(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 808 611 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.12.2015 Patentblatt 2015/49

(51) Int Cl.:
F23R 3/28 *(2006.01)* ***F23R 3/34*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **13170048.6**

(22) Anmeldetag: **31.05.2013**

(54) **Injektor zum Einbringen eines Brennstoff-Luft-Gemisches in eine Brennkammer**

Injector for introducing a fuel-air mixture into a combustion chamber

Injecteur pour l'introduction d'un mélange air-carburant dans une chambre de combustion

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.12.2014 Patentblatt 2014/49

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Beck, Christian**
  45468 Mülheim (DE)
- **Deiss, Olga**
  40627 Düsseldorf (DE)
- **Krebs, Werner**
  45481 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Wegner, Bernhard**
  10589 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 034 245
WO-A1-2013/043076
US-A- 2 417 445
US-A- 4 420 929
US-A1- 2005 034 458
US-A1- 2009 249 789

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).

EP 2 808 611 B1

Beschreibung

Gegenstand der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Injektor zum Einbringen eines Brennstoff-Luft-Gemisches in eine Brennkammer, eine Brennkammer und eine Gasturbine.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Moderne Gasturbinen sollen in einem weiten Betriebsbereich den Anforderungen bezüglich Schadstoffemissionen und Umweltfreundlichkeit genügen. Die Erfüllung dieser Anforderungen hängt wesentlich von dem in der Gasturbine eingesetzten Verbrennungssystem ab. Zur Reduktion der Emissionen von Stickoxiden (NOx) wird magere Vormischung verwendet. Dabei werden zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades hohe Turbineneintrittstemperaturen angestrebt, die mit hohen Flammentemperaturen einhergehen. Hier sind die erwähnten Vormischflammen aufgrund der hohen thermischen Leistungsdichte anfällig für thermoakustische Instabilitäten und die NOx-Emissionen nehmen mit steigender Flammentemperatur exponentiell zu.

[0003] Auf der anderen Seite ist ein Betrieb der Gasturbine bei möglichst niedrigen Lasten und Flammentemperaturen notwendig, um den Anforderungen der Kraftwerksbetreiber gerecht zu werden. Hier wird der Betriebsbereich nach unten hin durch die bei unvollständigem Ausbrand entstehenden Kohlenmonoxidemissionen (CO) begrenzt. Daher ist es wünschenswert, den Betriebsbereich des Verbrennungssystems in beide Richtungen zu erweitern.

[0004] Zur Erweiterung des Betriebsbereiches bei bestehenden Verbrennungssystemen wurde beispielsweise durch brennerinterne Brennstoffstufung, effiziente Vormischeinrichtungen, Reduktion von Kühlluft und gestufte Verbrennungskonzepte eine Optimierung des Systems für die heutigen Anforderungen vorgenommen. Die "axial staging" genannte gestufte Verbrennungstechnologie besteht aus einem konventionellen Brenner, der eine primäre Verbrennungszone befeuert. Diese Primärzone kann wiederum wie konventionelle Brenner intern gestuft sein und deckt den Lastbereich bis zu heutigen Feuerungstemperaturen ab. Stromab der Primärzone schließt sich eine sekundäre Verbrennungszone an. In diese wird durch eine axial gegenüber der Primärzone versetzte Stufe zusätzlicher Brennstoff eingedüst. Dieser wird dann in einem diffusionsartigen Regime verbrannt. Der Brennstoff kann mit Inertkomponenten (Dampf, Stickstoff, Kohlendioxid) verdünnt werden, um die stöchiometrische Verbrennungstemperatur stark abzusenken und damit die NOx-Bildung unterdrückt. Gleichzeitig wird durch die Verteilung der Wärmefreisetzung über den gesamten zur Verfügung stehenden Brennraum die Neigung des Verbrennungssystems zu thermoakustischen Instabilitäten verringert.

[0005] Die für einen sicheren Betrieb innerhalb der gewährleisteten Emissionsgrenzen benötigten Verdünnungsmedien müssen aus separaten Prozessen zur Verfügung gestellt werden, was zu etlichen Nachteilen führt. Erstens steigt die Komplexität des Gesamtkraftwerks im Sinne höherer Investitionskosten. Zweitens benötigen diese separaten Prozesse ihrerseits Energie, so dass der Gesamtwirkungsgrad beeinträchtigt wird. Drittens sinkt die Verfügbarkeit des Kraftwerkes, da diese Prozesse eine gewisse Ausfallswahrscheinlichkeit besitzen, welche zu der des konventionellen Kraftwerkes hinzugerechnet werden muss. Aus diesem Grund ist es auch bekannt, den Brennstoff in der zweiten axialen Stufe ohne Inertkomponenten in Form eines Luft/Brennstoff Gemisches in die Sekundärzone einzubringen ("fuel only").

[0006] Diesbezüglicher und weiterer Stand der Technik ist in den Dokumenten DE 10 2006 053 679 A1, US 6,418,725 B1 und US 2005/034458 A1, die jeweils Rohrbrennkammern betreffen, und in den Dokumenten DE 42 32 383 A1, US 2009/0084082 A1, US 6,192,688 B1, US 6,047,550 und US 6,868,676 B1, die Ringbrennkammern betreffenden, beschrieben.

[0007] Die US 2011/0067402 A1 offenbart eine Gasturbine mit einer Brennkammer, welche ein Verbrennungskonzept mit zwei Stufen aufweist. Die Brennkammer umfasst ein Brennkammerkopfende mit einer Brenneranordnung, einen Brennkammerausgang und eine Brennkammerwand, wobei die Brennkammerwand sich vom Brennkammerkopfende zum Brennkammerausgang erstreckt, sowie eine Primärzone und eine Sekundärzone. Die Sekundärzone ist in Hauptströmungsrichtung des Heißgases stromabwärts der Primärzone anordnet. Entlang des Umfangs der Brennkammer sind in die Sekundärzone mündende Injektoren angeordnet, welche eine zweite axiale Stufe des Verbrennungssystems ausbilden.

Beschreibung der Erfindung

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Injektor zum Einbringen eines Brennstoff-Luft-Gemisches in eine Brennkammer, eine Brennkammer sowie eine Gasturbine mit mindestens einer derartigen Brennkammer zur Verfügung zu stellen, mit dem/der eine Reduzierung der Emissionen von Stickoxiden (NOx) und niedrige CO-Emissionen erreicht werden kann.

[0009] Die erste Aufgabe wird durch einen Injektor nach Anspruch 1 gelöst, die zweite Aufgabe wird durch eine Brennkammer nach Anspruch 8 gelöst. Die dritte Aufgabe wird durch eine Gasturbine nach Anspruch 15 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0010] Der erfindungsgemäße Injektor zum Einbringen eines Brennstoff-Luft-Gemisches in eine Brennkammer umfasst eine Längsachse und eine Anzahl gekrümmter, also nicht gerader, insbesondere bogenförmiger, Strömungskanäle. Unter dem Begriff "bogenförmig" wird dabei "in der Form mindestens eines Bogens gekrümmt", beispielsweise auch S-förmig gekrümmt, ver-

standen. Jeder Strömungskanal umfasst eine Brennstoffeinlassöffnung, eine Anzahl Lufteinlassöffnungen und eine Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnung. Dabei ist die Brennstoffeinlassöffnung mit einem Brennstoffverteiler verbunden. Die Brennstoffeinlassöffnung kann zudem eine Mittelachse aufweisen, die senkrecht oder parallel zur Längsachse des Injektors verläuft. Die Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnung weist eine Mittelachse auf, die senkrecht zur Längsachse des Injektors verläuft. Die Lufteinlassöffnungen weisen jeweils eine Mittelachse auf, die parallel zur Längsachse des Injektors verläuft.

[0011] Durch die Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnungen kann ein in den Strömungskanälen erzeugtes Brennstoff-Luft-Gemisch in eine Brennkammer, beispielsweise in eine Sekundärstufe einer Brennkammer, eingebracht werden. Durch die gebogene, beispielsweise auch S-förmig gebogene, Form der Strömungskanäle wird eine große Mischlänge auf kleinem zur Verfügung stehendem Raum erreicht.

