



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 283 328 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2003 Patentblatt 2003/07

(51) Int Cl.7: **F01D 11/00**, F01D 5/18,
F01D 5/08

(21) Anmeldenummer: **01119265.5**

(22) Anmeldetag: **09.08.2001**

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

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

(72) Erfinder: **Tiemann, Peter
58452 Witten (DE)**

(54) Dichtungsbuchse für gekühlte Gasturbinenschaufeln

(57) Bei einer Gasturbine (1) mit einer Anzahl von über einen Schaufelfuß (20) an einer Turbinenwelle (8) angeordneten Laufschaufeln (12), die jeweils einen integrierten Kühlmittelkanal (24) aufweisen, soll bei einer sicheren Kühlung der Laufschaufeln (12) der Kühlmittelbedarf besonders gering gehalten und eine zuverlässige separierte Bespeisung der Schaufeln (12) auch mit verschiedenen Kühlmitteln bei besonders geringem

Serviceaufwand ermöglicht sein. Dazu ist erfindungsgemäß ein jeweils einer Laufschaufel (12) zugeordneter, in die Turbinenwelle (8) integrierter Zuleitungskanal (26) für Kühlmittel (K) in einem austrittsseitigen Endbereich (30) in seinem Querschnitt erweitert, und im Endbereich (30) ist eine in ihrer Außenkontur an den Innenquerschnitt des Endbereichs (30) angepaßte, in ihrer Längsrichtung (L1) verschiebbare Zuführungsbuchse (32) angeordnet.

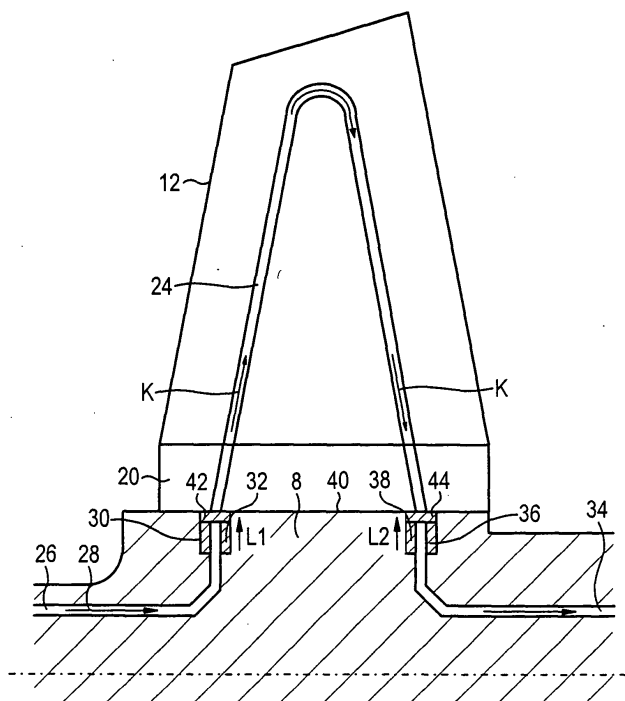


Fig. 2

EP 1 283 328 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbine mit einer Anzahl von über einen Schaufelfuß an einer Turbinenwelle angeordneten Laufschaufeln, die jeweils einen integrierten Kühlmittelkanal aufweisen.

[0002] Gasturbinen werden in vielen Bereichen zum Antrieb von Generatoren oder von Arbeitsmaschinen eingesetzt. Dabei wird der Energieinhalt eines Brennstoffs zur Erzeugung einer Rotationsbewegung einer Turbinenwelle genutzt. Der Brennstoff wird dazu in einer Brennkammer verbrannt, wobei von einem Luftverdichter verdichtete Luft zugeführt wird. Das in der Brennkammer durch die Verbrennung des Brennstoffs erzeugte, unter hohem Druck und unter hoher Temperatur stehende Arbeitsmedium wird dabei über eine der Brennkammer nachgeschaltete Turbineneinheit geführt, wo es sich arbeitsleistend entspannt.

[0003] Zur Erzeugung der Rotationsbewegung der Turbinenwelle sind dabei an dieser eine Anzahl von üblicherweise in Schaufelgruppen oder Schaufelreihen zusammengefaßten Laufschaufeln angeordnet, die über einen Impulsübertrag aus dem Arbeitsmedium die Turbinenwelle antreiben. Zur Führung des Arbeitsmediums in der Turbineneinheit sind zudem üblicherweise zwischen benachbarten Laufschaufelreihen mit dem Turbinengehäuse verbundene Leitschaufelreihen angeordnet.

[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 dem das Arbeitsmedium aus der Brennkammer ab- und in die Turbineneinheit einströmt. Daher werden Temperaturen von etwa 1200 °C bis 1300 °C für derartige Gasturbinen angestrebt und auch erreicht.

[0005] Bei derartig hohen Temperaturen des Arbeitsmediums sind jedoch die diesem 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 Kühlung der betroffenen Komponenten, insbesondere von Lauf- und/oder Leitschaufeln der Turbineneinheit, vorgesehen. Die Turbinenschaufeln sind daher üblicherweise kühlbar ausgebildet, wobei insbesondere eine wirksame und zuverlässige Kühlung der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums gesehen ersten Schaufelreihen sichergestellt sein soll. Zur Kühlung weist die jeweilige Turbinenschaufel dabei üblicherweise einen in das Schaufelblatt oder das Schaufelprofil integrierten Kühlmittelkanal auf, von dem aus ein Kühlmittel gezielt insbesondere den thermisch belasteten Zonen der Turbinenschaufel zuleitbar ist.

