

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkammer für eine Gasturbine, deren Brennraum von einer ringförmigen Außenwand einerseits und einer darin angeordneten ringförmigen Innenwand andererseits begrenzt ist. Die Brennkammerwände sind innenseitig mit einer von einer Anzahl von Hitzeschildelementen gebildeten Auskleidung versehen, 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. Die sich der Brennkammer in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums anschließende Turbineneinheit umfasst üblicherweise eine Turbinenwelle, die mit einer Anzahl von rotierbaren Laufschaufeln verbunden ist, die kranzförmige Laufschaufelreihen bilden. Weiterhin umfasst die Turbineneinheit eine Anzahl von feststehenden Leitschaufeln, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von Leitschaufelreihen an dem Innengehäuse der Turbine befestigt sind. Die Laufschaufeln dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle durch Impulsübertrag des die Turbineneinheit durchströmenden Arbeitsmediums, während die Leitschaufeln zur Strömungsführung des Arbeitsmediums zwischen jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums gesehen aufeinanderfolgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen dienen.

[0004] Da die Rotationsbewegung der Turbinenwelle in der Regel zum Antrieb des der Brennkammer vorgeschalteten Luftverdichters genutzt wird, ist diese über die Turbineneinheit hinaus verlängert, so dass im Bereich der der Turbine vorgeschalteten Ringbrennkammer die Turbinenwelle torusartig von dem ringförmigen Brennraum umgeben ist. Der Brennraum ist dabei von einer ringförmigen Außenwand einerseits und einer dar-

in angeordneten ringförmigen Innenwand andererseits begrenzt. Die Innenwand der Brennkammer besteht dazu in der Regel aus zwei oder mehreren Einzelteilen, die auf ihrer der Turbinenwelle zugewandten Seite miteinander verschraubt sind.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] Die Brennkammerwand kann dazu auf ihrer Innenseite mit Hitzeschildelementen ausgekleidet sein, die mit besonders hitzebeständigen Schutzschichten versehen werden können, und die durch die eigentliche Brennkammerwand hindurch gekühlt werden. Dazu kann ein auch als "Prallkühlung" bezeichnetes Kühlverfahren eingesetzt werden. 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.

[0008] Die Herstellung eines solchen Kühlsystems kann jedoch sehr aufwendig sein, da zur Realisierung einer möglichst gleichmäßigen Kühlung der Hitzeschilder 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 kom-

men. Dies führt zu einem erhöhten Kühlmittel­druckverlust im Kühlmittelkreislauf, der sich nachteilig auf den Wirkungsgrad der Brennkammer auswirkt.

[0009] Der oben beschriebene Aufbau der Ringbrennkammer weist außerdem bezüglich anfallender Wartungsarbeiten einige weitere Nachteile auf. Bei diesen in der Regel regelmäßig durchgeführten Wartungs- und Reparaturarbeiten müssen aufgrund der hohen thermischen und mechanischen Belastung Teile der Brennkammer wie beispielsweise die Hitzeschildelemente oder das eingesetzte Kühlsystem sowie insbesondere auch Bauteile der nachgeschalteten Turbineneinheit repariert bzw. ausgewechselt werden. Nachteilig am Aufbau der Brennkammer ist, dass die Turbinenwelle bei Wartungsarbeiten nicht von der Brennkammer aus zugänglich ist. So müssen für Wartungsarbeiten an der Turbinenwelle im Bereich der Ringbrennkammer oder für Reparaturen an den sich an die Brennkammer unmittelbar anschließenden ersten Leit- und Laufschaufeln in der Regel alle sich anschließenden Leit- und Leitschau­feln der Turbineneinheit entfernt werden. Erst nach der Demontage sämtlicher Leit- und Laufschau­feln der Turbine ist es möglich über die der Turbinenwelle zugewandten Verschraubung die Innenwand der Brennkammer zu entfernen und so Zugang zur Turbinenwelle zu erhalten. Die Montagearbeiten sind daher sehr arbeits- und zeitintensiv. Durch den vergleichsweise langen Betriebsausfall der Gasturbine, entstehen zusätzlich zu den Montagekosten der Gasturbine Betriebsausfallkosten, die zu vergleichsweise sehr hohen Gesamtkosten von Wartungs- und Reparaturarbeiten der Gasturbine führen.

[0010] 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 und bei der die Innenwand der Brennkammer vergleichsweise schnell und einfach demontierbar ist.

[0011] Weiterhin soll eine Gasturbine mit der oben genannten Brennkammer angegeben werden.

