



(11)

EP 1 715 271 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.10.2006 Patentblatt 2006/43

(21) Anmeldenummer: **05008511.7**

(22) Anmeldetag: **19.04.2005**

(51) Int Cl.:
F27D 1/04 (2006.01) **F27D 1/00** (2006.01)
F27D 1/14 (2006.01) **F23R 3/00** (2006.01)
F23M 5/04 (2006.01)

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

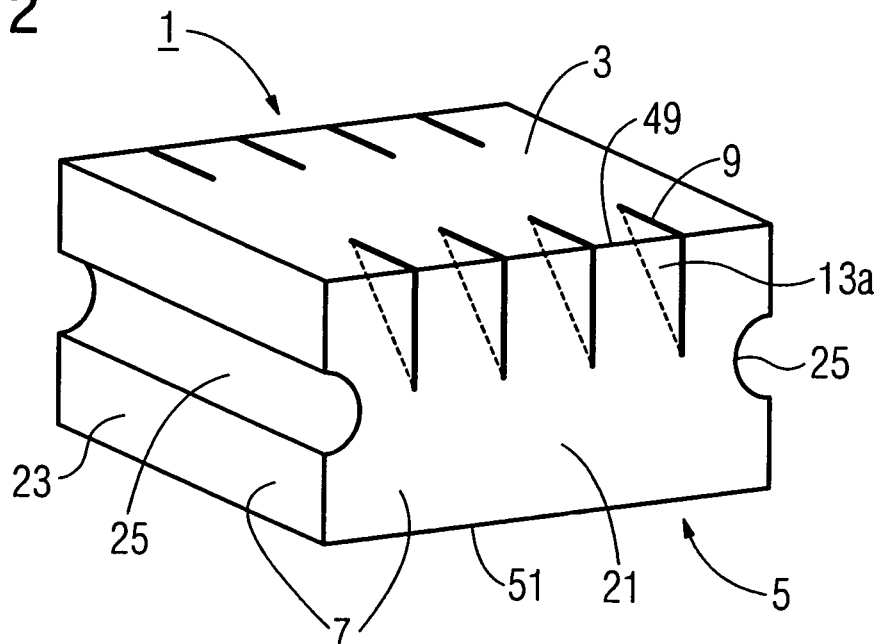
(72) Erfinder:
• **Heilos, Andreas**
45468 Mülheim an der Ruhr (DE)
• **Hoffmann, Stefan, Dr.**
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)
• **Scholz, Christian, Dr.**
45479 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **Hitzeschildelement zur Auskleidung einer Brennkammerwand, Brennkammer sowie Gasturbine**

(57) Hitzeschildelement (1) zur Auskleidung einer Brennkammerwand, Brennkammer sowie Gasturbine. Das Hitzeschildelement weist eine mit einem heißen Medium (M) aussetzbare Heißeite (3), eine der Heißeite (3) gegenüberliegende Wandseite (5) und eine an die

Heißeite (3) und die Wandseite (5) angrenzenden Umfangsseite (7) auf. In einem zu thermospannungsinduzierter Materialrissbildung neigenden Bereich des Hitzeschildelementes (1) sind gezielt Entlastungsschlitze (9) im Material eingebracht, so dass die Rissausbreitung eingeschränkt ist.

FIG 2



EP 1 715 271 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hitzeschildstein, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißeite, einer der Heißeite gegenüberliegenden Wandseite und einer an die Heißeite und die Wandseite angrenzenden Umfangsseite. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkammer mit einer Brennkammerwand sowie eine Gasturbine.

[0002] Ein thermisch und/oder thermomechanisch hochbelasteter Brennraum, wie beispielsweise ein Brennofen, ein Heißgaskanal oder eine Brennkammer einer Gasturbine, in dem ein heißes Medium erzeugt und/oder geführt wird, ist zum Schutz vor zu hoher thermischer Beanspruchung mit einer entsprechenden Auskleidung versehen. Die Auskleidung besteht üblicherweise aus hitzeresistentem Material und schützt eine Wandung des Brennraums vor dem direkten Kontakt mit dem heißen Medium und der damit verbundenen starken thermischen Belastung.

[0003] Die US-Patentschrift 4,840,131 betrifft eine Befestigung von keramischen Auskleidungselementen an einer Wand eines Ofens. Hierbei ist ein Schienensystem, welches an der Wand befestigt ist und eine Mehrzahl von keramischen Schienenelementen aufweist, vorgesehen. Durch das Schienensystem können die Auskleidungselemente an der Wand gehalten werden. Zwischen einem Auskleidungselement und der Wand des Ofens können weitere keramische Schichten vorgesehen sein, u.a. eine Schicht aus losen, teilweise komprimierten Keramikfasern, wobei diese Schicht zumindest etwa die selbe Dicke wie die keramischen Auskleidungselemente oder eine größere Dicke aufweist. Die Auskleidungselemente weisen hierbei eine rechteckige Form mit planarer Oberfläche auf und bestehen aus einem wärmeisolierenden, feuerfesten keramischen Fasermaterial.

[0004] Die US-Patentschrift 4,835,831 behandelt ebenfalls das Aufbringen einer feuerfesten Auskleidung auf einer Wand eines Ofens, insbesondere auf einer vertikal angeordneten Wand. Auf die metallische Wand des Ofens wird eine aus Glas-, Keramik- oder Mineralfasern bestehende Schicht aufgebracht. Diese Schicht wird mittels metallischen Klammern oder durch Kleber an der Wand befestigt. Auf dieser Schicht wird ein Drahtmaschennetz mit wabenförmigen Maschen aufgebracht. Das Maschennetz dient ebenfalls der Sicherung der Schicht aus Keramikfasern gegen ein Herabfallen. Auf die so befestigte Schicht wird mittels eines geeigneten Sprühverfahrens eine gleichmäßige geschlossene Oberfläche aus feuerfestem Material aufgebracht. Mit dem beschriebenen Verfahren wird weitgehend vermieden, dass während des Aufsprühens auftreffende feuerfeste Partikel zurückgeworfen werden, wie dies bei einem direkten Aufsprühen der feuerfesten Partikel auf die metallische Wand der Fall wäre.

[0005] Eine keramische Auskleidung der Wandungen von thermisch hoch beanspruchten Brennräumen, bei-

spielsweise von Gasturbinenbrennkammern, ist in der EP 0 724 116 A2 beschrieben. Die Auskleidung besteht aus Wandelementen aus hochtemperaturbeständiger Strukturkeramik, wie z.B. Siliziumkarbid (SiC) oder Siliziumnitrid (Si_3N_4). Die Wandelemente sind mechanisch mittels eines zentralen Befestigungsbolzens federelastisch an einer metallischen Tragstruktur (Wandung) der Brennkammer befestigt. Zwischen den Wandelement und der Wandung des Brennraumes ist eine dicke thermische Isolationsschicht vorgesehen, sodass das Wandelement von der Wandung der Brennkammer entsprechend beabstandet ist. Die im Verhältnis zum Wandelement etwa dreimal so dicke Isolationsschicht besteht aus einem keramischen Fasermaterial, das in Blöcken vorgefertigt ist. Die Abmessungen und die äußere Form der Wandelemente sind an die Geometrie des auszukleidenden Raums anpassbar.

