



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 420 208 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.05.2004 Patentblatt 2004/21

(51) Int Cl.7: **F23R 3/00**

(21) Anmeldenummer: **02025334.0**

(22) Anmeldetag: **13.11.2002**

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

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

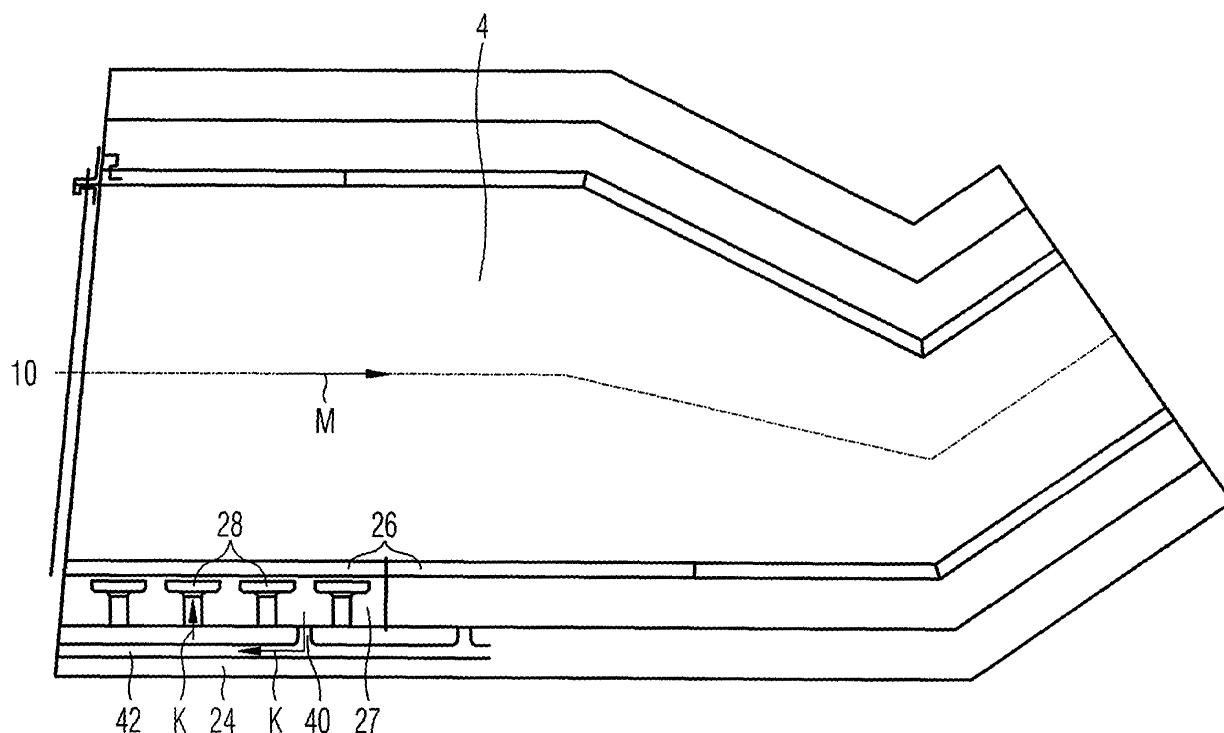
(72) Erfinder: **Schulten, Wilhelm
45359 Essen (DE)**

(54) **Brennkammer**

(57) Eine Brennkammer (4) einer Gasturbine (1), in der zur Erzeugung eines Arbeitsmediums (M) ein zugeführter Brennstoff mit zugeführter Verbrennungsluft zur Reaktion gebracht wird, und deren Brennkammerwand (24) innenseitig mit einer von einer Anzahl von Hitzeschildelementen (26) gebildeten Auskleidung versehen ist, wobei das oder jedes Hitzeschildelement (26) mit

der Brennkammerwand (24) einen mit einem Kühlmittel (K) beaufschlagbaren Innenraum (37) bildet, soll bei vergleichsweise einfachem Aufbau einen hohen Anlagenwirkungsgrad aufweisen. Dazu ist erfindungsgemäß im jeweiligen Innenraum (27) jeweils ein Kühlmittelverteiler (28) angeordnet, über den eine Kühlmittelzufuhrleitung (29) mit einer Mehrzahl von Kühlmittelaustrittsöffnungen (30) verbunden ist.

FIG 2



EP 1 420 208 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkammer für eine Gasturbine, deren Brennkammerwand innenseitig mit einer von einer Anzahl von Hitzeschildelementen gebildeten Auskleidung versehen ist, wobei das oder jedes Hitzeschildelement einen mit einem Kühlmittel beaufschlagbaren Innenraum bildet.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Gasturbine mit einer derartigen Brennkammer.

[0002] Brennkammern sind Bestandteil von Gasturbinen, die in vielen Bereichen zum Antrieb von Generatoren oder von Arbeitsmaschinen eingesetzt werden. Dabei wird der Energieinhalt eines Brennstoffs zur Erzeugung einer Rotationsbewegung einer Turbinenwelle genutzt. Der Brennstoff wird dazu von Brennern in den ihnen nachgeschalteten Brennkammern verbrannt, wobei von einem Luftverdichter verdichtete Luft zugeführt wird. Durch die Verbrennung des Brennstoffs wird ein unter hohem Druck stehendes Arbeitsmedium mit einer hohen Temperatur erzeugt. Dieses Arbeitsmedium wird in eine den Brennkammern nachgeschaltete Turbineneinheit geführt, wo es sich arbeitsleistend entspannt.

[0003] Dabei kann jedem Brenner eine separate Brennkammer zugeordnet sein, wobei das aus den Brennkammern abströmende Arbeitsmedium vor oder in der Turbineneinheit zusammengeführt sein kann. Alternativ kann die Brennkammer aber auch in einer so genannten Ringbrennkammer-Bauweise ausgeführt sein, bei der eine Mehrzahl, insbesondere alle, der Brenner in eine gemeinsame, üblicherweise ringförmige Brennkammer münden.

[0004] Bei der Auslegung derartiger Gasturbinen ist zusätzlich zur erreichbaren Leistung üblicherweise ein besonders hoher Wirkungsgrad ein Auslegungsziel. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades lässt sich dabei aus thermodynamischen Gründen grundsätzlich durch eine Erhöhung der Austrittstemperatur erreichen, mit der das Arbeitsmedium von der Brennkammer ab- und in die Turbineneinheit einströmt. Daher werden Temperaturen von etwa 1200 °C bis 1500 °C für derartige Gasturbinen angestrebt und auch erreicht.

[0005] Bei derartig hohen Temperaturen des Arbeitsmediums sind jedoch die diesem Medium ausgesetzten Komponenten und Bauteile hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Um dennoch bei hoher Zuverlässigkeit eine vergleichsweise lange Lebensdauer der betroffenen Komponenten zu gewährleisten, ist üblicherweise eine Ausgestaltung mit besonders hitzebeständigen Materialien und eine Kühlung der betroffenen Komponenten, insbesondere der Brennkammer, nötig. Um thermische Verspannungen des Materials zu verhindern, welche die Lebensdauer der Komponenten begrenzt, wird in der Regel angestrebt, eine möglichst gleichmäßige Kühlung der Komponenten zu erreichen.

