

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 1 865 259 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**12.12.2007 Patentblatt 2007/50**

(51) Int Cl.:  
**F23R 3/00 (2006.01)**      **F23R 3/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07109395.9**(22) Anmeldetag: **01.06.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE  
SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(30) Priorität: **09.06.2006 DE 102006026969**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG  
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)**

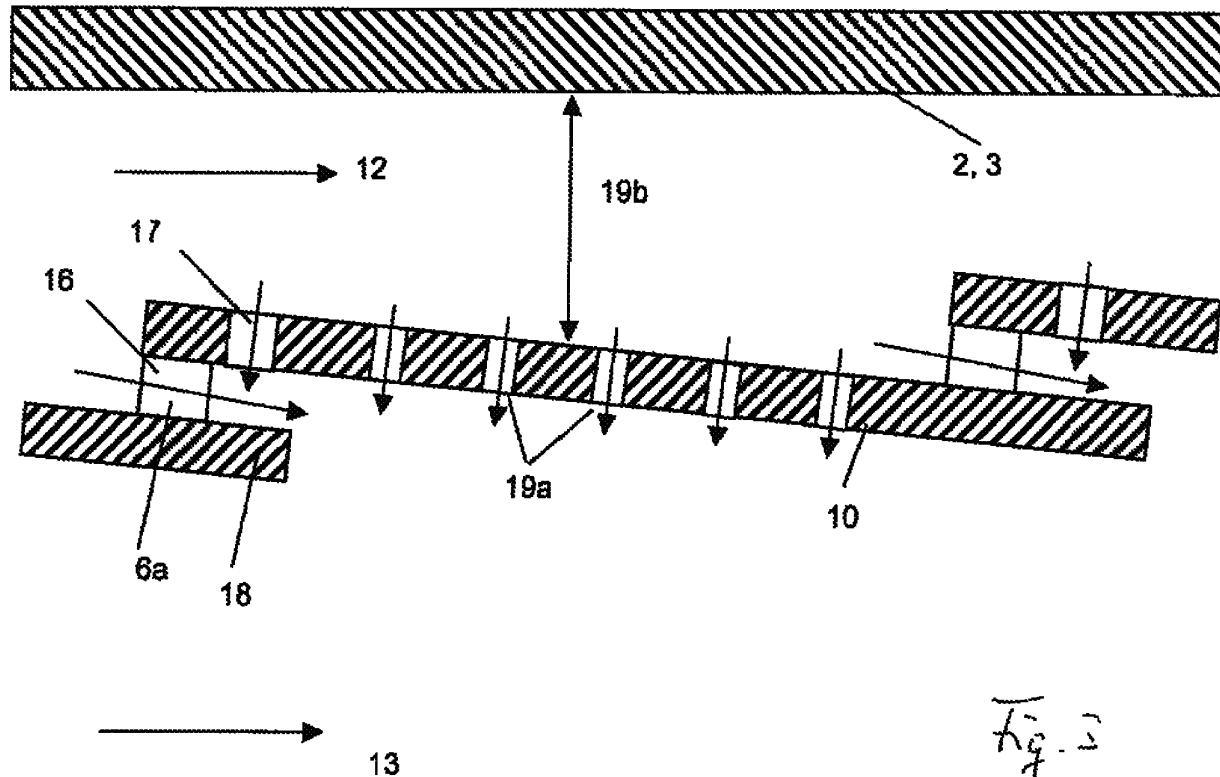
(72) Erfinder:  

- **Gerendás, Miklós  
15838, Am Mellensee (DE)**
- **Ebel, Michael  
15834, Rangsdorf (DE)**

(54) **Gasturbinenbrennkammerwand für eine mager-brennende Gasturbinenbrennkammer**

(57) Die Erfindung besieht auf eine Gasturbinenbrennkammerwand für eine mager-brennende Gasturbinenbrennkammer mit einem Brennkammergehäuse 2, 3 und mehreren in dem Brennkammergehäuse 2, 3 angeordneten, eine Brennkammerwand 10 bildenden Brenn-

kamner segmenten, welche jeweils über axiale und/oder radiale Kühlungslöcher 16, 17 mit Kühlluft mit einer Filmkühlung beaufschlagt werden, wobei die Kühlungslöcher 16, 17 zueinander in Axialrichtung beabstandet sind und wobei in diesem Bereich Dämpfungsöffnungen 19a zur Einleitung von Kühlluft vorgesehen sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinenbrennkammerwand für eine mager-brennende Gasturbinenbrennkammer.

**[0002]** Das UK-Patent GB 2 309 296 beschreibt einen zweischichtigen Wandaufbau einer mager-brennenden Gasturbinenbrennkammer mit einer akustisch dämpfenden Wirkung auf hochfrequenz Brennkammerschwingungen (angegeben ist ein Frequenzband von 3 bis 9 kHz) bei gleichzeitiger Kühlung der Brennkammerwand. Beides wird durch die Bohrungen senkrecht durch die Wand erreicht. Die äußere/kalte Brennkammerwand erzeugt die Prallkühlstrahlen auf die innere/heiße Wand, die Bohrungen durch die innere/heiße Wand entlassen die Prallkühlluft in die Brennkammer und erzeugen die Dämpfungswirkung.

**[0003]** Die EP 0 576 435 B1 beschreibt eine Brennkammer mit einem zweischichtigen, in Kammern unterteilten Wandaufbau, wobei alle Bohrungen im flachen Winkel zur Oberfläche angeordnet sind und daher auch keine Dämpfungswirkung erzeugt wird.

**[0004]** Als weiterer Stand der Technik werden die EP 0 971 172 A1 sowie die US 6,907,736 B2 genannt.

**[0005]** Zur Kühlung von Brennkammern stehen im einschichtigen Fall Filmkühlung mit Kühlringen und Effusionskühlung, sowie im mehrschichtigen Fall mit Stehbolzen montierte Schindeln (auf der Rückseite mit Stiften versehen oder prallgekühlt) bzw. verlötete oder verschweißte Blechkonstruktionen zur Verfügung (Transply, Lamilloy). Bei der konventionellen Filmkühlung, basierend auf Kühlring, wird die Kühlluft hierbei durch Bohrungen oder Schlitze in den Kühlringen bereitgestellt, welche mit oder ohne Umlenkung den Kühlfilm erzeugen. Diese Öffnungen können im Wesentlichen radial angebracht sein, um eine Zuführung der Kühl Luft, basierend auf dem statischen Druck der Kühl Luft zu realisieren, oder durch beide Anordnungsmöglichkeiten gleichzeitig. Bei radialen Öffnungen wird eine Lippe am Kühlring verwendet, auf welchen die Luftstrahlen aufprallen und in axiale Richtung umgelenkt werden. Die axialen und radialen Öffnungen können in einer oder mehreren Reihen angeordnet sein. Bei mehreren Reihen von Öffnungen in axialer Richtung sind diese radial gestaffelt und die Lippe wird üblicherweise weggelassen.

