

(19)



(11)

EP 3 514 326 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.07.2019 Patentblatt 2019/30

(51) Int Cl.:
F01D 5/10 (2006.01) F01D 5/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19152020.4**

(22) Anmeldetag: **16.01.2019**

(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:
• **Humhauser, Werner**
85368 Moosburg (DE)
• **Klingels, Hermann**
85221 Dachau (DE)

(30) Priorität: **19.01.2018 DE 102018200832**

(54) **ROTOR, INSBESONDERE BLISK EINER GASTURBINE, UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN DESSELBEN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor, insbesondere Blisk einer Gasturbine, mit einer Rotorscheibe oder einem Rotorring (1) und Rotorscheaufeln (2), die an einem Umfang der Rotorscheibe oder des Rotorrings (1) angeordnet sind. In einer Umfangsfläche der Rotorscheibe oder des Rotorrings (1) ist zwischen zwei

Rotorscheaufeln (2) zumindest ein Radialschlitz (3) vorgesehen, der in einer abgerundeten Aussparung (4) mündet, die zwischen axialen Endseiten (5, 6) der Rotorscheibe oder des Rotorrings (2) verläuft. Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Herstellen des Rotors.

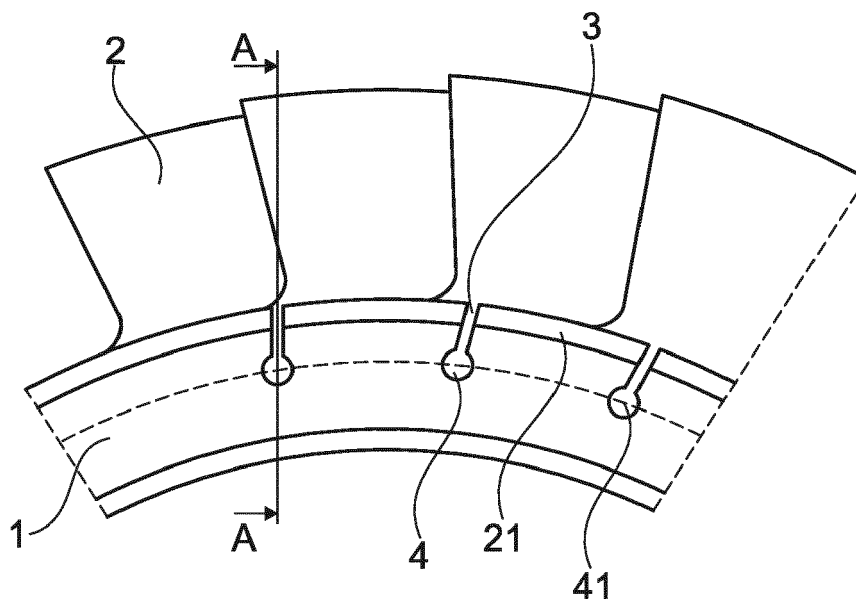


Fig. 1

EP 3 514 326 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor, insbesondere Blisk einer Gasturbine, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und ein Verfahren zum Herstellen desselben gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 8.

[0002] Bei einer Blisk (*Blade Integrated Disk*) sind Rotorscheaufeln und eine Rotorscheibe einstückig zusammengesetzt. Blisken finden insbesondere bei Gasturbinen und Triebwerksturbinen Verwendung. Blisken sind üblicherweise aus Schmiedewerkstoffen hergestellt, die thermisch nur begrenzt belastbar sind. Bei derartigen Triebwerksturbinen ist eine erhöhte Hochdruckverdichteraustrittstemperatur daher eine Herausforderung für eine Blisk. Gleichzeitig sollen durch die Bliskbauweise das Gewicht und der Wirkungsgrad des Verdichters verbessert werden. Um die thermomechanische Ermüdung der hinteren Rotorstufe trotz der erhöhten Temperaturen konstant zu halten, soll Kühlluft im Bereich des hinteren Konus eingeblasen werden und auch die letzte Rotorstufe umspülen bzw. die Kavität unter der letzten Leitschaufel kühlen. Dies ist bei einer herkömmlichen Bliskbauweise nicht möglich.

