(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 867 478 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.2016 Patentblatt 2016/38

(21) Anmeldenummer: **13745035.9**

(22) Anmeldetag: **29.07.2013**

(51) Int Cl.:
F01D 5/32 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/065885

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/016431 (30.01.2014 Gazette 2014/05)

(54) **SCHAUFELKRANZ FÜR EINE TURBOMASCHINE**

BLADE RING FOR A TURBOMACHINE

COURONNE D'AUBES POUR TURBOMACHINE

(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

(30) Priorität: **27.07.2012 DE 102012213227**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.05.2015 Patentblatt 2015/19

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

(72) Erfinder: **ZELMER, Dimitri**
45329 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 892 380
EP-A2- 1 253 293
JP-A- H11 182 494
US-A- 5 236 309

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).

EP 2 867 478 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schaufelkranz für eine axiale Turbomaschine umfassend einen Schaufelträger mit einer Anzahl von - Tragflanken aufweisenden - Haltenuten für Schaufeln und einer entsprechenden Anzahl an Schaufeln, deren zu den Haltenuten korrespondierend ausgeführte Schaufelfüße in die Haltenuten eingesetzt sind, wobei die Schaufeln an ihrer einem Nutgrund der Haltenut zugewandten Schaufelfußunterseite eine Ausnehmung aufweisen, deren Boden zumindest teilweise gegenüber dem Nutgrund der Haltenut schräg angestellt ist und in der jeweils ein keilförmiges Spannelement zum Anpressen des Schaufelfuß an die Tragflanken angeordnet ist.

[0002] Ein gattungsgemäßer Gegenstand ist beispielsweise aus der EP 1 892 380 A1 bekannt. Gemäß der darin vorgeschlagenen Befestigung von Verdichterlaufschaufeln an einem Rotor sind für jede Laufschaufel zwei Keile zwischen einer Schaufelfußunterseite und dem Nutgrund der Haltenut vorgesehen. Die Neigungen der beiden Keile sind dabei entgegengesetzt. Stirnseitig ist in die Keile jeweils eine Spannschraube eingeschraubt, mit der einerseits eine radiale vorgespannte Positionierung der Schaufelfüße an entsprechende Tragflanken der Haltenuten möglich ist. Andererseits dient die Verschraubung auch zur Fixierung der Laufschaufeln entlang der Haltenuten. Eine federnde Befestigung der Laufschaufeln wird dadurch erreicht, dass unterhalb der Keile Tellerfedern vorgesehen sein können.

[0003] Es wird jedoch als Nachteil empfunden, dass eine Schraubverbindung eingesetzt wird. Aufgrund der vergleichsweise rauen Betriebsumgebung und den auftretenden Betriebstemperaturen können derartige Schraubverbindungen korrodieren, so dass eine problemlose Demontage nicht gewährleistet werden kann.

[0004] Weiter ist beispielsweise aus der EP 1 703 078 A1 bekannt, die in axialen Haltenuten sitzenden Laufschaufeln durch die Anwendung eines Sicherungsblechs gegen eine Verschiebung entlang der Haltenuten zu sichern. Dabei wird zwischen dem Schaufelfuß und der Haltenut am Nutgrund ein Sicherungsblech platziert. Durch eine Wulst am Sicherungsblech greift dieses in eine fußseitig vorgesehene Öffnung ein. Nach dem Einschieben der Schaufel mit dem Sicherungsblech und dem Umbiegen der umstehenden Enden an den Eintritts- und Austrittsseiten des Fußes wird eine formschlüssige Sicherung erreicht. Um im Betrieb einen ausreichend vorgespannten Sitz der Schaufel in der Nut gewährleisten zu können, muss das Montieren der Schaufel auch unter einer Vorspannung erfolgen. Die Montage unter Vorspannung führt zu einem ungünstigen Verschleiß und Fressen an den Tragflanken, was die Rissgefahr erhöht. Vor allem in den vorderen Stufen eines axial durchströmten Verdichters, also bei großen Schaufeln, wo besonders große Vorspannkräfte erforderlich sind, erweist sich die Montage bzw. Demontage im Servicefall der Schaufel als schwierig.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher die Bereitstellung eines Schaufelkranzes für eine Turbomaschine, bei der eine vorspannfreie und somit spielbehaftete Montage von Schaufeln in den Haltenuten eines Schaufelträgers ermöglicht wird und im Betrieb dennoch eine ausreichend große Vorspannung vorhanden ist, die einen materialschädigenden Verschleiß - beispielsweise auch durch Klappern - zuverlässig vermeidet.

[0006] Die auf den Schaufelkranz für eine axiale Turbomaschine gerichtete Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Unteransprüchen angegeben. Diese können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden, sofern durch die in den Patentansprüchen angegebenen Rückbeziehungen dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen wird.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Schaufelkranz für eine axiale Turbomaschine, umfassend einen Schaufelträger mit einer Anzahl von - Tragflanken aufweisenden - Haltenuten für Schaufeln und einer entsprechenden Anzahl an Schaufeln, deren zu den Haltenuten korrespondierend ausgeführte Schaufelfüße in die Haltenuten eingesetzt sind, wobei zumindest eine der Schaufeln, vorzugsweise alle Schaufeln, an ihrer einem Nutgrund der Haltenut zugewandten Schaufelfußunterseite eine Ausnehmung aufweist bzw. aufweisen, deren Boden zumindest teilweise gegenüber dem Nutgrund der Haltenut schräg angestellt ist und in der jeweils ein keilförmiges Spannelement zum Anpressen des Schaufelfußes an die Tragflanken angeordnet ist, ist vorgesehen, dass in jeder Ausnehmung ein Federelement vorgesehen ist, dessen Federkraft längs der Haltenut auf das betreffende keilförmige Spannelement einwirkt, wobei die Ausnehmung von einer ersten Seitenwand und einer der ersten Seitenwand gegenüberliegenden zweiten Wand begrenzt ist, wobei das Federelement sich einerseits an der ersten Seitenwand und andererseits an einem stumpfen Ende des keilförmigen Spannelements abstützt und dass Mittel vorgesehen sind, mit denen sich das keilförmige Spannelement für die vorspannfreie Montage der Schaufel in der Haltenut temporär in eine Position verschieben lässt, in welcher der Schaufelfuß vorspannfrei in der Haltenut sitzt.