[0012] Bezüglich der Brennkammer wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst, indem in dem dem jeweiligen Hitzeschildelement zugeordneten Innenraum jeweils eine Anzahl von Kühlmittelverteilern angeordnet ist, und indem die Innenwand der Brennkammer aus einer Anzahl von auf einer Tragstruktur der Innenwand befestigten Wandelementen gebildet ist, wobei die Tragstruktur von einer Anzahl von an einer horizontalen Teil­fuge aneinander stoßenden Teilstücke gebildet wird, die im Bereich der Teil­fuge über eine Anzahl von schräg zur Innenwandfläche ausgerichteten Schraubverbindungen miteinander verbunden sind.

[0013] 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 Strömungspfads, vorgesehen. Diese Funktionen erfüllen die Kühlmittelverteiler. Bezüglich der Wartungsarbeiten geht die Erfindung von der Überlegung aus, dass die Befestigung der verschiedenen Wandelemente der Brennkammerinnenwand aneinander von dem Brennraum aus zugänglich sein sollte und die Brennkammerinnenwand damit auch von diesem aus zu demontieren ist. Gleichzeitig sollten die verschiedenen Tragstrukturelemente der Brennkammerinnenwand, die an ihrer horizontalen Teil­fuge aneinanderstoßen, durch eine Befestigung miteinander verbunden werden, die diese durch eine vertikale Kraft an der Teil­fuge miteinander verbindet. Diese beiden Funktionen werden durch die schräg zur Innenwandfläche ausgerichteten Schraubverbindungen erfüllt, die neben der Zugänglichkeit von der Brennkammer aus eine ausreichend große vertikale Kraftkomponente zur Befestigung zweier an der horizontalen Teil­fuge aneinanderstoßenden Tragstrukturelemente aufweist.

[0014] Um die durch die schräg zur Innenwandfläche ausgerichtete Schraubverbindung entstehende horizontale Kraftkomponente zweier durch die Schraubverbindung miteinander verbundener Tragstrukturelemente zu kompensieren, ist jeder Schraubverbindung zweckmäßigerweise eine Passfeder zugeordnet. Die Passfeder vermeidet, dass sich die miteinander verschraubten Tragstrukturelemente an der horizontalen Teil­fuge durch die horizontale Kraftkomponente der Schraubverbindung zueinander verschieben. Die Passfeder verläuft hierfür vorteilhafterweise längs der horizontalen Teil­fuge und ist jeweils in Nuten der aneinanderstoßenden Tragstrukturelemente passgenau eingepasst, so dass diese sich nicht gegeneinander verschieben können, und vorzugsweise lediglich die für die Befestigung der Schraubverbindung benötigte vertikale Kraftkomponente der Schraubverbindung an der horizontalen Teil­fuge auftritt.

[0015] Zweckmäßigerweise ist über einen Kühlmittelverteiler jeweils eine Kühlmittelzuführleitung mit einer Anzahl von Kühlmittelaustrittsöffnungen verbunden. Dadurch können die sich unmittelbar vor den Kühlmittelverteilern befindlichen Hitzeschilder durch Prallkühlung gekühlt werden.

[0016] 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 die-

se 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.

[0017] Das nach dem Kühlprozess aufgeheizte Kühlmittel wird zweckmäßigerweise durch Bohrungen in der Brennkammerwand aus dem Innenraum zwischen den Hitzeschilden 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 Kühlmittelteilern 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.

[0018] Um die Hitzeschilde flächenabdeckend an der Innenwand über denen sich an der Wand befindenden Kühlmittelteilern, den Rückführbohrungen sowie den Teilfugenverschraubungen zu positionieren, sind diese zweckmäßigerweise über ein System mit Nut und Feder an der Innenwand der Brennkammer befestigt. Dabei sind Hitzeschildelemente an ihren Rändern vorzugsweise derart geformt, dass sie durch eine zweifache Biegung brennkammerwärts eine Verankerung ausbilden, die sich in einer Aussparung der Brennkammerwand, welche die Nut bildet, verankern und damit befestigen lässt. Zweckmäßigerweise ist die Aussparung in der Brennkammerwand für aneinanderliegende Hitzeschildelemente zusammengefasst, so dass aneinanderliegende Hitzeschildelemente an ihrer, durch die Biegung entstehenden Stirnseite, aneinander stoßen und so eine Abdichtung für die Brennkammer und des darin strömenden Arbeitsmediums darstellen.

[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 Kühlmittelteilern auch bei nur geringem Herstellungsaufwand 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. Die Verwendung einer Anzahl von Kühlmittelteilern kann eine gleichmäßige Kühlung bei geringem Kühlmitteldruckverlust gewährlei-

sten, 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 die Teilfugenverschraubung der Brennkammerwände ist eine vergleichsweise einfache und schnelle Montage der Brennkammerwände möglich. Insbesondere die Möglichkeit, die Innenwand der Brennkammer zu entfernen, ermöglicht einen schnellen Zugang zur Turbinenwelle und den sich der Brennkammer unmittelbar anschließenden Lauf- und Leitschaufeln der Turbineneinheit zwecks Wartungs- und Reparaturarbeiten. Eine zeitaufwendige Entfernung der sich im weiteren Verlauf der Turbineneinheit befindlichen Lauf- und Leitschaufeln kann durch den ermöglichten Zugang vom Brennkammerinnenraum daher entfallen, so dass Wartungsarbeiten vergleichsweise einfach und zeitsparend durchführbar sind.

