

(19)



(11)

EP 2 646 656 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.08.2017 Patentblatt 2017/31

(51) Int Cl.:
F01D 5/22 ^(2006.01) **F01D 25/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11813768.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2011/002110

(22) Anmeldetag: **29.11.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/072069 (07.06.2012 Gazette 2012/23)

(54) **DÄMPFUNGSMITTEL ZUM DÄMPFEN EINER SCHAUFELBEWEGUNG EINER TURBOMASCHINE**

DAMPING MEANS FOR DAMPING A BLADE MOVEMENT OF A TURBOMACHINE

MOYEN D'AMORTISSEMENT POUR AMORTIR LE MOUVEMENT D'UNE AUBE D'UNE TURBOMACHINE

(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: **30.11.2010 DE 102010052965**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.10.2013 Patentblatt 2013/41

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

(72) Erfinder:
• **SCHÖNHOF, Carsten**
81373 München (DE)
• **DOPFER, Manfred**
85716 Unterschleissheim (DE)
• **PERNLEITNER, Martin**
85221 Dachau (DE)
• **SCHÜTTE, Wilfried**
82041 Oberhaching-Furth (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 477 634 EP-A2- 1 512 838
EP-A2- 1 867 836 EP-A2- 1 898 050
DE-A1-102005 008 509 FR-A1- 2 927 357

EP 2 646 656 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 Erfindung betrifft ein Dämpfungsmittel zum Dämpfen einer Schaufelbewegung einer Turbomaschine gemäß dem Anspruch 1 und ein Verfahren zum Herstellen des Dämpfungsmittels gemäß dem Anspruch 10. Turbomaschinen, insbesondere Gas- oder Dampfturbinen, weisen einen Rotor und über den Umfang des Rotors verteilte Schaufeln auf, die mit dem Rotor gekoppelt sind. Die Schaufeln müssen derart ausgelegt werden, dass sie bei einem Betrieb der Turbine eine Vielzahl von Beanspruchungen, wie z.B. durch Zentrifugalkräfte, Erosionskorrosion und Schwingungen aushalten.

[0002] Die Schwingungsbeanspruchungen, auf die sich die vorliegende Erfindung bezieht, können durch eine Kombination des durch die Turbine strömenden Mediums und der auf die Schaufeln wirkenden Kräfte entstehen. Die Schaufelschwingungen können längerfristig zu einer Gefügeveränderung des Schaufelmaterials führen, die in einem Ermüdungsbruch enden kann. Somit ist es notwendig, die Schwingungen der Schaufeln zu dämpfen. Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von Dämpfungsmitteln für Schaufelschwingungen bekannt.

[0003] In der DE 103 40 773 ist ein Dämpfungsmittel für eine Laufschaufel einer Turbine in einer Aussparung einer Laufschaufelplattform angeordnet. Das Dämpfungsmittel weist im Achsnormalquerschnitt eine dreieckartige Form mit abgerundeten Längskanten auf. Die Längskanten weisen zwischen den Ecken jeweils eine symmetrisch ballige Form auf. Bei einem Betrieb der Turbine liegt das Dämpfungsmittel zum Dämpfen der Laufschaufelbewegung an einer Innenwand der Aussparung und an einer Reibfläche einer anderen Laufschaufelplattform an.

[0004] Ein Nachteil der im Stand der Technik verwendeten Dämpfungsmittel, die eine symmetrisch ballige Form aufweisen, besteht darin, wie aufgrund der symmetrisch balligen Ausbildung der Längskante des Dämpfungsmittels der Reibkontaktbereich mit einer Reibfläche der Turbomaschine festgelegt ist. Dies kann bei einer entsprechend geformten Reibfläche der Turbomaschine dazu führen, dass das Dämpfungsmittel ungünstig an der Reibfläche der Turbomaschine anliegt. So kann die Reibfläche der Turbomaschine derart ausgebildet sein, dass das Dämpfungsmittel nur in einem kleinen Reibkontaktbereich an der Reibfläche der Turbomaschine anliegt. Dies führt dazu, dass die bei der Dämpfung der Schaufelbewegung auftretende Reibwärme nur über den kleinen Reibkontaktbereich abgeführt werden kann, was zu einer Beschädigung bzw. einem Verschleiß des Dämpfungsmittels und/ oder des entsprechenden Reibbauteils der Turbomaschine führen kann.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Dämpfung einer Turbomaschinenschaufel zu verbessern.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Dämpfungsmittel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch des-

sen kennzeichnende Merkmale weitergebildet. Anspruch 6 stellt eine Turbomaschine unter Schutz, in der das Dämpfungsmittel eingesetzt wird. Anspruch 10 stellt ein Verfahren zum Herstellen des Dämpfungsmittels unter Schutz.

