(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. August 2009 (06.08.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/095100 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F23D 11/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/065135

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. November 2008 (07.11.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
08001641.3 29. Januar 2008 (29.01.2008) EP

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KRIEGER, Tobias** [DE/DE]; Höhenweg 34, 46147 Oberhausen (DE). **PFEIFFER, Elmar** [DE/DE]; Prof.-Florax-Str. 1, 52525 Heinsberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

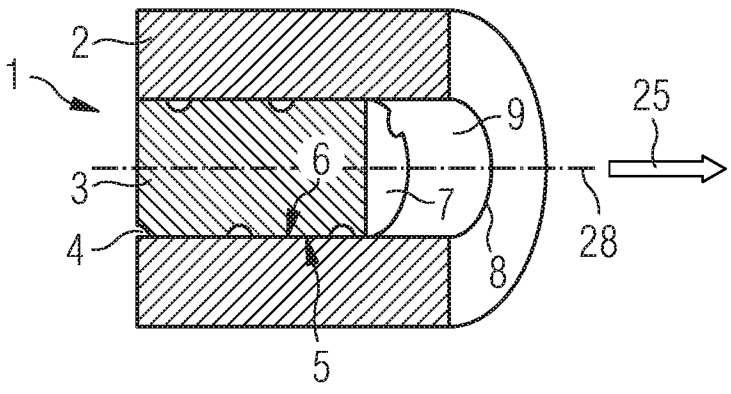
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** FUEL NOZZLE HAVING A SWIRL DUCT AND METHOD FOR PRODUCING A FUEL NOZZLE

(54) **Bezeichnung:** BRENNSTOFFDÜSE MIT DRALLKANAL UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER BRENNSTOFFDÜSE

FIG 6



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing a fuel nozzle (1), wherein at least one swirl duct (4) is mounted in an outer jacket surface (5) of a pin (3) and/or in an inner surface (6) of a sleeve (2), and the pin (3) is attached in the sleeve (2) so that the outer jacket surface (5) of the pin (3) is connected to the inner surface (6) of the sleeve (2). The invention further relates to a fuel nozzle (1) comprising a pin (3) having an outer jacket surface (5) and a sleeve (2) having an inner surface (6), wherein the pin (3) is disposed in the sleeve (2). The outer jacket surface (5) of the pin (3) and/or the inner surface (6) of the sleeve (2) comprises at least one swirl duct (4). A burner (107) is further disclosed, comprising a fuel nozzle (1) according to the invention. A gas turbine (100) is further disclosed, comprising a burner (107) according to the invention.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffdüse (1) zur Verfügung gestellt, worin mindestens ein Drallkanal (4) in eine äußere Manteloberfläche (5) eines Stiftes (3) und/oder in eine innere Oberfläche (6) einer Hülse (2) eingebracht wird und der Stift (3) in der Hülse (2) so befestigt wird, dass die äußere Manteloberfläche (5) des Stiftes (3) mit der innere Oberfläche (6) der Hülse (2) verbunden ist. Weiterhin wird eine Brennstoff düse (1) beschrieben, die einen Stift (3) mit einer äußere Manteloberfläche (5) und eine Hülse (2) mit einer inneren Oberfläche (6) umfasst, wobei der Stift (3) in der Hülse (2) angeordnet ist. Die äußere Manteloberfläche (5) des Stiftes (3) und/oder die innere Oberfläche (6) der Hülse (2) umfasst mindestens einen Drallkanal (4). Darüber hinaus wird ein Brenner (107) offenbart, der eine erfindungsgemäße Brennstoff düse (1) umfasst. Zudem wird eine Gasturbine (100) beschrieben, die einen erfindungsgemäßen Brenner (107) umfasst.

WO 2009/095100 A2

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Beschreibung

Brennstoffdüse mit Drallkanal und Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffdüse

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffdüse mit einem Drallkanal und ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffdüse. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf einen Brenner und eine Gasturbine.

Bei Verbrennungsmaschinen, insbesondere solchen, die mit zwei verschiedenen Brennstoffen betrieben werden, erfolgt beispielsweise eine Eindüsung des Brennstoffes Öl über Drallerzeuger, in denen das Öl mit Luft vermischt wird. Zur besseren Vermischung von Öl und Luft wird das Öl innerhalb der zur Eindüsung verwendeten Düsen in eine Drallbewegung versetzt. Diese Drallerzeugung innerhalb der Öldüse wird bisher dadurch erreicht, dass diese Düsen aus mehreren Plättchen, welche an geringfügig voneinander abweichenden Koordinaten Bohrungen aufweisen, bestehen. Durch das Zusammenlöten der einzelnen Plättchen entsteht eine Spirale, welche zur Drallgebung des Brennstoffes genutzt wird. Allerdings weisen solche Düsen einen konstruktiv aufwendigen Aufbau auf, da die Bohrungen exakt platziert werden müssen.

Es ist daher eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein alternatives, vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffdüse zur Verfügung zu stellen. Eine zweite Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine alternative, vorteilhafte Brennstoffdüse zur Verfügung zu stellen. Eine dritte Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Offenbarung eines vorteilhaften Brenners. Es ist eine vierte Aufgabe der Erfindung, eine vorteilhafte Gasturbine zur Verfügung zu stellen.

Die erste Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffdüse nach Anspruch 1 gelöst. Die zweite Auf-

gabe wird durch eine Brennstoffdüse nach Anspruch 6 gelöst. Die dritte Aufgabe wird durch einen Brenner nach Anspruch 12 gelöst. Die vierte Aufgabe wird durch eine Gasturbine nach Anspruch 15 gelöst. Die abhängigen Ansprüche beinhalten weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer Brennstoffdüse wird mindestens ein Drallkanal in eine äußere Manteloberfläche eines Stiftes und/oder in eine innere Oberfläche einer Hülse eingebracht. Anschließend wird der Stift in der Hülse so befestigt, dass die äußere Manteloberfläche des Stiftes mit der inneren Oberfläche der Hülse verbunden ist, ohne den Kanal dabei endgültig zu verschließen. Mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich beliebige drallgebende Konturen kostengünstig und flexibel erzeugen.

Der Drallkanal kann beispielsweise in die äußere Manteloberfläche des Stiftes und/oder in die innere Oberfläche der Hülse gefräst, gedreht, gestoßen, erodiert, gesintert oder Profil-stranggepresst werden. Der Stift und/oder die Hülse können/kann auch gegossen werden, wobei der Drallkanal durch die Gießform definiert ist. Weiterhin kann der Stift in die Hülse eingelötet oder eingeschlagen werden.

