

(19)



(11)

EP 2 383 514 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2011 Patentblatt 2011/44

(51) Int Cl.:
F23M 99/00 (2010.01)

(21) Anmeldenummer: **10161299.2**

(22) Anmeldetag: **28.04.2010**

(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 MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

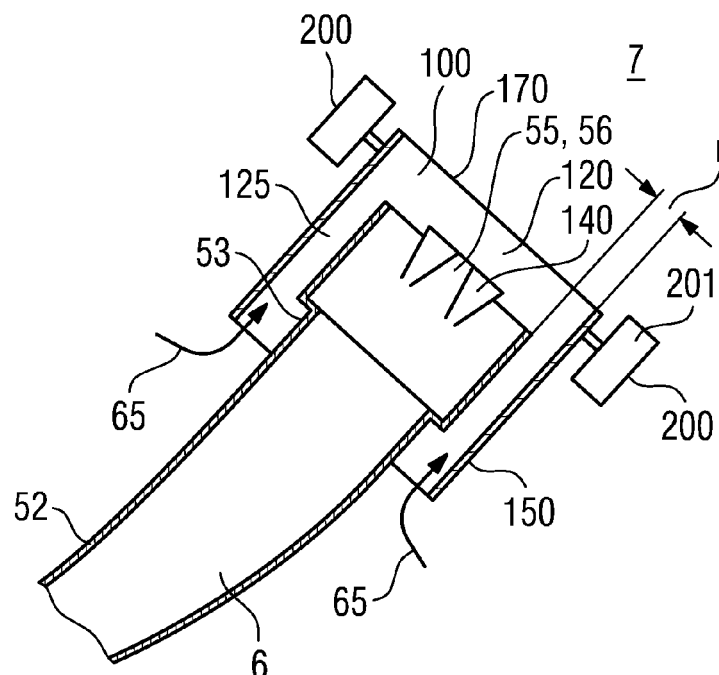
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bethke, Sven
40489, Düsseldorf (DE)**
• **Huth, Michael
45239, Essen (DE)**

(54) **Brennersystem und Verfahren zur Dämpfung eines solchen Brennersystems**

(57) Die Erfindung betrifft ein Brennersystem mit zumindest einem Brenner (7), mit einer Brennkammer (6) und einem Kopfende (51), wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung (55) sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung (56) umfasst, wobei der Brenner (7) einen Hut (110) mit einer Hutseite (150) und einer Hutoberseite (170) aufweist, wobei zumindest die Hutoberseite (170) in Strömungsrichtung gesehen vor dem Kopfende (51)

angeordnet ist, so dass zwischen der Hutoberseite (170) und dem Kopfende (51) ein Brenner-Plenum (100) ausgebildet wird, wobei der Hut (110) eine brennkammerzugewandte Seite (140) und eine brennkammerabgewandte Seite (120) aufweist wobei der Hut (110) auf seiner brennkammerabgewandeten Seite (120) zumindest einen Resonator aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Dämpfung eines solchen Brennersystems.

FIG 3**EP 2 383 514 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Brennersystem mit zumindest einem Brenner, mit einer Brennkammer und einem Kopfende, wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung umfasst, wobei der Brenner einen Hut mit einer Hutseite und einer Hutoberseite aufweist, wobei zumindest die Hutoberseite in Strömungsrichtung gesehen vor dem Kopfende angeordnet ist, wobei zwischen der Hutoberseite und dem Kopfende dadurch ein Brenner-Plenum ausgebildet wird, wobei der Hut eine brennkammerzugewandte Seite und eine brennkammerabgewandte Seite aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Dämpfung von Schwingungen eines solchen Brennersystems.

[0002] Eine Gasturbinenanlage umfasst im einfachsten Fall eine Verdichter, eine Brennkammer sowie eine Turbine. Im Verdichter erfolgt ein Verdichten von angesaugter Luft, welcher anschließend ein Brennstoff beigemischt wird. In der Brennkammer erfolgt eine Verbrennung des Gemisches, wobei die Verbrennungsabgase der Turbine zugeführt werden, von der den Verbrennungsabgasen Energie entzogen und in mechanische Energie umgesetzt wird.

[0003] Schwankungen in der Brennstoffqualität und sonstige thermische oder akustische Störungen führen jedoch zu Schwankungen in der freigesetzten Wärmemenge. Dabei liegt eine Wechselwirkung von akustischen und thermischen Störungen vor, die sich aufschwingen können. Derartige thermoakustische Schwingungen in den Brennkammern von Gasturbinen - oder auch Strömungsmaschinen im allgemeinen - stellen ein Problem bei dem Entwurf und bei dem Betrieb von neuen Brennkammern, Brennkammerteilen und Brennern für derartige Strömungsmaschinen dar.