[0006] Die Brennkammerwand ist dazu in der Regel auf ihrer Innenseite mit Hitzeschildelementen ausgekleidet, die mit besonders hitzebeständigen Schutz-

schichten versehen werden können, und die durch die eigentliche Brennkammerwand hindurch gekühlt werden. Dazu wird in der Regel ein auch als "Prallkühlung" bezeichnetes Kühlverfahren eingesetzt. Bei der Prallkühlung wird ein Kühlmittel, in der Regel Kühlluft, durch eine Vielzahl von Bohrungen in der Brennkammerwand den Hitzeschildelementen zugeführt, so dass das Kühlmittel im Wesentlichen senkrecht auf ihre der Brennkammerwand zugewandte, außen liegende Fläche prallt. Das durch den Kühlprozess aufgeheizte Kühlmittel wird anschließend aus dem Innenraum, den die Brennkammerwand mit den Hitzeschildelementen bildet, abgeführt.

[0007] Die Herstellung eines solchen Kühlsystems kann jedoch sehr aufwendig sein, da zur Realisierung einer möglichst gleichmäßigen Kühlung der Hitzeschilde sehr viele Bohrungen in der Brennkammerwand mit einem vergleichsweise kleinen Querschnitt benötigt werden, was sehr zeit- und kostenintensiv sein kann. Insbesondere sind die Anforderungen an die zur Fertigung der Bohrungen benötigten Werkzeuge sehr hoch, da die Kühlluftbohrungen im Vergleich zu ihrem Querschnitt relativ lang sind, da die Wandung der Brennkammerwand aus Stabilitätsgründen eine ausreichend große Stärke aufweisen muss. Weiterhin kann es bei einer großen Anzahl von Kühlluftbohrungen, die in ihrer Summe eine hohe Oberfläche aufweisen, zu Reibung und Verwirbelungen bei der Zufuhr des Kühlmittels kommen. Dies führt zu einem erhöhten Kühlmitteldruckverlust im Kühlmittelkreislauf, der sich nachteilig auf den Wirkungsgrad der Brennkammer auswirkt.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Brennkammer der oben genannten Art anzugeben, die bei vergleichsweise einfacher Bauweise für einen besonders hohen Anlagenwirkungsgrad geeignet ist. Weiterhin soll eine Gasturbine mit der oben genannten Brennkammer angegeben werden.

[0009] Bezüglich der Brennkammer wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst, indem im die dem jeweiligen Hitzeschildelement zugeordneten Innenraum jeweils ein Kühlmittelverteiler angeordnet ist, über den jeweils eine Kühlmittelzufuhrleitung mit einer Mehrzahl von Kühlmittelaustrittsöffnungen verbunden ist.

[0010] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass für einen besonders hohen Anlagenwirkungsgrad eine zuverlässige und insbesondere flächendeckende Beaufschlagung der Hitzeschildelemente mit Kühlmittel gewährleistet sein sollte. Auch bei konsequenter Einhaltung dieser Vorgabe kann der apparative Aufwand und insbesondere der Herstellungsaufwand gering gehalten werden, indem die Vielzahl der bislang vorgesehenen Kühlmittelbohrungen durch ein vereinfachtes System ersetzt werden. Um dabei einerseits die Kühlwirkung unverändert hoch aufrechtzuerhalten und andererseits die Zufuhr zu vereinfachen, ist eine Aufteilung des Kühlmittel-Strömungspfads in individuelle Teilpfade erst möglichst nahe beim zu kühlenden Hitzeschildelement, also besonders weit am Ende des Strö-

mungspfad, vorgesehen. Diese Funktionen erfüllen die Kühlmittelverteiler.

[0011] Um die Wirkung der Prallkühlung bei Verwendung der Kühlmittelverteiler zu erhöhen, sind die Austrittsöffnungen der Kühlmittelverteiler zweckmäßigerweise derart dimensioniert, dass die Summe ihrer Querschnittsflächen aller Austrittsöffnungen kleiner ist als der Querschnitt der Kühlmittelzuführleitung. Durch diese Querschnittsverkleinerung in Kühlmittelflussrichtung kommt es vorteilhafterweise zu einem Düseneffekt, bei dem sich die Austrittsgeschwindigkeit des Kühlmittels an den Austrittsöffnungen erhöht und sich damit auch die Wirkung der Prallkühlung an den Hitzeschildelementen verbessert.

[0012] Um eine geeignete Verzweigung des Kühlmittelflusses im Kühlmittelverteiler zu erreichen, kann der Kühlmittelverteiler derart ausgeführt sein, dass ein der Zuführleitung nachgeschalteter Verteilerraum sich in mehrere Verteilerarme verzweigt, welche die Kühlluft über ihre endseitigen Austrittsöffnungen zu den jeweils vorgesehenen Positionen an den Hitzeschildelementen führen. Um das Kühlmittel im Kühlmittelverteiler auf besonders einfache Weise zu verteilen, weist dieser vorzugsweise jedoch einen annähernd rotationssymmetrischen Verteilerraum auf, der an die Kühlmittelzuführleitung angeschlossen ist. Dabei ist der Querschnitt des Kühlmittelverteilers für den Durchfluss des Kühlmittels vorteilhafterweise strömungsgünstig gewählt, indem sich der Querschnitt in Kühlmittelflussrichtung vom Querschnitt der Zuführleitung kontinuierlich so aufweitet, dass der maximale Querschnitt am Verteilerraum erreicht wird. Zweckmäßigerweise ist der Verteilerraum von einem Deckblech verschlossen, welches zur Bildung der Kühlmittelaustrittsöffnungen mit einer Anzahl von Bohrungen versehen ist. In dieser Bauweise, die in ihrer Gesamtheit an einen "Duschkopf" erinnert, ist eine zuverlässige Verteilung des Kühlmittels unter Verwendung einer nur besonders geringen Anzahl von Komponenten ermöglicht.

[0013] In vorteilhafter Ausgestaltung weisen die Kühlmittelaustrittsöffnungen in ihrer Summe den kleinsten Querschnitt innerhalb des Kühlmittelverteilers auf, so dass nur im Bereich der Kühlmittelaustrittsöffnungen ein vergleichsweise erhöhter Druckverlust des Kühlmittels auftritt.

[0014] Um den Wandkörper des Kühlmittelverteilers mit dem Deckblech bei ausreichender Dichtigkeit und Festigkeit zu verschließen, ist dieses zweckmäßigerweise mit dem Wandkörper verschweißt. Der aus dem Wandkörper und dem Deckblech gebildete Kühlmittelverteiler kann für eine besonders einfache Montierbarkeit in das Brennkammergehäuse eingeschraubt sein. Um dabei die zur Verschraubung notwendige Drehmomentübertragung auf besonders einfache Weise zu ermöglichen, ist das Deckblech vorzugsweise an seiner Außenwand mit einer Anzahl von Aussparungen versehen, in die im Bedarfsfall korrespondierende Rastnasen eines Montagewerkzeugs eingreifen können.

[0015] Um einen Kühlmittelverteiler an der Brennkammerwand mit der Kühlmittelzuführleitung zu verbinden, ist dieser zweckmäßigerweise mit einem Gewinde an der Öffnung der Kühlmittelzuführleitung verschraubt. Vorteilhafterweise kann der Kühlmittelverteiler auf diese Art der Befestigung bei der Montage oder bei Wartungsarbeiten sehr zeitsparend montiert bzw. ausgewechselt werden.

