

(19)



(11)

EP 2 161 502 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.03.2010 Patentblatt 2010/10

(51) Int Cl.:
F23R 3/36 (2006.01) F23C 7/00 (2006.01)
F23R 3/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08015728.2**

(22) Anmeldetag: **05.09.2008**

(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
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:

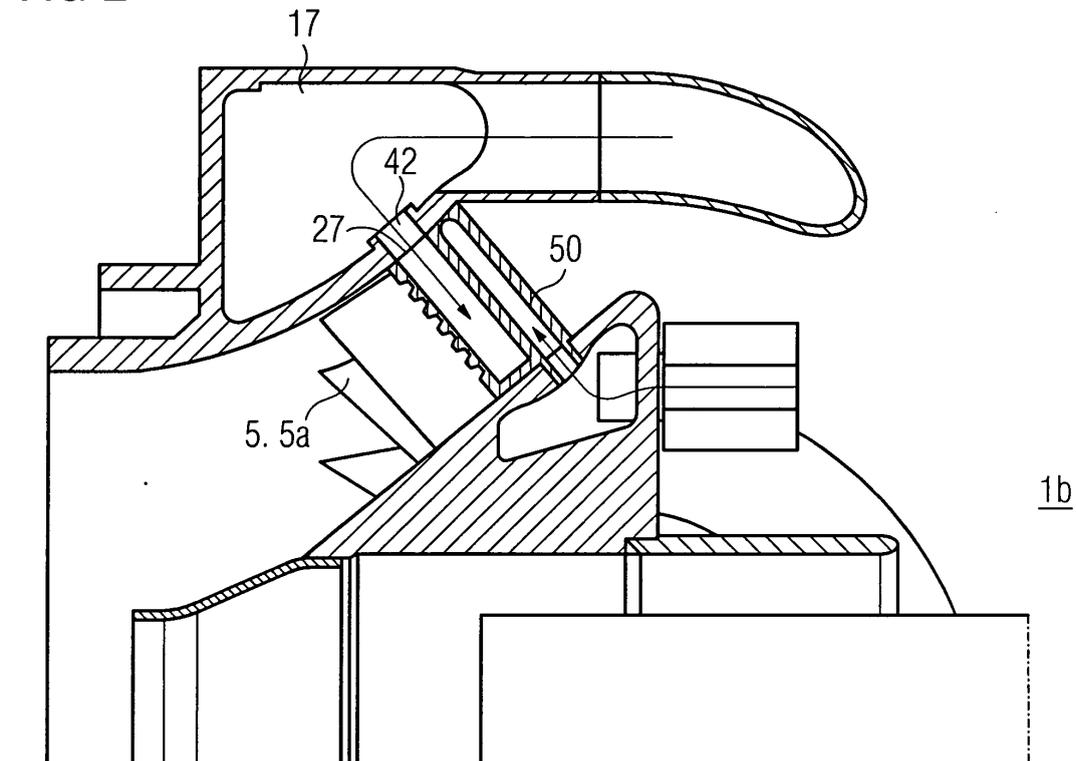
- **Hase, Matthias, Dr.**
45470 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Köstlin, Berthold**
47057 Duisburg (DE)
- **Lenze, Martin**
45359 Essen (DE)
- **Schmitz, Udo**
45473 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **Vormischbrenner zur Verbrennung eines niederkalorischen sowie hochkalorischen Brennstoffes**

(57) Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner (1b) zur Verbrennung eines niederkalorischen (SG) sowie hochkalorischen Brennstoffs (NG) mit einem sich entlang einer Brennerachse (12) erstreckenden Vormisch-Luftkanal (2) über den Verbrennungsluft (10) zuführbar ist und mit einer in dem Vormisch-Luftkanal (2)

angeordneten Dralleinrichtung (5) aus der hochkalorischer Brennstoff, (11) über eine Einlaßstufe umfassend mindestens einer Einlassöffnung 6 in den Vormischkanal (2) eindüsbar, wobei die Dralleinrichtung (5) zumindest eine weitere Einlaßstufe, umfassend mindestens einer Einlassöffnung (40) für niederkalorischen Brennstoff (SG), umfasst.

FIG 2



EP 2 161 502 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner zur Verbrennung eines niederkalorischen Brennstoffes, insbesondere eines Synthesegases sowie eines hochkalorischen Brennstoffes.

[0002] Im Hinblick auf die weltweiten Bemühungen zur Senkung des Schadstoffausstoßes von Feuerungsanlagen, insbesondere bei Gasturbinen, wurden in den letzten Jahren Brenner und Betriebsverfahren für Brenner entwickelt, welche besonders geringe Ausstöße an Stickoxiden (NO_x) haben. Dabei wird vielfach Wert darauf gelegt, dass solche Brenner jeweils nicht nur mit einem Brennstoff, sondern möglichst mit verschiedenen Brennstoffen, beispielsweise Öl, Erdgas und/oder niederkalorischen Brennstoff, welches nachfolgend auch als Synthesegas bezeichnet wird, wahlweise oder sogar in Kombination betreibbar sind, um die Versorgungssicherheit und Flexibilität beim Betrieb zu erhöhen.

[0003] Synthesegas-Brenner zeichnen sich dadurch aus, dass in ihnen Synthesegase als Brennstoff verwendet werden. Verglichen mit den klassischen Gasturbinenbrennstoffen Erdgas und Erdöl, die im Wesentlichen aus Kohlenwasserstoffverbindungen bestehen, sind die brennbaren Bestandteile von Synthesegas im Wesentlichen Kohlenmonoxid und Wasserstoff. Zum wahlweisen Betrieb einer Gasturbine mit Synthesegas aus einer Vergasungseinrichtung und einem Zweit- oder Ersatzbrennstoff muss der Brenner in der der Gasturbine zugeordneten Brennkammer dann als Zwei- oder Mehrbrennstoffbrenner ausgelegt sein, der sowohl mit dem Synthesegas als auch mit dem Zweitbrennstoff, z.B. Erdgas oder Heizöl je nach Bedarf beaufschlagt werden kann. Der jeweilige Brennstoff wird hierbei über eine Brennstoffpassage im Brenner der Verbrennungszone zugeführt.

[0004] Abhängig vom Vergasungsverfahren und Gesamtanlagenkonzept ist der Heizwert des Synthesegases etwa fünf- bis zehnmals kleiner verglichen mit dem Heizwert von Erdgas. Hauptbestandteil neben CO und H_2 sind inerte Anteile wie Stickstoff und/oder Wasserdampf und gegebenenfalls noch Kohlendioxid. Bedingt durch den kleinen Heizwert müssen demzufolge hohe Volumenströme an Brennstoff, das heißt beispielsweise größere Eindüsequerschnitte durch den Brenner der Brennkammer zugeführt werden. Dies hat zur Folge, dass für die Verbrennung von niederkalorischen Brennstoffen wie z.B. Synthesegas, eine oder mehrere gesonderte Brennstoffpassagen zur Verfügung gestellt werden müssen.

