



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.03.2005 Patentblatt 2005/11

(51) Int Cl.7: **F01D 5/22**

(21) Anmeldenummer: **04104236.7**

(22) Anmeldetag: **02.09.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(71) Anmelder: **ALSTOM Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Götzfried, Eduard**
90584, Allersberg (DE)
• **Tremmel, Heinz-Dieter**
90425, Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **12.09.2003 DE 10342207**

(54) **Laufschaufelbindung einer Turbomaschine**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bindung von Laufschaufeln einer Turbomaschine, umfassend Ansätze (2), die sich in Umfangsrichtung (3) erstrecken, paarweise mit einer Laufschaufel starr verbunden sind und sich jeweils über einen Druckkörper (7) am benachbarten Ansatz (2) abstützen. Jeder Druckkörper (7) weist an einer Halteseite (8) eine Haltekontur (10) auf, die in eine Aufnahme (11) des zugehörigen Ansatzes (2) hineinragt und sich darin abstützt. Jeder Druckkörper (7) weist an einer Stützseite (9) eine ebene Stütz-

fläche (13) auf, die sich an einer ebenen Gegenstützfläche (14) des benachbarten Ansatzes (2) flächig abstützt.

Um die Abstützung auch bei unterschiedlichen Drehwinkeln der Ansätze (2) zu verbessern, ist die Haltekontur (10) des Druckkörpers (7) als Kugelabschnitt ausgebildet. Die zugehörige Aufnahme (11) ist ebenfalls als Kugelabschnitt ausgebildet, deren Radius (R) gleich groß ist wie der Radius (R) des Kugelabschnitts der Haltekontur (10).

