



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2005 Patentblatt 2005/07

(51) Int Cl.7: **F23R 3/00**, F23M 5/04,
F23M 5/02

(21) Anmeldenummer: **03018416.2**

(22) Anmeldetag: **13.08.2003**

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

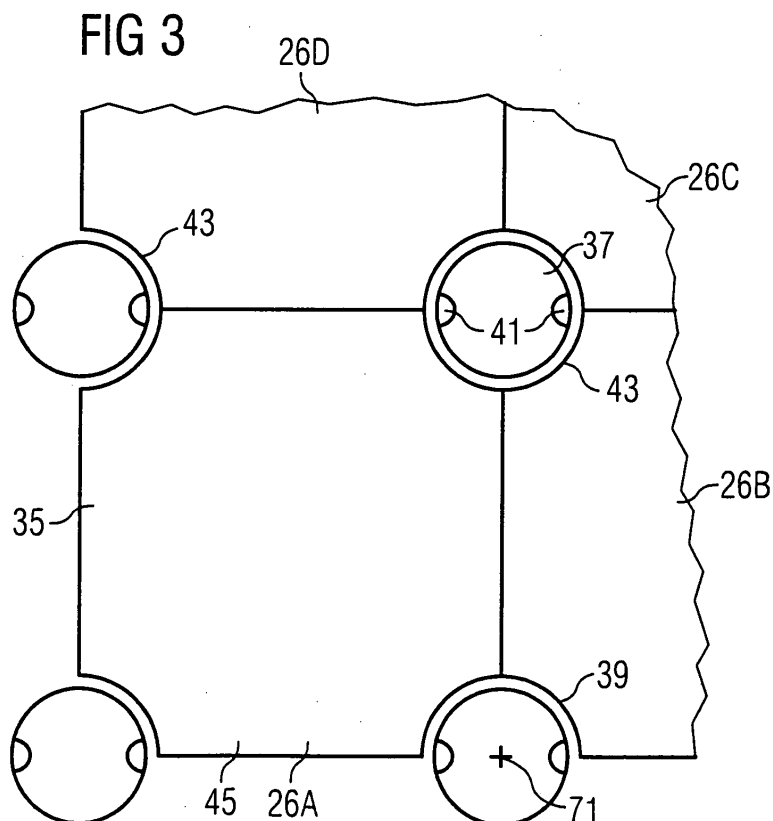
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Stöcker, Bernd, Dr.**
46147 Oberhausen (DE)

(54) **Brennkammer, insbesondere Gasturbinenbrennkammer**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkammer (4) für eine Gasturbine (1), deren Brennkammerwand (24) innenseitig eine Anzahl von Hitzeschildsteinen (26, 26A, 26B, 26C, 26D) aufweist, die im Wesentlichen flächendeckend nebeneinander angeordnet und an einer Tragstruktur (31) befestigt sind. Jeder Hitzeschildstein (26, 26A, 26B, 26C, 26D) weist eine der Tragstruktur (31) zugewandte Kaltseite (33) und eine der Kaltseite (33) gegenüberliegende, mit einem heißen Medium (M) beaufschlagbare Heißeite (35) auf. Zur einfacheren Montage und für eine erhöhte passive Sicherheit ist es vor-

gesehen, dass ein Hitzeschildstein (26A, 26b) und dazu benachbarter Hitzeschildstein (26C, 26D) durch mindestens einen gemeinsamen Befestigungsbolzen (37) an der Tragstruktur (31) befestigt sind. Ein Herausfallen von Bruchstücken bei einem Bruch eines Hitzeschildsteins (26A, 26b) wird durch dieses Brennkammerdesign erschwert, verglichen mit den bisher bekannten Konstruktionen. Überdies kann ein einzelner Hitzeschildstein (26) einzeln demontiert und montiert werden. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Gasturbine (1), die eine derartige Brennkammer (4) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkammer für eine Gasturbine, deren Brennkammerwand innenseitig eine Anzahl von Hitzeschildsteinen aufweist, die im Wesentlichen flächendeckend nebeneinander angeordnet und an einer Tragstruktur befestigt sind, wobei jeder Hitzeschildstein eine der Tragstruktur zugewandte Kaltseite und eine der Kaltseite gegenüberliegende, mit einem heißen Medium beaufschlagbare Heißseite aufweist.

[0002] Eine solche Brennkammer mit einer Brennkammerauskleidung geht beispielsweise aus der DE-A 362 50 56 hervor. Derartige hitzeschildbewehrte Tragstrukturen finden vielfältige Verwendung, beispielsweise als Flammrohre oder Heigaskanäle in Verbrennungsanlagen wie z. B. Gasturbinenanlagen. Entsprechende hitzeschildbewehrte Tragstrukturen gehen hervor aus der DE 117 37 34, der DE 252 34 49 C3 und der DE 362 50 56 A1.

[0003] Gemäß der DE 117 37 34 besteht die hitzebeständige Brennkammerauskleidung (Hitzeschild) aus profilierten Steinen, die mit Nuten versehene Flanken aufweisen, wobei jeder Stein zwischen mindestens zwei Haltern, die in die Nuten eingreifen, festgeklemmt ist. Die Halter weisen Laschen auf, die unter dem befestigten Stein auf der Tragstruktur aufliegen und mit dieser fest verbunden sind. Gemäß der DE 362 50 56 A1 sind die Steine mit abgeschrägten Flanken versehen und liegen unmittelbar auf der vor thermischer Belastung zu schützenden Tragstruktur auf. Sie sind befestigt mit metallischen Klammern von jeweils trapezförmigen Querschnitt, die in V-förmige Spalte zwischen jeweils zwei Steinen eingelegt und mittels Schrauben oder dergleichen gegen die Tragstruktur verspannt werden.

[0004] Als unter Umständen nachteilig an dem Hitzeschild gemäß der DE 117 37 34 ist hervorzuheben, dass ein von der Tragstruktur fernzuhaltendes heißes Fluid den Hitzeschild unterströmen kann, weil die Steine notwendigerweise beabstandet von der Tragstruktur angeordnet werden müssen, und das außerdem den durch thermische Belastung hervorgerufenen Änderungen der Federkräftehalter nicht in ausreichendem Maße Rechnung getragen werden kann. Eine Unterströmung des Hitzeschildes mit heißen Fluid kann möglicherweise zu Beschädigungen der Tragstruktur führen. Eine unvollständige Berücksichtigung der Veränderungen der Federkräftehalter unter thermischer Beanspruchung kann zum Lösen der Steine bei hoher thermischer Belastung oder zu übermäßiger mechanischer Beanspruchung der Steine bei niedriger thermischer Belastung führen. Das Hitzeschild gemäß der DE 362 50 56 A1 beinhaltet zwar keine Gefahr durch Unterströmung, da die den Hitzeschild bildenden Steine unmittelbar auf der Tragstruktur aufliegen; die metallischen Befestigungselemente des Hitzeschildes sind allerdings unmittelbar dem heißen Fluid ausgesetzt und begrenzen die thermische Belastbarkeit des Hitzeschildes, bzw. erfordern besondere Kühlmaßnahmen.

