

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

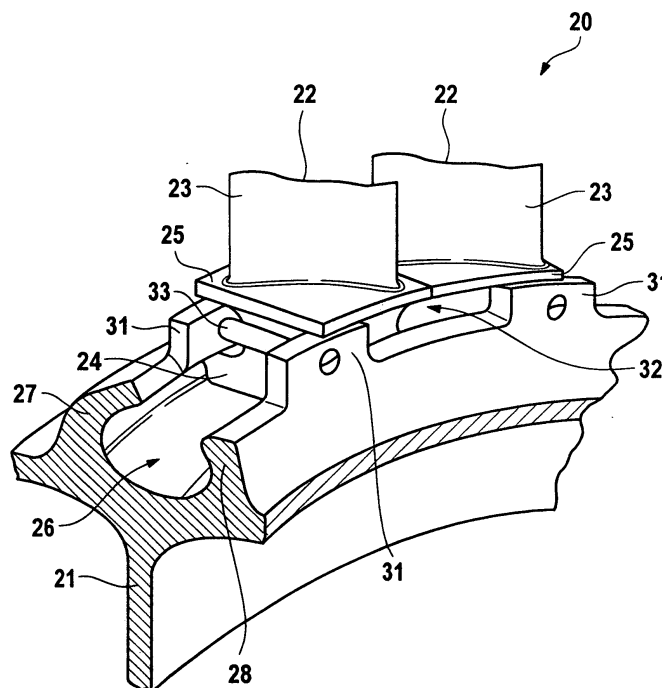
EP 1 650 405 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
26.04.2006 Patentblatt 2006/17(51) Int Cl.:
F01D 5/30 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **05022065.6**(22) Anmeldetag: **10.10.2005**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU(71) Anmelder: **MTU Aero Engines GmbH**
80995 München (DE)(72) Erfinder: **Klingels, Hermann**
85221 Dachau (DE)(30) Priorität: **20.10.2004 DE 102004051116**(54) **Rotor einer Turbomaschine, insbesondere Gasturbinenrotor**

(57) Die Erfindung betrifft einen Rotor einer Turbomaschine, insbesondere einen Gasturbinenrotor, mit einem Rotorgrundkörper (21), wobei der Rotorgrundkörper (21) eine sich in Umfangsrichtung des Rotorgrundkörpers (21) erstreckende Nut (26) aufweist, und mit mehreren Laufschaufeln (22), wobei jede Laufschaufel (22) ein Schaufelblatt (23), einen Schaufelfuß (24) und eine zwischen dem Schaufelblatt (23) und dem Schaufelfuß (24) positionierte Schaufelplattform (25) aufweist, und wobei die Laufschaufeln (22) über ihre Schaufelfüße (24)

in der Nut (26) des Rotorgrundkörpers (21) verankert sind. Erfindungsgemäß weisen die Nut (26) und die Schaufelfüße (24) ein derartiges Profil auf, dass die Schaufelfüße (24) der Laufschaufeln (22) über eine Kippbewegung bzw. Schwenkbewegung in die sich in Umfangsrichtung erstreckende Nut (26) des Rotorgrundkörpers (21) einführbar sind, wobei in Umfangsrichtung eine Breite des Schaufelfußes (24) annähernd einer Breite der Schaufelplattform (25) der jeweiligen Laufschaufel (22) entspricht.

**Fig. 2****EP 1 650 405 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rotor einer Turbomaschine, insbesondere einen Gasturbinenrotor, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Rotoren einer Turbomaschine, wie zum Beispiel Gasturbinenrotoren, verfügen über einen Rotorgrundkörper sowie über mehrere mit dem Rotorgrundkörper rotierende Laufschaufeln. Die Laufschaufeln können entweder integraler Bestandteil des Rotorgrundkörpers sein oder über Schaufelfüße in einer oder mehreren Nuten des Rotorgrundkörpers verankert sein. Rotoren mit integraler Beschaukelung bezeichnet man als Blisk oder Bling, abhängig davon, ob ein scheibenförmiger oder ein ringförmiger Rotorgrundkörper vorliegt. Bei Rotoren, bei welchen die Laufschaufeln über Schaufelfüße in einer Nut verankert sind, unterscheidet man zwischen Rotoren, bei welchen die Schaufelfüße der Laufschaufeln entweder in sogenannten Axialnuten des Rotorgrundkörpers oder in einer Umfangsnut desselben befestigt sind. Die hier vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor einer Turbomaschine, insbesondere einen Gasturbinenrotor, bei welchem die Laufschaufeln über ihre Schaufelfüße in einer in Umfangsrichtung verlaufenden Nut des Rotorgrundkörpers, also in einer Umfangsnut, befestigt sind.

[0003] Bei Rotoren, bei welchen die Laufschaufeln mit ihren Schaufelfüßen in sogenannten Umfangsnuten befestigt sind, verfügen die Umfangsnuten über mindestens zwei sich diametral gegenüberliegende Einfüllöffnungen, um die Schaufelfüße der Laufschaufel in die entsprechende Umfangsnut einzuführen. Die Einfüllöffnungen werden nach dem Stand der Technik durch Einschnürungen im Bereich von Nutwandschenkeln der Umfangsnut gebildet, wobei im Betrieb die Schaufelfüße mit Tragflanken an den Nutwandschenkeln anliegen. Durch die Einfüllöffnungen werden Kerbstellen an den Nutwandschenkeln gebildet, die im Betrieb des Rotors einem hohen Spannungsniveau ausgesetzt sind. Hierdurch wird die Lebensdauer des Rotors reduziert. Weiterhin verfügen nach dem Stand der Technik aufgrund des obigen Konstruktionsprinzips von in Umfangsnuten geführten Laufschaufeln die Schaufelfüße der Laufschaufeln in Umfangsrichtung gesehen lediglich über in etwa die halbe Breite wie Schaufelplattformen der Laufschaufeln. Hierdurch werden die Kräfte, welche die Schaufelfüße im Betrieb des Rotors aufnehmen können, begrenzt. Der Einsatzbereich der aus dem Stand der Technik bekannten Rotoren, bei welchen die Laufschaufeln über ihre Schaufelfüße in sogenannten Umfangsnuten geführt bzw. befestigt sind, ist demnach begrenzt.

[0004] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, einen neuartigen Rotor einer Turbomaschine zu schaffen.

[0005] Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass der eingangs genannte Rotor einer Turbomaschine durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß weisen

die Nut und die Schaufelfüße ein derartiges Profil auf, dass die Schaufelfüße der Laufschaufeln über eine Kippbewegung bzw. Schwenkbewegung in die sich in Umfangsrichtung erstreckende Nut des Rotorgrundkörpers einführbar sind, wobei in Umfangsrichtung eine Breite des Schaufelfußes in etwa bzw. annähernd einer Breite der Schaufelplattform der jeweiligen Laufschaufel entspricht.

[0006] Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird ein Rotor einer Turbomaschine vorgeschlagen, bei welchem die Laufschaufeln über ihre Schaufelfüße in einer Umfangsnut geführt bzw. befestigt sind, bei welchem jedoch die Nut bzw. die Nutwandschenkel der Nut keine festigkeitsminimierenden Einfüllöffnungen aufweisen. Vielmehr verfügen die Nut sowie die Schaufelfüße über ein Profil, dass die Schaufelfüße über eine Kippbewegung in die Nut eingeführt werden können. Die Schaufelfüße sind des weiteren derart bemessen, dass in Umfangsrichtung eine Breite der Schaufelfüße annähernd der Breite der Schaufelplattform der jeweiligen Laufschaufel entspricht. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung werden demnach einerseits festigkeitsminimierende Einfüllöffnungen im Bereich der Nut vermieden, andererseits können die Schaufelfüße aufgrund ihrer deutlich größeren Erstreckung in Umfangsrichtung größere Kräfte aufnehmen. Hierdurch wird der Einsatzbereich von Rotoren, bei welchen die Laufschaufeln in Umfangsnuten geführt sind, erweitert.

