

(19)



(11)

EP 2 615 246 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.07.2013 Patentblatt 2013/29

(51) Int Cl.:
F01D 5/22 (2006.01)
F01D 25/24 (2006.01)
F01D 5/10 (2006.01)
F01D 9/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12151224.8**

(22) Anmeldetag: **16.01.2012**

(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 GmbH**
80995 München (DE)
(72) Erfinder: **Geiger, Peter**
80997 München (DE)

(54) **Leitschaufelring, Leitschaufelsegment, Verfahren zur Herstellung eines Leitschaufelsegmentes sowie eine Strömungsmaschine**

(57) Offenbart sind ein Leitschaufelring mit einer Vielzahl von Leitschaufelsegmenten, an deren benachbarten Innendeckbändern abwechselnd jeweils zumindest ein Dämpfungselement und zumindest jeweils eine Dämpfungselementenaufnahme einer Dämpfungseinrichtung integral ausgebildet ist, wobei die Dämpfungselemente in Umfangsrichtung über gegenüberliegende

Seitenkanten der benachbarten Innendeckbänder hinaus geführt sind und mit ihrem jeweils vorspringenden Reibabschnitt kraftschlüssig in der Dämpfungselementenaufnahme eingespannt sind, ein Leitschaufelsegment für einen derartigen Leitschaufelring, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Leitschaufelsegmentes sowie eine Strömungsmaschine.

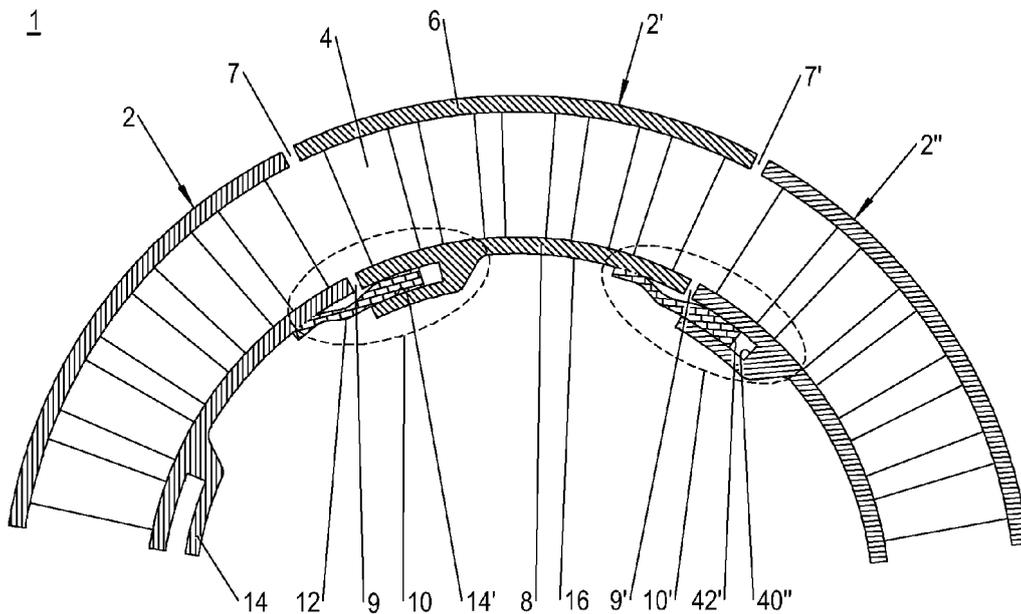


Fig.1

EP 2 615 246 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Leitschaukelring mit einer Vielzahl von Leitschaukelsegmenten, ein Leitschaukelsegment für einen derartigen Leitschaukelring, ein Verfahren zur Herstellung eines Leitschaukelsegmentes sowie eine Strömungsmaschine.

[0002] Strömungsmaschinen wie Flugzeugtriebwerke weisen zur Schwingungsdämpfung bzw. Verstimmung ihrer Lauf- und Leitschaukeln häufig ein oder mehrere Dämpfungseinrichtungen auf. So ist es aus dem Patent DE 4015206 C1 bekannt, Laufschaufeln eines Schaufelkranzes über ihre Deckbänder miteinander zu verspannen. Hierzu haben die Deckbänder beispielsweise eine Z-artige Gestalt mit jeweils zwei Kraftübertragungsflächen zur gegenseitigen mechanischen Kopplung. Aus dem Patent EP 0 511 022 B1 ist es bekannt, durch Schaufelblätter eines Laufschaufelkranzes ein drahtartiges Dämpfungselement zu führen und somit die einzelnen Laufschaufeln miteinander zu verspannen. Ferner ist es aus der Patentanmeldung EP 1 944 466 A1 bekannt, Dämpfungselemente in Taschen von benachbarten Deckbändern anzuordnen. Bei einer Rotation der Rotornabe bzw. des Rotors werden die Dämpfungselemente aufgrund der Fliehkraft radial nach außen bewegt und bewirken somit eine mechanische Kopplung der Deckbänder. Zudem ist es bekannt, Dämpfungselemente als Reibungsdämpfer auszuführen. Hierzu werden die Dämpfungselemente in Axialrichtung bewegbar in schaufelhalbsseitigen Hohlräumen angeordnet. Bei einer Rotation des Rotors führen die Dämpfungselemente Reibbewegungen aus, die eine Schwingungsdämpfung bzw. Verstimmung der jeweiligen Laufschaufel bewirken.