[0006] Als Kühlmittel kommt dabei beispielsweise Kühlluft zum Einsatz. Diese wird der jeweiligen Turbi-

nenschaufel üblicherweise in der Art einer offenen Kühlung über einen integrierten Kühlmittelkanal zugeführt. Von diesem ausgehend durchströmt die Kühlluft in abzweigenden Kanälen die jeweils vorgesehenen Bereiche der Turbinenschaufel. Austrittsseitig sind diese Kanäle offen gelassen, so daß die Kühlluft nach dem Durchströmen der Turbinenschaufel aus dieser austritt und sich dabei mit dem in der Turbineneinheit geführten Arbeitsmedium vermischt.

[0007] Auf diese Weise ist mit vergleichsweise einfachen Mitteln ein zuverlässiges Kühlsystem für die Turbinenschaufel bereitstellbar, wobei auch thermisch besonders belastete Zonen der Turbinenschaufel geeignet mit Kühlmittel beaufschlagbar sind. Andererseits ist jedoch bei der Einleitung der Kühlluft in das in der Turbineneinheit geführte Arbeitsmedium darauf zu achten, daß ihr Druck den des Arbeitsmediums an der Einspeisestelle übersteigt, so daß eine problemlose Einleitung der Kühlluft ermöglicht ist. Insbesondere ist auch die zulässige Aufheizung der Kühlluft bei der Kühlung der Turbinenschaufeln nur begrenzt, so daß gerade bei vergleichsweise hohen angestrebten Austrittstemperaturen des Arbeitsmediums eine besonders große Menge an Kühlluft erforderlich ist. Dies wirkt sich wiederum negativ auf den Wirkungsgrad der Gasturbine und auf Stickoxid-Emissionen aus.

[0008] Eine aus diesen Gründen wünschenswerte Einsparung an Kühlluftbedarf ist erreichbar, indem das Kühlsystem als geschlossenes Kühlsystem ausgebildet ist. Bei einem derartigen geschlossenen Kühlsystem wird das verbrauchte Kühlmittel, insbesondere Kühlluft, in den Verbrennungsprozeß zurückgeführt. Gerade bei einem derartigen geschlossenen Kühlsystem, bei dem die Kühlluft einem vergleichsweise hohen Druckverlust unterliegen kann, ist jedoch üblicherweise eine orts- und bedarfsangepaßte Bereitstellung von Kühlluft mit abhängig von der vorgesehenen Einspeisestelle vergleichsweise hohem Druck erforderlich. Dabei ist unter anderem auch der Druckverlust bei der Führung der Kühlluft durch ein geschlossenes System zu berücksichtigen. Gerade bei vergleichsweise lang ausgedehnten Systemen kann der Druckverlust in erheblichem Maße zu den Anforderungen an die bereitzustellende Kühlluft beitragen. Gerade die Bereitstellung von Kühlluft mit vergleichsweise hohem Druck bedingt jedoch eine vergleichsweise aufwendige Konstruktion der zugeordneten Systeme, wobei insbesondere bei hohen Druckanforderungen der zur Bereitstellung der Kühlluft erforderliche Kühlluftverdichter je nach Betriebsbedingungen die durch die geschlossene Kühlung erreichbaren Wirkungsgrad- oder Leistungsvorteile teilweise oder sogar ganz kompensieren kann.

[0009] Um Druckverluste bei der Zuführung des Kühlmittels möglichst gering zu halten, besteht ein Erfordernis darin, an Übergangsstellen des Kühlmittelkanals eine hohe Dichtigkeit zu gewährleisten. Eine kritische Übergangsstelle ist dabei vor allem der in dem Schaufelfuß angeordnete Anschluß des Kühlmittelkanals ei-

ner Laufschaufel an einen in der Turbinenwelle angeordneten Kanal zur Zuführung des Kühlmittels; denn gerade die Eintrittsfläche des Kühlmittelkanals im Schaufelfuß unterliegt einer beträchtlichen Fliehkraftbelastung sowie einer hohen thermischen Beanspruchung. Daher kann sich der konstruktionsbedingt - unter anderem aus Montagezwecken - ohnehin vorhandene Spalt zwischen der Mündung des in die Turbinenwelle integrierten Kühlmittelkanals und der Eintrittsöffnung für das Kühlmittel im Schaufelfuß beim Betrieb der Gasturbine in einem Maß öffnen, das eine Dichtung erforderlich macht, um einen Verlust an Kühlmittel zu vermeiden.

[0010] Das geschilderte Problem ist zusätzlich von besonderer Bedeutung, wenn in die Laufschaufel verschiedenartige Kühlmittel, z. B. Kühlluft oder Dampf mit verschiedenem Druck für Vorder- und Hinterkante der Schaufel, einzuspeisen sind. In diesem Fall müssen die jeweiligen Anschlüsse gegeneinander abgedichtet werden, um ein Vermischen der Kühlmittel zu verhindern. Dafür können benachbarte Eintrittsöffnungen im selben Schaufelfuß für unterschiedliche Kühlmittel möglichst weit voneinander entfernt angeordnet werden, so daß ein Übersprechen nicht auftreten kann. Das ist z. B. mit Hilfe von sogenannten Minidisks, von denen eine vorne und eine weitere hinten am Schaufelfuß angebracht ist, anstelle eigentlicher Kanäle zu erreichen. Die Minidisks können jedoch Leckageprobleme zwischen benachbarten Bereichen bedingen und somit einen erhöhten Dichtungsaufwand erforderlich machen. Außerdem können keine sich kreuzenden Zuleitungen für Kühlmittelströme verlegt werden, so daß die Einsatzmöglichkeiten eingeschränkt sind.

