

(19)



(11)

EP 2 151 630 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.10.2011 Patentblatt 2011/41

(51) Int Cl.:
F23R 3/14 (2006.01) **F23C 7/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08013950.4**

(22) Anmeldetag: **04.08.2008**

(54) **Swirler**

Swirler

Dispositif de tourbillonnement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.02.2010 Patentblatt 2010/06

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Fischer, Marcus
56589 Niederbreitbach (DE)**
• **Huth, Michael, Dr.
45239 Essen (DE)**
• **Prade, Bernd, Dr.
45479 Mülheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**US-A- 5 937 653 US-A- 6 038 861
US-A- 6 119 459 US-A1- 2004 020 210
US-A1- 2004 163 392**

EP 2 151 630 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Gasturbinen besitzen bekanntlich folgende Komponenten: einen Verdichter zum Verdichten von Luft; mindestens eine Brennkammer zum Erzeugen heißen Gases durch Verbrennen von Brennstoff in Anwesenheit der vom Kompressor gelieferten, verdichteten Luft; und eine Turbine, in der das von der Brennkammer gelieferte heiße Gas entspannt wird.

[0002] Gasturbinen emittieren bekanntlich unerwünschte Stickoxide (NO_x) und Kohlenmonoxid (CO). Ein bekannter Faktor, der die NO_x-Emissionen beeinflusst, ist die Verbrennungstemperatur. Senkt man die Verbrennungstemperatur, so sinkt die Menge des abgegebenen NO_x. Allerdings sind hohe Verbrennungstemperaturen wünschenswert, um einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen und die CO-Oxidation zu verstärken. Es ist bekannt, dass magerere Brennstoff/Luft-Gemische kühler verbrennen und deshalb weniger NO_x-Emissionen entstehen. Eine bekannte Technik zum Erzeugen eines magereren Brennstoffgemischs ist es, Turbulenzen zu erzeugen, um Luft und Brennstoff vor der Verbrennung so gleichmäßig wie möglich zu vermischen, um zu vermeiden, dass Zonen mit fettem Gemisch entstehen, in denen es örtliche Stellen hoher Temperatur gibt (so genannt Hot Spots).

[0003] Bei can, can annular Systemen insbesondere bei Vormischsystemen wird deshalb Brennstoff über einen Swirler (Drallerzeuger) zumeist mit Brennstoffeindüsung eingeströmt. Hierbei wird verdichtete Luft durch einen Kanal der Brennkammer zugeführt. In diesem Kanal wird der Swirler angeordnet, welcher mit mindestens einer Brennstoffleitung verbunden ist. Diese Swirler verdrehen die Verbrennungsluft und bringen gleichzeitig über Bohrungen Brennstoff in die Verbrennungsluft ein. Dieses Gemisch strömt dann der Brennkammer zu, um dort verbrannt zu werden. Durch dieses System wird eine möglichst homogene Durchmischung von Kraftstoff zu Luft erzielt, was wesentlich zur NO_x Reduktion beiträgt.

[0004] Bei Verbrennungsmaschinen, insbesondere solchen, die mit zwei verschiedenen Brennstoffen betrieben werden, erfolgt beispielsweise eine Eindüsung des Brennstoffes Öl über Swirler, in denen das Öl mit Luft vermischt wird. Diese Swirler sind um einen stark verdrehten Pilotbrenner zumeist konzentrisch angeordnet. Dem Piloten ist ein Pilotkonus nachgeordnet, in welchem die Pilotgasverbrennung stattfindet. Diesem, in Strömungsrichtung nachgeschaltet, findet die Hauptverbrennung statt. Brennluft strömt durch den Piloten bzw. den Swirler und wird dort mit Brennstoff gemischt. Um eine unerwünschte Entzündung des Gemisches zu verhindern, werden die Zwischengebiete zwischen den Swirlern mit Luft bzw. einem Luft/Brennstoffgemisch durchströmt. Diese Luft steht für eine Verbesserung der Mischung und/oder für eine Reduktion der maximalen Verbrennungstemperatur nur begrenzt zur Verfügung.

