

(19)



(11)

EP 2 423 597 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.02.2012 Patentblatt 2012/09

(51) Int Cl.:
F23R 3/12 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11178196.9**

(22) Anmeldetag: **19.08.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **27.08.2010 CH 13892010**

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

(72) Erfinder:
• **Grimm, Frank**
5400 Baden (CH)
• **Magni, Fulvio**
5415 Nussbaumen (CH)
• **Geng, Weiqun**
5405 Dättwil (CH)
• **Pennell, Douglas Anthony**
5210 Windisch (CH)

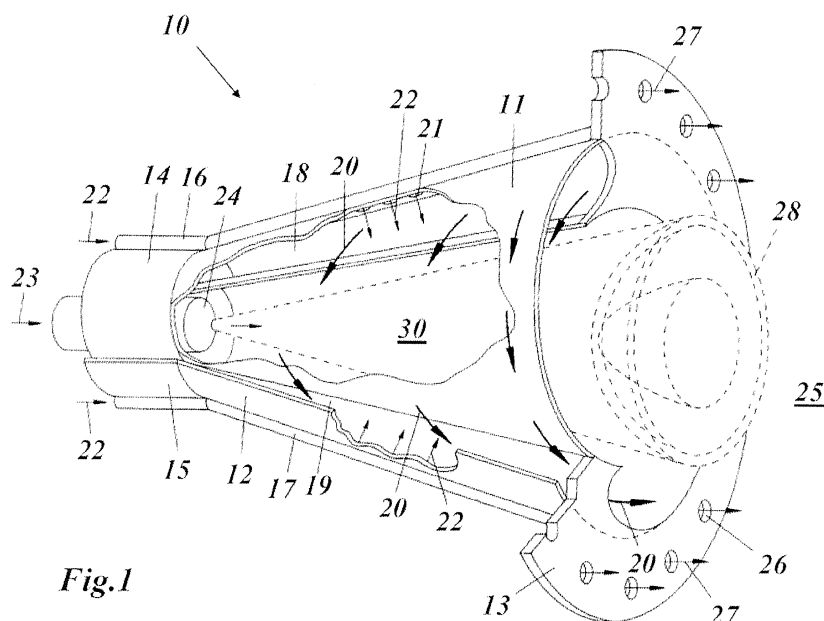
(54) Vormischbrenner für eine Gasturbine

(57) Die Erfindung betrifft einen Vormischbrenner (10) für eine Gasturbine, in Form eines Doppelkegelsbrenners, welcher zwei ineinander verschachtelt angeordnete Teilkegelschalen (11, 12) umfasst, die zwischen sich Lufteintrittskanäle (18, 19) bilden, durch die von aussen Verbrennungsluft (20) in einen kegelförmigen Innenraum (30) des Vormischbrenners (10) einströmt, wobei an den Aussenwänden der Lufteintrittskanäle (18, 19) quer zur Strömungsrichtung der Verbrennungsluft (20) verlaufende, lineare Lochreihen von Eindüsungsöffnungen (21) angeordnet sind, durch welche ein gasförmiger Brenn-

stoff (22) in die quer dazu vorbeiströmende Verbrennungsluft (20) eingedüst wird.

Eine Verbesserung in der Durchmischung von Brennstoff und Verbrennungsluft und eine Reduktion der Schadstoffemissionen werden dadurch erreicht, dass die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Durchmesser Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners aufweisen, der zwischen 0.011 und 0.015 liegt.

Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Nacharbeiten von derartigen Vormischbrennern

**EP 2 423 597 A2**

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Technik von Gasturbinen. Sie betrifft einen Vormischbrenner für eine Gasturbine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Nacharbeiten von derartigen Vormischbrennern.

STAND DER TECHNIK

[0002] Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Vormischbrenner für eine Gasturbine in Form eines so genannten "Doppelkegelbrenners", wie er beispielsweise aus der Druckschrift EP 0 851 172 A2 bekannt ist. Die erste Figur dieser Anmeldung ist hier als Fig. 1 wiedergegeben.

[0003] Der Vormischbrenner 10 gemäss Fig. 1 besteht aus zwei sich entlang einer Achse (29 in Fig. 2) erstreckenden hohlen Teilkegelschalen 11, 12, die versetzt zueinander ineinandergeschachtelt sind. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse oder Längssymmetrieachse der Teilkegelschalen 11, 12 zueinander erzeugt auf beiden Seiten, in spiegelbildlicher Anordnung, jeweils einen tangentialen Lufteintrittskanal 18, 19, durch welchen Verbrennungsluft 20 in den kegelförmigen Innenraum 30 des Brenners strömt. Die beiden Teilkegelschalen 11, 12 weisen je einen Anfangsteil in Form eines Zylinders 14, 15 auf. Im Bereich der Zylinder 14, 15 ist eine Düse 24 zur Zerstäubung eines vorzugsweise flüssigen Brennstoffes 23 untergebracht, der nach der Zündung zusammen mit der eingedüsten Verbrennungsluft 20 eine Flammenfront 28 ausbildet.