[0016] Das nach dem Kühlprozess aufgeheizte Kühlmittel wird zweckmäßigerweise durch Bohrungen in der Brennkammerwand aus dem Innenraum zwischen den Hitzeschildern und der Brennkammerwand in ein Kühlmittelabfuhrsystem abgeleitet. Durch die Form und eine geeignete Anordnung der Kühlmittelverteiler, die einen ausreichenden Abstand der Kühlmittelverteiler voneinander gewährleistet, kann die aufgeheizte Kühlluft durch die Zwischenräume zwischen den Kühlmittelverteilern hindurch zu den sich an der Brennkammerwand befindlichen Öffnungen der Bohrungen strömen. Um eine gleichmäßige Kühlung der Brennkammer zu gewährleisten, sind die Rückführbohrungen im gleichbleibenden Verhältnis zur Anzahl der Kühlmittelverteiler über die gesamte Länge der Brennkammer vorzugsweise gleichmäßig verteilt, so dass das Kühlmittel in allen Rückführbohrungen gleichmäßig mit einer annähernd gleichen Rückführtemperatur abgeleitet werden kann.

[0017] Um das Kühlmittel aus den Bohrungen abzuleiten, münden diese zweckmäßigerweise in eine Anzahl von im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des Arbeitsmediums verlaufende Sammelkanäle, durch die das Kühlmittel abgeführt werden kann. Vorteilhafterweise kann durch eine annähernd geradlinige Positionierung der Rückführbohrungen mit einem einseitigen Sammelkanal die Kühlluft aus mehreren Rückführbohrungen abgeleitet werden.

[0018] Für einen besonders hohen Gesamtwirkungsgrad der Brennkammer wird vorteilhafterweise der Wärmeeintrag in das Kühlmittel für den eigentlichen Energieumwandlungsprozess in der Brennkammer zurückgewonnen. Dazu ist vorteilhafterweise eine Einspeisung der bei der Brennkammerkühlung erwärmten, als Kühlmittel verwendeten Kühlluft in die Brennkammer vorgesehen, wobei die vorgewärmte Kühlluft als ausschließliche oder zusätzliche Verbrennungsluft dienen kann. Um das abströmende Kühlmittel in diesem Sinne dem Verbrennungsprozess in der Brennkammer zuzuführen, ist jeder Sammelkanal vorzugsweise ausgangseitig mit einem Sammelraum verbunden, der seinerseits luftseitig der Brennkammer vorgeschaltet ist. Über diesen kann das Kühlmittel durch eine Drosseleinrichtung mit dem übrigen Verdichtermassenstrom vermischt und dem Verbrennungsprozess zugeführt werden.

[0019] Die oben genannte Brennkammer ist vorzugsweise Bestandteil einer Gasturbine.

[0020] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Verwendung von Kühlmittelverteilern auch bei nur geringem Herstel-

lungsaufwand eine großflächige und umfassende Beaufschlagung der Hitzeschildelemente mit Kühlmittel ermöglicht ist. Zudem kann der Kühlmitteldruckverlust bei der Kühlung der Brennkammer gering gehalten werden, so dass sich damit der Anlagenwirkungsgrad der Brennkammer erhöht. Der geringe Kühlmitteldruckverlust kann insbesondere auch erreicht werden, weil die Kühlluftverteiler nur wenige Zuführbohrungen in der Brennkammerwand benötigen und durch eine geeignete Formwahl den Druckverlust gering halten. Die Verwendung einer Anzahl von Kühlmittelverteilern kann eine gleichmäßige Kühlung bei geringem Kühlmitteldruckverlust gewährleisten, da bei der Kühlmittelzufuhr über einen Kühlmittelverteiler das Kühlmittel sich erst kurz vor der Prallkühlung an den Hitzeschildelementen von einer größeren Kühlmittelzuführleitung in mehrere kleinere Kühlmittelaustrittsöffnungen verzweigt. Dadurch ist gewährleistet, dass das Kühlmittel nur eine kurze Strecke mit einem relativ geringen Querschnitt durchströmt, so dass der Kühlmitteldruckverlust begrenzt ist.

[0021] Durch den technisch einfachen Aufbau der Kühlmittelverteiler und durch die Verschraubung mit der Brennkammerwand ist zudem eine einfache und preisgünstige Herstellung und Montage des Kühlsystems möglich. Das Kühlluftabfuhrsystem gewährleistet durch die Abführbohrungen und die parallel zur Strömungsrichtung des Arbeitsmediums verlaufenden Sammelkanäle eine gleichmäßige Abführung der aufgeheizten Kühlluft, so dass eine gleichmäßige Kühlung der Brennkammer erreicht werden kann. Zudem wird durch die über die Sammelkanäle dem Verbrennungsprozess zuführbare aufgeheizte Kühlluft der Anlagenwirkungsgrad der Brennkammer weiter verbessert.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,
- Fig. 2 einen Schnitt durch eine Brennkammer,
- Fig. 3 im Schnitt einen Ausschnitt der Brennkammerwand,
- Fig. 4 im Schnitt und in der Draufsicht einen Kühlmittelverteiler,
- Fig. 5 im Schnitt eine Aufsicht auf einen Ausschnitt der Brennkammerwand,
- Fig. 6 im Schnitt einen Ausschnitt der Brennkammerwand,
- Fig. 7 im Schnitt einen Ausschnitt eines Brenners und einer Brennkammer.

[0023] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Gasturbine 1 gemäß Fig. 1 weist einen Verdichter 2 für Verbrennungsluft, ei-

ne Brennkammer 4 sowie eine Turbine 6 zum Antrieb des Verdichters 2 und eines nicht dargestellten Generators oder einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Turbine 6 und der Verdichter 2 auf einer gemeinsamen, auch als Turbinenläufer bezeichneten Turbinenwelle 8 angeordnet, mit der auch der Generator bzw. die Arbeitsmaschine verbunden ist, und die um ihre Mittelachse 9 drehbar gelagert ist. Die in der Art einer Ringbrennkammer ausgeführte Brennkammer 4 ist mit einer Anzahl von Brennern 10 zur Verbrennung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt.

[0024] 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 Turbine 6 befestigt sind. Die Laufschaufeln 12 dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle 8 durch Impulsübertrag vom die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 14 dienen hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen aufeinanderfolgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen. Ein aufeinanderfolgendes Paar aus einem Kranz von Leitschaufeln 14 oder einer Leitschaufelreihe und aus einem Kranz von Laufschaufeln 12 oder einer Laufschaufelreihe wird dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

[0025] Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 14 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 als Wandelement angeordnet ist. Die Plattform 18 ist dabei ein thermisch vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Begrenzung eines Heizgaskanals 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.

[0026] Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 18 der Leitschaufeln 14 zweier benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 21 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungsrings 21 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Richtung vom äußeren Ende 22 der ihm gegenüber liegenden 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-Einbauteile vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende heiße Arbeitsmedium M schützt.

[0027] Die Brennkammer 4 ist im Ausführungsbeispiel als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet,

bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 8 herum angeordneten Brennern 10 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 4 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 8 herum positioniert ist.

[0028] Zur weiteren Verdeutlichung der Ausführung der Brennkammerwand 24 ist in Fig. 2 die Brennkammer 4 im Schnitt dargestellt, die sich torusartig um die Turbinenwelle 8 herum fortsetzt. Wie in der Darstellung erkennbar ist, weist die Brennkammer 4 einen Anfangs- oder Einströmabschnitt auf, in den endseitig der Auslass des jeweils zugeordneten Brenners 10 mündet. In Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen verengt sich sodann der Querschnitt der Brennkammer 4, wobei dem sich einstellenden Strömungsprofil des Arbeitsmediums M in diesem Raumbereich Rechnung getragen ist. Ausgangsseitig weist die Brennkammer 4 im Längsschnitt eine Krümmung auf, durch die das Abströmen des Arbeitsmediums M aus der Brennkammer 4 in einer für einen besonders hohen Impuls- und Energieübertrag auf die strömungsseitig gesehen nachfolgende erste Laufschaufelreihe begünstigt ist.

