



(11) **EP 3 667 020 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.06.2020 Patentblatt 2020/25

(51) Int Cl.:
F01D 5/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19214170.3**

(22) Anmeldetag: **06.12.2019**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

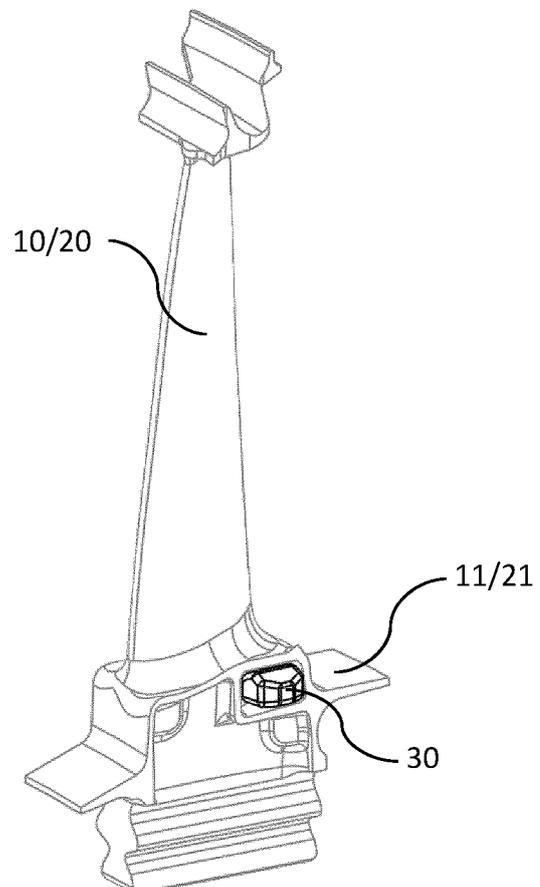
(72) Erfinder:
• **Hartung, Andreas**
80995 München (DE)
• **Pernleitner, Martin**
80995 München (DE)

(30) Priorität: **12.12.2018 DE 102018221533**

(54) **TURBOMASCHINEN-SCHAUFELANORDNUNG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaufelanordnung für eine Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit einer ersten Schaufel (10-12), die ein erstes Schaufelblatt (10) und eine erste Plattform (11) aufweist, und einer in Umfangsrichtung (U) benachbarten zweiten Schaufel (20-22), die ein zweites Schaufelblatt (20) und eine zweite Plattform (21) aufweist, wobei eine erste Wandung (12) der ersten Schaufel und eine zweite Wandung (22) der zweiten Schaufel eine Schaufelkavität begrenzen, in der ein Dämpfer (30) mit einer wandungsseitigen Kontaktoberfläche (31, 32) angeordnet ist, wobei diese Kontaktoberfläche wenigstens einen ersten Oberflächenabschnitt (31) aufweist, der in einer ersten Richtung (K) konvex gekrümmt ist, die in wenigstens einer Kontaktposition, in der der erste Oberflächenabschnitt die erste Wandung kontaktiert, parallel zu wenigstens einem Abschnitt einer der zweiten Plattform zugewandten Kante (k) der ersten Plattform ist.

Fig. 2



EP 3 667 020 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaufelanordnung für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit der Schaufelanordnung sowie ein Verfahren zur Reduzierung von Schwingungen der Schaufelanordnung.

[0002] Schaufeln von Turbomaschinen können im Betrieb verschiedene Schwingungsmoden aufweisen. Insbesondere können einerseits sogenannte Flap-Moden ("F-Mode") der Schaufeln ein Verkippen der Schaufeln bzw. Plattformen um die Haupt- bzw. Rotationsachse der Turbomaschine bewirken, andererseits sogenannte Couple-Disk-Moden ("CD-Mode") ein Nicken der Schaufeln bzw. Plattformen in Richtung einer Trennlinie zwischen den Plattformen.

