

(19)



(11)

EP 2 884 052 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

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

F04D 29/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13197194.7**

(22) Anmeldetag: **13.12.2013**

**(54) ROTOR FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE MIT GESCHLOSSENEM
STRÖMUNGSKONTURRING UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DESSELBEN**

ROTOR FOR A TURBOMACHINE HAVING A CLOSED FLOW CONTOUR RING AND METHOD FOR
MANUFACTURING THE SAME

ROTOR POUR UNE TURBOMACHINE AVEC BAGUE D'ÉCOULEMENT FERMÉE PROFILÉE ET
SON PROCÉDÉ DE FABRICATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.06.2015 Patentblatt 2015/25

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dreymann, Marco
46240 Bottrop (DE)**
• **Porsch, Erik
47249 Duisburg (DE)**
• **Zelmer, Dimitri
45329 Essen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 0 709 548 DE-A1- 2 312 631
DE-B- 1 196 017 FR-A1- 2 973 847
US-A- 2 683 583**

EP 2 884 052 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft im Wesentlichen eine als Turbine oder als Axialverdichter ausgebildete Strömungsmaschine, entlang deren Strömungspfad abwechselnd Reihen aus an einem drehfesten Träger befestigte Leitschaufeln und an einem Rotor befestigte Laufschaufeln aufeinander folgen, wobei zumindest eine der Leitschaufelreihen freistehende Leitschaufeln umfasst und eine der dieser Leitschaufelreihe unmittelbar benachbarten Laufschaufelreihen Laufschaufeln umfasst, die jeweils in sich zumindest teilweise in Axialrichtung erstreckende Haltenuten eingesetzt sind. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Rotors eines Verdichters aus mehreren Rotorgrundelementen.

[0002] Strömungsmaschinen und Axialverdichter sind in vielfältiger Art und Weise aus dem umfangreichen Stand der Technik bekannt. Grundlegend weisen sie aufeinanderfolgend Schaufelreihen auf, die entweder aus Leitschaufeln gebildet an einem drehfesten Träger befestigt sind. Der Träger kann bspw. als Leitschaufelträger oder auch als Gehäuse ausgestaltet sein. Beides sind ringförmige Gebilde, in dessen Inneren ein Rotor drehbar gelagert ist. Oder die Reihen werden aus Laufschaufeln gebildet, die zumeist an einem Wellenbund des Rotors befestigt sind.

[0003] Die Schaufelblätter der Schaufeln sind im ringförmigen Strömungspfad angeordnet, welcher sich in der Regel zwischen dem Träger und dem Rotor axial erstreckt. Zur Befestigung der Leitschaufeln und Laufschaufeln in Reihen sind dabei unterschiedliche Konzepte im Stand der Technik bekannt: Sowohl Leitschaufeln als auch Laufschaufeln können an ihrem entsprechenden Träger (dem Leitschaufelträger oder auch am Rotor) in Umfangsnuten eingeschoben sein. Häufig weisen die Umfangsnuten dann im Querschnitt eine hammerförmige Kontur auf, in welche die korrespondierend ausgeführten Schaufelfüße der Leitschaufeln bzw. Laufschaufeln eingeschoben sind. Bei in Umfangsnuten angeordneten Schaufeln sitzen alle Schaufeln einer Reihe in ein und derselben Nut. Diese Schaufeln werden als Schaufeln mit einem Radialfußdesign bezeichnet. Alternativ ist für Laufschaufeln bekannt, dass anstelle von einer gemeinsamen Umfangsnut für jede Schaufel eine eigene Haltenut vorhanden ist, die sich dann jeweils hauptsächlich in Axialrichtung des Rotors erstreckt. Im letztgenannten Fall sind dann die einander korrespondierenden Konturen von Haltenut und Schaufelfuß schwalbenschwanzförmig oder auch tannenbaumförmig ausgestaltet. Diese Fußkonstruktionen werden nachfolgend als Axialfußdesign bezeichnet.

[0004] Dabei sind alle Schaufeln zumindest fußseitig befestigt. Bezogen auf ringförmige Strömungspfade sind somit die Leitschaufeln radial außen an der Strömungspfadbegrenzung befestigt und die Laufschaufeln radial innen.

[0005] Sowohl für Laufschaufeln als auch für Leit-

schaufeln ist es bekannt, das kopfseitige Ende der Schaufelblätter frei enden zu lassen. Diese freistehenden Schaufeln weisen dann Schaufelspitzen auf, die vom Schaufelblatt selber geformt sind. Anstelle dessen ist es ebenso sowohl für Leitschaufeln als auch für Laufschaufeln bekannt, an den kopfseitigen Enden der Schaufelblätter Plattformen vorzusehen, welche mit den Nachbarschaufeln des betreffenden Schaufelkranzes gekoppelt sind. Derartige Schaufeln werden auch als Deckbandschaufeln bezeichnet. Weiterhin ist es für Leitschaufeln bekannt, dass deren kopfseitigen Enden über einen gemeinsamen Innenring starr koppelt werden. Dieser somit nabenseitig angeordnete Innenring bildet gleichzeitig auch die dortige Begrenzung des Strömungspfad.

[0006] Es hat sich jedoch herausgestellt, dass bei Strömungsmaschinen, deren Gehäuse eine Teilfuge aufweist, manche Kombinationen dieser unterschiedlichen Konstruktionen nicht oder nur schwer realisierbar sind. Derartige Strömungsmaschinen werden so zusammengesetzt, dass deren mit Schaufeln bestückter Rotor zuerst in eine untere Gehäusehälfte eingelegt wird, wonach der Rotor dann durch Ablegen der oberen Gehäusehälfte auf der unteren zugedeckt wird. Dies ist auch als Radialbauweise bekannt und steht im Gegensatz zu einer Axialbauweise, wie sie bei Flugzeug-Triebwerken Anwendung findet. Bei Strömungsmaschinen in Radialbauweise benötigen freistehende Leitschaufeln eine rotorseitige zumeist rotationssymmetrische Wandfläche am Rotor, die den Spitzen der freistehenden Leitschaufeln gegenüberliegt und lokal den Strömungspfad radial innen begrenzt. Dieses Erfordernis machte bisher an dieser Stelle die Verwendung von Laufschaufeln mit Axialfußdesign unmöglich, da deren Haltenuten an gleicher Stelle einen Freiraum erfordern, um die Laufschaufeln während der Montage zuerst auf den entsprechenden Radius zu positionieren und dann durch die axiale Verschiebewegung in die betreffende Haltenut einschieben zu können.

[0007] Durch die Notwendigkeit des Freiraums seitlich der Haltenut wurde an diesen axialen Positionen zumeist ein Leitschaufeldesign mit Innenring verwendet, wenn unmittelbar daneben Laufschaufeln mit Axialfußdesign verwendet wurden.

[0008] Prinzipiell sind Laufschaufeln mit einem Radialfußdesign kostenintensiver zu fertigen im Vergleich zu Laufschaufeln mit Axialfußdesign. Leitschaufelreihen, die kopfseitig einen Innenring aufweisen, sind in der Herstellung und Montage sehr komplex. Zudem sind im Betrieb diese störanfälliger. Weiter ist eine Abdichtung zwischen dem Innenring und dem Rotor erforderlich, was die Komplexität des Systems erhöht, wenn nur geringe Leckagen gewünscht sind.

[0009] Weiter hat sich als nachteilig herausgestellt, dass bei freistehenden Leitschaufeln das Aufbringen einer abreibenden Schicht auf dem Rotor im Bereich zwischen zwei Laufschaufelreihen nur aufwändig realisierbar ist und zu einer teuren Fertigung führt.

[0010] Aus diesen Gründen besteht der Wunsch, freistehendes Leitschaufeldesign mit Laufschaufeln, die Axialfußdesign aufweisen, an jeder Stelle der Strömungsmaschine verwenden zu können. Im Stand der Technik offenbart beispielsweise die DE 1 196 017 einen Trommelläufer für axiale Strömungsmaschinen, bei dem ein auftrennbarer Zwischenring zwischen den Rädern zweier einander benachbarter Scheiben zur Abdeckung des dort vorhandenen Zwischenraums vorgesehen ist. Im Auftrennbereich ist der Zwischenring stufenförmig oder sägezahnförmig gestaltet um so ein nach innen eindrückbares Ende bereitzustellen. Nach innen eingedrückt, wird eine der seitlichen Öffnungen der Axialnuten von der Laufschaufel freigelegt, so dass anschließend letztere dem Rotor entnehmbar ist. Es wird als nachteilig empfunden, dass der Ring auftrennbar ist und somit während des Betriebs der Strömungsmaschine gegen Auftrennung gesichert werden muss.

[0011] Anstelle eines den Zwischenraum zwischen zweier benachbarter Ringe abdeckenden Zwischenrings ist aus der US 2,683,583 A1 ein geschlossener Ring bekannt, der axial an eine Seitenwand des Rotors verschoben werden kann, um die in dieser Seitenwand angeordneten Einführöffnungen von Haltenuten zu verschließen. Nachteilig ist jedoch, dass dieses Konzept lediglich für die vorderste Laufschaufelreihe eines Verdichters anwendbar ist, nicht aber für stromab davon angeordnete Schaufelreihen.

[0012] Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung eines Rotors für eine vorzugsweise in Radialbauweise gefertigte Strömungsmaschine und eine vorzugsweise in Radialbauweise gefertigte Strömungsmaschine der eingangs genannten Art, bei der insbesondere auch wiederholt freistehende Leitschaufeln einer Leitschaufelreihe unmittelbar benachbart zu in axialen Haltenuten sitzenden Laufschaufeln angeordnet sein können.

[0013] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird mit einem Rotor für eine Strömungsmaschine gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Darüber hinaus wird die auf die Strömungsmaschine gerichtete Aufgabe mit einer Strömungsmaschine gemäß den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Weiter lösen die Merkmale des Anspruchs 16 die Aufgabe, ein Verfahren zum Herstellen eines Rotors für eine Strömungsmaschine anzugeben.

[0014] Insgesamt wird mit der Erfindung eine technische Lösung vorgestellt, wie der bisher ringförmige Freiraum, welcher neben einem Wellenbund für die Montage von Laufschaufeln mit Axialfußdesign erforderlich ist, durch eine Abdeckung vollständig verschlossen werden kann, wobei die Abdeckung gleichzeitig die nabenseitige Begrenzung des Strömungskanals darstellen kann. Dadurch wird gewährleistet, dass unmittelbar neben besagten Laufschaufeln mit Axialfußdesign die Leitschaufeln freistehend ausgeführt werden können, d.h. ohne auf Innenringdesign von Leitschaufeln zurückzugreifen.

[0015] Der Rotor für eine Strömungsmaschine mit einem im Querschnitt ringförmigen Strömungspfad um-

fasst mithin zumindest einen endlosen Wellenbund, in dem sich zumindest teilweise axial erstreckende Haltenuten mit jeweils einer darin sitzenden Laufschaufel unter Bildung eines Schaufelkranzes vorgesehen sind, wobei der Rotor zumindest einen Strömungskonturring umfasst, welcher zumindest eine, maximal vier radial nach außen weisende Öffnungen als Zugang zu in entsprechender Anzahl vorhandenen Segmentfreiräumen aufweist, welcher Segmentfreiraum bzw. welche Segmentfreiräume stirnseitig zumindest einseitig, vorzugsweise beidseitig offen sind, und wobei der Strömungskonturring und/oder der restliche Rotor Mittel zur Befestigung einer den Zugang verschließenden Verschlussvorrichtung aufweist und wobei dieser Strömungskonturring seitlich des betreffenden Wellenbundes angeordnet ist und dessen bzw. deren Zugänge jeweils durch eine am betreffenden Strömungskonturring und/oder der restliche Rotor befestigte Verschlussvorrichtung verschlossen ist.

