

(19)



(11)

**EP 3 109 407 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.12.2016 Patentblatt 2016/52**

(51) Int Cl.:  
**F01D 11/00<sup>(2006.01)</sup> F01D 17/16<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **16175988.1**

(22) Anmeldetag: **23.06.2016**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**  
**15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)**

(72) Erfinder: **Goller, Markus**  
**14169 Berlin (DE)**

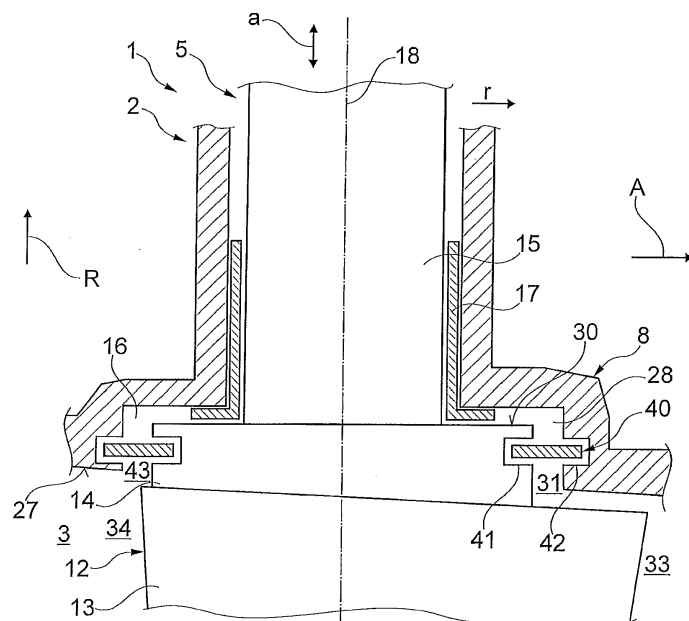
(74) Vertreter: **Kronthaler, Wolfgang N.K.**  
**Kronthaler, Schmidt & Coll.**  
**Patentanwälte**  
**Pfarrstraße 14**  
**80538 München (DE)**

(30) Priorität: **25.06.2015 DE 102015110252**

(54) **STATORVORRICHTUNG FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE MIT EINER GEHÄUSEEINRICHTUNG UND MEHREREN LEITSCHAUFELN**

(57) Es wird eine Statorvorrichtung (5) für eine Strömungsmaschine (1) mit einer Gehäuseeinrichtung (8) und mehreren Leitschaufeln (12) vorgeschlagen, die umfangsseitig verteilt an der Gehäuseeinrichtung (8) angeordnet sind. Die Leitschaufeln (12) sind jeweils mit einem Schaufelblatt (13) und jeweils wenigstens einer Plattform (14) ausgeführt. Die Plattformen (14) bilden zumindest bereichsweise eine Oberfläche (27) eines im Betrieb der Statorvorrichtung (5) mit Arbeitsfluid durchströmten

Ringkanals (3) und sind gegenüber der Gehäuseeinrichtung (8) verstellbar gelagert. Dabei ist ein Spaltbereich (31) vorgesehen, der zumindest bereichsweise durch einen bezüglich einer Längsachse (18) der Plattform (14, 19) radialen Spalt (28) zwischen der Plattform (14, 19) und der Gehäuseeinrichtung (8) im Bereich der Oberfläche (27) des Ringkanals (3) gebildet ist. Im Bereich des Spalts (28) ist eine Abdichteinrichtung (40) vorgesehen.



**Fig. 2**

**EP 3 109 407 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Statorvorrichtung für eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugtriebwerk, mit einer Gehäuseeinrichtung und mehreren Leitschaufeln gemäß der im Patentanspruch 1 näher definierten Art.

**[0002]** Statorvorrichtungen von Verdichtern für Flugtriebwerke, die mit um eine Mittelachse verstellbar ausgebildeten Leitschaufeln ausgeführt sind, sind aus der Praxis allgemein bekannt. Die umfangsseitig verteilt in einer Gehäuseeinrichtung angeordneten Leitschaufeln weisen dabei jeweils ein Schaufelblatt und eine sich in radial auswärtiger Richtung der Statorvorrichtung anschließende, auch als Penny bezeichnete Plattform auf, wobei die Plattformen gemeinsam mit der Gehäuseeinrichtung einen Kernstromkanal des Flugtriebwerks in radialer Richtung der Statorvorrichtung begrenzen. Wiederum in radialer Richtung des Flugtriebwerks auf einer dem Schaufelblatt abgewandten Seite der Plattformen schließt sich jeweils ein spindelförmiger Bereich an, über den die Leitschaufeln um die Mittelachse des spindelförmigen Bereichs gegenüber der Gehäuseeinrichtung verdrehbar gelagert sind. Die mit einem bezüglich der Mittelachse des spindelförmigen Bereichs kreisrunden Querschnitt ausgeführte Plattform weist einen bezüglich der Mittelachse des spindelförmigen Bereichs größeren Querschnitt als der spindelförmige Bereich auf. Die Plattformen sind jeweils in einer zu der Mittelachse des spindelförmigen Bereichs konzentrischen Ausnehmung der Gehäuseeinrichtung gelagert, wobei die Gehäuseeinrichtung und die Plattform in radialer Richtung der Mittelachse des spindelförmigen Bereichs zueinander beabstandet sind, so dass zwischen der Gehäuseeinrichtung und den Plattformen der Leitschaufeln ein umlaufender Spalt vorliegt. Zudem ist eine dem Kernstromkanal abgewandte Fläche der Plattformen gegenüber der Gehäuseeinrichtung in radialer Richtung beabstandet.

**[0003]** Eine mit einer derartigen Statorvorrichtung ausgeführte Strömungsmaschine weist nachteilhafterweise einen nicht zufriedenstellenden Wirkungsgrad auf.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Statorvorrichtung zur Verfügung zu stellen, wobei ein Wirkungsgrad einer mit solch einer Statorvorrichtung ausgeführten Strömungsmaschine verbessert ist.

**[0005]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Statorvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0006]** Es wird eine Statorvorrichtung eines Verdichters oder einer Turbine für eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugtriebwerk oder eine stationäre Gasturbine, mit einer Gehäuseeinrichtung und mehreren Leitschaufeln vorgeschlagen, die umfangsseitig verteilt an der Gehäuseeinrichtung angeordnet sind, wobei die Leitschaufeln jeweils mit einem Schaufelblatt und jeweils wenigstens einer Plattform (Penny) ausgeführt sind. Die Plattformen bilden zumindest bereichsweise eine Ober-

fläche eines im Betrieb der Statorvorrichtung mit Arbeitsfluid durchströmten Ringkanals und sind gegenüber der Gehäuseeinrichtung verstellbar gelagert, wobei ein Spaltbereich vorgesehen ist, der zumindest bereichsweise durch einen bezogen auf eine Längsachse der Plattform radialen Spalt zwischen der Plattform und der Gehäuseeinrichtung im Bereich der Oberfläche des Ringkanals gebildet ist. Gemäß der Erfindung ist im Bereich des Spalts eine Abdichteinrichtung vorgesehen.