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbine der oben genannten Art anzugeben, bei der bei einer sicheren Kühlung der Laufschaufeln der Kühlmittelbedarf besonders gering gehalten ist und die eine zuverlässige separierte Bespeisung der Schaufeln auch mit verschiedenen Kühlmitteln, insbesondere mit Kühlluft verschiedener Drücke, bei besonders geringem Serviceaufwand ermöglicht.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem ein jeweils einer Laufschaufel zugeordneter, in die Turbinenwelle integrierter Zuleitungskanal für Kühlmittel in einem austrittsseitigen Endbereich in seinem Querschnitt erweitert ist, und indem im Endbereich eine in ihrer Außenkontur an den Innenquerschnitt des Endbereichs angepaßte, in ihrer Längsrichtung verschiebbare Zuführungsbuchse angeordnet ist.

[0013] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß zum einen der Bedarf an Kühlmittel für eine zuverlässige Kühlung der Laufschaufeln besonders gering gehalten werden kann, wenn eine Kühlmittelleckage weitestgehend ausgeschlossen ist, und daß zum anderen eine höhere Flexibilität der Kühlung erreichbar ist, indem die Auslegung der Kühlung so gewählt werden kann, daß verschiedene Zuleitungen nahe benachbart angebracht sind. Beides läßt sich realisieren, wenn eine

zuverlässige Dichtung zwischen dem Zuleitungskanal für Kühlmittel in der Turbinenwelle und dem Kühlmittelkanal in der Laufschaufel bereitgestellt werden kann. Dieses wiederum wird mit einfachen Mitteln erreicht durch gezielte Nutzung der beim Betrieb oder Gasturbine auftretenden Fliehkraft. Die Buchse, die hohl ist für den Durchtritt des Kühlmittels, wird dann von der Mittelachse der Turbinenwelle weg nach außen gepreßt und liegt somit an der Unterseite des Schaufelfußes an. Dadurch ergibt sich eine gute Dichtwirkung, da die Fliehkraft sehr hoch ist. Sie kann, wie Versuche gezeigt haben, im Bereich von 10.000 g liegen, wobei mit g die Erdbeschleunigung bezeichnet ist.

[0014] Bei einer offenen Kühlung erfolgt keine Rückführung des Kühlmittels, sondern dieses tritt nach dem Durchströmen der Turbinenschaufel aus dieser aus und vermischt sich mit dem Arbeitsmedium. Im Gegensatz dazu wird bei einer besonders effektiven geschlossenen Kühlung das Kühlmittel zurückgeführt, wozu in der Turbinenwelle ein Ableitungskanal für verbrauchtes Kühlmittel angeordnet ist. Da der Druck des Kühlmittels im Verlauf des Kühlmittelkanals in der Turbinenschaufel abnimmt und da eine Gefahr des Übersprechens zwischen verschiedenen Kanälen im wesentlichen beim Eintritt in die Schaufel besteht, könnte beim Übergang vom Kühlmittelkanal in den Ableitungskanal in einigen Fällen auf eine zusätzliche Dichtung verzichtet werden. Von besonderem Vorteil ist es aber, wenn ein jeweils einer Laufschaufel zugeordneter, in die Turbinenwelle integrierter Ableitungskanal für Kühlmittel in einem eintrittsseitigen Anfangsbereich in seinem Querschnitt erweitert ist, wobei im Anfangsbereich eine in ihrer Außenkontur an den Innenquerschnitt des Anfangsbereichs angepaßte, in ihrer Längsrichtung verschiebbare Ableitungsbuchse angeordnet ist. Auf diese Weise erfolgt sowohl bei der Kühlmittelzuleitung als auch bei der Kühlmittelableitung die Kühlwirkung verstärkend eine höchst wirkungsvolle Abdichtung des Kühlmittels.

[0015] Die Dichtwirkung kann ohne zusätzliche Bauelemente in besonders einfacher Weise vorteilhaft weiter erhöht werden, wenn ein dem Zuleitungskanal zugeordneter Einlaß und/oder ein dem Ableitungskanal zugeordneter Auslaß des Kühlmittelkanals in einer im wesentlichen eben ausgeführten, dem Endbereich des Zuleitungskanals und/oder dem Anfangsbereich des Ableitungskanals zugewandten Kontaktfläche des jeweiligen Schaufelfußes mündet. Somit wird die Zuführungsbuchse und gegebenenfalls die Ableitungsbuchse im Betrieb der Gasturbine äußerst sicher und mit einer großen Auflagefläche plan gegen die Kontaktfläche des Schaufelfußes gedrückt, wodurch jegliche Leckage ausgeschlossen wird.

[0016] Um eine besonders stabile Lage der Laufschaufel an der Turbinenwelle und damit eine sichere Abdichtung des Kühlmittelkanals auch über eine lange Betriebsdauer der Gasturbine zu gewährleisten, kann der Schaufelfuß vorteilhaft in einer Scheibennut an der Turbinenwelle angeordnet sein. Bei einer solchen Aus-

führungsform wäre es grundsätzlich denkbar, den Zuleitungskanal und gegebenenfalls auch den Ableitungskanal für Kühlmittel in Umfangsrichtung der Turbinenwelle seitlich in den Schaufelfuß und den in diesem geführten Kühlmittelkanal münden zu lassen. Die bestmögliche Dichtwirkung ergibt sich aber, wenn der austrittsseitige Endbereich des Zuleitungskanals und/oder der eintrittsseitige Anfangsbereich des Ableitungskanals in dem Nutgrund der Scheibennut angeordnet ist, da auf diese Weise die Fliehkraft in voller Höhe zur Bewirkung der Abdichtung beitragen kann.