[0016] Insofern wird insbesondere bei gebauten Rotoren der geschlossene Strömungskonturring während der Montage der Rotorgrundelemente zwischen die beiden unmittelbar benachbarten Rotorgrundelemente angeordnet. Dieser füllt den für die Montage der Laufschaufeln bisher ringförmigen Freiraum zwischen den benachbarten Rotorgrundelementen größtenteils aus und hinterlässt zumindest einen Segmentfreiraum. Jeder Segmentfreiraum erstreckt sich nur über einen Teil des Umfangs des Strömungskonturings und ist in der Regel lediglich so groß gewählt, dass dieser maximal geringfügig größer ist als die Teilung des benachbarten Laufschaufelkranzes. Somit sind nun anstelle des bisherigen Ringfreiraumes ein bis vier Segmentfreiräume vorgesehen. Die Segmentfreiräume dienen bei fehlender Verschlussvorrichtung zum Ein- für die De-/Montage der Laufschaufeln sowie für die Platzierung einer De- bzw. Montagevorrichtung wie die eines Hydraulikzylinders, mit dessen Hilfe die Laufschaufeln in die Haltenut bzw. aus der Haltenut herausgedrückt werden können. Mithin bildet der geschlossene Strömungskonturring und die zu den Segmentfreiräumen in entsprechender Anzahl vorhandenen Verschlussvorrichtungen gemeinschaftlich eine Abdeckung, die den bisherigen Ringfreiraum so verschließt, dass ein für die Strömung stufenfreie nabenseitige Begrenzung im axialen Bereich freistehender Leitschaufeln gebildet wird.

[0017] Wenn dieser Rotor in einer Strömungsmaschine eingebaut ist, formt der erfindungsgemäße Strömungskonturring die nabenseitige Begrenzung des Strömungskanals im axialen Abschnitt der freistehenden Leitschaufeln.

[0018] Nach dem Herstellen des schaufellosen Rotors mit den beiden Rotorgrundelementen und dem dazwischen angeordneten Strömungskonturring ist in jede der im Wellenbund vorgesehenen Haltenut eine Laufschaufel einzuschieben. Zumindest ein Segmentfreiraum ist dabei noch nicht von der zugehörigen Verschlusseinrichtung verschlossen, sondern offen. Zur Montage jeder Laufschaufel ist der geschlossene Strömungskonturring

gegenüber den beiden Rotorgrundelementen derartig in Umfangsrichtung zu drehen, dass dessen Segmentfreiraum so angeordnet ist, dass in diesen von radial außen der Fuß der betreffenden Laufschaufel eingetaucht werden kann. Danach kann in die seitliche Öffnung der Haltenut besagter Schaufelfuß eingeschoben werden, bis dieservollständig von der Haltenut aufgenommen ist. Sodann kann der Strömungskonturring entsprechend der Teilung des Laufschaufelkranzes in Umfangsrichtung zur nächsten Haltenut gedreht werden, in welcher dann die nächste Laufschaufel in gleicher Art und Weise montiert wird. Diese Schritte werden so lange wiederholt, bis sämtliche Schaufeln des Kranzes am betreffenden Wellenbund montiert sind. Anschließend wird die Verschlussvorrichtung an dem geschlossenen Strömungskonturring befestigt, wodurch die radial nach außen weisende Öffnung des Segmentfreiraums flächig und bündig verschlossen ist.

[0019] Prinzipiell reicht es aus, wenn der Strömungskonturring lediglich einen Segmentfreiraum mit der radial nach außen weisenden Öffnung aufweist. Aus Symmetriegründen und aus Gründen der Unwucht des Rotors kann auch eine geringfügig größere Anzahl an Segmentfreiräumen und somit an Öffnungen vorgesehen sein. Zweckdienliche Obergrenze scheint eine Anzahl von vier Segmentfreiräumen darzustellen, da ansonsten der Aufwand zum Verschluss der jeweils nach außen weisenden Öffnung zu aufwändig ist.

[0020] Der geschlossene Strömungskonturring umfasst zudem eine nach außen weisende Fläche, die zylindrisch, kegelstumpfförmig oder auch eine gewölbte Kegelstumpfform aufweisen kann. Prinzipiell ist sie doch rotationssymmetrisch, da diese im eingebauten Zustand des Rotors den Spitzen der Leitschaufeln gegenüberliegt. Die Rotorationssymmetrie kann ggf. ausgeschlossen sein, wenn ein sog. "Hub-Treating" den Schaufelspitzen der freistehenden Leitschaufeln gegenüber angeordnet ist.

[0021] Insofern ist es unter Verwendung des geschlossenen Strömungskonturrings möglich, eine Strömungsmaschine in Radialbauweise mit einem ringförmigen Strömungspfad bereitzustellen, entlang dessen abwechselnd Kränze aus an einem drehfesten Träger befestigte Leitschaufel und an einem Rotor befestigte Laufschaufel aufeinander folgen, wobei zumindest einer der Leitschaufelkränze freistehende Leitschaufeln umfasst und einer der diesem Leitschaufelkranz unmittelbar benachbarten Laufschaufelkränze Laufschaufeln umfasst, die jeweils in sich zumindest teilweise axial erstreckende Haltenuten des Rotors eingesetzt sind, wobei der Rotor und der ihm zuzuordnende Strömungskonturring derart ausgestaltet ist, dass dieser den Spitzen der freistehenden Leitschaufeln gegenüberliegt.

[0022] Mit Hilfe der beanspruchten Gegenstände ist es möglich, insgesamt eine vorzugsweise in Radialbauweise ausgeführte Strömungsmaschine bereitzustellen, die die Vorteile von freistehenden Leitschaufeln mit in Axialnuten gehaltenen Laufschaufeln in unmittelbarer

Nachbarschaft ermöglicht.

[0023] Wenn in der vorliegenden Patentanmeldung von einem Freiraum seitlich der Haltenuten die Rede ist, so bezieht sich der Begriff "seitlich" auf einen oder beide axial angrenzende Abschnitte desjenigen Wellenbundes, im dem die Haltenuten für Laufschaufeln angeordnet sind.

[0024] Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0025] Vorzugsweise kann der Strömungskonturring aus Metall oder aus glas- oder kohlenstoffaserverstärktem Kunststoff gefertigt sein. Da die Verwendung in Schaufelreihen möglich ist, die vergleichsweise geringen thermischen Einflüssen ausgesetzt sind, kann als Werkstoff Kunststoff zum Einsatz gelangen. Die Verwendung von Kunststoff ist preiswert und stellt eine langlebige sowie gewichtsarme Lösung bereit. Dagegen eignet sich ebenso die Verwendung von Metall, insbesondere bei höheren Betriebstemperaturen.

[0026] Nach einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist beiderseits des betreffenden Wellenbunds ein Strömungskonturring vorgesehen. Dies ermöglicht im Service-Fall durch das Demontieren jeweils eines Wandelements den Zugang zu Montageräumen, um einerseits ein Werkzeug zum Herausdrücken der Laufschaufel darin zu positionieren, welches Werkzeug dann die zu demontierende Schaufel in den andererseits vorhandenen Montageraum hineinschieben kann.

[0027] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die radial nach außen weisende Fläche des Strömungskonturrings und/oder des Verschlusselements beschichtet. Nach diesem Konzept sind die Schichten als Abriebschichten - im Englischen Abradables genannt - ggf. in einer weiteren Nut am äußeren Umfang des Strömungskonturrings zu integrieren.

[0028] Zweckmäßigerweise weisen der betreffende Zugang, die betreffende stirnseitige Öffnung und der betreffende Segmentfreiraum eine derartige Größe auf, dass zumindest eine, aber nicht mehr als zwei Laufschaufeln des unmittelbar benachbarten Kranzes durch diese gleichzeitig montierbar bzw. demontierbar sind. Mit Hilfe dieser Maßnahme kann die Baugröße der Verschlussvorrichtung, mit der die radial nach außen weisende Öffnung des Segmentfreiraums zu verschließen ist, kleinbauend ausgestaltet sein, was deren Neigung zu Verlust bzw. zum Lösen reduziert.

[0029] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind der Strömungskonturring und dessen Verschlussvorrichtungen derart ausgestaltet, dass sie eine Verschiebung der montierten Laufschaufel längs ihrer Haltenut einseitig blockieren. Auf dieser Seite der Haltenut sind dann keine weiteren Maßnahmen erforderlich, die die Verschiebung der Laufschaufel längs der Haltenut verhindern. Insofern wird hiermit eine vergleichsweise einfache, wie kostengünstige Lösung als Axialsicherung bereitgestellt.

[0030] Gemäß einer ersten Ausgestaltung einer Verschlussvorrichtung kann diese einstückig ausgebildet

am Strömungskonturring verschraubt sein. In diesem Fall ist die Verschlussvorrichtung vergleichsweise einfach herzustellen, wobei es sich dann als vorteilhaft erwiesen hat, wenn die Schrauben ihrerseits gegen Lösen gesichert sind.

[0031] Eine dazu alternative Verschlussvorrichtung kann mehrteilig nach Art eines Verschlussstückes für Umfangsnuten von Laufschaufelkränzen ausgestaltet sein. Derartige Verschlussstücke sind aus dem umfangreichen Stand der Technik bekannt.

[0032] Alternativ dazu kann die Verschlussvorrichtung ein den Zugang bündig verschließendes Deckelelement und ein Zwischenstück umfassen, wobei das Zwischenstück radial formschlüssig im Strömungskonturring sitzt und mit dem Deckelelement verschraubt ist. Auch dies stellt eine vergleichsweise kostengünstige sowie einfach zu montierende Verschlussvorrichtung dar, die den Zugang dauerhaft und zuverlässig verschließt.

[0033] Da während der Montage mehrerer Laufschaufeln und/oder während der Demontage mehrerer Laufschaufeln der von zumindest einer Verschlussvorrichtung befreite Strömungskonturring um die Rotationsachse zu drehen ist, bis der Segmentfreiraum an der entsprechenden Position ist, in der die Laufschaufeln eingebaut bzw. ausgebaut werden sollen, hat es sich als zweckdienlich erwiesen, wenn der Strömungskonturring radial innen zwei bis fünf Gleitkontaktbereiche zum restlichen Rotor aufweist. Damit werden geringe Verstellkräfte gewährleistet. Ebenfalls kann mit Hilfe einer zusätzlichen Verstelleinrichtung in der Nut, in der der Strömungskonturring sitzt, die Servicefreundlichkeit gesteigert und die Verstellkraft durch eine Hebelwirkung weiter reduziert werden.

[0034] Insgesamt kann die Strömungsmaschine entweder als Axialturbine oder als Axialverdichter ausgestaltet sein. Der Axialverdichter kann insbesondere der einer stationären Gasturbine sein.

