

(19)



(11)

EP 4 459 101 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.11.2024 Patentblatt 2024/45

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 5/02 ^(2006.01) **F01D 5/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24172545.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 5/022; F01D 5/066; F01D 5/027;
F05D 2250/712; F05D 2260/96

(22) Anmeldetag: **25.04.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

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

(72) Erfinder: **Siebel, Matthias**
80995 München (DE)

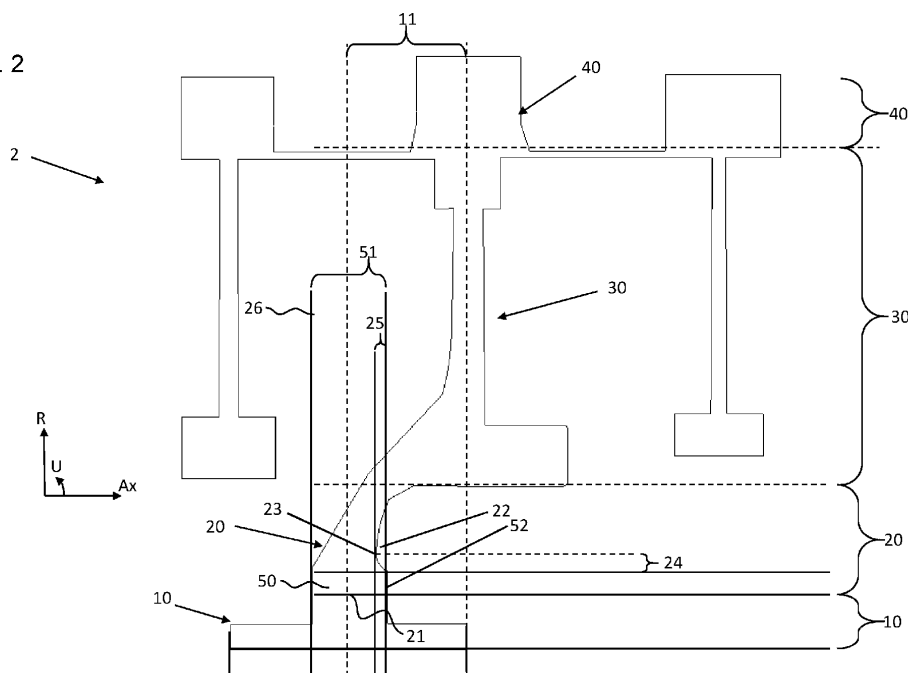
(30) Priorität: **03.05.2023 DE 102023111513**

(54) ROTORSCHIEBE FÜR EINEN SCHAUFELKRANZ

(57) Die Erfindung betrifft eine Rotorscheibe (4) für einen Schaufelkranz (3) eines Flugtriebwerks (1), insbesondere für eine Turbinenstufe davon, umfassend einen Anbindungsabschnitt (10) für eine Anbindung an eine Welle (5) zur Drehmomentübertragung, einen Hauptabschnitt (30), der sich von einer Schaufelfußaufnahme (40) in Radialrichtung (R) nach radial innen erstreckt, einen Verbindungsabschnitt (20), welcher den Anbindungsabschnitt (10) und Hauptabschnitt (30) verbindet, eine Vielzahl von in Umfangsrichtung (U) angeordneten Durchgangsöffnungen (50) an einem radial inneren Ende

(21) des Verbindungsabschnitts (20). Eine Rotorscheibe (4), deren Spannungen im Lastfall reduziert sind, wird erfindungsgemäß dadurch geschaffen, dass der Verbindungsabschnitt (20) einen Hinterschnitt (22) aufweist, wobei ein Scheitel (23) des Hinterschnitts (22) im Bereich von 5% - 50% der axialen Länge (51) einer Durchgangsöffnung (50) radial oberhalb der Durchgangsöffnung (50) liegt, und/oder 5% - 35% der axialen Länge (51) der Durchgangsöffnung (50) axial von einem axialen Ende (52) der Durchgangsöffnung (50) beabstandet ist.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rotorscheibe für einen Schaufelkranz eines Flugtriebwerks, insbesondere für eine Turbinenstufe davon, umfassend einen Anbindungsabschnitt für eine Anbindung an eine Welle zur Drehmomentübertragung, einen Hauptabschnitt, der sich von einer Schaufelfußaufnahme in Radialrichtung nach radial innen erstreckt, einen Verbindungsabschnitt, welcher den Anbindungsabschnitt und Hauptabschnitt verbindet, und eine Vielzahl von in Umfangsrichtung angeordneten Durchgangsöffnungen an einem radial inneren Ende des Verbindungsabschnitts.