[0007] Erfindungsgemäß weist das Dämpfungsmittel wenigstens eine asymmetrisch ballige Seitenfläche auf, die zum Dämpfen einer Schaufelbewegung einer Turbomaschine vorgesehen ist. Bei einem Schwingen der Schaufel während des Betriebs der Turbomaschine wird die Schwingbewegung der Schaufel durch eine Reibung der Seitenfläche des Dämpfungsmittels mit der Reibfläche der Turbomaschine in dem Reibkontaktbereich gedämpft.

[0008] Dabei ermöglicht die asymmetrisch ballige Seitenfläche ein Verlagern des Reibkontaktbereichs zwischen der Reibfläche der Turbomaschine und der Seitenfläche des Dämpfungsmittels in einen günstigeren Bereich. Vorzugsweise wird der Reibkontaktbereich derart verlagert, dass sich der Reibkontaktbereich zwischen der Seitenfläche des Dämpfungsmittels und der Reibfläche der Turbomaschine vergrößert. Die bei einer Dämpfung der Schaufelbewegung auftretende Reibwärme kann über den größeren Reibkontaktbereich in ein Reibbauteil der Turbomaschine abgeführt werden. Somit verringert sich die Gefahr, dass beim Dämpfen der Schaufelbewegung das Dämpfungsmittel und/ oder das Reibbauteil aufgrund der Reibwärme beschädigt werden bzw. verschleissen.

[0009] Ein weiterer Vorteil einer Verwendung einer asymmetrisch balligen Seitenfläche besteht darin, dass sich bei einem Verschleiß der Seitenfläche des Dämpfungsmittels aufgrund der Reibung und/ oder Erwärmung der Reibbereich des Dämpfungsmittels und damit der Reibkontaktbereich zwischen Dämpfungsmittel und der Reibfläche der Turbomaschine überproportional stark vergrößert. Ein größerer Reibkontaktbereich ermöglicht eine schnellere Reibwärmeabfuhr, wodurch sich die Gefahr einer Beschädigung und/ oder eines Verschleißes des Dämpfungsmittels und/ oder Reibbauteils der Turbomaschine verringert. Des Weiteren besteht ein Vorteil einer asymmetrisch balligen Seitenfläche darin, dass es bei einem reibungsbedingten Verschleiß zu einer Anpassung des Reibbereichs des Dämpfungsmittels an die jeweilige Reibfläche des Reibbauteils der Turbomaschine kommt. Dadurch werden Fertigungsungenauigkeiten des Reibbauteils ausgeglichen. Im Ergebnis verringert sich der Fertigungsaufwand für die Herstellung des Reibbauteils der Turbomaschine.

[0010] Als ballig wird im Sinne der Erfindung eine konvex gekrümmte Fläche bezeichnet. Als eine asymmetrische Fläche wird im Sinne der Erfindung eine Fläche verstanden, die zwei abgegrenzte Bereiche aufweist, die nicht durch Spiegelung an einer Achse bzw. Ebene ineinander überführt werden können. Als asymmetrisch ballige Seitenfläche wird daher im Sinne der Erfindung insbesondere eine konvex gekrümmte Seitenfläche verstanden, die zwei unterschiedlich ausgebildete Abschnit-

te aufweist. Die Abschnitte sind derart ausgebildet, dass es keine Spiegelebene gibt, die senkrecht zu der Seitenfläche verläuft und zu der die durch die Spiegelebene getrennten Abschnitte spiegelsymmetrisch sind.

[0011] Als Reibkontaktbereich wird im Sinne der Erfindung ein Bereich verstanden, in dem bei einer Schaufelbewegung Reibung zwischen dem Reibbereich des Dämpfungsmittels und der Reibfläche der Turbomaschine auftritt.

[0012] Als Reibbauteil werden im Sinne der Erfindung alle Bauteile einer Turbomaschine verstanden, die in Reibkontakt mit dem Dämpfungsmittel stehen, um eine Schaufelschwingung zu dämpfen. Ein Reibbauteil kann insbesondere Bestandteil einer Schaufel sein oder kann mit einer Schaufel gekoppelt sein. So kann es sich beispielsweise bei einer Schaufelplattform, einer Deckplatte einer Schaufel, und bei einem Positionierungsmittel für die Laufschaufel in Rotorachsrichtung jeweils um ein Reibbauteil im Sinne der vorliegenden Erfindung handeln. Die zuvor genannten Reibbauteile werden nachfolgend näher beschrieben.

