

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 686 241 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.08.2006 Patentblatt 2006/31

(51) Int Cl.:
F01D 5/30 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06000976.8**

(22) Anmeldetag: **18.01.2006**

(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)

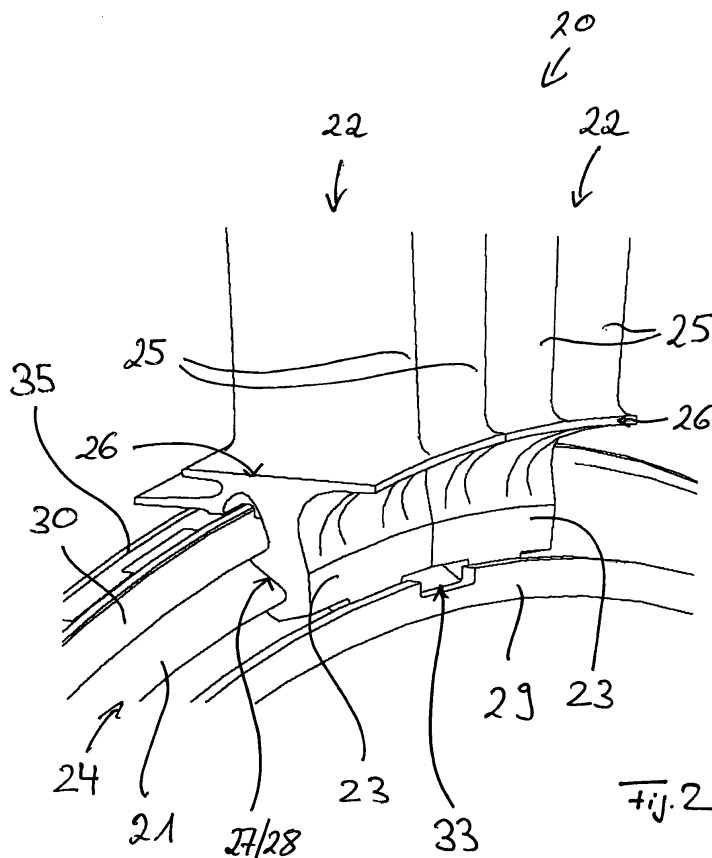
(72) Erfinder:
• **Klingels, Hermann**
85221 Dachau (DE)
• **Rued, Klaus Peter**
82194 Gröbenzell (DE)

(30) Priorität: **26.01.2005 DE 102005003511**

(54) **Rotor einer Turbomaschine, insbesondere Gasturbinenmotor**

(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 erstreckende Nut (24) aufweist, und mit mehreren Laufschaufeln oder Laufschaufelsegmenten (22), wobei die Laufschaufeln oder die Laufschaufelsegmente (22)

über jeweils einen Schauffelfuß (23) in der sich in Umfangsrichtung erstreckenden Nut (24) des Rotorgrundkörpers (21) verankert sind. Erfindungsgemäß weist die Nut (24) ausschließlich an einer Seite einen profilierten Nutwandschenkel (27) auf, an welchem die Schauffelfüße (23) der Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente (22) mit korrespondierend profilierten Tragflanken (28) anliegen.



EP 1 686 241 A2

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 gleichmäßig über den Umfang verteilte Einfüllöffnungen, um die Schaufelfüße der Laufschaufeln in die entsprechende Umfangsnut einzuführen. Die Einfüllöffnungen werden nach dem Stand der Technik durch Einschnürungen im Bereich von zwei sich gegenüberliegenden, profilierten Nutwandschenkeln der Umfangsnut gebildet, wobei im Betrieb die Schaufelfüße mit profilierten Tragflanken an den beiden profilierten Nutwandschenkeln anliegen. Durch die Einfüllöffnungen werden Kerbstellen an Abschnitten der Nutwandschenkel gebildet, die im Betrieb des Rotors einem relativ 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. Auch hierdurch werden die Kräfte, welche die Schaufelfüße im Betrieb des Rotors aufnehmen können, 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 weist die Nut ausschließlich an einer Seite einen profilierten Nutwandschenkel auf, an welchem die Schaufelfüße der

Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente mit korrespondierend profilierten Tragflanken anliegen.

[0006] Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird ein Rotor einer Turbomaschine vorgeschlagen, bei welchem die Laufschaufeln bzw. Laufschaufelsegmente in einer Umfangsnut verankert sind, wobei die Umfangsnut lediglich an einer Seite einen profilierten Nutwandschenkel aufweist, an dem die Schaufelfüße mit korrespondierend profilierten Tragflanken anliegen. Hierdurch ist es möglich auf Einfüllöffnungen, die nach dem Stand der Technik an Abschnitten der Nutwandschenkel, die im Betrieb des Rotors einem relativ hohen Spannungsniveau ausgesetzt sind, zu verzichten. Hierdurch kann der Rotor insgesamt höheren Belastungen ausgesetzt werden. Des weiteren erlaubt das erfindungsgemäße Konstruktionsprinzip eine spannungsoptimale sowie gewichtsoptimale Verankerung von Laufschaufelsegmenten, die mehrere Schaufelblätter aufweisen, in einer Umfangsnut eines Rotors. Bei Laufschaufeln mit Außendeckbändern kann auf eine sogenannte Z-Verklüftung verzichtet werden, wodurch sich eine deutlich einfachere Montage des Rotors ergibt. Das erfindungsgemäße Konstruktionsprinzip eines Rotors erlaubt eine kostengünstige Herstellung sowie einfache Montage von Rotoren, so dass sich gegenüber dem Stand der Technik Kostenvorteile ergeben.

[0007] Vorzugsweise weisen die Schaufelfüße der Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente auf mindestens zwei unterschiedlichen Durchmessern jeweils mindestens einen Vorsprung auf, wobei die Vorsprünge die Schaufelfüße in der Nut einerseits in ihrer Axialposition und andererseits gegen Verkippen formschlüssig sichern. Mit Vorsprüngen der Schaufelfüße wirkt mindestens ein Sicherungselement zusammen, wobei das oder jedes Sicherungselement die Laufschaufeln oder die Laufschaufelsegmente in der Nut in ihrer Umfangsposition formschlüssig sichert.

[0008] 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 nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in perspektivischer Seitenansicht;
- Fig. 3a bis 3i den erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor der Fig. 2 in verschiedenen Montagepositionen aus unterschiedlichen perspektivischen Ansichten;
- Fig. 4 eine Rotorscheibe des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors der Fig. 2 in perspektivischer Seitenansicht;

- Fig. 5 ein Sicherungselement des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors der Fig. 2 in perspektivischer Seitenansicht;
- Fig. 6a und 6b ein Laufschaufelsegment des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors der Fig. 2 in perspektivischer Seitenansicht;
- Fig. 7a und 7b eine Rotorscheibe und ein Laufschaufelsegment eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung jeweils in perspektivischer Seitenansicht; und
- Fig. 8a und 8b eine Rotorscheibe und ein Laufschaufelsegment eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung jeweils in perspektivischer Seitenansicht.

