

(19)



(11)

EP 3 524 781 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.09.2020 Patentblatt 2020/37

(51) Int Cl.:
F01D 17/16 ^(2006.01) **F04D 29/32** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19156113.3**

(22) Anmeldetag: **08.02.2019**

(54) **VERBINDUNGSEINRICHTUNG FÜR EINE VERSTELLBARE SCHAUFEL EINER GASTURBINE**
CONNECTING DEVICE FOR AN ADJUSTABLE VANE OF A GAS TURBINE
DISPOSITIF DE RACCORDEMENT POUR UNE AUBE RÉGLABLE D'UNE TURBINE À GAZ

(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: **09.02.2018 DE 102018202082**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.08.2019 Patentblatt 2019/33

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

(72) Erfinder: **Humhauser, Werner**
85368 Moosburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-T2- 60 319 612 US-A1- 2004 240 990
US-A1- 2008 031 729

EP 3 524 781 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verbindungseinrichtung für eine verstellbare Schaufel einer Gasturbine, insbesondere einer Fluggasturbine, umfassend ein mit einer betreffenden Schaufel verbundenes Zapfenelement und ein mit dem Zapfenelement verbundenes Hebelelement, wobei das Hebelelement und das Zapfenelement gemeinsam um eine Zapfendrehachse beweglich sind.

[0002] Richtungsangaben wie "Axial-" bzw. "axial", "Radial-" bzw. "radial" und "Umfangs-" sind im Rahmen dieser Beschreibung auf die Zapfendrehachse der Verbindungseinrichtung bezogen zu verstehen, sofern sich aus dem Kontext nicht explizit oder implizit etwas anderes ergibt.

[0003] Bei bekannten Verbindungseinrichtungen für verstellbare Schaufeln von Gasturbinen ist am Zapfenelement, insbesondere an dessen axialen Ende, das von der Schaufel abgewandt ist, ein Gewindeabschnitt ausgebildet oder in sonstiger Weise eine Formänderung vorgenommen, wie etwa Abschrägungen und dergleichen, um den Zapfenabschnitt mit dem Hebelelement verbinden zu können. Beispiele hierfür sind aus der EP 2 177 771 A2 oder der WO 2015/031058 A1 bekannt. Weitere Beispiele von Verbindungseinrichtungen für verstellbare Leitschaufeln von Gasturbinen werden in US 2004/240990 A1 und US 2008/031729 A1 offenbart.

[0004] Aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Gasturbinen, insbesondere Fluggasturbinen, gehen dahin, dass Geometrien, wie etwa der Strömungsquerschnitte, bzw. Strukturen verkleinert werden. Dies hat zur Folge, dass auch verstellbare Schaufeln mit ihren daran angebrachten Zapfenelementen verkleinerte Dimensionen aufweisen. Konventionelle Verbindungssysteme für verstellbare Schaufeln, beispielsweise über sogenannte Dachschrägen, Konusgeometrien o.ä. erfordern in einem axialen Endabschnitt des Zapfenelements eine Reduzierung von dessen Durchmesser. Dies erlaubt im Gegenzug den Einsatz von Schrauben oder Muttern mit einem üblichen Minimaldurchmesser von 0,19 bzw. der Größe M5 nicht mehr. Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird darin gesehen, eine Verbindungseinrichtung bereitzustellen, bei der die obigen Nachteile vermieden werden können.

[0005] Zur Lösung dieser Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Verbindungseinrichtung ein Spannelement aufweist, das zwischen dem Hebelelement und dem Zapfenelement angeordnet ist, derart dass eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Zapfenelement, dem Spannelement und dem Hebelelement herstellbar oder hergestellt ist. Dies erlaubt eine besonders platzsparende Ausführung der an die Verbindungseinrichtung angebundene Schaufelanordnung, da weiterhin Befestigungsmittel verwendet werden können, aber gleichzeitig die Schaufel und deren Schaufelzapfen kleiner dimensioniert werden können. Ferner erfolgt so durch das Spannelement eine sichere Kraftübertragung zwischen dem

Hebelelement und dem Zapfenelement, so dass die vorhandenen Verstellprinzipien auf kleinere Verdichter oder Turbinen mit Verstellleitschaufeln übertragen werden können.

[0006] Vorzugsweise weist das Spannelement dabei entlang seines Umfangs mehrere Ausnehmungen auf, derart dass zwischen benachbarten Ausnehmungen ein jeweiliger elastisch beweglicher Spannabschnitt gebildet ist. Insbesondere kann das Spannelement im Zusammenbauzustand aufgrund der kraftschlüssigen Verbindung gedehnt sein und/oder eine Vorspannung aufweisen.

[0007] Wenigstens zwei sich diametral gegenüberliegende Ausnehmungen in dem Spannelement können derart dimensioniert sein, dass sie eine Spannaufnahme bilden, in der das Positionierungselement aufgenommen ist. Entsprechend ist das Positionierungselement in einem zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung so angeordnet, dass es in der Spannaufnahme, der Zapfenaufnahme und der Hebelaufnahme angeordnet ist. Somit können vorteilhaft die Spannaufnahme, die Zapfenaufnahme und die Hebelaufnahme auf einfache Weise durch das Positionierelement zueinander ausgerichtet werden, ohne dass ein Nachjustieren während der Montage nötig wird.

[0008] Die Spannabschnitte können derart ausgebildet sein, dass sie eine konische äußere Kontaktfläche aufweisen. Dabei können die radial innen liegende Kontaktfläche des Kopplungsabschnitts des Hebelelements und die radial äußeren Kontaktflächen der Spannabschnitte aneinander anliegen und gegeneinander verspannbar sein.

[0009] Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass bei der Verbindungseinrichtung das Hebelelement, das Spannelement und das Zapfenelement mittels eines Positionierungselements zueinander ausgerichtet sind, wobei das Positionierungselement in einer Zapfenaufnahme und einer Hebelaufnahme aufgenommen ist. Die Zapfenaufnahme dient somit als eine Aufnahme des Positionierungselements in dem Zapfenelement, während die Hebelaufnahme als eine Aufnahme des Positionierungselements in dem Hebelelement dient.

[0010] Das Positionierungselement kann beispielsweise als plättchenartige Passfeder ausgebildet sein. Das Positionierungselement dient insbesondere dazu, eine Ausrichtung von Hebelelement und Zapfenelement in Umfangsrichtung bezogen auf die Zapfendrehachse zu ermöglichen. Dabei erfolgt diese Ausrichtung mittels des Positionierungselements bevor die Verbindungseinrichtung festgezogen wird. Durch die Verwendung eines gesonderten Positionierungselements kann eine Schwächung bzw. Veränderung des Querschnitts des Zapfenelements insbesondere in Bereichen vermieden werden, in denen im zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung Kräfte, insbesondere Drehkräfte vom Hebelelement auf das Zapfenelement übertragen werden.

[0011] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgese-

hen, dass die Zapfenaufnahme und die Hebelaufnahme fluchtend zueinander angeordnet sind. Dies ermöglicht eine besonders einfache und kostengünstige Herstellung des Positionierelements und der entsprechenden Aufnahmen und erleichtert somit auch die Montage. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Positionierelement zu einer durch die Zapfendrehachse verlaufenden Ebene symmetrisch ausgebildet ist. Dies erleichtert ebenfalls die Herstellung und erlaubt es, während der Montage eine Einbaurichtung des Positionierelements nicht beachten zu müssen.