[0004] Selbstverständlich kann der Vormischbrenner 10 rein kegelig, also ohne die Zylinder 14, 15, ausgebildet sein. Die Teilkegelschalen 11, 12 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 16, 17 auf, welche entlang der tangentialen Lufteintrittskanäle 18, 19 angeordnet und mit Eindüsungsöffnungen 21 in Form von linearen Lochreihen versehen sind, durch welche ein gasförmiger Brennstoff 22 in die dort vorbeiströmende Verbrennungsluft 20 eingedüst wird, wie dies durch Pfeile versinnbildlicht wird. Diese Brennstoffleitungen 16, 17 sind vorzugsweise spätestens am Ende der tangentialen Einströmung, vor Eintritt in den Innenraum 30, platziert, um eine optimale Luft/Brennstoff-Mischung zu gewährleisten.

[0005] Zum Brennraum 25 weist der Vormischbrenner 10 eine als Verankerung für die Teilkegelschalen 11, 12 dienende Frontplatte 13 mit einer Anzahl Bohrungen 26 auf, durch welche bei Bedarf Kühlluft 27 dem vorderen Teil des Brennraumes 25 zugeführt werden kann.

[0006] Die Ausgestaltung und Anordnung der Eindüsungsöffnungen 21 für den gasförmigen Brennstoff 22 hat erheblichen Einfluss auf die Vermischung des Brennstoffs mit der Verbrennungsluft 20. Der Brennstoff 22 wird in den Lufteintrittskanal 18, 19 des Vormischbrenners 10 senkrecht zum Luftstrom eingedüst. Die Mischung des

Brennstoffs 22 mit der Luft wird sowohl vom Ort der Eindüsungsöffnungen 21 als auch von der Strömungsgeschwindigkeit des gasförmigen Brennstoffs beeinflusst.

[0007] Bei den bisher im Einsatz befindlichen Vormischbrennern der beschriebenen Art werden Eindüsungsöffnungen 21 eingesetzt, die in Fig. 2 als Lochreihe R1 dargestellt sind, wobei jedem der beiden Lufteintrittskanäle 18, 19 jeweils eine solche Lochreihe zugeordnet ist. In der Lochreihe R1 sind, wenn als gasförmiger Brennstoff Erdgas verwendet wird, 32 Eindüsungsöffnungen 21 mit kleinem Austrittsdurchmesser angeordnet.

[0008] Es hat sie nun herausgestellt, dass beim Betrieb derartiger Vormischbrenner die Durchmischung der Verbrennungsluft und des gasförmigen Brennstoffs noch verbessert werden kann, um die Spitzenwerte der Flammentemperatur im Brenner zu senken und damit die Schadstoffemissionen (z.B. NO_x) zu verringern.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0009] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Vormischbrenner der eingangs genannten Art zu schaffen, der hinsichtlich der Vermischung von Verbrennungsluft und gasförmigem Brennstoff deutlich verbessert ist.

[0010] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Wichtig für die erfindungsgemässe Lösung ist, dass die Eindüsungsöffnungen in ihrem Durchmesser vergrössert werden. Diese Vergrösserung muss aber auf einen optimalen Bereich beschränkt werden. Ferner wurde gezeigt, dass nicht die absolute Grösse der Durchmesser zur Erzielung guter Ergebnisse entscheidend ist, sondern jeweils ein Durchmesser Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung 21 zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners 10. Als effektiver Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners ist dabei der Durchmesser eines Kreises zu verstehen, der die selbe Fläche hat, wie die Austrittsöffnung des Vormischbrenners.

[0011] Eine typischer herkömmlicher Lochdurchmesser eines Brenners für Erdgas mit hohem Methananteil führte beispielsweise bei der Benutzung des neu eingeführten Verhältnisses von Durchmesser der Eindüsungsöffnung 21 zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners 10 zu einem Durchmesser Verhältnis von 0.0086. Für einen gasförmigen Brennstoff mit einem geringeren Heizwert wurde beispielsweise ein Durchmesser Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung 21 zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners 10 von 0.0097 benutzt.