[0005] Die US 2004/0163392 A offenbart Swirler, welche an der Brennlufteingangsseite einen runden Quer-

schnitt aufweisen. Stromab eines Swirlers geht der Querschnitt von einer kreisrunden in eine trapezförmige Form über.

[0006] Die US 6,119,459 A offenbart eine Swirleranordnung mit zumindest zwei Swirlern, wobei die Swirler elliptisch ausgebildet sind.

[0007] Die US 5,373,693 A offenbart eine Brennstoffdüse, der eine ringförmige Dralleinrichtung koaxial zugeordnet ist, wobei die Dralleinrichtung zwischen über den Umfang verteilten Profilen tangential Kanäle für eine regulierbare Zufuhr von Verbrennungsluft aufweist.

[0008] Die U 6,038,861 offenbart Swirler, welche an der Brennlufteingangsseite einen runden Querschnitt aufweisen. Diese erweitern sich mit zunehmender Strömungsrichtung. Angrenzende Swirler schließen sich schließlich zu einem Ringspalt zusammenschließen. Fertigungsseitig ist dies jedoch nur schwer umzusetzen.

[0009] Es ist daher eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Swirler zur Verfügung zu stellen, welcher die oben genannten Nachteile beseitigt.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch die Angabe einer Swirler nach Anspruch 1.

[0011] Erstmals wird somit vorgeschlagen einen Swirler mit einer entlang einer Achse angeordneten Nabe und mit einer die Nabe vollumfänglich umschließenden von der Nabe beanstandeten Begrenzungswand auszubilden, wobei dieser Swirler mindestens eine Drallschaufel umfasst, welche sich von der Nabe radial auswärts gerichtet bis zur Begrenzungswand erstreckt. Erfindungsgemäß ist dabei der durch die Begrenzungswand senkrecht zur Achse gebildete Querschnitt trapezoidförmig. Die Erfindung hat somit erkannt, dass bei der derzeitigen Geometrie der Swirler eine intensive Durchströmung der Zwischengebiete mit Luft unumgänglich ist, um somit eine Entzündung dieser Zwischengebiete zu vermeiden. Ein trapezoidförmiger Querschnitt hingegen lässt sich wesentlich vereinfachen in den Brenner integrieren, insbesondere zwei Swirler zueinander, so dass eine Entzündung dieser Zwischengebiete auch ohne intensives Spülen mit Luft vermieden werden kann. Dabei umfasst trapezoid alle Geometrien, die im Wesentlichen zwei parallele Seiten aufweist. Diese können auch eine leichte Krümmung aufweisen. Die Ecken der Begrenzungswand können dabei auch eine Rundung aufweisen. Alle Seiten der Begrenzungswand können eine leichte Biegung aufweisen.

[0012] Bevorzugt weist die mindestens eine Drallschaufel eine 3-d Geometrie auf. Zusätzlich können in den Ecken der Begrenzungswand Eckschaufeln vorhanden sein. Diese können spitz zulaufen und von der Nabe zum Querschnitt gerichtet sein oder umgekehrt. Die Eckschaufeln müssen ebenfalls nicht durchgängig von der Nabe zum Querschnitt reichen. Dies sorgt für eine bessere aerodynamische Durchströmung des stark 3-dimensionalen Strömungsfeldes.

[0013] Zusätzlich können die Ecken der Begrenzungswand mit Effusionsluft geschützt werden. Dies vermeidet einen Flammenrückschlag.

[0014] Bevorzugt ist durch die Nabe Brennstoff führbar.

[0015] In bevorzugter Ausgestaltung sind Brennstoffeindüsen angeordnet. Diese können an den Drallschaufeln angeordnet sein. Bei Betrieb wird so Brennstoff in die Luft bzw. das Luft / Brennstoffgemisch eingedüst.

[0016] Die Erfindung wird beispielhaft und teilweise schematisch anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

- FIG 1 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Brenner nach dem Stand der Technik,
 FIG 2 zeigt schematisch einen radialen Querschnitt eines Brenners entlang der Schnittlinie A-A von Fig. 1,
 FIG 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Swirler,
 FIG 4 zeigt eine erfindungsgemäße Swirleranordnung mit Piloten.