[0005] Als Synthesegassbrenner ausgestaltete Diffusionsbrenner können jedoch steigende Anforderungen an die Abgasemissionen von Gasturbinen auch im Synthesegasbetrieb nicht erfüllen. Eine Anforderung beispielsweise ist daher mit möglichst wenig Verdünnung für den Brennstoff im Synthesegasbetrieb auszukommen.

[0006] Im Hinblick auf zunehmend strengere Anforderungen an den Ausstoß von Stickoxiden gewinnt die Vor-

mischverbrennung auch bei der Verbrennung von niederkalorischen Gasen zunehmend an Bedeutung.

[0007] Vormischbrenner umfassen typischerweise eine Vormischzone, in der Luft und Brennstoff vermischt werden, bevor das Gemisch in eine Brennkammer geleitet wird. Der in die Brennkammer eingeleitete Luftmassenstrom wird typischerweise mit Hilfe einer Dralleinrichtung verdrallt. In diesen verdrallten Luftmassenstrom wird der hochkalorische Brennstoff über eine oder mehrere nebeneinander bzw. hintereinander angeordnete kreisrunde Bohrungsreihen in der Dralleinrichtung eingedüst.

[0008] Dort verbrennt das Gemisch, wobei ein Heißgas erzeugt wird. Dieses Heißgas wird zur Turbine weitergeleitet. Im Zusammenhang mit dem Betrieb von Vormischbrennern kommt es vor allem darauf an, die Stickoxidemissionen gering zu halten und einen Flammrückschlag zu vermeiden. Im Falle einer Vormischverbrennung kann die Ausbildung von Nachlaufgebieten bzw. Heißgasrückströmgebieten innerhalb des Brenners beispielsweise durch geeignete Formgebung der Eindüsbohrungen reduziert, aber nicht grundsätzlich vermieden werden.

[0009] Solche als Vormischbrenner ausgestaltete Synthesegassbrenner sind beispielsweise in der EP 1 645 807 A1 und in der EP 1 723 369 B1 offenbart.

[0010] Im Hinblick auf die Stickoxidminimierung ist insbesondere die Zugabe von Inertmassenströmen als Verdünnungsmedium in den Luftmassenstrom oder den Brennstoffmassenstrom üblich. Der Einsatz der mageren Vormischtechnologie ermöglicht die Verringerung der Menge des verwendeten Verdünnungsmediums, was die Anlagenwirtschaftlichkeit steigert. Durch die dann fehlende Inertisierung liegt aber dann ein hochreaktiver Brennstoff vor.

[0011] Um einen sicheren Vormischbetrieb zu gewährleisten, ist eine Strömungsablösung bzw. ein Rückströmgebiet innerhalb der Vormischzone des Brenners unbedingt zu vermeiden. Zumindest aber sind potenzielle Rückströmgebiete derart zu gestalten, dass keine Beschädigung des Brenners erfolgt. In der Regel treten die Rückströmgebiete in wandnahen Zonen im Nachlauf der Brennstoffgasstrahlen auf.

[0012] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen vorteilhaften Vormischbrenner zur Verfügung zu stellen, welcher einen sicheren Betrieb von hochkalorischen als auch niederkalorischen Brennstoff ermöglicht.

[0013] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Vormischbrenner zur Verbrennung eines niederkalorischen (SG) sowie hochkalorischen Brennstoffs (NG) gelöst, mit einem sich entlang einer Brennerachse erstreckenden Vormisch-Luftkanal über den Verbrennungsluft zuführbar ist und mit einer in dem Vormisch-Luftkanal angeordneten Dralleinrichtung aus der hochkalorischer Brennstoff über eine Einlaßstufe, umfassend mindestens einer Einlassöffnung, in den Vormischkanal eindüsbar ist, wobei die Dralleinrichtung zumindest eine weitere Einlaßstufe, umfassend mindestens einer Ein-

lassöffnung für niederkalorischen Brennstoff (SG), umfasst.

[0014] Die Dralleinrichtung wird nachfolgend als Drallschaufel bezeichnet. Es können aber auch andere drall-erzeugende Mittel darunter verstanden werden.

[0015] Mit dem Vormischbrenner der Erfindung wird erstmals eine gezielte radiale Brennstoffverteilung in einen axialen oder diagonalen Strömungskanal möglich. Es ist damit möglich, den Brennstoff von den Kanalwänden des Vormischkanals fernzuhalten, die als potentielle Zündungsbereiche dienen können. Damit wird die Gefahr des Flammenrückschlags in Grenzschichten vermieden. Zusätzlicher luftseitiger Druckverlust durch Ablösegebiete hinter den Brennstoffstrahlen wird bei dem erfindungsgemäßen Vormischbrenner weitestgehend verhindert.

[0016] In bevorzugter Ausgestaltung ist eine Verteileröffnung insbesondere Verteilerbohrung vorhanden. Durch diese strömt der niederkalorische Brennstoff, insbesondere das Synthesegas den Einlassöffnungen zu, und wird so in den Vormisch-Kanal eingedüst.

[0017] Bevorzugt weist die Verteileröffnung eine im Wesentlichen trapezförmige Grundfläche auf. Dies bewirkt einen geringen Druckverlust und eine gleichmäßigere Brennstoffverteilung. In bevorzugter Ausgestaltung weist die Grundfläche weiterhin Abrundungen an beiden Seiten auf. Auch kann die Grundfläche Halbkreise, insbesondere angeätzte Halbkreise aufweisen. Die Abrunden sind bevorzugt Radien oder Halbkreise. Die trapezförmige Grundfläche ist besonders vorteilhaft, da durch die annähernde Parallelität der Wand der Verteileröffnung nachfolgend als Verteilerbohrung bezeichnet, und der Oberfläche der Dralleinrichtung also der Drallschaufel, sich näherungsweise gleiche Öffnungslängen für die Einlassöffnungen ergeben. Dadurch ist der Widerstandsbeiwert der Öffnungen annähernd gleich, und es ergibt sich dadurch eine sehr gleichmäßige Brennstoffverteilung. Dies ist besonders dann der Fall, wenn alle Einlassöffnungsdurchmesser den gleichen Durchmesser aufweisen.

[0018] Bevorzugt weist die Verteileröffnung, insbesondere also die Verteilerbohrung, eine Langlochform oder Ovalform auf. Dies ist besonders vorteilhaft, um eine möglichst große Fläche für die Verteilerbohrung zu erreichen, ohne die minimal notwendige Wandstärke zu unterschreiten.

