



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

697 960 B1

(51) Int. Cl.: F23R 3/04 (2006.01)
F02C 7/12 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01574/08

(22) Anmeldedatum: 03.10.2008

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.04.2009

(30) Priorität: 11.10.2007 US 11/907,332

(24) Patent erteilt: 14.02.2014

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.02.2014

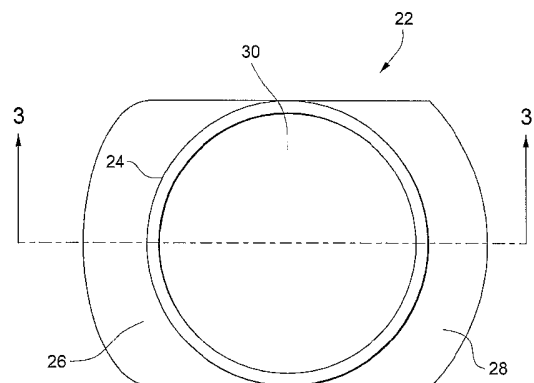
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Russell P. Deforest,
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)
Abhijit Som, Greer, South Carolian 29650 (US)
Jonathan D. Berry,
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)

(74) Vertreter:
Kasche & Partner AG, Resirain 1
8125 Zollikerberg (CH)

(54) **Gasturbinenbauteil.**

(57) Ein rohr- oder ringförmiges heissgasbeaufschlagtes Gasturbinenbauteil (10), z. B. die Brennkammerwand (10) einer Gasturbine, mit einer rohr- oder ringförmigen Wand mit mindestens einer darin am Umfang angeordneten Reihe von Luftmischöffnungen (16), die zur Luftzuführung in einer radialen Richtung befähigt sind, wobei an mindestens einer oder mehreren der Luftmischöffnungen eine Kausche (22) befestigt ist, die mindestens einen im Wesentlichen kreisförmigen, eine mittige Öffnung umfassenden Körper und einen Schild (26, 28) besitzt, der sich von einem Innenende der Kausche mindestens stromauf und stromab zur in Bezug auf die Wand axialen Strömungsrichtung des Gasturbinenbauteils erstreckt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein rohr- oder ringförmiges, heissgasbeaufschlagtes Gasturbinenbauteil, z.B. eine Brennkammerwand mit peripheren Luftlöchern, die zur Luftzuführung in einer radialen Richtung befähigt sind.

[0002] Das Brennkammergehäuse von Gasturbinensystemen hat einen Einsatz, der auch als Brennkammerwand bezeichnet wird und im typischen Fall eine rohrförmige oder ringförmige Konfiguration mit einem geschlossenen und einem entgegengesetzten offenen Ende besitzt. Der Brennstoff wird normalerweise bei oder nahe dem geschlossenen Ende über eine oder mehrere Brennstoffdüsen in den Brennkammereinsatz eingeführt, wobei Verbrennungsluft durch peripher angeordnete Reihen von Luftmischöffnungen zugeführt wird, die längs des Einsatzes axial voneinander beabstandet angeordnet sind. Diese Brennkammerwände oder Brennkammereinsätze von Gasturbinen arbeiten im Allgemeinen bei extrem hohen Temperaturen, die wesentlich von der zur Kühlung eingeführten Verbrennungsluft aus einem entsprechenden Verdichter abhängig sind.

[0003] Rissbildungen um die Luftmischöffnungen eines Brennkammereinsatzes sind beim Betrieb in Gasturbinen ein oft die Gebrauchsdauer begrenzender Faktor. Hierzu trägt bei, dass als primäre Brennstoffquelle für bestimmte Gasturbinenmotoren hochgradig reaktionsfähige Brennstoffe verwendet werden. Solche Brennstoffe neigen dazu, die Flamme im Brennkammereinsatz nach vorne zu ziehen und die Flamme sowohl vor (aufstromseitig) und hinter (abstromseitig) den Luftmischöffnungen zu halten, was sich im typischen Fall bei der ersten Reihe von Luftmischöffnungen äussert (d.h. an dem Ende des Einsatzes, der den Brennstoffdüsen am nächsten liegt). Ferner verstärken Brennstoffe mit relativ geringem Heizwert und einem daraus folgenden höheren Volumen des Brennstoffflusses diese die Brennerflamme haltenden oder «verankernden» Effekte. Untersuchungen haben bestätigt, dass auf beiden Seiten der Luftmischöffnungen sehr hohe Temperaturen herrschen.

