

(19)



(11)

EP 2 696 034 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2014 Patentblatt 2014/07

(51) Int Cl.:
F01D 5/30 (2006.01) F04D 29/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12179984.5**

(22) Anmeldetag: **10.08.2012**

(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

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG
80995 München (DE)**

(72) Erfinder:
 • **Bayer, Erwin
85221 Dachau (DE)**
 • **Hiller, Sven
85244 Röhrmoos (DE)**

(54) Laufschaufelanordnung für eine Strömungsmaschine sowie Strömungsmaschine

(57) Offenbart ist eine Laufschaufelanordnung für eine Strömungsmaschine, mit einer Vielzahl von einzelnen Laufschaufeln, die in Umfangsrichtung nebeneinander

angeordnet sind und die mit ihren Schaufelfüßen zwischen zwei Rotorscheiben eingespannt sind, wobei an den Rotorscheiben Spannelemente zum Einspannen der Schaufelfüße angreifen.

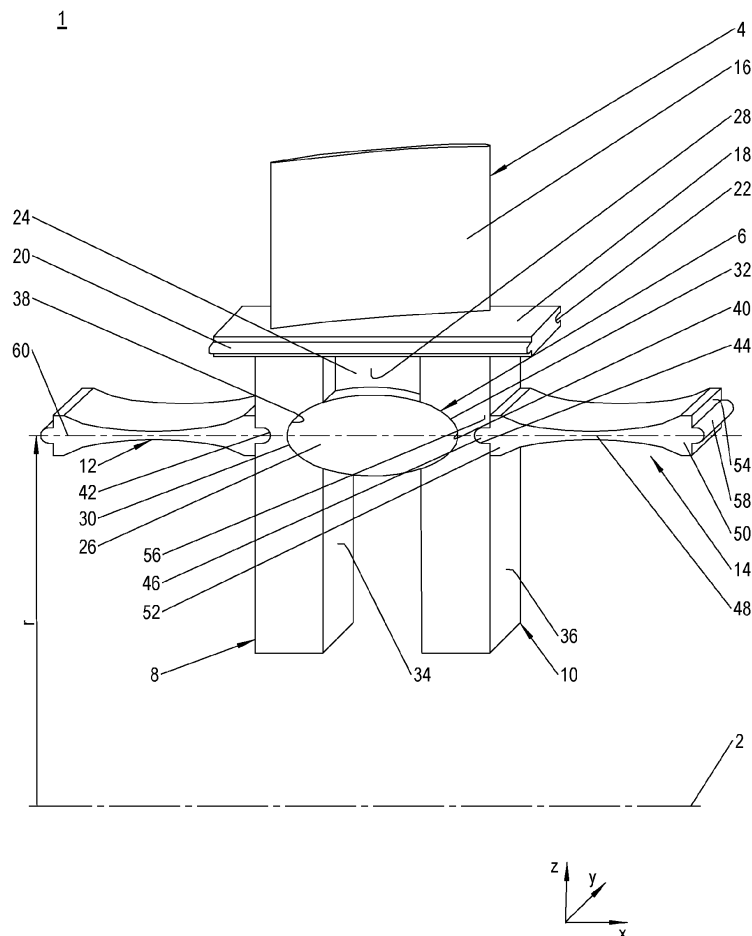


Fig. 1

EP 2 696 034 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Laufschaufelanordnung für eine Strömungsmaschine und eine Strömungsmaschine.

[0002] Moderne Strömungsmaschinen wie Flugzeugtriebwerke weisen häufig zumindest eine integral beschaufelte Rotorscheibe auf. Die Herstellung dieser als sogenannte Blisk (Bladed Disk) bezeichnete Rotorscheibe ist jedoch aufgrund der integralen Bauweise anspruchsvoll. Zudem ist eine Reparatur einer derartigen Rotorscheibe komplex, da beispielsweise das Heraustrennen einer beschädigten Laufschaufel und das Einsetzen einer Ersatzschaufel aufgrund der integralen Bauweise fertigungstechnisch anspruchsvoll sind. Ein beispielhaftes Reparaturverfahren zum Austauschen einer Laufschaufel ist in der Patentschrift US 7,458,844 B1. In der Patentanmeldung DE 10 2008 057 160 A1 ist beispielsweise ein Reparaturverfahren zum Austauschen eines integralen Scheibenelements beschrieben.