[0004] Um Schadstoffemissionen zu verringern, wird in modernen Anlagen der Kühlmassenstrom verringert. Dadurch wird auch die akustische Dämpfung verringert, so dass thermoakustische Schwingungen zunehmen können. Dabei kann es zu einer sich aufschaukelnden Wechselwirkung zwischen thermischen und akustischen Störungen kommen, die hohe Belastungen der Brennkammer und steigende Emissionen verursachen können.

[0005] Wesentlich beeinflusst werden diese thermoakustisch hervorgerufenen Instabilitäten durch die akustischen Eigenschaften des Brennraumes und die am Brennraumeintritt und Brennraumaustritt sowie an den Brennkammerwänden vorliegenden Randbedingungen. Zur Verringerung von thermoakustischen Schwingungen werden deshalb im Stand der Technik z.B. Helmholtz-Resonatoren zur Dämpfung eingesetzt, die die Amplitude von Schwingungen bestimmter Frequenzen dämpfen. Ein Helmholtz-Resonator umfasst in der Regel ein Volumen mit darin befindlicher Luft oder einem anderen Gas. An das Volumen schließt sich ein Hals, der sog. Resonatorhals an, in dem sich ebenfalls Luft bzw. Gas befindet und das in die Brennkammer mündet. Die Luft bzw. das

Gas im Volumen und im Resonatorhals bilden ein Feder-Masse-System, wobei die Luft bzw. das Gas im Volumen die Feder und die Luft bzw. das Gas im Resonatorhals die Masse bildet. Wenn das Feder-Masse-System mit einer Resonanzfrequenz schwingt, die durch das Volumen, die Querschnittsfläche des Resonatorhalses und die Länge des Resonatorhalses bestimmt ist, verhält sich der Helmholtz-Resonator wie eine Öffnung mit unendlicher Länge, die verhindert dass sich eine stehende Welle mit der Resonanzfrequenz ausbilden kann.

[0006] Die WO 93/10401 A1 zeigt eine Einrichtung zur Unterdrückung von Verbrennungsschwingungen in einer Brennkammer einer Gasturbinenanlage. Ein Helmholtz-Resonator ist mit einer Brennstoffzuführleitung strömungstechnisch verbunden. Die akustischen Eigenschaften der Zuführleitung bzw. des akustischen Gesamtsystems werden hierdurch so verändert, dass Verbrennungsschwingungen unterdrückt werden. Es hat sich allerdings gezeigt, dass diese Maßnahme nicht in allen Betriebszuständen ausreicht, da es auch bei einer Unterdrückung von Schwingungen in der Brennstoffleitung zu Verbrennungsschwingungen kommen kann.

[0007] Die WO 03/074936A1 zeigt eine Gasturbine, mit einem Brenner, der in eine Brennkammer mündet, wobei diese Mündung ringförmig von einem Helmholtz-Resonator umgeben ist. Hierdurch werden Verbrennungsschwingungen durch engen Kontakt zur Flamme effektiv gedämpft, wobei gleichzeitig Temperaturungleichmäßigkeiten vermieden werden. In dem Helmholtz-Resonator sind Röhrchen angebracht, welche eine Frequenzanpassung bewirken.

[0008] In der EP 0 597 138 A1 ist eine Gasturbinen-Brennkammer beschrieben, die im Bereich der Brenner luftgespülte Helmholtz-Resonatoren aufweist. Die Resonatoren sind alternierend an der Stirnseite der Brennkammer zwischen den Brennern angeordnet. Durch diese Resonatoren wird Schwingungsenergie von in der Brennkammer auftretenden Verbrennungsschwingungen absorbiert und die Verbrennungsschwingungen werden hierdurch gedämpft.

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher die Angabe eines Brennersystems, welche zur Dämpfung von Verbrennungsschwingungen einsetzbar ist und welche die obige Problematik vermeidet. Eine weitere Aufgabe ist die Angabe eines Verfahrens, welches zur Dämpfung von Verbrennungsschwingungen einsetzbar ist und welches obige Problematik vermeidet.

[0010] Erfindungsgemäß ist ein Brennersystem mit zumindest einem Brenner vorgesehen, mit einer Brennkammer und einem Kopfende, wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung umfasst. Dabei weist der Brenner einen Hut mit einer Hutseite und einer Hutoberseite auf, wobei zumindest die Hutoberseite in Strömungsrichtung gesehen vor dem Kopfende angeordnet ist. Zwischen der Hutoberseite und dem Kopfende wird dadurch ein Brenner-Plenum ausgebildet. Dabei weist der Hut eine brennkammerzugewandte Seite und eine brennkammerabge-

wandte Seite auf.