[0009] Bevor nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 bis 8b 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.

[0010] 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 Schaufelblatt 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.

[0011] Wie Fig. 1 entnommen werden kann, ist die sich in Umfangsrichtung erstreckende Nut 16 radial außen offen und wird von zwei sich gegenüberliegenden, profilierten 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. Die Einkerbungen 19 sind an Abschnitten der Nutwandschenkel 17, 18 gebildet, die im Betrieb des Gasturbinenrotors 10 einem relativ hohen Spannungsniveau ausgesetzt sind. Um die Laufschaufeln 12 in die Umfangsnut 16 einzuführen, werden 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.

[0012] Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäß ausgebildeten Gasturbinenrotor 20, wobei der Gasturbinenrotor 20 des gezeigten Ausführungsbeispiels einen Rotorgrundkörper 21 und mehrere Laufschaufelsegmente 22 umfasst, und wobei die Laufschaufelsegmente 22 mit Schaufelfüßen 23 in einer Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21 verankert sind. Jedes der Laufschaufelsegmente 22 verfügt neben dem Schaufelfuß 23 über zwei Schaufelblätter 25, wobei zwischen den beiden Schaufelblättern 25 und dem Schaufelfuß 23 eines jeden Laufschaufelsegments 22 eine Plattform 26 des Laufschaufelsegments 22 ausgebildet ist. Fig. 6a und 6b zeigen ein derartiges Laufschaufelsegment 22 in Alleindarstellung in zwei unterschiedlichen perspektivischen Ansichten, nämlich Fig. 6a in Richtung auf die sogenannte Eintrittsseite des Laufschaufelsegments 22 und Fig. 6b in Richtung auf die sogenannte Austrittsseite desselben.

[0013] Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung verfügt die Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21 ausschließlich an einer Seite über einen profilierten Nutwandschenkel 27, an welchem die Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 mit korrespondierend profilierten Tragflanken 28 anliegen. Die Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 sind demnach lediglich an einer Seite mit profilierten Tragflanken 28 ausgestattet, die im gezeigten Ausführungsbeispiel tannenbaumähnlich profiliert sind. Auf der dem profilierten Nutwandschenkel 27 gegenüberliegenden Seite verfügt der Rotorgrundkörper 21 über eine umlaufende Rippe 29, die über einen deutlich geringeren Radius verfügt als eine radial außen liegende Rippe 30 des profilierten Nutwandschenkels 27. Fig. 4 zeigt den Rotorgrundkörper 21 des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors 20 ausschnittsweise in einer Alleindarstellung.

[0014] Die Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 sind in der Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21 über Vorsprünge 31 sowie 32 formschlüssig gesichert, wobei die Vorsprünge 31 und 32 jeweils eine der beiden Rippen 29 bzw. 30 überlappen bzw. hintergreifen. Die beiden Vorsprünge 31 und 32 der Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 sind auf zwei unterschiedlichen Durchmessern positioniert, wobei der Vorsprung 32 auf einem größeren Durchmesser angeordnet ist als der Vorsprung 31. Der Vorsprung 31 kann demnach als radial innenliegender Vorsprung und der Vorsprung 32 als radial außenliegender Vorsprung eines Schaufelfußes 23 bezeichnet werden. Der radial innenliegende Vorsprung 31 steht in montiertem Zustand (siehe Fig. 2) mit der Rippe 29 des Rotorgrundkörpers 21 in Überlappung.

Der radial außenliegende Vorsprung 32 hingegen überlappt bzw. hintergreift die radial äußere Rippe 30 des profilierten Nutwandschenkels 27. Die Vorsprünge 31 und 32 sichern die Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 in der Umfangsnut 24 einerseits in ihrer Axialposition und andererseits gegen Verkippen.

[0015] Zur Montage bzw. zum Einfädeln der Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 in die Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21 verfügt der Rotorgrundkörper 21 über mindestens eine Einfädelöffnung, im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 6b über zwei Einfädelöffnungen 33 und 34, die auf unterschiedlichen Durchmessern sowie auf etwa derselben Umfangsposition des Rotorgrundkörpers 21 angeordnet sind. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 2 bis 6b ist eine Einfädelöffnung 33 in die Rippe 29 und eine weitere Einfädelöffnung 34 in die Rippe 30 des Nutwandschenkels 27 integriert. Diese Einfädelöffnungen 33 und 34 sind hinsichtlich ihrer Position sowie Abmessung an die Vorsprünge 31 und 32 der Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 angepasst.

[0016] Um die in der Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21 montierten Laufschaufelsegmente 22 auch vor einem Verschieben in Umfangsrichtung zu sichern, verfügt der erfindungsgemäße Gasturbinenrotor 20 weiterhin über ein Sicherungselement 35. Fig. 5 zeigt das Sicherungselement 35 ausschnittsweise in einer Alleindarstellung. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Sicherungselement 35 als umlaufender, geschlossener Ring ausgebildet, der an einer radial außenliegenden Rippe 36 mehrere Ausnehmungen 37 aufweist. In montiertem Zustand greifen in die Ausnehmungen 37 des Sicherungselements 35 die radial außenliegenden Vorsprünge 32 der Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 im Sinne einer Verzahnung ein und sichern so die Laufschaufelsegmente 22 formschlüssig in ihrer Umfangsposition. Das Sicherungselement 35 ist dabei vorzugsweise am Rotorgrundkörper befestigt, um die Relativposition zwischen dem Sicherungselement 35 und dem Rotorgrundkörper 21 zu fixieren.

