

(19)



(11)

EP 2 878 769 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.06.2015 Patentblatt 2015/23

(51) Int Cl.:
F01D 5/22 (2006.01) F01D 11/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14193984.3**

(22) Anmeldetag: **20.11.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

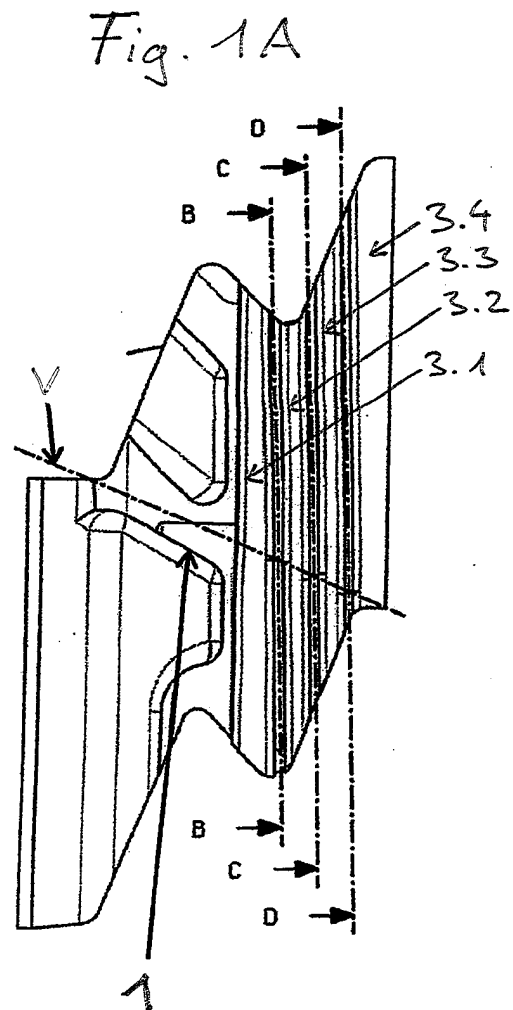
(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Böck, Alexander**
82288 Kottgeisering (DE)
• **Schmid, Sven**
80807 München (DE)

(30) Priorität: **27.11.2013 DE 102013224199**

(54) Gasturbinen-Laufschaukel mit Deckband-Dichtrippen

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laufschaukel für eine Turbinen- oder Verdichterstufe einer Gasturbine, mit einem radial äußeren Deckband (1) mit einer Dichtrippenanordnung mit einer ersten (3.1) und einer dieser benachbarten zweiten Dichtrippe (3.2), die mit der ersten Dichtrippe durch einen ersten Nutgrund (10) mit einem Umfangsbereich (13) maximaler radialer Höhe verbunden ist, der an einer ersten Umfangsposition angeordnet ist, wobei die Dichtrippenanordnung eine der zweiten Dichtrippe benachbarte, der ersten Dichtrippe gegenüberliegende dritte Dichtrippe (3.3) aufweist, die mit der zweiten Dichtrippe durch einen zweiten Nutgrund (20) mit einem Umfangsbereich (23) maximaler radialer Höhe verbunden ist, der an einer von der ersten Umfangsposition verschiedenen zweiten Umfangsposition angeordnet ist.

**EP 2 878 769 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laufschaufel für eine Turbinen- oder Verdichterstufe einer Gasturbine, eine Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk-Gasturbine, mit einer solchen Laufschaufel sowie ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Laufschaufel.

[0002] Aus der EP 2 402 559 A1 ist eine Turbinenlaufschaufel mit einem radial äußeren Deckband bekannt.

[0003] Insbesondere aufgrund asymmetrischer Überhänge des Deckbandes relativ zum Schaufelblatt induzieren Zentrifugalkräfte im Betrieb Spannungen im Deckband, die dieses zu verwinden suchen.

[0004] Die EP 2 402 559 A1 schlägt daher vor, in einer Deckbandtasche, die in Umfangsrichtung durch zwei einander gegenüberliegende, z-förmige Rippen begrenzt ist, wenigstens eine Verstärkungsrippe anzuordnen, die sich im Wesentlichen in Richtung der maximalen bzw. Hauptträgersachse der Schaufel bzw. deren radial äußeren Abschnitts erstreckt.