**[0007]** Die erfindungsgemäße Lösung beruht auf der Erkenntnis, dass im Betrieb einer Strömungsmaschine bei herkömmlich ausgeführten Statorvorrichtungen durch den Spaltbereich, der zusätzlich zu dem radialen Spalt auch durch eine axiale Beabstandung - bezogen auf die Längsachse der Plattform - zwischen einer dem Ringkanal abgewandten Fläche der Plattform und der Gehäuseeinrichtung gebildet sein kann, ein Teil des durch den Ringkanal geführten Arbeitsfluids als Leckageströmung geführt wird. Diese Leckageströmung wird aufgrund eines Druckunterschieds zwischen der Druckseite und der Saugseite des Schaufelblatts bzw. eines ansteigenden Druckgradienten in Strömungsrichtung des Arbeitsfluids in dem Ringkanal durch den Spaltbereich geführt, wobei die Leckageströmung insbesondere über den Spalt im Bereich der stromab gelegenen Druckseite des Schaufelblatts und die dem Ringkanal abgewandte Seite der Plattform zu einer stromauf gelegenen Saugseite des Schaufelblatts und dort über den Spalt in den Ringkanal geführt wird. Bei einem Ausströmen der Leckageströmung im Bereich der Saugseite des Schaufelblatts aus dem Spaltbereich interagiert die aus dem Spaltbereich austretende Leckageströmung mit der Hauptströmung des Arbeitsfluids im Ringkanal, wobei in der Hauptströmung ein sogenannter Blockagebereich mit einer gegenüber umliegenden Bereichen der Hauptströmung reduzierten Strömungsgeschwindigkeit auftritt. Dieser Effekt führt dazu, dass die Leckageströmung einen erheblichen negativen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Strömungsmaschine hat.

**[0008]** Das Vorsehen der Abdichteinrichtung bei der erfindungsgemäße Lösung hat den Vorteil, dass der Spaltbereich im Betrieb der Statorvorrichtung zumindest bereichsweise in radialer Richtung der Statorvorrichtung bzw. in axialer Richtung der Längsachse der Plattform abdichtbar ist, so dass ein Massenstrom der Leckageströmung, der im Bereich der Saugseite des Schaufelblatts aus dem Spalt in die Hauptströmung des Ringkanals eintritt, reduziert oder ein Einstromen von Leckageströmung in den Ringkanal im Bereich der Saugseite des Schaufelblatts vollständig unterbunden ist.

**[0009]** Eine verlustbehaftete Interaktion der Leckageströmung mit der Hauptströmung ist hierdurch reduziert oder vollständig eliminiert, so dass ein Wirkungsgrad einer mit der erfindungsgemäßen Statorvorrichtung ausgeführten Strömungsmaschine gegenüber bekannten Ausführungen ohne eine derartige Abdichteinrichtung erhöht ist.

**[0010]** Hieraus resultiert auch ein reduzierter spezifi-

scher Treibstoffverbrauch einer mit der erfindungsgemäßen Statorvorrichtung ausgeführten Strömungsmaschine, wobei dies insbesondere bei einem Flugtriebwerk ein signifikanter Vorteil ist.

**[0011]** Die Leckageströmung durch den Spaltbereich ist besonders stark reduziert, wenn sich die Abdichteinrichtung in radialer Richtung - bezogen auf die Längsachse der Plattform - von der Plattform bis zu der Gehäuseeinrichtung erstreckt und damit den gesamten Spalt radial übergreift.

**[0012]** Bei einer vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Statorvorrichtung kann es vorgesehen sein, dass die Abdichteinrichtung bezüglich der Längsachse der Plattform zumindest annähernd die Plattform umlaufend ausgeführt ist. Die Leckageströmung im Bereich des Spalts kann hierbei komplett eliminiert werden.

**[0013]** Die Abdichtung im Bereich des Spalts zwischen der Plattform und der Gehäuseeinrichtung ist besonders effektiv, wenn die Abdichteinrichtung in einem an den Ringkanal grenzenden Bereich des Spalts angeordnet ist. Bei einer derartigen Ausführung der Erfindung kann auch eine Leckageströmung in einem ringkanalnahen Bereich um die Plattform verhindert werden.

**[0014]** Bei einer durch eine hohe Lebensdauer gekennzeichneten Ausführung der Erfindung ist die Abdichteinrichtung mit einem insbesondere hochtemperaturbeständigen Material, beispielsweise Polytetrafluorethylen oder dergleichen, ausgeführt.

**[0015]** Die Abdichteinrichtung kann auf konstruktiv besonders einfache Weise im Bereich des Spalts angeordnet werden, wenn die Abdichteinrichtung zumindest bereichsweise in einer im Wesentlichen in radialer Richtung bezogen auf die Mittelachse weisenden Nut der Plattform und/oder einer Nut der Gehäuseeinrichtung angeordnet ist.

**[0016]** Eine einfache und kostengünstig ausgebildete Statorvorrichtung liegt vor, wenn die Abdichteinrichtung als O-Ring, als Kolbenring mit insbesondere in Umfangsrichtung zueinander beabstandeten Enden oder als Wellendichtring ausgeführt ist.

**[0017]** Die Plattform der Leitschaufel kann in einem bezüglich der radialen Richtung der Statorvorrichtung inneren und/oder äußeren Randbereich des Schaufelblatts angeordnet sein, wobei vorzugsweise im Bereich jeder Plattform eine Abdichteinrichtung in einem Spalt zwischen der jeweiligen Plattform und der Gehäuseeinrichtung angeordnet ist.

**[0018]** Sowohl die in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale als auch die in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Statorvorrichtung angegebenen Merkmale sind jeweils für sich alleine oder in beliebiger Kombination miteinander geeignet, den erfindungsgemäßen Gegenstand weiterzubilden.

**[0019]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Statorvorrichtung ergeben sich aus den Patentansprüchen und den nachfolgend unter Bezugnahme auf die in der Zeichnung prin-

zipmäßig beschriebenen Ausführungsbeispielen, wobei zugunsten der Übersichtlichkeit jeweils für bau- und funktionsgleiche Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

5 **[0020]** Es zeigt:

Fig. 1 eine stark schematisierte Längsschnittansicht eines Ausschnitts eines Strahltriebwerks, wobei ein Verdichter mit mehreren Rotorvorrichtungen und Statorvorrichtungen gezeigt ist, die jeweils in einen Kernstromkanal ragende Schaufeln aufweisen;

10 Fig. 2 eine vereinfachte Längsschnittdarstellung durch einen Teil einer Statorvorrichtung der Fig. 1, wobei eine im Bereich eines Spalts zwischen der Plattform und einer Gehäuseeinrichtung angeordnete Abdichteinrichtung in einer ersten Ausführungsform gezeigt ist,

15 Fig. 3 eine stark vereinfachte Darstellung der Abdichteinrichtung in Alleinstellung;

20 Fig. 4 eine der Fig. 2 entsprechende Ansicht der Statorvorrichtung gemäß Fig. 1, wobei eine zweite Ausführungsform der Abdichteinrichtung dargestellt ist;

25 Fig. 5 eine der Fig. 2 und Fig. 4 entsprechende Ansicht der Statorvorrichtung gemäß Fig. 1, wobei eine dritte Ausführungsform der Abdichteinrichtung gezeigt ist; und

30 Fig. 6 eine der Fig. 2, Fig. 4 und Fig. 5 entsprechende Ansicht der Statorvorrichtung gemäß Fig. 1, mit einer Abdichteinrichtung in einer vierten Ausführungsform.