[0004] Obwohl das Problem der Rissbildung an Luftmischöffnungen in abstromseitigen Bereichen, wo sich die Flamme normalerweise festsetzt, als solches erkannt worden ist, hat man für die Rissbildungsprobleme an der aufstromseitigen Kante der Luftmischöffnungen noch keine befriedigende Lösung gefunden.

[0005] Die gegenwärtigen Lösungen beruhen darauf, dass man längs der abstromseitigen Kante der Luftmischöffnungen den durch die radiale Luftströmung durch die Luftmischöffnungen unterbrochenen Fluss des Kühlfilms wiederherstellt. Zur Wiederherstellung des Kühlflussfilms längs der Innenfläche des Brennkammereinsatzes abstromseitig von den Luftmischöffnungen sind Einsätze für die Luftmischöffnungen verwendet worden, die auch als Filmhalter bezeichnet werden und beispielsweise in US 4 622 821 beschrieben sind. Andere Filmhalter-Vorrichtungen sind in US 4 875 339, US 4 653 279 und US 4 700 544 beschrieben.

[0006] Die Erfindung betrifft ein rohr- oder ringförmiges heissgasbeaufschlagtes Gasturbinenbauteil mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Gasturbinenbauteils haben die in den Patentansprüchen 2–8 angegebenen Merkmale.

[0007] Die Bezeichnung «Kausche» ist ein aus dem Seemannischen stammender Begriff für Ring- oder Ösenverstärkungen, wie sie z.B. an den Schlaufen von Tau-Enden oder an den Befestigungslöchern von Plachen verwendet werden.

[0008] Die Erfindung beschreibt ferner ein Verfahren zur Verbesserung der Kühlung von in Strömungsrichtung einander gegenüberliegenden Kanten einer Mehrzahl von Luftmischöffnungen, wobei das Verfahren die in Anspruch 9 angegebenen Merkmale hat. Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens hat die in Anspruch 10 angegebenen Merkmale.

[0009] Die Erfindung bietet somit einen als Kausche bezeichneten Einsatz für Luftmischöffnungen, der sowohl die abstromseitigen als auch die aufstromseitigen Kanten der Luftmischöffnungen kühlt. Der erfindungsgemässe heissgasbeaufschlagte Gasturbinenbauteil hat mindestens eine periphere Reihe von Luftmischöffnungen, die zur Abgabe von Luft in eine radiale Richtung befähigt sind, wobei ein oder mehrere der Luftmischöffnungen eine darin befestigte Kausche aufweisen, die einen im Wesentlichen kreisförmigen Körper mit einer mittigen Öffnung aufweist. Die Kausche besitzt ferner einen Schild, der sich von einem Innenende der Kausche mindestens in einander diametral entgegengesetzten Aufstrom- und Abstromrichtungen in dem Gasturbinenbauteil erstreckt.

[0010] Gemäss einer Ausführungsform betrifft die Erfindung ein Brennkammerbauteil für Gasturbinen mit mindestens einer peripheren Reihe von Luftlöchern, die zur Zuführung von Luft in radialer Richtung in eine Brennkammer im Innern des Brennkammerbauteils befähigt sind, wobei ein oder mehrere Löcher eine darin befestigte Kausche besitzen, die einen im Wesentlichen zylindrischen Körper besitzt, der ein dem Radius angepasstes äusseres Einlassende und ein Lippenpaar besitzt, das sich von einem Innenende der Kausche in diametral entgegengesetzte Aufstrom- und Abstromrichtungen erstreckt, wobei jede Lippe radial von einer Innenfläche des Brennkammerbauteils beabstandet ist und wobei das Gasturbinenbauteil mit mindestens einer Öffnung versehen ist, die sich über jede der Lippen erstreckt.

[0011] In den Figuren zeigen:

Fig. 1 die Seitenansicht eines üblichen Gasturbinenbrennkammereinsatzes;

- Fig. 2 die Draufsicht auf eine als Einsatz zu verwendende Kausche gemäss einem nicht beschränkenden Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 3 den Schnitt nach 3–3 von Fig. 2;
- Fig. 4 die Teildarstellung der Draufsicht der Kausche von Fig. 2, angeordnet in einer Luftmischöffnung eines Brennkammereinsatzes;
- Fig. 5 die Schnittansicht nach 5–5 von Fig. 4;
- Fig. 6 die Draufsicht auf eine als Einsatz verwendete Kausche gemäss einer anderen nicht beschränkenden Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 7 die Seitenansicht der in Fig. 6 dargestellten Kausche, und
- Fig. 8 die teilweise geschnittene Ansicht der in den Fig. 6 und 7 dargestellten Kausche, eingesetzt in ein Loch eines Brennkammereinsatzes.

