



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.08.2005 Patentblatt 2005/31

(51) Int Cl.7: **F23D 14/02**, F23D 17/00,
F23R 3/28

(21) Anmeldenummer: **05101530.3**

(22) Anmeldetag: **13.06.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **15.06.2000 DE 10029607**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
01951833.1 / 1 292 795

(71) Anmelder: **ALSTOM Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:

- **Hellat, Jaan**
5406, Baden-Rüti (CH)
- **Eroglu, Adnan**
5417, Untersiggenthal (CH)
- **Stuber, Peter**
8037, Zürich (CH)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 01-03-2005 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Brenner**

(57) Ein Brenner besteht im Wesentlichen aus einem Drallerzeuger (1) für einen Verbrennungsluftstrom (11), einem Drallraum (2) und Mitteln zur Einbringung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom, wobei der Drallerzeuger (1) Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) für den tangential in den Drallraum (2) eintretenden Verbrennungsluftstrom aufweist. Die Mittel zur Einbringung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom umfassen wenigstens eine erste Brennstoffzuführung (5) mit einer ersten Gruppe von im Wesentlichen in Richtung einer Brennerachse (3) angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen (6) für eine erste Vormischbrennstoffmenge

(P1) sowie eine oder mehrere zweite Brennstoffzuführungen (7) mit einer zweiten Gruppe von im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse (3) angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen (8) für eine zweite Brennstoffmenge (P2). Die zweiten Brennstoffzuführungen (7) sind unabhängig von den ersten Brennstoffzuführungen (5) mit Brennstoff beaufschlagbar. In dem Drallraum (2) ist ein Innenkörper (9) angeordnet, wobei die Brennstoff-Austrittsöffnungen (8) wenigstens einer zweiten Brennstoffzuführung (7) im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse (3) verteilt auf dem Innenkörper (9) angeordnet sind.

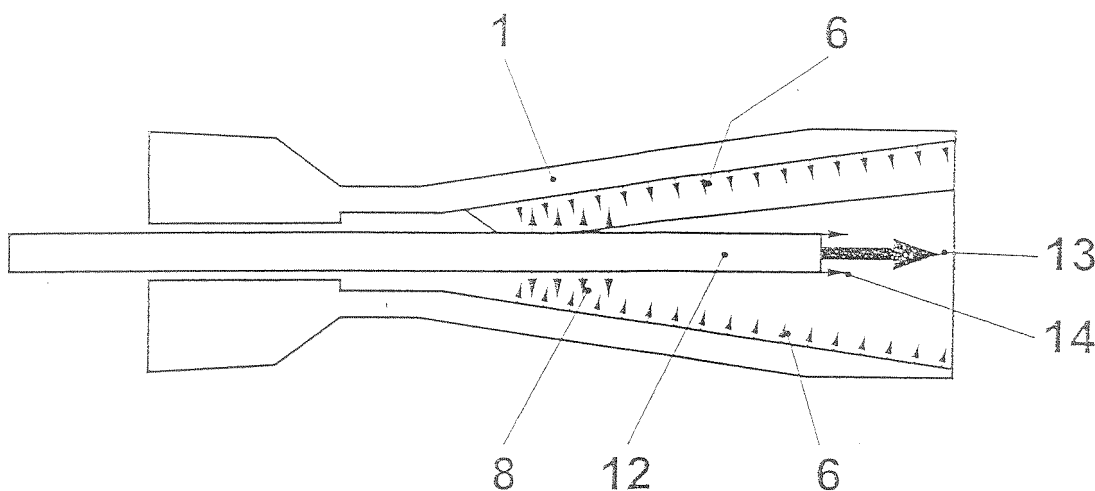


Fig. 1

Beschreibung**Technisches Anwendungsgebiet**

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brenner gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein bevorzugtes Einsatzgebiet für derartige Brenner sind die Brennräume von Gasturbinen; derartige Brenner werden weiterhin beispielsweise auch in atmosphärischen Kesselfeuerungen eingesetzt.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 0 321 809 ist ein aus mehreren Schalen bestehender kegelförmiger Brenner, ein sogenannter Doppelkegelbrenner, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 bekannt. Durch den kegelförmigen aus mehreren Schalen zusammengesetzten Drallerzeuger wird eine Drallströmung in dem von den Teilkegelschalen eingeschlossenen Kegelinnenraum erzeugt. Aufgrund eines Querschnittsprungs an einem brennraumseitigen Ende des Brenners wird die Drallströmung instabil, und geht in eine annuläre Drallströmung mit Rückströmung im Kern über. Diese Rückströmung ermöglicht die Stabilisierung einer Flammenfront am Brenneraustritt. Die Schalen des Drallerzeugers sind derart zusammengesetzt, dass entlang der Brennerachse tangentielle Lufteintrittsschlitze für Verbrennungsluft gebildet werden. An der hierdurch gebildeten Einströmkante der Kegelschalen sind Zuführungen für einen gasförmigen Vormischbrennstoff, vorgesehen, die in Richtung der Brennerachse verteilte Austrittsöffnungen für das Vormischgas aufweisen. Das Gas wird durch die Austrittsöffnungen bzw. Bohrungen quer zum Lufteintrittsspalt eingedüst. Diese Eindüsung führt in Verbindung mit dem im Drallraum erzeugten Drall der Verbrennungsluft-Brenngas-Strömung zu einer guten Durchmischung des Brenn- bzw. Vormischgases mit der Verbrennungsluft. Eine gute Durchmischung ist bei derartigen Vormischbrennern die Voraussetzung für niedrige NO_x -Werte beim Verbrennungsvorgang.

[0003] Zur weiteren Verbesserung eines derartigen Brenners ist aus der EP 0 780 629 ein Brenner für einen Wärmeerzeuger bekannt, der im Anschluss an den Drallerzeuger eine zusätzliche Mischstrecke zur weiteren Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft aufweist. Diese Mischstrecke kann beispielsweise als nachgeschaltetes Rohr ausgeführt sein, in das die aus dem Drallerzeuger austretende Strömung ohne nennenswerte Strömungsverluste überführt wird. Durch diese zusätzliche Mischstrecke kann der Vermischungsgrad weiter erhöht und damit die Schadstoffemissionen verringert werden.

[0004] Die WO 93/17279 zeigt einen weiteren bekannten Vormisch-Brenner, bei dem ein zylindrischer Drallerzeuger mit einem zusätzlichen konischen Innenkörper eingesetzt wird. Bei diesem Brenner wird das Vormischgas ebenfalls über Zuführungen mit entsprechenden Austrittsöffnungen in den Drallraum eingedüst, die entlang der axial verlaufenden Lufteintrittsschlitze angeordnet sind. Dieser Brenner weist im konischen Innenkörper zusätzlich eine zentrale Zuführung für Brenngas auf, das nahe der Austrittsöffnung des Brenners zur Pilotierung in den Drallraum eingedüst werden kann. Diese zusätzliche Pilotstufe dient dem Anfahren des Brenners. Die Zuführung des Pilotgases im Austrittsbereich des Brenners führt jedoch zu erhöhten NO_x -Emissionen, da in diesem Bereich nur eine unzureichende Vermischung mit der Verbrennungsluft stattfinden kann.

[0005] Die EP 0918191 A1 zeigt einen gattungsgemäßen Brenner zum Betrieb eines Wärmeerzeugers, der parallel zu einer ersten Zuführung für Brennstoff auch eine zweite Zuführung für einen anderen Brennstofftyp aufweist, die auf den anderen Brennstofftyp abgestimmt ist. Beide Zuführungen sind unabhängig voneinander ansteuerbar. Durch diese Ausgestaltung kann der Brenner ohne Umgestaltung mit unterschiedlichen Brennstofftypen betrieben werden.

[0006] Bei allen dargestellten Brennern erfolgt die Eindüsung des Vormischgases im Lufteintrittsspalt durch Zuführungen mit im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse angeordneten Austrittsöffnungen. Damit sind die Charakteristik der Eindüsung hinsichtlich Eindringtiefe und Einmischung der Gasstrahlen sowie die Brennstoffverteilung entlang der Lufteintrittsschlitze bzw. der Brennerachse vorgegeben. Die Anordnung der Austrittsöffnungen legt somit bereits die Mischgüte des Gases und der Verbrennungsluft sowie die Brennstoffverteilung am Brenneraustritt fest. Diese Größen sind wiederum entscheidend für die NO_x -Emissionen, für die Lösch- und Rückschlagsgrenzen sowie für die Stabilität des Brenners im Hinblick auf Verbrennungspulsationen.

[0007] Bei unterschiedlichen Lasten, Gasqualitäten oder Gasvorwärmtemperaturen treten jedoch unterschiedliche Gasvordrücke an den Austrittsöffnungen auf, die wiederum zu unterschiedlichen Vormischbedingungen und Gemischqualitäten am Brennstoffaustritt führen. Aus den unterschiedlichen Vormischbedingungen resultieren dann unterschiedliche Emissionswerte und Stabilitätsbedingungen, die von der Last, der Gasqualität und der Gasvorwärmung abhängig sind. Die bekannten Brenner lassen sich daher nur für ganz bestimmte Wertebereiche dieser Parameter optimal betreiben.