[0029] Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 4 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1500 °C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 24 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 26 gebildeten Auskleidung versehen. Jedes Hitzeschildelement 26 ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet. Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 4 ist zudem für die Hitzeschildelemente 26 ein Kühlsystem vorgesehen. Das Kühlsystem basiert dabei auf dem Prinzip der Prallkühlung, bei dem Kühlluft als Kühlmittel unter ausreichend hohem Druck an einer Vielzahl von Stellen an das zu kühlende Bauteil angeblasen wird.

[0030] Das Kühlsystem ist bei einem einfachen Aufbau für eine zuverlässige, flächendeckende Beaufschlagung der Hitzeschildelemente 26 mit Kühlluft und zudem für einen besonders geringen Kühlmitteldruckverlust ausgelegt. Dazu werden die Hitzeschildelemente 26 von ihrer Außenseite durch die Kühlluft K gekühlt, die durch eine Anzahl von im vom jeweiligen Hitzeschildelement 26 und der Brennkammerwand 24 gebildeten Innenraum 27 angeordneten Kühlmittelverteilern 28 auf die Oberfläche des jeweiligen Hitzeschildelements 26 geleitet wird.

[0031] Zur weiteren Verdeutlichung der Ausführung der Kühlung für die Hitzeschildelemente 26 ist in Fig. 3 im Schnitt ein Ausschnitt der Brennkammerwand 24 dargestellt. Wie in dieser Darstellung erkennbar ist, sind eine Anzahl der Kühlmittelverteiler 28 über die gesamte Fläche des jeweiligen Hitzeschildelements 26 verteilt,

um eine gleichmäßige Kühlung zu gewährleisten. Dabei strömt das Kühlmittel K durch eine zugeordnete Kühlmittelzuführleitung 29 in den jeweiligen Kühlmittelverteiler 28. Durch diesen wird das Kühlmittel K durch eine Anzahl von Kühlmittelaustrittsöffnungen 30 auf die Oberfläche des Hitzeschildelements 26 geleitet, wo dieses mit dem Kühlmittel K durch Prallkühlung gekühlt wird. Die Bohrungen für die Kühlmittelzuführleitungen 29 sind bei der Herstellung der Brennkammer 4 einfach und zeitsparend anzubringen, da für jeden Kühlmittelverteiler 28 nur jeweils eine Kühlmittelzuführleitung 29 benötigt wird.

[0032] Der jeweilige Kühlmittelverteiler 28 ist durch seine Formgebung für einen besonders niedrigen Kühlmitteldruckverlust ausgelegt. Dazu wird das Kühlmittel beim Durchströmen des Kühlmittelverteilers 28 durch einen rotationssymmetrischen, im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 zylindrischen Verteilerraum 34 auf die Kühlmittelaustrittsöffnungen 30 verteilt.

[0033] Alternativ kann, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist, die Kühlmittelzuführleitung 29 dabei für das durchströmende Kühlmittel K strömungsgünstig mit einem sich kontinuierlich aufweitenden Querschnitt mit dem Verteilerraum 34 verbunden sein. Der Verteilerraum 34 ist durch ein Deckblech 36 verschlossen, das eine Anzahl von Bohrungen zur Bildung der Kühlmittelaustrittsöffnungen 30 enthält. Zur einfachen Fertigung des Kühlmittelverteilers ist das Deckblech 36 mit der Wandung 37 des Kühlmittelverteilers 28 verschweißt. Um eine einfache Montage in der Brennkammerinnenwand durch Verschrauben zu ermöglichen, weist das Deckblech 36 zudem für eine Übertragung des Drehmoments von einem angepassten Werkzeug an seiner Außenwand eine Anzahl von Aussparungen auf.

[0034] Wie in der Darstellung nach Fig. 4 weiterhin zu erkennen ist, weisen die Kühlmittelaustrittsöffnungen 30 des Kühlmittelverteilers 28 in ihrer Summe einen kleineren Querschnitt auf als die Kühlmittelzuführleitung 29 des Kühlmittelverteilers 28. Dies führt bei dem Durchfluss des Kühlmittels K durch den Kühlmittelverteiler 28 zu einem Düseneffekt und damit einhergehend zu einer erhöhten Austrittsgeschwindigkeit des Kühlmittels K an den Kühlmittelaustrittsöffnungen 30, wodurch sich die Wirkung der Prallkühlung an den Hitzeschildelementen 26 erhöht.

[0035] Der Kühlmittelverteiler 28 ist für eine besonders stabile Befestigung an der Brennkammerwand 24 ausgelegt, die zugleich für eine schnelle Montage und einfache Austauschbarkeit bei Wartungsarbeiten geeignet ist. Der Kühlmittelverteiler 28 ist dazu mit einem Gewinde 38 kühlmitteleintrittsseitig mit der Brennkammerwand 24 verschraubt.

[0036] Um die bei der Kühlung der Hitzeschildelemente 26 erfolgende Erwärmung des durchströmenden Kühlmittels K für den thermodynamischen Wirkungsgrad in günstiger Weise für den eigentlichen Verbrennungsprozess nutzbar zu machen, ist vorgesehen, das erwärmte Kühlmittel K zu den Brennern 10 zurückzuführen.

ren und dem Verbrennungsprozess in der Brennkammer 4 als ausschließliche oder zusätzliche Verbrennungsluft zuzuführen. Um das erwärmte Kühlmittel K von dem Innenraum 27 zwischen dem jeweiligen Hitzeschildelement 26 und der Brennkammerwand 24 zu den Brennern 10 zu leiten, ist ein Kühlmittelabfuhrsystem vorgesehen. Dieses Kühlmittelabfuhrsystem ist darauf ausgelegt, das Kühlmittel K gleichmäßig bei annähernd gleicher Temperatur über die gesamte Oberfläche der Brennkammer 10 abzuleiten, um ein gleichmäßiges Temperaturprofil über den Hitzeschildelemente 26 und der Brennkammerwand 24 zu gewährleisten.

[0037] Dazu wird das erwärmte Kühlmittel K durch eine Anzahl von Kühlmittelrückführbohrungen 40 in der Brennkammerwand 24 aus dem Innenraum 27 zwischen der Brennkammerwand 24 und den Hitzeschildelementen 26 abgeleitet, wie dies in den Figuren 2, 5 und 6 dargestellt ist. Das Kühlmittel K kann durch die Zwischenräume zwischen den Kühlmittelverteilern 28 zu den Öffnungen der Kühlmittelrückführbohrungen 40 strömen. Dabei sind die Kühlmittelrückführbohrungen 40 im gleichen Verhältnis wie die Kühlmittelverteiler 28 gleichmäßig auf der Brennkammerwand 24 verteilt, so dass eine gleichförmige Kühlmittelabfuhr und damit ein gleichmäßiges Temperaturprofil der Brennkammer 10 gewährleistet werden kann.

[0038] Wie in der Darstellung nach Fig. 6 erkennbar ist, mündet eine Kühlmittelrückführbohrung 40 in einen im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M verlaufenden Kühlmittelrückführkanal 42, durch den das Kühlmittel K in Richtung der Brenner 10 abgeleitet wird. Eine Anzahl von Rückführbohrungen 40 sind dabei derart geradlinig positioniert, dass mehrere Kühlmittelrückführbohrungen 40 in einen gemeinsamen Kühlmittelrückführkanal 42 münden, so dass dieser als Sammelkanal für rückströmendes Kühlmittel wirkt.