[0003] Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, Schwingungen von Schaufelanordnungen zu reduzieren.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Schaufelanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Anspruch 10 stellt eine Turbomaschine mit einer oder mehreren hier beschriebenen Schaufelanordnungen unter Schutz. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0005] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist (wenigstens) eine Schaufelanordnung für eine bzw. einer Turbomaschine, in einer Ausführung eine(r) Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, eine Schaufel mit einem Schaufelblatt und wenigstens einer Plattform sowie eine dieser in Umfangsrichtung benachbart(angeordnet)e weitere Schaufel mit einem Schaufelblatt und wenigstens einer Plattform auf, wobei diese beiden Schaufeln vorliegend ohne Beschränkung der Allgemeinheit als erste und zweite Schaufel bezeichnet werden, ihr Schaufelblatt und ihre Plattform entsprechend als erstes Schaufelblatt bzw. erste Plattform (der ersten Schaufel) bzw. zweites Schaufelblatt bzw. zweite Plattform (der zweiten Schaufel).

[0006] In einer Ausführung sind die Schaufeln Laufschaukeln und/oder Schaufeln einer Verdichter- oder Turbinenstufe einer Gasturbine, insbesondere eines Flugtriebwerks, und/oder weisen Schaufelfüße auf, die, insbesondere lösbar und/oder form- und/oder reibschlüssig, in einem Träger, insbesondere Rotor der Turbomaschine, befestigt bzw. hierzu vorgesehen, insbesondere eingerichtet, sind bzw. verwendet werden.

[0007] Aufgrund der Einsatzbedingungen kann die vorliegende Erfindung hier mit besonderem Vorteil verwendet werden.

[0008] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung begrenzen eine Wandung der ersten Schaufel ("erste Wandung") und eine Wandung der zweiten Schaufel ("zweite Wandung") eine Schaufelkavität, in der ein ein- oder mehrteiliger Dämpfer angeordnet ist bzw. wird, welcher eine wandungsseitige Kontaktfläche

aufweist, die im Betrieb die erste und zweite Wandung wenigstens temporär kontaktiert bzw. hierzu vorgesehen, insbesondere eingerichtet, ist bzw. verwendet wird.

[0009] Diese Kontaktfläche weist nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung einen Oberflächenabschnitt auf, der vorliegend ohne Beschränkung der Allgemeinheit als erster Oberflächenabschnitt bezeichnet wird und in einer ersten Richtung (gesehen) konvex gekrümmt ist, die in wenigstens einer Kontaktposition, in der dieser erste Oberflächenabschnitt die erste Wandung kontaktiert, parallel zu wenigstens einem Abschnitt einer Kante, insbesondere einer schaufelblatt- bzw. strömungskanalseitigen bzw. Oberkante, der ersten Plattform ist, welche der zweiten Plattform zugewandt ist. Mit anderen Worten weist die Kontaktfläche einen ersten Oberflächenabschnitt auf, der in Richtung wenigstens eines Abschnitts einer der zweiten Plattform zugewandten (schaufelblatt- bzw. strömungskanalseitigen bzw. Ober)Kante der ersten Plattform bzw. einer Trennlinie zwischen der ersten und zweiten Plattform konvex gekrümmt ist, wenn der Dämpfer bzw. sein erster Oberflächenabschnitt sich in der Kontaktposition befindet.

[0010] Dieser Abschnitt der Kante beträgt in einer Ausführung wenigstens 10%, insbesondere wenigstens 25%, in einer Ausführung wenigstens 50% einer (Gesamt)Länge der Kante bzw. Trennlinie, er kann insbesondere auch 100% betragen. Die Trennlinie kann in einer Ausführung spaltartig sein, insbesondere, um Toleranzen, thermische Ausdehnungen, Bewegungen oder dergleichen zu kompensieren. Entsprechend berührt die (der zweiten Plattform zugewandte Kante der) erste(n) Plattform die zweite Plattform in einer Ausführung (im (Normal)Betrieb) nicht bzw. ist hierzu vorgesehen, insbesondere eingerichtet. In einer anderen Ausführung können sich die (der zweiten Plattform zugewandte Kante der) erste(n) Plattform und die zweite Plattform wenigstens temporär berühren, so dass die Trennlinie eine Kontaktlinie zwischen der ersten und zweiten Plattform bildet. Somit ist die erste Richtung in einer Ausführung in der wenigstens einen Kontaktposition, in der der erste Oberflächenabschnitt die erste Wandung kontaktiert, parallel zu wenigstens einem Abschnitt einer Trennlinie zwischen der ersten und zweiten Plattform, insbesondere einem Abschnitt einer (durch die der zweiten Plattform zugewandten Kante der ersten Plattform definierten) temporären oder auch nur virtuellen bzw. theoretischen Kontaktlinie zwischen der ersten und zweiten Plattform, wobei dieser Abschnitt in einer Ausführung wenigstens 10%, insbesondere wenigstens 25%, in einer Ausführung wenigstens 50% einer (Gesamt)Länge der Trenn- bzw. (temporären bzw. (nur) virtuellen bzw. theoretischen) Kontaktlinie beträgt, insbesondere auch 100% betragen kann.