[0007] Vorzugsweise wird in Radialrichtung eine Relativposition zwischen den Laufschaufeln und dem Rotorgrundkörper durch Abstandhalter definiert, wobei die Abstandhalter zwischen in Umfangsrichtung verlaufenden Nutwandschenkeln der Nut und den Schaufelplattformen der Laufschaufeln positioniert sind.

[0008] Nach einer ersten vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Abstandhalter als höckerartige Vorsprünge ausgebildet, wobei an beiden Nutwandschenkeln der Nut in Umfangsrichtung mehrere höckerartige Vorsprünge mit Abstand voneinander positioniert sind, wobei an jeweils zwei sich gegenüberliegenden, an unterschiedlichen Nutwandschenkeln der Nut positionierten Vorsprüngen jeweils zwei Laufschaufeln mit ihren Schaufelplattformen gelagert sind, und wobei sich durch jeweils zwei sich gegenüberliegende, an unterschiedlichen Nutwandschenkeln positionierte, höckerartige Vorsprünge ein Sicherungselement erstreckt, welches in Umfangsrichtung eine Relativposition zwischen den Laufschaufeln und dem Rotorgrundkörper definiert.

[0009] Nach einer zweiten, alternativen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist an einem Nutwandschenkel der Nut als Abstandhalter ein in Umfangsrichtung der Nut geschlossener, sich in radialer Richtung erstreckender Vorsprung ausgebildet, der integraler Bestandteil des Nutwandschenkels ist, wobei an dem anderen Nutwandschenkel der Nut als Abstandhalter ein in Umfangsrichtung geschlossener Verschlussring oder ein in Umfangsrichtung segmentierter Verschlussring positioniert ist, der zwischen den Nutwandschenkel und die

Plattformen der Laufschaufeln einführbar ist, und der durch einen Sicherungsring fixiert ist.

[0010] Nach einer weiteren, alternativen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist an einem Nutwandschenkel der Nut als Abstandhalter ein in Umfangrichtung der Nut geschlossener, sich in radialer Richtung erstreckender Vorsprung ausgebildet, der integraler Bestandteil des Nutwandschenkels ist, wobei an dem anderen Nutwandschenkel der Nut als Abstandhalter ein in Umfangrichtung der Nut verlaufender, durch mindestens eine Öffnung unterbrochener Vorsprung ausgebildet, der ebenfalls integraler Bestandteil des Nutwandschenkels ist.

[0011] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Gasturbinenrotor nach dem Stand der Technik in perspektivischer Seitenansicht;
- Fig. 2 einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor in perspektivischer Seitenansicht;
- Fig. 3 einen Querschnitt durch den erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor der Fig. 2 mit einer Laufschaufel bei der Montage derselben an einem Rotorgrundkörper des Gasturbinenrotors;
- Fig. 4 einen Querschnitt durch den erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor der Fig. 2 mit einer montierten Laufschaufel;
- Fig. 5 einen Querschnitt durch einen alternativen, erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor mit einer montierten Laufschaufel;
- Fig. 6 einen Querschnitt durch einen alternativen, erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor mit einer montierten Laufschaufel;
- Fig. 7 einen Querschnitt durch einen weiteren alternativen, erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor mit einer montierten Laufschaufel;
- Fig. 8 einen weiteren Querschnitt durch die Anordnung der Fig. 7; und
- Fig. 9 ein Verschlusselement der Anordnung gemäß Fig. 7 und 8.

[0012] Bevor nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 bis 9 die hier vorliegende Erfindung in größerem Detail beschrieben wird, soll vorab unter Bezugnahme auf Fig. 1 ein aus dem Stand der Technik bekannter Gasturbinenrotor mit in einer Umfangsnut geführten Laufschaufeln beschrieben werden.

[0013] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Gasturbinenrotor 10 nach dem Stand der Technik, wobei der Gasturbinenrotor 10 von einem Rotorgrundkörper 11 und mehreren Laufschaufeln 12 gebildet ist. Gemäß Fig. 1 verfügen die Laufschaufeln 12 jeweils über ein Schau-

felblatt 13 sowie einen Schaufelfuß 14, wobei zwischen dem Schaufelblatt 13 und dem Schaufelfuß 14 eine Schaufelplattform 15 ausgebildet ist. Die Laufschaufeln 12 sind in einer sich in Umfangsrichtung erstreckenden Nut 16 des Rotorgrundkörpers 11 über ihre Schaufelfüße 14 befestigt bzw. geführt. Wie Fig. 1 entnommen werden kann, ist die sich in Umfangsrichtung erstreckende Nut 16 radial außen offen und wird von zwei sich gegenüberliegenden Nutwandschenkeln 17 bzw. 18 begrenzt. Um die Laufschaufel 12 über ihre Schaufelfüße 14 in die Umfangsnut 16 einführen zu können, sind nach dem Stand der Technik in die Nut 16 bzw. die Nutwandschenkel 17, 18 Ausnehmungen bzw. Einkerbungen 19 eingebracht, die Einfüllöffnungen für die Schaufelfüße 14 bilden. Um die Laufschaufeln 12 in die Umfangsnut 16 einzuführen, werden demnach die Laufschaufeln 12 über ihre Schaufelfüße 14 im Bereich der Einkerbungen 19 in die Umfangsnut 16 eingefädelt und sodann in Umfangsrichtung verschoben. Nachdem die letzte Laufschaufel 12 bei dem aus dem Stand der Technik gemäß Fig. 1 bekannten Gasturbinenrotor 10 eingesetzt worden ist, wird der gesamte Satz aus Laufschaufeln 12 um eine halbe Schaufelteilung in Umfangsrichtung verschoben, sodass sich alle Kontaktflächen der Schaufelfüße 14 unterhalb der tragenden Nutwandschenkel 17 und 18 befinden und demnach nicht im Bereich einer Ausnehmung bzw. Einkerbung 19 der Nutwandschenkel 17, 18. Daraus folgt unmittelbar, dass die Schaufelfüße 14 in Umfangsrichtung gesehen nur in etwa die halbe Breite der Schaufelplattformen 15 aufweisen.

[0014] Fig. 2 bis 4 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors 20, der einen Rotorgrundkörper 21 sowie mehrere Laufschaufeln 22 aufweist. Die Laufschaufeln 22 verfügen wiederum jeweils über ein Schaufelblatt 23, einen Schaufelfuß 24 und eine zwischen dem Schaufelblatt 23 und dem Schaufelfuß 24 angeordnete Schaufelplattform 25. Der Rotorgrundkörper 21 verfügt über eine sich in Umfangsrichtung erstreckende Nut 26, die von seitlichen Nutwandschenkeln 27 bzw. 28 begrenzt wird, wobei die Laufschaufeln 22 mit ihren Schaufelfüßen 24 in der sich in Umfangsrichtung erstreckenden Nut 26 geführt sind. In montiertem Zustand (siehe Fig. 4) liegen die Schaufelfüße 24 unter Ausbildung sogenannter Tragflanken 29 an den Nutwandschenkel 27 und 28 an.