[0017] Eine Abdichtung des Kühlmittelkanals wird auch erreicht, wenn die Zuführungsbuchse und gegebenenfalls die Ableitungsbuchse auf einer Geraden verschiebbar ist, die die Mittelachse der Turbinenwelle nicht schneidet. In diesem Fall bewirkt lediglich die in Richtung genannter Geraden verlaufende Komponente der Fliehkraft die Abdichtung. Eine besonders gute Dichtwirkung wird hingegen erzielt, wenn vorteilhaft die Zuführungsbuchse und/oder die Ableitungsbuchse bezogen auf die Mittelachse der Turbinenwelle radial verschiebbar sind/ist. Somit ist die Zuführungsbuchse und/oder die Ableitungsbuchse genau in Richtung der Fliehkraft ausgerichtet, was deren optimale Ausnutzung zur Abdichtung ermöglicht.

[0018] Um die Leckage noch weiter zu verringern, ist vorteilhafterweise auch eine Abdichtung des außerhalb der jeweiligen Buchse mit dem zugeordneten Kanalelement gebildeten Ringraums vorgesehen. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist die jeweilige Buchse dazu an ihrem vom Schaufelfuß abgewandten Ende abgeschrägt ausgeführt und mit einem umlaufenden Dichtring versehen.

[0019] Bei der Gasturbine ist vorzugsweise Luft als Kühlmittel vorgesehen, das in diesem Fall besonders einfach bereitzustellen und handzuhaben ist.

[0020] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die in ihrer Längsrichtung verschiebbaren Zuführungsbuchse für Kühlmittel, die im Endbereich eines in die Turbinenwelle integrierten Zuleitungskanals angeordnet und in diesen eingepaßt ist, eine im Betrieb der Gasturbine mit der Fliehkraft steigende Abdichtung von dem Zuleitungskanal und einem Kühlmittelkanal in einer Laufschaufel erreicht wird, wodurch verschiedene Zuleitungen nahe benachbart angebracht werden können und ein Kühlmittelverlust verhindert wird. Zudem sind eine Ausnehmung, beispielsweise eine Bohrung, zur Bereitstellung des Endbereichs des Zuleitungskanals sowie die Buchse als solche mit extrem geringen Fertigungstoleranzen herstellbar, da es sich hierbei vorzugsweise um Rundkörper handelt. Aufgrund der geringen Toleranzen ist eine hohe Dichtwirkung auch entlang der Längsrichtung der Buchse erzielbar. Zudem ist die jeweilige Laufschaufel mit besonders geringem Aufwand montierbar oder demontierbar.

[0021] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,

Figur 2 einen vergrößerten Halbschnitt durch eine Laufschaufel der Gasturbine nach Figur 1,

Figur 3 eine Explosionsdarstellung eines Verbindungsbereichs einer Turbinenwelle mit einer weiteren Laufschaufel, und

Figur 4 im Ausschnitt eine Zuführungs- oder Ableitungsbuchse.

[0022] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0023] Die Gasturbine 1 nach Figur 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.

[0024] Die Brennkammer 4 ist mit einer Anzahl von Brennern 10 zur Verbrennung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt. Sie ist weiterhin an ihrer Innenwand mit nicht näher dargestellten Hitzeschildelementen versehen.

[0025] 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 einer Innenwand 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 Laufschaufelkranzen. 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.

[0026] Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 14 an der Innenwand 16 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.

[0027] Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 18 der Leitschaufeln 14 zweier benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 21 an der Innenwand 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.

[0028] Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Gasturbine 1 für eine vergleichsweise hohe Austrittstemperatur des aus der Brennkammer 4 austretenden Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1300 °C ausgelegt. Um dies zu ermöglichen, sind zumindest einige der Laufschaufeln 12 und der Leitschaufeln 14 durch Kühlluft als Kühlmedium kühlbar ausgelegt.

[0029] In Figur 2 ist eine mittels eines Schaufelfußes 20 auf der Turbinenwelle 8 angeordnete Laufschaufel 12 der Gasturbine vergrößert dargestellt. Die Laufschaufel 12 weist einen in sie integrierten Kühlmittelkanal 24 auf, dessen Verlauf hier nur stark vereinfacht wiedergegeben ist, und der daher gestrichelt gezeichnet ist. In dem Kühlmittelkanal 24 wird Luft als Kühlmittel K zur Verminderung der thermischen Belastung der Laufschaufel 12 geführt, wobei eine Bespeisung des Kühlmittelkanals 24 durch einen in die Turbinenwelle 8 integrierten, hier nur vereinfacht dargestellten Zuleitungskanal 26 erfolgt. Die Strömungsrichtung des Kühlmittels K wird durch Pfeile 28 angegeben. In seinem austrittsseitigen Endbereich 30 ist der Zuleitungskanal 26 erweitert, und in diesem Endbereich 30 ist eine in ihrer Längsrichtung L1 verschiebbare Zuführungsbuchse 32 angeordnet. Die Außenkontur der Zuführungsbuchse 32 ist an den Innenquerschnitt des Endbereichs 30 des Zuleitungskanals 26 angepaßt, so daß die Buchse 32 dichtend an der Innenwandung des Zuleitungskanals 26 anliegt.

[0030] Die Laufschaufel 12 weist eine geschlossene Kühlung auf, was bedeutet, daß das Kühlmittel K aus der Laufschaufel 12 abgeleitet und rückgeführt wird. Diese Ableitung und Rückführung erfolgt mittels eines in die Turbinenwelle 8 integrierten Ableitungskanals 34. Der Übergang vom Kühlmittelkanal 24 zum Ableitungskanal 34 ist analog dem Übergang vom Zuleitungskanal 26 zum Kühlmittelkanal 24 aufgebaut: Der Ableitungskanal 34 ist in einem eintrittsseitigen Anfangsbereich 36 mit einem erweiterten Querschnitt versehen, wobei in dem Anfangsbereich 36 eine in ihrer Längsrichtung L2 verschiebbare Ableitungsbuchse 38, deren Außenkontur an den Innenquerschnitt des Anfangsbereichs 36 dichtend angepaßt ist, angeordnet ist. Sowohl die Zu-

führungsbuchse 32 als auch die Ableitungsbuchse 38 sind bezogen auf die Mittelachse 9 der Turbinenwelle 8 radial verschiebbar.

