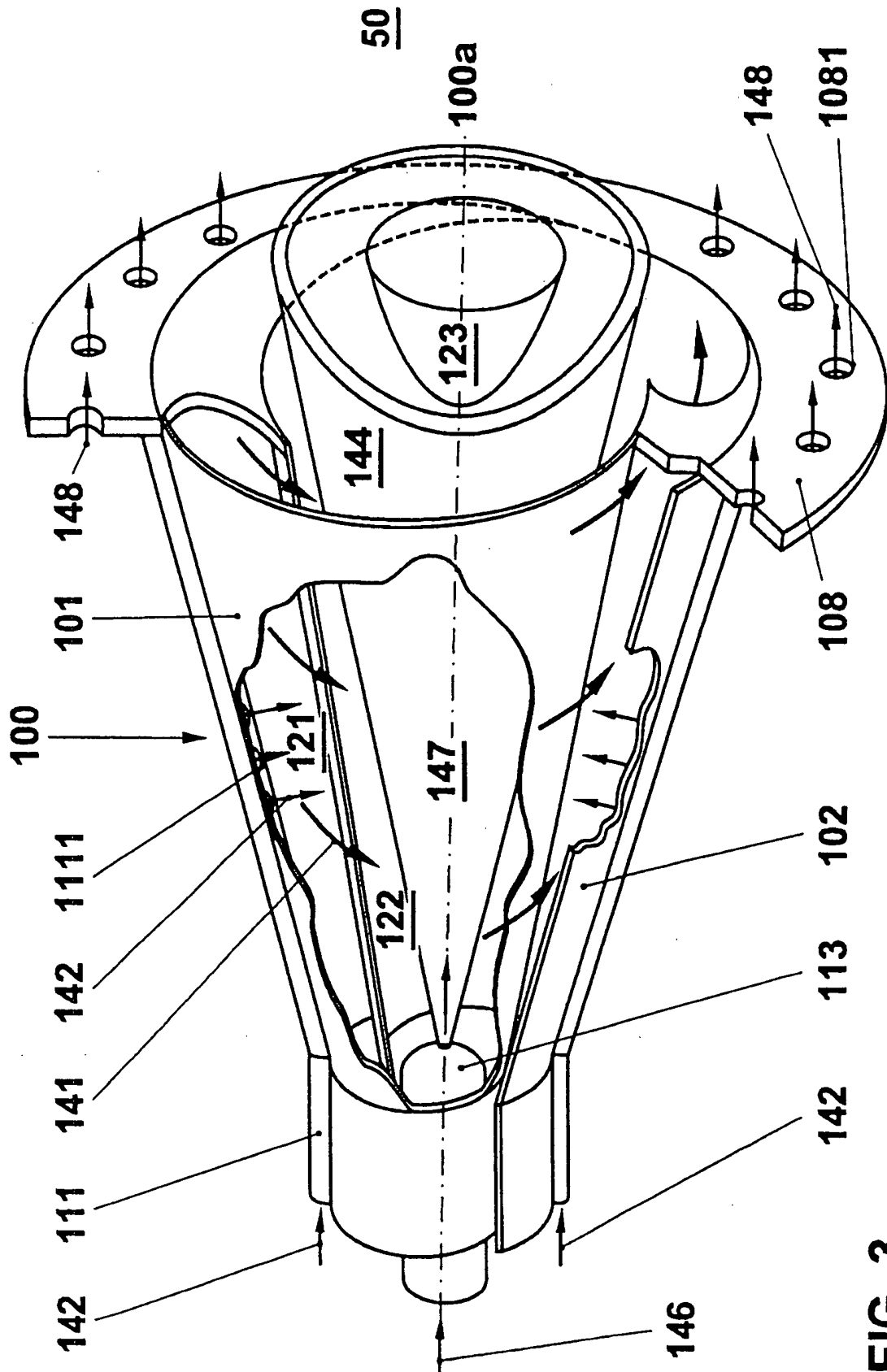


FIG. 3

