



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.02.2013 Patentblatt 2013/08

(51) Int Cl.:
F23M 99/00 (2010.01) F23R 3/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11006812.9**

(22) Anmeldetag: **19.08.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Sadig, Sermed**
12169 Berlin (DE)
- **Becker, Jochen**
15834 Rangsdorf (DE)
- **Carrotte, Jonathan F.**
Kirby Muxloe, Leicester LE9 2HG (GB)
- **Rupp, Jochen**
Burton-on-Trent, Staffordshire DE13 0AJ (GB)

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

(74) Vertreter: **Weber, Joachim**
Hoefer & Partner
Patentanwälte
Pilgersheimer Strasse 20
81543 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Gerendás, Miklós**
15838 Am Mellensee (DE)

(54) **Brennkammerkopf einer Gasturbine mit Kühlung und Dämpfung**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Brennkammerkopf einer Gasturbine mit einer im Wesentlichen ringförmigen äußeren Brennkammerwand 18 sowie mit einer im Wesentlichen ringförmigen inneren Brennkammerwand 42 und mit mehreren um den Umfang verteilt angeordneten Brennern 6, wobei der Brennkammerkopf 5 eine einströmseitige Wandung 13 aufweist, welche mit einer der Brennkammer 7 zugewandten Wandung 14 ein Brennkammerkopfvolumen 15 bildet, wobei die einströmseitige Wandung 13 mit zumindest einer Einströmöffnung 32 versehen ist, wobei die der Brennkammer 7 zugewandte Wandung 14 mit zumindest einer Ausströmöffnung 17 zur Verbindung des Brennkammerkopfvolumens 15 mit der Brennkammer 7 versehen ist und wobei in der der Brennkammer 7 zugewandten Wandung 14 zumindest ein Kühlluftkanal 29 ausgebildet ist sowie ein Verfahren zur Kühlung und Dämpfung des Brennkammerkopfes.

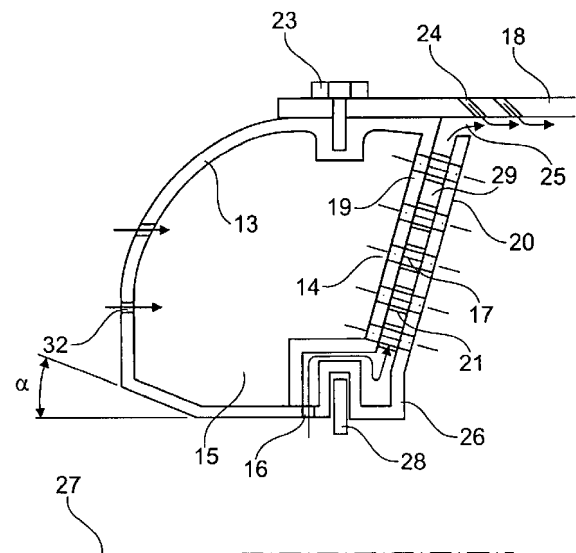


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Brennkammerkopf einer Gasturbine. Die Brennkammer umfasst, wie aus dem Stand der Technik bekannt, eine im Wesentlichen ringförmige äußere Brennkammerwand sowie eine im Wesentlichen ringförmige innere Brennkammerwand. Die beiden Brennkammerwände sind mit dem Brennkammerkopf verbunden. Der Brennkammerkopf weist mindestens eine Öffnung auf, durch die mindestens ein Brenner durchgesteckt werden kann und somit mit dem Brennraum verbunden wird. Mindestens ein Hitzeschild schützt den Brennkammerkopf vor den heißen Verbrennungsgasen. Der Brennkammerkopf kann einstückig oder aus mehreren Segmenten bestehen.

[0002] Der Aufbau eines konventionellen Hitzeschildes für einen Brennkammerkopf ist in der DE 44 27 222 A1 gezeigt. Dieses schützt den Brennkammerkopf vor heißen Gasen und muss auf der zum Brennkammerinnenraum abgewandten Seite gekühlt werden. Hierbei gelangt Kühlluft auf die Rückseite des Hitzeschildes, prallt hier auf und umströmt eine Vielzahl von Zylindern, die zur Verstärkung des Wärmeübergangs verwendet werden. Daraufhin verlässt die Kühlluft den Zwischenraum zwischen Hitzeschild und Brennerkopf über angeordnete Effusionsbohrungen, die in Richtung des Brennerdralls zeigen. Der Brennkammerkopf umfasst eine Abschlusswand, eine Frontplatte und ein Hitzeschild. Dies ist ein dreiwandiger Aufbau eines Brennkammerkopfes mit einem offenen Volumen zwischen der Abschluss- und der Frontplatte. Die Funktion der Abschlusswand besteht in der Strömungsführung der vom Kompressor kommenden Luft.

[0003] Das Prinzip eines prall-effusionsgekühlten Brennkammerwandelementes ist in der WO 92/16798 A1 gezeigt. Die Kühlluft strömt durch orthogonale Bohrungen in einer äußeren Wand und prallt auf eine innere Wand. Beide Wände formen ein abgeschlossenes Volumen, das die Kühlluft über angeordnete Effusionsbohrungen verlässt. Dabei wird ein Kühlfilm auf der heißen Seite der inneren Wand gebildet, der die Wand vor den heißen Verbrennungsgasen schützt. In der EP 0 971 172 B1 ist das Prinzip der prall-effusionsgekühlten Brennkammerwand um den Aspekt der Dämpfung von Brennkammerschwingungen erweitert worden. Hier bilden die Effusionsbohrungen zusammen mit dem durch die Prall- und Effusionsbohrungen beinhaltenden Wände eingeschlossenen Volumen eine Mehrzahl von untereinander verbundenen Helmholtzresonatoren. So können hochfrequente Oszillationen im Bereich um 5 KHz gedämpft werden. Der Abstand der Dämpfungslöcher untereinander und der Abstand der Wände werden variabel gestaltet, um ein breites Dämpfungsspektrum zu erzeugen.

[0004] Eldredge und Dowling haben in der Veröffentlichung von 2003 "The absorption of axial acoustic waves by a perforated liner with bias flow", J. Fluid Mech. (2003), vol. 485, pp. 307-335. Cambridge University Press, ein Model zur Beschreibung des akustischen Dämpfungseff-

fekts perforierter Wandelemente beschrieben. Aus diesem geht hervor, dass die Absorption akustischer Schwingungen durch perforierte Wandelemente bei einem einwandigen Aufbau groß ist. Wird eine zweite Wand eingeführt, so wie bei dem Prall-Effusionsaufbau, wird die Absorption maßgeblich durch die, die Prallkühlbohrungen beinhaltende Wand beeinflusst. Der Einfluss kann mit zunehmendem Abstand reduziert werden und somit der Dämpfungswirkung eines einwandigen Dämpfers angenähert werden.

[0005] Eine Möglichkeit ein vergrößertes Dämpfungsvolumen bereit zu stellen ist in der EP 0 576 717 A1 gezeigt. Hier wird an ein doppelwandiges Element ein Zusatzvolumen angeschlossen, welches zur Bildung eines Helmholtzresonatorvolumens dient. Das Resonatorvolumen wird entsprechend der auftretenden Wellen dimensioniert.

[0006] Die CA 26 27 627 zeigt ein Hitzeschild mit Rippen auf der zur Brennkammer abgewandten Seite. Die Rippen sind an einem Ende miteinander verbunden und weisen mit ihrer offenen Seite zu der inneren und äußeren Brennkammerwand. Es prallt Kühlluft zwischen die Rippen und wird mit Hilfe der Rippen zu den Brennkammerwänden geleitet. Hierdurch soll vermieden werden, dass sich die Prallkühlstrahlen zu stark gegenseitig negativ beeinflussen. Die Auswirkung der eintretenden Querströmung soll so vermieden werden.

[0007] In der US 2007/0169992 A1 ist das Problem der Vereinbarung eines großen Wandabstandes der Prall- und Effusionswand zur Gewährleistung eines großen Dämpfervolumens bei gleichzeitiger hoher Prallkühlwirkung gezeigt. Der Lösungsvorschlag sieht vor, den Abstand zwischen den beiden Wandelementen durch Leitungsröhre von der äußeren kalten Brennkammerwand gerichtet auf die heiße Brennkammerwand zu überbrücken, um so einen optimalen Prallkühlabstand unter Wahrung eines großen Dämpfervolumens zu ermöglichen.

[0008] In der DE 10 2009 032 277 A1 ist eine Vereinigung der Funktion von Kühlung und Dämpfung im Brennkammerkopf dargestellt, bei der die Luft für die Kühlung und Dämpfung vom inneren und äußeren Annulus, welcher zwischen innerer bzw. äußerer Brennkammergehäuse und Brennkammerwand liegt, dem Brennkammerkopf zugeführt wird. Die Luft wird hierbei zuerst zur Kühlung des Brennkammerkopfes und danach zur Dämpfung von Brennkammerschwingungen verwendet. Sie kreuzt hierbei den Strömungspfad der Kühlluft, ohne sich mit dieser vermischen zu können.