[0035] Insgesamt werden mit der Erfindung folgende Vorteile erzielt: Leitscheiben, bei denen die Leitschaufel radial außen sowie radial innen über Ringe miteinander gekoppelt sind, können entfallen. Diese können durch freistehende Leitschaufeln ersetzt werden. Dadurch ergeben sich Einsparungen bei Fertigungs-, Lagerungs- und Produktionsverwaltungskosten für die Bauteile. Zudem ist trotz der Verwendung von Axialfußschaufeln ein Entstapeln des Rotors im Servicefall nicht mehr erforderlich. Gleichzeitig ergeben sich geringere Leckageströmungen zwischen den Schaufelspitzen und der diesen gegenüberliegenden Strömungskonturringen im Vergleich zu den Konstruktionen mit Innenringen, die gegenüber dem Rotor abzudichten sind.

[0036] Des Weiteren sei angemerkt, dass die Rotorgrundelemente nicht nur vergleichsweise massive Rotorelemente mit einer vergleichsweise großen axialen Erstreckung sein können. Die Rotorgrundelemente können auch jeweils als Radscheiben ausgebildet sein, insbesondere dann, wenn der Rotor in modularer Bauweise aus einer Vielzahl solcher Radscheiben zusammenge-

setzt ist. Derartige Rotorscheiben können entweder über einen zentralen Zuganker oder über mehrere dezentrale Zuganker miteinander verspannt sein.

[0037] Prinzipiell bietet es sich an, dass der Strömungskonturring abseits seines Segmentfreiraums vergleichsweise massiv ausgestaltet ist, damit dieser als selbsttragende Konstruktion ausgeführt sein kann. Anstelle einer vergleichsweise massiven Ausführung ist es ebenso möglich, dass der Strömungskonturring im Wesentlichen eine Blechkonstruktion darstellt, die einige entlang des Umfangs verteilte und/oder sich erstreckende Streben zur radialen und seitlichen Abstützung umfasst.

[0038] Prinzipiell weist der geschlossene Strömungskonturring eine in Axialrichtung erfasste Breite auf, die lediglich geringfügig größer ist als die ebenfalls in Axialrichtung erfasste Breite des endlosen Wellenbundes, in dem die Laufschaufeln eingeschoben sind.

[0039] Insgesamt wird mit der Erfindung ein geschlossener Strömungskonturring für einen Rotor, ein Rotor für eine Strömungsmaschine und eine Strömungsmaschine bereitgestellt, bei der durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Strömungskonturings in einem Rotor und bei dem durch die Verwendung eines Rotors in einer Strömungsmaschine diese derartig ausgestaltet sein kann, dass insbesondere wiederholt freistehende Leitschaufeln unmittelbar axial benachbart zu Laufschaufeln angeordnet sein können, die ihrerseits in sich zumindest teilweise axial erstreckende Haltenuten eingeschoben sind. Um dies zu erreichen, wird ein geschlossener Strömungskonturring vorgeschlagen, der am Rotor neben einem die Haltenuten von laufschaufeln mit Axialfußdesign aufweisenden Wellenbund befestigt ist und der eine seitlich und nach außen offene verschließbare Segmentfreiraum zur Entnahme einer Laufschaufel aufweist.

[0040] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden anhand weiterer Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0041] Es zeigen:

FIG 1 einen Ausschnitt durch den Längsschnitt eines Axialverdichters nach dem Stand der Technik mit freistehenden Laufschaufeln, die in Axialnuten befestigt sind und mit Leitschaufeln, deren kopfseitige Enden an einem Innenring miteinander gekoppelt sind,

FIG 2 einen Ausschnitt durch den Längsschnitt eines Axialverdichters nach dem Stand der Technik mit freistehenden Leitschaufeln sowie mit freistehenden Laufschaufeln mit Radialfußdesign,

FIG 3 eine perspektivische Darstellung eines Teils eines Rotors mit zwei Wellenbündeln und einem dazwischen angeordneten Strömungskonturring,

- FIG 4 den Strömungskonturring in perspektivischer Darstellung,
- FIG 5 die Verschlussvorrichtung für den Strömungskonturring gemäß FIG 4,
- FIG 6 einen Längsschnitt durch den Rotor gemäß FIG 3,
- FIG 7 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Strömungskonturrings mit einem zweiten Ausführungsbeispiel einer Verschlussvorrichtung,
- FIG 8 in perspektivischer Darstellung die Verschlussvorrichtung gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels,
- FIG 9 den Strömungskonturring gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels, eingebaut in einen Rotor,
- FIG 10 einen Strömungskonturring gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels in Art einer Blechkonstruktion,
- FIG 11 eine zum Strömungskonturring gemäß des dritten Ausführungsbeispiels passende Verschlussvorrichtung,
- FIG 12 den Längsschnitt durch einen Rotor einer Strömungsmaschine mit einem Strömungskonturring gemäß des dritten Ausführungsbeispiels und
- FIG 13, 14, 15 und 16 das schrittweise Verfahren zur Demontage einer Laufschaufel aus einer sich teilweise in Axialrichtung erstreckenden Haltenut unter Verwendung eines geschlossenen Strömungskonturrings mit einer radial nach außen weisenden Öffnung zu einem Segmentfreiraum.

[0042] Alle Ausführungsbeispiele erläutern die Erfindung anhand eines Axialverdichters, welcher stellvertretend für beliebige Strömungsmaschinen steht. In allen Figuren sind identische Merkmale mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0043] FIG 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Längsschnitt durch einen Axialverdichter 10 des Standes der Technik, bei dem an einem drehfesten Träger 12 Leitschaufeln 14 in Reihen angeordnet sind. Die Leitschaufeln 14 sind mit ihrem Schaufelfuß 16 im Schaufelträger 12 in beliebiger Weise verhakt. An den den Schaufelfüßen 16 gegenüberliegenden Kopfenden der Leitschaufeln 14 sind sogenannte Innenringe 18 vorgesehen, die die Schaufelblätter der Leitschaufeln 14 kranzweise miteinander koppeln. Die Innenringe 18 sind in einem Freiraum 20 angeordnet, der axial zwischen zwei Wellen-

bündeln 23 benachbarter Radscheiben 22 angeordnet ist, in denen jeweils Haltenuten 24 angeordnet sind. In den Haltenuten 24 sind Laufschaufeln 26 eingeschoben. Die Haltenuten 24 erstrecken sich im Wesentlichen in Axialrichtung, d. h., sie können auch gegenüber der Axialrichtung angestellt sein. Die seitlich der Wellenbünde 23 vorhandenen Freiräume 20 ermöglichen bei einem Rotor 19 das nachträgliche Montieren von Laufschaufeln 26. Der Rotor 19 umfasst einzelne Radscheiben 22, die durch einen Zuganker 28 miteinander verspannt sind.

[0044] Gemäß FIG 1 bildeten bisher die Innenringe 18 die nabenseitige Begrenzung des Strömungspfades 13 im Bereich der Leitschaufeln 14, wohingegen gemäß FIG 2 die nabenseitige Begrenzung des Strömungspfades 13 von den Außenumfangsflächen 40 der Rotorscheiben 42 gebildet ist.

[0045] Um insbesondere bei Axialverdichtern in Radialbauweise anstelle von Leitschaufeln 14 mit Innenringen 18 freistehende Leitschaufeln 34 (FIG 2) verwenden zu können, mussten im Stand der Technik - dargestellt in FIG 2 - die Laufschaufeln 36 in Umfangsnuten 38 angeordnet werden, welche an den Außenumfangsflächen 40 der Rotorscheiben 42 vorgesehen sind. Die Außenumfangsflächen 40 der Rotorscheiben 42 begrenzen auch abseits der Laufschaufeln 36 den Strömungspfad 13 des Verdichters 10, welcher im Querschnitt ringförmig ausgestaltet ist und in dem die Schaufelblätter der Schaufeln 14, 26, 34, 36 zur Verdichtung des Arbeitsmediums angeordnet sind. Wie aus den FIGs 1 und 2 hervorgeht, sind die Kränze konzentrisch zu einer Mittelachse 15 angeordnet.

[0046] Um nun die in FIG 1 dargestellten Laufschaufeln 26 mit Axialfußdesign unmittelbar neben freistehenden Leitschaufeln 34 gemäß FIG 2 in Strömungsmaschinen insbesondere mit Radialbauweise anwenden zu können, wird die in den FIGs 3 bis 12 dargestellten Ausgestaltungen von Rotoren 21 vorgeschlagen.

[0047] Der Übersicht halber ist in den FIGs 3 bis 12 lediglich eine Laufschaufel dargestellt. Die nachfolgenden Ausführungsbeispiele werden anhand eines Rotors 21 geschildert, welcher mehrere Rotorgrundelemente 25, nachfolgend Radscheiben 22 genannt, aufweist. Gemäß dem in den FIGs 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst der Rotor 21 zumindest zwei unmittelbar benachbarte Rotorgrundelemente 25, die als Radscheiben 22 ausgestaltet sind. An den Radscheiben 22 ist außen jeweils ein Wellenbund 23 vorgesehen, in dem die üblicherweise zur Axialrichtung schräg stehenden Haltenuten 24 angeordnet sind. Zwischen den Wellenbündeln 23 ist ein Freiraum 20 vorhanden, welcher erforderlich ist, um die Laufschaufeln 26 in die Haltenut 24 einzuschieben. Die Freiräume 20 können in denjenigen axialen Abschnitten des Rotors 21 angesiedelt sein, in welche sich beide Radscheiben 22 axial hinein erstrecken. Nach der Montage der Laufschaufeln 26 in den Haltenuten 24 sind die Zugänge zu den Freiräumen 20 flächig und für die Strömung stufenlos abzudecken.

[0048] FIG 3 zeigt in perspektivischer Darstellung zwei

unmittelbar benachbarte Radscheiben 22. Die Radscheiben 22 weisen jeweils den Wellenbund 23 auf, in dem entlang des Umfangs gleichmäßig verteilte Haltenuten 24 für Laufschaufeln 26 vorgesehen sind. Die Haltenuten 24 sind gegenüber der Rotationsachse 15 (FIGs 1 und 2) geringfügig geneigt. Sie können jedoch auch exakt parallel zur Rotationsachse 15 des Rotors 21 ausgerichtet sein.

[0049] Die nach außen weisenden Flächen 45 der Wellenbünde 23 sind dabei nabenseitige Begrenzungsflächen für den Strömungspfad der Strömungsmaschine.

[0050] Zwischen den beiden Wellenbünden 23 ist ein in sich geschlossener Strömungskonturring 46 angeordnet. Im Strömungskonturring 46 ist eine Verschlussvorrichtung 48 befestigt. Die nach außen weisenden Flächen des Strömungskonturings 46 und der Verschlussvorrichtung 48 fluchten dabei mit den nach außen weisenden Flächen 45 der Wellenbünde 23, so dass nabenseitig eine stufenfreie Begrenzung des Strömungspfads gewährleistet ist.

[0051] Der geschlossene Strömungskonturring 46 ist in FIG 4 perspektivisch dargestellt. Der Strömungskonturring 46 weist zumindest einen Segmentfreiraum 49 auf, der eine radial nach außen weisende Öffnung 50 als Zugang zum Segmentfreiraum 49 umfasst. Weiter ist der Segmentfreiraum 49 an beiden stirnseitigen Seitenflächen des Strömungskonturings 46 offen.