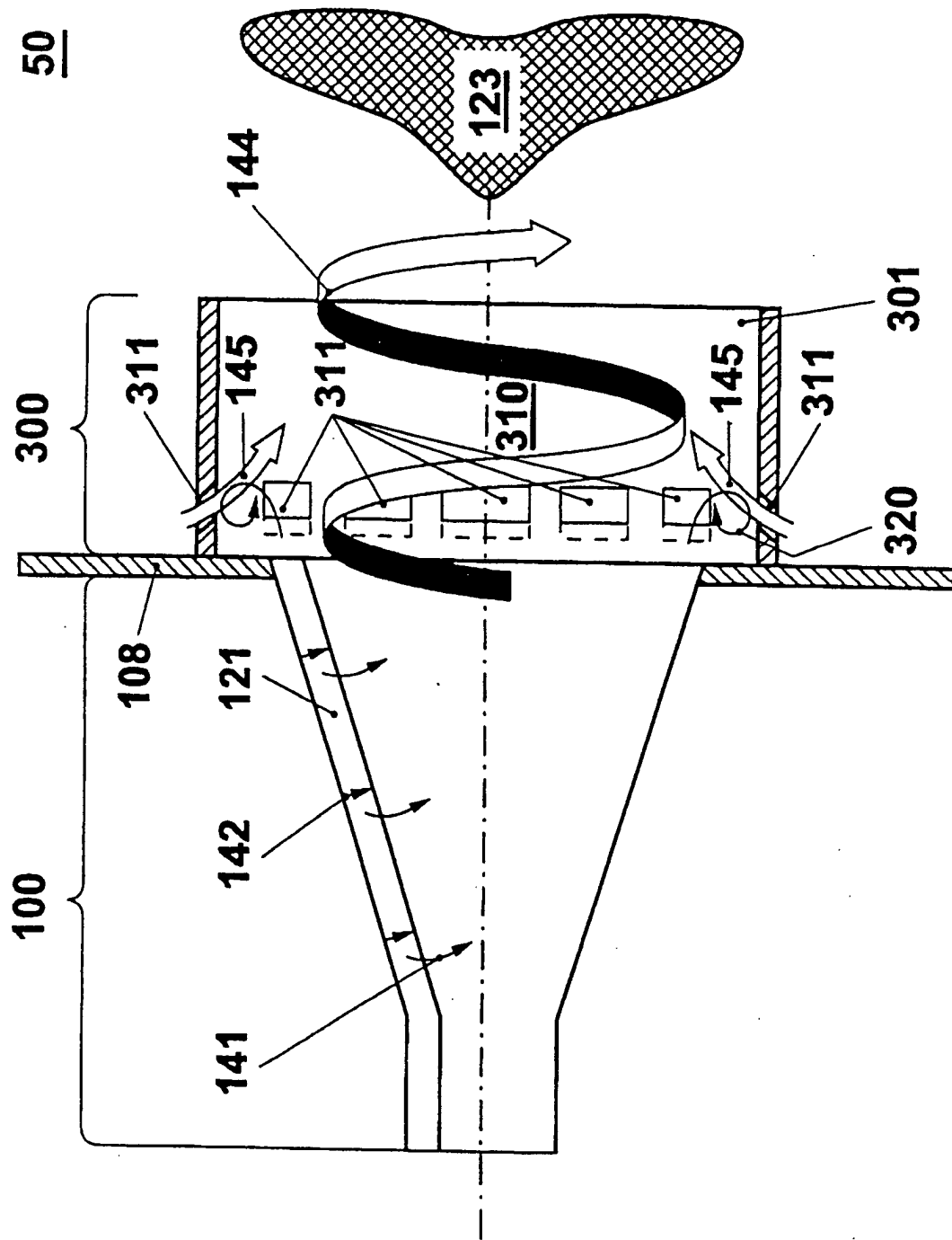


FIG. 4