[0012] Die Zapfenaufnahme kann vorzugsweise in einem axialen Endabschnitt des Zapfenelements ausgebildet sein. Hierdurch kann das Positionierelement bei der Montage vorteilhaft als erstes mit dem Zapfenelement verbunden werden, was das anschließende Anordnen des Hebelelements, insbesondere dessen Kopplungsabschnitts, an bzw. auf dem Zapfenelement erleichtert. Beispielsweise ist die Zapfenaufnahme als Schlitz ausgebildet. Der Schlitz kann dabei eine axiale Tiefe aufweisen, die etwas größer ist als die axiale Ausdehnung bzw. Höhe des Positionierungselements, das durch die Zapfenaufnahme hindurch geht.

[0013] Um die Verbindungseinrichtung festzuziehen, kann das Spannelement einen Gewindeabschnitt aufweisen, an dem eine Mutter befestigbar oder befestigt ist. Der Gewindeabschnitt befindet sich an einem axialen Abschnitt des Spannelements, der vom Zapfenelement abgewandt ist.

[0014] Das Hebelelement kann einen hülsenartigen Kopplungsabschnitt aufweisen, wobei der Kopplungsabschnitt und das Zapfenelement konzentrisch zueinander angeordnet sind. Der Kopplungsabschnitt kann insbesondere kreisförmig ausgebildet sein. Äußerlich weist der Kopplungsabschnitt eine im Wesentlichen zylindrische Form auf.

[0015] Die Hebelaufnahme kann in einem axialen Randabschnitt des Kopplungsabschnitts ausgebildet sein. Dabei kann die Hebelaufnahme durch zwei sich diametral gegenüber liegende Hebelaufnahmeabschnitte gebildet sein. Die Hebelaufnahmeabschnitte können als radial verlaufende Schlitze in dem Randabschnitt vorgesehen sein. Das Positionierungselement liegt in einem zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung in den Hebelaufnahmeabschnitten auf. Insbesondere wenn die Zapfenaufnahme in einem Zapfendabschnitt angeordnet ist, lässt sich die Hebelaufnahme einfach über das Positionierelement schieben, so dass stets eine exakte Ausrichtung des Hebels bzw. eines weiter unten noch näher beschriebenen zusätzlichen Spannelements ermöglicht wird.

[0016] Der Kopplungsabschnitt kann eine radial innen liegende Kontaktfläche aufweisen, die konisch ausgebildet ist. Insbesondere ist die radial innen liegende Kontaktfläche dem Zapfenelement zugewandt. Beispielsweise umgibt die Kontaktfläche das Zapfenelement, wobei zwischen der Kontaktfläche und dem Zapfenelement ein Abstand vorhanden ist.

[0017] Die Verbindungseinrichtung kann eine Sicherungshülse aufweisen, die in Axialrichtung an dem Kopplungsabschnitt angeordnet ist. Die Sicherungshülse kann einen Umfangsrand aufweisen, der sich in Axialrichtung etwas über den Kopplungsabschnitt des Hebelelements erstreckt. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass das Positionierungselement im zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung nicht aus dieser entfernt werden kann.

[0018] Die Sicherungshülse kann zwischen der Mutter und dem Kopplungsabschnitt angeordnet sein, derart dass eine von der Mutter ausgeübte Kraft in Axialrichtung auf die Sicherungshülse und den Kopplungsabschnitt übertragen wird. Eine auf den Kopplungsabschnitt des Hebelelements wirkende Axialkraft führt aufgrund des Zusammenwirkens seiner radial inneren Kontaktfläche mit den Kontaktflächen der Spannabschnitte zu einem Anpressen der Spannabschnitte im Wesentlichen in Radialrichtung an das Zapfenelement, so dass das Zapfenelement durch die Spannabschnitte kraftschlüssig gehalten ist.

[0019] Das Positionierungselement kann im zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung kraftübertragungsfrei aufgenommen sein. Durch die Verwendung des Spannelements kann eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Hebelelement und dem Zapfenelement hergestellt werden, wobei das Positionierungselement beim Zusammenbau zur korrekten Ausrichtung von Hebelelement und Zapfenelement zueinander dient. Bei einer vom Hebelelement auf das Zapfenelement zu übertragenden Drehbewegung um die Zapfendrehachse wird das Positionierungselement mitgedreht, allerdings überträgt es dabei keine Kräfte vom Hebelelement auf das Zapfenelement.

[0020] Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass die hier angesprochenen Schaufeln insbesondere verstellbare Schaufeln eines Verdichters der Gasturbine sein können.

[0021] Die Erfindung betrifft ferner auch eine Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, mit mehreren in Turbinenumfangsrichtung nebeneinander angeordneten verstellbaren Schaufeln, insbesondere Leitschaufeln, wobei an jeder Schaufel eine Verbindungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche angeordnet ist, und wobei die Hebelelemente der Verbindungseinrichtungen mit einem entlang der Umfangsrichtung der Gasturbine beweglichen Verstellring gekoppelt sind.

[0022] Die in Turbinenumfangsrichtung nebeneinander angeordneten verstellbaren Schaufeln können einer Verdichterstufe zugeordnet sein. Ein derartiger verstellbarer Schaufelring kann auch mehrfach an einer Gasturbine vorgesehen sein, so dass für jede Art von Verdichter, wie etwa Niederdruck-, Mitteldruck- oder Hochdruckverdichter an beliebigen Verdichterstufen ein Ring mit verstellbaren Schaufeln vorgesehen werden kann.

[0023] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren beispielhaft und nicht einschränkend beschrieben.

Fig. 1 zeigt in einer vereinfachten schematischen Darstellung ein Prinzipbild einer Fluggasturbine.

Fig. 2 zeigt in einer schematischen perspektivischen Darstellung, die teilweise geschnitten ist, eine erfindungsgemäße Verbindungseinrichtung für eine verstellbare Schaufel einer Gasturbine.

Fig. 3 zeigt in einer schematischen perspektivischen Darstellung ein Hebelement, ein Positionierungselement und ein Zapfenelement der Verbindungseinrichtung der Fig. 2.

Fig. 4 zeigt in einer schematischen perspektivischen Darstellung ein Spannelement der Verbindungseinrichtung der Fig. 2.

Fig. 5 zeigt in einer schematischen Schnittansicht, die etwa einer Schnittlinie V-V der Fig. 2 entspricht, einen Ausschnitt einer Gasturbine mit einer Verbindungseinrichtung und mit einem zugeordneten Verstellring.

Fig. 6 zeigt einen vergrößerten Bereich entsprechend dem gestrichelt umrandeten Bereich VI der Fig. 5.

[0024] Fig. 1 zeigt schematisch und vereinfacht eine Fluggasturbine 10, die rein beispielhaft als Mantelstromtriebwerk illustriert ist. Die Gasturbine 10 umfasst einen Fan 12, der von einem angedeuteten Mantel 14 umgeben ist. In Axialrichtung TAR der Gasturbine 10 schließt sich an den Fan 12 ein Verdichter 16 an, der in einem angedeuteten inneren Gehäuse 18 aufgenommen ist und einstufig oder mehrstufig ausgebildet sein kann. An den Verdichter 16 schließt sich die Brennkammer 20 an. Aus der Brennkammer ausströmendes heißes Abgas strömt dann durch die sich anschließende Turbine 22, die einstufig oder mehrstufig ausgebildet sein kann. Im vorliegenden Beispiel umfasst die Turbine 22 eine Hochdruckturbine 24 und eine Niederdruckturbine 26. Eine Hohlwelle 28 verbindet die Hochdruckturbine 24 mit dem Verdichter 16, insbesondere einem Hochdruckverdichter 29, so dass diese gemeinsam angetrieben bzw. gedreht werden. Eine in Radialrichtung TRR der Turbine weitere innen liegende Welle 30 verbindet die Niederdruckturbine 26 mit dem Fan 12 und mit einem hier Niederdruckverdichter 32, so dass diese gemeinsam angetrieben bzw. gedreht werden. An die Turbine 22 schließt sich eine hier nur angedeutete Schubdüse 33 an.