[0008] Im Einbauzustand presst das Federelement das keilförmige Spannelement in Richtung seines spitzen Endes, wodurch in Verbindung mit dem geneigten Boden der Ausnehmung eine Kraft in radialer Richtung (bezogen auf die Einbaulage in einer axialen Turbomaschine) auf den Schaufelfuß einwirkt, die diesen an die Tragflanken der Haltenuten anpresst. Hiermit wird eine spielfreie und zugleich vorgespannte Befestigung der Laufschaufel in der Haltenut bewirkt. Das Federelement stützt sich somit einerseits an einer ersten Seitenwand der Ausnehmung ab und andererseits an dem stumpfen Ende des keilförmigen Spannelements. Um nun eine vorspannfreie Demontage bzw. Montage der Schaufel in der Haltenut zu ermöglichen, ist es erforderlich, dass Mittel vorgesehen sind, mit denen sich das keilförmige Span-

nelement temporär in eine Position verschieben lässt, in welcher das stumpfe Ende des keilförmigen Spannelements näher an der ersten Seitenwand ist, als im montierten Zustand. Mit anderen Worten: Das Federelement wird nur für die Dauer der Demontage bzw. Montage weiter zusammengepresst als es im montierten Zustand vorgesehen ist. Durch die entsprechenden Neigungen des Bodens der Ausnehmung und des keilförmigen Spannelements wirkt die Verschiebung des Spannelements zur ersten Seitenwand hin entlastend für die Verspannung der Laufschaufel an den Tragflanken der Haltenut. Es ergibt sich somit ein Spiel entlang der Achse vom Nutgrund der Haltenut in Richtung Boden der Ausnehmung, welches sowohl zur Montage als auch zur Demontage der Schaufel in bzw. aus der Haltenut besteht und welches die gewünschte vorspannfreie Handhabung der Schaufel währenddessen ermöglicht. Mithin werden auch keine aufwändigen Vorrichtungen zum Einpressen oder Herausschieben der Schaufel in die Nut bzw. aus der Nut benötigt.

[0009] Insgesamt ergibt sich dadurch ein einfacherer und schnellerer Montage- und Demontageprozess, der zudem eine hohe Arbeitssicherheit für die Monteure gewährleistet. Zugleich kann die Größe der Federkraft durch eine einfache Variation unterschiedlicher Federelemente erreicht werden. Dies gibt besondere dann, wenn die Federelemente als Tellerfedern oder Tellerfederpakete ausgestaltet sind. Zugleich kann die Toleranz der Verbindung Schaufel mit Schaufelträger auf ein durchschnittliches Maß gesenkt werden, was eine vergleichsweise preiswerte Herstellung der Komponenten ermöglicht.

[0010] Während des Betriebs der mit einem solchen Schaufelkranz ausgestatteten axialen Turbomaschine erfolgt eine ständige Anpassung dieser Vorspanneinrichtung an die radiale Lage der Schaufel. Ausgestaltet aus Laufschaufelkränzen wird unter Einwirkung der Zentrifugalkräfte im Betrieb die Schaufel ihre maximale radiale Lage in der Haltenut einnehmen. Parallel dazu wird das keilförmige Spannelement unter der Einwirkung der Federkraft des Federelements weiter unter die Schaufel eingedrückt. Somit bleibt auch bei Abnahme der Maschinendrehzahl eine besonders hohe Vorspannung der Schaufel erhalten. Dies schränkt die relativen Bewegungen auch von vergleichsweise großen Schaufeln ein und vermindert den Verschleiß in den Haltenuten.

[0011] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung ist das Federelement als Tellerfeder oder Tellerfederpaket ausgebildet. Gleichzeitig ist in der ersten Seitenwand eine Öffnung vorgesehen. Zugleich ist am stumpfen Ende des keilförmigen Spannelements ein Zylinderstift angeordnet, welcher sich sowohl durch die Tellerfeder bzw. das Tellerfederpaket als auch in die Öffnung oder durch die Öffnung in der Seitenwand hindurch erstreckt. Der Zylinderstift kann beispielsweise in eine am Spannelement angeordnete Bohrung eingeschlagen oder dort festgeklebt sein. Der Zylinderstift hat in Verbindung mit der in der Seitenwand angeordneten Öffnung die Funktion einer Führung des Federelements und gleichzeitig eine Sicherung des keilförmigen Spannelements, damit dieses während der Montage nicht aus der Ausnehmung ungewollt herausspringen kann.

[0012] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfasst das Mittel ein in der zweiten Seitenwand angeordnetes Gewindeloch, in welches von außen eine Montageschraube zum Verschieben des keilförmigen Spannelements zur ersten Seitenwand hin einschraubbar ist. Folglich wird vor der Montage der Schaufel zuerst über den Zylinderstift des keilförmigen Spannelements das Federelement gestülpt, wonach anschließend der Zylinderstift in die in der ersten Seitenwand angeordnete Öffnung eingeführt wird. Gleichzeitig wird das keilförmige Spannelement in die schaufelfußunterseitig angeordnete Ausnehmung eingelegt. Anschließend wird durch das in der zweiten Seitenwand vorhandene Gewindeloch eine Montageschraube mit einem entsprechend langem Gewindeschaft von außen temporär eingeschraubt, mit welcher das keilförmige Spannelement in Richtung der ersten Seitenwand verschoben werden kann. Die Verschiebung muss dabei derartig groß sein, dass das keilförmige Spannelement vollständig in der Ausnehmung versenkt ist und so eine spielbehaftete Montage der Schaufel mit Spannelement möglich ist. Anschließend wird die so hergestellte Baugruppe in die Haltenut eingeschoben. Nachdem die Baugruppe und somit die Schaufel die vorgegebene Position in der Haltenut eingenommen hat, kann die in der zweiten Seitenwand eingeschraubte Montageschraube wieder gelöst werden, wodurch das keilförmige Spannelement durch das Federelement in Richtung der zweiten Seitenwand gepresst wird. Aufgrund der geneigten Fläche des keilförmigen Spannelements und des dazu korrespondierenden Bodens der Ausnehmung wird das keilförmige Spannelement in den enger werdenden Raum zwischen Nutgrund und Boden eingedrückt und kommt an beiden Flächen - dem Nutgrund und dem Boden - zum Anliegen. Hierdurch erfolgt dann die Verspannung des Schaufelfußes an den Tragflanken der Haltenut.