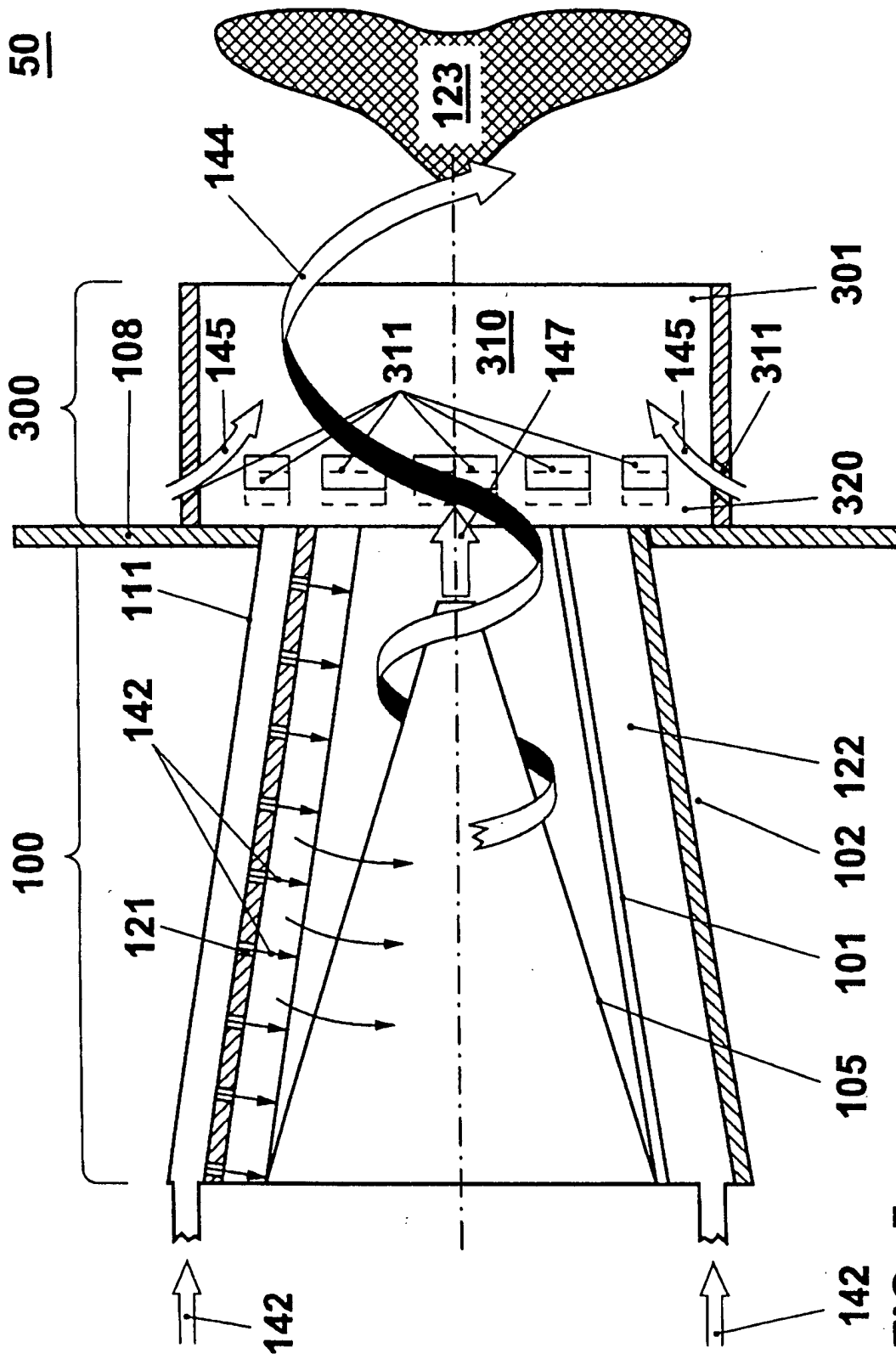


FIG. 5