[0025] Im dargestellten Beispiel einer Fluggasturbine 10 ist zwischen der Hochdruckturbine 24 und der Niederdruckturbine 26 ein Turbinenzwischengehäuse 34 angeordnet, das um die Wellen 28, 30 angeordnet ist. In seinem radial äußeren Bereich 36 wird das Turbinenzwischengehäuse 34 von heißen Abgasen aus der Hochdruckturbine 24 durchströmt. Das heiße Abgas gelangt dann in einen Ringraum 38 der Niederdruckturbine 26.

Von den Verdichtern 28, 32 und den Turbinen 24, 26 sind beispielhaft Laufschaufelkränze 27 dargestellt. Üblicherweise vorhandene Leitschaufelkränze 31 sind aus Gründen der Übersicht beispielhaft nur bei dem Verdichter 32 dargestellt.

[0026] Die nachfolgende Beschreibung einer Ausführungsform der Erfindung bezieht sich insbesondere auf verstellbare Leitschaufeln, die beispielsweise Teil eines insgesamt verstellbaren Leitschaufelkranzes 31 sein können. Derartige verstellbare Leitschaufelkränze 31 können auch bei anderen Verdichtern oder ggf. auch bei Turbinen vorgesehen sein, auch wenn dies in der Fig. 1 nur beispielhaft für den Verdichter 32 dargestellt ist.

[0027] Fig. 2 zeigt in einer schematischen perspektivischen Darstellung eine Verbindungseinrichtung 50 für eine verstellbare Leitschaufel einer Gasturbine. Die hier nur teilweise und gestrichelt angedeutete Leitschaufel 51 schließt sich in Axialrichtung AR der Verbindungseinrichtung 50 an ein Zapfenelement 52 an, das in der Fig. 2 nur teilweise dargestellt ist. Üblicherweise sind das Zapfenelement 52 und die zugeordnete Schaufel 51, insbesondere Leitschaufel, einstückig miteinander verbunden.

[0028] Die Verbindungseinrichtung 50 umfasst ein Hebelement 54. Das Hebelement 54 ist in Fig. 2 (und in Fig. 1) nur teilweise dargestellt, wobei das Hebelement 54 bei 56 abgeschnitten illustriert ist. Das Hebelement 54 ist dazu eingerichtet, in einem zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung 50 das Zapfenelement 52 um die zur Axialrichtung AR parallele Zapfendrehachse ZD zu verdrehen.

[0029] Aus der Fig. 3 ist ersichtlich, dass das Zapfenelement 52 an seinem von der Schaufel 51 abgewandten axialen Ende 58 eine Zapfenaufnahme 60 aufweist. Die Zapfenaufnahme ist insbesondere als Schlitz ausgeführt. Das Hebelement 54 weist einen hülsenartigen Kopplungsabschnitt 62 auf. Der Kopplungsabschnitt 62 und das Zapfenelement 52 sind insbesondere konzentrisch zueinander angeordnet. In einem axialen Randabschnitt 64 des Kopplungsabschnitts 62 ist eine Hebelaufnahme 66 ausgebildet. Die Hebelaufnahme 66 wird insbesondere durch zwei sich diametral gegenüber liegende Hebelaufnahmeabschnitte 66a, 66b gebildet.

[0030] In der Hebelaufnahme 66 und der Zapfenaufnahme 60 ist ein Positionierungselement 68 aufgenommen. Das Positionierungselement 68 dient dazu, das Zapfenelement 52 und das Hebelement 54 bezogen auf die Umfangsrichtung UR der Verbindungseinrichtung 50 zueinander auszurichten. Hierzu sind insbesondere die Hebelaufnahme 66 bzw. die Hebelaufnahmeabschnitte 66a, 66b und die Zapfenaufnahme 60 fluchtend zueinander ausgerichtet, so dass das Positionierungselement 68 in der Hebelaufnahme 66 und der Zapfenaufnahme 60 aufgenommen ist. Das Positionierungselement 68 ist insbesondere als plättchenartiges oder flachstabartiges Bauteil ausgebildet. Das Positionierungselement 68 kann auch als Passfeder bezeichnet werden.

[0031] Die Verbindungseinrichtung 50 weist ferner ein

Spannelement 70 auf, das in Fig. 3 alleine und in Fig. 1 zusammen mit anderen Bauteilen der Verbindungseinrichtung 50 dargestellt ist. Das Spannelement 70 weist an seinem der Schaufel 51 zugewandten axialen Ende 72 mehrere Spannabschnitte 74a, 74b, 74c. Im dargestellten Beispiel weist das Spannelement 70 vier Spannabschnitte auf, von denen allerdings in den Fig. 1 und 3 nur die drei Spannabschnitte 74a, 74b, 74c sichtbar sind. Es wird darauf hingewiesen, dass das Spannelement 70 auch eine andere Anzahl Spannabschnitte aufweisen könnte, beispielsweise sechs oder acht.

[0032] Zwischen zwei benachbarten Spannabschnitten 74a, 74b bzw. 74a, 74c ist eine jeweilige Ausnehmung 76a bzw. 76b vorgesehen. Die Spannabschnitte 74a, 74b, 74c sind insbesondere in Radialrichtung elastisch beweglich bzw. auslenkbar, insbesondere zu dem Zapfenelement 52 hin bzw. von diesem weg. Die Ausnehmung 76b und eine ihr diametral gegenüberliegende weitere Ausnehmung, die in der gewählten Darstellung der Fig. 3 nicht sichtbar ist, sind derart dimensioniert sind, dass sie eine Spannaufnahme 78 bilden, in der das Positionierungselement 68 beim Zusammenbau der Verbindungseinrichtung 50 aufgenommen werden kann bzw. im zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung 50 aufgenommen ist.

[0033] Die Spannabschnitte 74a, 74b, 74c weisen eine jeweilige äußere Kontaktfläche 80 auf. Die Kontaktflächen 80 sind entlang der Axialrichtung AR konisch ausgeführt. Mit anderen Worten weist das Spannelement 70 im Bereich seiner Spannabschnitte 74a, 74b, 74c einen sich verändernden Durchmesser auf. Die äußeren Kontaktflächen 80 stehen in einem zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung 50 in Berührung mit einer radial inneren Kontaktfläche 82 des Hebelements 54. Die radial innere Kontaktfläche 82 ist insbesondere im Bereich des Kopplungsabschnitts 62 angeordnet. Ferner kann die radial innere Kontaktfläche 82 konisch ausgebildet sein. Entsprechend weist der hülsenartige Kopplungsabschnitt 62 im Bereich der inneren Kontaktfläche 82 einen sich verändernden Innendurchmesser auf.

[0034] Die radial äußere Kontaktfläche 80 der Spannabschnitte 74a, 74b, 74c und die radial innere Kontaktfläche 82 des Kopplungsabschnitts 62 sind komplementär zueinander ausgebildet. Dabei nimmt der Innendurchmesser bzw. Innenradius des Kopplungsabschnitts 62 und der Außendurchmesser aller Spannabschnitte 74a, 74b, 74c bzw. der Außenradius der Spannabschnitte 74a, 74b, 74c in Richtung der Schaufel 51 (Fig. 2) zu.