[0012] Vorteilhafterweise kann der Injektor derart an der Brennkammer anordenbar sein, dass seine Längsachse im Wesentlichen parallel zu einer Längsachse der Brennkammer verläuft. Insbesondere kann die Längsachse des Injektors mit einer Längsachse der Brennkammer zusammenfallen.

[0013] Vorteilhafterweise sind die Lufteinlassöffnungen eines Strömungskanals in mindestens einer Reihe angeordnet. Auf diese Weise wird eine kontinuierliche Mischung des durch die Brennstoffeinlassöffnung in den Strömungskanal eingebrachten Brennstoffes mit der durch die Lufteinlassöffnungen in den Strömungskanal eingebrachten Luft erzielt.

[0014] Die Lufteinlassöffnungen können einen kreisförmigen Querschnitt haben. Sie können insbesondere als Bohrungen ausgestaltet sein. Eine Reihe Lufteinlassöffnungen kann vorzugsweise spiralförmig verlaufen, beispielsweise spiralförmig in Bezug auf eine zur Längsachse des Injektors parallel verlaufende Achse. Jeder Strömungskanal kann insbesondere eine zumindest teilweise gekrümmte oder bogenförmig verlaufende Mittellinie aufweisen und die mindestens eine Reihe der Lufteinlassöffnungen kann parallel zu der Mittellinie des Strömungskanals verlaufen.

[0015] Weiterhin kann der Brennstoffverteiler ringförmig ausgestaltet sein. Der Brennstoffverteiler kann insbesondere bezüglich der Längsachse des Injektors radial außerhalb der gekrümmten, insbesondere bogenförmigen, Strömungskanäle angeordnet sein. Alternativ dazu, kann der Brennstoffverteiler in axialer Richtung neben den bogenförmigen Strömungskanälen angeordnet sein.

[0016] Die gekrümmten, beispielsweise bogenförmigen, Strömungskanäle können einen Krümmungswinkel größer als 0° und kleiner als 180°, beispielsweise zwischen 10° und 90°, vorteilhafterweise zwischen 30° und 60°, aufweisen. Zudem kann mindestens einer der gekrümmten, insbesondere bogenförmigen, Strömungskanäle eine Krümmungsachse aufweisen, die parallel zur Längsachse des Injektors verläuft. Vorzugsweise verlaufen alle Krümmungsachsen der Strömungskanäle parallel zur Längsachse des Injektors.

[0017] Der Injektor kann zum Beispiel zwei im Wesentlichen parallel zueinander angeordnete Scheiben umfassen. Dabei können die Scheiben die Seitenwände der Strömungskanäle und die Lufteinlassöffnungen umfassen oder insbesondere die Seitenwände der Strömungskanäle bilden. Zudem kann ein ringförmiger Brennstoffverteiler über die zwei parallel angeordneten Scheiben mit einer Brennkammer, beispielsweise mit dem Liner einer Brennkammer bzw. der Brennraumwand, fest verbunden sein. Die Lufteinlassöffnungen können in den Scheiben in Form von Luftbohrungen spiralförmig in mehreren Reihen angeordnet sein. Mehrere Seitenwände zwischen den beiden Scheiben können die einzelnen Strömungskanäle oder Mischkanäle voneinander trennen.

[0018] Der Brennstoff kann über mehrere Brennstoffeinlassöffnungen, beispielsweise in Form von Bohrungen, auf der Innenseite des Brennstoffverteilers in Bezug auf die Längsachse des Injektors in die Mischkanäle eingedüst werden. Die Luft kann senkrecht durch die spiralförmig angeordneten Luftbohrungen zu der Brennstoffströmung hinzugegeben und mit dieser vermischt werden. Das Brennstoff-Luft-Gemisch gelangt dann in den Brennraum einer Brennkammer durch mehrere Öffnungen, beispielsweise Bohrungen, und entzündet sich dort.

[0019] Die erfindungsgemäße Brennkammer umfasst mindestens einen zuvor beschriebenen Injektor. Die Brennkammer kann eine Längsachse, ein Brennkammerkopfende, einen Brennkammerausgang und eine Brennkammerwand, die sich vom Brennkammerkopfende zum Brennkammerausgang erstreckt, umfassen. Sie kann zudem eine Primärzone und eine Sekundärzone, die in Hauptströmungsrichtung des Heißgases stromabwärts der Primärzone angeordnet ist, umfassen. Der mindestens eine Injektor kann im Bereich der Sekundärzone derart an der Brennkammerwand angeordnet sein, dass die Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnungen in die Sekundärzone münden. Dabei kann der Injektor zum Einbringen eines Brennstoff-Luft-Gemisches in die Sekundärzone dienen.

[0020] Die Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnungen können voneinander beabstandet entlang einer Umfangslinie an der Brennkammerwand angeordnet sein.

[0021] Weiterhin kann die Brennkammer einen Liner-Bereich umfassen, der den mindestens einen Injektor umfasst. Der Liner-Bereich kann sich in Hauptströmungsrichtung an die Primärzone anschließen. An den Liner-Bereich kann sich ein Übergangsbereich zum Brennkammerausgang anschließen. Der mindestens eine Injektor kann an dem Liner-Bereich angeordnet sein oder einstückig mit dem Liner-Bereich ausgestaltet sein. Zudem kann der Liner-Bereich eine Längsachse umfassen, die mit der Längsachse des Injektors zusammen-

fällt. Die Längsachse des Injektors kann auch parallel zur Längsachse des Liner-Bereichs verlaufen.

[0022] Der Liner-Bereich kann lediglich einen Bereich der Brennkammer bilden oder als separates Bauteil ausgestaltet sein. Er kann zwischen der Primärzone und dem Brennkammerausgang angeordnet sein, beispielsweise im Bereich der Sekundärzone.

[0023] Vorzugsweise ist mindestens ein erfindungsgemäßer Injektor an der Brennkammerwand im Bereich der Sekundärzone angeordnet. Durch die kombinierte Eindüsung von Luft und Brennstoff in die Sekundärzone wird eine sogenannte "luftgestützte Axialstufe" realisiert.

[0024] Bei der Brennkammer kann es sich um eine Rohrbrennkammer oder eine Ringbrennkammer handeln. An dem Brennkammerkopfende kann mindestens ein Brenner angeordnet sein.

[0025] Grundsätzlich wird die Primärzone durch den Bereich bestimmt, in welchem innerhalb der Brennkammer der über den Brenner zugeführte Brennstoff primär verbrannt wird. Die Sekundärzone zeichnet sich dadurch aus, dass in ihr das in der Primärzone erzeugte Heißgas weiter, möglichst vollständig, ausgebrannt wird. Dabei kann die Sekundärzone grundsätzlich an jeder beliebigen Position zwischen der Primärzone und dem Brennkammerausgang angeordnet sein.

[0026] Die luftgestützte Axialstufe an sich hat bereits mehrere Vorteile. Durch ein Vormischen von Brennstoff und Luft außerhalb des Brennraums wie bei konventioneller Brennertechnologie können die entstehenden Spitzentemperaturen und damit die NOx-Emissionen verringert werden. Durch die niedrigeren Verweilzeiten in der Sekundärzone und bis zum Turbineneintritt ergeben sich weiterhin niedrigere Gesamt-NOx-Emissionen. Es werden zudem keine zusätzlichen Medien benötigt, sondern ein Betrieb erfolgt nur mit der vom Verdichteraustritt stammenden Luft, welche mit Brennstoff in der axialen Stufe zu einem Gemisch aufbereitet wird. Daher ist das entstehende System robust und stabil verfügbar.

[0027] Weiterhin kann durch eine geeignete Fahrweise die Beaufschlagung der Axialstufe mit Brennstoff erst bei relativ hohen Lasten erfolgen. Bei niedrigeren Lasten wird die Brennstoffzufuhr zur axialen Stufe komplett abgeschaltet und diese verhält sich dann wie ein Luftbypass. Dadurch kann die Primärzone selbst bei sehr tiefen Lasten mit einer hohen lokalen Flammentemperatur betrieben werden, welche für einen guten Ausbrand und entsprechend niedrige CO-Emissionen sorgt. Die luftgestützte Axialstufe dient daher gleichermaßen einer Erweiterung des Betriebsbereiches des Verbrennungssystems zu niedrigeren und höheren Lasten.