**[0006]** Eine brauchbare Dämpfungswirkung kann nur durch Öffnungen, die im wesentlichen senkrecht durch die Brennkammerwand angebracht werden erreicht werden. Die beste Wirkung zur Unterdrückung von Verbrennungsschwingungen erzielen Dämpfer, die im Bereich der maximalen Wärmefreisetzung an die Brennkammer angebunden sind.

**[0007]** Eine wirkungsvolle Filmkühlung ist durch senkrechte Öffnungen nur sehr begrenzt möglich, wegen der mangelnden Kühlwirkung schränken die Autoren des oben genannten Patentes den Anwendungsbereich der

Dämpfer auf den Teil der Brennkammer ein, der sich im Bereich der divergenten Flammenfront befindet und somit nicht einmal den Bereich der maximalen Wärmefreisetzung abdeckt. Zusätzlich geht eine Dämpfungswirkung im kHz-Bereich (angegeben sind 3 bis 9 kHz) an den Anforderungen der Magerverbrennung vorbei, da die ersten Umfangsmoden bei den allgemein üblichen Ringbrennkammern je nach Größe im Bereich von 200 bis 1000 kHz liegen.

**[0008]** Bei Effusions- oder Transpirationskühlung muss die gesamte Brennkammerwand Öffnungen enthalten, denn Bereiche ohne Kühlöffnungen wären ungekühlt. Auch bei der Prallkühlung muss die gesamte Rückseite der zur Kühlung vorgesehenen Fläche entsprechend zugänglich sein, was den Anbau von Dämpfern im Bereich hoher Wärmefreisetzung nicht gestattet.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbinenbrennkammerwand der eingangs genannten Art zu schaffen, welche bei einfacherem Ausbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit sowohl eine gute Kühlung als auch eine gute Dämpfung aufweist.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Hauptanspruchs gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung.

**[0011]** Diese Dämpfer können einwandig durch die Anordnung von Öffnungen im wesentlichen (plus minus 30 grad zur Flächennormalen) senkrecht durch die Brennkammerwand zwischen den Kühlringen realisiert werden, wobei dann der Raum zwischen Brennkammer und Brennkammergehäuse als Dämpfervolumen wirkt.

**[0012]** Der Dämpfer kann auch als zweiwändige Konstruktionen ausgeführt werden, falls der Luftverbrauch der einwandigen Konstruktion als zu hoch empfunden wird. Hierbei wird auf die Außenseite der Brennkammer ein Dämpfervolumen durch ein weiteres Gehäuse abgetrennt, wobei die axiale Ausdehnung des Dämpfergehäuses durch den Abstand der Kühlringe beschränkt wird. Das Dämpfergehäuse kann auf beiden Seiten fest mit der Brennkammerwand verbunden sein (z.B. an Flanschen verschraubt oder geschweißt), oder nur auf einer Seite (am stromauf- oder stromabliegenden Ende), mit oder ohne zusätzliche Dichtung am Schiebesitz der beweglichen Trennstelle. Die Luftströmung durch den Dämpfer wird durch Bohrungen im Dämpfergehäuse eingestellt, welche Verdichteraustrittsluft auf den im Dämpfer gewünschten Druck drosseln. Das Dämpfervolumen steht mit der Heißgasströmung durch im wesentlichen senkrechten Dämpfungsöffnungen in Verbindung, durch welche die Luft langsam strömt.

**[0013]** Beim ein- wie auch beim zweiwändigen Dämpfer werden günstigerweise eine Vielzahl von Öffnungen in der Brennkammerwand im Bereich zwischen den Kühlringen in axialer und lateraler Richtung verteilt. Es kann vorteilhaft sein, unterschiedliche Abstände und Querschnittsflächen der Öffnungen am Umfang zu verwenden. Die Veränderung der Abstände und Querschnittsflächen der Öffnungen kann kontinuierlich oder

sprunghaft erfolgen. Man kann bei regelmäßigem Abstand nur die Querschnittsfläche der Öffnungen verändern oder bei konstanter Querschnittsfläche den Abstand variieren, oder beides.

**[0014]** Die Öffnungen in der Brennkammerwand können zylindrische Bohrungen oder nicht-zylindrische Öffnungen sein. Die nichtzylindrischen Öffnungen können eine kontinuierliche (lineare oder nicht-lineare) Querschnittsveränderung enthalten oder eine sprunghafte, zum Beispiel von einem kleinen Durchmesser auf einen größeren Durchmesser oder umgekehrt. Auch muss der Querschnitt der Öffnungen selbst nicht rund sein. Er kann auch oval, rechteckig oder stern-, kleeblatt- bzw. blütenförmig sein.

**[0015]** Die Drosselbohrungen im Dämpfergehäuse sind in der Regel rund und ohne Querschnittsveränderung, können aber ebenfalls in Abstand und Durchmesser innerhalb des Bohrfeldes variieren.

**[0016]** Das Dämpfervolumen kann beim doppelwändigen Aufbau vollkommen leer sein und einen umlaufenden Raum bilden. Es kann durch Trennwände in axialer und/oder lateraler Richtung in Kammern mit drei oder mehr Ecken unterteilt sein oder das Dämpfergehäuse ist keine umlaufende Struktur, sondern erstreckt sich in Umfangsrichtung nur über einen bestimmten Abschnitt. Das umlaufende Volumen oder die einzelnen Kammern können alle oder teilweise mit einem luftdurchlässigen Material gefüllt sein. Das Material kann zum Beispiel ein Filz bzw. ein Gewebe aus Fasern von einem hitzfesten Material wie Metall, Glas oder Keramik oder ein offenporiger Schwamm aus Metall, Keramik oder einem anderen hitzefesten Material sein. Die Art und die Eigenschaften des Füllmaterials kann im gesamten Dämpfervolumen bzw. allen Kammern gleich sein oder variieren.

**[0017]** Zur Reduzierung der vom akustischen Dämpfer in beiden Varianten verbrauchten Luft kann man die Anwendung auf die nahe der maximalen Wärmefreisetzungszone oder mittig zwischen Brenner und Turbinenleitschaufel gelegenen Wandsegmente (Teil zwischen zwei Kühlringen) beschränken, da dort die Wirkung am größten ist. Die Dimensionierung des Dämpfers und somit das von ihm gedämpfte Frequenzband kann sich zwischen der inneren und der äußeren Brennkammerwand unterscheiden, ebenso zwischen stromauf und stromabgelegenen von Kühlringen begrenzten Abschnitten der Brennkammer und auch in Umfangsrichtung innerhalb eines Brennkammersegmentes.

**[0018]** Zur Erhöhung der Hitzbeständigkeit der Brennkammerwand kann diese statt aus Metall auch aus Keramik oder CMC (Ceramic matrix composite) gefertigt werden, ebenso das Dämpfergehäuse, wobei diese Teile nicht aus dem gleichen Material bestehen müssen.

