

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 006 264 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.06.2000 Patentblatt 2000/23

(51) Int Cl.7: **F01D 11/24**, F01D 11/08,
F01D 25/12

(21) Anmeldenummer: **99811095.1**

(22) Anmeldetag: **26.11.1999**

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

(72) Erfinder:
• **Pfeiffer, Christoph**
79790 Küssaberg (DE)
• **Wellenkamp, Ulrich**
5200 Brugg (CH)
• **Nagler, Christoph**
8032 Zürich (CH)

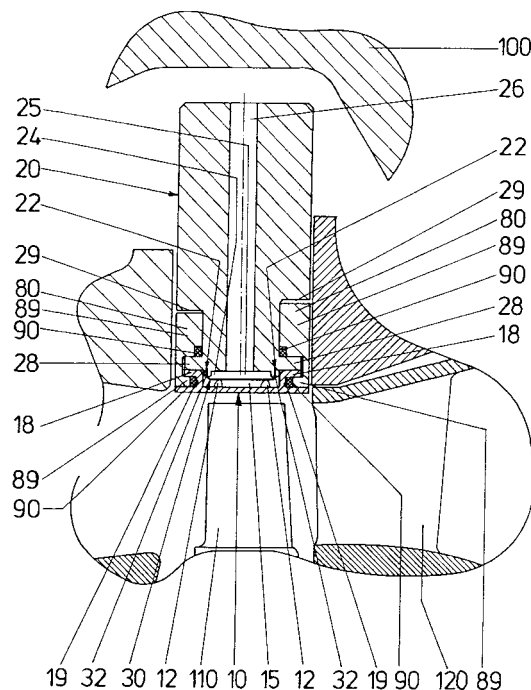
(30) Priorität: **30.11.1998 DE 19855130**

(71) Anmelder: **ABB ALSTOM POWER (Schweiz) AG**
5401 Baden (CH)

(54) Kühlbarer Mantel für eine Turbomaschine

(57) Kühlbarer Mantel einer Gasturbine oder dergleichen, mit mehreren bogenförmigen Mantelsegmenten (10), die in Umfangsrichtung aneinandergrenzend zu einem im Wesentlichen geschlossenen, ein Laufrad (110), insbesondere einer Hochdruckturbine, umgebenden Mantelring angeordnet sind, wenigstens einer ringförmigen Mantelkühlkammer (15), die in radialer Richtung zwischen den Mantelsegmenten (10) und bogenförmigen, mit einer Vielzahl von Durchgangsöffnungen (34) versehenen Leitsegmenten (30) gebildet ist, wenigstens einer Luftführungskammer (25), die in radialer Richtung zwischen den Leitsegmenten (30) und wenigstens einem Trägersegment (20) gebildet ist, sowie wenigstens einem, an dem Trägersegment (20) angebrachten Luftzuführungs kanal (26), der in die Luftführungskammer (25) mündet, wobei die Leitsegmente (30) lose mit radialem Spiel gelagert sind. Hierdurch wird eine spannungsfreie Aufnahme auch im Falle intensiver Vorgänge mit hohen Temperaturgradienten gewährleistet.

FIG 1



EP 1 006 264 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen kühlbaren Mantel einer Gasturbine oder dergleichen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus der EP 0 516 322 B1, von der die Erfindung ausgeht, ist ein kühlbarer Mantel für eine Gasturbine bekannt. Der Mantel wird durch mehrere bogenförmige Mantelsegmente gebildet, die in Umfangsrichtung aneinandergrenzend einen Mantelring bilden, der ein Laufrad einer Hochdruckturbinenstufe umgibt. Zur Kühlung der dem Laufrad abgewandten Seite der Mantelsegmente ist eine ringförmige Mantelkühlkammer vorgesehen, die sich in radialer Richtung zwischen den Mantelsegmenten und bogenförmigen Leitsegmenten erstreckt. Die Leitsegmente sind aus Blechabschnitten geformt, die mit einer Vielzahl von Durchgangsöffnungen versehen sind. Ferner ist eine Luftführungskammer vorhanden, die sich in radialer Richtung zwischen den Leitsegmenten und einem gehäuseseitigen Träger bzw. Trägersegment erstreckt. Der Träger weist ferner einen Luftzuführungskanal auf, der in die Luftführungskammer mündet.