[0002] Rotorscheiben von Schaufelkränzen in Flugtriebwerken werden mit hohen Drehzahlen betrieben und sind damit hohen Fliehkräften und starken Vibrationen ausgesetzt, die zu hohen Bauteilspannungen in der Rotorscheibe führen. Um die Rotorscheiben zu schützen und die Spannungen zu reduzieren, sind verschiedene Maßnahmen bekannt. Beispielsweise können die Rotorscheiben verstärkt ausgebildet werden oder die Rotorscheifel-Geometrien so gestaltet sein, dass möglichst geringe mechanische Schwingungen die Rotorscheiben beaufschlagen. Auch das Vorsehen von Unwuchten an den Rotorscheiben kann zu einer Reduktion der Spannungen aufgrund reduzierter Schwingungsspannungen führen. Es sind somit viele Maßnahmen bekannt, die bereits eine Verbesserung der Lebensdauer der Rotorscheiben erzielen. Vor diesem Hintergrund ist es besonders schwierig, die Lebensdauer weiter zu erhöhen.

[0003] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung eine Rotorscheibe, eine Turbinenstufe und eine Flugtriebwerk anzugeben, deren Lebensdauer weiter erhöht ist.

[0004] Die Aufgabe wird von einer Rotorscheibe mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einer Turbinenstufe mit den Merkmalen des Anspruchs 9 und von einem Flugtriebwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0005] Eine erfindungsgemäße Rotorscheibe für einen Schaufelkranz eines Flugtriebwerks, insbesondere für eine Turbinenstufe davon, umfasst einen Anbindungsabschnitt für eine Anbindung an eine Welle zur Drehmomentübertragung, einen Hauptabschnitt, der sich von einer Schaufelfußaufnahme in Radialrichtung nach radial innen erstreckt, einen Verbindungsabschnitt, welcher den Anbindungsabschnitt und Hauptabschnitt verbindet, und eine Vielzahl von in Umfangsrichtung angeordneten Durchgangsöffnungen an einem radial inneren Ende des Verbindungsabschnitts. Der als Nabe dienende Anbindungsabschnitt kann dabei ein gegenüber der übrigen Rotorscheibe, insbesondere gegenüber dem Verbindungsabschnitt, dem Hauptabschnitt und der Schaufelaufnahme, breiter oder verbreiteter, ringförmiger Abschnitt der Rotorscheibe sein, der ein Drehmoment der Welle von oder an die übrige Rotorscheibe übertragen kann. Der radial weiter außen angeordnete Verbindungsabschnitt verbindet den Haupt- und Anbindungsabschnitt der Rotorscheibe. Er umfasst an seinem radial innengelegenen Endabschnitt Durchgangsöffnungen, die eine

Strömung der Luft durch die Rotorscheibe nahe der Wellenanbindung erlauben. Diese Luft dient der Kühlung der Rotorscheibe. Ferner ist der Querschnitt des Verbindungsabschnitts in seiner radialen Erstreckung bis zu dem Hauptabschnitt dünner ausgebildet als der Anbindungsabschnitt. Diese Bauweise dient einem geringen Drehmomentwiderstand, führt aber zu einer höheren Spannung im Bauteil. Der Hauptabschnitt weist wiederum einen breiteren Querschnitt in radialer Richtung auf. Die Rotorscheibe schließt radial außen mit einem Schaufelaufnahmeabschnitt ab, wobei die Schaufeln in eine dort angeordnete Schaufelaufnahme eingesetzt sind. Ferner ist in diesem Schaufelaufnahmeabschnitt eine Scheibenverbindung zu benachbarten Rotorscheiben angeordnet, so dass eine Rotortrommel aus mehreren Rotorscheiben gebildet werden kann. Die Scheibenverbindungen zweier Rotorscheiben werden über Bolzen aneinander befestigt. Die benachbarten Rotorscheiben sind nicht zwingend mit der Welle verbunden, so dass eine Drehmomentübertragung mehrere Rotorscheiben über die erfindungsgemäße Rotorscheibe mit einem Anbindungsabschnitt stattfindet.