**[0019]** Falls eine reine Filmkühlung im Bereich der Dämpfer nicht ausreichend sein sollte, kann zwischen den Dämpfungsöffnungen, welche im Wesentlichen normal (im 90 Grad Winkel) durch die Wand führen, noch Effusionskühlungsbohrungen im flachen Winkel zur Oberfläche, z.B. 20-30 Grad, angebracht werden, wel-

che vom gleichen Druckniveau wie die Dämpfungsöffnungen gespeist werden. Außerhalb der Filmkühlsegmente mit akustischen Dämpfern kann ebenfalls durch die Anbringung von Effusionsbohrungen zwischen den

5 Kühlringen oder am Ende der Brennkammer zur Turbine hin im flachen Winkel zur Oberfläche die Kühlung verbessert werden.

**[0020]** Zur Verminderung der Temperatur der Brennkammerwand kann eine keramische Wärmedämmeschicht zwischen den Kühlringen (Brennkammersegmenten) aufgebracht werden.

**[0021]** Da die Dämpfungslöcher keine Kühlwirkung mehr erzeugen müssen (wozu sie nur in einem sehr begrenzten Umfang geeignet sind), kann der Querschnitt 15 der Dämpfungslöcher so auf die Brennkammerwandstärke und das Dämpfervolumen bzw. den Abstand der Brennkammerwand zum Brennkammergehäuse oder zum Dämpfergehäuse abgestimmt werden, dass sich auch bei Frequenzen unterhalb von einem kHz eine nennenswerte Dämpfungswirkung ergibt. Beim zweischichtigen Aufbau ergeben sich weitere Abstimmungsmöglichkeiten durch den Druck im Dämpfergehäuse und damit durch die Kontrolle der Strömungsgeschwindigkeit in den Dämpferbohrungen.

**[0022]** Durch die Veränderung der Abstände der Dämpfungsbohrungen oder deren Durchmesser werden unterschiedliche Frequenzen gedämpft. Bei sprunghafter Veränderung der Belochung ergeben sich weiter Dämpfungseffekte.

**[0023]** Bei beiden Varianten ergibt sich bei Verwendung von nichtzylindrischen Öffnungen die Möglichkeit die Dämpfungswirkung unter Limitierung des Luftverbrauchs zu optimieren, da ein kleiner Querschnitt der Zuströmseite zu einem kleinen Luftdurchsatz führt. Bei 35 beiden Varianten kann durch Verlängerung der Randlinie des Querschnitts bei konstantem effektiven Strömungsquerschnitt (und somit konstantem Luftverbrauch) von rund über eckig nach stern-, kleeblatt- bzw. blütenförmig unter Steigerung der Fertigungskosten die Dämpfung 40 weiter erhöht werden.

**[0024]** Durch die hohe Druckdifferenz über die Kühlluftbohrungen entsteht ein Kühlfilm, welcher gegenüber dem Drall des Magerbrenners sehr robust ist und die Dämpferbohrungen optimal vor einem Eindringen von 45 Heißgas schützt. In der axialen Position der maximalen Wärmefreisetzung in der Brennkammer können nun akustische Dämpfer mit akustisch optimierter Durchstromung eingesetzt werden, die auf die Dämpfung von Frequenzen unterhalb von 1 kHz abgestimmt sind, zum Beispiel auf den Frequenzbereich von 300 bis 1000 Hz.

**[0025]** Eine Unterteilung des Dämpferzwischenraums in axialer und lateraler Richtung dient zur Verhinderung von Ausgleichsströmungen im Dämpfergehäuse. Die Einbringung von luftdurchlässigem Material in das 55 Dämpfungsvolume kann die Dämpfung erhöhen.

**[0026]** Durch die oben geschilderten Freiheitsgrade bei der Dämpferauslegung kann eine hinreichende Dämpfung aller kritischen Frequenzen erreicht werden.

Durch eine geeignete Verteilung der Luft zwischen Film- und Effusionskühlung wird eine optimale Kühlung der Brennkammer und somit eine hohe Lebensdauer erreicht.

**[0027]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Gasturbine mit Gasturbinenbrennkammer gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Brennkammergehäuses sowie der Dämpferwand und der Brennkammerwand gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels, analog der Darstellung der Fig. 2,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels. analog Fig. 3,

Fig. 5 eine weitere schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels,

Fig. 6 Darstellungsformen unterschiedlicher Querschnitte von Dämpfungsausnehmungen.

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels mit zweischichtigem Aufbau der Brennkammerwand,

Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel, analog Fig. 7,

Fig. 9 ein weiteres Ausführungsbeispiel, analog den Fig. 7 und 8,

Fig. 10 eine schematische Darstellung einer Gasturbinenbrennkammer, analog Fig. 1, mit Anordnung der Brennkammersegmente in einschichtigem Aufbau, und

Fig. 11 eine schematische Darstellung, analog Fig. 10, mit Darstellung der Brennkammersegmente in zweischichtigem Aufbau.

**[0028]** Bei den Ausführungsbeispielen werden gleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet.

**[0029]** Die Fig. 1, zeigt in schematischer Darstellung einen Querschnitt einer Gasturbinenbrennkammer gemäß dem Stand der Technik. Dabei sind schematisch Kompressorausslassschaufeln 1 sowie ein Brennkammeraußengehäuse 2 und ein Brennkammerinnengehäuse 3 dargestellt. Das Bezugssymbol 4 bezeichnet einen Brenner mit Arm und Kopf (Diffusionsflamme). Ein

Brennkammerkopf 5 ist einer Brennkammerwand 6 mit Kühlringen 6a zugeordnet. Turbineneinlassschaufeln sind mit dem Bezugssymbol 7 versehen.

**[0030]** Die Fig. 2 zeigt einen schematischen Aufbau 5 eines Dämpfers in Detailansicht nach Stand der Technik, wobei eine Brennkammerwand 10 mit Dampfungs- und Kühlungslöchern 11 versehen ist, welche jeweils senkrecht zur Brennkammerwand 10 verlaufen. Die Kompressoraustrittsluft ist mit 12 bezeichnet, während Flamme und Rauchgas vom Magerbrenner durch den Pfeil 13 dargestellt sind. Zwischen Dämpferwand 9 und Brennkammerwand 10 ist ein Dämpferzwischenraum 14 vorgesehen. Kühlluft wird in diesen durch Zuströmbohrungen 8 eingeleitet.

**[0031]** Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die einzelnen Brennkammersegmente, welche eine einschichtige Brennkammerwand bilden, bezogen auf die Längsachse, leicht geneigt, so dass sich ein schindelartiger, versetzter Aufbau ergibt. Durch im Wesentlichen axiale Kühlungslöcher 16 erfolgt eine laminaire Einströmung von Kompressoraustrittsluft 12. Zusätzlich können im Wesentlichen radiale Kühlungslöcher 17 vorgesehen sein. Das jeweils vorgeordnete Brennkammersegment umfasst eine Lippe 18 am Kühlring.