[0003] Zur Kühlung des Mantels wird Kühlluft in den Luftzuführungskanal eingespeist. Von dort tritt sie durch die Durchgangsöffnungen hindurch, wobei sich Hochgeschwindigkeits-Luftstrahlen ausbilden, die im Wesentlichen senkrecht auf die Rückseite der Mantelsegmente aufprallen. Nach dem Aufprall werden sie umgelenkt und es stellt sich eine Querströmung in der Mantelkühlkammer ein.

[0004] Die mit dieser Einrichtung erzielbare hohe Kühlwirkung beruht insbesondere auf der Kombination von Prall- und Konvektionskühlung. Um den besonders günstigen Wärmeübergang der sich einstellenden Prallkühlung optimal zu nutzen, kommt es im besonderen Maße darauf an, eine möglichst hohe Geschwindigkeit der durch die Durchgangsöffnungen austretenden Kühlluftstrahlen zu realisieren. Grundvoraussetzung hierfür ist die Einstellung einer möglichst hohen Druckdifferenz zwischen der Luftführungskammer und der Mantelkühlkammer.

[0005] Problematisch ist in diesem Zusammenhang der Leckverlust, der sich durch Seitenumströmungen der Leitsegmente ergibt. Zur Vermeidung solcher Leckagen sind deshalb die einzelnen Leitsegmente mit dem Träger vollständig und umlaufend verlötet. Der hierfür erforderliche Aufwand ist enorm und führt deshalb zu hohen Herstellkosten. Darüberhinaus ist diese Konzeption auch deshalb problematisch, weil derartige Mantelsegmente speziell bei modernen Gasturbinen mit extrem hohen Turbineneintrittstemperaturen stark beschädigungsgefährdet sind. Im Falle eines notwendigen

Austausches oder einer Reparatur der Leitsegmente fallen überproportional hohe Kosten an, die unter anderem auf die damit verbundenen Lötarbeiten zurückzuführen sind.

[0006] Auch ist diese Art der Anbindung der Leitsegmente an den Träger bei instationären Vorgängen, wie beispielsweise beim Hochfahren der Gasturbine oder bei Lastwechseln, problematisch, da bei diesen Betriebszuständen hohe Temperaturgradienten innerhalb der Bauteile und Baugruppen auftreten und zu hohen mechanischen Spannungen führen können. Besonders gefährdet ist hierbei die Lötverbindung zwischen den Leitsegmenten und dem Träger.

Darstellung der Erfindung

[0007] Die Erfindung versucht, die beschriebenen Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, einen kühlbaren Mantel der eingangs genannten Art anzugeben, der ohne gravierende Einbuße an Kühleffektivität konstruktiv einfach aufgebaut ist, wodurch sich sowohl die Herstellungs- als auch die Reparatur- und Wartungskosten reduzieren lassen. Darüber hinaus sollen die mechanischen Belastungen bei den beschriebenen instationären Vorgängen verringert und somit eine erhöhte Lebensdauer erzielt werden.

[0008] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass bei einem kühlbaren Mantel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 die Leitsegmente lose und mit radialem Spiel gelagert sind. Durch diese Art der Lagerung sind Relativbewegungen zwischen dem Träger bzw. Trägersegment und den Mantelsegmenten möglich. Das radiale Spiel ist so bemessen, dass eine weitgehend ungehinderte Relativbewegung auch für den ungünstigsten instationären Betriebszustand möglich ist. Dieser tritt während der Hochlaufphase auf, bei der die Leitsegmente mit Kühlluft beaufschlagt werden, die eine vergleichsweise hohe Temperatur besitzt, wodurch hingegen der Träger noch vergleichsweise kalt ist.