[0005] Eine andere Art der Auskleidung eines thermisch hochbelasteten Brennraums ist in der EP 0 558 540 B1 angegeben. Darin ist ein Hitzeschild an einer Tragstruktur offenbart, welches Hitzeschild eine Vielzahl von Steinen aufweist, die im Wesentlichen flächendeckend nebeneinander angeordnet und mit metallischen Haltern an der Tragstruktur befestigt sind, wobei jeder Stein eine auf der Tragstruktur aufliegende Kaltseite, eine der Tragstruktur abgewandte Heißseite und zumindest zwei Flanken aufweist, deren jeder die Kaltseite mit der Heißseite verbindet und deren jeder zumindest ein Halter zugeordnet ist, der die Flanken mit einer Greiflasche zumindest teilweise übergreift. Dabei ist die Tragstruktur mit Nuten versehen, deren jede zwei einander gegenüberliegende Nutwände einen Nutboden und eine Nutöffnung hat, und dass jeder Halter an einer Befestigungslasche die etwa rechtwinklig zu der Greiflasche ausgerichtet ist, in einer Nut befestigt ist.

[0006] Die Erfindung geht von der Beobachtung aus, dass die vorbeschriebenen keramischen Hitzeschildsteine aufgrund ihrer notwendigen Flexibilität hinsichtlich thermischer Ausdehnungen häufig nur unzureichend gegenüber mechanischen Belastungen, wie beispielsweise Stöße und Vibrationen, gesichert sind. Ferner ist beim Einsatz der Hitzeschildsteine in einer Brennkammer zur Auskleidung einer Brennkammerwand bei Montage bzw. Wartungsarbeiten ein erheblicher Zeitaufwand aufgrund der schwer zugänglichen Befestigung zu verzeichnen.

[0007] Der Erfindung liegt dementsprechend die Aufgabe zugrunde, eine Brennkammer für eine Gasturbine anzugeben, die verbesserte Hitzeschildsteine aufweist, die insbesondere gegenüber den oben genannten Anforderungen einer höheren Betriebssicherheit bei geringerem Wartungsaufwand gewährleistet. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer Gasturbine mit einer derartigen Brennkammer.

[0008] Die auf eine Brennkammer gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Brennkammer für eine Gasturbine, deren Brennkammerwand innenseitig eine Anzahl von Hitzeschildsteinen aufweist, die im Wesentlichen flächendeckend nebeneinander angeordnet und an einer Tragstruktur befestigt sind, wobei jeder Hitzeschildstein eine der Tragstruktur zugewandte Kaltseite und eine der Kaltseite gegenüberliegende, mit einem heißen Medium beaufschlagbare Heißseite aufweist, wobei ein Hitzeschildstein und ein dazu benachbarter Hitzeschildstein durch mindestens einen gemeinsamen Befestigungsbolzen an der Tragstruktur befestigt sind.

[0009] Mit der Erfindung wird ein völlig neuer Weg aufgezeigt, eine Brennkammer mit Hitzeschildsteinen gegenüber hohen Beschleunigungen in Folge von Stößen oder Vibrationen dauerhaft zu sichern und gleichzeitig den bedarfsweisen Austausch einzelner Hitzeschildsteine bei Wartungsarbeiten zu ermöglichen. Die Erfindung geht dabei bereits von der Erkenntnis aus, dass Hitzeschildsteine, wie sie üblicherweise zur Aus-

kleidung einer Brennkammerwand eingesetzt werden, durch stationäre und/oder transiente Schwingungen in der Brennkammerwand zu entsprechenden Schwingungen angeregt werden. Dabei können, insbesondere in einem Resonanzfall, hohe Beschleunigungen oberhalb einer Grenzbeschleunigung auftreten, wobei die Hitzeschildsteine von der Brennkammerwand abheben und in der Folge wieder aufschlagen. Ein solcher Aufschlag auf die massive Brennkammerwand führt zu sehr hohen Kräften auf die Hitzeschildsteine und kann zu großen Beschädigungen an diesen führen. Dies führt zu einer erheblichen Reduzierung der Dauerhaltbarkeit eines Hitzeschildsteins in der Brennkammer. In schlimmsten Fall kann bei einem solchen Aufschlag der Hitzeschildstein zu Bruch gehen, wodurch unmittelbar die Gefahr besteht, dass die Bruchstücke sich voneinander lösen und in den Brennraum gelangen. Kleinere oder auch größere Bruchstücke im Brennraum können in der Folge Komponenten im Brennraum erheblich beschädigen. Insbesondere beim Einsatz einer derartigen Brennkammer mit Hitzeschildsteinen in einer Gasturbine kann dadurch die nachgeschaltete Turbine einen erheblichen Schaden erleiden.

[0010] Mit der Erfindung wird die Gefahr eines HerauslöSENS von Bruchstücken aus einem Hitzeschildstein, der insbesondere aus einem keramischen Material besteht, deutlich herabgesetzt. Zugleich wird vorteilhafterweise die Montierbarkeit und die Demontierbarkeit einzelner Hitzeschildsteine an der Tragstruktur erheblich erleichtert, was für das Servicegeschäft von großer Bedeutung ist. Bei dem vorgeschlagenen Befestigungskonzept wird ein Hitzeschildstein und ein dazu benachbarter Hitzeschildstein durch mindestens einen gemeinsamen Befestigungsbolzen an der Tragstruktur befestigt. Ein einziger Befestigungsbolzen befestigt und sichert daher zugleich mindestens zwei Hitzeschildsteine, nämlich einen Hitzeschildstein und einen dazu benachbarten Hitzeschildstein.