[0003] Aus der europäischen Patentanmeldung EP 2 392 773 A2 ist eine Laufschaufelanordnung bekannt, bei der ein integral beschaufelter Rotorring (Bladed Ring) zwischen zwei Rotorscheiben mechanisch eingeklemmt ist. Zu radial inneren Stützung des Rotorrings in radialer Richtung weist die in Strömungsrichtung betrachtete hintere Rotorscheibe eine Vielzahl von integralen axialen Stützelementen bzw. einen integralen axialen Stützring auf. Die radiale äußere Sicherung des Rotorrings erfolgt mittels Formschluss zwischen dem Rotorring und Köpfen der Rotorscheiben. Wie bei der Blisk-Bauweise sind jedoch das Heraustrennen einer beschädigten Laufschaufel und das Einsetzen einer Ersatzschaufel aufgrund der integralen Bauweise des Rotorrings fertigungstechnisch komplex. Zudem sind die Scheibenköpfe zum Halten der Laufschaufeln auskragend auszubilden, so dass es zu einer Masseanreicherung in diesem Bereich kommt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Laufschaufelanordnung zu schaffen, die die vorgenannten Nachteile beseitigt, deren Geometrie einfach herzustellen ist und die einfach zu reparieren ist. Des Weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, eine Strömungsmaschine zu schaffen, deren Laufschaufeln zumindest einer Laufschaufelanordnung mit geringem Aufwand gewechselt werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Laufschaufelanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11.

[0006] Eine erfindungsgemäße Laufschaufelanordnung für eine Strömungsmaschine hat eine Vielzahl von einzelnen Laufschaufeln, die in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sind und die mit ihren Schauffelfüßen zwischen zwei Rotorscheiben eingespannt sind, wobei an den Rotorscheiben Spannelemente zum Einspannen der Schauffelfüße angreifen.

[0007] Da die Laufschaufeln bzw. Schauffelsegmente einzeln ausgeführt und direkt zwischen den Rotorschei-

ben lösbar geklemmt werden, ist ein Schauffeltausch bzw. eine Reparatur der Laufschaufelanordnung im Vergleich zur integralen Bauweise einfach durchzuführen. Da die Spann- bzw. Klemmkkräfte (Hauptkräfte) in die Schauffelfüße eingeleitet werden, erfolgt ein direkter Kraftfluss der Hauptkräfte in die Schauffelfüße und die Laufschaufeln sind fest zwischen den Rotorscheiben eingespannt. Ein Materialabrieb der Schauffelfüße oder der Rotorscheiben im Spannungsbereich bzw. Fretting ist aufgrund von fehlenden Relativbewegungen zwischen den Schauffelfüßen und den Rotorscheiben ausgeschlossen. Die Rotorscheiben benötigen keine aufwendige und auskragende Geometrie zum Halten der Laufschaufeln, so dass die Rotorscheiben im Kopfbereich dünnwandig ausgebildet sein können. Zudem erfolgt eine gute thermische Isolierung zwischen den Laufschaufeln und den Rotorscheiben, so dass die Laufschaufelanordnung nur einer geringen thermischen Belastung ausgesetzt ist.

[0008] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel greifen die Spannelemente außen, d.h. entgegengesetzt zu den Laufschaufeln, an den Rotorscheiben an und sind an einem vorderen Rotorelement und einem hinteren Rotorelement abstützbar. Die Spannelemente sind bei diesem Ausführungsbeispiel als Druckelemente ausgeführt. Die Rotorelemente sind beispielsweise mit der Laufschaufelanordnung um eine gemeinsame Drehachse rotierende Stützscheiben. Durch das Abstützen der Spannelemente an benachbarten Rotorelementen werden die Rotorscheiben und somit die Laufschaufelanordnung zusätzlich stabilisiert. Alternativ sind die Spannelemente nicht als Druckelemente, sondern als Zugelemente ausgeführt, wodurch auf die Rotorelemente verzichtet werden kann.

[0009] Bevorzugterweise haben die Schauffelfüße jeweils einen in Axialrichtung beidseits verdickten Endabschnitt und die Rotorscheiben haben jeweils eine entsprechende Ausnehmung zur Aufnahme der Endabschnitte. Hierdurch wird ein Formschluss zwischen den Schauffelfüßen und den Rotorscheiben geschaffen, wodurch zum einen eine genaue Einbaulage der Laufschaufeln zwischen den Rotorscheiben definiert wird. Zum anderen werden durch den Formschluss Drehmomente besser übertragen als bei einem konturlosen Spannungsbereich, so dass ein Anzugmoment bzw. Klemm- oder Spannungsmoment begrenzt werden kann. Die Fliehkräfte werden über den Formschluss unter den Laufschaufeln abgefangen, so dass nur verhältnismäßig geringe Haltekräfte zum Halten der Laufschaufeln notwendig sind.