Grundsätzlich kann die drallgebende Kontur beziehungsweise der Drallkanal beliebig ausgeformt und ausgestaltet sein. Vorteilhafterweise kann der Drallkanal spiralförmig in die äußere Manteloberfläche des Stiftes und/oder in die innere Oberfläche der Hülse eingebracht werden. Es ist zudem vorteilhaft, wenn wenigstens zwei Drallkanäle, insbesondere drei Drallkanäle, eingebracht werden. Zum Beispiel kann auch ein Drallkanal in die äußere Manteloberfläche des Stiftes eingebracht werden und ein weiterer Drallkanal in die innere Oberfläche der Hülse eingebracht werden. Diese beiden Drallkanäle können insbesondere zueinander versetzt angeordnet sein.

Sowohl die äußere Manteloberfläche des Stiftes als auch die innere Oberfläche der Hülse können grundsätzlich beliebig ausgeformt sein. Sie können beispielsweise zylindrisch, exzentrisch oder kegelförmig ausgeformt sein. Durch die Veränderung dieser Parameter sowie durch die Zahl der Drallkanäle lässt sich der Austritt des Brennstoffes aus der Düse geeignet einstellen.

Die erfindungsgemäße Brennstoffdüse umfasst einen Stift mit einer äußeren Manteloberfläche und eine Hülse mit einer inneren Oberfläche. Der Stift ist innerhalb der Hülse angeordnet. Die äußere Manteloberfläche des Stiftes und/oder die innere Oberfläche der Hülse umfasst mindestens einen Drallkanal. Die erfindungsgemäße Brennstoffdüse erlaubt es, bei konstruktiv einfachem Aufbau den Brennstoff innerhalb der Düse in eine Drallbewegung zu versetzen. Dadurch wird eine bessere Vermischung des Brennstoffes mit der Luft ermöglicht.

Der Drallkanal kann beispielsweise spiralförmig ausgestaltet sein. Die äußere Manteloberfläche des Stiftes und/oder die innere Oberfläche der Hülse können/kann insbesondere zylinderförmig, kegelförmig oder exzentrisch ausgestaltet sein. Dies ermöglicht eine hohe Flexibilität bei der Wahl der drallgebenden Geometrie. Die Brennstoffdüse kann weiterhin wenigstens zwei Drallkanäle, zum Beispiel drei Drallkanäle, umfassen.

Zudem kann der Stift eine Deckfläche umfassen, die Hülse eine Austrittsöffnung umfassen und der Stift so in der Hülse angeordnet sein, dass die Deckfläche gegenüber der Austrittsöffnung zum Inneren der Hülse hin zurückversetzt ist. Dadurch wird innerhalb der Hülse zwischen der Deckfläche und der Austrittsöffnung eine Drallkammer ausgebildet. Innerhalb der Drallkammer kann sich der Brennstoff mit der Luft infolge der Drallbewegung des Brennstoffes gut vermischen.

Anstelle der gegenüber der Austrittsöffnung zurückversetzten Deckfläche ist es zur Bildung einer Drallkammer auch möglich,

dass die Deckfläche und die Austrittsöffnung in einer Ebene liegen und somit fluchten, wobei dann die Brennstoffdüse an sich gegenüber der äußeren Mantelfläche des Aufsatzes zurückversetzt ist. Mit anderen Worten: die Brennstoffdüse mit in einer Ebene liegenden Deckfläche und Austrittsöffnung ist in dem Aufsatz so tief versenkt, dass die Austrittsöffnung näher zur Mittelachse des Brenners angeordnet ist als die dort sonst vorhandene Mantelfläche des Aufsatzes. In diesem Fall wird die Drallkammer radial - bezogen auf die Mittelachse der Brennstoffdüse - vom Aufsatz begrenzt. Die Drallkammer liegt dann außerhalb, d. h. stromab der Hülse.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dass sowohl die Deckfläche des Stiftes gegenüber der Austrittsfläche der Hülse und die Austrittsfläche der Hülse gegenüber der Mantelfläche des Aufsatzes zurückversetzt ist. Hierdurch ergibt sich eine gestufte Drallkammer.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Fläche der Austrittsöffnung kleiner als die Deckfläche des Stifts. Dies führt bei gegenüber der Austrittsöffnung zurückversetzter Deckfläche zu einer Drallkammer im inneren der Hülse, deren Strömungsquerschnittsfläche sich in Strömungsrichtung - also von Deckfläche zur Austrittsöffnung hin - entlang der Mittelachse der Brennstoffdüse verkleinert. Durch die Verkleinerung der Querschnittsfläche der Drallkammer kann eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoff-Luft-Gemischs erreicht werden, was die Durchmischung fördert. Die Art und Weise der Verjüngung bzw. Verkleinerung der Querschnittsfläche der Drallkammer kann dabei linear, konvex-konkav gewölbt oder sonst beliebig sein. Vorzugsweise erfolgt die Verjüngung jedoch zur Mittelachse der Brennstoffdüse symmetrisch.

Die erfindungsgemäße Brennstoffdüse kann grundsätzlich für beliebige Brennstoffe verwendet werden. Sie kann insbesondere als Öldüse ausgestaltet sein.

Der erfindungsgemäße Brenner umfasst eine erfindungsgemäße Brennstoffdüse mit den zuvor beschriebenen Merkmalen. Der erfindungsgemäße Brenner hat dieselben Vorteile wie die erfindungsgemäße Brennstoffdüse.

Der erfindungsgemäße Brenner kann zudem einen Aufsatz umfassen, wobei die Brennstoffdüse in dem Aufsatz angeordnet ist. Der Aufsatz kann beispielsweise spitz ausgestaltet sein. Weiterhin kann der Aufsatz eine Mittelachse umfassen. Zudem kann auch die Brennstoffdüse eine Mittelachse umfassen und so in dem Aufsatz angeordnet sein, dass die Mittelachse der Brennstoffdüse einen Winkel zwischen 45° und 90° zu der Mittelachse des Aufsatzes aufweist. Dadurch kann die Eindüsrichtung des Brennstoffes in eine Brennkammer flexibel beeinflusst werden.

Die erfindungsgemäße Gasturbine umfasst einen erfindungsgemäßen Brenner und hat dieselben Vorteile wie der zuvor beschriebene erfindungsgemäße Brenner.