[0022] Durch die Befestigung der Hitzeschildelemente mit einem Nut/Feder-System wird bei einer ausreichenden Abdichtung des Brennkammerinnenraums zugleich genug Raum für das sich unter den Hitzeschilden befindliche Kühlsystem sowie die Teilfugenverschraubung geschaffen.

[0023] Die oben genannte Brennkammer ist vorzugsweise Bestandteil einer Gasturbine.

[0024] 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 eine Seitenansicht der Ringbrennkammer,

FIG 4 im Schnitt eine Schraubverbindung der Wandelemente der Brennkammerinnenwand, und

FIG 5 im Schnitt einen Ausschnitt der Brennkammerwand.

[0025] Die Gasturbine 1 gemäß FIG 1 weist einen Verdichter 2 für Verbrennungsluft, eine 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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 oder andere Gehäuse-Einbauteile vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende heiße Arbeitsmedium M schützt.

[0029] 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.

[0030] Zur weiteren Verdeutlichung der Ausführung der Brennkammer 4 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

Eintrömsabschnitt 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.

[0031] Wie in der Darstellung nach FIG 3 erkennbar ist, ist der Brennraum 24 der Brennkammer 4 von einer Brennkammerwand 25 begrenzt, die einerseits von einer ringförmigen Brennkammeraußenwand 26 und andererseits von einer darin angeordneten ringförmigen Brennkammerinnenwand 28 gebildet ist. Die Brennkammer 4 ist dafür ausgelegt, die Brennkammerinnenwand 28 beispielsweise für Wartungsarbeiten auf besonders einfache Weise entfernen zu können, um Zugang zur von der Brennkammerinnenwand 28 umgebenen Turbinenwelle 8 und den sich der Brennkammer 4 unmittelbar anschließenden Laufschaufeln 12 und Leitschaufeln 14 der Turbine 6 zu erhalten. Dazu besteht die Brennkammerinnenwand 28 aus zwei Wandelementen 30, die unter Bildung einer im Wesentlichen horizontal verlaufenden Teilfuge 31 zur Brennkammerinnenwand 28 zusammengefügt sind.

[0032] Die Brennkammer 4 ist insbesondere dazu ausgelegt, die Wandelemente 30 der Brennkammerinnenwand 28 von dem Brennraum 24 aus demontieren zu können. Dazu sind, wie in FIG 4 im Schnitt dargestellt ist, die Wandelemente 30 an der von ihnen gebildeten horizontalen Teilfuge 31 mit schräg zur Innenfläche der Brennkammerinnenwand 28 verlaufenden Schraubverbindungen 32 verbunden. Jede Schraubverbindung 32 umfasst dabei eine im Wesentlichen schräg zur von der Brennkammerinnenwand 28 gebildeten Oberfläche geführte Schraube 33, die mit einem in eines der Wandelemente 30 eingearbeiteten Gewinde 34 zusammenwirkt.

[0033] Damit sich die Wandelemente 30 durch die infolge der schräg zur Brennkammerinnenwand 28 verlaufenden Schrauben 33 entstehende horizontale Kraftkomponente nicht gegeneinander verschieben, ist der Schraubverbindung 32 eine Passfeder 35 zugeordnet. Diese verläuft in einer Position nahe zur jeweiligen Schraubverbindung 32 längs der horizontalen Teilfuge 31 der Wandelemente 30 und ist in Nuten der Wandelemente 30 der Brennkammerinnenwand 28 eingepasst.

[0034] 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 er-

möglichen, ist die Brennkammerwand 25, wie in FIG 5 dargestellt, auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 38 gebildeten Auskleidung versehen. Jedes Hitzeschildelement 38 ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet. Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 4 ist zudem für die Hitzeschildelemente 38 ein Kühlsystem vorgesehen. Das Kühlsystem basiert dabei auf dem Prinzip der Prallkühlung, bei dem Kühlluft K als Kühlmittel unter ausreichend hohem Druck an einer Vielzahl von Stellen an das zu kühlende Bauteil angeblasen wird.

[0035] Das Kühlsystem ist bei einem einfachen Aufbau für eine zuverlässige, flächendeckende Beaufschlagung der Hitzeschildelemente 38 mit Kühlluft und zudem für einen besonders geringen Kühlmittelverlust ausgelegt. Dazu werden die Hitzeschildelemente 38 von ihrer Außenseite durch die Kühlluft K gekühlt, die durch eine Anzahl von im vom jeweiligen Hitzeschildelement 38 und der Brennkammerwand 25 gebildeten Innenraum 40 angeordneten Kühlmittelverteilern 42 auf die Oberfläche des jeweiligen Hitzeschildelements 38 geleitet wird.