[0017] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

[0018] FIG 1 zeigt einen Brenner 100 mit einem Düsengehäuse 6 und einem Unterteil 5. Ein Pilotbrenner 1, der eine Einspritzöffnung 4 für den Zündbrennstoff aufweist, verläuft durch das Düsengehäuse 6 und ist an dem Unterteil 5 des Düsengehäuses befestigt. Die Hauptbrennstoffdüsen 2 verlaufen parallel zu dem Pilotbrenner 1 durch das Düsengehäuse 6 und sind an dem Unterteil 5 des Düsengehäuses befestigt. Die Brennstoffeinträge 16 versorgen die Hauptbrennstoffdüsen 2 mit Brennstoff.

[0019] Eine Hauptverbrennungszone 9 wird innerhalb der Auskleidung 19 gebildet. Ein Pilotkegel 20 ragt aus der Nähe der Einspritzöffnung 4 für den Zündbrennstoff des Pilotbrenners 1 hervor und hat neben der Hauptverbrennungszone 9 ein verbreitertes Ende 22. Der Pilotkegel 20 hat ein sich erweiterndes Profil, das eine Zone 23 für die Zündflamme bildet.

[0020] Die verdichtete Luft 101 strömt von dem Verdichter 50 zwischen Stützrippen 7 durch die Hauptluftverwirbelungsvorrichtungen 8 in die Hauptverbrennungszone 9. Jede Hauptluftverwirbelungsvorrichtung 8 ist parallel zu dem Pilotbrenner 1 und grenzt an die Hauptverbrennungszone 9 an. Eine Vielzahl von Swirlern 80 umgibt jede Hauptbrennstoffdüse 2. Diese generieren eine Verwirbelung um verdichtete Luft 101 und Brennstoff 102 miteinander zu mischen. Ein Brennstoff/Luft Gemisch 103 wird in die Hauptverbrennungszone getragen, wo es verbrennt.

[0021] Die verdichtete Luft 101 dringt ebenfalls durch einen Satz von stationäre Blechen 10, die sich innerhalb der Pilotswirler 11 befinden, in die Zone 23 der Zündflamme ein. Die verdichtete Luft 101 vermischt sich innerhalb des Pilotkegels 20 mit dem Zündbrennstoff 30 und wird in die Zone 23 der Zünd- bzw. Pilotflamme transportiert, wo sie verbrennt.

[0022] FIG 2 zeigt eine Ansicht einer Brennkammer 100 entlang der Achsen A-A. Wie in Fig. 2 gezeigt, ist der Pilotbrenner 1 von Hauptbrennstoffdüsen 2 ringartig

umgeben. Eine Hauptbrennstoffverwirbelungsvorrichtungen 8 mit Swirlern 80 umgibt jede Hauptbrennstoffdüse 2. Die Hauptbrennstoffdüsen 8 sind voneinander durch den Abstand d getrennt. In dieser Ausführung wird der Pilotbrenner 1 von Hauptbrennstoffdüsen 2, welche in gleichem Abstand voneinander angeordnet sind, umgeben, jedoch können diese Abstände auch variieren. Das verbreiterte Ende 22 des Pilotkegels 20 bildet mit der Auskleidung 19 einen Kreisring. Das Brennstoff/Luft Gemisch fließt durch den Kreisring in die Hauptverbrennungszone 19.

[0023] Um nun eine unerwünschte Entzündung des Gemisches zwischen den Hauptbrennstoffdüsen 8, nachfolgend als Zwischenräume bezeichnet, zu verhindern, werden diese Zwischenräume der Hauptbrennstoffdüsen 8 intensiv mit Luft durchspült. Diese Luft steht für eine Verbesserung der Mischung und /oder der Reduktion der maximalen Verbrennungstemperatur nur begrenzt zur Verfügung. Da bekannt ist, dass magerere Gemische aus Brennstoff und Luft kühler verbrennen und damit die Emission von NOx senken, ist es wünschenswert, die benötigte Spülluft auf einfache Art und Weise zu minimieren.