[0009] Die oben genannten, aus dem Stand der Technik bekannten Konzepte weisen eine Reihe von Nachteilen auf:

[0010] Konventionelle Hitzeschilder (DE 44 27 222 A1) weisen einen geringen Abstand von der Kopfplatte zum Hitzeschild auf. Dieser ist notwendig, um eine ausreichende Prallkühlwirkung zu erzielen (WO 92/16798 A1). Will man allerdings den viskosen Dämpfungseffekt einer perforierten Lochplatte ausnutzen, so ist ein großes Dämpfungsvolumen hinter dem Hitzeschild notwendig

(Eldredge und Dowling 2003). Andernfalls können nur hochfrequente Anteile der Brennkammeroszillationen, durch Anwenden des Prinzips gekoppelter Helmhotzresonatoren (EP 0 971 172 B1) gedämpft werden. Wird ein Zusatzvolumen an ein doppelwandiges Element angeschlossen (EP 0 576 717 A1) so ist dieses Volumen auf eine zu erwartende Frequenz zu trimmen, was dem Vorteil eines perforierten Wandelements als breitbandiger Dämpfer gegensätzlich ist. Da beide Wandelemente weiterhin nahe beieinander liegen, kann der negative Einfluss der äußeren Prallkühlwand nicht ausgeschlossen werden.

[0011] Zwar weisen die in den oben genannten Veröffentlichungen dargestellten angestellten Effusionsbohrungen eine hohe Filmkühleffektivität auf. Allerdings wird eine schlechtere Dämpfungswirkung als bei senkrechten Bohrungen erzielt. Man kann somit sagen, dass die Anforderungen aus der Dämpfungs- und Kühlwirkung im Konflikt stehen.

[0012] Der in der DE 44 27 222 A1 dargestellte Brennkammerkopf mit der zusätzlichen strömungsführenden Abschlussplatte hat den Nachteil, dass das Volumen zwischen Abschluss- und Frontplatte kein vom Brenner entkoppeltes, abgeschlossenes Volumen darstellt. Es kann somit der Fall auftreten, dass Druckschwankungen in diesem Volumen Auswirkungen auf die Stabilität des Brenners haben. Die Abschlussplatte ist somit nur ein die Strömung leitendes Element.

[0013] Die Konstruktion gemäß der US 2007/0169992 A1 ermöglicht zwar eine hohe Prallkühlwirkung unter Wahrung eines großen Dämpfervolumens. Allerdings ist diese Konstruktion durch die Notwendigkeit, dass jedes Prallkühlloch mit einem Rohr verbunden werden muss, sehr aufwendig und im Grunde für den Einbau in der Brennkammer mit mehreren tausend Prallkühlöchern unpraktikabel. Des Weiteren geht durch das Leitungsröhr Volumen verloren und das Gewicht wird erhöht, so dass diese Methode uneffektiv ist.

[0014] Gemäß der DE 10 2009 032 277 A1 ist die Kühlluft auf die Luftmenge begrenzt, die auch noch eine gute Dämpfung der Brennkammerschwingungen erlaubt, da beide Funktionen von derselben Luftmenge nacheinander wahrgenommen werden. Nahe einer sehr heißen Flamme ist es möglich, dass die auf optimale Dämpfung ausgelegte Luftmenge nicht mehr zur Limitierung der Wandtemperatur auf einen Bereich geeignet ist, bei dem ein langes Dienstleben des Bauteils erwartet werden kann.

[0015] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Brennkammerkopf der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zur Kühlung und Dämpfung eines Brennkammerkopfes zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit unter Vermeidung der Nachteile des Standes der Technik eine hohe Wirksamkeit aufweisen.

[0016] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination der jeweiligen unabhängigen Ansprüche gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vor-

teilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0017] Erfindungsgemäß ist der Brennkammerkopf somit in zwei voneinander unabhängige Kühlluftströmungen unterteilt. Diese werden nicht miteinander vermischt. Die eine Luftströmung dient zur Durchströmung des Brennkammerkopfvolumens, um dort eine Geräuschdämpfung vorzunehmen. Die andere Luftströmung dient ausschließlich zur Kühlung des Hitzeschildes. Durch diese erfindungsgemäße Ausgestaltung ist es möglich, beide funktionellen Aspekte unabhängig voneinander zu optimieren, nämlich sowohl die Dämpfung als auch die Kühlung.

[0018] Erfindungsgemäß ist somit für die Brennkammer einer Gasturbine vorgesehen, die Pfade von Dämpfungsluft und Kühlluft unabhängig voneinander auszuführen, wobei der Luftpfad für die Kühlung mindestens eines Hitzeschildes vom Durchgang für die Brenner durch den Brennkammerkopf aus zugeführt wird, die Hitzeschildkühlluft anfangs bezüglich der Achse der Brenner radial nach außen in Kühlkanälen zur kalten Seite der Hitzeschilder strömt, dann bezüglich der Brennkammer- oder Triebwerksachse radial nach innen und dann nach außen durch Kühlkanäle in Richtung der Brennkammerwände strömt, und diese Kühlluft beim Austritt aus den Kühlkanälen als Starterfilm für die Wandkühlung verwendet wird, in dem diese in einem geringen Winkel zur Brennkammerwand auf der heißen Seite des Brennkammerkopfes durch jeweils einen Schlitz oder Bohrungen nahe der inneren und äußeren Brennkammerwand austritt.

[0019] Die Dämpfungsluft tritt an einer geeigneten Stelle unabhängig von der Kühlluft in mindestens einen abgeschlossenen Raum des Brennkammerkopfes ein und kreuzt beim Übertritt in die Brennkammer durch mindestens eine Öffnung in mindestens einem Steg oder Stift den Kühlluftstrom, welcher entlang mindestens eines Steges oder Stiftes auf deren Außenseite strömt, ohne in Strömungskommunikation mit diesem zu stehen.

[0020] Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht es, ein wirkungsvoll hochgradig akustisch dämpfendes, ausreichend gekühltes Dämpferelement in der Kopfplatte einer Brennkammer zu integrieren. Üblicherweise benötigen auf niedrige Frequenzen optimierte Dämpfer ein großes Bauvolumen. Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht es, den in einer Brennkammer gegebenen Bauraum effektiv zu nutzen, um eine breitbandige Dämpfung gerade im niederfrequenten Bereich (Frequenzen unter 2000Hz) zu ermöglichen. Dazu wird die breitbandige Dämpfungswirkung perforierter Wände, die üblicherweise gering ausfällt, mit der eines Helmholtzresonators, dessen Wirkung groß ausfällt, verbunden. Durch die geschickte Ausnutzung des zwischen den Brennerköpfen liegenden Volumens zur Annäherung einer plenumähnlichen Anströmung für die Dämpfungslöcher kann eine besonders hohe Dämpfungswirkung erzielt werden. Dadurch kann die bereits hohe Dämpfungswirkung eines Helmholtzresonators weit überschritten werden. Das Konzept erlaubt allerdings auch die Ausführung des

Brennkammerkopfes als reinen Helmholtzresonator, oder auch einer reinen breitbandig dämpfenden perforierten Wand ohne Resonanz.

[0021] Während übliche doppelwandige Konfigurationen einen geringen Abstand der beiden Wände benötigen, um eine ausreichende Kühlwirkung zu ermöglichen, bedarf die erfindungsgemäße Lösung lediglich ein konvекtives Kühlungskonzept für die thermisch belastete Wand.

[0022] Das Konzept kombiniert somit die sich gegensätzlich verhaltenden Ansprüche der Kühlungs- und Dämpfungsauslegung mit einfachen und für den Einsatz praktikablen Mitteln. Es wird ermöglicht, in einer doppelwandigen Konstruktion ein großes Volumen zu integrieren und dennoch durch eine veränderte Zuströmung in das Volumen eine hohe Kühlwirkung zu erzielen.

[0023] Durch die Trennung der Luftpfade für Kühlung und Dämpfung kann die Luftmenge für die Kühlung so erhöht werden, dass trotz einer hohen Wärmelast in der Nähe einer heißen Flamme die Integrität des Bauteils gewährleistet werden. Durch die Trennung der Zumesung von Kühlungs- und Dämpfungsluftmenge wird hierdurch die Dämpfung der Brennkammerschwingungen nicht negativ beeinflusst. Um die Wirkung der Kühlluft zu erhöhen, wird sie nach der Verwendung als Hitzeschildkühlluft auch noch als Starterfilm für die Wandkühlung verwendet, wodurch die gesonderte Luft für einen Starterfilm eingespart werden kann.

[0024] Wegen der Möglichkeit einer intensiven Kühlung des Hitzeschildes ist die Vorrichtung nicht nur für Brennkammern mit Magerbrennern (Luftmassenstrom/Brennstoffmassenstrom am Brenner > 15), sondern auch für Brennkammern mit Diffusionsbrennern (Luftmassenstrom/Brennstoffmassenstrom am Brenner < 15) im klassischen Fett-Mager-Verbrennungskonzept geeignet.

