

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 004 823 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.08.2003 Patentblatt 2003/34

(51) Int Cl.7: **F23M 13/00**, F23D 17/00

(21) Anmeldenummer: **99810950.8**

(22) Anmeldetag: **20.10.1999**

(54) **Dämpfungsvorrichtung zur Reduzierung der Schwingungsamplitude akustischer Wellen für einen Brenner**

Damping device for the reduction of the oscillation amplitude of acoustic waves for a burner

Dispositif d'amortissement pour la réduction de l'amplitude d'oscillation d'ondes acoustiques pour un brûleur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **10.11.1998 DE 19851636**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.05.2000 Patentblatt 2000/22

(73) Patentinhaber: **ALSTOM (Switzerland) Ltd**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:

- **Stalder, Marcel**
5313 Klingnau (CH)
- **Joos, Franz**
79809 Weilheim, Bannholz (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 597 138
WO-A-93/10401

EP-A- 0 974 788
DE-A- 19 640 980

EP 1 004 823 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Dämpfungsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Bei der Verbrennung von Brennstoff in Brennkammern, die beispielsweise in Flugtriebwerken oder in Brennem zum Betrieb von Wärmekraftwerken, vorzugsweise bei Gasturbinenanlagen, eingesetzt werden, ist das Auftreten sogenannter Brennkammernpulsationen, die sich in Form akustischer Wellen ausbilden, bekannt und wird versucht mit geeigneten konstruktiven Maßnahmen gezielt zu unterdrücken. Beispielsweise bei Nachbrennersystemen in Flugtriebwerken werden sogenannte hinterspülte Lochblenden als Wandungen eingesetzt, die sowohl zur Kühlung der Wand als auch zur Dämpfung der ungewollt auftretenden akustischen Wellen dienen.

[0003] Derartige hinterspülte Lochblenden finden ebenso Einsatz in konventionellen Gasturbinenbrennkammern, die in diesen grundsätzlich dieselbe Aufgabe erfüllen, nämlich eine Kühlung der Brennkammerwand sowie eine gezielte Unterdrückung von sich ausbildenden akustischen Schwingungen innerhalb der Brennkammer.

[0004] Im Zuge der optimierten Auslegung von Brennkammern hinsichtlich der Reduzierung des Schadstoffausstoßes werden die Brennkammern selbst zunehmend ohne Kühlluftzuführungen in die Brennkammer ausgelegt, da die gesamte Luft für die schadstoffarme Verbrennung benötigt wird. Diese Ausführung bewirkt durch die reflektierende Wände eine sehr geringe akustische Dämpfung, so dass derartige Brennkammern oft mit zusätzlichen Dämpfungselementen versehen werden.

[0005] Die Dämpfungselemente arbeiten in der Regel nach dem Prinzip des sogenannten Helmholtz-Resonators. Helmholtz-Resonatoren sind grundsätzlich Volumelemente, deren Resonanzverhalten derart eingestellt werden können, so daß sie mechanische bzw. akustische Wellen mit bestimmten Frequenzen, die sie durchlaufen, gezielt dämpfen.

[0006] Es sind Ansätze bekannt, mit denen unter Verwendung von Helmholtz-Resonatoren die Unterdrückung von akustischen Wellen innerhalb von Brennkammern versucht worden sind. Hierbei wurden Helmholtz-Resonatoren im sogenannten Brennkammerdom neben dem eigentlichen Brenner angeordnet, wodurch einerseits die Amplitude der akustischen Welle abgeschwächt werden kann, jedoch ist es nicht möglich, den unmittelbaren Einfluß des Brenners auf die Entstehung akustischer Wellen auf diese Weise vollständig zu reduzieren.