[0006] Eine andere Art der Auskleidung eines thermisch hoch belasteten Brennraums ist in der EP 0 419 487 B1 angegeben. Die Auskleidung besteht aus Hitzeschildelementen, die mechanisch an einer metallischen Wandung des Brennraums gehalten sind. Die Hitzeschildelemente berühren die metallische Wandung direkt. Um eine zu starke Erwärmung der Wandung zu vermeiden, z.B. infolge eines direkten Wärmeübergangs vom Hitzeschildelement oder durch Einbringen von heißem Medium in die durch die voneinander angrenzenden Hitzeschildelementen gebildeten Spalte, wird der von der Wandung des Brennraums und dem Hitzeschildelement gebildete Raum mit Kühlluft, der sogenannten Sperrluft beaufschlagt. Die Sperrluft verhindert das Vordringen von heißem Medium bis zur Wandung und kühlt gleichzeitig die Wandung und das Hitzeschildelement.

[0007] Die WO 99/47874 betrifft ein Wandsegment für einen Brennraum sowie einen Brennraum einer Gasturbine. Hierbei wird ein Wandsegment für einen Brennraum, welcher mit einem heißen Fluid, z.B. einem Heißgas, beaufschlagbar ist, mit einer metallischen Tragstruktur und einem auf der metallischen Tragstruktur befestigten Hitzeschutzelement angegeben. Zwischen die metallische Tragstruktur und das Hitzeschutzelement wird eine verformbare Trennlage eingefügt, die mögliche Relativbewegungen des Hitzeschutzelements und der Tragstruktur aufnehmen und weitgehend ausgleichen soll. Solche Relativbewegungen können beispielsweise in der Brennkammer einer Gasturbine, insbesondere einer Ringbrennkammer, durch unterschiedliches Wärmeverhalten der verwendeten Materialien oder durch Pulsationen im Brennraum, wie sie bei einer unregelmäßigen Verbrennung zur Erzeugung des heißen Arbeitsmittels oder durch Resonanzeffekte entstehen können, hervorgerufen werden. Zugleich bewirkt die Trennschicht, dass das relativ unelastische Hitzeschutzelement insgesamt flächiger auf der Trennschicht und der metallischen Tragstruktur aufliegt, da das Hitzeschutzelement teilweise in die Trennschicht eindringt. Die Trennschicht kann so fertigungsbedingt Unebenheiten an der Tragstruktur und/oder dem Hitzeschutzelement, die lokal

zu einem ungünstigen Krafteintrag führen können, ausgleichen.

[0008] Wird die Oberfläche eines Hitzeschildelements plötzlich mit einem heißen Medium, z.B. einem Heißgas aus einer Verbrennungsanlage, beaufschlagt, so steigt dessen Temperatur in kurzer Zeit rapide an. Die dadurch verursachten relativen Temperaturdehnungen führen zu thermisch induzierten Spannungen, welche entweder sofort oder nach einer bestimmten Anzahl von Lastwechseln (Lastzyklen) zum Entstehen von Rissen in dem Material des Hitzeschildelements und in der Folge zum Versagen des Hitzeschildelements führen können. Je nach Vorhandensein anderer Belastungen wie Schwingungen oder chemische Effekte kann die Schädigungswirkung noch zusätzlich verstärkt werden, so dass die Standzeit des Hitzeschildelements durch die Rissbildung begrenzt ist. Die Hitzeschildelemente müssen daher, insbesondere in Brennkammern von Gasturbinenanlagen, regelmäßig visuell auf Risse untersucht und befundet werden und werden aus Betriebssicherheitsgründen turnusgemäß ausgetauscht.

[0009] Die Erfindung geht von der Beobachtung aus, dass insbesondere keramische Hitzeschildelemente aufgrund ihrer notwendigen Flexibilität hinsichtlich thermischen Ausdehnungen häufig nur unzureichend gegenüber den auftretenden thermomechanischen Belastungen, insbesondere infolge Temperaturwechselbelastungen, gesichert sind.

[0010] Ausgehend von dieser Problematik ist es die Aufgabe der Erfindung ein Hitzeschildelement mit einer erhöhten Standzeit, insbesondere gegenüber thermomechanischen Belastungen, anzugeben. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe einer Brennkammer mit hohen Standzeiten sowie in einer Gasturbine mit einer Brennkammer.

[0011] Die auf ein Hitzeschildelement gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Hitzeschildelement, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißeite, einer der Heißeite gegenüberliegenden Wandseite und einer an die Heißeite und die Wandseite angrenzenden Umfangsseite, wobei in einem zu thermospannungsinduzierter Materialrissbildung neigenden Bereich gezielt Entlastungsschlitze im Material eingebracht sind, so dass die Rissausbreitung eingeschränkt ist.

[0012] Die Erfindung geht bereits von der Erkenntnis aus, dass wegen der materialtypischen Wärmedehnungseigenschaften und der im Rahmen des Betriebs typischerweise auftretenden Temperaturunterschiede (Umgebungstemperatur beim Stillstand, maximale Temperatur bei Volllast, eine ausreichende Wärmebeweglichkeit von Hitzeschildelementen, insbesondere in Gasturbinenbrennkammern, infolge temperaturabhängiger Dehnung gewährleistet sein muss, damit keine Bauteile zerstörenden Wärmespannungen durch Dehnungsbehinderung auftreten. Dies kann bekanntermaßen dadurch erreicht werden, in dem die vor Heißgasangriff zu

schützende Wand durch eine Vielzahl von in ihrer Größe begrenzten einzelnen Hitzeschildelementen ausgekleidet wird, beispielsweise eine Brennkammerwand einer Gasturbinenbrennkammer. Dabei werden zwischen den einzelnen keramischen Hitzeschildelementen Dehnspalte vorgesehen, die aus Sicherheitsgründen auch im Heißzustand auslegungsgemäß nie völlig geschlossen sein dürfen. Es muss dabei sichergestellt werden, dass in die Dehnspalte kein Heißgas eindringt, weil ansonsten die Tragelemente bzw. die Wandstruktur übermäßig erwärmt wird. Der einfachste und sicherste Weg, um dies z.B. bei einer Gasturbinenbrennkammer zu vermeiden ist dabei die Spülung der Dehnspalte mit Luft.

[0013] Mit der Erfindung wird nun mehr ein völlig neuer Weg beschritten, um die Lebensdauer begrenzende Rissbildung, die sich beim Betrieb des Hitzeschildelements zeigt einzuschränken und damit die Standzeiten des Hitzeschildelements erheblich zu erhöhen. Dies wird dadurch erreicht, dass in den zu thermospannungsinduzierter Materialrissbildung neigenden Bereich des Hitzeschildelements gezielt Entlastungsschlitze im Material eingebracht sind, so dass die Rissausbreitung eingeschränkt ist. Ein in einem kritischen Bereich ausgebildeter Mikroriss kann dann nur begrenzt wachsen, da seine Ausbreitung gestoppt ist, sobald der Riss einen Entlastungsschlitz erreicht. Auf diese Weise können Materialrisse in ihrer Länge auf ein Maß begrenzt werden, der für den weiteren Einsatz des Hitzeschildelements unkritisch ist. Durch diese Maßnahme ist in vorteilhafter Weise direkt eine Lebensdauerverlängerung des Hitzeschildelements gegeben, so dass entsprechend längere Standzeiten erzielt sind.