**[0032]** Durch zusätzliche Dämpfungsöffnungen 19a wird Luft zur Dämpfung eingeleitet, wobei das Dämpfervolumen durch den Abstand 19 b zum Gehäuse 2 oder 3 gebildet wird..

**[0033]** Das Ausführungsbeispiel der Fig. 4 unterscheidet sich dadurch, dass keine radialen Kühlungslöcher 17 vorgesehen sind, sondern mehrere Reihen im wesentlichen axialer Kühlungslöcher radial gestaffelt angeordnet sind..

**[0034]** Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 sind (im Zusammenhang mit den Ausführungsvarianten der Fig. 6) nicht-zylindrische Dämpfungsöffnungen gezeigt, die unterschiedlichste Querschnitte aufweisen können, sowohl über ihre axiale Länge als auch insgesamt.

**[0035]** Die Ausführungsbeispiele der Fig. 7 bis 9 zeigen jeweils einen zweischichtigen Aufbau der Brennkammerwand. Hierbei ist zusätzlich ein Dämpfergehäuse 20 vorgesehen, welches ein Dämpfervolumen 21 umschließt. Das Dämpfervolumen 21 kann in Umfangsrichtung unterteilt sein und/oder mit weiterem Material (siehe oben) gefüllt sein. Die Ausführungsbeispiele der Fig. 8 und 9 zeigen jeweils, dass ein Ende des Dämpfergehäuses fest verbunden ist (22), während der andere Bereich über eine verschiebbliche oder verschiebbare Trennstelle 23 verfügt. Hierdurch können thermische Längenausdehnungen kompensiert werden.

**[0036]** Die Fig. 10 und 11 zeigen zwei Ausführungsbeispiele mit einschichtigem und zweischichtigem Aufbau mit Anordnung der Dämpfer nahe der Wärmefreisetzungszone der Brennkammer.

55

#### Bezugssymbolenliste

**[0037]**

1	Kompressorauslassshaufeln		Ansprüche 1 bis 3, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Brennkammersegmente nahe der maximalen wärmefreisetzungszone der Gasturbinenbrennkammer angeordnet sind.
2	Brennkammeraußengehäuse		
3	Brennkammerinnengehäuse		
4	Brenner mit Arm und Kopf (Diffusionsflamme)	5	
5	Brennkammerkopf		
6	Brennkammerwand mit Kühlringen 6a		
7	Turbineneinlassshaufeln		
8	Zuströmbohrung		
9	Dämpferwand	10	
10	Brennkammerwand		
11	Dämpfungs- und Kühlungslöcher		
12	Kompressoraustrittsluft		
13	Flamme und Rauchgas vom Magerbrenner		
14	Dämpferzwischenraum zwischen Dämpferwand 9 und Brennkammerwand 10	15	
15			
16	im Wesentlichen axiale Kühlungslöcher		
17	im Wesentlichen radiale Kühlungslöcher		
18	Lippe am Kühlring		
19a	Dämpfungsöffnungen	20	
19b	Dämpferraum		
19c	nicht-zylindrische Dämpfungsöffnungen		
20	Dämpfergehäuse zwischen zwei Kühlringen		
21	Dämpfervolumen (eventuell in Umfangsrichtung unterteilt)	25	
22	feste Verbindung (z.B. geschweißt oder mit Flansch verschraubt)		
23	verschiebbliche Trennstelle (Schiebesitz mit oder ohne Abdichtung)		
24	Magerbrenner	30	

### Patentansprüche

1. Gasturbinenbrennkammerwand für eine mager-brennende Gasturbinenbrennkammer mit einem Brennkammergehäuse (2, 3) und mehreren in dem Brennkammergehäuse (2, 3) angeordneten, eine Brennkammerwand (10) bildenden Brennkammersegmenten, welche jeweils über axiale und/oder radiale Kühlungslöcher (16, 17) mit Kühlluft mit einer Filmkühlung beaufschlagt werden, wobei die Kühlungslöcher (16, 17) zueinander in Axialrichtung beabstandet sind und wobei in diesem Bereich Dämpfungsöffnungen (19a) zur Einleitung von Luft vorge-sehen sind. 35
3. Gasturbinenbrennkammerwand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkam-merelemente jeweils ringförmig und kegelstumpfför-mig ausgebildet sind. 50
3. Gasturbinenbrennkammerwand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkam-merelemente zueinander an ihren Randbereichen überlappend angeordnet sind. 55
4. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der
10. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umlaufende Dämpfervolumen (21) des Dämpf-fergehäuses (20) in einzelne Kammern unterteilt ist. 40
11. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umlaufende Dämpfervolumen (21) des Dämpf-fergehäuses (20) zum mindest teilweise mit ei-nem luftdurchlässigen Material gefüllt ist. 45
12. Gasturbinenbrennkammerwand nach einen der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese aus Metall gefertigt ist. 50
13. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese aus Keramik gefertigt ist. 55
14. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese aus CMC gefertigt ist. 60
15. Gasturbinenbrennkammerwand nach einem der

Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zwischen den Dämpfungsöffnungen (19a),  
welche im Wesentlichen senkrecht durch die Brenn-  
kammerwand (10) führen, Effusionskühlungsboh-  
rungen im flachen Winkel zur Oberfläche der Brenn-  
kammerwand (10) angeordnet sind. 5