[0013] Anstelle einer Gewindeverbindung in der zweiten Seitenwand kann beispielsweise auch eine Bajonett-Verbindung vorgesehen sein.

[0014] Nach einer weiter bevorzugten Ausgestaltung sind die Schaufeln jeweils mittels eines zwischen einer Schaufelfußunterseite und einem der Schaufelfußunterseite gegenüberliegendem Nutgrund der Haltenut angeordneten blechförmigen Sicherungselement gegen ein Verschieben längs der Haltenuten gesichert, indem die Enden des blechförmigen Sicherungselements seitlich am Schaufelträger anliegen. Bei der Verwendung einer derartigen Axialsicherung ist das blechförmige Sicherungselement zwischen Nutgrund und dem keilförmigen Spannelement angesiedelt.

[0015] Weiter bevorzugt ist das keilförmige Spannelement zumindest teilweise hohl ausgebildet. Dadurch wird die Schaufelbefestigung in Vorspannrichtung elastischer und ermöglicht zusätzlich eine Reibdämpfung.

[0016] Weiter besonders bevorzugt handelt es sich bei dem Schaufelkranz um einen Laufschaufelkranz, so dass der Schaufelträger als Rotorscheibe oder Welle und die Schaufel als Laufschaufel ausgebildet ist. Dennoch eignet sich der Schaufelkranz auch zur Befestigung von Leitschaufeln.

[0017] Besonders bevorzugt ist die Verwendung des Schaufelkranzes in einem Verdichter einer axial durchströmten stationären Gasturbine.

[0018] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden anhand weiterer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei werden in der Figurenbeschreibung weitere Merkmale und Vorteile angegeben. Es zeigen:

FIG 1 eine stationäre Gasturbine in einem Längs-Teilschnitt,

FIG 2 den Längsschnitt durch einen Schaufelkranz im Bereich einer Haltenut mit einer darin eingesetzten Schaufel gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels,

FIG 3 die Seitenansicht auf den Ausschnitt gemäß FIG 2,

FIG 4 eine weitere Seitenansicht auf eine Haltenut mit darin eingesetzter Schaufel und

FIG 5 einen Längsschnitt analog zu FIG 2 für ein zweites Ausführungsbeispiel eines Schaufelkranzes.

[0019] In allen Figuren sind identische Merkmale mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Gleichwohl die Erfindung nachfolgend anhand eines Laufschaufelkranzes eines Gasturbinen-Verdichters detailliert beschrieben wird, kann die Erfindung auch in anderen Turbomaschinen eingesetzt werden.

[0020] Figur 1 zeigt eine stationäre Gasturbine 10 in einem Längs-teilschnitt. Die Gasturbine 10 weist im Innern einen um eine Rotationsachse 12 drehgelagerten Rotor 14 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 14 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 16, ein Verdichter 18, eine torusartige Ringbrennkammer 20 mit mehreren rotationssymmetrisch zueinander angeordneten Brennern 22, eine Turbineneinheit 24 und ein Turbinenausgangsgehäuse 26.

[0021] Der Verdichter 18 umfasst einen ringförmig ausgebildeten Verdichterkanal mit darin kaskadisch aufeinanderfolgenden Verdichterstufen aus Laufschaufel- und Leitschaufelkränzen 44. Die am Rotor 14 angeordneten Laufschaufeln 17 werden von Rotorscheiben getragen und liegen mit ihren frei endenden Schaufelblattspitzen 29 einer äußeren Kanalwand 42 des Verdichterkanals gegenüber. Der Verdichterkanal mündet über einen Verdichterausgangsdiffusor 36 in einem Plenum 38. Darin ist die Ringbrennkammer 20 mit ihrem Verbrennungsraum 28 vorgesehen, der mit einem ringförmigen Heißgaskanal 30 der Turbineneinheit 24 kommuniziert. In der Turbineneinheit 24 sind vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 32 angeordnet. Am Rotor 14 ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (jeweils nicht dargestellt) angekoppelt.

[0022] Im Betrieb der Gasturbine 10 saugt der Verdichter 18 durch das Ansauggehäuse 16 als zu verdichtendes Medium Umgebungsluft 34 an und verdichtet diese. Die verdichtete Luft wird durch den Verdichterausgangsdiffusor 36 in das Plenum 38 geführt, von wo aus es in die Brenner 22 einströmt. Über die Brenner 22 gelangt auch Brennstoff in den Verbrennungsraum 28. Dort wird der Brennstoff unter Zugabe der verdichteten Luft zu einem Heißgas M verbrannt. Das Heißgas M strömt anschließend in den Heißgaskanal 30, wo es sich arbeitsleistend an den Turbinenschaufeln der Turbineneinheit 24 entspannt. Die währenddessen freigesetzte Energie wird vom Rotor 14 aufgenommen und einerseits zum Antrieb des Verdichters 18 und andererseits zum Antrieb einer Arbeitsmaschine oder elektrischen Generators genutzt.

[0023] FIG 2 zeigt einen Schnitt durch eine Rotorscheibe 19 des Rotors 14 der Gasturbine 10 im Bereich einer sich in Axialrichtung erstreckenden Haltenut 21. Die Rotorscheibe 19 stellt somit einen Schaufelträger 46 dar, bei dem entlang seines Umfangs die Haltenuten 21 gleichmäßig verteilt sind und sich dabei in Axialrichtung der Gasturbine erstrecken. Die Haltenuten 21 sind im Querschnitt (FIG 3, FIG 4) schwalbenschwanzförmig ausgeführt und umfassen somit jeweils zwei Tragflanken 23, an denen korrespondierend ausgeführte Anlageflächen 25 eines Schaufelfußes 31 der Schaufeln 27 anliegen. Die Schaufeln 27 sind als Laufschaufeln ausgebildet.

[0024] An einer Unterseite 33 des Schaufelfußes 31, welche einem Nutgrund 35 der Haltenut 21 zugewandt ist, ist eine Ausnehmung 37 vorgesehen. Die Ausnehmung 37 wird von einer ersten Seitenwand 39 und einer der ersten Seitenwand 39 gegenüberliegenden zweiten Seitenwand 41 begrenzt. In Strömungsrichtung eines den Verdichter 18 durchströmenden Mediums ist die erste Seitenwand 39 anströmseitig angeordnet und die zweite Seitenwand 41 abströmseitig angeordnet.