[0014] Bezüglich der Ermittlung der besonders zu thermospannungsinduzierter Materialrissbildung neigender Bereich ist die dreidimensionale Temperaturverteilung innerhalb des Hitzeschildsteins im Belastungsfall zu untersuchen, d.h. bei einer Beaufschlagung der Heißeite mit einem heißen Medium, beispielsweise einem Heißgas, und einer üblicherweise durchzuführenden Kühlung des Hitzeschildelements von der Wandseite her mit einem Kühlfluid, beispielsweise Kühlluft. Beispielsweise haben Untersuchungen an Hitzeschildelementen im Zusammenhang mit der Erfindung gezeigt, dass sich innerhalb des Hitzeschildelements sich infolge der kühlenden Luftströmung an den Kanten und der Heißgaseinwirkung auf die Heißeite des Hitzeschildelements (Hitzeschildoberfläche) eine dreidimensionale Temperaturverteilung einstellt. Diese Temperaturverteilung ist geprägt durch einen Temperaturabfall von der Heißeite zu der Wandseite sowie von zentralen Punkten im Inneren des Hitzeschildelements hin zu den kühleren Bereichen an der Umfangsseite infolge einer Kühlung. Bei typischerweise parallel zur Wandseite flachen Hitzeschildelementen, bei denen die Heißeite gegenüber der Umfangsseite unter Bildung einer Kante geneigt ist, sind die Kantenbereiche infolge einer Kantenkühlung kühler als zentrale Bereiche der Heißeite. Bei diesen typischerweise parallel zur Wandseite flachen Hitzeschildelementen

ten führt der Temperaturgradient senkrecht zur Heißeitenoberfläche zur vergleichsweise nur geringen thermischen Spannungen, so lange für das Hitzeschildelement im Einbauzustand keine Behinderung der zu verzeichnenden Aufwölbung vorliegt.

[0015] Dagegen führt ein zur Heißeite bzw. zur Wandseite paralleler Temperaturgradient - ausgehend von der Umfangseite zum Inneren des Hitzeschildelements - aber infolge der Steifigkeit der plattenähnlichen Geometrien bezüglich Verformungen parallel zu ihrer größten Projektionsfläche leicht zu erhöhten Thermospannungen, die in den kritischen Bereichen besonders ausgeprägt sind. Relativ kühle Bereiche, wie z.B. die Kanten, werden dabei infolge ihrer vergleichsweise geringen thermischen Dehnung von den heißeren Zentralbereichen, die einer größeren thermischen Dehnung unterworfen sind unter einer thermomechanisch induzierte Zugspannung gesetzt und können bei Überschreiten der Materialfestigkeit zur Rissbildung, bevorzugt ausgehend von den Kanten des Hitzeschildelements führen. Die thermospannungsinduzierte Rissbildung kann dabei nur bis zu einer bestimmten, vom Temperaturprofil abhängigen Risslänge fortschreiten. Entsteht ein Riss, so führt dieser zu einem totalen Spannungsabbau. Kurze thermische Risse haben keinen merklichen Einfluss auf die verbleibende Tragfähigkeit des Hitzeschildelements gegenüber mechanischen Krafteinwirkungen. Treten jedoch Risse größer als eine kritische Länge auf, so wird die mechanische Tragfähigkeit des Hitzeschildelements deutlich verringert und es besteht die akute Gefahr des Versagens. Mit dem Hitzeschildelement der Erfindung kann die Bildung langer thermospannungsinduzierter Risse im Material vermieden werden, wenn in den zu thermospannungsinduzierter Materialrissbildung neigenden Bereichen gezielt Entlastungsschlitzte im Material vorgesehen sind, so dass die Rissausbreitung eingeschränkt bzw. gestoppt ist.

[0016] Bevorzugt ist dabei, dass die Anzahl vom Materialabstand, die Anordnung und die Geometrie der Entlastungsschlitzte so festgelegt, dass die mechanische Tragfähigkeit des Hitzeschildelements nur unwesentlich durch die Entlastungsschlitzte selbst beeinträchtigt ist. Durch das Einbringen mehrerer relativ kurzer Entlastungsschlitzte kann die thermische Spannung ebenso abgebaut werden, wie dies auch in analoger Weise durch die betriebsbedingte Ausbildung eines oder weniger thermospannungsinduzierter Risse erfolgt. Von großer Bedeutung für die verbleibende Tragfähigkeit des Hitzeschildelements ist aber letztendlich die maximale Riss- bzw. Schlitzlänge der Entlastungsschlitzte. Hier sind mehrere kurze Entlastungsschlitzte günstiger als ein längerer Riss. Die Querschnittsform des Entlastungsschlitzes kann bevorzugt gezielt so eingestellt sein, dass ein maximaler Spannungsabbau bei minimaler Schwächung der Tragfähigkeit des Hitzeschildelements erreicht ist. Diese Lösung ist dabei vorteilhafter Weise in vielen Fällen einsetzbar, bei denen durch chemische oder physikalische Effekte Dehnungsgradienten von einer Um-

fangsseite in das Innere eines Bauteils aus einem Material entstehen. Anstelle thermospannungsinduzierte Risse unkontrolliert entstehen und sich fortpflanzen zu lassen, sind Entlastungsschlitzte gezielt mit definierter Tiefe und Geometrie und definierten Abständen zueinander eingebracht.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung weist die Heißeite eine Heißeitenoberfläche auf, wobei Entlastungsschlitzte sich bis in die Heißeitenoberfläche erstrecken. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Rissausbildung und das Risswachstum aufgrund der hohen Temperatur des heißen Mediums im Bereich der Heißeitenoberfläche besonders ausgeprägt ist. Daher ist die mechanische Tragfähigkeit des Hitzeschildelements schädigende Materialschwächung durch Rissbildung und Risswachstum in Bereichen oder Teilbereichen der Heißeitenoberfläche besonders gravierend und lebensdauerbeschränkend. Die Rissbildungseffekte auf der Heißeitenoberfläche tragen daher zu einem erheblichen Maße zu der Schwächung der mechanischen Tragfähigkeit des Hitzeschildelements im Einsatzfall bei. Die Materialschwächung kann dabei Ausmaße annehmen, das Material von der Heißeitenoberfläche in Bereichen starker Rissdichte und großer Risslängen sich herauslöst bzw. in der Folge der Beaufschlagung mit dem heißen strömenden Medium zunehmend abgetragen wird. Daher ist es besonders vorteilhaft, wenn sich die Entlastungsschlitzte bis in die Heißeitenoberfläche hin erstrecken. Auf diese Weise wird das Risswachstum in den besonders kritischen Bereichen der Heißeitenoberfläche gestoppt und für einen Spannungsabbau gesorgt. Eine weitere Materialschwächung ist dadurch vermieden.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Heißeitenoberfläche von einer Vielzahl von Entlastungsschlitzten durchsetzt, so dass hierdurch eine zweidimensionale gitterartige Oberflächenstruktur in dem Material aus einer Vielzahl benachbart zueinander angeordneter Säulen ausgebildet ist. Anstelle Risse unkontrolliert entstehen zu lassen, wird die Heißeitenoberfläche gezielt mit Entlastungsschlitzten definierter Höhe und Geometrie und definierter Abstände zueinander versehen. Je kürzer die Durchmesser der Säulen der zweidimensionalen gitterartigen Oberflächenstruktur, desto kürzer werden die thermischen Risse, die im Betrieb entstehen können. Jedoch, vor allem die mechanische Tragfähigkeit des Hitzeschildes muss beachtet werden. Deswegen ist ein sehr dichtes Gitter aus Säulen an der Heißeitenoberfläche nicht unbedingt von Vorteil. Aus demselben Grund muss auch eine geeignete Höhe der Entlastungsschlitzte eingestellt werden - zu tiefe Säulen an der Heißeitenoberfläche könnten die Tragfähigkeit des Hitzeschildelements deutlich verschlechtern.