[0036] Zur weiteren Verdeutlichung der Ausführung der Kühlung für die Hitzeschildelemente 38 ist in FIG 5 im Schnitt ein Ausschnitt der Brennkammerwand 25 dargestellt. Wie in dieser Darstellung erkennbar ist, sind eine Anzahl der Kühlmittelverteiler 42 über die gesamte Fläche des jeweiligen Hitzeschildelements 38 verteilt, um eine gleichmäßige Kühlung zu gewährleisten. Dabei strömt das Kühlmittel K durch eine zugeordnete Kühlmittelzufuhrleitung 44 in den jeweiligen Kühlmittelverteiler 42. Durch diesen wird das Kühlmittel K durch eine Anzahl von Kühlmittelaustrittsöffnungen 46 auf die Oberfläche des Hitzeschildelements 38 geleitet, wo dieses mit dem Kühlmittel K durch Prallkühlung gekühlt wird. Die Bohrungen für die Kühlmittelzufuhrleitungen 44 sind bei der Herstellung der Brennkammer 4 einfach und zeitsparend anzubringen, da für jeden Kühlmittelverteiler 42 nur jeweils eine Kühlmittelzufuhrleitung 44 benötigt wird.

[0037] Wie in der Darstellung nach FIG 5 weiterhin zu erkennen ist, weisen die Kühlmittelaustrittsöffnungen 46 des Kühlmittelverteilers 42 in ihrer Summe einen kleineren Querschnitt auf als die Kühlmittelzufuhrleitung 44 des Kühlmittelverteilers 42. Dies führt bei dem Durchfluss des Kühlmittels K durch den Kühlmittelverteiler 42 zu einem Düseneffekt und damit einhergehend zu einer erhöhten Austrittsgeschwindigkeit des Kühlmittels K an den Kühlmittelaustrittsöffnungen 46, wodurch sich die Wirkung der Prallkühlung an den Hitzeschildelementen 38 erhöht.

[0038] Wie in FIG 5 exemplarisch für die Brennkammerwand 25 dargestellt ist, sind die Hitzeschildelemente 38 raumsparend für das angebrachte Kühlsystem sowie die Teilfugenschraubung an der Brennkammerwand 28 befestigt. Dazu wird ein System mit Nut und

Feder verwendet. Hierbei sind die Hitzeschildelemente 38 an ihren Rändern derart geformt, dass sie durch eine zweifache Biegung brennkammerwärts eine Verankerung ausbilden, die sich in einer Aussparung der Brennkammerwand 25, welche die Nut bildet, verankern und damit befestigen lässt. Wie ebenfalls in der FIG 5 zu erkennen ist, sind benachbarte Hitzeschildelemente 38 so an zusammengefassten Nuten befestigt, dass sie sich gegenseitig berühren und so den Brennraum 24 der Brennkammer 4 abdichten.

Patentansprüche

1. Brennkammer (4) für eine Gasturbine (1), deren Brennraum (24) von einer ringförmigen Brennkammerinnenwand (28) und einer Brennkammeraußenwand (26) begrenzt ist, die innenseitig mit einer von einer Anzahl von Hitzeschildelementen (38) gebildeten Auskleidung versehen sind, wobei das oder jedes Hitzeschildelement (28) mit der Brennkammerwand (25) einen mit einem Kühlmittel (K) beaufschlagbaren Innenraum (40) bildet, in dem ein Kühlmittelverteiler (42) angeordnet ist, und wobei die Brennkammerinnenwand (28) aus einer Anzahl von an einer horizontalen Teilfuge (31) aneinanderstoßenden Wandelementen (30) gebildet ist, die im Bereich der Teilfuge (31) über eine Anzahl von schräg zur Innenwandfläche ausgerichteten Schraubverbindungen (32) miteinander verbunden sind.
2. Brennkammer (4) nach Anspruch 1, bei der der oder jeder Schraubverbindung (32) jeweils eine Passfeder (35) zugeordnet ist.
3. Brennkammer (4) nach Anspruch 1, bei der über einen Kühlmittelverteiler (42) eine Kühlmittelzufuhrleitung (44) mit einer Mehrzahl von Kühlmittelaustrittsöffnungen (46) verbunden ist.
4. Brennkammer (4) nach Anspruch 1 bis 3, bei der die Kühlmittelaustrittsöffnungen (46) derart dimensioniert sind, dass die Summe der Querschnittsflächen aller Kühlmittelaustrittsöffnungen (46) eines Kühlmittelverteilers (42) kleiner ist als die Querschnittsfläche der zugeordneten Kühlmittelzufuhrleitung (44).
5. Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der oder jeder Innenraum (40) über eine Anzahl von Bohrungen mit einem Kühlmittel-Abfuhrsystem verbunden ist.
6. Brennkammer (4) nach Anspruch 1, bei der die Hitzeschildelemente (38) über ein Nut/Feder-System an der Brennkammerinnenwand (28) bzw. an der Brennkammeraußenwand (26) befestigt sind.