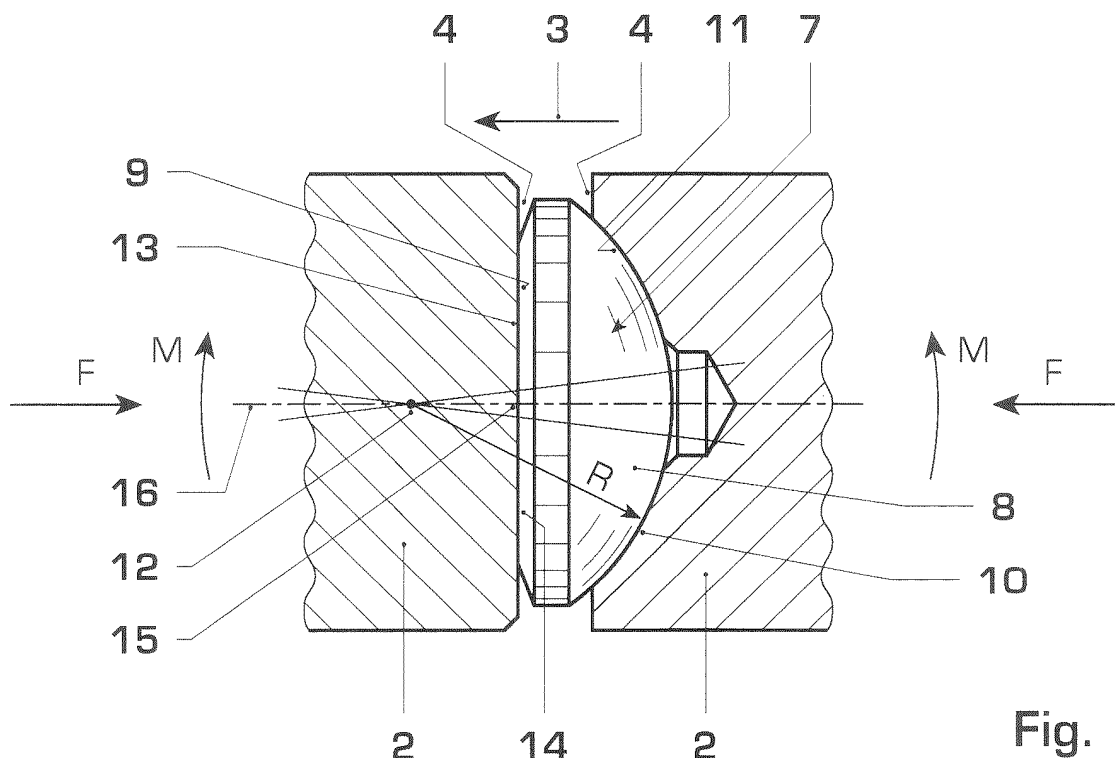


Fig. 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bindung von Laufschaufeln einer Turbomaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus DE 35 17 283 C2 ist eine Laufschaufelbindung der eingangs genannten Art bekannt, bei der Ansätze vorgesehen sind, die sich in Umfangsrichtung erstrecken, paarweise mit einer Laufschaufel starr verbunden sind und sich jeweils über wenigstens einen Druckkörper an dem in Umfangsrichtung benachbarten Ansatz abstützen. Dabei weist jeder Druckkörper an einer dem zugehörigen Ansatz zugewandten Halteseite eine Haltekontur auf, die in eine am zugehörigen Ansatz ausgebildete Aufnahme hineinragt und sich darin in Umfangsrichtung und quer dazu abstützt. Des weiteren weist jeder Druckkörper an einer dem benachbarten Ansatz zugewandten Stützseite eine ebene Stützfläche auf, die sich an einer dem benachbarten Ansatz zugeordneten ebenen Gegenstützfläche flächig abstützt. Bei der bekannten Laufschaufelbindung sind die Haltekonturen der Druckkörper jeweils als Konus ausgebildet. Die zugehörigen Aufnahmen sind ebenfalls als Konus ausgebildet, wobei der Konus der Haltekontur jedoch eine andere Konizität aufweist als der Konus der Aufnahme. Hierdurch wird erreicht, dass Fertigungstoleranzen der Sitzfläche und der Druckkörper durch geringfügige plastische Verformungen am äußeren Rand der Konusaufnahme und der Konushaltekontur ausgeglichen werden können. Die Gegenstützfläche, an welcher sich die Stützfläche des Druckkörpers abstützt, kann bei einer Weiterbildung der bekannten Laufschaufelbindung durch die Stützfläche eines Gegendruckkörpers gebildet sein, der mit dem Druckkörper baugleich ist.

[0003] Die bekannte Laufschaufelbindung funktioniert optimal, wenn im Betrieb der Turbomaschine ausschließlich Relativbewegungen auftreten, die parallel zur Stützfläche verlaufen. Die Stützfläche kann dann an der Gegenstützfläche abgleiten. In der Praxis treten jedoch nicht nur parallel geführte Relativbewegungen zwischen den aneinander abzustützenden bzw. miteinander zu verbindenden Ansätzen auf. Insbesondere beim Hochfahren einer Turbine oder bei bestimmten Schwachlast-Betriebsphasen, z.B. während der Ventilation in der letzten Turbinenstufe, kann es zu Verwindungen und Verdrehungen der Laufschaufeln und somit der Ansätze kommen, was insbesondere zu einer verstärkten Schwingungsbeanspruchung der Schaufelbindung führt. Drehbewegungen zwischen den Ansätzen führen jedoch zu einer Linien- oder Punktbelastung der jeweiligen Druckkörperaufnahme, was zu einem Sprödbruch des harten Druckkörpers bzw. zur Anrissbildung des Druckkörpersitzes führen kann.

Darstellung der Erfindung

[0004] Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Laufschaufelbindung der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die es erlaubt, Fertigungstoleranzen, Spiele, elastische Verformung und ähnliche Faktoren ausschliesslich durch eine Gleitbewegung auszugleichen.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Haltekontur des Druckkörpers und die Kontur der zugehörigen Aufnahme als komplementäre Kugelabschnitte auszubilden. Durch diese Bauweise wird zum einen erreicht, dass der Druckkörper flächig am zugehörigen Ansatz abgestützt ist. Zum anderen wird durch diese Maßnahme eine Kugelkopflagerung des Druckkörpers am zugehörigen Ansatz ausgebildet, die es dem Druckkörper ermöglicht, seine Stützfläche um den Kugelmittelpunkt zu drehen. Im Falle von grösseren Einstelldrehbewegungen der Ansätze bzw. der Laufschaufeln, zum Beispiel während des Hochfahrens auf Nenndrehzahl, können die drehbar gelagerten Druckkörper diese Relativbewegungen ausgleichen, so dass stets eine flächige Kraftübertragung zwischen den aneinander abgestützten bzw. miteinander verbundenen Ansätzen erzielbar ist. Sich ändernde Winkellagen der Laufschaufeln bzw. der Ansätze bewirken bei der erfindungsgemäßen Laufschaufelbindung eine selbsttätige Einstellung der beweglich gelagerten Druckkörper. Spannungsspitzen werden dadurch vermieden. Im Betrieb bei Nenndrehzahl kommt dagegen die Reibdämpfung durch die flächige Anlage voll zur Geltung. Es entstehen keine hochfrequenten Kippbewegungen.

[0007] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist der Kugelabschnitt der Haltekontur einen Kugelmittelpunkt auf, während die Stützfläche kreisförmig ist und einen Kreismittelpunkt besitzt. Der Druckkörper ist dann so gestaltet, dass eine Gerade, die sich sowohl durch den Kreismittelpunkt als auch durch den Kugelmittelpunkt erstreckt, senkrecht auf der Stützflächenebene steht. Mit anderen Worten, der Druckkörper ist bezüglich dieser Geraden rotationssymmetrisch aufgebaut. Durch diese Ausgestaltung können quasi beliebig räumlich orientierte Drehungen und Verwindungen der Ansätze bzw. der Laufschaufeln ausgeglichen werden.