[0009] Ein besonders einfacher konstruktiver Aufbau lässt sich dann realisieren, wenn die Leitsegmente lose zwischen dem Träger und Abstandshaltern geführt sind, wobei die Abstandshalter in radialer Richtung abstehend an der Rückseite der Mantelsegmente angebracht sind. Der auf die Leitsegmente auftreffende Kühlluftstrom drückt diese gegen die Abstandshalter, wodurch ein fest vorgegebener Abstand zwischen den Leitsegmenten und der Rückseite der Mantelsegmente eingehalten wird. Damit ist in radialer Richtung die Mantelkühlkammer festgelegt, deren radiale Erstreckung der Höhe der Abstandshalter entspricht. Der vergleichsweise hohe Druck, unter dem die Kühlluft zugeführt wird, sorgt dafür, dass die Leitsegmente während der Dauer der Beaufschlagung mit Kühlluft sicher gegen die Abstandshalter gedrückt gehalten sind.

[0010] Als Abstandshalter haben sich besonders Rippen bewährt, die eine durchgehende Unterstützung der Leitsegmente längs einer durchgehenden Linie erlau-

ben. Ebenso eignen sich punktuelle Stützelemente, wie beispielsweise Pins oder Erhebungen in zylindrischer beziehungsweise kegeliger Ausgestaltung, deren Anordnung prinzipiell beliebig ist und dadurch eine noch bessere Vergleichmäßigung der Kühlwirkung zulassen.

[0011] Eine besonders sichere Lagerung der Leitsegmente lässt sich dann erreichen, wenn diese mit zumindest zwei radialen Stegen versehen sind, die mit geringem axialem Spiel in korrespondierende Führungsnuten des Trägers eingreifen. Das geringe Spiel erlaubt einerseits die radiale Verschiebewegung der Leitsegmente, minimiert andererseits die Leckverluste infolge seitlichen Umströmens der Leitsegmente auch bei vergleichsweise hohem Überdruck der Kühlluftzufuhr.

[0012] Besonders günstig ist die Ausgestaltung der Leitsegmente mit einem U-förmigen Querschnittsprofil, das sich besonders einfach herstellen lässt. Durch einen spanlosen Umformvorgang können jeweils seitlich Schenkel gebildet werden, die als in Umfangsrichtung durchlaufende Stege die exakte Führung des jeweiligen Leitsegmentes sicherstellen.

[0013] Bevorzugt sind die Leitsegmente in Umfangsrichtung überlappend angeordnet. Damit entsteht in Umfangsrichtung eine durchgängige, nicht unterbrochene Trennfläche zwischen der Mantelkühlkammer und dem Luftzuführungskanal, so dass Leckverluste an den Übergangsstellen von jeweils zwei benachbart angeordneten Leitsegmenten weiter minimiert werden.

[0014] Im Überlappungsbereich kann eine erhöhte Zahl von Durchgangsbohrungen vorgesehen sein, um auch in diesem Bereich die Ausbildung von Kühlluftstrahlen in ausreichender Menge zur Verfügung zu stellen. Damit wird dem Effekt Rechnung getragen, dass durch das lose Lagern der einzelnen Leitsegmente die relative Zuordnung in Umfangsrichtung variieren kann, verbunden mit der Gefahr, dass im Überlappungsbereich zu wenig Durchgangsbohrungen zweier überlappender Leitsegmente zur Deckung gebracht werden.

[0015] Selbstverständlich ist es auch möglich, anstelle einer erhöhten Zahl von Durchgangsbohrungen im Überlappungsbereich bei jeweils einem der beiden Leitsegmente Durchgangsöffnungen mit vergrößertem Querschnitt in Umfangsrichtung vorzusehen, so dass unabhängig von der augenblicklich eingenommenen Relativlage zweier benachbarter Leitsegmente die Durchgangsbohrungen freibleiben.