[0005] Solche gegen die Rotationsachse geneigten Rippen in Taschen sind jedoch schwierig zu fertigen und können zudem strömungstechnisch ungünstig sein.

[0006] Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Gasturbine zur Verfügung zu stellen, insbesondere, wenigstens eine der vorstehend erläuterten Nachteile zu vermindern.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Laufschaufel mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ansprüche 8, 9 stellen eine Gasturbine mit einer entsprechenden Laufschaufel bzw. ein Verfahren zum Herstellen einer entsprechenden Laufschaufel unter Schutz. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Gasturbine, insbesondere eine Flugtriebwerk-Gasturbine, eine oder mehrere Turbinenstufen und eine oder mehrere Verdichterstufen mit je einer oder mehreren, in Umfangsrichtung verteilten Laufschaufeln auf. Die Laufschaufeln können lösbar oder unlösbar, insbesondere stoffschlüssig, mit einem Rotor der Gasturbine verbunden oder integral mit diesem ausgebildet sein bzw. werden.

[0008] Wenigstens eine dieser Laufschaufeln weist ein radial äußeres Deckband auf. Das Deckband kann in einer Ausführung mit einem Schaufelblatt der Laufschaufel integral ausgebildet, insbesondere ur- und/oder umgeformt, oder stoffschlüssig verbunden, insbesondere verschweißt sein bzw. werden. In einer Ausführung weist das Deckband zwei Ränder auf, die einander in Umfangsrichtung gegenüberliegen. Diese sind in einer Ausführung z-förmig ausgebildet. In einer Ausführung berühren die Deckbänder in Umfangsrichtung benachbarter Laufschaufeln einander längs ihrer Ränder.

[0009] Auf seiner radial äußeren, schaufelblattabgewandten Mantelfläche weist das Deckband eine Dichtrippenanordnung mit wenigstens drei Dichtrippen, insbesondere einer ersten Dichtrippe, einer dieser benachbar-

ten zweiten Dichtrippe und einer der zweiten Dichtrippe benachbarten, der ersten Dichtrippe gegenüberliegenden dritten Dichtrippe auf. In einer Weiterbildung kann die Dichtrippenanordnung noch eine oder mehrere weitere Dichtrippen aufweisen, insbesondere eine der dritten Dichtrippe benachbarte, der zweiten Dichtrippe gegenüberliegende vierte Dichtrippe, eine der vierten Dichtrippe benachbarte, der dritten Dichtrippe gegenüberliegende fünfte Dichtrippe etc. In einer Ausführung ist die erste Dichtrippe eine vorderkantennächste bzw. strömungsaufwärtigste Dichtrippe, in einer anderen Ausführung eine hinterkantennächste bzw. strömungsabwärtigste Dichtrippe.

[0010] In einer Ausführung liegt die Dichtrippenanordnung einer Gehäusedichtfläche der Gasturbine gegenüber.

[0011] Die Dichtrippen erstrecken sich in einer Ausführung, wenigstens im Wesentlichen, in Umfangsrichtung. In einer Ausführung weisen verschiedene, insbesondere in Axialrichtung benachbarte Dichtrippen, unterschiedliche radiale Höhen auf, insbesondere, um einem divergenten oder konvergenten Strömungskanal zu folgen, in dem die Laufschaufel angeordnet ist.

[0012] Je zwei einander in Axialrichtung benachbarte Dichtrippen sind jeweils durch einen Nutgrund miteinander verbunden. In einer Ausführung gehen eine oder beide Dichtrippen, insbesondere in einer, insbesondere gerundeten, Kante in den Nutgrund über, der zusätzlich oder alternativ in wenigstens einem Meridianschnitt, insbesondere allen Meridianschnitten, in axialer Richtung eine wenigstens im Wesentlichen konstante radiale Höhe aufweisen kann. Insbesondere sind die erste und zweite Dichtrippe durch einen Nutgrund verbunden, der nachfolgend zur Unterscheidung als erster Nutgrund bezeichnet wird, die zweite und dritte Dichtrippe durch einen Nutgrund, der nachfolgend entsprechend als zweiter Nutgrund bezeichnet wird. Ein Nutgrund zwischen einer weiteren Dichtrippe und einer dieser benachbarten Dichtrippe, insbesondere also ein Nutgrund, der die dritte und eine der dritten Dichtrippe benachbarte, der zweiten Dichtrippe gegenüberliegende vierte Dichtrippe oder eine solche vierte Dichtrippe und eine der vierten Dichtrippe benachbarte, der dritten Dichtrippe gegenüberliegende fünfte Dichtrippe verbindet, wird entsprechend jeweils als weiterer Nutgrund bezeichnet.