[0010] Die verdickten Endabschnitte können jeweils zueinander entgegengesetzte konvexe sinusförmige Einspannflächen haben. Die Ausnehmungen der Rotorscheiben haben dann jeweils eine komplementäre sinusförmige Innenkontur. Durch die sinusförmige Verzahnung wird die Übertragung der Drehmomente weiter verbessert. Ferner sind die sinusförmigen Konturen schnell und einfach beispielsweise durch un rundes Drehen herzustellen. Selbstverständlich sind jedoch auch andere Außen- und Innenkonturen möglich. Bevorzugt werden

jedoch abgerundete bzw. verrundete Konturen und somit Konturen ohne scharfe Körperkanten.

[0011] Die Spannelemente können integral mit den Rotorscheiben ausgebildet sein und jeweils einen Steg mit einem endseitigen Anlagekopf aufweisen, der jeweils eine Anlagefläche zur Anlage an den Rotorelementen hat. Durch die integrale Ausbildung der Druckelemente mit den Rotorscheiben wird die Teilezahl der Laufschaufelanordnung reduziert. Hierdurch kann die Montage weiter vereinfacht und zeitlich verkürzt werden. Die Anlagefläche ermöglicht dabei eine großflächige Anlage an den Rotorelementen.

[0012] Alternativ können die Spannelemente Einzelteile sein, die jeweils einen Steg mit zwei endseitigen und zueinander entgegengesetzten Anlageköpfen aufweisen, die jeweils eine Anlagefläche zur Anlage an den Rotorscheiben bzw. Rotorelementen haben. Durch die getrennte Ausbildung der Spannelemente und der Rotorscheiben können jeweils die Rotorscheiben und jeweils die Spannelemente identische Teile sein, wodurch die Teilevielfalt reduziert wird. Zudem wird die Fertigung der Rotorscheiben und der Spannelemente gegenüber der integralen Bauweise vereinfacht.

[0013] Bevorzugterweise haben die Anlageflächen jeweils eine axiale Erhebung und zumindest die Rotorscheiben jeweils eine entsprechend axiale Vertiefung zur Aufnahme der Erhebungen. Hierdurch wird ein Formschluss zwischen den Spannelementen und den Rotorscheiben geschaffen, wodurch zum einen eine genaue Einbaulage der Spannelemente an den Rotorscheiben definiert wird. Zum anderen werden durch den Formschluss die Drehmomente besser übertragen als bei einer konturlosen Ausbildung der Spannelemente und der Rotorscheiben, so dass das Anzugmoment begrenzt werden kann. Die Fliehkräfte werden über den Formschluss unter den Laufschaufeln abgefangen, so dass nur verhältnismäßig geringe Haltekräfte zum Halten der Laufschaufeln notwendig sind.

[0014] Zur weiteren Verbesserung der Drehmomentenübertragung können die Erhebungen jeweils eine sinusförmige Außenkontur und die axialen Vertiefungen jeweils eine sinusförmige Innenkontur aufweisen. Die Einbringung der sinusförmigen Vertiefungen kann durch Drehen erfolgen. Selbstverständlich sind jedoch auch andere Außen- und Innenkonturen möglich. Bevorzugt werden jedoch abgerundete bzw. verrundete Konturen und somit Konturen ohne scharfe Körperkanten.

[0015] Die Einspannung der Laufschaufeln lässt sich weiter verbessern, wenn die Endabschnitte und die Spannelemente auf einem gleichen Radius angeordnet sind. Hierdurch sind die Endabschnitte und die Spannelemente fluchtend zueinander angeordnet, so dass im Spannungsbereich keine Biegemomente auftreten können.

[0016] Zur zusätzlichen thermischen Isolierung kann zwischen dem Schaufelfuß und den Rotorscheiben ein Hitzeschutzelement angeordnet ist. Das Hitzeschutzelement besteht beispielsweise aus einem keramischen Werkstoff und bewirkt zudem einen Ausgleich von Bau-

teilungengenauigkeiten.

[0017] Eine bevorzugte Strömungsmaschine hat zumindest eine erfindungsgemäße Laufschaufelanordnung, die zwischen zwei Rotorelementen eingespannt ist. Da die Laufschaufeln bzw. Schaufelsegmente zwischen den Rotorscheiben eingeklemmt sind, können sie im Falle einer Beschädigung fertigungstechnisch einfach ausgetauscht werden.

[0018] Sonstige vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

[0019] Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer stark vereinfachten schematischen Darstellung näher erläutert. Die einzige Figur 1 zeigt einen Axialschnitt durch einen Scheibenbereich einer erfindungsgemäßen Laufschaufelanordnung.