[0019] Weiter bevorzugt ist, dass die Säulen eine dreieckige, viereckige oder sechseckige Grundfläche aufweisen. Die sechseckige Form entfaltet bei physikalischer Belastung häufig eine bessere Wirkung gegenüber den anderen Formen, wie man beispielsweise an den

Rissen in den Böden ausgetrockneter Seen beobachten kann. Allerdings lassen sich die anderen Formen in der Regel einfacher herstellen. Kombinationen von zwei oder mehreren Formen, bei denen ein sich wiederholendes Muster entsteht, sind auch möglich.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Höhe der Säulen so eingestellt, dass eine vorgegebene thermische Isolationswirkung im Betriebsfall erzielt ist. Wie bereits erwähnt sollen zu tiefe Entlastungsschlitze an der Heißeitenoberfläche vermieden werden. Neben der mechanischen Stabilität des Hitzeschildelements, ist ein weiterer Grund warum die Höhe der Säulen eingeschränkt werden soll, die damit einhergehende teilweise schlechtere thermische Isolationswirkung des Hitzeschildes.

[0021] Als Teil der Auskleidung einer Brennkammerwand ist die Aufgabe eines Hitzeschildelements die Tragelemente und die Wandstruktur vor der hohen Hitze im Inneren der Brennkammer zu schützen. Um diese Aufgabe bewältigen zu können, muss das Hitzeschildelement bei einer vorgegebenen Wärmeleitfähigkeit des Materials eine gewisse Mindesthöhe (Dicke) aufweisen. Durch das Einbringen von Entlastungsschlitze im Material wird die effektive Materialhöhe des Hitzeschildelements an einigen Stellen lokal verringert. Diese Nebenwirkung der Entlastungsschlitze muss bei der Konzeption des Hitzeschildelements in Betracht gezogen werden. Dieses Problem kann auf zwei Weisen behoben werden. Einerseits kann bei der Auslegung der Höhe des Hitzeschildelements ein Zuschlagsfaktor berücksichtigt werden. Jedoch ist die bessere Methode die Höhe der Entlastungsschlitze im Vergleich zur Höhe des Hitzeschildelements so klein auszulegen, dass die Änderung der Gesamthöhe des Hitzeschildelements nicht oder kaum erforderlich ist und dadurch die thermische Isolationswirkung der Brennkammerauskleidung nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

[0022] Bevorzugtermassen soll auch der Durchmesser der Säulen an der Heißeitenoberfläche so ausgelegt sein, dass ein zulässiger lebensdauerbegrenzender Spannungswert bei einer thermischen Belastung nicht überschritten ist. Bei einer schockartigen oder zyklischen Temperaturbelastung durch ein angrenzendes Fluid, wie z.B. in einer Brennkammer, kann der Durchmesser der Säulen auch nicht beliebig groß oder klein gewählt werden. Der Durchmesser ist direkt proportional zum lebensdauerbegrenzenden Spannungswert des Systems und in diesem Fall muss der Durchmesser so ausgelegt werden, dass ein zulässiger lebensdauerbegrenzender Spannungswert bei vorgegebenen Werkstoffkenngrößen nicht überschritten wird. Die Werkstoffkenngrößen umfassen im Wesentlichen den Wärmeausdehnungskoeffizient und die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes, die Temperaturen des Fluids und Temperatur der Heißeitenoberfläche vor Aufbringung der Temperaturbelastung, den Elastizitätsmodul, die Querkontraktionszahl des Werkstoffes und nicht zuletzt die Geometrielastfunktion, die unter anderem von der Anzahl der Ecken und

der Gestaltung der Kanten abhängt. Die Abhängigkeit des lebensdauerbegrenzenden Spannungswertes von den oben angegebenen Werkstoffkenngrößen ist die folgende:

5

$$\sigma(\alpha, \alpha_e, c_p, \lambda, T_M, T_H, E, \nu, D, h, Y)$$

mit

10

σ lebensdauerbegrenzender Spannungswert

α äußerer Wärmeausdehnungskoeffizient

α_e äußerer Wärmeübergang

λ Wärmeleitfähigkeit

c_p Wärmekapazität

15

T_M Temperatur des Fluids

T_H Temperatur der Heißeitenoberfläche

E Elastizitätsmodul

ν Querkontraktionszahl des Werkstoffes

D Durchmesser der Säulen

20

h Höhe der Säulen

Y Geometrielastfunktion, für kreisförmige Heißeitenoberfläche

25

[0023] In diesem Fall ist der lebensdauerbegrenzende Spannungswert σ vorgegeben und der Durchmesser D der Säulen ist die wesentliche Auslegungsgröße, die sich mittels der oben genannten Abhängigkeit bestimmen lässt.

30

[0024] In noch einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Umfangsseite eine Umfangsseitenoberfläche auf, wobei Entlastungsschlitze sich bis in die Umfangsseitenoberfläche erstrecken. Wegen der äußerst hohen Temperaturen an der Heißeitenoberfläche ist es am wahrscheinlichsten, dass dort Rissbildungen auftreten. An den Umfangsseitenoberfläche des Hitzeschildelementes herrschen jedoch auch hohen Temperaturen und es ist nicht auszuschließen, dass dort ebenso wie an der Heißeitenoberfläche Risse entstehen können. Deswegen ist es besonders vorteilhaft Entlastungsschlitze auch an der Umfangsseitenoberfläche einzubringen, besonders in dem Teil der Umfangsseitenoberfläche, der an der Heißeite angrenzt und dadurch wärmer ist als der Teil der Umfangsseitenoberfläche der näher an der gekühlten Wandseite ist.

45

[0025] Bevorzugtermassen erstrecken sich die Entlastungsschlitze von der Heißeite bis in die Umfangsseite, wobei die entlang der Umfangsseite gemessene Tiefe der Entlastungsschlitze kleiner ist als die durch den Abstand zwischen der Heißeite und der Wandseite definierte Höhe des Hitzeschildelementes. Das ist eine besonders günstige Ausgestaltung der Entlastungsschlitze, denn somit werden Schutzmassnahmen entlang der Höhe des Hitzeschildelementes proportional des Gefährdungsgrades getroffen. Damit die mechanische Stabilität und Hochtemperaturisolierungseigenschaften des Hitzeschildelementes nicht beeinträchtigt werden, werden nur diese Bereiche mit Entlastungsschlitze versehen, die zu einer thermospannungsinduzierten Materialrissbil-

55

dung neigen. Das sind die Bereiche auf der Heißseite in der Nähe der Kanten und die Bereiche auf der Umfangsseite, die an die Heiseitenoberflche angrenzen und auch kantennah liegen. Dabei findet in Richtung des Temperaturabfalls von der Heißseite zur Wandseite eine graduelle Verringerung der Schlitzlänge statt, wobei eine dreieckige Schnittfläche des Entlastungsschlitzes gebildet ist.

[0026] Vorzugsweise sind Entlastungsschlitzte vorgesehen, die sich von der Heißseite bis zu der Wandseite erstrecken, wobei die Schlitzlänge gemessen entlang der Heißseite größer ist als die Schlitzlänge entlang der Wandseite. Der Unterschied in der Länge der Entlastungsschlitzte entlang der Heißseite und entlang der Kaltseite ist durch den jeweiligen Temperaturgradient bedingt. Auf der Heißseite, wo die Gefahr der Rissbildung höher ist, sind längere Entlastungsschlitzte besonders wirkungsvoll. Andererseits ist auf der kühleren Wandseite wird vor allem auf die mechanische Stabilität und die thermische Isolationswirkung des Hitzeschildelementes zu achten. Deshalb genügt eine viel kürzere Schnittlänge auf der kühleren Wandseite. Dabei findet auch in dieser Ausführung in Richtung des Temperaturabfalls eine graduelle Verringerung der Schlitzlänge statt.