[0011] Wie einleitend erläutert, können Couple-Disk-Moden ein Nicken der Schaufeln bzw. Plattformen in Richtung der Trennlinie bewirken. Indem der Dämpfer bzw. seine Kontaktfläche in dem ersten Oberflächenabschnitt parallel zu wenigstens einem Abschnitt

der der zweiten Plattform zugewandten Kante der ersten Plattform bzw. der hierdurch definierten Trennlinie zwischen der ersten und zweiten Plattform konvex gekrümmt ist, können in einer Ausführung infolge einer (hierdurch begünstigten) Relativbewegung der ersten und zweiten Schaufel gegeneinander vorteilhaft durch eine (hierdurch begünstigte) reibungsbehaftete Gleitbewegung des Dämpfers bzw. seiner Kontaktfläche Schwingungsenergie dissipiert und so entsprechende Schwingungen der Schaufelanordnungen reduziert werden.

[0012] In einer Ausführung ist der erste Oberflächenabschnitt zusätzlich auch in Umfangsrichtung (gesehen) konvex gekrümmt, wenn der Dämpfer sich in der Kontaktposition befindet.

[0013] Wie einleitend erläutert, können Flap-Moden ein Verkippen der Schaufeln bzw. Plattformen um die Haupt- bzw. Rotationsachse bzw. in Umfangsrichtung bewirken. Indem der Dämpfer bzw. seine Kontaktfläche in dem ersten Oberflächenabschnitt auch in Umfangsrichtung konvex gekrümmt ist, können in einer Ausführung infolge einer (hierdurch begünstigten) Relativbewegung der ersten und zweiten Schaufel gegeneinander vorteilhaft durch eine (hierdurch begünstigte) reibungsbehaftete Gleitbewegung des Dämpfers bzw. seiner Kontaktfläche Schwingungsenergie dissipiert und so entsprechende Schwingungen der Schaufelanordnungen reduziert werden.

[0014] In einer alternativen Ausführung ist der erste Oberflächenabschnitt in Umfangsrichtung (gesehen) gerade, wenn der Dämpfer sich in der Kontaktposition befindet.

[0015] Hierdurch kann in einer Ausführung eine Gleitbewegung zwischen dem ersten Oberflächenabschnitt und der ersten Wandung erschwert bzw. eine Anlagefläche vergrößert werden und sich der Dämpfer dadurch besser an der ersten Wandung abstützen.

[0016] Insbesondere dann kann es, insbesondere in Hinblick auf die oben genannten Flap-Moden bzw. das Verkippen der Schaufeln bzw. Plattformen um die Haupt- bzw. Rotationsachse bzw. in Umfangsrichtung, vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Kontaktfläche einen weiteren Oberflächenabschnitt aufweist, der vorliegend ohne Beschränkung der Allgemeinheit als zweiter Oberflächenabschnitt bezeichnet wird, die zweite Wandung kontaktiert, wenn der Dämpfer sich in der Kontaktposition befindet, bzw. hierzu vorgesehen, insbesondere eingerichtet, ist bzw. verwendet wird, und dann bzw. in der Kontaktposition in Umfangsrichtung (gesehen) konvex gekrümmt ist.