[0007] Die Europäische Veröffentlichung ER-A1-0 974 788 beschreibt eine Vorrichtung zur gezielten Schalldämpfung innerhalb einer Strömungsmaschine mit einer Brennkammer, in die über einen Strömungskanal ein komprimierbares Medium, vorzugsweise Luft; zugeführt wird, in der das komprimierbare Medium unter Zusatz von Brennstoff entzündbar ist, und einem Helmholtz-Resonator-Volumen, das mit dem Strömungskanal in Strömungsrichtung vor Eintritt in die Brennkammer verbunden ist. Die Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass innerhalb des Helmholtz-Resonator-Volumens vor Eintritt in den Strömungskanal eine Einspritzdüsenanordnung vorgesehen ist, durch die Flüssigkeit in Richtung des Strömungskanals in feinste Flüssigkeitstropfen in Form eines Flüssigkeits/Luft-Gemisches zerstäubbar ist.

[0008] In der EP-A1-597 138 wird eine Gasturbinenbrennkammer mit einem ringförmigen Verbrennungsraum offenbart, bei welcher der Brennkammereintritt mit einer Merzhahl von in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilten Brennern bestückt ist, die an einer Frontplatte befestigt sind. Im Bereich der Brenner sind gespülte, aus Zuführrohr, Resonanzvolumen und Dämpfungsrohr bestehende Helmholtzdämpfer angeordnet. Die Dämpfungsrohre sind austauschbar gestaltet, wozu die Wandungen des Verbrennungsraums mit einem Mannloch versehen sind.

Darstellung der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Dämpfungsvorrichtung zur Reduzierung der Schwingungsamplitude akustischer Wellen für einen Brenner zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise zum Antrieb einer Gasturbogruppe, der üblicherweise einen Mischbereich vorsieht, in dem eine Luft- und Brennstoffströmung zu einem Brennstoff-/Luft-Gemisch miteinander vermischt werden, sowie eine Brennkammer vorsieht, die in Strömungsrichtung des Brennstoff-/Luft-Gemisches dem Mischbereich nachgeordnet ist, in der das Brennstoff-/Luft-Gemisch entzündbar ist, derart weiterzubilden, daß jegliche innerhalb des Brenners auftretenden akustischen Schwingungen nahezu weitgehend unterdrückt werden sollen. Die erfindungsgemäße Dämpfungsvorrichtung soll Möglichkeiten eines nachträglichen Einbaus bei bestehenden Brennkraftmaschinen bieten und eine leichte Abstimmbarkeit des Resonanzverhaltens auf den jeweiligen Brenner ermöglichen.

[0010] Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Erfindungsgemäß ist eine Dämpfungsvorrichtung zur Reduzierung der Schwingungsamplitude akustischer Wellen für einen Brenner zum Betrieb einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch weitergebildet, daß der Brenner ei-

nen kegelförmigen ausgebildeten Mischbereich vorsieht, an dessen grössten Durchmesser sich die Brennkammer anschliesst und an dessen Spitze der Helmholtz-Resonator angebracht ist.

[0012] Die der Erfindung zugrundeliegende Idee ist die unmittelbare Integration eines Helmholtz-Resonators in den Brenner selbst, so daß die innerhalb des Brenners entstehenden akustischen Wellen durch den Helmholtz-Resonator, der über den Mischbereich unmittelbar mit der Brennkammer selbst verbunden ist vollständig geschluckt werden können. Auf diese Weise werden die im Inneren des Brenners auftretenden akustischen Wellen nicht mehr reflektiert, da der Brenner, bedingt durch das integriert in den Brenner vorgesehene Helmholtz-Resonator-Volumen eine akustische angepaßte Rückwand aufweist, an der die akustischen Wellen nicht mehr zurückreflektiert werden können.