[0025] Zwischen der Unterseite 33 und dem Nutgrund 35 ist ein blechförmiges Sicherungselement 43 in der Haltenut 21 eingelegt, dessen Enden längsgeschlitzt sind. Bei den sich dadurch beidendseitig ergebenden Laschenpaaren sind am jeden Ende sowohl eine Lasche 45 sowohl nach außen als auch eine Lasche 45 nach innen (FIG 3 und 4) umgebogen, wodurch eine Verschiebung der in der Haltenut 21 eingesetzten Schaufel 27 blockiert.

[0026] In der Ausnehmung 37 ist ein keilförmiges Spannelement 47 mit einem spitzen Ende 49 und einem stumpfen Ende 51 vorgesehen. Am stumpfen Ende 51 ist ein Zylinderstift 53 angeordnet, auf dem im dargestellten Ausführungsbeispiel insgesamt vier Tellerfedern als Federelement 55 aufgefädelt sind. Der Zylinderstift 53 erstreckt sich in eine in der ersten Seitenwand 39 ange-

ordnete Öffnung 57. Der Boden 59 der Ausnehmung 37 ist gegenüber dem Nutgrund 35 der Haltenut 21, entsprechend der Neigung der in FIG 2 dargestellten oberen Fläche 61 des keilförmigen Spannelements 47 geneigt.

[0027] Des Weiteren ist in der zweiten Seitenwand 41 ein Gewindeloch 63 vorgesehen, welches sich - ebenso wie die Öffnung 57 - parallel zur Haltenut 21 erstreckt. In das Gewindeloch 63 kann eine für die Montage der Schaufel 27 benötigte Montageschraube 65 eingeschraubt werden, mit deren Hilfe das keilförmige Spannelement 47 in FIG 2 derart weit nach links verschoben werden kann, dass dessen stumpfes Ende 51 vergleichsweise nah an der ersten Seitenwand 39 positioniert ist. Damit lässt sich das keilförmige Spannelement 47 vollständig in der Ausnehmung 37 versenken.

[0028] Die Montage der Schaufel 27 in der Haltenut 21 erfolgt dann wie folgt: Zuerst wird das vorgefertigte blechförmige Sicherungselement 43 in die Haltenut eingefügt. Das blechförmige Sicherungselement 43 erstreckt sich über die gesamte Länge der Haltenut 21, wobei anströmseitig oder abströmseitig bereits zwei der Laschen 45 quer zu seiner Längserstreckung bereits umgebogen sind. Die nach außen gebogene Lasche 45 dient als Anschlag bei dem Einschieben der Schaufel 27 in die Haltenut 21. An dem anderen Ende des blechförmigen Sicherungselements 43 ist vorerst nur eine der beiden Laschen 45 in radialer Richtung zu der Maschinenachse hin vorgebogen. Als nächstes wird das Federelement 55 auf den Zylinderstift 53 des keilförmigen Spannelements 47 aufgesetzt und zusammen in die Öffnung 57 und die Ausnehmung 37 eingesetzt. Der Zylinderstift 53 greift dann in die als Langloch ausgeführte Öffnung 57 ein. Nachdem die geneigte Fläche 61 des keilförmigen Spannelements 47 am geneigten Boden 59 anliegt, wird anschließend die Montageschraube 65 in das Gewindeloch 63 eingeschraubt, derartig tief, dass das keilförmige Spannelement 47 zur gegenüberliegenden Seite, d. h. in Richtung zur ersten Seitenwand 39 gedrückt wird und zwar so weit, bis sich der Keilgrund 67 innerhalb der Ausnehmung befindet. Hiermit kann ein vorspannungsfreies Einschieben der Schaufel 27 gewährleistet werden. Anschließend wird die Schaufel 27 mit dem vorgespannten keilförmigen Spannelement 47 in die Haltenut 21 eingeschoben. Nach dem Ausrichten der Schaufel 27 in der Haltenut 21 wird die Montageschraube 65 gelöst und der Baugruppe entnommen. Dadurch wird das keilförmige Spannelement 47 von der Kraft der Montageschraube entlastet und kann durch die Einwirkung der axialen Kräfte des Federelements 55 die Schaufel 27 in der Haltenut 21 gegen deren Tragflanken 23 anpressen und somit vorspannen. Abschließend wird die bis dahin nicht gebogene Lasche 45 des blechförmigen Sicherungselements 43 in radiale Richtung von der Maschinenachse weg umgebogen, was dann die Schaufel 27 gegen Auswandern aus der Haltenut 21 sichert. Für den Fall, dass die so befestigte Schaufel 27 der Haltenut 21 entnommen werden muss, sind die Arbeitsschritte in umgekehrter Reihenfolge durchzuführen. Nach dem Wegbiegen einer der Laschen 45 ist die Montageschraube 65 in das Gewindeloch 63 einzuschrauben. Dadurch wird die Vorspannung gelöst und die Schaufel 27 entlastet, wonach sie dann leicht aus der Haltenut 21 geschoben werden kann.

[0029] Gemäß einer zweiten, in FIG 5 dargestellten Ausführungsform kann das keilförmige Spannelement 47 zumindest teilweise hohl ausgebildet sein. Der Hohlraum 69 bewirkt eine elastische Vorspannung und bringt somit zusätzlich eine Reibdämpfung mit sich.

[0030] Insgesamt betrifft die Erfindung einen Schaufelkranz 44 für eine axiale Turbomaschine, umfassend einen Schaufelträger 46 mit einer Anzahl von Haltenuten 21 und einer entsprechenden Anzahl an Schaufeln 27, deren Schaufelfüße 31 in die Haltenuten 21 eingesetzt sind, wobei die Schaufeln 27 an ihrer einem Nutgrund 35 der Haltenut 21 zugewandten Unterseite 33 jeweils eine Ausnehmung 37 aufweisen, deren Boden 59 zumindest teilweise gegenüber dem Nutgrund 35 der Haltenut 21 schräg angestellt ist und in der jeweils ein keilförmiges Spannelement 47 zum Anpressen des Schaufelfußes 31 an die Tragflanken 23 angeordnet ist. Um eine vorspannungsfreie Montage der Schaufel 27 in der Haltenut 21 zu ermöglichen und um einen Schaufelkranz 44 bereitzustellen, der ohne eine Schraubverbindung im Betrieb eingesetzt werden kann, ist vorgesehen, dass in jeder Ausnehmung 37 ein Federelement 55 vorgesehen ist, dessen Federkraft längs der Haltenut 21 auf das betreffende keilförmige Spannelement 47 einwirkt und dass Mittel vorgesehen sind, mit denen sich das keilförmige Spannelement 47 für die vorspannfreie Montage der Schaufel 27 in der Haltenut 21 temporär in eine Position verschieben lässt, in welcher der Schaufelfuß 31 vorspannfrei in der Haltenut 21 sitzt.