[0017] Hierdurch können in einer Ausführung ein Verkippen der Schaufeln bzw. Plattformen um die Haupt- bzw. Rotationsachse bzw. in Umfangsrichtung begünstigt und so vorteilhaft durch eine (hierdurch begünstigte) reibungsbehaftete Gleitbewegung des Dämpfers bzw. seiner Kontaktfläche Schwingungsenergie von Flap-Moden dissipiert und so entsprechende Schwingungen der Schaufelanordnungen reduziert werden.

[0018] Durch den in der Kontaktposition in Umfangsrichtung (gesehen) geraden ersten Oberflächenabschnitt kann sich dabei, wie erläutert, der Dämpfer vorteilhaft an der ersten Wandung abstützen, wobei der in der Kontaktposition in Umfangsrichtung (gesehen) konvex gekrümmte zweite Oberflächenabschnitt nicht hierauf beschränkt ist, sondern auch in Kombination mit einem in der Kontaktposition in Umfangsrichtung (gesehen) konvex gekrümmten ersten Oberflächenabschnitt vorteilhaft Schwingungen reduzieren kann.

[0019] Zusätzlich oder alternativ kann es, insbesondere bei in der Kontaktposition sowohl in der ersten Richtung als auch in Umfangsrichtung (gesehen) konvex gekrümmtem ersten Oberflächenabschnitt, vorteilhaft sein, einen bzw. den (zweiten) Oberflächenabschnitt der Kontaktfläche vorzusehen, der in der Kontaktposition die zweite Wandung kontaktiert und in der ersten Richtung und/oder in der Umfangsrichtung (gesehen) gerade ist. Dieser zweite Oberflächenabschnitt kann dabei insbesondere eben bzw. planar ausgebildet sein.

[0020] Hierdurch kann in einer Ausführung eine Gleitbewegung zwischen diesem zweiten Oberflächenabschnitt und der zweiten Wandung erschwert werden und sich der Dämpfer dadurch besser an der zweiten Wandung abstützen.

[0021] In einer Ausführung weist der Dämpfer eine oder mehrere Dämpferkavitäten auf, in der bzw. denen (jeweils) wenigstens, in einer bevorzugten Ausführung (jeweils) genau, ein, in einer Ausführung kugelartiger, Stoßkörper angeordnet ist bzw. wird, der im Betrieb Stoßkontakte mit der Dämpferkavitätswandung ausführt bzw. hierzu vorgesehen, insbesondere eingerichtet ist bzw. verwendet wird.

[0022] Dem liegt ein, grundsätzlich aus der WO 2012/095067 A1 bekanntes, Konzept zur Reduzierung von Schaufelschwingungen durch Stoßkontakte zugrunde, durch das insbesondere Resonanzfrequenzen von Schaufel(anordnungen) verstimmt werden können. Ergänzend wird hierzu auf die genannte WO 2012/095067 A1 Bezug genommen und deren Inhalt ausdrücklich vollumfänglich in die vorliegende Offenbarung einbezogen.

[0023] Wie sich überraschend herausgestellt hat, können in Kombination mit in der vorstehend beschriebenen Kontaktfläche Impulse zwischen Stoßkörpern, Dämpfern und Schaufeln besonders vorteilhaft übertragen und dadurch Schaufelschwingungen besonders vorteilhaft reduziert werden. Es wird angenommen, dass dies durch die hierdurch begünstigten bzw. erschwerten Gleitbewegungen in den entsprechenden Richtungen besonders begünstigt wird, ohne an diese Annahme gebunden zu sein.

[0024] In einer Ausführung ist/sind bzw. wird/werden der bzw. eine oder mehrere der Stoßkörper luft- bzw. gasdicht in der (jeweiligen) Dämpferkavität angeordnet.

[0025] Hierdurch können Schaufelschwingungen stoßkontaktbedingt besonders vorteilhaft reduziert werden.

[0026] In einer Ausführung ist/sind bzw. wird/werden

die bzw. eine oder mehrere der Dämpferkavitäten (jeweils, insbesondere gemeinsam) durch einen Deckel, in einer Ausführung luftdicht, verschlossen, der auf einer der Kontaktfläche gegenüberliegenden Seite des Dämpfers angeordnet ist.

[0027] Hierdurch kann in einer Ausführung die Impulsübertragung zwischen Stoßkörpern, Dämpfern und Schaufeln (weiter) verbessert werden.