[0012] Für beste Vermischung und Verbrennung ist neu ein Bereich der Durchmesser Verhältnisse von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners, der zwischen 0.011 und 0.015 liegt, bestimmt worden. Für den Betrieb mit einem gasförmigen Brennstoff, der einen Heizwert hat, der um mindestens 20% unter dem Heizwert von Methan liegt wird ein erweiterter Bereich der Durchmes-

serverhältnisse von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners, vorgeschlagen das grösser als 0.015 ist und kleiner 0.017 ist. Insgesamt ergibt sich damit ein vorteilhafter Bereich der Durchmesser-Verhältnisse von 0.011 bis 0.017. Entsprechend vergrössert sich auch der Abstand zwischen den Eindüsungsöffnungen beziehungsweise erniedrigt sich die Gesamtzahl der Eindüsungsöffnungen.

[0013] Herkömmlich wurden die Eindüseöffnungen so klein wie möglich gehalten, um eine gute Vermischung zu ermöglichen. Eine Mindestgrösse war jedoch erforderlich, um die Druckverluste, die bei der Eindüsung des Brennstoffes entstehen, klein zu halten.

[0014] Durch die neue Ausgestaltung der Lochreihen mit grösserem Durchmesser ergibt sich ein höherer Impuls der aus den Eindüsungsöffnungen kommenden Gasstrahlen, der zu einer verstärkten Durchdringung der querströmenden Verbrennungsluft und damit zu einer verbesserten Mischung führt. Mit der verbesserten Mischung vergleichmässigen sich die Flammentemperaturen, was mit einer Reduktion der Temperaturspitzen und der dadurch verursachten Schadstoffemissionen einhergeht.

[0015] Ein weiterer Aspekt der Offenbarung ist es eine Höhe der Lufteintrittskanäle, in die das Brenngas 2. in den Vormischbrenner eingeleitet wird in einem auf die Eindüsungsöffnung angepassten Bereich anzugeben, der zu einer guten Durchmischung bei tiefem Druckverlust und stabiler Verbrennung führt. In Kombination mit dem genannten Verhältnissen der Durchmesser der Eindüsungsöffnung zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners ist jeweils ein Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zur Höhe des Lufteintrittskanals, das zwischen 0.097 und 0.153 liegt, vorteilhaft.

[0016] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist jeweils ein Verhältnis von der Summe der Flächen der Eindüsungsöffnungen zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners in einem vorteilhaften Bereich zu wählen. Dieser Bereich liegt für die vorgeschlagenen Lochdurchmesserbereiche zwischen 0.0051 und 0.0097.

[0017] Gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung weisen alle Eindüsungsöffnungen einer Lochreihe denselben Durchmesser auf und sind äquidistant.

[0018] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen benachbarten Eindüsungsöffnungen einer Lochreihe in etwa 16 mm beträgt.

[0019] Für den Betrieb mit Erdgas kann weiter ein vorteilhafter Bereich des Verhältnisses von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zur Höhe der Lufteintrittskanäle angegeben werden, der zwischen 0.109 und 0.124 liegt. In Kombination mit den gegebenen Lochdurchmesserbereichen sind insbesondere zwei besonders vorteilhafte Teilbereiche des Verhältnisses von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zur Höhe der Lufteintrittskanäle be-

stimmt worden. Dies sind die Bereiche von 0.109 bis 0.112 und 0.119 bis 0.124.

[0020] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Vormischbrenner für den Betrieb mit Erdgas als gasförmigem Brennstoff vorgesehen ist, und dass das Verhältnis von Lochdurchmesser der Eindüsungsöffnungen zu dem effektiven Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners jeweils 0.012 beträgt.

[0021] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Vormischbrenner für den Betrieb mit einem gasförmigen Brennstoff vorgesehen ist, der einen Heizwert hat, der um mindestens 20% unter dem Heizwert von Methan liegt, und dass die Eindüsungsöffnungen jeweils ein Durchmesser-Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners von 0.0137 aufweisen.

[0022] Für den Betrieb mit einem gasförmigen Brennstoff, der einen Heizwert hat, der um mindestens 20% unter dem Heizwert von Methan liegt, kann weiter ein vorteilhafter Bereich des Verhältnisses von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zur Höhe der Lufteintrittskanäle angegeben werden, der zwischen 0.123 und 0.140 liegt. In Kombination mit dem gegebenen Lochdurchmesserbereich sind insbesondere zwei besonders vorteilhafte Teilbereiche des Verhältnisses von Durchmesser der Eindüsungsöffnung zur Höhe der Lufteintrittskanäle angegeben. Dies sind die Bereiche von 0.123 bis 0.128 und 0.134 bis 0.140.