[0003] Eine bekannte Variante einer leitschaukelseitigen Schwingungsdämpfung bzw. Verstimmung sieht vor, an einem Leitschaukelring einen Innenring und eine Vielzahl von federnden Dämpfungselementen anzuordnen. Der Innenring besteht aus einzelnen Bogensegmenten, die formschlüssig auf Innendeckbänder der Leitschaukelsegmente des Leitschaukelrings aufgeschoben werden. Zur Verspannung des Innenrings mit den Innendeckbändern werden zwischen den Innendeckbändern und den Bogensegmenten federartige Reibungsdämpfer eingespannt. Nachteilig an dieser Art der Schwingungsdämpfung ist die aufwendige Montage der Bogensegmente sowie der Reibungsdämpfer. Ferner müssen die Bogensegmente und die Reibungsdämpfer zur Ermöglichung der Montage konstruktive Bedingungen erfüllen, die Kompromisse hinsichtlich der Dämpfung bzw. Verstimmung erfordern. Zum anderen werden durch den Innenring die Bauhöhe sowie das Gewicht des montierten Leitschaukelringes erhöht.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Leitschaukelring zur Schwingungsdämpfung bzw. Verstimmung von benachbarten Leitschaukelsegmenten zu schaffen, der die vorgenannten Nachteile beseitigt und dessen Leitschaukelsegmente optimal gedämpft bzw. verstimmt sind. Des Weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, ein Leitschaukelsegment für einen derartigen Leitschaukelring sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Leitschaukelsegmentes zu schaffen. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, eine Strömungsmaschine zu schaffen, deren Leitschaukelsegmente zumindest eines Leitschaukelringes optimal gedämpft bzw. verstimmt sind.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Leitschaukelring mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch ein Leitschaukelsegment mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6, durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 sowie durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10.

[0006] Ein erfindungsgemäßer Leitschaukelring hat eine Vielzahl von Leitschaukelsegmenten, an deren benachbarten Innendeckbändern abwechselnd zumindest ein Dämpfungselement und zumindest jeweils eine Dämpfungselementenaufnahme integral ausgebildet sind. Die Dämpfungselemente sind in Umfangsrichtung über gegenüberliegende Seitenkanten der benachbarten Innendeckbänder hinaus geführt und mit ihrem jeweils vorspringenden Reibabschnitt kraftschlüssig in der Dämpfungselementenaufnahme eingespannt.

[0007] Ein derartiger Leitschaukelring zeichnet sich durch eine vereinfachte Montage aus, da durch die integrale Ausbildung der Dämpfungselemente und der Dämpfungselementenaufnahme eine Montage eines separaten Innenrings und separater Dämpfungselemente entfällt. Zudem werden durch die integrale Ausbildung der Dämpfungselemente und der Dämpfungselementenaufnahme das Gewicht sowie die Bauhöhe des Leitschaukelringes reduziert. Ferner kann durch die integrale und insbesondere durch die generative Ausbildung der Dämpfungselemente und der Dämpfungselementenaufnahme eine optimale konstruktive und geometrische Gestaltung dieser Bauteile erfolgen, so dass geforderte Dämpfungseigenschaften optimal eingestellt werden können. Kompromisse in konstruktiver und geometrischer Hinsicht wie beim vorbeschriebenen Stand der Technik müssen nicht eingegangen werden.

[0008] Die Dämpfungselementenaufnahmen können von jeweils einem Abschnitt der Innendeckbänder und jeweils einem Deckbandvorsprung gebildet sein, der sich von dem jeweiligen Innendeckband erstreckt und einen in Umfangsrichtung verlaufenden freien Körperabschnitt aufweist. Hierdurch wird eine in Umfangsrichtung geöffnete Tasche gebildet, in der das jeweilige Dämpfungselement sicher aufgenommen ist. Gleichzeitig ermöglicht diese Art der Dämpfungselementenaufnahme einen Toleranzausgleich und Relativbewegungen der benachbarten Innendeckbänder in Umfangsrichtung, so dass in Umfangsrichtung wirkende Wärmeausdehnungen ausgeglichen werden und Verzerrungen zwischen den Leitschaukelsegmenten im Innendeckbandbereich verhindert werden. Eine Verriegelung der benachbarten Leitschaukelsegmente in Umfangsrichtung durch die Dämpfungselemente und die Dämpfungselementenaufnahme wird wirkungsvoll vermieden. Vorteilhafterweise ist die sogenannte Tasche auch in Axialrichtung geöffnet, so dass auch in

Axialrichtung wirkende Wärmeausdehnungen ausgeglichen werden können.

[0009] Zur Optimierung der Dämpfung bzw. der Verstimmung können entweder die Dämpfungselemente oder die Dämpfungselementenaufnahmen federnd ausgebildet sein. Hierdurch können Bauteil- und Montageteranzen und ebenso Relativbewegungen der Innendeckbänder bzw. der Leitschaukelsegmente in Radialrichtung ausgeglichen werden. Eine Verriegelung der benachbarten Leitschaukelsegmente in Umfangsrichtung durch die Dämpfungselemente und die Dämpfungselementenaufnahmen wird somit wirkungsvoll vermieden. Zudem kann durch die federnde Ausbildung der Dämpfungselemente oder der Dämpfungselementenaufnahmen die Reibwirkung und somit der Dämpfungsgrad genau eingestellt werden. Insbesondere können, wenn die Dämpfungselemente federnd ausgebildet sind, die Dämpfungselemente jeweils außen an dem jeweils benachbarten Innendeckband anliegen und somit unmittelbar mit dem benachbarten Innendeckband verspannt werden, so dass jeweils ein Reibkontakt geschaffen wird. Die Dämpfungselementenaufnahmen können dann lediglich jeweils als ein von den Leitschaukelsegmenten abgewandter bzw. einer Rotor- oder Nabenfläche zugewandter Außenflächenabschnitt des Innendeckbandes ausgebildet sein. Die Bildung von Taschen ist bei diesem Ausführungsbeispiel nicht notwendig.