[0019] In bevorzugter Ausgestaltung ist die zumindest eine Einlassöffnung eine Bohrung. Dies ist fertigungstechnisch besonders einfach zu realisieren.

[0020] Bevorzugt sind zumindest zwei Einlassöffnungen vorhanden, wobei die zumindest zwei Einlassöffnungen eine axiale (das heißt in Schaufelhöhe) Einlassöffnungsreihe (RW1) bilden. Bevorzugt sind zumindest zwei Einlassöffnungsreihen (RW1, RW2) vorhanden, welche zueinander versetzt angeordnet sind. Alternativ oder zusätzlich (je nach Reihenanzahl) können die Einlassöffnungsreihen auch parallel angeordnet sein. Dies kann von der Ausgestaltung der Dralleinrichtung, insbe-

sondere Drallschaufel abhängen. Auch können mehrere Einlassöffnungsreihen (RW1, . . . ,RWn) vorhanden sein. Bei einer ungeraden Anzahl von Reihen etwa drei Reihen (RW1,RW2,RW3), kann z.B. auch die zweite Reihe RW2 zur ersten Reihe RW1 und die dritten Reihe RW3 versetzt sein, während die erste Reihe RW1 und die dritte Reihe RW3 parallel bzw. in einer Reihe angeordnet sind. Es können beispielsweise auch alle drei Reihen RW1, RW2, RW3 zueinander versetzt/parallel zueinander angeordnet sein. Der Abstand zwischen den einzelnen Reihen sollte bevorzugt zumindest einen Bohrungsdurchmesser umfassen. Die Einlassöffnungsreihen können dabei jeweils eine unterschiedliche Anzahl von Einlassöffnungen aufweisen.

[0021] In bevorzugter Ausgestaltung sind die zumindest zwei Einlassöffnungsreihen (RW1, RW2) mit gleichen Einlassöffnungsdurchmessern (\varnothing RW1, \varnothing RW2) der Einlassöffnungen ausgeführt. Sind auch die Einlassöffnungslängen der Einlassöffnungen dabei annähernd gleich, so ergibt sich dadurch ein annähernd gleicher Widerstandsbeiwert der Einlassöffnungen, und damit auch eine sehr gleichmäßige Brennstoffverteilung.

[0022] Bevorzugt sind die zumindest zwei Einlassöffnungsreihen (RW1, RW2) mit unterschiedlichen Einlassöffnungsdurchmessern (\varnothing RW1, \varnothing RW2) der Einlassöffnungen ausgeführt. Brennstoffstrahlen mit einem größeren Durchmesser haben eine größere Eindringtiefe. Dies kann bevorzugt für eine gleichmäßige Verteilung am Umfang vorgesehen sein, da somit eine unterschiedliche Eindringtiefe der Brennstoffstrahlen erreicht wird.

[0023] In bevorzugter Ausgestaltung ist das Verhältnis der Fläche der Einlassöffnungen zu der Fläche der Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung 1:4. Dies ist aufgrund der großen Massenströme, die für den niederkalorischen Brennstoff, insbesondere Synthesegas, benötigt werden, besonders vorteilhaft. Als Untergrenze ist hierbei ein Verhältnis der Fläche der Einlassöffnungen zu der Fläche der Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung 1:1 anzustreben. Bei einem solchen Verhältnis ist es jedoch erstrebenswert, dass die Einlassöffnungen axial (das heißt in Schaufelhöhe) eine unterschiedliche Größe aufweisen. Dies wirkt einer ungleichmäßigen Verteilung des Brennstoffes aufgrund des Verhältnisses 1:1 entgegen.

[0024] Bevorzugt weist die Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung eine Einlaufmündung auf. Dies hat den Vorteil, dass die Strömung über eine längere Strecke vergleichmäßigt wird und besonders Ablösezone, die sich am Einlauf bilden können, sich nicht bis zu den Einlassöffnungen erstrecken.

[0025] In bevorzugter Ausgestaltung weist die Einlaufmündung in die Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung hinein. Das bedeutet, dass die Rückströmgebiete, die an der Einlaufmündung beginnen, abwegs der ersten Einlassöffnungen liegen.

[0026] Die Eintrittsebene für den Brennstoff in die Verteilerbohrung wird so künstlich weiter von den Einlassöffnungen weg verschoben, in die Verteilerbohrung hin-

ein.

[0027] Bevorzugt ist die Fläche der Verteileröffnung, insbesondere der Verteilerbohrung, in Strömungsrichtung verkleinert. Somit wird die Strömungsgeschwindigkeit so verändert, insbesondere gleichgehalten, so dass eine bessere Gleichverteilung des Brennstoffes erzielt wird. Weiterhin können somit Sekundärströmungen unterdrückt werden.

[0028] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren beschrieben. Dabei zeigen:

- FIG 1a einen Längsschnitt durch einen Vormischbrenner nach dem Stand der Technik,
- FIG 1b einen Längsschnitt durch einen Vormischbrenner gemäß der Erfindung,
- FIG 2 einen erfindungsgemäßer Vormischbrenner mit Verteilerbohrungen für hoch- und niederkalorischen Brennstoff,
- FIG 3 eine Drallschaufel mit Einlassöffnungen für niederkalorischen Brennstoff,
- FIG 4 Eindüsungsöffnungen und Verteilerbohrung für hoch- und niederkalorischen Brennstoff in der Drallschaufel,
- FIG 5 eine Drallschaufel mit Einlaufmündung für niederkalorischen Brennstoff und Verteilerbohrung (schematisch),
- FIG 6 verschiedene Muster der Eindüsungsöffnungen.

[0029] FIG 1a zeigt einen Vormischbrenner 1a nach dem Stand der Technik, der in etwa rotationssymmetrisch bezüglich einer Brennerachse 12 ist. Ein entlang der Brennerachse 12 gerichteter Pilotbrenner 9 mit einem Brennstoff-Zufuhrkanal 8 und einem diesen konzentrisch umschließenden Luftzufuhr-Ringkanal 7 ist konzentrisch umgeben von einem Brennstoff-Ringkanal 3. Dieser Brennstoff-Ringkanal 3 ist teilweise konzentrisch umschlossen von einem Vormisch-Luftkanal 2. Der Vormisch-Luftkanal 2 ist als Ringkanal 14 ausgebildet, der eine äußere Kanalwand 15 aufweist. Die der Mittelachse 12 zugewandter Seite des Vormischkanals 2 wird nachfolgend als nabenseitige Kanalwand 16 bezeichnet.

