

(19)



(11)

EP 2 383 515 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.06.2013 Patentblatt 2013/25

(51) Int Cl.:
F23R 3/28 (2006.01)
F23R 3/54 (2006.01)

F23R 3/46 (2006.01)
F23M 99/00 (2010.01)

(21) Anmeldenummer: **10161306.5**

(22) Anmeldetag: **28.04.2010**

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

Combustion system for dampening such a combustion system

Système de brûleur pour l'amortissement d'un tel système de brûleur

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.2011 Patentblatt 2011/44

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

(72) Erfinder: **Bethke, Sven**
40489, Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 703 208 EP-A1- 2 154 434
JP-A- 2005 048 992

EP 2 383 515 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Brennersystem mit zumindest zwei benachbarten Brennern, von denen jeder zumindest eine Brennkammer und ein Kopfende aufweist, wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung umfasst, wobei jeder 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.

[0002] In Verbrennungssystemen wie Gasturbinen, Flugtriebwerken, Raketenmotoren und Heizungsanlagen kann es zu thermoakustisch induzierten Verbrennungsschwingungen kommen. Diese entstehen durch eine Wechselwirkung der Verbrennungsflamme und der damit verbundenen Wärmefreisetzung mit akustischen Druckschwankungen. Durch eine akustische Anregung kann die Lage der Flamme, die Flammenfrontfläche oder die Gemischzusammensetzung schwanken, was wiederum zu Schwankungen der Wärmefreisetzung führt. Bei konstruktiver Phasenlage kann es zu einer positiven Rückkopplung und Verstärkung kommen. Eine so verstärkte Verbrennungsschwingung kann zu erheblichen Lärmbelastungen und Schädigungen durch Vibrationen führen.

[0003] Eine Lösung zur Dämpfung von Verbrennungsschwingungen ist in der EP 1703208 offenbart. Dieses Dokument beschreibt ein Brennersystem 1 mit mehreren benachbarten Brennern 8, von denen jeder ein Kopfende aufweist, wobei letzteres zwei Kraftstoffeinspritzungen 10, 12 sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung 13 umfasst, wobei jeder Brenner 8 einen Hut mit einer Hutseite und einer Hutoberseite aufweist, wobei die Hutoberseite in Strömungsrichtung gesehen vor dem Kopfende angeordnet ist, so dass zwischen der Hutoberseite und dem Kopfende ein Brenner-Plenum 7 ausgebildet wird, wobei das Brenner-Plenum mindestens eine akustische Wand 15 zwischen zwei Brennern 8 aufweist. Weiterhin beschreibt D1, dass das Brennersystem auch mit mehreren rohrartigen Brennkammern (Flammrohren) 9 vorgesehen werden kann, so dass jeder Brenner eine Brennkammer 9 aufweist und die Wände 15 das Plenum 7 in mehreren Plenen unterteilen.

[0004] Wesentlich beeinflusst werden diese thermoakustisch hervorgerufenen Instabilitäten durch die akustischen Eigenschaften des Brennraumes und die am Brenneintritt und Brennaustritt sowie an den Brennkammerwänden vorliegenden Randbedingungen. Die akustischen Eigenschaften können durch den Einbau von Helmholtz-Resonatoren verändert werden.

[0005] Die WO 93/10401 A1 zeigt eine Einrichtung zur Unterdrückung von Verbrennungsschwingungen in einer Brennkammer einer Gasturbinenanlage. Ein Helmholtz-Resonator ist mit einer Brennstoffzufuhrleitung strömungstechnisch verbunden. Die akustischen Eigen-

schaften der Zufuhrleitung 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.

[0006] 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 Röhren angebracht, welche eine Frequenzanpassung bewirken.

[0007] 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.

[0008] Jeder dieser Resonatoren weist funktionsbedingt eine verbindende Öffnung mit der Brennkammer auf, die durch eine bestimmte Luftmenge gesperrt werden muss. Diese Luftmenge steht, bei Anbringung der Resonatoren an der Brennkammerwand, anschließend nicht mehr für die Verbrennung zur Verfügung, da sie am Brenner vorbeigeführt wird. Damit werden die Flammentemperatur sowie die NO_x-Emissionen erhöht.

[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.

[0010] Erfindungsgemäß ist ein Brennersystem mit zumindest zwei benachbarten Brennern vorgesehen, von denen jeder zumindest eine Brennkammer und ein Kopfende aufweist, wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung umfasst. Dabei weist jeder 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.