[0011] Dabei wird erstmals eine Bolzenbefestigung für Hitzeschildsteine vorgeschlagen, die gegenüber der beispielsweise aus der EP 0 558 540 B1 bekannten Verklammerung eines Hitzeschildsteins mit einer Anzahl von Klammern, vor allem im Hinblick auf den Montageaufwand klar überlegen ist. Daneben wird mit dem Befestigungskonzept der Erfindung die passive Sicherheit der Brennkammer erhöht, da ein Hitzeschildstein bei einem durchgehenden Riss im Hitzeschildstein nicht verloren geht. Eine auf diese Weise mit Hitzeschildsteinen ausgekleidete Brennkammer verfügt im Fall besonderer Vorkommnisse über Notlaufeigenschaften, so dass Folgeschäden, etwa für die Beschau felung einer der Brennkammer nachgeschalteten Turbine, vermieden werden können. Wirtschaftlich ergibt sich hieraus zusätzlich der Vorteil, dass im Normalfall keine außerordentliche Wartung und/oder Revision einer die Hitzeschildsteine aufweisenden Brennkammer erforderlich ist. Die Brennkammer mit einer derartigen Auskleidung von Hitzeschildsteinen kann zumindest mit den üblichen

Wartungszyklen betrieben werden, wobei aber zudem eine Verlängerung der Standzeiten aufgrund der erhöhten passiven Sicherheit erzielbar ist. Bei Wartungsarbeiten sind vorteilhafterweise einzelne Brennkammersteine auf besonders einfache Weise durch Lösen entsprechender Befestigungsbolzen austauschbar, was bei der herkömmlichen Verklammerung von Hitzeschildsteinen nur unter erheblichem Aufwand unter Demontage ganzer Reihen von Hitzeschildsteinen - insbesondere auch solcher, die gar nicht zum Austausch anstehen - erfolgen kann.

[0012] In besonders bevorzugter Ausgestaltung sind die Hitzeschildsteine jeweils als ein Vieleck ausgestaltet, wobei ein gemeinsamer Befestigungsbolzen an einer Ecke positioniert ist. Mit der Vieleckgeometrie ist eine flächendeckende Auskleidung der Brennkammer mit Hitzeschildsteinen möglich, wobei in einer Ecke eine Mehrzahl von Hitzeschildsteinen einander grenzen und somit benachbart zueinander angeordnet sind. Mit den gemeinsamen Befestigungsbolzen an einer Ecke kann ein Bolzen zugleich eine Vielzahl von benachbarten Hitzeschildsteinen an der Tragstruktur in der gewünschten Position befestigen und halten.

[0013] In besonders bevorzugter Ausgestaltung sind die Hitzeschildsteine dabei als Dreiecke oder Vierecke ausgestaltet, die durch einen an einer Ecke positionierten gemeinsamen Befestigungsbolzen an der Tragstruktur befestigt sind. Bei einer flächendeckenden Belegung mit Vierecken kann ein Befestigungsbolzen, der an einer Ecke angeordnet ist zugleich vier Hitzeschildelemente, die in der Ecke benachbart zueinander angeordnet sind, sichern. Die Eckenbefestigung der Hitzeschildsteine mit einem jeweiligen Befestigungsbolzen ist dabei besonders vorteilhaft im Hinblick auf eine einfache Montage bzw. Demontage, wobei zugleich ein Herausfallen vor eventuellen Bruchstücken erschwert wird, insbesondere im Vergleich zu den bereits oben diskutierten, bekannten Klammerbefestigungen. Hitzeschildsteine in Form von Dreiecken, insbesondere von gleichseitigen Dreiecken, sind ebenfalls besonders günstig für eine flächendeckende Auskleidung der Brennkammer mit einen in den Ecken der Hitzeschildsteine positionierten Befestigungsbolzen. Durch die gleichseitigen Dreiecke wird eine sechszählige Rotationssymmetrie bezogen auf einen Eckpunkt realisiert, das heißt mit einem Befestigungsbolzen werden zugleich sechs benachbarte Hitzeschildsteine befestigt und im Betrieb dauerhaft gesichert.

[0014] Vorzugsweise ist zur Demontage eines Hitzeschildsteins der Befestigungsbolzen von der Hei ßseite her zugänglich und lösbar. Somit kann bei einer Wartung oder Revision der Brennkammer ein Hitzeschildstein aus dem Inneren des Brennkammerraums durch Herauslösen des Befestigungsbolzens oder einer entsprechenden Anzahl von dem Hitzeschildstein sichernden Befestigungsbolzen ausgetauscht werden.

[0015] Dabei weist der Befestigungsbolzen vorzugsweise einen sich in axialer Richtung des Befestigungs-

bolzens normal zur Heißseite im Querschnitt erweitern- den Bolzenkopf, bevorzugt mit einer Aufnahme für ein Montagewerkzeug, auf. Durch den sich im Querschnitt erweiternden Bolzenkopf ist eine Herausfallsicherung für die mittels des Befestigungsbolzen an der Tragstruktur befestigten Hitzeschildsteine gegeben. Weiterhin sorgt der sich erweiternde Querschnitt des Bolzenkopfs für eine erhöhte passive Sicherheit im Falle eines Risses oder eines Bruchs eines Hitzeschildsteins, beispielsweise in Folge einer Stoßbelastung. Je nach Dimensionierung des Querschnitts und des Verlaufs des sich erweiternden Bolzenkopfs, kann eine an die zu erwartende Belastungssituation des Hitzeschildsteins in der Brennkammer angepasste konstruktive Auslegung des Befestigungsbolzens und der zu befestigenden Hitzeschildsteine realisiert werden.

[0016] So ist vorzugsweise im montierten Zustand der Bolzenkopf in korrespondierenden Ausnehmungen benachbarter Hitzeschildsteine abgesenkt. Die korrespondierenden Ausnehmungen benachbarter Hitzeschildsteine ergänzen sich zu einer geschlossenen, zum Beispiel im Querschnitt kreisförmigen, Ausnehmung, in die der Bolzenkopf abgesenkt ist. Durch die Absenkung des Bolzenkopfs ist eine sichere Positionierung und Halterung der benachbarten Hitzeschildsteine erreicht, wobei der Bolzenkopf mit den benachbarten Hitzeschildsteinen im Bereich der Ausnehmung in Kontakt kommt. Die Absenkung des Bolzenkopfs stellt auch einen gewissen zusätzlichen Schutz des Bolzenkopfs vor einer allzu massiven Beaufschlagung mit Heißgas beim Betrieb der Brennkammer dar.

[0017] Der versenkte Bolzenkopf schließt vorzugsweise plan mit der Heiseitenoberflche der Hitzeschildsteine ab. Hierdurch wird eine plane Fläche durch die flächendeckend nebeneinander angeordneten und an der Tragstruktur befestigten Hitzeschildsteine realisiert, was die Strmungsfhrungseigenschaften des Heißgases und die Hitzeschutzfunktion des mit den Hitzeschildsteinen realisierten Hitzeschildes nochmals erhöht.

[0018] In besonders bevorzugter Ausgestaltung weist der Befestigungsbolzen einen kegelförmig bzw. Kegelstumpffrmig ausgestalteten Bolzenkopf auf. Die Kegelform ist im Hinblick auf die einfache Herstellung von Befestigungsbolzen besonders vorteilhaft, da hierbei Drehmaschinen zum Einsatz kommen können. Die Kegelform bzw. Kegelstumpfform ist aufgrund der Symmetrie der Kegelmantelfläche auch im Hinblick auf die Lastverteilung in Folge der Haltekraften des Bolzenkopfs gegenüber den zu haltenden Hitzeschildsteinen besonders günstig.