[0024] FIG 3 zeigt einen Swirler 90 insbesondere für eine Gasturbine. Der Swirler 90 weist eine Begrenzungswand (B) auf, welche einen senkrecht zur Achse (A) gebildeten Querschnitt aufweist, wobei dieser Querschnitt trapezoidförmig ist. Der Swirler 90 umfaßt dabei mindestens eine Drallschaufel 91. Der Swirler 90 ist im Wesentlichen auf einer zentralen Nabe 92 angeordnet. Durch diese erfolgt auch die Brennstoffversorgung. Dazu ist die zentrale Nabe 92 mit einer Brennstoffleitung verbunden. Die Drallschaufel 91 ist dabei bevorzugt als 3-d Schaufel ausgebildet. Der Brennstoff kann aus der Nabe 92 oder aus den Schaufeln eingedüst werden. Die bewirkt eine bessere aerodynamische Durchströmung des 3-dimensionalen Strömungsfeld. Insbesondere in den Ecken der Begrenzungswand (B) können 3-d Schaufeln verwendet werden. Zusätzlich können in den Ecken der Begrenzungswand (B) auch Eckschaufeln 96 angelegt werden, welche von den Querschnittsecken spitz zulaufen. Diese Eckschaufeln 96 sind in den Ecken der Begrenzungswand (B) angeordnet und können bis zur Nabe 92 reichen; jedoch auch zwischen Begrenzungswand (B) und Nabe 92 enden. Dadurch wird ein besseres, gleichmäßigeres Strömungsverhalten erzielt. Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Ecken der Begrenzungswand (B) mit Effusionsluft durchströmt werden, um somit diese Ecken besonders gut gegen Flammenrückschlag zu schützen. Die Drallschaufeln 91 zur Brennstoffeindüsung sind mit der Begrenzungswand (B) der Swirler 90 fest verbunden. Alternativ können die Drallschaufeln 91 auch lediglich mit der Nabe 92 verbunden sein, sind sozusagen als Bauteil nur an der Nabe 92 aufgehängt. Dies würde fertigungstechnisch einfacher herstellbar sein und somit geringere Kosten verursachen.

[0025] FIG 4 zeigt schematisch eine Swirleranordnung 95 umfassend die Swirler 90a, 90b. Diese sind zentral

und ringförmig um einen Pilotbrenner 1 angeordnet. Die Swirler 90 a, 90b weisen einen geringen Abstand d1 voneinander auf. Durch die trapezoide Geometrie der Querschnitte können die Swirler auch sehr nahe an die Ebene des Pilotkegels 20 gesetzt werden, da durch die vorteilhafte geometrische Ausführung eben die entsprechende Ringspaltkontur mit Segmenten in Umfangsrichtung zusammengesellt wird.

[0026] Durch diese Erfindung wird ein unrunder Swirler geschaffen, welcher eine in Umfangsrichtung segmentierte Strömung schafft, die jeweils verdreht ist. Weiterhin ist es mit Hilfe der Erfindung möglich, die so genannten Zwischenräume mit wesentlich weniger Luft zu durchströmen, um somit unerwünschte Entzündungen der Zwischenräume zu vermeiden. Somit steht mehr Luft der Verbrennung zur Verfügung. Ein weiterer Vorteil ist die einfachere mechanische Ausführung und die damit verbundene größere Robustheit und geringere Herstellungskosten.