Eine Gasturbine umfasst typischerweise einen Verdichter, einen oder mehrere Brenner, eine Brennkammer und eine Turbine. Während des Betriebes der Gasturbine wird vom Verdichter Luft verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern geführt und dort mit einem Brennstoff vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung eines Arbeitsmediums in der Brennkammer verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium zur Turbine und treibt diese an.

Insgesamt lässt sich die erfindungsgemäße Brennstoffdüse schnell und kostengünstig herstellen, beispielsweise mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens. Sie zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität bei der Wahl der drallgebenden Geometrie aus und ist flexibel einsetzbar.

Weitere Vorteile, Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispie-

len unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher beschrieben. Die Merkmale der Ausführungsbeispiele können hierbei einzeln oder in Kombination miteinander vorteilhaft sein.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Gasturbine in einem Längsteilschnitt.

Fig. 2 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brenner.

Fig. 3 zeigt schematisch einen Schnitt durch den Aufsatz eines erfindungsgemäßen Brenners.

Fig. 4 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Hülse in perspektivischer Ansicht.

Fig. 5 zeigt schematisch einen Stift in perspektivischer Ansicht.

Fig. 6 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Brennstoffdüse in perspektivischer Ansicht.

Fig. 7 zeigt schematisch eine alternative Ausgestaltung eines Stiftes in perspektivischer Ansicht.

Fig. 8 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine alternativ ausgestaltete Hülse in perspektivischer Ansicht.

Fig. 9 zeigt schematisch einen Stift in perspektivischer Ansicht.

Fig. 10 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine alternativ ausgestaltete Brennstoffdüse in perspektivischer Ansicht.

Fig. 11 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine weitere erfindungsgemäße Brennstoffdüse.

Fig. 12 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine weitere erfindungsgemäße Brennstoffdüse.

Im Folgenden wird ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der Figuren 1 bis 7 näher erläutert.

Die Figur 1 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 mit einer Welle auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

Die Ringbrennkammer 110 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

Jede Turbinenstufe 112 ist beispielsweise aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind.

An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennstoff vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

Die Figur 2 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brenner 107 in teilweise perspektivischer Ansicht. Der Brenner 107 kann einerseits in Verbindung mit der Ringbrennkammer 106 verwendet werden. Vorzugsweise wird der Brenner 107 jedoch in Verbindung mit einer sogenannten Rohrbrennkammer verwendet. Hierbei weist die Gasturbine 100 anstelle der Ringbrennkammer 106 mehrere, ringförmig angeordnete Rohrbrennkammern auf, deren abströmseitigen Öffnungen in den ringförmigen Heißgaskanal 111 turbineneingansseitig münden. Dabei sind vorzugsweise an jeder dieser Rohrbrennkammer mehrere, beispielsweise sechs oder acht, Brenner 107 an dem gegenüberliegenden Ende der abstromseitigen Öffnung der Rohrbrennkammer zumeist ringförmig um einen Pilotbrenner angeordnet.

Der Brenner 107 umfasst ein zylinderförmiges Gehäuse 12. In dem Gehäuse 12 ist entlang der Mittelachse 27 des Brenners 107 eine Lanze mit einem Brennstoffkanal 16 angeordnet. An der zur Brennkammer 110 hinführenden Seite der Lanze umfasst diese einen spitz ausgestalteten Aufsatz 13, der konzentrisch zur Mittelachse 27 angeordnet ist. In dem Aufsatz 13 sind er-

findungsgemäße Brennstoffdüsen 1 angeordnet, die mit dem Brennstoffkanal 16 kommunizieren.

In dem Gehäuse 12 des erfindungsgemäßen Brenners 107 sind um die Lanze herum Drallschaufeln 17 angeordnet. Die Drallschaufeln 17 sind entlang des Umfanges der Lanze in dem Gehäuse 12 angeordnet. Durch die Drallschaufeln 17 wird ein Verdichterluftstrom 15 in den zur Brennkammer 110 führenden Teil des Brenners 107 geleitet. Die Luft wird durch die Drallschaufeln 17 in eine Drallbewegung versetzt. In den dabei entstehenden Luftstrom wird Brennstoff, zum Beispiel Öl, durch die Brennstoffdüsen 1 eingedüst. Das dabei entstehende Brennstoff-Luft-Gemisch wird dann weiter in die Brennkammer 110 geleitet.

Die Figur 3 zeigt schematisch einen Schnitt durch den Aufsatz 13 in perspektivischer Ansicht. Die Mittelachse des Aufsatzes 13 ist durch die Bezugsziffer 18 gekennzeichnet. Der Aufsatz 13 ist zur Brennkammer 110 hin kegelförmig, spitz zulaufend ausgestaltet. Er umfasst mehrere, im vorliegenden Ausführungsbeispiel vier, Brennstoffdüsen 1. Die Brennstoffdüsen 1 sind am äußeren Umfang des Aufsatzes 13 in entsprechenden Vertiefungen angeordnet. Die Mittelachsen der Brennstoffdüsen 1 sind durch die Bezugsziffer 19 gekennzeichnet. Die Mittelachsen 19 der Brennstoffdüsen 1 weisen zur Mittelachse 18 des Aufsatzes 13 einen Winkel 20 zwischen 45° und 90° auf. Der Brennstoff tritt entlang der durch die Bezugsziffer 26 gekennzeichneten Strömungsrichtung durch den Brennstoffkanal 16 in den Aufsatz 13 ein. Der Brennstoff wird dann durch die Brennstoffdüsen 1 in Richtung 25 in den von den Drallschaufeln 17 kommenden Luftstrom eingedüst.

Die erfindungsgemäße Brennstoffdüse 1 umfasst eine Hülse 2 und einen in der Hülse 2 angeordneten Stift 3. Die Figur 4 zeigt schematisch einen Schnitt durch die Hülse 2 in perspektivischer Ansicht. Die Hülse 2 hat im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Form eines Hohlzylinders. Die innere Ober-

fläche der Hülse 2 ist durch die Bezugsziffer 6 gekennzeichnet.

Die Figur 5 zeigt einen Stift 3 in perspektivischer Ansicht. Der Stift 3 hat im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Form eines Zylinders. Die äußere Manteloberfläche des Zylinders ist mit der Bezugsziffer 5 gekennzeichnet. Die Deckfläche des Stiftes 3 ist mit der Bezugsziffer 7 gekennzeichnet. Entlang der äußeren Manteloberfläche 5 verläuft ein Drallkanal 4 in Form einer Vertiefung. Der Drallkanal 4 windet sich auf der äußeren Manteloberfläche 5 spiralförmig um die Mittelachse 28 des Stiftes 3.