Patentansprüche

1. Schaufelkranz (44) für eine axiale Turbomaschine, umfassend einen Schaufelträger (46) mit einer Anzahl von

   - Tragflanken (23) aufweisenden - Haltenuten (21) für Schaufeln (27) und einer entsprechenden Anzahl an Schaufeln (27), deren zu den Haltenuten (21) korrespondierend ausgeführte Schaufelfüße (31) in die Haltenuten (21) eingesetzt sind,

   wobei zumindest eine der Schaufeln (27), vorzugsweise alle Schaufeln (27), an ihrer einem Nutgrund (35) der Haltenut (21) zugewandten Schaufelfußunterseite (33) eine Ausnehmung (37) aufweist bzw. aufweisen, deren Boden (59) zumindest teilweise gegenüber dem Nutgrund (35) der Haltenut (21) schräg angestellt ist und in der jeweils ein keilförmiges Spannelement (47) zum Anpressen des Schaufelfuß (31) an die Tragflanken (23) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,
dass in jeder Ausnehmung (37) ein Federelement (55) vorgesehen ist, dessen Federkraft längs der Haltenut (21) auf das betreffende keilförmige Spannelement (47) einwirkt, dass die Ausnehmung (37) von einer ersten Seitenwand (39) und einer der ersten Seitenwand (39) gegenüberliegenden zweiten Seitenwand (41) begrenzt ist,
wobei das Federelement (55) sich einerseits an der ersten Seitenwand (39) und andererseits an einem stumpfen Ende (51) des keilförmigen Spannelements (47) abstützt und dass Mittel vorgesehen sind, mit denen sich das keilförmige Spannelement (47) für die vorspannfreie Montage der Schaufel (27) in der Haltenut (21) temporär in eine Position verschieben lässt, in welcher der Schaufelfuß (31) vorspannfrei in der Haltenut (21) sitzt.

2. Schaufelkranz (44) nach Anspruch 1,
bei dem das Federelement (55) als Tellerfederpaket ausgebildet und in der ersten Seitenwand (39) eine Öffnung (57) vorgesehen ist, durch welche beide sich ein am stumpfen Ende (51) des keilförmigen Spannelements (47) angeordneter Zylinderstift (53) hindurch erstreckt.

3. Schaufelkranz (44) nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem das Mittel ein in der zweiten Seitenwand (41) angeordnetes Gewindeloch (63) umfasst, in welche von außen eine Montageschraube (65) zum Verschieben des keilförmigen Spannelements (47) zur ersten Seitenwand (39) hin einschraubbar ist.

4. Schaufelkranz (44) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
bei dem die Schaufeln (27) jeweils mittels eines zwischen einer Schaufelfußunterseite (33) und einem der Schaufelfußunterseite (33) zugewandten Nutgrund (35) der Haltenut (21) angeordneten blechförmigen Sicherungselement (43) gegen ein Verschieben längs der Haltenut (21) gesichert sind, indem dessen Enden seitlich am Schaufelträger (46) anliegen.

5. Schaufelkranz (44) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem das keilförmige Spannelement (47) zumindest teilweise hohl ausgebildet ist.

6. Verdichter (18) für eine stationäre Gasturbine (10) mit zumindest einem Schaufelkranz (44) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Claims

1. Blade ring (44) for an axial turbomachine, comprising a blade carrier (46) having a number of retaining grooves (21) - having support flanks (23) - for blades (27) and a corresponding number of blades (27), the blade roots (31) of which, which are configured in a manner corresponding to the retaining grooves (21), are inserted into the retaining grooves (21),
wherein at least one of the blades (27), preferably all of the blades (27), has or have, on the blade root underside (33) thereof facing toward a groove base (35) of the retaining groove (21), a recess (37), the base (59) of which is at least partially obliquely inclined with respect to the groove base (35) of the retaining groove (21) and in which there is arranged in each case a wedge-shaped clamping element (47) for pressing the blade root (31) against the support flanks (23),
characterized
in that each recess (37) is provided with a spring element (55), the spring force of which acts along the retaining groove (21) on the respective wedge-shaped clamping element (47),
in that the recess (37) is delimited by a first side wall (39) and a second side wall (41) located opposite the first side wall (39),
wherein the spring element (55) is supported on the one hand on the first side wall (39) and on the other hand on an obtuse end (51) of the wedge-shaped clamping element (47), and
in that provision is made of means with which, for mounting the blade (27) in the retaining groove (21) without prestress, the wedge-shaped clamping element (47) can be displaced temporarily into a position in which the blade root (31) sits in the retaining groove (21) without prestress.

2. Blade ring (44) according to Claim 1,
in which the spring element (55) is in the form of a disk spring assembly and an opening (57) is provided in the first side wall (39), through both of which a cylindrical pin (53) arranged at the obtuse end (51) of the wedge-shaped clamping element (47) extends.

3. Blade ring (44) according to Claim 1 or 2,
in which the means comprises a threaded hole (63), which is arranged in the second side wall (41) and into which a mounting screw (65) can be screwed from the outside to displace the wedge-shaped clamping element (47) toward the first side wall (39).

4. Blade ring (44) according to one of Claims 1 to 3,
in which a plate-like securing element (43) arranged between a blade root underside (33) and a groove base (35) of the retaining groove (21) facing toward the blade root underside (33) secures each of the blades (27) against displacement along the retaining groove (21), in that the ends thereof bear laterally against the blade carrier (46).

5. Blade ring (44) according to one of Claims 1 to 4, in which the wedge-shaped clamping element (47) has an at least partially hollow form.

6. Compressor (18) for a stationary gas turbine (10) having at least one blade ring (44) according to one of the preceding claims.