[0010] Alternativ können die Dämpfungselemente und die Dämpfungselementenaufnahmen federnd ausgebildet sein. Hierdurch wird eine größtmögliche Flexibilität hinsichtlich der Bauteiltoleranzen und Relativbewegungen in Radialrichtung geschaffen. Insbesondere kann hierdurch jeweils ein in die Dämpfungselementenaufnahmen eintauchender Reibabschnitt der Dämpfungselemente eine größere Erstreckung in radialer Richtung (Dicke) als die Dämpfungselementenaufnahmen (Höhe) haben, so dass beim Einführen des jeweiligen Reibabschnitts die Dämpfungselementenaufnahmen geweitet und jeweils zwei Reibkontakte geschaffen werden. Und zwar jeweils ein radial äußerer Reibkontakt zwischen einem Außenflächenabschnitt der Innendeckbänder und den Reibabschnitten und ein radial innerer Reibkontakt zwischen den Deckbandvorsprüngen und den Reibabschnitten.

[0011] Die federnde Ausbildung der Dämpfungselemente und/oder der Dämpfungselementenaufnahmen kann durch eine eigene Materialstruktur der Dämpfungselemente und/oder der Dämpfungselementenaufnahmen eingestellt sein. Bevorzugterweise weisen die Dämpfungselemente und/oder die Dämpfungselementenaufnahmen zumindest bereichsweise eine zelluläre Materialstruktur auf. Zellulär bedeutet dabei kammerartig, wabenartig, gitterartig, aue- oder schiffartig und dergleichen.

[0012] Ein erfindungsgemäßes Leitschaukelsegment hat zumindest ein innendeckbandseitiges Dämpfungselement und/oder zumindest eine innendeckbandseitige Dämpfungselementenaufnahme. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das Leitschaukelsegment ein Dämpfungselement und eine von diesem entfernt liegende Dämpfungselementenaufnahme auf. Ein derartiges Leitschaukelsegment hat den Vorteil, dass bei der Montage des Leitschaukelsegmentes aus Sicht des Dämpfungselementes bzw. der Dämpfungselementenaufnahme die Leitschaukelsegmente willkürlich nebeneinander angeordnet werden können und somit nicht auf eine besondere Einbauposition zu achten ist. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel hat das Leitschaukelsegment entweder nur Dämpfungselemente oder nur Dämpfungselementenaufnahmen. Allerdings ist bei diesem Ausführungsbeispiel auf die jeweilige Einbauposition der Leitschaukelsegmente zu achten, um zu vermeiden, dass sich die Dämpfungselemente oder die Dämpfungselementenaufnahmen benachbarter Leitschaukelsegmente gegenüberliegen, wodurch eine Verspannung der benachbarten Leitschaukelsegmente nicht möglich wäre.

[0013] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Leitschaukelsegmentes wird das zumindest ein Dämpfungselement und/oder die zumindest eine Dämpfungselementenaufnahme als ein integraler generativer Schaufelabschnitt ausgebildet.

[0014] Durch die integrale generative Ausbildung des zumindest einen Dämpfungselementes und der zumindest einen Dämpfungselementenaufnahme werden diese in einem Schritt mit dem Leitschaukelsegment ausgebildet, wodurch eine nachträgliche Anbindung derselben an das Leitschaukelsegment entfällt. Die generative Herstellung ermöglicht zudem eine flexible Form und insbesondere eine Form und Positionierung des Dämpfungselementes und/oder der Dämpfungselementenaufnahme, die eine optimale gegenseitige Dämpfung bzw. Verstimmung ermöglicht.

[0015] Bevorzugterweise können Verfahrensparametern zur Ausbildung des Dämpfungselementes und/oder der Dämpfungselementenaufnahme individuell eingestellt werden. Hierdurch können diese mit einer anderen Innenstruktur bzw. Materialstruktur als das eigentliche Schaufelsegment und somit mit eigenen, spezifischen Eigenschaften versehen werden. Die Materialstruktur und somit die Strukturstabilität des Dämpfungselementes und/oder der Dämpfungselementenaufnahme des Leitschaukelsegmentes können somit trotz eines einheitlichen Materials optimal an die jeweils zu erfüllenden technischen Anforderungen angepasst werden.

[0016] Zur Schaffung einer Referenzebene und/oder einer das Leitschaukelsegment bei der Herstellung stützenden Stützstruktur kann zur Herstellung des Leitschaukelsegmentes eine generative Hilfsstruktur aufgebaut werden, von der das Leitschaukelsegment nach der Herstellung abgetrennt wird.

[0017] Eine bevorzugte Strömungsmaschine hat zumindest einen erfindungsgemäßen Leitschaukelsegmentring. Eine derartige Strömungsmaschine zeichnet sich durch eine optimale Dämpfung bzw. Verstimmung der Leitschaukelsegmente dieses Leitschaukelsegmentes aus.