Die Figur 6 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Brennstoffdüse 1 in perspektivischer Ansicht. Die erfindungsgemäße Brennstoffdüse 1 umfasst die in der Figur 4 gezeigte Hülse 2 und den in der Figur 5 gezeigten Stift 3. Der Stift 3 ist so in der Hülse 2 angeordnet, dass die innere Oberfläche 6 der Hülse 2 mit der äußeren Manteloberfläche 5 des Stiftes 3 schlüssig verbunden ist. Die Verbindung kann grundsätzlich formschlüssig oder kraftschlüssig sein. Der Stift 3 kann beispielsweise in die Hülse 2 eingelötet oder eingeschlagen werden.

Durch die Anordnung des Stiftes 3 in der Hülse 2 ist der Drallkanal 4 durch die innere Oberfläche 6 der Hülse 2 radial in Bezug auf die Mittelachse 28 des Stiftes abgedeckt bzw. begrenzt.

Die Hülse 2 weist in Strömungsrichtung 25 des die Brennstoffdüse 1 verlassenden Brennstoffes eine Austrittsöffnung 8 auf. Der Stift 3 ist so in der Hülse 2 angeordnet, dass die Deckfläche 7 des Stiftes 3 gegen die Austrittsöffnung 8 der Hülse 2 zurückversetzt ist. Dabei wird eine Drallkammer 9 ausgebildet. In der Drallkammer 9 findet eine Vermischung des Brennstoffes, im vorliegenden Ausführungsbeispiel des Öles, mit Luft statt. Durch das Zurückversetzen ist weiterhin eine Film- anstatt Strahlzerstäubung ermöglicht. Es ist auch

möglich, dass die Deckfläche 7 mit der Austrittsöffnung 8 fluchtet.

Eine alternative Ausführungsvariante des Stiftes 3 ist in der Figur 7 gezeigt. Die Figur 7 zeigt schematisch einen Stift 29 in perspektivischer Ansicht. Im Unterschied zu dem in der Figur 5 gezeigten Stift 3 umfasst der Stift 7 drei spiralförmig um die Mittelachse 28 des Stiftes 29 entlang der äußeren Manteloberfläche 5 angeordnete Drallkanäle 4. Die Drallkanäle 4 sind in Umfangsrichtung zueinander versetzt angeordnet. Dabei können die jeweils benachbarten Drallkanäle 4 zum Beispiel entlang des Umfanges des Stiftes 29 zueinander um einen Winkel von 120° versetzt angeordnet sein. Alternativ zu der in der Figur 7 gezeigten Variante kann der Stift 3, 29 auch eine beliebige andere Anzahl an Drallkanälen 4 umfassen.

Im Folgenden wird ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der Figuren 8 bis 10 näher erläutert. Elemente, die Elementen des ersten Ausführungsbeispieles entsprechen, sind mit denselben Bezugsziffern versehen und werden nicht erneut im Detail beschrieben.

Die Figur 8 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Hülse 22 in perspektivischer Ansicht. Die Hülse 22 zeichnet sich im Unterschied zu der in der Figur 4 gezeigten Hülse 2 dadurch aus, dass entlang ihrer inneren Oberfläche 6 ein Drallkanal 24 angeordnet ist. Der Drallkanal 24 windet sich spiralförmig in Bezug auf die Mittelachse der Hülse 21 entlang ihrer inneren Oberfläche 6.

Die Figur 9 zeigt schematisch einen Stift 23 in perspektivischer Ansicht. Der im vorliegenden Ausführungsbeispiel verwendete Stift 23 hat die Form eines Zylinders und weist im Unterschied zu dem in der Figur 5 gezeigten Stift 3 keinen Drallkanal auf. Der Stift 23 umfasst eine äußere Manteloberfläche 5 und eine Deckfläche 7.

Die Figur 10 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Brennstoffdüse 21 in perspektivischer Ansicht. Die Brennstoffdüse 21 umfasst die in der Figur 8 gezeigte Hülse 22 und den in der Figur 9 gezeigten Stift 23. Der Stift 23 ist dabei so in der Hülse 22 angeordnet, dass die äußere Manteloberfläche 5 des Stiftes 23 mit der inneren Oberfläche 6 der Hülse 22 in schlüssiger Verbindung steht. Die Verbindung kann grundsätzlich formschlüssig oder kraftschlüssig sein. Durch die Anordnung des Stiftes 23 in der Hülse 22 wird der Drallkanal 24 radial zur Mittelachse 19 hin abgedeckt bzw. begrenzt.

Die verwendete Hülse 22 kann selbstverständlich auch mehrere, zueinander versetzt angeordnete Drallkanäle 24 umfassen. Dabei können im Falle von drei Drallkanälen 24 die jeweils benachbarten Drallkanäle 4 zum Beispiel entlang des Umfanges des Stiftes 23 zueinander um einen Winkel von 120° versetzt angeordnet sein.

Der Stift 23 ist weiterhin so in der Hülse 22 angeordnet, dass die Deckfläche 7 des Stiftes 23 gegen die Austrittsöffnung 8 der Hülse 22 zurückversetzt ist. Es entsteht so zwischen der Deckfläche 7 des Stiftes 23 und der Austrittsöffnung 8 eine Drallkammer 9, in der Brennstoff mit Luft vermischt wird.

Im Folgenden wird ein drittes Ausführungsbeispiel anhand der Figur 11 näher erläutert. Elemente, die Elementen der vorangegangenen Ausführungsbeispiele entsprechen, sind mit denselben Bezugsziffern versehen und werden nicht erneut im Detail beschrieben.

Die Figur 11 zeigt eine erfindungsgemäße Brennstoffdüse 31, bei der es sich um eine Kombination aus der Hülse 22 des zweiten Ausführungsbeispieles mit dem Stift 3, 29 des ersten Ausführungsbeispieles handelt. Die Brennstoffdüse 31 umfasst eine Hülse 32, die entlang ihrer inneren Oberfläche 6 einen Drallkanal aufweist. Der Drallkanal 24 hat dieselben Eigen-

schaften wie der im Zusammenhang mit den Figuren 8 und 10 beschriebene Drallkanal 24.