[0052] Der in FIG 4 perspektivisch dargestellte Strömungskonturring 46 ist vergleichsweise massiv ausgeführt und weist an seiner Innenseite segmentförmige Nuten 52 auf, die das Gewicht des Strömungskonturings 46 reduzieren. An zwei unmittelbar gegenüberliegenden Positionen weist die Innenfläche des Strömungskonturings nach innen hervorstehende Gleitkontaktflächen 54 auf, so dass an diesen Gleitkontaktflächen 54 der Strömungskonturring 46 mit dem restlichen Rotor in Kontakt gelangen kann. Anstelle von zwei Gleitkontaktflächen 54 können auch drei oder gegebenenfalls noch mehr Gleitkontaktflächen vorgesehen sein. Vorteilhaft ist auf jeden Fall, wenn nicht die gesamte nach innen weisende Fläche des Strömungskonturings 46 in Gleitkontakt mit dem restlichen Rotor steht.

[0053] Im Bereich des Segmentfreiraums 49 weist der Strömungskonturring 46 lediglich eine vergleichsweise geringe Materialdicke in Radialrichtung auf, in welcher gemäß den hier dargestellten Ausführungsbeispielen Löcher 56 vorgesehen sein können. Die Öffnung 50 des Segmentfreiraums 49 ist mit Hilfe einer Verschlussvorrichtung 48 verschließbar. Ein erstes Ausführungsbeispiel einer Verschlussvorrichtung 48 ist in FIG 5 perspektivisch dargestellt. De facto ist die Verschlussvorrichtung 48 einstückig ausgeführt als Quader mit zwei Löchern 51.

[0054] FIG 6 zeigt den Längsschnitt durch zwei unmittelbar benachbarte Rotorscheiben 22 und dem zwischen deren Wellenbünden 23 angeordneten Strömungskonturring 46 und der daran montierten Verschlussvorrichtung 48. Aufgrund der Anstellung der Haltenuten 24 ge-

genüber der Axialrichtung gleicht deren Darstellung einer Umfangsnut, was sie aber nicht sind. Nach vollständiger Montage aller Laufschaufeln 26 beider Kränze wird die Verschlussvorrichtung 48 in den Segmentfreiraum 49 des Strömungskonturings 46 eingesetzt, so dass die radial nach außen weisende Öffnung 50 vollständig verschlossen ist, abgesehen von den Öffnungen in der Verschlussvorrichtung 48 zur Aufnahme der Schrauben. Die im Strömungskonturring 46 vorgesehenen Löcher 56 fluchten mit den Bohrungen 51 der Verschlussvorrichtung 48, so dass dadurch Schrauben mit den Rotorscheiben 22 verschraubbar sind, wonach die Verschlussvorrichtung 48 im Strömungskonturring 46 befestigt ist. Durch die Verschraubung mit den Rotorscheiben 22 ist gleichzeitig eine Bewegung des Strömungskonturings 46 in Umfangsrichtung relativ zu den Rotorscheiben 22 während des Betriebs der Strömungsmaschine ausgeschlossen, was Verschleiß an den Gleitkontaktflächen 54 verhindert.

[0055] Die Schrauben müssen nicht zwangsweise mit der Rotorscheiben 22 verschraubt sein. Anstelle dessen wäre denkbar, dass die Löcher 56 des Strömungskonturings 46 ein Innengewinde aufweisen, in welches die Schrauben zur Sicherung der Verschlussvorrichtung 48 eingeschraubt werden. In diesem Falle sollten die Schrauben derart lang sein, dass deren kopflose Enden im Einbauzustand in die Löcher der Rotorscheibe formschlüssig eingreifen können, um so die voran beschriebene Sicherung zu gewährleisten.

[0056] Ein zweites Ausführungsbeispiel eines Strömungskonturings 46 zeigt FIG 7, wobei in FIG 7 die Kanten des Strömungskonturings 46 strichpunktiert dargestellt sind und die in dessen Segmentfreiraum 49 angeordnete Verschlussvorrichtung 48 als Volllinie dargestellt ist. Die Verschlussvorrichtung 48 ist dergestalt, wie es aus Verschlussstücken für Umfangsnuten von Laufschaufeln bekannt ist.

[0057] Die Verschlussvorrichtung 48 ist vierteilig ausgestaltet mit einem linken Distanzstück 48a, einem rechten Distanzstück 48b und einem mittleren Distanzstück 48c, die in der hier aufgezählten Reihenfolge in den Segmentfreiraum 49 eingesetzt werden können, wobei sich die links und rechts angeordneten Distanzstücke mit Hinterschneidungen 47 des Strömungskonturings 46 verhaken können. Um die Verschlussvorrichtung 48 gegen Verlust zu sichern, ist eine Schraube 55 mit einem trapezförmigen Bart 53 (FIG 8) vorgesehen. An einer Stirnseite des Mittelteils 48c ist zudem eine Feder 59 vorgesehen, die in eine entsprechende Nut eingreifen kann, welche am Wellenbund 23 vorgesehen ist. Auch dieser in Umfangsrichtung vorhandene Formschluss verhindert eine Relativbewegung vom Strömungskonturring 46 zu dem restlichen Rotor während des Betriebs der Strömungsmaschine. Vorsprünge 57 (FIG 7) an den linken und rechten Distanzstücken 48a, 48c verhindern ebenfalls eine Relativbewegung der Distanzstücke 48a, 48c gegenüber dem Strömungskonturring 46.

[0058] Ein zweites Ausführungsbeispiel eines Strö-

mungskonturrings ist in FIG 10 perspektivisch dargestellt. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist der hier gezeigte Strömungskonturring 46 eher blechartig ausgestaltet mit einem Mantelblech 61, an dem ein nach innen ragender umlaufender Steg 62 vorgesehen ist, wobei Steg 62 und Mantelblech 61 über entlang des Umfangs verteilte Rippen 63 stabilisierend miteinander verbunden sind. Auch dieser Strömungskonturring 49 kann Gleitkontaktflächen 54 in gegenüberliegenden Positionen oder auch gleichmäßig am Innenumfang verteilt aufweisen.

[0059] Gemäß der in FIG 10 gewählten Darstellung weist der Strömungskonturring 46 an seiner Zwölf-Uhr-Position den Segmentfreiraum 49 auf, welcher radial nach außen sowie stirnseitig beidseitig offen ist.

[0060] FIG 11 zeigt eine zu FIG 7 analoge Darstellung einer Verschlussvorrichtung 48 für das zweite Ausführungsbeispiel des Strömungskonturrings 46. Die Verschlussvorrichtung 48 gemäß dem hier dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel umfasst ein Zwischenelement 66 sowie ein Deckelelement 68. Das Zwischenelement 66 ist über Zapfen 70, die in entsprechend geformte Ausnehmungen 72 (FIG 10) des Strömungskonturrings 46 eingreifen können, wodurch dieser in Radialrichtung formschlüssig mit dem Strömungskonturring 46 verhakt ist. Gleichzeitig ist das Deckelelement 68 über zwei Schrauben 74 mit dem Zwischenelement 66 verschraubt. Da das Deckelelement 68 seitlich an dem Wellenbund 23 anliegt, können sich bei montiertem Deckelelement 68 die Zapfen 70 nicht aus den Ausnehmungen 72 lösen, so dass der Verlust der Verschlussvorrichtung 48 sicher vermieden ist.

[0061] Die FIGs 13 bis 16 zeigen aufeinanderfolgend die unterschiedlichen Schritte zum Ausbau der letzten Schaufel 26 eines Schaufelkranzes unter Verwendung des erfindungsgemäßen Strömungskonturrings 46. Wie aus FIG 13 ersichtlich, ist die Umfangsposition des Segmentfreiraums 49 zum Ausbau der im rechten Wellenbund 23 angeordneten Laufschaufel 26 ungeeignet, da dieser gemäß der hier gewählten Darstellung nach oben zu verschieben ist, was in FIG 14 mit dem Pfeil 76 dargestellt ist. Anschließend ist sich der Segmentfreiraum 49 des Strömungskonturrings 46 so angeordnet, dass der gesamte Schaufelfuß der Laufschaufel 26 in diesen hineingeschoben werden kann. Die Verschiebung des Schaufelfußes der Laufschaufel 26 in den Segmentfreiraum 49 ist in FIG 15 dargestellt, wobei die Bewegung der Laufschaufel 26 durch den Pfeil 78 visualisiert ist. Da der Strömungskonturring 46 axial geringfügig breiter ist als der Wellenbund 23, kann die Schaufel 26 so weit in den Segmentfreiraum 49 eingeschoben werden, dass die Verhakung des Fußes der Laufschaufel 26 mit der Haltenut 24 gelöst wird. Anschließend ist die Laufschaufel 26 dem Segmentfreiraum 49 entnehmbar, was in FIG 16 dargestellt ist. Die Montage einer Laufschaufel an einem Rotor 21 naturgemäß in umgekehrter Reihenfolge.

[0062] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und be-

schrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen, welcher durch die nachfolgenden Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Rotor für eine Strömungsmaschine mit einem im Querschnitt ringförmigen Strömungspfad, mit zumindest einem endlosen Wellenbund (23), in dem sich zumindest teilweise axial erstreckende Haltenuten (24) mit jeweils einer darin sitzenden Laufschaufel (26) unter Bildung eines Schaufelkranzes vorgesehen sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Rotor zumindest einen geschlossenen Strömungskonturring (46) mit stirnseitigen Seitenflächen und mit zumindest einer radial nach außen weisenden Fläche umfasst, in der zumindest eine Öffnung als Zugang zu in entsprechender Anzahl vorhandenen Segmentfreiräumen (49) vorgesehen ist, wobei die betreffenden Segmentfreiräume (49) stirnseitig zumindest einseitig offen sind,
wobei der Strömungskonturring (46) seitlich des betreffenden Wellenbundes (23) angeordnet ist und dessen bzw. deren Zugänge jeweils durch eine am betreffenden Strömungskonturring (46) befestigte Verschlussvorrichtung (48) verschlossen ist.
2. Rotor nach Anspruch 1, welcher Mittel zur Befestigung einer den Zugang verschließenden Verschlussvorrichtung (48) aufweist.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Strömungskonturring (46) aus Metall oder aus glas- oder kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff gefertigt ist.
4. Rotor nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die nach außen weisende Fläche des Strömungskonturrings (46) und/oder die des Verschlusselements (48) beschichtet ist.
5. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der betreffende Zugang, die betreffende stirnseitige Öffnung und der betreffende Segmentfreiraum (49) eine derartige Größe aufweisen, dass zumindest eine der Laufschaufeln (26) des unmittelbar benachbarten Kranzes durch diesen montierbar und demontierbar ist.
6. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der Strömungskonturring (46) und dessen Verschlussvorrichtungen (48) derart ausgestaltet sind, dass sie eine Verschiebung der Laufschaufeln (26) längs ihrer Haltenut (24) einseitig blockieren.

7. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Verschlussvorrichtung (48) einstückig ausgebildet am Strömungskonturring (46) verschraubt ist.
8. Rotor nach einem der Ansprüche 1-6, bei dem die Verschlussvorrichtung (48) mehrteilig nach Art eines Verschlussstückes für Umfangsnuten von Laufschaufelkränzen ausgestaltet ist.
9. Rotor nach einem der Ansprüche 1-6, bei dem die Verschlussvorrichtung (48) ein den Zugang bündig verschließendes Deckelement (68) und ein Zwischenstück (66) umfasst, wobei das Zwischenstück (66) radial formschlüssig im Strömungskonturring (46) sitzt und mit dem Deckelement (68) verschraubt ist.
10. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der Strömungskonturring (46) radial innen zwei bis fünf Gleitkontaktbereiche (54) zum rastlichen Rotor aufweist.
11. Strömungsmaschine mit einem ringförmigen Strömungspfad, mit einem Rotor (21) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei entlang des Strömungspfads abwechselnd Kränze aus an einem drehfesten Träger befestigte Leitschaufeln (34) und den an dem Rotor befestigten Laufschaufeln (26) aufeinander folgen, wobei zumindest einer der Leitschaufelkränze freistehende Leitschaufeln (34) umfasst und zumindest eine der beiden dieser Leitschaufelreihe unmittelbar benachbarten Laufschaufelreihen Laufschaufeln (26) umfasst, die jeweils in sich zumindest teilweise axial erstreckende Haltenuten (24) des Rotors (21) eingesetzt sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
der bzw. die Strömungskonturringe (46) des Rotors den Spitzen der freistehenden Leitschaufeln (34) gegenüberliegt bzw. gegenüberliegen.
12. Strömungsmaschine nach Anspruch 11, bei dem die beiden betreffenden Laufschaufelkränze an zwei axial unmittelbar benachbarten Rotorgrundelementen (25) vorgesehen sind.
13. Strömungsmaschine nach Anspruch 11 oder 12, ausgebildet als Turbine.
14. Strömungsmaschine nach Anspruch 11 oder 12, ausgebildet als Axialverdichter.
15. Stationäre Gasturbine mit einem Axialverdichter nach Anspruch 14.
16. Verfahren zum Herstellen eines Rotors (21) für eine Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1

bis 10,
bei dem der Rotor mehrere Rotorgrundelemente (25) umfasst und bei dem vor dem Aneinanderlegen der unmittelbar benachbarten Rotorgrundelemente (25) dazwischen der Strömungskonturring (46) montiert wird.

Claims

1. Rotor for a turbomachine, having a flow path which is of ring-shaped cross section, having at least one endless shaft collar (23) in which there are provided at least partially axially extending holding grooves (24) with in each case one rotor blade (26) seated therein, forming a blade ring, **characterized in that**
the rotor comprises at least one closed flow contour ring (46) with face-side side surfaces and with at least one radially outwardly pointing surface, in which there is provided at least one opening as an entrance to segment free spaces (49) provided in corresponding number, wherein the respective segment free spaces (49) are at least unilaterally open at the face sides, wherein the flow contour ring (46) is arranged to the side of the respective shaft collar (23) and its or their entrances are closed in each case by a closure device (48) fastened to the respective flow contour ring (46).
2. Rotor according to Claim 1, which has means for fastening a closure device (48) which closes off the entrance.
3. Rotor according to Claim 1 or 2, wherein the flow contour ring (46) is manufactured from metal or from glass-fibre-reinforced or carbon-fibre reinforced plastic.
4. Rotor according to Claim 1, 2 or 3, wherein the outwardly pointing surface of the flow contour ring (46) and/or that of the closure element (48) are/is coated.
5. Rotor according to one of the preceding claims, in which the respective entrance, the respective face-side opening and the respective segment free space (49) have such a size that at least one of the rotor blades (26) of the immediately adjacent ring can be mounted and dismantled through them.
6. Rotor according to one of the preceding claims, in which the flow contour ring (46) and the closure devices (48) thereof are designed so as to unilaterally block a displacement of the rotor blades (26) along their holding grooves (24).

7. Rotor according to one of the preceding claims, in which the closure device (48), formed in one piece, is screwed to the flow contour ring (46).
8. Rotor according to one of Claims 1-6, in which the closure device (48) is of multi-part form in the manner of a closure piece for circumferential grooves of rotor blade rings.
9. Rotor according to one of Claims 1-6, in which the closure device (48) comprises a cover element (68), which closes off the entrance in a flush manner, and an intermediate piece (66), wherein the intermediate piece (66) is seated in a radially positively locking manner in the flow contour ring (46) and is screwed to the cover element (68).
10. Rotor according to one of the preceding claims, in which the flow contour ring (46) has, radially at the inside, two to five sliding contact regions (54) with respect to the rest of the rotor.
11. Turbomachine having a ring-shaped flow path, having a rotor (21) according to one of Claims 1 to 10, wherein rings of guide blades (34) fastened to a rotationally fixed carrier, and the rotor blades (26) fastened to the rotor, are arranged alternately in succession along the flow path, wherein at least one of the guide blade rings comprises free-standing guide blades (34), and at least one of the two rotor blade rows immediately adjacent to said guide blade row comprises rotor blades (26) which are inserted in each case into at least partially axially extending holding grooves (24) of the rotor (21),
characterized in that
the one or more flow contour rings (46) of the rotor is or are situated opposite the tips of the free-standing guide blades (34).
12. Turbomachine according to Claim 11, in which the two respective rotor blade rings are provided on two axially immediately adjacent rotor base elements (25).
13. Turbomachine according to Claim 11 or 12, formed as a turbine.
14. Turbomachine according to Claim 11 or 12, formed as an axial compressor.
15. Static gas turbine having an axial compressor according to Claim 14.
16. Method for producing a rotor (21) for a turbomachine according to one of Claims 1 to 10, in which the rotor comprises multiple rotor base elements (25), and in which, before the directly adjacent rotor base ele-

ments (25) are placed against one another, the flow contour ring (46) is installed in between.

5 Revendications

1. Rotor pour une turbomachine ayant un trajet d'écoulement annulaire en section transversale, comprenant au moins un collet (23) d'arbre sans fin, dans lequel sont prévues des rainures (24) de maintien s'étendant, au moins en partie, axialement et ayant chacune une aube (26) mobile, qui y est mise avec formation d'une couronne d'aubes,
caractérisé en ce que
le rotor comprend au moins une bague (46) de contour d'écoulement fermée ayant des surfaces latérales du côté frontal et au moins une surface tournée radialement vers l'extérieur, dans laquelle est prévue au moins une ouverture comme accès à des espaces (49) libres de segment présents en nombre correspondant, les espaces (49) libres de segments concernés étant ouverts du côté frontal, au moins d'un côté,
dans lequel la bague (46) de contour d'écoulement est disposée latéralement au collet (23) d'arbre concerné et son ou ses accès est fermé par un dispositif (48) de fermeture fixé à la bague (46) de contour d'écoulement concerné.
2. Rotor suivant la revendication 1, qui a des moyens de fixation d'un dispositif (48) de fermeture fermant l'accès.
3. Rotor suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel la bague (46) de contour d'écoulement est en métal ou en matière plastique renforcée par de la fibre de verre ou par de la fibre de carbone.
4. Rotor suivant la revendication 1, 2 ou 3, dans lequel la surface tournée vers l'extérieur de la bague (46) de contour d'écoulement et/ou celle de l'élément (48) de fermeture est revêtue.
5. Rotor suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'accès concerné, l'ouverture du côté frontal concernée et l'espace (49) libre de segment concerné ont une dimension telle qu'au moins l'une des aubes (26) mobiles de la couronne immédiatement voisine peut être montée et démontée par ceux-ci.
6. Rotor suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel la bague (46) de contour d'écoulement et ses dispositifs (48) de fermeture sont conformés de manière à empêcher, d'un côté, un déplacement des aubes (26) mobiles le long de sa rainure de maintien.

7. Rotor suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (48) de fermeture constitué d'une seule pièce est vissé à la bague (46) de contour d'écoulement.
8. Rotor suivant l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif (48) de fermeture est constitué en plusieurs parties à la manière d'une pièce de fermeture pour des rainures périphériques de couronnes d'aubes mobiles.
9. Rotor suivant l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif (48) de fermeture comprend un élément (68) de recouvrement fermant à affleurement l'accès et une pièce (66) intermédiaire, la pièce (66) intermédiaire étant mise à complémentarité de forme radialement dans la bague (46) de contour d'écoulement et vissée à l'élément (68) de recouvrement.
10. Rotor suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel la bague (46) de contour d'écoulement a, par rapport au reste du rotor, vers l'intérieur radialement, deux à cinq parties (54) de contact glissant.
11. Turbomachine ayant un trajet d'écoulement annulaire, comprenant un rotor (21) suivant l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle se succèdent, en alternance le long du trajet d'écoulement, des couronnes d'aubes (34) directrices fixées à un support fixe en rotation et des aubes (26) mobiles fixées au rotor, dans laquelle au moins l'une des couronnes d'aubes directrices comprenant des aubes (34) directrices dégagées et au moins l'une des deux rangées d'aubes mobiles directement voisines de cette rangée d'aubes directrices comprend des aubes (26) mobiles, qui sont insérées respectivement dans des rainures (24) de maintien, s'étendant axialement au moins en partie, du rotor (21), **caractérisée en ce que** la bague (46) ou les bagues (46) de contour d'écoulement du rotor sont opposées aux pointes des aubes (34) directrices dégagées.
12. Turbomachine suivant la revendication 11, dans laquelle les deux couronnes d'aubes mobiles concernées sont prévues sur deux éléments (25) de base du rotor voisins directement axialement.
13. Turbomachine suivant la revendication 11 ou 12, constituée sous la forme d'une turbine.
14. Turbomachine suivant la revendication 11 ou 12, constituée sous la forme d'un compresseur axial.
15. Turbine à gaz fixe ayant un compresseur axial suivant la revendication 14.
16. Procédé de fabrication d'un rotor (21) pour une turbomachine suivant l'une des revendications 1 à 10, dans lequel le rotor comprend plusieurs éléments (25) rotoriques de base et dans lequel, avant de mettre l'un contre l'autre les éléments (25) rotoriques de base voisins directement, on monte entre eux la bague (46) de contour d'écoulement.