[0008] Problematisch beim Betrieb von Vormischbrennern insbesondere in Gasturbinen ist der Teillastbereich, da hier der Brennluft nur vergleichsweise geringe Brennstoffmengen zugemischt werden. Bei der vollständigen Vermischung des Brennstoffes mit der gesamten Luft aber entsteht ein Gemisch, welches gerade im unteren Teillastbereich nicht mehr zündfähig ist, oder nur noch eine sehr instabile Flamme auszubilden in der Lage ist. Dies kann zu schäd-

lichen Verbrennungspulsationen oder zum vollständigen Verlöschen der Flamme führen.

[0009] Für eine Anpassung der bekannten Brenner auf bestimmte Emissionswerte oder auf ein bestimmtes Stabilitätsfenster bei unterschiedlichen Lasten, Umgebungsbedingungen, Gasqualitäten und Vorwärmtemperaturen besteht zurzeit einerseits die Möglichkeit, bei Einsatz von Mehrfachbrenneranordnungen die Vormisch- bzw. Premixgaszufuhr zu einzelnen Brennergruppen zu stufen. Dies ist jedoch nur bei mehrreihigen Brenneranordnungen möglich. Für ein-

reihige annulare Brennkammern hat diese Technik den Nachteil, dass sich ein in Umfangsrichtung ungleichförmiges Temperaturprofil im Brennkammeraustritt einstellt.

[0010] Eine andere Möglichkeit ist, Brenner, wie oben bereits kurz angerissen, mit einer sogenannten Pilot-Brennstoffversorgung auszustatten. Die Brenner werden dann bei sehr hohen Luftzahlen als Diffusionsbrenner betrieben. Dies resultiert einerseits in einer überlegenen Flammenstabilität, andererseits aber in hohen Emissionswerten und weiteren betriebstechnischen Nachteilen.

[0011] Aus der EP 433 790 ist ein Doppelkegelbrenner bzw. ein Verfahren zum Betrieb eines Doppelkegelbrenners bekannt geworden, bei dem über längs der tangentialen Lufteintrittsöffnungen angeordnete Düsen ein erster Brennstoff, beispielsweise Erdgas, in den Verbrennungsluftstrom eingedüst wird, während stromauf des Eintritts der Luft in den Brenner im Bereich der Eintrittsschlitz Kanäle mit Injektoren ausgebildet sind, über die ein zweiter, vom ersten Brennstoff verschiedener Brennstoff, beispielsweise ein mittelkalorisches Gas, das in der Regel leicht entzündlichen Wasserstoff enthält, eingedüst wird.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Brenner anzugeben, der auch bei Änderungen der Last, der Gasqualität oder der Gasvorwärmtemperatur mit annähernd konstanten NO_x -Emissionswerten möglichst im Vormischbetrieb stabil betrieben werden kann.

Darstellung der Erfindung

[0013] Die Aufgabe wird mit dem Brenner gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterentwicklungen des Brenners sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0014] Der vorgeschlagene Brenner besteht aus einem Drallerzeuger für einen Verbrennungsluftstrom, einem Drallraum und Mitteln zur Einbringung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom, wobei der Drallerzeuger Brennlufteintrittsöffnungen für den tangential in den Drallraum eintretenden Verbrennungsluftstrom aufweist, die Mittel zur Einbringung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom eine oder mehrere erste Brennstoffzuführungen mit einer ersten Gruppe von im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen für eine erste Vormischbrennstoffmenge umfassen und der Brenner eine oder mehrere zweite Brennstoffzuführungen mit einer zweiten Gruppe von im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen für eine zweite Brennstoffmenge, vorzugsweise eine Vormischbrennstoffmenge, aufweist, welche zweite Brennstoffzuführungen unabhängig von der bzw. den ersten Brennstoffzuführungen mit Brennstoff beaufschlagbar ist/sind. Der vorgeschlagene Brenner zeichnet sich in dadurch aus, dass in dem Drallraum ein Innenkörper angeordnet ist, wobei die Brennstoff-Austrittsöffnungen wenigstens einer zweiten Brennstoffzuführung im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse verteilt auf dem Innenkörper angeordnet sind. Bei dem Innenkörper handelt es sich bei einer Ausführungsform um eine Brennstofflanze, die im Drallraum auf der Brennerachse angeordnet ist.

[0015] Vorzugsweise sind eine oder mehrere der ersten Gruppen von Brennstoff-Austrittsöffnungen im Bereich zumindest einer der Brennlufteintrittsöffnungen angeordnet.

[0016] Unter einer Anordnung im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse ist in der vorliegenden Anmeldung eine Anordnung auf Achsen zu verstehen, die parallel oder unter einem Winkel $< 45^\circ$ zur Brennerachse verlaufen.

[0017] In einer möglichen Ausführungsform des vorliegenden Brenners sind auch einige der zweiten Brennstoffzuführungen unmittelbar neben den ersten Brennstoffzuführungen, vorzugsweise parallel zu diesen, angeordnet. Hierbei sollte zumindest eine zweite Brennstoffzuführung neben jeder ersten Brennstoffzuführung vorgesehen sein.

[0018] Es können kegelförmige Drallerzeuger, wie sie aus den eingangs genannten Druckschriften des Standes der Technik bekannt sind, beispielsweise mit zwei, vier oder mehr Lufteintrittsschlitzten, eingesetzt werden. Auch andere Geometrien, wie zylindrische Drallerzeuger oder zylindrische Drallerzeuger mit konischen oder zylindrischen Innenkörpern lassen sich einsetzen.

[0019] Einige der zweiten Brennstoffzuführungen sind in einer Ausführungsform des Brenners an der Aussenschale des Drallkörpers und hierbei insbesondere an den Lufteintrittsschlitzten entlang dieser angeordnet. Wesentlich beim vorliegenden Brenner ist, dass die zweiten Brennstoffzuführungen mehrere im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse verteilte Brennstoff-Austrittsöffnungen aufweisen, um eine ausreichende Vormischung erzielen zu können. Die Austrittsöffnungen liegen in der Regel auf parallel oder unter einem durch eine Kegelform des Drallerzeugers oder Innenkörpers vorgegebenen Winkel zur Brennerachse verlaufenden Achsen.

[0020] Je nach angestrebten Einflussmöglichkeiten auf die Vormischung können die zweiten Brennstoff-Austrittsöffnungen der zweiten Brennstoffzuführungen im Vergleich zu den ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen andere gegenseitige Abstände oder Durchströmquerschnitte aufweisen. Gerade bei einer Anordnung, bei der unmittelbar neben

einer ersten Brennstoffzuführung auch zumindest eine zweite Brennstoffzuführung vorgesehen ist, können die jeweiligen Brennstoff-Austrittsöffnungen auch die gleichen gegenseitigen Abstände aufweisen, jedoch versetzt zueinander angeordnet sein. Dies führt zu einer gleichmäßigeren Eindüsung des Vormischbrennstoffes in den Drallraum. Weiterhin können beispielsweise die ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen über die gesamte axiale Erstreckung der Brennlufteintrittsöffnungen, die zweiten Brennstoff-Austrittsöffnungen jedoch nur in einem bestimmten axialen Teilbereich angeordnet sein. In gleicher Weise ist es auch möglich, die ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen nur in einem ersten axialen Teilbereich und die zweiten Brennstoff-Austrittsöffnungen nur in einem sich an den ersten Teilbereich anschließenden zweiten axialen Teilbereich vorzusehen - oder umgekehrt. Unterschiedliche Einflussmöglichkeiten auf den Betrieb des Brenners aufgrund dieser unterschiedlichen Ausgestaltungsmöglichkeiten, deren Kombination keine praktischen Grenzen gesetzt sind, lassen sich den Ausführungsbeispielen entnehmen.

[0021] Zur voneinander unabhängigen Beaufschlagung der ersten und der zweiten Brennstoffzuführungen mit dem Vormischbrennstoff sind diese mit unterschiedlichen Anschlüssen ausgestattet. Vorzugsweise sind zusätzlich Mittel zur voneinander unabhängigen Regelung oder Steuerung der Vormischbrennstoffzufuhr zu den ersten und den zweiten Brennstoffzuführungen vorgesehen. Die unterschiedliche Zufuhr kann beispielsweise durch ein geeignetes Regelventil gesteuert werden.

[0022] Durch eine Ausgestaltung, bei der auch mehrere der zweiten Brennstoff-Zuführungen unabhängig voneinander mit Vormischbrennstoff beaufschlagbar sind - und beaufschlagt werden, lässt sich eine noch feiner abgestufte Anpassung der Mischungsverteilung und der Mischgüte an unterschiedliche Randbedingungen vornehmen.