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben:

Dabei zeigt

[0026]

Fig. 1 eine schematische Teil-Schnittansicht einer Gasturbine,

Fig. 2 eine vergrößerte Detailansicht eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Brennerkopfes,

Fig. 3a - 3d unterschiedliche Ausgestaltungsvarianten von erfindungsgemäßen Elementen zur Verstärkung des Wärmeübergangs,

Fig. 4a - 4d perspektivische vereinfachte Teilansichten der Durchströmung des Kühlluftkanals durch die einen Wärmeübergang verstärkenden Elemente,

Fig. 5 eine vergrößerte Detailansicht einer Ausformung der Hitzeschildlippe,

Fig. 6 eine Schnittansicht von Ausströmöffnungen / Dämpfungsöffnungen,

Fig. 7 unterschiedliche Ausgestaltungsvarianten der Querschnitte der Ausströmöffnungen / Dämpfungsöffnungen,

Fig. 8 eine Detail-Schnittansicht, analog Fig. 2, eines abgewandelten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Brennkammerkopfes mit Umströmung der Brennerdichtung und Verbindungsöffnungen zwischen Strömungskanal und Volumen,

Fig. 9 eine Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels, analog den Fig. 2 und 8, des Brennkammerkopfes mit nur einer Dämpfungsöffnung / Ausströmöffnung,

Fig. 10 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Hitzeschildes, wie in Fig. 9 dargestellt, in perspektivischer Ansicht und Frontansicht,

Fig. 11 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Brennkammerkopfes, welcher aus mehreren Segmenten / Brennern aufgebaut ist,

Fig. 12 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennkammerkopfes mit mehreren Dämpfungsöffnungen / Ausströmöffnungen,

Fig. 13 eine Ansicht, analog Fig. 10, des in Fig. 12 gezeigten Ausführungsbeispiels, und

Fig. 14 eine perspektivische Schnittansicht eines eingeschlossenen Brennkammerkopfvolumen-Segmentes mit mehreren Dämpfungsöffnungen / Ausströmöffnungen.

[0027] Bei der Beschreibung der Ausführungsbeispiele werden gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0028] Erfindungsgemäß ist somit ein Brennkammerkopf 5 in Figur 1 in einer Brennkammer 7 eines Triebwerks vorgesehen. Der Brennkammerkopf besteht aus einer der Heißgas zugewandten perforierten Wand 14 (siehe Figur 2) und einer das Volumen 15 abschließenden Berandung 13. Es ist mindestens ein abgeschlossenes Volumen 15 ausgebildet. Als Schutz der perforierten Wand 14 vor Heißgas dienen zur Brennkammer gewand-

te Hitzeschilder 20. Diese Hitzeschilder werden mit wärmeübergangsverstärkenden Elementen ausgeführt. Erfindungsgemäß verbinden die wärmeübergangsverstärkenden Elemente 21 die Hitzeschilder 20 mit der perforierten Wand 14. Diese Elemente weisen Bohrungen 17 auf, welche das Dämpfervolumen 15 mit der Brennkammer verbinden.

[0029] Die zur Kühlung des Hitzeschildes am Brennkammerkopf notwendige Luft gelangt in diese über brennerseitige Zugänge 16. Die Luft wird hierbei entlang eines Strömungskanals um die Halterung einer Brennerdichtung 28 geführt. Wie in Figur 2 dargestellt wird die Luft hierbei mehrmals umgelenkt, bevor sie in den Strömungskanal 29 eintritt, welche durch die Hitzeschilder 20 und die perforierte Wand 14 und die wärmeübergangsverstärkenden Elemente 21 gebildet wird.

[0030] In Figur 8 ist eine alternative Zuführung der Hitzeschildkühlluft aus der Ausnehmung zur Aufnahme der Brennerdichtung 28 heraus dargestellt. In dem Kühlkanal 29 wird sich eine Strömung erhöhter Geschwindigkeit ausbilden (siehe Figur 4a). Sie nimmt Wärme über Wärmeübergangsverstärker 21 auf und führt somit zur Kühlung des Bauteils.

[0031] Die Strömung verläuft zunächst parallel zur Wand 20 und wird bezüglich der Brennkammer- bzw. Triebwerksachse radial nach innen bzw. außen in Richtung der inneren bzw. äußeren Brennkammerwand geführt. Am Ende des Kanals befinden sich Öffnungen 25, die die Luft aus dem Kanal zur Brennkammer führen.

[0032] Die erfindungsgemäße Ausführung gemäß Figur 2 weist keine Verbindungsöffnungen zwischen dem Strömungskanal 29 und dem Volumen 15 auf. Die zum Spülen des Volumens notwendige Luft wird hierbei über Öffnungen 32 in der abschließenden Berandung 13 erreicht. Die Position der Öffnungen ist dabei beliebig, sie können brennerseitig oder verdichterseitig angeordnet sein. Die axiale Länge dieser Zuströmöffnung zum Dämpfungsvolumen kann zwischen wenigen Millimetern und mehreren Zentimetern zur Optimierung der individuellen Dämpfungswirkung variiert werden (vgl. hierzu auch Figur 2 und 8). Wichtig ist, dass die Luft aus der Hauptströmung direkt in das Volumen geführt wird, ohne sich vorher mit der Kühlungsluft für die Hitzeschilder zu vermischen. Auf diese Weise werden die beiden Luftmengen voneinander getrennt gehalten. Die Luft aus dem Volumen gelangt über die Öffnungen 17 in die Brennkammer, welche durch die wärmeübergangsverstärkenden Elemente führen. Hierbei kreuzen sich die Luftströme durch die Öffnungen 17 und des Strömungskanals 29 ohne sich miteinander zu vermischen. Eine ähnliche Ausführung ist in Figur 12 dargestellt. Die Kühlungsluft ist hierbei als durchgezogener Pfeil dargestellt, die Dämpfungsluft als gestrichelter und der Starterfilm als punktierter Pfeil.

[0033] Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführung kann der Strömungskanal 29 mit dem Volumen 15 über Öffnungen 31 verbunden werden (siehe Figur 8). Diese erlauben das Spülen des Volumens mit Luft aus

dem Strömungskanal. Die Luft kann dann im Anschluss über die Öffnungen 17, welche durch die wärmeübergangsverstärkenden Elemente führen, in die Brennkammer gelangen. Hierbei kreuzen sich beide Luftströme ohne sich miteinander zu vermischen.

[0034] Durch das Verhältnis der Größe der Öffnungen 31 und 25 lässt sich der Anteil der Luftmengen einstellen.

[0035] Es kann auch eine Kombination der beiden oben beschriebenen Varianten verwendet werden.

[0036] Wahlweise können die Hitzeschilder weitere Öffnungen enthalten, die den Strömungskanal mit der Brennkammer verbinden. Diese Öffnungen können unter einem Winkel von 10-90° zur Oberfläche angeordnet sein und zur Filmkühlung der Hitzeschilder dienen.

[0037] Das Volumen 15 wird vorzugsweise so dimensioniert, dass für die Austrittsbohrungen eine plenumnahe Anströmung gewährleistet wird. Dies tritt für den Fall ein, dass die Anströmung der Austrittsbohrungen nicht mehr durch die Zuluft beeinflusst wird. Es kann ein Abstand von minimal 2mm bis im Wesentlichen der Länge des Brennerkopfes gewählt werden. Wird der Abstand der Berandung 13 und der Wand 14 in Abhängigkeit einer zu erwartenden Frequenz gewählt, wirkt das Volumen als ein Resonator. Das Volumen kann als ein über den Umfang durchgehendes Volumen gestaltet werden. Das Volumen kann durch Trennwände sowohl in Umfangsrichtung als auch in radialer Richtung oder axialer Richtung segmentiert werden. Im Falle eines segmentierten Volumens können die Volumina wahlweise gleich oder wahlweise unterschiedlich groß dimensioniert werden.

[0038] Die Dämpfungsöffnungen 17 müssen nicht bündig mit der dem Dämpfungsvolumen 15 zugewandten Seite 14 abschließen. Sie können aus der Wand 14 in das Volumen 15 hineinragen (siehe Figur 12). Somit kann die Länge der Dämpfungsöffnungen in Abhängigkeit der Resonanzfrequenzen eingestellt werden. Das Verhältnis aus Querschnittsfläche der Öffnung 17 und der Länge der Öffnung 17 kann in Abhängigkeit einer Frequenz gewählt werden. Die Anzahl der Öffnungen pro Brennersektor kann von 1 bis 1000 variieren. Eine erfindungsgemäße Ausführung mit nur einer Dämpfungsöffnung ist in Figur 9 und 10 dargestellt. Wahlweise können bei dieser Anordnung auch wärmeübergangsverstärkende Elemente 21 (siehe Figur 9) verwendet werden.

[0039] Alternativ können einzelne oder auch Gruppen von Austrittslöchern 17 durch einzelne wärmeübergangsverstärkende Elemente 21 führen. Die Elemente können beliebig angeordnet sein. Der Querschnitt der Elemente kann beliebig geformt sein. Die Funktion kann hierdurch weiter optimiert werden. Beispielhaft dargestellt sind in Figur 3d und 4d ein aerodynamisches Profil und in Figur 3e und 4e ein Kreisprofil. Rechteckige, rauhenförmige, hexagonale, elliptische, prismenförmige Profile sind ebenfalls denkbar. Auch eine Kombination der o.g. Profile kann verwendet werden genauso wie Profile, die aus der Überschneidung von Kreissegmenten gebildet sind. Es können wahlweise alle oder Teile der wärmeübergangsverstärkenden Elemente mit Damp-

fungsöffnungen ausgeführt werden.

[0040] Aufgrund der Massenverhältnisse wird die gesamte Brennkammer vorzugsweise über den Brennkammerkopf mit einer stiftförmigen Aufhängung 38 an das Brennkammergehäuse 8 oder 9 angebunden. Die Konstruktion des Brennkammerkopfes kann wahlweise einteilig als integrales Bauteil, oder wahlweise mehrteilig aus mehreren Segmenten (siehe Figur 11, hier beispielhaft 18 Stück) ausgeführt werden. Die Brennkammerwände 18 können mit dem Brennkammerkopf 5 über Befestigungselemente 23 verbunden werden. Andere Anbindungen der Brennkammer an das/die Brennkammergehäuse sind gemäß dem Stand der Technik möglich. Bei mehrteiliger Ausführung des Hitzeschildes können die Zwischenspalte mit Dichtstreifen (gemäß Stand der Technik für Turbinenluftleitschaufeln) abgedichtet werden.