[0003] Bei Triebwerken mit Kühlluft einblasung und hohen Verdichteraustrittstemperaturen wird in der letzten Hochdruckverdichterstufe eine Axial- oder Umfangsnut verwendet, um einerseits durch den Nutgrund Kühlluft in den Scheibenbereich und zu der davorliegenden Verdichterstufe zu leiten, und um andererseits im Bereich von hohen Wärmeübergängen vom Ringraum zum Schaufelgrund eine in Umfangsrichtung aufgelöste Struktur zu erhalten, um damit bei Lastwechseln hohe Schwankungen zwischen Zug- und Druckspannungen zu reduzieren. Zum Beispiel offenbart DE 10 2009 021 384 A1 eine Gasturbine, bei der ein Kühlluftstrom in Kavitäten eingebracht wird.

[0004] US 8 727 695 B2 offenbart einen Rotor mit einem beschaukelten Rotorring. Angrenzend an dem Rotorring ist ein Abstandshalter angeordnet, an dessen äußerer Umfangsfläche mehrere Nuten ausgebildet sind.

[0005] WO 2015 092 306 A1 offenbart einen Rotor mit einem beschaukelten Rotorring, wobei mehrere Rippen an einer äußeren Umfangsfläche des Rotorrings zwischen Rotorscheaufeln vorgesehen sind.

[0006] DE 10 2006 061 448 B4 offenbart eine Blisk mit einer Rotorscheibe und integrierten Rotorscheaufeln. In der Rotorscheibe befinden sich rechteckige Ausnehmungen, die durch Funkenerosion ausgebildet werden.

[0007] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Rotor, insbesondere eine Blisk, und dessen Herstellungsverfahren zu verbessern.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren zum Herstellen eines Rotors mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Rotor, insbesondere eine Blisk einer Gasturbine

vorgesehen, der eine Rotorscheibe oder einen Rotorring und Rotorscheaufel hat, die an einem Umfang der Rotorscheibe oder des Rotorrings angeordnet sind. In einer Umfangsfläche der Rotorscheibe oder des Rotorrings ist wenigstens zwischen zwei Rotorscheaufeln ein Radialschlitz vorgesehen, der in einer abgerundeten Aussparung mündet, die zwischen axialen Endseiten der Rotorscheibe oder des Rotorrings verläuft.

[0010] In vorteilhafter Weise kann durch den Rotor mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration bei gleichem Kreisprozess d.h. zum Beispiel bei gleichem Verdichterdruckverhältnis OPR (*Overall Pressure Ratio*) oder bei gleicher Verdichteraustrittstemperatur seine Lebensdauer durch Kühlung und Spannungsreduzierung erhöht werden, oder es kann die Drehzahl zur Wirkungsgradsteigerung des Verdichters erhöht werden. Es kann auch das Verdichterdruckverhältnis OPR oder die Verdichteraustrittstemperatur erhöht werden, um den Kreisprozess des Triebwerkes zu verbessern.

[0011] Vorzugsweise ist die abgerundete Aussparung wenigstens im Wesentlichen kantenfrei, insbesondere rund oder elliptisch, ausgebildet, um die Spannungsspitzen in Umfangsrichtung und die Kerbwirkung zu minimieren.

[0012] Vorzugsweise sind die Rotorscheaufeln in ihrem Schaufelgrund bezüglich einer Rotorachse in einem ersten Winkel geneigt, und der Radialschlitz hat in der Umfangsfläche der Rotorscheibe oder des Rotorrings einen zweiten Winkel bezüglich der Rotorachse, der kleiner ist als der erste Winkel. Dadurch kann vermieden werden, dass sich der Radialschlitz mit dem Schaufelgrund überschneidet.

[0013] Vorzugsweise verkleinert sich der Winkel des Radialschlitzes bezüglich der Rotorachse beim Annähern an die Aussparung. Insbesondere kann der Winkel des Radialschlitzes bezüglich der Rotorachse im Übergang in die Aussparung ist im Wesentlichen gleich einem Achswinkel der Aussparung sein. Dadurch kann der Radialschlitz optimal an eine Achse der Aussparung ausgerichtet werden, so dass die Spannungsspitzen noch besser unterdrückt werden können.

[0014] Vorzugsweise hat der Rotor einen Einsatz, der in der Aussparung vorgesehen ist und einen axial verlaufenden Durchlass hat. Dadurch kann optional Kühlluft in die jeweils vordere Verdichterstufe geblasen werden. Falls der Einsatz keinen solchen Durchlass hat, dient er als Dichtung zum wesentlichen Verschließen bzw. Abdichten der Aussparung.

