



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 003 511 A1 2006.07.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 003 511.6

(22) Anmeldetag: 26.01.2005

(43) Offenlegungstag: 27.07.2006

(51) Int Cl.⁸: F01D 5/30 (2006.01)

(71) Anmelder:

MTU Aero Engines GmbH, 80995 München, DE

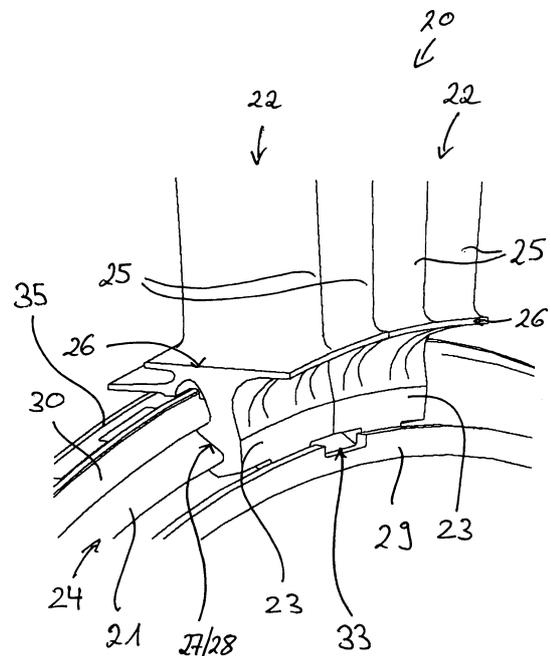
(72) Erfinder:

Klingels, Hermann, 85221 Dachau, DE; Rued,
Klaus-Peter, Dr., 82194 Gröbenzell, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Rotor einer Turbomaschine, insbesondere Gasturbinenrotor

(57) Zusammenfassung: 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 Schaufelfuß (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 Schaufelfüße (23) der Laufschaufeln oder der Laufschaufelsegmente (22) mit korrespondierend profilierten Tragflanken (28) anliegen.



Beschreibung

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

Stand der Technik

[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 Beschauelung 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.

Aufgabenstellung

[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-Verklantung 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 Umfangersposition 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:

Ausführungsbeispiel

[0009] [Fig. 1](#) einen Ausschnitt aus einem Gasturbinenrotor nach dem Stand der Technik in perspektivischer Seitenansicht;

[0010] [Fig. 2](#) einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in perspektivischer Seitenansicht;

[0011] [Fig. 3a](#) bis [Fig. 3i](#) den erfindungsgemäßen Gasturbinenrotor der [Fig. 2](#) in verschiedenen Montagepositionen aus unterschiedlichen perspektivischen Ansichten;

[0012] [Fig. 4](#) eine Rotorscheibe des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors der [Fig. 2](#) in perspektivischer Seitenansicht;

[0013] [Fig. 5](#) ein Sicherungselement des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors der [Fig. 2](#) in perspektivischer Seitenansicht;

[0014] [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) ein Laufschaufelsegment des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors der [Fig. 2](#) in perspektivischer Seitenansicht;

[0015] [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) eine Rotorscheibe und ein Laufschaufelsegment eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung jeweils in perspektivischer Seitenansicht; und

[0016] [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) eine Rotorscheibe und ein Laufschaufelsegment eines erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung jeweils in perspektivischer Seitenansicht.

[0017] Bevor nachfolgend unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) bis [Fig. 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.

[0018] [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.

[0019] 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.

[0020] [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 [Fig. 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.

[0021] 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 Ausführungs-

beispiel 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.

[0022] 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.

[0023] 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 [Fig. 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 [Fig. 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.

[0024] 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.

[0025] Die Vorgehensweise bei der Montage des erfindungsgemäßen Gasturbinenrotors **20**, der aus mehreren Laufschaufelsegmenten **22** gemäß [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#), einem Rotorgrundkörper **21** gemäß [Fig. 4](#) und einem Sicherungselement **35** gemäß [Fig. 5](#) besteht, wird nachfolgend unter Bezugnahme auf [Fig. 3a](#) bis [Fig. 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 [Fig. 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 [Fig. 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 Schaufel-

füße **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 Dichtring einer sogenannten Inner Air Seal Dichtung ausgeführt.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] [Fig. 2](#) bis [Fig. 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.