[0006] Die Aufgabe wird von der erfindungsgemäßen Rotorscheibe des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass der Verbindungsabschnitt einen Hinterschnitt aufweist, wobei ein Scheitel des Hinterschnitts mit einem radialen Abstand im Bereich von 5% - 50%, vorzugsweise 10 - 30%, insbesondere 15 - 25% der axialen Länge einer Durchgangsöffnung radial oberhalb der Durchgangsöffnung liegt, und/oder mit einem axialen Abstand im Bereich von 5% - 35%, vorzugsweise 10% - 25%, insbesondere 10% - 20% der axialen Länge der Durchgangsöffnung axial von einem axialen Ende der Durchgangsöffnung beabstandet ist, insbesondere in Richtung hin zu einem gegenüberliegenden Ende der Durchgangsöffnung. Durch einen Hinterschnitt in diesem Bereich werden die lokalen Spannungen in der Rotorscheibe, die im Betrieb des Flugtriebwerks auftreten, deutlich reduziert. Insbesondere dadurch, dass ein Scheitel des Hinterschnitts wie beschrieben von den Durchgangsöffnungen und/einem Ende der Durchgangsöffnungen beabstandet angeordnet ist, können die Spannungen auf eine größere Oberfläche verteilt werden, was zu einer geringeren maximalen Spannung und damit deutlichen Erhöhung der Lebensdauer der Rotorscheibe führt. Ein unteres radiales Ende des Hinterschnitts kann dabei an die Durchgangsöffnungen direkt angrenzen oder beabstandet zu den Durchgangsöffnungen beginnen. Die Erfindung hat ferner den überraschenden Effekt, dass die Bauteilrobustheit bei der Herstellung der Durchgangsöffnungen erhöht ist.

[0007] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie den abhängigen Ansprüchen.

[0008] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung verlaufen die Durchgangsöffnungen in Axialrichtung. Dadurch kann eine besonders effiziente Kühlung der Rotortrommel erfolgen, was die Lebensdauer weiter

erhöht. Alternativ oder ergänzend können die Durchgangsöffnung auch einen radialen Verlaufsanteil aufweisen. Darüber hinaus können die Durchgangsöffnungen alle identisch ausgebildet sein. Die Durchgangsöffnungen können auch Bolzen zum Verschluss der Durchgangsöffnungen und/oder zur Befestigung weiterer Komponenten aufweisen.

[0009] Der Anbindungsabschnitt, der Hauptabschnitt und der Verbindungsabschnitt sind vorzugsweise integral, monolithisch und/oder einstückig miteinander ausgebildet.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Hinterschnitt auf einer in Strömungsrichtung weisenden Seite des Verbindungsabschnitts gelegen.

[0011] Diese Anordnung des Hinterschnitts hat zu überraschend günstigen Spannungsverläufen geführt, die eine Lebenserwartung der Rotorscheibe erhöhen.

[0012] In einer besonders bevorzugten Ausführung ist die Rotorscheibe aus einem Nickel-Basis-Werkstoff und/oder aus einem pulvermetallurgischen Werkstoff gefertigt. Dadurch kann die Lebensdauer gegenüber einem Einsatz anderer Werkstoffe vorteilhaft erhöht werden.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform der Rotorscheibe weist der Anbindungsabschnitt zu der Schaufelfußaufnahme einen axialen Versatz auf. Der Anbindungsabschnitt kann insbesondere einen axialen Versatz in eine Richtung entgegengesetzt zu der Strömungsrichtung aufweisen. Durch einen axialen Versatz wird ein Biegemoment der Rotorscheibe vorteilhaft über die gesamte radiale Höhe der Rotorscheibe erhöht, was die Spannungsverläufe vorteilhaft beeinflusst. Dabei kann der axiale Versatz insbesondere zwischen den Schwerpunkten des Anbindungsabschnitts und der Schaufelfußaufnahme gemessen werden. Besonders bevorzugt kann der axiale Versatz zwischen den Flächenschwerpunkten des Anbindungsabschnitts und der Schaufelfußaufnahme in einem Meridianschnitt, der einen Mittelpunkt einer der Durchgangsöffnungen und die Rotordrehachse schneidet, gemessen werden.

[0014] Die Rotorscheibe kann insbesondere dadurch weitergebildet sein, dass der axiale Versatz zwischen 50% - 200% der axialen Länge der Durchgangsöffnung beträgt. Es hat sich gezeigt, dass ein axialer Versatz, der in diesem Bereich liegt, sich besonders günstig auf die Bauteilspannungen der Rotorscheibe auswirkt.