[0023] Weiterhin schließt die Erfindung auch solche Ausgestaltungen ein, bei denen neben ersten und zweiten auch dritte, vierte usw. Brennstoffzuführungen vorhanden und unabhängig mit Brennstoff beaufschlagbar sind.

[0024] Zum Betrieb des Brenners wird die Zufuhr des Brennstoffes über die ersten Brennstoffzuführungen getrennt von der Zufuhr des Brennstoffes über die zweiten Brennstoffzuführungen gesteuert oder geregelt, wobei der/den ersten und zweiten Brennstoffzuführungen der gleiche Brennstoff zugeführt wird. Über die Steuerung des Massenstromverhältnisses der über die ersten Brennstoffzuführungen zugeführten ersten Brennstoffmenge zu einer über die zweiten Brennstoffzuführungen zugeführten zweiten Brennstoffmenge während des Betriebes des Brenners lässt sich der Brenner auch bei Änderungen der Last, der Gasqualität oder der Gasvorwärmtemperatur mit annähernd konstanten NO_x -Emissionswerten stabil betreiben.

[0025] In der bevorzugten Ausführungsform wird hierbei der Brennstoff als Vormischbrennstoff eingesetzt und in variablem Massenstromverhältnis auf die ersten und zweiten Zuführungen aufgeteilt. Die Einspeisung von Vormischbrennstoff unterscheidet sich von der Einspeisung von Pilotbrennstoff, d.h. von Brennstoff für die Realisierung einer Pilotstufe, dadurch, dass Vormischbrennstoff mit einem höheren Impuls, vorzugsweise quer zur Strömung der Verbrennungsluft, in den Drallraum eingebracht wird. Bei der Einbringung von Brennstoff als Pilotbrennstoff hingegen wird der Brenner in einem Diffusionsmodus betrieben.

[0026] Vorzugsweise wird der Brennstoff lastabhängig auf die ersten und zweiten Brennstoffzuführungen verteilt in den Brenner eingebracht.

[0027] Bei einer weiteren bevorzugten Betriebsweise des Brenners wird in einem ersten Betriebszustand im Wesentlichen die gesamte Brennstoffmenge über den bzw. die ersten Brennstoffzuführungen zugeführt und über die erste Gruppe von Brennstoff-Austrittsöffnungen in den Verbrennungsluftstrom eingebracht, und in einem weiteren Betriebszustand wenigstens ein Teil der gesamten Brennstoffmenge über wenigstens eine der zweiten Brennstoffzuführungen mit der zweiten Gruppe von Brennstoff-Austrittsöffnungen in den Verbrennungsluftstrom eingebracht.

[0028] Wird der Brenner in einem Wärmeerzeuger betrieben, so kann in einem Teillastzustand des Wärmeerzeugers der gesamte Brennstoff über die ersten Brennstoffzuführungen zugeführt werden, und im Vollastbetrieb des Wärmeerzeugers der Brennstoff auf die ersten Brennstoffzuführungen und eine oder mehrere zweite Brennstoffzuführungen aufgeteilt werden.

[0029] Neben der oben angeführten lastabhängigen Verteilung des Brennstoffes auf die ersten und zweiten Brennstoffzuführungen lässt sich die Verteilung auch nach anderen Betriebsgrößen steuern. So kann der Brennstoff beispielsweise auch in Abhängigkeit von gemessenen Brennkammer-Pulsationen einer Gasturbine, von Schadstoffemissionen, von gemessenen Materialtemperaturen, von der durch einen Flammenpositionssensor erfassten Flammenposition oder von sonstigen Mess- oder Betriebsparametern auf die ersten und zweiten Brennstoffzuführungen verteilt werden.

[0030] Durch die ein oder mehreren zweiten Brennstoffzuführungen, durch die die Menge an Vormischbrennstoff, die über die zweite Gruppe von Brennstoff-Austrittsöffnungen in den Drallraum eingedüst wird, - und somit auch der Brennstoffvordruck - unabhängig von der Menge an Vormischbrennstoff eingestellt werden kann, die über die ersten Brennstoffzuführungen strömt, lässt sich eine einfache Anpassung der Mischungsverteilung und der Mischgüte an unterschiedliche Randbedingungen erreichen. Weiterhin kann durch diese Ausgestaltung auch ein Ausgleich unterschiedlicher Wobbezahlen erreicht werden, indem beispielsweise die ersten Brennstoffzuführungen eine bestimmte Leistung oder einen bestimmten Volumenstrom tragen und der Rest der Leistung oder des Volumenstroms über die zweiten Brennstoffzuführungen gefahren wird. Durch geeignete Anordnung der zweiten Brennstoffzuführungen mit den entsprechenden zweiten Gruppen von Brennstoff-Austrittsöffnungen relativ zu den ersten Brennstoffzuführungen

mit den ersten Gruppen von Brennstoff-Austrittsöffnungen lässt sich die axiale und radiale Brennstoffverteilung im Brenner günstig beeinflussen. So ist es möglich, im Teillastbetrieb in bestimmten Bereichen des Brenneraustritts eine gezielte Anreicherung des Gemisches mit Brennstoff zu erzielen, um die Flammenstabilität zu verbessern. Bei hoher Brennerlast kann der Brennstoff dann gleichmässig verteilt werden, was in geringen Emissionen resultiert.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0031] Der vorgeschlagene Brenner sowie das ebenfalls beschriebene Betriebsverfahren werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Figur 1 ein erstes Beispiel für einen vorgeschlagenen Brenner;
- Figur 2 ein zweites Beispiel für einen vorgeschlagenen Brenner;
- Figur 3 ein drittes Beispiel für einen vorgeschlagenen Brenner;
- Figur 4 ein Beispiel für die Betriebsweise eines vorgeschlagenen Brenners; und
- Figur 5 ein viertes Beispiel für einen vorgeschlagenen Brenner;
- Figuren 6 bis 11 Beispiele für die Ausgestaltung des Konturverlaufs des Drallerzeugers eines vorgeschlagenen Brenners;
- Figuren 12 und 13 Beispiele für Ausgestaltungen der Drallerzeuger im Querschnitt ;
- Figuren 14 und 15 schematisch zwei Beispiele für die Ausgestaltung der Brennstoffzuführungen zum Betrieb eines vorgeschlagenen Brenners.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0032] In den folgenden Figuren sind die Brenner in stark schematisierter Ausführung dargestellt, so dass lediglich jeweils an einer Position die für die jeweilige Erläuterung wesentlichen Merkmale herausgestellt sind. Die weitere Gestaltung der dargestellten Brenner ist dem Fachmann unter anderem aus den als Stand der Technik zitierten Dokumenten geläufig, die einen integrierenden Bestandteil der vorliegenden Beschreibung darstellen. Weiterhin wird bei den Ausführungsbeispielen teilweise auf die Eindüsung von gasförmigem Brennstoff Bezug genommen. Es versteht sich jedoch von selbst, dass auch flüssiger Brennstoff über die Brennstoff-Austrittsöffnungen in den Verbrennungsluftstrom eingebracht werden kann. Der Brennstoff wird weiterhin als Vormischbrennstoff referiert; es versteht sich von selbst, dass ein Teil der gesamten Brennstoffmenge in bestimmten Lastbereichen auch als Pilotbrennstoff zur weiteren Erhöhung der Flammenstabilität eingebracht werden kann. Zuführungen für Pilotbrennstoff sind in keiner der Figuren dargestellt, da sie nicht erfindungswesentlich sind; in Kenntnis des Standes der Technik wird der Fachmann diese aber ohne Weiteres in die exemplarisch dargestellten Brenner zu implementieren wissen, falls er dies für nötig erachtet.

[0033] Erste beispielhafte Ausführungsformen eines in den Patentansprüchen beschriebenen Brenners sind in den Figuren 1 bis 3 zu dargestellt. Die dargestellten Brenner umfassen den kegelförmigen Drallkörper 1, in dessen Außenschalung an den Einströmkanten der Lufteintrittsschlitze eine erste Gruppe von Austrittsöffnungen 6 für Vormischgas angeordnet sind. Die Brenner sind weiterhin mit einer zentralen Brennstofflanze 12 ausgestattet, die an ihrem brennkammerseitigen Ende, d.h. an ihrer Spitze, eine Düse aufweisen kann - wie im vorliegenden Beispiel-, die für einen flüssigen Brennstoff 13 oder für einen Pilotbrennstoff verwendbar ist. Um diese Düse herum können in bekannter Weise Austrittsöffnungen für Schirmluft 14 vorgesehen sein. Neben den Brennstoffzuführungen zu der ersten Gruppe von Austrittsöffnungen 6 und einer Brennstoffzuführung zur Eindüsung flüssigen Brennstoffes 13 an der Spitze der Brennstofflanze 12 weisen die dargestellten Brenner eine weitere Brennstoffzuführung zu einer zweiten Gruppe von Austrittsöffnungen 8 in der Brennstofflanze 12 auf. Die Austrittsöffnungen 8 der zweiten Gruppe sind im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse in der Mantelfläche der Brennstofflanze 12 angeordnet, wie in den Figuren 19 bis 21 ersichtlich ist, und vorzugsweise radialsymmetrisch um die Achse der Brennstofflanze 12 verteilt. Sie ermöglichen die radial von der Brennstofflanze 12 nach außen gerichtete Eindüsung von Brennstoff in den Drallraum. Die Anzahl und Größe dieser Austrittsöffnungen 8 sowie deren Verteilung auf der Brennstofflanze 12 - in axialer Richtung und Umfangsrichtung - wird in Abhängigkeit von den jeweiligen Anforderungen des Brenners wie Löschgrenzen, Pulsationen und Rückschlaggrenzen gewählt.