[0020] In Figur 1 ist ein Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Laufschaufelanordnung 1 für eine Strömungsmaschine gezeigt. Die Laufschaufelanordnung 1 kann beispielsweise verdichterseitig in einem Flugzeugtriebwerks angeordnet werden und dabei um eine sich in Axialrichtung x erstreckende Drehachse 2 rotieren. Sie hat eine Vielzahl von in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten einzelnen Laufschaufeln 4, die jeweils mit ihrem Schaufelfuß 6 zwischen einer in Axialrichtung x der Laufschaufelanordnung 1 betrachtet vorderen Rotorscheibe 8 und einer hinteren Rotorscheibe 10 mittels eines vorderen Spannelements 12 und eines hinteren Spannelement 14 lösbar eingespannt bzw. lösbar eingeklemmt sind. Die Laufschaufelanordnung 1 ist somit ein Spannrotor.

[0021] Die Laufschaufeln 4 haben jeweils neben einem Schaufelfuß 6 ein Schaufelblatt 16 sowie ein zwischen dem Schaufelfuß 6 und dem Schaufelblatt 16 angeordnetes Innendeckband 18. Das Innendeckband 18 ist in Axialrichtung x betrachtet mit einer seitlichen Dichtlippe 20 versehen. Die Dichtlippe 20 greift jeweils in eine Dichtnut einer benachbarten Laufschaufel ein und verhindert unter anderem einen Heizgaseinzug durch einen Seitenspalt zwischen den benachbarten Laufschaufeln hindurch (nicht gezeigt). Alternativ ist die Dichtlippe 20 getrennt von dem Innendeckband 18 ausgebildet und somit ein nachträglich zu installierender Dichtelementstreifen. Bevorzugte Dichtelementstreifen bestehen aus einem textilen Werkstoff oder einem metallischen Werkstoff.

[0022] Der Schaufelfuß 6 hat einen sich von dem Innendeckband 18 radial nach innen erstreckenden Schaft 24 mit einem gegenüber dem Schaft 24 vergrößerten Endabschnitt 26. Der Schaft 24 hat eine quaderartige Gestalt mit zwei parallelen und zueinander entgegengesetzten Einspannflächen (nicht sichtbar) zur Anlage an den Rotorscheiben 8, 10 sowie mit zwei parallelen und zueinander entgegengesetzten Seitenflächen, von denen die in der Figur 1 sichtbare Seitenfläche mit dem Bezugszeichen 28 versehen ist. Die Klemmflächen und die Seitenflächen 28 sind jeweils plan bzw. konturlos ausgebildet.

[0023] Der Endabschnitt 26 ist in Axialrichtung x betrachtet beidseits des Schaftes 24 verdickt ausgebildet und hat einen in etwa ovalen Querschnitt. Er hat zwei zueinander entgegengesetzte konvexe Einspannflächen 30, 32, die jeweils in Radialrichtung z betrachtet sinusförmig ausgebildet sind. Somit hat der Endabschnitt 26 zwei voneinander abgewandte sinusförmige Außenkonturen. Zudem ist der Endabschnitt 26 in Querrichtung y gegenüber dem Schaft 24 verbreitert, so dass er seitlich über den Seitenflächen 28 hervorsteht.

[0024] Die Rotorscheiben 8, 10 sind zwei identische Scheiben mit einem kreisförmigen Querschnitt. Sie haben jeweils eine den Schaufelfüßen 6 zugewandte und sich mit diesen in Anlage befindende Spannfläche 34 und jeweils eine zu dieser entgegengesetzte und den Spannelementen 10, 12 zugewandte Angriffsfläche 36. In ihrer Mitte haben die Rotorscheiben 8, 10 jeweils eine nicht gezeigte Nabe zur Positionierung auf einer um die Drehachse 2 rotierenden Rotorwelle (nicht gezeigt). Zur Aufnahme der Endabschnitte 26 der Laufschaufeln 4 ist in den Spannflächen 34 jeweils eine entsprechend ausgebildete axiale Ringausnehmung 38, 40 mit einer sinusförmigen Innenkontur eingebracht. Beispielsweise werden die Ringausnehmungen 38, 40 durch un rundes Drehen eingebracht. Im montierten Zustand der Rotorscheiben 8, 10 sind die Ringausnehmungen 38, 40 gegenüberliegend angeordnet.

[0025] Zudem haben die Rotorscheiben 8, 10 jeweils in den Angriffsflächen 36 eine zu ihrer jeweiligen Ringausnehmung 38, 40 entgegengesetzte axiale Ringvertiefung 42, 44. Die Ringvertiefungen 42, 44 dienen zur Aufnahme von axialen Erhebungen 46 der Spannelemente 12, 14 und sind mit einer sinusförmigen Innenkontur versehen. Sie sind kleiner als die Ringausnehmungen 38, 40 ausgebildet. Beispielsweise werden die Ringvertiefungen 42, 44 durch un rundes Drehen eingebracht.