[0030] 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 [Fig. 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.

[0031] Alternativ kann, wie [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) zeigen, auch mindestens eine Einfüllöffnung **33** im Bereich der radial innenliegenden Rippe **29** des Rotorgrundkörpers **21** vorhanden 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 außenliegende 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.

[0032] Das erfindungsgemäße Prinzip eines Gas-

turbinenrotors 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.

Bezugszeichenliste

10	Gasturbinenrotor
11	Rotorgrundkörper
12	Laufschaufel
13	Schaufelblatt
14	Schaufelfuß
15	Schaufelplattform
16	Nut
17	Nutwandschenkel
18	Nutwandschenkel
19	Einkerbung
20	Gasturbinenrotor
21	Rotorgrundkörper
22	Laufschaufelsegment
23	Schaufelfuß
24	Umfangsnut
25	Schaufelblatt
26	Plattform
27	Nutwandschenkel
28	Tragflanke
29	Rippe
30	Rippe
31	Vorsprung
32	Vorsprung
33	Einfädelöffnung
34	Einfädelöffnung
35	Sicherungselement
36	Rippe
37	Ausnehmung
38	Vorsprung

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.

4. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, 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.

5. Rotor nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die auf unterschiedlichen Durchmessern positionierten Vorsprünge (31, 32) in etwa auf derselben Umfangsposition angeordnet sind.

6. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 5, 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.

7. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (24) bzw. der Rotorgrundkörper (21) auf mindestens einem Durchmesser mindestens eine Einfädelöffnung (33, 34) für jeweils einen Vorsprung (32, 32) der Schaufelfüße (23) aufweist.

8. Rotor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, 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.

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.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