[0015] Weiter bevorzugt hat der Einsatz bezüglich der Aussparung ein radiales Spiel, und er ist dazu konfiguriert, bei einer Drehung des Rotors durch eine Fliehkraft relativ zur Rotorscheibe oder zum Rotorring bewegt zu werden. Dadurch hat der Einsatz eine Funktion als Dämpfer, um eine der Drehzahl überlagerte Torsionsschwingung zu dämpfen.

[0016] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Rotors, insbesondere einer Blisk einer Gasturbine, durch das die-

selben Vorteile erzielt werden können.

[0017] Vorzugsweise wird der Radialschlitz durch Drahterodieren oder Drahtsägen hergestellt, und/oder die Aussparung wird durch Bohren hergestellt. Vorzugsweise wird der Rotor geschmiedet. Vorzugsweise wird der Einsatz an einem Ende gebördelt oder aufgedornt, nachdem er in die Aussparung eingesetzt wurde. Dadurch kann der Rotor in einfacher Weise unter geringen Kosten hergestellt werden.

[0018] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 eine ausschnittartige Vorderansicht eines Rotors nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Querschnittsansicht entlang einer Schnittlinie A-A in der Fig. 1;

Fig. 3 eine ausschnittartige Draufsicht des Rotors nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4A eine Längsschnittansicht eines Einsatzes im eingesetzten Zustand; und

Fig. 4B eine Längsschnittansicht des Einsatzes vor dem Einsetzen.

[0019] Fig. 1 zeigt eine ausschnittartige Vorderansicht eines Rotors nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung, Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht entlang einer Schnittlinie A-A in der Fig. 1, und Fig. 3 zeigt eine ausschnittartige Draufsicht des Rotors nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

[0020] Der Rotor ist als eine Blisk einer Gasturbine ausgeführt, und er hat einen Rotorring 1 mit integrierten Rotorscheaufeln 2, die an einem Umfang des Rotorrings 1 angeordnet sind. Alternativ kann anstelle des Rotorrings 1 auch eine Rotorscheibe verwendet werden, deren Außenumfang im Verhältnis zu der Innenbohrung größer ist als bei dem Rotorring 1.

[0021] In einer äußeren Umfangsfläche der Rotorscheibe oder des Rotorrings 1, d.h. im Schaufelgrund oder im so genannten Scheibenrim, ist zwischen zwei Rotorscheaufeln 2 zumindest ein Radialschlitz 3 vorgesehen, der in einer abgerundeten Aussparung 4 mündet, die zwischen axialen Endseiten 5, 6 der Rotorscheibe oder des Rotorrings 2 verläuft. Ein Durchmesser bzw. eine Breite der Aussparung 4 ist gleich oder größer als eine Breite des Radialschlitzes 3. Der Radialschlitz 3 kann zum Beispiel durch Drahterodieren eingebracht werden. Dabei verläuft der Radialschlitz durchgängig zwischen den axialen Endseiten 5, 6 des Rotorrings 2.

[0022] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist jeweils ein Radialschlitz 3 zwischen zwei benachbarten Rotor-

schaufeln 2 vorgesehen. Bei dem dargestellten Rotor ist die Anzahl der Radialschlitze 3 gleich der Anzahl der Rotorscheaufeln 2. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, und es können mehr oder wenige Radialschlitze 3 im Rotor verwendet werden. Zum Beispiel können zwischen zwei benachbarten Rotorscheaufeln 2 mehr als ein Radialschlitz 3 vorgesehen sein, oder es können bestimmte Rotorscheaufeln 2 am Rotor vorhanden sein, zwischen denen kein Radialschlitz 3 vorgesehen ist. Das Verhältnis der Anzahl der Radialschlitze 3 zu der Anzahl der Rotorscheaufeln 2 am Rotor kann zum Beispiel 1/2, 1/3, 2/1 oder 3/1 betragen.

[0023] Unterhalb des Rims mündet der Radialschlitz 3 in die Aussparung 4, die in der Draufsicht eine runde Bohrung, eine Ellipse oder eine andere abgerundeten Aussparung wie zum Beispiel eine Abbohrung sein kann.