[0011] Es ist bekannt, dass die Leistung von Gasturbinen beim Einsatz von Rohrbrennkammern durch das Auftreten von thermoakustischen Schwingungen in diesen Brennkammern begrenzt wird. Diese wurden bisher mit Helmholtz-Resonatoren vermindert. Bisher wurden nur Helmholtz-Resonatoren mit fester Resonanzfrequenz eingesetzt. Diese Resonatoren wurden auf den Brennkammeraußenwand angebracht, um die akustischen Druckschwankungen im der Brennkammer zu dämpfen oder zu unterdrücken.

[0012] Die Resonanzfrequenz eines realen Helmholtz-Resonators ist näherungsweise gemäß der Gleichung

$$f = c / (2 \pi) (S / (L \cdot V))^{1/2}$$

gegeben. Dabei ist c die Schallgeschwindigkeit im Medium, V das Volumen der Resonatorkammer, L die Länge und S die Fläche des Resonatorhalses zwischen Resonatorkammer und Umgebung. Das Volumen V beeinflusst somit die Resonanzfrequenz des Resonators. Das Volumen in der Resonatorkammer verhält sich dabei wie eine Feder und die Fluidmasse im Hals wie die Masse eines mechanischen Feder-Masse-Systems. Der Resonator wirkt im idealen Fall als Tilger, indem er die ihm am Resonatorhalsanfang aufgeprägte Druckschwingung zu einer anderen Frequenz als der in der Brennkammer erzeugten verschiebt. In der Wirklichkeit verändern Einflüsse wie Fluidreibung, etc. die Wirksamkeit der Resonatoren deutlich, so dass sie nicht als Schalltilger, sondern als Schallabsorber wirken, wobei allerdings die Schallamplitude lediglich reduziert, und bei weitem nicht ausgelöscht werden kann. Darüber hinaus kann durch diese Anordnung der wesentliche Anregungsmechanismus nicht unterbrochen werden. Druck- und Schallschnelle im Brenner selbst werden nicht beeinflusst.

[0013] Hier greift nun die Erfindung ein. Erfindungsgemäß weist nun der Hut auf seiner brennkammerabgewandten Seite zumindest einen Resonator auf. Dies ist besonders vorteilhaft gegenüber dem Stand der Technik, bei dem die Resonatoren direkt auf der Brennkammer bzw. auf der Brennkammeraußenwand angebracht werden, da hier die Druckschwankungen schon im Brenner-Plenum verhindert bzw. unterdrückt werden.

[0014] Mittels detaillierter Analysen der Modenverteilung im Verbrennungssystem wurde erkannt, dass auch die Schalldruckverteilung im Plenum stromauf des Brenners einen merklichen Einfluss auf die Schalldrücke in der Brennkammer hat. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass durch Unterdrückung der Druckschwankungen im Plenum die Ausbildung der typischen Eigenmoden der Brennkammer ebenfalls vermindert bzw. ganz verhindert werden kann. Dies wird nun durch die Anbringung eines Resonators auf der brennkammerabgewandten Seite

des Huts erzielt, die dadurch die Druckschwingung im Plenum unterdrücken. Darüber hinaus werden zudem auch Geschwindigkeitsschwankungen im Bereich der Kraftstoffeinspritzung/Kraftstoff-Luft Vormischung verhindert.

[0015] Bevorzugt ist die Hutseite zumindest teilweise um das Kopfende herum angeordnet, so dass dabei die Hutseite in einer radialen Richtung vom Kopfende beabstandet ist. In bevorzugter Ausgestaltung ist durch die Hutseite und das Kopfende ein Kanal ausgebildet. Durch diesen Kanal wird Verdichterluft zu dem Plenum geleitet. Diese Verdichterluft kühlt somit die Außenseite der Brennkammer und vermindert so eine Überhitzung der Brennkammer. Idealerweise wird so die Verdichterluft vorgewärmt, so dass eine stabilere Verbrennung stattfinden kann.

[0016] Bevorzugt ist der Resonator ein Helmholtz-Resonator. In bevorzugter Ausgestaltung weist der Helmholtz-Resonator einen Hals auf, welcher längenverstellbar ist. Dies kann beispielsweise über eine verstellbare Hülse realisiert werden. Somit können in der Brennkammer verschiedene Frequenzen gedämpft werden.