[0008] Die Gegenstützfläche, die dem benachbarten Ansatz zugeordnet ist und an welcher sich die Stützfläche des Druckkörpers flächig abstützt, kann beispielsweise direkt an der Stirnseite des benachbarten Ansatzes ausgebildet sein.

[0009] Alternativ kann diese Gegenstützfläche an einen Widerlagerelement ausgebildet sein, das an einer Stirnseite des benachbarten Ansatzes befestigt ist. Ebenso ist es möglich, die Gegenstützfläche durch die

Stützfläche eines Gegendruckkörpers zu bilden, der am benachbarten Ansatz gehalten ist. Grundsätzlich können Druckkörper und Gegendruckkörper baugleich sein. Bevorzugt wird jedoch eine Ausführungsform, bei welcher der Gegendruckkörper bezüglich der Normalenrichtung seiner Gegenstützfläche keine Taumelbewegungen durchführen kann. Auf diese Weise werden sämtliche Ausgleichsbewegungen ausschließlich von dem kugelgelagerten Druckkörper durchgeführt. Hierdurch wird erreicht, dass sich der bewegliche Druckkörper bei entsprechenden Verdrehungen der Ansätze immer wieder von selbst in seine Ausgangslage zurück stellt

[0010] Für den Gegendruckkörper wird eine Variante bevorzugt, bei welcher sowohl die Haltekontur des Gegendruckkörpers als auch die zugehörige Aufnahme als Konus bzw. als Kegelstumpf ausgebildet sind, wobei beide Kegelstümpfe dieselbe Konizität besitzen. Auf diese Weise kommt es zum einen zur einer flächigen Anlage des Gegendruckkörpers am zugehörigen Ansatz. Zum anderen ist der Gegendruckkörper bezüglich seiner Längsmittelachse starr am Ansatz fixiert und kann dadurch als Widerlager für den sich daran abstützenden Druckkörper dienen.

[0011] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Laufschaufelbindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen. Es zeigen jeweils schematisch,

Fig. 1a, 1b je eine Draufsicht auf einen Schaufelkranzausschnitt im Außerbetriebszustand (1a) und im Betriebszustand (1b),

Fig. 2 einen Schnitt gemäß einer Schnittlinie II - II in Fig. 1b durch zwei miteinander verbundene Ansätze,

Fig. 3 eine Schnittansicht wie in Fig. 2, jedoch bei einer anderen Ausführungsform,

Fig. 4 eine Schnittansicht wie in Fig. 2, jedoch bei einer weiteren Ausführungsform.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0013] Entsprechend den Fig. 1a und 1b sind Laufschaufeln 1 einer im übrigen nicht gezeigten Turbomaschine jeweils mit zwei, auf verschiedenen Seiten des

Schaufelblatts liegenden Ansätzen 2 ausgestattet. Diese Ansätze 2 erstrecken sich dabei in einer durch einen Pfeil angedeuteten Umfangsrichtung 3, in welcher die Laufschaufeln 1 im Betrieb der Turbomaschine umlaufen. Die Ansätze 2 sind starr mit der jeweiligen Laufschaufel 1 verbunden und können insbesondere einen integralen Bestandteil der jeweiligen Laufschaufel 1 bilden. Zweckmäßig sind die Ansätze 2 in Form von Stützflügeln ausgestaltet, die strömungsgünstige Profile besitzen und in der Regel zwischen den radialen Enden der Laufschaufeln 1 angeordnet sind. Grundsätzlich können die Ansätze 2 aber auch als Deckplatten oder Deckbänder ausgestaltet sein, die an den radial außen liegenden Enden der Laufschaufeln 1 angeordnet sind. Grundsätzlich können die Ansätze 2 auch andere Bindungselemente sein.

[0014] Im Außerbetriebszustand gemäß Fig. 1a ist in Umfangsrichtung 3 zwischen einander zugewandten Stirnseiten 4 benachbarter Ansätze 2 ein Spalt 5 ausgebildet. Im Betriebszustand gemäß Fig. 1b bewirken die Fliehkräfte eine Entwindung der Laufschaufeln 1 entsprechend einem in Fig. 1a eingetragenen Pfeil 6, wodurch sich der Spalt 5 schließt.

[0015] Abweichend von den Fig. 1a und 1b stützen sich die Ansätze 2 jedoch an ihren Stirnseiten 4 nicht direkt aneinander ab, sondern indirekt jeweils über wenigstens einen Druckkörper 7 (vgl. die Fig. 2 bis 4). Diese Druckkörper 7 sind jedoch zur Vereinfachung der Darstellung in den Fig. 1a und 1b nicht wiedergegeben.

[0016] In den Schnittansichten der Fig. 2 bis 4 sind jeweils die einander gegenüberliegenden Endabschnitte eines Paares von Ansätzen 2, die sich zumindest im Betrieb der Turbomaschine aneinander abstützen, geschnitten wiedergegebenen, während der in diesem Bereich angeordnete Druckkörper 7 nicht geschnitten dargestellt ist. Es ist klar, dass die Schnittdarstellung der Fig. 2 bis 4 auch einem Schnitt entsprechen können, der um die Schnittlinie II in der Zeichnungsebene der Fig. 1b um 90° gedreht ist.