In der Hülse 32 ist ein Stift 33 angeordnet. Der Stift 33 hat dieselben Eigenschaften wie der im Zusammenhang mit der Figur 5 beschriebene Stift 3 oder wie der im Zusammenhang mit der Figur 7 beschriebene Stift 29. Der Stift 33 umfasst einen Drallkanal 4. Der Stift 33 ist so in der Hülse 32 angeordnet, dass der Drallkanal 4 durch die innere Oberfläche 6 der Hülse 32 abgedeckt wird und dass der Drallkanal 24 durch die äußere Manteloberfläche 5 des Stiftes 33 abgedeckt wird. Dadurch entstehen zwei Drallkanäle in der Brennstoffdüse 31. Im Inneren der Hülse 32 befindet sich zwischen der Deckfläche 7 des Stiftes 33 und der Austrittsöffnung 8 der Hülse 32 eine Drallkammer 9.

Ein viertes Ausführungsbeispiel wird im Folgenden anhand der Figur 12 näher erläutert. Elemente, die Elementen der vorangegangenen Ausführungsbeispiele entsprechen, sind mit denselben Bezugsziffern versehen und werden nicht erneut im Detail beschrieben. Die Figur 12 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Brennstoffdüse 41. Die Brennstoffdüse 41 umfasst eine Hülse 42 und einen Stift 43. Der Stift 43 ist im Inneren der Hülse 42 angeordnet. Im Unterschied zu den vorangegangenen Ausführungsbeispielen weisen die äußere Manteloberfläche 45 des Stiftes 43 und die innere Oberfläche 46 der Hülse 42 die Form der Mantelfläche eines Kegelstumpfes auf. Das bedeutet, dass sich der Radius des Stiftes 43 in Bezug auf die Mittelachse 28 in Richtung der Strömungsrichtung des Brennstoffes konisch vergrößert. Ebenso vergrößert sich der Innendurchmesser der Hülse 42 konisch in Richtung der Strömungsrichtung 25 des Brennstoffes.

Der Stift 43 weist mindestens einen spiralförmig entlang seiner äußeren Manteloberfläche 45 verlaufenden Drallkanal 4 auf. Die Deckfläche 7 des Stiftes 43 ist im Inneren der Hülse 42 gegenüber der Austrittsöffnung 8 zurückversetzt angeordnet. Dadurch wird in der Hülse 42 eine Drallkammer 9 ausge-

bildet, in der der Brennstoff mit Luft vermischt wird. Alternativ zu der in der Figur 12 gezeigten Ausführungsvariante kann auch lediglich die Hülse 42 oder sowohl die Hülse 42 als auch der Stift 43 mindestens einen Drallkanal umfassen.

Grundsätzlich lässt sich im Rahmen aller Ausführungsbeispiele und Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung durch eine Veränderung beispielsweise des Durchmessers, der Exzentrizität, der Kegelform oder durch eine mehrstufige Ausdüsung durch mehrere Drallkanäle der Austritt des Brennstoffes steuern. Bei dem Brennstoff kann es sich insbesondere um Öl handeln. In allen Ausführungsbeispielen kann der Stift in die Hülse zum Beispiel eingelötet oder eingeschlagen werden. Die jeweiligen Drallkanäle können mittels verschiedener Fertigungsverfahren hergestellt werden. Sie können zum Beispiel durch Fräsen, Drehen, Stoßen, Erodieren, Sintern oder Strang-Pressprofil in die jeweilige Oberfläche des Stiftes und/oder der Düse eingebracht werden. Weiterhin kann die jeweilige Oberfläche des Stiftes und/oder der Düse durch Gießen erzeugt werden.

Prinzipiell ist es für alle gezeigten Ausgestaltungen möglich, dass die Deckfläche 7 mit der Austrittsöffnung 8 in einer Ebene liegt. Zur Bildung einer Drallkammer ist dann lediglich erforderlich, dass die Brennstoffdüse 1, 21, 31, 41 gegenüber der Mantelfläche des Aufsatzes 13 zurückversetzt ist.

Zudem ist es für die in FIG 6, 10 und 11 gezeigten Ausgestaltungen der Brennstoffdüse 1, 21, 31 auch möglich, dass die Fläche der Austrittsöffnung 8 kleiner ist als die Deckfläche 7 des Stifts 3, 23, 33. In diesem Fall wird der Stift 3, 23, 33 von der stromaufwärtigen Seite der Hülse 2, 22, 32 eingesetzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41),
worin mindestens ein Drallkanal (4, 24) in eine äußere Manteloberfläche (5, 45) eines Stiftes (3, 23, 29, 33, 43) und/oder in eine innere Oberfläche (6, 46) einer Hülse (2, 22, 32, 42) eingebracht wird und der Stift (3, 23, 29, 33, 43) in der Hülse (2, 22, 32, 42) so befestigt wird, dass die äußere Manteloberfläche (5, 45) des Stiftes (3, 23, 29, 33, 43) mit der innere Oberfläche (6, 46) der Hülse (2, 22, 32, 42) verbunden ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
worin der Drallkanal (4, 24) in die äußere Manteloberfläche (5, 45) des Stiftes (3, 23, 29, 33, 43) und/oder in die innere Oberfläche (6, 46) der Hülse (2, 22, 32, 42) gefräst, gedreht, gestoßen, erodiert, gesintert oder Profilstranggepresst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,
worin der Stift (3, 23, 29, 33, 43) und/oder die Hülse (2, 22, 32, 42) gegossen werden/wird, wobei der Drallkanal (4, 24) durch die Gießform definiert ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
worin der Stift (3, 23, 29, 33, 43) in die Hülse (2, 22, 32, 42) eingelötet oder eingeschlagen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
worin der Drallkanal (4, 24) spiralförmig in die äußere Manteloberfläche (5, 45) des Stiftes (3, 23, 29, 33, 43) und/oder in die innere Oberfläche (6, 46) der Hülse (2, 22, 32, 42) eingebracht wird.

6. Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41),
die einen Stift (3, 23, 29, 33, 43) mit einer äußere Manteloberfläche (5, 45) und eine Hülse (2, 22, 32, 42) mit einer inneren Oberfläche (6, 46) umfasst,
wobei der Stift (3, 23, 29, 33, 43) in der Hülse (2, 22, 32, 42) angeordnet ist,
wobei die äußere Manteloberfläche (5, 45) des Stiftes (3, 23, 29, 33, 43) und/oder die innere Oberfläche (6, 46) der Hülse (2, 22, 32, 42) mindestens einen Drallkanal (4, 24) umfasst.

7. Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) nach Anspruch 6,
wobei der Drallkanal (4, 24) spiralförmig ausgestaltet ist.

8. Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) nach Anspruch 6 oder 7,
wobei die äußere Manteloberfläche (5, 45) des Stiftes (3, 23, 29, 33, 43) und/oder die innere Oberfläche (6, 46) der Hülse (2, 22, 32, 42) zylinderförmig, kegelförmig oder exzentrisch ausgestaltet ist.

9. Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
wobei sie wenigstens zwei Drallkanäle (4, 24) umfasst.

10. Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
wobei der Stift (3, 23, 29, 33, 43) eine Deckfläche (7) und die Hülse (2, 22, 32, 42) eine Austrittsöffnung (8) umfassen und der Stift (3, 23, 29, 33, 43) so in der Hülse (2, 22, 32, 42) angeordnet ist, dass die Deckfläche (7) gegenüber der Austrittsöffnung (8) zum Inneren der Hülse (2, 22, 32, 42) hin zurückversetzt ist.

11. Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) nach Anspruch 10,
wobei die Fläche der Austrittsöffnung (8) kleiner ist als die Deckfläche (7) des Stifts (3, 23, 29, 33).

12. Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) nach einem der Ansprüche 6 bis 11,
wobei die Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) als Öldüse ausgestaltet ist.

13. Brenner (107),
der zumindest eine Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) nach einem der Ansprüche 6 bis 11 umfasst.

14. Brenner (107) nach Anspruch 13,
der ein zylinderförmiges Gehäuse (12) mit einer darin zentral angeordneten, einen Brennstoffkanal (16) aufweisende Lanze umfasst, welche über strahlenartig angeordnete Drallschaufeln (17) am Gehäuse abgestützt ist und an der zu einer Brennkammer hinführenden Seite ein Aufsatz (13) angeordnet ist, wobei die oder mehrere Brennstoffdüsen (1, 21, 31, 41) in dem Aufsatz (13) vorzugsweise stromab der Drallschaufeln (17) angeordnet und strömungstechnisch mit dem Brennstoffkanal (16) verbunden sind.

15. Brenner (107) nach Anspruch 14,
wobei der Aufsatz eine Mittelachse (18) umfasst, die Brennstoffdüse eine Mittelachse (19) umfasst und die Brennstoffdüse (1, 21, 31, 41) in dem Aufsatz (13) so angeordnet ist, dass die Mittelachse der Brennstoffdüse (19) einen Winkel (20) zwischen 45° und 90° zu der Mittelachse des Aufsatzes (18) aufweist.

16. Brenner (107) nach einem der Ansprüche 14 bis 15,
mit einer Brennstoffdüse nach einem der Ansprüche 6 bis 12,
wobei die Hülse (2, 22, 32, 42) eine Austrittsöffnung (8) umfasst,
wobei die Austrittsöffnung (8) gegenüber der Mantelfläche des Aufsatzes (13) zurückversetzt ist.

17. Brenneranordnung
mit mehreren, auf ringförmig um einen zentralen

Pilotbrenner angeordneten Brennern (107) nach einem der Ansprüche 13 bis 16

18. Gasturbine (100),
die zumindest einen Brenner (107) nach einem der Ansprüche 13 bis 16 oder die für jede Rohrbrennkammer eine Brenneranordnung nach Anspruch 17 umfasst.

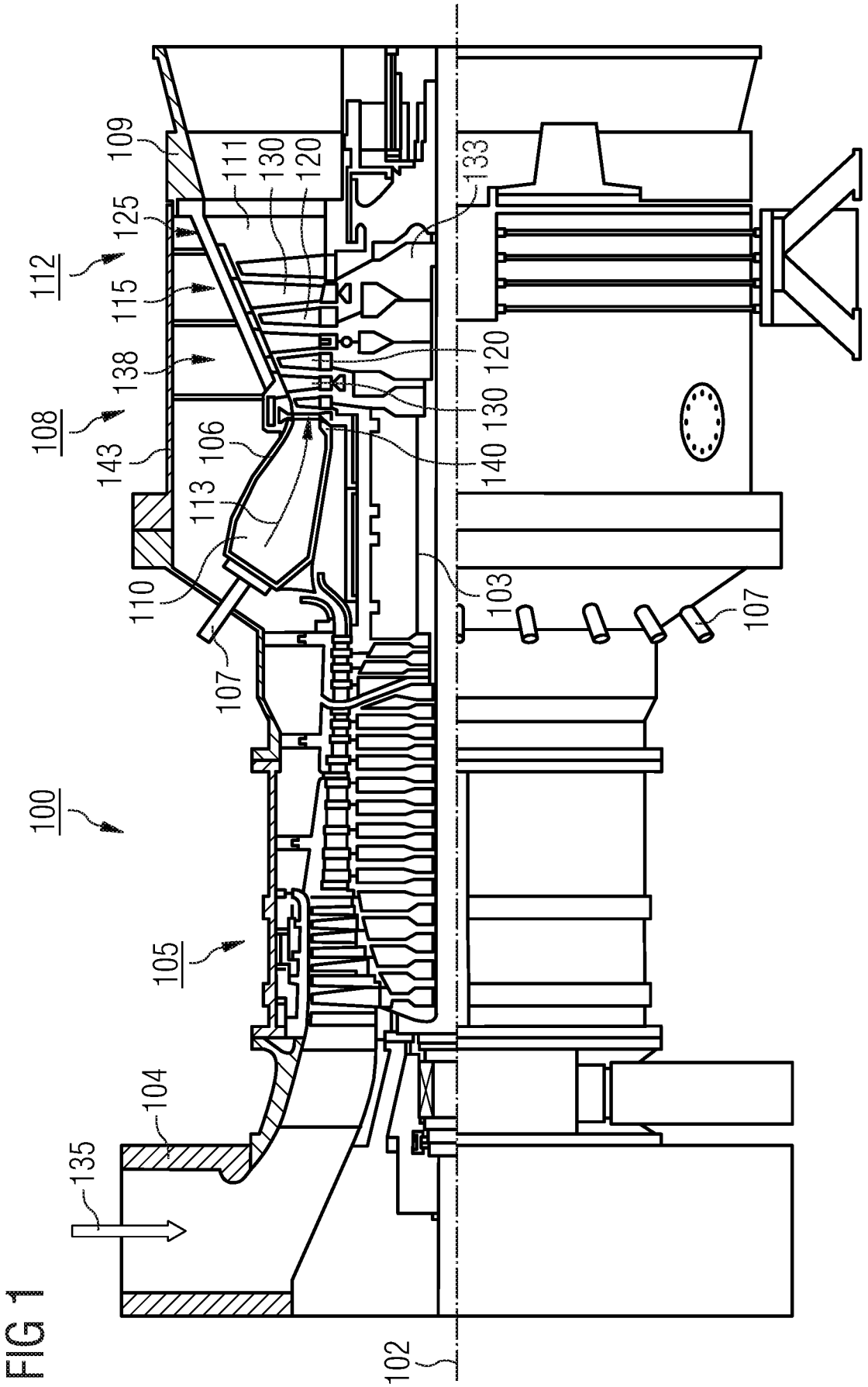

109
111
130
120
133
125
112
115
138
120
108
143
106
130
140
113
110
103
107
107
100
105
104
135
102