Revendications

1. Couronne (44) d'aubes pour une turbomachine axiale comprenant un support (46) d'aubes ayant un certain nombre de rainures (21) de retenue - ayant des flancs (23) de support - d'aubes (27) et un nombre correspondant d'aubes (27), dont les emplantures (31), réalisées de manière correspondante aux rainures (21) de retenue, sont insérées dans les rainures (21) de retenue,
dans laquelle au moins l'une des aubes (27), de préférence toutes les aubes (27), a ou ont, du côté (33) inférieur de l'emplanture d'aubes, tourné vers un fond (35) de la rainure (21) de retenue, un évidement (37), dont le fond (59) est incliné, au moins en partie, par rapport au fond (35) de la rainure (21) de retenue et dans lequel respectivement un élément (47) de serrage cunéiforme est disposé pour presser l'emplanture (31) d'aubes sur les flancs (23) de support,
caractérisée en ce qu'il est prévu dans chaque évidement (37) un élément (55) de ressort dont la force de ressort s'applique le long de la rainure (21) de retenue à l'élément (47) de serrage cunéiforme correspondant,
en ce que l'évidement (37) est délimité par une première paroi (39) latérale et par une deuxième paroi (41) latérale opposée à la première paroi (39) latérale, l'élément (55) de ressort s'appuyant, d'une part, sur la première paroi (39) latérale et, d'autre part, sur une extrémité (51) tronquée de l'élément (47) de serrage cunéiforme, et
en ce qu'il est prévu des moyens par lesquels l'élément (47) de serrage cunéiforme peut, pour le montage sans contrainte de l'aube (27) dans la rainure (21) de retenue, être mis temporairement dans une position dans laquelle l'emplanture (31) d'aubes est assise sans contrainte dans la rainure (21) de retenue.

2. Couronne (44) d'aubes suivant la revendication 1, dans laquelle l'élément (55) de ressort est constitué en paquet de ressorts à disque et il est prévu, dans la première paroi (39) latérale, une ouverture (57) dans laquelle passent deux broches (53) cylindriques montées à l'extrémité (51) tronquée de l'élément (47) de serrage cunéiforme.

3. Couronne (44) d'aubes suivant la revendication 1 ou 2,
dans laquelle le moyen comprend un taraudage (63) ménagé dans la deuxième paroi (41) latérale et dans lequel, de l'extérieur, une vis (65) de montage peut être vissée pour faire aller l'élément (47) de vissage cunéiforme vers la première paroi (39) latérale.

4. Couronne (44) d'aubes suivant l'une des revendications 1 à 3,
dans laquelle les aubes (27) sont empêchées de se déplacer le long de la rainure (21) de retenue au moyen d'un élément (43) de sécurité, en forme de tôle, disposé entre un côté (33) inférieur de l'emplanture d'aube et un fond (35) de la rainure (21) de retenue, tourné vers le côté (33) inférieur de l'emplanture de l'aube, par le fait que l'extrémité de l'élément (43) s'applique latéralement au support (4 6) d'aube.

5. Couronne (44) d'aubes suivant l'une des revendications 1 à 4,
dans laquelle l'élément (47) de serrage cunéiforme est constitué de manière creuse, au moins en partie.

6. Compresseur (18) pour une turbine (10) à gaz fixe ayant au moins une couronne (44) d'aubes suivant l'une des revendications précédentes.