[0017] Entsprechend den Fig. 2 bis 4 besitzt jeder Druckkörper 7 eine kugelförmige Halteseite 8 und eine ebene Stützseite 9. Während die Halteseite 8 demjenigen Ansatz 2 zugewandt ist, dem der jeweilige Druckkörper 7 zugeordnet ist (gemäß den Fig. 2 bis 4 jeweils der rechte Ansatz 2), ist die Stützseite 9 dem in Umfangsrichtung 3 benachbarten Ansatz 2 zugewandt (also gemäß den Fig. 2 bis 4 jeweils dem linken Ansatz 2). An der Halteseite 8 ist eine ab- oder vorstehende Haltekontur 10 ausgebildet. Der Ansatz 2, dem der Druckkörper 7 zugeordnet ist, weist an seiner Stirnseite 4 eine Aufnahme 11 auf, in welche die Haltekontur 10 des Druckkörpers 7 eingesetzt ist. Die Haltekontur 10 ragt somit in die Aufnahme 11 hinein und kann sich darin in Umfangsrichtung 3 sowie quer zur Umfangsrichtung 3 abstützen. Erfindungsgemäß ist nun die Haltekontur 10 als Kugelabschnitt ausgebildet. Komplementär dazu ist auch die Aufnahme 11 ebenfalls als Kugelabschnitt ausgebildet. Die Kugelabschnitte besitzen dabei denselben

Radius R, wodurch der Kugelabschnitt der Haltekontur 10 flächig am Kugelabschnitt der Aufnahme 11 zur Anlage kommt. Gleichzeitig bildet der erfindungsgemäße Druckkörper 7 dadurch eine Art Kugelgelenk, das in einer Gelenkpfanne um einen Kugelmittelpunkt 12 beweglich am zugehörigen Ansatz 2 gelagert ist. Die Gelenkpfanne wird hierbei durch die Aufnahme 11 gebildet. Zur Optimierung des Spannungszustands im Kontaktbereich können die Radien von Druckkörper 7 und Aufnahme 11 auch geringfügig voneinander abweichen.

[0018] Des weiteren besitzt der Druckkörper 7 an seiner Stützseite 9 eine ebene Stützfläche 13. Wie aus den Fig. 2 bis 4 hervorgeht, stützt sich der Druckkörper 7 zumindest im Betrieb der Turbomaschine mit seiner Stützfläche 13 an einer Gegenstützfläche 14 ab, die dem benachbarten Stützflügel 2 zugeordnet ist. Auch die Gegenstützfläche 14 ist eben ausgestaltet, so dass die Stützflächen 13 und 14 flächig aneinander anliegen.

[0019] Wie aus den Fig. 2 bis 4 entnehmbar ist, kann der erfindungsgemäße Druckkörper 7 zwischen den miteinander verbundenen Ansätzen 2 vergleichsweise große Kräfte F in Umfangsrichtung 3 übertragen. Darüber hinaus können durch die Reibung auch Koppelmomente M zwischen benachbarten Laufschaufeln 1 über die miteinander verbundenen Ansätze 2 übertragen werden. Auf Grund der beweglichen Lagerung des Druckkörpers 7 am zugehörigen Ansatz 2 können außerdem Drehverstellungen oder Verwindungen zwischen benachbarten Laufschaufeln 1 bzw. zwischen aneinander abgestützten Ansätzen 2 ausgeglichen werden. Durch die vorgeschlagene Lagerung des Druckkörpers 7 bleibt dabei die flächige Anlage zwischen den Stützflächen 13 und 14 erhalten, ebenso wie die flächige Anlage zwischen der Haltekontur 10 und der Aufnahme 11.

[0020] Die erfindungsgemäße Laufschaufelbindung kann somit die im Betrieb, vor allem beim An- und Abfahren, möglicherweise anfallenden Drehbewegungen und unterschiedlichen Winkelstellungen der Ansätze 2 ausgleichen, ohne dass es dabei zu größeren elastischen oder sogar zu plastischen Verformungen kommt.

[0021] Die Geometrie des Stützkörpers 7 ist zweckmäßig so gewählt, dass die Stützfläche 13 kreisförmig ausgestaltet ist und einen Kreismittelpunkt 15 besitzt. Die kugelförmige Haltekontur 10 ist dabei so auf die ebene Stützfläche 13 abgestimmt, dass eine Gerade 16, die sowohl durch den Kreismittelpunkt 15 als auch durch den Kugelmittelpunkt 12 verläuft, senkrecht auf der Ebene der Stützfläche 13 steht. Hierdurch ergibt sich eine Rotationssymmetrie für den Druckkörper 7, so dass die hierdurch erzielte Lagerung in allen Raumrichtungen gleichsam wirkt.