[0024] Die Aussparung 4 bildet einen verrundeten Auslauf des Radialschlitzes 3. Die Aussparung 4 ist im Wesentlichen kantenfrei ausgebildet. Eine Breite des Radialschlitzes 3 ist nicht größer als ein Durchmesser bzw. eine Breite der Aussparung 4. Auf diese Weise können Spannungsspitzen reduziert werden, da Umfangsspannungen vermieden werden bzw. in den nun mit Kühlluft umspülbaren Bereich der Aussparungen 4 verschoben werden. Auch die Kerbwirkung wird dadurch minimiert. Das Auflösen der Umfangsfläche des Rotorrings 1 im heißen Rimbereich durch die Radialschlitze 3 reduziert nicht nur die hohen Spannungen, sondern ermöglicht zusätzlich einen Kühllufttransport durch die Radialschlitze 3 und ggf. durch die Aussparungen 4 in die Kavitäten der jeweils vorderen Stufe. Dadurch kann ein zusätzlicher Kühleffekt erzielt werden.

[0025] Fig. 3 zeigt, wie die Rotorscheaufeln 2 in ihrem Schaufelgrund 21 bezüglich einer Rotorachse x in einem ersten Winkel α geneigt sind. Der Radialschlitz 3 hat in der Umfangsfläche des Rotorrings 1 einen zweiten Winkel β bezüglich der Rotorachse x, der kleiner ist als der erste Winkel α . Dadurch wird sichergestellt, dass die Radialschlitze 3 die Rotorscheaufeln 2 in der äußeren Umfangsfläche des Rotorrings 1, d.h. im Schaufelgrund 21, nicht schneiden.

[0026] In der Tiefenrichtung verkleinert sich der Winkel des Radialschlitzes 3 bezüglich der Rotorachse x beim Annähern an die Aussparung 4. Im Übergang in die Aussparung 4 ist der Winkel des Radialschlitzes 3 bezüglich der Rotorachse x im Wesentlichen gleich einem Achswinkel der Aussparung 4, d.h. der Radialschlitz 3 verläuft dort parallel zu einer Achse 41 der Aussparung 4. Fertigungstechnisch kann der Radialschlitz 3 dadurch hergestellt werden, dass ein aufgespannter Erosionsdraht im zweiten Winkel β auf die Umfangsfläche des Rotorrings 1 aufgesetzt wird und dann bei kleiner werdendem Winkel in den Rotorring 1 radial eindringt, bis er die in axialer Richtung verlaufende Aussparung 4 erreicht.

[0027] Fig. 2 zeigt einen Einsatz 7, der in der Aussparung 4 vorgesehen ist und einen axial verlaufenden Durchlass 8 hat. Durch den Durchlass 8 strömt Kühlluft durch den Rotorring 1, zum Beispiel zur jeweils vorderen

Verdichterstufe. Ein Innendurchmesser des Durchlasses 8 ist an den gewünschten Luftdurchsatz angepasst.

[0028] Fig. 4A zeigt einen anderen Einsatz 9, der in der Aussparung 4 vorgesehen ist und die Aussparung 4 im Wesentlichen verschließt. Auf diese Weise wird die Aussparung 4 abgedichtet. Der Einsatz 9 hat einen zylindrischen Hauptkörper, der an seinen axialen Endseiten einen ersten Rand 11 und einen zweiten Rand 12 hat, deren Außendurchmesser jeweils größer sind als jener des zylindrischen Hauptkörpers. Etwa in der axialen Mitte des Einsatzes 9 ist eine Wand 10 ausgebildet, die eine Durchströmung durch den Einsatz 9 verhindert. Der Einsatz 7 kann ähnlich wie der Einsatz 9 konfiguriert sein, jedoch ist dort anstelle der Wand 10 der Durchlass 8 vorhanden.

[0029] Der Einsatz 7, 9 kann bezüglich der Aussparung 4 ein radiales Spiel haben und dazu konfiguriert sein, bei einer Drehung des Rotors durch eine Fliehkraft relativ zur Rotorscheibe oder zum Rotorring 1 bewegt zu werden. Dadurch wirkt der Einsatz 7, 9 als Dämpfer und kann zum Beispiel eine der Drehzahl überlagerte Torsionsschwingung dämpfen.