[0023] Einerseits muss die Brenngasgeschwindigkeit in den Eindüsungsöffnungen hoch genug sein, um eine gute Durchmischung zu erreichen, andererseits sollte diese tief sein, um die Druckverluste im Brenngassystem niedrig zu halten und damit eine, je nach Druckniveau des Gasversorgungssystems nötige, Verdichtung des Brenngases vor der Einleitung zu vermeiden oder auf ein Minimum zu beschränken. Die Brenngasgeschwindigkeit in den Eindüsungsöffnungen ist dabei proportional zur Gasmenge und umgekehrt proportional zur Summe der Flächen der Eindüsungsöffnungen eines Brenners. Typischerweise ist die in einen Brenner eingeleitete Brenngasmenge ausserdem proportional zu der Brennergrösse. Als Kenngrösse für eine optimale Brennerwahl ist Verhältnis von der Summe der Flächen der Eindüsungsöffnungen eines Brenners zur effektiven Austrittsfläche des Vormischbrenners vorgeschlagen, wobei der zur effektiven Austrittsfläche gehörende effektive Austrittsdurchmesser typischerweise als Mass für die Brennergrösse angegeben wird.

[0024] Für den Betrieb mit Erdgas wurde als vorteilhaftes Verhältnis von der Summe der Flächen der Eindüsungsöffnungen zur effektiven Austrittsfläche des Vormischbrenners ein Verhältnis gefunden, das zwischen 0.005 und 0.008 liegt. Für den Betrieb mit einem gasförmigen Brennstoff, der einen Heizwert hat, der um mindestens 20% unter dem Heizwert von Methan liegt, wurde als vorteilhaftes Verhältnis von der Summe der Flä-

chen der Eindüsungsöffnungen zur effektiven Austrittsfläche des Vormischbrenners ein Verhältnis bestimmt, das zwischen 0.007 und 0.010 liegt.

[0025] Gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung sind pro Lufteintrittskanal jeweils zwei parallele Lochreihen mit doppeltem Lochabstand zwischen den Eindüsungsöffnungen vorgesehen, deren Löcher versetzt zueinander angeordnet sind. Durch die unterschiedlichen Einspritzpositionen kann die Verbrennungsstabilität positiv beeinflusst werden.

[0026] Gemäss einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist pro Lufteintrittskanal jeweils eine Lochreihe mit Eindüsungsöffnungen vorgesehen.

[0027] Neben dem neuartigen Vormischbrenner ist ein Verfahren zum Nacharbeiten derartiger Vormischbrenner Gegenstand der Erfindung. Aufgabe des Verfahrens ist es, einen herkömmlichen Vormischbrenner mit kleinen Eindüsungsöffnungen mit minimalem Aufwand so nachzuarbeiten, dass ein neuartiger Vormischbrenner mit grösseren Eindüsungsöffnungen erhalten wird. Zu diesem Zweck wird vorgeschlagen jedes zweite Loch einer Lochreihe von Eindüsungsöffnungen zu schliessen und den Durchmesser der verbleibenden Eindüsungsöffnung zu vergrössern. Zum Schliessen werden die Löcher beispielsweise zugeschweisst oder zugelötet. Beispielsweise kann auch ein kleiner Verschluss eingesetzt werden.

[0028] Eine Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die dem Austritt des Vormischbrenners zur Brennkammer am nächsten liegende Eindüsungsöffnung geschlossen wird. Von dort ausgehend wird alternierend jeweils ein Loch aufgebohrt und ein Loch verschlossen.

[0029] Eine Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die dem Austritt des Vormischbrenners zur Brennkammer am nächsten liegende Eindüsungsöffnung aufgebohrt wird. Von dort ausgehen werden alternierend jeweils ein Loch verschlossen wird und ein Loch aufgebohrt.

[0030] Gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung wird der Durchmesser der verbleibenden Eindüsungsöffnung so vergrössert, dass sich deren Austrittsfläche verdoppelt.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0031] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in einer perspektivischen, teilweise geschnittenen Seitenansicht einen bekannten Vormischbrenner vom Doppelkegel-Typ, wie er zur Verwirklichung der Erfindung geeignet ist; und

Fig. 2 verschiedene Lochreihen von Eindüsungsöffnungen bekannter und neuer Konfiguration im Verhältnis zum Vormischbrenner.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0032] In Fig. 2 ist eine Hälfte eines Vormischbrenners 10 vom Doppelkegel-Typ dargestellt, wie er in grossen Gasturbinen zum Einsatz kommt. Erkennbar ist der Kegelcharakter des Vormischbrenners 10, der zum Brennraum hin (in Fig. 2 rechts) durch eine Frontplatte 13 begrenzt wird. Erkennbar ist auch ein Lufteintrittskanal 18, auf dessen Aussenseite quer eine Brennstoffleitung 16 für den gasförmigen Brennstoff angeordnet ist.