[0026] Zur Vermeidung von Biegemomenten im Spannungsbereich der Laufschaufelanordnung 1 befinden sich die Ringausnehmungen 38, 40 und die Ringvertiefungen 42, 44 von der Drehachse 2 aus betrachtet auf dem gleichen Radius r. Hierdurch sind der Endabschnitt 26 sowie die Spannelemente 12, 14 fluchtend zueinander angeordnet.

[0027] Die Spannelemente 12, 14 sind in Axialrichtung x vor und hinter den Laufschaufeln 4 angeordnet und gleichmäßig in Umfangsrichtung der Laufschaufelanordnung 1 verteilt. Wie in der einzigen Figur 1 gezeigt, ist beispielsweise eine Laufschaufel 4 von zwei Spannelementen 12, 14 zwischen den Rotorscheiben 8, 10 eingespannt. Somit weist diese Laufschaufelanordnung 1 doppelt so viele Spannelemente 12, 14 wie Laufschaufeln 4 auf. Die Spannelemente 12, 14 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel Druckelemente, die sich an einem vorderen Rotorelement (nicht gezeigt) bzw. an einem hinteren Rotorelement (nicht gezeigt) abstützen und die Rotorscheiben 8, 10 in Axialrichtung x zusammendrücken. Die Rotorelemente sind insbesondere Stützscheiben, die mit den Rotorscheiben 8, 10 um die Drehachse

2 rotieren und von denen eine vor der Laufschaufelanordnung 1 und eine hinter der Laufschaufelanordnung 1 angeordnet ist. Die Rotorelemente sind bevorzugterweise gegenüber einer Leitschaufelreihe angeordnet sein und kopfseitig mit Deckbändern und/oder Einlaufbelägen zum Abdichten eines Radialspaltes zwischen den Leitschaufelspitzen und den Deckbändern versehen.

[0028] Alternativ sind die Spannelemente 12, 14 Zugelemente, die die Rotorscheiben 8, 10 in Axialrichtung x zusammenziehen. Bei Ausbildung der Spannelemente 12, 14 als Zugelemente kann auf die Rotorelemente zum Abstützen der Spannelemente 12, 14 verzichtet werden.

[0029] Die vorderen und hinteren Spannelemente 12, 14 sind identisch ausgebildet. Sie haben eine längliche Erstreckung mit einer größeren konstanten Erstreckung in Querrichtung y (Breite) als in Radialrichtung z (Höhe). Um eine seitliche Anlage der Laufschaufeln 4 bzw. einen Eingriff der Dichtlippen 20 in die Dichtnuten 22 durch die Spannelemente 12, 14 nicht zu behindern, haben sie eine geringere Breite als die Innendeckbänder 18. Die Spannelemente 12, 14 sind zu ihrer Längsachse und zu ihrer Querachse spiegelsymmetrisch ausgebildet und somit bei der Montage beliebig untereinander austauschbar.

[0030] Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist im Folgenden lediglich das in der Figur rechte und somit das hintere Spannelement 14 mit Bezugszeichen versehen. Insbesondere haben die Spannelemente 12, 14 jeweils einen länglichen Steg 48 und zwei endseitige und zueinander entgegengesetzte Anlageköpfe 50, 52. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel, bei dem die Spannelemente 12, 14 körperlich getrennt von den Rotorscheiben 8, 10 ausgebildet sind, ist der eine Anlagekopf 50 jeweils ein Stützkopf, mit dem sich die Spannelemente 12, 14 an dem jeweiligen Rotorelement abstützen. Der andere Anlagekopf 52 ist bei diesem Ausführungsbeispiel jeweils ein Druckkopf, mit dem die Spannelemente 12, 14 an der jeweiligen Rotorscheibe 8, 10 angreifen. Wenn jedoch die Spannelemente 12, 14 mit ihren Druckköpfen 52 in die Rotorscheiben 8, 10 integriert sind, haben die Spannelemente 12, 14 lediglich jeweils einen Stützkopf 50 zum Abstützen an den Rotorelementen.

[0031] Die Anlageköpfe 50, 52 sind gegenüber dem Steg 48 in Radialrichtung z verdickt. Sie haben jeweils eine den Rotorelementen sowie den Rotorscheiben 8, 10 zugewandte Anlagefläche 54, 56 bzw. Stützfläche 54 und Druckfläche 56. Zudem weisen die Anlageköpfe 50, 52 jeweils eine axiale Erhebung 46, 58 auf. Die Erhebungen 46, 58 sind jeweils eine stegartige Auswölbung der Stützfläche 54 bzw. der Druckfläche 56 mit einer sinusförmigen Außenkontur. Die Erhebungen 46, 58 erstrecken sich in Querrichtung y und sind in Radialrichtung z mittig der Stützfläche 54 und der Druckfläche 56 angeordnet.