[0016] Im Kontaktbereich jeweils zwischen Mantelsegment und Träger sind in Umfangsrichtung verlaufende Flanschabschnitte vorgesehen, so dass Mantelsegment und Träger mittels Halteklammern, die die jeweils aneinandergrenzenden Flanschabschnitte umgreifen, miteinander lösbar verbunden sind. Die Halteklammern pressen einerseits die Mantelsegmente und Träger fest aneinander, so dass Leckverluste durch zwischen den beiden Bauteilen austretende Kühlluft weitgehend unterbunden wird. Andererseits gestatten die Halteklammern ein einfaches Lösen und Wiederherstellen der Verbindung, so dass nicht nur die Montage des Mantels,

sondern im besonderen Maße auch die Reparatur durch Austausch einzelner Elemente stark vereinfacht ist.

[0017] Zusätzliche Dichtelemente zwischen den Halteklammern einerseits und den Flanschabschnitten andererseits gewährleisten eine praktisch vollständige Abdichtung im Kontaktbereich zwischen Mantelsegment und Träger. Damit lässt sich der Kühlluftbedarf auf niedrigem Niveau halten.

10 Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0018] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines kühlbaren Mantels des ersten Laufrades einer Hochdruck-Turbinenstufe dargestellt.

[0019] Es zeigen:

Fig. 1 Kühlbare Mantel im Axialschnitt (Teilansicht);

20 Fig. 2 Überlappungsbereich zweier aneinandergrenzender Leitsegmente in perspektivischer Ansicht.

[0020] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0021] Das der Erfindung zugrundeliegende Konzept eines kühlbaren Mantels ergibt sich insbesondere aus Fig. 1. Es ist ein Ausschnitt aus der ersten Hochdruck-Turbinenstufe einer Gasturbine, bestehend aus einem Laufrad 110 und einem Leitrad 120 dargestellt. Das Laufrad 110 ist in radialer Richtung von einem Mantelring umgeben, der aus mehreren, in Umfangsrichtung aneinandergereihten Mantelsegmenten 10 aufgebaut ist.

[0022] Jedes Mantelsegment 10 ist einem Trägersegment 20 zugeordnet, welches in nicht näher dargestellter Art und Weise an einem Gehäuse 100 fixiert ist. Das Trägersegment 20 wird in im Wesentlichen radialer Richtung von einem Luftzuführungskanal 26 durchsetzt, durch den Kühlluft aus einer nicht näher dargestellten Kühlluftversorgung zugeführt wird. Als Kühlluft wird beispielsweise ein Teilluftstrom aus einer der vorangeschalteten Verdichterstufen verwendet. Der Luftzuführungskanal 26 mündet in eine in Umfangsrichtung durchgehende Vertiefung 24, die Teil einer Luftführungskammer 25 ist. Die Luftführungskammer 25 wird radial innenliegend von einem Leitsegment 30 begrenzt. Das Leitsegment 30 besitzt eine U-förmige Grundform mit zwei Stegen 32, die in korrespondierend gestaltete Führungsnuten 22 des Trägersegmentes 20 eingreifen.

[0023] Gegenüberliegend stützt sich das Leitsegment 30 an zwei als Rippen ausgebildeten Abstandshaltern 12 ab, die in Umfangsrichtung verlaufend und in radialer Richtung absteigend an der Rückseite des Mantelseg-

menten 10 angebracht sind. Somit entsteht in radialer Richtung zwischen dem Mantelsegment 10 und dem Leitsegment 30 eine Mantelkühlkammer 15.

[0024] Wie sich insbesondere aus Fig. 2 ergibt, sind die Leitsegmente 30 mit einer Vielzahl von Durchgangsöffnungen 34 versehen, die eine Fluidverbindung zwischen der Luftführungskammer 25 und der Mantelkühlkammer 15 darstellen und der Ausbildung von Kühlluftstrahlen dienen.

