



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 394 028 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.06.2016 Patentblatt 2016/22

(21) Anmeldenummer: **10710168.5**

(22) Anmeldetag: **02.02.2010**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2010/000105

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/088881 (12.08.2010 Gazette 2010/32)

(54) Abdichtvorrichtung an dem Schaufelschaft einer Rotorstufe einer axialen Strömungsmaschine und ihre Verwendung

Sealing apparatus at the blade shaft of a rotor stage of an axial turbomachine and the use thereof

Dispositif d'étanchéité sur l'arbre à aubes d'un étage de rotor d'une turbomachine axiale et son utilisation

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **05.02.2009 DE 102009007664**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.12.2011 Patentblatt 2011/50

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines AG
80995 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **FELDMANN, Manfred**
82223 Eichenau (DE)
- **UECKER, Markus**
80796 München (DE)
- **HEIDENREICH, Benedikt**
80992 München (DE)
- **FRENO, Dieter**
81667 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 898 049 EP-A2- 0 043 300
DE-A1- 3 743 253 DE-A1-102007 050 917
US-A- 5 443 365 US-A1- 2007 269 315**

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 vorliegende Erfindung betrifft eine Abdichtvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie in der Druckschrift DE 37 43 253 A1 beschrieben.

[0002] Derartige Abdichtvorrichtungen sind aus dem Stand der Technik bekannt.

[0003] In der WO 097 016 95 ist beispielsweise eine Turbinenstufe offenbart, an der die Schaufelfüße der einzelnen Schaufeln mit einer doppelwandigen Schottwand ausgerüstet sind. Ferner werden die einzelnen Schaufeln in axialer Richtung durch weiteren Abdichtplatten gehalten, welche gleichzeitig den Schaufelfußabschnitt abdichten, wobei die weitere Abdichtplatten sowohl an einer dafür vorgesehenen Kante des inneren Rotors als auch an einer Kante des Schaufelfußes eingesetzt werden. Da die Abdichtplatten ebenfalls als Befestigung der Schaufeln vorgesehen sind, erfahren sie sowohl in axialer als auch in radialer Richtung hohe mechanische Beanspruchungen, die mit fortschreitender Lebensdauer zum Versagen der Abdichtelementen zwischen den Platten führen kann. Ferner entstehen an den Enden der Schottwände am Schaufelfuß hohe Spannungsspitzen durch die Torsion der Schaufel, Fliehkräfte und weitere Torsionsspannungen, die durch Gaskräfte verursacht werden. Diese Spannungsspitzen können die Ursache für Materialermüdung oder gar Bauteilversagen sein, weswegen die Schottwände an dieser Stelle besonders stabil und der Schaufelfuß in axialer Richtung besonders lang ausgebildet sein müssen.

[0004] Die GB 1 295 003 offenbart einen Rotor für eine Strömungsmaschine, welcher eine Vielzahl von Schaufeln mit Schaufelfüßen aufweist, die in einem regelmäßigen Abstand durch Einklinken von seitlichen bimetallischen Platten an der Peripherie eines Rotors positioniert werden. Dabei weisen der Rotor sowie die zu montierenden Schaufeln eine U-förmige Kante auf, in der die bimetallischen Platten eingeklinkt werden. Durch diese Konstruktion wird einerseits sichergestellt, dass die an der Peripherie des Rotors montierten Schaufeln in ihrer Position sicher gehalten werden und andererseits dass die Druckverluste im Strömungsquerschnitt reduziert werden. Da jedoch für eine Rotorstufe mehrere Platten notwendig sind, sind Druckverluste nicht vollständig auszuschließen und die Montage der einzelnen Bauteile ist außerdem zeitaufwändig. Außerdem müssen äußerst geringe Toleranzen der Bauteile eingehalten werden und die durch die Betriebstemperatur verursachte Expansion der Bauteile dabei berücksichtigt werden. Aufgrund des Einflusses hoher Temperaturen und Zentrifugalkräften beim Betrieb kann sich ferner die relative Position der Schlitze ändern, was zur Plattenscherung oder sogar Plattenbruch führen kann. Weiterhin kann dadurch ein Verlust der Dichteigenschaften resultieren.

[0005] Aus der DE 4 110 214 A1 ist eine Befestigungs- vorrichtung für Innenenden von Turbinenlaufschaufern bekannt, welche am inneren Rotor befestigt werden. Die Schaufelinnenenden weisen Teile mit einer hakenartigen

Konfiguration im Bereich des Schaufelfußes auf, welche in durch Flansche gebildete und in axialem Abstand längs des inneren Rotors angeordneten Nuten aufgenommen werden. Dabei werden die hakenartigen Teile durch eine Verriegelungsvorrichtung durch passgenauen Eingriff mit den Nuten abgesichert, so dass radiale und axiale Bewegungen relativ zum Rotorgehäuse verhindert werden. Auch hier sind die Schaufeln am Rotor nacheinander angeordnet, so dass zwischen den einzelnen Schaufeln und deren Befestigungen offene Schlitze entstehen können. Insbesondere müssen sowohl für die Montage als auch wegen der Berücksichtigung der thermischen Expansion der Bauteile auch hier äußerst geringe Toleranzen eingehalten werden. Druckverluste sind daher nicht vollständig auszuschließen und außerdem treten hohe mechanischen Beanspruchungen an den Befestigungsvorrichtungen auf, welche in einer reduzierten Lebensdauer und in einem Verlust der Abdicht-eigenschaften mit fortschreitender Benutzungsdauer resultieren.