35 **[0021]** Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt einer Strömungsmaschine, die vorliegend als Strahltriebwerk 1 eines Flugzeugs ausgeführt ist, in einer alternativen Ausführung aber auch eine stationäre Gasturbine sein kann. In dem Ausschnitt ist ein Ringkanal bzw. Kernstromkanal 3 des Strahltriebwerks 1 im Bereich einer als Hochdruckverdichter 2 ausgeführten Schaufelradvorrichtung gezeigt, wobei verschiedene Stufen 6A, 6B, 6C, 6D des Hochdruckverdichters 2 ersichtlich sind, die jeweils aus einer Rotorvorrichtung 4 und einer in axialer Richtung A des Strahltriebwerks 1 stromab der Rotorvorrichtung 4 angeordneten Statorvorrichtung 5 bestehen.

40 **[0022]** Im Folgenden werden die Rotorvorrichtung 4 und die Statorvorrichtung 5 der dritten Stufe 6C des Hochdruckverdichters 2 näher beschrieben, wobei die Rotorvorrichtungen 4 und die Statorvorrichtungen 5 der anderen Stufen 6A, 6B, 6D vergleichbar ausgeführt sind.

45 **[0023]** Die Rotorvorrichtung 4 weist eine Vielzahl von mit Schaufelblättern 10 ausgeführten Laufschaufeln 9 auf, die umfangsseitig verteilt mit einem Scheibenrad 11

wirkverbunden sind und im Betrieb des Strahltriebwerks 1 um eine Zentralachse des Strahltriebwerks 1 rotieren. Die Statorvorrichtung 5 ist dagegen mit einer Vielzahl von ebenfalls jeweils ein Schaufelblatt 13 aufweisenden Leitschaufeln 12 ausgeführt, wobei die jeweils baugleich ausgeführten Leitschaufeln 12 umfangsseitig verteilt in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 außenseitig an einer Gehäuseeinrichtung 8 angeordnet sind.

**[0024]** Die Schaufelblätter 13 der Leitschaufeln 12 grenzen in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 nach außen jeweils an eine Plattform 14 bzw. einen sogenannten Penny. Die Plattformen bzw. Pennys 14 begrenzen den Kernstromkanal 3 in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 zumindest bereichsweise und sind radial auswärts betrachtet jeweils mit einem spindelförmigen Bereich 15 verbunden und vorliegend integral mit diesem ausgeführt. Dabei weisen die Plattformen 14 bezüglich einer Mittelachse 18 des spindelförmigen Bereichs 15 einen größeren Querschnitt als der spindelförmige Bereich 15 auf. Die Leitschaufeln 12 sind mit den Plattformen 14 und den spindelförmigen Bereichen 15 in Ausnehmungen 16 der Gehäuseeinrichtung 8 angeordnet, wobei die spindelförmigen Bereiche 15 über Buchsen 17 in den Ausnehmungen 16 gelagert sind.

**[0025]** Die Leitschaufeln 12 sind in den Ausnehmungen 16 der Gehäuseeinrichtung 8 in bekannter Weise um die Mittelachse 18 des spindelförmigen Bereichs 15, die deckungsgleich zur Längsachse der Plattform 14 ist, verdrehbar angeordnet, wobei die Leitschaufeln 12 beispielsweise über die spindelförmigen Bereiche 15 um 5° bis 60° gegenüber der Gehäuseeinrichtung 8 verdrehbar sind.

**[0026]** Auf einer bezüglich der radialen Richtung R des Strahltriebwerks 1 bzw. der Statorvorrichtung 5 inneren Seite des Schaufelblatts 13 ist ebenfalls eine Plattform 19 vorgesehen, die in vergleichbarer Weise zu der Plattform 14 mit einem spindelförmigen Bereich 20 ausgeführt ist und den Kernstromkanal 3 zumindest bereichsweise in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 begrenzt. Über den spindelförmigen Bereich 20 ist die Leitschaufel 12 wiederum über eine Buchse 21 in einem Gehäuseteil 22 der Gehäuseeinrichtung 8, einem sogenannten Shroud, gelagert, wobei die Leitschaufel 12 um die Mittelachse 18 gegenüber dem Gehäuseteil 22 drehbar gelagert ist. Das Gehäuseteil 22 ist dabei insgesamt in einer Ausnehmung 24 angeordnet, die von zwei in axialer Richtung A des Strahltriebwerks 1 bzw. der Statorvorrichtung 5 zueinander benachbarten Rotorvorrichtungen 4 gebildet ist. Im Betrieb des Strahltriebwerks 1 rotiert der dem Gehäuseteil 22 zugewandte Bereich der Rotorvorrichtung 4 um die Triebwerksachse, wohingegen der Gehäuseteil 22 bezüglich der Triebwerksachse unbewegt ist.

**[0027]** In Fig. 2 ist ein Ausschnitt der Statorvorrichtung 5 mit dem spindelförmigen Bereich 15 und der Plattform 14 der Leitschaufel 12 näher gezeigt. Hierbei ist ersichtlich, dass die mit einem kreisrunden Querschnitt ausgeführte Plattform 14 und der ebenfalls mit einem kreisrun-

den Querschnitt ausgeführte spindelförmige Bereich 15 in der zu der Mittelachse 18 konzentrisch ausgeführten Ausnehmung 16 der Gehäuseeinrichtung 8 gelagert sind. Zwischen der Plattform 14 und der Gehäuseeinrichtung 8 liegt dabei im Bereich einer Oberfläche 27 des Kernstromkanals 3 ein die Mittelachse 18 in radialer Richtung r umlaufender Spalt 28 vor, der sich ausgehend von der Oberfläche 27 des Kernstromkanals 3 im Wesentlichen in axialer Richtung a der Mittelachse 18 nach außen erstreckt.

**[0028]** Der Fig. 2 ist weiterhin zu entnehmen, dass eine dem Kernstromkanal 3 abgewandte Fläche 30 der Plattform 14 in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 gegenüber der Gehäuseeinrichtung 8 beabstandet ist. Durch diesen bezogen auf die Mittelachse 18 des spindelförmigen Bereichs 15 axialen Abstand und den bezüglich der Mittelachse 18 radialen Spalt 28 wird ein Spaltbereich 31 gebildet.