[0015] Die Rotorscheibe kann in einer weiteren vorteilhaften Ausführung dadurch weitergebildet sein, dass im Betrieb eine oder mehrere der Durchgangsöffnungen offen und frei von einem Bolzen sind. Dadurch entsteht eine Kühlung insbesondere des Anbindungs- und des Verbindungsabschnitts, was die thermischen Spannungen reduziert.

[0016] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Rotorscheibe kann ein Winkel an einem Schnittpunkt zwischen einer Oberfläche des Hinterschnitts und einem Ende der Durchgangsöffnung größer als 20°, insbesondere größer als 45° und kleiner als 80° sein. Derartige Übergänge in

den Hinterschnitt führen zu geringen Spannungen an dem Schnittpunkt. Dabei kann an dem Schnittpunkt eine Abrundung vorgesehen sein, welche die Oberflächenspannungen im Bereich des Schnittpunkts weiter reduziert. Da der dann gedachte Schnittpunkt nicht mehr auf dem Bauteil, sondern in einer von der Abrundung entfernten Geometrie liegt, kann dabei der Winkel insbesondere zwischen einer an die Abrundung angrenzenden ersten Tangente der Oberfläche des Hinterschnitts und einer von dem Ende der Durchgangsöffnung ausgehende und an die Abrundung angrenzende zweite Tangente des Endes des Durchgangsöffnung definiert sein.

[0017] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Turbinenstufe, insbesondere Niederdruckturbinenstufe, mit einer wie oben beschriebenen Rotorscheibe. Durch den Einsatz einer wie oben beschriebenen Rotorscheibe ist auch die Lebensdauer der Turbinenstufe erhöht bzw. die Wartungskosten werden gesenkt.

[0018] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Flugtriebwerk mit einer wie oben beschriebenen Rotorscheibe oder einer wie voranstehend beschriebenen Turbinenstufe.

[0019] Die Erfindung wird bezüglich der nachfolgenden Zeichnungen anhand einiger bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Flugtriebwerks mit einer erfindungsgemäßen Turbinenstufe und einer erfindungsgemäßen Rotorscheibe in einem Meridianschnitt.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Rotorscheibe in einem Meridianschnitt.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Rotorscheibe in einem Meridianschnitt.

[0020] In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Flugtriebwerks 1 mit einer Turbinenstufe 2 in einem Meridianschnitt dargestellt. Die Turbinenstufe 2 weist einen Schaufelkranz 3 mit einer erfindungsgemäßen Rotorscheibe 4 auf, die mit einer Welle 5 des Flugtriebwerks 1 verbunden ist.

[0021] Die Hauptrichtungen des Flugtriebwerks 1 werden anhand der Welle 5 festgelegt, wobei eine Axialrichtung Ax in Richtung der gestrichelt dargestellten Wellenlängsachse verläuft. Eine Radialrichtung R verläuft dazu orthogonal. Die Axialrichtung Ax und eine Radialrichtung R bilden die Basis für eine Meridianebene, die eine Grundlage für einen Meridianschnitt durch das Flugtriebwerk 1 ist. Eine dritte Hauptrichtung des Flugtriebwerks 1 ist eine Umfangsrichtung U, die um die Axialrichtung Ax verläuft. Eine Strömungsrichtung S eines Strömungskanals im Inneren des Flugtriebwerks 1 verläuft weitestgehend in axialer Richtung Ax.

[0022] In Fig. 2 ist die erfindungsgemäße Rotorscheibe 4 in einem Meridianschnitt dargestellt. Die Rotorschei-

be 4 umfasst einen Anbindungsabschnitt 10, einen Verbindungsabschnitt 20, einen Hauptabschnitt 30 und eine Schaufelfußaufnahme 40. Der Anbindungsabschnitt 10 dient der Anbindung an die Welle 5 zur Drehmomentübertragung. Der Hauptabschnitt 30 erstreckt sich von der Schaufelfußaufnahme 40 in Radialrichtung R nach radial innen und mündet in den Verbindungsabschnitt 20, welcher seinerseits den Anbindungsabschnitt 10 und Hauptabschnitt 30 verbindet. An einem radial inneren Ende 21 des Verbindungsabschnitts 20 sind eine Vielzahl von in Umfangsrichtung U angeordneten Durchgangsöffnungen 50 angeordnet, von denen eine in dem Meridianschnitt der Fig. 2 geschnitten dargestellt ist. Die Durchgangsöffnungen 50 sind zylindrisch geformt und weisen einen axialen Verlauf auf. Die meisten Durchgangsöffnungen 50 sind in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durchgängig und frei von Bolzen ausgebildet. In einigen Durchgangsöffnungen 50 können Bolzen (nicht dargestellt) zum Verschluss oder zur Befestigung weiterer Komponenten (nicht dargestellt) vorgesehen sein. Die Rotorscheibe 4 besteht aus einem pulvermetallurgischen Nickel-Basis-Werkstoff.