[0017] Die Vorgehensweise bei der Montage des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors 20, der aus mehreren Laufschaufelsegmenten 22 gemäß Fig. 6a und 6b, einem Rotorgrundkörper 21 gemäß Fig. 4 und einem Sicherungselement 35 gemäß Fig. 5 besteht, wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 3a bis 3i in größerem Detail beschrieben: Gemäß Fig. 3a wird zur Montage des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors 20 zuerst ein Rotorgrundkörper 21 gemäß Fig. 4 sowie ein Laufschaufelsegment 22 gemäß Fig. 6a und 6b bereitgestellt, wobei das Laufschaufelsegment 22 über die Vorsprünge 31 und 32 im Bereich des Schaufelfußes 23 des Laufschaufelsegments 22 in die Einfädelöffnungen 33 und 34 des Rotorgrundkörpers 21 in Axialrichtung eingeschoben wird. Fig. 3a zeigt das Laufschaufelsegment 22 vor dem axialen Einschieben desselben in die Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21; Fig. 3b zeigt das Laufschaufelsegment 22 hingegen nach dem axialen Einschieben in

die Umfangsnut 24. Nach dem axialen Einschieben des ersten Laufschaufelsegments 22 in die Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21 wird dasselbe gemäß Fig. 3c in Umfangsrichtung verschoben, um so die Einfädelöffnungen 33 und 34 für das Einfädeln des nächsten Laufschaufelsegments 22 freizugeben. So zeigen Fig. 3d und 3e das Einfädeln eines zweiten Laufschaufelsegments 22 in die Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21, wobei wiederum ein Verschieben der beiden Laufschaufelsegmente in Umfangsrichtung durchgeführt wird, um die Umfangsnut 24 sukzessive mit Laufschaufelsegmenten 22 zu befüllen. Fig. 3f zeigt einen Ausschnitt aus einem über den gesamten Umfang mit Laufschaufelsegmenten 22 befüllten Rotorgrundkörper 21 in einer Ansicht auf die Austrittsseite der Laufschaufelsegmente 22 und damit des Gasturbinenrotors 20; Fig. 3g zeigt eine Ansicht auf die Eintrittsseite derselben. Nach dem vollständigen Befüllen der Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21 mit Laufschaufelsegmenten 22 werden dieselben in ihrer Umfangsposition durch das Sicherungselement 35 formschlüssig gesichert. So zeigt Fig. 3h, dass ein Sicherungselement 35 von der Eintrittsseite des Gasturbinenrotors 20 her an den Rotorgrundkörper 21 herangeführt wird, wobei zur Umfangssicherung der Laufschaufelsegmente 22 die radial außenliegenden Vorsprünge 32 der Schaufelfüße 23 in die Ausnehmungen 37 des Sicherungselements 35 im Sinne einer Verzahnung eingreifen. Fig. 3i zeigt das Sicherungselement 35 in der mit den Laufschaufelsegmenten 22 verzahnten Position, wobei das Sicherungselement 35 mit dem Rotorgrundkörper 21 vorzugsweise verschraubt wird, um die Axialposition des Sicherungselements 35 relativ zum Rotorgrundkörper 21 zu sichern. Das Sicherungselement 35 ist im bevorzugten Ausführungsbeispiel vorzugsweise als Dicht-ring einer sogenannten Inner Air Seal Dichtung ausgeführt.

[0018] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Einfädelöffnungen 33 und 34 vorzugsweise gleichverteilt über den Umfang des Rotorgrundkörpers 21 positioniert sind. So kann der Rotorgrundkörper 21 über zwei oder auch vier radial innenliegende Einfüllöffnungen 33 und zwei oder auch vier radial außenliegende Einfüllöffnungen 34 verfügen, die sich jeweils diametral gegenüberliegen.

[0019] Die Einfädelöffnungen 33 und 34 sind jeweils in Abschnitte des Rotorgrundkörpers 21, nämlich in die Rippen 29 und 30 desselben, integriert, die im Betrieb des Gasturbinenrotors einem relativ geringen bzw. niedrigen Spannungsniveau ausgesetzt sind. Die Rippen 29 und 30, in welche die Einfädelöffnungen 33 und 34 integriert sind, sind demnach im Betrieb des Gasturbinenrotors nur gering belastet. Hierdurch ist es möglich, dass die Schaufelfüße 23 in Umfangsrichtung eine Breite aufweisen, die annähernd einer Breite der Plattformen 26 der Laufschaufelsegmente 22 entspricht. Hierdurch wird es erstmals möglich, Laufschaufelsegmente in Umfangsnuten eines Gasturbinenrotors spannungsoptimal sowie gewichtsoptimal zu lagern bzw. zu befestigen.

[0020] Die Einfädelöffnungen 33 und 34 können in montiertem Zustand des Gasturbinenrotors entweder offen bleiben oder durch zusätzliche Sicherungselemente geschlossen werden. So ist es möglich, in die oder jede radial innenliegende Einfädelöffnung 33 des Rings 29 nach dem vollständigen Befüllen der Umfangsnut 24 (siehe Fig. 3f) von der Austrittsseite des Gasturbinenrotors 20 her jeweils ein nicht-dargestelltes Sicherungselement einzuführen, welches für eine zusätzliche Umfangssicherung der Laufschaufelsegmente im Rotorgrundkörper sorgt. Auch ist es möglich, dass abhängig von der Anzahl der radial außenliegenden Einfädelöffnungen 34 im Bereich der Rippe 30 einige der durch die Ausnehmungen 37 definierten Vorsprünge 38 des Sicherungselements 35 in Axialrichtung derart verlängert sind, dass sie im montierten Zustand in die Einfädelöffnungen 34 eingreifen. Hierdurch kann eine exakte Montageposition für das Sicherungselement 35 vorgegeben werden.

[0021] Fig. 2 bis 6b zeigen ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors 20, bei welchem der Rotorgrundkörper 21 auf zwei unterschiedlichen Durchmessern Einfädelöffnungen 33 und 34 aufweist, um die Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 bzw. die auf unterschiedlichen Durchmessern positionierten Vorsprünge 31 und 32 der Schaufelfüße 23 in die Umfangsnut 24 einzufädeln. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung kann der Rotorgrundkörper auch lediglich auf einem Durchmesser Einfädelöffnungen für die Vorsprünge der Schaufelfüße aufweisen.

[0022] So zeigt Fig. 7a einen Rotorgrundkörper 21 mit einer Umfangsnut 24, wobei lediglich die radial außenliegende Rippe 30 des profilierten Nutwandschenkels 27 mindestens eine Einfädelöffnung 34 für den radial außenliegenden Vorsprung 32 des Schaufelfußes 23 eines Laufschaufelsegments 22 (siehe Fig. 7b) aufweist. Über den Umfang können symmetrisch mehrere derartige Einfädelöffnungen 34 in die umlaufende Rippe 30 integriert sein. Die Abmessungen der Einfädelöffnungen 34 an der radial außenliegenden Rippe 30 sind dann wiederum an die Abmessungen der radial außenliegenden Vorsprünge 32 der Schaufelfüße 23 der Laufschaufelsegmente 22 angepasst. In diesem Fall kann sich der radial innenliegende Vorsprung 31 des Schaufelfußes 23 über die gesamte Umfangserstreckung des Schaufelfußes 23 erstrecken. Zur Montage der Laufschaufelsegmente 22 wird im Ausführungsbeispiel der Fig. 7a und 7b so vorgegangen, dass die Laufschaufelsegmente mit den radial innenliegenden Vorsprüngen 31 in die Umfangsnut 24 schräg eingesetzt und dann in Richtung auf den Nutwandschenkel 27 verschwenkt werden, um so den radial außenliegenden Vorsprung 32 durch die Einfädelöffnung 34 der radial außenliegenden Rippe 30 des Nutwandschenkels 27 einzuführen und so das Laufschaufelsegment 22 in die Umfangsnut 24 des Rotorgrundkörpers 21 einzufädeln.