10

15

20

25

30

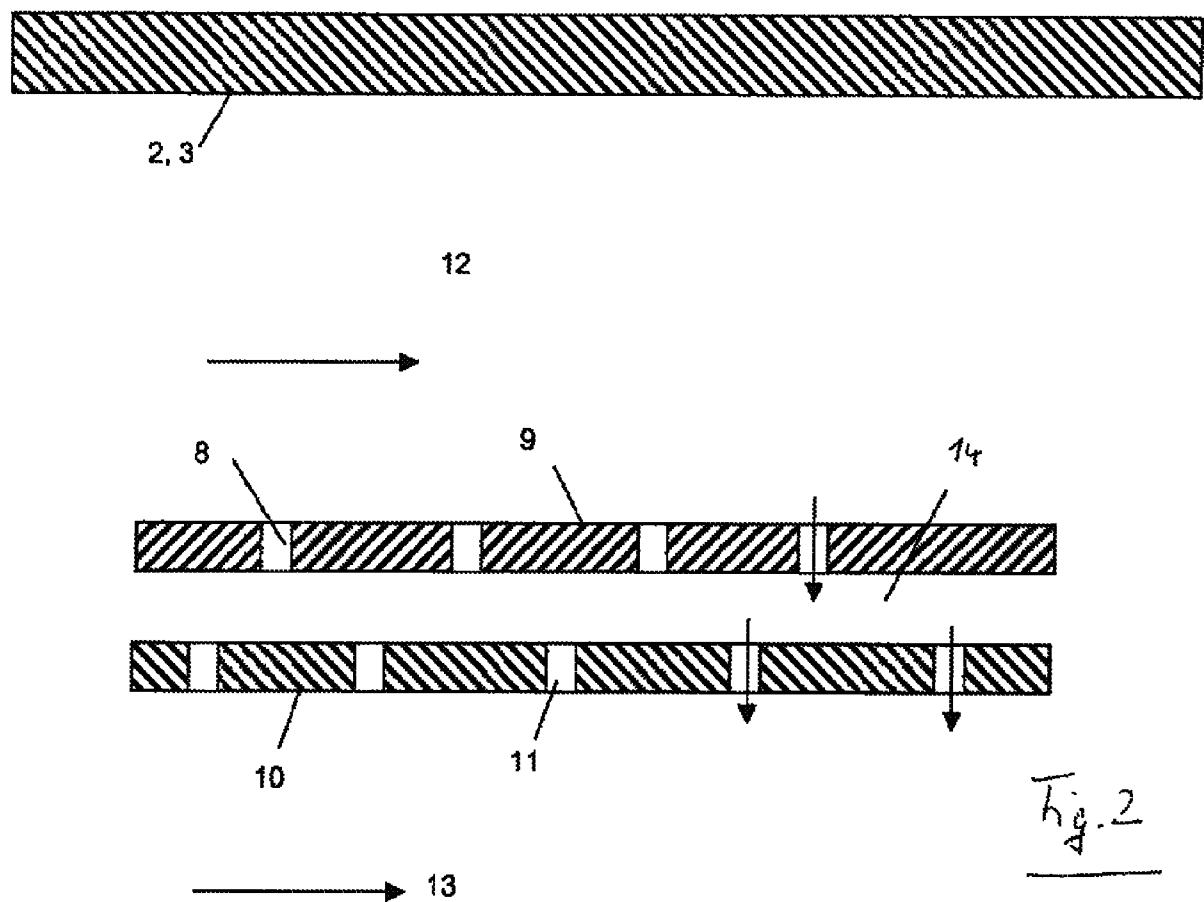
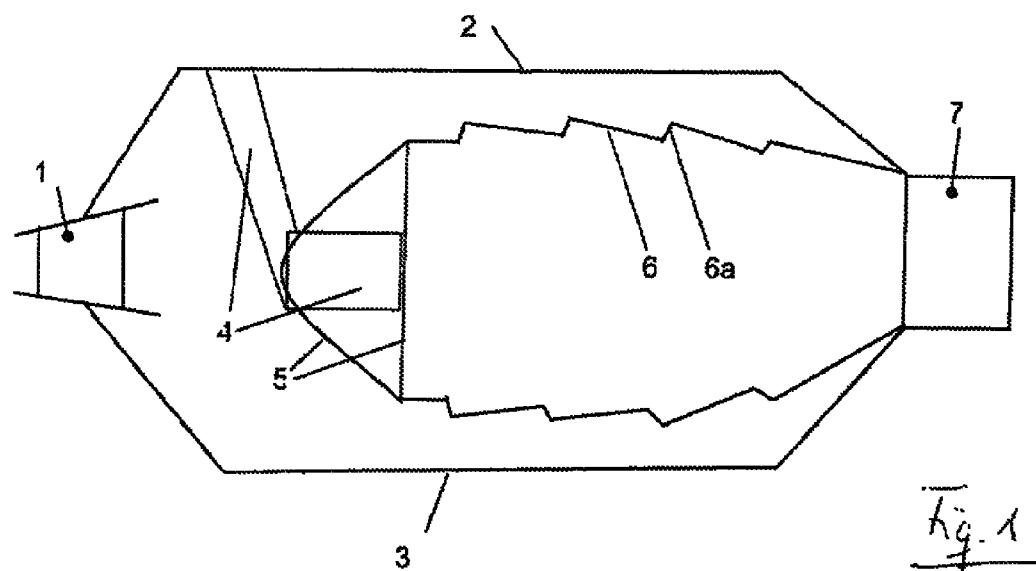