[0013] Mit Hilfe des unmittelbar im Brenner vorgesehenen Helmholtz-Resonators können gezielt akustische Rückkopplungen vermieden werden, wodurch eine ungewollte Rückkopplung einer sich ausbildenden akustischen Welle beispielsweise in den Bereich, in dem das Brennstoff-Luftgemisch entzündet wird und der für die Energieumsetzung von entscheidender Bedeutung ist, vollständig vermieden werden kann. Gerade derartige Rückkopplungen führen bei konventionell ausgebildeten Brennkammersystemen zu ungewollten Brennkammerpulsationen, die zu einer erheblichen Verschlechterung des gesamten Verbrennungswirkungsgrades führen.

[0014] So haben sich zur Befeuerung von Gasturbinenanlagen Brenner etabliert, die über einen kegelförmigen Mischbereich verfügen, der unmittelbar an der Brennkammer, innerhalb der sich das Brennstoff-Luftgemisch entzündet, anschließt. Ein derartiger Brenner geht beispielsweise aus der EP 0 321 809 B1 hervor und wird mit großem Erfolg zur Befeuerung von Gasturbinenanlagen eingesetzt. Bevorzugterweise wird das Dämpfungselement in Form eines Helmholtz-Resonators unmittelbar an der Spitze des kegelförmigen Brenners angeordnet. Der Helmholtz-Resonator kann entweder einseitig geschlossen oder für den Durchtritt von Zuluft und/oder Brennstoff ausgebildet sein.

[0015] Um mögliche störende Einflüsse auf das akustische Schwingungsverhalten des gesamten Brenners zu erfassen, die von zusätzlichen Brennstoff- bzw. Zuluft-Zuleitungen in das Brennersystem herrühren können, sind derartige Zuleitungen vorzugsweise zwischen dem Helmholtz-Resonator und dem Brenner, bzw. dem Mischbereich anzuordnen.

[0016] Beispielsweise ist eine Brennstoffzuleitung, die insbesondere für die Startphase des Brenners vorgesehen ist und üblicherweise als Pilotgasleitung bezeichnet wird, zwischen dem Brenner und dem Helmholtz-Resonator angebracht. Durch die unmittelbare Nähe zwischen Helmholtz-Resonator und Pilotgasinspeisung in den Luft- bzw. Brennstoffströmungsfluß des Brenners selbst, wirkt sich das dämpfende

[0017] Verhalten des Helmholtz-Resonators auch unmittelbar auf das Ereignis der zusätzlichen Pilotgasinspeisung aus.

[0018] Um das Resonanzverhalten des Helmholtz-Resonators auf den Brenner individuell abstimmen zu können, ist vorgesehen, daß der Helmholtz-Resonator relativ zum Brenner längsbeweglich verschiebbar ist. Dies kann beispielsweise über eine teleskopartig ausgebildete Verbindungsleitung zum Brenner oder im einfachsten Fall über ein Schraubgewinde erfolgen, durch das eine individuelle Beabstandung zwischen Helmholtz-Resonator und Brenneintritt möglich ist.

[0019] In geeigneter Weise kann der Helmholtz-Resonator selbst, das Volumen des Helmholtz-Resonators verändernde Stillelemente vorsehen, durch die ebenfalls das Resonanzverhalten des Helmholtz-Resonators individuell angepaßt werden kann.

[0020] Vorzugsweise befindet sich der Helmholtz-Resonator möglichst nahe am bzw. sogar im Brenner selbst. Um etwaige Irritationen der Strömung hinsichtlich der Verbrennungszuluft im Mischbereich des Brenners zu vermeiden, ist es vorteilhaft, daß der Helmholtz-Resonator außerhalb einer den Brenner umgebenden Brennerhaube angebracht ist. Ebenso können Vorkehrungen getroffen werden, daß der Helmholtz-Resonator auch in einer integrierten Bauweise innerhalb des Brennergehäuses angebracht ist, ohne dabei den Verbrennungszuluftstrom zu beeinträchtigen.