[0027] Weiter bevorzugt ist, dass der Entlastungsschlitz am Schlitzgrund eine Ausrundung mit einem Rundungsradius zur Einstellung einer vorgegebenen Kerbwirkung aufweist. Untersuchungen haben gezeigt, dass durch die Einbringung einer Ausrundung am Schlitzgrund eine hohe Standfestigkeit und geringe Kerbwirkung erreicht wird. Insbesondere können hierdurch lokal hohe thermomechanische Spannungen am Nutgrund vermieden werden.

[0028] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung weist die Umfangsseite eine Stirnseite und eine gegenüber der Stirnseite geneigte Befestigungsseite auf, wobei Entlastungsschlitzte an der Stirnseite vorgesehen sind. Da vor allem eine hohe mechanische Stabilität der Befestigungsseite sicher gestellt werden sollte, ist es vernünftig, dass an ihrer Oberfläche keine Entlastungsschlitzte eingebracht werden, sondern dass nur die Stirnseite mit solchen Entlastungsschlitzten versehen ist.

[0029] Weiterhin von Vorteil ist, dass die Umfangsseite eine Stirnseite und eine gegenüber der Stirnseite geneigte Befestigungsseite mit einer Befestigungsnut aufweist, die zur Aufnahme eines Befestigungselements ausgebildet ist. Das Befestigungselement kann eine Klammer, ein Hacken oder ein Bolzen sein, das in die Nut eingreift. Somit kann das Befestigungselement direkt an der Tragstruktur im Brennraum aufgelegt werden und die Gefahr einer Unterströmung wird vermieden. Besonders vorteilhaft ist es die Befestigung lösbar auszugestalten, wobei eine federelastische Halterung des Hitzeschildelementes möglich ist.

[0030] Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von Entlastungsschlitzten an einander gegenüberliegenden Stirnseiten vorgesehen. Somit wird eine Materialschwächung durch Rissbildung wirkungsvoll unterdrückt, ohne dass

die mechanische Stabilität der Befestigungsseiten beeinträchtigt wird.

[0031] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform weisen die Entlastungsschlitzte eine dreieckige Schnittfläche auf. Besonders vorteilhaft ist, wenn diese Entlastungsschlitzte mit dreieckigen Schnittfläche an den Kanten des Hitzeschildelementes eingebracht sind. Dabei kann die Tiefe der Entlastungsschlitzte, gemessen entlang der Umfangsseite, sich bis zum Rand zwischen der Umfangsseite und der Wandseite erstrecken, so dass in diesem Fall die Tiefe des Entlastungsschlitzes gleich der Höhe des Hitzeschildelementes ist. Es ist jedoch vorteilhafter, dass sich die Entlastungsschlitzte nicht so weit entlang der Umfangsseite erstrecken, sondern dass ihre Tiefe kleiner ist als die Höhe des Hitzeschildelementes.

[0032] Bevorzugt besteht das Hitzeschildelement aus einem keramischen Material, insbesondere aus einer Feuerfestkeramik. Feuerfeste Keramikwerkstoffe sind aufgrund ihrer Materialeigenschaften wie hohe mechanische Festigkeit, hohe zulässige Einsatztemperatur, Formstabilität, Korrosionsbeständigkeit, Verschleißfestigkeit und geringe Wärmeleitfähigkeit besonders geeignet für einen Einsatz als thermischer Isolator bei sehr hohen Temperaturen und Temperaturgradienten, wie z.B. in einer Brennkammer.

[0033] Die auf eine Brennkammer gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung, die Hitzeschildelemente gemäß den obigen Ausführungen aufweist.

[0034] Die auf eine Gasturbine gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Gasturbine mit einer solchen Hitzeschildelemente aufweisenden Brennkammer.

[0035] Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen hierbei schematisch und teilweise vereinfacht:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Gasturbinenanlage,
- Fig. 2 in perspektivischer Ansicht ein Hitzeschildelement gemäß der Erfindung,
- Fig. 3 in Vorderansicht ein Hitzeschildelement mit Vergrößerung eines Entlastungsschlitzes,
- Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen Teil eines Hitzeschildelementes mit einem Entlastungsschlitz der sich von der Heißseite bis in die Umfangsseite erstreckt,
- Fig. 5 einen Längsschnitt durch einen Teil eines Hitzeschildelementes mit einem Entlastungsschlitz der sich von der Heißseite bis zur Wandseite erstreckt,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf die Heißseite eines Hitzeschildelementes mit einem quadratischen Muster der Säulen,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf die Heißseite eines Hitzeschildelementes mit einem sechseckigen Mu-

ster der Säulen, und
 Fig. 8 eine Tragstruktur mit daran befestigten Hitzeschildelementen.

[0036] In Fig. 1 ist schematisch eine Gasturbinenanlage 33 dargestellt. Sie umfasst eine Brennkammer 29 mit einem Brennstoffzufuhrsystem 47 und die entlang einer Achse 39 angeordneten Luftverdichter 35, Gasturbine 31 und elektrischen Generator 37. Umgebungsluft L wird von dem Luftverdichter 35 angesaugt, komprimiert und anschließend zur Brennkammer 29 geführt, wo sie zusammen mit dem Brennstoff B vermischt und verbrannt wird, wobei ein Heißgas M entsteht. Die Brennkammer 29 ist mit einer hitzebeständigen Brennkammerauskleidung ausgestattet, die aus einer Anzahl von flächendeckend nebeneinander angeordneten Hitzeschildelementen 1 gebildet ist. Die Gasturbine wird vom Heißgas M, das die Brennkammer 29 unter hohem Druck verlässt, angetrieben. Das Heißmedium M durchströmt dabei die Gasturbine 31 antreibend und entweicht als Abgas A. Das Abgas A wird in einer in dieser Figur nicht näher dargestellten Filteranlage gefiltert und nach dem Filtrierungsprozess in die Atmosphäre freigelassen. An die Gasturbine 31 ist ein Generator 37 angekoppelt, der zur Erzeugung elektrischer Energie dient. Der Generator 37 ist mit einem elektrischen Netzwerk verbunden und die elektrische Energie, die vom Generator 37 erzeugt wird, wird in dieses Netzwerk eingespeist.

[0037] In Fig. 2 ist in perspektivischer Ansicht ein Hitzeschildelement 1 gezeigt, der ein Teil der Auskleidung der Brennkammer 29 in Fig. 1 ist. Das Hitzeschildelement 1 in dieser Ausgestaltung ist quaderförmig, insbesondere mit einer nahezu quadratischen Grundfläche. Das Hitzeschildelement weist eine Heißeite 3, eine der Heißeite 3 gegenüberliegende Wandseite 5, die in dieser Abbildung nicht näher dargestellt ist, und eine an die Heißeite 3 und die Wandseite 5 angrenzende Umfangsseite 7 auf. Die Umfangsseite 7 setzt sich aus zwei Stirnseiten 21 und zwei Befestigungsseiten 23 zusammen. Jede der gegenüberliegenden Befestigungsseiten 23 weist eine Befestigungsnut 25 auf. Die Funktion der Befestigungsnut 25 ist in Fig. 8 im Detail beschrieben. Die Heißeite 3 weist eine Vielzahl von Entlastungsschlitz 9 auf, die sich bis in die Stirnseite 21 erstrecken. Die Entlastungsschlitz 9 in dieser Ausführungsform erreichen nicht die Wandseite 5 und weisen eine dreieckige Schnittfläche 13a auf. Somit ist die von der Heißeite 3 und der Stirnseite 21 gebildete Kante 49 mit einer Anzahl von nahezu äquidistanten Entlastungsschlitz 9 geschlitzt.