[0015] Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird nun vorgeschlagen, dass die Umfangsnut 26 sowie die Schaufelfüße 24 ein derartiges Profil aufweisen, dass die Schaufelfüße 24 der Laufschaufeln 22 über eine Kippbewegung bzw. Schwenkbewegung in die Umfangsnut 26 des Rotorgrundkörpers 21 einführbar sind, und zwar ohne dass festigkeitsminimierende Einschnüren bzw. Einkerbungen in den Nutwandschenkeln 27 bzw. 28 erforderlich sind. Fig. 3 visualisiert die Kippbewegung bzw. Schwenkbewegung der Laufschaufel 22 beim Einführen des Schaufelfußes 24 derselben in die Umfangsnut 26 mit einem Doppelpfeil 30. Weiterhin ist das Profil der Schaufelfüße 24 der Laufschaufeln 22 derart bemessen,

dass in Umfangsrichtung eine Breite der Schaufelfüße 24 in etwa bzw. annähernd einer Breite der jeweiligen Schaufelplattform 25 der jeweiligen Laufschaufel 22 entspricht. Durch die erfindungsgemäße Profilierung der Umfangsnut 26 sowie der Schaufelfüße 24 wird erzielt, dass einerseits festigkeitsminimierende Einkerbungen in den Nutwandschenkeln 27 und 28 entfallen können, und dass andererseits die Umfangserstreckung der Tragflanken 29 gegenüber dem Stand der Technik deutlich vergrößert ist. Hierdurch kann die Lebensdauer des Gasturbinenrotors 20 erhöht werden.

[0016] Wie bereits erwähnt, werden nach dem Einschwenken der Laufschaufeln 22 über die Schaufelfüße 24 in die Umfangsnut 26 im Sinne des Doppelpfeils 30 die Laufschaufeln 22 derart relativ zum Rotorgrundkörper 21 ausgerichtet, dass die Schaufelfüße 24 unter Ausbildung der Tragflanken 29 an den Nutwandschenkeln 27 und 28 der Nut 26 anliegen. In Radialrichtung wird dabei eine Relativposition zwischen den Laufschaufeln 22 und dem Rotorgrundkörper 21 durch Abstandhalter definiert, wobei die Abstandhalter zwischen den in Umfangsrichtung verlaufenden Nutwandschenkeln 27 und 28 sowie den Schaufelplattformen 25 der Laufschaufeln 22 positioniert sind.

[0017] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 sind die Abstandhalter als höckerartige Vorsprünge 31 ausgebildet, die sich zu beiden Seiten der Nut 26 erstrecken und demnach im Bereich beider Nutwandschenkel 27 und 28 positioniert sind. In Umfangsrichtung gesehen sind zu beiden Seiten der Umfangsnut 26 mit Abstand voneinander mehrere höckerartige Vorsprünge 31 ausgebildet. Zwischen zwei in Umfangsrichtung benachbarten, höckerartigen Vorsprüngen 31 ist demnach jeweils eine Ausnehmung 32 ausgebildet. Im Bereich beider Nutwandschenkel 27 und 28 sind demnach in Umfangsrichtung mehrere höckerartige Vorsprünge 31 mit Abstand voneinander positioniert. An jeweils zwei sich gegenüberliegenden, an unterschiedlichen Nutwandschenkeln 27 und 28 positionierten, höckerartigen Vorsprüngen 31 sind jeweils zwei Laufschaufeln 22 mit ihren Schaufelplattformen 25 gelagert. So zeigt Fig. 2, dass jede Laufschaufel 22 an einem Ende über ihre Plattform 25 an zwei höckerartigen Vorsprüngen 31 gelagert ist, die an unterschiedlichen Nutwandschenkeln 27 und 28 positioniert sind. An den gegenüberliegenden Enden der Schaufelplattformen 25 sind dieselben nicht an den höckerartigen Vorsprüngen 31 gelagert, sondern erstrecken sich vielmehr im Bereich einer Ausnehmung 32 zwischen in Umfangsrichtung voneinander beabstandeten Vorsprüngen 31.

[0018] Die im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 als höckerartige Vorsprünge 31 ausgebildeten Abstandhalter definieren demnach in montiertem Zustand der Laufschaufeln 22 eine radiale Relativposition der Laufschaufeln 22 zum Rotorgrundkörper 21 derart, dass ein nach radial innen Verschieben der Laufschaufeln 22 verhindert wird. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 sind die höckerartigen Vorsprünge 31 jeweils integraler Be-

standteil des entsprechenden Nutwandschenkels 27 bzw. 28 und erstrecken sich ausgehend vom jeweiligen Nutwandschenkel 27 bzw. 28 nach radial außen.

[0019] In Umfangsrichtung wird die Relativposition zwischen den Laufschaufeln 22 und dem Grundkörper 21 des Gasturbinenrotors 20 durch Sicherungselemente 33 definiert, die sich durch jeweils zwei sich gegenüberliegende, an unterschiedlichen Nutwandschenkeln 27 und 28 positionierte, höckerartige Vorsprünge 31 erstrecken. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 sind die Sicherungselemente 33 als Niete ausgebildet, die in Bohrungen 34 der höckerartigen Vorsprünge 31 geführt sind. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 wird das als Niet ausgebildete Sicherungselement 33 dadurch in seiner Position fixiert, dass eine Spitze 35 des Sicherungselements 33 im Sinne des Pfeils 36 umgebogen wird. Der Schaufelfuß 24 einer jeden Laufschaufel 22 verfügt an der Seite, an welcher derselbe an das Sicherungselement 33 angrenzt, über eine Einbuchtung bzw. Ausnehmung 37, durch die das Sicherungselement 33 eingeführt werden kann, und die andererseits die Montageposition der Laufschaufeln 22 im Rotorgrundkörper 21 vorgibt.

[0020] Bei dem unter Bezugnahme auf Fig. 2 bis 4 beschriebenen, bevorzugten Ausführungsbeispiel verfügt der erfindungsgemäße Gasturbinenrotor über eine Führung der Schaufelfüße der Laufschaufeln in einer Umfangsnut des Rotorgrundkörpers, bei welcher keine festigkeitsminimierenden Einkerbungen in den Nutwandschenkeln der Umfangsnut erforderlich sind. Vielmehr sind die Umfangsnut sowie die Schaufelfüße derart profiliert, dass die Schaufelfüße über eine Kippbewegung in die Umfangsnut eingeführt werden können, und dass die Breite der Schaufelfüße in Umfangsrichtung annähernd der Breite der jeweiligen Schaufelplattform entspricht und damit gegenüber dem Stand der Technik deutlich größere Tragflanken zwischen den Schaufelfüßen und den Nutwandschenkeln ermöglicht werden. In Radialrichtung wird die Relativposition zwischen den Laufschaufeln und dem Rotorscheibengrundkörper durch als höckerartige Vorsprünge ausgebildete Abstandhalter definiert, die im bevorzugten Ausführungsbeispiel integraler Bestandteil der Nutwandschenkel sind. In Umfangsrichtung wird die Relativposition durch Sicherungselemente definiert, die sich durch zwei gegenüberliegenden, an unterschiedlichen Nutwandschenkeln positionierte, höckerartige Vorsprünge erstrecken.

[0021] Der Hauptvorteil dieser erfindungsgemäßen Ausführung eines Gasturbinenrotors gegenüber dem Stand der Technik liegt darin, dass auf die nach dem Stand der Technik erforderlichen Einfüllöffnungen in den Nutwandschenkeln, welche die Festigkeit und die Lebensdauer der Schaufel-Rotor-Verbindung reduzieren, verzichtet werden kann. Ein weiterer Hauptvorteil liegt darin, dass deutlich größere Tragflanken zwischen den Schaufelfüßen und den Nutwandschenkeln ermöglicht werden, wodurch die Flächenpressung im Bereich der Tragflächen und damit die sogenannte Frettinggefahr

verringert wird. Der erfindungsgemäße Gasturbinenrotor kann im Betrieb deutlich höhere Kräfte aufnehmen als die aus dem Stand der Technik bekannten Rotoren, wodurch dessen Lebensdauer verlängert und dessen Einsatzbereich erweitert wird.