[0033] Bei den herkömmlichen Vormischbrennern wird der gasförmige Brennstoff in den Lufteintrittskanal 18 durch Eindüsungsöffnungen 21 eingedüst, die in Form und Anordnung die dargestellte Lochreihe R1 bilden. Hierbei handelt es sich um 32 Eindüsungsöffnungen 21 mit einem Durchmesser Verhältnis von 0.0086 (für Erdgas; 0.0097 für ein Gas mit geringerem Heizwert), die untereinander einen Abstand von 8 mm haben und damit über eine Länge L von 8x31 mm verteilt sind. Von der Aussenseite der Frontplatte 13 hat die Lochreihe R1 einen Abstand a1 von 15 mm.

[0034] Um hier nun kräftigere Brennstoffstrahlen zu erreichen, wird die Lochreihe R1 ersetzt durch die Lochreihe R2 oder R3, bei der nur noch 16 Eindüsungsöffnungen 21 mit einem vergrösserten Durchmesser Verhältnis von 0.011 und einem Abstand d von jeweils 16 mm vorgesehen sind. Damit bleibt die Summe aller Strömungsquerschnitte der Eindüsungsöffnungen gegenüber der Lochreihe R1 gleich, die weniger Einzelstrahlen sind aber kräftiger und reichen somit tiefer in den Strom der Verbrennungsluft hinein und führen zu einer deutlichen Verbesserung der Vermischung. Der Abstand der Lochreihe zur Frontplatte 13 kann dabei gegenüber der Lochreihe R1 unverändert bleiben (Lochreihe R2; Abstand a1); es ist aber auch denkbar, diesen Abstand von 15 mm auf 23 mm zu vergrössern (Lochreihe R3; Abstand a2), wodurch der Bereich einer stabilen Verbrennung zu tieferen Temperaturen verschoben wird.

[0035] Das Durchmesser Verhältnis von 0.012 für die Eindüsungsöffnungen 21 der Lochreihen R2 und R3 ist für die Verwendung von Erdgas vorgesehen. Wird anstelle von Erdgas ein gasförmiger Brennstoff mit Heizwert kleiner als 80% des Heizwertes von Methan eingedüst, habend die Eindüsungsöffnungen 21 vorzugsweise alle ein Durchmesser Verhältnis von 0.014.

[0036] In der Ausführungsform R5 sind zwei parallele Lochreihen mit relativ zueinander versetzten Eindüsungsöffnungen vorgesehen, sodass die beiden Lochreihen relativ zueinander "auf Lücke" positioniert sind. Der Abstand zwischen den Löchern einer Lochreihen ist dabei auf 2 x d verdoppelt.

[0037] Wesentlich für die verbesserte Vermischung, Verbrennung und Schadstoffemission ist die Aufteilung des Massenstroms des gasförmigen Brennstoffs auf deutlich weniger Eindüsungsöffnungen mit grösserem Durchmesser. Entgegen der Erwartung, nach der für eine bessere Durchmischung eine grosse Anzahl kleiner Eindüsungslöcher mit entsprechend hohem Druckverlust

bei der Eindüsung, zu einer verbesserten Durchmischung führen würde, können die Emissionen aufgrund der höheren Eindringtiefe mit grösseren Löchern reduziert werden. Es versteht sich von selbst, dass die Durchmesser und Abstände der Eindüsungsöffnungen 21 in einer Lochreihe im Rahmen der Erfindung gewisse Variationen aufweisen können, um Ungleichmässigkeiten in der Verbrennungsluftströmung ausgleichen zu können.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0038]

10	Vormischbrenner
11,12	Teilkegelschale
13	Frontplatte
14,15	Zylinder
16,17	Brennstoffleitung
18,19	Luft Eintrittskanal
20	Verbrennungsluft
21	Eindüsungsöffnung
22	Brennstoff (gasförmig)
23	Brennstoff (flüssig)
24	Düse
25	Brennraum
26	Bohrung
27	Kühlluft
28	Flammenfront
29	Achse
30	Innenraum (kegelförmig)
a1, a2	Abstand
d	Abstand
H	Höhe der Luft Eintrittskanäle
L	Länge
R1,...,R5	Lochreihe