[0034] Die Brennstofflanze 12 kann sich relativ weit in den Drallraum erstrecken, sogenannter "Long Lance EV Bren-

ner", wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt, oder auch nur ein kurzes Stück in den Drallraum ragen wie in der Figur 3 dargestellt. In beiden Fällen ist die zweite Gruppe von Austrittsöffnungen 8 vorzugsweise im hinteren, d.h. am weitesten von der Brennkammer entfernten, Bereich des Drallraums an der Brennstofflanze 12 angeordnet, wie in den Figuren angedeutet.

[0035] Selbstverständlich läßt sich auch bei diesen Ausführungsbeispielen die Brennstoffzufuhr zu der ersten Gruppe von Austrittsöffnungen 6 unabhängig von der Brennstoffzufuhr zu der zweiten Gruppe von Austrittsöffnungen 8 mit Brennstoff steuern oder regeln.

[0036] Die Ausführungsform der Fig. 1 läßt eine sehr vorteilhafte gestufte Betriebsweise des Brenners zu, bei der sowohl die Brennstoffzuführungen zu der ersten Gruppe von Austrittsöffnungen 6 als auch die Brennstoffzuführungen zur zweiten Gruppe von Austrittsöffnungen 8 mit Vormischgas gespeist werden. Die Unabhängige Steuermöglichkeit der Brennstoffzufuhr zur ersten und zweiten Gruppe von Austrittsöffnungen 6, 8 ermöglicht eine an die jeweiligen Betriebsbedingungen des Brenners oder der den Brenner nutzenden Anlage optimal angepasste Betriebsweise. Der zweiten Gruppe von Austrittsöffnungen 8 an der Brennstofflanze 12 liegen bei diesem Beispiel Austrittsöffnungen der ersten Gruppe von Austrittsöffnungen 6 am Drallkörper 1 gegenüber, so dass die erste und zweite Gruppe von Austrittsöffnungen 6, 8 in bestimmten Betriebszuständen beispielsweise auch ausschließlich, d.h. ohne die jeweils andere Gruppe, mit Brennstoff versorgt werden kann.

[0037] Prinzipiell kann der in der Figur dargestellte Brenner bei entsprechender Zufuhr des Brennstoffes und entsprechender Ausgestaltung der zweiten Gruppe von Austrittsöffnungen über diese Austrittsöffnungen 8 auch im Diffusionsmodus betrieben werden. Durch die räumliche Trennung der Austrittsöffnungen 8 von der Eindüsung flüssigen Brennstoffes 13 an der Spitze der Brennstofflanze 12 läßt sich in diesem Fall im Gegensatz zu bekannten Brennern das Eindringen von Brennstofftropfen oder von Brennstoffdampf in das Brennstoffzufuhrsystem für die zweite Gruppe von Austrittsöffnungen 8 vermeiden.

[0038] Figur 2 zeigt eine Ausführungsform eines Brenners, die ebenfalls in der sehr vorteilhaften gestuften Betriebsweise betrieben werden kann. An den der zweiten Gruppe von Austrittsöffnungen 8 gegenüberliegenden Bereichen des Drallkörpers 1 sind die Austrittsöffnungen 6 geschlossen bzw. es sind keine Austrittsöffnungen 6 vorgesehen, da deren Funktion von den Austrittsöffnungen 8 auf der Brennstofflanze 12 übernommen wird. Figur 21 zeigt den gleichen Brenner mit verkürzter Brennstofflanze 12, der für die gleiche Betriebsweise ausgebildet ist.

[0039] Bei dem Betrieb dieser Brenner werden beide Gruppen von Austrittsöffnungen 6, 8 mit Vormischgas beaufschlagt. Zündung und Anfahren des Brenners erfolgen in einer Betriebsweise, bei der das Vormischgas hauptsächlich über die Austrittsöffnungen 8 an der Brennstofflanze 12, im folgenden auch als Stufe 1 bezeichnet, in den Drallraum eingebracht wird. Bei steigender Last wird die Zufuhr des Vormischgases zur Stufe 1 verringert und die Zufuhr von Vormischgas über die erste Gruppe von Austrittsöffnungen 6, im folgenden als Stufe 2 bezeichnet, erhöht. Eine derartige Verteilung des Vormischbrennstoffes auf die Stufen 1 und 2 in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Brenners kann beispielhaft der Figur 4 entnommen werden. Auf diese Weise läßt sich beispielsweise eine Gasturbine mit einem derartigen Brenner von der Zündung bis zur Grundlast ohne eine Pilotstufe betreiben.

[0040] Eine weitere Ausführungsform eines Brenners, in diesem Beispiel unter Einsatz eines zylindrischen Drallerzeugers 1 mit konischem Innenkörper 9, für die Durchführung des vorliegenden Verfahrens ist beispielhaft in der Figur 5 dargestellt. Figur 5 zeigt hierbei wiederum den ersten 5 und den zweiten Zuführkanal 7 mit den entsprechenden Austrittsöffnungen 6, 8. Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 5 ist der erste Zuführkanal in der Außenschalung des Drallkörpers 1 angeordnet und der zweite Zuführkanal 7 ist am zylindrischen Innenkörper 9 angeordnet. Der zweite Zuführkanal 7 ist hierbei vorzugsweise innerhalb der Außenwandung des Innenkörpers 9 angeordnet, wobei auch in diesem Fall, wie bei den vorangehenden Beispielen eine symmetrische Verteilung mehrerer Zuführkanäle 7 um die Brennerachse 3 gewählt werden kann. Bei diesem Beispiel ist es jedoch auch möglich, die zweite Zuführleitung 7 zentral im Innenkörper 9 verlaufen zu lassen, wobei dann die Austrittsöffnungen 8 über entsprechende radial verlaufende Kanäle zum Drallraum 2 ausgebildet sein müssen. Im vorderen sich verjüngenden Bereich des Innenkörpers 9 können auch eine oder mehrere zusätzliche Austrittsöffnungen mit einer entsprechend getrennten Zuführung für Brennstoff (als Pilotstufe) oder Luft vorgesehen sein.

[0041] Die Figuren 6 bis 9 zeigen schematisch Beispiele von Drallerzeugergeometrien, mit welchen der beschriebene Brenner verwirklicht werden kann. In den Figuren sind von oben nach unten ein Brenner mit kegelförmigem Drallkörper 1 und konischem Innenkörper 9, ein Brenner mit in Form eines umgekehrten Kegels ausgebildetem Drallkörper 1 und konischem Innenkörper 9, ein Brenner mit tulpenförmigem sowie ein Brenner mit trichterförmigem Drallkörper 1 dargestellt. Bei sämtlichen dieser Brennergeometrien können wie in den vorangegangenen Beispielen die zweiten Zuführungen sowohl im Drallkörper 1 wie auch im Innenkörper 9 angeordnet sein. Allen hier gezeigten Geometrien ist gemeinsam, dass der axiale Durchflussquerschnitt des Drallraumes im Bereich des Drallkörpers zum Brenneraustritt hin zunimmt. Dies ist zwar keine absolut notwendige Voraussetzung für einen gattungsgemässen Vormischbrenner, ist aber eine vorteilhafte Ausführungsform der Drallerzeuger.

[0042] Weiterhin können sämtliche Brennergeometrien mit einem Vormischrohr 10 versehen sein, wie dies beispielhaft in Figur 10 für einen Kegelbrenner und in Figur 11 für einen zylinderförmigen Brenner mit konischem Innenkörper

9 veranschaulicht ist.

[0043] Dem Fachmann ist ersichtlich, dass die Verwirklichung der vorliegenden Erfindung mit unterschiedlichsten Brennertypen sowie Kombinationen von Drallkörpern, Innenkörpern, Vormischrohren und anderen bekannten Merkmalen von Brennern möglich ist.