[0022] Ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors 38 zeigt Fig. 5. Das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 entspricht größtenteils dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4, sodass zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen für gleiche Baugruppen gleiche Bezugsziffern verwendet werden. Nachfolgend wird nur auf die Details eingegangen, die das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 unterscheidet. So unterscheidet sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 lediglich durch die Ausgestaltung des Sicherungselements 33, welches im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 als symmetrischer Niet ausgeführt ist. Hinsichtlich der übrigen Details wird auf die Ausführungen zum Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 verwiesen.

[0023] Ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors 39 zeigt Fig. 6. Auch hier werden für gleiche Baugruppen gleiche Bezugsziffern verwendet und es wird nachfolgend lediglich auf die Details eingegangen, die das Ausführungsbeispiel der Fig. 6 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 unterscheidet. So unterscheidet sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 6 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 durch die Ausgestaltung der Abstandhalter, welche die Relativposition der Laufschaufeln 22 zum Rotorscheibengrundkörper 21 in Radialrichtung definieren. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 ist an einem Nutwandschenkel 27 der Umfangsnut 26 ein erster Abstandhalter als in Umfangsrichtung der Nut 26 geschlossener Vorsprung 40 ausgebildet. Der Vorsprung 40 ist integraler Bestandteil des Nutwandschenkels 27 und erstreckt sich ausgehend vom Nutwandschenkel 27 nach radial außen in Richtung auf die Plattform 25 der Laufschaufel 22. Wie bereits erwähnt, ist der Vorsprung 40 im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 in Umfangsrichtung geschlossen. Im Bereich des gegenüberliegenden Nutwandschenkels 28 dient als Abstandhalter ein ebenfalls in Umfangsrichtung geschlossener oder ein in Umfangsrichtung segmentierter Verschlussring 41, der zwischen den Nutwandschenkeln 28 und die Plattformen 25 der Laufschaufel 22 eingeschoben wird und in dieser Position über einen Sicherungsring 42 fixiert ist. Der Verschlussring 41 stellt eine Verdreh Sicherung sowie Kippsicherung für die Laufschaufeln 22 bereit.

[0024] Ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors 39 zeigen Fig. 7 bis 9. Auch hier werden für gleiche Baugruppen gleiche Bezugsziffern verwendet und es wird nachfolgend lediglich auf die Details eingegangen, die das Ausführungsbeispiel der Fig. 7 bis 9 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 unterscheidet. So unterscheidet sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 7 bis 9 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 4 wiederum durch die Ausgestaltung der

Abstandhalter, welche die Relativposition der Laufschaufeln 22 zum Rotorscheibengrundkörper 21 in Radialrichtung definieren. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 7 bis 9 ist an einem Nutwandschenkel 27 der Umfangsnut 26 ein erster Abstandhalter als in Umfangsrichtung der Nut 26 geschlossener Vorsprung 43 ausgebildet. Der Vorsprung 43 ist integraler Bestandteil des Nutwandschenkels 27 und erstreckt sich ausgehend vom Nutwandschenkel 27 nach radial außen in Richtung auf die Plattform 25 der Laufschaufel 22. Wie bereits erwähnt, ist der Vorsprung 43 im Ausführungsbeispiel der Fig. 7 bis 9 in Umfangsrichtung geschlossen. Im Bereich des gegenüberliegenden Nutwandschenkels 28 dient als Abstandhalter ein in Umfangsrichtung der Nut 26 verlaufender, durch mindestens eine Öffnung 45 unterbrochener Vorsprung 44, der integraler Bestandteil des Nutwandschenkels 28 ist. Im Bereich jeder Öffnung 45 wird die Relativposition in Umfangsrichtung zwischen den Laufschaufeln 22 und dem Grundkörper 21 des Gasturbinenrotors 20 durch ein Sicherungselement 46 definiert. Die Sicherungselemente 46 werden von einem Niet 47 und einem mit dem Niet 47 zusammenwirkenden Verschlusselement 48 für die Öffnung 45 gebildet. Die Sicherungselemente 46 erstrecken sich gemäß Fig. 7 und 8 durch die Vorsprünge 43 und 44 im Bereich der Nutwandschenkel 27 und 28. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 7 bis 9 ist der Vorsprung 44 vorzugsweise durch zwei oder vier Öffnungen 45 unterbrochen, wobei sich jeweils zwei Öffnungen 45 diametral gegenüberliegen, und wobei jede Öffnung 45 von einem Verschlusselement 48 eines Sicherungselements 46 verschlossen wird.

Patentansprüche

1. Rotor einer Turbomaschine, insbesondere Gasturbinenrotor, mit einem Rotorgrundkörper (21), wobei der Rotorgrundkörper (21) eine sich in Umfangsrichtung des Rotorgrundkörpers (21) erstreckende Nut (26) aufweist, und mit mehreren Laufschaufeln (22), wobei jede Laufschaufel (22) ein Schaufelblatt (23), einen Schaufelfuß (24) und eine zwischen dem Schaufelblatt (23) und dem Schaufelfuß (24) positionierte Schaufelplattform (25) aufweist, und wobei die Laufschaufeln (22) über ihre Schaufelfüße (24) in der Nut (26) des Rotorgrundkörpers (21) verankert sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nut (26) und die Schaufelfüße (24) ein derartiges Profil aufweisen, dass die Schaufelfüße (24) der Laufschaufeln (22) über eine Kippbewegung bzw. Schwenkbewegung in die sich in Umfangsrichtung erstreckende Nut (26) des Rotorgrundkörpers (21) einführbar sind, und dass in Umfangsrichtung eine Breite des Schaufelfußes (24) annähernd einer Breite der Schaufelplattform (25) der jeweiligen Laufschaufel (22) entspricht.

2. Rotor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Radialrichtung eine Relativposition zwischen den Laufschaufeln (22) und dem Rotorgrundkörper (21) durch Abstandhalter definiert wird. 5
3. Rotor nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abstandhalter zwischen in Umfangsrichtung verlaufenden Nutwandschenkeln (27, 28) der Nut (26) und den Schaufelplattformen (25) der Laufschaufeln (22) positioniert sind. 10
4. Rotor nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abstandhalter als höckerartige Vorsprünge (31) ausgebildet sind, die zumindest auf einer Seite der sich in Umfangsrichtung erstreckenden Nut (26) positioniert sind. 15
5. Rotor nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest an einem Nutwandschenkel (27, 28) der Nut (26) in Umfangsrichtung mehrere höckerartige Vorsprünge (31) mit Abstand voneinander positioniert sind, wobei zwischen jeweils zwei benachbarten, höckerartigen Vorsprüngen eine Ausnehmung (32) ausgebildet ist. 20
6. Rotor nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass an beiden Nutwandschenkeln (27, 28) der Nut (26) in Umfangsrichtung mehrere höckerartige Vorsprünge (31) mit Abstand voneinander positioniert sind, wobei an jeweils zwei sich gegenüberliegenden, an unterschiedlichen Nutwandschenkeln (27, 28) der Nut positionierten Vorsprüngen (31) jeweils zwei Laufschaufeln (22) mit ihren Schaufelplattformen (25) gelagert sind. 25
7. Rotor nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich durch jeweils zwei sich gegenüberliegenden, an unterschiedlichen Nutwandschenkeln (27, 28) der Nut (26) positionierte, höckerartige Vorsprünge (31) ein Sicherungselement (33) erstreckt, welches in Umfangsrichtung eine Relativposition zwischen den Laufschaufeln (22) und dem Rotorgrundkörper (21) definiert. 30
8. Rotor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sicherungselemente (33) als Niete ausgebildet sind. 35
9. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die höckerartigen Vorsprünge (31) integraler Bestandteil der jeweiligen Nutwandschenkel (27, 28) sind und sich ausgehend von dem jeweiligen Nutwandschenkel (27, 28) nach radial außen erstrecken. 40
10. Rotor nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass an einem Nutwandschenkel (27) der Nut (26) als Abstandhalter ein in Umfangsrichtung der Nut (26) geschlossener, sich in radialer Richtung erstreckender Vorsprung (40; 43) ausgebildet ist, der integraler Bestandteil des Nutwandschenkels (27) ist. 45
11. Rotor nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem anderen Nutwandschenkel (28) der Nut (26) als Abstandhalter ein in Umfangsrichtung geschlossener oder ein in Umfangsrichtung segmentierter Verschlussring (41) positioniert ist, der zwischen die Nutwandschenkel (28) und die Plattformen (25) der Laufschaufeln (22) einführbar ist, und der durch einen Sicherungsring (42) fixiert ist. 50
12. Rotor nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem anderen Nutwandschenkel (28) der Nut (26) als Abstandhalter ein in Umfangsrichtung der Nut (26) verlaufender, durch mindestens eine Öffnung (45) unterbrochener Vorsprung (44) ausgebildet ist, der integraler Bestandteil des Nutwandschenkels (28) ist. 55
13. Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk, mit mindestens einem Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12.