[0028] Die erste und zweite Plattform sind in einer Ausführung schaufelfußseitige Plattformen, insbesondere also radial innenliegende und/oder Unterplattformen.

[0029] Zusätzlich oder alternativ ist die Schaufelkavität in einer Ausführung auf einer schaufelblattabgewandten Seite der ersten und/oder zweiten Plattform, in einer Ausführung ganz oder teilweise in der ersten und/oder zweiten Plattform, angeordnet.

[0030] Es hat sich überraschend herausgestellt, dass hierdurch Schaufelschwingungen besonders vorteilhaft reduziert werden.

[0031] Eine Axialrichtung ist in einer Ausführung parallel zu einer Dreh- bzw. (Haupt)Maschinenachse der Turbomaschine, eine Umfangsrichtung entsprechend eine Rotationsrichtung um diese Achse, eine Radialrichtung senkrecht zur Axial- und Umfangsrichtung.

[0032] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 eine Schaufelanordnung nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in radialer Draufsicht;

Fig. 2 eine Schaufel der Schaufelanordnung in perspektivischer Ansicht;

Fig. 3 einen Dämpfer der Schaufelanordnung in vergrößerter perspektivischer Ansicht;

Fig. 4 einen Schnitt längs der Linie A-A in Fig. 1;

Fig. 5 den Dämpfer aus einer anderen Perspektive; und

Fig. 6 einen Schnitt längs der Linie VI-VI in Fig. 4.

[0033] Fig. 1 zeigt eine Schaufelanordnung nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in radialer Draufsicht, Fig. 2 eine der beiden baugleichen Schaufeln der Schaufelanordnung in perspektivischer Ansicht.

[0034] Beide Schaufeln weisen jeweils ein Schaufelblatt 10 bzw. 20 und eine schaufelfußseitige Plattform 11 bzw. 21 auf.

[0035] In einer Schaufelkavität in den beiden Plattformen, die durch entsprechende Wandungen 12 bzw. 22 (vgl. Fig. 4) begrenzt ist, ist ein Dämpfer 30 angeordnet, auf dessen wandungsseitige Kontaktfläche man in Fig. 3 blickt.

[0036] Diese Kontaktfläche weist einen ersten Oberflächenabschnitt 31 auf, der in einer ersten Richtung K konvex gekrümmt ist, die in einer Kontaktposition, in der der erste Oberflächenabschnitt die Wandung der einen Schaufel kontaktiert (vgl. Fig. 4), parallel zur der zweiten Plattform 21 zugewandten Kante k der ersten Plattform 11 bzw. Trennlinie zwischen der ersten und zweiten Plattform ist. Fig. 6 zeigt zur Verdeutlichung einen Schnitt längs der in Fig. 4 strichpunktiert eingezeichneten Schnittlinie VI-VI.

[0037] Im Ausführungsbeispiel ist der erste Oberflächenabschnitt in der Kontaktposition auch in Umfangsrichtung U konvex gekrümmt und die Kontaktfläche weist einen zweiten Oberflächenabschnitt 32 auf, der in der Kontaktposition die Wandung der anderen Schaufel kontaktiert und in der ersten Richtung K und in der Umfangsrichtung U gerade ist.

[0038] In einer nicht dargestellten Abwandlung ist umgekehrt der erste Oberflächenabschnitt 31 in der Kontaktposition in Umfangsrichtung U gerade und der zweite Oberflächenabschnitt 32 in Umfangsrichtung konvex gekrümmt.

[0039] Wie in der Rückansicht (von radial unten) der Fig. 5 erkennbar, weist der Dämpfer 30 mehrere Dämpferkavitäten 33 auf, in denen jeweils ein (in Fig. 5 ausgeblendet) Stoßkörper zum Stoßkontakt mit der jeweiligen Dämpferkavitätswandung angeordnet ist.

[0040] Die Dämpferkavitäten werden bzw. sind durch einen (in Fig. 5 ausgeblendeten) Deckel luftdicht.