[0028] Die vorliegende Erfindung hat darüber hinaus folgende spezielle Vorteile: Durch die gekrümmte, insbesondere spiralförmige Anordnung kann eine lange Mischlänge in den Strömungskanälen des Injektors trotz kompakter Bauweise erzielt werden. Dabei wird eine hohe Vormischgüte auf kleinem zur Verfügung stehendem Raum erreicht. Die Drallerzeugung sorgt für die Generierung zusätzlicher Gradienten und Scherschichten und somit für eine bessere Durchmischung mit der Hauptströmung. Durch ein gleichmäßigeres Turbineneintrittsprofil werden Emissionen gesenkt. Weiterhin wird eine einfache und kostengünstige Bauweise der Leitschaufeln der ersten Turbinenstufe (TLe 1) ermöglicht. Darüber hinaus eröffnet die vorliegende Erfindung großes Potenzial für eine Kühllufteinsparung und gegebenenfalls Sparpotenzial durch Verzicht auf die Leitschaufeln der ersten Turbinenstufe (TLe 1).

[0029] Die erfindungsgemäße Gasturbine umfasst eine zuvor beschriebene Brennkammer. Sie hat dieselben Eigenschaften und Vorteile wie die zuvor beschriebene Brennkammer.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0030] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher beschrieben. Die Ausführungsbeispiele schränken den durch die Patentansprüche bestimmten Schutzbereich der vorliegenden Erfindung nicht ein. Alle beschriebenen Merkmale sind dabei sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander vorteilhaft.

Figur 1 zeigt beispielhaft eine Gasturbine in einem Längsteilschnitt;

Figur 2 zeigt schematisch eine Ringbrennkammer einer Gasturbine;

Figur 3 zeigt schematisch einen Teil einer Rohrbrennkammer in einer teilweise perspektivischen und teilweise geschnittenen Ansicht;

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt der bereits in der Figur 3 teilweise gezeigten Brennkammer in perspektivischer und geschnittener Ansicht;

Figur 5 zeigt schematisch den Liner-Bereich mit einem erfindungsgemäßen Injektor in perspektivischer Ansicht;

Figur 6 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Teilbereich eines erfindungsgemäßen Injektors in teilweise perspektivischer Ansicht senkrecht zur Längsachse des Injektors;

Figur 7 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Teilbereich eines erfindungsgemäßen Injektors in teilweise perspektivischer Ansicht parallel zur Längsachse des Injektors;

Figur 8 zeigt schematisch einen Teilbereich einer alternativen Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Injektors;

Figur 9 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Teilbereich eines erfindungsgemäßen Injektors senkrecht zur Längsachse des Injektors.

[0031] 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 101 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

[0032] Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

[0033] Die Brennkammer 110 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

[0037] 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 Brennmittel 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.

[0038] Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 110 auskleidenden Hitzeschildelementen am meisten thermisch belastet.

[0039] Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden.

[0040] Als Material für die Bauteile, insbesondere für die Turbinenschaufeln 120, 130 und Bauteile der Brennkammer 110 werden beispielsweise eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

[0041] Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

[0042] Die Figur 2 zeigt schematisch eine Brennkammer 110 einer Gasturbine. Die gezeigte Brennkammer 110 ist als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um eine Längsachse der Brennkammer 102 herum angeordneten Brennern 107 in einen gemeinsamen Brennkammerraum 154 münden, die Flammen erzeugen. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Längsachse 102 herum positioniert ist.

[0043] Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung versehen.

[0044] Die Figur 3 zeigt schematisch einen Teil einer Brennkammer in einer teilweise perspektivischen und teilweise geschnittenen Ansicht. Die Brennkammer umfasst eine Brennkammerwand 1 und einen Brennkammerausgang 6. Die Hauptströmungsrichtung des Heißgases in der Brennkammer während des Betriebs der Brennkammer ist durch einen Pfeil 3 gekennzeichnet.

[0045] Die Brennkammer umfasst weiterhin eine Primärzone 4, in der der vom Brenner in die Brennkammer eingebrachte Brennstoff verbrannt wird. An die Primärzone schließt sich in Strömungsrichtung 3 eine Sekundärzone 5 an. In der Sekundärzone 5 wird das Heißgas aus der Primärzone 4 weiter abgebrannt. Dies erfolgt durch zusätzliches Einbringen eines Brennstoff-Luft-Gemisches 14 in die Sekundärzone 5 mit Hilfe von Injektoren 8.

[0046] Die Injektoren 8 umfassen eine Luftzufuhr 13 und einen in die Brennkammer mündenden Ausgang 9. Weiterhin ist im Inneren jedes Injektors 8 eine Brennstoffdüse 10 angeordnet. Die Brennstoffdüse 10 ist mit einem Brennstoffverteiler 11, vorzugsweise einem ringförmigen, Brennstoffverteiler 11, verbunden. Mit Hilfe der Brennstoffdüse 10 wird Brennstoff in das Innere des Injektors 8 eingedüst und auf diese Weise im Inneren des Injektors 8 ein Brennstoff-Luft-Gemisch erzeugt. Das so erzeugte Brennstoff-Luft-Gemisch wird dann durch den Injektorausgang bzw. die Eindüsöffnung 9 in die Brennkammer im Bereich der Sekundärzone 5 eingedüst.

[0047] In der Figur 3 sind zwischen der Primärzone 4 und dem Brennkammerausgang 6 ein Liner-Bereich 7

und ein Übergangsbereich 25 angeordnet, die in der Figur 3 jeweils als separate Bauteile ausgestaltet sind. Zwischen der Primärzone 4 und dem Liner-Bereich 7 ist mindestens ein Dichtungsring 12 angeordnet. Weiterhin ist auch zwischen dem Liner-Bereich 7 und dem Übergangsbauelement 25 wenigstens ein Dichtungsring 12 angeordnet. Die Injektoren 8 sind mit dem Liner-Bereich 7 verbunden. Die Injektorausgänge bzw. Eindüsöffnungen 9 münden im Bereich des Liner-Bereichs 7 in die Sekundärzone 5 der Brennkammer.

[0048] Die Figur 4 zeigt einen Ausschnitt der bereits in der Figur 3 teilweise gezeigten Brennkammer in perspektivischer und geschnittener Ansicht. Zusätzlich zu den bereits in der Figur 3 gezeigten und in diesem Zusammenhang beschriebenen Bauelementen ist in der Figur 4 eine Brennstoffzufuhr 15 gezeigt, die den Brennstoffverteiler 11 mit Brennstoff versorgt.

[0049] Die Figur 5 zeigt schematisch den Liner-Bereich mit einem erfindungsgemäßen Injektor 28, der im Folgenden als Spiralinjektor bezeichnet wird, in perspektivischer Ansicht. Der Liner-Bereich 7 umfasst eine äußere Oberfläche 32, an der der Spiralinjektor 28 angeordnet ist.

[0050] Der Spiralinjektor 28 umfasst Austrittsöffnungen 9, durch die das innerhalb des Spiralinjektors 28 erzeugte Brennstoff-Luft-Gemisch in das Innere der Brennkammer eingeleitet wird. In dem in der Figur 5 gezeigten Ausführungsbeispiel haben die Austrittsöffnungen 9 eine rechteckige, beispielsweise quadratische, Form. Alternativ dazu, können sie auch einen kreisförmigen Querschnitt haben.

[0051] Der Spiralinjektor 28 umfasst einen ringförmigen Brennstoffverteiler 41, der um die äußere Oberfläche 32 des Liner-Bereichs 7 herum angeordnet ist. Der ringförmige Brennstoffverteiler 41 bildet in der hier gezeigten Ausführungsvariante zugleich den in Bezug auf die Längsachse oder Mittelachse 44 des Liner-Bereichs 7 den radial außen angeordneten Bereich des Spiralinjektors 28. Die Mittelachse oder Längsachse 44 des Liner-Bereichs 7 entspricht dabei der Mittelachse oder Längsachse des erfindungsgemäßen Injektors 28.