[0035] Das Spannelement 70 weist einen sich axial an die Spannabschnitte 74a, 74b, 74c anschließenden Gewindeabschnitt 84 auf. Der Gewindeabschnitt 84 weist ein in den Figuren 1 und 3 nicht dargestelltes Außengewinde auf. Mit dem Gewindeabschnitt 84 ist eine Mutter 86 verbindbar oder verbunden, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Im zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung 50 ist in Axialrichtung zwischen der

Mutter 86 und dem Hebelement 54, insbesondere dem Spannabschnitt 62, eine Sicherungshülse 88 angeordnet. Eine von der Mutter 86 ausgeübte Kraft in Axialrichtung AR wird auf die Sicherungshülse 88 und den Kopplungsabschnitt 62 übertragen. Durch die in Axialrichtung wirkende Feststellkraft der Mutter 86 wird die konische innere Kontaktfläche 82 des Kopplungsabschnitts 62 gegen die konische äußere Kontaktfläche 80 des Spannelements 70 gedrückt. Hierdurch werden die Spannabschnitte 74a, 74b, 74c radial nach innen gegen den Zapfenabschnitt gepresst. Entsprechend erfolgt beim Festziehen der Mutter 86 eine kraftschlüssige Verbindung (Verspannung) zwischen Hebelement 54 und Zapfenabschnitt 52 mittels des Spannelements 70.

[0036] Der in Fig. 2 dargestellte zusammengebaute Zustand der Verbindungseinrichtung 50 ist in Fig. 5 in einer Schnittdarstellung etwa entsprechend der Schnittlinie V-V der Fig. 1 dargestellt. In dieser Schnittdarstellung der Fig. 5 ist die Verbindungseinrichtung 50 in einem äußeren Bereich von Strukturbauteilen 90 einer Gasturbine 10 (Fig. 1), insbesondere Fluggasturbine, angebracht. Die Strukturbauteile 90 können beispielsweise Teil eines inneren Gehäuses 18 sein, wie es in Fig. 1 illustriert ist. In der Fig. 5 sind die gleichen Bezugszeichen verwendet, wie in den Figuren 2 bis 4, um gleiche Elemente zu bezeichnen, auch wenn diese nicht zwingend unter Bezugnahme auf die Fig. 5 nochmals beschrieben werden. Insoweit gilt, dass die vorherige Beschreibung der Fig. 2 bis 4 auch in Zusammenschau mit der Fig. 5 gelesen und verstanden werden kann.

[0037] In Fig. 5 ist das Hebelement 54 vollständig (nicht abgeschnitten) dargestellt. Das Hebelement 54 weist an seinem von der Verbindungseinrichtung 50 abgewandten Ende einen weiteren Kopplungsabschnitt 92 auf. Der Kopplungsabschnitt 92 ist mit einer Verstelleinrichtung 94 verbunden. Die Verstelleinrichtung 94 umfasst einen Verstellring 96 und mehrere Verstellzapfen 98. Die Verstellzapfen 98 und der Verstellring 96 sind entlang eines Turbinenumfangs hin und her beweglich. Diese translatorische Verstellbewegung entlang der Umfangsrichtung der Turbine bewirkt ein Verschwenken des Hebelements 54 um die Drehachse ZD des Zapfenelements 52. Hierdurch kann eine mit dem Zapfenelement 52 verbundene Schaufel 51 (Fig. 2) in eine gewünschte Position gedreht werden.

[0038] Das Spannelement 70 der Verbindungseinrichtung 50 liegt auf einer Führungshülse 100 auf. Die Führungshülse bildet in diesem Beispiel auch ein radiales Lager für das Zapfenelement 52. Die Axialrichtung AR der Verbindungseinrichtung entspricht in Bezug auf die Gasturbine einer Radialrichtung TRR der Gasturbine.

[0039] Fig. 6 zeigt einen vergrößerten Bereich etwa entsprechend dem gestrichelten Bereich VI der Fig. 5. Die Fig. 6 dient insbesondere dazu, die Größenverhältnisse des Positionierungselements 68 zu anderen Elementen zu beschreiben.

[0040] Bezogen auf die Verbindungseinrichtung 50 weist das Positionierungselement 68 eine in Radialrich-

tung RR erstreckende Länge VL auf. Die Länge VL des Positionierungselements 68 ist so gewählt, dass sie etwas kleiner ist als der Durchmesser DK des im Wesentlichen kreisförmigen Kopplungsabschnitts 62 bzw. des äußeren Durchmessers des axialen Randabschnitts 64, der ringförmig ausgebildet ist. Das Positionierungselement 68 weist eine Breite VB auf, die kleiner als die axiale Ausdehnung bzw. Tiefe ZT der Zapfenaufnahme 60 ausgebildet ist. Ferner ist die Breite VB des Positionierungselements 68 auch so gewählt, dass sie kleiner ist als die axiale Ausdehnung bzw. Tiefe HT der Hebelaufnahme 66 bzw. der einzelnen Hebelaufnahmeabschnitte 66a, 66b.

[0041] Die Sicherungshülse 88 weist einen Randabschnitt 102 auf, der eine axiale Länge aufweist, die größer ist als die Breite des Positionierungselements 68. Der Randabschnitt 102 liegt mit seinem axial unteren Ende an einem Außenumfang des Kopplungsabschnitts 62 an. Hierdurch wird gewährleistet, dass das Positionierungselement 68 nicht in Radialrichtung aus der Verbindungseinrichtung 50 entfernbar ist.

[0042] Wie sich aus den beschriebenen Größenverhältnissen des Positionierungselements 68 zu anderen Elementen der Verbindungseinrichtung 50 ergibt, ist das Positionierungselement 68 im zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung 50 im Wesentlichen kraftübertragungsfrei aufgenommen. Insbesondere überträgt das Positionierungselement 68 keine durch das Hebelement 54 eingebrachte Drehbewegungen auf das Zapfenelement 52. Die von der Mutter 86 eingebrachten in Axialrichtung AR wirkenden Kräfte werden über die Sicherungshülse 88, das Hebelement 54 bzw. dessen Kopplungsabschnitt 62 auf das Spannelement 70 bzw. dessen Spannabschnitte 74a bis 74d, so dass die Spannabschnitte 74a bis 74d gegen das Zapfenelement 52 gedrückt werden. Dabei ist das Positionierungselement 68 so dimensioniert, dass es beim Zusammenbau der Verbindungseinrichtung 50 eine korrekte Positionierung von Zapfenelement 52, Hebelement 54 und Spannelement 70 zueinander ermöglicht, insbesondere in Umfangsrichtung UR der Verbindungseinrichtung 50, dass es aber nicht im Kraftübertragungsweg enthalten ist, wenn im zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung 50 eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Hebelement 54 und dem Zapfenabschnitt 52 hergestellt ist.