[0031] Beim Betrieb der Gasturbine öffnet sich aufgrund der Fliehkraft ein Spalt 40 zwischen Schaufelfuß 20 und Turbinenwelle 8. Gleichzeitig gleiten aber - ebenfalls aufgrund der Fliehkraft - sowohl die Zuführungsbuchse 32 als auch die Ableitungsbuchse 38 in dem querschnittserweiterten Endbereich 30 des Zuleitungskanals 26 und in dem querschnittserweiterten Anfangsbereich 36 des Ableitungskanals 34 nach außen, d. h. in Richtung des Schaufelfußes 20. Nach Überbrückung von Zwischenräumen 42, 44 in dem Endbereich 30 und in dem Anfangsbereich 36 kommen die Zuführungsbuchse 32 und die Ableitungsbuchse 38 an dem Schaufelfuß 20 zur Anlage, so daß sowohl der Übergang vom Zuleitungskanal 26 zum Kühlmittelkanal 24 als auch vom Kühlmittelkanal 24 zum Ableitungskanal 34 seitlich leckagefrei geschlossen bleibt. Selbst bei einer Vergrößerung des Spaltes 40, z. B. hervorgerufen durch eine Erhöhung der Drehzahl der Turbinenwelle 8, sind die Kanalübergänge abgedichtet, da die Buchsen 32, 38 permanent und bei Vergrößerung der Fliehkraft entsprechend verstärkt gegen den Schaufelfuß 20 gepreßt werden.

[0032] Eine Explosionsdarstellung eines Verbindungsbereichs einer Turbinenwelle 8 mit einer weiteren Laufschaufel 12 einer Gasturbine zeigt Figur 3. Dabei ist ein in einen Kühlmittelkanal 24 aufweisender Schaufelfuß 20 in einer Scheibennut 46 an der Turbinenwelle 8 angeordnet. Ferner ist die Turbinenwelle 8 mit einem Zuleitungskanal 26 und einem Ableitungskanal 34 für Kühlmittel versehen, wobei der Zuleitungskanal 26 in einem Endbereich 30 und der Ableitungskanal 34 in einem Anfangsbereich 36 mit einer Querschnittserweiterung versehen ist. In dem Endbereich 30 ist eine Zuführungsbuchse 32 und in dem Anfangsbereich 36 eine Ableitungsbuchse 38 verschiebbar gelagert.

[0033] Ein dem Zuleitungskanal 26 zugeordneter Einlaß 48 und ein dem Ableitungskanal 34 zugeordneter Auslaß 50 des Kühlmittelkanals 24 mündet jeweils in einer eben ausgeführten Kontaktfläche 52, die dem Endbereich 30 des Zuleitungskanals 26 und dem Anfangsbereich 36 des Ableitungskanals 34 zugewandt ist. Beim Betrieb der Gasturbine werden aufgrund der Fliehkraft die Buchsen 32, 38 gegen die ebene Kontaktfläche 52 gepreßt, wodurch sich dichte Übergänge zwischen den Kanälen 24, 26, 34 ergeben. Dazu ist sowohl der austrittsseitige Endbereich 30 des Zuleitungskanals 26 als auch der eintrittsseitige Anfangsbereich 36 des Ableitungskanals 34 in dem Nutgrund 54 der Scheibennut 46 angeordnet.

[0034] Der in Figur 3 gezeigte Ableitungskanal 34 könnte auch ein weiterer Zuleitungskanal sein, durch den ein anderes Kühlmittel als durch den Zuleitungskanal 26 dem Schaufelfuß 20 zuführbar ist. Für die Ausbildung der Buchsen 32, 38 in den erweiterten Bereichen 30, 36 der Kanäle 26, 34 sowie des Schaufelfußes

20 würden sich dadurch keine Änderungen ergeben. Durch die mit den Buchsen 32, 38 im Betrieb der Gasturbine erzielte Abdichtung ist ein Übersprechen zwischen den Kanälen 26, 34 ausgeschlossen.

[0035] Wie im Ausführungsbeispiel nach Figur 4 gezeigt, kann die Führungsbuchse 32 und/oder die Abteitungsbuchse 38 an ihrem jeweiligen, dem Schaufelfuß 18 bzw. 20 abgewandten Ende 60 abgeschrägt ausgeführt sein. Dadurch ist ein zugeordneter Dichtring 62 einsetzbar, der den Ringraum 64 zwischen der jeweiligen Buchse 32, 38 und der Innenwand des Endbereichs 30 bzw. des Anfangsbereichs 36 abdichtet. Somit sind auch durch den Ringraum 64 möglicherweise auftretende Leckagen zuverlässig unterbunden.

des Ableitungskanals (34) in dem Nutgrund (54) der Scheibennut (46) angeordnet ist.

6. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die Zuführungsbuchse (32) und/oder die Ableitungsbuchse (38) bezogen auf die Mittelachse (9) der Turbinenwelle (8) radial verschiebbar sind/ist.