Patentansprüche

1. Vormischbrenner (10) für eine Gasturbine, in Form eines Doppelkegelbrenners, welcher zwei ineinander verschachtelt angeordnete Teilkegelschalen (11, 12) umfasst, die zwischen sich Luft Eintrittskanäle (18, 19) bilden, durch die von aussen Verbrennungsluft (20) in einen kegelförmigen Innenraum (30) des Vormischbrenners (10) einströmt, wobei an den Aussenwänden der Luft Eintrittskanäle (18, 19) quer zur Strömungsrichtung der Verbrennungsluft (20) verlaufende, lineare Lochreihen (R2, R3, R4) von Eindüsungsöffnungen (21) angeordnet sind, durch welche ein gasförmiger Brennstoff (22) in die quer dazu vorbeiströmende Verbrennungsluft (20) eingedüst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Durchmesser Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung (21) zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners aufweisen, das zwischen 0.011 und 0.015 liegt.
2. Vormischbrenner (10) für eine Gasturbine, in Form eines Doppelkegelbrenners, welcher zwei ineinander verschachtelt angeordnete Teilkegelschalen (11, 12) umfasst, die zwischen sich Luft Eintrittskanäle (18, 19) bilden, durch die von aussen Verbrennungsluft (20) in einen kegelförmigen Innenraum (30) des Vormischbrenners (10) einströmt, wobei an den Aussenwänden der Luft Eintrittskanäle (18, 19) quer zur Strömungsrichtung der Verbrennungsluft (20) verlaufende, lineare Lochreihen (R2, R3, R4) von Eindüsungsöffnungen (21) angeordnet sind, durch welche ein gasförmiger Brennstoff (22) in die quer dazu vorbeiströmende Verbrennungsluft (20) eingedüst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Durchmesser Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung (21) zu effektivem Austrittsdurchmesser des Vormischbrenners aufweisen, das grösser als 0.015 und kleiner als 0.017 ist.
3. Vormischbrenner nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung (21) zu Höhe (H) des Luft Eintrittskanals (18, 19) aufweisen, das zwischen 0.097 und 0.153 liegt.
4. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1-3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Verhältnis von der Summe der Flächen der Eindüsungsöffnungen (21) zur effektiven Austrittsfläche des Vormischbrenners aufweisen, das zwischen 0.0051 und 0.0097 liegt.
5. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Eindüsungs-

- öffnungen (21) einer Lochreihe (R2, R3, R4) äquidistant sind und denselben Durchmesser aufweisen.
6. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen benachbarten Eindüsungsöffnungen (21) einer Lochreihe (R2, R3, R4) in etwa 16 mm beträgt. 5
 7. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vormischbrenner (10) für den Betrieb mit Erdgas als gasförmigem Brennstoff (22) vorgesehen ist, und dass die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung (21) zu Höhe (H) der Lufteintrittskanäle (18, 19) aufweisen, das zwischen 0.109 und 0.124 liegt. 10
 8. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vormischbrenner (10) für den Betrieb mit einem gasförmigen Brennstoff (22) vorgesehen ist, der einen geringeren Heizwert hat als Erdgas, und dass die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Verhältnis von Durchmesser der Eindüsungsöffnung (21) zu Höhe (H) der Lufteintrittskanäle (18, 19) aufweisen, das zwischen 0.123 und 0.140 liegt. 20
 9. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vormischbrenner (10) für den Betrieb mit Erdgas als gasförmigem Brennstoff (22) vorgesehen ist und die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Verhältnis von der Summe der Flächen der Eindüsungsöffnungen (21) zur effektiven Austrittsfläche des Vormischbrenners aufweisen, das zwischen 0.005 und 0.008 liegt, oder dass der Vormischbrenner (10) für den Betrieb mit einem gasförmigen Brennstoff (22) vorgesehen ist, der einen geringeren Heizwert hat als Erdgas, und dass die Eindüsungsöffnungen (21) jeweils ein Verhältnis von der Summe der Flächen der Eindüsungsöffnungen (21) zur effektiven Austrittsfläche des Vormischbrenners aufweisen, das zwischen 0.007 und 0.010 liegt. 25
 10. Vormischbrenner nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** pro Lufteintrittskanal (18, 19) jeweils zwei parallele Lochreihen (R5) mit zueinander versetzten Eindüsungsöffnungen (21) vorgesehen sind. 30
 11. Verfahren zum Nacharbeiten von Vormischbrennern (10) für eine Gasturbine, in Form eines Doppelkegelbrenners, welcher zwei ineinander verschachtelt angeordnete Teilkegelschalen (11, 12) umfasst, die zwischen sich Lufteintrittskanäle (18, 19) bilden, durch die von aussen Verbrennungsluft (20) in einen kegelförmigen Innenraum (30) des Vormischbrenners (10) einströmt, wobei an den Aus- 35
 - senwänden der Lufteintrittskanäle (18, 19) quer zur Strömungsrichtung der Verbrennungsluft (20) verlaufende, lineare Lochreihen (R1) von Eindüsungsöffnungen (21) angeordnet sind, durch welche ein gasförmiger Brennstoff (22) in die quer dazu vorbeiströmende Verbrennungsluft (20) eingedüst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes zweite Loch einer Lochreihe (R1) von Eindüsungsöffnungen (21) geschlossen wird und der Durchmesser der verbleibenden Eindüsungsöffnung (21) vergrößert wird 40
 12. Verfahren zum Nacharbeiten von Vormischbrennern (10) für eine Gasturbine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eindüsungsöffnungen zum Schliessen zugeschweisst oder zuge- 45
 - lötet werden.
 13. Verfahren zum Nacharbeiten von Vormischbrennern (10) für eine Gasturbine nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Austritt des Vormischbrenners (10) zur Brennkammer am nächsten liegende Eindüsungsöffnung (21) geschlossen wird und von dort ausgehend alternierend jeweils eine Eindüsungsöffnung (21) aufgebohrt und eine Eindüsungsöffnung (21) verschlossen wird. 50
 14. Verfahren zum Nacharbeiten von Vormischbrennern (10) für eine Gasturbine nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Austritt des Vormischbrenners zur Brennkammer am nächsten liegende Eindüsungsöffnung (21) aufgebohrt wird und von dort ausgehend alternierend jeweils eine Eindüsungsöffnung (21) verschlossen wird und eine Eindüsungsöffnung (21) aufgebohrt wird. 55
 15. Verfahren zum Nacharbeiten von Vormischbrennern (10) für eine Gasturbine nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der verbleibenden Eindüsungsöffnungen (21) so vergrößert wird, dass sich deren Austrittsfläche verdoppelt.