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

[0019] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand stark vereinfachter schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55
- | | |
|--------------------|--|
| Figur 1 | eine Draufsicht auf einen Abschnitt eines erfindungsgemäßen Leitschaukelrings, |
| Figur 2 | eine Einzeldarstellung eines erfindungsgemäßen Leitschaukelsegmentes des Leitschaukelrings aus Figur 1, |
| Figuren 3, 4 und 5 | beispielhafte Materialstrukturen eines Dämpfungselementes und/oder einer Dämpfungselementenaufnahme, und |
| Figur 6 | einen Herstellungsschritt des Leitschaukelsegmentes. |

[0020] In Figur 1 ist eine Vorderansicht eines Abschnitts eines erfindungsgemäßen Leitschaukelrings 1 gezeigt. Der Leitschaukelring 1 ist gehäuseseitig in einer Strömungsmaschine wie ein Flugzeugtriebwerk angeordnet und umgreift eine nicht gezeigte Rotornabe der Strömungsmaschine. Der Leitschaukelring 1 hat eine Vielzahl von Leitschaukelsegmenten 2, 2', 2'', die jeweils eine Vielzahl von Schaufelblättern 4, ein Außendeckband 6 sowie ein Innendeckband 8 aufweisen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist nur ein Schaufelblatt 4, ein Außendeckband 6 sowie ein Innendeckband 8 beziffert. Im Sinne der Erfindung wird unter einem Laufschaufelsegment 2, 2', 2'' auch ein Laufschaufelsegment mit lediglich einem Schaufelblatt 4 und somit eine Laufschaufel verstanden. Zudem sind aus Gründen der Übersichtlichkeit und insbesondere zur Verdeutlichung der einzelnen Leitschaukelsegmente 2, 2', 2'' zwischen den Leitschaukelsegmenten 2, 2', 2'' Seiten- bzw. Umfangsspalte 7, 9 bzw. 7', 9' eingezeichnet, die im montierten Zustand minimiert und insbesondere geschlossen sind. Die Leitschaukelsegmente 2, 2', 2'' sind in Umfangsrichtung betrachtet nebeneinander angeordnet und über jeweils eine Dämpfungseinrichtung 10, 10' mit jeweils einem Dämpfungselement 12 und einer Dämpfungselementenaufnahme 14 kraft- bzw. reibschlüssig, miteinander verbunden.

[0021] Die Dämpfungseinrichtungen 10, 10' sind im Bereich einer von den Schaufelblättern 4 abgewandten bzw. einer der Rotornabe zugewandten Deckbandaußenfläche 16 angeordnet und dienen zur gegenseitigen Schwingungsdämpfung bzw. Verstimmung der jeweils benachbarten Leitschaukelsegmente 2, 2' bzw. 2', 2''.

[0022] Im Folgenden werden das Dämpfungselement 12 und eine Dämpfungselementenaufnahme 14 des in Figur 1 gezeigten linken Laufschaufelsegmentes 2 in den Figuren 2 bis 6 stellvertretend für sämtliche Dämpfungseinrichtungen 10, 10' und Laufschaufelsegmente 2, 2', 2'' erläutert.

[0023] Das Dämpfungselement 12 ist integral und insbesondere generativ mit dem Innendeckband 8 und somit mit dem Leitschaukelsegment 2 ausgebildet. Gemäß der Darstellung in Figur 2 ist das Dämpfungselement 12 im rechten Randbereich des Innendeckbandes 8 angeordnet. Es hat einen Fußabschnitt 18, einen Federabschnitt 20 und einen Reibabschnitt 22. Der Fußabschnitt 18 erstreckt sich von der Deckbandaußenfläche 16 und geht in den sich weg von der Deckbandaußenfläche 16 erstreckenden Federabschnitt 18 über. Der Federabschnitt 20 geht in den Reibabschnitt 22 über, der sich in Umfangsrichtung erstreckt und über eine rechte Seitenkante 24 des Innendeckbandes 8 hinaus geführt ist. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der somit freie bzw. vorspringende Reibabschnitt 22 im Uhrzeigersinn orientiert. Er hat einen länglichen Querschnitt mit einer von den Schaufelblättern 4 abgewandten Reibfläche 26 und ist aufgrund des Federabschnitts 20 von der Deckbandaußenfläche 16 beabstandet.

[0024] Der Federabschnitt 20 bewirkt eine Federwirkung bzw. relative Beweglichkeit des Reibabschnitts 22 in Radialrichtung zum Innendeckband 8. Hierzu hat zumindest der Federabschnitt 20 eine zelluläre Materialstruktur. Wie in den Figuren 1 und 2 gezeigt, weist das Dämpfungselement 12 bevorzugterweise über sämtliche Elementenabschnitte 18, 20, 22 eine zelluläre Materialstruktur auf. Beispielhafte zelluläre Materialstrukturen sind in den Figuren 3, 4 und 5 gezeigt. So weist das Dämpfungselement 12 bspw. eine honigwabenartige (Figur 3), eine auxetische (Figur 4) oder eine gitterartige Materialstruktur (Figur 5) auf. Selbstverständlich sind weitere Materialstrukturen wie Faltschichten und dergleichen vorstellbar. Das Material des Dämpfungselementes 12 ist gleich dem Material des Innendeckbandes 8 und somit gleich dem Material des Leitschaukelsegmentes 2.