[0030] In vorteilhafter Weise kann durch den Rotor mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration bei gleichem Kreisprozess d.h. zum Beispiel bei gleichem Verdichterdruckverhältnis OPR (*Overall Pressure Ratio*) oder bei gleicher Verdichteraustrittstemperatur seine Lebensdauer durch Kühlung und Spannungsreduzierung erhöht werden, oder es kann bei noch offener Konzeptfindung die Drehzahl zur Wirkungsgradsteigerung des Verdichters erhöht werden. Es kann auch das Verdichterdruckverhältnis OPR oder die Verdichteraustrittstemperatur erhöht werden, um den Kreisprozess des Triebwerkes zu verbessern.

[0031] Nachfolgend wird ein Verfahren zum Herstellen des Rotors beschrieben.

[0032] Zunächst wird die Grundstruktur des Rotors, beispielsweise eine Blisk einer Gasturbine, bereitgestellt, die den Rotorring 1 und die am Umfang des Rotorrings 1 angeordneten Rotorscheaufeln 2 aufweist. Bei der Blisk sind der Rotorring 1 und die Rotorscheaufeln 2 integriert. Eine solche Grundstruktur des Rotors kann zum Beispiel durch Schmieden erhalten werden.

[0033] Zumindest eine abgerundete Aussparung 4 wird zwischen axialen Endseiten 5, 6 des Rotorrings 1 eingebracht, zum Beispiel durch Bohren.

[0034] Der Radialschlitz 3 wird in der Umfangsfläche des Rotorrings 1 zwischen zwei Rotorscheaufeln 2 derart eingebracht, dass der Radialschlitz 3 in der Aussparung 4 mündet. Dies kann durch Drahterosion oder auch Drahtsägen erfolgen. Dabei kann ein aufgespannter Erosionsdraht im zweiten Winkel β auf die Umfangsfläche des Rotorrings 1 aufgesetzt werden, der dann bei kleiner werdendem Winkel in den Rotorring radial eindringt, bis er die in axialer Richtung verlaufende Aussparung 4 erreicht. Eine Breite des Erosionsdrahtes und somit des Radialschlitzes 3 ist gleich oder kleiner festgelegt als ein Durchmesser oder eine Breite der Aussparung 4.

[0035] Nach dem Ausbilden der Aussparungen 4 können die Einsätze 7, 9 in die Aussparungen 4 eingesetzt oder eingepresst werden. Die Fig. 4A stellt den Einsatz 4 mit der Gestalt dar, nachdem er in der Aussparung 4 eingesetzt wurde, und die Fig. 4B stellt den Einsatz 4 mit der ursprünglichen Gestalt dar, bevor er in der Aussparung 4 eingesetzt wird. Gemäß der Fig. 4B ist der zweite Rand 12 noch nicht ausgebildet. In dieser Form kann der Einsatz 9 in die Aussparung 4 eingesetzt werden, bis der erste Rand 11 an einer der axialen Endseiten 5 oder 6 des Rotorrings 1 anliegt. Das gegenüberliegende Ende des Einsatzes 9 wird dann gebördelt oder aufgedornt, so dass die in der Fig. 4A gezeigte Gestalt mit dem zweiten Rand 12 erhalten wird. Die noch nicht eingesetzten Einsätze 7, 9 können als Metallhülsen, Metallröhren oder auch Nieten ausgebildet sein.

[0036] Der Einsatz 7 kann ähnlich wie der Einsatz 9 konfiguriert sein, jedoch ist anstelle der Wand 10 der Durchlass 8 vorhanden. Es können bei einem Rotor sowohl die Einsätze 7 mit dem Durchlass 8 als auch die Einsätze 9 mit der Wand 10 gemischt eingesetzt werden.

[0037] In einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann der Übergang zwischen dem Radialschlitz 3 und der Aussparung 4 abgerundet sein, um die Spannungsspitzen und die Kerbwirkung noch stärker zu minimieren.