[0023] Alternativ kann, wie Fig. 8a und 8b zeigen, auch mindestens eine Einfüllöffnung 33 im Bereich der radial innenliegenden Rippe 29 des Rotorgrundkörpers 21 vor-

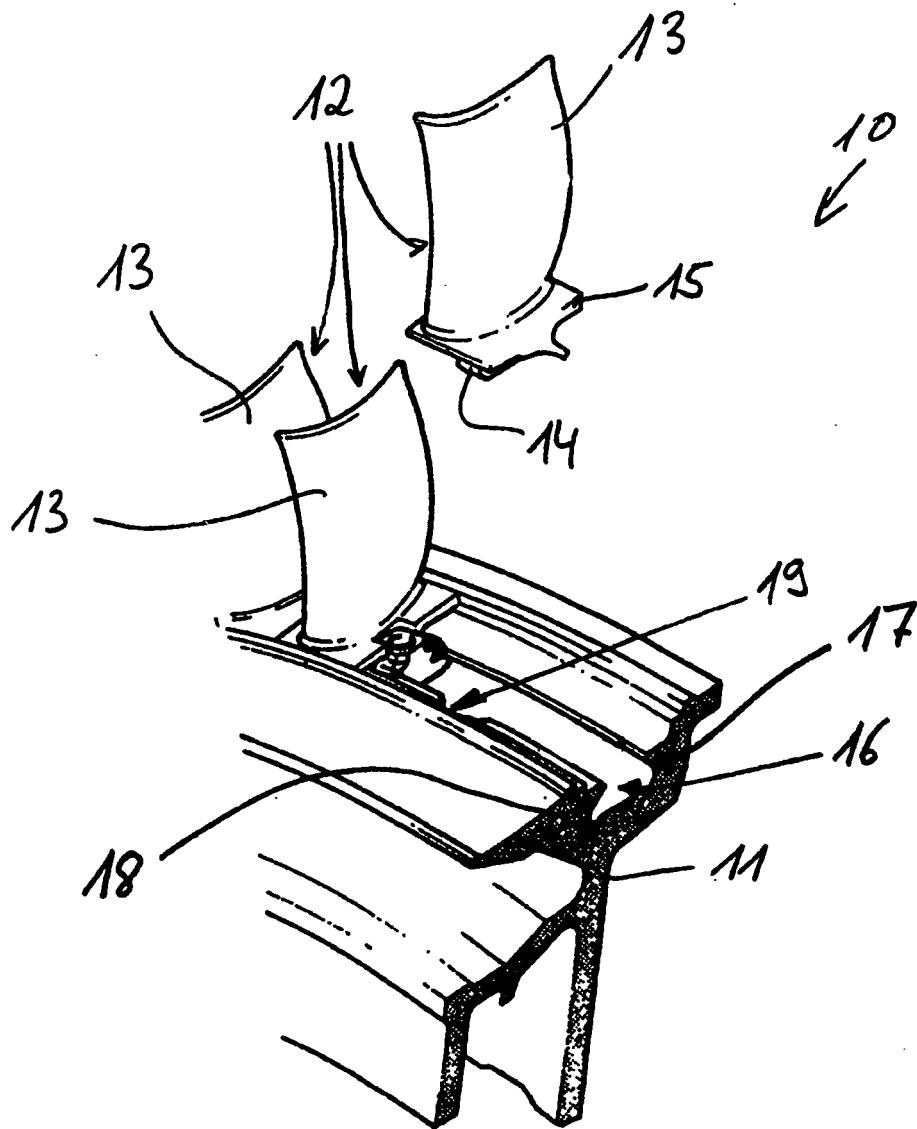
handen sein, wohingegen im Bereich der radial außenliegenden Rippe 30 des Nutwandschenkels 27 des Rotorgrundkörpers 21 keine Einfädelöffnung vorhanden ist. In diesem Fall erstreckt sich dann der radial außenliegende Vorsprung 32 des Schaufelfußes 23 eines Laufschaufelsegments 22 über die gesamte Umfangsabmessung desselben, wobei zur Montage der Laufschaufelsegmente dieselben im Bereich des radial außenliegenden Vorsprungs 32 schräg auf die radial außen liegende Rippe 30 aufgesetzt und dann im Sinne einer Einschwenkbewegung in Richtung auf die Rippe 29 in die Umfangsnut 24 eingeschwenkt werden, wobei dann der radial innenliegende Vorsprung 31 des Schaufelfußes 23 durch die radial innenliegende Einfädelöffnung 33 eingeschwenkt wird.

[0024] Das erfindungsgemäße Prinzip eines Gasturbinenrotors ist besonders vorteilhaft bei der Befestigung von Laufschaufelsegmenten in einer Umfangsnut eines Rotorgrundkörpers des Gasturbinenrotors. Es ist jedoch auch möglich, auf die erfindungsgemäße Art und Weise Einzelschaufeln in einer Umfangsnut eines Gasturbinenrotors zu befestigen. In Umfangsrichtung entspricht eine Breite der Schaufelfüße der Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente annähernd einer Breite von Plattformen derselben. Bei Laufschaufeln bzw. Laufschaufelsegmenten mit Außendeckbändern kann auf die aus dem Stand der Technik bekannte Z-Verklüftung verzichtet werden, wodurch sich eine einfachere Montage für einen Gasturbinenrotor ergibt.