[0025] Die Dämpfungselementenaufnahme 14 dient zur Aufnahme des Reibabschnitts 22 eines Dämpfungselementes eines benachbarten Laufschaufelsegmentes. Sie ist gemäß Figur 2 im linken Randbereich des Innendeckbandes 8 angeordnet und somit entfernt von dem Dämpfungselement 12 positioniert. Sie wird von einem Abschnitt 28 des Innendeckbandes 8 und von einem Deckbandvorsprung 30 gebildet. Der Deckbandvorsprung 30 ist integral und insbesondere generativ mit dem Innendeckband 8 und somit mit dem Leitschaukelsegment 2 ausgebildet. Er hat einen Fußabschnitt 32 sowie einen freien Körperabschnitt 34. Der Fußabschnitt 32 erstreckt sich in radialer Richtung von der Deckbandaußenfläche 16 und geht in den freien Körperabschnitt 34. Der freie Körperabschnitt 34 erstreckt sich in Umfangsrichtung entgegengesetzt zum Dämpfungselement 12 und ist somit im Gegenuhrzeigersinn orientiert. Er verläuft bis zur linken Seitenkante 36 und dient als Reibpartner für den Reibabschnitt 22. Hierzu hat er eine dem Abschnitt 28 des Innendeckbandes 8 zugewandte Kontaktfläche 38. In Radialrichtung betrachtet ist die Reibfläche 26 des Dämpfungselementes 12

radial innenliegend zur Kontaktfläche 38 angeordnet. Der Deckenvorsprung 30 besteht aus dem gleichen Material wie das Innendeckband 8 und weist insbesondere die gleiche Materialstruktur wie das Innendeckband 8 auf. Somit ist die Dämpfungselementenaufnahme 14 starr bzw. nicht federnd ausgebildet. Um ein Fügen der federnden Reibabschnitte 22 mit den nicht nachgebenden Dämpfungselementenaufnahmen 14 zu ermöglichen, ist ein Radialabstand zwischen dem jeweiligen Abschnitt 28 und dem Körperabschnitt 34 (Höhe) größer als eine Erstreckung der Reibabschnitts 22 in Radialrichtung (Dicke).

[0026] Um Bauteiltoleranzen, Montagetoleranzen und Relativbewegung der Dämpfungselemente 12 und der Dämpfungselementenaufnahmen 14 in beide Umfangsrichtung (Uhrzeigersinn und Gegenuhrzeigersinn) zu ermöglichen, hat jede Dämpfungselementenaufnahme 14 eine größere Erstreckung in Umfangsrichtung (Tiefe) als der jeweils aufzunehmende Reibabschnitt 22 (Länge), gemessen von der Seitenkante 36 bis zum Grund 40 (Dämpfungselementenaufnahme 14) sowie von der Seitenkante 24 bis zur Reibabschnittsvorderkante 42 (Dämpfungselement 12). Wie in Figur 1 gezeigt, sind die Reibabschnitte 22 somit stets mit ihrer Vorderkante 42' im montierten Zustand vom Grund 40" der jeweiligen Dämpfungselementenaufnahme 14" beabstandet.

[0027] Wie in Figur 6 dargestellt, werden das Dämpfungselement 12 sowie die Dämpfungselementenaufnahme 14 integral mit dem Leitschaukelsegment 2 mittels eines generativen Verfahrens hergestellt. Hierzu wird ein geeignetes Metallpulver schichtweise auf eine Grundplatte 44 aufgebracht und eine Hilfsstruktur 46 mittels eines hoch energetischen Strahls wie ein Elektronenstrahl oder ein Laserstrahl erzeugt. Der hoch energetische Strahl wird in Bahnen jeweils über die obere Pulverschicht geführt, wodurch diese aufgeschmolzen und mit der vorhergehenden Pulverschicht verbunden wird. Die Hilfsstruktur 46 erlaubt einen Ausgleich von beispielsweise Unebenheiten der Grundplatte 44 und einen schrittweisen Aufbau darüber liegender Strukturen und somit die Schaffung einer definierten Referenzebene für das Leitschaukelsegment 2. Zudem wirkt die Hilfsstruktur 46 als Stütze zur Stabilisierung des Leitschaukelsegmentes 2 bei der generativen Herstellung.

[0028] Nach der Herstellung der Hilfsstruktur 44 wird das Leitschaukelsegment 2 durch Veränderung der Verfahrensparameter bevorzugterweise liegend von einer nicht bezifferten Segmentenvorderseite zu einer nicht bezifferten Segmentenhinterseite mit dem integrierten Dämpfungselement 12 und der integrierten Dämpfungselementenaufnahmen 14 generativ schichtweise aufgebaut. Der zeichnerischen Einfachheit halber sind das Dämpfungselement 12 und die Dämpfungselementenaufnahme 14 als ein gemeinsames Rechteck ausgebildet. Nach dem vollständigen Aufbau des Leitschaukelsegmentes 2 wird dieses von der Hilfsstruktur 46 getrennt.

[0029] Die zelluläre bzw. kammerartige Materialstruktur des Dämpfungselementes 12 wird durch eine Variation der Herstellparameter und somit mit individualisierten Verfahrensparametern gegenüber den sonstigen Segmentenabschnitten wie den Schaufelblättern 4, dem Außendeckband 6, dem Innendeckband 8 sowie der Dämpfungselementenaufnahme 14 hergestellt.

[0030] Abschließend können zur Einstellung bzw. Erhöhung oder Verringerung des Reibwertes die Reibfläche 26 und oder die Kontaktfläche 38 einzeln behandelt, bspw. aufgeraut oder geglättet werden.