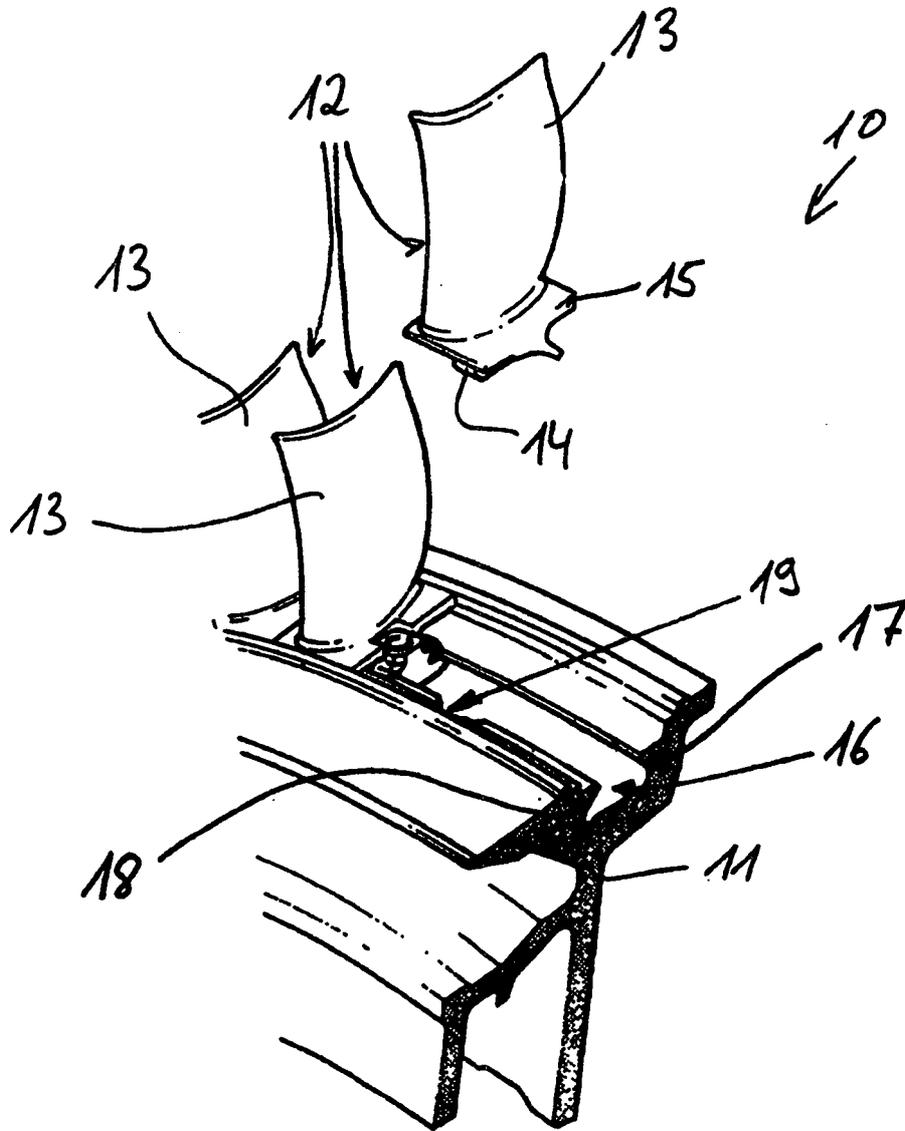
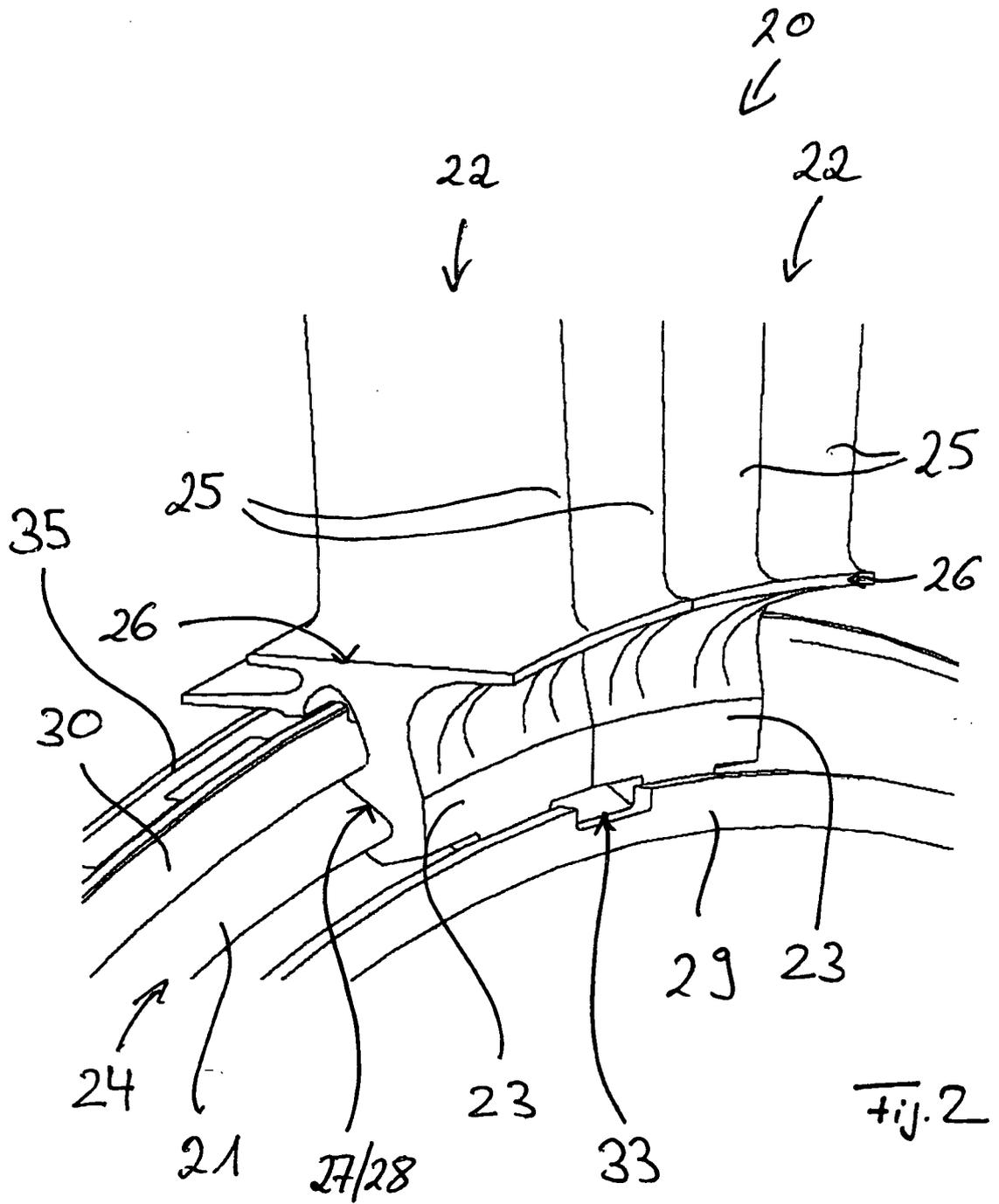