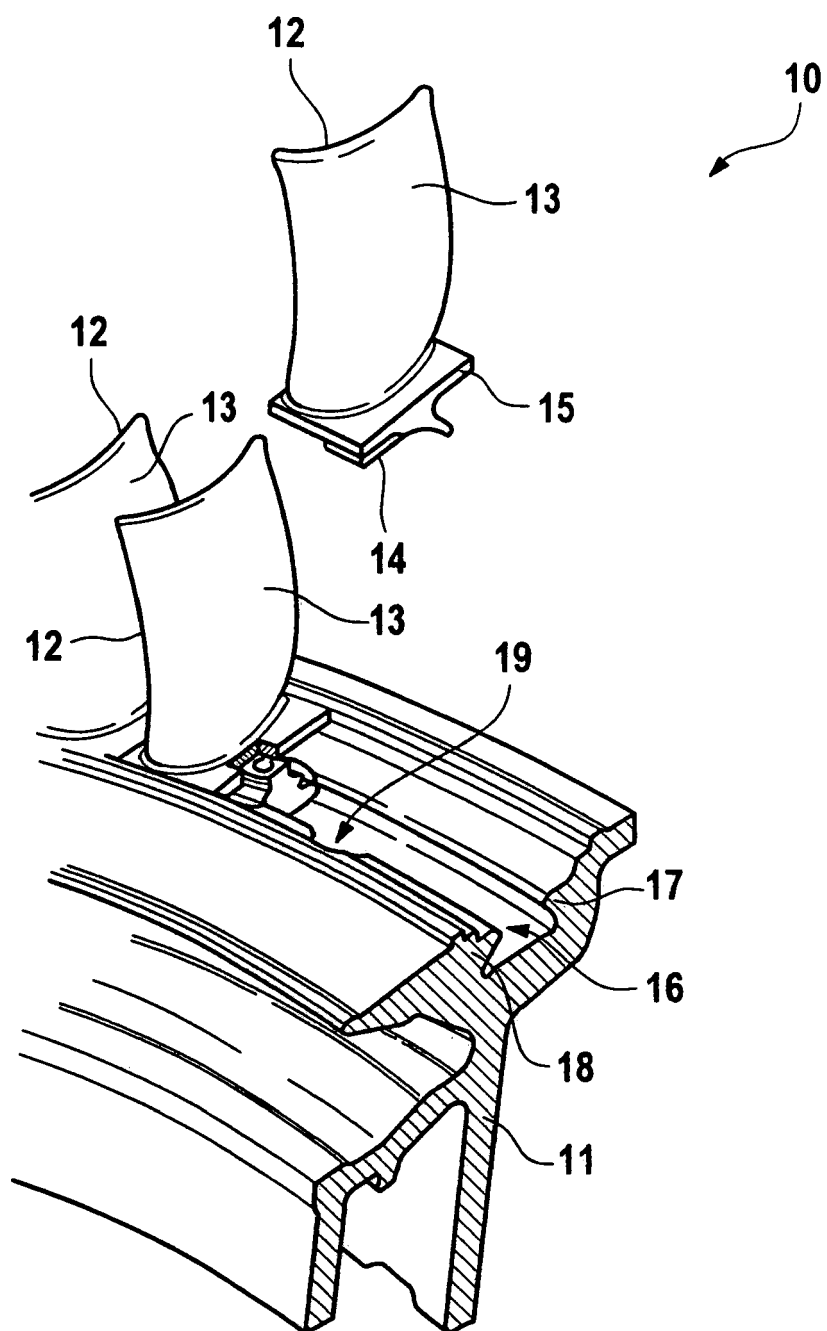


Fig. 1
STAND DER TECHNIK

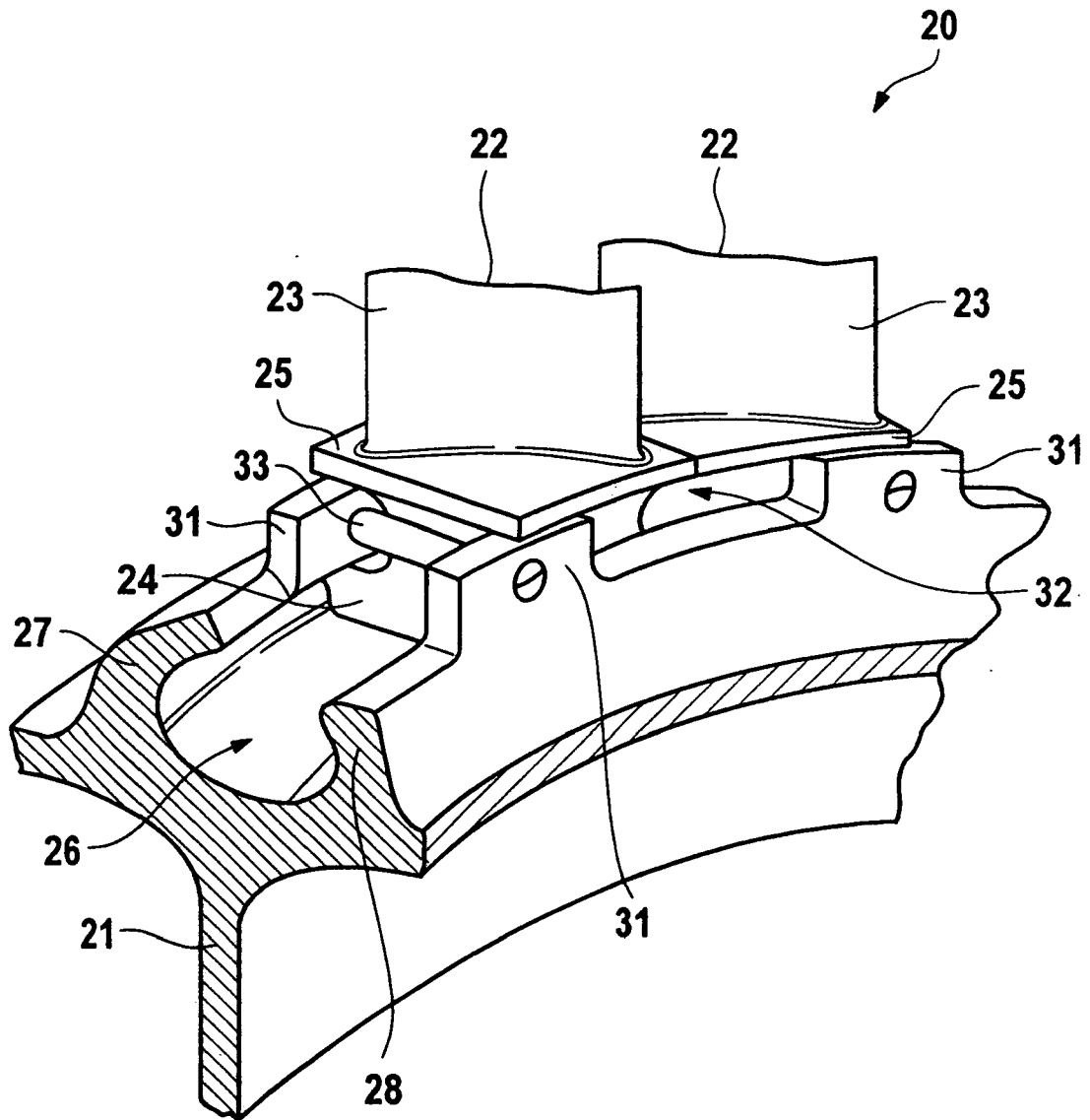


Fig. 2

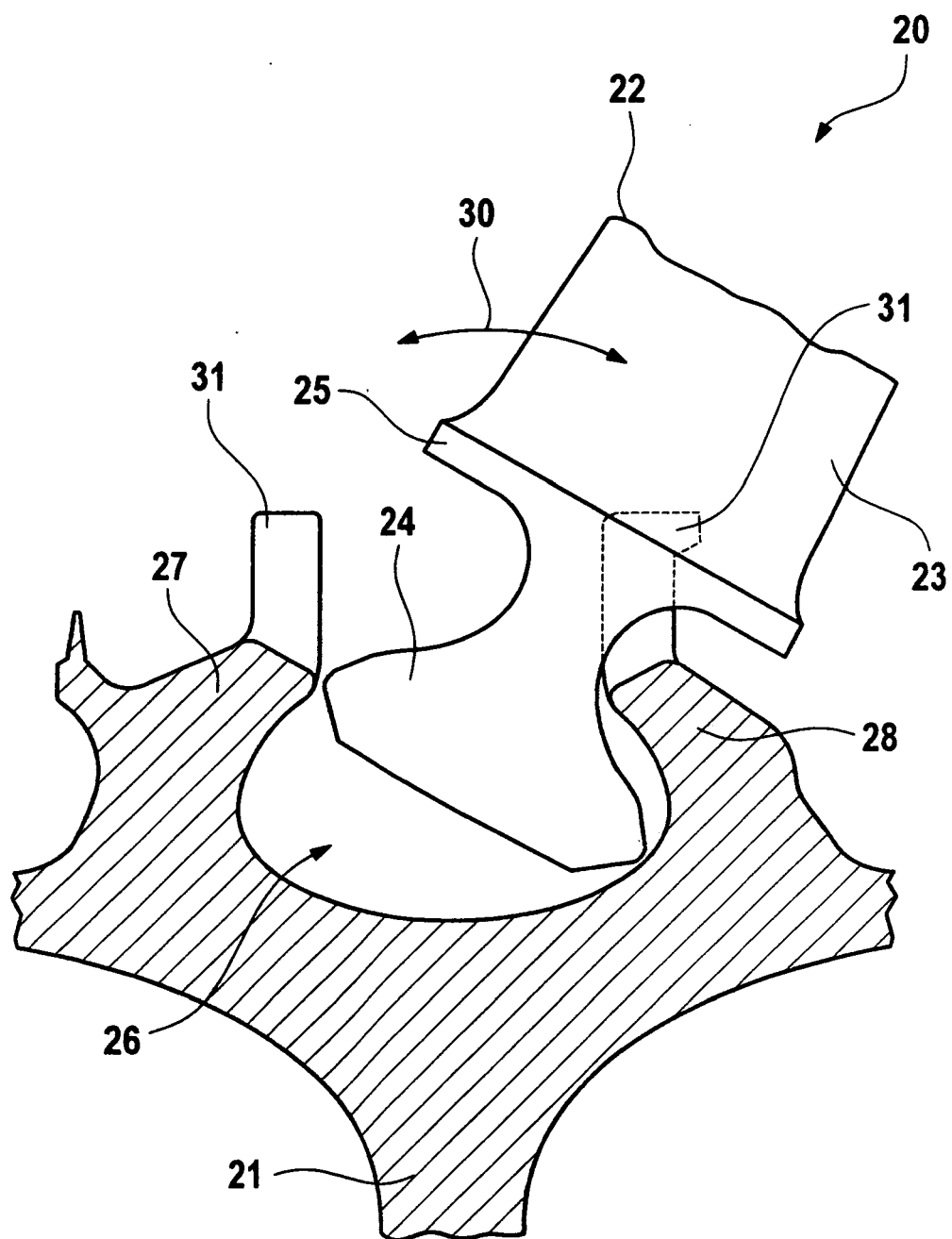


Fig. 3

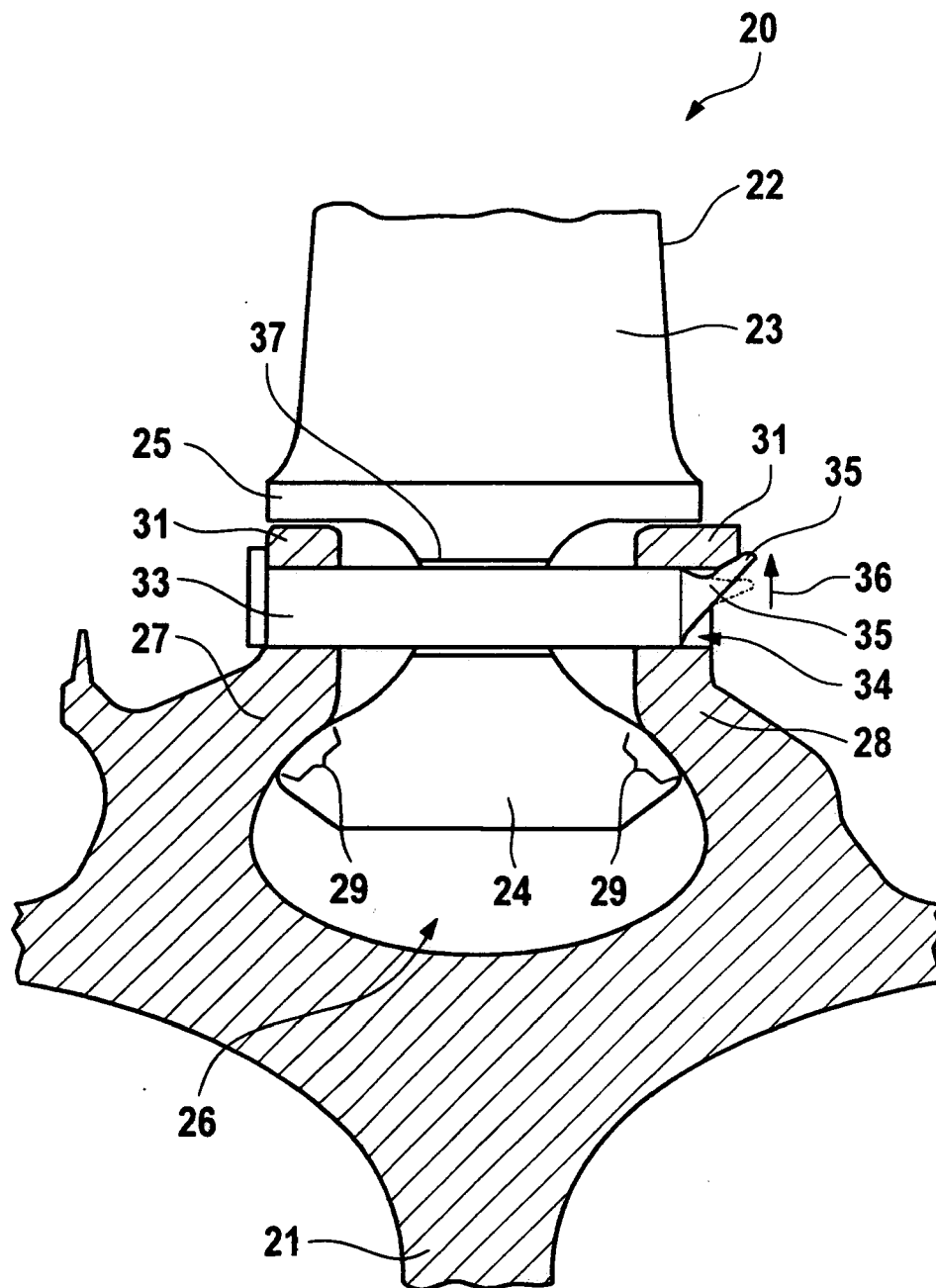


Fig. 4

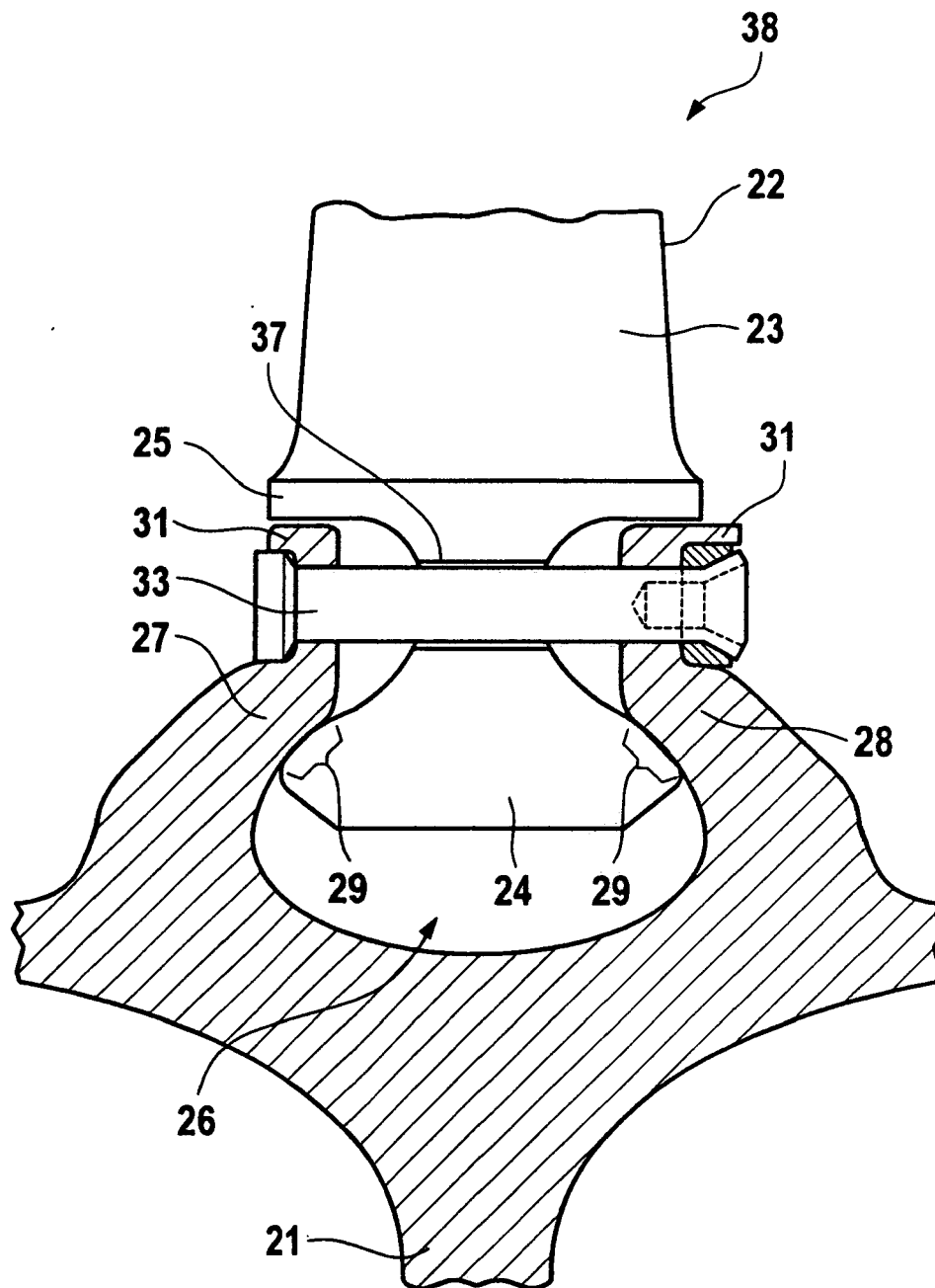


Fig. 5

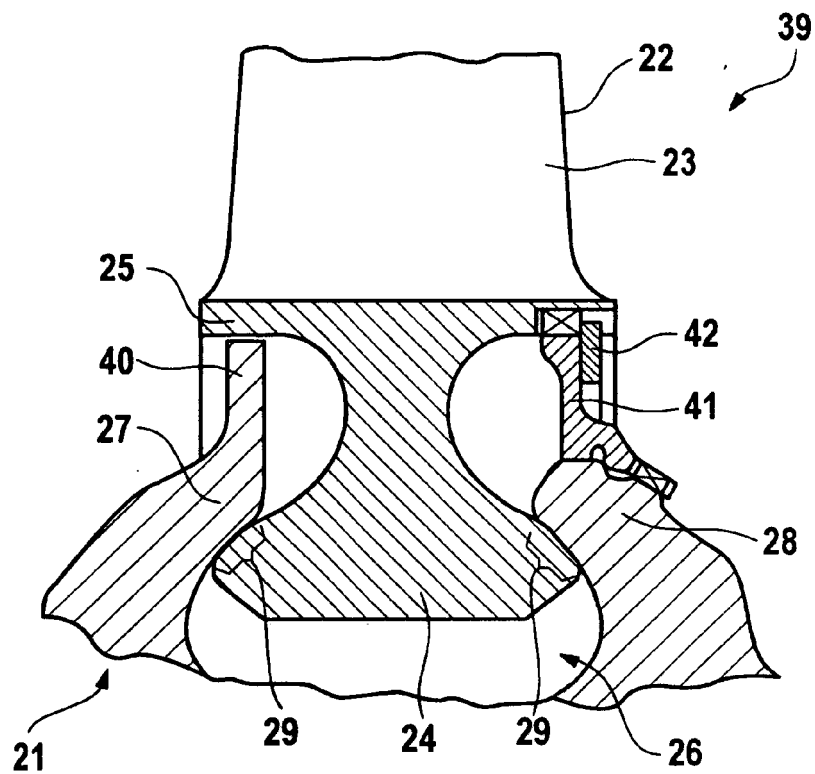


Fig. 6

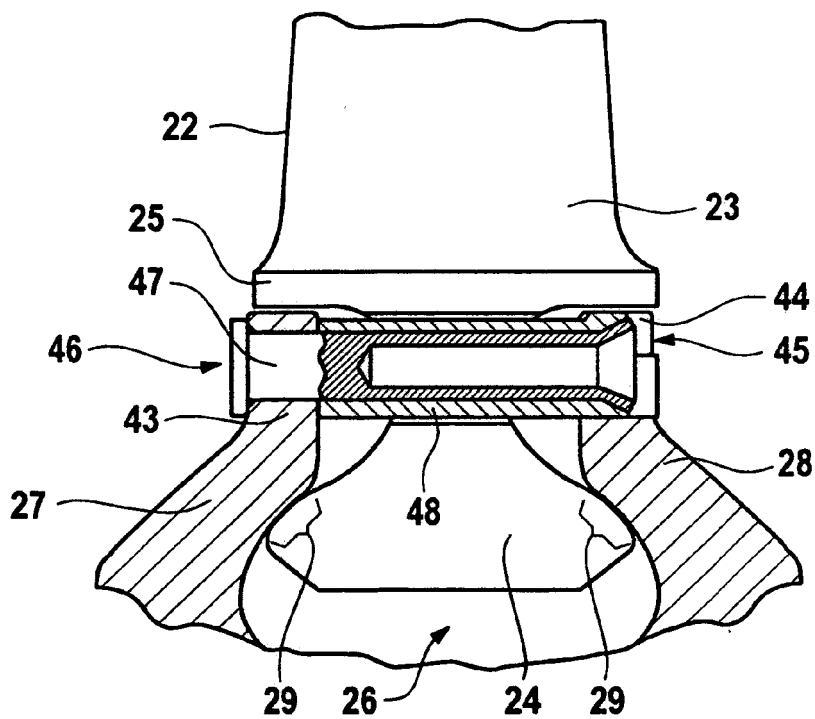


Fig. 7

Fig. 8

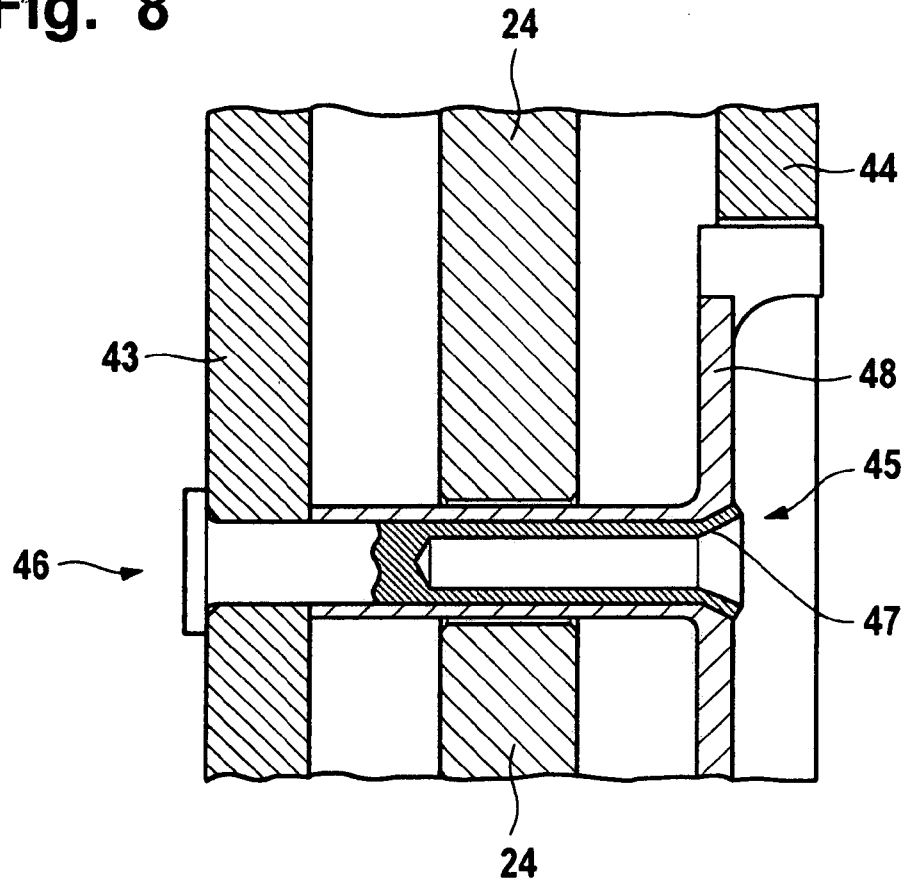
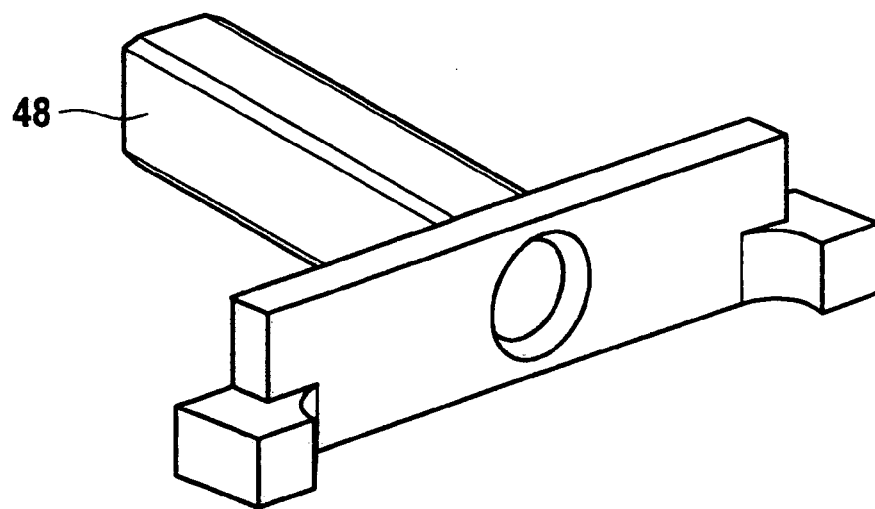


Fig. 9





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 02 2065

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 451 203 A (LANGLEY ET AL) 29. Mai 1984 (1984-05-29)	1-5, 9-11,13	F01D5/30