[0012] In Fig. 1 ist ein üblicher Brennkammereinsatz 10 dargestellt, der einen allgemein zylindrischen segmentierten Körper mit einem Vorderende 12 und einem Hinterende 14 besitzt. Das Vorderende 12 ist normalerweise von einem Brennkammerdeckel verschlossen, auf dem zur Versorgung der Brennkammer mit Brennstoff auch ein oder mehrere Einspritzdüsen angebracht sind. Das entgegengesetzte Ende des Einsatzes ist normalerweise mit einem rohrförmigen Übergangsstück verbunden, das die heissen Verbrennungsgase in die erste Stufe der Turbine leitet. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Brennkammereinsätze begrenzt, wie sie in Fig. 1 dargestellt sind, und auch nicht auf die Verwendung in Brennkammereinsätzen. Die Erfindung ist vielmehr für jeden heissgasbeaufschlagten Gasturbinenbauteil geeignet, der Kühlluft benötigt.

[0013] Im Brennkammereinsatz sind nahe zu dessen Vorderende 12, d.h. nahe zu den Brennstoffdüsen des Einsatzes, mehrere axial voneinander beabstandeten peripheren Reihen von Luftverdünnungs- oder Luftmischöffnungen 16 angeordnet. Eine erste Reihe Luftmischöffnungen ist mit der Überweisungszahl 18 bezeichnet und wird nachfolgend eingehender beschrieben. Der Strom der Verbrennungsgase (im Innern des Einsatzes) verläuft in der durch den Pfeil 20 angedeuteten Richtung, wobei die Verbrennungs-/Verdünnungsluft radial in den Einsatz strömt.

[0014] In den Fig. 2 und 3 ist eine Kausche 22 gemäss einem nicht beschränkenden Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, die eine im Wesentlichen zylindrische Wand 24 besitzt, die eine mittige Öffnung zur Versorgung des Innenraums des Einsatzes oder eines anderen Brennkammerbauteils aufweist. Die Kausche 22 besitzt einen Schild in Form von vorderen und hinteren Lippen 26, 28, die sich axial und senkrecht zur zylindrischen Wand um die aufstromseitigen und abstromseitigen (relativ zur Strömung im Brennkammereinsatz) Kanten der zylindrischen Wand 24 erstrecken. Die in Gegenrichtungen weisenden Lippen erstrecken sich mit anderen Worten von der zylindrischen Wand an zwei diametral einander entgegengesetzten Seiten, aber ohne Vergrösserung des Durchmessers der zylindrischen Wand an zwei anderen diametral einander entgegengesetzten Seiten, wie am besten aus Fig. 2 zu ersehen ist. In Abänderung dieser Ausführungsform könnte an Stelle der begrenzten Lippen 26, 28 ein sich um den gesamten Umfang erstreckender Flansch verwendet werden. Das in der Mitte der Kausche liegende Loch 30, das von der Wand 24 umfasst wird, ist zur Luftversorgung des Brennkammereinsatzes an Stelle der Luftmischöffnungen 16 geeignet, in die es eingesetzt ist.