[0039] Um das Kühlmittel K dem Verbrennungsprozess eines Brenners 10 zuzuführen, mündet der jeweilige Kühlmittelrückführkanal 42 brennerseitig in einen einem Brenner 10 zugeordneten Sammelraum 44, wie in Fig. 7 zu erkennen ist. Der nicht für die Brennkammerkühlung verwendete Luftmassenstrom des Verdichters 2 wird über eine Drossel 45 dem Brenner zugeführt.

Bezugszeichenliste

[0040]

- 1 Gasturbine
- 2 Verdichter
- 4 Brennkammer
- 6 Turbine
- 8 Turbinenwelle
- 9 Mittelachse
- 10 Brenner
- 12 Laufschaufeln
- 14 Leitschaufeln

- 16 Innengehäuse
- 18 Plattform
- 20 Schaufelfuß
- 21 Führungsring
- 5 22 äußeres Ende
- 24 Brennkammerwand
- 26 Hitzeschildelemente
- 27 Innenraum
- 28 Kühlmittelverteiler
- 10 29 Kühlmittelzuführleitung
- 30 Kühlmittelaustrittsöffnung
- 34 Verteilerraum
- 36 Deckblech
- 37 Wandung
- 15 38 Gewinde
- 40 Kühlmittelrückführbohrungen
- 42 Kühlmittelrückführkanal
- 44 Sammelraum
- 20 M Arbeitsmedium
- K Kühlmittel

Patentansprüche

1. Brennkammer (4) für eine Gasturbine (1), deren Brennkammerwand (24) innenseitig mit einer von einer Anzahl von Hitzeschildelementen (26) gebildeten Auskleidung versehen ist, wobei das oder jedes Hitzeschildelement (26) mit der Brennkammerwand (24) einen mit einem Kühlmittel (K) beaufschlagbaren Innenraum (27) bildet, in dem ein Kühlmittelverteiler (28) angeordnet ist, über den eine Kühlmittelzuführleitung (29) mit einer Mehrzahl von Kühlmittelaustrittsöffnungen (30) verbunden ist.
2. Brennkammer nach Anspruch 1, bei der die Kühlmittelaustrittsöffnungen (30) derart dimensioniert sind, dass die Summe der Querschnittsflächen aller Kühlmittelaustrittsöffnungen (30) eines Kühlmittelverteilers (28) kleiner ist als die Querschnittsfläche der zugeordneten Kühlmittelzuführleitung (29).
3. Brennkammer nach Anspruch 1 oder 2, deren Kühlmittelverteiler (28) einen an die zugeordnete Kühlmittelzuführleitung (29) angeschlossenen, annähernd zylinderförmigen Verteilerraum (34) aufweist, der an seiner dem jeweiligen Hitzeschildelement (26) zugewandten Seite mit einem die Kühlmittelaustrittsöffnungen (30) tragenden Deckblech (36) versehen ist.
4. Brennkammer nach Anspruch 3, bei der das Deckblech (36) auf einer zugeordneten Wandung (37) des jeweiligen Kühlmittelverteilers (28) aufgeschweißt ist.
5. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

bei der der oder jeder Kühlmittelverteiler (28) im Bereich der jeweils zugeordneten Kühlmittelzufuhrleitung (29) mit der Brennkammerwand (24) verschraubt ist.

5

6. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der der oder jeder Innenraum (27) über eine Anzahl von Bohrungen mit einem Kühlmittel-Abfuhrsystem verbunden ist.

10

7. Brennkammer nach Anspruch 6, bei der die Bohrungen ausgangsseitig in eine Anzahl von im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des Arbeitsmediums (M) in der Brennkammer ausgerichteten Kühlmittelrückführkanälen (42) münden.

15

8. Brennkammer nach Anspruch 7, bei der jeder Kühlmittelrückführkanal (42) ausgangsseitig mit einem Brenner (10) zugeordneten Sammelraum (44) verbunden ist.