**[0029]** Im Betrieb des Strahltriebwerks 1 steigt ein Druck eines Arbeitsfluids, hier Luft, im Bereich des Hochdruckverdichters 2 in dem Kernstromkanal 3 in axialer Richtung A des Strahltriebwerks 1 und mithin in Strömungsrichtung an, so dass ein Druck einer durch den Kernstromkanal 3 strömenden Hauptströmung auf einer Druckseite 33 des Schaufelblatts 13 der Leitschaufel 12 größer ist als auf einer Saugseite 34 des Schaufelblatts 13. Aufgrund dieser Druckverhältnisse strömt im Betrieb herkömmlich ausgeführter Strahltriebwerke 1 ein Teil der Hauptströmung als Leakageströmung von der Druckseite 33 des Schaufelblatts 13 durch den Spaltbereich 31 zu der Saugseite 34 des Schaufelblatts 13. Die Leakageströmung wird hierbei von dem druckseitigen Bereich des Spalts 28 über die dem Kernstromkanal 3 abgewandte Fläche 30 zu dem saugseitigen Bereich des Spalts 28 geführt.

**[0030]** Das Einströmen der Leakageströmung im Bereich der Saugseite 34 des Schaufelblatts 10 in die Hauptströmung führt bei den bekannten Strahltriebwerken zu erheblichen Verlusten, da eine Geschwindigkeit der Hauptströmung in diesem Bereich durch die Leakageströmung in unerwünschter Weise reduziert wird und ein sogenanntes Blockage- bzw. Verlustgebiet entsteht.

**[0031]** Um einen Massenstrom der Leakageströmung, der im Betrieb des Strahltriebwerks 1 auf der Saugseite 34 des Schaufelblatts 13 in die Hauptströmung eingeleitet wird, zu reduzieren oder vollständig zu unterbinden, ist in Fig. 2 eine als Kolbenring 40 ausgeführte Abdichteinrichtung vorgesehen, die in dem Spalt 28 angeordnet ist und in Fig. 3 in Alleinstellung ersichtlich ist.

**[0032]** Der vorliegend mit widerstandsfähigem Polytetrafluorethylen ausgeführte Kolbenring 40 ist dabei sowohl in einer Nut 41 der Plattform 14 als auch in einer Nut 42 der Gehäuseeinrichtung 8 angeordnet, so dass eine Breite des Spalts 28 in radialer Richtung r bezüglich der Mittelachse 18 von dem Kolbenring 40 vollständig überdeckt wird. Um den Kolbenring 40 auf einfache Weise montieren zu können, ist dieser in der Art einer Ringscheibe mit einer Ausnehmung 44 ausgeführt. Somit um-

läuft der Kolbenring 40 in montiertem Zustand die Mittelachse 18 in Umfangsrichtung u nahezu vollständig.

**[0033]** Der Kolbenring 40 wird vorzugsweise in einem direkt an den Kernstromkanal 3 bzw. eine Oberfläche 27 des Kernstromkanals 3 grenzenden Bereich in dem Spalt 28 angeordnet, so dass ein in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 innerhalb des Kolbenrings 40 vorliegender Strömungsbereich 43 minimiert oder vollständig eliminiert ist. Je näher der Kolbenring 40 im Bereich des Spalts 28 an der Oberfläche 27 des Kernstromkanals 3 angeordnet ist, desto kleiner ist der Strömungsbereich 43 und somit auch die Leckageströmung im Betrieb des Strahltriebwerks 1.

**[0034]** Über den Kolbenring 40 kann auf einfache Weise erreicht werden, dass im Betrieb des Strahltriebwerks 1 auf einer dem Kernstromkanal 3 abgewandten Seite des Kolbenrings 40 keine oder lediglich eine gegenüber herkömmlichen Ausführungen ohne einen Kolbenring 40 stark reduzierte Leckageströmung strömt.

**[0035]** In Fig. 4 bis Fig. 6 sind zu dem Kolbenring alternative Ausführungsvarianten einer Abdichteinrichtung 46, 47, 48 dargestellt, wobei im Folgenden lediglich die Unterschiede zu der oben näher beschriebenen Ausführung aufgezeigt werden.

**[0036]** Die Abdichteinrichtung 46 gemäß Fig. 4 ist als O-Ring ausgeführt, wobei der O-Ring 46 über eine in der Gehäuseeinrichtung 8 vorgesehene Nut 50 in seiner Position gehalten ist. Der O-Ring 46 liegt dabei an einer im Wesentlichen in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 verlaufenden Seitenfläche 51 der Plattform 14 an. Dadurch, dass der O-Ring 46 in Umfangsrichtung u der Mittelachse 18 komplett umlaufend ausgeführt ist und den Spalt 28 in radialer Richtung r der Mittelachse 18 vollständig abdichtet, wird mit dieser Ausführung auf besonders sichere Weise erreicht, dass auf einer dem Kernstromkanal 3 abgewandten Seite des O-Rings 46 Arbeitsgas als Leckageströmung strömen kann.

**[0037]** Gemäß Fig. 5 ist eine ebenfalls als O-Ring ausgeführte Abdichteinrichtung 47 gezeigt, die im Unterschied zu der Abdichteinrichtung 46 in einer in der Plattform 14 vorgesehenen Nut 52 angeordnet ist. Der O-Ring 47 liegt dabei an einer im Wesentlichen in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 verlaufenden Seitenfläche 58 der Gehäuseeinrichtung 8 an. Der O-Ring 47 wirkt vergleichbar wie der O-Ring 46 und ist ebenfalls in Umfangsrichtung u der Mittelachse 18 komplett umlaufend ausgeführt, so dass der Spalt 28 auch bei dieser Ausführung in radialer Richtung r der Mittelachse 18 vollständig abdichtet ist.

**[0038]** In Fig. 6 ist die Abdichteinrichtung als Wellendichtring 48 ausgeführt, der im Bereich eines Absatzes 53 der Gehäuseeinrichtung 8 an dieser anliegt. Der Wellendichtring 48 ist wiederum mit Polytetrafluorethylen ausgeführt, weist aber eine integrierte Verstärkung 54 auf. Die Verstärkung 54 ist in einen in radialer Richtung R des Strahltriebwerks 1 verlaufenden Schenkel 55 eingebettet, der in montiertem Zustand mit einer im Wesentlichen in axialer Richtung a bezüglich der Mittelachse 18

verlaufenden Seitenfläche 58 der Gehäuseeinrichtung 8 zusammenwirkt. Weiterhin weist die Verstärkung 54 einen im Wesentlichen in radialer Richtung r bezüglich der Mittelachse 18 verlaufenden Bereich 56 auf, der als Kreisring ausgeführt ist. Über den Bereich 56 wirkt der Wellendichtring 48 in montiertem Zustand mit einer Fläche 59 der Gehäuseeinrichtung 8 zusammen, die ebenfalls im Wesentlichen in radialer Richtung r bezüglich der Mittelachse 18 verläuft.