[0041] Durch Einstellen eines Spaltes 25 zwischen den Brennkammerwänden 18 und den Hitzeschildern (siehe Figur 2), kann ein anfänglicher Kühlfilm auf der Brennkammerwand 18 platziert werden. Alternativ können in den Hitzeschildern 20 in Richtung der Brennkammerwand angestellte Austrittöffnungen (25 in Figur 9 und 12) integriert werden, die die Bildung eines ersten Kühlfilms unterstützen (senkündär, gemäß 37) oder ersetzen. In Figur 12 wird ein primärer, frischer Kühlfilm durch Eintrittsöffnungen 34 entlang der Anbindungsarme 41 der Hitzeschilder und / oder aus der Brennkammerwand 35 gebildet. Damit sich die Kühlluft für den primären und sekundären Starterfilm nicht vorzeitig (vor Austritt in die Brennkammer) vermischen sind erfindungsgemäß eine oder mehrere Dichtlippen 40 integriert. Sie dienen gleichzeitig der axialen Positionierung der Hitzeschilder 20.

[0042] Die Brennkammerwand kann alternativ auch zweiwandig ausgeführt werden, bestehend aus einer der Heißgas zugewandten inneren Wand 33 und einer der kalten Außenumströmung zugewandten Seite 18. Die äußere und innere Brennkammerwand kann wahlweise perforiert sein. Das zwischen der äußeren und inneren Brennkammerwand geförmte Volumen kann durch einen oder mehrere Strömungskanäle mit der Luft aus den Hitzeschildern miteinander verbunden werden.

[0043] Ein oder mehrere Hitzeschilder 20 können wahlweise integral mit dem Brennkammerkopf 5 ausgestaltet werden oder über eine reib-, form- oder stoffschlüssige Verbindung mit dem Brennkammerkopf verbunden werden. In den Figuren 2 und 8 ist wahlweise eine stoffschlüssige (z.B. Schweißen, Löten) oder eine reibschlüssige (Schrauben-) Verbindung über die die Brenner umgebende Berandung vorgesehen. Alternativ lassen sich die Hitzeschilder auch über Stege und Muttern mit dem Brennkammerkopf gemäß dem Stand der Technik axial verbinden. Erfindungsgemäß vorteilhaft ist die dargestellte Ausführung in den Figuren 9 und 12, bei der die Hitzeschilder über flexible Anbindungsarme 41 mit den Brennkammerwänden und dem Brennkammerkopf durch die Verbindungselemente 23 radial befestigt werden. Die thermo-mechanischen Belastungen auf die

Anbindungsarme 41 werden durch die Flexibilität aus den Schlitzen 39 reduziert. Die Schlitze 39 dienen gleichzeitig der Kühlung der Befestigungselemente 23 und versorgen den primären Starterfilm 36 mit frischer Kühlluft.

[0044] Weitere Formen der wärmeübergangsverstärkenden Elemente sind in der Figur 4b dargestellt. So können Rippen, Zylinder, oder Einbuchtungen auf den Hitzeschild appliziert werden. Die Elemente können wahlweise auf dem Hitzeschild 20 oder der perforierten Wand 19 appliziert werden.

[0045] Die zur Brennkammer gerichtete Öffnung 25 des Strömungskanals 29 kann mit einer strömungsführenden Hitzeschildlippe 30 ausgeführt werden (Figur 5). Die Hitzeschildlippe kann in Umfangsrichtung angestellte Rippen auf der zum Strömungskanal 29 gerichteten Seite enthalten.

Bezugszeichenliste:

20 **[0046]**

- | | |
|----|--|
| 1 | Frontgebläse / Fan |
| 2 | Verdichter |
| 25 | 3 Nebenstrom |
| | 4 Verdichterleitrad |
| 30 | 5 Brennkammerkopf |
| | 6 Brenner mit Arm und Kopf |
| | 7 Brennkammer |
| 35 | 8 Äußeres Brennkammergehäuse |
| | 9 Inneres Brennkammergehäuse |
| 40 | 10 Turbinenleitrad |
| | 11 Turbine |
| | 12 Antriebswelle (Maschinenachse) |
| 45 | 13 dem Verdichter zugewandte Wandung (Berandung) des Brennkammerkopfvolumens |
| | 14 der Turbine zugewandte Wandung (Berandung) des Brennkammerkopfvolumens (bestehend aus 19, 20, 21, 22, 29) |
| 50 | 15 Eingeschlossenes Brennkammerkopfvolumen |
| | 16 Kühlluft Eintrittsöffnung |
| 55 | 17 Dämpfungsöffnung / Ausströmöffnung |

18	äußere Brennkammerwand		Wesentlichen ringförmigen äußeren Brennkammerwand (18) sowie mit einer im Wesentlichen ringförmigen inneren Brennkammerwand (42) und mit mehreren um den Umfang verteilt angeordneten Brennern (6), wobei der Brennkammerkopf (5) eine einströmseitige Wandung (13) aufweist, welche mit einer der Brennkammer (7) zugewandten Wandung (14) ein Brennkammerkopfvolumen (15) bildet, wobei die einströmseitige Wandung (13) mit zumindest einer Einströmöffnung (32) versehen ist, wobei die der Brennkammer (7) zugewandte Wandung (14) mit zumindest einer Ausströmöffnung (17) zur Verbindung des Brennkammerkopfvolumens (15) mit der Brennkammer (7) versehen ist und wobei in der der Brennkammer (7) zugewandten Wandung (14) zumindest ein Kühlluftkanal (29) ausgebildet ist.
19	Trennwand Dämpfungsvolumen Kühlkanal		
20	Trennwand Kühlkanal Brennkammer (Hitzeschild)	5	
21	Wärmeübergangsverstärkendes Element (Steg) zwischen 19 und 20		
22	Dämpfungsöffnung in Steg 21	10	
23	Befestigungselement		
24	Wandkühlung		
25	Austrittsöffnung (zu Starterfilm)	15	
26	Öffnung in Brennkammerkopf 5 für Brenner 6		2. Brennkammerkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Kühlfluteintrittsöffnung (16) in den Kühlluftkanal (29) im Bereich der Durchführung eines Brenners (6) ausgebildet ist.
27	Achse von Brenner 6	20	
28	Dichtung zwischen Brennkammerkopf 5 und Brenner 6		3. Brennkammerkopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Kühlluftaustrittsöffnung (25) aus dem Kühlluftkanal (29) am radial, bezogen auf die Brennerachse (27), äußeren Bereich der Wandung (14) ausgebildet ist, durch welche die Kühlluft als Starterfilm der äußeren (18) oder inneren Brennkammerwand (42) zuführbar ist.
29	Kühlluftkanal	25	
30	Hitzeschildlippe		
31	Verbindungsöffnungen		
32	Öffnungen zur Spülung des Volumens / Einströmöffnung	30	
33	innerer Brennkammerwand (Schindeln)	35	4. Brennkammerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die der Brennkammer (7) zugewandten Wandungen (14) mittels Trennwänden (19, 20) doppelwandig ausgebildet ist.
34	Eintrittsöffnungen für primären Starterfilm		5. Brennkammerkopf nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Trennwänden (19, 20) stegartige Elemente (21) in dem Kühlluftkanal (29) angeordnet sind, welche mit den Ausströmöffnungen (17) versehen sind.
35	zusätzliche Eintrittsöffnungen für primären Starterfilm	40	
36	Primärer Starterfilm		6. Brennkammerkopf nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die stegartigen Elemente zur Steigerung des Wärmeübergangs von der Kühlluft strukturiert ausgebildet sind.
37	Sekundärer Starterfilm		
38	Stiftförmige Brennkammeraufhängung	45	
39	Schlitze		
40	Dichtlippe	50	7. Brennkammerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausströmöffnung (17) als Dämpfungsöffnung ausgebildet ist.
41	flexible Anbindungsarme		
42	innere Brennkammerwand	55	8. Brennkammerkopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausströmöffnung (17) mit einem über ihre Länge nicht-konstanten Querschnitt ausgebildet ist.
Patentansprüche			
1.	Brennkammerkopf einer Gasturbine mit einer im		9. Brennkammerkopf nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Aus-

strömöffnung (17) mit einem im Querschnitt nicht-kreisförmigen Querschnitt versehen ist.

10. Brennkammerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennkammerkopf (5) aus einzelnen, um den Umfang aneinander angrenzende Segmenten aufgebaut ist. 5
11. Brennkammerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Brennkammerkopf für jeden Brenner mindestens ein Volumen (15) vorhanden ist. 10
12. Brennkammerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung zwischen Brennkammerkopf (5) und Brennkammerwand geschraubt, geschweißt, genietet oder gelötet ausgeführt ist. 15
13. Verfahren zur Kühlung und Dämpfung eines Brennkammerkopfes (5) einer Gasturbine, bei welchem Dämpfungsluft durch ein in dem Brennkammerkopf (5) ausgebildetes Brennkammerkopfvolumen (15) durchgeleitet und der Brennkammer (7) zugeführt wird und bei welchem Kühlluft durch zumindest einen Kühlluftkanal (29) in einer der Brennkammer (7) zugewandten Wandung (14) geleitet wird, wobei die Luftströmungen der Dämpfungsluft und der Kühlluft unabhängig voneinander geführt werden. 20
25
30
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsluft im Wesentlichen axial zu einer Maschinenachse (12) der Gasturbine geführt wird, während die Kühlluft im Wesentlichen radial ausgehend von einer Mittelachse (27) eines Brenners (6) geleitet wird. 35
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlluft nach dem Austritt aus dem Kühlluftkanal (29) einer Brennkammerwand (18) als Starterfilm zugeführt wird. 40
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **gekennzeichnet durch** die Verwendung eines Brennkammerkopfes nach einem der Ansprüche 1 bis 12. 45

50

55

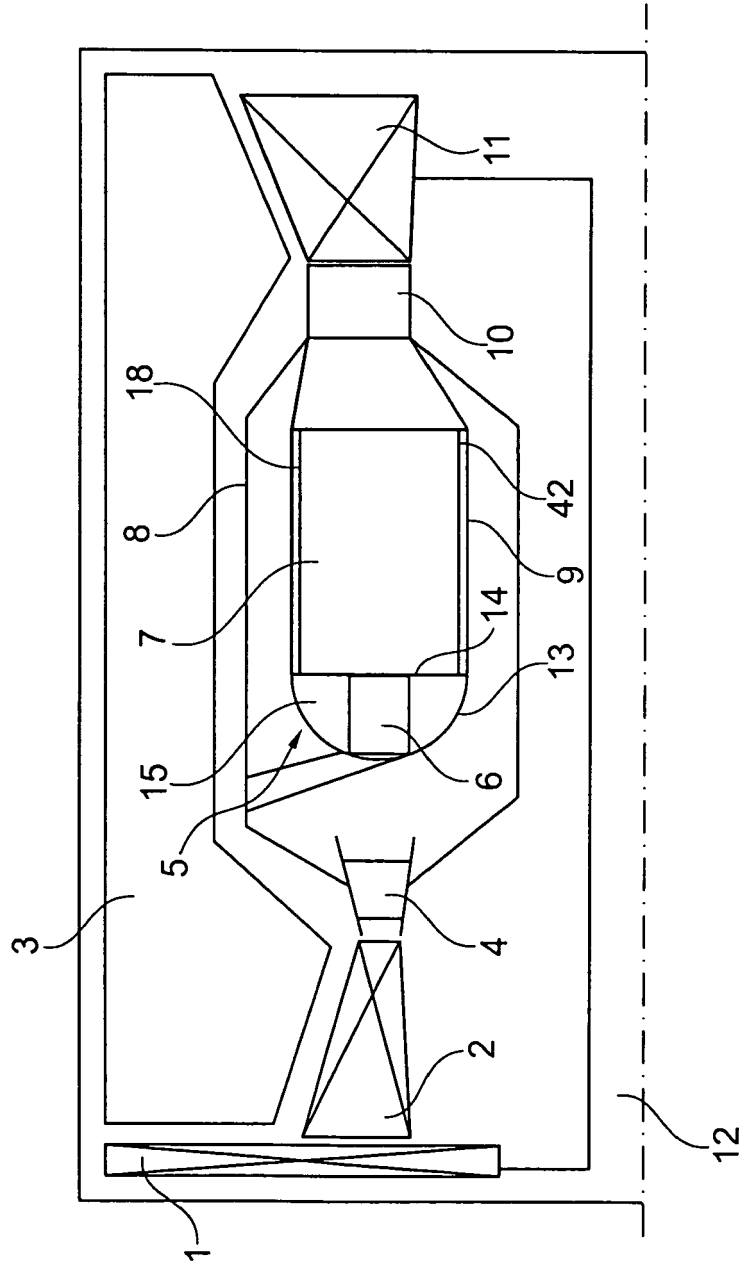


Fig. 1

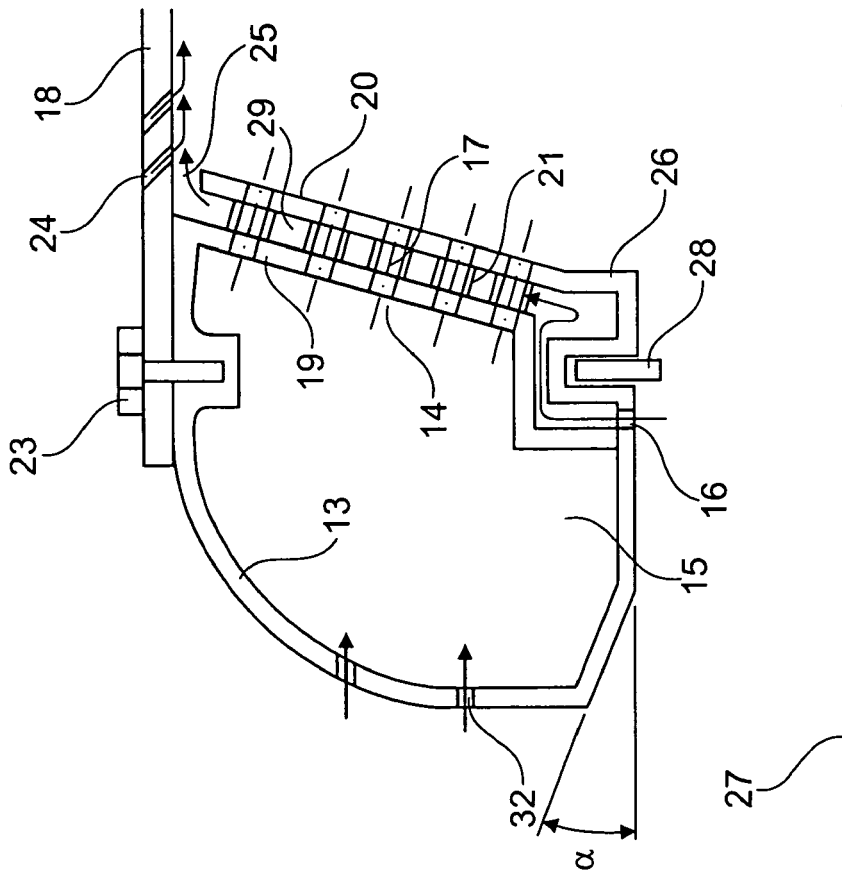
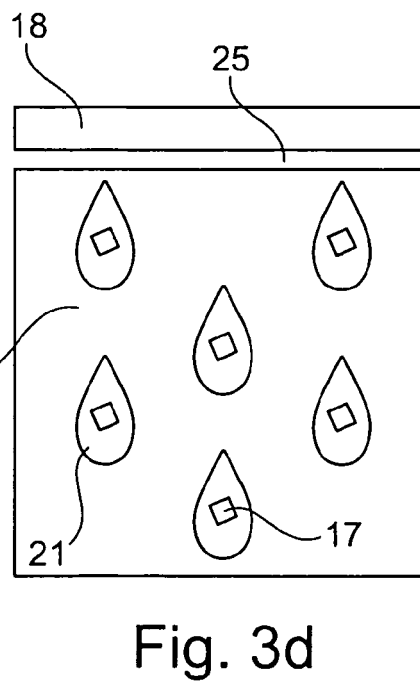
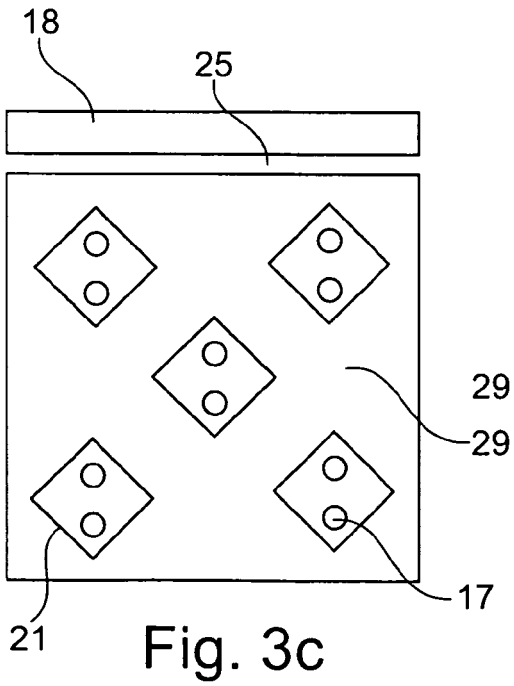
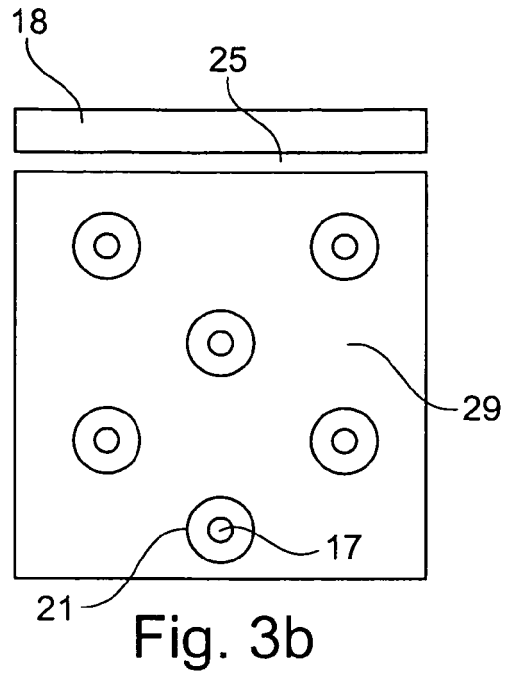
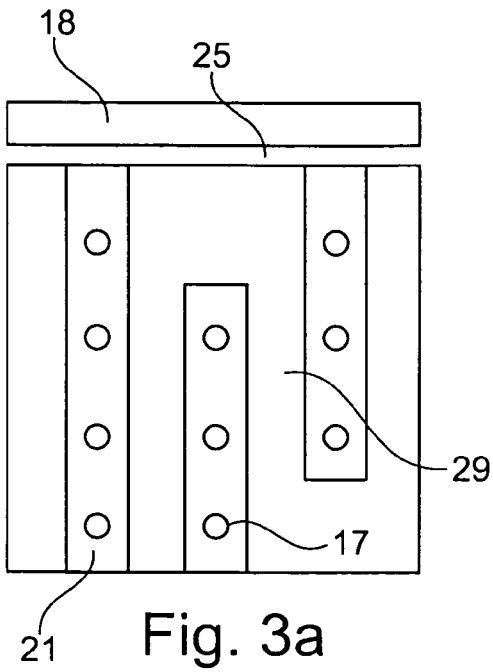