[0044] Die Figuren 12 und 13 zeigen schließlich schematisch zwei Beispiele für den Aufbau eines Drallkörpers im Querschnitt, wie er beim erfindungsgemäßen Brenner eingesetzt werden kann. In Figur 12 ist ein Drallkörper dargestellt, der sich aus vier gegeneinander versetzten Schalen 1a, 1b, 1c, 1d zusammensetzt, die in der dargestellten Anordnung vier tangentiale Lufteintrittsschlitze 4 bilden. Die Schalen können im gezeigten Querschnitt unterschiedlich, beispielsweise kreissegmentförmig, elliptisch oder oval, ausgeformt sein. Bei der dargestellten Konfiguration sind die Teilkörper 1a, 1b, 1c, 1d so angeordnet, dass deren jeweilige Mittelachsen 3a, 3b, 3c, 3d versetzt zur eigentlichen Brennerachse angeordnet sind. Die Ausgestaltung eines Brenners, mit oder ohne Vormischrohr, mit einer derartigen Geometrie kann im Detail der der EP 321 809 oder der EP 0780629 entnommen werden. In Figur 13 ist ein monolithischer Drallkörper 1 mit darin eingebrachten tangentialen Lufteintrittsöffnungen 4 dargestellt. Die Lufteintrittsöffnungen 4 können beispielsweise als eingefräste Lufteintrittsschlitze oder als Reihen von Lufteintrittsbohrungen ausgebildet sein.

[0045] Die Figuren 14 und 15 zeigen Beispiele für die Zufuhr einer Brennstoffmenge P0 zum Brenner. Bei beiden Beispielen verzweigt die Brennstoffleitung, um die Gesamtbrennstoffmenge P0 auf eine Brennstoffmenge P1 für die erste Gruppe von Austrittsöffnungen 6 und auf eine Brennstoffmenge P2 für die zweite Gruppe von Austrittsöffnungen 8 aufzuteilen.

[0046] In Figur 14 erfolgt die Einstellung des Aufteilungs- bzw. Massenstromverhältnisses über je ein Ventil 15 und 16 in jedem der Verzweigungen. Figur 15 zeigt eine Ausführungsform, bei der ein Ventil 16 vor der Verzweigung zur Einstellung der Gesamtbrennstoffmenge P0 und ein weiteres Ventil 15 in der Verzweigung zur ersten Gruppe von Austrittsöffnungen 6 angeordnet ist. Durch Steuerung des Ventils 15 läßt sich auch hier das Massenstromverhältnis zwischen P1 und P2 ändern. Selbstverständlich kann in diesem Beispiel das Ventil 15 auch in der Verzweigung zur zweiten Gruppe von Austrittsöffnungen 8 angeordnet sein.

[0047] Weiterhin lassen sich über eine derartige Anordnung auch mehrere Brenner gleichzeitig in dem eingestellten Massenstromverhältnis mit Brennstoff versorgen, wie durch die gestrichelten Linien in den Figuren angedeutet ist.

[0048] Bei beiden beispielhaften Ausführungsformen wird das Massenstromverhältnis P1/P2 durch Ansteuerung der Ventile in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Brenners verändert. Die Änderung des Massenstromverhältnisses kann in Abhängigkeit von verschiedenen Mess- und Betriebskennwerten gesteuert oder geregelt werden, wie dies bereits in einem vorangegangenen Teil der vorliegenden Beschreibung ausgeführt wurde. Die dargestellten Ausgestaltungen sind unabhängig von der Brennergeometrie und lassen sich bei allen Brennern der vorangegangenen Ausführungsbeispiele einsetzen.

Bezugszeichenliste

[0049]

- 1 Drallerzeuger
- 1a Drallerzeuger-Teilkörper
- 1b Drallerzeuger-Teilkörper
- 1c Drallerzeuger-Teilkörper
- 1d Drallerzeuger-Teilkörper
- 2 Drallraum
- 3 Brennerachse
- 3a Achse eines Drallerzeuger-Teilkörpers
- 3b Achse eines Drallerzeuger-Teilkörpers
- 3c Achse eines Drallerzeuger-Teilkörpers
- 3d Achse eines Drallerzeuger-Teilkörpers
- 4 Eintrittsöffnungen/Luftschlitze
- 5 erste Brennstoffzuführungen
- 6 erste Brennstoff-Austrittsöffnungen
- 7 zweite Brennstoffzuführungen
- 8 zweite Brennstoff-Austrittsöffnungen
- 9 Innenkörper
- 10 Vormischrohr
- 11 Verbrennungsluft
- 12 Brennstofflanze

- 13 flüssiger Brennstoff
- 14 Abschirmluft
- 15 Steuerventil
- 16 Steuerventil
- 5 P0 Gesamtbrennstoffmenge
- P1 erster Vormischbrennstoff
- P2 zweiter Vormischbrennstoff

10 Patentansprüche

1. Brenner, im Wesentlichen bestehend aus einem Drallerzeuger (1) für einen Verbrennungsluftstrom (11), einem Drallraum (2) und Mitteln zur Einbringung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom, wobei der Drallerzeuger (1) Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) für den tangential in den Drallraum (2) eintretenden Verbrennungsluftstrom aufweist, die Mittel zur Einbringung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom wenigstens eine erste Brennstoffzuführung (5) mit einer ersten Gruppe von im Wesentlichen in Richtung einer Brennerachse (3) angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen (6) für eine erste Vormischbrennstoffmenge (P1) umfassen und der Brenner eine oder mehrere zweite Brennstoffzuführungen (7) mit einer zweiten Gruppe von im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse (3) angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen (8) für eine zweite Brennstoffmenge (P2) aufweist, welche zweite Brennstoff-zuführungen (7) unabhängig von den ersten Brennstoffzuführungen (5) mit Brennstoff beaufschlagbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Drallraum (2) ein Innenkörper (9, 10) angeordnet ist, wobei die Brennstoff-Austrittsöffnungen (8) wenigstens einer zweiten Brennstoffzuführung (7) im Wesentlichen in Richtung der Brennerachse (3) verteilt auf dem Innenkörper (9) angeordnet sind.
2. Brenner nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Innenkörper (9) eine Brennstofflanze (12) ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende zumindest eine Austrittsdüse für flüssigen Brennstoff (13) und/oder Pilotbrennstoff aufweist.
3. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die auf dem Innenkörper (9) in Richtung der Brennerachse (3) verteilt angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen (8) in einem vom brennraumseitigen Ende entfernten axialen Teilbereich des Innenkörpers (9) angeordnet sind.
4. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Gruppe von Brennstoff-Austrittsöffnungen (8) für die Zufuhr von Vormischbrennstoff ausgebildet ist.
5. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens eine der Gruppen von Brennstoff-Austrittsöffnungen im Bereich zumindest einer der Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) angeordnet ist.
6. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere erste Brennstoffzuführungen (5) und mehrere zweite Brennstoffzuführungen (7) vorgesehen sind, wobei jeder der ersten Brennstoffzuführungen (5) wenigstens eine zweite Brennstoffzuführung (7) zugeordnet ist.
7. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zweite Brennstoffzuführungen (7) unmittelbar benachbart zu ersten Brennstoffzuführungen (5) angeordnet sind.
8. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) im Wesentlichen in Richtung der Brenner-

achse (3) verlaufende tangentielle Eintrittsschlitze sind.

9. Brenner nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang jedem Eintrittsschlitz eine erste Brennstoffzuführung (5) mit einer ersten Gruppe von Brennstoff-Austrittsöffnungen (6) angeordnet ist.

10. Brenner nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang jedem Eintrittsschlitz wenigstens eine zweite Brennstoffzuführung (7) mit einer zweiten Gruppe von Brennstoff-Austrittsöffnungen (8) angeordnet ist.

11. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoff-Austrittsöffnungen (8) einer oder mehrerer zweiter Brennstoffzuführungen (7) auf axialen Positionen zwischen den Brennstoff-Austrittsöffnungen (6) einer oder mehrerer ersten Brennstoffzuführungen (5) angeordnet sind.

12. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoff-Austrittsöffnungen (6, 8) aller Gruppen über die gesamte axiale Erstreckung der Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) verteilt sind.

13. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoff-Austrittsöffnungen (6, 8) wenigstens einer der Gruppen über die gesamte axiale Erstreckung der Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) und die Brennstoff-Austrittsöffnungen (6, 8) wenigstens einer weiteren Gruppe über einen axialen Teilbereich der Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) verteilt sind.

14. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoff-Austrittsöffnungen (6, 8) zumindest einer der Gruppen auf einem ersten axialen Teilbereich der Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) und die Brennstoff-Austrittsöffnungen (6, 8) anderer Gruppen auf weiteren axialen Teilbereichen der Brennluft-Eintrittsöffnungen (4) verteilt sind.

15. Brenner nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axialen Teilbereiche sich nicht überlappen.

16. Brenner nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich wenigstens zwei der axialen Teilbereiche zumindest teilweise überlappen.

17. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoff-Austrittsöffnungen (6, 8) von zwei oder mehreren Gruppen unterschiedliche Durchströmquerschnitte aufweisen.

18. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel zur unabhängigen Steuerung der Vormischbrennstoffzufuhr zu der bzw. den ersten (5) und zu der bzw. den zweiten Brennstoffzuführungen (7) vorgesehen sind.