[0015] Die Fig. 4 und 5 erläutern ein Ausführungsbeispiel der axial segmentierten Teile 32, 34 eines Brennkammereinsatzes mit einem darin gebildeten Luftmisch- oder Luftverdünnungsloch 16. Die Kausche 22 ist vom Innern des Brennkammereinsatzes in die Luftmischöffnungen 16 eingesetzt und so orientiert, dass sich die Lippen 26, 28 in einander entgegengesetzte Aufstrom- und Abstromrichtungen erstrecken. Die Kausche 22 ist mit der Luftmischöffnung beispielsweise durch eine Kehlnahtschweissung 36a verbunden, die sich an der aussenliegenden Grenzfläche mit der Kausche und bei 36b an zwei Seitenpositionen der Innenfläche um die Luftmischöffnungen 16 erstreckt. Zwei Gruppen kleinerer Kühllöcher 38, 40 sind in die Brennkammereinsatzsegmente gebohrt, wobei sie die Lippen 26, 28 überlagern, wie dies am besten aus den Fig. 4 und 5 zu ersehen ist. Die Kühllochgruppen können um eine zentrisch diametrale Mittellinie angeordnet sein, sodass sie im Wesentlichen konzentrisch zu den Lippen 26, 28 und zur Wand 24 der Kausche 22 verlaufen, doch sind auch Abänderungen dieser Anordnung möglich. Beispielsweise kann die hintere Kühllochgruppe entsprechend einem ersten Radius angeordnet sein, während die vordere Kühllochgruppe entsprechend einem zweiten Radius angeordnet sein kann, der grösser als der erste Radius ist (siehe Fig. 4). Ausserdem kann die Anzahl der Kühllöcher über den aufstromseitigen und abstromseitigen Lippen unterschiedlich gewählt werden. Beispielsweise können auf die Lippe vier, sechs oder acht Löcher kommen und eine Lippe kann über mehr Löchern liegen als die andere. Beispielsweise kann die aufstromseitige oder vordere Lippe über sechs gleich voneinander beabstandeten Löchern liegen, während die abstromseitige oder hintere Lippe über sieben gleich voneinander beabstandeten Löchern liegt. Beim dargestellten und nicht beschränkenden Ausführungsbeispiel sind in der Wand des Brennkammereinsatzes sechs Kühllöcher 38 und sechs Kühllöcher 40 vorgesehen, über die sich die jeweiligen Lippen 26 und 28 erstrecken. Es versteht sich auch, dass eine oder beide Löcher 36 und/oder 40 durch einen präzisen Schlitz ersetzt werden können. Auch die periphere Position der Kauschen um den Brennkammereinsatz oder einen anderen Brennkammerbauteil kann nach Bedarf verändert werden.

[0016] Die Kauschen 22 werden in die gewählten Löcher der ersten Reihe 18 der Luftmischöffnungen 16 eingesetzt. Bei diesem nicht beschränkenden Ausführungsbeispiel sind die Kauschen 22 jeweils in um 90° bzw. 150° versetzte periphere Positionen in die in Fig. 1 markierten Löcher A und B eingesetzt, wie in Fig. 1 dargestellt. Die Positionen der Löcher, die zur Aufnahme von Kauschen gewählt sind, kann nach Bedarf verändert werden. Zu Beginn werden die Löcher von einem normalen Durchmesser von beispielsweise 29.2 mm (1.15 Zoll) auf einen grösseren Lochdurchmesser von beispielsweise 32.5 mm (1.28 Zoll) erweitert, wobei die Kauschen 22 in den vergrösserten Löchern des Einsatzes so angeordnet werden, dass sie zwischen der hinteren Kante der abstromseitigen Kauschenlippe und der Innenfläche 39 des Einsatzes einen radialen Spalt von beispielsweise etwa 2 mm (0.08 Zoll) bilden, wie dies in Fig. 5 durch die Masszahl 0.08 angedeutet ist.

[0017] In den Fig. 6 bis 8 ist ein zweites nicht beschränkendes Ausführungsbeispiel einer Kausche 42 dargestellt. Die Kausche 42 besitzt eine im Wesentlichen zylindrische Wand 44 mit diametral einander gegenüberliegenden vorderen und hinteren Lippen 46, 48, die sich axial und senkrecht zur zylindrischen Wand 44 von den aufstromseitigen oder abstromseitigen Kanten der Wand erstrecken. Bei dieser Ausführungsform ist das Eintrittsende 50 für die Verdünnungs- oder Mischluft des durch die Wand 44 definierten Loches mit einem Radius von z.B. $1.8 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$ (0.070 ± 0.010 Zoll) versehen, der eine glatte Strömung der Luft in die Kausche gestattet. Ausserdem erstrecken sich die Kehlnähte 52, 54 an der Stelle der Verbindung der Wand mit den Lippen 46, 48 um die Wand 44. Die Kehlnähte können beispielsweise einen Radius von $1.0 \pm 0.25 \text{ mm}$ (0.040 ± 0.010 Zoll) haben. Die Kehlnähte tragen ebenfalls zu einer glatten Strömung der Kühlluft in und längs den Lippen 46, 48 bei. Es ist zu bemerken, dass die Wand 44 in diesem Beispiel eine Dicke von 7.8 mm (0.310 Zoll) besitzt, wodurch der Durchmesser des Einsatzloches von 37.08 mm (1.46 Zoll) auf 29.21 mm (1.15 Zoll) vermindert wird, doch versteht sich, dass die Änderung des Lochdurchmessers am Brennkammereinsatz von den Tuning-Erfordernissen beeinflusst oder bestimmt wird.