[0006] Aus der WO 031 046 17 ist eine Dichtungsanordnung für den Rotor einer Turbomaschine zum Abdichten zwischen einem Schaufelfuß und einer seitlich angeordneten Wärmeabschirmung bekannt. Dabei werden T-förmige Abdichtelemente in dafür vorgesehene Schlitze des Schaufelfußes und der Wärmeabschirmung aufgenommen. Die Dichtungsanordnung verwendet dabei Abdichtelemente, die im Gegensatz zum vorher genannten Stand der Technik nicht gleichzeitig als Befestigungs-elemente dienen. Dadurch sind die mechanischen Belastungen an den Abdichtelementen reduziert, und die Abdicht-eigenschaften nicht mehr so drastisch von der Nutzungsdauer der Bauteile abhängig. Durch die Verwendung von einzelnen Abdichtelementen, die separat hergestellt werden müssen, als auch durch die Notwendigkeit Schlitze sowohl am Schaufelfuß jeder einzelnen Schaufel als auch an der Wärmeabschirmung bereit zu stellen, ist diese Methode jedoch sehr zeitaufwändig und mit hohen Kosten sowohl bei der Bauteilherstellung als auch bei der Montage der Schaufeln am inneren Rotor verbunden. Ferner sind wegen der Schlitze massive und damit schwere Bauteile notwendig.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der bekannten Lösungen des Standes der Technik zu vermeiden und eine verbesserte Lösung zum Abdichten des Strömungsquerschnitts eines Rotors zur Verfügung zu stellen. Ferner soll eine Lösung bereitgestellt werden, welche eine einfache und kostengünstige Herstellung der Abdichtvorrichtungen zum Abdichten des Strömungsquerschnitts eines Rotors ermöglicht, wodurch auch die Montagezeit der einzelnen Schaufeln am Rotor reduziert wird und die Leistung der Strömungsmaschine gesteigert wird. Gleichzeitig sollen die mechanischen Beanspruchungen, welchen die Enden der Schottwände am Schaufelfuß ausgesetzt sind, ebenfalls reduziert werden und eine sichere, dauerhafte Abdichtung des Strömungsquerschnitts sowie eines Rotors einer Strömungsmaschine ermöglicht werden.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zum Abdichten des Strömungsquerschnitts eines Rotors einer Strömungsmaschine gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0009] Die erfindungsgemäße Abdichtvorrichtung zum Abdichten des Rotors einer Strömungsmaschine befindet sich an dem Schaufelschaft der Laufschaufeln einer Rotorstufe einer axialen Strömungsmaschine, wobei mehrere Schaufeln in Umfangsrichtung nebeneinander auf dem Rotor angeordnet sind. Die Abdichtvorrichtung weist am Schaufelschaft in axialer Richtung nach vorne und hinten hervorstehende Bodenplatten und in radialer Richtung sich entlang des Schaufelschafts erstreckenden Schottwände auf, die dabei eine doppelwandige Dichtung in axialer Richtung ausbilden. Der Übergangsquerschnitt von den Bodenplatten zu den Schottwänden ist dabei vorzugsweise abgerundet, bzw. parabolisch ausgebildet. Ferner ist zumindest eine der beiden Schottwände bezüglich des Schaufelfußrandes auf Höhe eines identischen radialen Abstands zur Rotorachse in Richtung der radialen Längsachse des Schaufelschafts nach Innen versetzt.

[0010] Dadurch wird erreicht, dass die Spannungsspitzen, welche durch die Torsion der Schaufel ausgehend vom äußeren Deckband, oder durch Fliehkräfte eingeleitete Spannungen am inneren Deckband oder weitere durch Gaskräfte verursachten Torsionsspannungen, an den Enden der Schottwände am Schaufelfuß reduziert werden. Durch den Versatz von zumindest einer der Schottwände bezüglich des Schaufelfußrandes in Richtung der radialen Längsachse des Schaufelschafts wird außerdem erreicht, dass die Schaufelfußlänge in axialer Richtung verringert wird. Diese Verringerung der Schaufelfußlänge ermöglicht wiederum eine kostengünstigere Herstellung der Bauteile, da weniger Material für das Bauteil notwendig ist, sowie eine gesteigerte Leistung der Strömungsmaschine, da das gesamte Gewicht der Maschine dadurch verringert wird. Ferner wird ein verminderter Bruch-Risiko im Fall einer vorhandenen Plattenscherung aufgrund des Einflusses hoher Temperaturen und Zentrifugalkräften beim Betrieb der Strömungsmaschine erzielt. Die homogene Verteilung der mechanischen Spannungen am Ansatz der Schaufel bewirkt außerdem eine geringere punktuell konzentrierte Materialbeanspruchung des Bauteils, welche schonend für die Bauteile ist und in einer verlängerten Lebensdauer resultiert. Durch diese Konstruktion besteht die Abdichtvorrichtung außerdem aus einem einzigen massiven Bauteil. Mit der Spannungsreduzierung und der Homogenisierung der mechanischen Spannungen am Schaufelschaftsansatz wird es außerdem möglich, die Dicke der Schottwände zu reduzieren, was zu einer weiteren Gewichtsreduzierung und dementsprechend zu einer weiteren Leistungssteigerung der Strömungsmaschine führt. Ferner kann die Höhe des Schaufelschafts ebenfalls reduziert werden.

[0011] Erfindungsgemäß sind zwei in radialer Richtung ausgebildete Schottwände, die sich von den hervorstehenden Bodenplatten in Richtung der Rotorachse erstrecken, insgesamt parabelförmig ausgebildet.

[0012] Durch die Wahl der parabolischen Form des Übergangsquerschnitts an der Verbindung zwischen der Bodenplatte und der radialen Schottwand als auch durch die Wahl der von den hervorstehenden Bodenplatten in Richtung der Rotorachse sich parabolisch erstreckende Schottwand, wird eine optimierte Dichtung geschaffen, welche die mechanischen Spannungen am Ansatz des Schaufelblatts weiter reduziert als auch die homogene Spannungsverteilung der Spannungen am Ansatz unterstützt.