[0011] Es ist bekannt, dass die Leistung von Gasturbinen beim Einsatz von Rohrbrennkammern durch das Auftreten von thermoakustischen Schwingungen in diesen Brennkammern begrenzt wird. Erfindungsgemäß wurde nun erkannt, dass speziell bei den Rohrbrennkammern die akustische Interaktion zweier benachbarter Brennkammern wichtig ist. Hier stellen sich Moden ein, die sich über die Verbindung vor der Turbine von einer Brennkammer in die andere ausbreiten.

[0012] Die akustische Analyse der Verteilungen des

akustischen Druckes zeigt, dass sich hierbei eine Modenform einstellt, bei der benachbarte Brennkammern einschließlich der Plenen stromauf der Brennkammern gegenphasig schwingen. Erfindungsgemäß weisen nun die zumindest zwei Brenner-Plenen eine akustische Verbindung auf.

[0013] Durch diese eine geeignet ausgeführte akustische Verbindung benachbarter Brennkammern beziehungsweise ihrer Plenen, kann die Möglichkeit zur Ausbildung dieser Modenform unterdrückt und verhindert werden. Somit ist es möglich thermoakustische Schwingungen zu dämpfen oder gar weitestgehend zu verhindern.

[0014] Erfindungsgemäß ist die Hutseite zumindest teilweise um das Kopfende herum angeordnet, so dass dabei die Hutseite in einer radialen Richtung vom Kopfende beabstandet ist.

[0015] 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] Erfindungsgemäß ist die akustische Verbindung ein Brenner-Plenen verbindendes Rohr, insbesondere ein ringförmig ausgebildetes Rohr oder ein Kanal. Diese Verbindung lässt sich besonders einfach konstruktiv umsetzen.

[0017] Bevorzugt weist jeder Brenner mit seinem Brenner-Plenum eine akustische Verbindung zu den jeweils benachbarten Brenner bzw. Brenner-Plenen auf. Somit lässt sich optimal die Ausbildung einer Modenform aller vorhandenen Brenner unterdrücken.

[0018] Vorteilhafterweise umfasst eine Gasturbine ein solches Brennersystem.

[0019] 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 eine Rohrbrennkammer mit Hut,

Fig. 3 zeigt schematisch die erfindungsgemäße Verbindung zwischen den Brenner-Plenen.

[0020] Die Figur 1 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 1 in einem Längsteilschnitt.

[0021] Die Gasturbine 1 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 2 drehgelagerten Rotor 3 mit einer Welle auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

[0022] Entlang des Rotors 3 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 4, ein Verdichter 5, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 6, insbesondere Rohr- oder Ringbrennkammer, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 7, eine Turbine 8 und das Abgasgehäuse 9.

[0023] Die Brennkammer 6 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 11. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 12 die Turbine 8.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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 eingeströmt. Der Raum vor der Kraftstoffeinspritzung 55 bzw.

[0028] 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.

[0029] Fig. 3 zeigt das erfindungsgemäße Brennersystem mit zwei benachbarten Brennern 7, von denen jeder

eine Rohrbrennkammer 6 und ein Kopfende 51 aufweist. Jeder 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. Zwischen den zwei benachbarten Brenner-Plenen 100 ist eine akustische Verbindung 130 vorhanden. Diese akustische Verbindung ist hier vorteilhafterweise ringförmig und verbindet somit die jeweiligen benachbarten Brenner-Plenen 100 der Brenner 7 gesamten Gasturbine miteinander. Die ringförmige Verbindung ist mittels eines Rohres realisiert, dass die einzelnen Plenen 100 miteinander verbindet. Im Bereich der Plenen 100 ist eine solche Verbindung 130 ohne großen konstruktiven Aufwand realisierbar. Die ringförmige Verbindung endet somit an dem Brenner-Plenum 100 an dem sie begonnen hat. Es stelle sich somit keine Moden mehr ein, die sich über die Verbindung vor der Turbine von einer Brennkammer in die andere ausbreiten, so dass die Brennkammern mit ihren Plenen gegenphasig schwingen. Die akustische Verbindung 130 unterdrückt und verhindert die Ausbildung einer solchen Modenform.