[0019] Bevorzugt ist der Befestigungsbolzen aus Metall. Hierbei kommen hochtemperaturfeste Werkstoffe wie beispielsweise hochtemperaturfeste Sthle oder Metalllegierungen auf Nickeloder Kobaltbasis, in Frage.

[0020] Bevorzugt ist der Befestigungsbolzen gegen eine Federkraft in axialer Richtung des Befestigungsbolzens verschieblich. Der Hitzeschildstein ist hierdurch

wrmebeweglich an der Tragstruktur mittels des Befestigungsbolzens verankert, wobei zur Kompensation der unterschiedlichen Wärmeausdehnungen, die aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten der Werkstoffe entstehen, der Befestigungsbolzen gegen die Federkraft in axialer Richtung des Befestigungsbolzens verschieblich ist. Die Verankerung erfolgt vorzugsweise an der der Innenauskleidung der Brennkammer abgewandten Wand der Tragstruktur. Hierzu weist die Tragstruktur wenigstens eine Wand auf, durch die sich wenigstens ein Endabschnitt des Befestigungsbolzens erstreckt.

[0021] An dem Endabschnitt des Bolzens greift in bevorzugter Ausgestaltung ein Federelement an, vorzugsweise eine Druckfeder.

[0022] Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die Druckfeder den Endabschnitt des Befestigungsbolzens umgibt.

[0023] Vorzugsweise ist an dem Endabschnitt des Befestigungsbolzens ein Halteelement angeordnet, wobei das Halteelement ein Widerlager für das Federelement bildet. Durch Positionierung des Halteelements und Auslegung des Federelements kann somit eine gewünschte Haltekraft gewährleistet werden, um ein Hitzeschildelement über dem Befestigungsbolzen zu sichern.

[0024] Die auf eine Gasturbine gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Gasturbine mit einer Brennkammer, die Hitzeschildsteine aufweist, die gemäß in obigen Ausführungen befestigt sind.

[0025] Die Vorteile einer solchen Gasturbine ergeben sich entsprechend den obigen Ausführungen zu der Brennkammer.

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft anhand einer Zeichnung näher erläutert.

[0027] Darin zeigen in vereinfachter und nicht mastablicher Darstellung:

FIG 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,

FIG 2 einen keramischen Hitzeschildstein einer Tragstruktur gemäß dem Stand der Technik,

FIG 3 in einer Draufsicht auf die Heißseite flächendeckend nebeneinander angeordneter Hitzeschildsteine gemäß der Erfindung,

FIG 4 eine Anzahl flächendeckend nebeneinander angeordneter Hitzeschildsteine mit gegenüber FIG 3 alternativer Geometrie, und

FIG 5 in einer Schnittansicht die Befestigung eines Hitzeschildsteins an der Tragstruktur.

[0028] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0029] Die Gasturbine 1 gemäß Figur 1 weist einen Verdichter 2 für Verbrennungsluft, eine Brennkammer

4, sowie eine Turbine 6 zum Antrieb des Verdichters 2 und eines nicht näher dargestellten Generators und einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Turbine 6 und der Verdichter 2 auf einer gemeinsamen, auch als Turbinenläufer bezeichneten Turbinenwelle angeordnet, mit der auch der Generator bzw. die Arbeitsmaschine verbunden ist, und die um ihre Mittelachse drehbar gelagert ist. Die in der Art einer Ringbrennkammer ausgeführte Brennkammer 4 ist mit einer Anzahl von Brennern zur Verbrennung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt. Die Turbine 6 weist eine Anzahl von mit der Turbinenwelle 8 verbundenen, rotierbaren Laufschaufeln 12 auf. Die Laufschaufeln 12 sind kranzförmig an der Turbinenwelle 8 angeordnet und bilden somit eine Anzahl von Laufschaufelreihen. Weiterhin umfasst die Turbine 6 eine Anzahl von feststehenden Leitschaufeln 14, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von Leitschaufelreihen an einem Innengehäuse 16 der Turbinen befestigt sind. Die Laufschaufeln 12 dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle durch Impulsübertrag vom die Turbine 6 durchströmenden heißen Mediums, dem Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 14 dienen hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M, z. B. dem Heißgas, gesehenen aufeinanderfolgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen. Ein aufeinanderfolgendes Paar aus einem Kranz von Leitschaufeln 14 oder einer Leitschaufelreihe und aus einem Kranz Laufschaufeln 12 oder einer Laufschaufelreihe wird dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

[0030] Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 14 am Innengehäuse der Turbine 6 als Wandelement angeordnet ist. Die Plattform 18 ist dabei ein thermisch vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Begrenzung eines Heißgaskanals für das die Turbine 6 durchströmende Arbeitsmedium M bildet. Jede Laufschaufel 12 ist in analoger Weise über eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 20 an der Turbinenwelle 8 befestigt.

[0031] Zwischen beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 18 der Leitschaufel 14 zwei benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 21 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungsringes 21 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Richtung vom äußeren Ende der ihm gegenüberliegenden Laufschaufel 12 durch einen Spalt beabstandet. Die zwischen benachbarten Leitschaufelreihen angeordneten Führungsringe 21 dienen dabei insbesondere als Abdeckelemente, die die Innenwand 16 oder andere Gehäuse - Einboardteile - vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende heiße Arbeitsmedium M schützt. Die Brennkammer 4 ist von einem Brennkammergehäuse 29 begrenzt, wobei brennkammerseitig eine Brennkammerwand 24 gebil-

det ist. Im Ausführungsbeispiel ist die Brennkammer 4 als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 8 herum angeordneten Brennern 10 in einem gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 4 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 8 herum positioniert ist.

[0032] Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 4 für vergleichsweise hohe Heißgastemperaturen des Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1500 °C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebsbedingungen eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 24 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildsteinen 26 gebildeten Brennkammerauskleidung versehen. Die Hitzeschildelemente 26 sind dabei über geeignete - in der Figur 1 nicht näher dargestellte Befestigungsmittel - an der Brennkammerwand 24 befestigt.