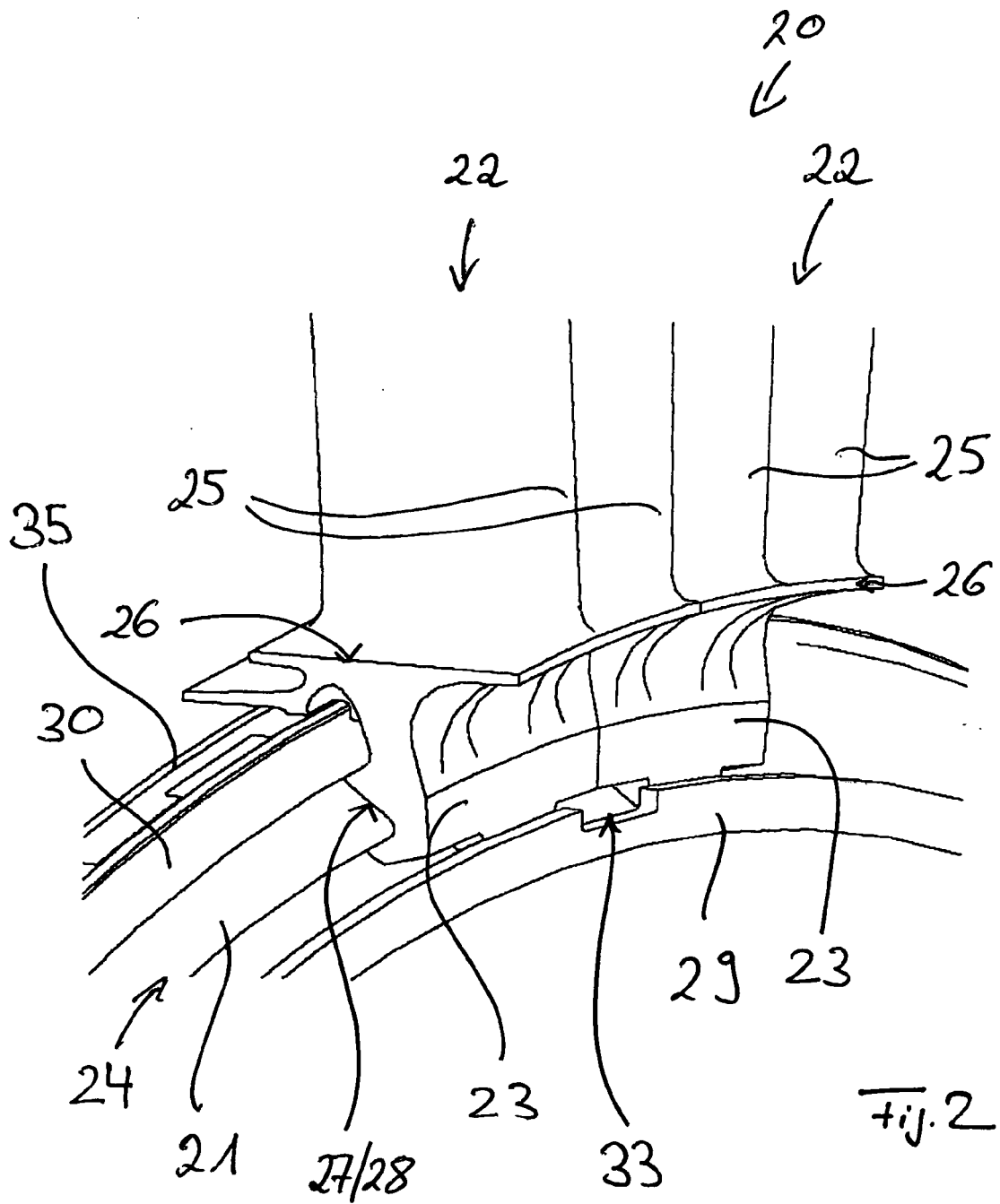
Patentansprüche

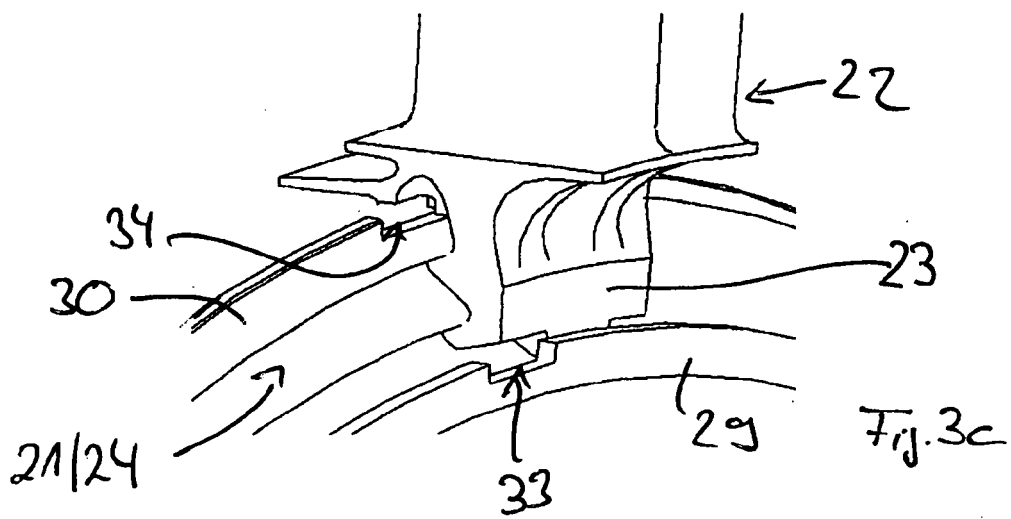
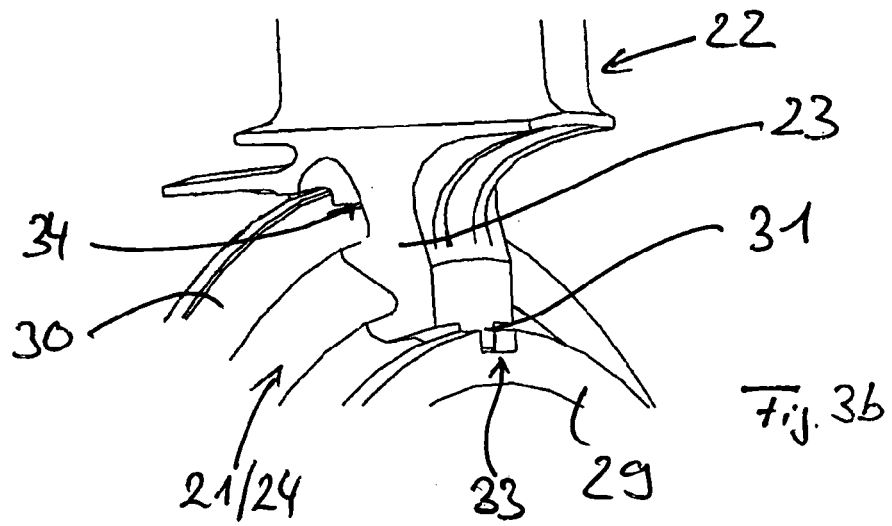
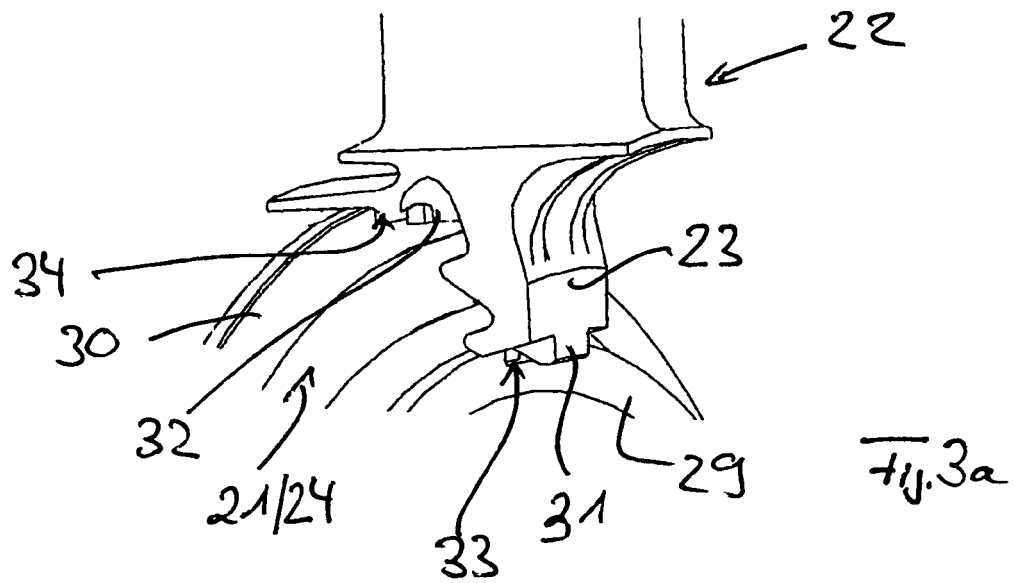
1. Rotor einer Turbomaschine, insbesondere Gasturbinenrotor, mit einem Rotorgrundkörper (21), wobei der Rotorgrundkörper (21) eine sich in Umfangsrichtung des Rotorgrundkörpers erstreckende Nut (24) aufweist, und mit mehreren Laufschaufeln oder Laufschaufelsegmenten (22), wobei die Laufschaufeln oder die Laufschaufelsegmente (22) über jeweils einen Schaufelfuß (23) in der sich in Umfangsrichtung erstreckenden Nut (24) des Rotorgrundkörpers (21) verankert sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nut (24) ausschließlich an einer Seite einen profilierten Nutwandschenkel (27) aufweist, an welchem die Schaufelfüße (23) der Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente (22) mit korrespondierend profilierten Tragflanken (28) anliegen.
2. Rotor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Umfangsrichtung eine Breite der Schaufelfüße (23) annähernd einer Breite von Plattformen (26) der Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente (22) entspricht.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2,