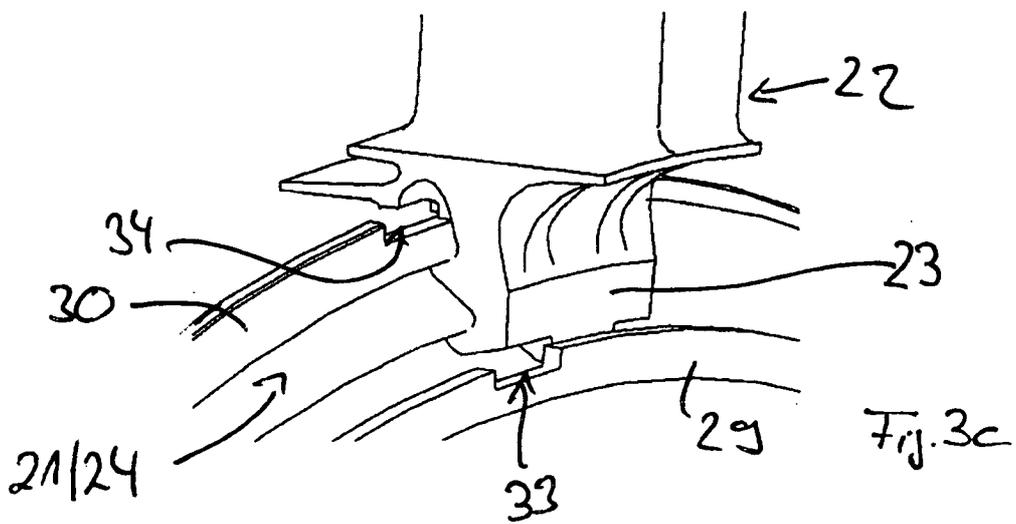
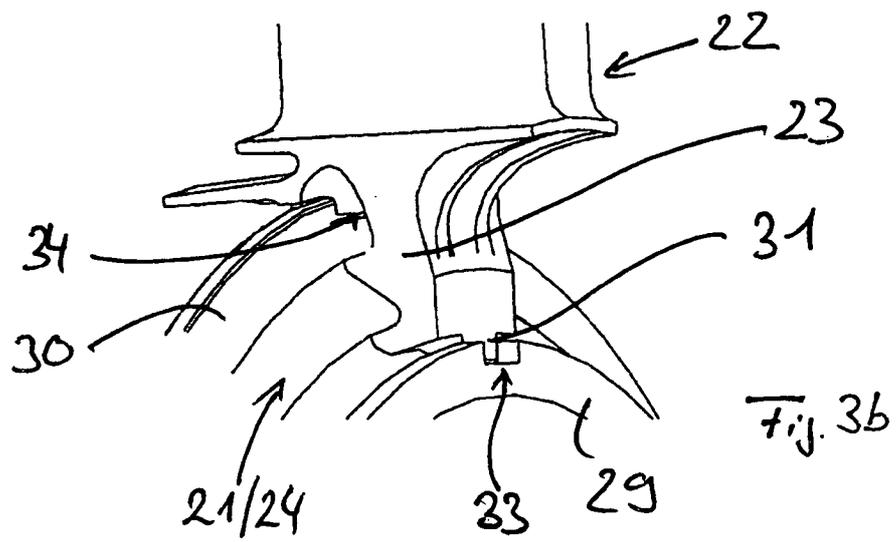