[0038] Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist. Außerdem sei daraufhingewiesen, 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

[0039]

- | | |
|----|-----------------|
| 1 | Rotorring |
| 2 | Rotorscheaufel |
| 3 | Radialschlitz |
| 4 | Aussparung |
| 5 | axiale Endseite |
| 6 | axiale Endseite |
| 7 | Einsatz |
| 8 | Durchlass |
| 9 | Einsatz |
| 10 | Wand |
| 11 | erster Rand |

- 12 zweiter Rand
 41 Aussparungsachse
 x Rotorachse
 α erster Winkel
 β zweiter Winkel

Patentansprüche

1. Rotor, insbesondere Blisk einer Gasturbine, mit einer Rotorscheibe oder einem Rotorring (1) und Rotorscheaufeln (2), die an einem Umfang der Rotorscheibe oder des Rotorrings (1) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Umfangsfläche der Rotorscheibe oder des Rotorrings (1) zwischen wenigstens zwei Rotorscheaufeln (2) zumindest ein Radialschlitz (3) vorgesehen ist, der in einer abgerundeten Aussparung (4) mündet, die zwischen axialen Endseiten (5, 6) der Rotorscheibe oder des Rotorrings (2) verläuft. 10
2. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abgerundete Aussparung (4) wenigstens im Wesentlichen kantenfrei, insbesondere rund oder elliptisch, ausgebildet ist. 25
3. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorscheaufeln (2) in ihrem Schaufelgrund (21) bezüglich einer Rotorachse (x) in einem ersten Winkel (α) geneigt sind; der Radialschlitz (3) in der Umfangsfläche der Rotorscheibe oder des Rotorrings (1) einen zweiten Winkel (β) bezüglich der Rotorachse (x) hat, der kleiner ist als der erste Winkel (α). 30
4. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich ein Winkel (β) des Radialschlitzes (3) bezüglich der Rotorachse (x) beim Annähern an die Aussparung (4) verkleinert. 40
5. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Einsatz (7), der in der Aussparung (4) vorgesehen ist und einen axial verlaufenden Durchlass (8) hat. 45
6. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** einen Einsatz (9), der in der Aussparung (4) vorgesehen ist und die Aussparung (4) im Wesentlichen verschließt. 50
7. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einsatz (7, 9) bezüglich der Aussparung (4) ein radiales Spiel hat und dazu konfiguriert ist, bei einer Drehung des Rotors durch eine Fliehkraft relativ zur Rotor-

scheibe oder zum Rotorring (1) bewegt zu werden.

8. Verfahren zum Herstellen eines Rotors, insbesondere einer Blisk einer Gasturbine, der eine Rotorscheibe oder einen Rotorring (1) und Rotorscheaufeln (2) aufweist, die an einem Umfang der Rotorscheibe oder des Rotorrings (1) angeordnet sind, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

Herstellen einer Grundstruktur des Rotors mit der Rotorscheibe oder dem Rotorring (1) und den Rotorscheaufeln (2);
 Herstellen einer Aussparung (4) zwischen axialen Endseiten (5, 6) der Rotorscheibe oder des Rotorrings (2);
 Herstellen eines Radialschlitzes (3) in einer Umfangsfläche der Rotorscheibe oder des Rotorrings (1) zwischen wenigstens zwei Rotorscheaufeln (2) derart, dass der Radialschlitz (3) in der Aussparung (4) mündet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor geschmiedet wird und /oder der Radialschlitz (3) durch Drahterodieren oder Drahtsägen oder Laserschneiden hergestellt wird und/oder die Aussparung (4) durch Bohren hergestellt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **gekennzeichnet durch** einen Schritt zum Einsetzen eines Einsatzes (7, 9) in die Aussparung (4).
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einsatz (7, 9) an einem Ende gebördelt oder aufgedornt wird, nachdem er in die Aussparung (4) eingesetzt wurde.