[0013] Die getrennt hergestellten Bauteile können beispielsweise durch Schweißen miteinander verbunden werden und die Abdichtvorrichtung mit einer reibungsmindernden Beschichtung beschichtet sein.

[0014] Stellt man sich eine Abdichtvorrichtung vor, welche aus zwei miteinander verbundenen T-Stücken besteht und an einem Schaufelschaft einer Schaufel verbunden ist, wirkt sich eine Kraft auf den nach außen gerichteten Platten in einer mechanischen Spannungsspitze im Bereich der zwei T-Verbindungen am Ansatz des Schaufelblattes aus. Die Kräfte, welche unter anderem auf die in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatten der Laufschaufeln ausgeübt werden, resultieren dagegen durch ihre gesamte Form und durch die Lage der Abdichtvorrichtung in einer homogenen Verteilung der mechanischen Spannungen im Bereich des Schaufelblattansatzes. In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Wandstärke der Bodenplatten größer als die Wandstärke der radialen Schottwände. Dadurch wird beispielsweise eine Verstärkung des abgerundeten oder parabolischen Übergangsquerschnittes der Verbindungsstelle mit dem Schaufelfußtisch und mit den radialen Schottwände erreicht und gleichzeitig die Möglichkeit der Anpassung an vorgegebene breitere Ausdehnungsschlitzte geschaffen.

[0015] In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung besitzt zumindest eine der axial hervorstehenden Bodenplatten und der Schaufelfußtisch, unterschiedliche Neigungen. Die erfindungsgemäße Abdichtvorrichtung ist somit in einer Vielzahl von verschiedenen Triebwerksarten anwendbar. Unterschiedliche Neigungen sind ferner als Anpassungsparameter für vorgegebene Ausdehnungsschlitzte vorgesehen.

[0016] In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mündet der Schaufeltisch in zumindest einer der hervorstehenden Bodenplatten L-förmig ein. Dadurch wird eine besonders effiziente Verteilung der an den axial hervorstehenden Bodenplatten ausgeübten Kräfte und eine weitere Homogenisierung der mechanischen Spannungen im Bereich des Schaufelblattansatzes erzielt, insbesondere wenn die Neigung des Schaufelschafts und der axial hervorstehenden Bodenplatten unterschiedlich sind.

[0017] In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Er-

findung mündet der Schaufeltisch in die zwei hervorstehenden Bodenplatten U-formig ein. Dadurch wird eine besonders effiziente Verteilung der an den axial hervorstehenden Bodenplatten ausgeübten Kräfte und eine weitere Homogenisierung der mechanischen Spannungen im Bereich des Schaufelblattansatzes erzielt, insbesondere wenn die Neigung der zwei axial hervorstehenden Bodenplatten symmetrisch ist.

[0018] In einem anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung wird der Schaufelfußtisch gerade, geneigt oder gewölbt ausgebildet. Eine gerade Konfiguration des Schaufelfußtisches ist besonders vorteilhaft, wenn die in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatten ebenfalls gerade und in der gleichen Ebene ausgebildet sind, und insbesondere dann wenn die Strömungsmaschine einen konstanten Strömungsquerschnitt aufweist. Eine geneigte Konfiguration des Schaufelfußtisches ist besonders vorteilhaft wenn die in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatten unterschiedliche Neigungen aufweisen und/oder wenn der Strömungsquerschnitt der Strömungsmaschine sich ändert. Eine gewölbte Konfiguration des Schaufelfußtisches ist besonders vorteilhaft, um in speziellen Konfigurationen der Bodenplatten und/oder der Schottwände die Verbindungsstellen optimal zu verstärken.

[0019] In einem anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Schaufel und die Abdichtvorrichtung einstückig ausgebildet. Dies hat den Vorteil, dass keine Befestigungsschlüsse, weder am Schaufelschaft noch an der Rotorstufe mit äußerst geringen Toleranzen, für das Einklinken von seitlichen Abdichtplatten, die ebenfalls mit äußerst geringen Toleranzen hergestellt werden müssten, notwendig sind. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass bei der Montage nur noch ein einziges Bauteil an der Rotorstufe angeordnet werden muss, um eine in Umfangsrichtung doppelwandige Dichtung bereitzustellen.

[0020] In einem anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung bilden die Schaufel und die Abdichtvorrichtung zwei getrennte Bauteile, welche aneinander angeordnet werden. Die getrennt hergestellten Bauteile können beispielsweise durch Schweißen miteinander verbunden werden und die Abdichtvorrichtung mit einer reibungsmindernden Beschichtung beschichtet sein.

[0021] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Abdichten des Strömungsquerschnitts eines Rotors findet sowohl in Turbinen als auch in Verdichtern von Gasturbinenanlagen und im Allgemeinen in Strömungsmaschinen Verwendung.

[0022] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden zusammen mit den Zeichnungen dargestellt und im folgenden näher beschrieben.

[0023] Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen Abschnitt einer Rotorstufe 5, die eine Abdichtvorrichtung 2 gemäß der vorliegenden Erfin-

dung enthält;

5 Fig. 2 einen schematischen Längsschnitt durch die Abdichtvorrichtung 2 gemäß dem ersten vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

10 Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch die Abdichtvorrichtung 2 gemäß dem zweiten vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

15 Fig. 4 einen schematischen Längsschnitt durch die Abdichtvorrichtung 2 gemäß dem dritten vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung.