Bezugszeichenliste

[0043]

10	Fluggasturbine
12	Fan
14	Mantel
16	Verdichter
18	inneres Gehäuse
20	Brennkammer
22	Turbine

24	Hochdruckturbine
26	Niederdruckturbine
27	Laufschaufelkranz
28	Hohlwelle
5 29	Hochdruckverdichter
30	Welle
31	Leitschaufelkranz
32	Niederdruckverdichter
33	Schubdüse
10 34	Turbinenzwischengehäuse
36	äußerer Bereich
38	Ringraum
50	Verbindungseinrichtung
51	Schaufel
15 52	Zapfenelement
54	Hebelement
56	Bereich des abgeschnittenen Hebelements
58	axiales Ende des Zapfenelement
60	Zapfenaufnahme
20 62	Kopplungsabschnitt
64	axialer Randabschnitt
66	Hebelaufnahme
66a/b	Hebelaufnahmeabschnitt
68	Positionierungselement
25 70	Spannelement
72	axiales Ende
74a-d	Spannabschnitt
76a/b	Ausnehmung
78	Spannaufnahme
30 80	radial äußere Kontaktfläche
82	radial innere Kontaktfläche
84	Gewindeabschnitt
86	Mutter
88	Sicherungshülse
35 90	Strukturbauteil
92	Kopplungsabschnitt
94	Verstelleinrichtung
96	Verstellring
98	Verstellzapfen
40 100	Führungshülse
102	Randabschnitt

Patentansprüche

1. Verbindungseinrichtung (50) einer verstellbaren Schaufel (51) einer Gasturbine (10), insbesondere einer Fluggasturbine, umfassend:

50	ein mit einer betreffenden Schaufel (51) verbundenes Zapfenelement (52);
	ein mit dem Zapfenelement (52) verbundenes Hebelement (54), wobei das Hebelement (54) und das Zapfenelement (52) gemeinsam um eine Zapfendrehachse (ZD) beweglich sind; wobei ein Spannelement (70) vorgesehen ist, das zwischen dem Hebelement (54) und dem Zapfenelement (52) angeordnet ist, derart dass
55	

- eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Zapfenelement (52), dem Spannelement (70) und dem Hebelelement (54) herstellbar oder hergestellt ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Hebelelement (54), das Spannelement (70) und das Zapfenelement (52) mittels eines Positionierungselements (68) zueinander ausgerichtet sind, wobei das Positionierungselement (68) in einer Zapfenaufnahme (60) und einer Hebelaufnahme (66, 66a, 66b) aufgenommen ist.
2. Verbindungseinrichtung nach Anspruch 1, wobei das Spannelement (70) entlang seines Umfangs mehrere Ausnehmungen (76a, 76b) aufweist, derart dass zwischen benachbarten Ausnehmungen (76a, 76b) ein jeweiliger elastisch beweglicher Spannabschnitt (74a-d) gebildet ist.
 3. Verbindungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei wenigstens zwei sich diametral gegenüberliegende, in dem Spannelement (70) angeordnete Ausnehmungen (76a) derart dimensioniert sind, dass sie eine Spannaufnahme (78) bilden, in der das Positionierungselement (68) aufgenommen ist.
 4. Verbindungseinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Spannabschnitte (74a-d) derart ausgebildet sind, dass sie eine konische äußere Kontaktfläche (80) aufweisen.
 5. Verbindungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zapfenaufnahme (60) und die Hebelaufnahme (66, 66a, 66b) fluchtend zueinander angeordnet sind.
 6. Verbindungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zapfenaufnahme (60) in einem axialen Endabschnitt (58) des Zapfenelements (52) ausgebildet ist.
 7. Verbindungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hebelaufnahme (66, 66a, 66b) durch zwei sich diametral gegenüberliegende Hebelaufnahmeabschnitte (66a, 66b) gebildet ist.
 8. Verbindungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Hebelelement (54) einen hülsenartigen Kopplungsabschnitt (62) aufweist, wobei der Kopplungsabschnitt (62) und das Zapfenelement (52) konzentrisch zueinander angeordnet sind.
 9. Verbindungseinrichtung nach Anspruch 8, wobei die Hebelaufnahme (60, 60a, 60b) in einem axialen Randabschnitt (64) des Kopplungsabschnitts (62) ausgebildet ist.
 10. Verbindungseinrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Kopplungsabschnitt (62) eine radiale innen liegende Kontaktfläche (82) aufweist, die konisch ausgebildet ist.
 11. Verbindungseinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10 mit einer Sicherungshülse (88), die in Axialrichtung (AR) an dem Kopplungsabschnitt (62) angeordnet ist.
 12. Verbindungseinrichtung nach Anspruch 10 mit zumindest den Merkmalen des Anspruchs 4, wobei die Kontaktfläche (82) des Kopplungsabschnitts (62) des Hebelelements (54) und die Kontaktflächen (80) der Spannabschnitte (74a-d) aneinander anliegen und gegeneinander verspannbar oder verspannt sind.
 13. Verbindungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Positionierungselement (68) im zusammengebauten Zustand der Verbindungseinrichtung (50) kraftübertragungsfrei aufgenommen ist.
 14. Gasturbine (10), insbesondere Fluggasturbine, mit mehreren in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten verstellbaren Schaufeln (51), insbesondere Leitschaufeln, wobei an jeder Schaufel eine Verbindungseinrichtung (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche angeordnet ist, und wobei die Hebelelemente (54) der Verbindungseinrichtungen (50) mit einem entlang der Umfangsrichtung der Gasturbine (10) beweglichen Verstellring (96) gekoppelt sind.

Claims

1. Connecting device (50) of an adjustable vane (51) of a gas turbine (10), in particular an aircraft gas turbine, comprising:
 - a pin element (52) connected to a relevant vane (51);
 - a lever element (54) connected to the pin element (52), the lever element (54) and the pin element (52) being movable together about a pin rotation axis (ZD);
 - a clamping element (70) being provided, which is arranged between the lever element (54) and the pin element (52) such that a frictional connection can be or is produced between the pin element (52), the clamping element (70) and the lever element (54), **characterized in that** the lever element (54), the clamping element (70) and the pin element (52) are aligned with one

another by means of a positioning element (68), the positioning element (68) being accommodated in a pin receptacle (60) and a lever receptacle (66, 66a, 66b).

2. Connecting device according to claim 1, wherein the clamping element (70) has a plurality of recesses (76a, 76b) along its circumference, such that an elastically movable clamping portion (74a-d) is formed between adjacent recesses (76a, 76b).
3. Connecting device according to either claim 1 or claim 2, wherein at least two diametrically opposite recesses (76a) arranged in the clamping element (70) are dimensioned such that they form a clamping receptacle (78) in which the positioning element (68) is accommodated.
4. Connecting device according to either claim 2 or claim 3, wherein the clamping portions (74a-d) are formed such that they have a conical outer contact surface (80).
5. Connecting device according to any of the preceding claims, wherein the pin receptacle (60) and the lever receptacle (66, 66a, 66b) are arranged in alignment with one another.
6. Connecting device according to any of the preceding claims, wherein the pin receptacle (60) is formed in an axial end portion (58) of the pin element (52).
7. Connecting device according to any of the preceding claims, wherein the lever receptacle (66, 66a, 66b) is formed by two diametrically opposite lever receptacle portions (66a, 66b).
8. Connecting device according to any of the preceding claims, wherein the lever element (54) has a sleeve-like coupling portion (62), wherein the coupling portion (62) and the pin element (52) are arranged concentrically with respect to one another.
9. Connecting device according to claim 8, wherein the lever receptacle (60, 60a, 60b) is formed in an axial edge portion (64) of the coupling portion (62).
10. Connecting device according to either claim 8 or claim 9, wherein the coupling portion (62) has a radial inner contact surface (82) which is conical.
11. Connecting device according to any of claims 8 to 10 having a securing sleeve (88) which is arranged on the coupling portion (62) in the axial direction (AR).
12. Connecting device according to claim 10 having at least the features of claim 4, wherein the contact

surface (82) of the coupling portion (62) of the lever element (54) and the contact surfaces (80) of the clamping portions (74a-d) abut one another and can be or are braced against one another.