FIG 1

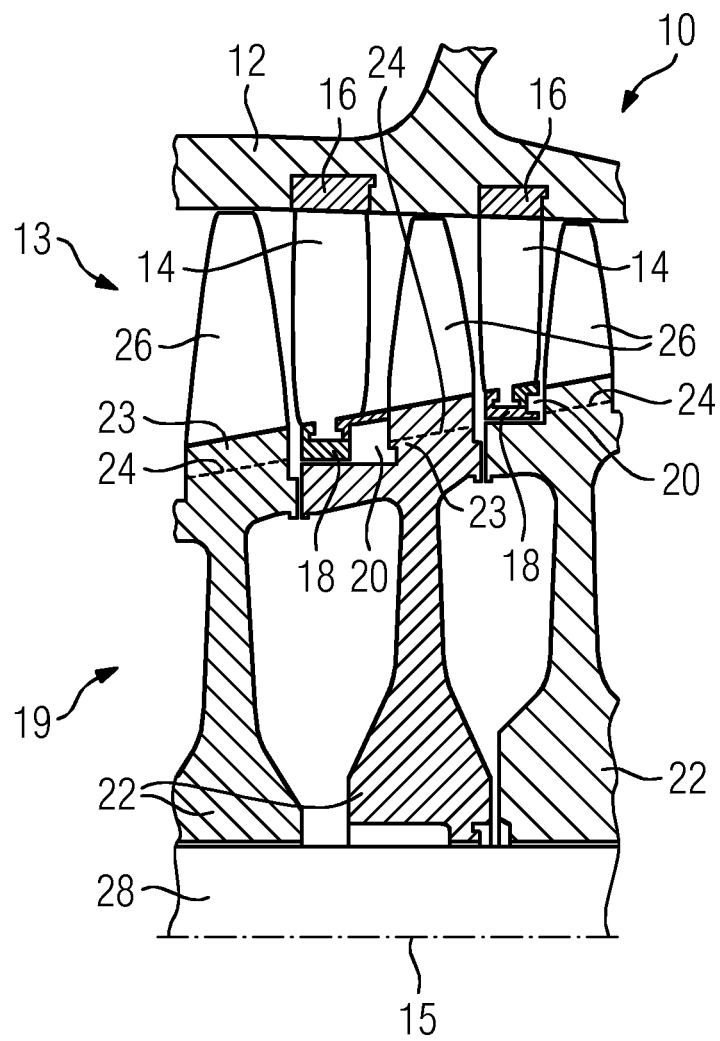


FIG 2

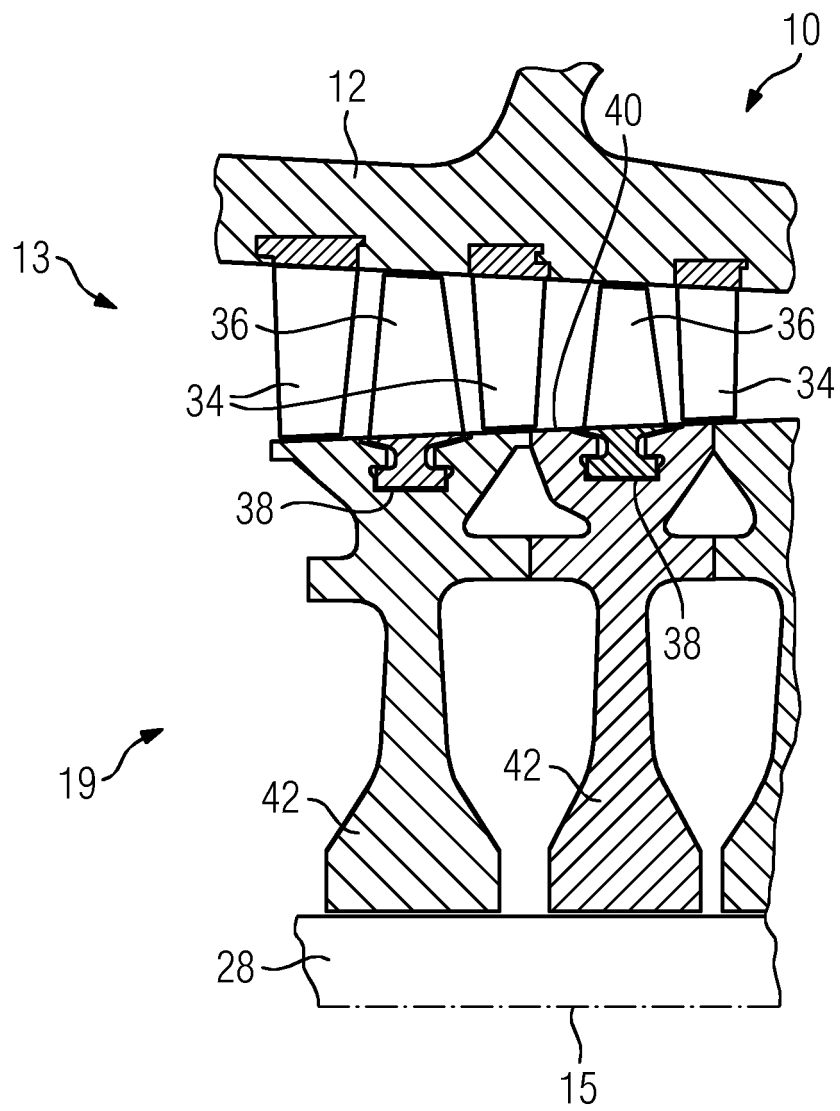


FIG 3

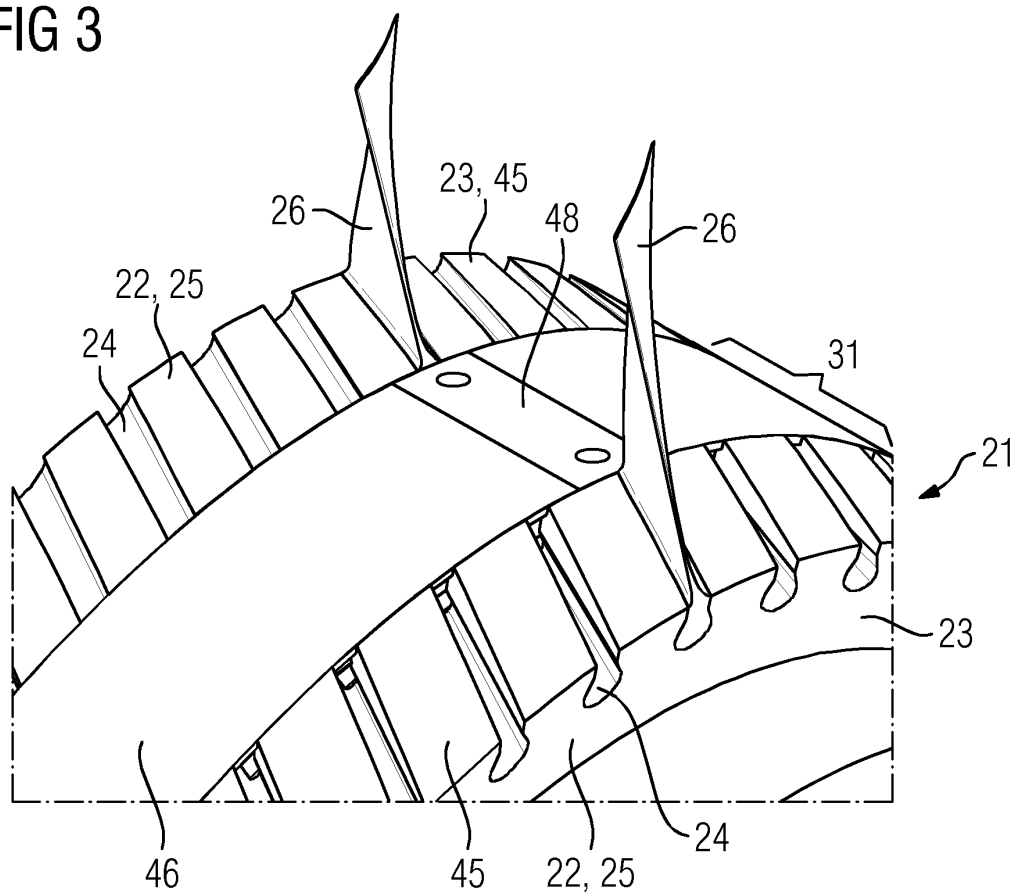


FIG 4

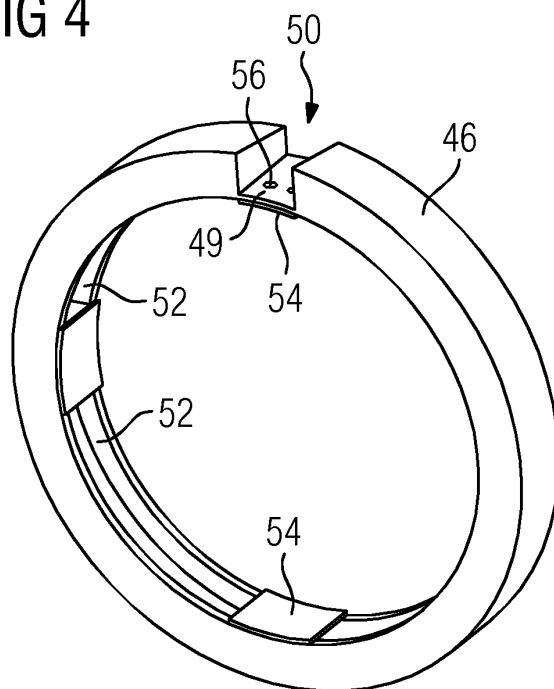


FIG 5

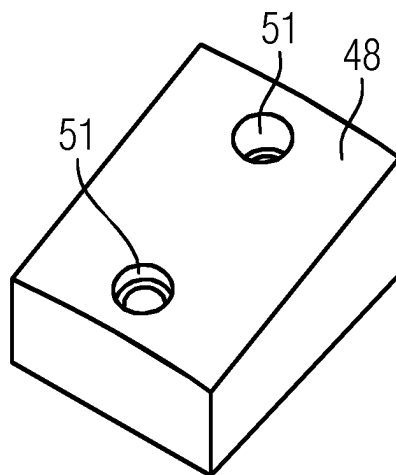


FIG 6

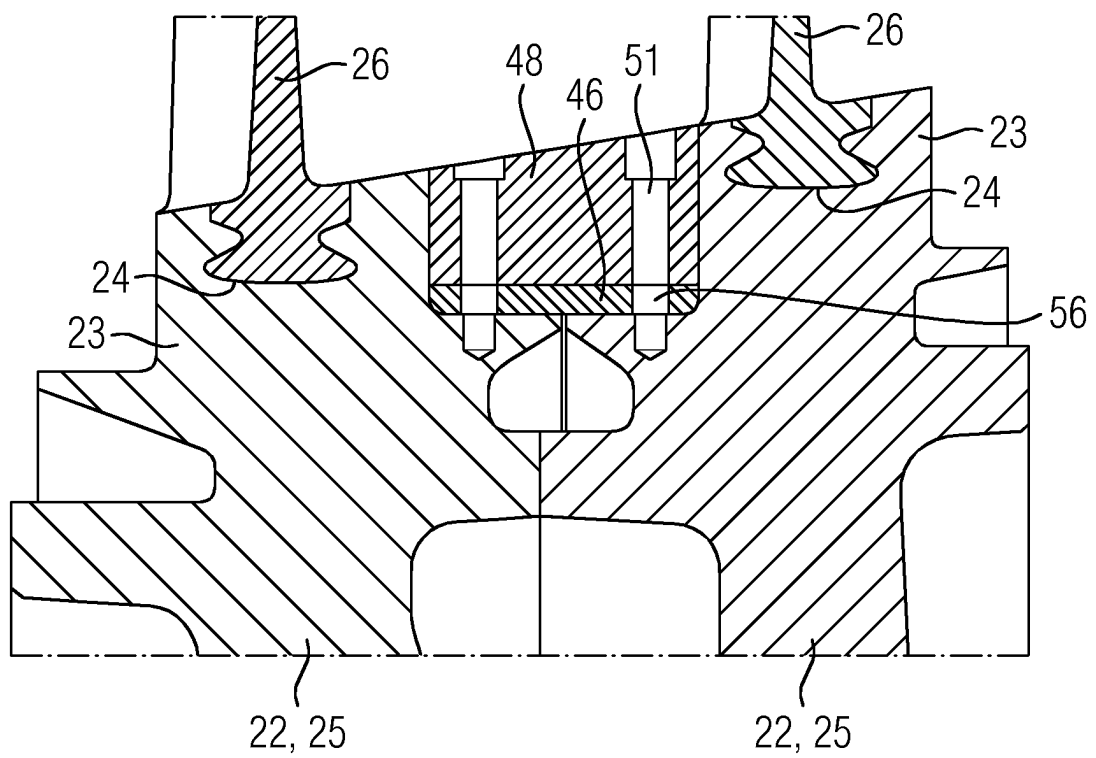