Fig. 2



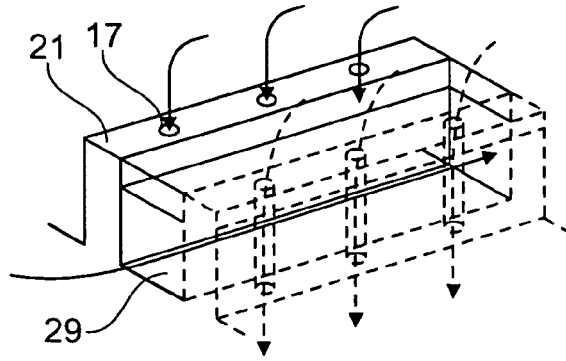


Fig. 4a

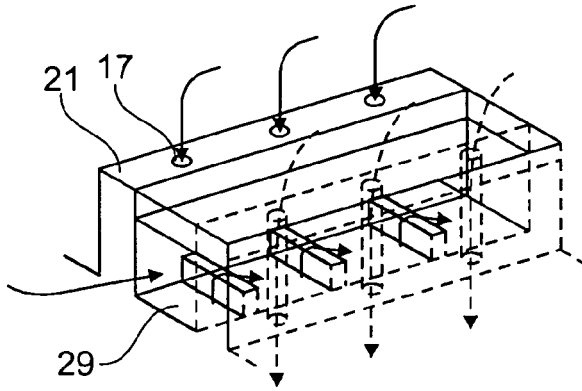


Fig. 4b

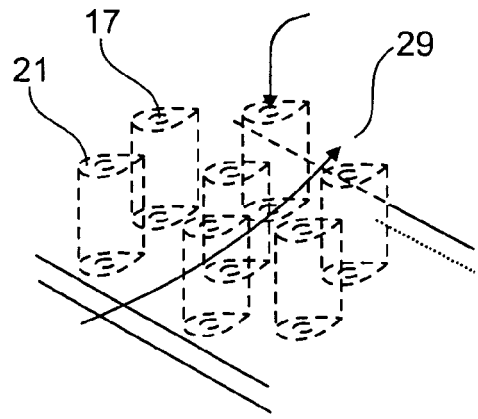


Fig. 4c

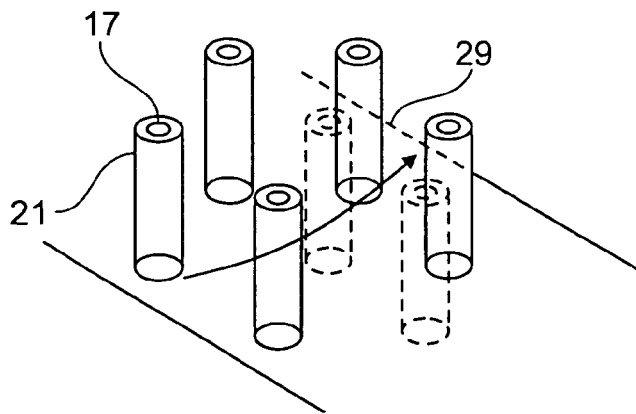


Fig. 4d

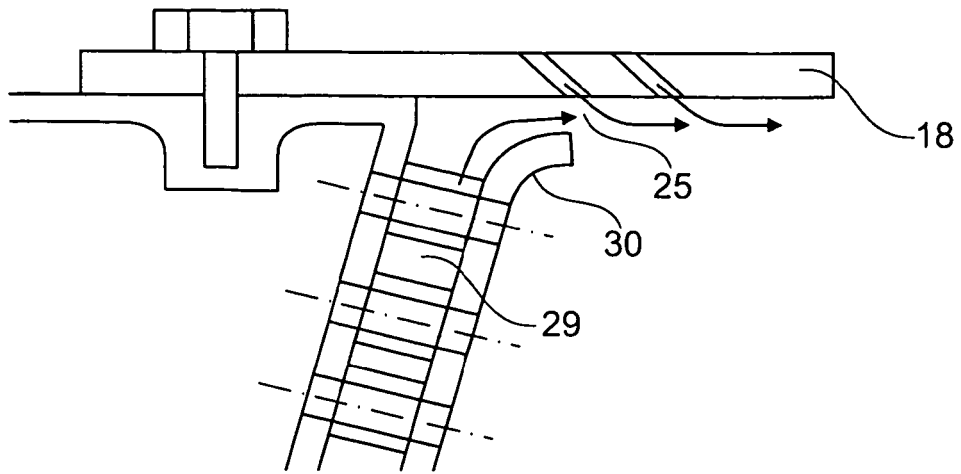


Fig. 5

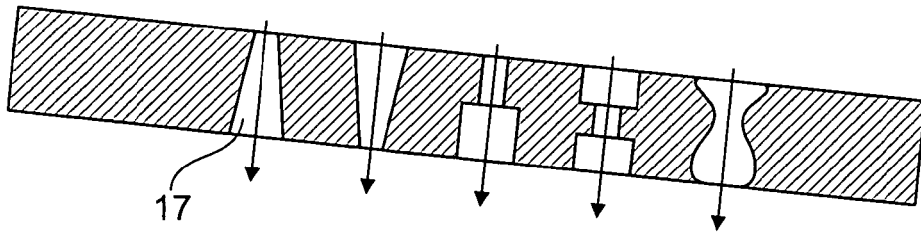


Fig. 6

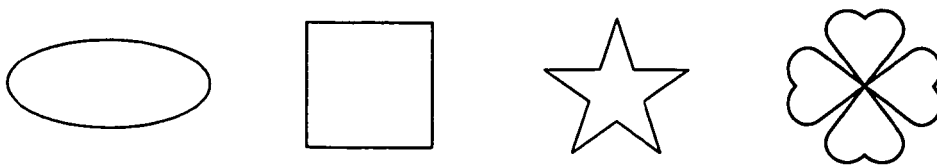


Fig. 7