[0038] Fig. 3 zeigt in Vorderansicht ein Hitzeschildelement 1 mit einer Vielzahl von Entlastungsschlitz 9. Die von der Heißeite 3 und der Stirnseite 21 gebildete Kante 49 ist im Betrieb einem heißen Medium M ausgesetzt. Die Wandseite 5 und die Stirnseite 21 bilden die Kante 51. Die Umfangsseite 7, die in dieser Abbildung detailliert gezeigt ist, ist in diesem Ausführungsbeispiel gleichzeitig auch eine der Stirnseiten 21. Die seitlichen Ränder der Stirnseite 21 stellen die zwei Befestigungsseiten 23 dar,

an denen die Profile der Befestigungsnuten 25 erkennbar sind.

[0039] Eine Vergrößerung eines Entlastungsschlitz 9 ist gesondert dargestellt. Der Entlastungsschlitz 9 ist in der Heißeitenoberfläche 3 eingeschnitten, und weist eine Tiefe T auf, so dass sich lokal die effektive Höhe H des Materials des Hitzeschildelementes 1 verringert. Der Entlastungsschlitz weist außerdem am Schlitzgrund 19 eine Ausrundung mit einem Rundungsradius R auf. Mittels dieser Ausrundung können lokal hohe thermomechanische Spannungen am Schlitzgrund 19 vermieden werden und dadurch eine geringere Kerbwirkung erreicht werden.

[0040] Fig. 4 und Fig. 5 zeigen verschiedene Ausführungsformen eines Entlastungsschlitz 9. In diesen Figuren wird ein Längsschnitt durch einen Teil eines Hitzeschildelementes 1 mit Höhe H gezeigt. Der obere Rand stellt einen Schnitt durch die Heißeite 3 dar, und der untere Rand durch die Wandseite 5. Einen Schnitt durch die Stirnseite 21 wird ebenso in beiden Figuren gezeigt. Ein Entlastungsschlitz 9 erstreckt sich bis in die Heißeitenoberfläche 3, wobei er eine Schlitzlänge L_1 gemessen entlang der Heißeite aufweist. In Fig. 4 weist der Entlastungsschlitz 9 eine Tiefe T auf, wobei das Maß der Tiefe T geringer ist als das Maß der Höhe H des Hitzeschildelementes 1. Das bedeutet, dass der Entlastungsschlitz 9 sich in die Stirnseite 21 erstreckt, ohne dass er die Wandseite 5 erreicht, z.B. hier gezeigt etwa 50% der Höhe H entspricht der Tiefe T des Entlastungsschlitzes. Somit weist der Entlastungsschlitz 9 eine dreieckige Schnittfläche 13a auf. Im Gegensatz zu der Ausführungsform in Fig. 4, erreicht in Fig. 5 der Entlastungsschlitz 9 die Wandseite 5 und erstreckt sich bis zu einer Länge L_2 in die Wandseite 5. Somit weist der Entlastungsschlitz 9 eine trapezförmige Schnittfläche 13b auf. Damit die stärker gefährdeten Bereiche besser vor Rissbildung geschützt werden, ist es bei der Auslegung des Hitzeschildelementes 1 wichtig, dass die Schlitzlänge L_1 gemessen entlang der Heißeite 3 größer ist als die Schlitzlänge L_2 entlang der Wandseite 5. Dies liegt darin begründet, dass die Gefahr der Rissbildung auf der Heißeite 3 deutlich höher ist als auf der kühleren Wandseite 5.

[0041] In Fig. 6 und Fig. 7 ist eine Draufsicht auf die Heißeite 3 eines Hitzeschildelementes 1 dargestellt, wobei in den zwei Figuren zwei verschiedene Ausführungsformen der Oberflächenstruktur 11a und 11b der Säulen 15 gezeigt sind. Von allen vier Seiten ist die Heißeite 3 von den Kanten 49 begrenzt. An der Heißeitenoberfläche 3 sind Entlastungsschlitz 9 in Form eines Gitters oder Netzes eingebracht, so dass hierdurch eine Anzahl von Säulen 15 mit Durchmesser D entsteht. Die Säulen 15 weisen in Fig. 6 eine quadratische Grundfläche 17a und in Fig. 7 eine sechseckförmige Grundfläche 17b auf. Somit entstehen zwei unterschiedliche Oberflächenstrukturen 11a und 11b. In Fig. 6 weist die Oberflächenstruktur 11a ein quadratisches Muster und in Fig. 7 weist die Oberflächenstruktur 11b ein sechseckiges wabenförmiges Muster auf.

[0042] Fig. 8 zeigt eine Tragstruktur 45 mit daran befestigten Hitzeschildelementen 1a und 1b. Es ist eine Draufsicht auf die Heiseiten 3 der Hitzeschildelemente 1a und 1b dargestellt. Die Heiseiten 3 sind von den Kanten 49 begrenzt. An zwei gegenüberliegenden Kanten 49 ist eine Anzahl von nahezu äquidistanten Entlastungsschlitzten 9 eingebracht, analog wie in Fig. 2 dargestellt. Entlang der zwei anderen gegenüberliegenden Kanten 49 ist die Projektion der Befestigungsnuten 25 gezeigt. Die Hitzeschildelemente 1a und 1b sind benachbart zueinander an der Tragstruktur 45 angebracht. Zur Befestigung werden Befestigungselemente 41 verwendet, die in die jeweilige Befestigungsnut 25 der Hitzeschildelemente 1a und 1b eingreifen. Zugleich weist die Tragstruktur 45 auch eine Befestigungsnut 43 auf, die z.B. als eine Ausfräsung in der Tragstruktur 45 ausgestaltet ist. Das Befestigungselement 25 greift auch in die Befestigungsnut 43 der Tragstruktur 45 und somit werden die Hitzeschildelemente 1a und 1b an der Tragstruktur 45 fixiert.

Patentansprüche

1. Hitzeschildelement (1), insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium (M) aussetzbaren Heißseite (3), einer der Heißseite (3) gegenüberliegenden Wandseite (5) und einer an die Heißseite (3) und die Wandseite (5) angrenzenden Umfangsseite (7),
dadurch gekennzeichnet, dass in einem zu thermospannungsinduzierter Materialrissbildung neigenden Bereich gezielt Entlastungsschlitzte (9) im Material eingebracht sind, so dass die Rissausbreitung eingeschränkt ist.
2. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl (N), der Abstand (D), die Anordnung und die Geometrie (13) der Entlastungsschlitzte (9) so festgelegt sind, dass die mechanische Tragfähigkeit nur unwesentlich beeinträchtigt ist.
3. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Heißseite (3) eine Heiseitenoberflche aufweist, wobei Entlastungsschlitzte (9) sich bis in die Heiseitenoberflche (3) erstrecken.
4. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Heiseitenoberflche (3) von einer Vielzahl von Entlastungsschlitzten (9) durchsetzt ist, so dass hierdurch eine zweidimensionale gitterartige Oberflächenstruktur (11) in dem Material aus einer Vielzahl von Säulen (15) ausgebildet ist.
5. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass die Säulen (15) eine dreieckige (17a), viereckige oder sechseckige (17b) Grundfläche aufweisen.

6. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe (T) der Säulen (15) so eingestellt ist, dass eine vorgegebene thermische Isolationswirkung im Betriebsfall erzielt ist.
7. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 4, 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser (D) der Säulen (15) an der Heiseitenoberflche (3) so ausgelegt ist, dass eine zulässiger lebensdauerbegrenzender Spannungswert (σ) bei einer thermischen Belastung nicht überschritten ist.
8. Hitzeschildelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Umfangsseite (7) eine Umfangsseitenoberfläche aufweist, wobei Entlastungsschlitzte (9) sich bis in die Umfangsseitenoberfläche (7) erstrecken.
9. Hitzeschildelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass Entlastungsschlitzte (9) sich von der Heißseite (3) bis in die Umfangsseite (7) erstrecken, wobei die entlang der Umfangsseite (7) gemessene Tiefe (T) der Entlastungsschlitzte (9) kleiner ist als die durch den Abstand zwischen der Heißseite (3) und der Wandseite (5) definierte Höhe (H) des Hitzeschildelementes (1).
10. Hitzeschildelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass Entlastungsschlitzte (9) vorgesehen sind, die sich von der Heißseite (3) bis zu der Wandseite (5) erstrecken, wobei die Schlitzlänge (L_1) gemessen entlang der Heißseite (3) größer ist als die Schlitzlänge (L_2) entlang der Wandseite (5).
11. Hitzeschildelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Entlastungsschlitz (9) am Schlitzgrund (19) eine Ausrundung mit einem Rundungsradius (R) zur Einstellung einer vorgegebenen Kerbwirkung aufweist.
12. Hitzeschildelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Umfangsseite (7) eine Stirnseite (21) und eine gegenüber der Stirnseite (37) geneigte Befestigungsseite (23) aufweist, wobei Entlastungsschlitzte (9) an der Stirnseite (21) vorgesehen sind.

13. Hitzeschildelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Umfangsseite (7) eine Stirnseite (21) und eine gegenüber der Stirnseite (21) geneigte Befestigungsseite (23) mit einer Befestigungsnut (25) aufweist, die zur Aufnahme eines Befestigungselements ausgebildet ist. 5
14. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Entlastungsschlitzen (9) an einander gegenüberliegenden Stirnseiten (21) vorgesehen ist. 10
15. Hitzeschildelement (1) nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Entlastungsschlitze (9) eine dreieckige Schnittfläche (13a) aufweisen. 15
16. Hitzeschildelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass dieser aus einem keramischen Material (27), insbesondere aus einer Feuerfestkeramik, besteht. 20
17. Brennkammer (29) einer Brennkammerwand mit einer Anzahl von Hitzeschildelementen (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 25
18. Gasturbine (31) mit einer Brennkammer (29) nach Anspruch 17. 30