[0023] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Verbindungsabschnitt 20 einen Hinterschnitt 22 aufweist, wobei ein Scheitel 23 des Hinterschnitts 22 in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel bei 20% der axialen Länge 51 der Durchgangsöffnung 50 radial oberhalb der Durchgangsöffnung 50 liegt. Ferner ist der Scheitel 23 des Hinterschnitts 22 in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einem axialen Abstand 25 15% der axialen Länge 51 der Durchgangsöffnung 50 axial von einem axialen Ende 52 der Durchgangsöffnung 50 beabstandet. Der Hinterschnitt 22 ist dabei in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf einer in Strömungsrichtung S weisenden Seite 26 des Verbindungsabschnitts 20 angeordnet.

[0024] Der Anbindungsabschnitt 10 ist gegenüber der Schaufelfußaufnahme 40 mit einem axialen Versatz 11 entgegen der Strömungsrichtung S versetzt angeordnet und ausgebildet. In dem vorliegenden Meridianschnitt durch eine Mitte der Durchgangsöffnungen 50, das heißt durch einen größten Querschnitt der Durchgangsöffnungen 50 in radialer Richtung R, sind dabei jeweils die Flächenschwerpunkte des Anbindungsabschnitts 10 und der Schaufelfußaufnahme 40 aufgetragen und dienen als Maßlinien für die Messung des axialen Versatzes 11. Der axiale Versatz 11 beträgt dabei 150% der axialen Länge 51 der Durchgangsöffnung 50.

[0025] In Fig. 3 ist ein vergrößerter Ausschnitt der Darstellung aus Fig. 2 und ein Übergang des Anbindungsabschnitts 10 zu dem Verbindungsabschnitt 20 gezeigt. Dabei ist der Hinterschnitt 22 in weiterem Detail dargestellt. Der Hinterschnitt 22 weist eine Oberfläche 27 auf und grenzt an das axiale Ende 52 der Durchgangsöffnung 50 an. Die Oberfläche 27 und das axiale Ende 52 bilden abgesehen von einer Abrundung 28 einen Schnittpunkt 53. Ein Winkel α , der an einem Schnittpunkt 53 zwischen einer von einer ersten Tangente 29 der Ober-

fläche 27 des Hinterschnitts 22 und einer von dem axialen Ende 52 der Durchgangsöffnung 50 ausgehenden zweiten Tangente 54 aufgetragen ist, beträgt 65°. Die Abrundung 28 ist vorgesehen, so dass keine scharfe Kante zwischen der Oberfläche 27 des Hinterschnitts 22 und dem axialen Ende 52 der Durchgangsöffnung 50 entsteht.

Bezugszeichenliste

[0026]

1	Flugtriebwerks
2	Turbinenstufe
3	Schaufelkranz
4	Rotorscheibe
5	Welle
10	Anbindungsabschnitt
11	axialer Versatz
20	Verbindungsabschnitt
21	radial inneres Ende
22	Hinterschnitt
23	Scheitel
24	radialer Abstand
25	axialer Abstand
26	in Strömungsrichtung weisenden Seite
27	Oberfläche
28	Abrundung
29	erste Tangente
30	Hauptabschnitt
40	Schaufelfußaufnahme
50	Durchgangsöffnung(en)
51	axiale Länge
52	axiales Ende
53	Schnittpunkt
S	Strömungsrichtung
Ax	Axialrichtung des Flugtriebwerks
R	Radialrichtung des Flugtriebwerks
U	Umfangsrichtung des Flugtriebwerks
α	Winkel

Patentansprüche

1. Rotorscheibe (4) für einen Schaufelkranz (3) eines Flugtriebwerks (1), insbesondere für eine Turbinenstufe (2) davon, umfassend einen