20 **[0024]** Fig. 1 zeigt einen Teil eines Rotors, an dem eine Schaufel angeordnet ist, welche eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung enthält. Wegen der Übersichtlichkeit wird im folgenden nur auf den abgebildeten Ausschnitt eingegangen, der sich aber über den ganzen

Umfang des Rotors wiederholt. Die neben der Rotorwelle seitlich angedeuteten Bauteile 11 weisen abgerundete Ecken auf und definieren jeweils Ausdehnungsschlitz 3 für die Aufnahme der in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatte 6 des Abdichtelements 1. Jedes Abdichtelement weist dabei einen Schaufelfußtisch 8 mit

zwei in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatten 6 und zwei zum Zentrum des Rotors 5 gerichteten und mit der in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatte 6 verbundene parabolisch ausgebildeten Schottwand 7,

30 7' auf. Die Abdichtelemente 1 können dabei als Segmente eines Rings angesehen werden, bei denen die Schaufelfußtische 8 radial angeordnet sind, und bei denen die Schottwände 7, 7' eine doppelwandige Dichtungsringsscheibe definieren. Die Dichtungsringeinsen-

35 mente werden stark zusammengepresst, so dass sich zwischen den aneinander angrenzenden Enden der einzelnen Segmente keine Leckströmung ausbilden kann.

Gleichzeitig wird genügend Raum für die durch die Betriebstemperatur verursachte Ausdehnung in Umfangsrichtung der Abdichtelemente 1 gelassen. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist außerdem ange-

40 deutet, wie jede in axialer Richtung hervorstehende Bodenplatte 6 in einem radial und in Umfangsrichtung verlaufenden Ausdehnungsschlitz 3 untergebracht ist, welcher durch an der Rotorwelle 5 seitlich angeordnete Bau-

45 teile 11 gebildet ist. Dadurch wird bereits die Leckströmung, wegen der verkleinerten offenen Fläche, reduziert. Die Vorrichtung weist eine Abdichtvorrichtung 2 auf, welche zwei parabolisch ausgebildete Schottwände 7, 7'

50 enthält, die bezüglich des Schaufelfußrandes 14, 14' in axialer Richtung zueinander hin versetzt sind. Durch den Versatz 12 der zwei Schottwände 7, 7' bezüglich des Schaufelfußrandes 14, 14' in Richtung der radialen Längsachse 13 des Schaufelschafts 4 werden die Spannungsspitzen an den Enden der Schottwände 7, 7' am Schaufelschaft 4 erheblich verringert. Durch die optimierte parabolische Ausbildung der Abdichtvorrichtung 2 im unteren Bereich des Schaufelschafts 4, wird eine stabile

Abdichtung geschaffen, die in die Schaufel integriert ist und die weiterhin nicht als eine Befestigung der Schaufel am Rotor verwendet wird, so dass die Abdichtvorrichtung 2, abgesehen von der durch die Betriebstemperatur und von den Zentrifugalkräften verursachte Ausdehnung, keinen zusätzlichen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt wird.

[0025] Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch die Abdichtvorrichtung 2, gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Hier besitzen die in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatten 6 sowie der Schaufelfußtisch 8 die gleiche Neigung und liegen in der gleichen Ebene. Die sich nach unten und in radialer Richtung erstreckenden Schottwände 7, 7' bilden mit den hervorstehenden Bodenplatten 6 und mit dem Schaufelfußtisch 8 gerundete Verbindungen aus und laufen parabolisch in Richtung der Rotorachse zu. In diesem Beispiel ist außerdem die Wandstärke des Schaufelfußtisches 8, der Bodenplatten 6 und der Schottwände 7, 7' gleich. Ferner weist die Abdichtvorrichtung 2 zwei unterschiedlich ausgebildete Schottwände 7, 7' auf. Die in der Zeichnungsebene rechte Schottwand 7' ist L-förmig ausgebildet und läuft parallel zu der Längsachse 13 des Schaufelschafts 4, während die in der Zeichnungsebene linke Schottwand 7 in Richtung der Längsachse 13 des Schaufelschafts 4 gerade zuläuft und bezüglich des Schaufelfußrandes 14 nach Innen versetzt ist. Durch den Versatz 12 der in der Zeichnungsebene linken Schottwand 7 bezüglich des Schaufelfußrandes 14 in Richtung der radialen Längsachse 13 des Schaufelschafts 4 werden die Spannungsspitzen an den Enden der Schottwände 7, 7' am Schaufelschaft 4 erheblich verringert.

[0026] Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch die Abdichtvorrichtung 2, gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Hier besitzen die in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatten 6 sowie der Schaufelfußtisch 8 unterschiedliche Neigungen und liegen auf verschiedenen Ebenen. Die sich nach dem Rotorzentrum und in radialer Richtung erstreckenden parabolischen Schottwände 7, 7' bilden mit den hervorstehenden Bodenplatten 6 und mit dem Schaufelfußtisch 8 parabolische Verbindungen aus und verlaufen parabolisch in Richtung der Rotorachse und anschließend parallel zueinander. Der Schaufelfußtisch 8 mündet hier außerdem L-förmig in der Zeichnungsebene rechts dargestellten hervorstehenden Bodenplatte 6. In diesem Beispiel ist ferner die Wandstärke des Schaufelfußtisches 8 und der Bodenplatten 6 größer als die Wandstärke der Schottwände 7, 7'. Die in der Zeichnungsebene rechte Schottwand 7' ist außerdem in Richtung der Längsachse 13 des Schaufelschafts 4 zuerst parabelförmig und anschließend gerade ausgebildet und bezüglich des Schaufelfußrandes 14' nach Innen versetzt. Durch den Versatz 12 der in der Zeichnungsebene rechten Schottwand 7' bezüglich des Schaufelfußrandes 14' in Richtung der radialen Längsachse 13 des Schaufelschafts 4 werden die Spannungsspitzen an den Enden der Schottwände 7, 7' am Schaufelschaft 4 erheblich verringert, da hier-

durch der Kraftfluss der eingeleiteten Kräfte optimiert wird.