[0030] In diesem Vormisch-Luftkanal 2 ist ein - schematisch dargestellter - Kranz von Drallschaufeln 5 eingebaut, der eine Dralleinrichtung bildet. Bevorzugt ist mindestens eine dieser Drallschaufeln 5 als Hohlschaufel 5a ausgebildet. Sie weist einen durch mehrere kleine Öffnungen 6 gebildeten Einlass für eine Brennstoffzuführung (FIG 1a) auf. Die Einlassöffnungen 6 ist mit dem Brennstoffkanal 3 verbunden. Die Hohlschaufel 5a ist dabei für die Zufuhr von hochkalorischen Brennstoff 11, z.B. Erdgas oder Heizöl, ausgelegt. Der Brennstoff-Ringkanal 3 mündet in diese Hohlschaufel 5a.

[0031] Der Vormischbrenner 1a kann über den Pilotbrenner 9 als Diffusionsbrenner betrieben werden. Üblicherweise wird er aber als Vormischbrenner eingesetzt,

d.h., Brennstoff und Luft werden zuerst gemischt und dann der Verbrennung zugeführt. Dabei dient der Pilotbrenner 9 zur Aufrechterhaltung einer Pilotflamme, die die Verbrennung während des Vormischbrennerbetriebes bei einem eventuell wechselnden Brennstoff-Luftverhältnis stabilisiert.

[0032] Bei der Verbrennung von hochkalorischen Brennstoff 11, d.h. z.B. Erdgas oder Heizöl, werden Verbrennungsluft 10 und der hochkalorische Brennstoff 11 im Vormisch-Luftkanal 2 gemischt und anschließend der Verbrennung zugeführt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird dabei der hochkalorische Brennstoff 11 aus dem Brennstoff-Ringkanal 3 in eine Hohlschaufel 5a des Drallschaufelkranzes 5 geleitet und von dort über den die Einlassöffnung 6 in die Verbrennungsluft 10 im Vormisch-Luftkanal 2 eingeleitet.

[0033] Bei dem Vormischbrenner 1b der Erfindung (FIG 1b) ist darüber hinaus auch die Verbrennung eines niederkalorischen Brennstoffes SG, beispielsweise eines Synthesegases aus einem Kohlevergasungsprozess, möglich. Hierzu ist in der Drallschaufel 5, 5a eine weitere Eindüsungsstufe umfassend zumindest einer, bevorzugt jedoch mehrerer Einlassöffnungen 40, hier als Bohrung 40 ausgeführt, vorgesehen. Die Eindüsung über weitere Einlassöffnungen 40 an der Drallschaufel 5, 5a ermöglicht eine radiale Brennstoffverteilung in einem axialen oder diagonalen Strömungskanal. Damit ist es möglich, den Brennstoff von den gefährdeten Kanalwänden fernzuhalten, die als potentieller Zündungsbereich dienen können. Der Einlassöffnungen 40 ist mit einem Gasverteilungsring 17 über eine Verteileröffnung, nachfolgend als Verteilerbohrung 27 bezeichnet verbunden, der den Vormisch-Luftkanal 2 zumindest teilweise radial auswärts umgibt.

[0034] Die Verteilerbohrung 27 für Synthesegas weist eine im Wesentlichen trapezförmige Grundfläche auf (FIG2 und FIG3). Dadurch wird der brennstoffseitige Druckverlust klein gehalten und eine gleichmäßige Brennstoffverteilung bereit gestellt. Eine trapezförmige Grundfläche mit Abrunden beispielsweise Radien oder Halbkreise, an beiden Seiten ist besonders vorteilhaft. Die trapezförmige Grundfläche ist besonders vorteilhaft, da durch die annähernde Parallelität der Wand der Verteilerbohrungen 27 und der Schaufeloberfläche näherungsweise gleiche Bohrungslängen für die Brennstoffbohrungen 40 gegeben sind. Hierdurch ist der Widerstandsbeiwert der Bohrungen 40 annähernd gleich und damit ist auch die Brennstoffverteilung sehr gleichmäßig. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Brennstoffbohrungen 40 mit dem gleichen Bohrungsdurchmesser ausgeführt werden. Die Verteilerbohrung 27 weist dabei eine Langlochform 42 (FIG2 und FIG3) auf, durch welche das Synthesegas den Einlassöffnungen 40 an den Drallschaufeln 5, 5a zugeführt wird. Dies hat den Vorteil, eine möglichst große Fläche für die Verteilerbohrung 27 zu erreichen, ohne die minimal notwendige Wandstärke zu unterschreiten.

[0035] Die Eindüsungsstufe der Drallschaufel 5 für

hochkalorischen und niederkalorischen Brennstoff besteht aus mehreren Einlassöffnungen 6 und 40. Die Einlassöffnungen 6 stehen im Folgenden für die Eindüsung von hochkalorischem Brennstoff, insbesondere Erdgas. Die Einlassöffnungen 6 werden -wie eingangs beschrieben- von dem Brennstoffkanal 3 mit Brennstoff versorgt. Innerhalb der Schaufel 5,5a wird zudem eine Bohrung 50, welche insbesondere eine runde Querschnittsfläche aufweist (FIG 2 und FIG 4) und welche separat von der Verteilerbohrung 27 ist, vorgenommen. Im nachfolgend werden bestimmte Merkmale lediglich für die Synthesegas-Einlassöffnung 40 und die Verteilerbohrung 27 beschrieben. Sie können jedoch nichtsdestotrotz auch auf die entsprechende Einlassöffnung 6 für hochkalorischen Brennstoff und die Bohrung 50 angewendet werden. Diese Einlassöffnungen 40 können dabei unterschiedliche Muster für die Eindüsung (vgl. FIG 3 und FIG 6) sowie auch unterschiedliche Durchmesser für die Einlassöffnungen aufweisen. Die Einlassöffnungen 40 für niederkalorischen Brennstoff sind dabei in einer axialen Reihe RW1 angeordnet. Bevorzugt sind mehrere axiale Reihen RW1 und RW2 vorhanden. Die axialen Reihen RW1 und RW2 können dabei entweder versetzt zueinander oder parallel bzw. in einer Reihe angeordnet sein. Bei einer ungeraden Anzahl von Reihen, beispielsweise RW1, RW2, RW3 können auch die zweite Reihe RW2 zur ersten Reihe RW1 und dritten Reihe RW3 versetzt sein während die erste Reihe RW1 und die dritte Reihe RW3 parallel bzw. in einer Reihe angeordnet sind. Es können beispielsweise auch alle drei Reihen RW1, RW2, RW3 zueinander versetzt angeordnet sein. Solche Muster sind beispielsweise in FIG6 bei den Beispielen 1 (Var1) bis 6 (Var 6) gezeigt. Der Abstand zwischen den einzelnen Reihen sollte bevorzugt zumindest einen Bohrungsdurchmesser umfassen.