- Anbindungsabschnitt (10) für eine Anbindung an eine Welle (5) zur Drehmomentübertragung,
- einen Hauptabschnitt (30), der sich von einer Schaufelfußaufnahme (40) in Radialrichtung (R) nach radial innen erstreckt,
- einen Verbindungsabschnitt (20), welcher den Anbindungsabschnitt (10) und Hauptabschnitt (30) verbindet,
- eine Vielzahl von in Umfangsrichtung (U) angeordneten Durchgangsöffnungen (50) an ei-

nem radial inneren Ende (21) des Verbindungsabschnitts (20),

dadurch gekennzeichnet,

dass der Verbindungsabschnitt (20) einen Hinterschnitt (22) aufweist, wobei ein Scheitel (23) des Hinterschnitts (22)

- mit einem radialen Abstand (24) im Bereich von 5% - 50%, vorzugsweise 10 - 30%, insbesondere 15 - 25% der axialen Länge (51) einer Durchgangsöffnung (50) radial oberhalb der Durchgangsöffnung (50) liegt, und/oder

- mit einem axialen Abstand (25) im Bereich von 5% - 35%, vorzugsweise 10% - 25%, insbesondere 10% - 20% der axialen Länge (51) der Durchgangsöffnung (50) axial von einem axialen Ende (52) der Durchgangsöffnung (50) beabstandet ist.

2. Rotorscheibe nach Anspruch 1, wobei die Durchgangsöffnungen (50) in Axialrichtung (Ax) verlaufen und/oder der Anbindungsabschnitt (10), der Hauptabschnitt (30) und der Verbindungsabschnitt (20) integral miteinander ausgebildet sind.

3. Rotorscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Hinterschnitt (22) auf einer in Strömungsrichtung (S) weisenden Seite (26) des Verbindungsabschnitts (20) gelegen ist.

4. Rotorscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, die aus einem Nickel-Basis-Werkstoff und/oder einem pulvermetallurgischen Werkstoff gefertigt ist.

5. Rotorscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Anbindungsabschnitt (10) zu der Schaufelfußaufnahme (40) einen axialen Versatz (11) aufweist, und insbesondere einen axialen Versatz (11) in eine Richtung entgegengesetzt zu der Strömungsrichtung (S) aufweist.

6. Rotorscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der axiale Versatz (11) zwischen 50% - 200% der axialen Länge (51) der Durchgangsöffnung (50) beträgt.

7. Rotorscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei im Betrieb eine oder mehrere der Durchgangsöffnungen (50) offen und frei von einem Bolzen sind.

8. Rotorscheibe nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Winkel

(α) an einem Schnittpunkt (22, 52) zwischen einer Oberfläche (27) des Hinterschnitts (22) und