[0027] Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch die Abdichtvorrichtung 2, gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Hier besitzen die in axialer Richtung hervorstehenden Bodenplatten 6 sowie der Schaufelfußtisch 8 zwar die gleiche Neigung, liegen jedoch auf unterschiedlichen Ebenen. Die sich nach dem Rotorzentrum und in radialer Richtung erstreckenden und parabolisch zulaufenden Schottwände 7, 7' bilden mit den hervorstehenden Bodenplatten 6 und mit dem Schaufelfußtisch 8 abgerundete Verbindungen aus und laufen parabolisch in Richtung der Rotorachse zu. In diesem Beispiel ist ferner die Wandstärke der Schottwände 7, 7' größer als die Wandstärke des Schaufelfußtisches 8 und der Bodenplatten 6. Die in der Zeichnungsebene rechte Schottwand 7' ist außerdem in Richtung der Längsachse 13 des Schaufelschafts 4, d.h. in radialer Richtung im Bezug auf die axiale Strömungsmaschine, zuerst parabelförmig und anschließend geradlinig ausgebildet. Dabei ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel etwa das letzte Drittel als Gerade ausgebildet, während die ersten beiden Drittel des Schaufelschafts 4 in etwa eine Parabel bilden. Bezüglich des Schaufelfußrandes 14' ist die in der Zeichnungsebene rechte Schottwand 7' nach Innen versetzt. Durch den Versatz 12 der in der Zeichnungsebene rechten Schottwand 7' bezüglich des Schaufelfußrandes 14' in Richtung der radialen Längsachse 13 des Schaufelschafts 4 werden die Spannungsspitzen an den Enden der Schottwände 7, 7' am Schaufelschaft 4 erheblich verringert.

Patentansprüche

1. Abdichtvorrichtung (2) an einem Schaufelschaft (4) einer Rotorstufe einer axialen Strömungsmaschine, wobei mehrere Schaufeln in Umfangsrichtung nebeneinander auf einem Rotor (5) angeordnet sind und wobei die Abdichtvorrichtung (2) am Schaufelschaft (4) in axialer Richtung hervorstehende Bodenplatten (6) und in radialer Richtung sich entlang des Schaufelschafts (4) erstreckende Schottwände (7, 7') aufweist, die eine doppelwandige Dichtung (10) in axialer Richtung bilden, wobei von der Bodenplatte (6) zu der Schottwand (7, 7') ein abgerundeter oder ein parabolischer Übergangsquerschnitt vorgesehen ist, wobei zumindest eine der Schottwände (7, 7') bezüglich eines Schaufelfußrandes (14, 14') in Richtung der radialen Längsachse (13) des Schaufelschafts (4) versetzt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Schottwände (7, 7') in Richtung der Rotorachse parabelförmig ausgebildet ist.
2. Abdichtvorrichtung (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandstärke der Bodenplatten (6) größer als die Wandstärke der radialen

- Schottwände (7, 7') ist.
3. Abdichtvorrichtung (2) nach einem der Patentansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schaufelfußtisch (8) und zumindest eine der beiden Bodenplatten (6) unterschiedliche Neigungen besitzen.
 4. Abdichtvorrichtung (2) nach Patentanspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einmündung des Schaufelfußtisches (8) in zumindest einer der hervorstehenden Bodenplatten (6) durch eine abgerundete L-förmige Verbindung ausgebildet ist.
 5. Abdichtvorrichtung (2) nach einem der Patentansprüche 3 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einmündung des Schaufelfußtisches (8) in den hervorstehenden Bodenplatten (6) durch eine abgerundete U-förmige Verbindung ausgebildet ist.
 10. 6. Abdichtvorrichtung (2) nach einem der Patentansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaufelfußtisch (8) gerade, geneigt oder gewölbt ausgebildet ist.
 15. 7. Abdichtvorrichtung (2) nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichtvorrichtung (2) mit der Schaufel einstückig ausgebildet sind.
 20. 8. Abdichtvorrichtung (2) nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichtvorrichtung (2) und die Schaufel als zwei getrennte Bauteile ausgebildet sind.
 25. 9. Verwendung der Abdichtvorrichtung (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche in einer Gasturbine.

Claims

1. Sealing apparatus (2) at a blade shaft (4) of a rotor stage of an axial turbomachine, wherein a plurality of blades is arranged next to each other on a rotor (5) in the circumferential direction, and wherein the sealing apparatus (2) has base plates (6) protruding in the axial direction on the blade shaft (4) and bulkheads (7, 7') extending in the radial direction along the blade shaft (4), which bulkheads form a double-walled seal (10) in the axial direction, wherein from the bottom plate (6) to the bulkhead (7, 7'), a rounded or a parabolic transitional cross section is provided, wherein at least one of the bulkheads (7, 7') is offset in relation to a blade root edge (14, 14') in the direction of the radial longitudinal axis (13) of the blade shaft (4), **characterised in that** at least one of the bulkheads (7, 7') is formed to be parabolic in the direction of the rotor axis.

2. The sealing apparatus (2) as claimed in claim 1, **characterised in that** the wall thickness of the bottom plate (6) is greater than the wall thickness of the radial bulkheads (7, 7').
3. The sealing apparatus (2) as claimed in any one of patent claims 1 to 2, **characterised in that** a blade root table (8) and at least one of the two bottom plates (6) have different inclinations.
10. 4. The sealing apparatus (2) as claimed in patent claim 3, **characterised in that** the transition of the blade root table (8) into at least one of the protruding bottom plates (6) is formed by a rounded L-shaped connection.
15. 5. The sealing apparatus (2) as claimed in any one of patent claims 3 to 4, **characterised in that** the transition of the blade root table (8) into the protruding bottom plates (6) is formed by a rounded U-shaped connection.
20. 6. The sealing apparatus (2) as claimed in any one of patent claims 3 to 5, **characterised in that** the blade root table (8) is formed to be straight, inclined or curved.
25. 7. The sealing apparatus (2) as claimed in any one of patent claims 1 to 6, **characterised in that** the sealing apparatus (2) is formed to be integral with the blade.
30. 8. The sealing apparatus (2) as claimed in any one of patent claims 1 to 7, **characterised in that** the sealing apparatus (2) and the blade are formed as two separate components.
35. 9. The use of the sealing apparatus (2) as claimed in any one of the preceding claims in a gas turbine.