[0025] Das Trägersegment 20 und das Mantelsegment 10 weisen Flanschabschnitte 28 beziehungsweise 18 auf, die von Halteklammern 80 umfaßt werden und damit das Trägersegment 20 und das Mantelsegment 10 miteinander verbinden. Die Halteklammern 80 besitzen ein in etwa U-förmiges Querschnittsprofil mit zwei Axialstegen 89, die in korrespondierende Axialnuten 29, 19 des Trägersegments 20 beziehungsweise des Mantelsegmentes 10 eingreifen. Hierdurch entsteht ein axial fluchtender Übergang vom Trägersegment 20 zum Mantelsegment 10.

[0026] Dichtungselemente 90 sind in Eckbereichen zwischen den Halteklammern 80 einerseits und den Flanschabschnitten 28 des Trägersegments 20 und den Flanschabschnitten 18 des Mantelsegments 10 andererseits eingesetzt, um einen weitgehend druckdichten Abschluss zwischen den luftführenden Bereichen, insbesondere der Mantelkühlkammer 15 beziehungsweise der Luftführungskammer 25 und der Umgebung sicherzustellen.

[0027] In Umfangsrichtung sind die Leitsegmente 30 zur Bildung von in Umfangsrichtung durchgehenden luftführenden Kanälen überlappend angeordnet. Wie sich aus Fig. 2 ergibt, sind jeweils zwei aneinanderstoßende Leitsegmente 30 so angeordnet, dass sich ein Überlappungsbereich 38 ergibt. Zu diesem Zweck sind die Leitsegmente 30 jeweils an einem Ende so geformt, dass sie in das benachbarte Leitsegment 30 eingeschoben werden können. Hierzu weicht die Außenkontur geringfügig nach innen zurück, so dass sich im Überlappungsbereich 38 eine Art Führung ergibt.

[0028] Die Besonderheit der vorliegenden Konstruktion besteht nun darin, dass die Leitsegmente 30 lose mit etwas radialem Spiel gelagert sind und somit eine Relativbewegung zwischen dem Trägersegment 20 und dem Leitsegment 30 ermöglicht wird. Diese Relativbewegung gestattet insbesondere den spannungsfreien Ausgleich unterschiedlicher thermischer Expansion bei instationärem Betriebszuständen, wie beispielsweise beim Hochfahren der Gasturbine, bei denen die Bauteile unterschiedliche Temperaturen aufweisen. Im Falle einer Startphase ist das Trägersegment 20 noch kalt (beispielsweise Umgebungstemperatur), wohingegen das Leitsegment 30 bereits durch Kühlluft höherer Temperatur aus einer der Verdichterstufen stark erwärmt wird.

[0029] Die über den Luftführungs kanal 26 zugeführte Kühlluft beaufschlagt das Leitsegment 30 und drückt dieses radial einwärts gerichtet gegen die Rippen 12

des Mantelsegmentes 10. Durch permanente Kühlluftzufuhr wird eine Druckdifferenz zwischen der Luftführungskammer 25 und der Mantelkühlkammer 15 aufrechterhalten, so dass das Leitsegment 30 während des Betriebes sicher fixiert ist. Darüber hinaus ist die Aufrechterhaltung der Druckdifferenz erforderlich, um die angestrebte Prallkühlung durch Kühlluftstrahlen zu realisieren, welche durch die Durchgangsöffnungen 34 erzeugt werden.

[0030] Zur Vermeidung von Leckverlusten infolge Seitenumströmung der Leitsegmente 30 im Bereich der Stege 32 ist es erforderlich, das axiale Spiel der Stege 32 in den korrespondierenden Führungsnuten 22 möglichst eng zu bemessen.