20

9. Gasturbine (1) mit einer Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

25

30

35

40

45

50

55

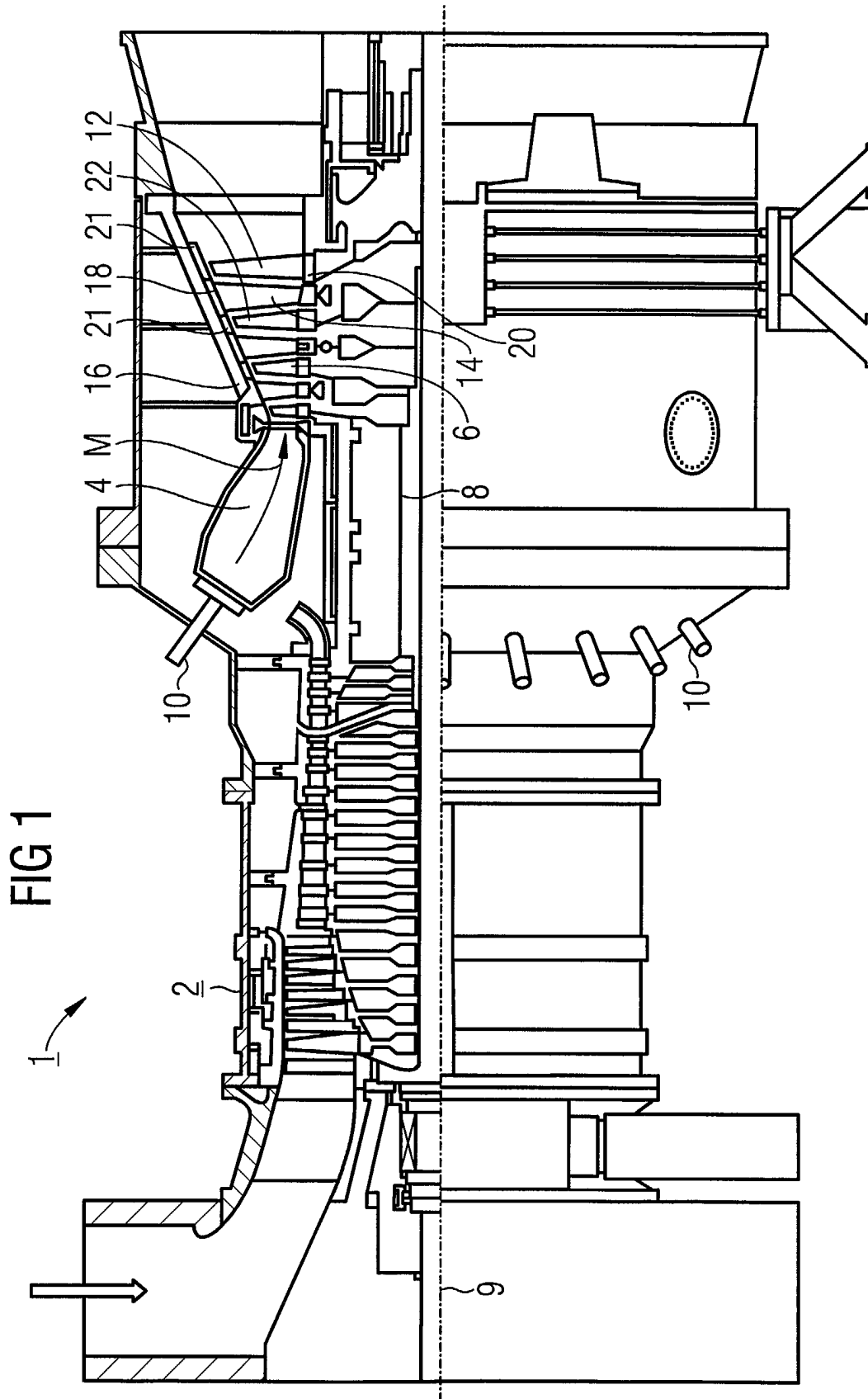


FIG 2

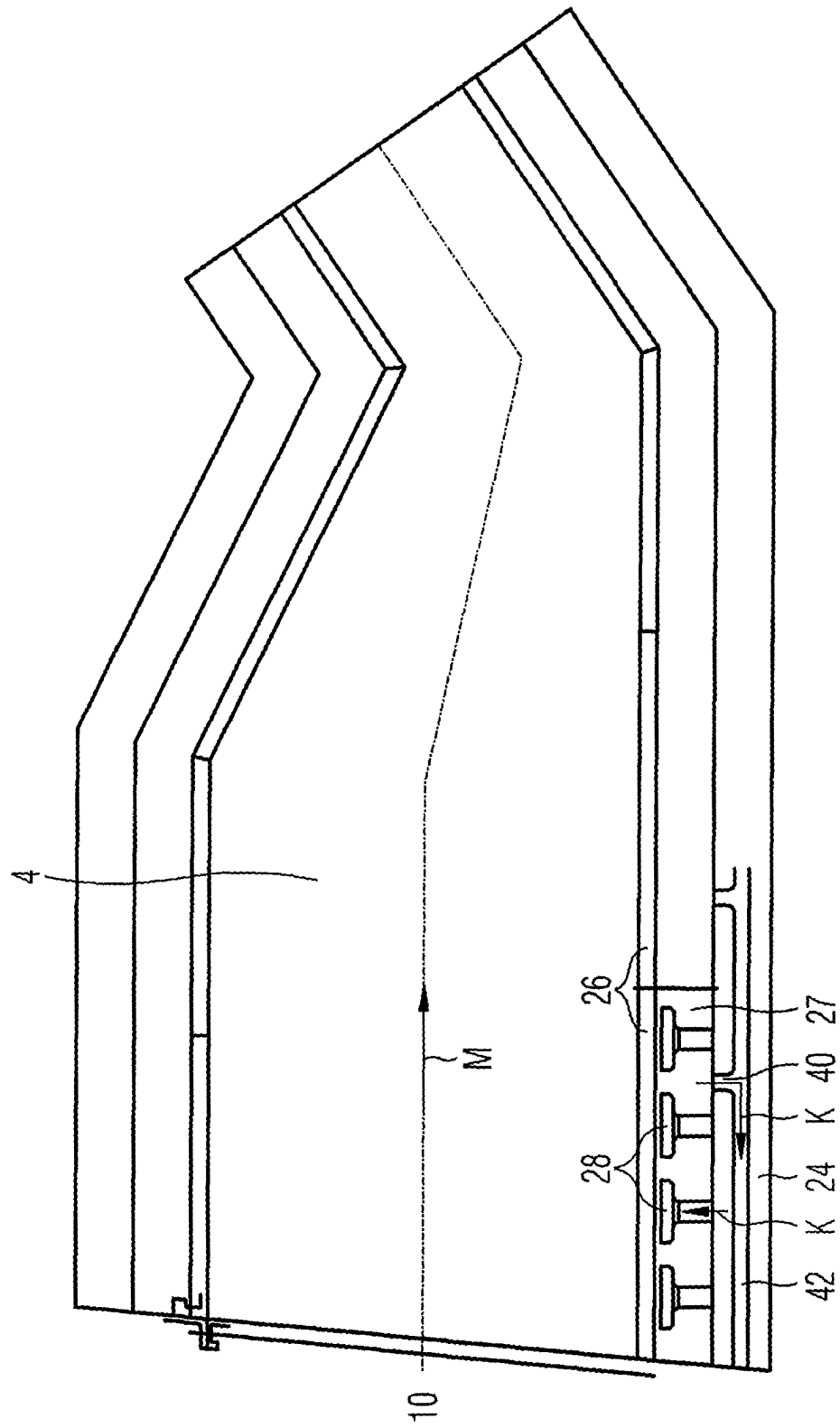


FIG 3