[0013] Wenigstens der erste und zweite Nutgrund, in einer Ausführung auch wenigstens ein, insbesondere alle weiteren Nutgründe, weisen jeweils in Umfangsrichtung einen Bereich maximaler radialer Höhe auf. Unter radialer Höhe wird vorliegend insbesondere ein Abstand zu einer Rotationsachse der Gasturbine oder zu einem Schaufelfuß der Laufschaufel verstanden.

[0014] Wenn in einer Ausführung ein Nutgrund in Umfangsrichtung zwei gegensinnige Flanken aufweist, die in einer Kante ineinander übergehen, so kann insbesondere diese Kante ein Umfangsbereich maximaler radialer Höhe im Sinne der vorliegenden Erfindung sein. Wenn in einer anderen Ausführung ein Nutgrund in Umfangs-

richtung zwei gegensinnige Flanken aufweist, die in zwei Kanten in ein Plateau übergehen, so kann insbesondere dieses Plateau ein Umfangsbereich maximaler radialer Höhe im Sinne der vorliegenden Erfindung sein.

[0015] Ein Umfangsbereich maximaler radialer Höhe eines Nutgrundes ist in Umfangsrichtung an einer Umfangsposition angeordnet. Wenn der Umfangsbereich maximaler radialer Höhe eine Kante ist, in der zwei gegensinnige Flanken ineinander übergehen, so kann die Umfangsposition dieser Kante die Umfangsposition des Umfangsbereichs maximaler radialer Höhe sein. Wenn der Umfangsbereich maximaler radialer Höhe ein Plateau ist, in das zwei gegensinnige Flanken in zwei Kanten übergehen, so kann insbesondere die Umfangsposition der vorderkantennäheren Kante, der vorderkantenfernen Kante, oder die Mitte zwischen beiden Kanten die Umfangsposition des Umfangsbereichs maximaler radialer Höhe im Sinne der vorliegenden Erfindung sein.

[0016] Nachfolgend wird die Umfangsposition des Umfangsbereichs maximaler radialer Höhe des ersten Nutgrundes zur Unterscheidung als erste Umfangsposition bezeichnet, die Umfangsposition des Umfangsbereichs maximaler radialer Höhe des zweiten Nutgrundes entsprechend als zweite Umfangsposition, die Umfangsposition des Umfangsbereichs maximaler radialer Höhe eines weiteren Nutgrundes entsprechend als weitere Umfangsposition.

[0017] Nach einem Aspekt sind die erste und zweite Umfangsposition voneinander verschieden. Mit anderen Worten ist der Umfangsbereich maximaler radialer Höhe des ersten Nutgrundes gegenüber dem Umfangsbereich maximaler radialer Höhe des zweiten Nutgrundes in Umfangsrichtung versetzt. Eine oder mehrere weitere Umfangspositionen können in einer Ausführung von der ersten und/oder zweiten Umfangsposition verschieden sein bzw. ein Umfangsbereich maximaler radialer Höhe wenigstens eines weiteren Nutgrundes kann in Umfangsrichtung gegen den Umfangsbereich maximaler radialer Höhe des ersten und/oder zweiten Nutgrundes versetzt sein. In einer Ausführung sind die Umfangspositionen der Umfangsbereiche maximaler radialer Höhe aller Nutgründe voneinander verschieden bzw. die Umfangsbereiche maximaler radialer Höhe aller Nutgründe in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt.