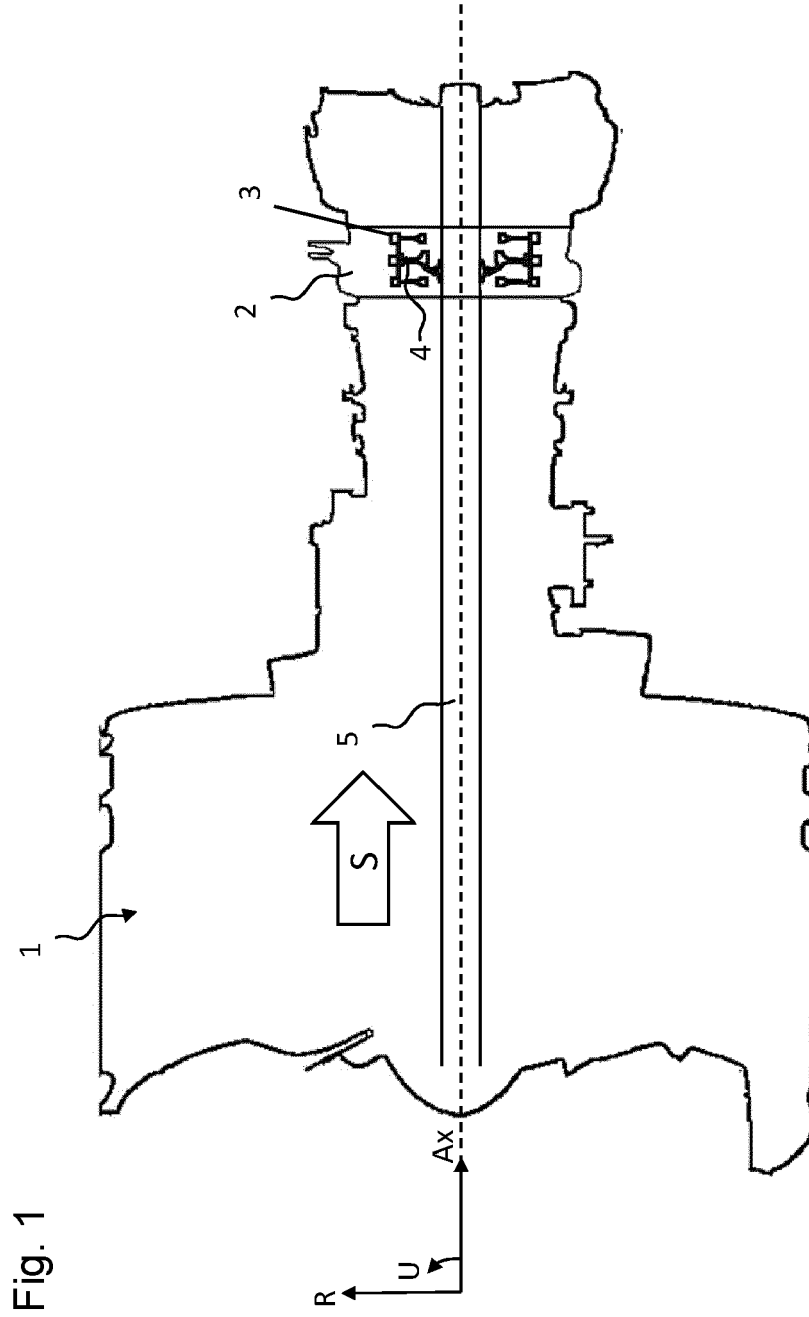
einem Ende (52) der Durchgangsöffnung (50) größer als 20°, insbesondere größer als 30° und kleiner als 45° ist,

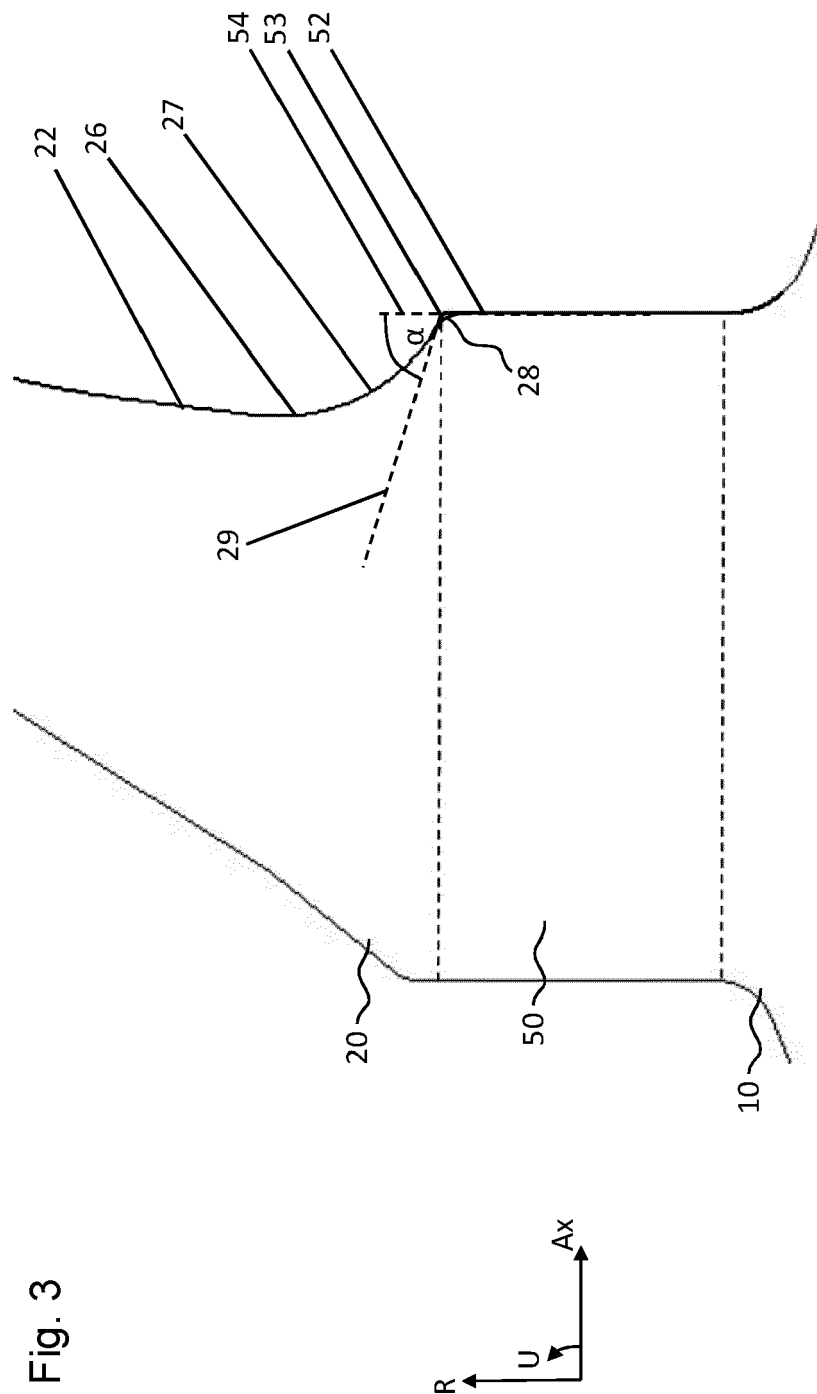
wobei insbesondere an dem Schnittpunkt (53; 22, 52) eine Abrundung (28) vorgesehen ist, und wobei der Winkel (α) insbesondere zwischen einer an die Abrundung angrenzenden ersten Tangente (29) der Oberfläche (27) des Hinterschnitts (22) und einer von dem axialen Ende (52) der