[0017] Bevorzugt ist der Resonator an der brennkammerabgewandten Hutseite vorgesehen. Dort ist eine Realisierung besonders einfach umsetzbar. In bevorzugter Ausgestaltung weist lediglich der Resonatorhals Öffnungen zum Plenum auf. Die Installation des Helmholtz-Resonators im Bereich des Plenums ergibt gegenüber der Anbringung an der Brennkammer den Vorteil niedrigerer Temperaturen. Eine Durchströmung der Resonatoren mit Kühlluft ist nämlich nicht notwendig. Damit entfallen die Kühlluftlöcher auf der Rückseite der Resonatoren, die die Wirksamkeit der Resonatoren vermindern.

[0018] Bevorzugt sind mehrere Brenner vorgesehen, wobei jeder Brenner einen Hut mit zumindest einem Resonator auf seiner brennkammerabgewandten Seite aufweist. Somit können die Schwingungen in der gesamten Gasturbine vermindert werden.

[0019] Vorteilhafterweise umfasst eine Gasturbine ein solches Brennersystem.

[0020] Die auf das Verfahren bezogene Aufgabe wird gelöst durch die Angabe eines Verfahrens zur Dämpfung von Schwingungen eines Brennersystems mit zumindest einem Brenner, mit einer Brennkammer und einem Kopfende, wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung umfasst, wobei der Brenner einen Hut mit einer Hutseite und einer Hutoberseite aufweist, wobei zumindest die Hutoberseite in Strömungsrichtung gesehen vor dem Kopfende angeordnet ist, wobei zwischen der Hutoberseite und dem Kopfende dadurch ein Brenner-Plenum ausgebildet wird, wobei der Hut eine brennkammerzugewandte Seite und eine brennkammerabgewandte Seite aufweist wobei durch zumindest einen Resonator am Hut auf seiner brennkammerabgewandten Seite Schwingungen im Brenner-Plenum vermieden werden, wodurch Eigenmoden der Brennkammer vermieden oder zumindest vermindert werden.

[0021] Durch dieses Verfahren werden thermoakustische Schwingungen weitestgehend vereinfacht verhindert bzw. sogar vermieden und zudem auch Geschwindigkeitsschwankungen im Bereich der Kraftstoffeinspritzung/Kraftstoff-Luft Vormischung verhindert.

[0022] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Gasturbine in einem Längsteilschnitt,

Fig. 2 zeigt einen Rohrbrenner mit Hut,

Fig. 3 zeigt schematisch den erfindungsgemäßen Resonator am Hut.

[0023] Die Figur 1 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 1 in einem Längsteilschnitt.

[0024] Die Gasturbine 1 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 2 drehgelagerten Rotor 3 mit einer Welle auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

[0025] Entlang des Rotors 3 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 4, ein Verdichter 5, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 6, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 7, eine Turbine 8 und das Abgasgehäuse 9.

[0026] Die Brennkammer 6 kommuniziert mit einem beispielsweise Heißgaskanal 11. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 12 die Turbine 8.

[0027] Jede Turbinenstufe 12 ist beispielsweise aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 13 gesehen folgt im Heißgaskanal 11 einer Leitschaufelreihe 15 eine aus Laufschaufeln 20 gebildete Reihe 25.

[0028] Während des Betriebes der Gasturbine 1 wird vom Verdichter 5 durch das Ansauggehäuse 4 Luft 35 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 5 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 7 geführt und dort mit einem Brennstoff vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 13 in der Brennkammer 6 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 13 entlang des Heißgaskanals 11 vorbei an den Leitschaufeln 30 und den Laufschaufeln 20. An den Laufschaufeln 20 entspannt sich das Arbeitsmedium 13 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 20 den Rotor 3 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

[0029] Vorzugsweise wird der Brenner 7 in Verbindung mit einer sogenannten Rohrbrennkammer 6 (Fig. 2) verwendet. Hierbei weist die Gasturbine 1 mehrere, ringförmig angeordnete Rohrbrennkammern 6 auf, deren abströmseitigen Öffnungen in den ringförmigen Heißgaskanal 11 turbineneingangsseitig münden. Dabei sind vorzugsweise an jeder dieser Rohrbrennkammer mehrere, beispielsweise sechs oder acht, Brenner 7 an dem gegenüberliegenden Ende der abströmseitigen Öffnung der Rohrbrennkammer 6 zumeist ringförmig um einen

Pilotbrenner angeordnet.