[0052] Der ringförmige Brennstoffverteiler 41 umfasst mindestens eine Brennstoffzufuhr 45. In der Figur 5 sind zwei Brennstoffzufuhreinrichtungen 45 einander in Bezug auf die Längsachse 44 des Injektors gegenüberliegend angeordnet.

[0053] Der Spiralinjektor 28 umfasst weiterhin zwischen dem Brennstoffverteiler 41 und der äußeren Oberfläche 32 angeordnete Strömungskanäle oder Injektorkanäle 48 (siehe dazu Figuren 6 und 7). Die Injektorkanäle 48 sind dabei in einem scheibenförmigen Bereich, der die äußere Oberfläche 32 des Liner-Bereichs 7 mit dem ringförmigen Brennstoffverteiler 41 verbindet, angeordnet. Die äußere Oberfläche 50 des Spiralinjektors 28, die sich zwischen dem ringförmigen Brennstoffverteiler 41 und dem Liner-Bereich 7 befindet, umfasst eine Anzahl Luftbohrungen 42.

[0054] Die Luftbohrungen 42 sind vorzugsweise auf beiden Seiten des Spiralinjektors, also an der stromaufwärts und der stromabwärts gelegenen Oberfläche 50 in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung 3 vorgesehen. Die Luftbohrungen 42 sind in einzelnen Reihen nebeneinander angeordnet. Jede Luftbohrungsreihe ist einem Injektorkanal 48 zugeordnet. Der jeweilige Injektorkanal 48 und entsprechend die jeweilige Luftbohrungsreihe hat eine gebogene, vorzugsweise spiralförmig zur Mittelachse 44 hin führende Form.

[0055] Die Lufteinlassöffnungen oder Luftbohrungen 42 weisen jeweils eine Mittelachse 54 auf, die parallel zur Längsachse 44 des Injektors verläuft.

[0056] In den Figuren 6 und 7 sind jeweils Schnitte durch Teilbereiche eines erfindungsgemäßen Spiralinjektors 28 in teilweise perspektivischer Ansicht gezeigt. Dabei verläuft der in der Figur 6 gezeigte Schnitt senkrecht zur Längsachse 44 des Injektors und der in der Figur 7 gezeigte Schnitt parallel zur Längsachse 44.

[0057] Der durch den ringförmigen Brennstoffverteiler 41 zu den Injektorkanälen 48 geleitete Brennstoff wird in Strömungsrichtung 46 in die Injektorkanäle 48 eingeführt. Über die Luftbohrungen 42 wird den Injektorkanälen 48 gleichzeitig Luft zugeführt. Dadurch wird im Inneren der Injektorkanäle 48 ein Brennstoff-Luft-Gemisch erzeugt, welches anschließend durch die Austrittsöffnungen 9 in die Brennkammer eingeleitet wird. Die einzelnen Injektorkanäle 48 sind durch Seitenwände 49 voneinander abgegrenzt.

[0058] Der Spiralinjektor 28 ist senkrecht zum Liner-Bereich 7, also senkrecht zur Mittelachse 44 des Liner-Bereichs 7, installiert, wobei die Längsachse 44 des Injektors, die auch mit Mittelachse 44 des Injektors bezeichnet werden kann, bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit der Mittelachse des Liners zusammenfällt. Der ringförmige Brennstoffverteiler 41 wird beispielsweise über zwei parallel angeordnete Scheiben mit dem Liner-Bereich 7 fest verbunden. In diesen Scheiben sind die Luftbohrungen 42 spiralförmig oder bogenförmig in mehreren Reihen angeordnet. Mehrere Seitenwände 49 zwischen den beiden Scheiben trennen unterschiedliche Mischkanäle bzw. Injektorkanäle 48 voneinander. Der Brennstoff wird über mehrere Öffnungen, beispielsweise Bohrungen 43, auf der Innenseite des Brennstoffverteilers 41 in die Mischkanäle 48 eingedüst. Die Luft wird senkrecht durch die spiralförmig angeordneten Luftbohrungen 42 zu der Brennstoffströmung 46 hinzugegeben und vermischt. Das Brennstoff-Luft-Gemisch gelangt anschließend in den Brennraum durch mehrere Öffnungen 9, beispielsweise Bohrungen, im Liner-Bereich 7 und entzündet sich dort.

[0059] Die Brennstoffeinlassöffnungen 43 weisen jeweils eine Mittelachse 55 auf, die senkrecht, insbesondere tangential, zur Mittelachse 44 des Injektors verläuft.

[0060] Die Figur 8 zeigt eine weitere Ausgestaltungsvariante, in welcher der Brennstoffverteiler 41 in Bezug auf die Längsachse 44 des Injektors 8 in axialer Richtung neben den bogenförmigen Strömungskanälen 48 angeordnet ist. Die Strömungsrichtung des Brennstoffes ist

mit der Bezugsziffer 51 gekennzeichnet. Die Strömungsrichtung der Luft ist mit der Bezugsziffer 52 gekennzeichnet.

[0061] Die Figur 9 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Teilbereich eines erfindungsgemäßen Injektors senkrecht zur Mittelachse. In der in der Figur 9 gezeigten Ausführungsvariante sind abweichend von den zuvor beschriebenen Ausführungsvarianten die Injektorkanäle 48 S-förmig ausgestaltet. Zudem sind die Lufteinlassöffnungen 42 S-förmig angeordnet.

Patentansprüche

1. Injektor (8) zum Einbringen eines Brennstoff-Luft-Gemisches in eine Brennkammer, wobei der Injektor (8) eine Längsachse (44) und eine Anzahl gekrümmter Strömungskanäle (48) umfasst, wobei jeder Strömungskanal (48) eine Brennstoffeinlassöffnung (43), eine Anzahl Lufteinlassöffnungen (42) und eine Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnung (9) umfasst, wobei die Brennstoffeinlassöffnung (43) mit einem Brennstoffverteiler (41) verbunden ist und die Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnung (9) eine Mittelachse aufweist, die senkrecht zur Längsachse (44) des Injektors (8) verläuft, die Lufteinlassöffnungen (42) jeweils eine Mittelachse (54) aufweisen, die parallel zur Längsachse (44) des Injektors (8) verläuft.

2. Injektor (8) nach Anspruch 1, wobei
die Lufteinlassöffnungen (42) eines Strömungskanals in mindestens einer Reihe angeordnet sind.

3. Injektor (8) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei
der Brennstoffverteiler (41) ringförmig ausgestaltet ist.

4. Injektor (8) nach Anspruch 3, wobei
der Brennstoffverteiler (41) bezüglich der Längsachse (44) des Injektors (8) radial außerhalb der gekrümmten Strömungskanäle (48) angeordnet ist oder in axialer Richtung neben den bogenförmigen Strömungskanälen (48) angeordnet ist.

5. Injektor (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die gekrümmten Strömungskanäle (48) einen Krümmungswinkel größer als 0° und kleiner als 180° aufweisen.

6. Injektor (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei mindestens einer der gekrümmten Strömungskanäle (48) eine Krümmungsachse aufweist, die parallel zur Längsachse (44) des Injektors (8) verläuft.

7. Injektor (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Injektor (8) zwei im Wesentlichen parallel zueinander angeordnete Scheiben umfasst, wobei die Scheiben die Seitenwände (49) der Strömungskanäle (48) und die Lufteinlassöffnungen (42) umfassen.

8. Brennkammer, die mindestens einen Injektor (8) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst.

9. Brennkammer nach Anspruch 8 wenn die mindestens einen Injektor (8) nur nach Anspruch 1 umfasst, wobei
der Injektor (8) derart an der Brennkammer angeordnet ist, dass seine Längsachse (44) im Wesentlichen parallel zu einer Längsachse (102) der Brennkammer verläuft oder mit dieser zusammenfällt.

10. Brennkammer nach Anspruch 8, wobei
die Brennkammer eine Längsachse (102), ein Brennkammerkopfende, einen Brennkammerausgang (6), eine Brennkammerwand (1), die sich vom Brennkammerkopfende zum Brennkammerausgang (6) erstreckt, eine Primärzone (4) und eine Sekundärzone (5), die in Hauptströmungsrichtung (3) des Heißgases stromabwärts der Primärzone (4) angeordnet ist, umfasst, und der mindestens eine Injektor (8) derart an der Brennkammerwand (1) angeordnet ist, dass die Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnungen (9)in die Sekundärzone münden.