7. Gasturbine (1) mit einer Brennkammer (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

FIG 1

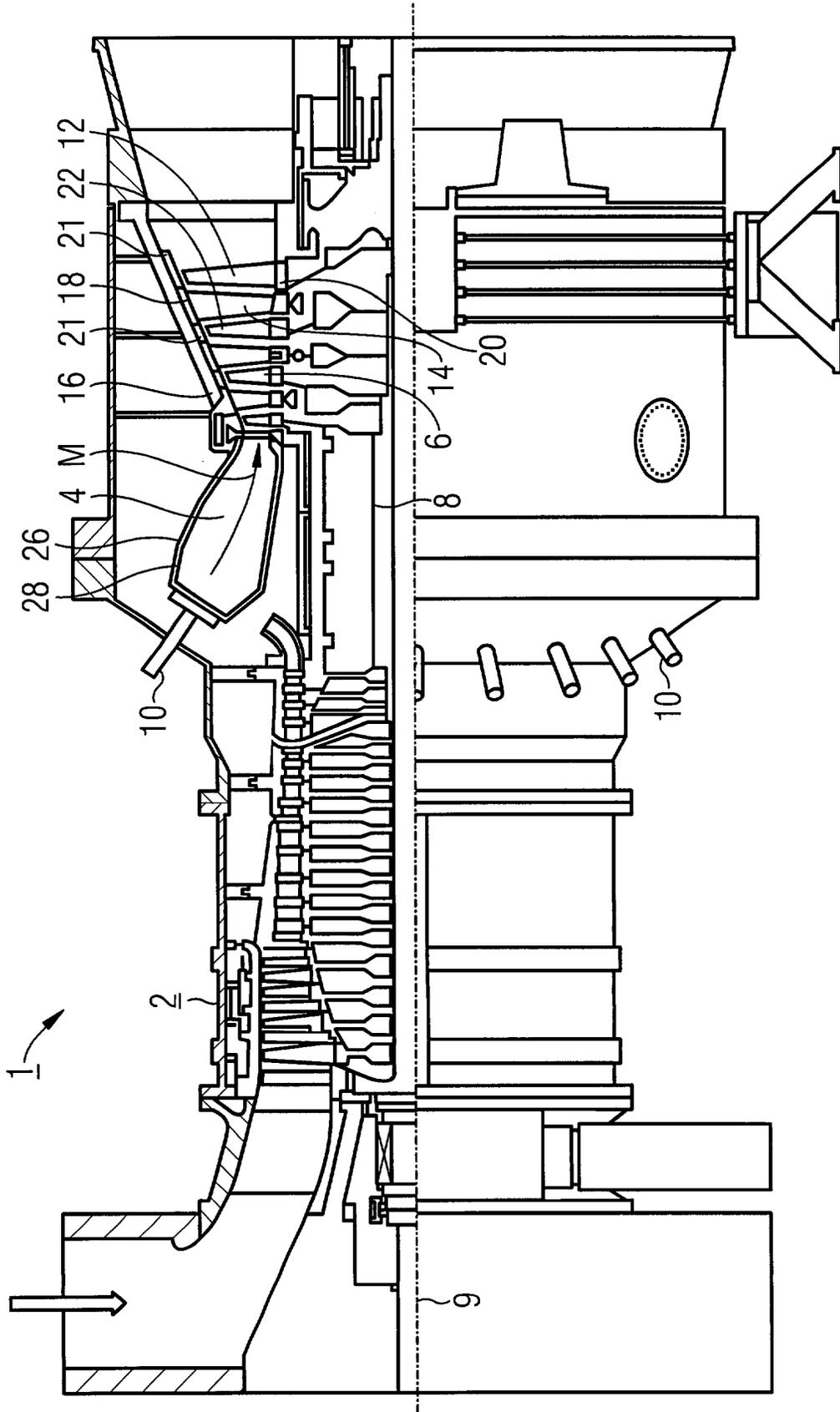


FIG 2

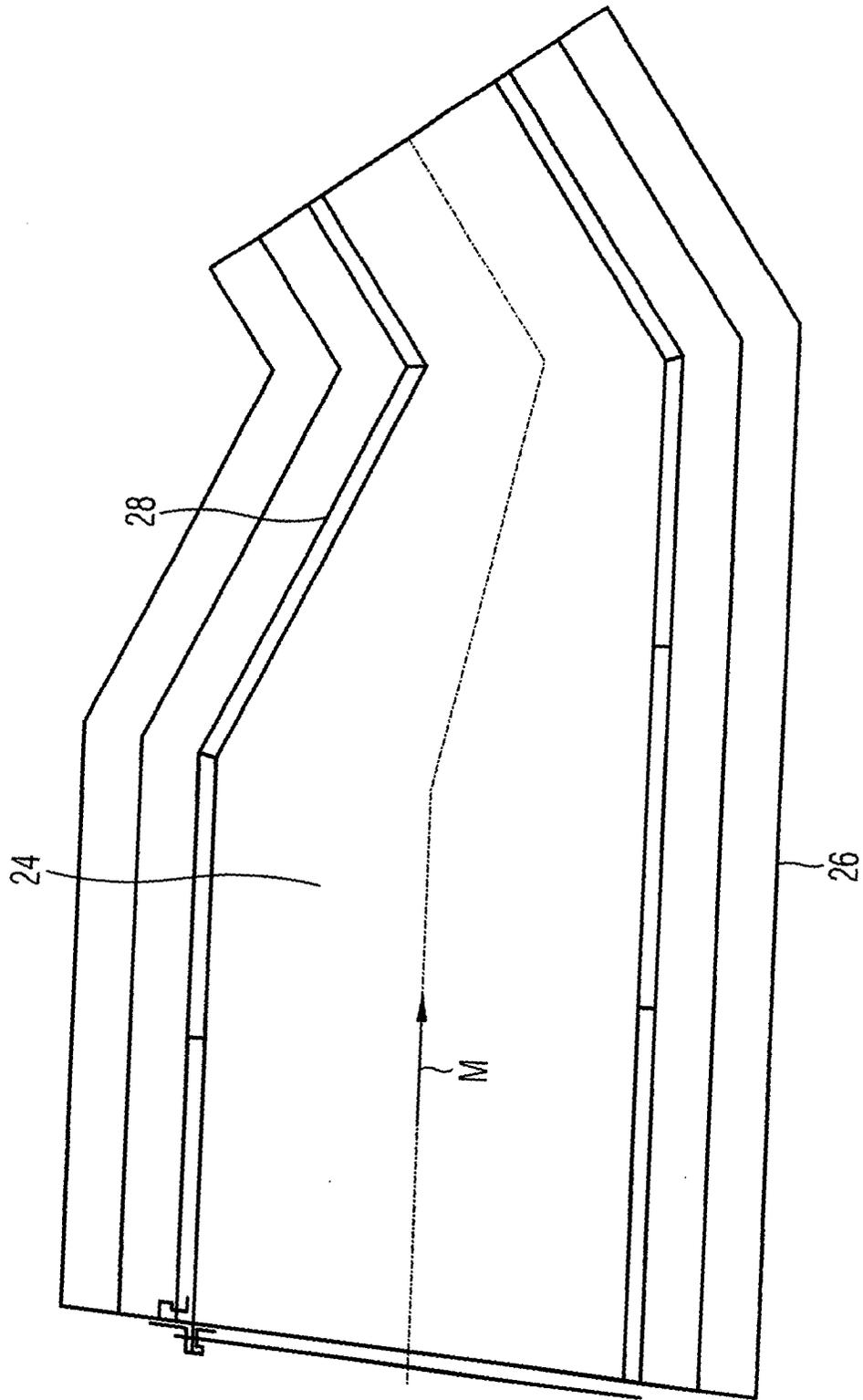


FIG 3

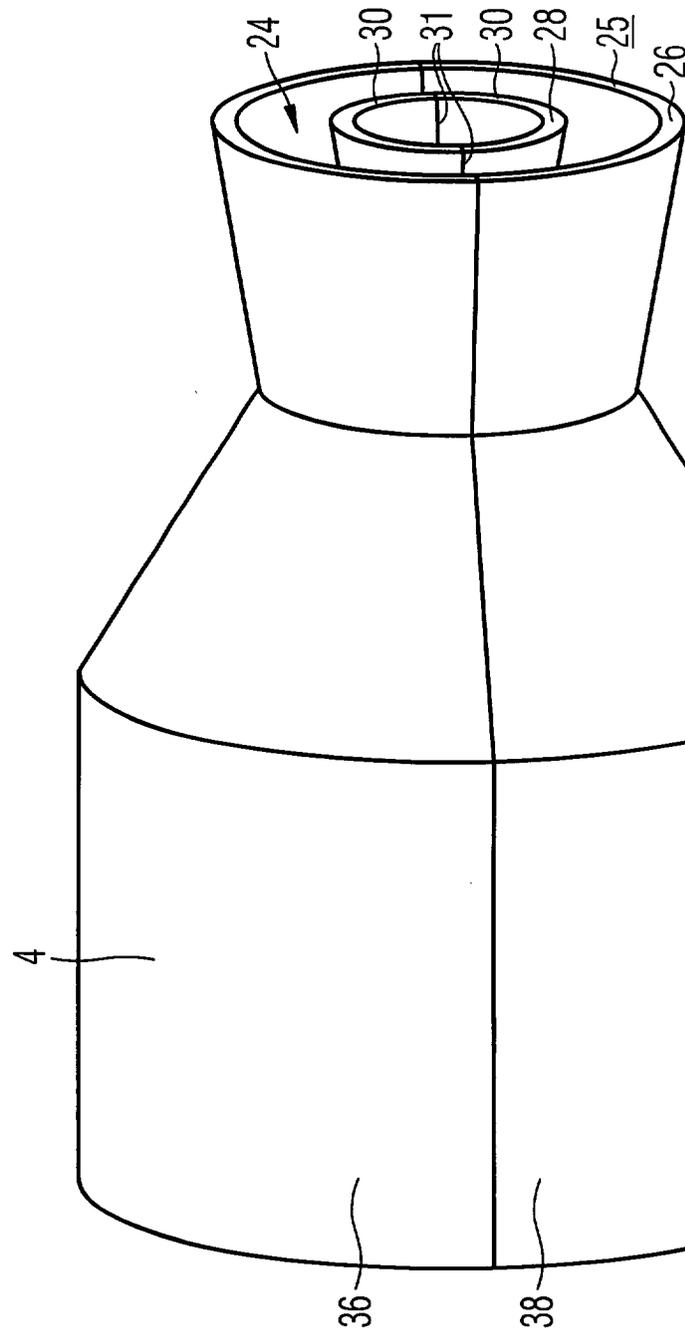