[0022] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 ist die Gegenstützfläche 14 unmittelbar an der Stirnseite 4 des benachbarten Ansatzes 2 ausgebildet.

[0023] Alternativ dazu kann gemäß der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform die Gegenstützfläche 14 auch an einem speziellen Widerlagerelement 17 ausgebildet

sein. Dieses Widerlagerelement 17 ist an der Stirnseite 4 des benachbarten Ansatzes 2 befestigt, insbesondere durch Löt- oder Schweißverbindungen. Bei der hier gezeigten Ausführungsform ist das Widerlagerelement 17 als Platte ausgestaltet, die in die Stirnseite 4 des benachbarten Ansatzes 2 eingesetzt und darin versenkt angeordnet ist.

[0024] Entsprechend der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform kann die Gegenstützfläche 14 jedoch auch an einem Gegendruckkörper 18 ausgebildet sein. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um die in DE 3517283 dargelegte Bauform. Der Gegendruckkörper 18 besitzt - ebenso wie der Druckkörper 7 - eine Stützseite 19 mit einer ebenen Stützfläche, welche die Gegenstützfläche 14 bildet. Desweiteren ist auch der Gegendruckkörper 18 mit einer Halteseite 20 ausgestattet, an der eine Haltekontur 21 ausgebildet ist. Auch die Haltekontur 21 des Gegendruckkörpers 18 ist in eine entsprechende Aufnahme 22 eingesetzt, die im benachbarten Ansatz 2 ausgebildet ist. Die Formgebung der Haltekontur 21 des Gegendruckkörpers 18 und die damit zusammenwirkende Aufnahme 22 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass die Gegenstützfläche 14 des Gegendruckkörpers 18 relativ zum zugehörigen Ansatz 2 räumlich fixiert ist. Erreicht wird dies hier dadurch, dass die Haltekontur 21 als Konus ausgebildet ist, während passend dazu auch die zugehörige Aufnahme 22 als Konus ausgestaltet ist, der die selbe Konizität wie der Konus der Haltekontur 21 besitzt. Folglich liegt die Haltekontur 21 des Gegendruckkörpers 18 flächig an der Aufnahme 22 an. Zwar ist es grundsätzlich noch möglich, den Gegendruckkörper 18 um seine Längsmittelachse zu drehen, jedoch bleibt dabei die Ebene seiner Gegenstützfläche 14 relativ zum zugehörigen Ansatz 2 invariant.

[0025] Um die ebenen Stützflächen 13 der Druckkörper 7 und die damit zusammenwirkenden Gegenstützflächen 14 vor Verschleiß zu schützen, können die Stützflächen 13 und/oder die Gegenstützflächen 14 mit einer reibungsarmen Beschichtung versehen sein (nicht dargestellt). Gleichzeitig können durch diese Maßnahme die in der Ebene der Stützflächen 13 bzw. der Gegenstützflächen 14 auftretenden Reibungskräfte reduziert werden.

[0026] Zusätzlich oder alternativ kann zur Verschleißreduzierung vorgesehen sein, die Druckkörper 7 bzw. die Gegendruckkörper 18 zumindest in einem die Stützfläche 13 bzw. die Gegenstützfläche 14 aufweisenden Abschnitt aus einem geeigneten Hartmetall auszubilden. Ebenso kann das Widerlagerelement 17 gemäß Fig. 3 aus einem geeigneten Hartmetall hergestellt sein.

Bezugszeichenliste

[0027]

1 Laufschaufel

2 Ansatz/Stützflügel
 3 Umfangsrichtung
 4 Stirnseite von 2
 5 Spalt
 6 Moment
 7 Druckkörper
 8 Halteseite von 7
 9 Stützseite von 7
 10 Haltekontur von 8
 11 Aufnahme
 12 Kugelmittelpunkt
 13 Stützfläche von 9
 14 Gegenstützfläche
 15 Kreismittelpunkt
 16 Gerade
 17 Widerlagerelement
 18 Gegendruckkörper
 19 Stützseite von 18
 20 Halteseite von 18
 21 Haltekontur von 20
 22 Aufnahme
 R Radius
 F Kraft
 M Kopplungsmoment

Patentansprüche

1. Bindung von Laufschaufeln (1) einer Turbomaschine, mit Ansätzen (2), die sich in Umfangsrichtung (3) erstrecken, paarweise mit einer Laufschaufel (1) starr verbunden sind und sich zumindest im Betrieb der Turbomaschine jeweils über wenigstens einen Druckkörper (7) am in Umfangsrichtung (3) benachbarten Ansatz (2) abstützen,