[0033] In Figur 2 ist ein Beispiel zur Verklammerung eines Hitzeschildsteines 26 nach dem Stand der Technik dargestellt, wobei Einzelheiten der Verklammerung eines Steins 26 auf einer Tragstruktur 31 gezeigt sind. Der Hitzeschildstein 26 weist zwei einander gegenüberliegende Flanken 55 zwischen Heißseite 35 und Kaltseite 33 auf, die mit Greifnuten 57 versehen sind, in die jeweils eine Greifflasche 59 eines im Wesentlichen L-förmigen Halters 61 eingreift. Die Halter 61 sind in einer Nut 63 der Tragstruktur 31 an Befestigungsglaschen 65, die am Nutboden 67 aufliegen, verankert. Beide Befestigungsglaschen 65 sind so angeordnet, dass sie unter den Hitzeschildstein 26 ragen und dementsprechend von diesem gegen übermäßige thermische Beanspruchung geschützt werden. Weiterhin ist ein Distanzstück 69 angedeutet, welches zur Distanzierung von Haltern 61, die den verschiedenen Steinen 26 zugeordnet sind, dienen kann. Bei dem Konzept der Verklammerung von Hitzeschildsteinen 26 gemäß dem hier in Figur 2 gezeigten Stand der Technik ist ein Halter 61 genau einem Hitzeschildstein 26 zugeordnet und dabei mit seiner Greifflasche 59 in Eingriff mit der Greifnut 57. Dabei sind eine Vielzahl von Haltern 61, im allgemeinen vier Stück erforderlich, um einen einzigen Hitzeschildstein 26 an der Tragstruktur 31 zu befestigen. Der Montageaufwand ist erheblich, da zum Austausch eines Hitzeschildsteins 26 regelmäßig auch eine ganze Reihe von benachbarten Hitzeschildsteinen 26 von der Tragstruktur 31 zu lösen sind. Hinzu kommt, dass durch das Verklammerungskonzept eine nur unzureichende passive Sicherung des Hitzeschildsteins 26 bei einem möglichen Bruch oder durchgehenden Riss des Hitzeschildsteins 26 gewährleistet ist. Das Loslösen von Bruchstücken aus einem Hitzeschildstein 26 ist mit gravierenden Gefahren für die Brennkammer 4 und die der Brennkammer 4 nachgeschaltete Turbine 6 (vergleiche Figur 1) verbunden.

[0034] Dem tritt die Erfindung mit einer Brennkammer 4 mit einem völlig neuartigen Befestigungskonzept für Hitzeschildsteine 26 entgegen, um die beschriebenen Nachteile zu überwinden. Dies ist in Figur 3 beispielhaft anhand einer Draufsicht auf die Heißeite 35 einer Anzahl von flächendeckend benachbart zueinander angeordneten Hitzeschildsteinen 26A bis 26D gezeigt. Die Hitzeschildsteine 26A, 26B, 26C, 26D weisen dabei in ihrer Grundform eine viereckige, näherungsweise quadratische, Geometrie auf. Ein Hitzeschildstein 26A und ein dazu benachbarter Hitzeschildstein 26D sind durch einen gemeinsamen Befestigungsbolzen 37 an der in der Figur 3 nicht näher dargestellten Tragstruktur 31 (siehe hierzu die Diskussion bei Figur 5 nachstehend) befestigt. Dabei ist in einer Ecke 71 oder einem Eckpunkt ein gemeinsamer Befestigungsbolzen 37 vorgesehen, der jeweils benachbarte Hitzeschildsteine 26A, 26B, 26C, 26D haltet. Zur leichteren Demontage eines Hitzeschildsteins 26A, 26B, 26C, 26D ist der Befestigungsbolzen 37 von der Heißeite 35 her zugänglich und weist eine Aufnahme 41 zum Eingriff eines Montagewerkzeugs auf. Im montierten Zustand ist - wie hier gezeigt - der Bolzenkopf 39 in korrespondierende Ausnehmungen 43 benachbarter Hitzeschildsteine 26A, 26B, 26C, 26D abgesenkt, wobei der versenkte Bolzenkopf 39 planar mit der Heißeitenoberfläche 45 der Hitzeschildsteine 26A bis 26D abschließt. Der Befestigungsbolzen 37 ist aus einem metallischen Werkstoff und zur Kühlungs zwecken bedarfsweise mit Kühlmittelbohrungen zur Beaufschlagung mit einem Kühlmittel ausgelegt.

[0035] In alternativer Ausgestaltung der in Figur 3 dargestellten flächendeckenden Auskleidung einer Brennkammer 4 mit Hitzeschildsteinen 26 zeigt Figur 4 Hitzeschildsteine 26A bis 26F, die eine dreieckige Grundform aufweisen. Jedes der Hitzeschildsteine 26A bis 26F weist hierbei die Geometrie eines gleichseitigen Dreiecks auf, wodurch in besonders einfacher Weise eine flächendeckende Belegung einer Brennkammerwand 24 (vergleiche Figur 1) erreicht ist. Bei dieser Art der Brennkammerauskleidung liegen in der Ecke 71 oder dem Eckpunkt die sechs Hitzeschildsteine 26A bis 26F benachbart zueinander und werden in der Ecke 71 durch einen einzigen gemeinsamen Befestigungsbolzen 37 befestigt und gesichert. Bei einem Anriss oder selbst bei einem vollständigen Durchriss eines der Hitzeschildsteine 26A bis 26F ist durch die Mehrfachsicherung ein Herauslösen von Bruchstücken aus dem Verbund weitgehend ausgeschlossen, so dass gegenüber herkömmlichen Befestigungskonzepten für Brennkammerauskleidungen auf Hitzeschildsteinbasis eine erhöhte Standzeit insbesondere gute Notlaufeigenschaften, erzielt ist. Darüber hinaus ist die Montage und Demontage eines einzelnen der Hitzeschildsteine 26A bis 26F sehr einfach möglich, da der Befestigungsbolzen 37 von der Heißeite 35 her zugänglich und daher von Brennraum her mit einem einfachen Montagewerkzeug, welches für einen Eingriff in die Aufnahme 41 ausge-

staltet ist, lösbar.