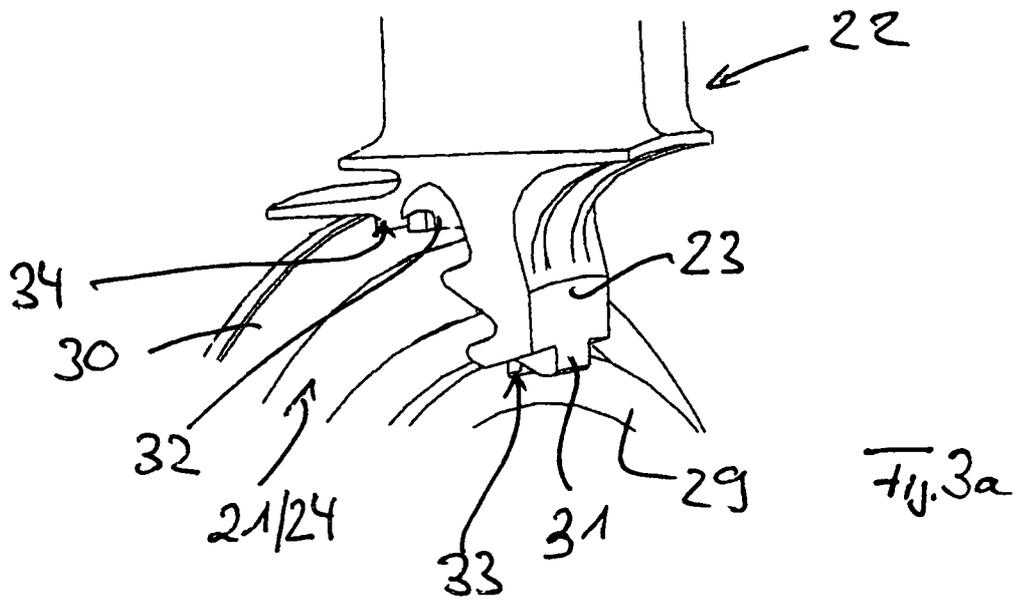
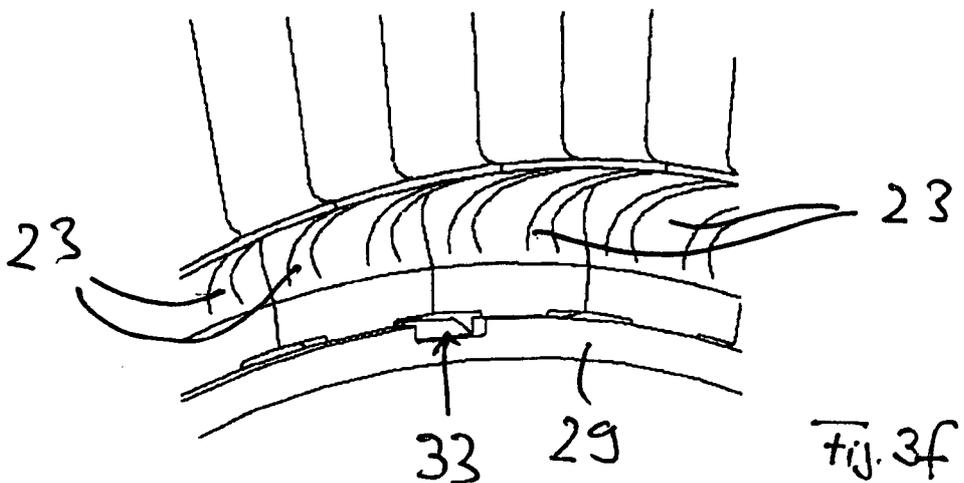