[0021] Grundsätzlich ist das Vorsehen eines Helmholtz-Resonators zum Dämpfen von akustischen Schwingungen innerhalb eines Brenners nicht auf Brennertypen beschränkt, die einen in der beschriebenen Weise ausgebildeten Mischbereich vorsehen; auch können Brennertypen mit dem erfindungsgemäßen Dämpfungselement ausgestattet werden, die keinen drallerzeugenden Zentralkörper innerhalb des Brenners aufweisen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0022] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 Kombination eines Brenners mit kegelförmig ausgestalteten Mischbereich und einem Helmholtz-Resonators,

Fig. 2 Kombination eines Brenners mit kegelförmig ausgestaltetem Zentralkörper und einem Helmholtz-Resonator, sowie

Fig. 3 Kombination eines Brenners mit einem längsverschieblichen relativ zum Mischbereich angeordneten Helmholtz-Resonator.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0023] Aus Figur 1 geht eine stark schematisierte Querschnittsdarstellung durch einen Brenner hervor, der beispielsweise in der EP 0 321 809 B1 detailliert beschrieben ist.

[0024] Unmittelbar an die Brennkammer 1 schließt ein kegelförmig ausgestalteter Mischbereich 2 an, auf dessen inneren Aufbau und Wirkungsweise an dieser Stelle nicht eingegangen wird, für weitere Einzelheiten wird auf die vorstehend genannte europäische Druckschrift verwiesen. An der Spitze des kegelförmig ausgebildeten Mischbereichs 2 ist über eine Zuleitung 3 unmittelbar ein Helmholtz-Resonator 4 vorgesehen, der über ein offenes Volumen mit dem Mischbereich 2 sowie der Brennkammer 1 verbunden ist. Die im Inneren der Brennkammer 1 bzw. des Mischbereichs 2 entstehenden akustischen Wellen können mit Hilfe eines geeignet auf das Resonanzverhalten des Brenners abgeglichenen Helmholtz-Resonators 4 gezielt gedämpft werden. Eine Reflexion von akustischen Wellen, die in der dargestellten Brennerform gemäß Figur 1 von links nach rechts in das Innere des Helmholtz-Resonators 4 eintreten, werden dort gezielt gedämpft und nicht wieder in das Innere des Brenners zurückreflektiert.

[0025] Im dargestellten Fall gemäß Figur 1 weist der Helmholtz-Resonator 4 zwei gegenüberliegende Öffnungen auf, so daß dieser von einer Massenströmung, beispielsweise Luft- oder Brennstoffströmung durchsetzt werden kann.

[0026] Optional kann der Brenner mit Hilfe einer Pilotgaszuleitung 5 ausgestattet sein, die vorzugsweise zwischen Helmholtz-Resonator 4 und Mischbereich 2 angeordnet ist.

[0027] Im Unterschied zur Brennerform gemäß Figur 1 weist der in Figur 2 dargestellte Brenner einen V-förmig ausgebildeten Zentralkörper 6 auf, der ebenfalls wie der kegelförmige Mischbereich 2 dem gezielten Vermischen von Verbrennungsluft 8 und Brennstoff dient. Auch im Falle des Brenners gemäß Figur 2 ist unmittelbar vor dem Zentralkörper 6 über eine Zuleitung 3 ein Helmholtz-Resonator 4 zur gezielten Dämpfung akustischer Wellen vorgesehen. Optional, auch in diesem Fall, kann eine zusätzliche Pilotgaszuleitung 5 vorgesehen werden.

[0028] Zum individuellen Abgleich des Resonanzverhaltens des Helmholtz-Resonators 4 relativ zum Brenner sieht das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 einen Hohlraumresonator 4 vor, der längs verschieblich innerhalb der Zuleitung 3 gegenüber dem Mischbereich 2 verschiebbar ist. Auf diese Weise kann ohne großen zusätzlichen Aufwand ein gezielter Resonanzabgleich durchgeführt werden. Zusätzlich zur Längsverschiebbarkeit, die entweder mittels zwei ineinander gleitender Tuben bzw. im einfachsten Fall mit Hilfe eines Gewindes realisiert werden kann, weist der Helmholtz-Resonator 4 nicht weiter im einzelnen dargestellte Stелеlemente

auf, durch die das Resonanzvolumen des Helmholtz-Resonators 4 verändert werden kann.