40

Revendications

1. Dispositif d'étanchéité (2) sur un arbre à aubes (4) d'un étage de rotor d'une turbomachine axiale, dans lequel plusieurs aubes sont disposées côté à côté sur un rotor (5) dans la direction circonférentielle, et dans lequel le dispositif d'étanchéité (2) sur l'arbre à aubes (4) présente des plaques de base (6) dépassant dans la direction axiale et des cloisons étanches (7, 7') s'étendant dans la direction radiale le long de l'arbre à aubes (4) et formant un joint d'étanchéité à double paroi (10) dans la direction axiale, dans lequel une section transversale de transition arrondie ou parabolique est prévue de la plaque de base (6) à la cloison étanche (7, 7'), dans lequel au moins l'une des cloisons étanches (7, 7') est décalée par rapport à un bord d'emplanture d'aube (14, 14')

en direction de l'axe longitudinal radial (13) de l'arbre à aubes (4), **caractérisé en ce qu'** au moins l'une des cloisons étanches (7, 7') a une forme parabolique en direction de l'axe de rotor.

5

2. Dispositif d'étanchéité (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'épaisseur des plaques de base (6) est supérieure à l'épaisseur des cloisons étanches (7, 7') radiales.
3. Dispositif d'étanchéité (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce qu'** un plateau d'emplanture d'aube (8) et au moins l'une des deux plaques de base (6) présentent des inclinaisons différentes.
4. Dispositif d'étanchéité (2) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la jonction du plateau d'emplanture d'aube (8) dans au moins l'une des plaques de base (6) faisant saillie est réalisée par un raccord arrondi en forme de L.
5. Dispositif d'étanchéité (2) selon l'une quelconque des revendications 3 à 4, **caractérisé en ce que** la jonction du plateau d'emplanture d'aube (8) dans les plaques de base (6) faisant saillie est réalisée par un raccord arrondi en forme de U.
6. Dispositif d'étanchéité (2) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** le plateau d'emplanture d'aube (8) est réalisé pour être droit, incliné ou courbe.
7. Dispositif d'étanchéité (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le dispositif d'étanchéité (2) est réalisé intégralement avec l'aube.
8. Dispositif d'étanchéité (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le dispositif d'étanchéité (2) et l'aube sont réalisés sous la forme de deux composants distincts.
9. Utilisation du dispositif d'étanchéité (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans une turbine à gaz.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