[0036] Ist der Bohrungsdurchmesser (\varnothing RW1, \varnothing RW2) der Einlassöffnungen 40 beispielsweise zweier Reihen (RW1, RW2) gleich, so ist dies insbesondere von Vorteil, wenn die Bohrungen 40 eine gleiche Bohrungslänge aufweisen. Damit ist nämlich der Widerstandswert der Bohrungen 40 annähernd gleich und die Brennstoffverteilung sehr gleichmäßig.

[0037] Der Bohrungsdurchmesser (\varnothing RW1, \varnothing RW2) der Einlassöffnungen 40 beispielsweise zweier Reihen (RW1, RW2) kann auch unterschiedlich sein, da Brennstoffstrahlen mit einem größeren hydraulischen Durchmesser eine größere Eindringtiefe aufweisen. Somit kann dies verwendet werden, um eine gleichmäßige Verteilung am Umfang mittels unterschiedlicher Eindringtiefe der Brennstoffstrahlen zu erzielen.

[0038] Selbstverständlich kann der Bohrungsdurchmesser (\varnothing RW1) der Einlassöffnungen 40 einer einzelnen Reihe auch den Eigenschaften/physikalischen Gegebenheiten des individuellen Vormischbrenners 1b angepasst werden.

[0039] Für das Verhältnis der Flächen der Brennstoffbohrungen 40 zu der Verteilerbohrung 27 ist aufgrund der Massenströme für das Synthesegas ein Verhältnis

1:4 anzustreben. Als Untergrenze für das Verhältnis der Flächen der Brennstoffbohrungen 40 zu der Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung 27 ist ein Verhältnis 1:1 zu erzielen. Um den Brennstoff bei diesem Verhältnis gleich zu Verteilen, ist es von weiterem Vorteil die Brennstoffbohrungen 40 axial in unterschiedlichen Größen auszuführen.

[0040] Die Fläche der Verteilerbohrung 27 kann sich mit zunehmendem Abstand von Eintritt des niederkalorischen Brennstoffes, das heißt in Strömungsrichtung verkleinern. Somit wird eine bessere Gleichverteilung des Brennstoffes erzielt. Weiterhin lassen sich somit insbesondere Sekundärströmungen unterdrücken. Zur weiteren Unterdrückung von Sekundärströmungen kann die Verteilerbohrung 27 ab ca. der Hälfte der Verteilerhöhe in zwei Teilkanäle unterteilt werden (nicht dargestellt). Dies kann beispielsweise mittels eines Trennbleches vorgenommen werden.

[0041] Als Vorteilhaft hat sich die Einbringung einer Einlaufmündung 45 an der Verteilerbohrung 27 herausgestellt (FIG 5). Die Einlaufmündung 45 bewirkt, dass die Strömung über eine längere Strecke gleichmäßig wird und besonders Ablösezone, die sich an einem Einlauf bilden können, sich nicht bis zu den Bohrungen 40 erstreckt. Die Einlaufebene, das heißt die Ebene an der der Brennstoff in die Verteilerbohrung 27 hineintritt, wird somit künstlich von den Einlassöffnungen 40 weg verschoben.

[0042] Mit dem hier offenbarten Vormischbrenner für Synthesegas und auch Erdgas (nieder- und hochkalorischer Brennstoff) wird erstmals eine gezielte radiale Brennstoffverteilung in einen axialen oder diagonalen Strömungskanal möglich. Es ist damit möglich, den Brennstoff von den Kanalwänden des Vormischkanals fernzuhalten, die als potentieller Zündungsbereich dienen können. Damit ist die Gefahr des Flammenrückschlags in Wandgrenzschichten vermieden. Der Druckverlust wird bei dem erfindungsgemäßen Vormischbrenner weitestgehend verhindert. Durch die Ausgestaltung der Brennstoffbohrungen und der Verteilerbohrung ist eine gleichmäßige Brennstoffverteilung weitestgehend sichergestellt. Bei dem hier beispielhaft vorgestellten Vormischbrenner sind zudem die Einlassöffnungen für niederkalorisches Brenngas weiter von der äußeren Kanalwand und der nabenseitigen Kanalwand entfernt, als die Einlassöffnungen für hochkalorisches Brenngas. Auch dies mindert beispielsweise den Flammenrückschlag bzw. die Entzündung von Gebieten nahe den Kanalwänden. Erfindungsgemäß werden auch unterschiedliche Muster für Einlassöffnungen bereitgestellt.

Patentansprüche

1. Vormischbrenner (1b) zur Verbrennung eines niederkalorischen (SG) sowie hochkalorischen Brennstoffs (NG) mit einem sich entlang einer Brennerachse (12) erstreckenden Vormisch-Luftkanal (2) über

- den Verbrennungsluft (10) zuführbar ist und mit einer in dem Vormisch-Luftkanal (2) angeordneten Dralleinrichtung (5) aus der hochkalorischer Brennstoff (11) über eine Einlaßstufe, umfassend mindestens einer Einlassöffnung (6), in den Vormischkanal (2) eindüsbar ist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dralleinrichtung (5) zumindest eine weitere Einlaßstufe, umfassend mindestens einer Einlassöffnung (40), für niederkalorischen Brennstoff (SG) umfasst.
2. Vormischbrenner (1b) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verteileröffnung, insbesondere eine Verteilerbohrung (27) vorhanden ist.
 3. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dass die Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung (27) eine im Wesentlichen trapezförmige Grundfläche aufweist.
 4. Vormischbrenner (1b) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundfläche an beiden Seiten Abrundungen aufweist.
 5. Vormischbrenner (1b) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundfläche Halbkreise, insbesondere angeätzte Halbkreise aufweist.
 6. Vormischbrenner (1b) nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung (27) eine Langlochform aufweist.
 7. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Einlassöffnung (40) eine Bohrung ist.
 8. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Einlassöffnung (40) eine Langlochform umfaßt.
 9. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Einlassöffnung (40) eine Ovalform umfaßt.
 10. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Einlassöffnungen (40) vorhanden sind, und die zumindest zwei Einlassöffnungen (40) eine axiale, bezogen auf Höhe der Dralleinrichtung (5), Einlassöffnungsreihe (RW1) bilden.
 11. Vormischbrenner (1b) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Einlassöffnungsreihen (RW1, RW2) vorhanden sind, welche zueinander versetzt angeordnet sind.
 12. Vormischbrenner (1b) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Einlassöffnungsreihen (RW1, RW2) vorhanden sind, welche zueinander parallel angeordnet sind.
 13. Vormischbrenner (1b) nach einem der Ansprüche 9-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest zwei Einlassöffnungsreihen (RW1, RW2) mit gleichen Einlassöffnungsdurchmessern (\emptyset RW1, \emptyset RW2) der Einlassöffnungen (40) ausgeführt sind.
 14. Vormischbrenner (1b) nach einem der Ansprüche 9-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest zwei Einlassöffnungsreihen (RW1, RW2) mit unterschiedlichen Einlassöffnungsdurchmessern (\emptyset RW1, \emptyset RW2) der Einlassöffnungen (40) ausgeführt sind.
 15. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Fläche der Einlassöffnungen (40) zu der Fläche der Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung (27) 1:4 ist.
 16. Vormischbrenner (1b) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Untergrenze das Verhältnis der Fläche der Einlassöffnungen (40) zu der Fläche der Verteileröffnung, insbesondere der Verteilerbohrung (27) 1:1 ist.
 17. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dass die Verteileröffnung, insbesondere die Verteilerbohrung (27) eine Einlaufmündung (45) aufweist.
 18. Vormischbrenner (1b) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** dass die Einlaufmündung (45) in die Verteileröffnung, insbesondere in die Verteilerbohrung (27) hineinweist.
 19. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Nabenseite (16) und eine äußere Kanalwand (15) umfasst sind.
 20. Vormischbrenner (1b) nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** dass eine Brennstoffzuführung zur Verteileröffnung, insbesondere Verteilerbohrung (27) von der nabenseitigen Kanalwand (16) oder der äußeren Kanalwandseite (15) vorhanden ist.

21. Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dass die Fläche der Verteileröffnung insbesondere der Verteilerbohrung (27) in Strömungsrichtung verkleinert ist.

5

22. Gasturbine mit einem Vormischbrenner (1b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1a

FIG 1b

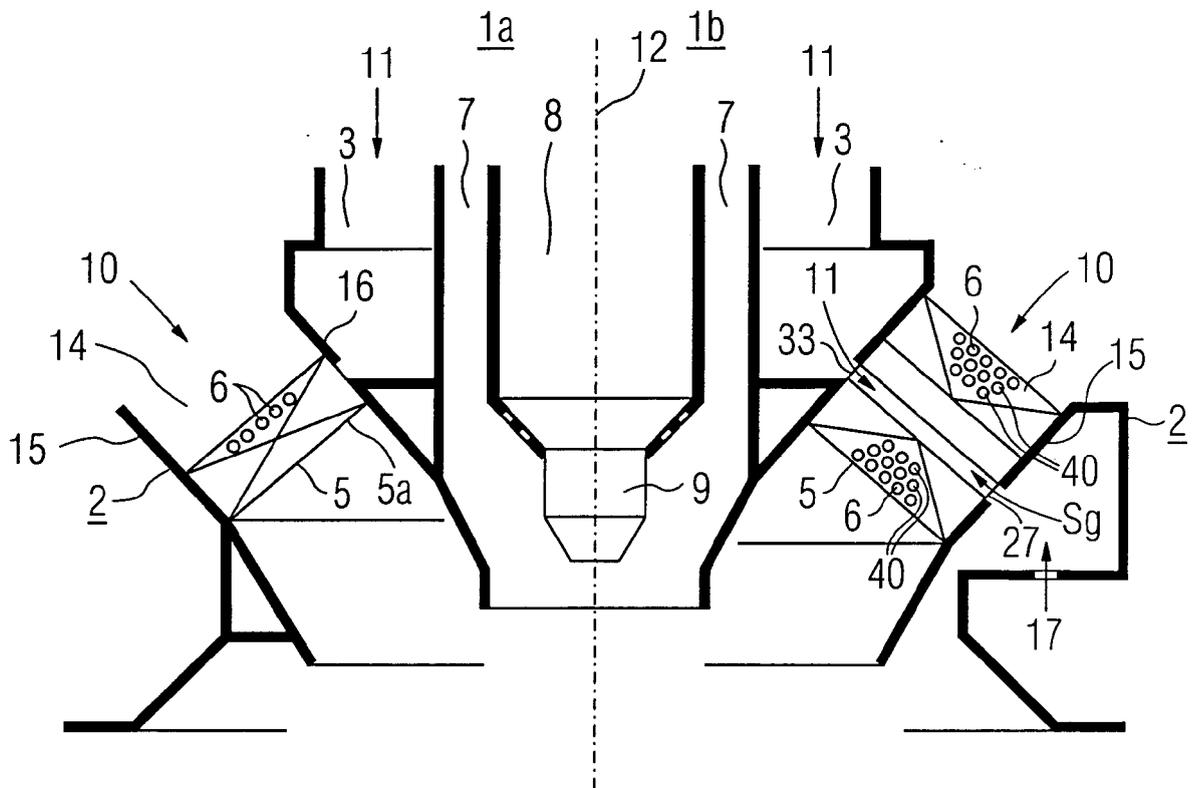
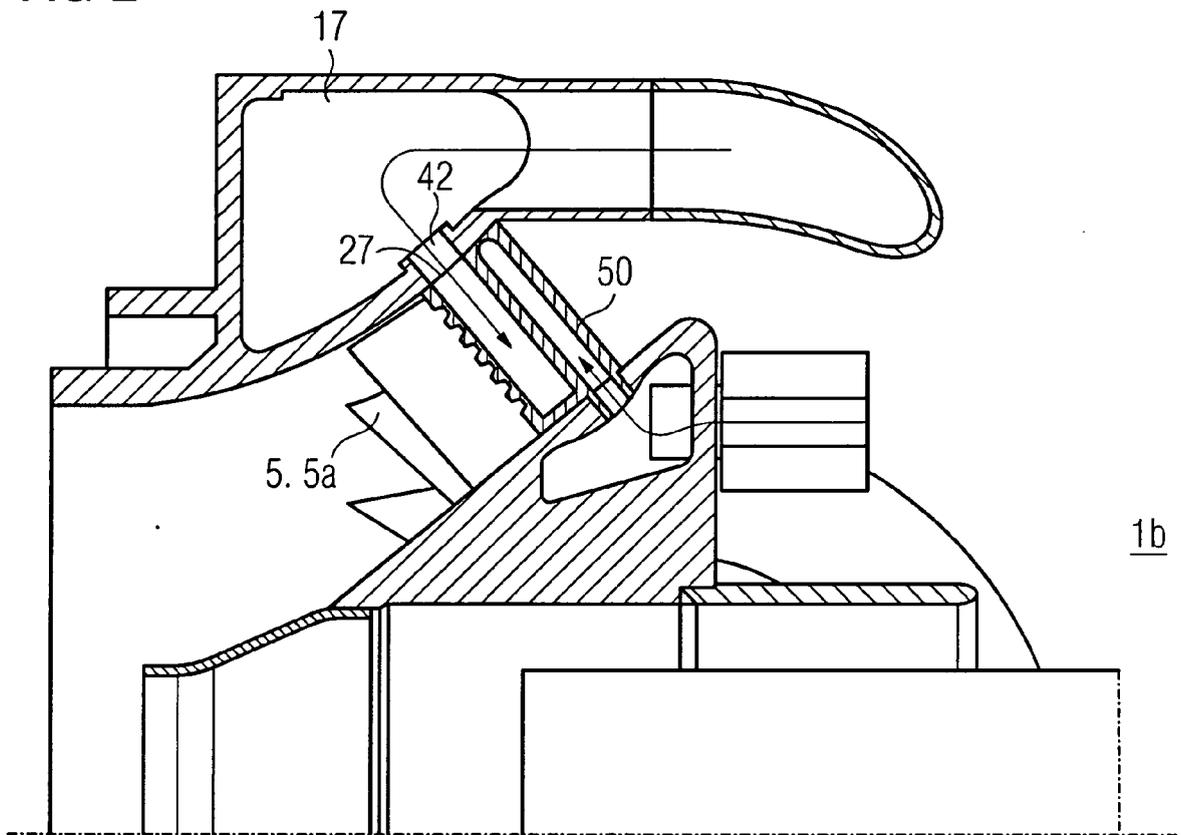
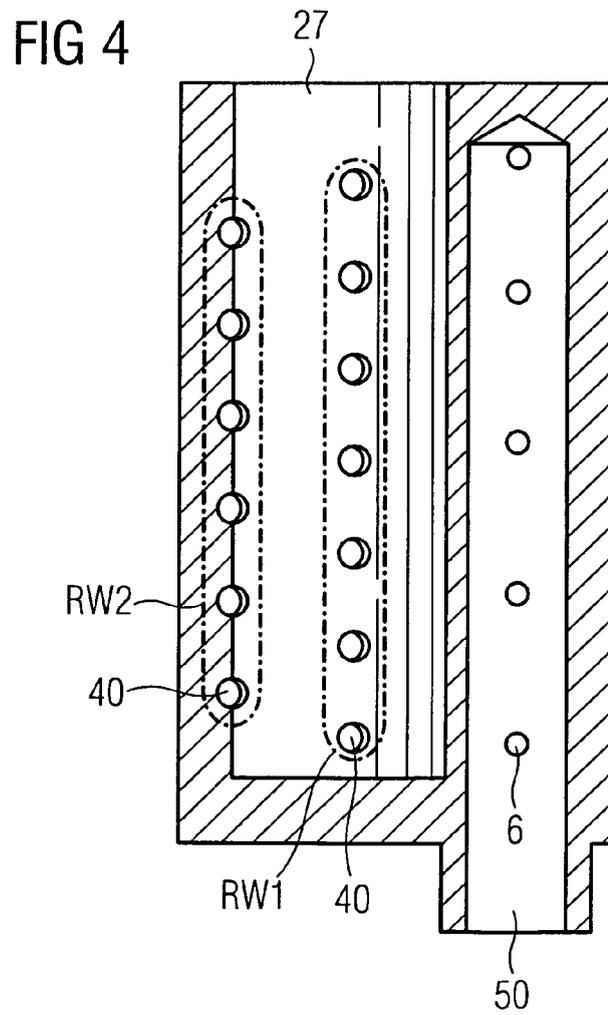
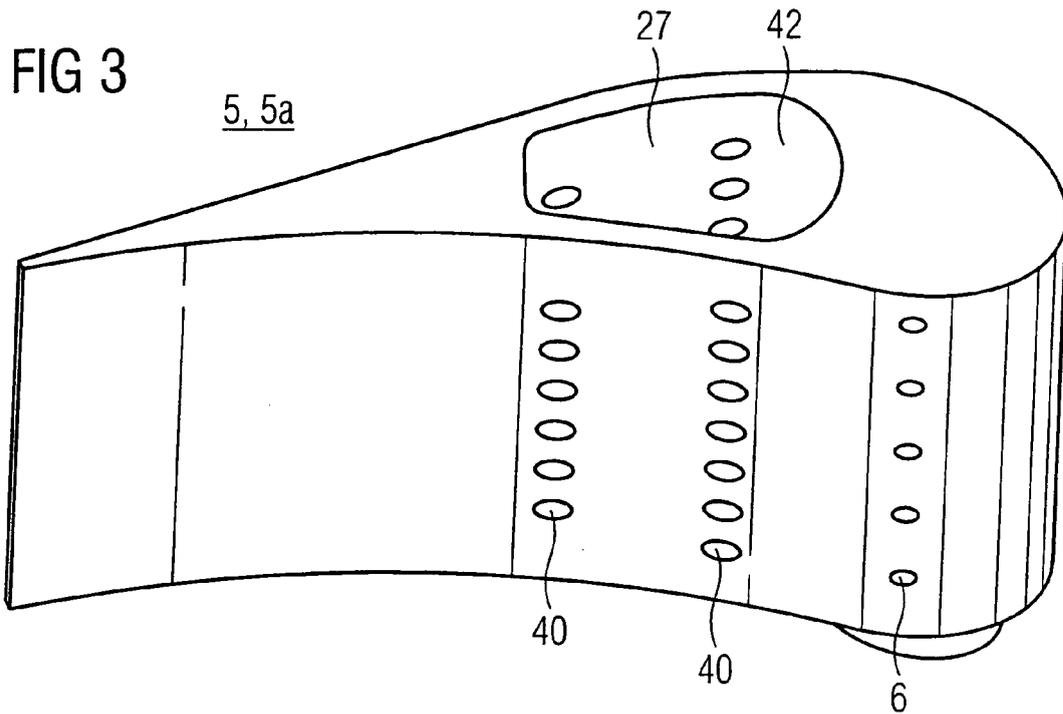