[0018] Der Brennkammereinsatz (oder ein anderer Brennkammerbauteil) und die Kausche werden auch vorzugsweise mit einer thermischen Sperrbeschichtung (TBC) versehen, um den Brennkammerbauteil gegen Korrosion und/oder Erosion zu schützen.

[0019] Bei der beschriebenen Ausführungsform war auf Grund der Erfahrung mit den bekannten Konstruktionen, z.B. gemäss US-Patent 4,622,821, zu erwarten, dass jede abstromseitige Erhitzung der der Wand des Brennkammereinsatzes an den abstromseitigen Kanten der Verdünnungsluft- oder Luftmischöffnungen 16 durch die Wiederherstellung des Strömungsfilms an der Abstromseite des Loches durch die Lippe behoben würde. Die abstromseitige Lippe bewirkt mit anderen Worten einen zusätzlichen Kühlluftstrom längs der Wandfläche (39 in Fig. 5 und 56 in Fig. 8) des Brennkammereinsatzes unmittelbar abstromseitig vom Mischloch, wobei davon auszugehen ist, dass die normale Kühlluftströmung vom radialen Luftstrom durch das Mischloch unterbrochen wird. Für die aufstromseitige Kante des Luftmischloches war es jedoch nicht ohne Weiteres zu erwarten, dass die Anordnung einer ähnlichen Lippe oder Fläche, die sich in entgegengesetzter Richtung erstreckt, eine Wirkung haben würde, weil der Strömungsfilm in Richtung des Hauptstromes verlaufen würde, d.h. entgegen der Strömungsrichtung der heissen Verbrennungsgase im Inneren der Brennkammer. Es wurde jedoch gefunden, dass die Kühlluft durch die Kühllöcher 38, die auf die Lippe 26 auftrifft, tatsächlich ausreicht, um die Wandtemperatur des Brennkammereinsatzes auch aufstromseitig vom Mischloch ausreichend zu kühlen.

[0020] Es versteht sich, dass die genaue Positionierung, Grösse, Form und Beabstandung der Kauschen im Rahmen der Erfindung variieren kann und dass auch das Verfahren der Befestigung der Kauschen am Einsatz unterschiedlich erfolgen kann.

[0021] Die Kauschen wirken erfindungsgemäss als gekühlte metallische Prellschilde um die Innenkanten von Durchbrechungen bzw. Löchern eines heissgasbeaufschlagten Brennkammerbauteils.

[0022] Weitere Abänderungen im Rahmen der Patentansprüche ergeben sich für den Fachmann auf Grund der obigen Beschreibung und der Zeichnungen.