11. Brennkammer nach Anspruch 8 oder Anspruch 10, wobei
die Brennstoff-Luft-Gemisch-Auslassöffnungen (9) entlang einer Umfangslinie an der Brennkammerwand (1) angeordnet sind.

12. Brennkammer nach einem der Ansprüche 8, 10 oder 11, wobei
die Brennkammer einen Liner-Bereich (7) umfasst, der den mindestens einen Injektor (8) umfasst.

13. Brennkammer nach Anspruch 12, wobei
der Liner-Bereich (8) eine Längsachse (44) umfasst, die mit der Längsachse des Injektors (8) zusammenfällt.

14. Brennkammer nach Anspruch 12 oder Anspruch 13, wobei
der Liner-Bereich (7) als separates Bauteil ausgestaltet ist.

15. Brennkammer nach einem der Ansprüche 8, 10 bis 14, wobei
die Brennkammer als Ringbrennkammer (106) oder als Rohrbrennkammer ausgestaltet ist.

16. Gasturbine (100), die eine Brennkammer nach einem der Ansprüche 8 bis 15 umfasst.

Claims

1. Injector (8) for introducing a fuel-air mixture into a combustion chamber, wherein
the injector (8) comprises a longitudinal axis (44) and a number of curved flow passages (48), wherein each flow passage (48) comprises a fuel inlet opening (43), a number of air inlet openings (42) and a fuel-air mixture outlet opening (9), wherein the fuel inlet opening (43) is connected to a fuel distributor (41) and the fuel-air mixture outlet opening (9) has a central axis which runs perpendicular to the longitudinal axis (44) of the injector (8), the air inlet openings (42) have in each case a central axis (54) which runs parallel to the longitudinal axis (44) of the injector (8).

2. Injector (8) according to Claim 1, wherein
the air inlet openings (42) of a flow passage are arranged in at least one row.

3. Injector (8) according to one of Claims 1 and 2, wherein
the fuel distributor (41) is of annular design.

4. Injector (8) according to Claim 3, wherein
the fuel distributor (41) is arranged, with respect to the longitudinal axis (44) of the injector (8), radially outside the curved flow passages (48) or is arranged, in the axial direction, next to the arcuate flow passages (48).

5. Injector (8) according to one of Claims 1 to 4, wherein the curved flow passages (48) have an angle of curvature that is greater than 0° and less than 180°.

6. Injector (8) according to one of Claims 1 to 5, wherein at least one of the curved flow passages (48) has an axis of curvature which runs parallel to the longitudinal axis (44) of the injector (8).

7. Injector (8) according to one of Claims 1 to 6, wherein the injector (8) comprises two disks which are arranged substantially parallel to one another, wherein the disks comprise the sidewalls (49) of the flow passages (48) and the air inlet openings (42).

8. Combustion chamber which comprises at least one injector (8) according to one of Claims 1 to 7.

9. Combustion chamber according to Claim 8 when the combustion chamber comprises at least one injector (8) only according to Claim 1, wherein
the injector (8) is arranged on the combustion chamber such that its longitudinal axis (44) runs substantially parallel to a longitudinal axis (102) of the combustion chamber or coincides therewith.

10. Combustion chamber according to Claim 8, wherein the combustion chamber comprises a longitudinal axis (102), a combustion chamber head end, a combustion chamber outlet (6), a combustion chamber wall (1) which extends from the combustion chamber head end to the combustion chamber outlet (6), a primary zone (4) and a secondary zone (5), which is arranged downstream of the primary zone (4) in the main flow direction (3) of the hot gas, and the at least one injector (8) is arranged on the combustion chamber wall (1) such that the fuel-air mixture outlet openings (9) open into the secondary zone.

11. Combustion chamber according to Claim 8 or Claim 10, wherein
the fuel-air mixture outlet openings (9) are arranged along a circumferential line on the combustion chamber wall (1).

12. Combustion chamber according to one of Claims 8, 10 and 11, wherein
the combustion chamber comprises a liner region (7) which comprises the at least one injector (8).

13. Combustion chamber according to Claim 12, wherein
the liner region (7) comprises a longitudinal axis (44) which coincides with the longitudinal axis of the injector (8).

14. Combustion chamber according to Claim 12 or Claim 13, wherein
the liner region (7) is designed as a separate component.

15. Combustion chamber according to one of Claims 8, 10 to 14, wherein
the combustion chamber is designed as an annular combustion chamber (106) or as a tubular combustion chamber.

16. Gas turbine (100) which comprises a combustion chamber according to one of Claims 8 to 15.

Revendications

1. Injecteur (8) d'introduction d'un mélange de combustibles et d'air dans une chambre de combustion, dans lequel
l'injecteur (8) comporte un axe (44) longitudinal et un certain nombre de canaux (48) d'écoulement incurvés, chaque canal (48) d'écoulement comprenant une ouverture (43) d'entrée de combustible, un certain nombre d'ouvertures (42) d'entrée d'air et une ouverture (9) de sortie du mélange de combustible et d'air, l'ouverture (43) d'entrée du combustible communiquant avec un répartiteur (41) de

combustible et l'ouverture (9) de sortie du mélange de combustible et d'air ayant un axe médian qui est perpendiculaire à l'axe (44) longitudinal de l'injecteur (8), les ouvertures (42) d'entrée d'air ayant respectivement un axe (54) médian qui est parallèle à l'axe (44) longitudinal de l'injecteur (8).

2. Injecteur (8) suivant la revendication 1, dans lequel les ouvertures (42) d'entrée d'air d'un canal d'écoulement sont disposées en au moins une rangée.

3. Injecteur (8) suivant l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel le répartiteur (41) de combustible est conformé de manière annulaire.

4. Injecteur (8) suivant la revendication 3, dans lequel le répartiteur (41) de combustible est disposé par rapport à l'axe (44) longitudinal de l'injecteur (8) radialement à l'extérieur des canaux (48) d'écoulement incurvés ou en direction axiale à côté des canaux (48) d'écoulement en forme d'arc.

5. Injecteur (8) suivant l'une des revendications 1 à 4, dans lequel
les canaux (48) d'écoulement incurvés ont un angle de courbure plus grand que 0° et plus petit que 180°.

6. Injecteur (8) suivant l'une des revendications 1 à 5, dans lequel
au moins l'un des canaux (48) d'écoulement incurvés a un axe de courbure qui est parallèle à l'axe (44) longitudinal de l'injecteur (8).

7. Injecteur (8) suivant l'une des revendications 1 à 6, dans lequel
l'injecteur (8) a deux disques disposés sensiblement parallèlement l'un à l'autre, les disques comprenant les parois (49) latérales des canaux (48) d'écoulement et les ouvertures (42) d'entrée d'air.

8. Chambre de combustion qui comprend au moins un injecteur (8) suivant l'une des revendications 1 à 7.

9. Chambre de combustion suivant la revendication 8, lorsqu'elle comprend au moins un injecteur (8) seulement suivant la revendication 1, dans laquelle
l'injecteur (8) est disposé sur la chambre de combustion de façon à ce que son axe (44) longitudinal soit sensiblement parallèle à un axe (102) longitudinal de la chambre de combustion ou coïncide avec celui-ci.

10. Chambre de combustion suivant la revendication 8, dans laquelle
la chambre de combustion a un axe (102) longitudinal, une extrémité de tête de chambre de combustion, une sortie (6) de chambre de combustion, une paroi (1) de chambre de combustion qui s'étend de l'extrémité de tête de la chambre de combustion à la sortie (6) de chambre de combustion, une zone (4) primaire et une zone (5) secondaire, qui est disposée dans le sens (3) d'écoulement principal du gaz chaud en aval de la zone (4) primaire, et le au moins un injecteur (8) est disposé sur la paroi (1) de chambre de combustion de manière à ce que les ouvertures (9) de sortie du mélange de combustible et d'air débouchent dans la zone secondaire.