[0036] Zur besseren Illustration der erfindungsgemäßen Brennkammer 4 ist in Figur 5 in einer Schnittansicht ein Ausschnitt aus einer mit Hitzeschildsteinen 26A, 26B ausgekleideten Brennkammerwand 24 gezeigt. Die Hitzeschildsteine 26A, 26B sind benachbart zueinander angeordnet und durch einen gemeinsamen Befestigungsbolzen 37 an der Tragstruktur 31 befestigt. Die Befestigung erfolgt dergestalt, dass der Befestigungsbolzen 37 gegen eine Federkraft in axialer Richtung des Befestigungsbolzens 37 verschieblich ist. Hierzu weist die Tragstruktur 31 eine Wand 47 auf, durch die sich ein Endabschnitt 49 des Befestigungsbolzens 37 erstreckt. An dem Endabschnitt 49 des Befestigungsbolzens 37 greift ein Federelement 51 an, welches in diesem Falle eine Druckfeder ist, die im Einbauzustand unter einer Vorspannung steht. Die Druckfeder 51 umgibt hierbei den Endabschnitt 49. An dem Endabschnitt 49 ist ein Halteelement 53 angeordnet, wobei das Halteelement 53 ein Widerlager für das Federelement 51 bildet. Dadurch ist eine federelastische Befestigung der Hitzeschildsteine 26A, 26B an der Tragstruktur 31 gewährleistet, so dass insbesondere thermische Relativdehnungen aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten der eingesetzten Werkstoffe kompensiert werden. Der Bolzenkopf 39 schließt mit der Heißeitenoberfläche 45 der Hitzeschildsteine 26A, 26B planar ab, so dass gute Strömungsführungseigenschaften für das heiße Arbeitsmedium M, mit denen die Hitzeschildelemente 26A, 26B in Betrieb der Brennkammer 4 beaufschlagt sind, gewährleistet sind. Der Bolzenkopf 39 des Befestigungsbolzens 37 ist kegelförmig bzw. kegelmantelförmig ausgestaltet. Die Flanke eines jeweiligen Hitzeschildsteins 26A, 26B ist entsprechend der Kegelmantelfläche des kegelförmig ausgestalteten Bolzenkopfs 39 mit einer korrespondierenden Ausnehmung 43 versehen. Im montierten Zustand ist der Bolzenkopf 39 in die korrespondierenden Ausnehmungen der benachbarten Hitzeschildsteine 26A, 26B abgesenkt. Zu Kühlungs zwecken sind die Hitzeschildsteine 26A, 26B von der Tragstruktur 31 durch einen Spalt 73 beabstandet. Dieser Spalt 73 kann bedarfsweise durch geeignete - nicht näher dargestellte - Distanz- oder Dämpfungselemente, die zwischen dem Hitzeschildstein 26A, 26B und der Tragstruktur 31 angeordnet sind, bewirkt sein. Es sind aber auch andere Zufuhrkanäle für ein Kühlmittel K möglich. Zur Kühlungs zwecken wird der Spalt 73 mit einem Kühlmittel K, beispielsweise Kühlluft, beaufschlagt. Das Kühlmittel K kühlt dabei die Hitzeschildsteine 26A, 26B von der Kaltseite 33 her und dient überdies der Kühlung des Befestigungsbolzens 37. Für eine effiziente Wärmeabfuhr ist der Befestigungsbolzen 37, der hierzu vorteilhafterweise aus einem Metall gefertigt ist. In einer möglichen Ausführungsform weist der Befestigungsbolzen 37 in seinem Endabschnitt 49 ein Gewinde auf, welches mit einem Gegengewinde des Halteelements 53 im Eingriff ist, so dass über die Schraubverbindung die Federkraft des Federelements 51 ein-

stellbar ist. Bei den gezeigten Ausführungsbeispielen der Figuren 3 und 4 ist der Befestigungsbolzen 37 in einer Ecke 71 oder einem Eckpunkt benachbarter Hitzeschildsteine 26A, 26B positioniert. Es ist aber auch möglich und bewegt sich völlig im Rahmen des Befestigungskonzepts der Erfindung, wenn der Befestigungsbolzen 37 an einer Kante benachbarter Hitzeschildelemente 26A, 26B positioniert ist und auf diese Weise die Hitzeschildelemente 26A, 26B gemeinsam an der Tragstruktur 31 sicher und dauerhaft befestigt.

Patentansprüche

1. Brennkammer (4) für eine Gasturbine (1), deren Brennkammerwand (24) innenseitig eine Anzahl von Hitzeschildsteinen (26, 26A, 26B, 26C, 26D) aufweist, die im Wesentlichen flächendeckend nebeneinander angeordnet und an einer Tragstruktur (31) befestigt sind, wobei jeder Hitzeschildstein (26), 26A, 26B, 26C, 26D) eine der Tragstruktur (31) zugewandte Kaltseite (33) und eine der Kaltseite (33) gegenüberliegende, mit einem heißen Medium (M) beaufschlagbare Heißeite (35) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Hitzeschildstein (26A, 26B) und ein dazu benachbarter Hitzeschildstein (26C, 26D) durch mindestens einen gemeinsamen Befestigungsbolzen (37) an der Tragstruktur (31) befestigt sind.
2. Brennkammer (4) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hitzeschildsteine (26A, 26B, 26C, 26D) jeweils als ein Vieleck ausgestaltet sind, wobei ein gemeinsamer Befestigungsbolzen (37) an einer Ecke (71) positioniert ist.
3. Brennkammer (4) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hitzeschildsteine (26A, 26B, 26C, 26D) als Dreiecke oder Vierecke ausgestaltet sind, die durch einen an einer Ecke positionierten gemeinsamen Befestigungsbolzen (37) an der Tragstruktur (31) befestigt sind.
4. Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Demontage der Hitzeschildsteine (26, 26A, 26B, 26C, 26D) der Befestigungsbolzen (37) von der Heißeite (35) her zugänglich und lösbar ist.
5. Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Befestigungsbolzen (37) einen sich in axialer Richtung des Befestigungsbolzens (37) normal zur Heißeite im Querschnitt erweiternden Bolzenkopf (39) aufweist.
6. Brennkammer (4) nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass der Bolzenkopf (39) mit einer Aufnahme (41) für ein Montagewerkzeug versehen ist.

7. Brennkammer (4) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im montierten Zustand der Bolzenkopf (39) in korrespondierende Ausnehmungen (43) benachbarter Hitzeschildsteine (26A, 26B) abgesenkt ist.
8. Brennkammer (4) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der versenkte Bolzenkopf (39) plan mit der Heißeitenoberfläche (45) der Hitzeschildsteine (26A, 26B) abschließt.
9. Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Befestigungsbolzen (37) einen kegelförmig ausgestalteten Bolzenkopf (39) aufweist
10. Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** einen metallischen Befestigungsbolzen (37).
11. Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Befestigungsbolzen (37) gegen eine Federkraft in axialer Richtung des Befestigungsbolzens (37) verschieblich ist.
12. Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragstruktur (31) wenigstens eine Wand (47) aufweist, durch die sich wenigstens ein Endabschnitt (49) des Befestigungsbolzens (37) erstreckt.
13. Brennkammer (4) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Endabschnitt (49) des Befestigungsbolzens (37) ein Federelement (51) angreift.
14. Brennkammer (4) nach Anspruche 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (51) eine Druckfeder ist.
15. Brennkammer (4) nach Anspruche 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckfeder (51) den Endabschnitt (49) umgibt.
16. Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Endabschnitt (49) ein Halteelement (53) angeordnet ist, wobei das Halteelement (53) ein Widerlager für das Federelement (51) bildet.