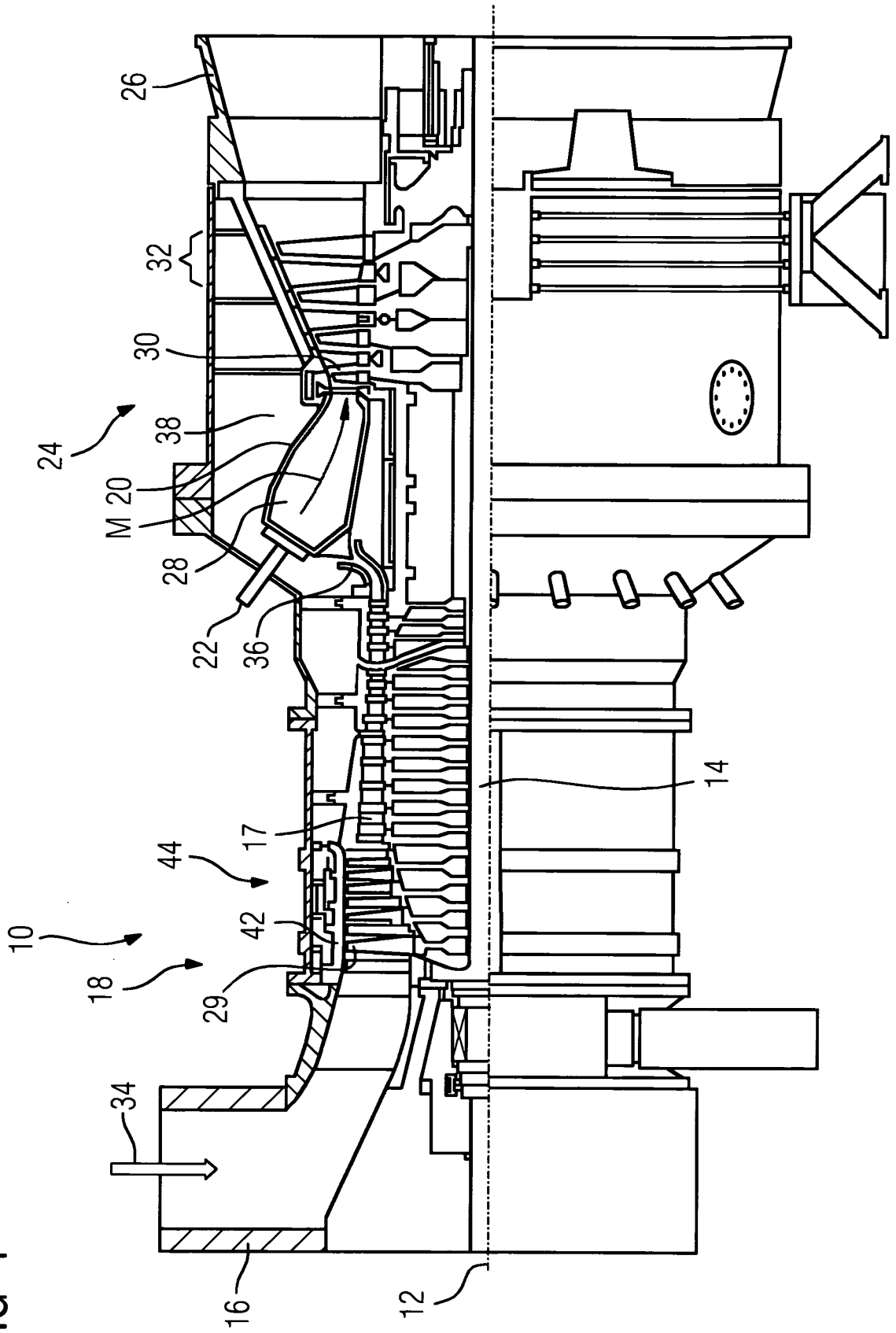


FIG 1

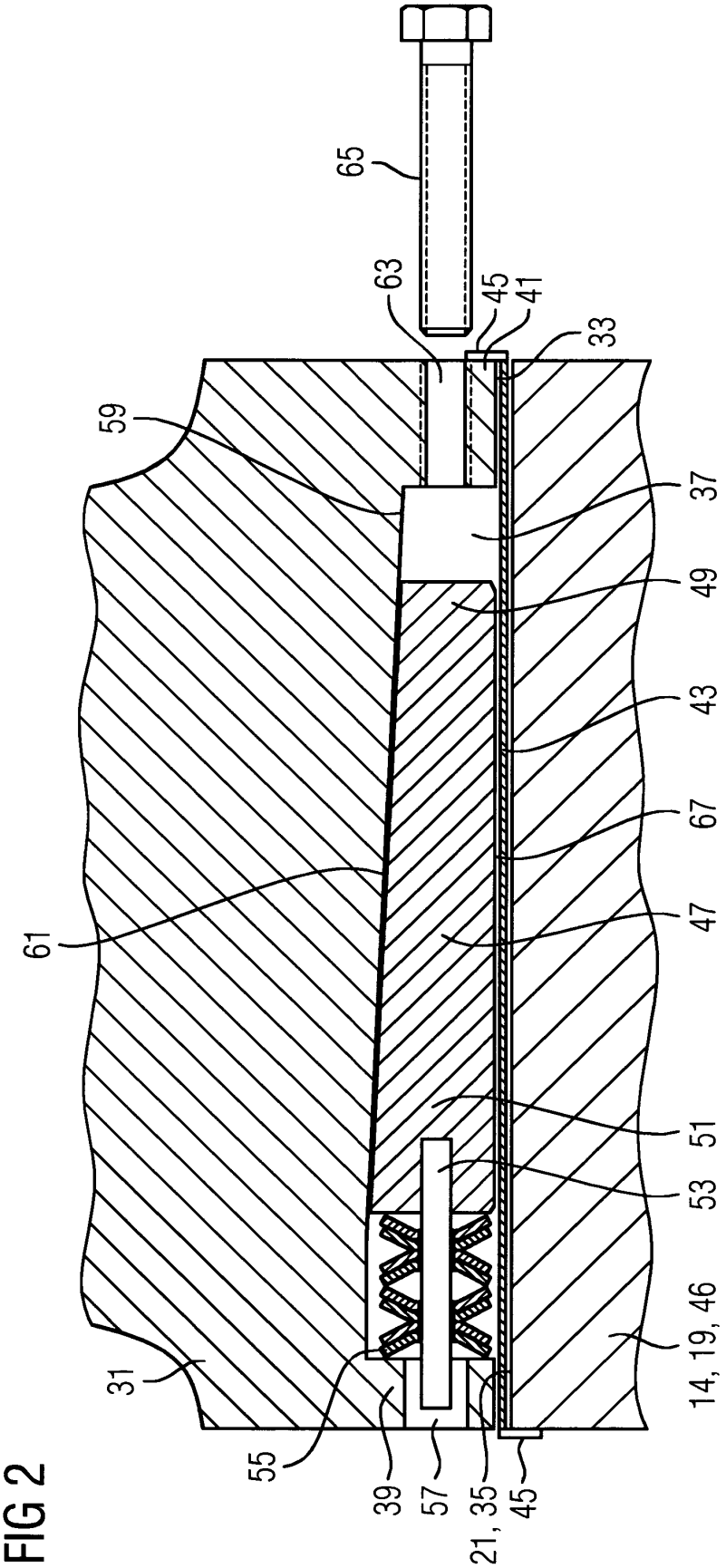


FIG 2

FIG 3

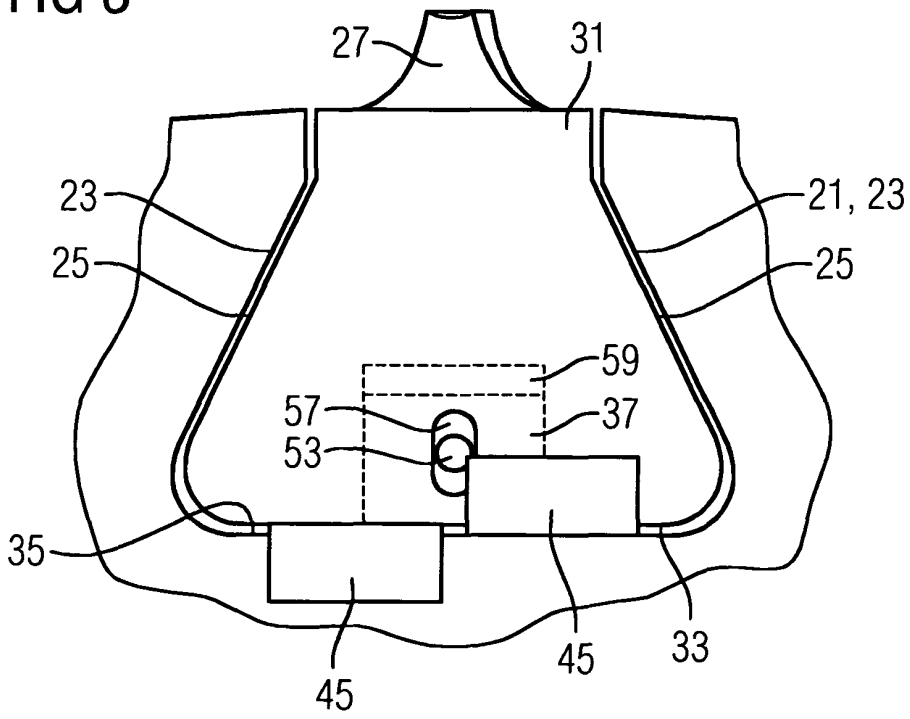
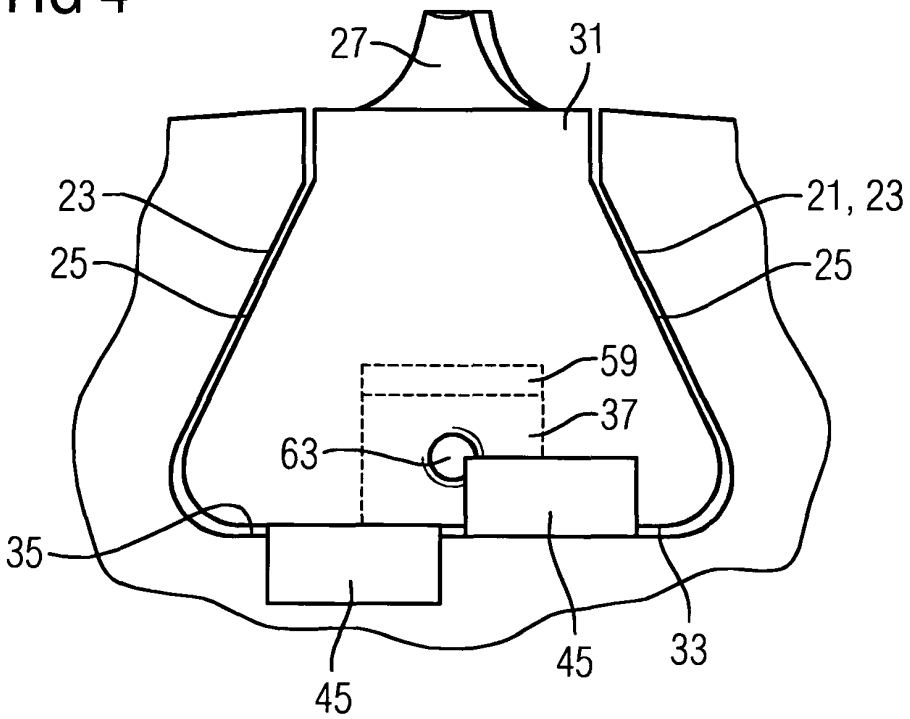

27
31
23
21, 23
25
25
59
57
37
53
35
45
33
45

FIG 4


27
31
23
21, 23