**[0039]** Der Wellendichtring 48 weist weiterhin eine Dichtlippe 61 auf, die zum Zusammenwirken mit der Seitenfläche 51 der Plattform 14 ausgeführt ist. Um die Dichtlippe 61 im Betrieb des Strahltriebwerks 1 mit einer gewünschten Anpresskraft an die Plattform 14 zu drücken, weist der Wellendichtring 48 ein als Zugfeder 62 ausgeführtes Zugmittel auf. Die Zugfeder 62 ist auf einer der Plattform 14 in radialer Richtung r der Mittelachse 18 abgewandten Seite der Dichtlippe 61 angeordnet und umfangsseitig verlaufend ausgeführt.

**[0040]** Bei sämtlichen Ausführungsvarianten der Abdichteinrichtung 40, 46, 47, 48 wirkt die Abdichteinrichtung 40, 46, 47, 48 derart mit der Plattform 14 und/oder der Gehäuseeinrichtung 8 zusammen, dass die Leitschaukel 12 auf einfache Weise um die Mittelachse 18 verstellbar ist. Die Anpresskräfte der Abdichteinrichtung 40, 46, 47, 48 an die Plattform 14 und/oder die Gehäuseeinrichtung 8 werden entsprechend auf einen vorbestimmten Wert eingestellt.

**[0041]** Im Bereich der Plattform 19 kann analog zu der Anordnung der Abdichteinrichtungen 40, 46, 47, 48 im Bereich der Plattform 14 ebenfalls in vergleichbarer Weise eine Abdichteinrichtung angeordnet sein, wobei die Abdichteinrichtung zwischen der Plattform 19 und dem Gehäuseteil 22 in dem von diesen Bauteilen in radialer Richtung r bezüglich der Mittelachse 18 gebildeten Spalt 28 angeordnet werden kann.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0042]**

1	Strömungsmaschine; Strahltriebwerk
2	Schaufelradvorrichtung; Hochdruckverdichter
3	Kernstromkanal, Ringkanal
4	Rotorvorrichtung
5	Statorvorrichtung
6A bis 6D	Stufen des Hochdruckverdichters
8	Gehäuseeinrichtung
9	Laufschaufel
10	Schaufelblatt der Laufschaufel
11	Scheibenrad
12	Leitschaufel
13	Schaufelblatt der Leitschaufel
14	Plattform, Penny
15	spindelförmiger Bereich
16	Ausnehmung der Gehäuseeinrichtung
17	Buchse

18	Mittelachse
19	Plattform
20	spindelförmiger Bereich
21	Buchse
22	Gehäuseteil
24	Ausnehmung
27	Oberfläche des Kernstromkanals
28	Spalt
30	Fläche der Plattform
31	Spaltbereich
33	Druckseite des Schaufelblatts
34	Saugseite des Schaufelblatts
40	Abdichteinrichtung, Kolbenring
41	Nut der Plattform
42	Nut der Gehäuseeinrichtung
43	Strömungsbereich
44	Ausnehmung des Kolbenrings
46	Abdichteinrichtung, O-Ring
47	Abdichteinrichtung, O-Ring
48	Abdichteinrichtung, Wellendichtring
50	Nut der Gehäuseeinrichtung
51	Seitenfläche der Plattform
52	Nut der Plattform
53	Absatz der Gehäuseeinrichtung
54	Verstärkung des Wellendichtrings
55	Schenkel des Wellendichtrings
56	Bereich des Wellendichtrings
58	Seitenfläche der Gehäuseeinrichtung
59	Fläche der Gehäuseeinrichtung
61	Dichtlippe des Wellendichtrings
62	Zugmittel; Zugfeder
a	axialer Richtung der Leitschaufel
A	axiale Richtung des Strahltriebwerks
r	radiale Richtung Leitschaufel
R	radiale Richtung des Strahltriebwerks
u	Umfangsrichtung zur Mittelachse der Leitschaufel
U	Umfangsrichtung des Strahltriebwerks

## Patentansprüche

1. Statorvorrichtung (5) für eine Strömungsmaschine (1) mit einer Gehäuseeinrichtung (8) und mehreren Leitschaufeln (12), die umfangsseitig verteilt an der Gehäuseeinrichtung (8) angeordnet sind, wobei die Leitschaufeln (12) jeweils mit einem Schaufelblatt (13) und jeweils wenigstens einer Plattform (14, 19) ausgeführt sind, wobei die Plattformen (14, 19) zumindest bereichsweise eine Oberfläche (27) eines im Betrieb der Statorvorrichtung (5) mit Arbeitsfluid durchströmten Ringkanals (3) bilden und gegenüber der Gehäuseeinrichtung (8) verstellbar gelagert sind, und wobei ein Spaltbereich (31) vorgesehen ist, der zumindest bereichsweise durch einen bezüglich einer Längsachse (18) der Plattform (14, 19) radialen Spalt (28) zwischen der Plattform (14, 19) und der Gehäuseeinrichtung (8) im Bereich der Oberflä-

che (27) des Ringkanals (3) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Spalts (28) eine Abdichteinrichtung (40, 46, 47, 48) vorgesehen ist.

2. Statorvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (40, 46, 47, 48) sich in radialer Richtung (r) bezüglich der Längsachse (18) der Plattform (14, 19) von der Plattform (14, 19) bis zu der Gehäuseeinrichtung (8) erstreckt.

3. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (40, 46, 47, 48) bezüglich der Längsachse (18) der Plattform (14, 19) zumindest annähernd die Plattform (14, 19) umlaufend ausgeführt ist.

4. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (40, 46, 47, 48) in einem an den Ringkanal (3) grenzenden Bereich des Spalts (28) angeordnet ist.

5. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (40, 46, 47, 48) mit einem temperaturbeständigen Material, insbesondere Polytetrafluorethylen, ausgeführt ist.

6. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (40) zumindest bereichsweise in einer im Wesentlichen in radialer Richtung (r) bezüglich der Mittelachse (18) weisenden Nut (41, 52) der Plattform (14, 19) angeordnet ist.

7. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (40, 46) zumindest bereichsweise in einer im Wesentlichen in radialer Richtung (r) bezüglich der Mittelachse (18) weisenden Nut (42, 50) der Gehäuseeinrichtung (8) angeordnet ist.

8. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (46, 47) als O-Ring ausgeführt ist.

9. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (40) als Kolbenring ausgeführt ist.

10. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdichteinrichtung (48) als Wellendichtring ausgeführt ist.

11. Statorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattform

(14, 19) der Leitschaufel (12) in einem bezüglich der radialen Richtung (R) der Statorvorrichtung (5) inneren und/oder äußeren Randbereich des Schaufelblatts (13) angeordnet ist, wobei vorzugsweise im Bereich jeder Plattform (14, 19) eine Abdichteinrichtung (40, 46, 47, 48) in dem Spalt (28) zwischen der jeweiligen Plattform (14, 19) und der Gehäuseeinrichtung (8) angeordnet ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

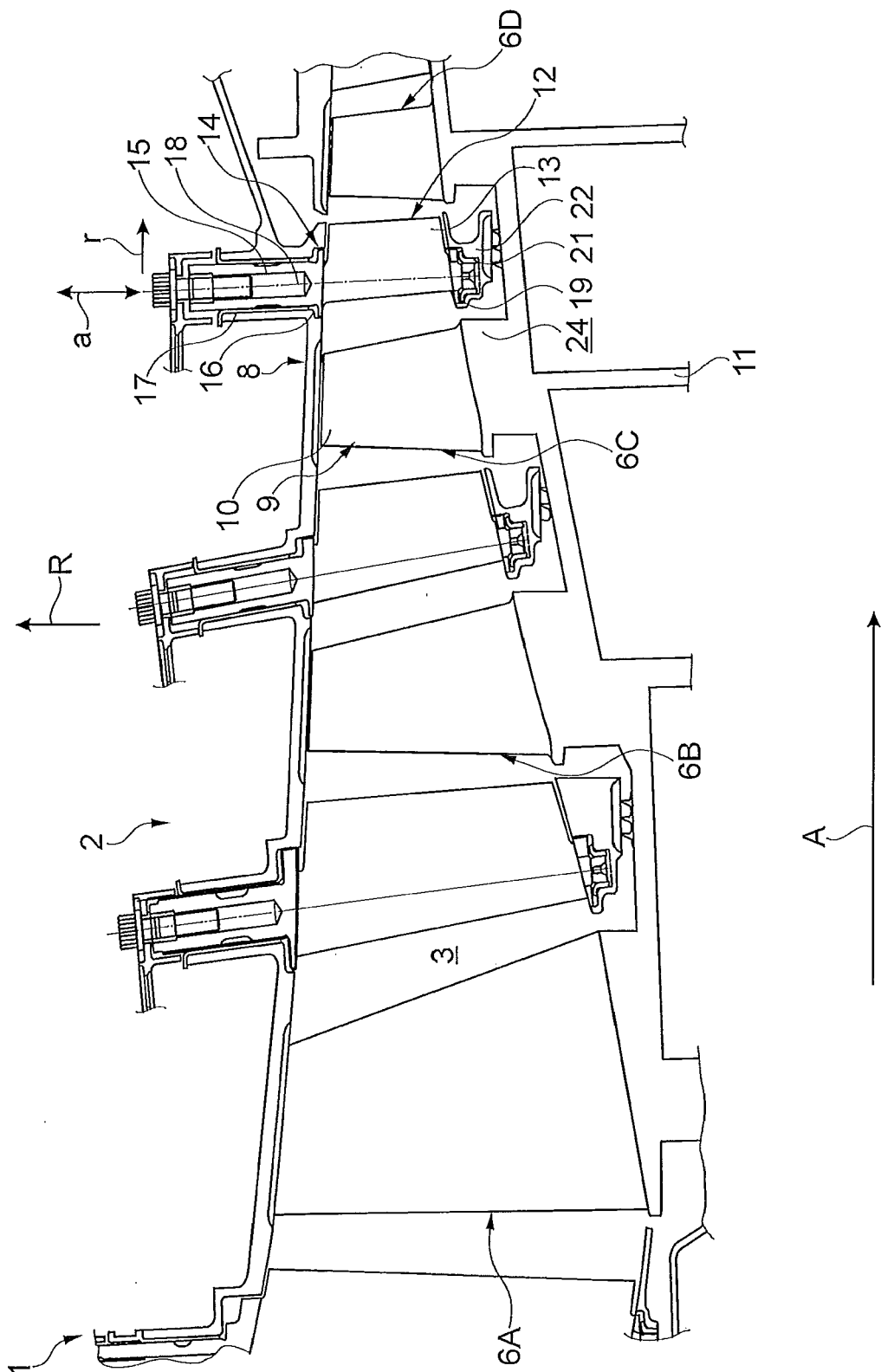


Fig. 1



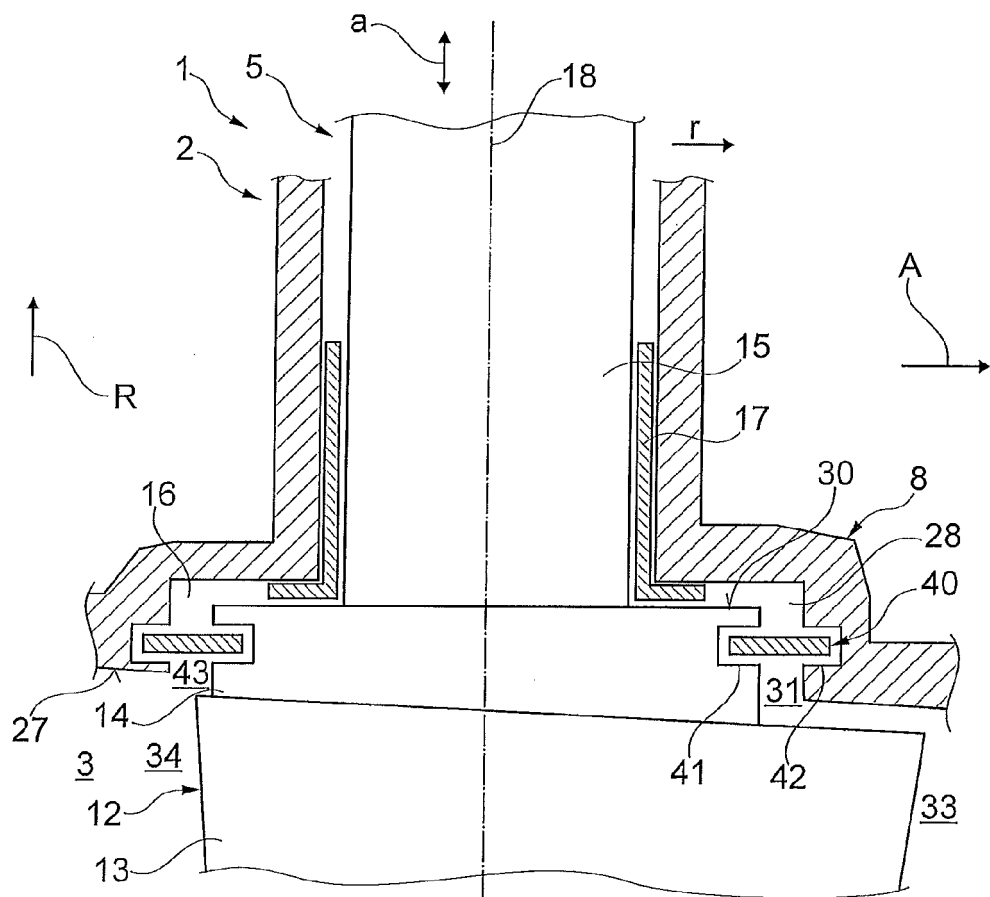


Fig. 2

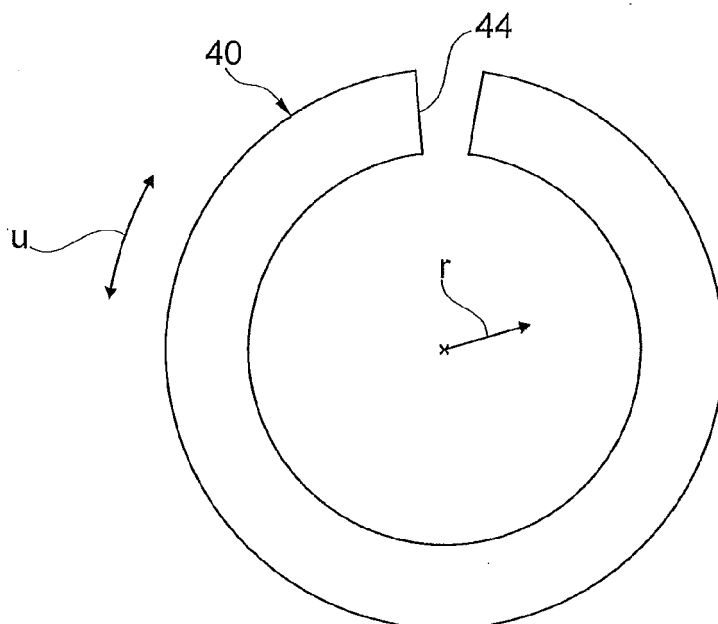
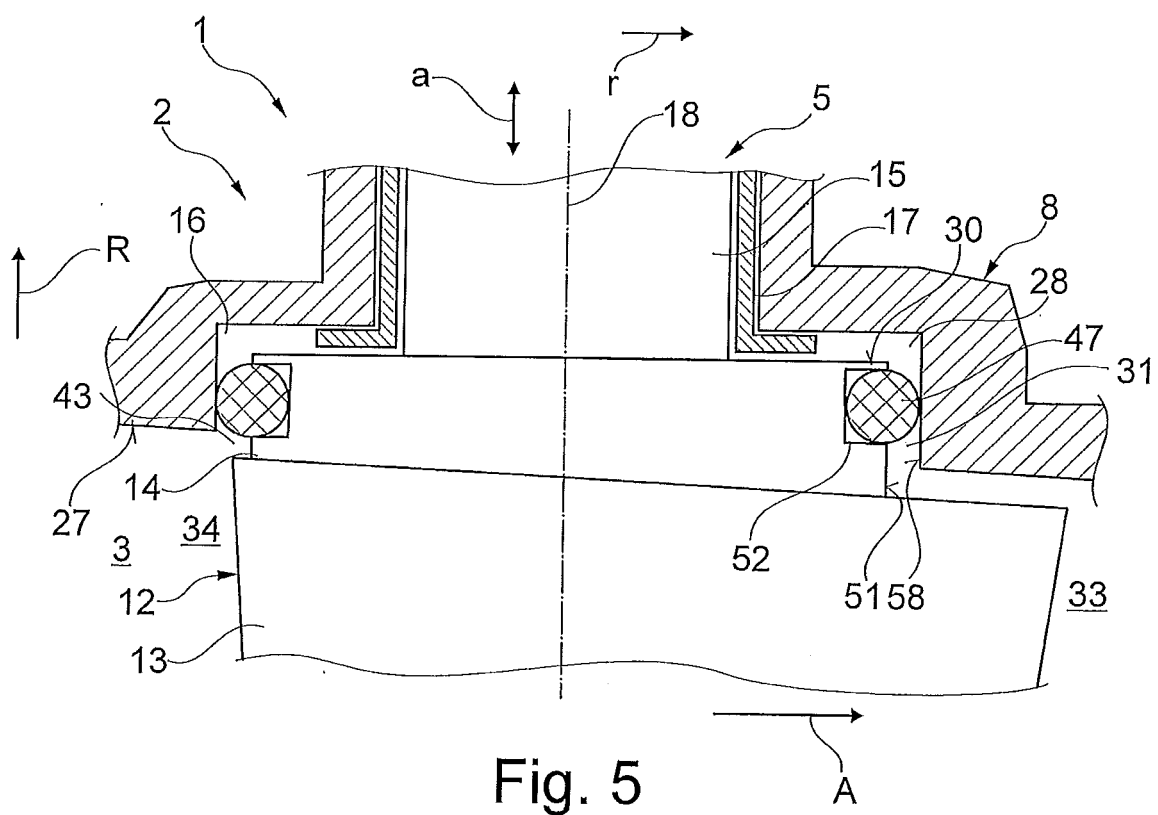
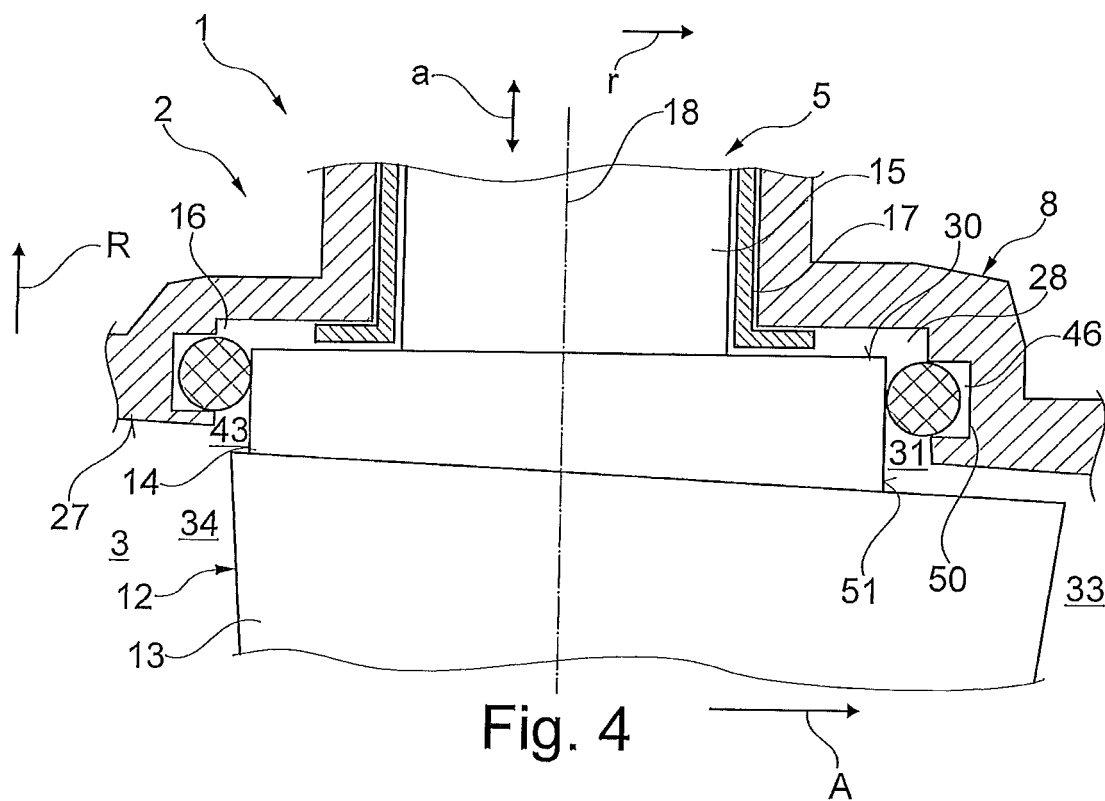