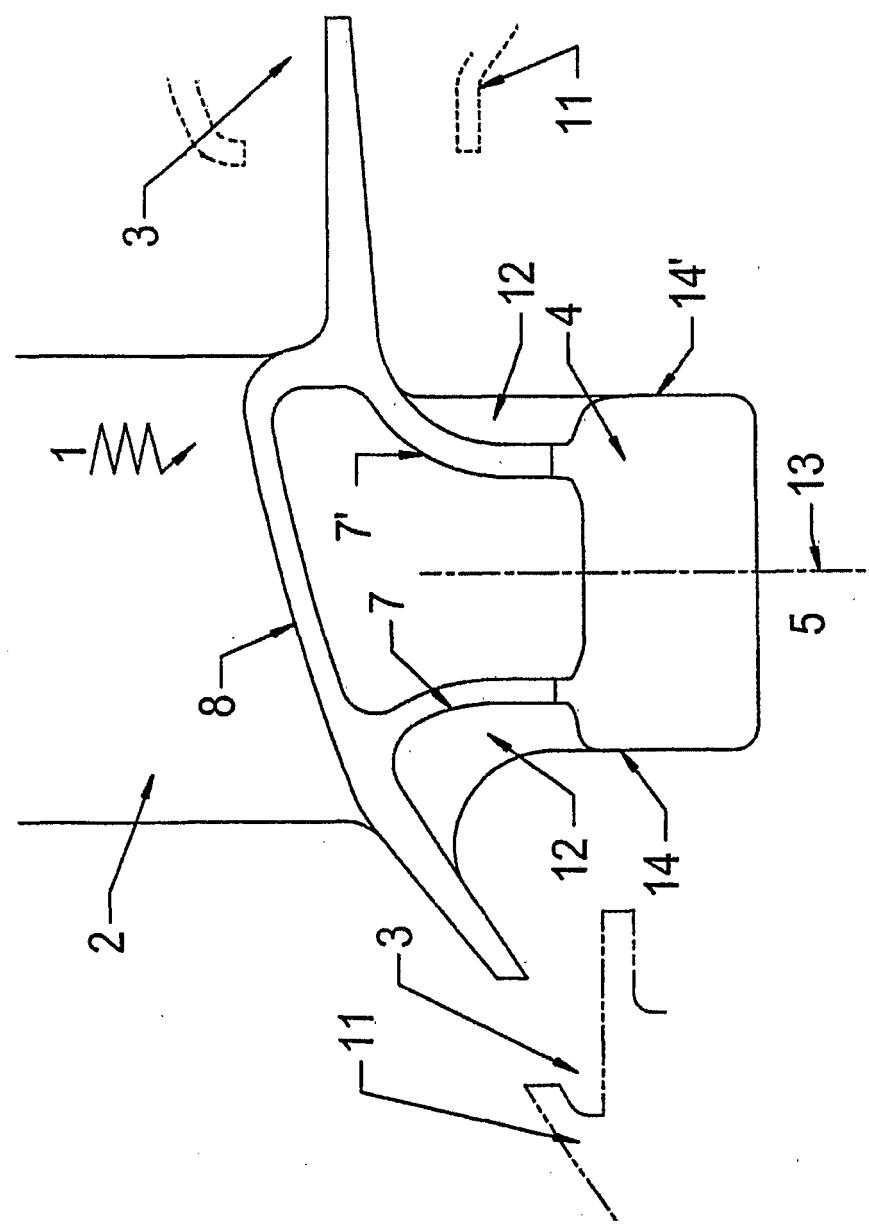
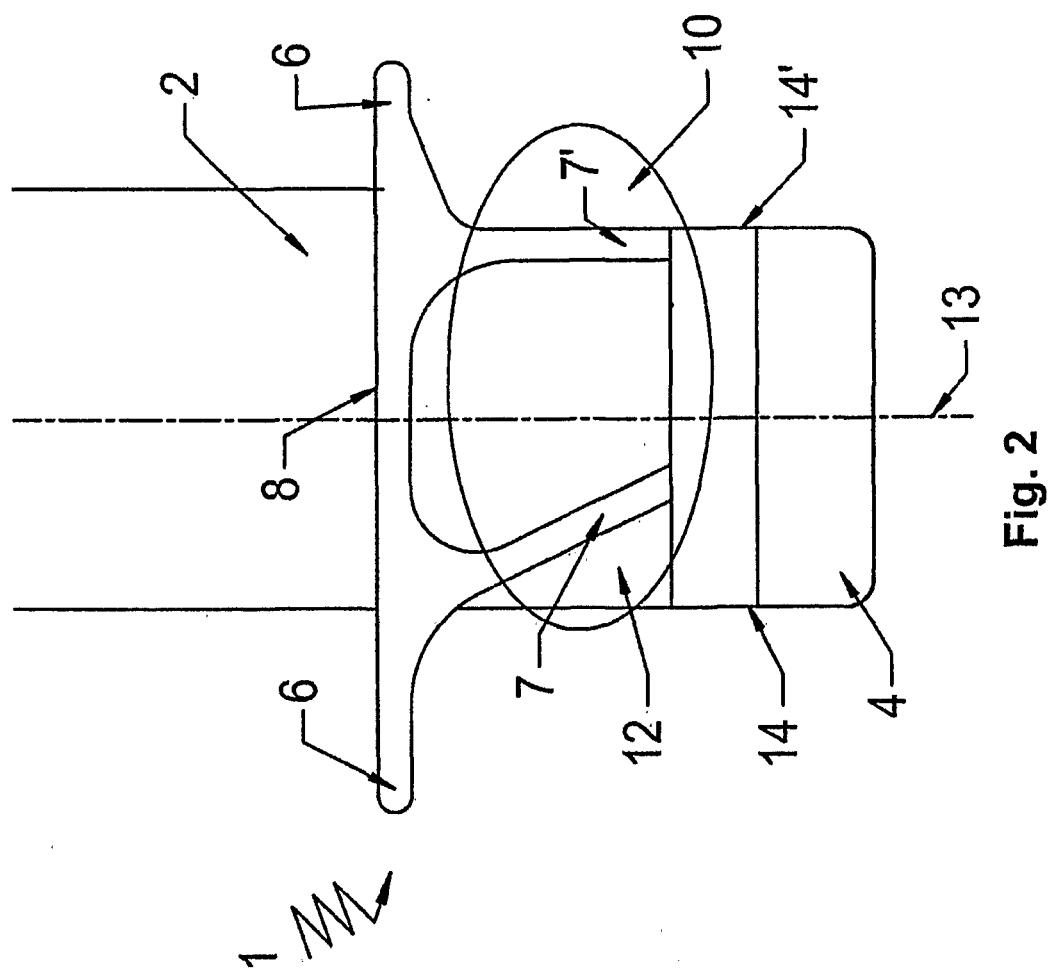