[0031] Darüber hinaus wird deutlich, dass infolge der losen Lagerung der einzelnen Leitsegmente 30 auch eine Relativbewegung in Umfangsrichtung zwischen den einzelnen Leitsegmenten 30 auftreten kann. Der Überlappungsbereich 38 muss deshalb so dimensioniert sein, dass gewisse Relativbewegungen ermöglicht werden. Zweckmäßigerweise sind deshalb im Überlappungsbereich 38 zusätzliche Durchgangsöffnungen vorgesehen (in Fig. 2 nicht dargestellt), um die Ausbildung von Kühlluftstrahlen auch in diesem Bereich sicherzustellen.

Bezugszeichenliste

[0032]

- | | |
|-----|-----------------------|
| 10 | Mantelsegment |
| 12 | Abstandshalter, Rippe |
| 15 | Mantelkühlkammer |
| 18 | Flanschabschnitt |
| 19 | Axialnut |
| 20 | Trägersegment |
| 22 | Führungsnut |
| 24 | Vertiefung |
| 25 | Luftführungskammer |
| 26 | Luftzuführungs kanal |
| 28 | Flanschabschnitt |
| 29 | Axialnut |
| 30 | Leitsegment |
| 32 | Steg |
| 34 | Durchgangsöffnung |
| 38 | Überlappungsbereich |
| 80 | Halteklammer |
| 89 | Axialsteg |
| 90 | Dichtungselement |
| 100 | Gehäuse |
| 110 | Lauf rad |

120 Leitrad

Patentansprüche

1. Kühlbarer Mantel einer Gasturbine oder dergleichen, mit

- mehreren bogenförmigen Mantelsegmenten, die in Umfangsrichtung aneinandergrenzend zu einem im Wesentlichen geschlossenen, ein Laufrad, insbesondere einer Hochdruckturbine, umgebenden Mantelring angeordnet sind,
- wenigstens einer ringförmigen Mantelkühlkammer, die in radialer Richtung zwischen den Mantelsegmenten und bogenförmigen, mit einer Vielzahl von Durchgangsöffnungen versehenen Leitsegmenten gebildet ist,
- wenigstens einer Luftführungskammer, die in radialer Richtung zwischen den Leitsegmenten und wenigstens einem Trägersegment gebildet ist, sowie
- wenigstens einem, an dem Trägersegment angebrachten Luftzuführungskanal, der in die Luftführungskammer mündet,

dadurch gekennzeichnet, dass die Leitsegmente (30) lose mit radialem Spiel gelagert sind.

2. Mantel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitsegmente (30) lose zwischen dem Trägersegment (20) und Abstandshaltern (12) geführt sind, welche in radialer Richtung abstehend an der Rückseite der Mantelsegmente (10) angebracht sind.

3. Mantel nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch Abstandshalter (12) in Form von Stegen, Rippen, Pins oder Auflageerhebungen.

4. Mantel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitsegmente (30) radiale Stege (32) aufweisen, die mit geringem axialem Spiel in Führungsnuten (22) des Trägersegments (20) geführt sind.

5. Mantel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitsegmente (30) ein U-förmiges Querschnittsprofil aufweisen.

6. Mantel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitsegmente (30) in Umfangsrichtung überlappend angeordnet sind.

7. Mantel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitsegmente (30) im Überlappungsbereich (38) eine erhöhte Anzahl von Durchgangsöffnungen (34) aufweisen.

8. Mantel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitsegmente (30) im Überlappungsbereich (38) Durchgangsöffnungen mit vergrößerter Fläche aufweisen.

9. Mantel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mantelsegmente (10) und die Trägersegmente (20) in Axialrichtung weisende Flanschabschnitte (18; 28) aufweisen und mittels der Flanschabschnitte (18; 28) umgreifender Halteklammern (80) miteinander lösbar verbunden sind.

10. Mantel nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch Dichtungselemente (90) zwischen den Halteklammern (80) einerseits und den Flanschabschnitten (18; 28) andererseits.