35

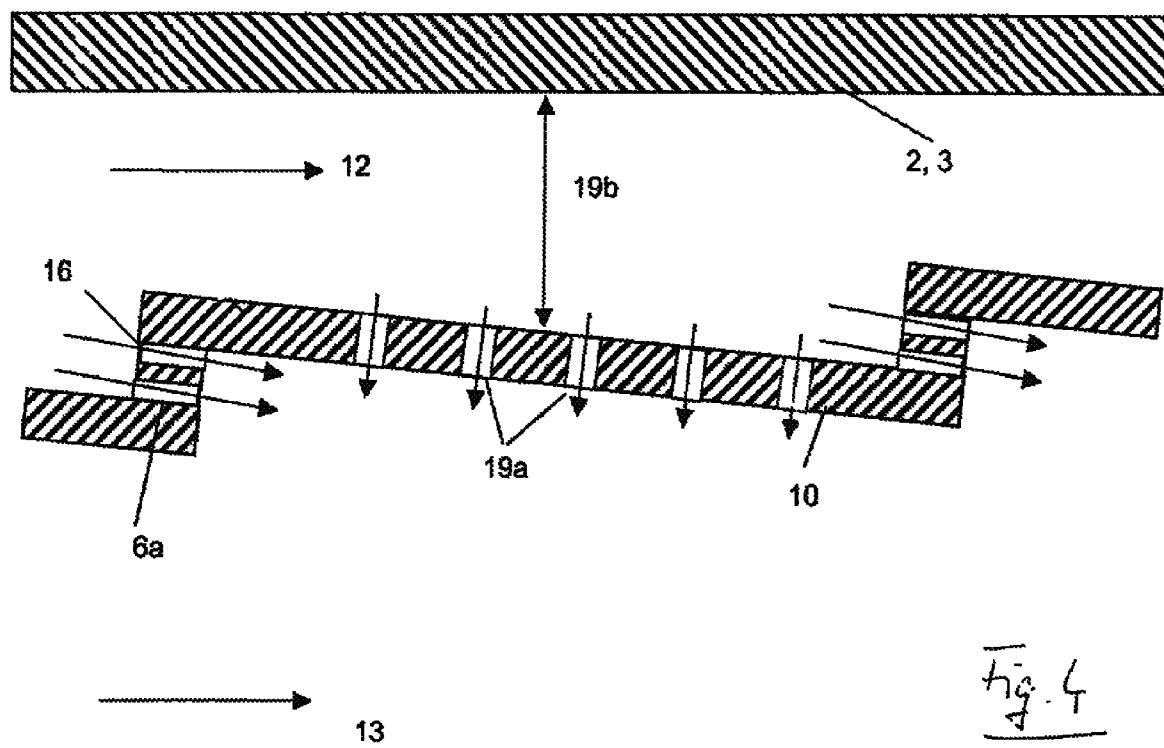
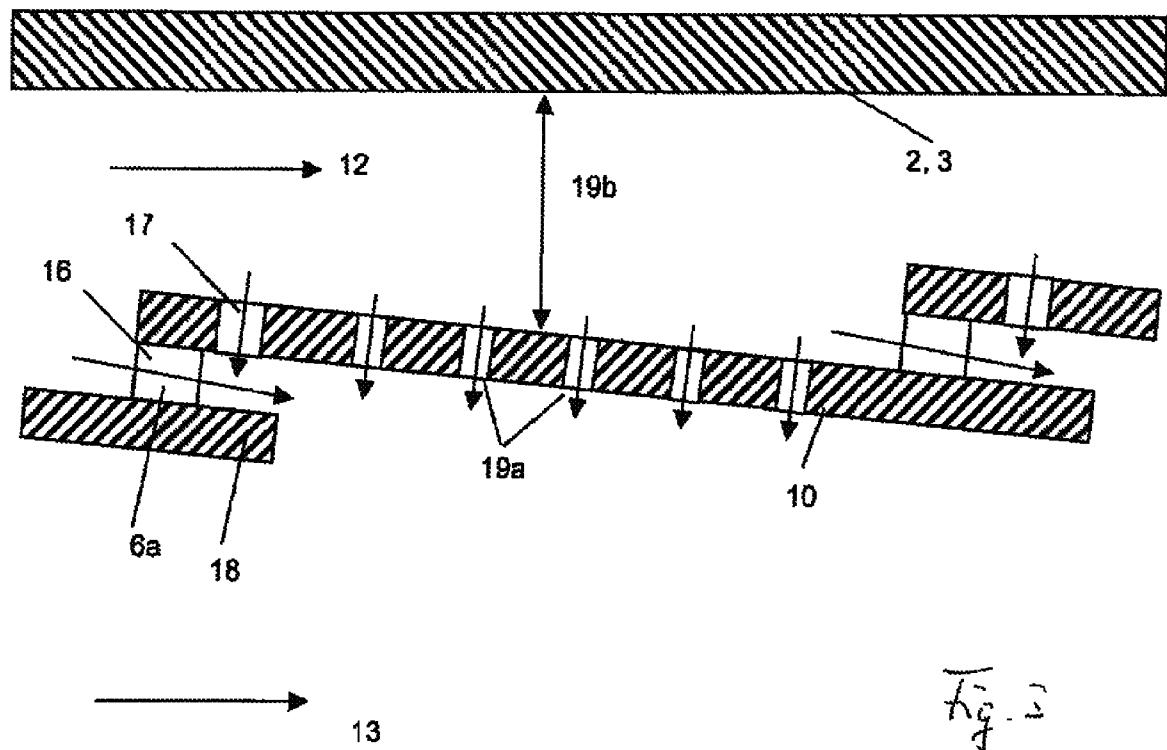
40