[0030] Figur 2 zeigt abschnittsweise einen Rohrbrenner 7 schematisch. Der Brenner 7 umfasst ein Kopfende 51, ein Überleitkanal (Transition) 52, und dazwischen einen Liner 53. Dabei wird als "Kopfende (Head-End) 51" im Wesentlichen der Teilabschnitt der Kraftstoffeinspritzung 55/Kraftstoff-Luft Vormischung 56 des Brenners bezeichnet. Der Liner 53 erstreckt sich vom Kopfende zu dem Transition 52 auf beliebige Weise. Durch Liner 53 und Strömungsmantel 60 wird eine Ringpassage 57 ausgebildet durch die Verbrennungs-/Kühlluft 65 einströmt. Der Raum vor der Kraftstoffeinspritzung 55 bzw. Kraftstoff / Luftvormischung 56 wird als Brenner-Plenum (Plenum) 100 bezeichnet. Der Brenner 7 weist einen Hut 110 mit einer Hutseite 150 und einer Hutoberseite 170 auf. Dabei ist zumindest die Hutoberseite 170 in Strömungsrichtung gesehen vor dem Kopfende 51 angeordnet, wodurch zwischen der Hutoberseite 170 und dem Kopfende 51 ein Brenner-Plenum 100 ausgebildet wird. Der Hut 110 weist eine brennkammerzugewandte Seite 140 und eine brennkammerabgewandte Seite 120 auf (Fig. 3). Dabei ist der Hut 110 mit der Hutseite 150 quasi außerhalb der Maschine angeordnet.

[0031] Figur 3 zeigt das erfindungsgemäße Brennersystem mit zumindest einem Brenner 7 mit einer Brennkammer 6 und einem Kopfende 51. Detaillierte Untersuchungen der Modenverteilung in der Brennkammer 6 haben gezeigt, dass die Schalldruckverteilung im Plenum 100 stromauf der Brennkammer 6 einen merklichen Einfluss auf die Schalldrücke in der Brennkammer 6 hat. Durch Unterdrückung der Druckschwankungen im Plenum 100 kann die Ausbildung der typischen Eigenmoden der Brennkammer 6 ebenfalls vermindert bzw. ganz verhindert werden. Der Hut 110 weist daher erfindungsgemäß auf seiner brennkammerabgewandten Seite 120 zumindest einen Resonator 200 zumeist mehrere Helmholtz - Resonatoren 200 auf. Diese unterdrücken die Druckschwankungen im Plenum 100 vor der Brennkammer 6. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn es sich dabei um Rohrbrennkammern 6 handelt. Der Resonator 200 weist dabei einen Hals 201 auf, welcher längenverstellbar ist. Dies kann über eine verstellbare Hülse realisiert werden. Somit können verschiedene Frequenzen gedämpft werden.

[0032] Die Helmholtz-Resonatoren 200 sind an der brennkammerabgewandten Hutseite 120 vorgesehen. Dort ist eine Realisierung besonders einfach umsetzbar. Darüber hinaus werden so auch Geschwindigkeitsschwankungen im Bereich der Kraftstoffeinspritzung 55 und der Kraftstoff-Luft Vormischung 56 verhindert.

[0033] Vorteilhafterweise weist lediglich der Resonatorkanal 201 Öffnungen zum Plenum 100 auf. Die Realisierung der Helmholtz-Resonatoren 200 im Bereich des Plenums 100 ergibt gegenüber der Anbringung an der Brennkammer den Vorteil niedrigerer Temperaturen als bei der Anbringung an der Brennkammeraußenseite. Eine Durchströmung der Helmholtz-Resonatoren 200 mit Kühlluft ist daher nicht notwendig. Damit entfallen not-

wendige Kühlluftlöcher an den Helmholtz - Resonatoren 200, die die Wirksamkeit der Helmholtz - Resonatoren 200 vermindern. Durch die geringeren Temperaturen und durch das Vermeiden, dass heißes Abgas in den Helmholtz - Resonator 200 strömt, ist es deutlich zudem einfacher, reibungs- und turbulenz erhöhende Einbauten im Resonatorhals 201 unterzubringen, was die Wirksamkeit des Helmholtz-Resonators 200 deutlich erhöht.

Patentansprüche

1. Brennersystem mit zumindest einem Brenner (7), mit einer Brennkammer (6) und einem Kopfende (51), wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung (55) sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung (56) umfasst, wobei der Brenner (7) einen Hut (110) mit einer Hutseite (150) und einer Hutoberseite (170) aufweist, wobei zumindest die Hutoberseite (170) in Strömungsrichtung gesehen vor dem Kopfende (51) angeordnet ist, wobei zwischen der Hutoberseite (170) und dem Kopfende (51) dadurch ein Brenner-Plenum (100) ausgebildet wird, wobei der Hut (110) eine brennkammerzugewandte Seite (140) und eine brennkammerabgewandte Seite (120) aufweist
dadurch gekennzeichnet, dass der Hut (110) auf seiner brennkammerabgewandeten Seite (120) zumindest einen Resonator aufweist.