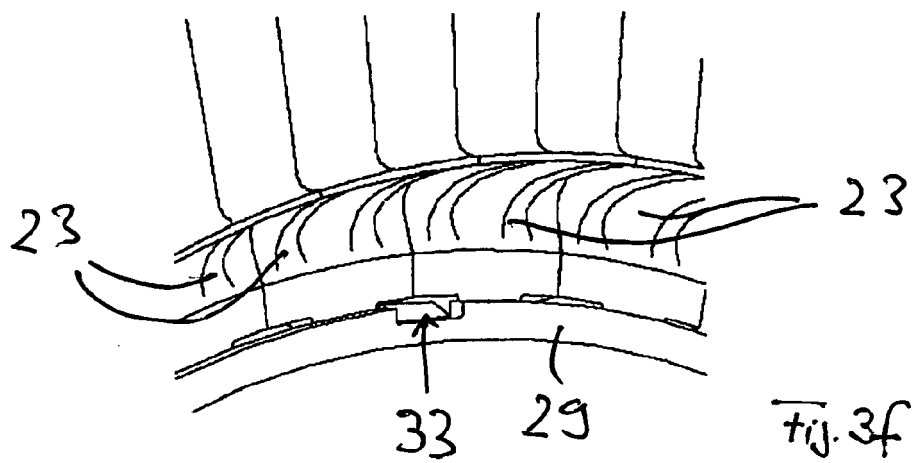
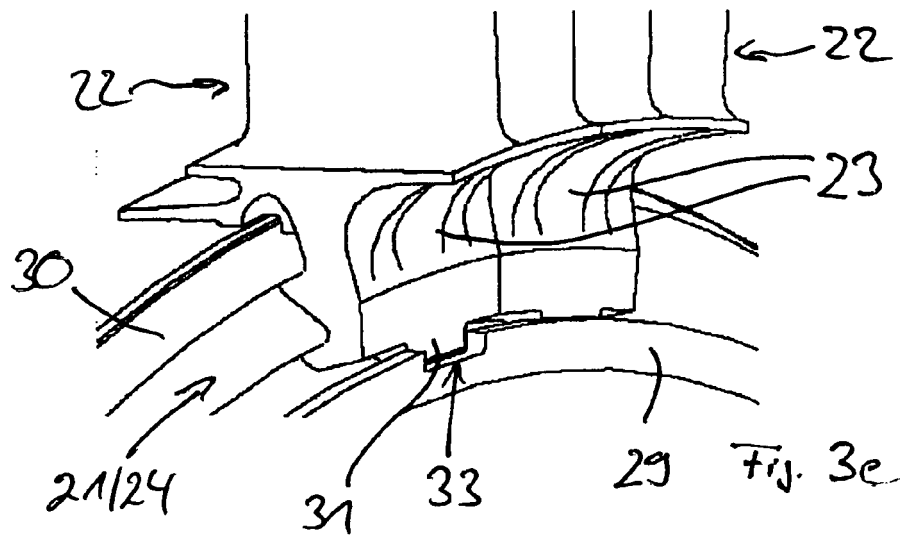
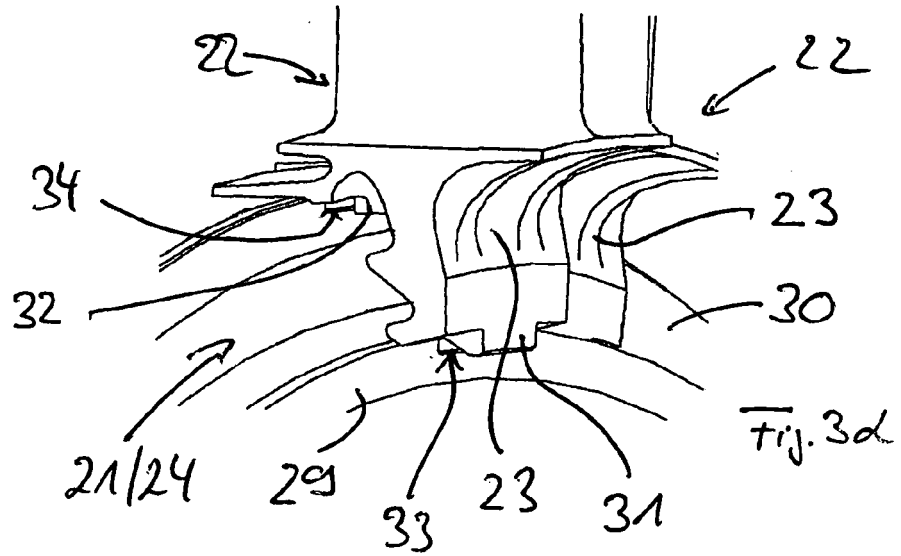
- dadurch gekennzeichnet,**
dass die Schaufelfüße (23) der Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente (22) auf mindestens zwei unterschiedlichen Durchmessern jeweils mindestens einen Vorsprung (31, 32) aufweisen, wobei die Vorsprünge (31, 32) die Schaufelfüße (23) in der Nut (24) formschlüssig sichern. 5
4. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, 10
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaufelfüße (23) auf zwei unterschiedlichen Durchmessern jeweils mindestens einen sich nach radial innen erstreckenden Vorsprung (31, 32) aufweisen, wobei die Vorsprünge (31, 32) die Laufschaufeln oder die Laufschaufelsegmente (22) in der Nut (24) einerseits in ihrer Axialposition und andererseits gegen Verkippen sichern. 15
5. Rotor nach Anspruch 3 oder 4, 20
dadurch gekennzeichnet,
dass die auf unterschiedlichen Durchmessern positionierten Vorsprünge (31, 32) in etwa auf derselben Umfangsposition angeordnet sind. 25
6. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 5, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorsprünge (31, 32) der Schaufelfüße (23) umlaufende Rippen 29, 30 der sich Umfangsrichtung erstreckenden Nut (24) bzw. des Rotorgrundkörpers (21) teilweise überlappen bzw. hintergreifen. 35
7. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, 40
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nut (24) bzw. der Rotorgrundkörper (21) auf mindestens einem Durchmesser mindestens eine Einfädelöffnung (33, 34) für jeweils einen Vorsprung (31, 32) der Schaufelfüße (23) aufweist. 45
8. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, 50
dadurch gekennzeichnet,
dass die Nut (24) bzw. der Rotorgrundkörper (21) auf zwei unterschiedlichen Durchmessern jeweils mindestens eine Einfädelöffnung (33, 34) für jeweils einen Vorsprung (31, 32) der Schaufelfüße (23) aufweist. 55
9. Rotor nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die auf unterschiedlichen Durchmessern positionierten Einfädelöffnungen (33, 34) in etwa auf derselben Umfangsposition angeordnet sind.
10. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 9,
- dadurch gekennzeichnet,**
dass die oder jede Einfüllöffnung (33, 34) in eine Rippe (29, 30) bzw. einen Abschnitt des Rotorgrundkörpers (21) integriert ist, der im Betrieb einem relativ geringen Spannungsniveau ausgesetzt ist.
11. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 10,
gekennzeichnet durch
mindestens ein mit Vorsprüngen (31, 32) der Schaufelfüße (23) zusammenwirkendes Sicherungselement (35), wobei das oder jedes Sicherungselement (35) die Laufschaufeln oder die Laufschaufelsegmente (22) in der Nut (24) in ihrer Umfangsposition sichert.
12. Rotor nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass das oder jedes Sicherungselement (35) mehrere Ausnehmungen (37) aufweist, wobei die radial außenliegenden Vorsprünge (32) der Schaufelfüße (23) zur formschlüssigen Sicherung der Umfangsposition der Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente (22) in die Ausnehmungen (37) des Sicherungselements (35) im Sinne einer Verzahnung eingreifen.
13. Rotor nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das oder jedes Sicherungselement (35) am Rotorgrundkörper (21) befestigt ist.
14. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaufelfüße (23) ausschließlich auf einer Seite eine tannenbaumähnlich profilierte Tragflanke (28) aufweisen, die dem profilierten Nutwandschenkel (27) der Nut (24) zugewandt ist.
15. Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk, mit mindestens einem Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14.