- wobei jeder Druckkörper (7) an einer dem zugehörigen Ansatz (2) zugewandten Halteseite (8) eine Haltekontur (10) aufweist, die in eine am zugehörigen Ansatz (2) ausgebildete Aufnahme (11) hineinragt und sich darin in Umfangsrichtung (3) und quer dazu abstützt,
- wobei jeder Druckkörper (7) an einer dem benachbarten Ansatz (2) zugewandten Stützseite (9) eine ebene Stützfläche (13) aufweist, die sich zumindest im Betrieb der Turbomaschine an einer dem benachbarten Ansatz (2) zugeordneten ebenen Gegenstützfläche (14) flächig abstützt,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** jedem Paar sich aneinander abstützender Ansätze (2) mindestens ein Druckkörper (7) zugeordnet ist, dessen Haltekontur (10) als Kugelabschnitt ausgebildet ist,
- wobei die zugehörige Aufnahme (11) ebenfalls als Kugelabschnitt ausgebildet ist, deren Radi-

us (R) wenigstens annähernd gleich groß ist wie der Radius (R) des Kugelabschnitts der Haltekontur (10).

5 2. Laufschaufelbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Gegenstützfläche (14) direkt an einer Stirnseite (4) des benachbarten Ansatzes (2) ausgebildet ist.

10 3. Laufschaufelbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Gegenstützfläche (14) durch die Stützfläche eines Gegendruckkörpers (18) gebildet ist, der mit seiner Haltekontur (21) in eine im benachbarten Ansatz (2) ausgebildete Aufnahme (22) hineinragt.

15 4. Laufschaufelbindung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Haltekontur (21) des Gegendruckkörpers (18) als Konus ausgebildet ist, wobei die zugehörige Aufnahme (22) ebenfalls als Konus ausgebildet ist, dessen Konizität gleich groß ist wie die Konizität des Konus der Haltekontur (21).

20 5. Laufschaufelbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Gegenstützfläche (14) an einem Widerlagerelement (17) ausgebildet ist, das an einer Stirnseite (4) des benachbarten Ansatzes (2) befestigt ist.

25 6. Laufschaufelbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Stützfläche (13) und/oder die Gegenstützfläche (14) reibungsarm und verschleißfest ausgeführt ist/sind.