[0013] In einer bevorzugten Ausführung kann die asymmetrisch ballige Seitenfläche derart ausgebildet sein, dass sich diese geringfügig um eine Dämpfungsmittelachse drehen kann. Infolge der Reibung der Seitenfläche mit der Reibfläche der Turbomaschine wirkt auf das Dämpfungsmittel eine Reibkraft, die ein leichtes Drehen des Dämpfungsmittels bewirken kann. Dabei ist die asymmetrisch ballige Seitenfläche derart ausgebildet, dass sich bei einem geringfügigen Drehen des Dämpfungsmittels der Reibbereich des Dämpfungsmittels und damit der Reibkontaktbereich zwischen Dämpfungsmittel und dem Reibbauteil der Turbomaschine vergrößert.

[0014] Die Seitenfläche kann wenigstens zwei Abschnitte mit unterschiedlichen Krümmungsradien aufweisen. Dabei kann wenigstens ein Abschnitt, der radial weiter von einer Rotorachse entfernt ist, einen kleineren Krümmungsradius aufweisen als ein Abschnitt, der radial näher zur Rotorachse liegt. Bei einem Kontaktieren der Reibfläche der Turbomaschine mit dem Abschnitt mit dem zuvor genannten kleinen Krümmungsradius der Seitenfläche wird die Dämpfung der Schaufelschwingung verbessert. Die Verbesserung der Dämpfung ergibt sich, da sich der Reibkontaktabschnitt in einem Bereich der Seitenfläche des Dämpfungsmittels bildet, der von der Rotorachse weit entfernt ist. Dabei gilt, dass je weiter der Reibkontaktabschnitt von der Rotorachse entfernt ist, umso größer ein durch die im Reibkontaktabschnitt auftretende Reibkraft bewirktes Reibdrehmoment ist, das die Schwingung der Schaufel dämpft.

[0015] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass das Dämpfungsmittel einen Grundkörper aufweist, der in einem Achsnormalschnitt dreieck- oder mehreckförmig ausgebildet ist. Die Seitenflächen des dreieck- oder mehreckförmigen Grundkörpers können jeweils abgerundete Ecken des Grundkörpers aufweisen. Der Abschnitt der asymmetrisch balligen

Seitenfläche, der einen kleineren Krümmungsradius aufweist und an dem von der Rotorachse entfernten Ende der Seitenfläche vorgesehen ist, kann jeweils benachbart zu den abgerundeten Ecken vorgesehen sein.

[0016] An dem Dämpfungsmittel ist ein Verdrehungsmittel und/oder ein Befestigungsmittel angebracht. Das Verdrehungsmittel verhindert bzw. begrenzt ein Verdrehen des Dämpfungsmittels um eine Dämpfungsmittelachse innerhalb einer Aussparung der Turbomaschine. Im Betrieb der Turbomaschine wird das Dämpfungsmittel aufgrund der Fliehkraft in eine Richtung weg von der Rotorachse bewegt. Auf das Dämpfungsmittel wirkt eine Drehkraft, die bewirkt, dass sich das Dämpfungsmittel solange um die Dämpfungsmittelachse dreht, bis das Verdrehungsmittel gegen einen an der Turbomaschine vorgesehene Anschlagfläche stößt. Das Verdrehungsmittel ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass es gegen die Anschlagfläche stößt, wenn das Dämpfungsmittel in eine Position gedreht ist, in der der oben genannte Abschnitt mit dem kleinen Krümmungsradius in Reibkontakt mit der Reibfläche der Turbomaschine ist.

[0017] Bei einem Verschleiß der Seitenfläche aufgrund der Reibung ändert sich die Form des Dämpfungsmittels und damit die Position des Schwerpunkts des Dämpfungsmittels. Durch eine entsprechende konstruktive Ausbildung der Seitenflächen des Dämpfungsmittels kann die Position des Schwerpunkts eingestellt werden. Dadurch lässt sich die dynamische Eigenschaft des Dämpfungsmittels verbessern.

[0018] Das Befestigungsmittel dient zum Verhindern bzw. Begrenzen einer Bewegung des Dämpfungsmittels, insbesondere in Richtung einer Rotorachse der Turbomaschine. Somit stellt das Befestigungsmittel sicher, dass das Befestigungsmittel die Aussparung der Turbomaschine nicht verlassen kann.

[0019] Bei der Turbomaschine kann es sich um eine Gas- oder Dampfturbine und insbesondere um ein Flugzeugtriebwerk handeln. Die Turbomaschine weist einen Rotor und über den Umfang des Rotors verteilte Statorschaufeln und Laufschaufeln auf, die in Strömungsrichtung des Gases nacheinander angeordnet sind. In dem Rotor sind über den Umfang des Rotors verteilte Nuten vorgesehen. Die Nuten erstrecken sich parallel zu einer Rotorachse. Die Schaufel, insbesondere eine Laufschaufel, kann eine Deckplatte, ein Schaufelblatt, eine Schaufelplattform und einen Schaufelfuß aufweisen. Die Schaufel wird über den Schaufelfuß in der Nut in radialer Richtung zur Rotorachse lagefest positioniert. Eine Fixierung der Schaufel in Rotorachsrichtung kann durch ein in der Nut vorgesehenes Sicherungsblech und/oder durch ein am Rotor separat vorgesehenes Positionierungsmittel erfolgen.