[0031] Die Funktionsweise der Dämpfungseinrichtungen 10 ist mit Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 wie folgt: In dem in Figur 1 gezeigten montierten Zustand des Leitschaukelrings 1 tauchen die Reibabschnitte 22 der Dämpfungselemente 12 in die jeweils gegenüberliegende Dämpfungselementenaufnahme 14' ein. Aufgrund der radialen Innenposition der Reibflächen 26 zu den Kontaktflächen 38 der Deckbandvorsprünge 30 werden beim Einführen der Reibabschnitte 22 in die Dämpfungselementenaufnahmen 14' die Federabschnitte 20 gestaucht und somit gespannt. Folglich sind die Dämpfungselemente 12 mit ihren Reibabschnitten 22 unter Vorspannung und kraftschlüssig in den Dämpfungselementenaufnahmen 14 aufgenommen. Die Reibabschnitte 22 sind aufgrund ihrer kleineren Erstreckung in Radialrichtung als die Dämpfungselementenaufnahmen 14 zwischen den Abschnitten 28 und den Körperabschnitten 34 von den Abschnitten 28 über jeweils einen Radialspalt beabstandet. Insbesondere werden ihre Reibflächen 26 radial nach innen gegen die Kontaktflächen 38 der starren Körperabschnitte 34 gedrückt. Die Flächen 26, 38 befinden sich somit im Kraft- bzw. Reibschluss, wobei die Federwirkung des Federabschnitts 20 derart ist, dass Bauteiltoleranzen, Montagetoleranzen und unterschiedliche Wärmeausdehnungen der benachbarten Laufschaufelsegmente 2, 2' ausgeglichen werden, so dass stets ein Reibschluss zwischen den Flächen 26, 38 gebildet ist. Im Betrieb reiben die Flächen 26, 38 bei einer Relativbewegung der Laufschaufelsegmente 2, 2' infolge zum Beispiel von Vibrationen in Umfangsrichtung aneinander, wodurch eine gegenseitige Verstimmung bzw. Dämpfung der benachbarten Leitschaukelsegmente 2, 2' erfolgt.

[0032] Offenbart sind ein Leitschaukelring mit einer Vielzahl von Leitschaukelsegmenten, an deren benachbarten Innendeckbändern abwechselnd jeweils zumindest ein Dämpfungselement und zumindest jeweils eine Dämpfungselementenaufnahme einer Dämpfungseinrichtung integral ausgebildet ist, wobei die Dämpfungselemente in Umfangsrichtung über gegenüberliegende Seitenkanten der benachbarten Innendeckbänder hinaus geführt sind und mit ihrem jeweils vorspringenden Reibabschnitt kraftschlüssig in der Dämpfungselementenaufnahme eingespannt sind, ein Leitschaukelsegment für einen derartigen Leitschaukelring, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Leitschaukelsegmentes sowie eine Strömungsmaschine.

Bezugszeichenliste

[0033]

5	1	Leitschaufelring
	2, 2', 2"	Leitschaufelsegment
	4	Schaufelblatt
10	6	Außendeckband
	7, 7'	Seitenspalt
15	8	Inndeckband
	9, 9'	Seitenspalt
	10, 10'	Dämpfungseinrichtung
20	12	Dämpfungselement
	14, 14"	Dämpfungselementenaufnahme
25	16	Deckbandaußenfläche
	18	Fußabschnitt
	20	Federabschnitt
30	22	Reibabschnitt
	24	Seitenkante
35	26	Reibfläche
	28	Abschnitt
	30	Deckbandvorsprung
40	32	Fußabschnitt
	34	freier Körperabschnitt
45	36	Seitenkante
	38	Kontaktfläche
	40, 40"	Grund
50	42, 42'	Reibabschnittsvorderkante
	44	Grundplatte
55	46	Hilfsstruktur

Patentansprüche

- 5 1. Leitschaufelring (1) mit einer Vielzahl von Leitschaufelsegmenten (2), an deren benachbarten Innendeckbändern (8) abwechselnd jeweils zumindest ein Dämpfungselement (12) und zumindest jeweils eine Dämpfungselementenaufnahme (14) integral ausgebildet ist, wobei die Dämpfungselemente (12) in Umfangsrichtung über gegenüberliegende Seitenkanten (24, 36) der benachbarten Innendeckbänder (8) hinaus geführt sind und mit ihrem jeweils vorspringenden Reibabschnitt (22) kraftschlüssig in der Dämpfungselementenaufnahme (14) eingespannt sind.
- 10 2. Leitschaufelring nach Anspruch 1, wobei die Dämpfungselementenaufnahmen (14) von jeweils einem Abschnitt (28) der Innendeckbänder (8) und jeweils einem Deckbandvorsprung (30) gebildet sind, der sich von dem jeweiligen Innendeckband (8) erstreckt und einen in Umfangsrichtung verlaufenden freien Körperabschnitt (34) aufweist.
- 15 3. Leitschaufelring nach Anspruch 1 oder 2, wobei entweder die Dämpfungselemente (12) oder die Dämpfungselementenaufnahmen (14) federnd ausgebildet sind.
- 20 4. Leitschaufelring nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Dämpfungselemente (12) und die Dämpfungselementenaufnahmen (14) federnd ausgebildet sind.
- 25 5. Leitschaufelring nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfungselemente (12) und/oder die Dämpfungselementenaufnahmen (14) zumindest bereichsweise eine zelluläre Materialstruktur aufweisen.
- 30 6. Leitschaufelsegment (2) für einen Leitschaufelring (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit zumindest einem innendeckbandseitigen Dämpfungselement (12) und/oder mit zumindest einer innendeckbandseitigen Dämpfungselementenaufnahme (14).
- 35 7. Verfahren zur Herstellung eines Leitschaufelsegments (2) nach Anspruch 6, wobei das zumindest eine Dämpfungselement (12) und/oder die zumindest eine Dämpfungselementenaufnahme (14) als ein integraler generativer Schaufelabschnitt ausgebildet wird.
- 40 8. Verfahren nach Anspruch 8, wobei zur Ausbildung des Dämpfungselements (12) und/oder der Dämpfungselementenaufnahme (14) individuelle Verfahrensparameter eingestellt werden.
- 45 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei zur Herstellung des Leitschaufelsegments (2) eine generative Hilfsstruktur (50) aufgebaut wird, von der das Leitschaufelsegment (2) nach der Herstellung abgetrennt wird.
- 50 10. Strömungsmaschine mit einem Leitschaufelring (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5.
- 55