25
25
59
37
63
35
45
33
45

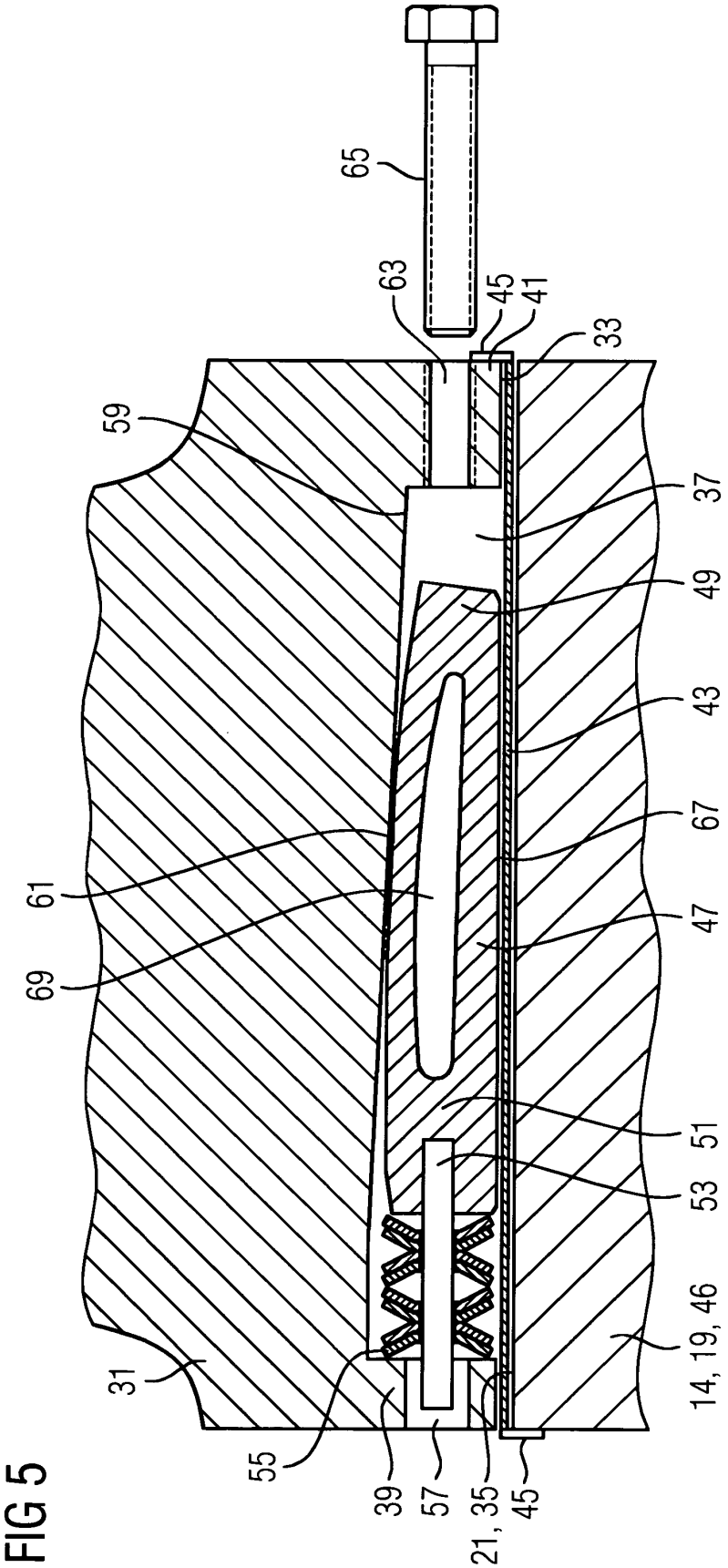

65
63
45
41
33
59
37
49
43
67
61
47
69
51
53
14, 19, 46
31
55
39
57
21, 35
45

FIG 5

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

- EP 1892380 A1 **[0002]**
- EP 1703078 A1 **[0004]**