Fig. 3



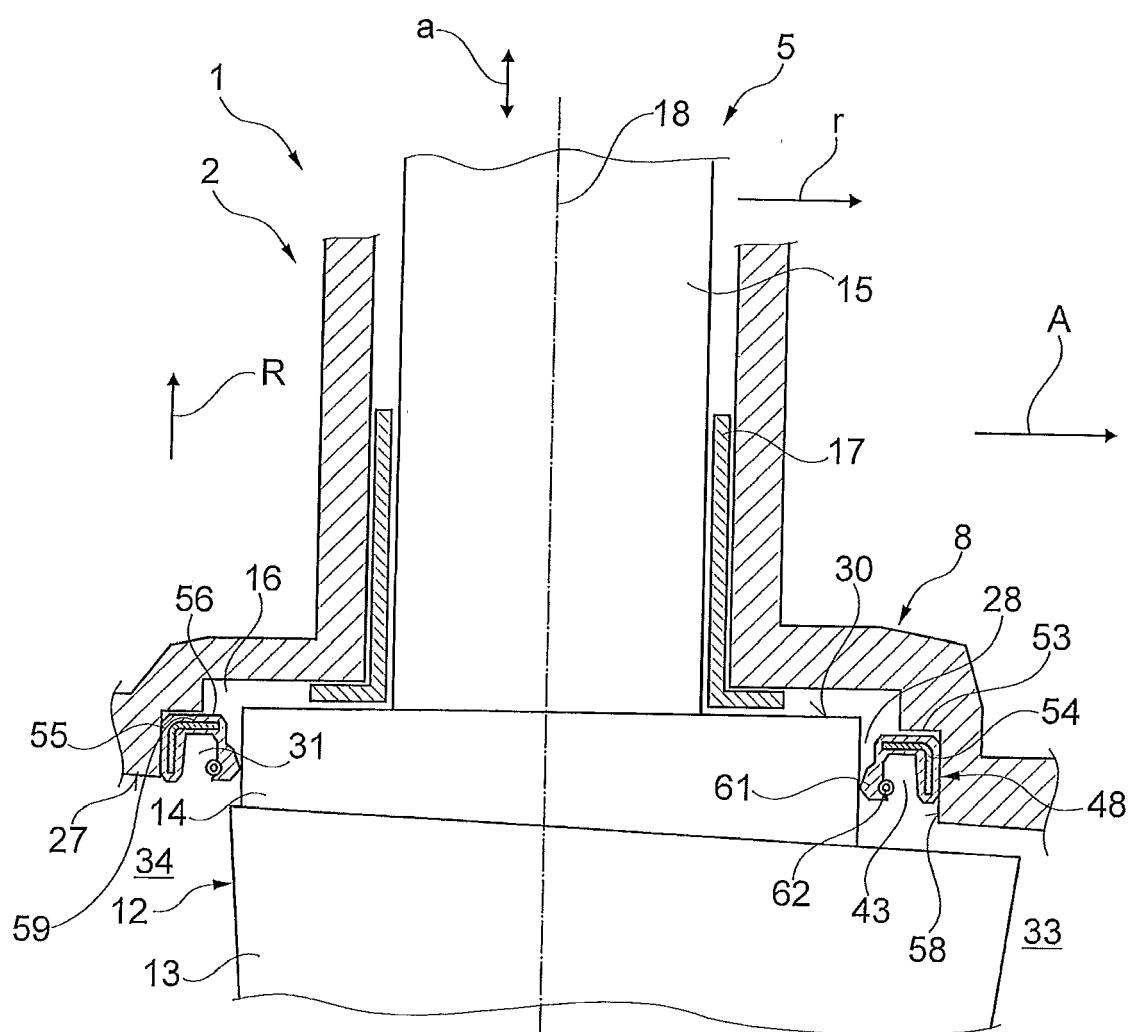


Fig. 6



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 17 5988

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2013/343878 A1 (PROPHETER-HINCKLEY TRACY A [US]) 26. Dezember 2013 (2013-12-26)	1,2,5,9,10	INV. F01D11/00 F01D17/16
Y	* Seite 2, Spalte 33 - Seite 2, Spalte 37; Abbildungen 3-7 *	4,6-8	
X	US 2013/205800 A1 (IVAKITCH RICHARD [CA] ET AL) 15. August 2013 (2013-08-15) * Seite 2, Absatz 23 - Seite 2, Absatz 24; Abbildungen 2-4 *	1-3,5,6,8-10	
X	DE 10 2013 222980 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 11. Juni 2015 (2015-06-11) * das ganze Dokument *	1,2,6,7,9-11	
Y	EP 1 010 862 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 21. Juni 2000 (2000-06-21) * Spalte 3, Absatz 15 - Spalte 5, Absatz 25; Abbildungen 2,3 *	4	
Y	EP 2 829 735 A1 (MITSUBISHI HITACHI POWER SYS [JP]) 28. Januar 2015 (2015-01-28) * Spalte 13, Absatz 61 - Spalte 14, Absatz 63; Abbildungen 3,4 *	4,6-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>10. November 2016</b>	Prüfer <b>Rau, Guido</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 17 5988

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-11-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2013343878 A1	26-12-2013	US 2013343878 A1	26-12-2013
			US 2015300186 A1	22-10-2015
15	US 2013205800 A1	15-08-2013	CA 2803342 A1	10-08-2013
			US 2013205800 A1	15-08-2013
	DE 102013222980 A1	11-06-2015	DE 102013222980 A1	11-06-2015
			EP 3070270 A1	21-09-2016
20			US 2015192025 A1	09-07-2015
	EP 1010862 A2	21-06-2000	CA 2291420 A1	16-06-2000
			EP 1010862 A2	21-06-2000
			JP 2000297795 A	24-10-2000
25			US 6146093 A	14-11-2000
	EP 2829735 A1	28-01-2015	CN 104343541 A	11-02-2015
			EP 2829735 A1	28-01-2015
			JP 2015021477 A	02-02-2015
30			US 2015030438 A1	29-01-2015
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82