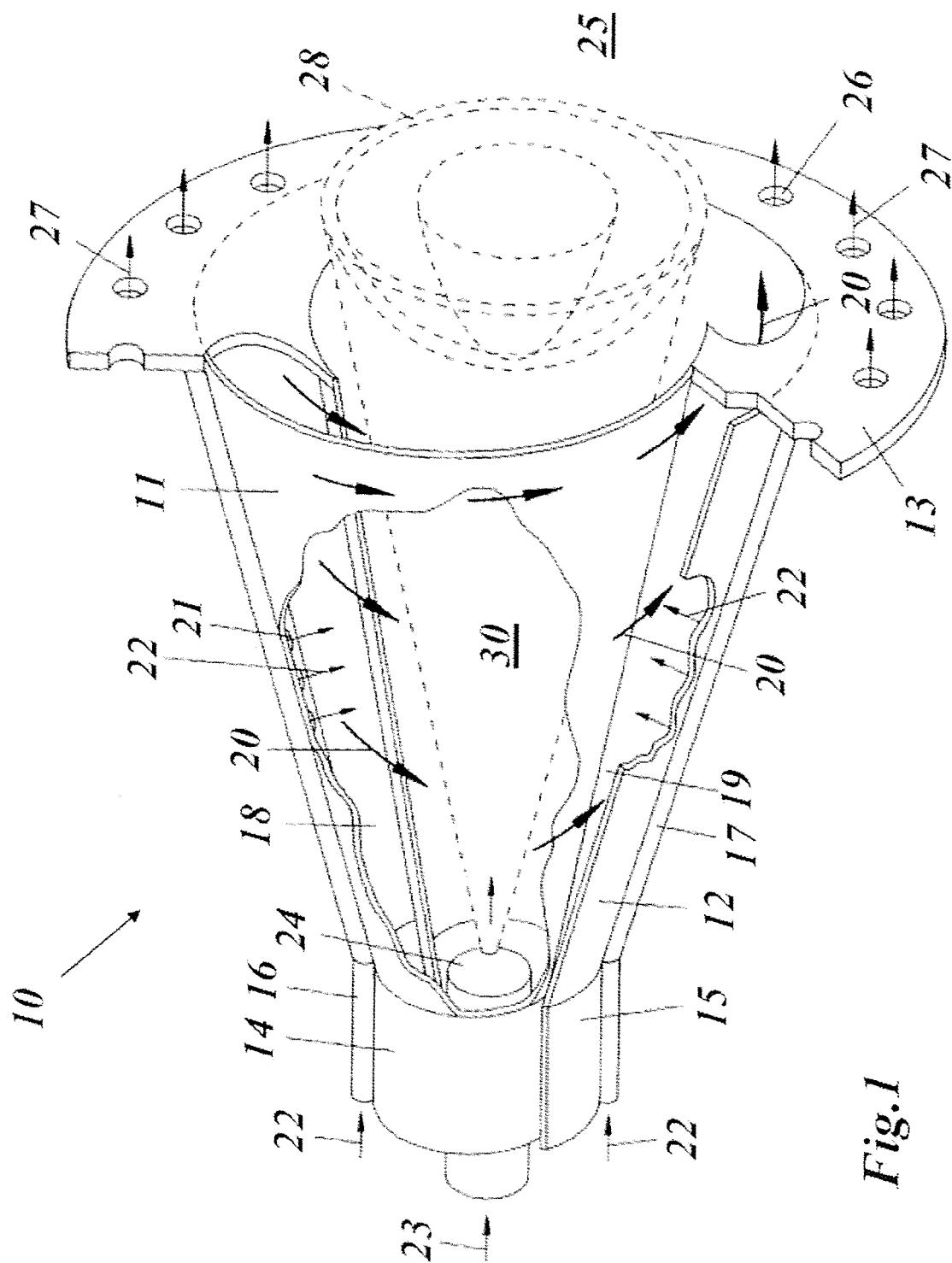


Fig.1

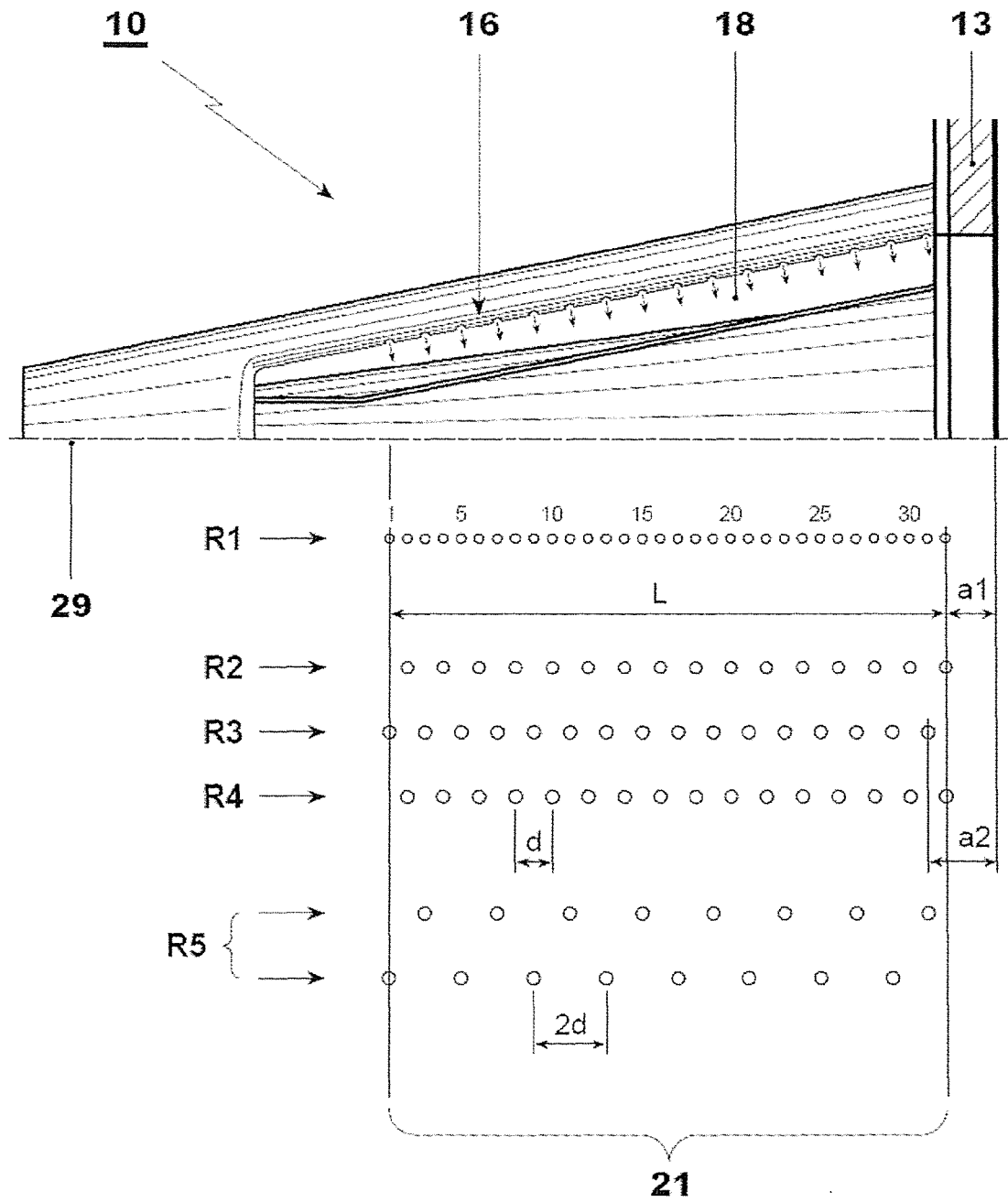


FIG. 2

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 0851172 A2 [0002]