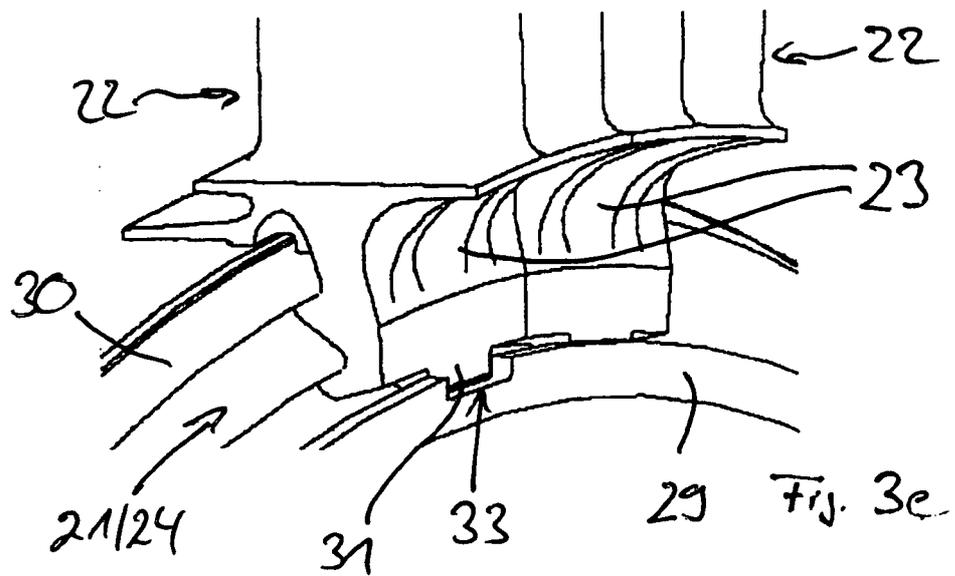
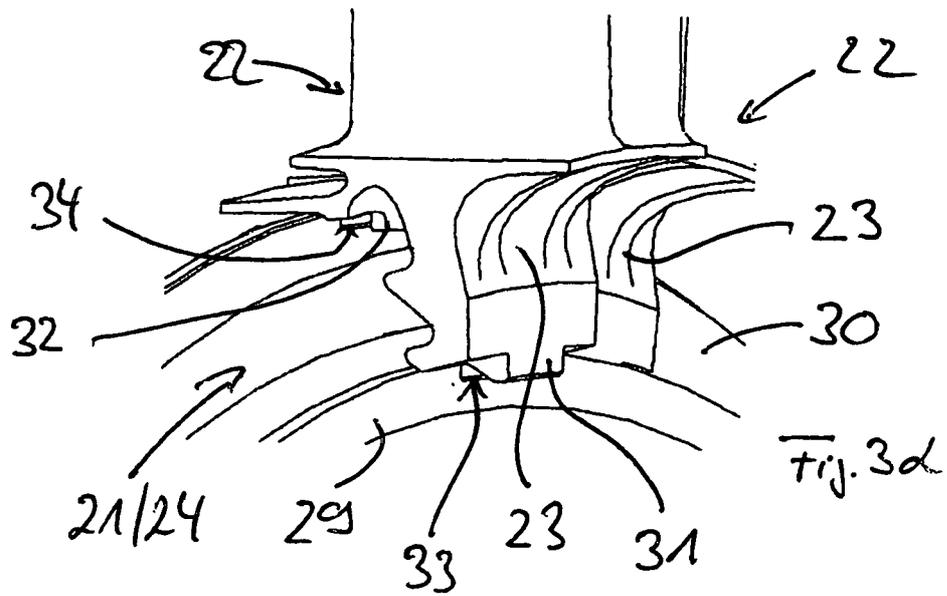