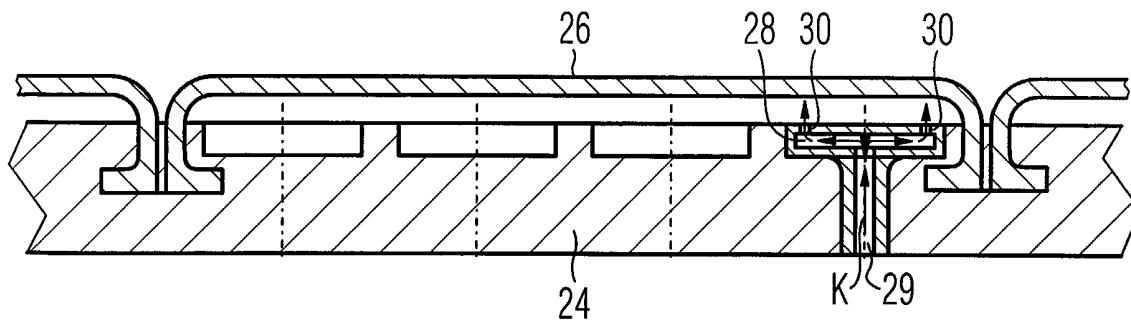


FIG 4

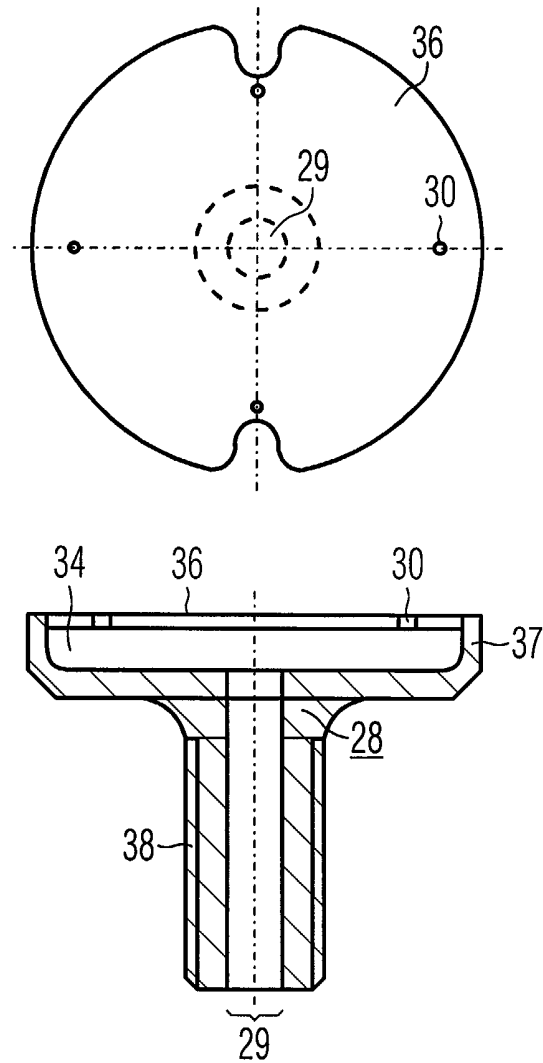


FIG 5

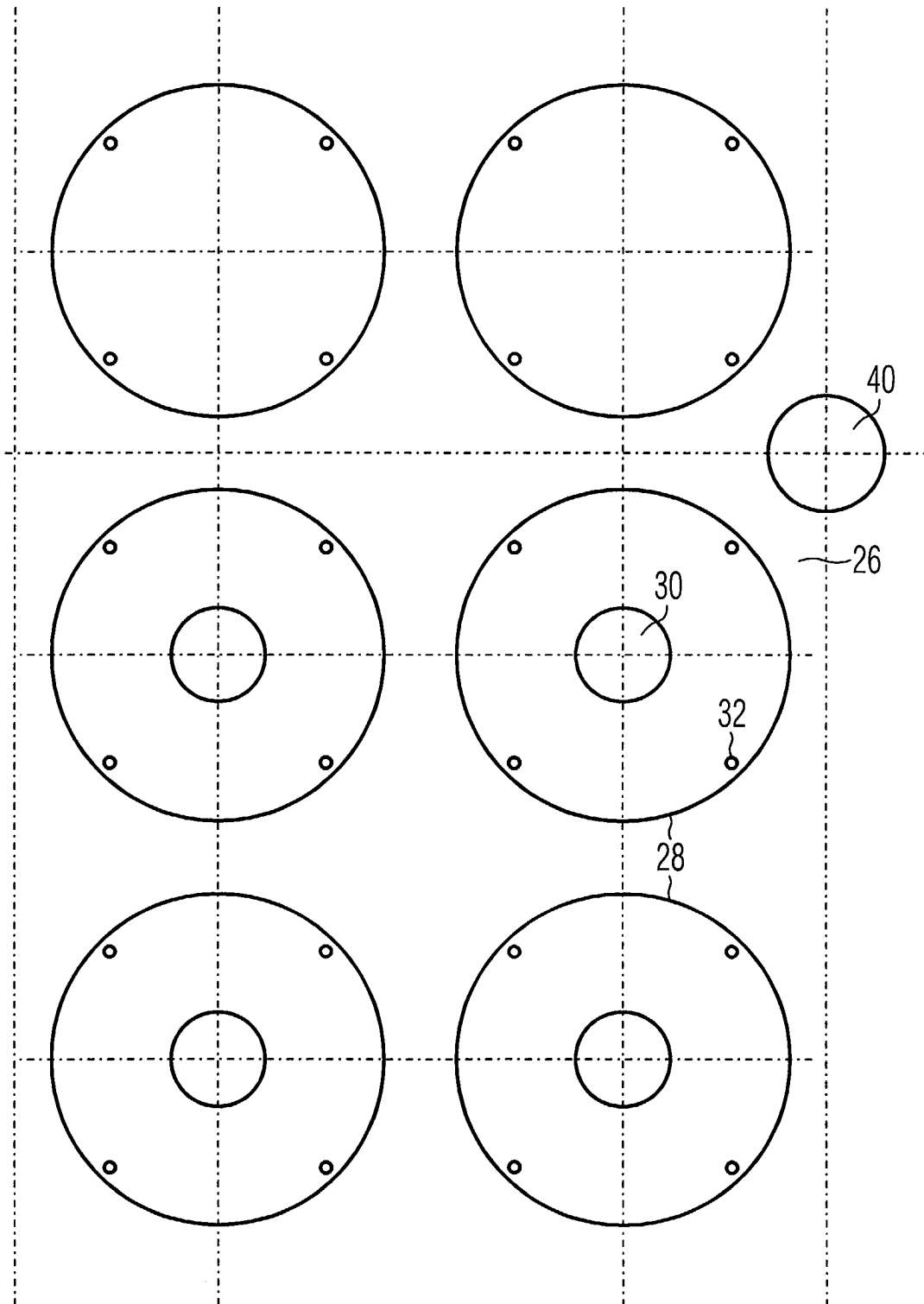


FIG 6

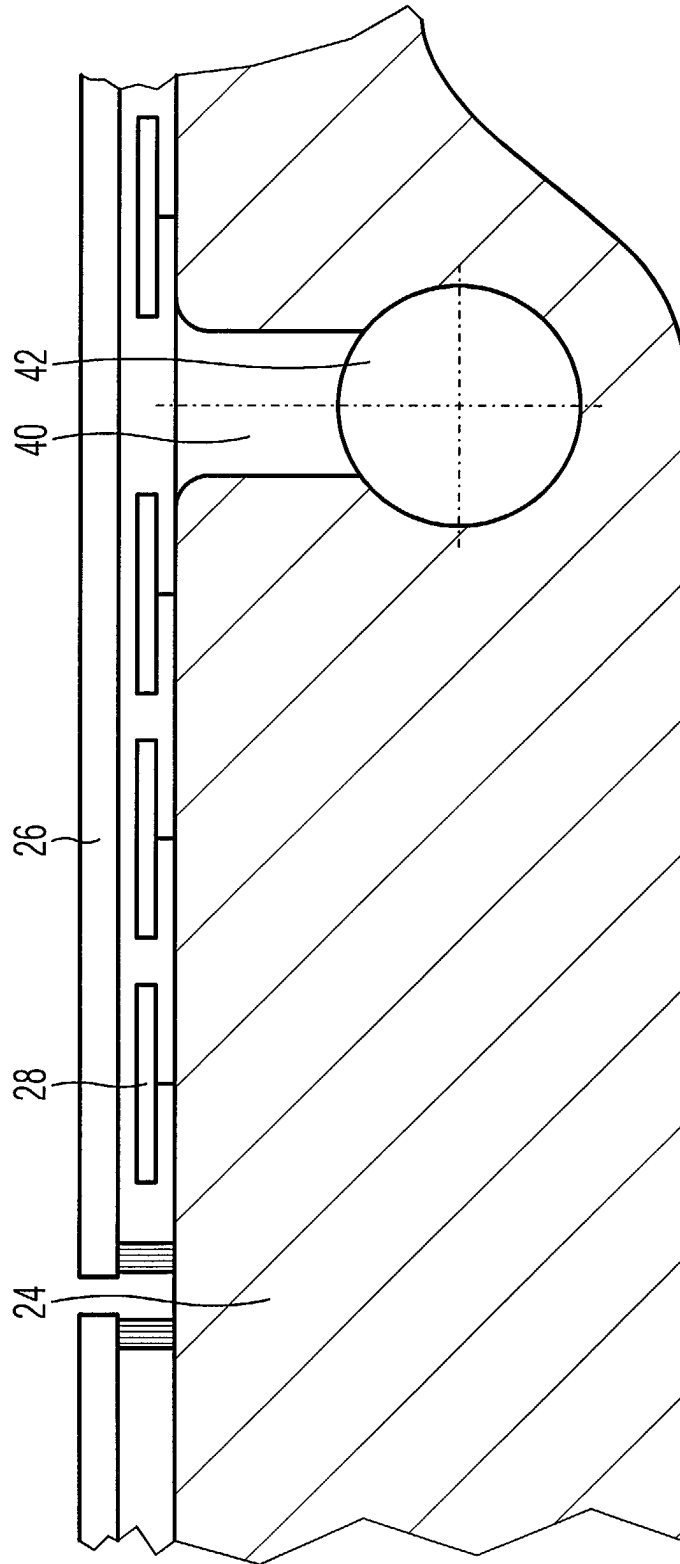
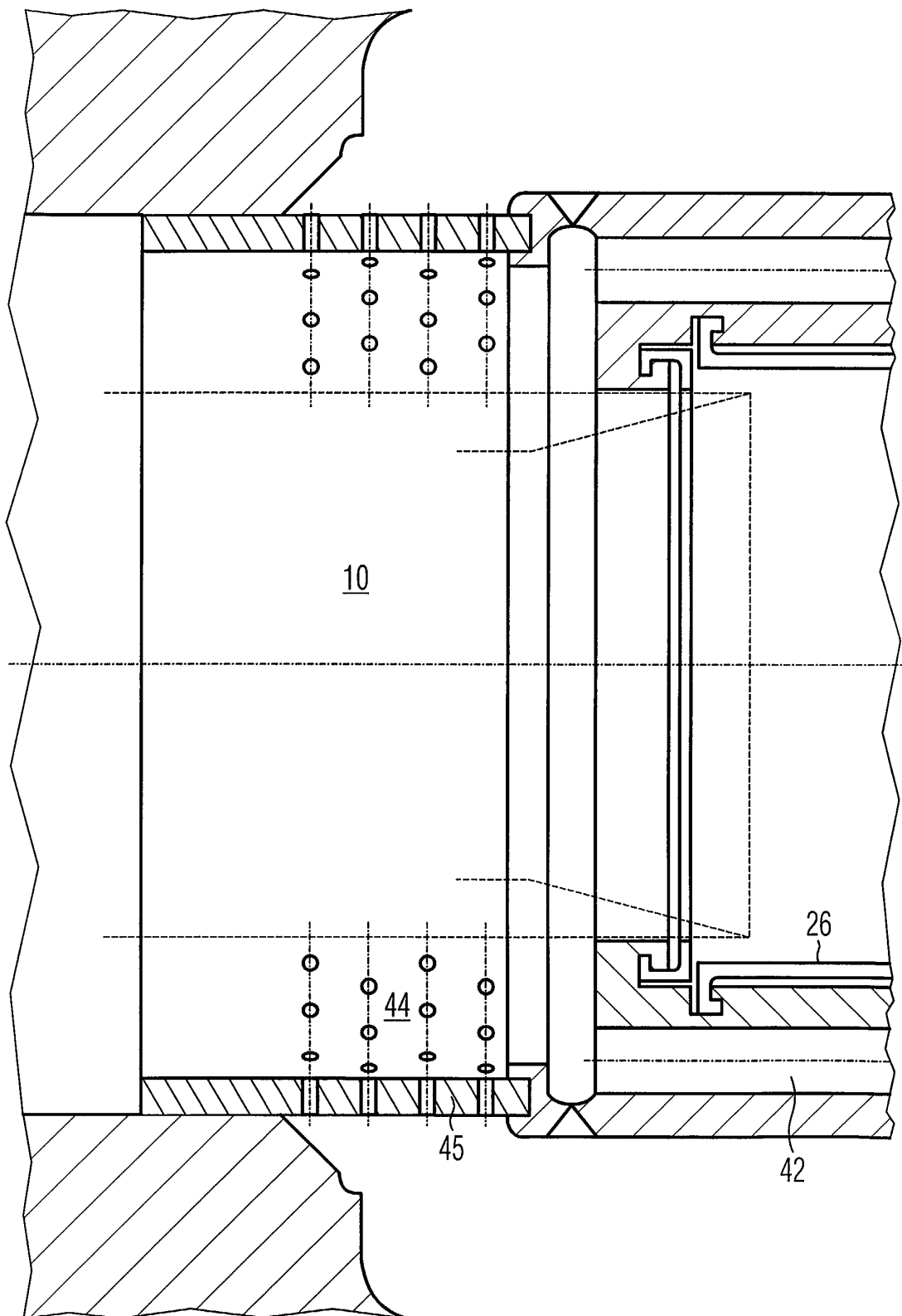