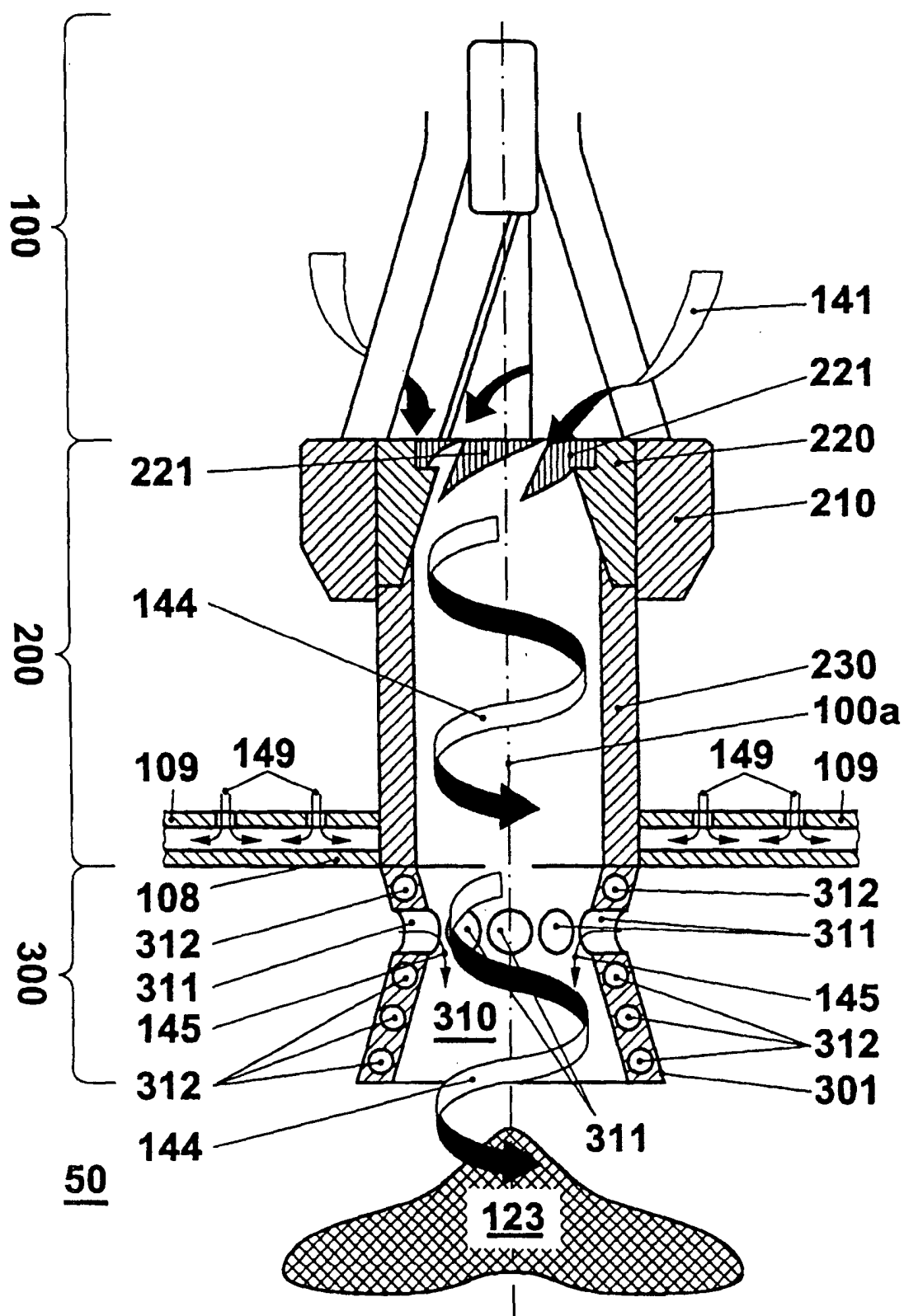
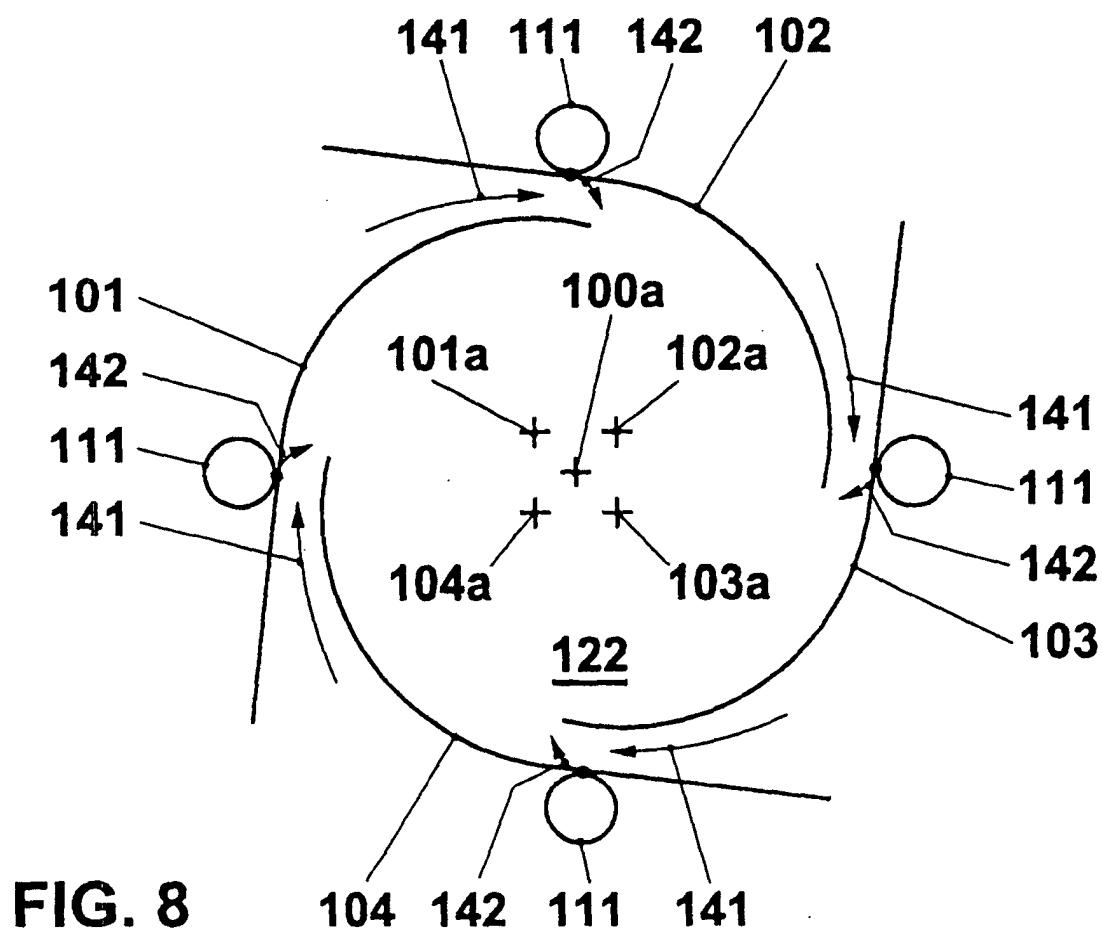