Patentansprüche

1. Brennersystem mit zumindest zwei voneinander getrennten, benachbarten Brennern (7), von denen jeder zumindest eine Brennkammer (6) und ein Kopfende (51) aufweist, wobei letzteres zumindest eine Kraftstoffeinspritzung (55) sowie eine Kraftstoff-Luft Vormischung (56) umfasst, wobei jeder 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, **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 die zumindest zwei Brenner-Plenen (100) eine akustische und dass Verbindung (130) aufweisen und die akustische Verbindung (130) ein Brenner-Plenen (100) verbindendes Rohr ist.
2. Brennersystem nach Anspruch 1 , **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Hutseite (150) und das Kopfende (51) ein Kanal (125) ausgebildet ist.
3. Brennersystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die akustische Verbindung (130) ringförmig ist.

4. Brennersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **da durch gekennzeichnet, dass** die akustische Verbindung (130) ein Brenner-Plenen (100) verbindender Kanal ist.
5. Brennersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Brenner (7) mit seinem Brenner-Plenum (100) eine akustische Verbindung (130) zu den jeweils benachbarten Brenner (7) bzw. Brenner-Plenen (100) aufweist.
6. Gasturbine mit einem Verdichter, einer Turbine sowie einem Brennersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Claims

1. Burner system having at least two adjacent burners (7) that are separate from each other, each of which has at least one combustion chamber (6) and a head end (51), wherein the latter comprises at least one fuel injection means (55) and a fuel-air premix means (56), wherein each burner (7) has a cap (110) having a cap side (150) and a cap top side (170), wherein at least the cap top side (170) is arranged ahead of the head end (51), viewed in the direction of flow, such that a burner plenum (100) is formed between the cap top side (170) and the head end (51), **characterised in that** the cap side (150) is arranged at least partially around the head end (51), **in that** the cap side (150) is spaced apart from the head end (51) in a radial direction (r), and **in that** the at least two burner plenums (100) have an acoustic connection (130) and the acoustic connection (130) is a tube connecting burner plenums (100).
2. Burner system according to claim 1, **characterised in that** a channel (125) is formed by the cap side (150) and the head end (51).
3. Burner system according to claim 1 or 2, **characterised in that** the acoustic connection (130) is annular.
4. Burner system according to one of the preceding claims, **characterised in that** the acoustic connection (130) is a channel connecting burner plenums (100).
5. Burner system according to one of the preceding claims, **characterised in that** each burner (7) with its burner plenum (100) has an acoustic connection (130) to the adjacent burner (7) or burner plenums (100) in each case.

6. Gas turbine comprising a compressor, a turbine and a burner system according to one of the preceding claims.

5

Revendications

1. Système de brûleur ayant au moins deux brûleurs (7) voisins distincts l'un de l'autre, chacun d'entre eux ayant au moins une chambre de combustion (6) et une extrémité (51) de tête, cette dernière comprenant au moins une injection (55) de combustible, ainsi qu'un pré-mélange (56) de combustibles et d'air, chaque brûleur (7) comprenant un chapeau (110) ayant un côté (150) de chapeau et un côté (170) supérieur de chapeau, au moins le côté (170) supérieur de chapeau étant disposé, considéré dans le sens d'écoulement, en amont de l'extrémité (51) de tête, de manière à former un plénum (100) de brûleur entre le côté (170) supérieur de chapeau et l'extrémité (51) de tête, **caractérisé en ce que** le côté (150) de chapeau est disposé, au moins en partie, autour de l'extrémité (51) de tête et **en ce qu'**ainsi le côté (150) de chapeau est à distance dans la direction (r) radiale de l'extrémité (51) de tête et **en ce que** les au moins deux plénums (100) de brûleur ont une liaison (130) acoustique et la liaison (130) acoustique est un tuyau reliant les plénums (100) de brûleur.
2. Système de brûleur suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un canal est formé par le côté (150) de chapeau et par l'extrémité (51) de tête.
3. Système de brûleur suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la liaison (130) acoustique est annulaire.
4. Système de brûleur suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la liaison (130) annulaire est un canal reliant des plénums (100) de brûleur.
5. Système de brûleur suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque brûleur (7) avec son plénum (100) de brûleur a une liaison (130) acoustique vers le brûleur (7) ou les plénums (100) de brûleur voisins respectivement.
6. Turbine à gaz ayant un compresseur, une turbine ainsi qu'un système de brûleur suivant l'une des revendications précédentes.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