13. Connecting device according to any of the preceding claims, wherein the positioning element (68) is accommodated in the assembled state of the connecting device (50) such that force is not transmitted.
14. Gas turbine (10), in particular an aircraft gas turbine, having a plurality of adjustable vanes (51), in particular guide vanes, arranged one next to the other in the circumferential direction, wherein a connecting device (50) according to any of the preceding claims is arranged on each blade, and wherein the lever elements (54) of the connecting devices (50) are coupled to an adjusting ring (96) which is movable in the circumferential direction of the gas turbine (10).

Revendications

1. Dispositif de raccordement (50) d'une aube réglable (51) d'une turbine à gaz (10), notamment d'une turbine à gaz d'avion, comprenant :

un élément formant tenon (52) raccordé à une aube respective (51) ;
un élément de levier (54) raccordé à l'élément formant tenon (52), l'élément de levier (54) et l'élément formant tenon (52) pouvant être déplacés ensemble autour d'un axe de rotation formant tenon (ZD) ;
un élément de serrage (70) étant disposé entre l'élément de levier (54) et l'élément formant tenon (52) de sorte qu'un raccord à force entre l'élément formant tenon (52), l'élément de serrage (70) et l'élément de levier (54) peut être réalisé ou est réalisé,
caractérisé en ce que
l'élément de levier (54), l'élément de serrage (70) et l'élément formant tenon (52) sont alignés les uns par rapport aux autres au moyen d'un élément de positionnement (68), l'élément de positionnement (68) étant logé dans un logement de tenon (60) et un logement de levier (66, 66a, 66b).
2. Dispositif de raccordement selon la revendication 1, dans lequel l'élément de serrage (70) présente plusieurs évidements (76a, 76b) le long de sa circonférence, de sorte qu'une section de serrage respective mobile élastiquement (74a-d) est formée entre des évidements adjacents (76a, 76b).
3. Dispositif de raccordement selon la revendication 1 ou 2, dans lequel au moins deux évidements diamé-

tralement opposés (76a) disposés dans l'élément de serrage (70) sont dimensionnés de manière à former un logement de serrage (78) dans lequel est logé l'élément de positionnement (68).

4. Dispositif de raccordement selon la revendication 2 ou 3, dans lequel les sections de serrage (74a-d) sont réalisées de manière à présenter une surface de contact externe conique (80). 5
5. Dispositif de raccordement selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le logement de tenon (60) et le logement de levier (66, 66a, 66b) sont disposés en affleurement l'un avec l'autre. 10
6. Dispositif de raccordement selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le logement de tenon (60) est réalisé dans une section d'extrémité axiale (58) de l'élément formant tenon (52). 15
7. Dispositif de raccordement selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le logement de levier (66, 66a, 66b) est formé par deux sections de logement de levier diamétralement opposées (66a, 66b) l'une à l'autre. 20
8. Dispositif de raccordement selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément de levier (54) présente une section d'accouplement en forme de manchon (62), la section d'accouplement (62) et l'élément formant tenon (52) étant disposés concentriquement l'un par rapport à l'autre. 25
9. Dispositif de raccordement selon la revendication 8, dans lequel le logement de levier (60, 60a, 60b) est réalisé dans une section de bord axiale (64) de la section d'accouplement (62). 30
10. Dispositif de raccordement selon la revendication 8 ou 9, dans lequel la section d'accouplement (62) présente une surface de contact intérieure radiale (82) qui est réalisée en forme conique. 35
11. Dispositif de raccordement selon l'une des revendications 8 à 10, comportant un manchon de fixation (88) disposé sur la section d'accouplement (62) dans la direction axiale (AR). 40
12. Dispositif de raccordement selon la revendication 10, comportant au moins les caractéristiques de la revendication 4, dans lequel la surface de contact (82) de la section d'accouplement (62) de l'élément de levier (54) et les surfaces de contact (80) des sections de serrage (74a-d) reposent les unes contre les autres et peuvent être serrées ou sont serrées réciproquement. 45
13. Dispositif de raccordement selon l'une des revendi-

cations précédentes, dans lequel l'élément de positionnement (68), dans l'état assemblé du dispositif de raccordement (50), est logé sans transmission de force.

14. Turbine à gaz (10), notamment turbine à gaz d'avion, comportant plusieurs aubes réglables (51), notamment des aubes directrices, disposées les unes à côté des autres dans la direction circonférentielle, un dispositif de raccordement (50) selon l'une des revendications précédentes étant disposé sur chaque aube, et les éléments de levier (54) des dispositifs de raccordement (50) étant accouplés à une bague de réglage (96) mobile le long de la direction circonférentielle de la turbine à gaz (10). 50