15
2. Brennersystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Hutseite (150) zumindest teilweise um das Kopfende (51) herum angeordnet ist, und dass dabei die Hutseite (150) in einer radialen Richtung (r) vom Kopfende (51) beabstandet ist.

20
3. Brennersystem nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass durch die Hutseite (150) und das Kopfende (51) ein Kanal (125) ausgebildet ist.

25
4. Brennersystem nach Anspruch 1 - 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Resonator ein Helmholtz-Resonator (200) ist.

30
5. Brennersystem nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der Helmholtz - Resonator (200) einen Hals (201) aufweist, welcher längenverstellbar ist.

35
6. Brennersystem nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass lediglich der Resonatorhals (201) Öffnungen zum Plenum (100) aufweist.

40
7. Brennersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

45

dadurch gekennzeichnet, dass der Resonator an der brennkammerabgewandten (120) Hutseite (150) vorgesehen ist.

8. Brennersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Brenner (7) vorgesehen sind, wobei jeder Brenner (7) einen Hut (110) mit zumindest einen Resonator auf seiner brennkammerabgewandeten Seite (120) aufweist.

50
9. Gasturbine mit einem Verdichter, einer Turbine sowie einem Brennersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

55
10. Verfahren zur Dämpfung von Schwingungen eines Brennersystem, Brennersystem mit zumindest einem Brenner, mit einer Brennkammer (6) und einem Kopfende (51), wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung (55) sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung (56) umfasst, wobei der Brenner (7) einen Hut (110) mit einer Hutseite (150) und einer Hutoberseite (170) aufweist, wobei zumindest die Hutoberseite (170) in Strömungsrichtung gesehen vor dem Kopfende (51) angeordnet ist, wobei zwischen der Hutoberseite (170) und dem Kopfende (51) dadurch ein Brenner-Plenum (100) ausgebildet wird, wobei der Hut (110) eine brennkammerzugewandte Seite (140) und eine brennkammerabgewandte Seite (120) aufweist
dadurch gekennzeichnet, dass durch zumindest einen Resonator am Hut (110) auf seiner brennkammerabgewandeten Seite (120) Schwingungen im Brenner-Plenum (100) vermieden werden, wodurch Eigenmoden der Brennkammer (6) vermieden oder zumindest vermindert werden.