Patentansprüche

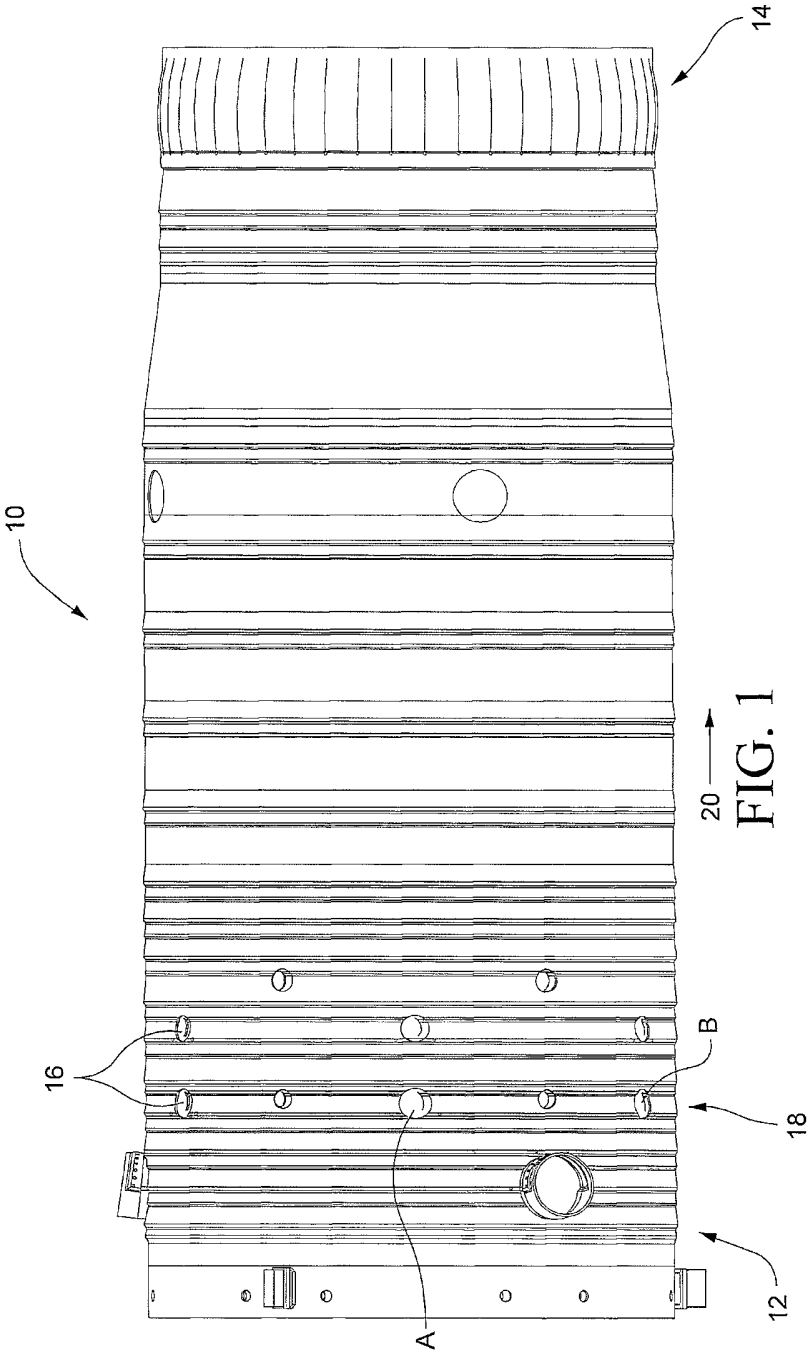
1. Gasturbinenbauteil (10), welches heissgasbeaufschlagbar ist, mit einer rohr- oder ringförmigen Wand mit mindestens einer darin am Umfang angeordneten Reihe von Luftmischöffnungen (16), die zur Luftzuführung in einer in Bezug auf die Wand radialen Richtung befähigt sind, wobei mindestens eine der Luftmischöffnungen mit einer Kausche (22) versehen ist, die mindestens einen im Wesentlichen kreisrunden, eine mittige Öffnung umfassenden Körper und einen Schild (26, 28) besitzt, der sich von einem in Bezug auf die Wand liegenden Innenende der Kausche mindestens stromauf und stromab zur in Bezug auf die Wand axialen Strömungsrichtung des Gasturbinenbauteils erstreckt.
2. Gasturbinenbauteil (10) nach Anspruch 1, bei dem der Schild (26, 28) radial von einer Innenfläche der Wand des Gasturbinenbauteils (10) beabstandet ist.
3. Gasturbinenbauteil (10) nach Anspruch 2, das mit mehreren Kühllungslöchern (38, 40) in der Wand versehen ist, die sich in Strömungsrichtung im vorderen und hinteren Überdeckungsbereich des Schildes (26, 28) erstrecken.
4. Gasturbinenbauteil (10) nach Anspruch 3, bei dem der Schild (26, 28) diametral einander gegenüberliegende, in zur Wand axialer Richtung sich erstreckende Lippen (26, 28) besitzt.