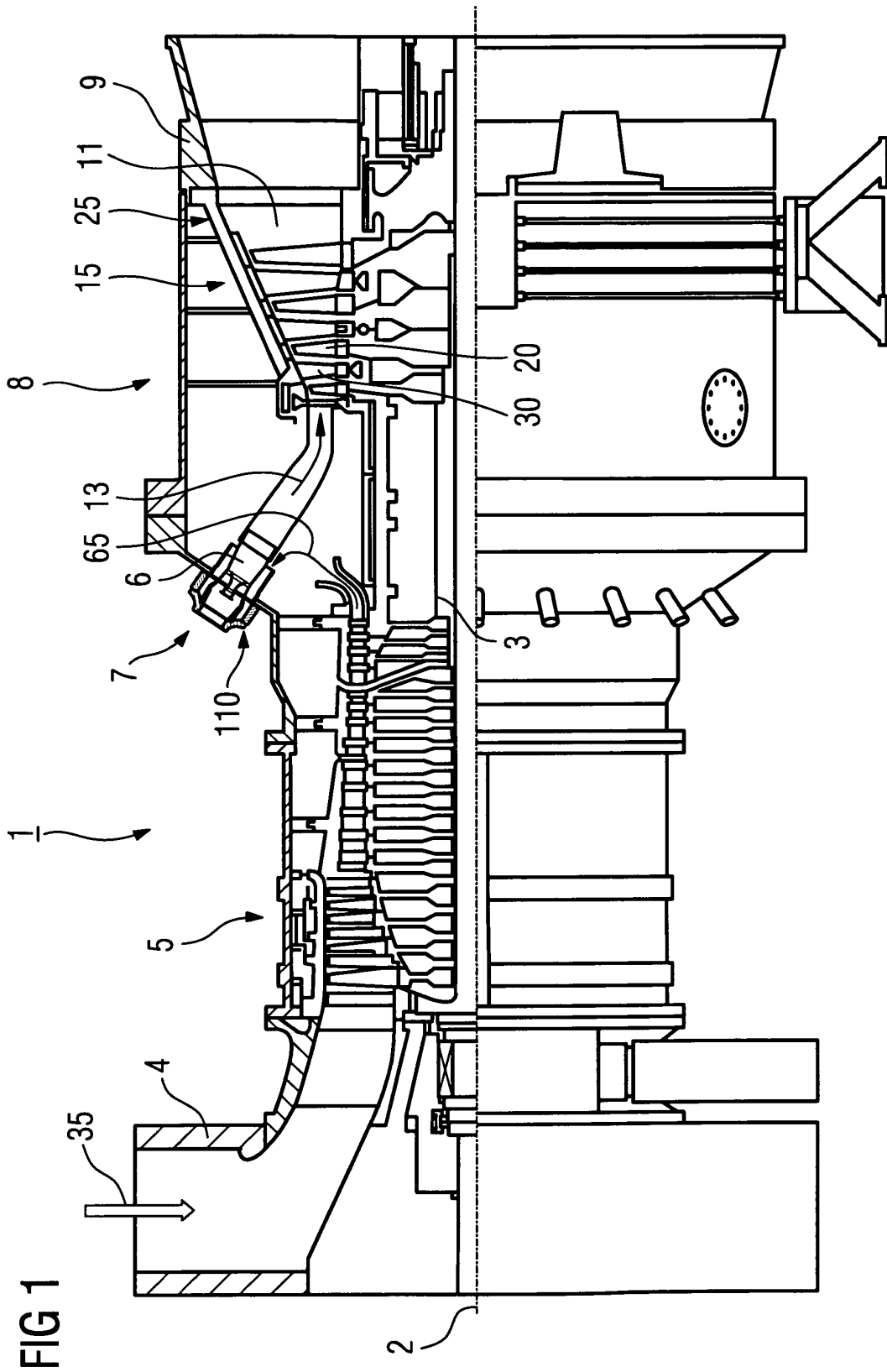


FIG 2

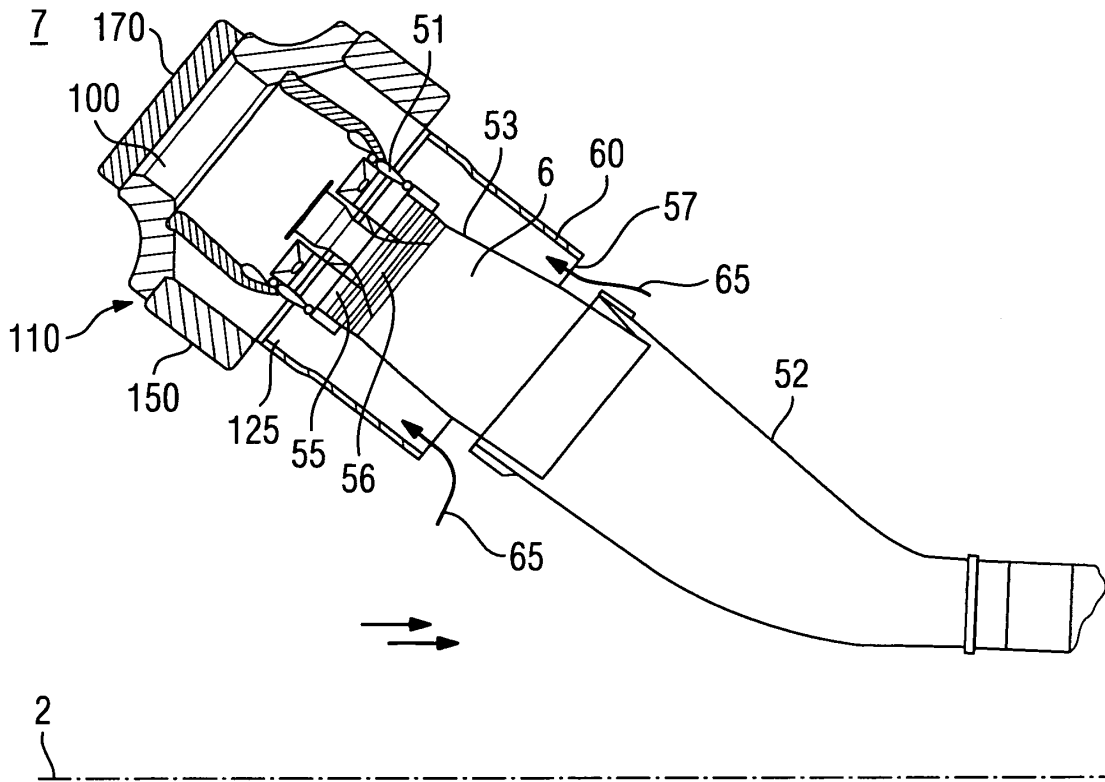
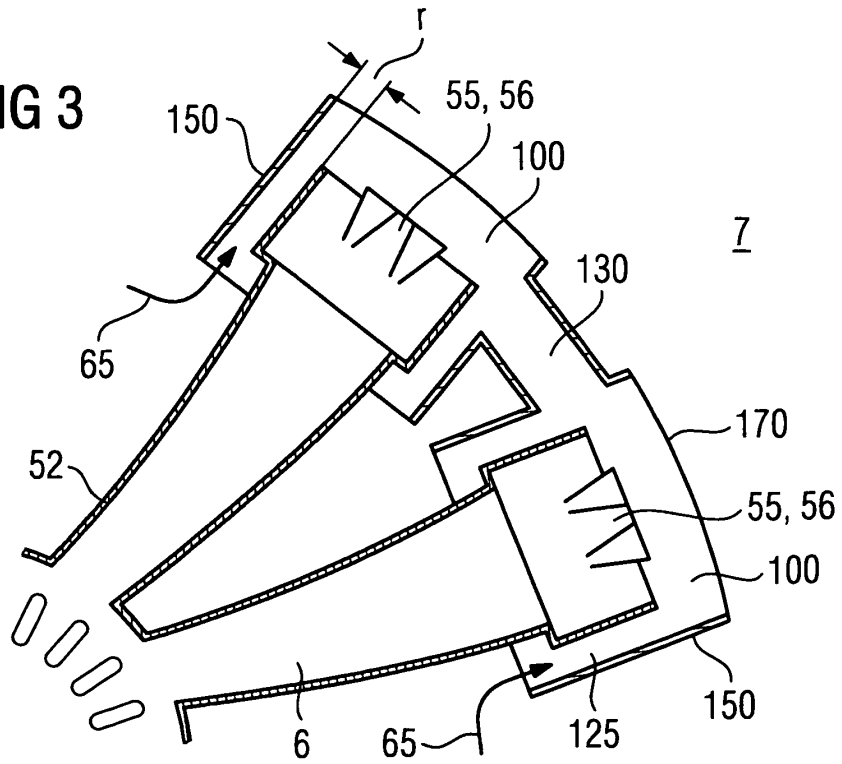


FIG 3



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 1703208 A [0003]
- WO 9310401 A1 [0005]
- WO 03074936 A1 [0006]
- EP 0597138 A1 [0007]