[0020] Eine Schaufelschwingung kann bezüglich der Schaufel und dem Rotor und/oder zwischen zweien oder mehreren Schaufeln auftreten. Zum Dämpfen der Schaufelschwingung kann das Dämpfungsmittel an unterschiedlichen Stellen in der Turbomaschine angeord-

net werden.

[0021] Die Deckplatte einer Schaufel kann eine Aussparung aufweisen, die wenigstens teilweise einen, insbesondere geschlossenen, Hohlraum definiert und in der das Dämpfungsmittel angeordnet ist. So können die Aussparungen von zwei Deckplatten von benachbart angeordneten Schaufeln den Hohlraum definieren. Das Dämpfungsmittel ist in der Aussparung derart angeordnet, dass im Betrieb der Turbomaschine das Dämpfungsmittel mittels einer Seitenfläche in Reibkontakt mit einer Reibfläche der Aussparungen einer Deckplatte und mit einer anderen Seitenfläche mit einer Reibfläche der Aussparung der anderen Deckplatte jeweils in Reibkontakt ist.

[0022] Alternativ oder zusätzlich kann ein Dämpfungsmittel in einer Aussparung in einem Positionierungsmittel, das die Schaufelposition in Rotorachsrichtung sichert, angeordnet sein. Dabei ist das Dämpfungsmittel derart angeordnet, dass es mit einer Seitenfläche in Reibkontakt mit einer Reibfläche des Positionierungsmittels ist. Des Weiteren ist das Dämpfungsmittel in einer anderen Seitenfläche in Kontakt, insbesondere Reibkontakt, mit einer Schaufelfläche.

[0023] Alternativ oder zusätzlich kann ein Dämpfungsmittel in einer Aussparung einer Schaufelplattform angeordnet sein. Die Schaufelplattform ist zwischen dem Schaufelfuß und dem Schaufelblatt angeordnet. Das Dämpfungsmittel ist in der Aussparung derart angeordnet, dass das Dämpfungsmittel bei einem Betrieb der Turbomaschine mit einer Seitenfläche in Reibkontakt mit einer Reibfläche der Schaufelplattform, in der die Aussparung vorgesehen ist, und mit einer anderen Seitenfläche in Reibkontakt mit einer Reibfläche einer benachbarten Schaufelplattform ist.

[0024] Das Dämpfungsmittel, das wenigstens eine asymmetrisch ballige Seitenfläche aufweist, kann vorzugsweise mittels Urformen, Umformen und/oder durch ein spanendes Fertigungsverfahren hergestellt werden.

[0025] Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen und dem Ausführungsbeispiel. Hierzu zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines Dämpfungsmittels in einem Hohlraum gemäß einer Ausführung der Erfindung.

Figur 2: eine vergrößerte Ansicht A-A eines Reibkontaktbereichs aus Figur 1 gemäß einer Ausführung der Erfindung.

[0026] Das in Figur 1 gezeigte Dämpfungsmittel 2 weist in einem Achsnormalschnitt einen im Wesentlichen dreieckförmigen Grundkörper 20 auf. Der dreieckförmige Grundkörper 20 weist eine Auflagefläche 25 und zwei Seitenflächen 21, 21' auf, die in abgerundeten Enden ineinander übergehen. Die Seitenflächen 21, 21' weisen jeweils eine asymmetrisch ballige Form auf. Die asymmetrisch ballige Form der einzelnen Seitenflächen 21, 21' ergibt sich, weil die Seitenflächen 21, 21' jeweils

drei Abschnitte mit jeweils unterschiedlichen Krümmungsradien R1, R2, R3 aufweisen. Ferner weist das Dämpfungsmittel 2 ein Verdrehungssicherungsmittel 24 auf, das am Grundkörper 20 angebracht ist und sich über die Auflagefläche 25 in radialer Richtung zu einer nicht dargestellten Rotorachse erstreckt.

[0027] Das Dämpfungsmittel 2 ist in einem Hohlraum angeordnet, der durch zwei Aussparungen 11 von benachbart angeordneten Schaufeln 10, 10' einer Turbomaschine 1 definiert wird. Der Hohlraum weist in einem Achsnormalschnitt einen dreieckförmigen Querschnitt auf, wobei die einzelnen Hohlraumwände länger ausgebildet sind als die Seitenflächen 21 bzw. die Auflagefläche 25 des Dämpfungsmittels 2. Das Dämpfungsmittel 2 ist dabei derart im Hohlraum angeordnet, dass es unabhängig vom Betriebszustand der Turbomaschine 1 mit den Hohlraumwänden beider Schaufeln 10, 10' in Kontakt ist.