7. Gasturbine nach einem Ansprüche 1 bis 6, bei der als Kühlmittel Luft vorgesehen ist.

Patentansprüche

1. Gasturbine (1) mit einer Anzahl von über einen Schaufelfuß (20) an einer Turbinenwelle (8) angeordneten Laufschaufeln (12), die jeweils einen integrierten Kühlmittelkanal (24) aufweisen, wobei ein jeweils einer Laufschaufel (12) zugeordneter, in die Turbinenwelle (8) integrierter Zuleitungskanal (26) für Kühlmittel (K) in einem austrittsseitigen Endbereich (30) in seinem Querschnitt erweitert ist und wobei im Endbereich (30) eine in ihrer Außenkontur an den Innenquerschnitt des Endbereichs (30) angepaßte, in ihrer Längsrichtung (L1) verschiebbare Zuführungsbuchse (32) angeordnet ist.
2. Gasturbine nach Anspruch 1, bei der ein jeweils einer Laufschaufel (12) zugeordneter, in die Turbinenwelle (8) integrierter Ableitungskanal (34) für Kühlmittel (K) in einem eintrittsseitigen Anfangsbereich (36) in seinem Querschnitt erweitert ist, wobei im Anfangsbereich (36) eine in ihrer Außenkontur an den Innenquerschnitt des Anfangsbereichs (36) angepaßte, in ihrer Längsrichtung (L2) verschiebbare Ableitungsbuchse (38) angeordnet ist.
3. Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, bei der ein dem Zuleitungskanal (26) zugeordneter Einlaß (48) und/oder ein dem Ableitungskanal (34) zugeordneter Auslaß (50) des Kühlmittelkanals (24) in einer im wesentlichen eben ausgeführten, dem Endbereich (30) des Zuleitungskanals (26) und/oder dem Anfangsbereich (36) des Ableitungskanals (34) zugewandten Kontaktfläche (52) des jeweiligen Schaufelfußes (20) mündet.
4. Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Schaufelfuß (20) in einer Scheibennut (46) an der Turbinenwelle (8) angeordnet ist.
5. Gasturbine nach Anspruch 4, bei der der austrittsseitige Endbereich (30) des Zuleitungskanals (26) und/oder der eintrittsseitige Anfangsbereich (36)