11. Chambre de combustion suivant la revendication 8 ou la revendication 10, dans laquelle
les ouvertures (9) de sortie du mélange de combustible et d'air sont disposées suivant une ligne de pourtour sur la paroi (1) de chambre de combustion.

12. Chambre de combustion suivant l'une des revendications 8, 10 ou 11, dans laquelle
la chambre de combustion comprend une partie (7) de chemise qui comprend le au moins un injecteur (8).

13. Chambre de combustion suivant la revendication 12, dans laquelle
la partie (8) de chemise a un axe (44) longitudinal qui coïncide avec l'axe longitudinal de l'injecteur (8).

14. Chambre de combustion suivant la revendication 12 ou 13, dans laquelle
la partie (7) de chemise est conformée sous la forme d'une pièce distincte.

15. Chambre de combustion suivant l'une des revendications 8, 10 à 14, dans laquelle
la chambre de combustion est conformée sous la forme d'une chambre (106) de combustion annulaire ou d'une chambre de combustion tubulaire.

16. turbin (100) à gaz qui comprend une chambre de combustion suivant l'une des revendications 8 à 15.

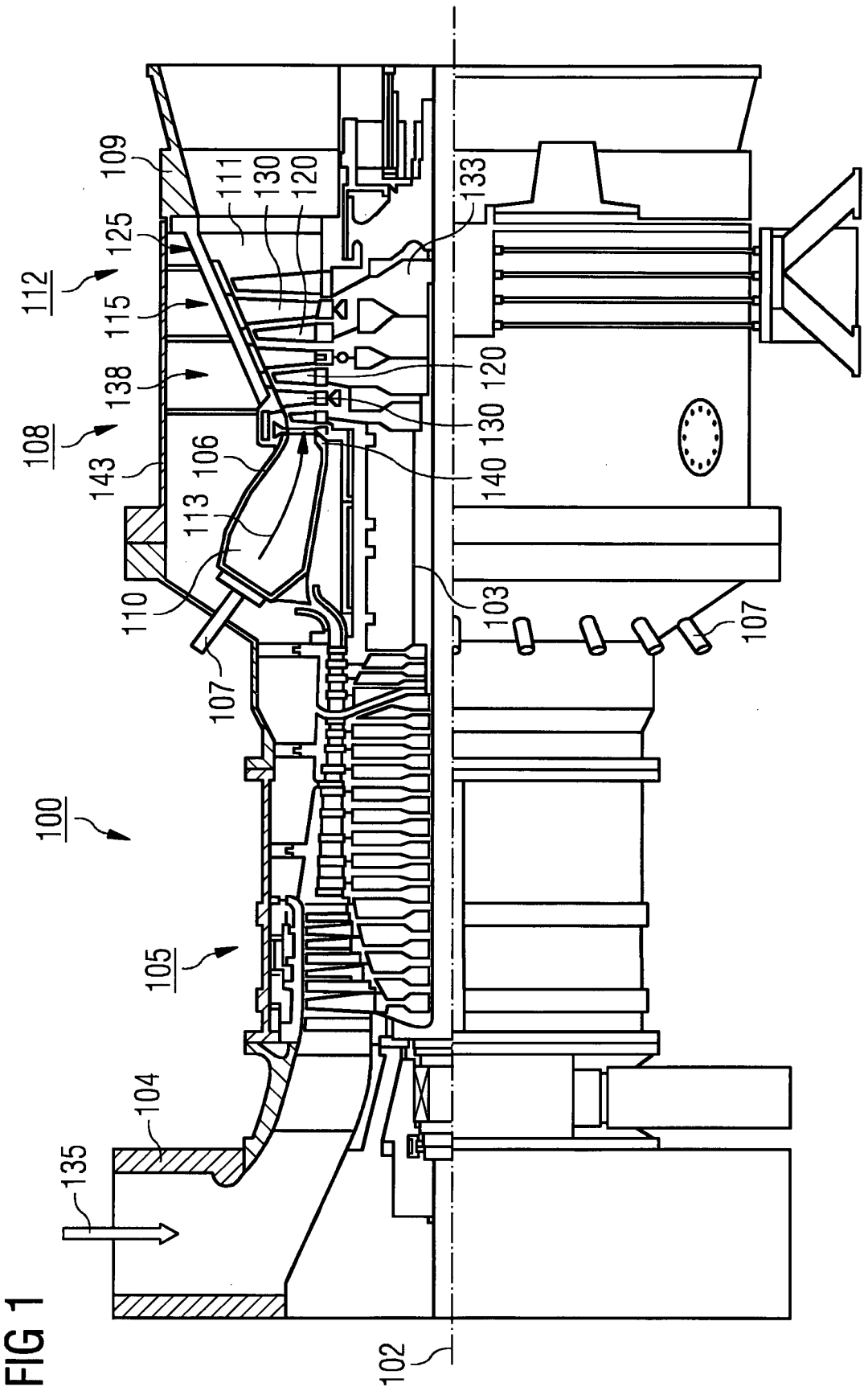

109
111
130
120
133
125
112
115
138
120
108
130
143
106
140
113
110
103
107
107
100
105
104
135
102