[0018] Hierdurch kann insbesondere in fertigungs- und/oder strömungstechnisch vorteilhafter Weise eine Versteifungsrippe innerhalb der Dichtrippenanordnung zur Verfügung gestellt werden, welche wenigstens abschnittsweise gegen die Rotationsachse geneigt ist, insbesondere, um einer Verwindung des Deckbandes infolge von Zentrifugalkräften entgegenzuwirken.

[0019] Dies lässt sich anschaulich an einer sehr einfachen Ausführung erläutern: sind der erste und zweite Nutgrund jeweils dachfirstartig ausgebildet, wobei die Firste in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt sind, ergibt sich hierdurch eine Versteifungsrippe auf beiden Nutgründen, die die dazwischen angeordnete zweite Rippe diagonal kreuzt und einfach durch jeweils gegen-

sinniges, in Umfangsrichtung versetztes Schleifen des ersten und zweiten Nutgrundes hergestellt werden kann.

[0020] In einer Ausführung ist eine Umfangsposition eines Umfangsbereichs maximaler radialer Höhe eines vorderkantenfernen Nutgrundes gegen eine Umfangsposition eines Umfangsbereichs maximaler radialer Höhe eines vorderkantennäheren Nutgrundes in Umfangsrichtung von einer Hinter- zu einer Vorderkante der Laufschaufel hin versetzt. Insbesondere kann also in einer Ausführung der Umfangsbereich maximaler radialer Höhe des zweiten, stromabwärtigeren Nutgrundes gegenüber dem Umfangsbereich maximaler radialer Höhe des ersten, stromaufwärtigeren Nutgrundes in Umfangsrichtung auf eine Vorderkante der Laufschaufel zu versetzt sein. Hierdurch können in einer Ausführung vorteilhafterweise diejenigen Ecken des Deckbandes, die durch das Schaufelblatt weniger abgestützt werden, durch die diagonale Versteifungsrippe in der Rippenanordnung stärker gestützt werden.

[0021] Insbesondere hierzu können zusätzlich oder alternativ die Umfangsbereiche maximaler radialer Höhe von drei oder mehr, insbesondere allen benachbarten Nutgründen, wenigstens im Wesentlichen, auf einer Geraden liegen. Mit anderen Worten können die Umfangsbereiche maximaler radialer Höhe in Umfangsrichtung derart gegeneinander versetzt sein, dass sie eine die Umfangsrippen der Rippenanordnung kreuzende, durchgehende diagonale Rippe bilden.

[0022] In einer Ausführung weisen ein oder mehrere, insbesondere alle Nutgründe der Dichtrippenanordnung jeweils eine erste Flanke und eine hierzu gegensinnige zweite Flanke auf. Die erste Flanke steigt in Umfangsrichtung zu dem Umfangsbereich maximaler radialer Höhe an, die zweite Flanke fällt in Umfangsrichtung von dem Umfangsbereich maximaler radialer Höhe ausgehend ab. Die erste und zweite Flanke können in einer Ausführung in einer, insbesondere abgerundeten, Kante ineinander übergehen, oder in zwei, insbesondere abgerundeten, Kanten in ein Plateau wenigstens im Wesentlichen konstanter radialer Höhe übergehen, wie bereits vorstehend erläutert.

[0023] Die erste Flanke kann insbesondere von einem ersten Rand des Deckbands an ansteigen, die zweite Flanke zusätzlich oder alternativ bis zu einem dem ersten Rand in Umfangsrichtung gegenüberliegenden zweiten Rand des Deckbands hin abfallen. Hierdurch kann in einer Ausführung die Bearbeitung, insbesondere der Ein- bzw. Austritt eines Werkzeugs in die bzw. aus der Nut verbessert werden.

[0024] Zusätzlich oder alternativ kann sich in einer Ausführung die radiale Höhe der ersten und/oder zweiten Flanke in Umfangsrichtung monoton, insbesondere streng monoton, verändern, mit anderen Worten die erste Flanke, insbesondere vom ersten Rand an, bis zu dem Umfangsbereich maximaler radialer Höhe monoton, insbesondere streng monoton ansteigen und/oder die zweite Flanke von dem Umfangsbereich maximaler radialer Höhe an, insbesondere bis zu dem zweiten Rand hin,

monoton, insbesondere streng monoton abfallen. Insbesondere kann die erste und/oder zweite Flanke in Umfangsrichtung linear bzw. gerade sein. Hierdurch kann in einer Ausführung die Bearbeitung, insbesondere eine Werkzeugführung, verbessert werden.