5. Gasturbinenbauteil (10) nach Anspruch 1, bei dem jede der Luftmischöffnungen (16) einen zur Aufnahme der jeweiligen Kausche angepassten Durchmesser besitzt.
6. Gasturbinenbauteil (10) nach Anspruch 4, bei dem sich die Lippen (26, 28) jeweils über mindestens vier der genannten Kühlungslöcher (38, 40) erstrecken.
7. Gasturbinenbauteil (10) nach Anspruch 1, bei dem die am Umfang der Wand angeordneten Luftmischöffnungen (16) in mehreren Reihen angeordnet sind und sich in jedem der Luftmischöffnungen der in Bezug auf die Strömungsrichtung ersten Reihe (18) jeweils eine Kausche (22) befindet.
8. Gasturbinenbauteil (10) nach Anspruch 6, bei dem die Kühlungslöcher (36, 40), über die sich die Lippen (26, 28) erstrecken, entlang unterschiedlicher Radien angeordnet sind, und zwar jeweils von der mittigen Öffnung aus gemessen.
9. Verfahren zum Umbau eines Gasturbinenbauteils der Brennkammer einer Turbine, welches heissgasbeaufschlagbar ist, mit einer rohr- oder ringförmigen Wand mit mindestens einer darin am Umfang angeordneten Reihe von Luftmischöffnungen (16), bei welchem Verfahren
 - (a) die Durchmesser mindestens eines Teils der Luftmischöffnungen (16) vergrößert werden und,
 - (b) in mehrere der vergrößerten Luftmischöffnungen (16) jeweils eine Kausche (22) eingesetzt wird, wobei jede Kausche einen im Wesentlichen kreisrunden Körper hat, der eine mittige Öffnung und einen Schild (26, 28) besitzt, der sich von einem in Bezug auf die Wand innen liegenden Ende jeder Kausche (22) mindestens stromauf und stromab in Bezug auf die zur Wand axialen Strömungsrichtungen im Innern des Gasturbinenbauteils erstreckt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Schild ein Paar von diametral einander entgegengesetzten, in zur Wand axialer Richtung sich erstreckenden Lippen (26, 28) besitzt, und wobei die Wand mit mehreren Kühlungslöchern (38, 40) versehen ist, die sich in Strömungsrichtung im vorderen und hinteren Überdeckungsbereich des Schildes und der Lippen erstrecken.