[0028] Beide Seitenflächen 21, 21' des Dämpfungsmittels 2 weisen einen ersten Abschnitt mit einem ersten Krümmungsradius R1, einen zweiten Abschnitt mit einem zweiten Krümmungsradius R2 und einen dritten Abschnitt mit einem dritten Krümmungsradius R3 auf. Des Weiteren ist in beiden Seitenflächen 21, 21' der zweite Abschnitt mit dem zweiten Krümmungsradius R2 zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt angeordnet und länger ausgebildet als der erste und dritte Abschnitt. Der dritte Krümmungsradius R3 weist einen kleineren Wert auf als der erste und zweite Krümmungsradius R1, R2. Des Weiteren weist der erste Krümmungsradius R1 einen kleineren Wert auf als der zweite Krümmungsradius R2.

[0029] In der ersten Seitenfläche 21 befindet sich in radialer Richtung zu der Rotorachse der erste Abschnitt mit dem ersten Krümmungsradius R1 am zur Rotorachse nahen Ende der Seitenfläche 21. Der dritte Abschnitt mit dem dritten Krümmungsradius R3 ist in radialer Richtung zur Rotorachse an dem von der Rotorachse entfernten Ende der Seitenfläche 21 angeordnet und mit der entsprechenden Hohlraumwand in einem Reibkontaktbereich 22 in Reibkontakt.

[0030] In der zweiten Seitenfläche 21' ist der erste Abschnitt mit dem ersten Krümmungsradius R1 in radialer Richtung zu der Rotorachse am zur Rotorachse entfernten Ende der Seitenfläche 21' angeordnet. Der dritte Abschnitt mit dem dritten Krümmungsradius R3 ist in radialer Richtung zur Rotorachse an dem zur Rotorachse nahen Ende der Seitenfläche 21' angeordnet und mit der entsprechenden Hohlraumwand in einem Reibkontaktbereich 22 in Reibkontakt.

[0031] Die Schaufel 10 der Turbomaschine 1 ist derart ausgebildet, dass sie eine Ausnehmung 14 aufweist, durch die sich das Verdrehungssicherungsmittel 24 in einer radialen Richtung zu der Rotorachse erstreckt. Die Ausnehmung 14 wird begrenzt durch die Wände der Ausnehmung 14 und durch eine Anschlagsfläche 12. Die Anschlagsfläche 12 ist an der Schaufel 10' vorgesehen, die zur Schaufel 10 mit der Ausnehmung 14 benachbart ist.

Die Ausnehmung 14 ist derart ausgebildet, dass das Dämpfungsmittel 2 in einem Ruhezustand der Turbine nicht über diese aus dem Hohlraum fallen kann. In einem nichtdargestellten Ruhezustand der Turbomaschine 1 liegt das Dämpfungsmittel 2 über die Auflagefläche 25 an der entsprechenden Hohlraumwand an, und das Verdrehsicherungsmittel 24 erstreckt sich durch die Ausnehmung 14 in radialer Richtung zur Rotorachse.

[0032] Während des Betriebs der Turbomaschine 1 wird das Dämpfungsmittel 2 aufgrund der Fliehkraft in radialer Richtung solange in eine Richtung weg von der Rotorachse bewegt bis die Seitenflächen 21, 21' gegen die Hohlraumwände stoßen. Bei dieser Bewegung in Richtung zu den Hohlraumwänden erfolgt eine Verdrehung des Dämpfungsmittels 2 um eine Dämpfungsachse.

[0033] Das Dämpfungsmittel 2 wird solange gedreht bis das Verdrehsicherungsmittel 24 gegen die Anschlagfläche 12 der einen Schaufel 10 stößt. Im Ergebnis befinden sich die zwei Seitenflächen 21, 21' des Dämpfungsmittels 2 mit den Hohlraumwänden in dem Reibkontaktbereich 22 jeweils in Reibkontakt. Bei einer Bewegung einer oder beider Schaufeln 10, 10' in radialer und/ oder axialer Richtung kann die Schaufelbewegung aufgrund des Reibkontakts des Dämpfungsmittels 2 mit den Hohlraumwänden gedämpft werden.

[0034] Fig. 2 zeigt einen vergrößerte Ansicht A-A des Reibkontaktbereichs 22 aus Figur 1. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, befindet sich der dritte Abschnitt mit dem Krümmungsradius R3 der ersten Seitenfläche 21 in Reibkontakt mit der Hohlraumwand. Der zweite Abschnitt der ersten Seitenfläche 21 mit dem Krümmungsradius R2, der größer ist als der Krümmungsradius R3, steht nicht in Reibkontakt mit der Hohlraumwand.