FIG 1

FIG 2

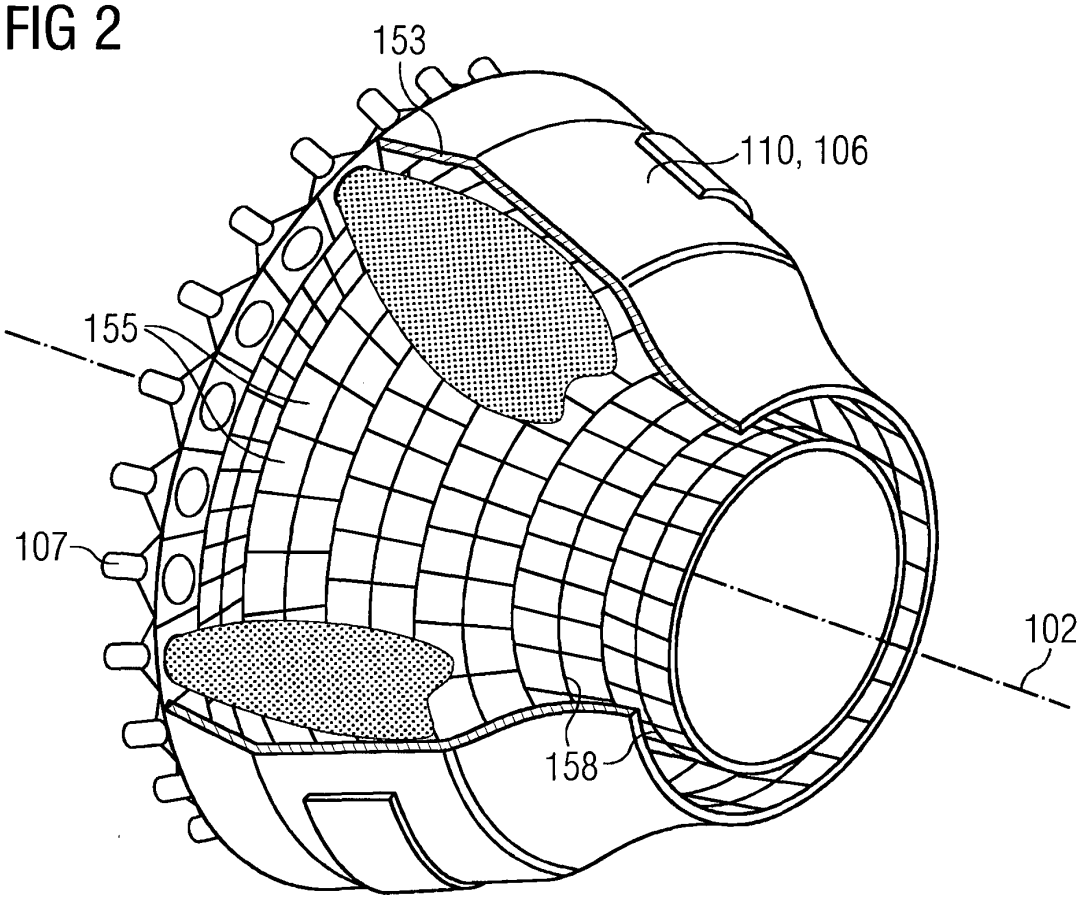


FIG 3

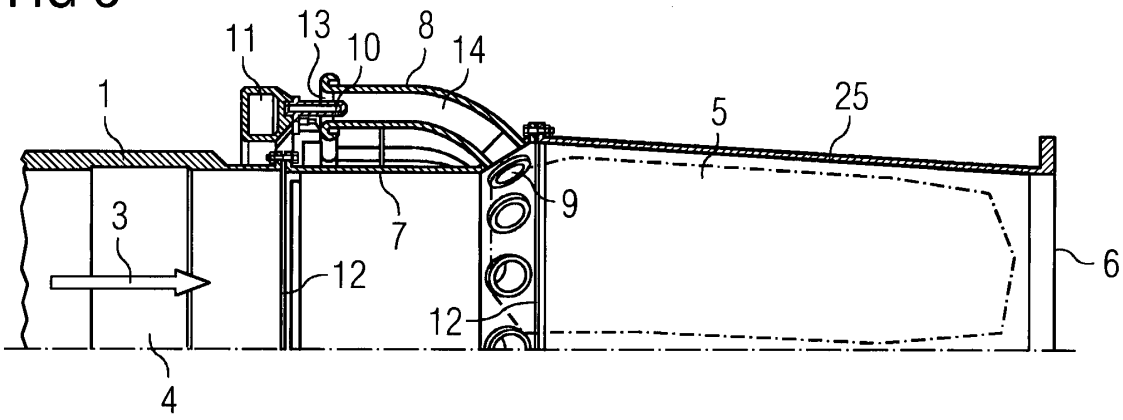


FIG 4

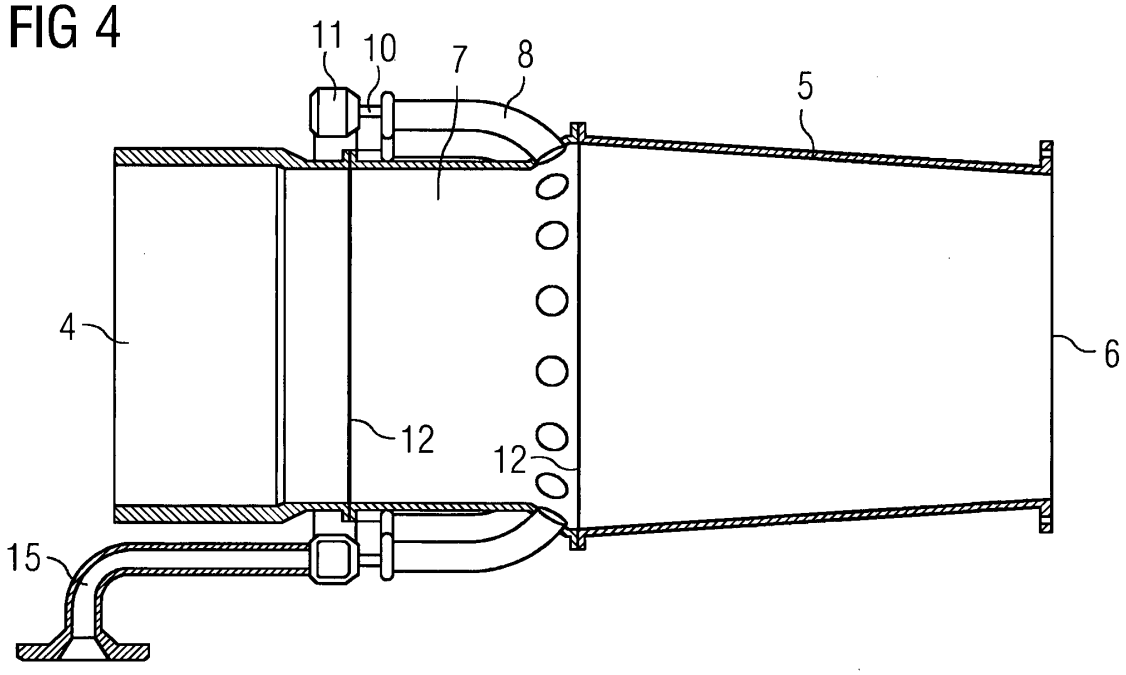


FIG 5

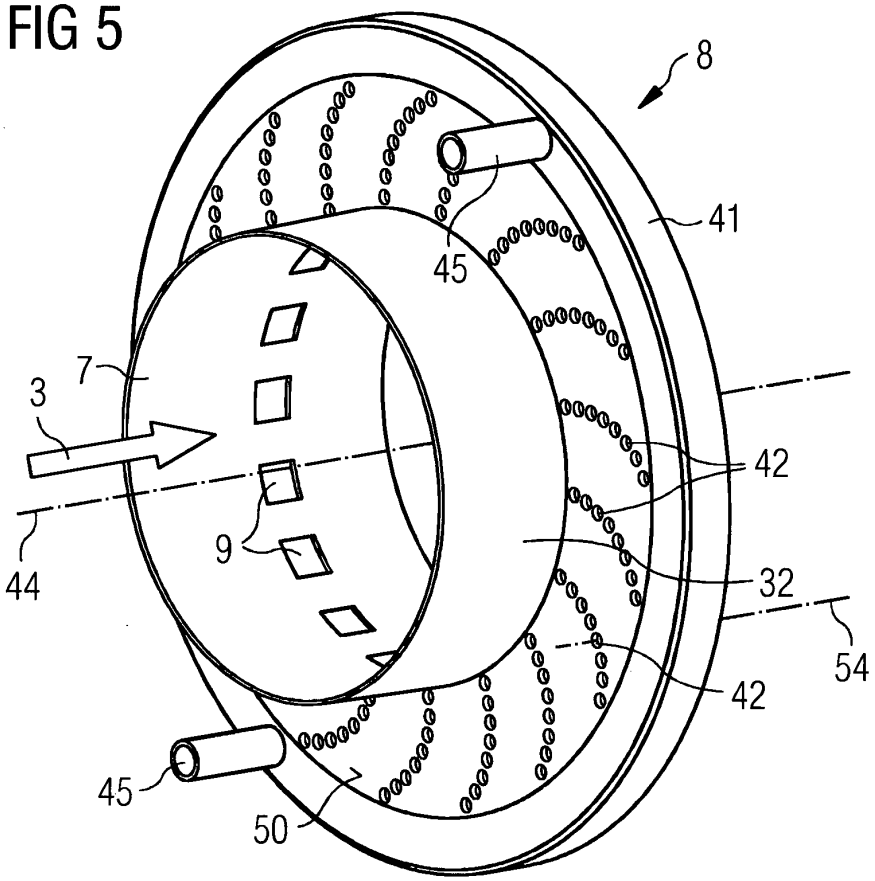


FIG 6

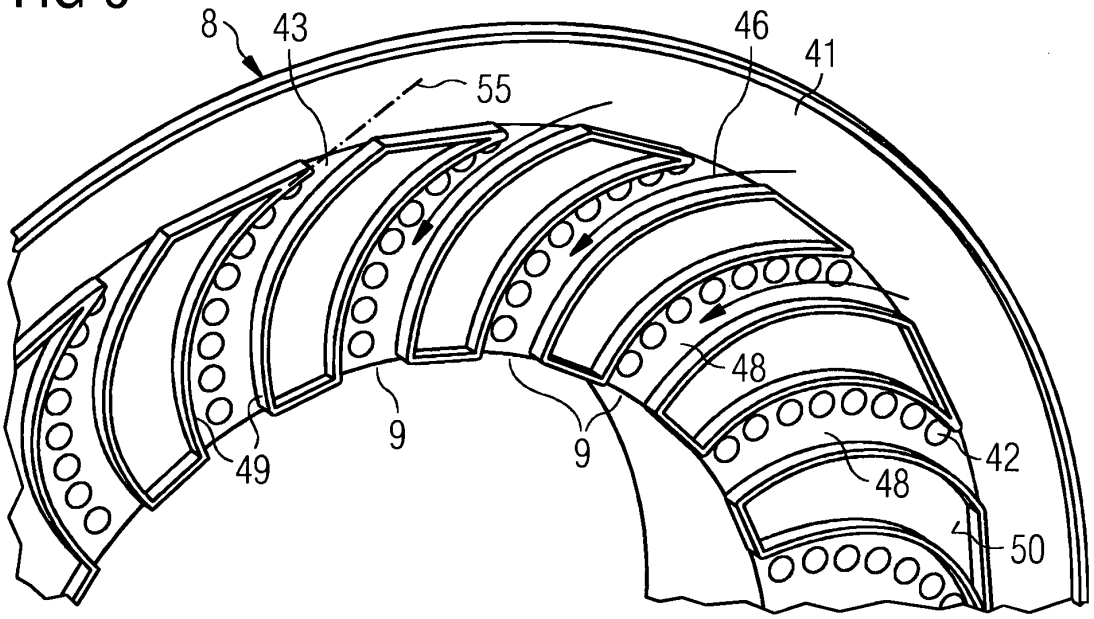


FIG 7

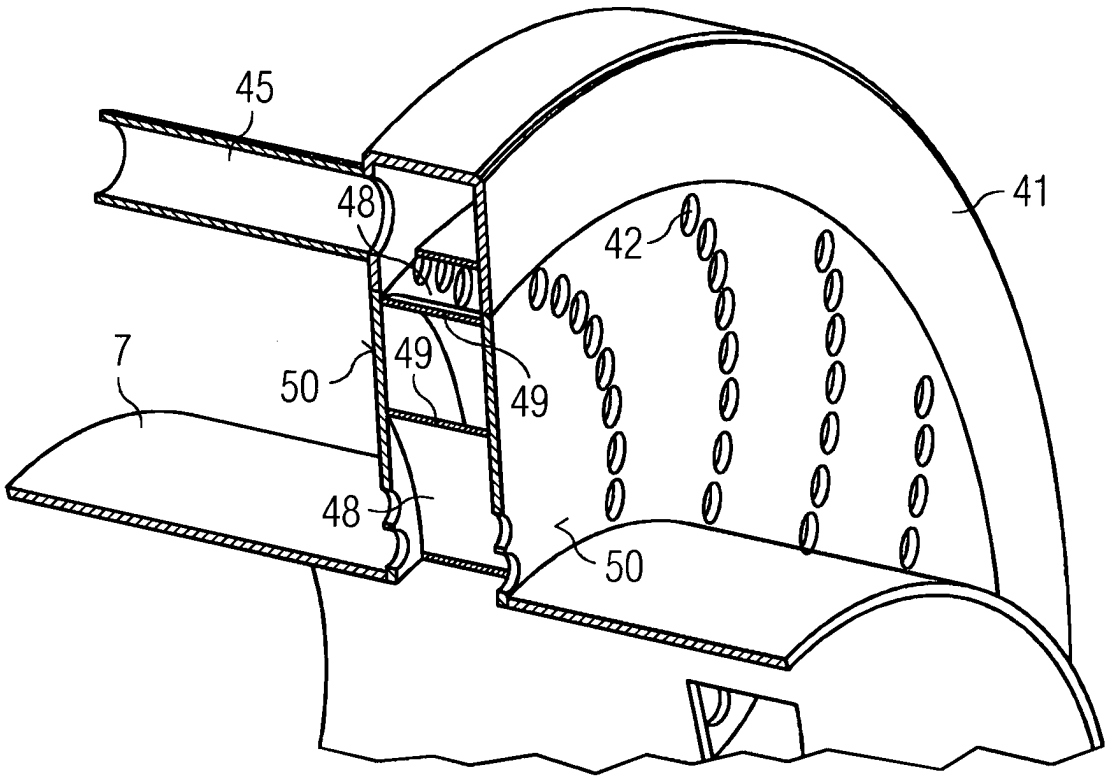


FIG 8

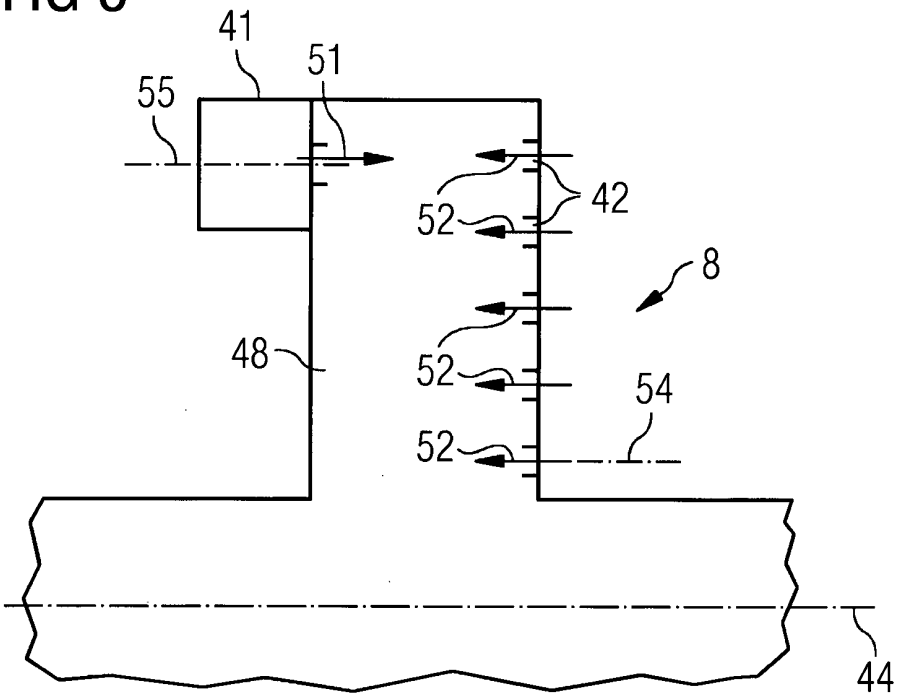