FIG 4

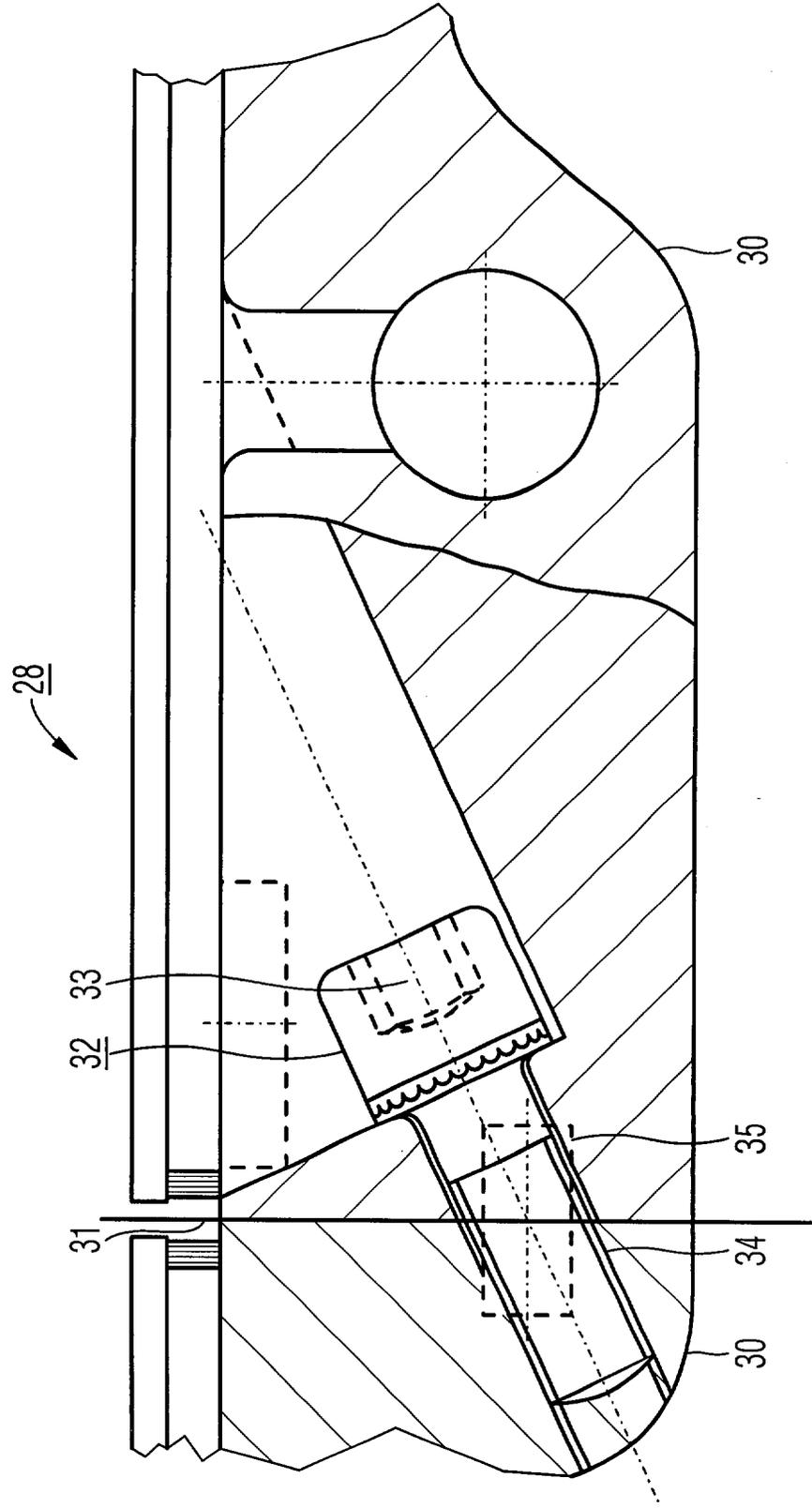
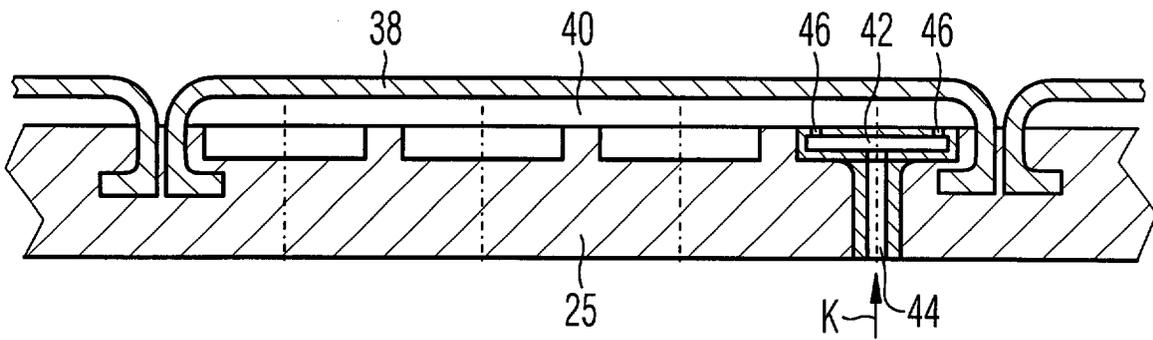