45

50

55





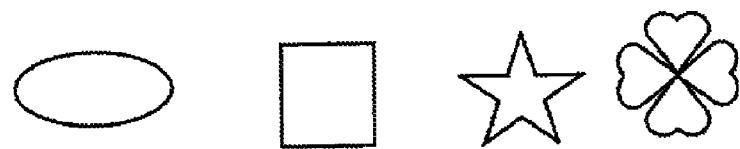
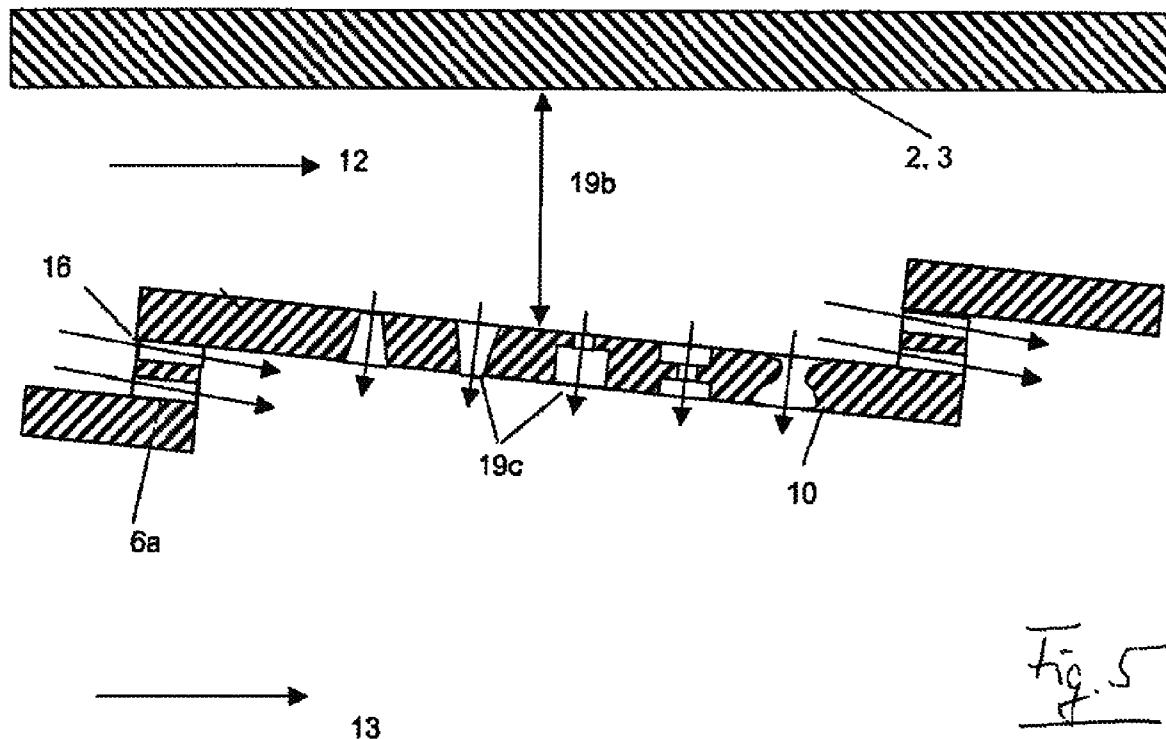
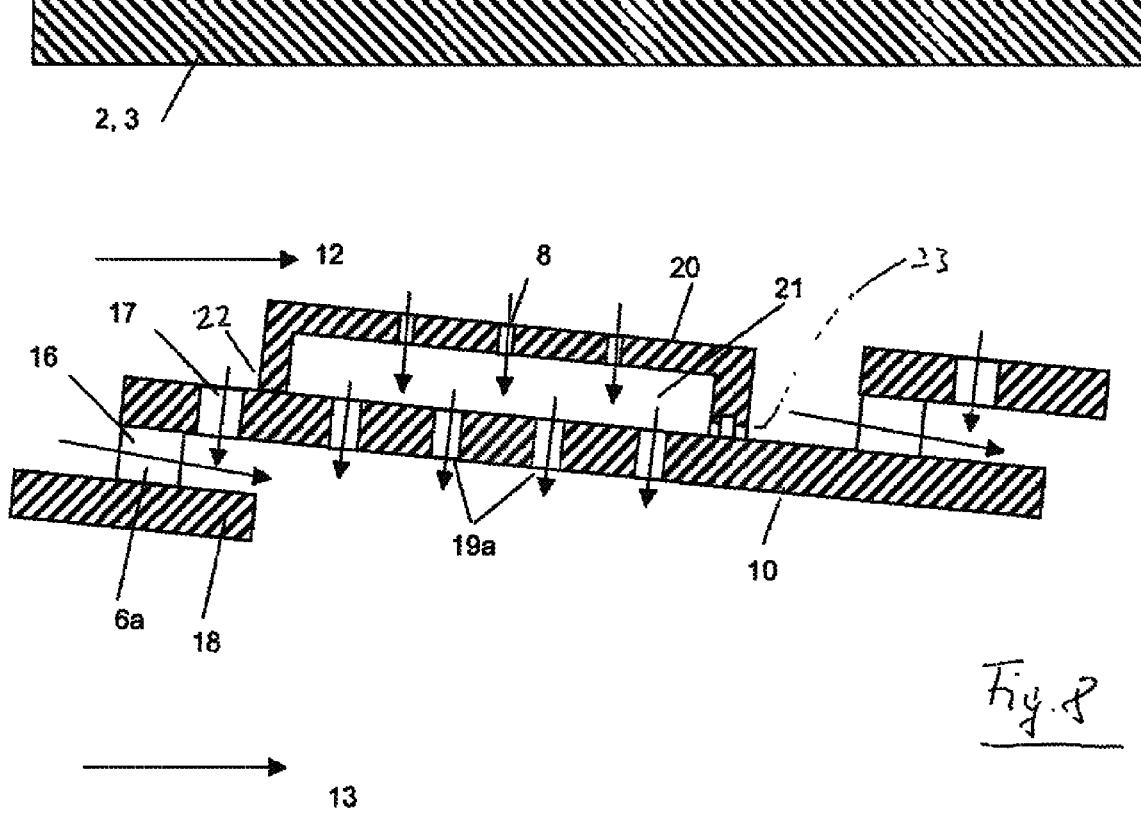
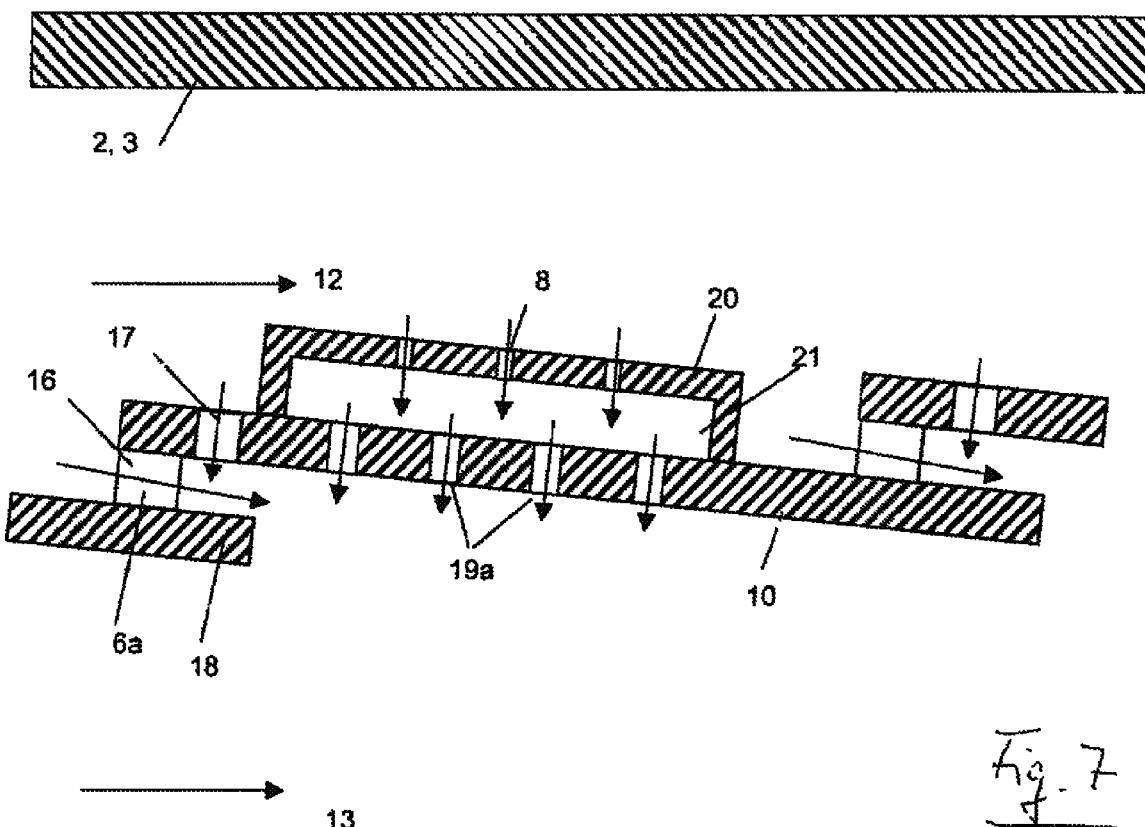