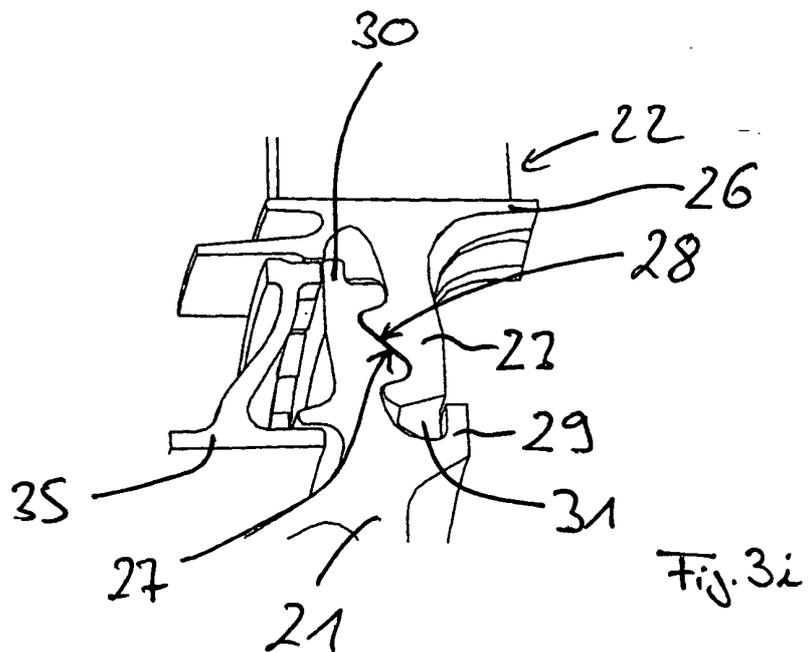
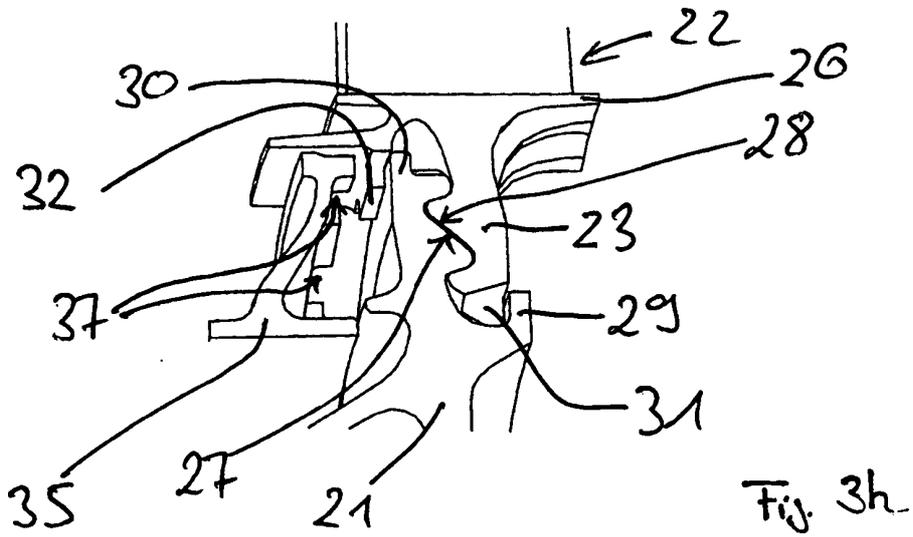
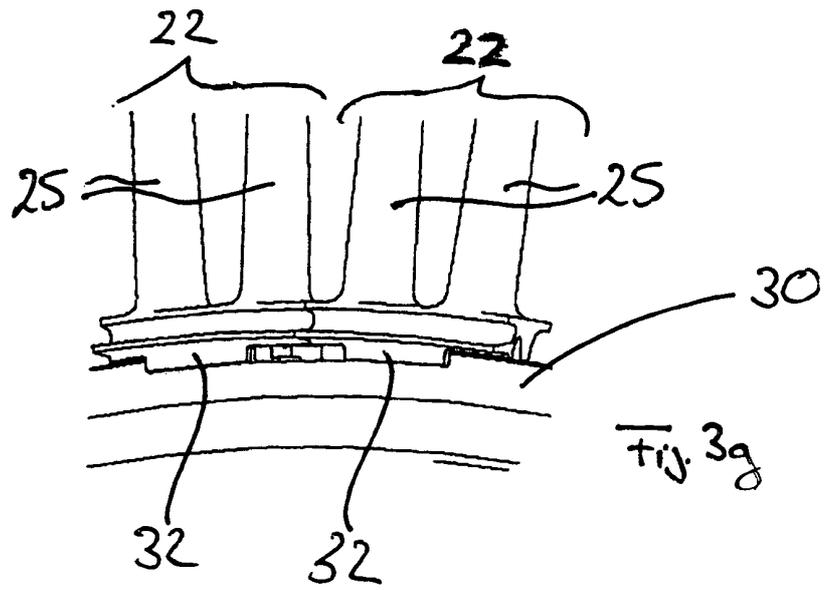
Fig. 1