[0032] Im montierten Zustand sind die Laufschaufeln 4 mit ihren Schaufelfüßen 6 zwischen den Rotorscheiben 8, 10 angeordnet, wobei ihre Endabschnitte 26 in den Ringausnehmungen 38, 40 formschlüssig angeordnet

sind. Somit sind die Laufschaufeln 4 mit den Rotorscheiben 8, 10 durch sinusförmige Passkonturen verzahnt. Ebenfalls befinden sich die Spannflächen 34 der Rotorscheiben 8, 10 in Anlage mit den Klemmflächen des Schaftes 24. Die Spannelemente 12, 14 sind in Axialrichtung x parallel zur Drehachse 2 ausgerichtet und stützen sich mit ihren Stützköpfen 50 an den Rotorelementen ab. Bevorzugterweise wird eine Laufschaufel 4 von zwei Spannelementen 12, 14 eingespannt. Dabei greifen sie mit ihren Erhebungen 58 formschlüssig in jeweils eine entsprechende Ringnut der Rotorelemente ein und sind so mit den Rotorelementen ebenfalls mittels einer sinusförmigen Passkontur verzahnt. Sie drücken mit ihren Druckköpfen 50 gegen die Rotorscheiben 8, 10 und greifen mit ihren Erhebungen 46 in die Ringvertiefungen 40, 42 ein. Somit sind auch die Spannelemente 12, 14 mit den Rotorscheiben 8, 10 jeweils durch eine sinusförmige Passkontur verzahnt, so dass in Kombination sämtlicher formschlüssiger Verzahnungen (Spannelementen 12, 14 jeweils mit Rotorelement und Rotorscheibe 8, 10, Laufschaufel 4 mit Rotorscheiben 8, 10) die Fliehkräfte quasi unter den Laufschaufeln 4 abgefangen werden und nur verhältnismäßig geringe Haltekräfte zum Halten der Laufschaufeln 4 notwendig sind. Die Stützflächen 54 und die Druckflächen 56 liegen plan an den Rotorelementen bzw. den Angriffsflächen 36 der Rotorscheiben 8, 10 an. Die Spannelemente 12, 14 und die Endabschnitte 26 sind nun fluchtend zueinander ausgerichtet (siehe strichpunktierte Hilfslinie 60), so dass die Spannkräfte jeweils unmittelbar in den jeweiligen Endabschnitt 26 eingeleitet werden und Biegespannungen im Spannbereich vermieden werden. Die Laufschaufeln 4 sind fest zwischen den Rotorscheiben 8, 10 lösbar eingespannt, wobei Relativbewegungen zwischen ihren Schaufelfüßen und den Rotorscheiben 8, 10 ausgeschlossen sind.

[0033] Um den thermischen Übergangswiderstand zwischen den Schaufelfüßen 6 und den Rotorscheiben 8, 10 zu erhöhen, kann im Schaufelfußbereich bzw. Spannbereich ein Hochtemperaturmaterial bzw. Hitze-schutzelement eingelegt werden. Das Hochtemperaturmaterial ist beispielsweise keramisch und verhindert bzw. reduziert einen Wärmeübergang von den Laufschaufeln 4 auf die Rotorscheiben 8, 10, so dass die Rotorscheiben 8, 10 quasi thermisch isoliert sind und deren Temperatur abgesenkt wird. Hierdurch können die Rotorscheiben 8, 10 verhältnismäßig dünn ausgebildet werden. Zudem ermöglicht das Hochtemperaturmaterial einen Ausgleich von geometrischen Bauteilungenauigkeiten.

[0034] Anstelle der Ringvertiefungen 42, 44 bzw. der Ringnuten können die Rotorscheiben 8, 10 und Rotorelemente auch eine Vielzahl von jeweils zu einem Ring angeordnete Taschen haben, in die die Spannelemente 12, 14 mit ihren Anlageköpfen 50, 52 einzeln eingreifen. Beispielsweise könnte dann auf die Erhebungen 46, 58 verzichtet werden, da dann bereits durch die Taschen ein Formschluss zwischen den Spannelementen 12, 14 und den Rotorscheiben 8, 10 bzw. den Rotorelementen

gebildet ist.

[0035] Selbstverständlich sich auch insbesondere andere verrundete Kontierungen als sinusförmige Kontierungen der Erhebungen 46, 58, der Ringausnehmungen 38, 40 und der Ringvertiefungen 42, 44 möglich.