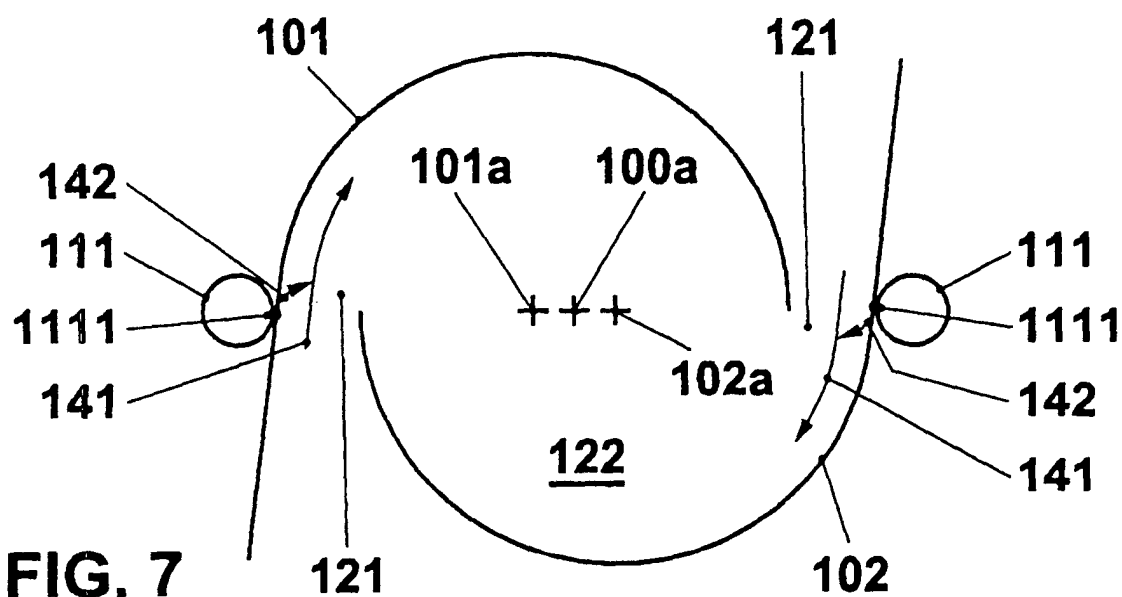