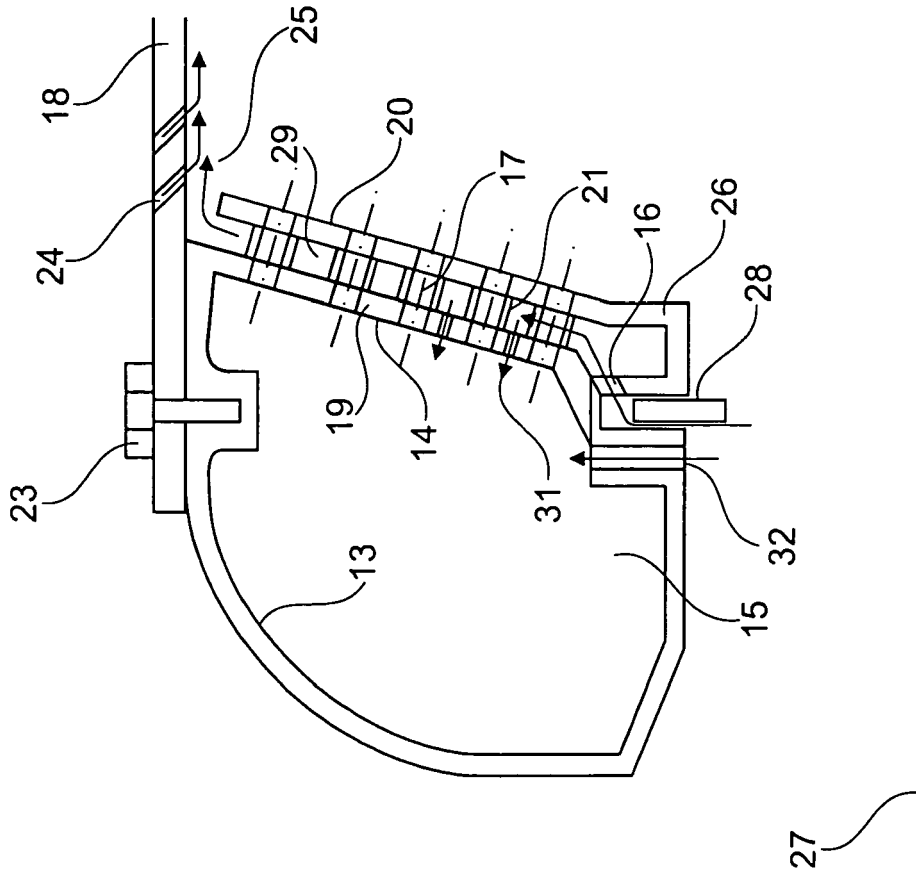


Fig. 8

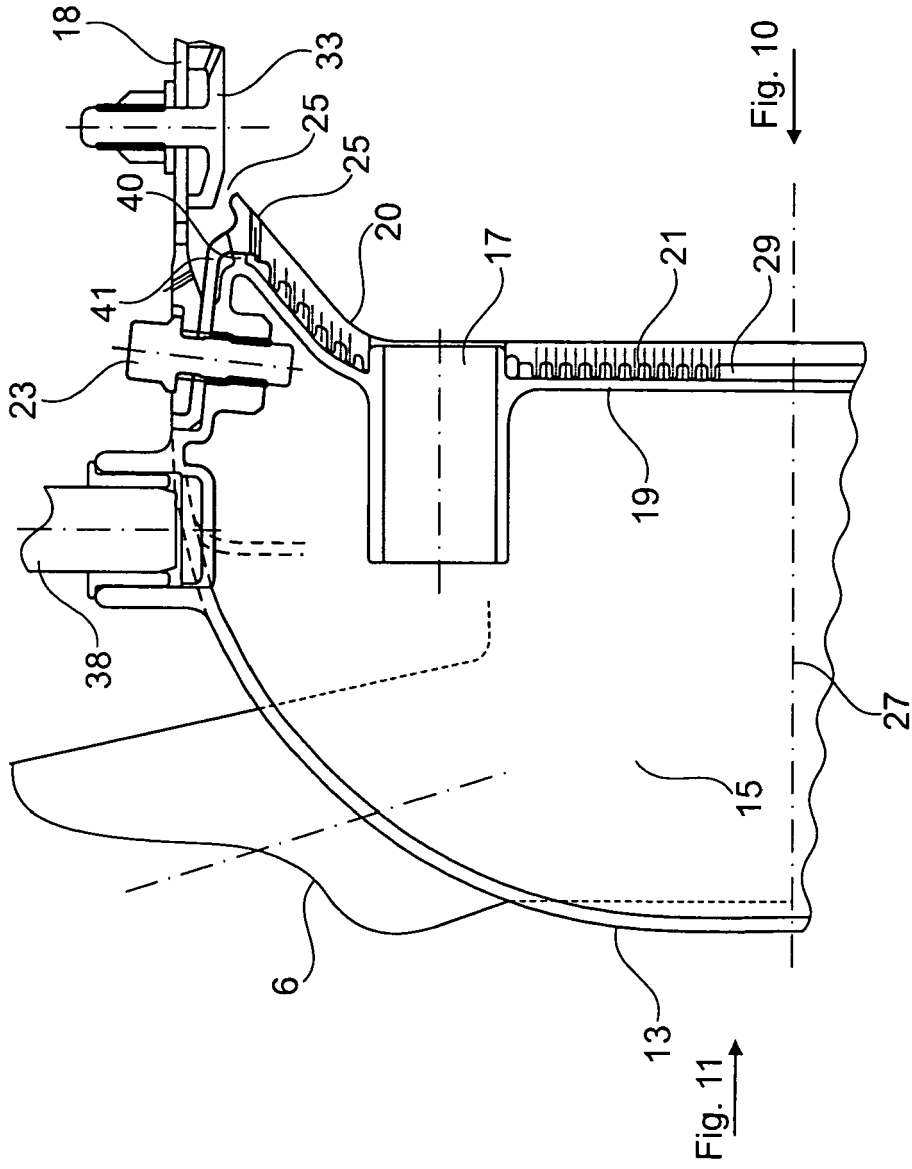


Fig. 9

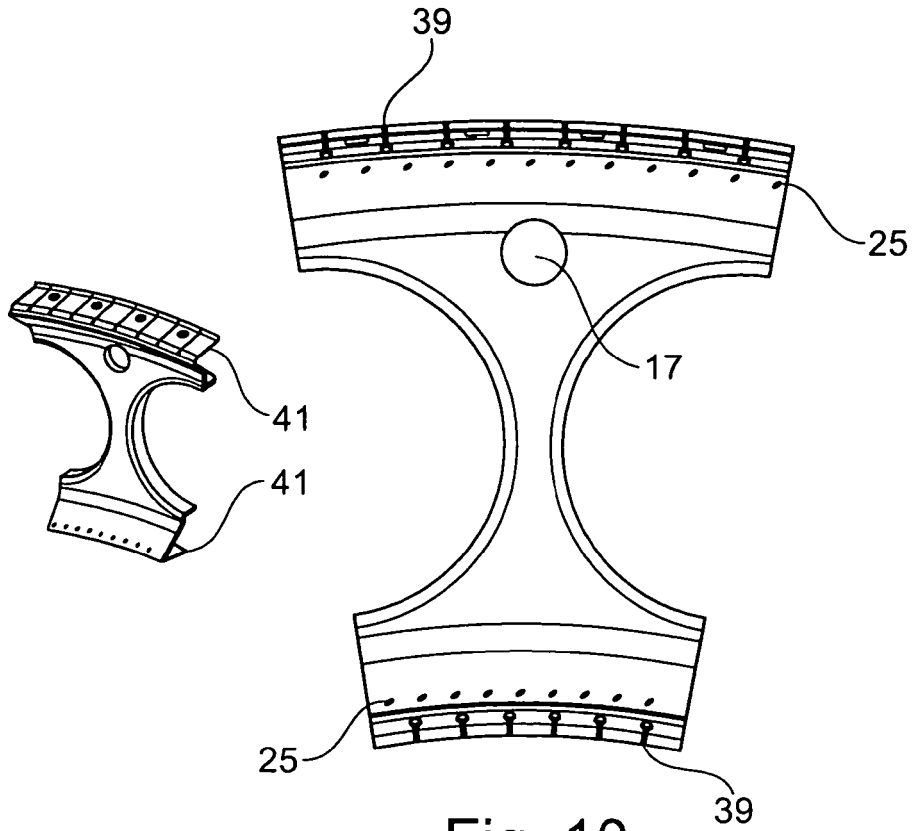


Fig. 10

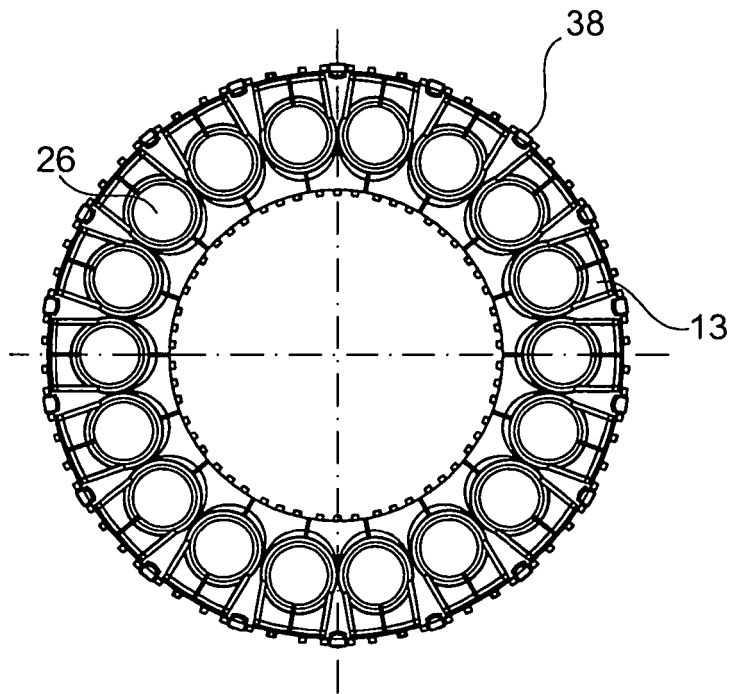


Fig. 11

- Hitzeschild Kühlluft - startet zentral vom Brenner aus
- Starterfilm - durch Schlitze in Hitzeschildlaschen
- - - -→ Dämpfungsluft -getrennt vom Kühlluftstrom