Fig. 1



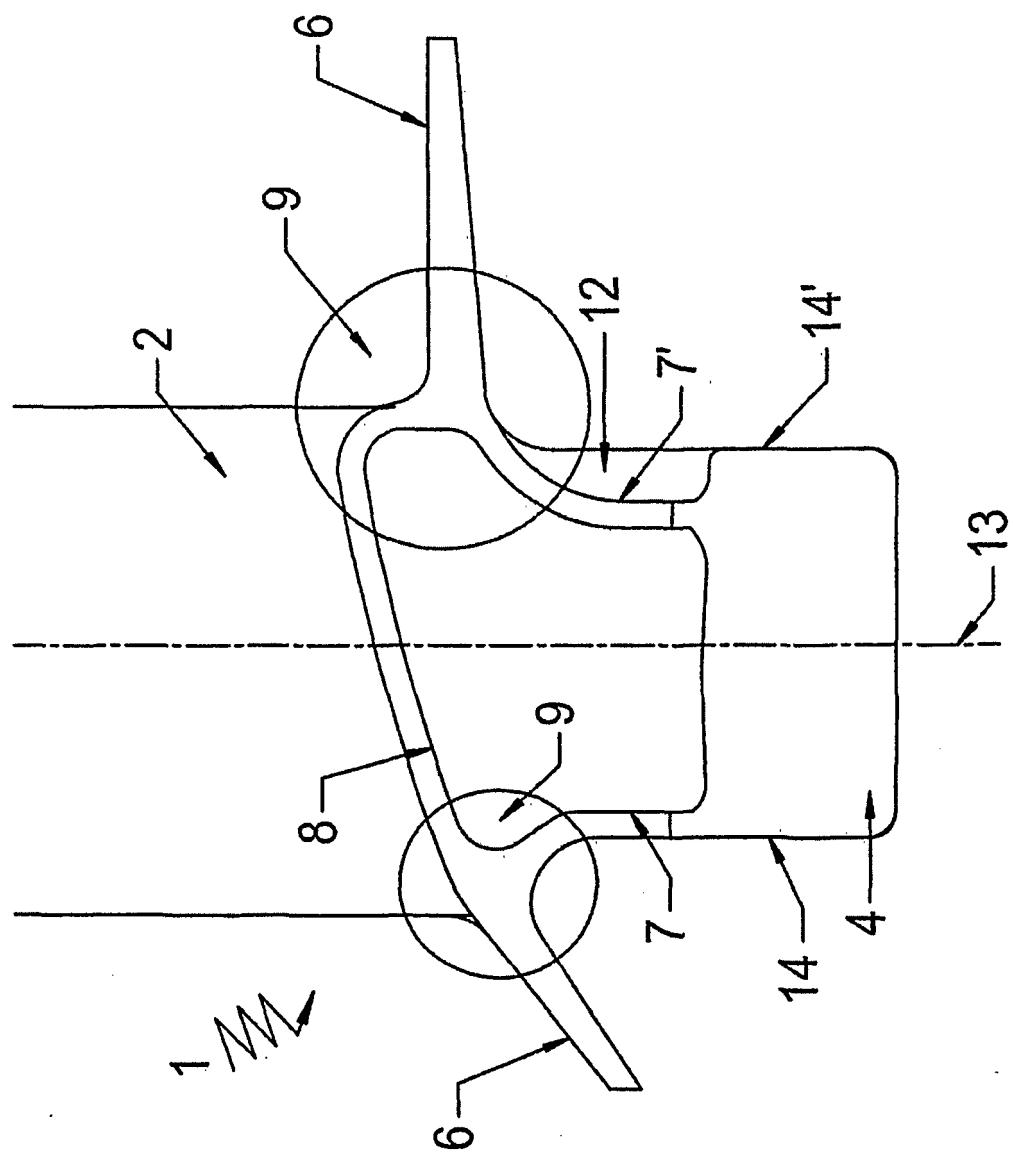


Fig. 3

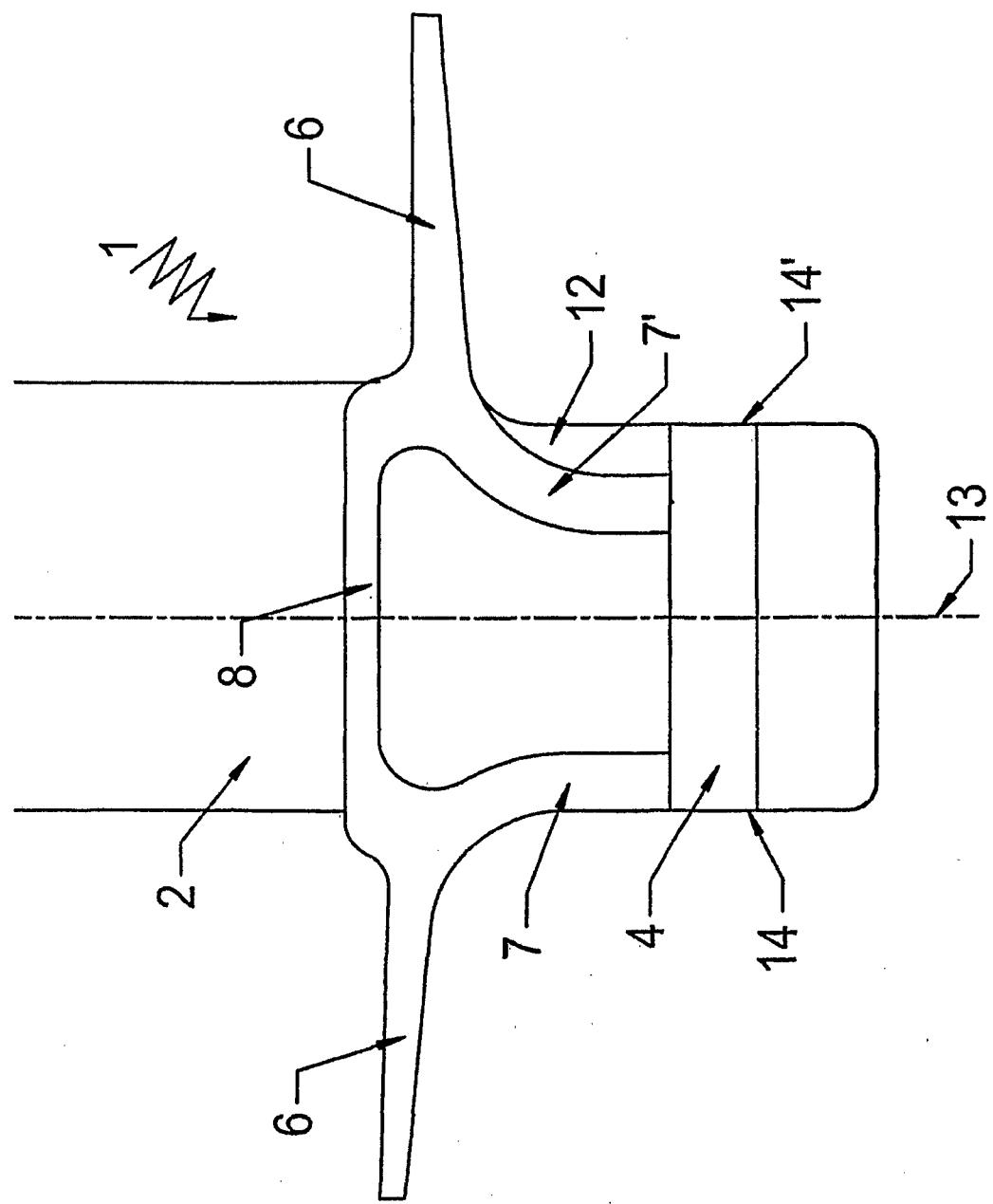


Fig. 4

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 3743253 A1 [0001]
- WO 09701695 A [0003]
- GB 1295003 A [0004]
- DE 4110214 A1 [0005]
- WO 03104617 A [0006]