[0029] Im Gegensatz zu den vorstehend gezeigten Ausführungsformen gemäß der Figuren 1 und 2, bei denen der Helmholtz-Resonator 4 innerhalb eines den gesamten Brenner umgebenden Gehäuses angeordnet ist, sieht das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 die Anordnung des Helmholtz-Resonators 4 außerhalb des Gehäuses 7 vor. Eine derartige äußerliche Anordnung des Helmholtz-Resonators 4 relativ zum Gehäuse 7 dient insbesondere einer ungestörten Verbrennungsluftströmung innerhalb des Mischbereichs 2 innerhalb des Gehäuses 7, wenngleich das akustische Dämpfungsverhalten im wesentlichen durch den Helmholtz-Resonator 4 bestimmt wird.

Bezugszeichenliste

[0030]

- 1 Brennkammer
- 2 kegelförmig ausgebildeter Mischbereich
- 3 Verbindungsleitung
- 4 Helmholtz-Resonator
- 5 Pilotgaszuleitung
- 6 doppelkegelartig ausgebildeter Zentralkörper
- 7 Brennergehäuse
- 8 Verbrennungsluftstrom

Patentansprüche

1. Dämpfungsvorrichtung zur Reduzierung der Schwingungsamplitude akustischer Wellen für einen Brenner zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise zum Antrieb einer Gasturbogruppe, mit einem Mischbereich (2), in dem eine Luft- und Brennstoffströmung zu einem Brennstoff-/Luft-Gemisch miteinander vermischt werden, und einer Brennkammer (1), die in Strömungsrichtung des Brennstoff-/Luft-Gemisch dem Mischbereich (2) nachgeordnet ist, in der das Brennstoff-/Luft-Gemisch entzündbar ist, wobei ein Helmholtz-Resonator (4) derart unmittelbar mit dem Mischbereich (2) des Brenners verbunden ist, daß die sich im Brenner ausbildenden akustischen Wellen im Helmholtz-Resonator (4) unterdrückt und nicht in den Brenner zurückreflektiert werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Brenner einen kegelförmig ausgebildeten Mischbereich (2) vorsieht, an dessen größten Durchmesser sich die Brennkammer (1) anschließt und an dessen Spitze der Helmholtz-Resonator (4) angebracht ist.
2. Dämpfungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Helmholtz-Resonator (4) in Strömungsrichtung

des Brennstoff-/Luft-Gemisches vor dem Mischbereich (2) angeordnet ist.

3. Dämpfungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen Helmholtz-Resonator (4) und Mischbereich (2) eine Brennstoffzuleitung (5) und/oder Öldüsen vorgesehen sind/ist.
4. Dämpfungsvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Brennstoffzuleitung (5) für das Einspeisen von Pilotgas vorgesehen ist.
5. Dämpfungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Helmholtz-Resonator (4) relativ zum Mischbereich (2) verschiebbar angeordnet ist, um eine Frequenzabstimmung bei geschlossenem Volumen des Helmholtz-Resonators (4) zu ermöglichen.
6. Dämpfungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** den Brenner ein Gehäuse (7) umgibt.
7. Dämpfungsvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Helmholtz-Resonator (4) innerhalb oder außerhalb des Gehäuses (7) angeordnet ist.
8. Dämpfungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Mischbereich (2) als Drallerzeuger ausgebildet ist, innerhalb dem sich ein um eine Achse wirbelndes Brennstoff-/Luft-Gemisch ausbildet.