[0025] Wie bereits vorstehend erläutert, eignen sich die Nutgründe mit in Umfangsrichtung gegeneinander versetzten Umfangsbereichen maximaler radialer Höhe insbesondere zur spanenden Fertigung, insbesondere durch Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide, vorzugsweise Schleifen, Honen, Läppen und/oder Strahlen. Zusätzlich oder alternativ kann ein Nutgrund in einer Ausführung auch durch Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide konturiert werden bzw. sein, vorzugsweise Feilen, Fräsen und/oder Sägen, durch, insbesondere thermisches und/oder elektro-chemisches, Abtragen, insbesondere Senkerodieren, und/oder Urformen, insbesondere Gießen.

[0026] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1A ein Deckband einer Laufschaufel einer Gasturbine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in einer Draufsicht in radialer Richtung;

Fig. 1B-1D Schnitte längs der Linien B-B (Fig. 1B), C-C (Fig. 1C) bzw. D-D (Fig. 1D) in Fig. 1A; und

Fig. 2B-2D Schnitte längs der Linien B-B (Fig. 2B), C-C (Fig. 2C) bzw. D-D (Fig. 2D) in Fig. 1A für eine alternative Ausführung der vorliegenden Erfindung.

[0027] Fig. 1A zeigt in einer Draufsicht in radialer Richtung von außen ein Deckband 1 einer Laufschaufel einer Turbinenstufen einer Flugtriebwerk-Gasturbine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung, die Fig. 1B bis 1D Schnitte längs der Linien B-B (Fig. 1B), C-C (Fig. 1C) bzw. D-D (Fig. 1D) in Fig. 1A.

[0028] Das radial äußere Deckband ist integral mit einem Schaufelblatt 2 der Laufschaufel ausgebildet, das in Fig. 1B bis 1D teilweise dargestellt ist. Es weist zwei Ränder (oben, unten in Fig. 1) auf, die einander in Umfangsrichtung (vertikal in Fig. 1) gegenüberliegen und z-förmig ausgebildet sind.

[0029] Auf seiner radial äußeren, schaufelblattabgewandten Mantelfläche (rechts in Fig. 1B bis 1D) weist das Deckband eine Dichtrippenanordnung mit einer ersten, vorderkantennächsten bzw. strömungsaufwärtigsten (links in Fig. 1A) Dichtrippe 3.1, einer dieser benachbarten zweiten Dichtrippe 3.2, einer der zweiten Dichtrippe benachbarten, der ersten Dichtrippe gegenüberliegende dritte Dichtrippe 3.3 und eine der dritten Dichtrippe benachbarte, der zweiten Dichtrippe gegenüberliegende

weitere, hinterkantennächste bzw. strömungsabwärtigste (rechts in Fig. 1A) Dichtrippe 3.4 auf. Die Dichtrippen erstrecken sich in Umfangsrichtung (vertikal in Fig. 1).

[0030] Die erste und zweite Dichtrippe sind durch einen ersten Nutgrund 10 verbunden, die zweite und dritte Dichtrippe durch einen zweiten Nutgrund 20, die dritte und weitere Dichtrippe durch einen weiteren Nutgrund 30.

[0031] Die Nutgründe weisen jeweils eine erste Flanke 11, 21 bzw. 31 und eine hierzu gegensinnige zweite Flanke 12, 22 bzw. 32 auf. Die erste Flanke steigt in Umfangsrichtung (von oben nach unten in Fig. 1B bis 1D) von einem ersten Rand des Deckbands an (oben in Fig. 1) linear zu einer Kante 13, 23 bzw. 33 an, in der sie in die zweite Flanke übergeht, die gegensinnig bis zu einem dem ersten Rand in Umfangsrichtung gegenüberliegenden zweiten Rand des Deckbands hin (unten in Fig. 1) linear abfällt. Somit bilden diese Kanten 13, 23, 33 jeweils einen Umfangsbereich maximaler radialer Höhe des jeweiligen Nutgrundes 10, 20 bzw. 30.