19. Brenner nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur unabhängigen Steuerung der Vormischbrennstoffzufuhr eine gemeinsame Brennstoffleitung aufweisen, die in eine erste Zufuhrleitung zu der bzw. den ersten (5) und in eine zweite Zufuhrleitung zu der bzw. den zweiten Brennstoffzuführungen (7) verzweigt, wobei zumindest in einer der Zufuhrleitungen ein Ventil (15, 16) zur Einstellung der Durchflussmenge an Brennstoff angeordnet ist.

20. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere der zweiten Brennstoffzuführungen (7) unabhängig voneinander mit Brennstoff beaufschlagbar sind.

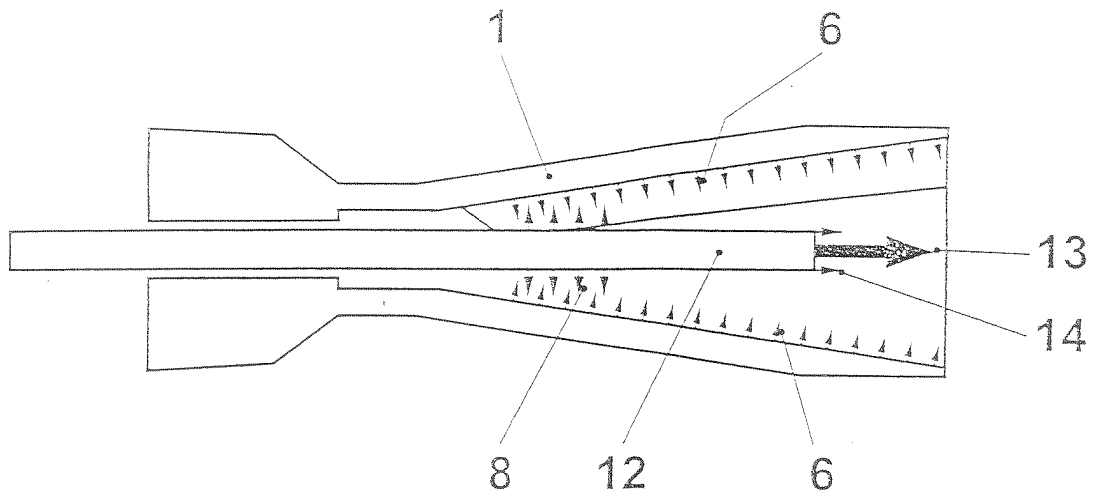


Fig. 1

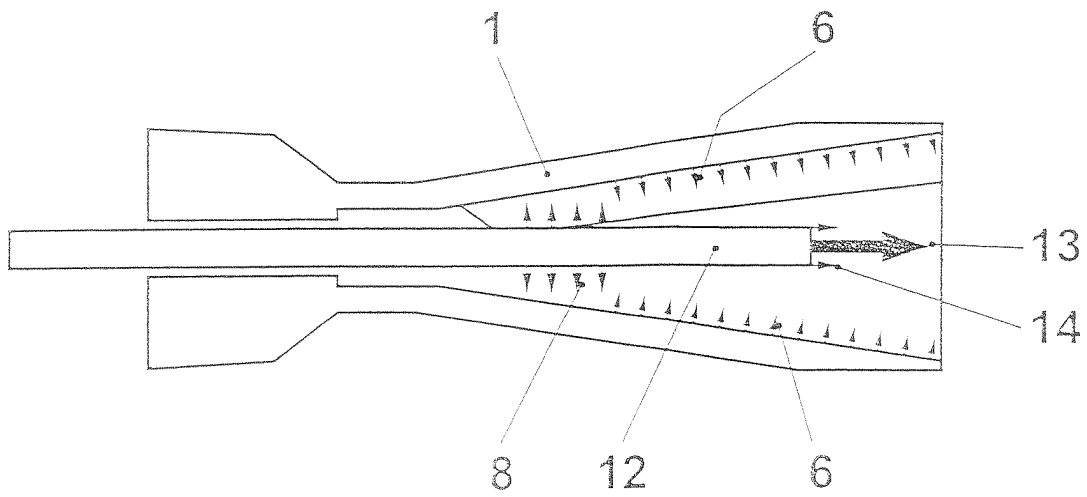


Fig. 2

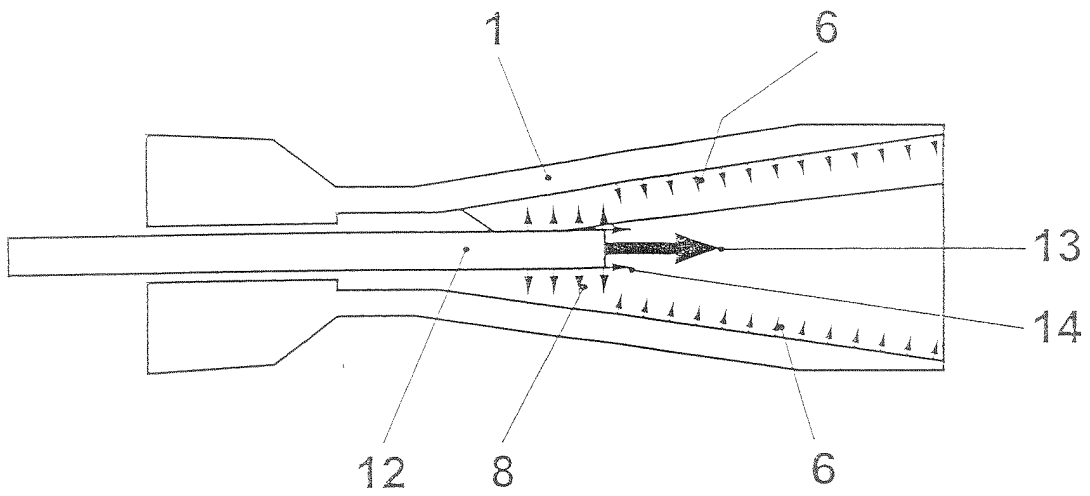


Fig. 3

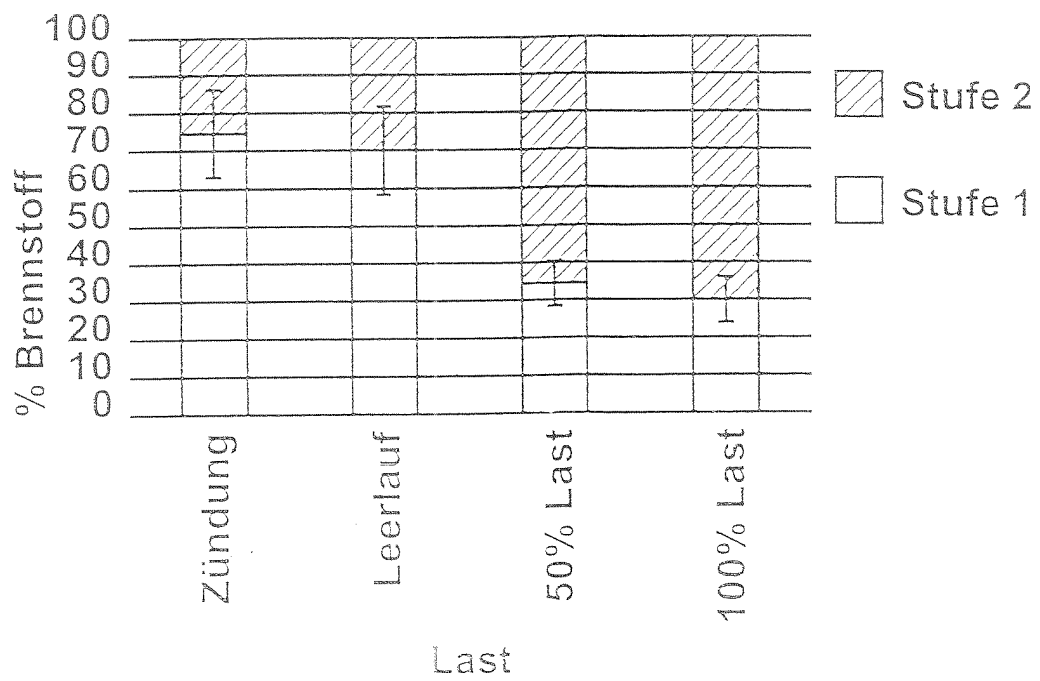


Fig. 4

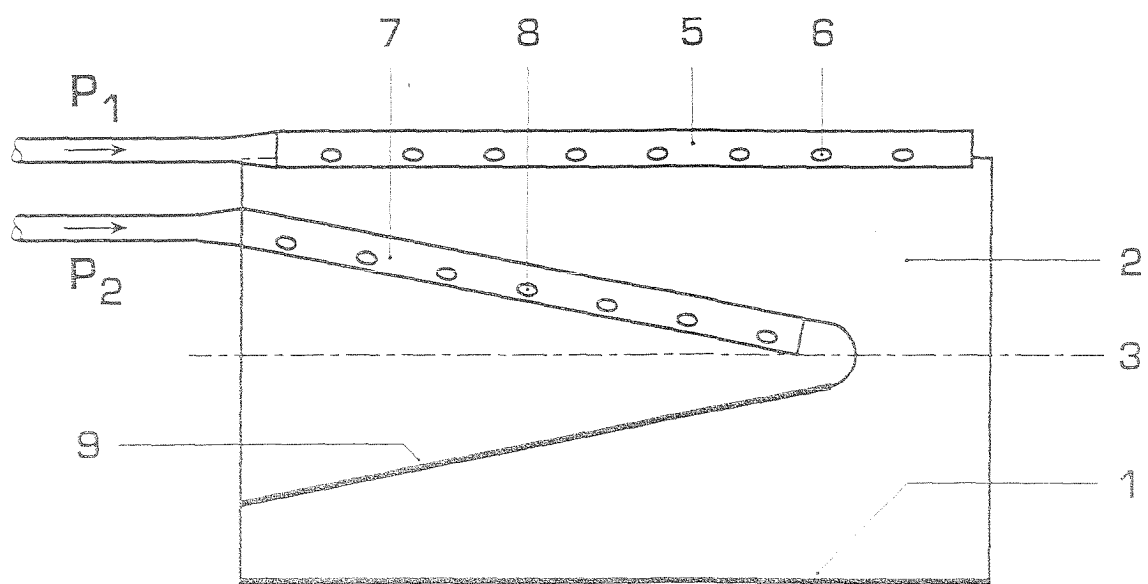


Fig. 5

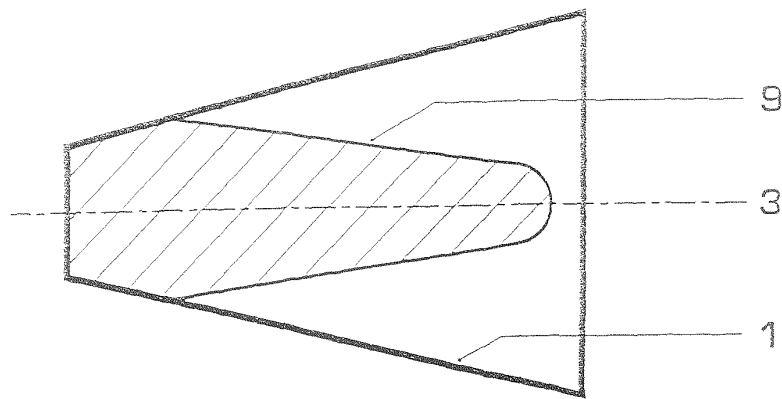


Fig. 6