Patentansprüche

1. Dämpfungsmittel (2) zum Dämpfen einer Schaufelbewegung einer Turbomaschine (1), wobei das Dämpfungsmittel (2) wenigstens eine Seitenfläche (21, 21') aufweist, die zum Dämpfen der Schaufelbewegung durch Reibkontakt mit einer Reibfläche der Turbomaschine (1) vorgesehen ist, wobei die Seitenfläche (21, 21') asymmetrisch ballig ausgebildet ist und **gekennzeichnet durch** ein Verdrehsicherungsmittel (24).
2. Dämpfungsmittel (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seitenfläche (21, 21') wenigstens zwei Abschnitte mit unterschiedlichen Krümmungsradien (R1, R2, R3) aufweist.
3. Dämpfungsmittel (2) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abschnitt der Seitenfläche (21, 21'), der radial weiter von einer Rotorachse der Turbomaschine (1) entfernt ist, einen kleineren Krümmungsradius aufweist als ein Abschnitt der

Seitenfläche (21, 21'), der radial näher zur Rotorachse liegt.

4. Dämpfungsmittel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungsmittel (2) einen drei- oder mehreckförmigen Achsnormalquerschnitt aufweist.
5. Dämpfungsmittel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Befestigungsmittel zum Begrenzen oder Verhindern einer Bewegung des Dämpfungsmittels (2), insbesondere in Richtung einer Rotorachse der Turbomaschine (1).
6. Turbomaschine (1), insbesondere Gas- oder Dampfturbine, mit einem Rotor und wenigstens einer Schaufel (10), insbesondere einer mit dem Rotor gekoppelten Laufschaufel, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbomaschine (1) ein Dämpfungsmittel (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.
7. Turbomaschine (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufel (10) ein Schaufelblatt und an dem vom Rotor entfernten Ende des Schaufelblatts eine Deckplatte aufweist, wobei die Deckplatte eine Aussparung aufweist, die, wenigstens teilweise, einen, insbesondere geschlossenen, Hohlraum definiert, in dem das Dämpfungsmittel (2) angeordnet ist.
8. Turbomaschine (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungsmittel (2), wenigstens teilweise, in einem Hohlraum in einem Positionierungsmittel für die Schaufel (10) in axialer Richtung angeordnet ist.
9. Turbomaschine (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufel (10) ein Schaufelblatt und an dem dem Rotor zugewandten Ende des Schaufelblatts eine Plattform aufweist, wobei die Plattform eine Aussparung aufweist, die, wenigstens teilweise, einen, insbesondere geschlossenen, Hohlraum definiert, in dem das Dämpfungsmittel (2) angeordnet ist.
10. Verfahren zum Herstellen eines Dämpfungsmittels (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Seitenfläche (21, 21') asymmetrisch ballig hergestellt, insbesondere ur- und/oder umgeformt und/oder spanend bearbeitet, wird und dass das Dämpfungsmittels (2) ein Verdrehsicherungsmittel (24) aufweist.

Claims

1. A damping means (2) for damping a blade movement of a turbomachine (1), the damping means (2) comprising at least one side surface (21, 21') intended to damp the blade movement by frictional contact with a friction surface of the turbomachine (1), the side surface (21, 21') being asymmetrically convex in shape, and **characterized by** an anti-turn means (24).
2. The damping means (2) according to claim 1, **characterized in that** the side surface (21, 21') comprises at least two sections having differing radii of curvature (R1, R2, R3).
3. The damping means (2) according to claim 2, **characterized in that** a section of the side surface (21, 21') radially farther away from a rotor axis of the turbomachine (1) has a smaller radius of curvature than a section of the side surface (21, 21') radially closer to the rotor axis.
4. The damping means (2) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the damping means (2) has a triangular or polygonal shape in a cross section normal to a rotor axis.
5. The damping means (2) according to any one of the preceding claims, **characterized by** a fastening means for limiting or preventing a movement of the damping means (2), in particular in the direction of a rotor axis of the turbomachine (1).
6. A turbomachine (1), in particular a gas or steam turbine, comprising a rotor and at least one blade (10), in particular a rotor blade coupled to the rotor, **characterized in that** the turbomachine (1) comprises a damping means (2) according to any one of the preceding claims.
7. The turbomachine (1) according to claim 6, **characterized in that** the blade (10) comprises an airfoil and a shroud segment at the end of the airfoil distal from the rotor, the shroud segment having a pocket at least partially defining a cavity, in particular a closed cavity, in which the damping means (2) is disposed.
8. The turbomachine (1) according to claim 6, **characterized in that** the damping means (2) is at least partially disposed in a cavity in a positioning means for the blade (10) in the axial direction.
9. The turbomachine (1) according to claim 6, **characterized in that** the blade (1) comprises an airfoil and a platform at the end of the airfoil facing toward the rotor, the platform having a pocket at least partially

defining a cavity, in particular a closed cavity, in which the damping means (2) is disposed.