[0036] Offenbart ist eine Laufschaufelanordnung für eine Strömungsmaschine, mit einer Vielzahl von einzelnen Laufschaufeln, die in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sind und die mit ihren Schaufelfüßen zwischen zwei Rotorscheiben eingespannt sind, wobei an den Rotorscheiben Spannelemente zum Einspannen der Schaufelfüße angreifen, sowie eine Strömungsmaschine.

15 Bezugszeichenliste

[0037]

1	Laufschaufelanordnung
20 2	Drehachse
4	Laufschaufel
6	Schaufelfuß
8	vordere Rotorscheibe
10	hintere Rotorscheibe
25 12	vorderes Spannelement
14	hinteres Spannelement
16	Schaufelblatt
18	Innendeckband
20	Dichtlippe
30 22	Dichtnut
24	Schaft
26	Endabschnitt
28	Seitenfläche
30	vordere Einspannfläche
35 32	hintere Einspannfläche
34	Spannfläche
36	Angriffsfläche
38	Ringausnehmung
40	Ringausnehmung
40 42	Ringvertiefung
44	Ringvertiefung
46	axiale Erhebung
48	Steg
50	Stützkopf (Anlagekopf)
45 52	Druckkopf (Anlagekopf)
54	Stützfläche (Anlagefläche)
56	Druckfläche (Anlagefläche)
58	axiale Erhebung
60	Hilfslinie
50 r	Radius
x	Axialrichtung
y	Querrichtung
z	Radialrichtung

55 **Patentansprüche**

1. Laufschaufelanordnung (1) für eine Strömungsm-

- schine, mit einer Vielzahl von einzelnen Laufschaufeln (4), die in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sind und die mit ihren Schaufelfüßen (6) zwischen zwei Rotorscheiben (8, 10) eingespannt sind, wobei an den Rotorscheiben (8, 10) Spannelemente (12, 14) zum Einspannen der Schaufelfüße (6) angreifen.
2. Laufschaufelanordnung nach Anspruch 1, wobei die Spannelemente (12, 14) außen an den Rotorscheiben (8, 10) angreifen und an einem vorderen Rotorelement und einem hinteren Rotorelement abstützbar sind.
3. Laufschaufelanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schaufelfüße (6) jeweils einen in Axialrichtung beidseits verdickten Endabschnitt (26) haben und die Rotorscheiben (8, 10) jeweils mit einer entsprechenden Ausnehmung (38, 40) zur abschnittsweisen Aufnahme des Endabschnitts (26) versehen sind.
4. Laufschaufelanordnung nach Anspruch 3, wobei der Endabschnitt (26) zwei zueinander entgegengesetzte sinusförmige Einspannflächen (30, 32) hat und die Ausnehmungen (38, 40) jeweils eine sinusförmige Innenkontur haben.
5. Laufschaufelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Spannelemente (12, 14) integral mit den Rotorscheiben (8, 10) ausgebildet sind und jeweils einen Steg (48) mit einem endseitigen Anlagekopf (50) aufweisen, der jeweils eine Anlagefläche (56) zur Anlage an den Rotorelementen haben.
6. Laufschaufelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Spannelemente (12, 14) Einzelteile sind, die jeweils einen Steg (48) mit zwei endseitigen und zueinander entgegengesetzten Anlageköpfen (50, 52) aufweisen, die jeweils eine Anlagefläche (54, 56) zur Anlage an den Rotorscheiben (8, 10) bzw. Rotorelementen haben.
7. Laufschaufelanordnung nach der Anspruch 5 oder 6, wobei die Anlageflächen (54, 56) jeweils eine axiale Erhebung (46, 58) aufweisen und zumindest die Rotorscheiben (8, 10) jeweils mit einer entsprechenden axialen Vertiefung (42, 44) zur Aufnahme der Erhebungen (46, 58) versehen sind.
8. Laufschaufelanordnung nach Anspruch 7, wobei die Erhebungen (46, 58) jeweils eine sinusförmige Außenkontur aufweisen und die axialen Vertiefungen (42, 44) jeweils eine sinusförmige Innenkontur haben.
9. Laufschaufelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Endabschnitte (26) und die Spannelemente (12, 14) auf einem gleichen Radius (r) angeordnet sind.
10. Laufschaufelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen dem Schaufelfuß (6) und den Rotorscheiben (8, 10) ein Hitzeschutzelement angeordnet ist.
11. Strömungsmaschine mit zumindest einer Laufschaufelanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der zwischen zwei Rotorelementen eingespannt ist.