60

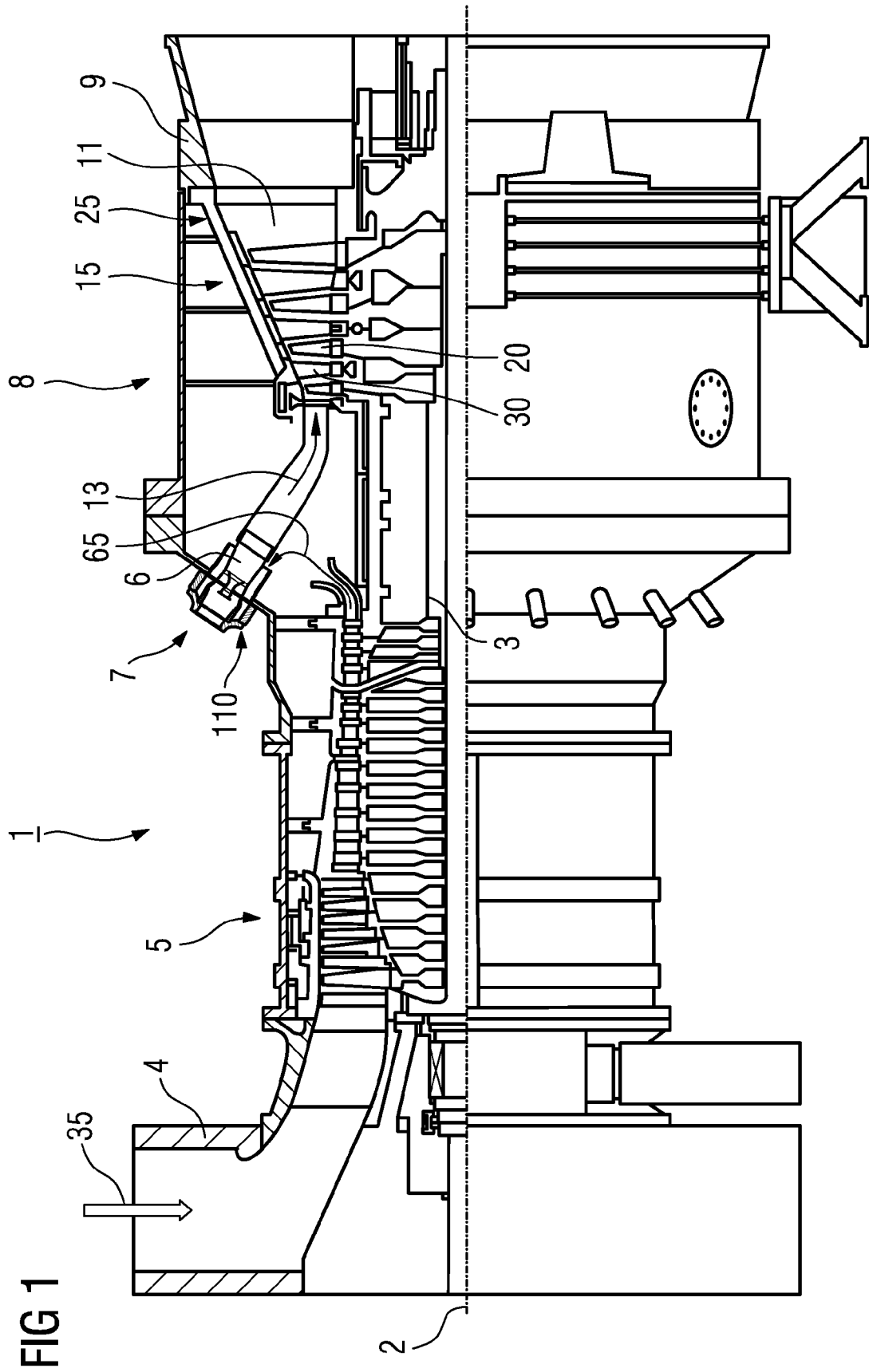


FIG 2

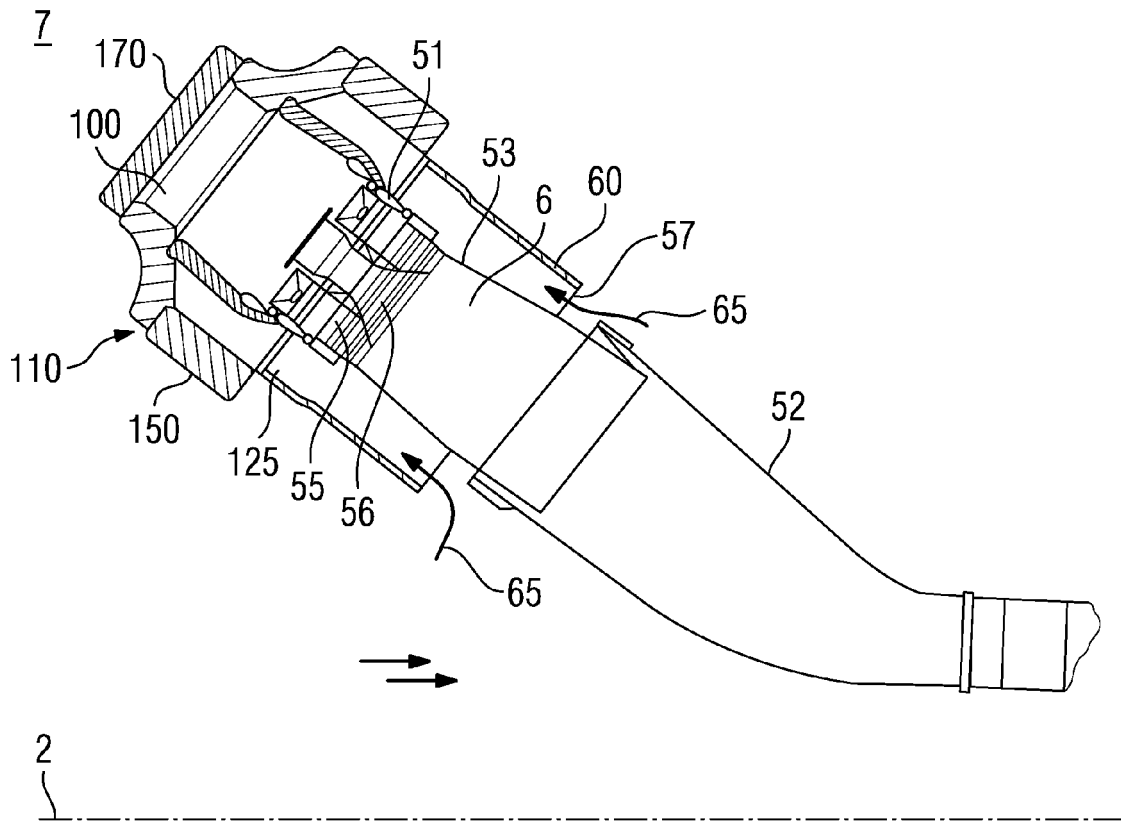
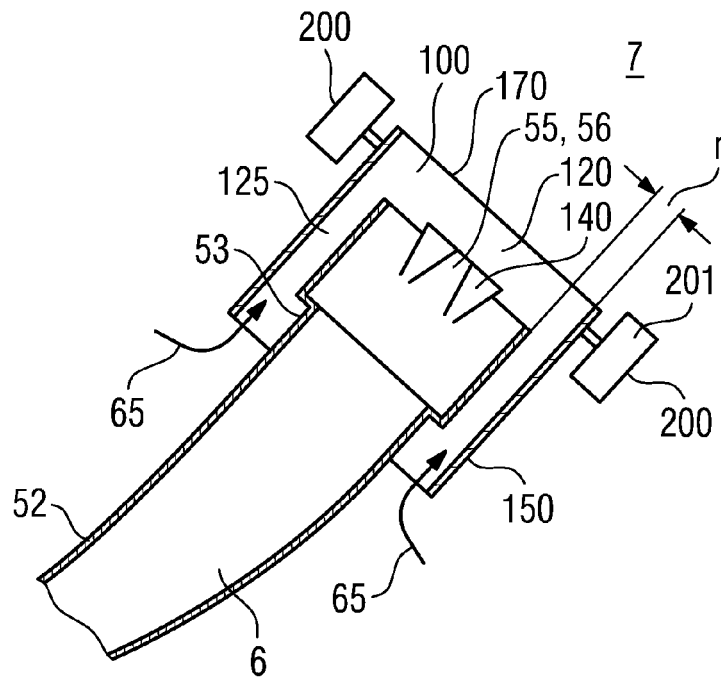