[0032] Diese Kanten bzw. Umfangsbereiche maximaler radialer Höhe 13, 23 und 33 des ersten, zweiten und weiteren Nutgrundes sind in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt, wie insbesondere die Zusammenschau der Schnitte 1B, 1C und 1D zeigt.

[0033] Dabei ist die zweite Umfangsposition des Umfangsbereichs 23 des zweiten Nutgrundes gegen die erste Umfangsposition des Umfangsbereichs 13 des vorderkantennächsten ersten Nutgrundes in Umfangsrichtung von einer Hinter- zu einer Vorderkante der Laufschaufel hin (von oben nach unten in Fig. 1) versetzt, wie insbesondere die Zusammenschau der Schnitte 1B und 1C zeigt.

[0034] Die weitere Umfangsposition des weiteren Umfangsbereichs 33 des vorderkantenfernsten Nutgrundes 30 ist gegen die zweite Umfangsposition des Umfangsbereichs 23 des Nutgrundes in Umfangsrichtung in gleicher Weise versetzt, wie insbesondere die Zusammenschau der Schnitte 1C und 1D zeigt. Hierdurch liegen die Umfangsbereiche maximaler radialer Höhe 13, 23 und 33 der drei benachbarten Nutgründe 10, 20 und 30 auf einer Geraden.

[0035] Dadurch ergibt sich eine Versteifungsrippe V auf den Nutgründen 10, 20 und 30, die die dazwischen angeordneten Rippen 3.2, 3.3 diagonal kreuzt und einfach durch jeweils gegensinniges, in Umfangsrichtung versetztes Schleifen der Nutgründe hergestellt werden kann.

[0036] Fig. 2B bis 2D zeigen in Fig. 1B bis 1D entsprechender Weise Schnitte durch eine Laufschaufel nach einer alternativen Ausführung der vorliegenden Erfindung, die einer Draufsicht in radialer Richtung von außen der Fig. 1A entspricht. Einander entsprechende Elemente sind durch identische Bezugszeichen bezeichnet, so dass auf die vorstehende Beschreibung Bezug genommen und nachfolgend nur auf die Unterschiede eingegangen wird.

[0037] In der Ausführung der Fig. 2 gehen die ersten

und zweiten Flanken 11, 12; 21, 22 bzw. 31, 32 jeweils in zwei Kanten in ein Plateau 13, 23 bzw. 33 konstanter, maximaler radialer Höhe über, das somit jeweils den Umfangsbereich maximaler radialer Höhe im Sinne der vorliegenden Erfindung bildet. Seine Umfangsposition kann insbesondere die Umfangsposition der jeweils vorderkantennäheren (in Fig. 2 unteren) Kante, der vorderkantenferneren Kante (in Fig. 2 oben) oder die Mitte zwischen beiden Kanten sein.

[0038] Wiederum ist die zweite Umfangsposition des Umfangsbereichs 23 des zweiten Nutgrundes gegen die erste Umfangsposition des Umfangsbereichs 13 des vorderkantennächsten ersten Nutgrundes in Umfangsrichtung von einer Hinter- zu einer Vorderkante der Laufschaufel hin (von oben nach unten in Fig. 2) versetzt, wie insbesondere die Zusammenschau der Schnitte 2B und 2C zeigt. Die weitere Umfangsposition des weiteren Umfangsbereichs 33 des vorderkantenfernten Nutgrundes 30 ist gegen die zweite Umfangsposition des Umfangsbereichs 23 des Nutgrundes in Umfangsrichtung in gleicher Weise versetzt, wie insbesondere die Zusammenschau der Schnitte 2C und 2D zeigt. Hierdurch liegen die Umfangsbereiche maximaler radialer Höhe 13, 23 und 33 der drei benachbarten Nutgründen 10, 20 und 30 wieder auf einer Geraden.