35

40

45

50

55

FIG 1

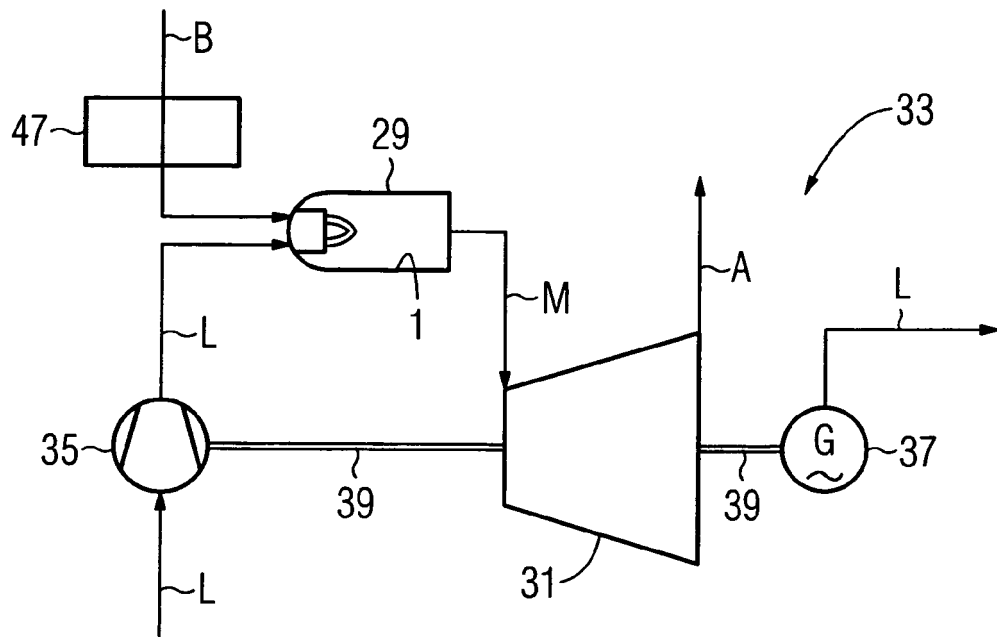


FIG 2

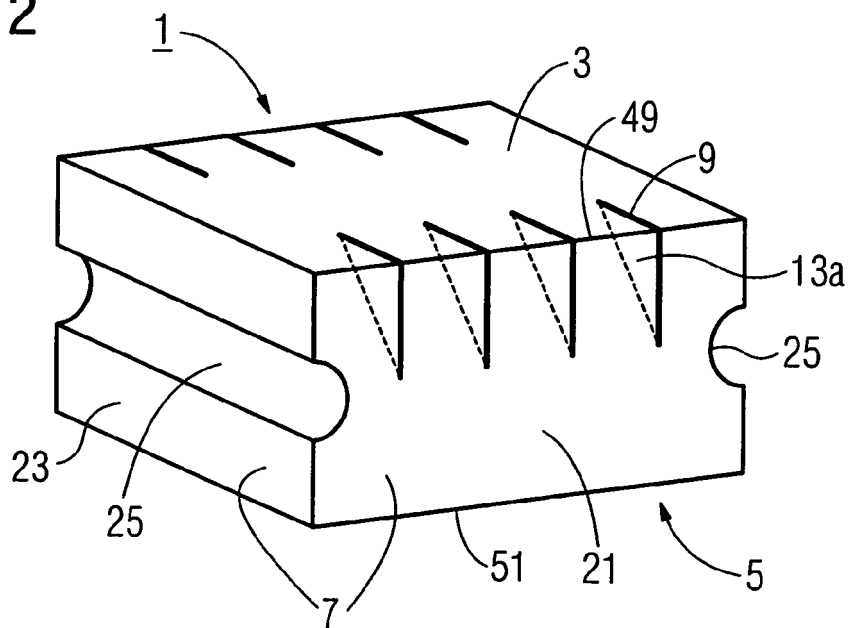


FIG 3

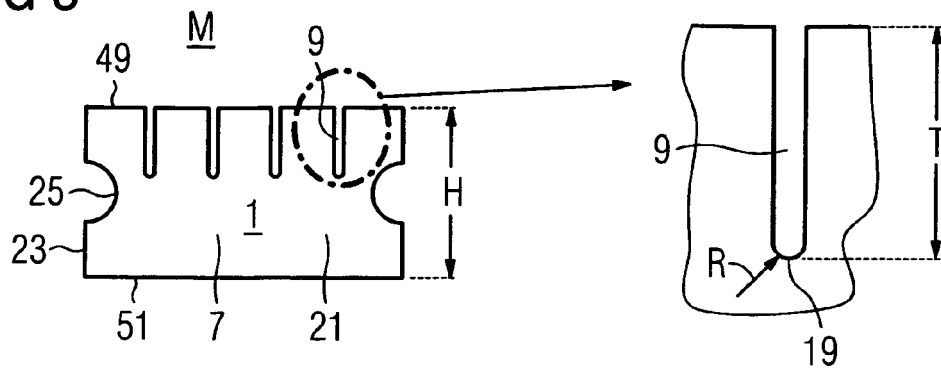


FIG 4

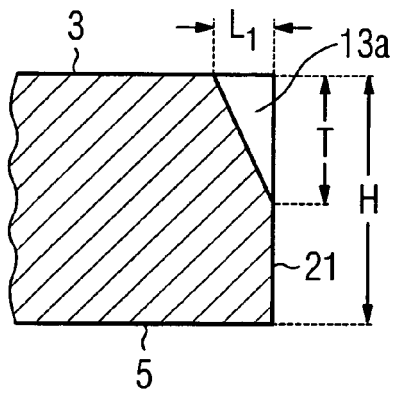


FIG 5

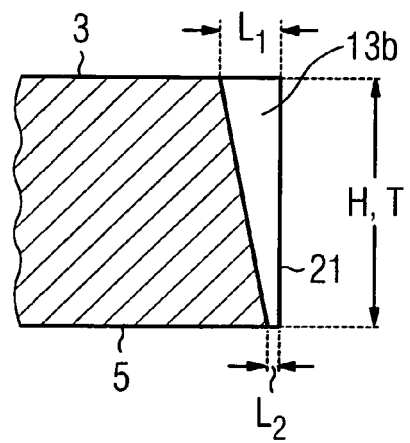


FIG 6

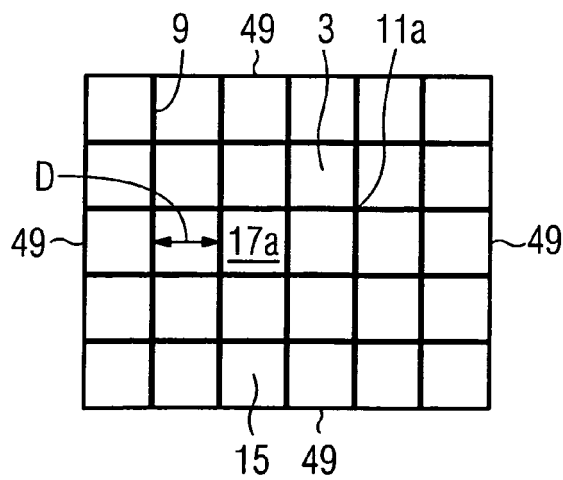


FIG 7

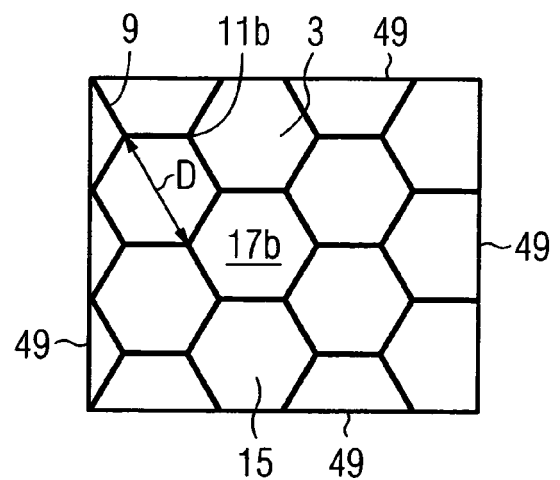
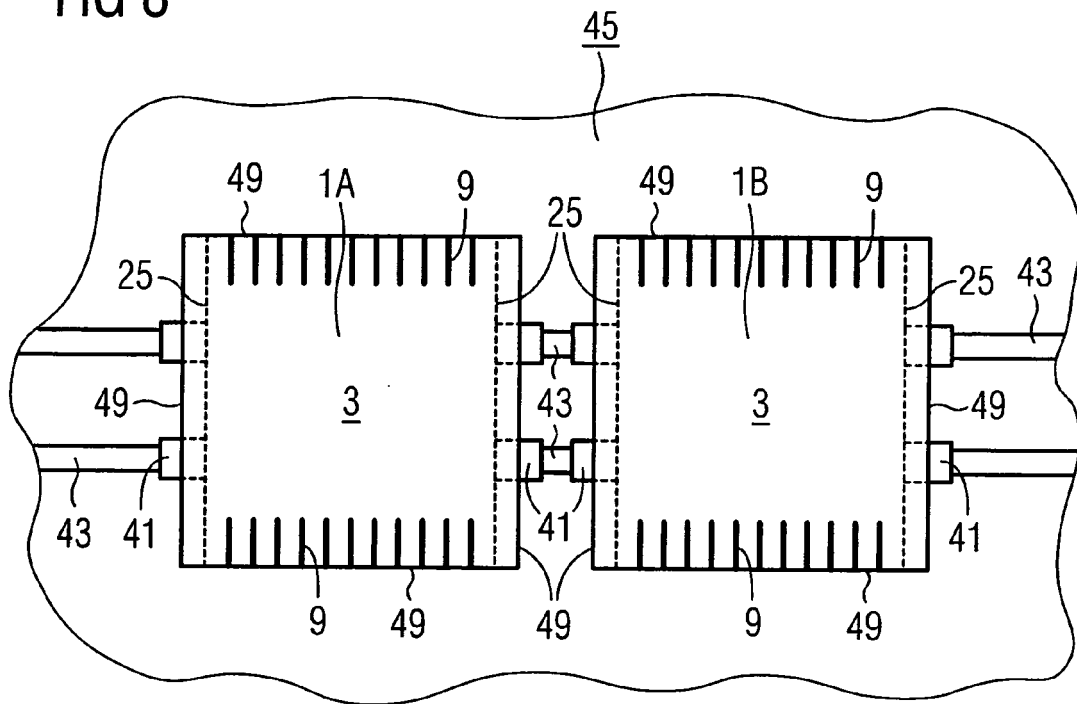


FIG 8





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 00 8511

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 28 31 151 A1 (BULTEN-KANTHAL GMBH; BULTEN-KANTHAL GMBH, 6082 MOERFELDEN-WALLDORF, DE) 31. Januar 1980 (1980-01-31) * Seite 4, Zeile 20 - Seite 5, Zeile 24 * * Seite 6, Zeile 4 - Zeile 5 * * Abbildungen 1-3 * -----	1-18	F27D1/04 F27D1/00 F27D1/14 F23R3/00 F23M5/04
Y	EP 1 128 131 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 29. August 2001 (2001-08-29) * Absatz [0001] * * Absatz [0007] * * Absatz [0016] * * Abbildung 2 * -----	1-18	
Y	DE 83 21 679 U1 (NORTON CO., 01606 WORCESTER, MASS., US) 1. Dezember 1983 (1983-12-01) * Seite 1, Zeile 6 - Zeile 16 * * Abbildungen 1-3 * -----	1-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F27D F23R F23M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. August 2005	Prüfer Peis, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 00 8511

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

24-08-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2831151 A1	31-01-1980	KEINE	
EP 1128131 A	29-08-2001	EP 1128131 A1	29-08-2001
		WO 0163177 A1	30-08-2001
DE 8321679 U1	01-12-1983	FR 2549944 A1	01-02-1985
		GB 2144207 A ,B	27-02-1985
		IN 163382 A1	17-09-1988
		IT 1176457 B	18-08-1987
		US 4725474 A	16-02-1988

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

- US 4840131 A [0003]
- US 4835831 A [0004]
- EP 0724116 A2 [0005]
- EP 0419487 B1 [0006]
- WO 9947874 A [0007]