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 10 16 1299

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 568 869 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 31. August 2005 (2005-08-31)	1-4,7-10	INV. F23M99/00
Y	* Absätze [0004], [0056], [0057], [0060] *	5,6	
	* Abbildungen 12-15, 47 *		
Y	US 2010/011769 A1 (GAMBACORTA DOMENICO [US] ET AL) 21. Januar 2010 (2010-01-21)	5,6	
	* Absatz [0026]; Anspruch 8; Abbildung 2 *		
X	EP 0 985 882 A1 (ASEA BROWN BOVERI [CH] ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 15. März 2000 (2000-03-15)	1-4,7-10	
	* Spalte 9, Zeile 19 - Zeile 23 *		
	* Spalte 13, Zeile 43 - Zeile 58; Abbildung 2 *		
A	US 2002/100281 A1 (HELLAT JAAN [CH] ET AL) 1. August 2002 (2002-08-01)	1-10	
	* Absätze [0009], [0030] *		
A	GB 2 443 838 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 21. Mai 2008 (2008-05-21)	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Seite 4, Zeile 1 - Zeile 15; Abbildung 2 *		F23M
A,D	EP 0 597 138 A1 (ASEA BROWN BOVERI [CH]) 18. Mai 1994 (1994-05-18)	1,9	
	* Anspruch 1; Abbildung 1 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		5. November 2010	
		Prüfer	
		Harder, Sebastian	
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 : mündliche 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			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 16 1299

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.

05-11-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1568869 A1	31-08-2005	WO 2004051063 A1	17-06-2004
		TW 247867 B	21-01-2006
		US 2005223707 A1	13-10-2005
US 2010011769 A1	21-01-2010	KEINE	
EP 0985882 A1	15-03-2000	DE 59810347 D1	15-01-2004
		US 6430933 B1	13-08-2002
US 2002100281 A1	01-08-2002	DE 10058688 A1	02-01-2003
		GB 2373847 A	02-10-2002
GB 2443838 A	21-05-2008	US 2008118343 A1	22-05-2008
EP 0597138 A1	18-05-1994	DE 59208715 D1	21-08-1997
		JP 3397858 B2	21-04-2003
		JP 6221563 A	09-08-1994
		US 5373695 A	20-12-1994

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

- WO 9310401 A1 [0006]
- WO 03074936 A1 [0007]
- EP 0597138 A1 [0008]