FIG. 6



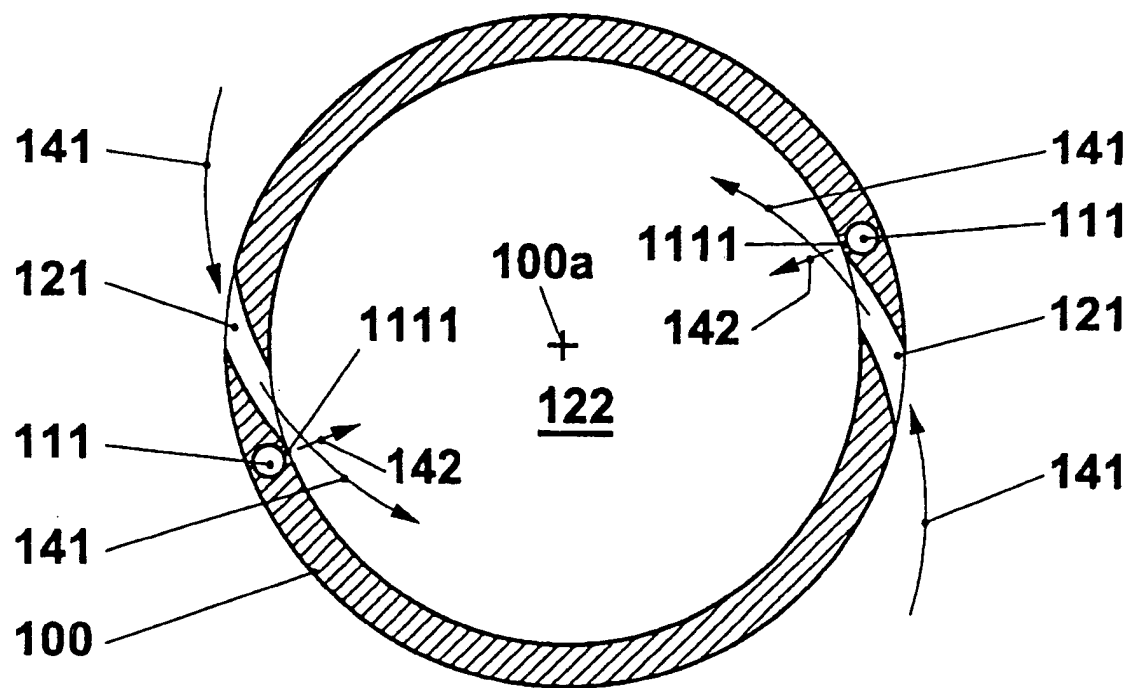


FIG. 9

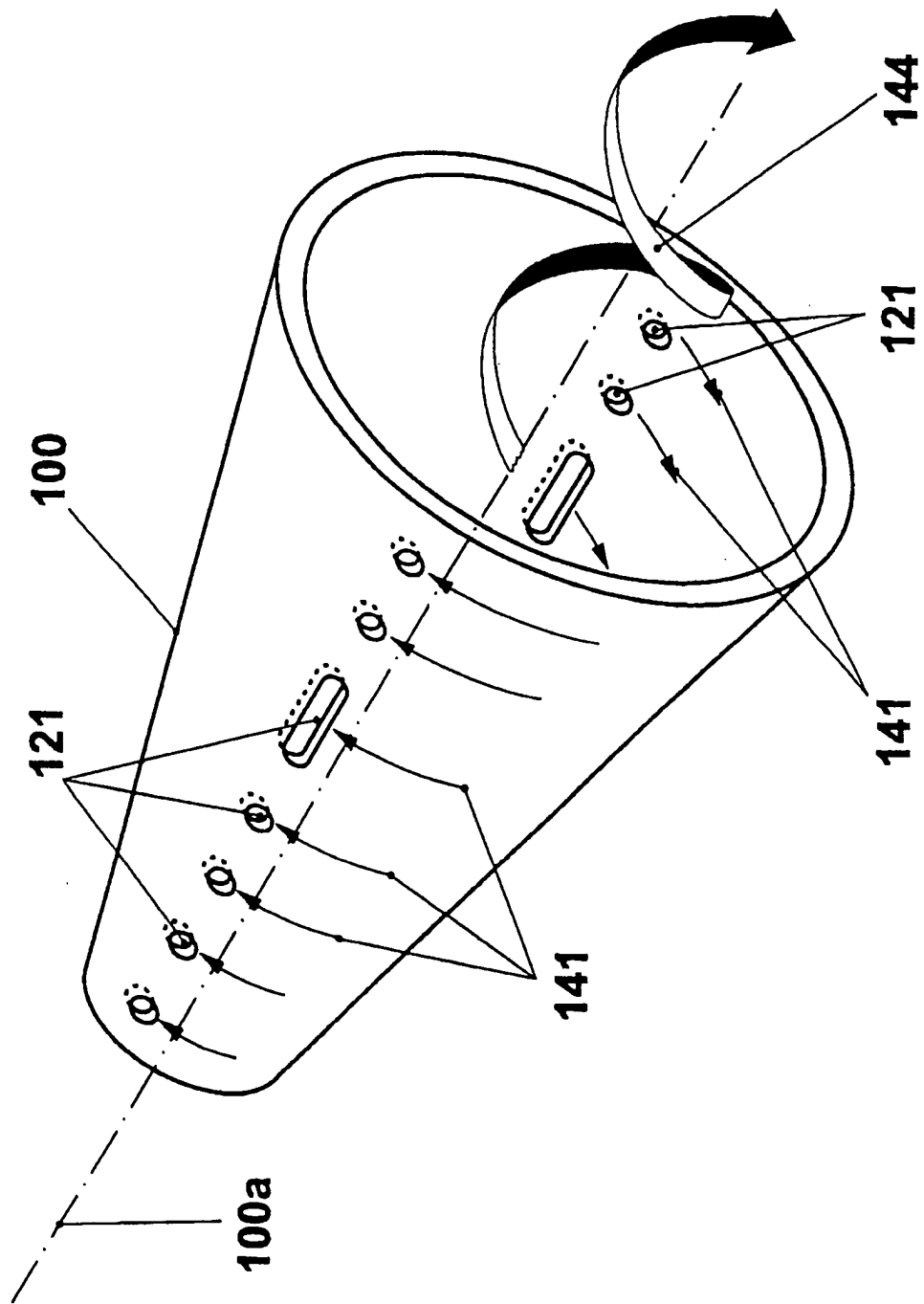


FIG. 10

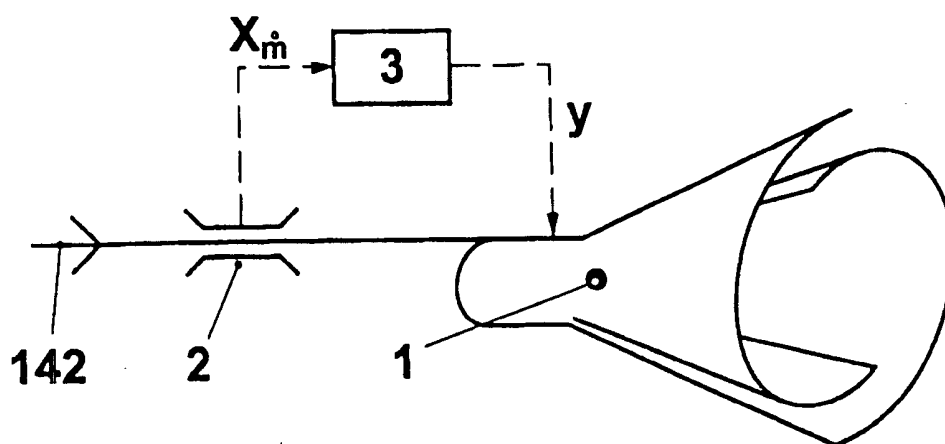


FIG. 11

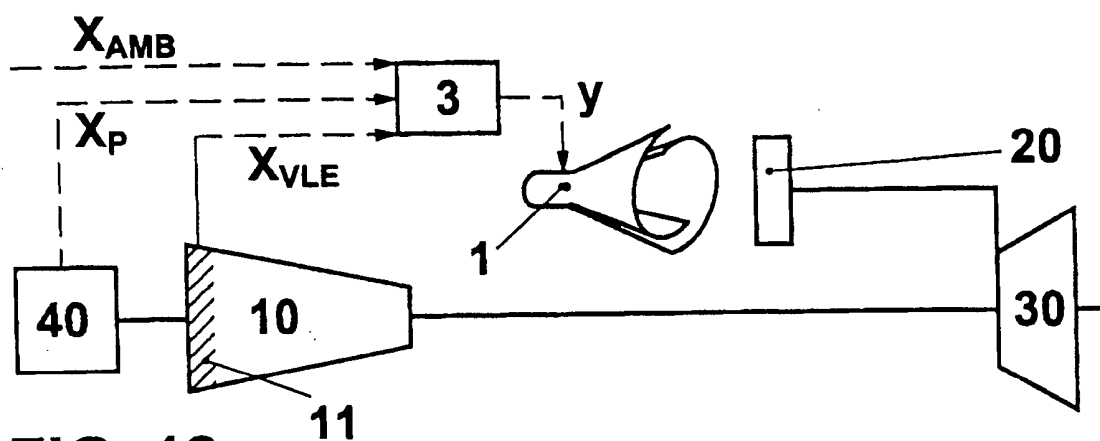


FIG. 12

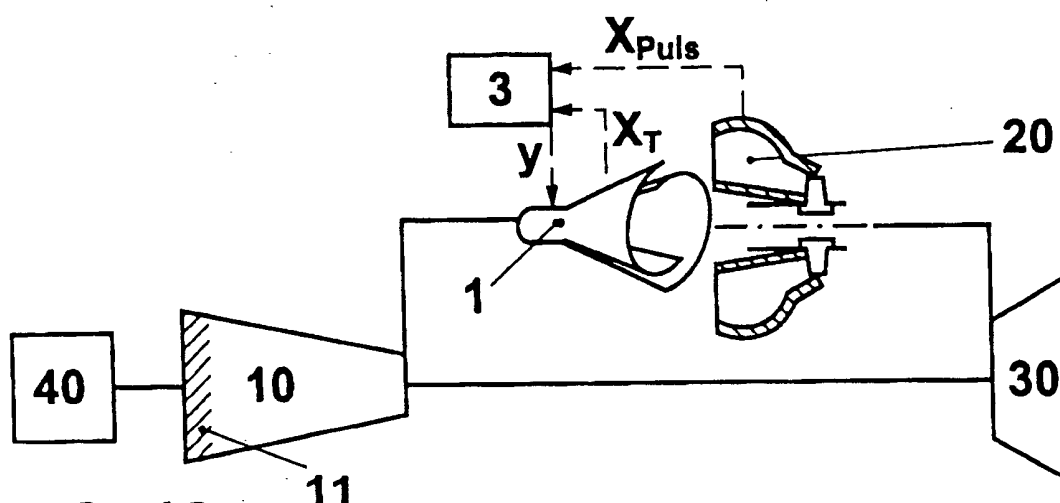


FIG. 13



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 12 8806

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 687 854 A (ACOTECH SA NV) 20. Dezember 1995 (1995-12-20)	20-22	F23D14/66
A	* Seite 3, Zeile 13 - Seite 5, Zeile 56; Abbildung *	5	F23D14/02 F02C3/34