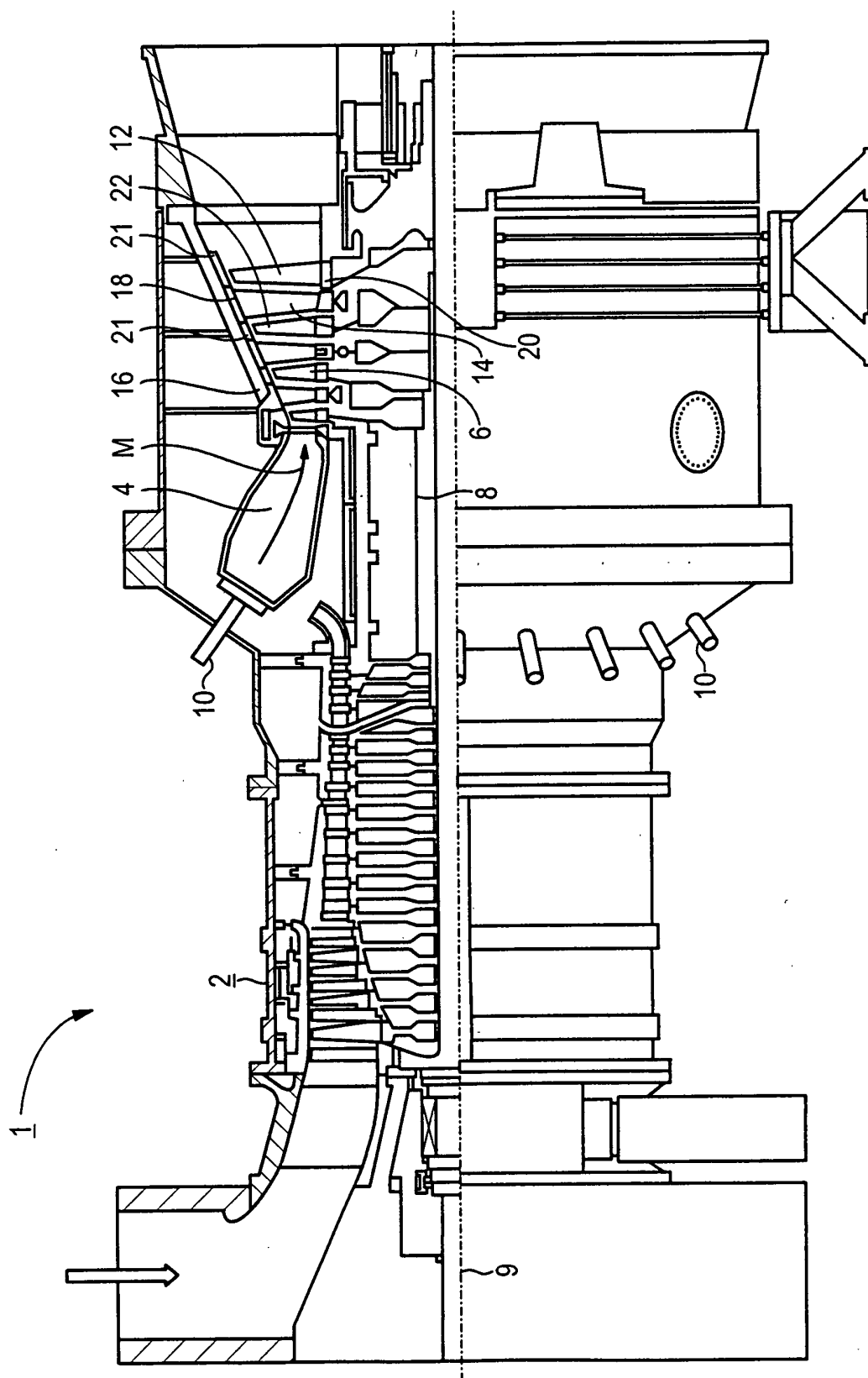


Fig. 1

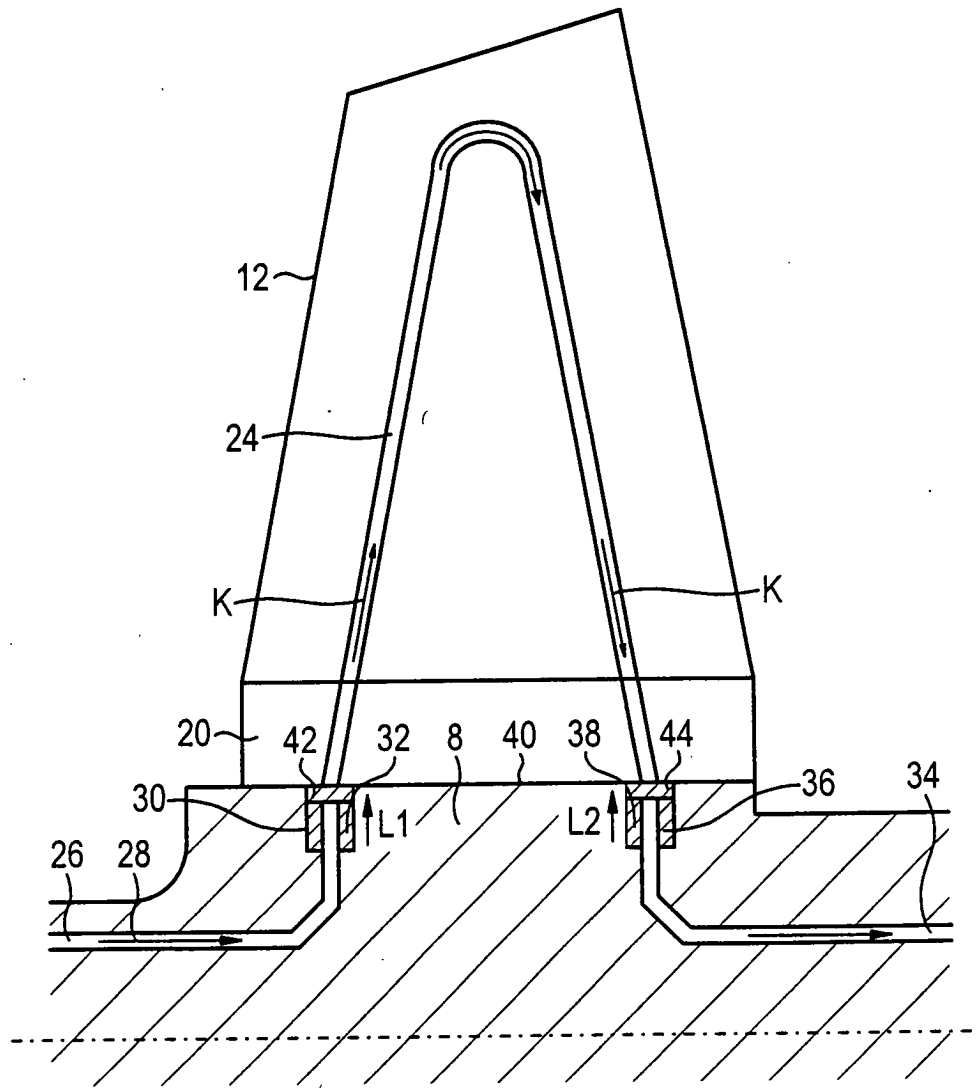


Fig. 2

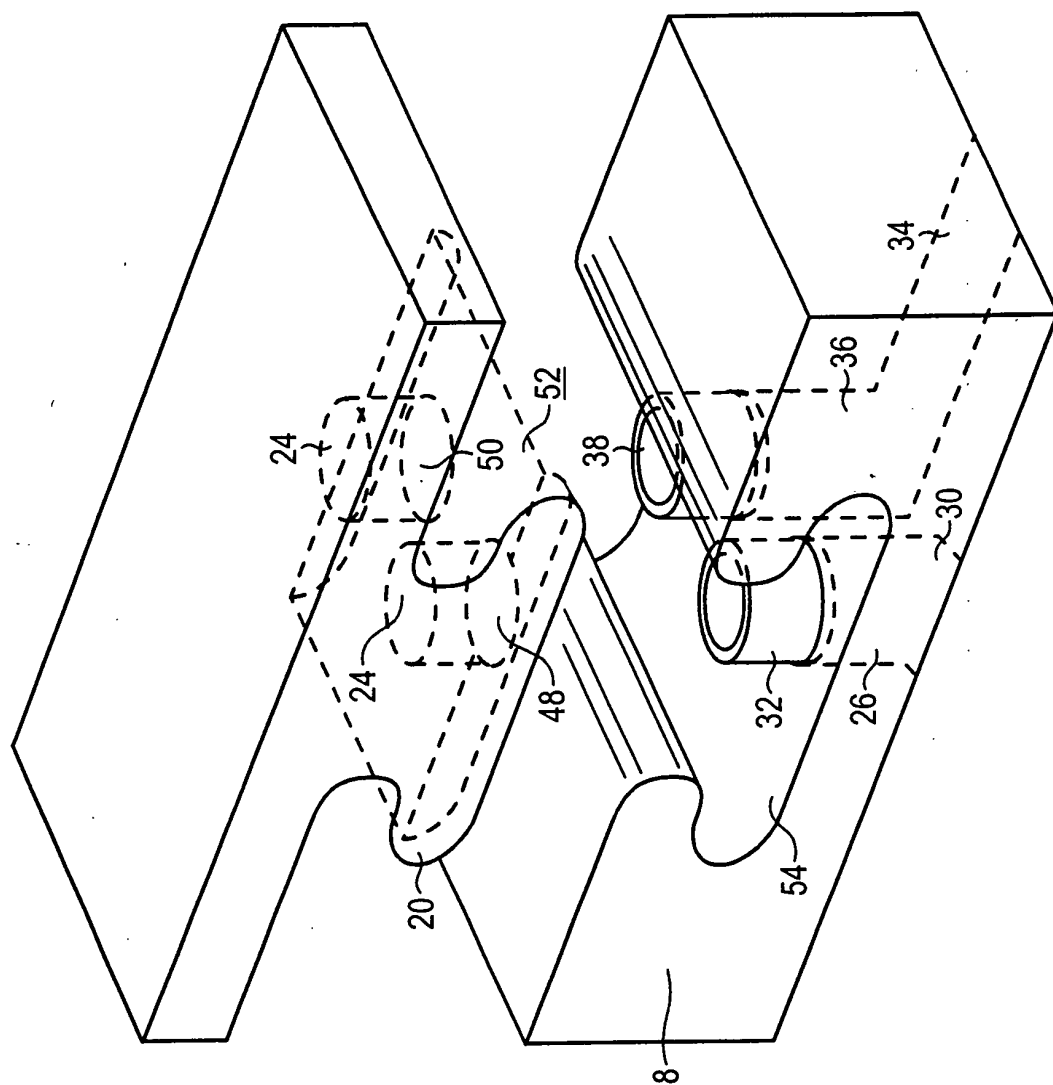


Fig. 3

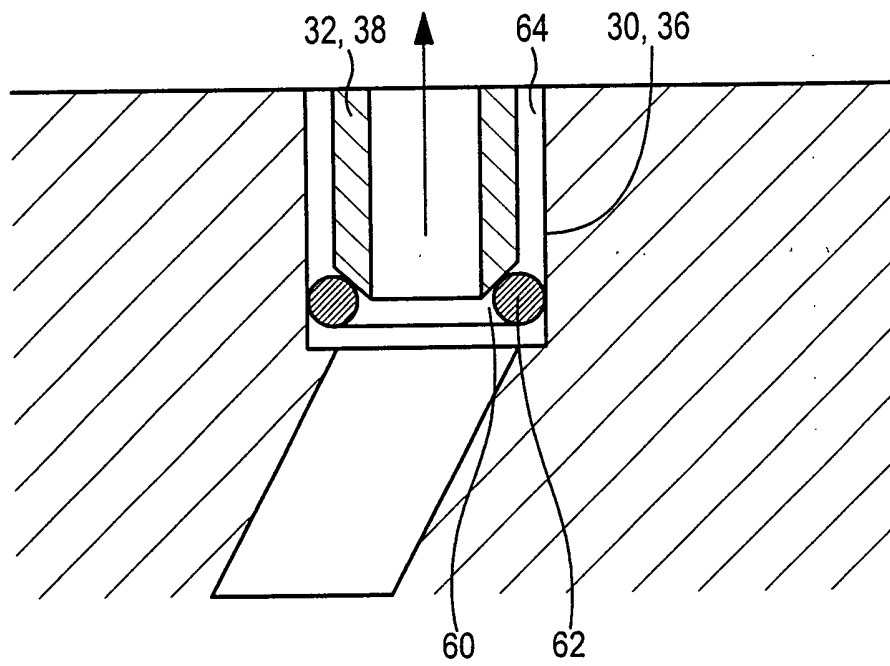


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 9265

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 860 587 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 26. August 1998 (1998-08-26) * Spalte 2, Zeile 24 – Zeile 47 * * Spalte 3, Zeile 33 – Zeile 53 * * Spalte 5, Zeile 17 – Zeile 44 * * Spalte 6, Zeile 25 – Zeile 36 * * Spalte 10, Zeile 38 – Zeile 53 * * Anspruch 2; Abbildungen *	1-7	F01D11/00 F01D5/18 F01D5/08
X	EP 0 890 710 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 13. Januar 1999 (1999-01-13) * Spalte 2, Zeile 4 – Zeile 50 * * Spalte 3, Zeile 37 – Spalte 50 * * Spalte 4, Zeile 10 – Spalte 5, Zeile 32 * * Spalte 5, Zeile 52 – Spalte 6, Zeile 58 * * Spalte 7, Zeile 18 – Zeile 56 * * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-7	
X	US 2 931 623 A (COURTNEY HYDE JOHN ALAN) 5. April 1960 (1960-04-05) * Spalte 1, Zeile 53 – Spalte 2, Zeile 26 * * Spalte 2, Zeile 70 – Spalte 3, Zeile 72 * * Abbildungen *	1,2,6,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F01D
A	DE 196 44 543 A (ASEA BROWN BOVERI) 30. April 1998 (1998-04-30) * Spalte 1, Zeile 10 – Zeile 48 * * Spalte 2, Zeile 48 – Zeile 56 * * Abbildung 1 *	1-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 2001	Prüfer O'Shea, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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			

EPC FORM 1503 03/92 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 9265

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 0 860 586 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 26. August 1998 (1998-08-26) * Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 3, Zeile 23 * * Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 29 * * Abbildungen *	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 2001	Prüfer O'Shea, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE: X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03 82 (P04003)

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

EP 01 11 9265

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.

21-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0860587 A	26-08-1998	JP 10238301 A	08-09-1998
		CA 2229317 A1	21-08-1998
		EP 0860587 A2	26-08-1998
		US 5984637 A	16-11-1999
EP 0890710 A	13-01-1999	JP 11022408 A	26-01-1999
		JP 11030102 A	02-02-1999
		CA 2242650 A1	07-01-1999
		EP 0890710 A2	13-01-1999
		US 5971707 A	26-10-1999
US 2931623 A	05-04-1960	FR 1226766 A	16-08-1960
		GB 837469 A	15-06-1960
DE 19644543 A	30-04-1998	DE 19644543 A1	30-04-1998
EP 0860586 A	26-08-1998	JP 10238306 A	08-09-1998
		CA 2229322 A1	21-08-1998
		EP 0860586 A2	26-08-1998
		US 6000909 A	14-12-1999

EPO FORM P0461

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