FIG 7

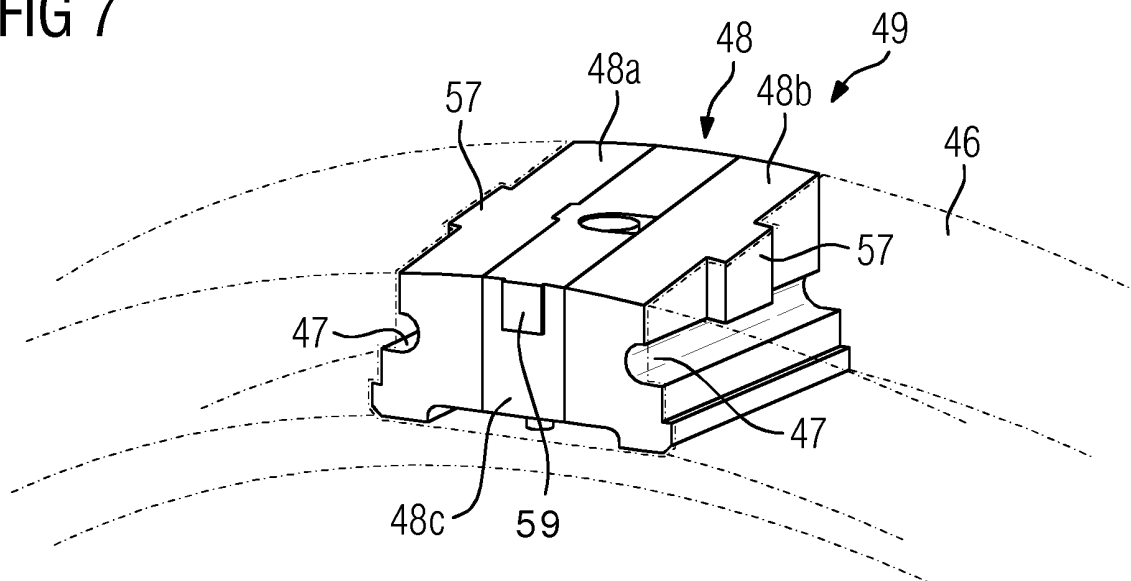


FIG 8

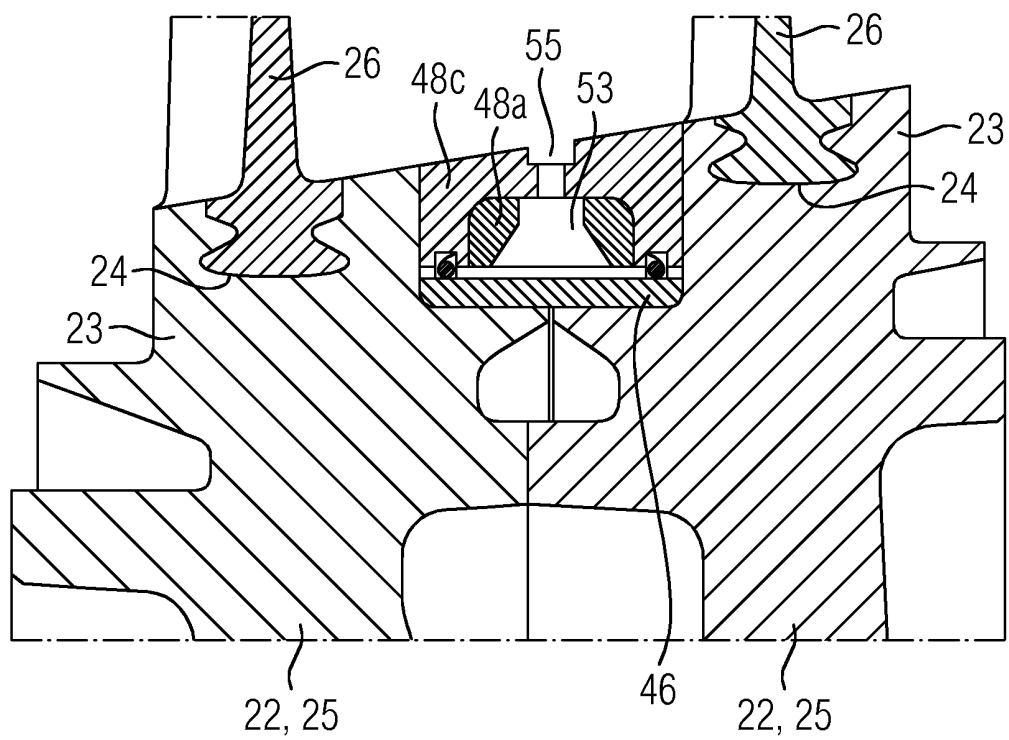


FIG 9

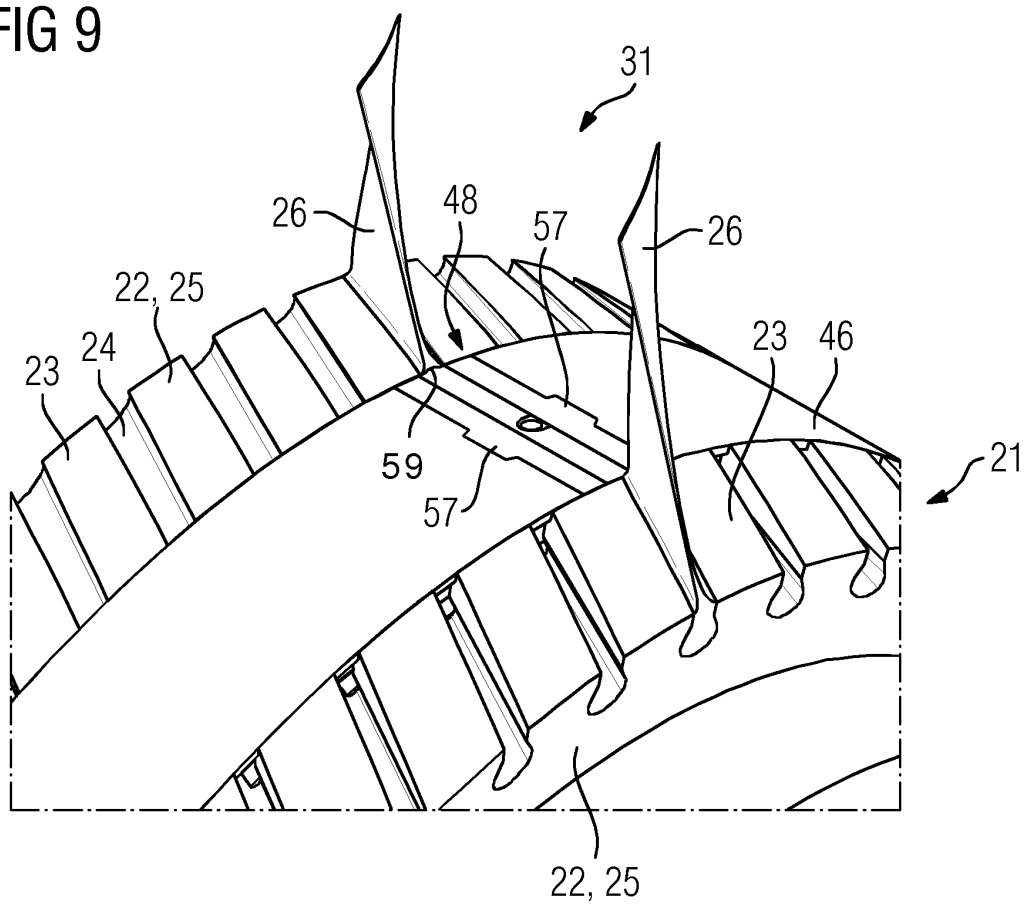


FIG 10

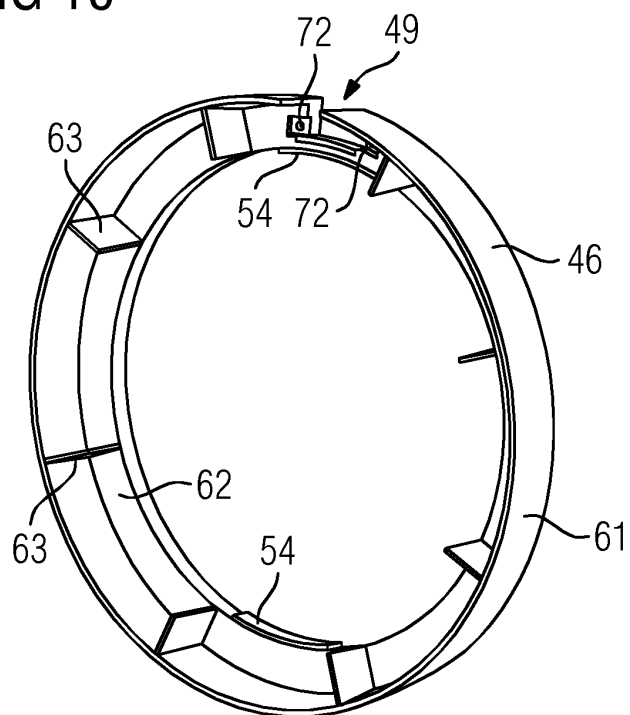


FIG 11

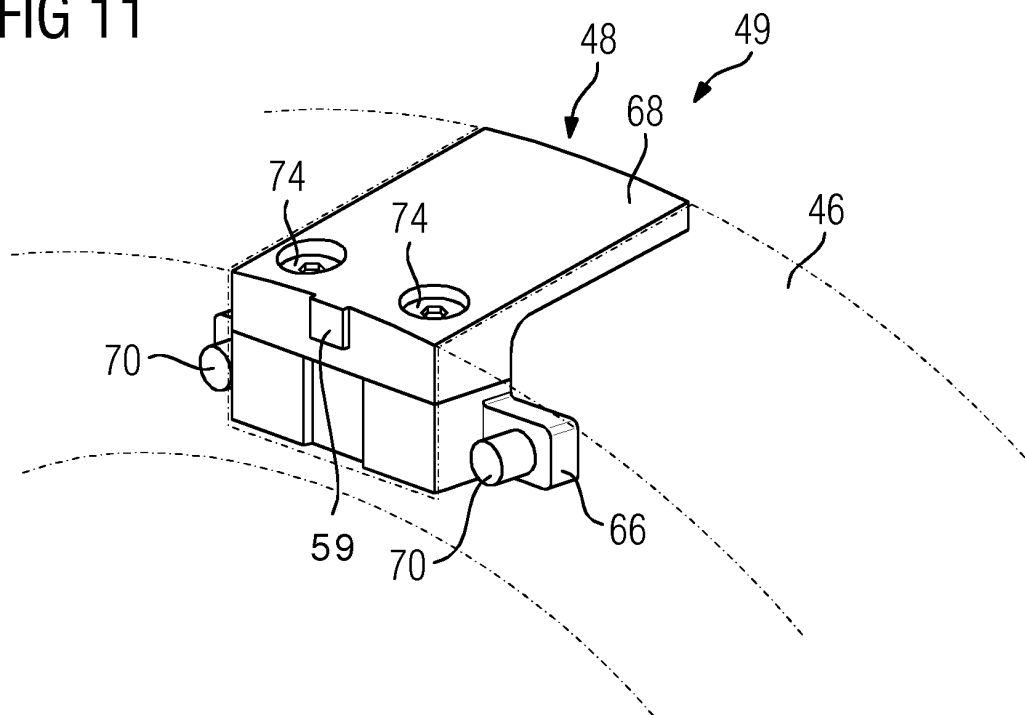


FIG 12

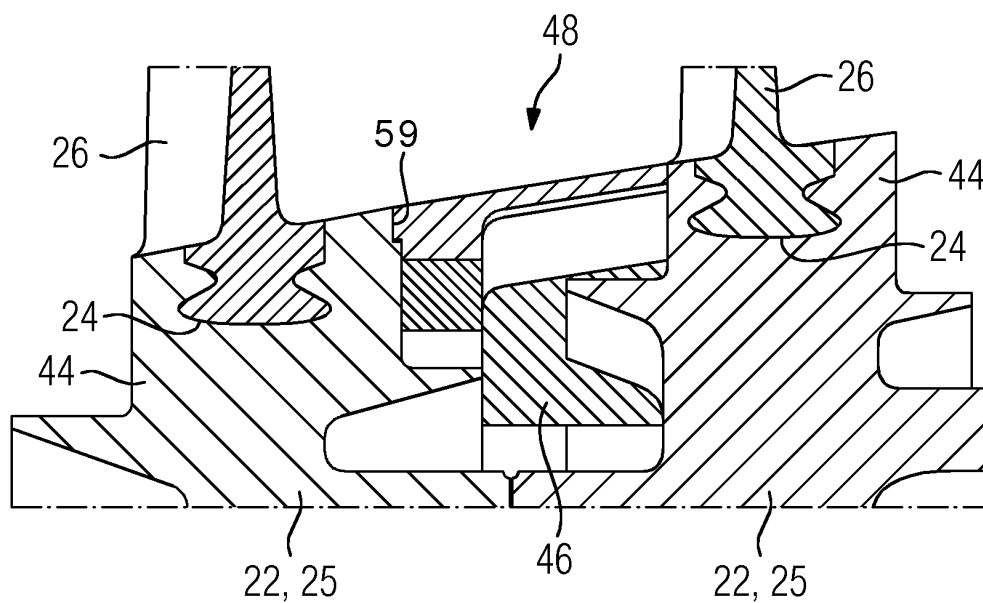