[0041] Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

Bezugszeichenliste

[0042]

10	erstes Schaufelblatt
11	erste Plattform
12	erste Wandung
20	zweites Schaufelblatt
21	zweite Plattform
22	zweite Wandung
30	Dämpfer
31	erster Oberflächenabschnitt

- 32 zweiter Oberflächenabschnitt
 33 Dämpferkavität
 k Kante
 K erste Richtung
 U Umfangsrichtung

Patentansprüche

1. Schaufelanordnung für eine Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit einer ersten Schaufel (10-12), die ein erstes Schaufelblatt (10) und eine erste Plattform (11) aufweist, und einer in Umfangsrichtung (U) benachbarten zweiten Schaufel (20-22), die ein zweites Schaufelblatt (20) und eine zweite Plattform (21) aufweist, wobei eine erste Wandung (12) der ersten Schaufel und eine zweite Wandung (22) der zweiten Schaufel eine Schaufelkavität begrenzen, in der ein Dämpfer (30) mit einer wandungsseitigen Kontaktfläche (31, 32) angeordnet ist, wobei diese Kontaktfläche wenigstens einen ersten Oberflächenabschnitt (31) aufweist, der in einer ersten Richtung (K) konvex gekrümmt ist, die in wenigstens einer Kontaktposition, in der der erste Oberflächenabschnitt die erste Wandung kontaktiert, parallel zu wenigstens einem Abschnitt einer der zweiten Plattform zugewandten Kante (k) der ersten Plattform ist. 10
2. Schaufelanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Oberflächenabschnitt in der Kontaktposition auch in Umfangsrichtung konvex gekrümmt ist. 15
3. Schaufelanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfläche wenigstens einen zweiten Oberflächenabschnitt (32) aufweist, der in der Kontaktposition die zweite Wandung kontaktiert und planar und/oder in der ersten und/oder Umfangsrichtung gerade ist. 20
4. Schaufelanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Oberflächenabschnitt (31) in der Kontaktposition in Umfangsrichtung gerade ist. 25
5. Schaufelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfläche wenigstens einen zweiten Oberflächenabschnitt (32) aufweist, der in der Kontaktposition die zweite Wandung kontaktiert und in Umfangsrichtung konvex gekrümmt ist. 30
6. Schaufelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dämpfer wenigstens eine Dämpferkavität (33) aufweist, in der wenigstens, insbesondere genau, ein Stoßkörper zum Stoßkontakt mit der Dämpferkavitätswandung, insbesondere luftdicht, angeordnet ist. 35
7. Schaufelanordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpferkavität durch einen Deckel, insbesondere luftdicht, verschlossen ist, der auf einer der Kontaktflächen gegenüberliegenden Seite des Dämpfers angeordnet ist. 40
8. Schaufelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite Plattform schaufelfußseitige Plattformen sind. 45
9. Schaufelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelkavität auf einer schaufelblattabgewandten Seite, insbesondere wenigstens teilweise in, der ersten und/oder zweiten Plattform angeordnet ist. 50
10. Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einer Schaufelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 55
11. Verfahren zur Reduzierung von Schwingungen einer Schaufelanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dämpfer derart in der Schaufelkavität angeordnet wird, dass er die Kontaktposition einnehmen kann.