Patentansprüche

1. Swirler (90) mit einer entlang einer Achse (A) angeordneten Nabe (92) und mit einer die Nabe (92) vollumfänglich umschließenden von der Nabe beanstandeten Begrenzungswand (B) umfassend mindestens einer Drallschaufel (91), welche sich von Nabe (92) radial auswärts gerichtet bis zur Begrenzungswand (B) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der durch die Begrenzungswand (B) senkrecht zur Achse (A) gebildete Querschnitt trapezoidförmig ist.
2. Swirler (90) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Drallschaufel (91) eine 3-d Geometrie aufweist.
3. Swirler (90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Ecken der Begrenzungswand (B) Eckschaufeln (96) vorhanden sind.
4. Swirler (90) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eckschaufeln (96) spitz zuläufen.
5. Swirler (90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Nabe (92) Brennstoff führbar ist.
6. Swirler (90) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Brennstoffeindüsungen umfasst sind.
7. Swirler (90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Nabe (92) Brennstoff in die Drallschaufeln (91) leitbar ist und dort ausgedüst wird und/oder Brennstoff zusätzlich ausgehend von der Nabe ausgedüst wird.
8. Swirler (90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die Begrenzungswand und/oder Ecken der Begrenzungswand (B) mit Effusionsluft geschützt werden.

Claims

1. Swirler (90) with a hub (92) arranged along an axis (A) and with a boundary wall (B) surrounding the hub (92) over the entire circumference and spaced apart from the hub, comprising at least one swirl blade (91) which extends from the hub (92) radially outwards as far as the boundary wall (B), **characterized in that** the cross section formed perpendicularly to the axis (A) by the boundary wall (B) is trapezoidal.
2. Swirler (90) according to Claim 1, **characterized in that** the at least one swirl blade (91) has 3D geometry.
3. Swirler (90) according to one of the preceding claims, **characterized in that** corner blades (96) are present in the corners of the boundary wall (B).
4. Swirler (90) according to Claim 3, **characterized in that** the corner blades (96) taper.
5. Swirler (90) according to one of the preceding claims, **characterized in that** fuel can be led through the hub (92).
6. Swirler (90) according to Claim 5, **characterized in that** it comprises fuel injections.
7. Swirler (90) according to one of the preceding claims, **characterized in that** fuel can be conducted through the hub (92) into the swirl blades (91) and is ejected there, and/or fuel is additionally ejected from the hub.
8. Swirler (90) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the boundary wall and/or corners of the boundary wall (B) are protected by effusion air.

Revendications

1. Dispositif (90) de tourbillonnement ayant un moyeu (92) disposé suivant un axe (A) et une paroi (B) de délimitation entourant complètement le moyeu

(92) et à distance du moyeu et comprenant au moins une pale (91) de mise en tourbillonnement, qui s'étend radialement en étant dirigée vers l'extérieur du moyeu (92) jusqu'à la paroi (B) de limitation, **caractérisé en ce que** la section transversale formée par la paroi (B) de limitation perpendiculairement à l'axe (A) est trapézoïdale.

5

2. Dispositif (90) de tourbillonnement suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que la au moins une pale (91) a une géométrie en 3D. 10
3. Dispositif (90) de tourbillonnement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'il y a des pales (96) de coin aux coins de la paroi (B) de limitation. 15
4. Dispositif (90) de tourbillonnement suivant la revendication 3,
caractérisé en ce que les pales (96) de coin sont pointues. 20
5. Dispositif (90) de tourbillonnement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que du combustible peut passer dans le moyeu (92). 25
6. Dispositif (90) de tourbillonnement suivant la revendication 5,
caractérisé en ce qu'il est prévu des injections de combustible. 30
7. Dispositif (90) de tourbillonnement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que du combustible peut passer par le moyeu (92) dans les pales (91) de mise en tourbillonnement et y être projeté et/ou du combustible est projeté supplémenta- 35
irement à partir du moyeu. 40
8. Dispositif (90) de tourbillonnement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la paroi de limitation et/ou les coins de la paroi (B) de limitation sont protégés par de l'air d'effusion. 45