STAND DER TECHNIK









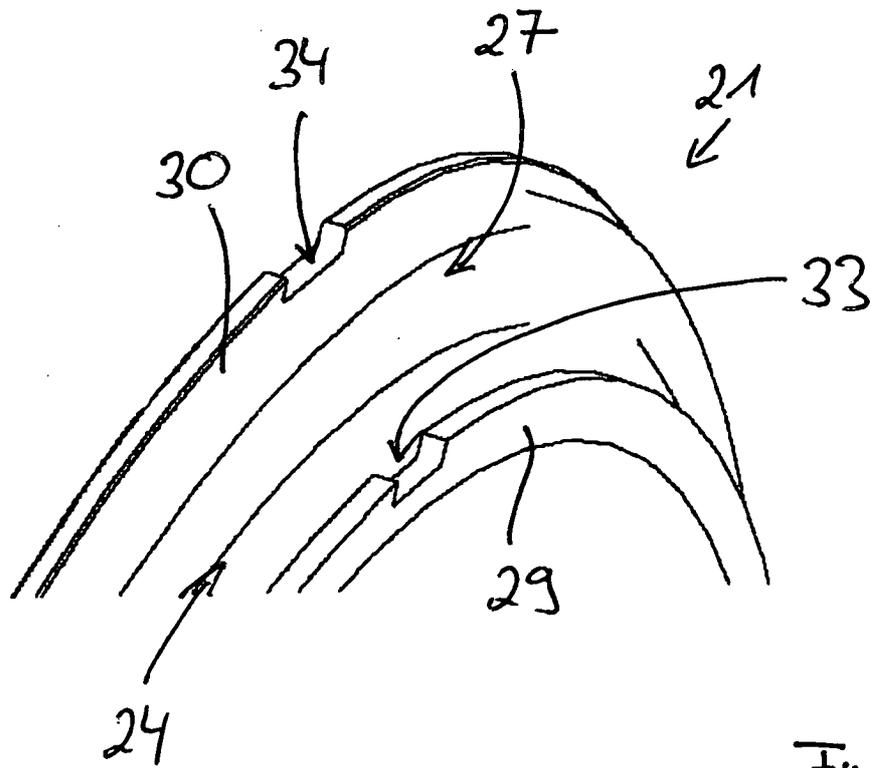


Fig. 4

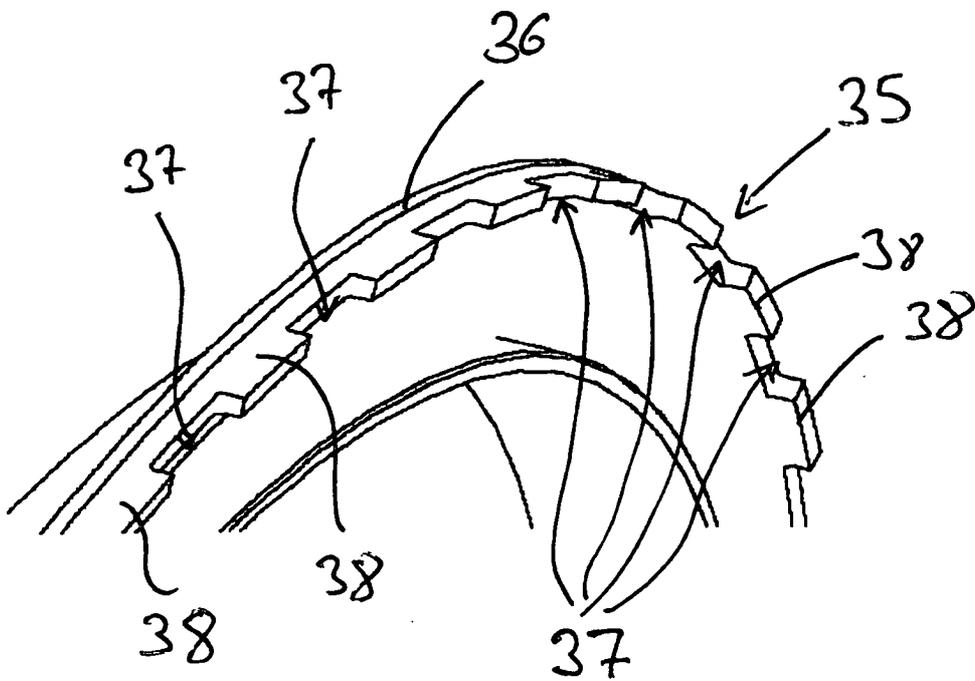


Fig. 5