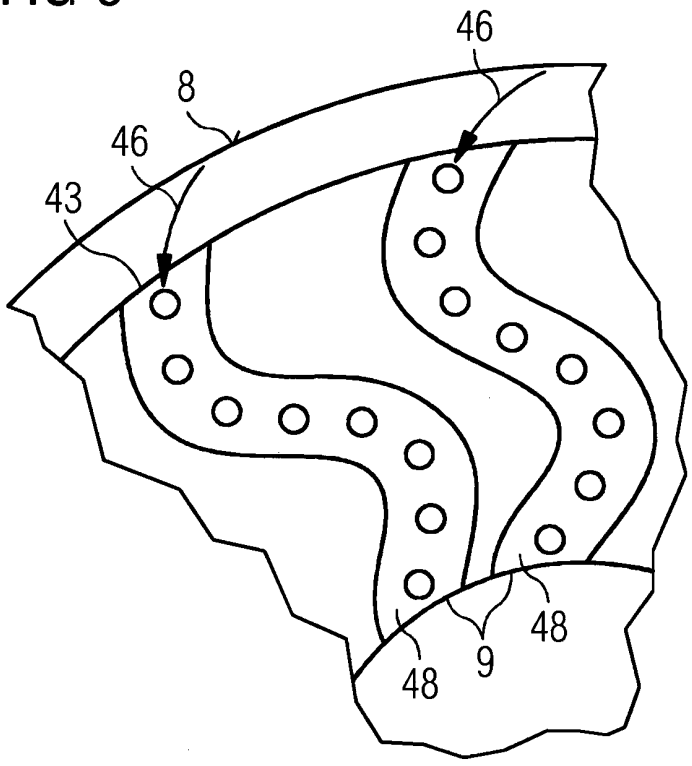


FIG 9



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

- DE 102006053679 A1 **[0006]**
- US 6418725 B1 **[0006]**
- US 2005034458 A1 **[0006]**
- DE 4232383 A1 **[0006]**
- US 20090084082 A1 **[0006]**
- US 6192688 B1 **[0006]**
- US 6047550 A **[0006]**
- US 6868676 B1 **[0006]**
- US 20110067402 A1 **[0007]**