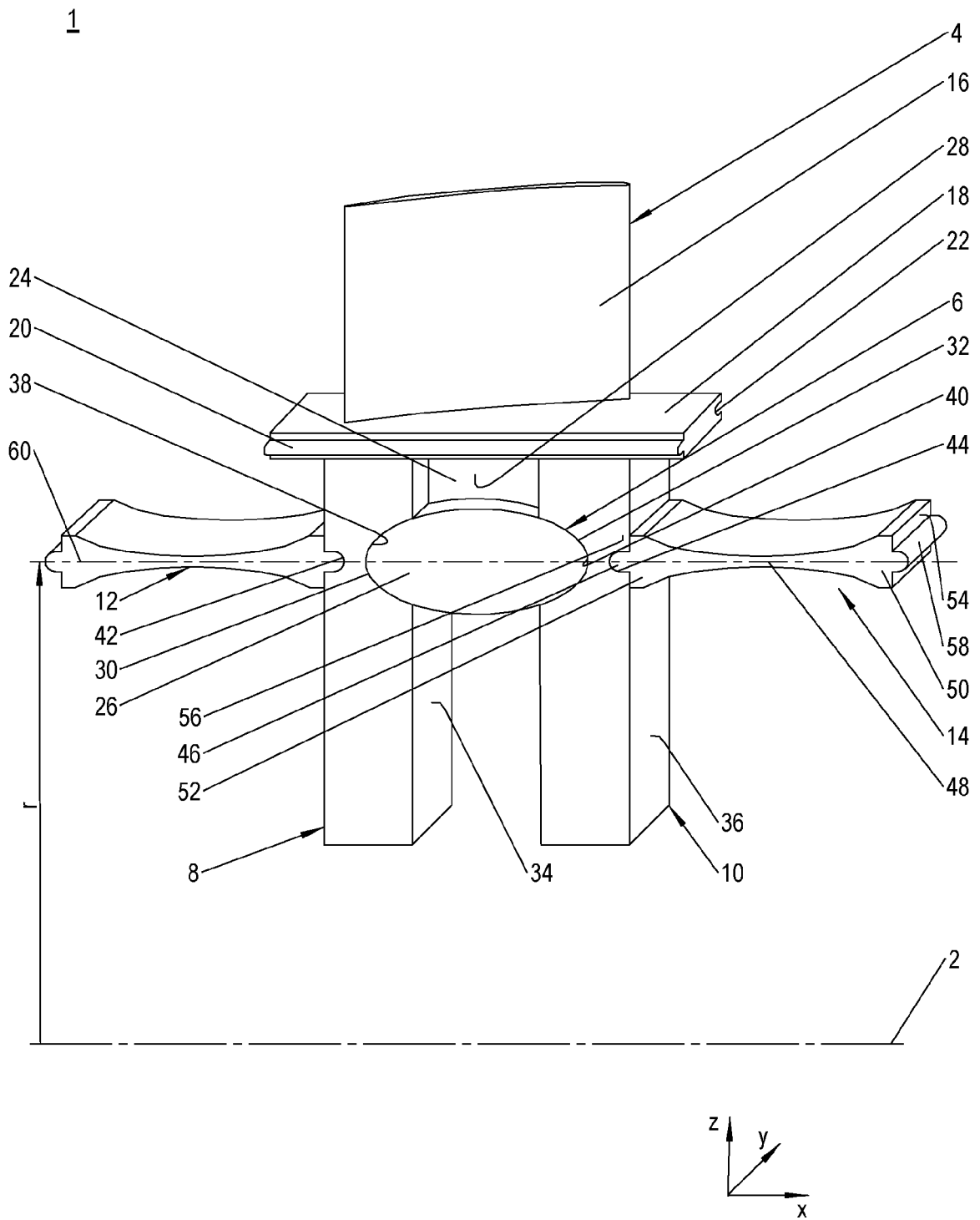


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 17 9984

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 82 459 B (RAYMOND EMILE GEORGES) 25. Mai 1960 (1960-05-25) * das ganze Dokument * -----	1,11	INV. F01D5/30 F04D29/32
X A	GB 763 261 A (POWER JETS RES & DEV LTD) 12. Dezember 1956 (1956-12-12) * Seite 3, Zeile 79 - Seite 3, Zeile 98; Abbildung 4 * -----	1-8,10, 11 9	
X	US 5 743 713 A (HATTORI MITSURU [JP] ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) * Abbildung 3 * -----	1,3,11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. Januar 2013	Prüfer Herbiet, J
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 17 9984

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.

23-01-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
DE 1082459	B	25-05-1960	BE 569159 A	23-01-2013
			CH 350507 A	30-11-1960
			DE 1082459 B	25-05-1960
			FR 1237709 A	05-08-1960

GB 763261	A	12-12-1956	KEINE	

US 5743713	A	28-04-1998	JP 9088506 A	31-03-1997
			US 5743713 A	28-04-1998

EPO FORM P0461

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

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

- US 7458844 B1 [0002]
- DE 102008057160 A1 [0002]
- EP 2392773 A2 [0003]