Durchgangsöffnung (50) ausgehende und an die Abrundung angrenzende zweite Tangente (54) des axialen Endes (52) der Durchgangsöffnung (50) definiert ist.

9. Turbinenstufe (3), insbesondere Niederdruckturbinenstufe, mit einer Rotorscheibe (4) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

10. Flugtriebwerk (1) mit einer Rotorscheibe (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder mit einer Turbinenstufe (3) nach Anspruch 9.







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 17 2545

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 8 727 719 B2 (BELMONTE OLIVIER [FR]; LANGEVIN THOMAS [FR] ET AL.) 20. Mai 2014 (2014-05-20)	1,3,5-10	INV. F01D5/02 F01D5/06
Y	* Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 11; Abbildung 1 *	2,4	
X	US 7 390 170 B2 (SNECMA [FR]) 24. Juni 2008 (2008-06-24) * Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 18; Abbildung 1 *	1,3,5-10	
Y	DE 10 2016 219818 A1 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG [DE]) 12. April 2018 (2018-04-12) * Seite 7, Absatz 43 - Seite 7, Absatz 44; Abbildung 7 *	2	
Y	US 2022/186619 A1 (MCCAFFREY MICHAEL G [US]) 16. Juni 2022 (2022-06-16) * Seite 5, Absatz 62 - Seite 5, Absatz 63; Abbildung 3 *	2,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Juli 2024	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			

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

EP 24 17 2545

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.

25-07-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
15	US 8727719	B2	20-05-2014	BR	PI0922104 A2	05-01-2016		
				CA	2742045 A1	14-05-2010		
				CN	102209837 A	05-10-2011		
				EP	2344719 A1	20-07-2011		
				FR	2938292 A1	14-05-2010		
				JP	5674672 B2	25-02-2015		
				JP	2012508347 A	05-04-2012		
				RU	2011122783 A	20-12-2012		
				US	2011274541 A1	10-11-2011		
WO	2010052379 A1	14-05-2010						

25	US 7390170	B2	24-06-2008	CA	2503050 A1	09-10-2005		
				EP	1584784 A1	12-10-2005		
				FR	2868814 A1	14-10-2005		
				JP	4714498 B2	29-06-2011		
				JP	2005299650 A	27-10-2005		
				RU	2358115 C2	10-06-2009		
				UA	92447 C2	10-11-2010		
				US	2005246889 A1	10-11-2005		

30	DE 102016219818	A1	12-04-2018	DE	102016219818 A1	12-04-2018		
				EP	3309360 A1	18-04-2018		
				US	2018100402 A1	12-04-2018		

35	US 2022186619	A1	16-06-2022	EP	4015785 A1	22-06-2022		
				US	2022186619 A1	16-06-2022		

40								
45								
50								
55								

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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