FIG 2





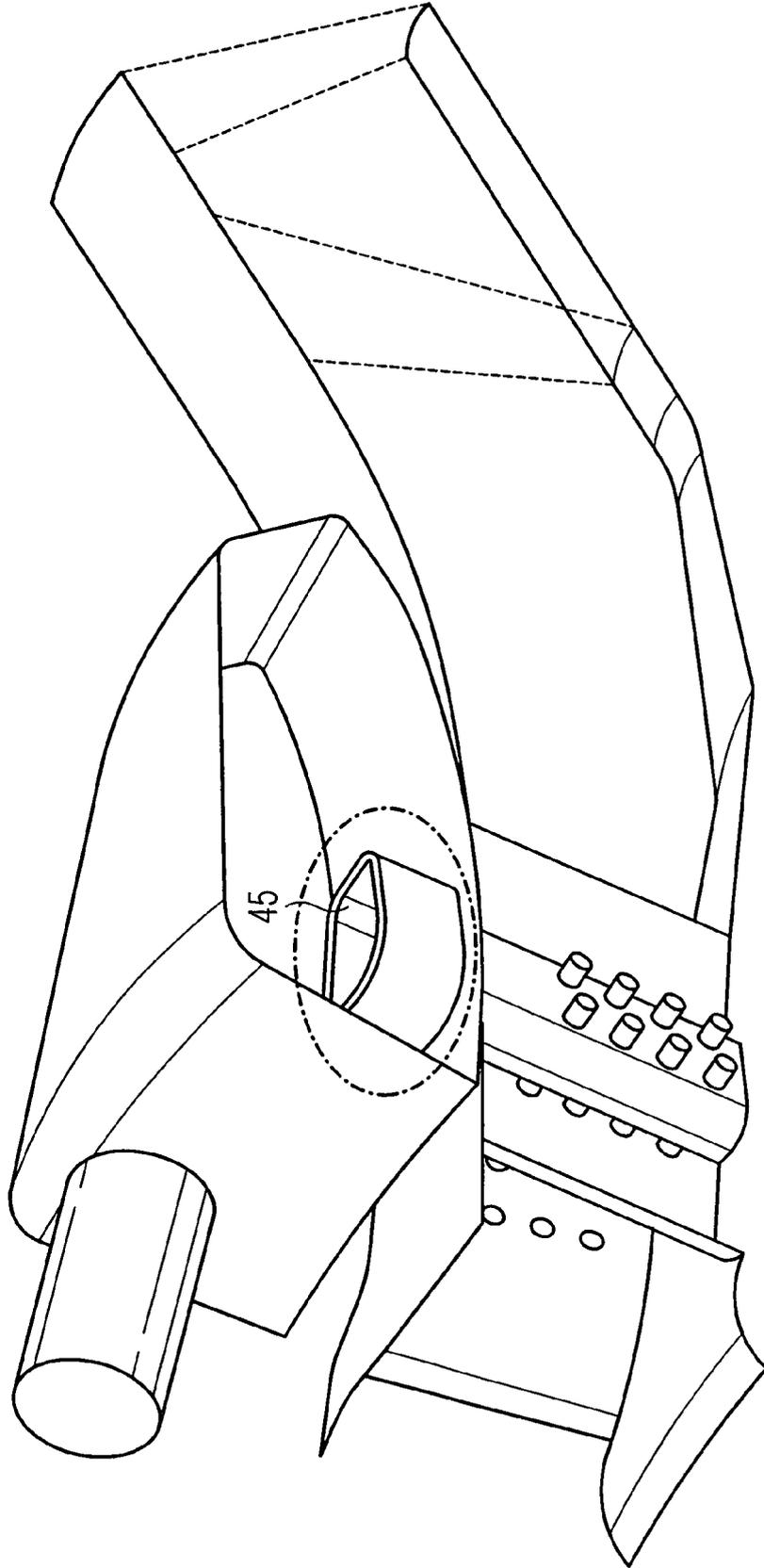
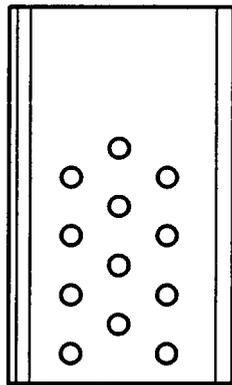
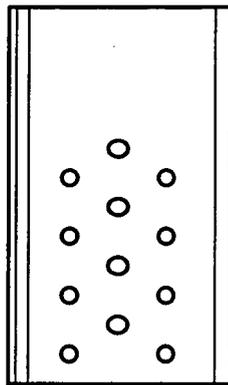


FIG 5

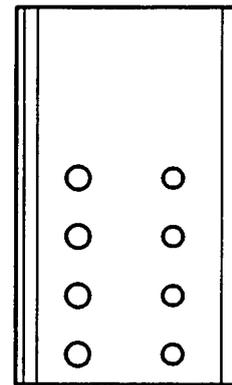
FIG 6



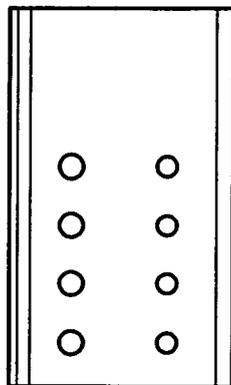
Var A



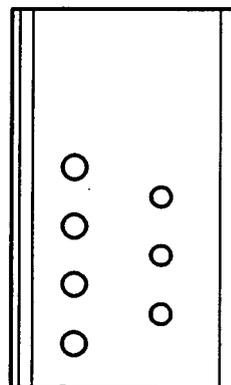
Var B



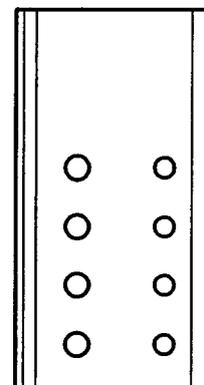
Var C



Var D



Var E



Var F



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 5728

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 046623 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 30. April 2008 (2008-04-30) * Absatz [0026] - Absatz [0027]; Abbildungen 5,6 * -----	1-3,5,6, 8,10,11, 14, 17-20,22	INV. F23R3/36 F23C7/00 F23R3/14
X	US 5 351 477 A (JOSHI NARENDRA D [US] ET AL) 4. Oktober 1994 (1994-10-04) * Spalte 7, Zeile 32 - Spalte 8, Zeile 42; Abbildungen 8,9 * -----	1-5,7, 17-20,22	
A	US 5 251 447 A (JOSHI NARENDRA D [US] ET AL) 12. Oktober 1993 (1993-10-12) * Abbildungen 5A,5B * -----	3-5	
A	DE 42 12 810 A1 (SIEMENS AG [DE]) 29. Oktober 1992 (1992-10-29) * das ganze Dokument * -----	1	
A	EP 1 614 967 A (SIEMENS AG [DE]) 11. Januar 2006 (2006-01-11) * das ganze Dokument * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23R F23C
4	Recherchenort München	Abschlussdatum der Recherche 6. März 2009	Prüfer Theis, Gilbert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 08 01 5728

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-03-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007046623 A1	30-04-2008	AU 2007203536 A1	17-04-2008
		CN 101158479 A	09-04-2008
		JP 2008089298 A	17-04-2008
		US 2008078183 A1	03-04-2008

US 5351477 A	04-10-1994	KEINE	

US 5251447 A	12-10-1993	KEINE	

DE 4212810 A1	29-10-1992	WO 9219913 A1	12-11-1992
		EP 0580683 A1	02-02-1994
		JP 3133066 B2	05-02-2001
		JP 6506760 T	28-07-1994
		KR 100234569 B1	15-12-1999
		RU 2079049 C1	10-05-1997
US 5451160 A	19-09-1995		

EP 1614967 A	11-01-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

- EP 1645807 A1 [0009]
- EP 1723369 B1 [0009]