FIG 1

FIG 2

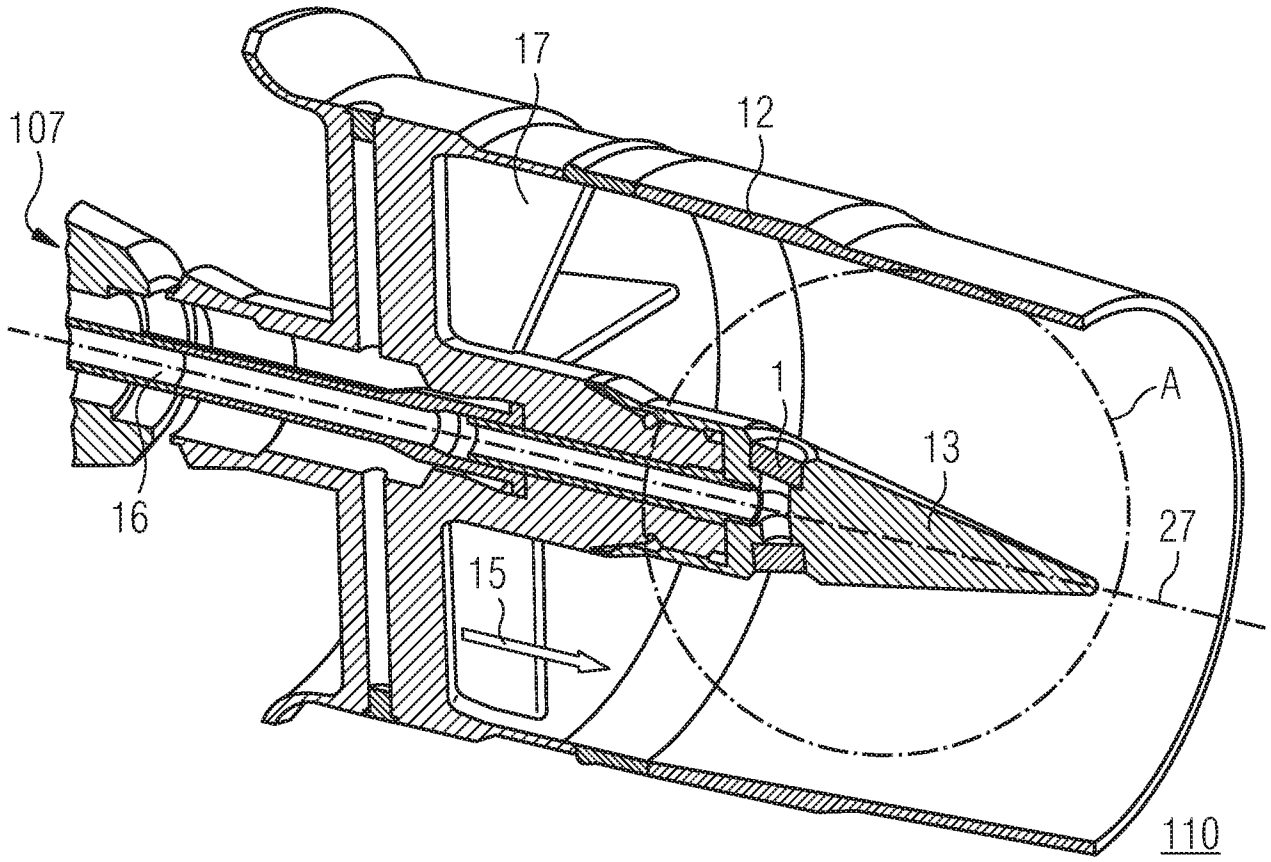


FIG 3

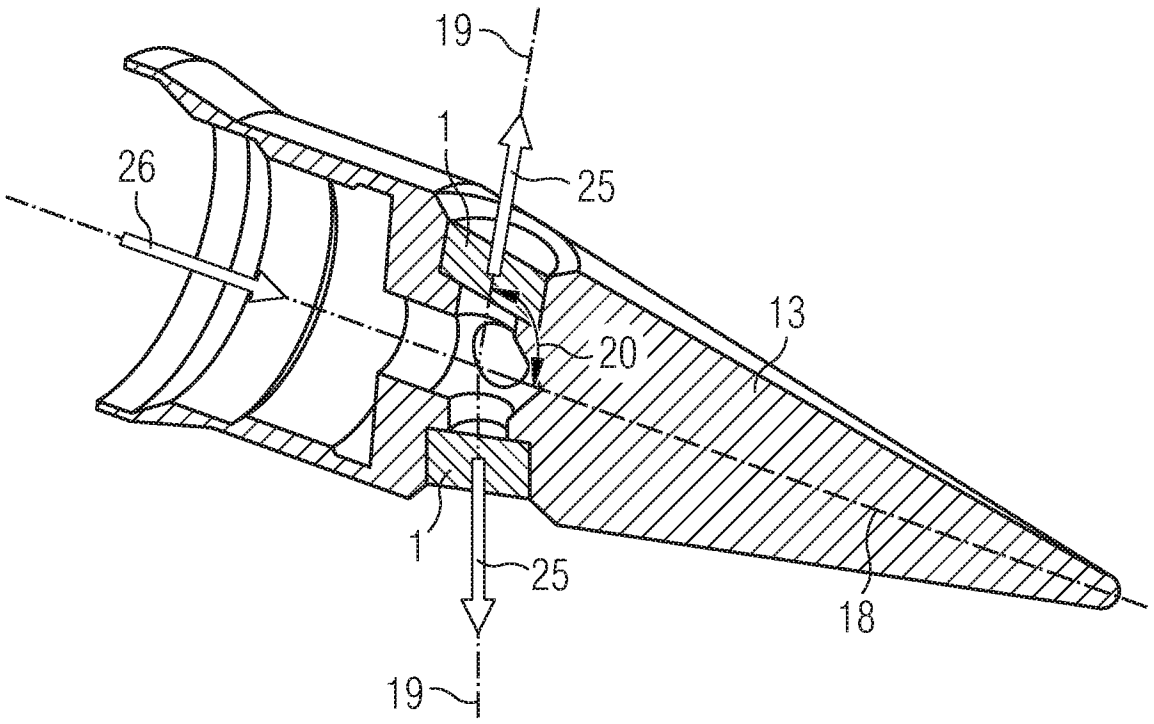


FIG 4

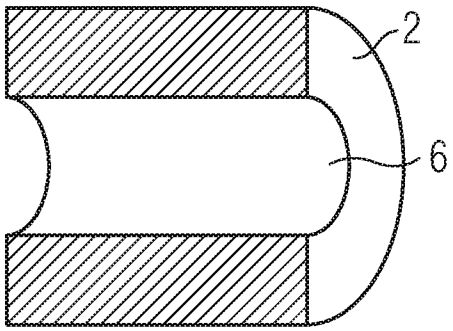


FIG 5

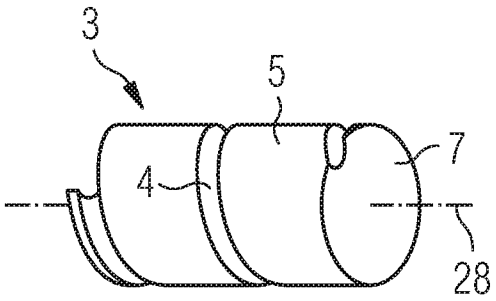


FIG 6

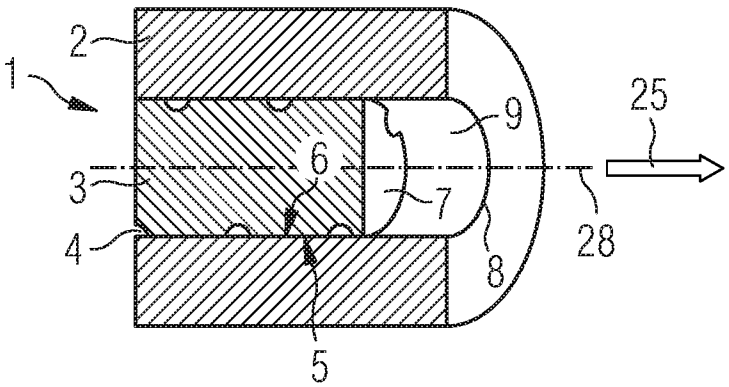