1574/08

-8. Mai 2013

1/4



15 74 / 08

-8. Mai 2013

2/4

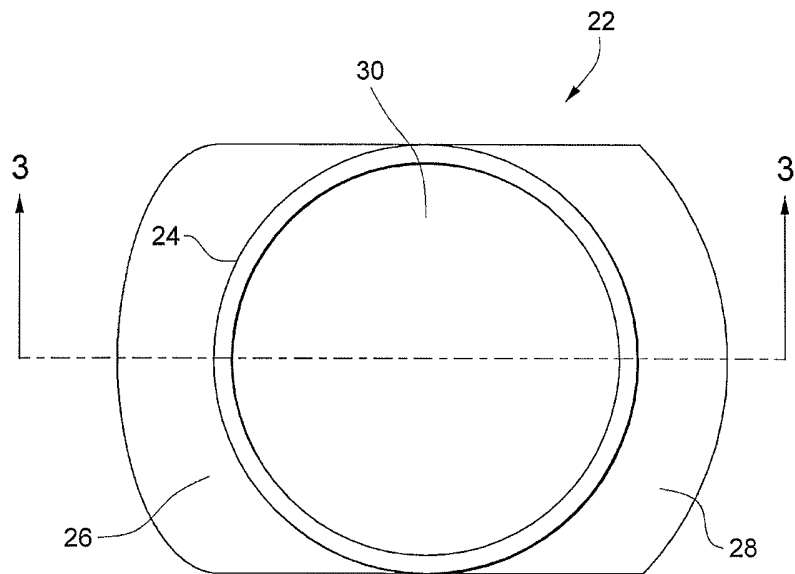


FIG. 2

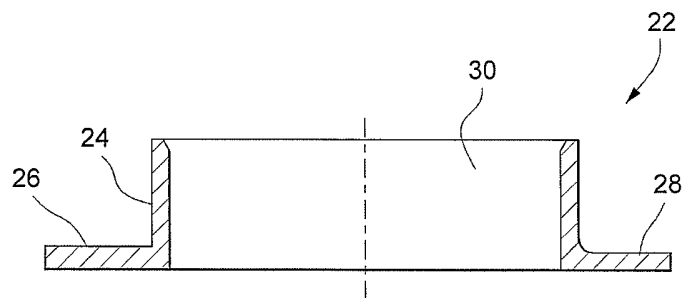


FIG. 3

15 74 / 08

-0. May 2009

3/4

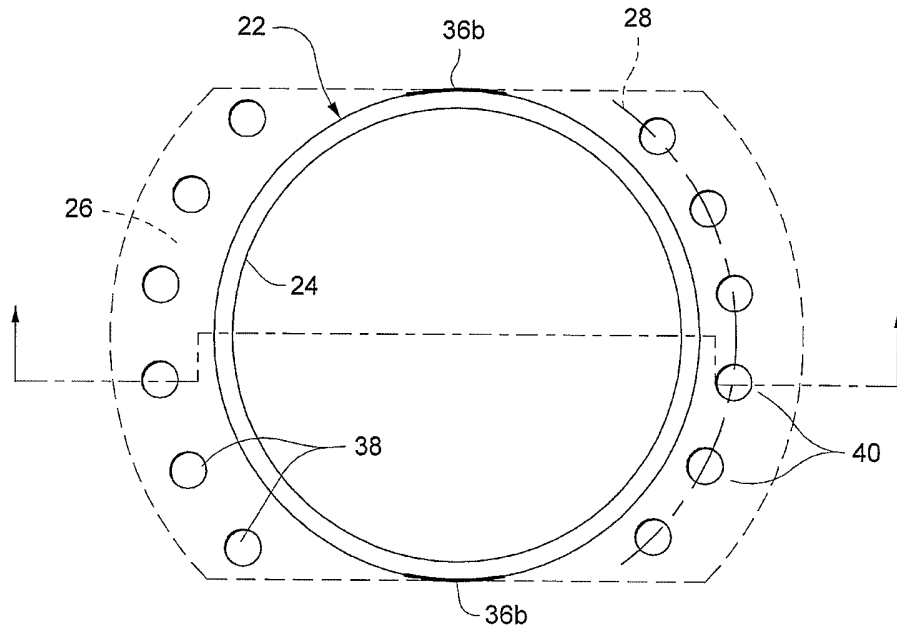


FIG. 4

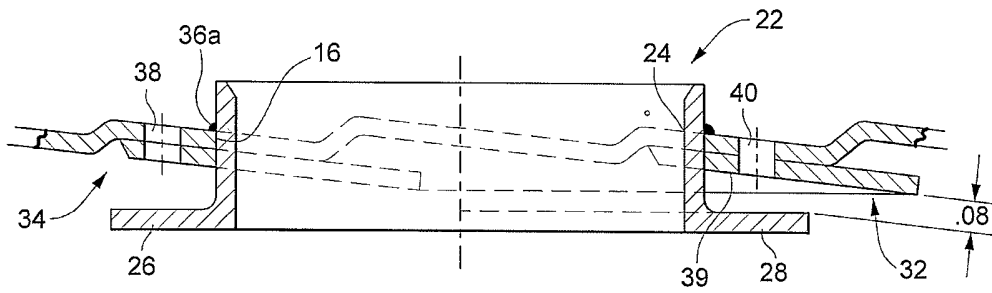


FIG. 5

1574/08

- 8. Mai 2013

4/4

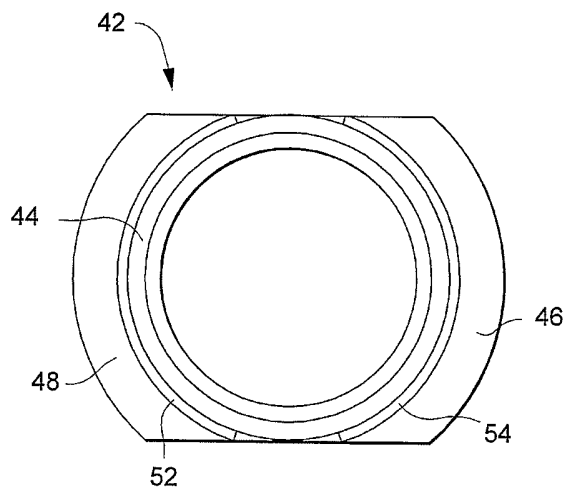


FIG. 6

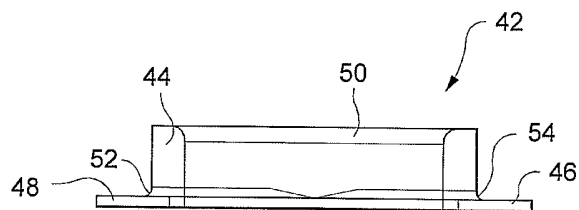


FIG. 7

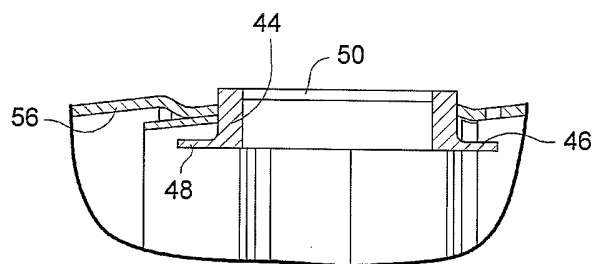


FIG. 8