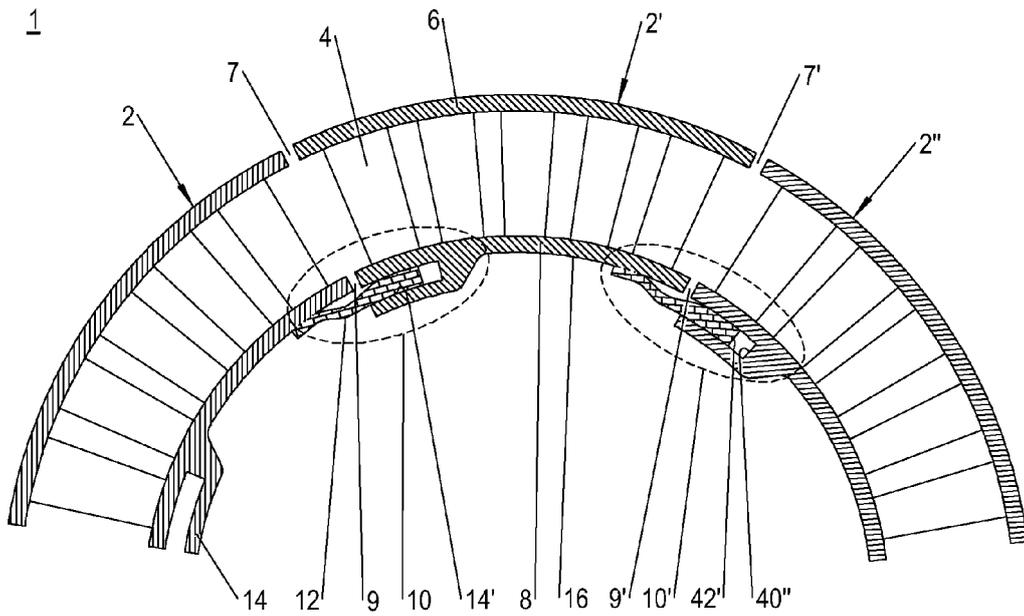


Fig.1

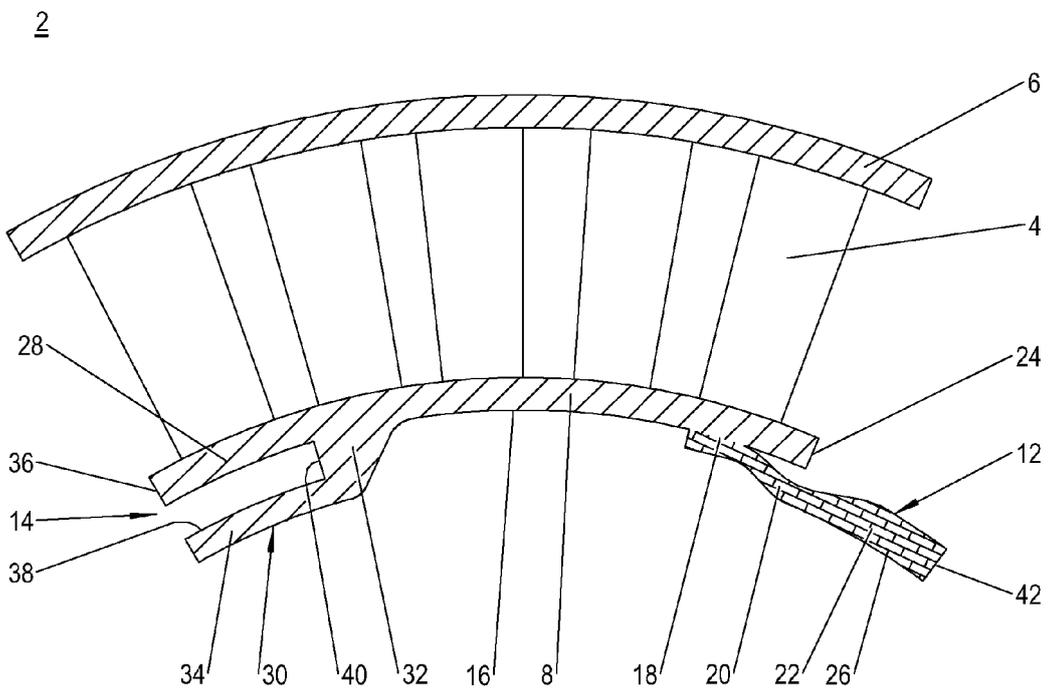


Fig.2

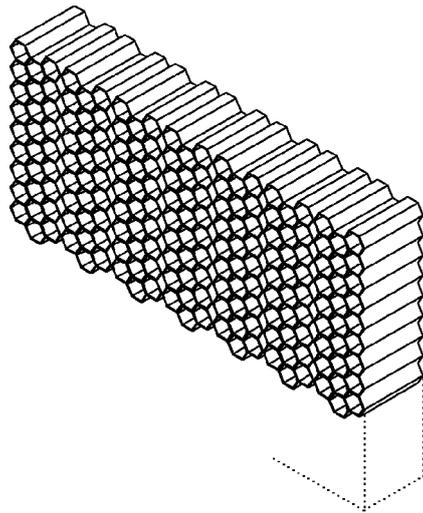


Fig.i3

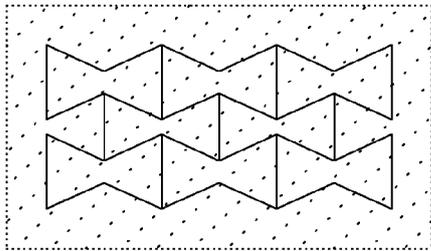


Fig.i4

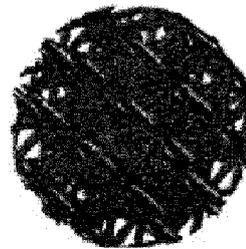


Fig.i5

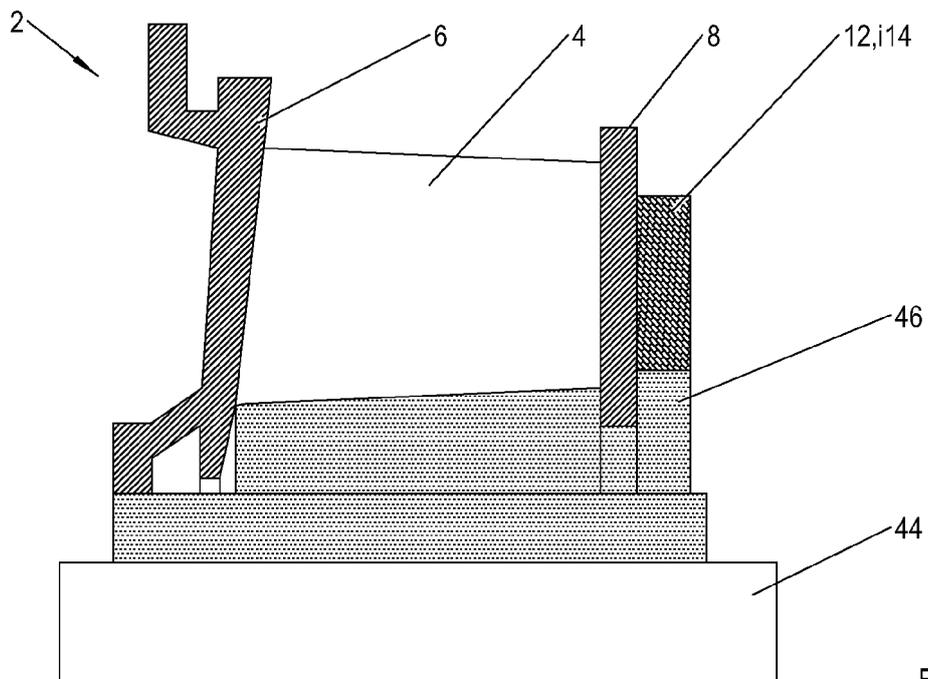


Fig.6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 15 1224

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 497 611 A (KELLER HERBERT [DE]) 5. Februar 1985 (1985-02-05) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 37 - Spalte 5, Zeile 46 * * Abbildungen *	1-10	INV. F01D5/22 F01D5/10 F01D25/24 F01D9/04
X	US 7 572 098 B1 (JOHNSON GABRIEL L [US]) 11. August 2009 (2009-08-11) * Spalte 2, Zeile 10 - Spalte 3, Zeile 30 * * Abbildungen *	1-10	
X	EP 2 312 125 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 20. April 2011 (2011-04-20) * Zusammenfassung * * Absätze [0006] - [0007] * * Absätze [0009] - [0027] * * Abbildungen *	1-10	
A	US 5 411 370 A (VARSIK DAVID A [US]) 2. Mai 1995 (1995-05-02) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
A	FR 2 955 142 A1 (SNECMA [FR]) 15. Juli 2011 (2011-07-15) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-10	