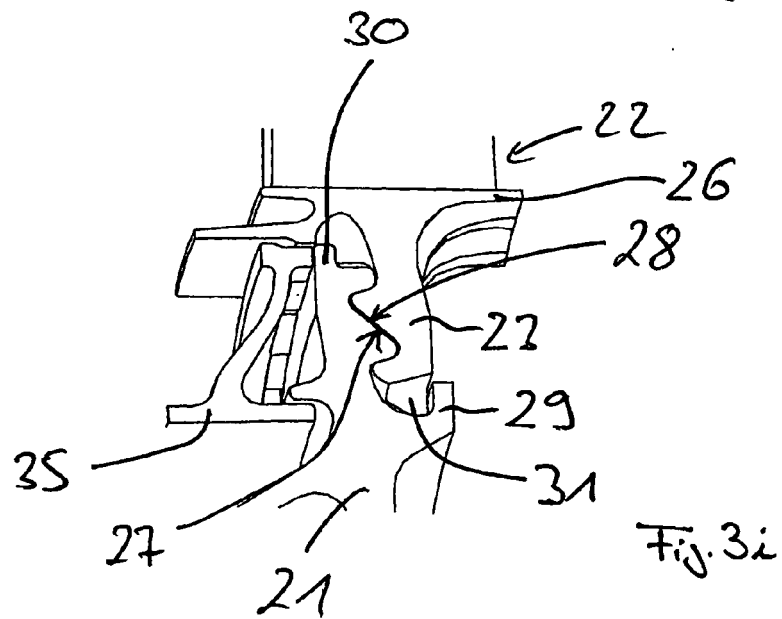
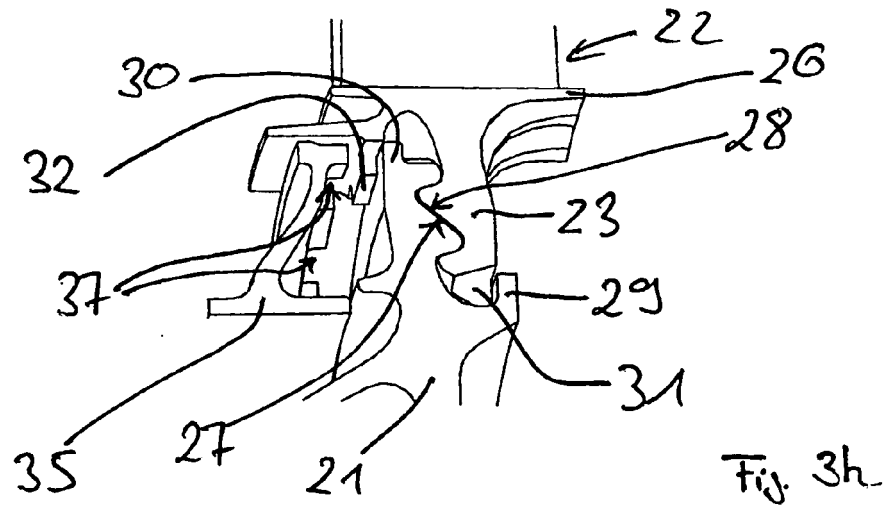
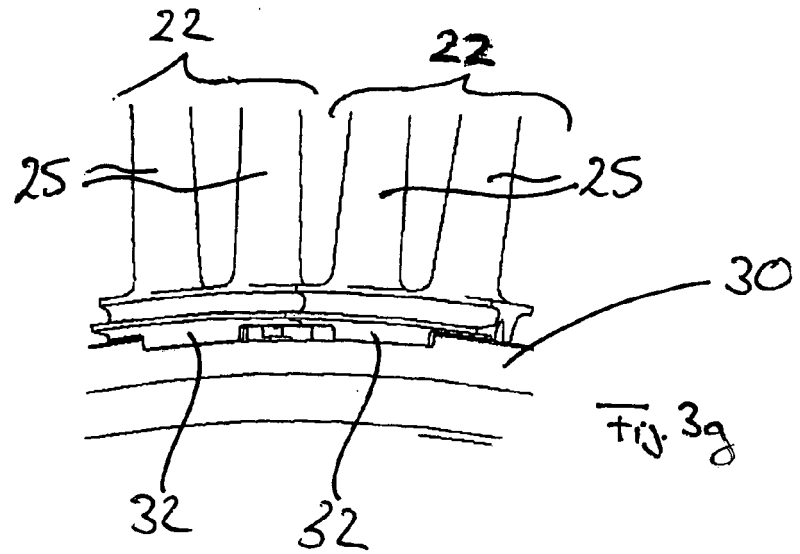