FIG 7

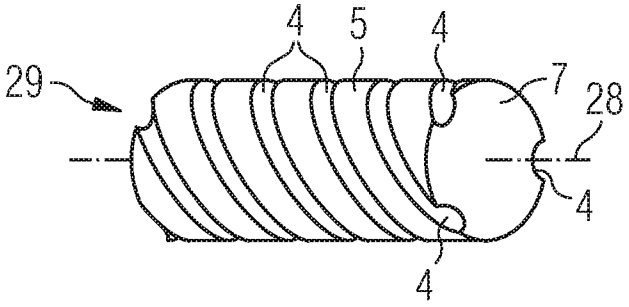


FIG 8

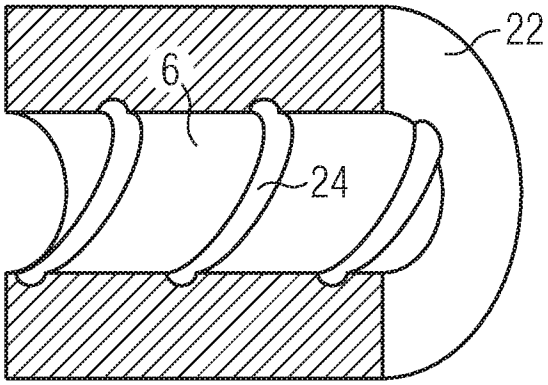


FIG 9

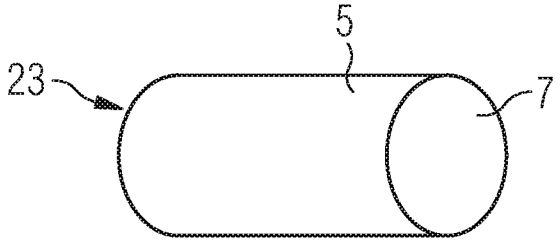


FIG 10

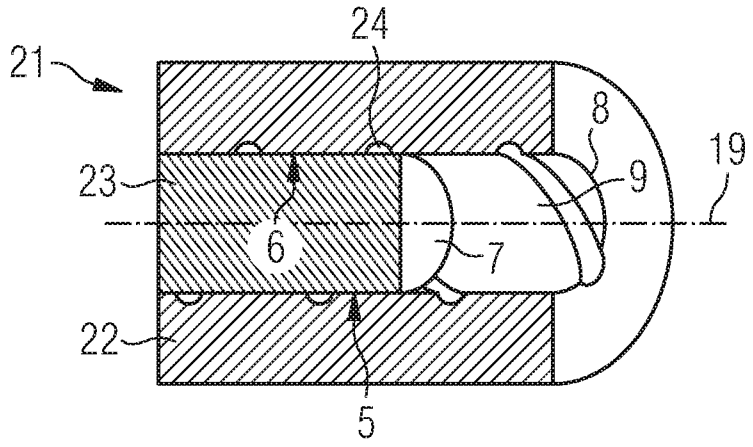


FIG 11

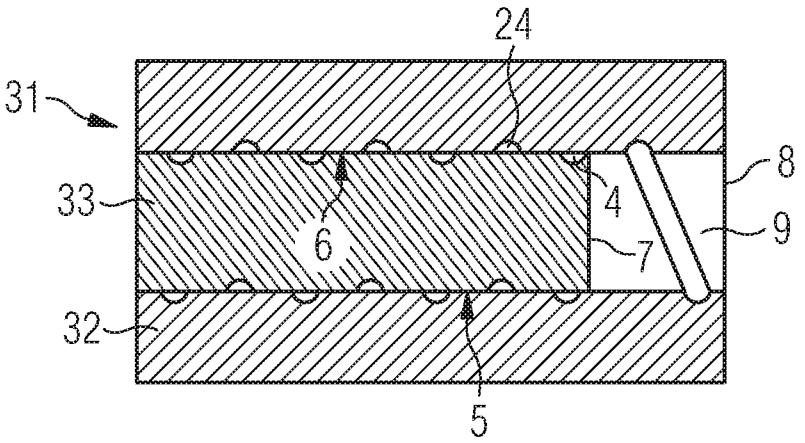


FIG 12