FIG 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 02 02 5334

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	WO 99 09354 A (PUETZ HEINRICH ;SIEMENS AG (DE)) 25. Februar 1999 (1999-02-25)	1,3,6-9	F23R3/00
Y	* Seite 7, Zeile 17 - Zeile 27 * * Seite 9, Zeile 1 - Zeile 14 * * Seite 9, Zeile 33 - Seite 10, Zeile 1 * * Seite 11, Zeile 29 - Seite 12, Zeile 24 * * * Seite 13, Zeile 23 - Zeile 31 * * Abbildung 2 * ---	2,4	
Y	DE 42 44 302 A (ABB RESEARCH LTD) 30. Juni 1994 (1994-06-30) * Spalte 2, Zeile 48 - Zeile 50 * * Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 4 * * Abbildung 1 * ---	2,4	
X	WO 98 13645 A (GROSS HEINZ JUERGEN ;SIEMENS AG (DE); SCHULTEN WILHELM (DE)) 2. April 1998 (1998-04-02)	1,3,6-9	
Y	* Spalte 5, Zeile 21 - Zeile 27 * * Spalte 6, Zeile 23 - Zeile 30 * * Spalte 8, Zeile 35 - Spalte 10, Zeile 5; Abbildung 3 * ---	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Y	US 4 820 097 A (BLACK JAMES R ET AL) 11. April 1989 (1989-04-11)	5	F23R
A	* Abbildungen 1,2 * * Spalte 1, Zeile 29 - Zeile 39 * * Spalte 1, Zeile 52 - Zeile 67 * * Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 26 * ---	2	
A	WO 99 61841 A (REKIN ANATOLI ;ASEA BROWN BOVERI (SE); NAVROTSKY VLADIMIR (SE)) 2. Dezember 1999 (1999-12-02) * Seite 8, Zeile 1 - Zeile 7 * * Seite 8, Zeile 35 - Seite 9, Zeile 18 * --- -/--	1,3,7-9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		11. April 2003	Mougey, M
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)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 02 5334

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 802 841 A (MAEDA FUKUO) 8. September 1998 (1998-09-08) * Abbildung 2 * * Spalte 9, Zeile 19 - Zeile 44 * ---	1	
A	GB 849 255 A (JOSEF CERMAK) 21. September 1960 (1960-09-21) * Seite 2, Zeile 72 - Zeile 91 * ---	1,2	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 06, 30. Juni 1997 (1997-06-30) & JP 09 041991 A (TOSHIBA CORP), 10. Februar 1997 (1997-02-10) * Zusammenfassung; Abbildung 7 * -----	1,3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		11. April 2003	Mougey, M
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 02 02 5334

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.

11-04-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9909354 A	25-02-1999	DE 29714742 U1 WO 9909354 A1 DE 59804685 D1 EP 1005620 A1 JP 2001515197 T US 6276142 B1	17-12-1998 25-02-1999 08-08-2002 07-06-2000 18-09-2001 21-08-2001
DE 4244302 A	30-06-1994	DE 4244302 A1 JP 6294330 A US 5467815 A	30-06-1994 21-10-1994 21-11-1995
WO 9813645 A	02-04-1998	WO 9813645 A1 DE 59706065 D1 EP 0928396 A1 JP 2001504565 T RU 2190807 C2 US 6047552 A	02-04-1998 21-02-2002 14-07-1999 03-04-2001 10-10-2002 11-04-2000
US 4820097 A	11-04-1989	KEINE	
WO 9961841 A	02-12-1999	AU 4663499 A SE 9801822 A WO 9961841 A1	13-12-1999 26-11-1999 02-12-1999
US 5802841 A	08-09-1998	JP 9209778 A CN 1157879 A ,B KR 231175 B1	12-08-1997 27-08-1997 15-11-1999
GB 849255 A	21-09-1960	KEINE	
JP 09041991 A	10-02-1997	KEINE	

EPO FORM P0461

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