FIG 13

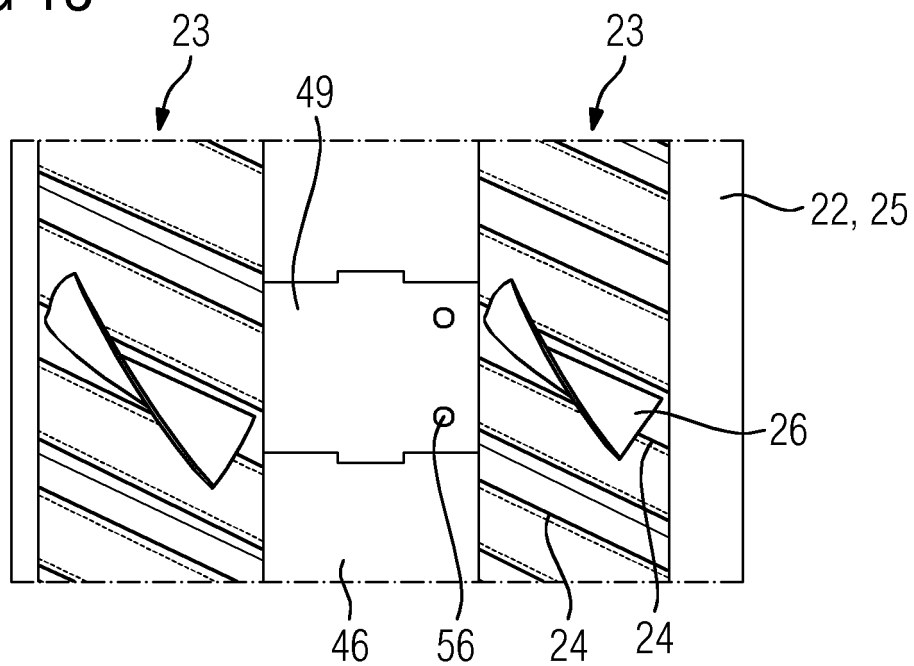


FIG 14

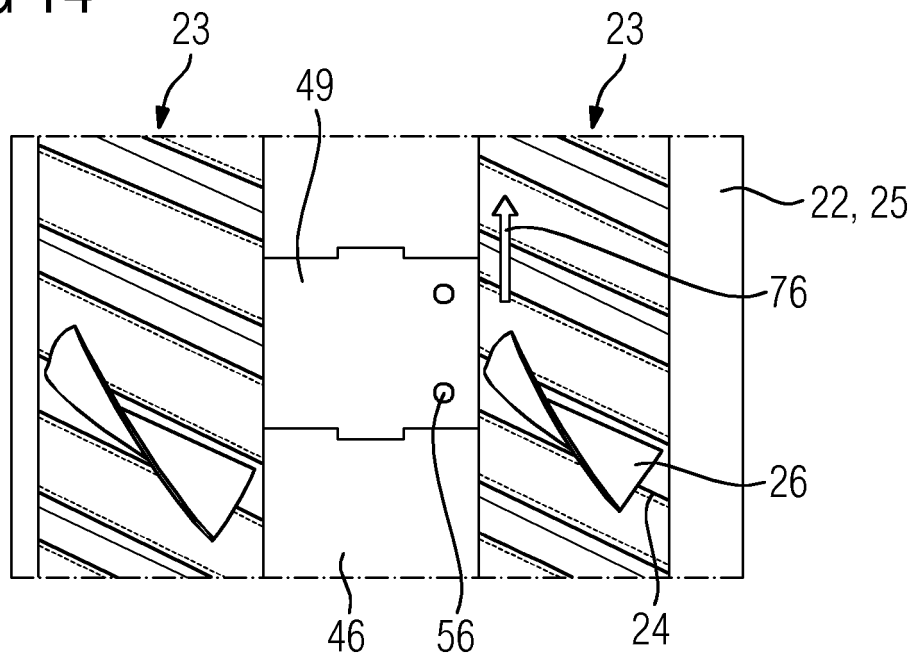


FIG 15

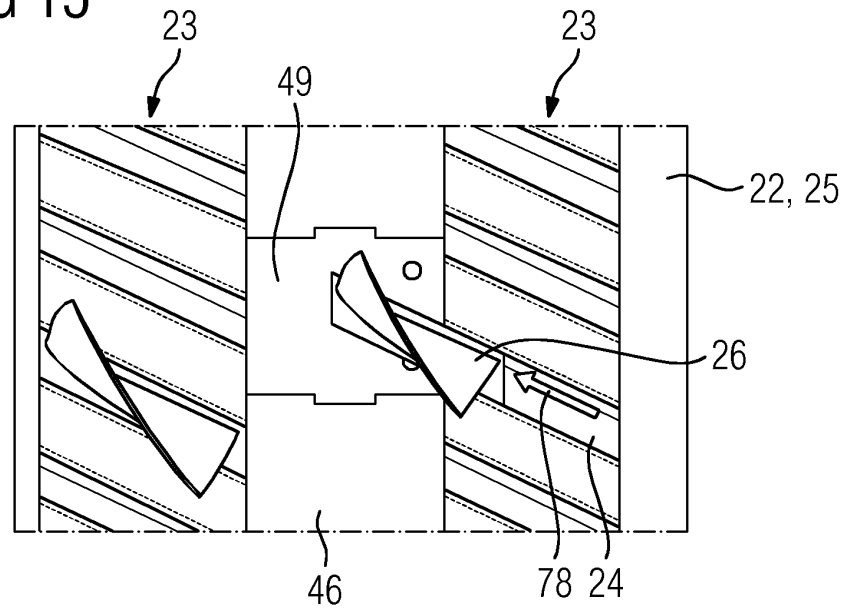
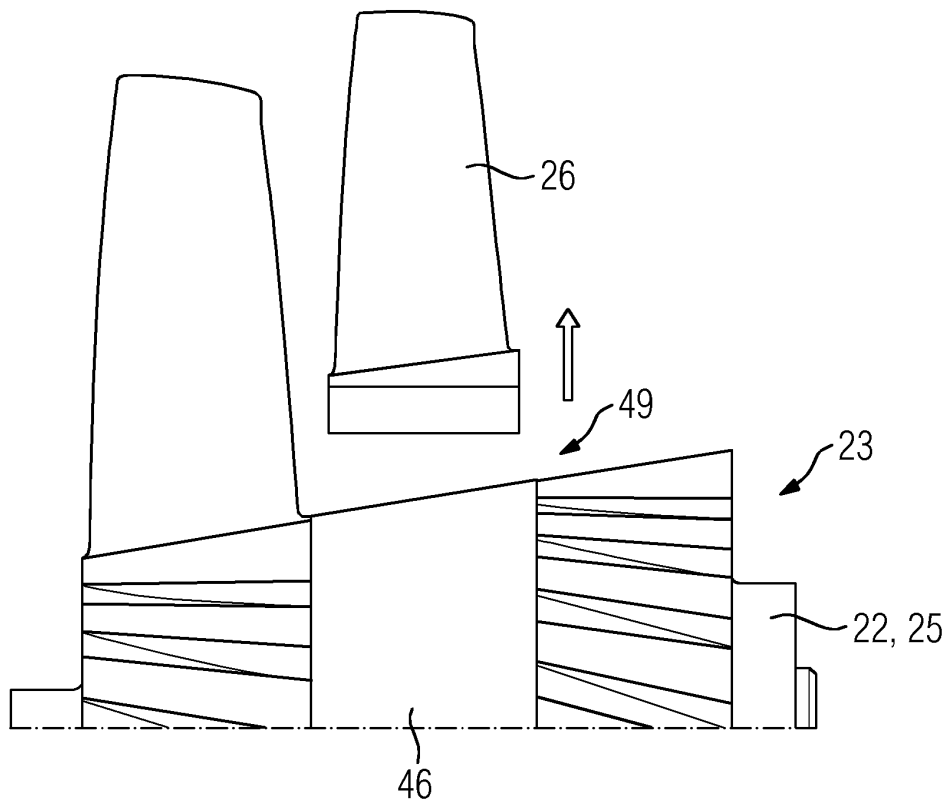


FIG 16



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1196017 [0010]
- US 2683583 A1 [0011]