Y	* das ganze Dokument *	7,8,12	
X	US 4 451 204 A (PASK ET AL) 29. Mai 1984 (1984-05-29)	1-3,10, 13	
Y	* das ganze Dokument *	12	
X	US 4 907 944 A (KROGER ET AL) 13. März 1990 (1990-03-13)	1,2,10, 13	
A	* das ganze Dokument *	5,6,9,12	
X	US 3 165 294 A (ANDERSON BERNARD J) 12. Januar 1965 (1965-01-12)	1,2,13	
X	US 3 404 831 A (CAMPBELL WILLIAM B) 8. Oktober 1968 (1968-10-08)	1,2,13	
Y	* das ganze Dokument *	7,8	
X	US 3 778 191 A (BROCKMANN H,DT) 11. Dezember 1973 (1973-12-11)	1,2,13	
A	US 5 131 814 A (PRZYTULSKI ET AL) 21. Juli 1992 (1992-07-21)	2,11	F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Dezember 2005	Prüfer Koch, R
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)

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

EP 05 02 2065

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.

16-12-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4451203 A	29-05-1984	DE 3210892 A1	18-11-1982
		FR 2504975 A1	05-11-1982
		GB 2097480 A	03-11-1982
		JP 1412334 C	27-11-1987
		JP 57186094 A	16-11-1982
		JP 62017679 B	18-04-1987
US 4451204 A	29-05-1984	DE 3207514 C1	31-07-1986
		FR 2535389 A1	04-05-1984
		GB 2119026 A	09-11-1983
US 4907944 A	13-03-1990	CA 1253439 A1	02-05-1989
		DE 3534491 A1	10-04-1986
		FR 2571099 A1	04-04-1986
		GB 2165313 A	09-04-1986
		IT 1185957 B	18-11-1987
		JP 61093205 A	12-05-1986
		SE 458542 B	10-04-1989
		SE 8504533 A	02-04-1986
US 3165294 A	12-01-1965	KEINE	
US 3404831 A	08-10-1968	BE 702758 A	15-01-1968
		DE 1601565 A1	21-01-1971
		GB 1179098 A	28-01-1970
US 3778191 A	11-12-1973	DE 2002469 A1	29-07-1971
		FR 2075804 A5	08-10-1971
		GB 1326122 A	08-08-1973
US 5131814 A	21-07-1992	CA 2034349 A1	04-10-1991
		DE 4110214 A1	10-10-1991
		FR 2660363 A1	04-10-1991
		GB 2245032 A	18-12-1991
		IT 1246922 B	29-11-1994
		JP 5071306 A	23-03-1993
		JP 6096969 B	30-11-1994

EPO FORM P0461

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