Fig. 6



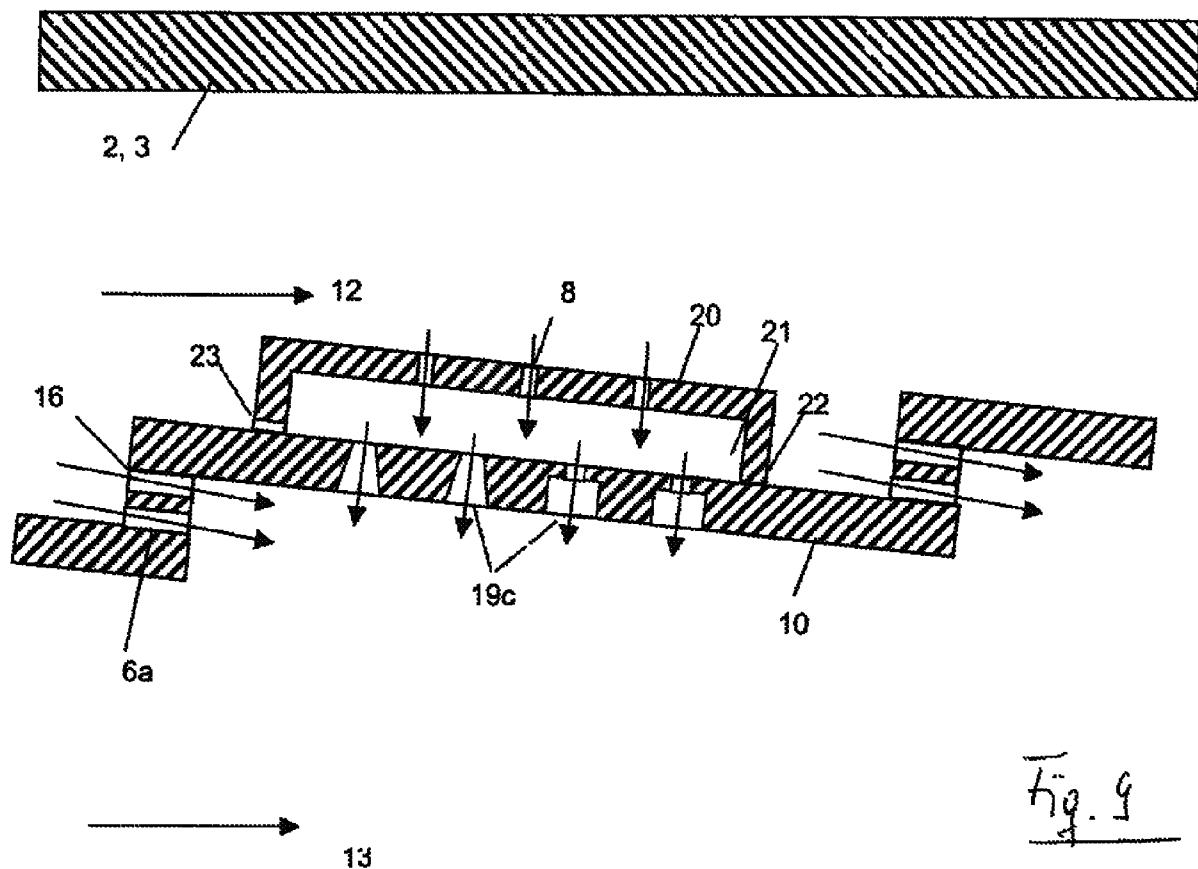
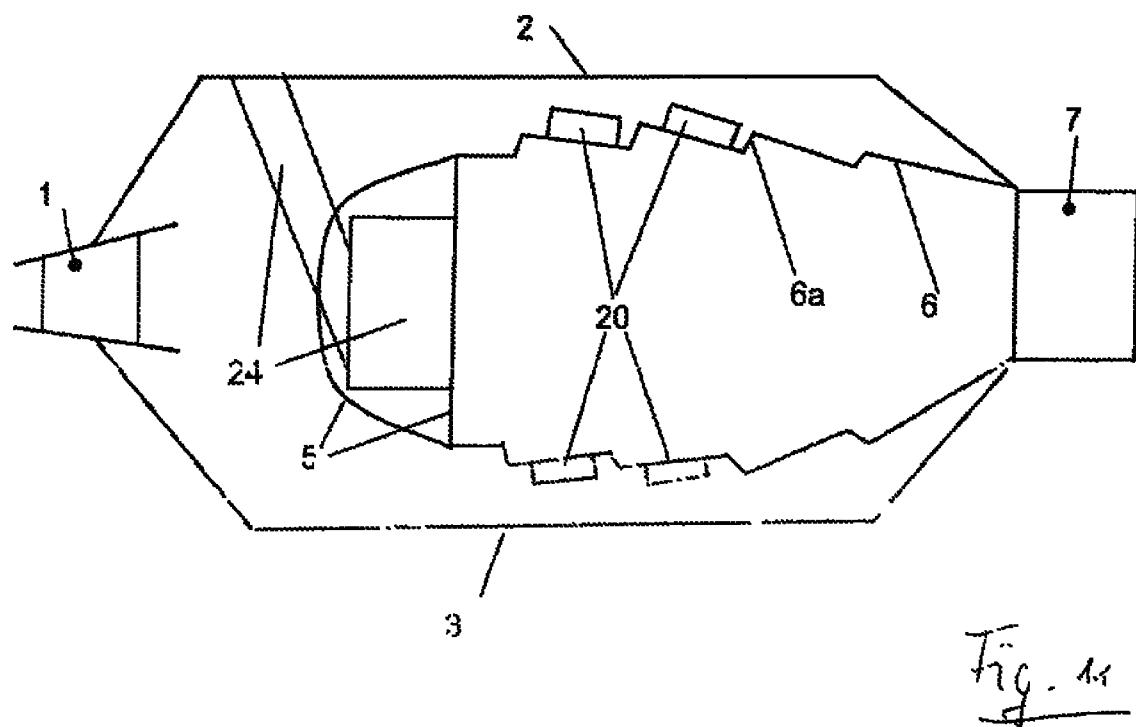
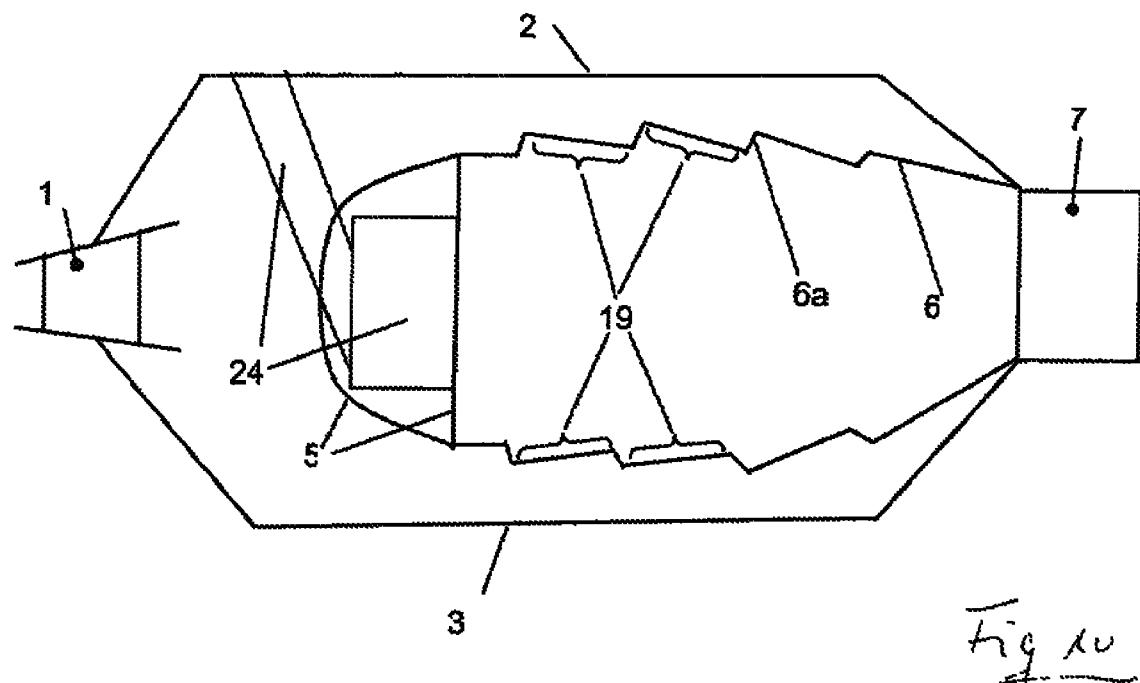


Fig. 9



**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**

- GB 2309296 A [0002]
- EP 0576435 B1 [0003]
- EP 0971172 A1 [0004]
- US 6907736 B2 [0004]