10. A method for producing a damping means (2) according to any one of the preceding claims 1 to 5, **characterized in that** at least one side surface (21, 21') is produced asymmetrically convex in shape, in particular by way of primary shaping and/or forming and/or machining, and the damping means (2) comprises an anti-turn means (24).

Revendications

1. Moyen d'amortissement (2) pour amortir un déplacement de pale d'une turbomachine (1), dans lequel le moyen d'amortissement (2) présente une surface latérale (21, 21'), qui est prévue pour amortir le mouvement de pale par contact frottant avec une surface de frottement de la turbomachine (1), dans lequel la surface latérale (21, 21') est conçue en forme convexe de manière asymétrique et **caractérisé par un** moyen de solidarisation en rotation (24).
2. Moyen d'amortissement (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface latérale (21, 21') présente au moins deux sections avec des rayons de courbure différents (R1, R2, R3).
3. Moyen d'amortissement (2) selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**une section de la surface latérale (21, 21'), qui est radialement plus éloignée d'un axe de rotor de la turbomachine (1), présente un rayon de courbure plus petit qu'une section de la surface latérale (21, 21') qui se situe radialement plus près de l'axe du rotor.
4. Moyen d'amortissement (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moyen d'amortissement (2) présente une section transversale normale de l'axe de forme triangulaire ou pluri-angulaire.
5. Moyen d'amortissement (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par un** moyen de fixation pour limiter ou empêcher un déplacement du moyen d'amortissement (2), en particulier dans la direction d'un axe de rotor de la turbomachine (1).
6. Turbomachine (1), en particulier turbine à gaz ou à vapeur, comprenant un rotor et au moins une pale (10), en particulier une pale couplée au rotor, **caractérisée en ce que** la turbomachine (1) présente un moyen d'amortissement (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
7. Turbomachine (1) selon la revendication 6, **carac-**

térisée en ce que la pale (10) présente une lame de pale et, à l'extrémité de la pale éloignée du rotor, une plaque de recouvrement, dans laquelle la plaque de recouvrement présente une cavité qui définit au moins en partie un espace creux en particulier fermé, dans lequel le moyen d'amortissement (2) est agencé.

5

8. Turbomachine (1) selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le moyen d'amortissement (2) est agencé dans la direction axiale au moins en partie dans un espace creux d'un moyen de positionnement pour la pale (10).

10

9. Turbomachine (1) selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** la pale (10) présente une lame de pale et, à l'extrémité de la pale tournée vers le rotor, une plateforme, dans laquelle la plateforme présente une cavité qui définit au moins en partie un espace creux en particulier fermé, dans lequel le moyen d'amortissement (2) est agencé.

15

20

10. Procédé de fabrication d'un moyen d'amortissement (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**au moins une surface latérale (21, 21') est fabriquée de manière asymétrique en forme convexe, en particulier formée d'origine et/ou retravaillée et/ou usinée par enlèvement de copeaux et le moyen d'amortissement (2) présente un moyen de solidarisation en rotation (24).