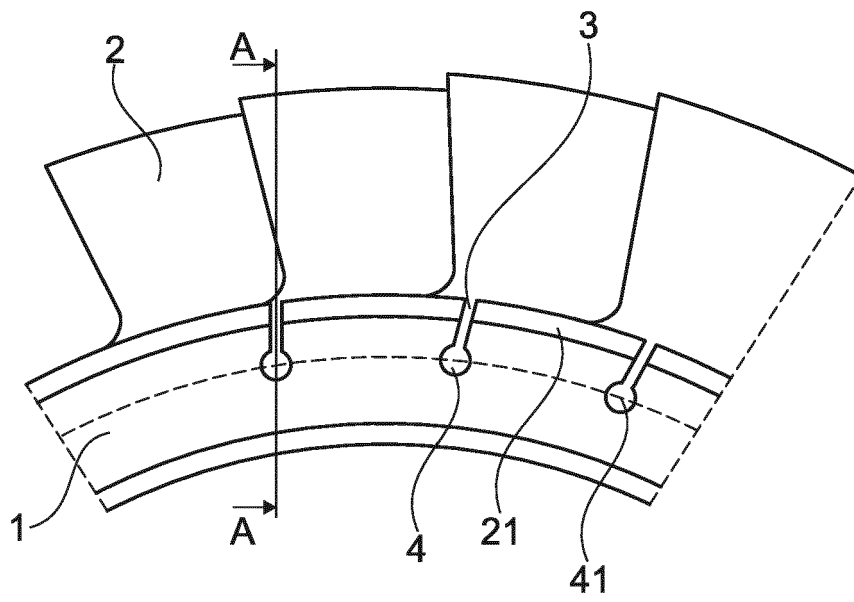


Fig. 1

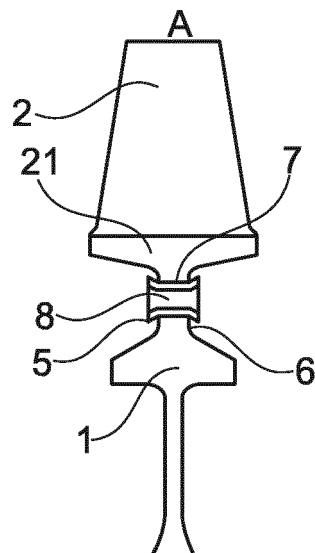


Fig. 2

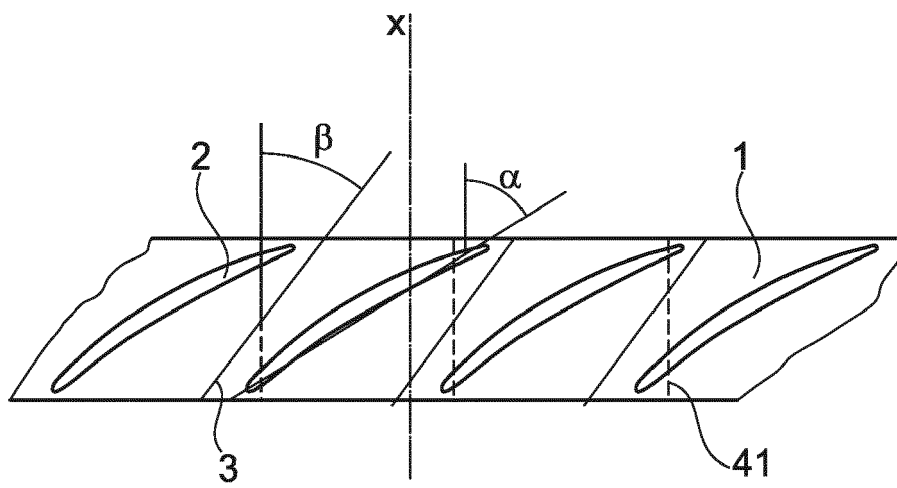


Fig. 3

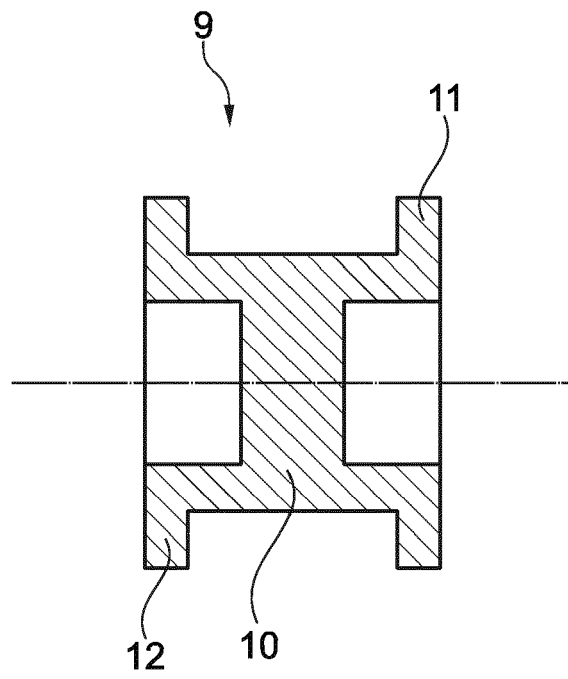


Fig. 4A

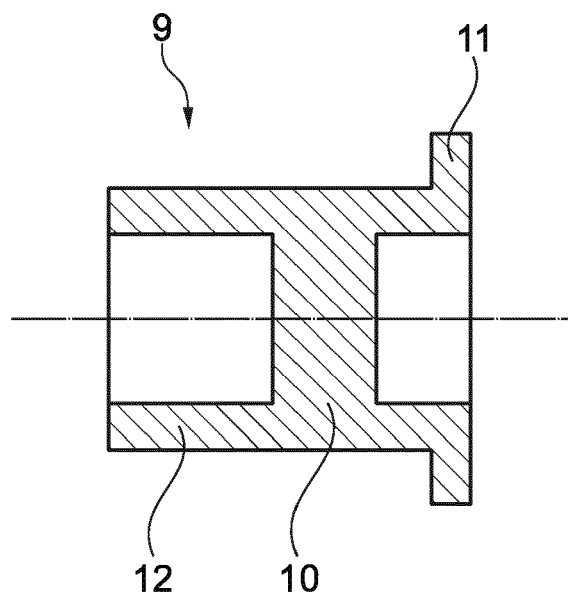


Fig. 4B



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 15 2020

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 A	US 2012/308381 A1 (SUCIU GABRIEL L [US] ET AL) 6. Dezember 2012 (2012-12-06) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3, 4A, 4B * Absatz [0040] - Absatz [0046] * -----	1-3,5-8, 10,11 4,9	INV. F01D5/10 F01D5/34
X A	JP 2009 197649 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 3. September 2009 (2009-09-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 5, 7 * * Absatz [0049] * * Absatz [0051] - Absatz [0052] * -----	1,2,5-8, 10,11 3,4,9	
X A	DE 601 18 473 T2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 31. August 2006 (2006-08-31) * Abbildungen 5, 7-11 * * Absatz [0027] - Absatz [0028] * * Absatz [0031] * * Absatz [0033] *	1,2,6, 8-11 3-5,7	
X A	EP 2 230 382 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 22. September 2010 (2010-09-22) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4, 6 * * Absatz [0023] - Absatz [0028] * * Absatz [0030] * * Absatz [0032] *	1-4,8,9 5-7,10, 11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
X A	DE 24 23 036 A1 (BRITISH LEYLAND UK LTD) 5. Dezember 1974 (1974-12-05) * Ansprüche 1-3; Abbildung 1 *	1,2,6,8, 10 3-5,7,9, 11	