50

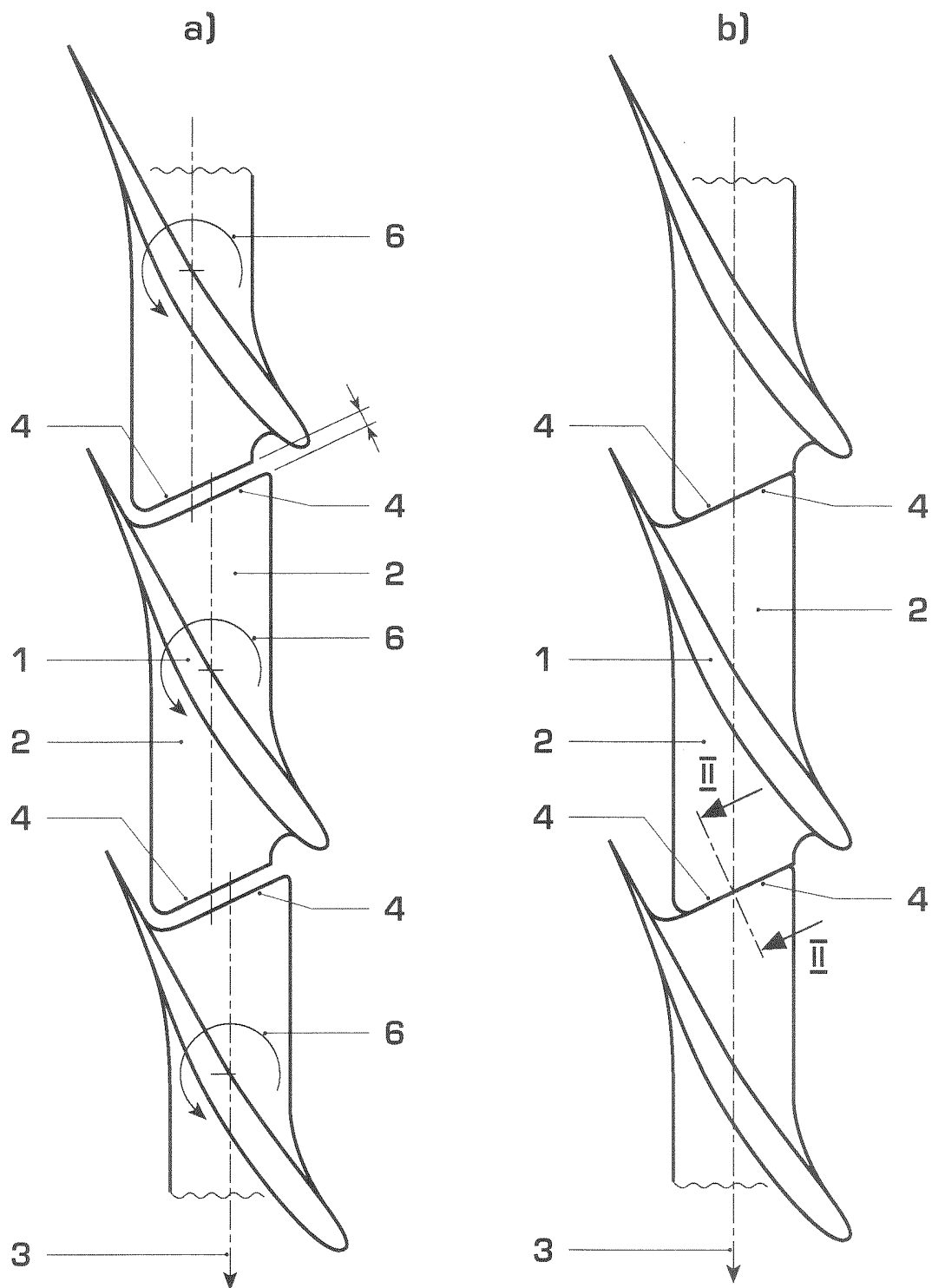


Fig. 1

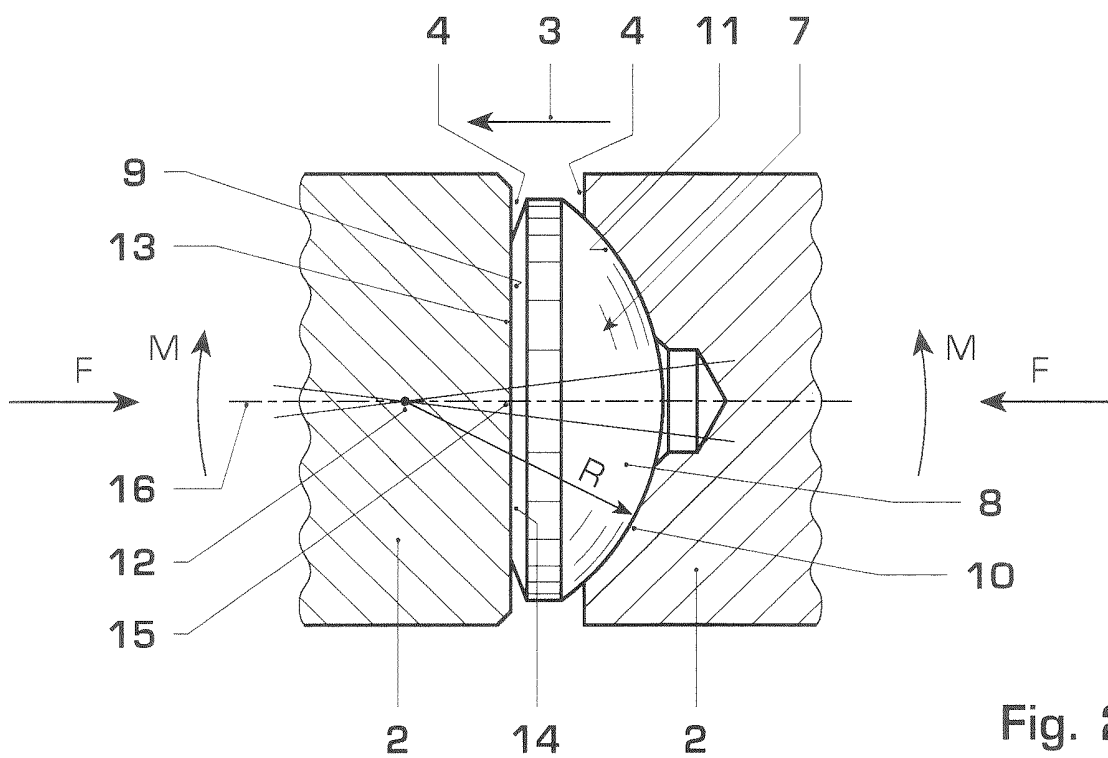


Fig. 2