X	DE 44 12 365 A (KOERTING HANNOVER AG) 12. Oktober 1995 (1995-10-12)	20,21, 23,24	
A	* Spalte 1, Zeile 37 - Spalte 3, Zeile 64; Anspruch 8; Abbildung 1 *	2,4	
A,D	EP 0 780 629 A (ABB RESEARCH LTD) 25. Juni 1997 (1997-06-25) * das ganze Dokument *	1	
A,D	EP 0 945 677 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 29. September 1999 (1999-09-29) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F23D F23R F02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 20. März 2002	Prüfer Theis, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 12 8806

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-03-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0687854	A	20-12-1995	EP	0687854 A1	20-12-1995
DE 4412365	A	12-10-1995	DE	4412365 A1	12-10-1995
			IT	MI950704 A1	11-10-1995
EP 0780629	A	25-06-1997	DE	19547913 A1	26-06-1997
			AT	203101 T	15-07-2001
			CA	2190805 A1	22-06-1997
			DE	59607269 D1	16-08-2001
			EP	0780629 A2	25-06-1997
			JP	9184606 A	15-07-1997
			US	5735687 A	07-04-1998
EP 0945677	A	29-09-1999	US	6178752 B1	30-01-2001
			CN	1234483 A	10-11-1999
			EP	0945677 A2	29-09-1999
			JP	11311415 A	09-11-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82