Fig. 2

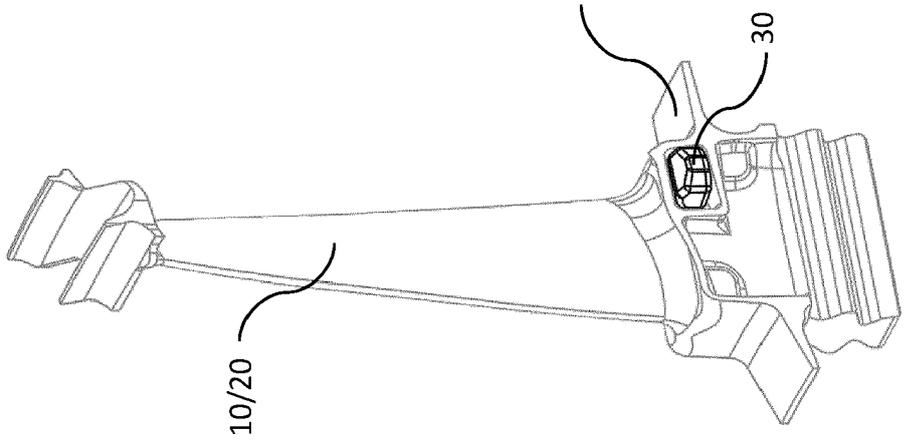


Fig. 1

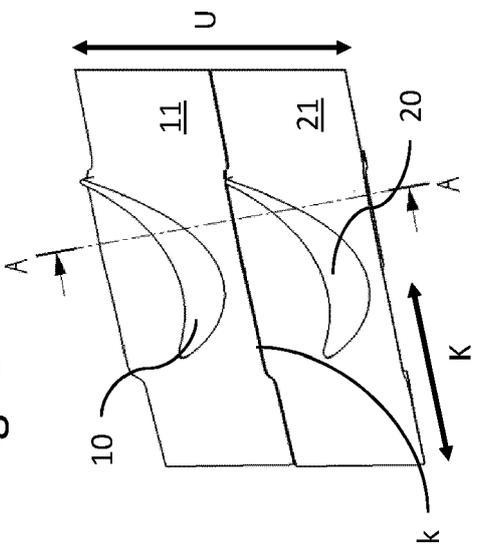


Fig. 4

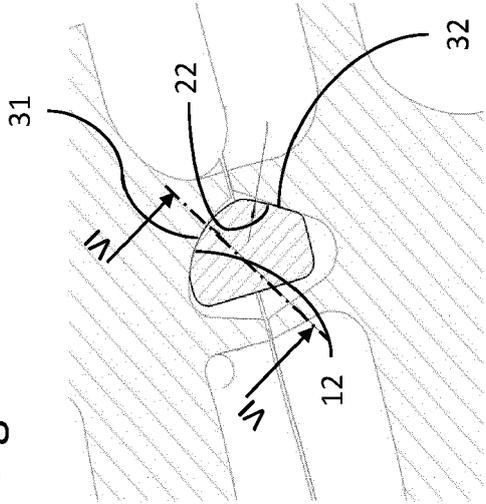


Fig. 3

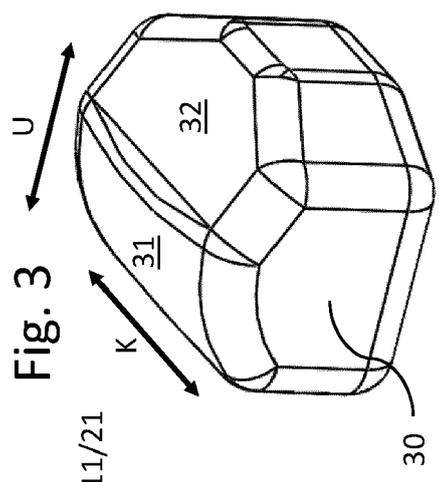


Fig. 5

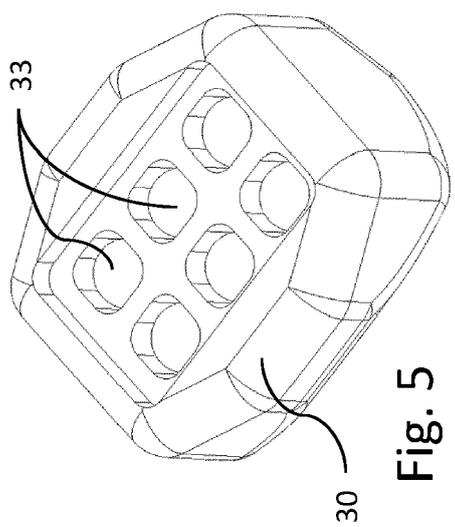
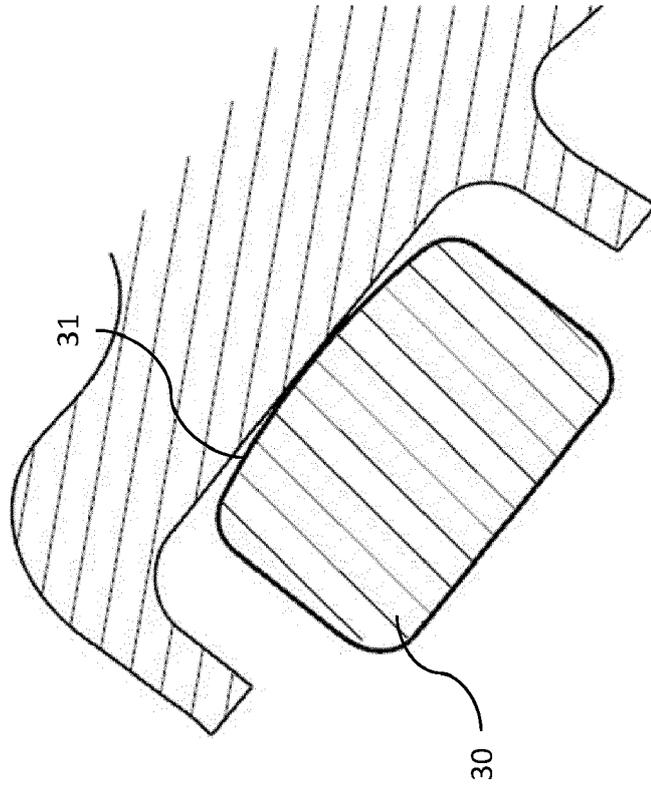