25

30

35

40

45

50

55

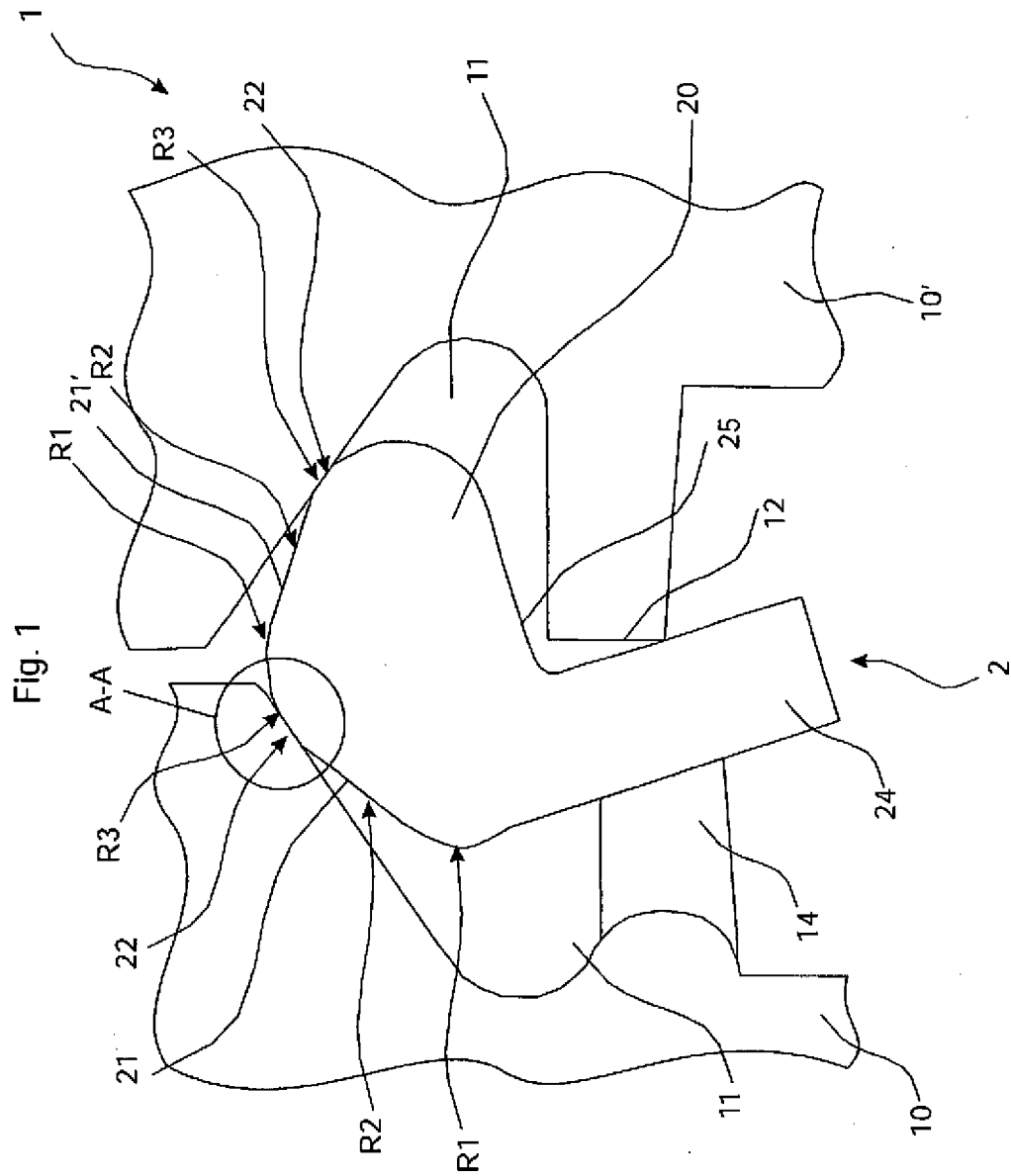
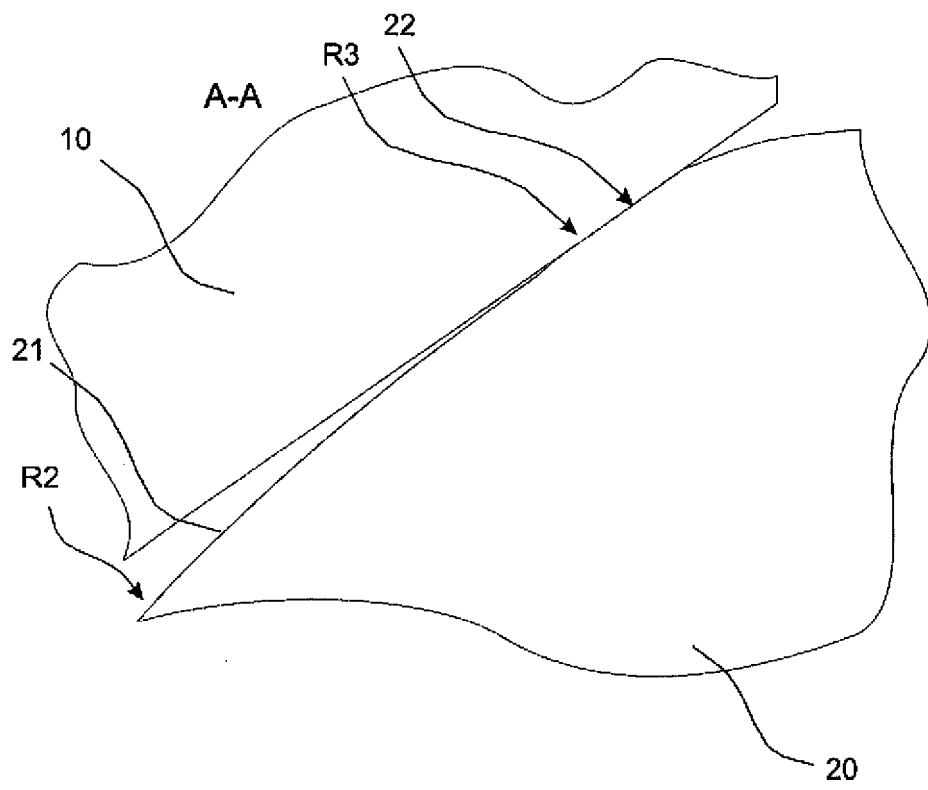


Fig. 2



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 10340773 [0003]