STAND DER TECHNIK









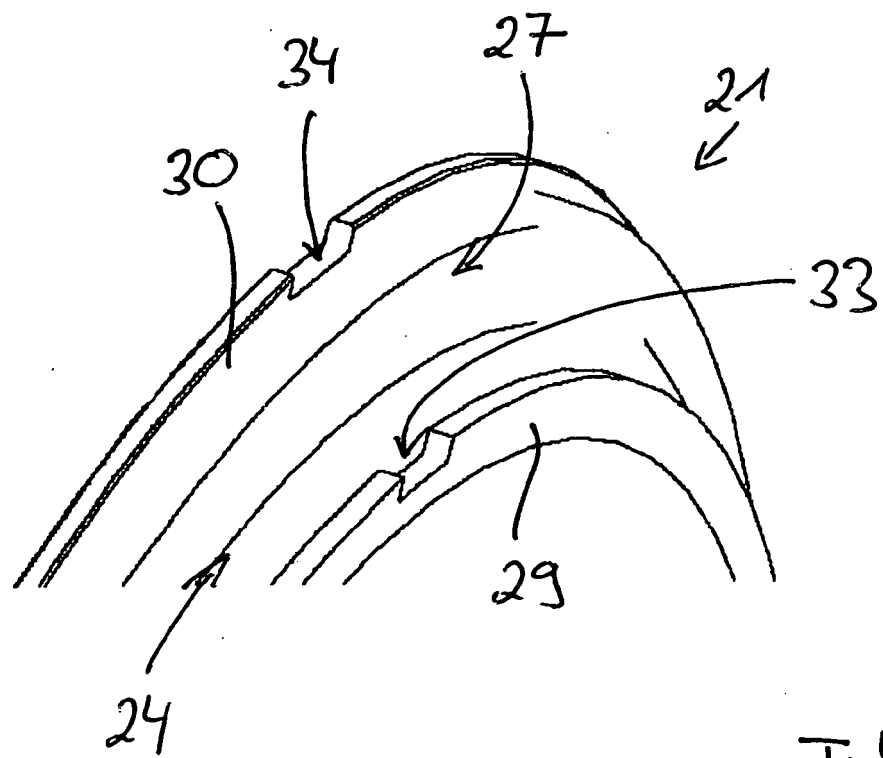


Fig. 4

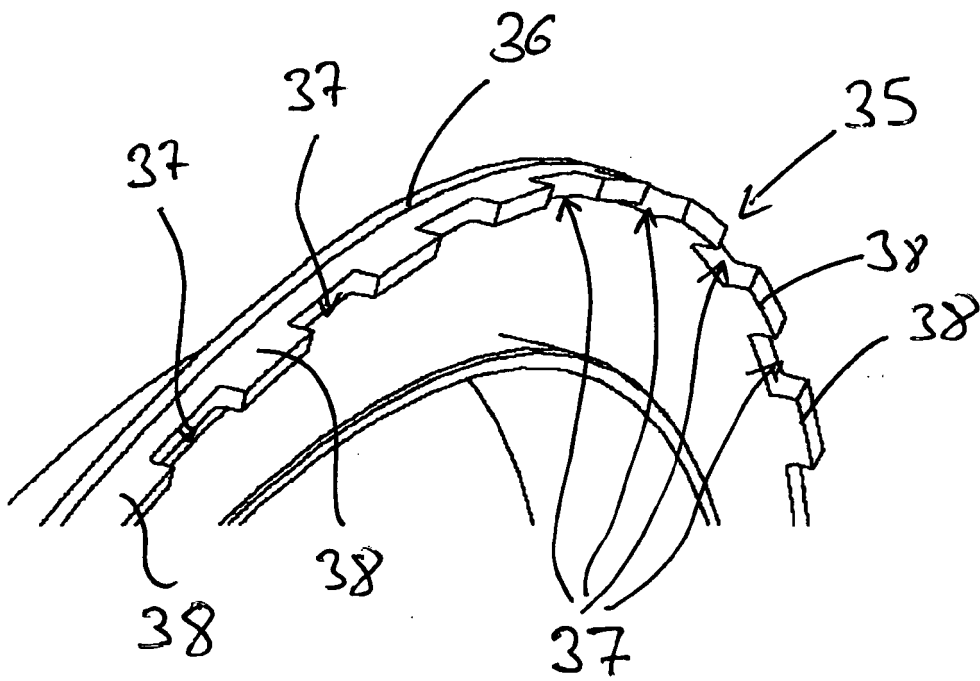


Fig. 5