A	EP 1 067 274 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 10. Januar 2001 (2001-01-10) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. Juni 2012	Prüfer Rini, Pietro
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 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 12 15 1224

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.

19-06-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4497611 A	05-02-1985	AR 229487 A1	31-08-1983
		BR 8301531 A	06-12-1983
		DE 3211073 A1	06-10-1983
		IN 157634 A1	10-05-1986
		JP 58174105 A	13-10-1983
		JP 63010283 B	05-03-1988
		US 4497611 A	05-02-1985

US 7572098 B1	11-08-2009	KEINE	

EP 2312125 A1	20-04-2011	KEINE	

US 5411370 A	02-05-1995	DE 69509137 D1	20-05-1999
		DE 69509137 T2	18-11-1999
		EP 0839260 A1	06-05-1998
		JP 3701680 B2	05-10-2005
		JP H10503819 A	07-04-1998
		US 5411370 A	02-05-1995
		WO 9604468 A1	15-02-1996

FR 2955142 A1	15-07-2011	FR 2955142 A1	15-07-2011
		WO 2011086313 A1	21-07-2011

EP 1067274 A1	10-01-2001	DE 60020190 D1	23-06-2005
		DE 60020190 T2	13-10-2005
		EP 1067274 A1	10-01-2001
		US 6514045 B1	04-02-2003

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

- DE 4015206 C1 [0002]
- EP 0511022 B1 [0002]
- EP 1944466 A1 [0002]