50

55

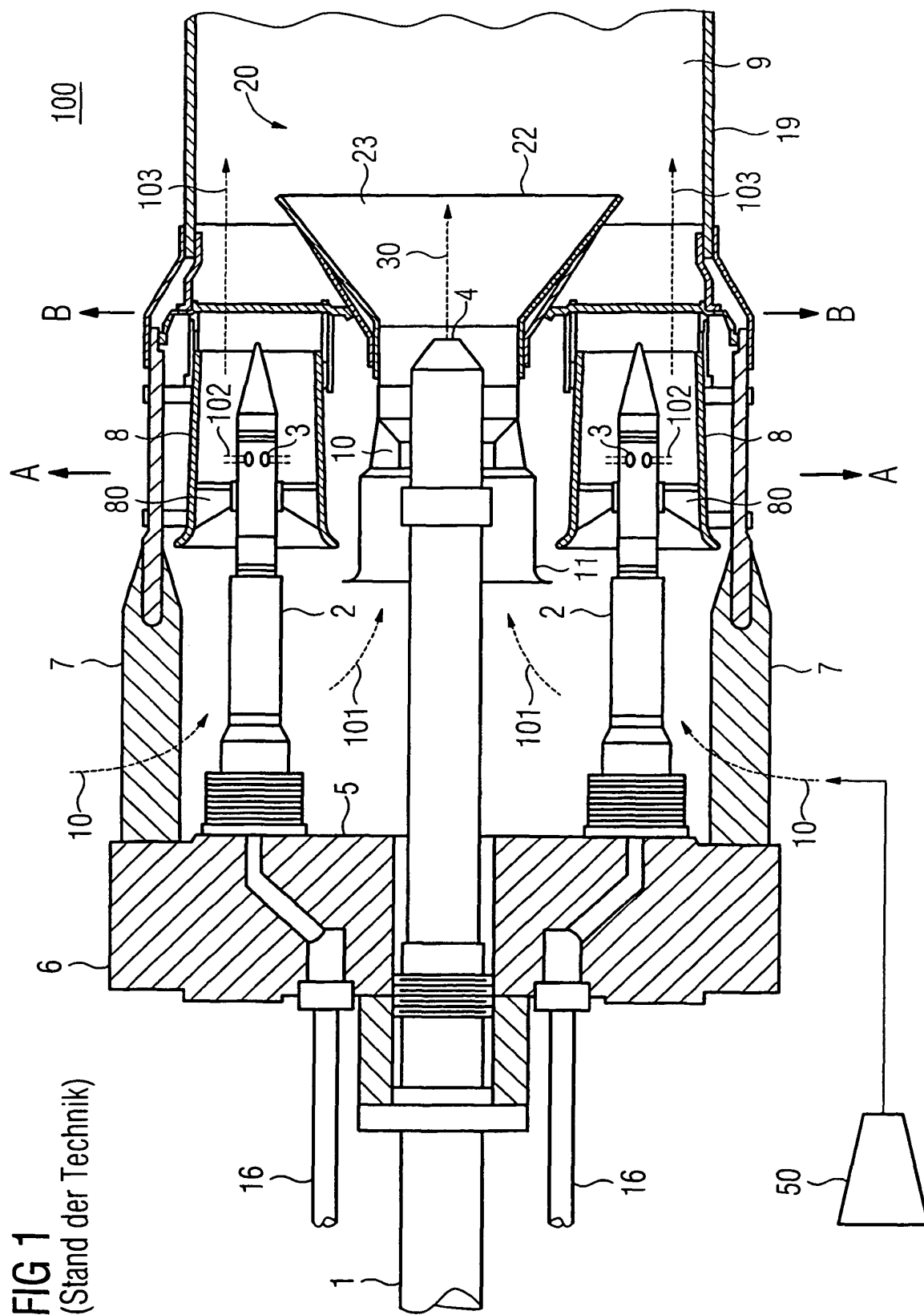


FIG 2
A-A

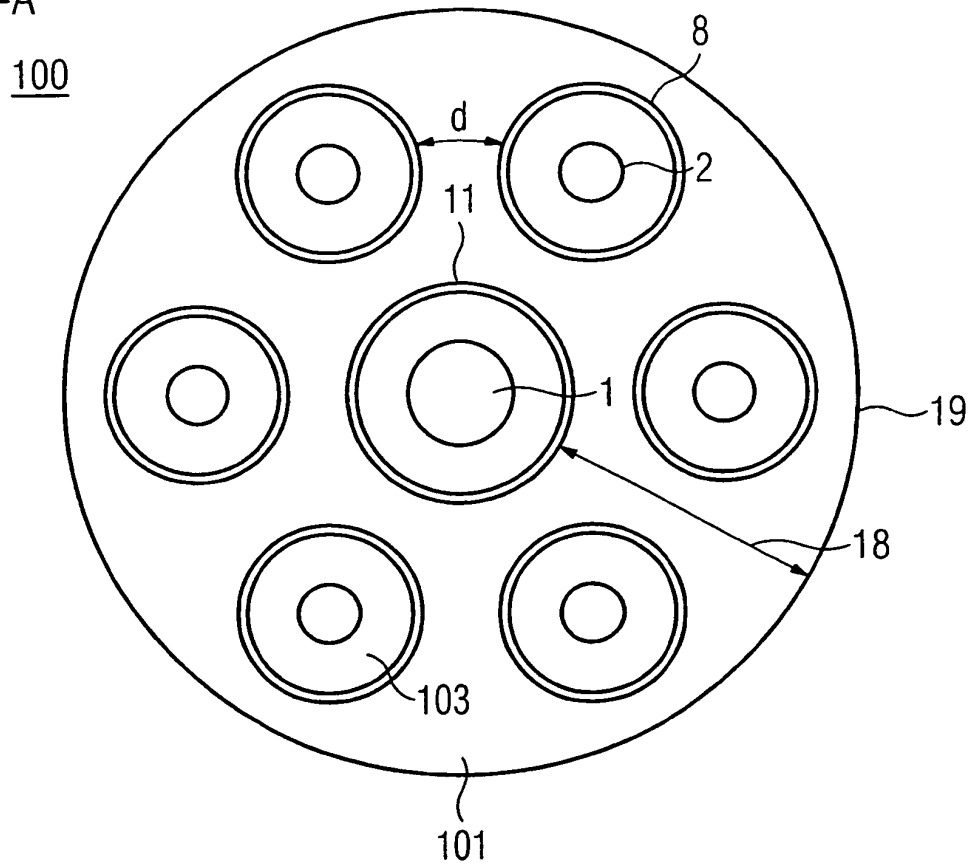


FIG 3