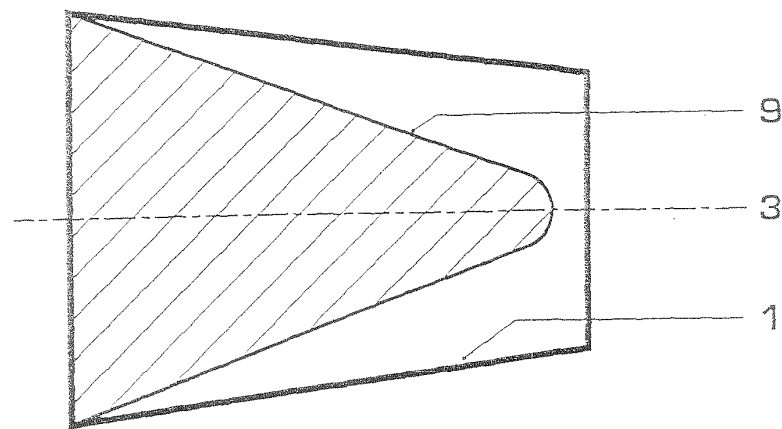


Fig. 7

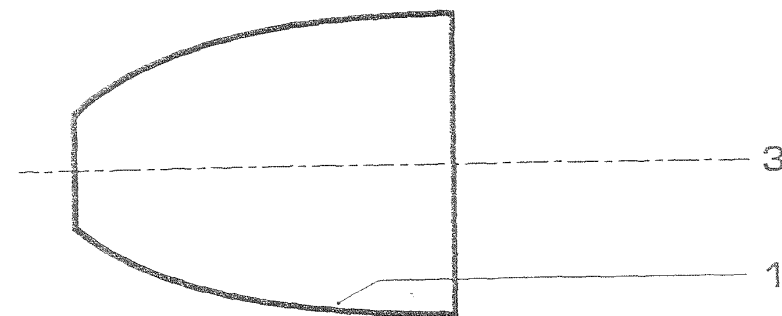


Fig. 8

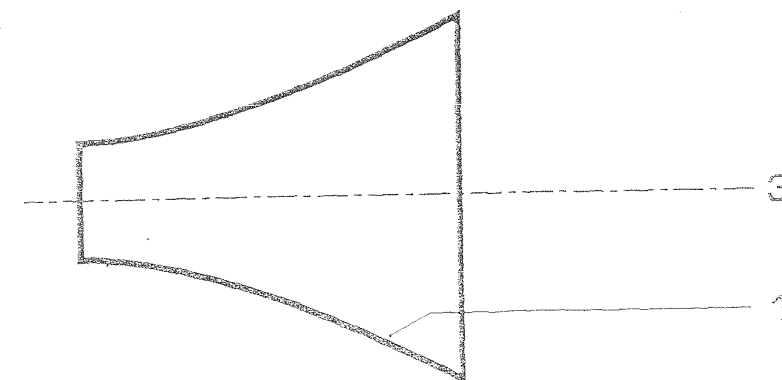


Fig. 9

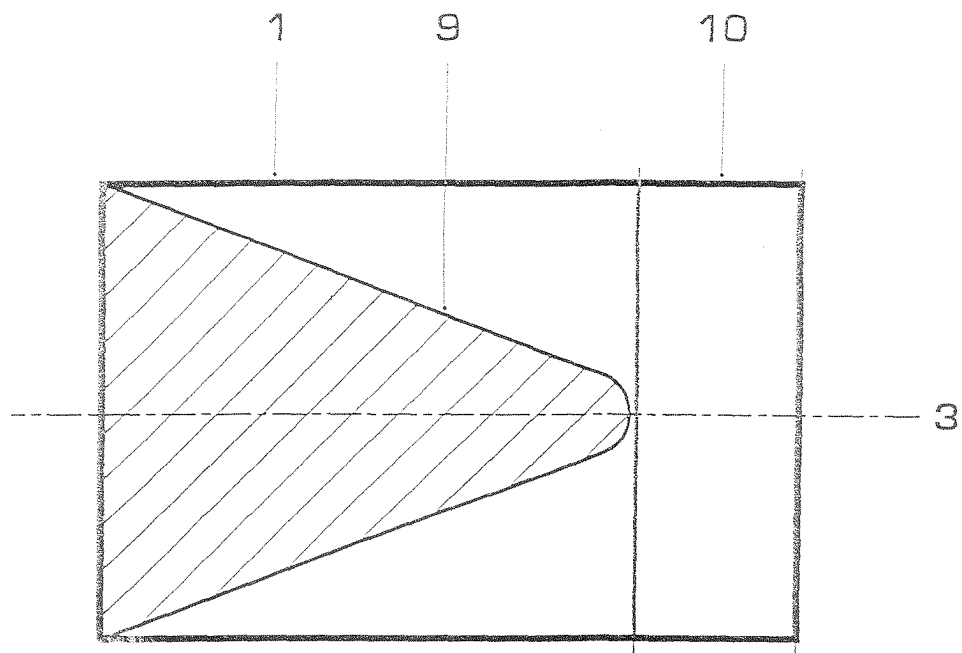


Fig. 10

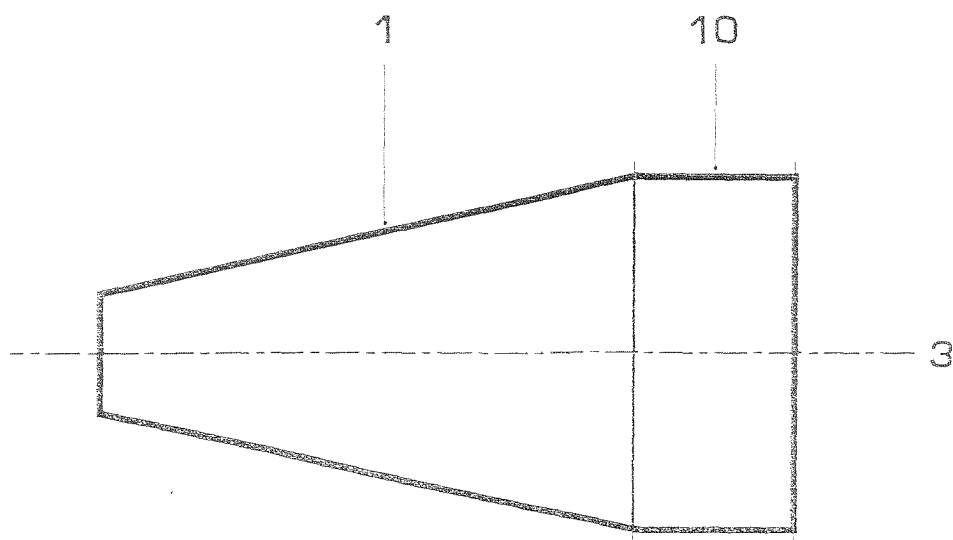


Fig. 11

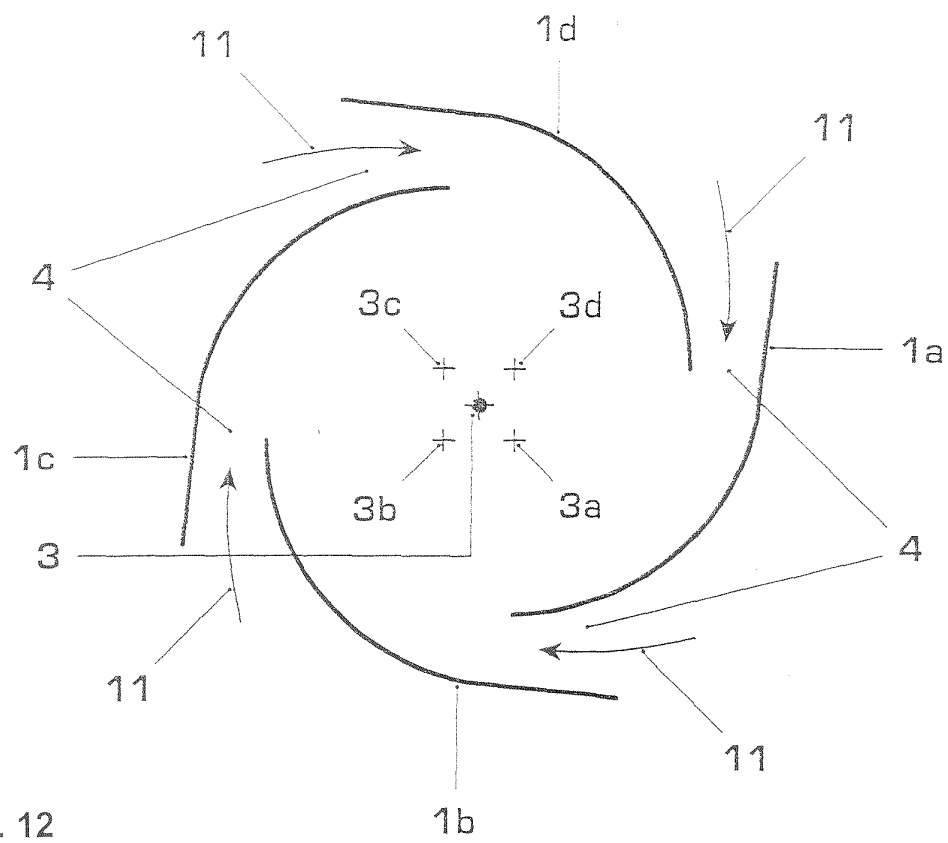


Fig. 12

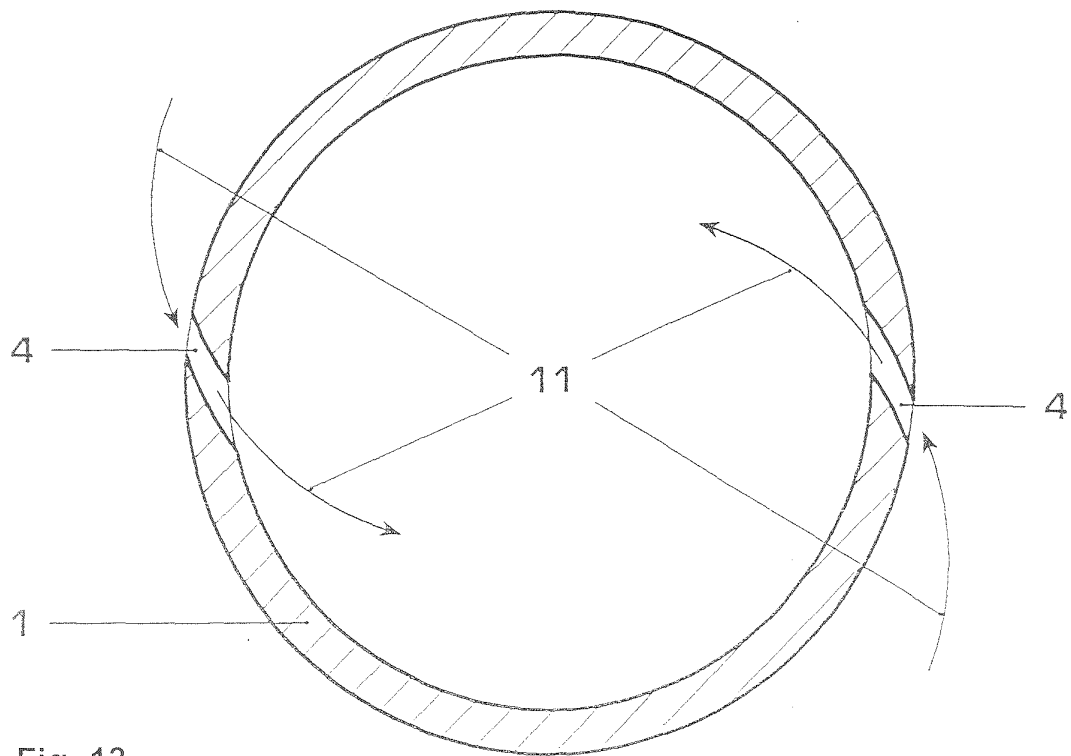


Fig. 13

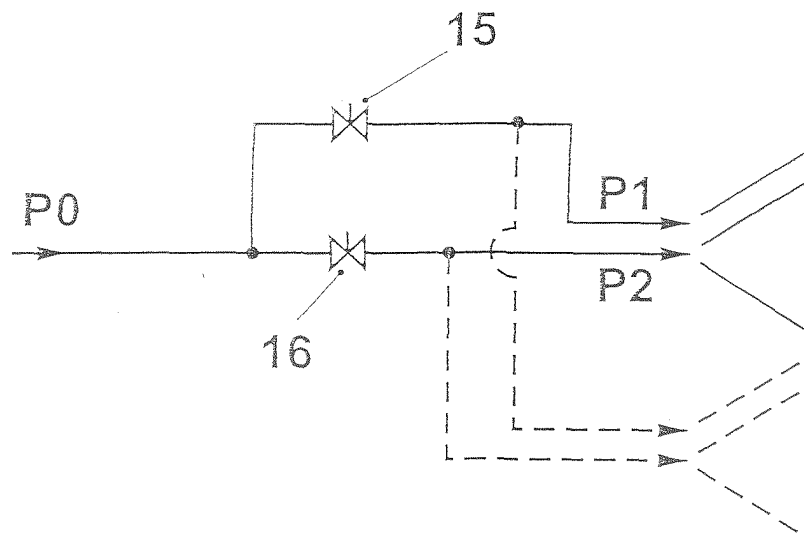


Fig. 14

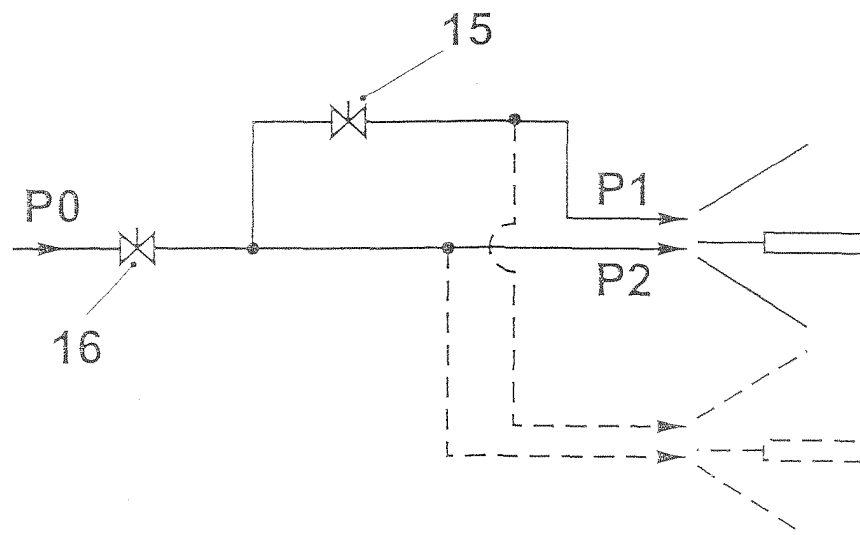


Fig. 15