17. Gasturbine (1) mit einer Brennkammer (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

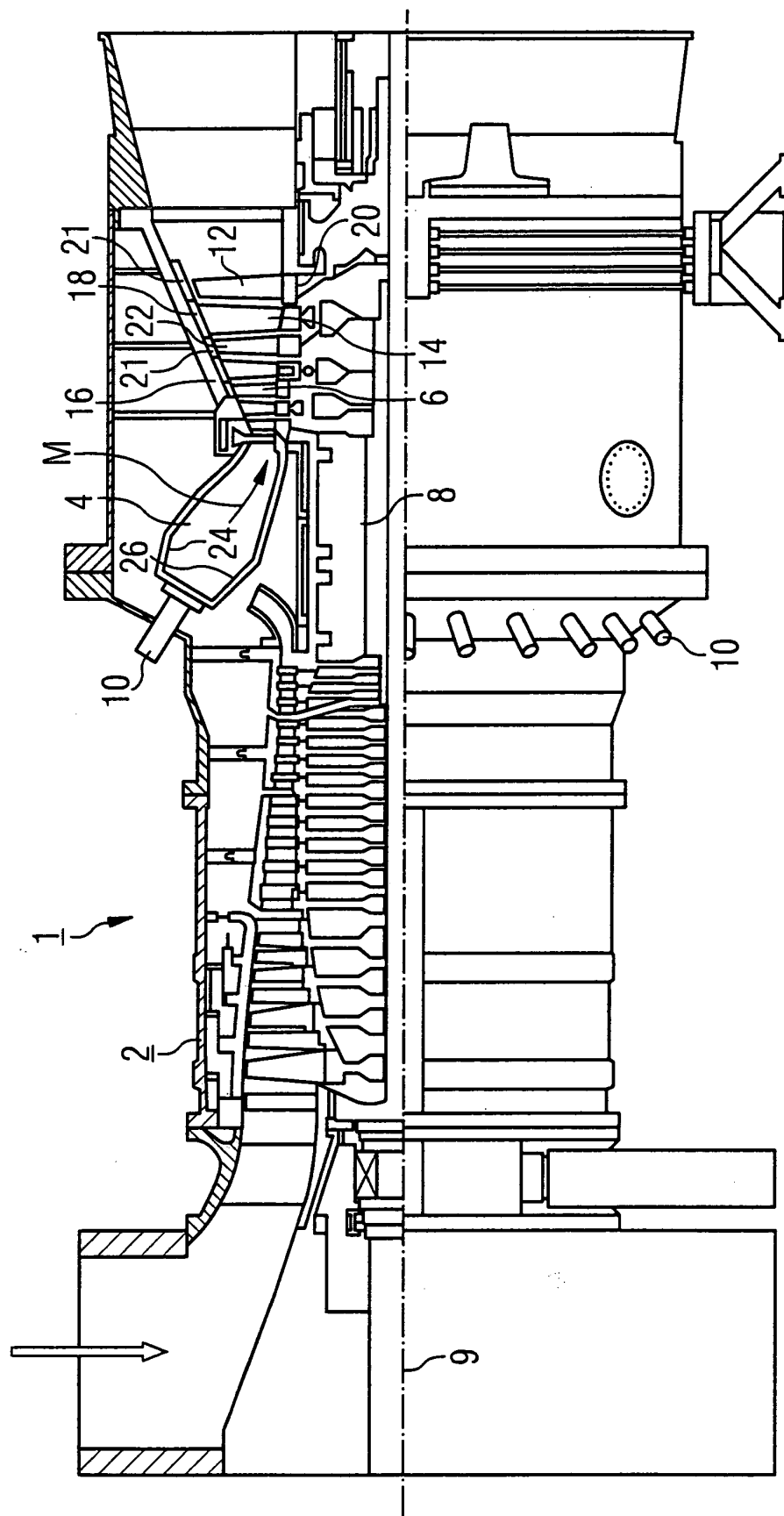


FIG 2 Stand der Technik

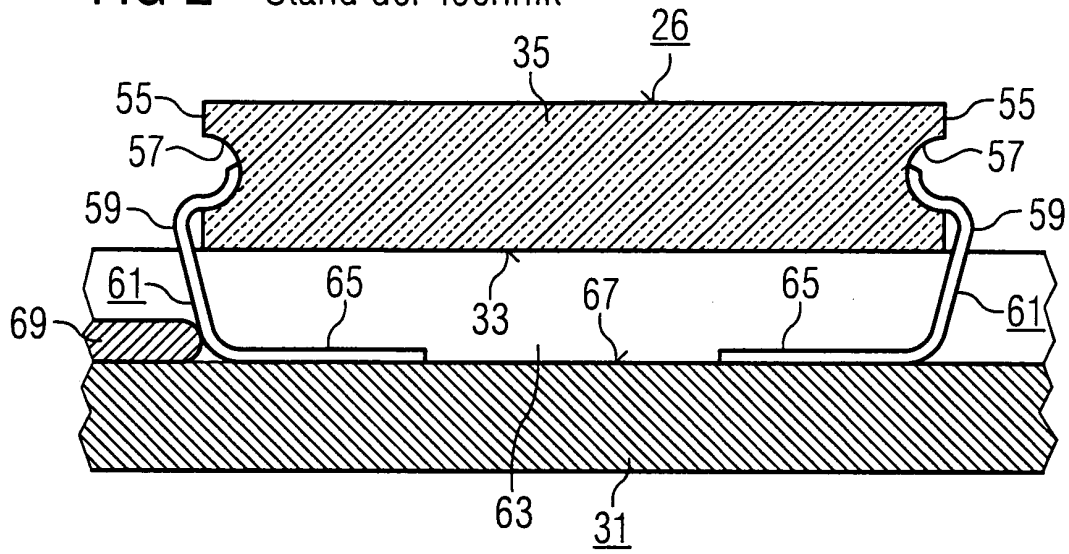


FIG 3

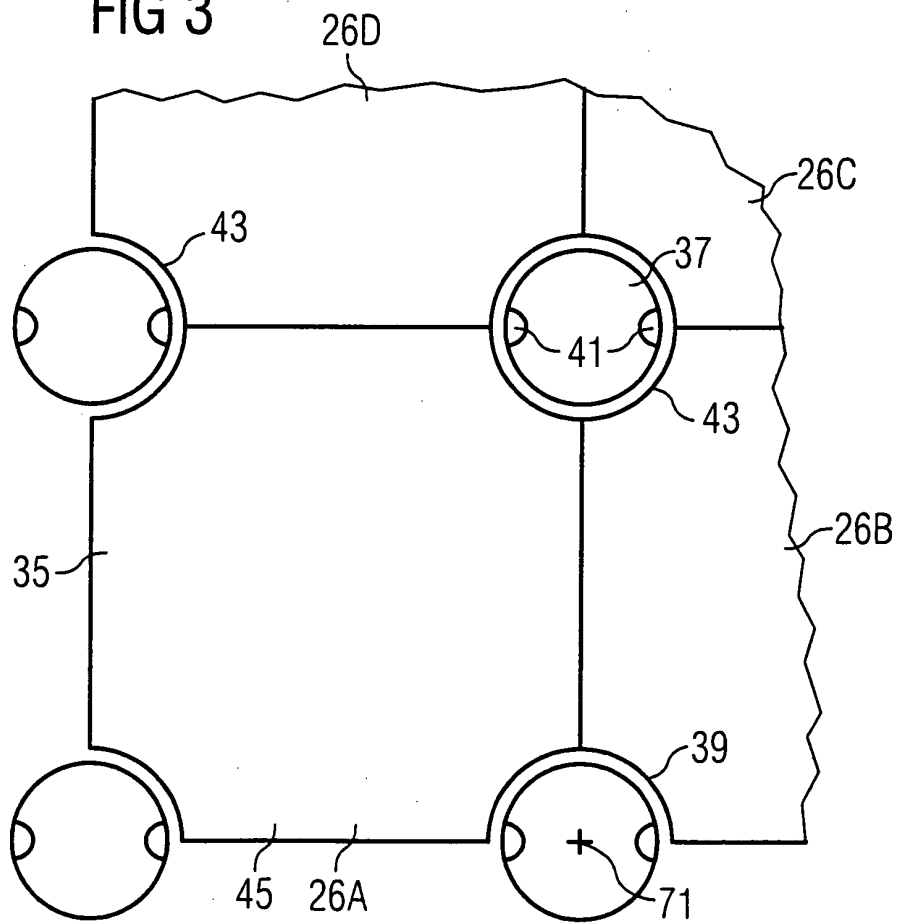
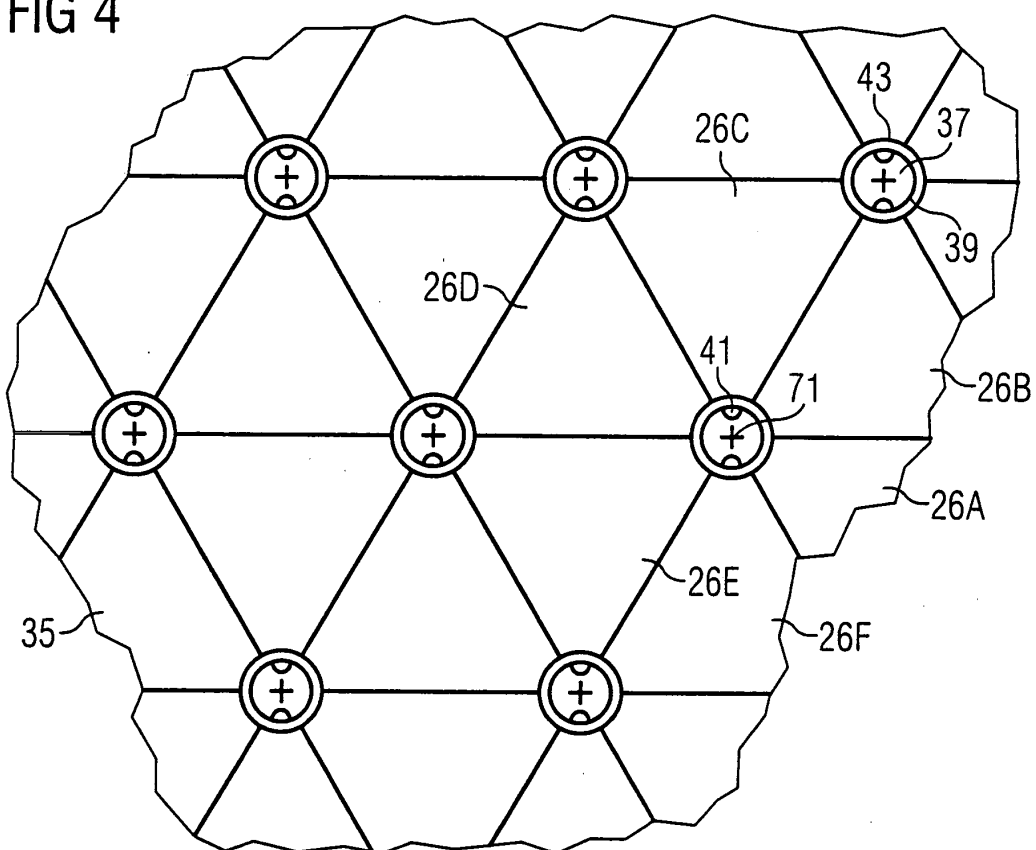


FIG 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 8416

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 197 30 751 A (SIEMENS AG) 29. Januar 1998 (1998-01-29)	1-3, 10-17	F23R3/00 F23M5/04
Y	* das ganze Dokument *	4-9	F23M5/02
Y	US 4 820 097 A (BLACK JAMES R ET AL) 11. April 1989 (1989-04-11) * das ganze Dokument *	4-8	
X	US 5 363 643 A (HALILA ELY E) 15. November 1994 (1994-11-15) * das ganze Dokument *	1	
Y	US 2002/050237 A1 (BECKER BERNARD) 2. Mai 2002 (2002-05-02) * Absatz [0027] *	9	
A	EP 0 658 724 A (ABB PATENT GMBH) 21. Juni 1995 (1995-06-21) * das ganze Dokument *	1,9	
A,D	DE 36 25 056 A (SIEMENS AG) 28. Januar 1988 (1988-01-28) * das ganze Dokument *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F23R F23M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Januar 2004	Prüfer Coli, E
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur 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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 03 01 8416

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.

21-01-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19730751 A	29-01-1998	DE 19730751 A1	29-01-1998
		DE 29723378 U1	13-08-1998
US 4820097 A	11-04-1989	KEINE	
US 5363643 A	15-11-1994	US 5333443 A	02-08-1994
US 2002050237 A1	02-05-2002	WO 9947874 A1	23-09-1999
		DE 59903399 D1	19-12-2002
		EP 1064510 A1	03-01-2001
		JP 2002506963 T	05-03-2002
		US 6397765 B1	04-06-2002
EP 0658724 A	21-06-1995	DE 4343319 A1	22-06-1995
		EP 0658724 A2	21-06-1995
		JP 7260151 A	13-10-1995
DE 3625056 A	28-01-1988	DE 3645335 C2	22-05-1997
		DE 3625056 A1	28-01-1988

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82