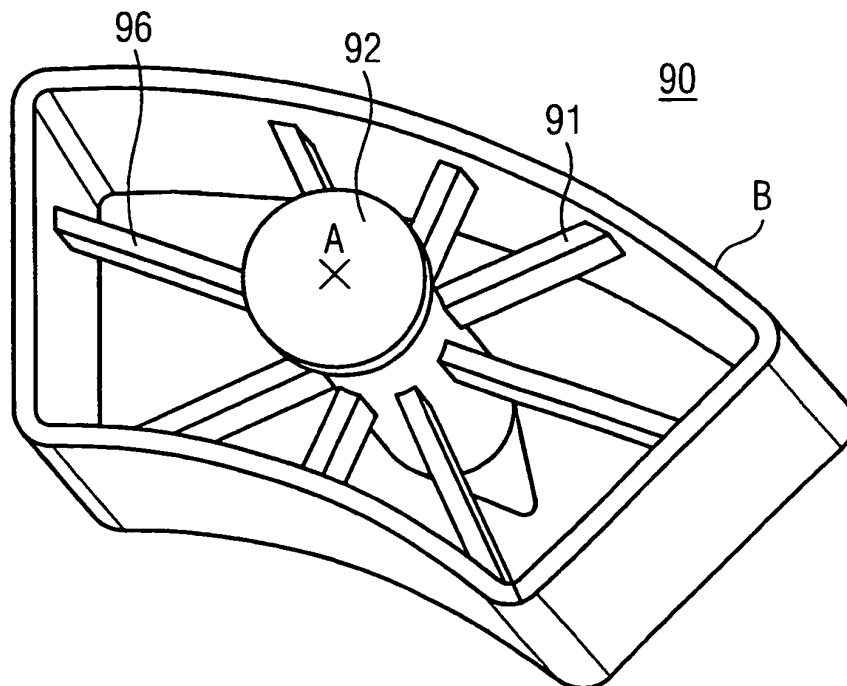
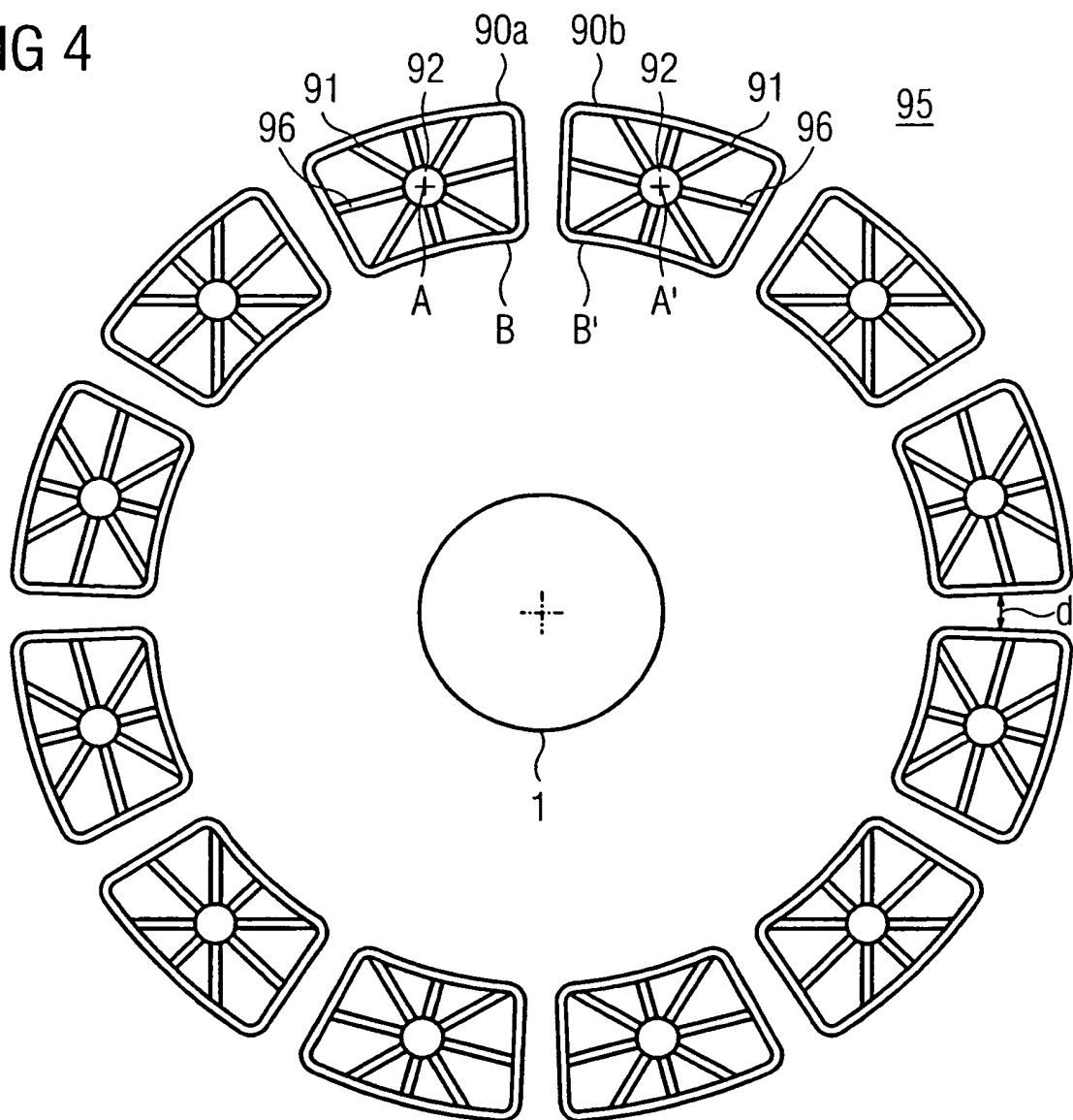


FIG 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20040163392 A [0005]
- US 6119459 A [0006]
- US 5373693 A [0007]
- US 6038861 A [0008]