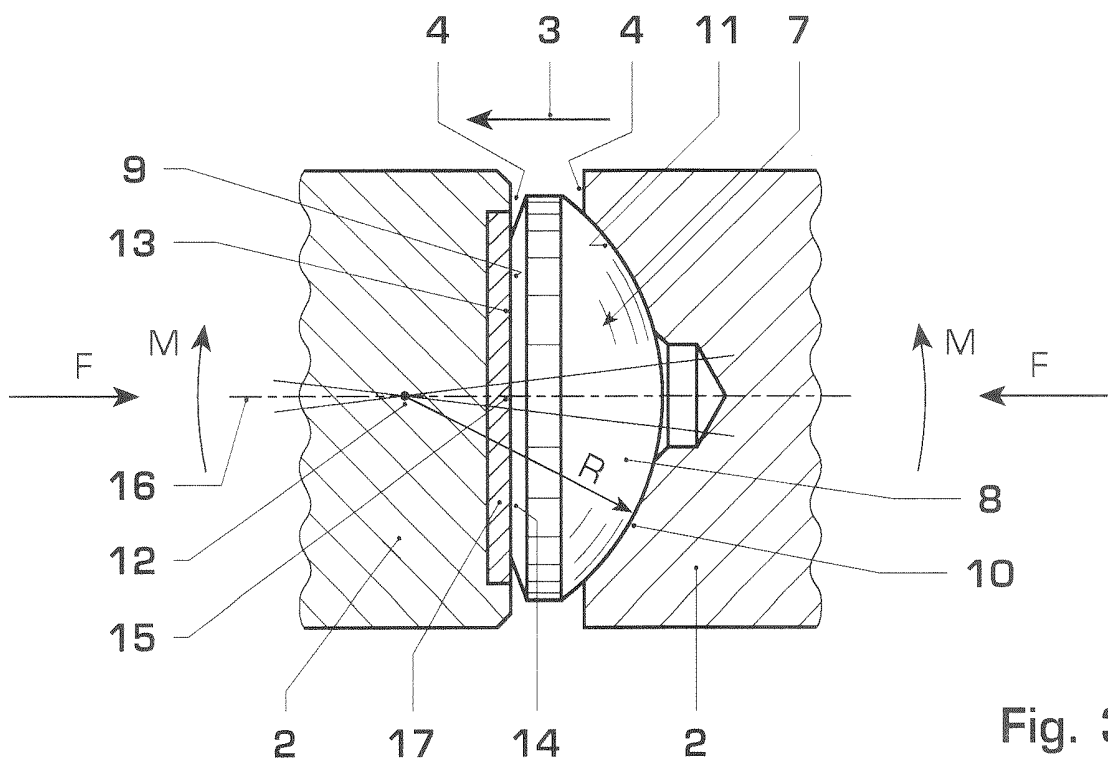


Fig. 3

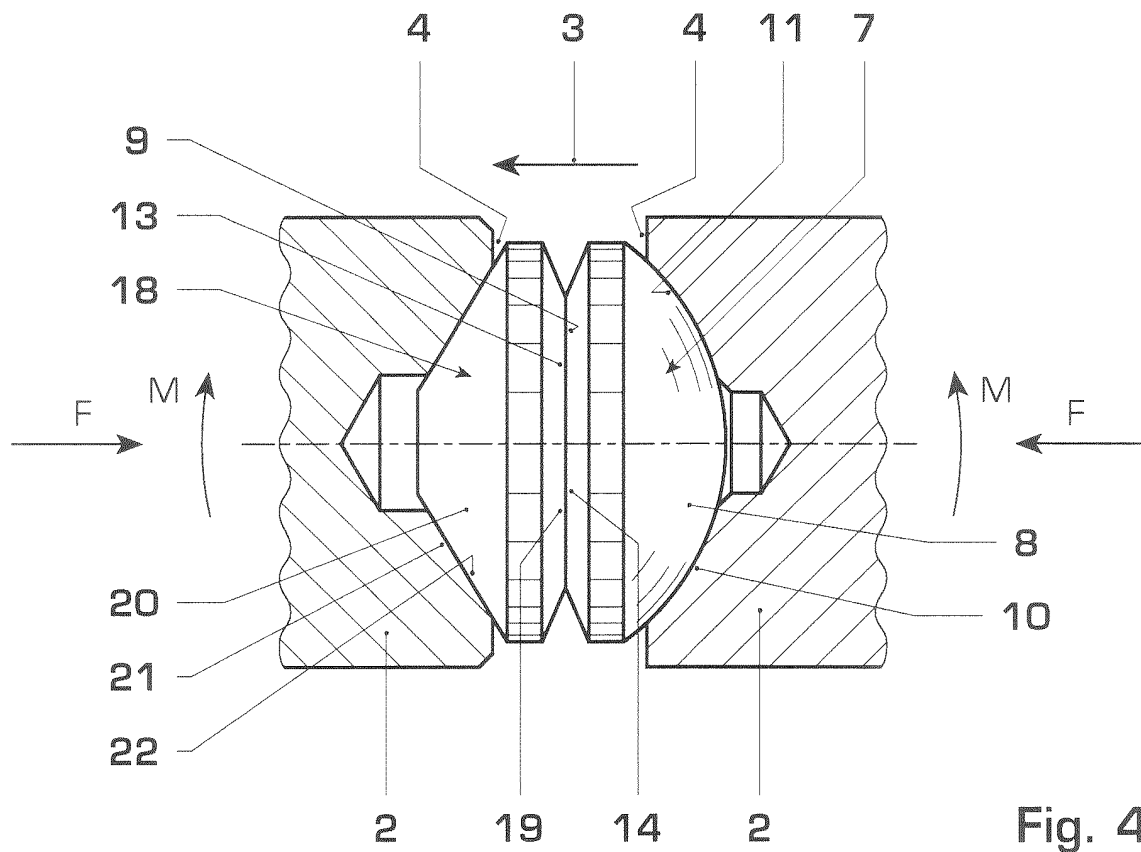


Fig. 4