Fig. 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 21 4170

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 455 587 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 23. Mai 2012 (2012-05-23)	1,4,8-11	INV. F01D5/22
Y	* Spalte 8, Absatz 26 - Spalte 9, Absatz 30; Abbildungen 1-4 *	3,6,7	
X	EP 2 163 725 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 17. März 2010 (2010-03-17)	1,4,8-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
	* Spalte 2, Absatz 15 - Spalte 3, Absatz 33; Abbildungen 4,5 *		
X	US 4 457 668 A (HALLINGER CLAUDE C [FR]) 3. Juli 1984 (1984-07-03)	1,8-11	
	* Abbildungen 1,3,3a *		
X	EP 1 600 606 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 30. November 2005 (2005-11-30)	1,8-11	
	* Spalte 2, Absatz 9 - Spalte 4, Absatz 12; Abbildungen 1-5 *		
X	WO 2014/051688 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 3. April 2014 (2014-04-03)	1,4,8-11	
	* Seite 6, Absatz 33 - Seite 6, Absatz 36; Abbildungen 2,4,5,7 *		
X	EP 3 098 387 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 30. November 2016 (2016-11-30)	1,2,5,8-11	
	* Spalte 6, Absatz 24 - Spalte 7, Absatz 26; Abbildungen 3a,3b,4,5 *		
Y	JP 2006 125372 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 18. Mai 2006 (2006-05-18)	3	
	* Abbildungen 3,10 *		
Y	DE 10 2016 221069 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 26. April 2018 (2018-04-26)	6,7	
	* das ganze Dokument *		
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. März 2020	Prüfer Rau, Guido
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 21 4170

5 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.

31-03-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2455587 A1	23-05-2012	EP 2455587 A1 ES 2710516 T3	23-05-2012 25-04-2019
EP 2163725 A2	17-03-2010	EP 2163725 A2 US 2010061854 A1	17-03-2010 11-03-2010
US 4457668 A	03-07-1984	DE 3261740 D1 EP 0062558 A1 FR 2503247 A1 US 4457668 A	14-02-1985 13-10-1982 08-10-1982 03-07-1984
EP 1600606 A1	30-11-2005	DE 102004023130 A1 EP 1600606 A1	01-12-2005 30-11-2005
WO 2014051688 A1	03-04-2014	EP 2900999 A1 SG 11201502166V A US 2015226077 A1 WO 2014051688 A1	05-08-2015 28-05-2015 13-08-2015 03-04-2014
EP 3098387 A1	30-11-2016	EP 3098387 A1 US 2016348514 A1	30-11-2016 01-12-2016
JP 2006125372 A	18-05-2006	KEINE	
DE 102016221069 A1	26-04-2018	DE 102016221069 A1 EP 3315718 A1 US 2018119552 A1	26-04-2018 02-05-2018 03-05-2018

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

- WO 2012095067 A1 [0022]