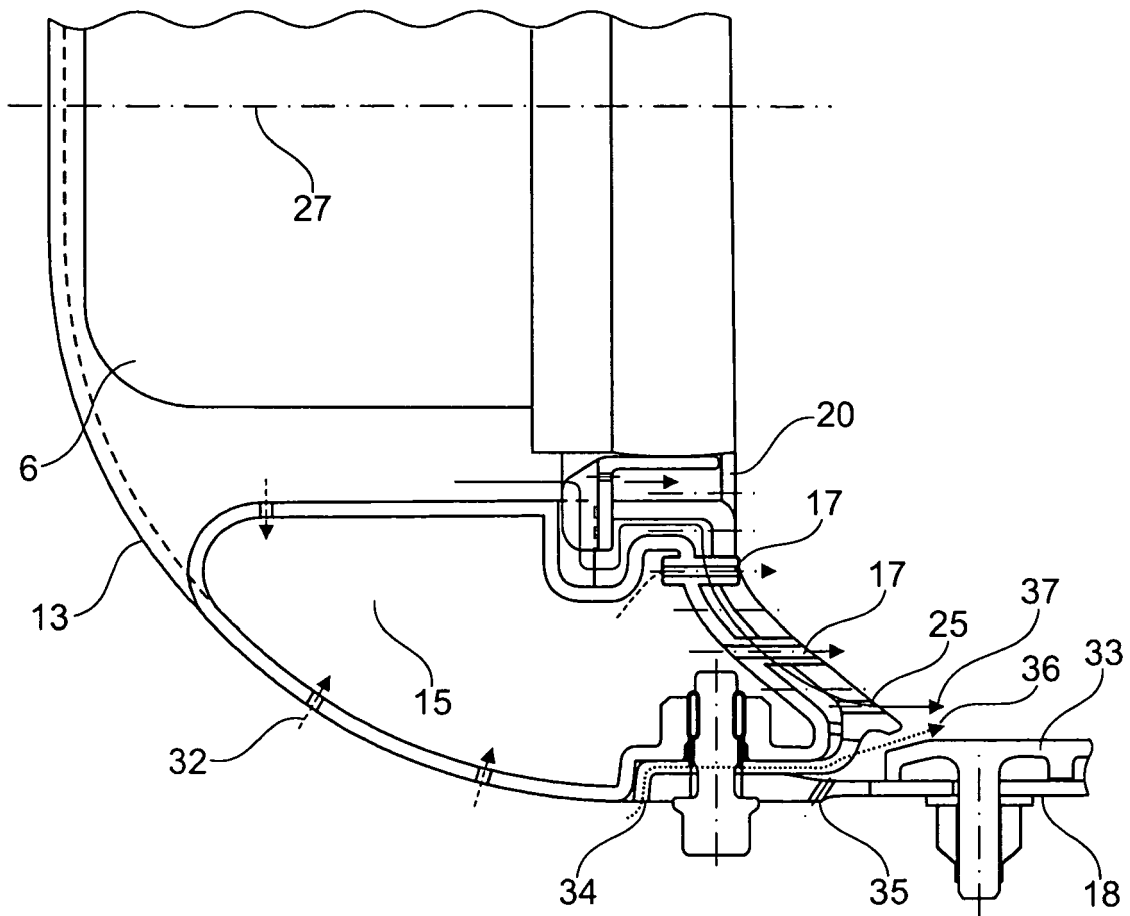


Fig. 12

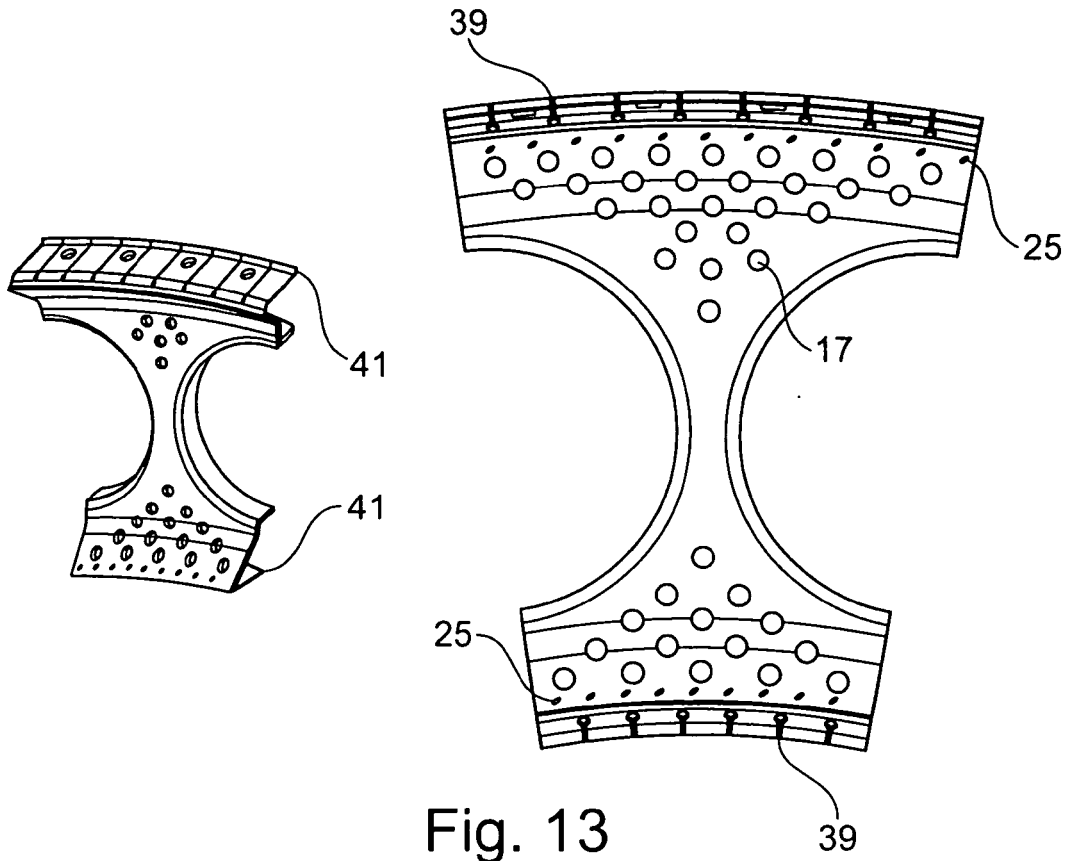


Fig. 13

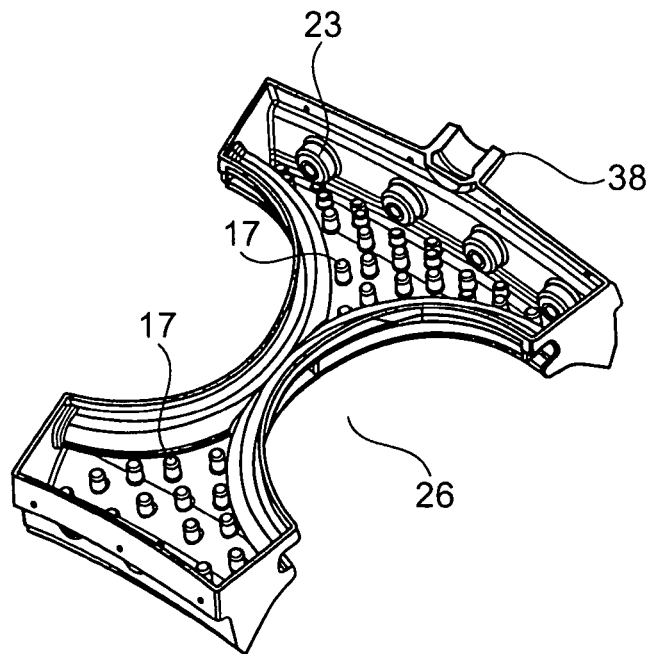


Fig. 14



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 00 6812

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D Y	EP 2 273 196 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 12. Januar 2011 (2011-01-12) * Absätze [0016], [0019] - Absatz [0037]; Anspruch 11; Abbildungen 1-5 *	1-7, 10-16 8,9	INV. F23M99/00 F23R3/10
Y	EP 1 865 259 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 12. Dezember 2007 (2007-12-12) * Absätze [0009], [0013], [0014], [0034]; Abbildungen 5, 6 *	8,9	
X	US 4 686 823 A (COBURN ROBERT E [US] ET AL) 18. August 1987 (1987-08-18) * Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 4, Zeile 52; Abbildung 2 *	1-4	
A	EP 0 724 119 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 31. Juli 1996 (1996-07-31) * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 7 * * Spalte 3, Zeile 53 - Zeile 58 * * Spalte 5, Zeile 35 - Zeile 50; Abbildungen 1-6 *	1,3,4, 10,12	
A	EP 1 666 795 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 7. Juni 2006 (2006-06-07) * Absätze [0008], [0051], [0052], [0053]; Abbildung 4 *	13-16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23M F23R
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 25. Januar 2012	Prüfer Harder, Sebastian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 00 6812

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

25-01-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2273196	A2	12-01-2011	DE 102009032277 A1	20-01-2011
			EP 2273196 A2	12-01-2011
			US 2011005233 A1	13-01-2011

EP 1865259	A2	12-12-2007	DE 102006026969 A1	13-12-2007
			EP 1865259 A2	12-12-2007
			US 2007283700 A1	13-12-2007

US 4686823	A	18-08-1987	CA 1257972 A1	01-08-1989
			DE 3775103 D1	23-01-1992
			EP 0244342 A2	04-11-1987
			JP 2889985 B2	10-05-1999
			JP 62272018 A	26-11-1987
			US 4686823 A	18-08-1987

EP 0724119	A2	31-07-1996	DE 69632214 D1	27-05-2004
			DE 69632214 T2	29-09-2005
			EP 0724119 A2	31-07-1996
			US 5623827 A	29-04-1997

EP 1666795	A1	07-06-2006	EP 1666795 A1	07-06-2006
			US 2006207259 A1	21-09-2006

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

- DE 4427222 A1 [0002] [0010] [0012]
- WO 9216798 A1 [0003] [0010]
- EP 0971172 B1 [0003] [0010]
- EP 0576717 A1 [0005] [0010]
- CA 2627627 [0006]
- US 20070169992 A1 [0007] [0013]
- DE 102009032277 A1 [0008] [0014]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- The absorption of axial acoustic waves by a perforated liner with bias flow. J. Fluid Mech. Cambridge University Press, 2003, vol. 485, 307-335 [0004]