Fig. 1

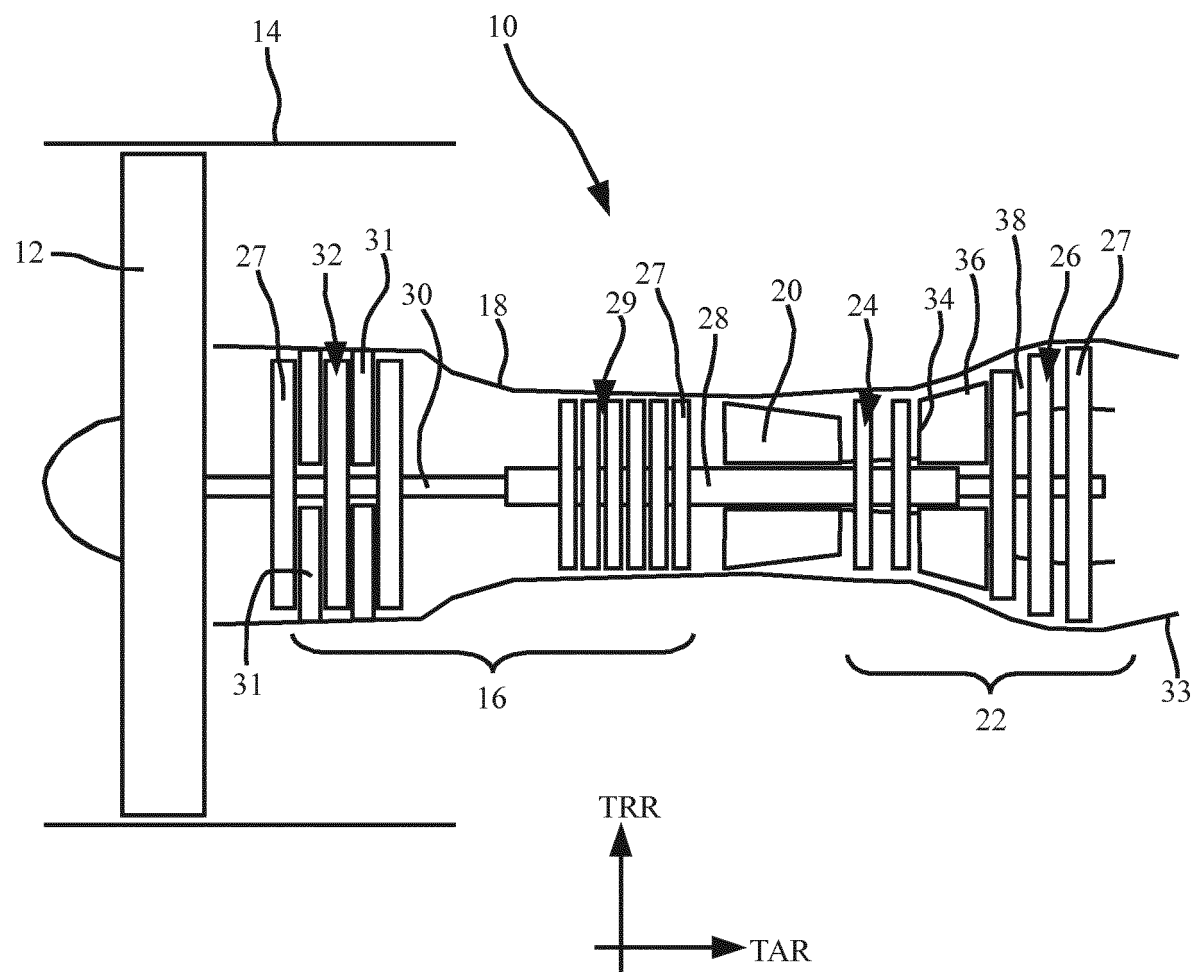


Fig. 2

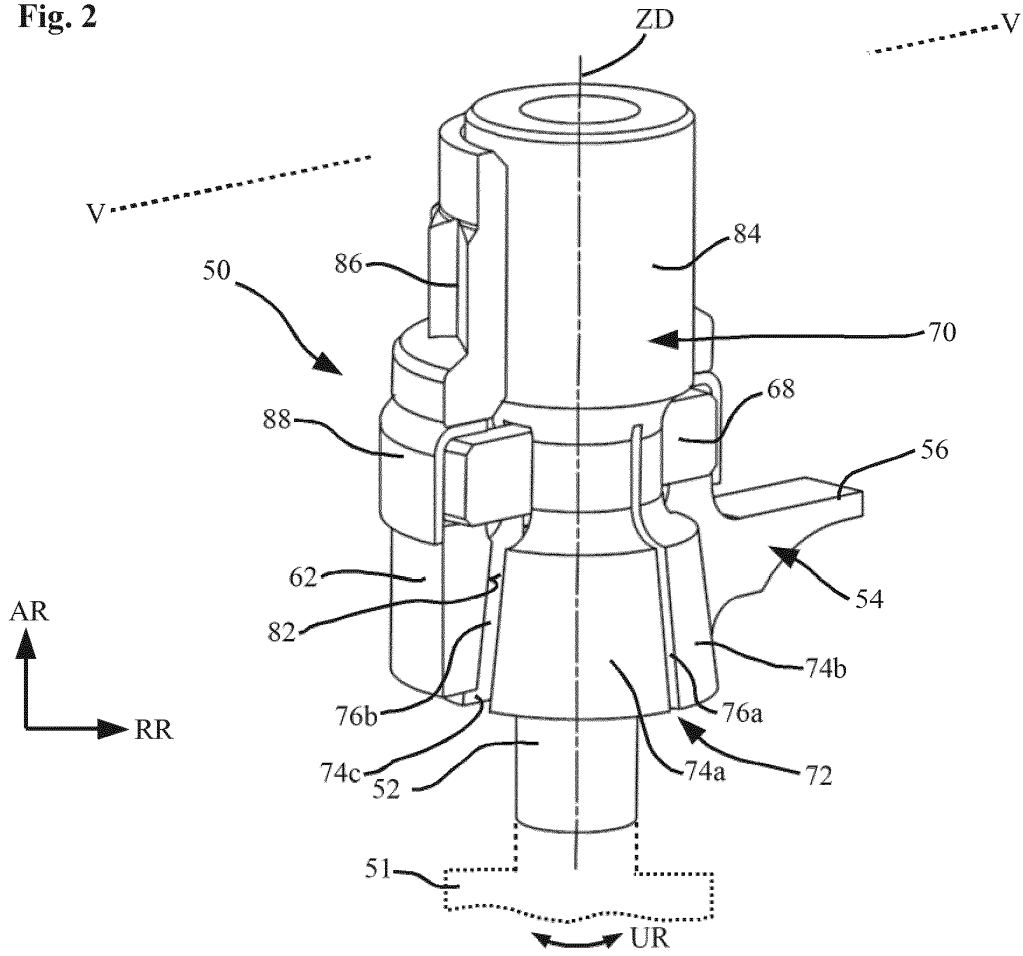


Fig. 3

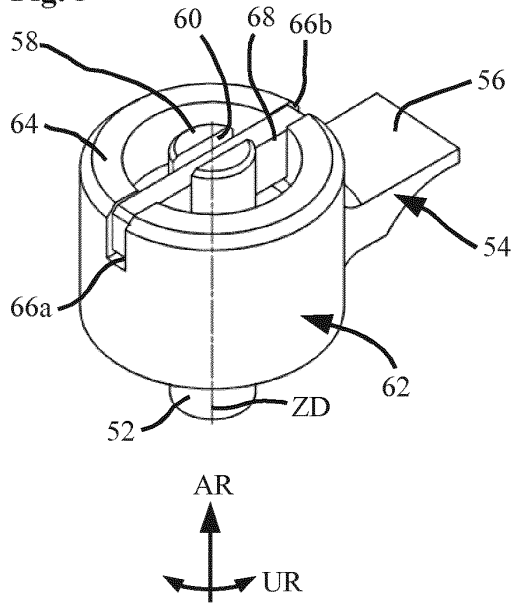
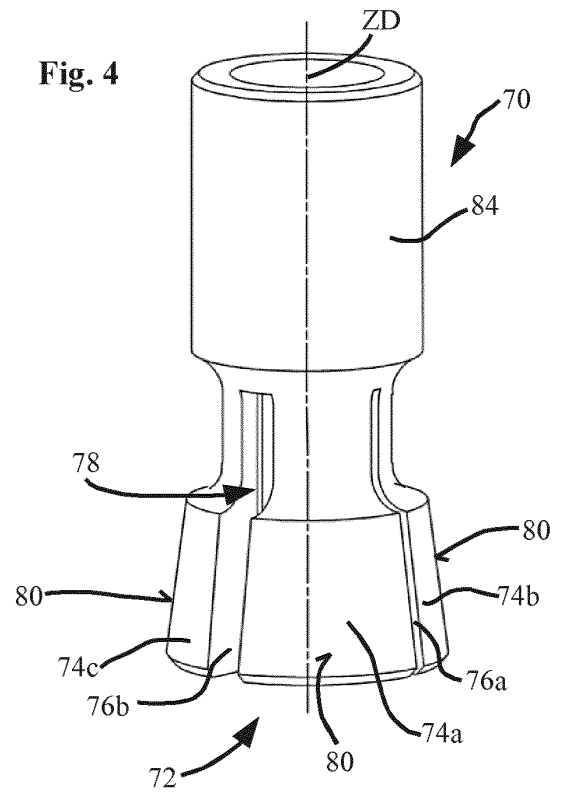