FIG 1

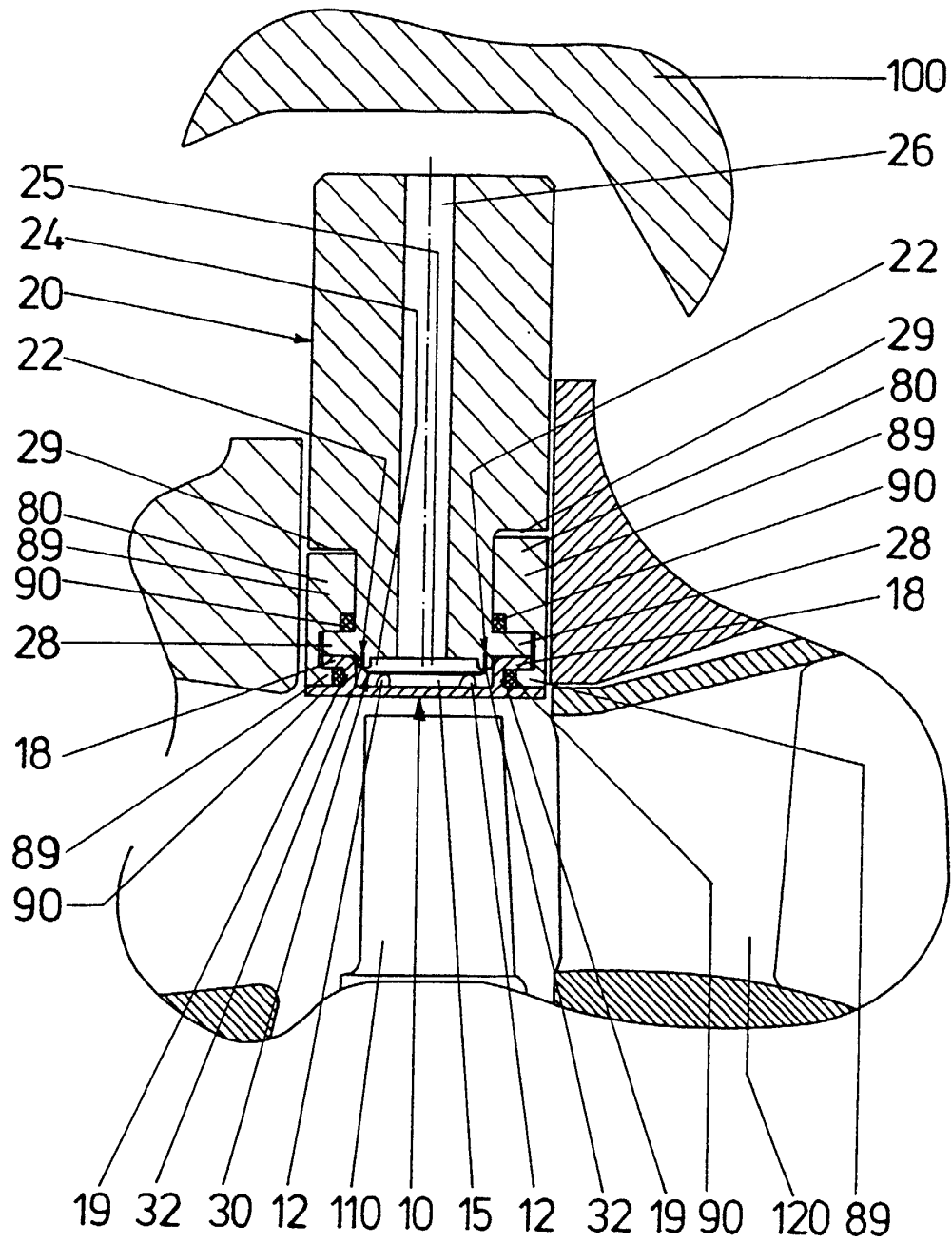


FIG 2