X A	EP 2 000 631 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 10. Dezember 2008 (2008-12-10) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 * * Absatz [0022] - Absatz [0026] * ----- -/--	1-3,5,8, 9 4,6,7, 10,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Mai 2019	Prüfer Alaguero, Daniel
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)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 15 2020

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 A	US 2016/003058 A1 (MERRY BRIAN D [US] ET AL) 7. Januar 2016 (2016-01-07) * Abbildungen 1-5 * * Absatz [0040] - Absatz [0041] * * Absatz [0044] * -----	1-3,8,9 4-7,10,11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Mai 2019	Prüfer Alaguero, Daniel
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 15 2020

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.

09-05-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012308381 A1	06-12-2012	KEINE	
JP 2009197649 A	03-09-2009	JP 5030813 B2 JP 2009197649 A	19-09-2012 03-09-2009
DE 60118473 T2	31-08-2006	DE 60118473 T2 EP 1180579 A2 ES 2257380 T3 US RE39630 E US 6375428 B1	31-08-2006 20-02-2002 01-08-2006 15-05-2007 23-04-2002
EP 2230382 A2	22-09-2010	EP 2230382 A2 US 2010239422 A1	22-09-2010 23-09-2010
DE 2423036 A1	05-12-1974	DE 2423036 A1 GB 1458524 A IT 1012310 B JP S5031208 A	05-12-1974 15-12-1976 10-03-1977 27-03-1975
EP 2000631 A2	10-12-2008	CA 2634431 A1 EP 2000631 A2 US 2008304972 A1	07-12-2008 10-12-2008 11-12-2008
US 2016003058 A1	07-01-2016	KEINE	

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 102009021384 A1 **[0003]**
- US 8727695 B2 **[0004]**
- WO 2015092306 A1 **[0005]**
- DE 102006061448 B4 **[0006]**