Fig. 4



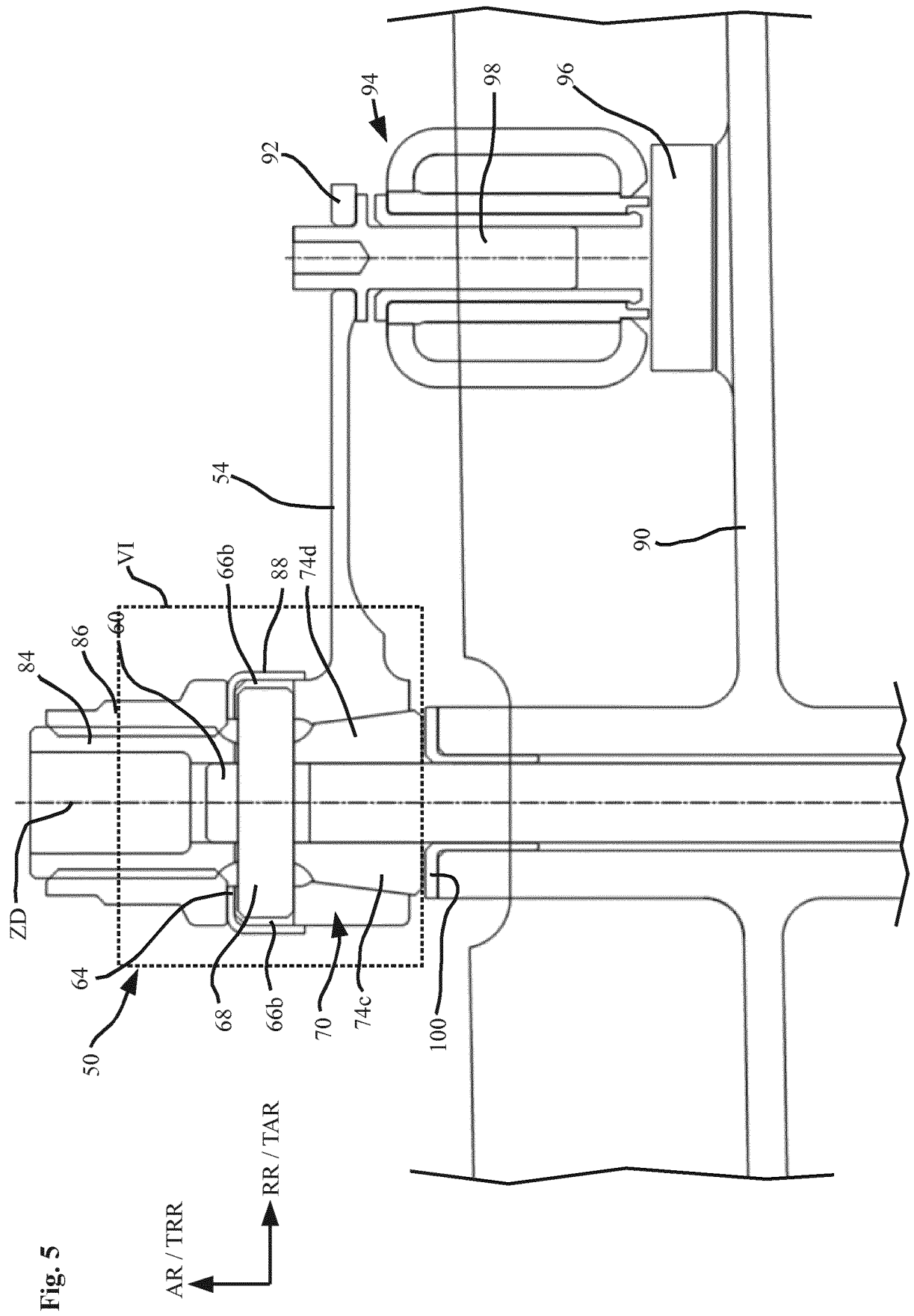
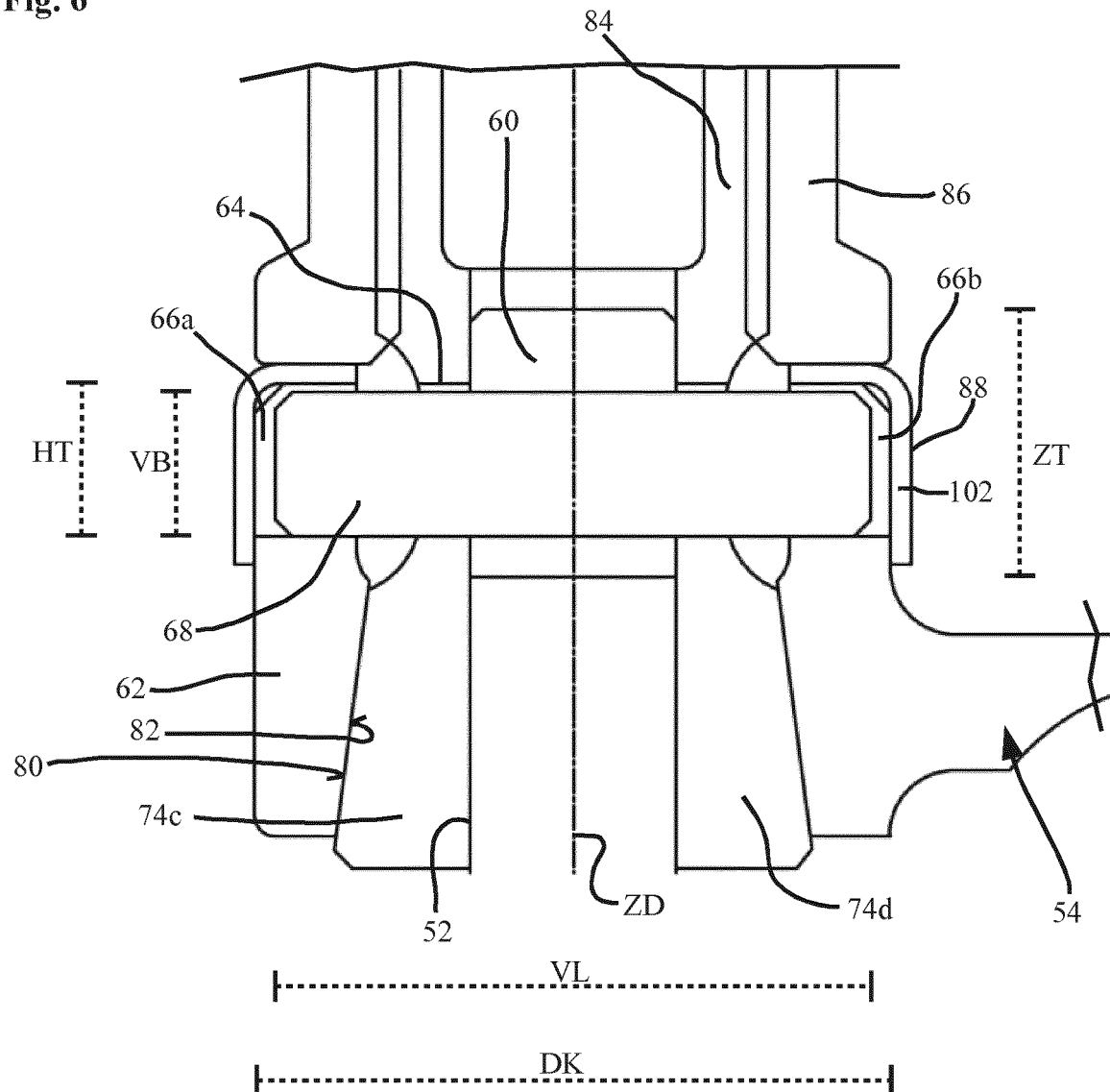


Fig. 6



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 2177771 A2 [0003]
- WO 2015031058 A1 [0003]
- US 2004240990 A1 [0003]
- US 2008031729 A1 [0003]