FIG 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 1890

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	DE 198 09 568 A (SIEMENS AG) 19. August 1999 (1999-08-19) * Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 12 * * Spalte 4, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 10 * ---	1,3,5,7
A	US 4 158 949 A (REIDER SAMUEL B) 26. Juni 1979 (1979-06-26) * Abbildungen 3,4 * * Spalte 3, Zeile 62 - Spalte 4, Zeile 41 * ---	1
A	WO 98 13645 A (GROSS HEINZ JUERGEN ;SIEMENS AG (DE); SCHULTEN WILHELM (DE)) 2. April 1998 (1998-04-02) * Seite 5, Zeile 21 - Zeile 27 * * Seite 6, Zeile 23 - Zeile 30 * * Seite 8, Zeile 35 - Seite 10, Zeile 5 * * Abbildungen 3,4 * ---	1,3,5,7
A	DE 42 44 302 A (ABB RESEARCH LTD) 30. Juni 1994 (1994-06-30) * Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 4 * * Abbildung 1 * ---	4
A	DE 41 14 768 A (SIEMENS AG) 21. November 1991 (1991-11-21) * Spalte 3, Zeile 68 - Spalte 4, Zeile 27 * * Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 16 * --- -/--	6
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	18. Juni 2003	Mougey, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument
O : mündliche Offenbarung		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
P : Zwischenliteratur		

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 1890

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
A	WO 99 09354 A (PUETZ HEINRICH ; SIEMENS AG (DE)) 25. Februar 1999 (1999-02-25) * Seite 7, Zeile 5 - Zeile 15 * * Seite 9, Zeile 1 - Zeile 14 * * Seite 11, Zeile 29 - Seite 12, Zeile 24 * * * Abbildungen 2,3 * -----	1-3,5,7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	18. Juni 2003	Mougey, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03/92 (P04C03)

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

EP 03 00 1890

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

18-06-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19809568	A	19-08-1999	DE 19809568 A1	19-08-1999
US 4158949	A	26-06-1979	KEINE	
WO 9813645	A	02-04-1998	WO 9813645 A1	02-04-1998
			DE 59706065 D1	21-02-2002
			EP 0928396 A1	14-07-1999
			JP 2001504565 T	03-04-2001
			RU 2190807 C2	10-10-2002
			US 6047552 A	11-04-2000
DE 4244302	A	30-06-1994	DE 4244302 A1	30-06-1994
			JP 6294330 A	21-10-1994
			US 5467815 A	21-11-1995
DE 4114768	A	21-11-1991	DE 4114768 A1	21-11-1991
WO 9909354	A	25-02-1999	DE 29714742 U1	17-12-1998
			WO 9909354 A1	25-02-1999
			DE 59804685 D1	08-08-2002
			EP 1005620 A1	07-06-2000
			JP 2001515197 T	18-09-2001
			US 6276142 B1	21-08-2001

EPO FORM P0461

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