Claims

1. Damping device for reducing the vibration amplitude of acoustic waves for a burner for operating an internal combustion engine, preferably for driving a gas-turbo group, having a mixing region (2), in which an air flow and a fuel flow are mixed with one another to form an air/fuel mixture, and a combustion chamber (1), which in the direction of flow of the fuel/air mixture is arranged downstream of the mixing region (2), in which the fuel/air mixture can be ignited, a Helmholtz resonator (4) being directly connected to the mixing region (2) of the burner in such a way that acoustic waves forming in the burner are suppressed in the Helmholtz resonator (4) and are not reflected back into the burner, **characterized in that** the burner provides a conically designed mixing region (2), adjoining the largest diam-

eter of which is the combustion chamber (1) and to the tip of which the Helmholtz resonator (4) is attached.

2. Damping device according to Claim 1, **characterized in that** the Helmholtz resonator (4) is arranged upstream of the mixing region (2) in the direction of flow of the fuel/air mixture.
3. Damping device according to Claim 1, **characterized in that** a fuel feed line (5) and/or oil nozzles is/are provided between Helmholtz resonator (4) and mixing region (2).
4. Damping device according to Claim 3, **characterized in that** the fuel feed line (5) is intended for the feeding of pilot gas.
5. Damping device according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the Helmholtz resonator (4) is arranged so as to be displaceable relative to the mixing region (2) in order to permit frequency tuning with closed volume of the Helmholtz resonator (4).
6. Damping device according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** a casing (7) surrounds the burner.
7. Damping device according to Claim 6, **characterized in that** the Helmholtz resonator (4) is arranged inside or outside the casing (7).
8. Damping device according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the mixing region (2) is designed as a swirl generator, within which a fuel/air mixture whirling about an axis forms.

Revendications

1. Dispositif d'amortissement servant à réduire l'amplitude vibratoire d'ondes acoustiques pour un brûleur servant à faire fonctionner un moteur à combustion interne, de préférence à propulser un turbogroupe à gaz, comportant une zone de mélange (2), dans laquelle un écoulement d'air et de combustible sont mélangés l'un à l'autre pour former un mélange combustible/air, et une chambre de combustion (1) qui est disposée en aval de la zone de mélange (2) dans le sens d'écoulement du mélange combustible/air, dans laquelle le mélange combustible/air peut être enflammé, un résonateur de Helmholtz (4) étant relié directement à la zone de mélange (2) du brûleur de manière à ce que les ondes acoustiques se formant dans le brûleur soient réduites dans le résonateur de Helmholtz (4) et ne soient pas réfléchies en retour vers le brûleur, **caractérisé en ce que**

le brûleur comporte une zone de mélange (2) configurée en forme conique, au plus grand diamètre de laquelle se raccorde la chambre de combustion (1) et à la pointe de laquelle le résonateur de Helmholtz (4) est installé.

5

2. Dispositif d'amortissement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

le résonateur de Helmholtz (4) est disposé dans le sens d'écoulement du mélange combustible/air avant la zone de mélange (2).

10

3. Dispositif d'amortissement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

entre le résonateur de Helmholtz (4) et la zone de mélange (2) est/sont prévue(s) une conduite d'alimentation en combustible (5) et/ou des tuyères à huile.

15

4. Dispositif d'amortissement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**

la conduite d'alimentation en combustible (5) sert à l'alimentation en gaz pilote.

20

5. Dispositif d'amortissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**

le résonateur de Helmholtz (4) est disposé de manière à être déplaçable par rapport à la zone de mélange (2) afin de permettre une définition de la fréquence en cas de volume fermé du résonateur de Helmholtz (4).

25

30

6. Dispositif d'amortissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**

un boîtier (7) entoure le brûleur.

35

7. Dispositif d'amortissement selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**

le résonateur de Helmholtz (4) est disposé à l'intérieur ou à l'extérieur du boîtier (7).

40

8. Dispositif d'amortissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**

la zone de mélange (2) est configurée comme un générateur de tourbillons à l'intérieur duquel se forme un mélange combustible/air tourbillonnant autour d'un axe.

45

50

55