[0039] Dadurch ergibt sich wieder eine Versteifungsrippe auf den Nutgründen 10, 20 und 30, die die dazwischen angeordneten Rippen 3.2, 3.3 diagonal kreuzt und z.B. durch Senkerodieren, elektro-chemisches Abtragen oder durch Guß hergestellt werden kann. Während diese diagonale Versteifungsrippe in der Ausführung der Fig. 1 jedoch dachfirstartig ausgebildet ist, weist sie in der Ausführung der Fig. 2 ein Plateau auf.

[0040] 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.

Bezugszeichenlist

[0041]

1	Deckband
2	Schaufelblatt
3.1	erste Rippe
3.2	zweite Rippe

3.3	dritte Rippe
3.4	weitere Rippe
10	erster Nutgrund
20	zweiter Nutgrund
5 30	weiterer Nutgrund
11; 21; 31	erste Flanke
12; 22; 32	zweite Flanke
13; 23; 33	Kante/Plateau (Umbfangsbereich maximaler radialer Höhe)
10 V	Versteifungsrippe

Patentansprüche

- 15 1. Laufschaufel für eine Turbinen- oder Verdichterstufe einer Gasturbine, mit einem radial äußeren Deckband (1) mit einer Dichtrippenanordnung mit einer ersten (3.1) und einer dieser benachbarten zweiten Dichtrippe (3.2), die mit der ersten Dichtrippe durch einen ersten Nutgrund (10) mit einem Umfangsbereich (13) maximaler radialer Höhe verbunden ist, der an einer ersten Umfangsposition angeordnet ist; **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtrippenanordnung eine der zweiten Dichtrippe benachbarte, der ersten Dichtrippe gegenüberliegende dritte Dichtrippe (3.3) aufweist, die mit der zweiten Dichtrippe durch einen zweiten Nutgrund (20) mit einem Umfangsbereich (23) maximaler radialer Höhe verbunden ist, der an einer von der ersten Umfangsposition verschiedenen zweiten Umfangsposition angeordnet ist.
- 20 2. Laufschaufel nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtrippenanordnung wenigstens eine weitere Dichtrippe (3.4) aufweist, die mit einer benachbarten Dichtrippe (3.3) durch einen weiteren Nutgrund (30) mit einem Umfangsbereich (33) maximaler radialer Höhe verbunden ist, der an einer weiteren, insbesondere von der ersten und/oder zweiten Umfangsposition verschiedenen Umfangsposition angeordnet ist.
- 25 3. Laufschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Umfangsposition eines Umfangsbereichs (23; 33) maximaler radialer Höhe eines vorderkantenferneren Nutgrundes gegen eine Umfangsposition eines Umfangsbereichs (13; 23) maximaler radialer Höhe eines vorderkantennäheren Nutgrundes in Umfangsrichtung von einer Hinter- zu einer Vorderkante der Laufschaufel hin versetzt ist.
- 30 4. Laufschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsbereiche (13, 23, 33) maximaler radialer Höhe von wenigstens drei benachbarten Nutgründen, wenigstens im Wesentlichen, auf einer Geraden liegen.

5. Laufschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Nutgrund der Dichtrippenanordnung eine erste Flanke (11; 21; 31), die in Umfangsrichtung, insbesondere von einem ersten Rand des Deckbands, zu dem Umfangsbereich maximaler radialer Höhe, ansteigt, insbesondere monoton ansteigt, und eine hierzu gegensinnige zweite Flanke (12; 22; 32) aufweist, die in Umfangsrichtung von dem Umfangsbereich maximaler radialer Höhe, insbesondere zu einem dem ersten Rand in Umfangsrichtung gegenüberliegenden zweiten Rand des Deckbands, abfällt, insbesondere monoton abfällt. 5
10
6. Laufschaufel nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite Flanke in einer Kante (13; 23; 33) ineinander übergehen oder in zwei Kanten in ein Plateau (13; 23; 33) übergehen. 15
20
7. Laufschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Nutgrund der Dichtrippenanordnung, wenigstens teilweise, durch Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide, insbesondere durch Schleifen, durch, insbesondere thermisches und/oder elektro-chemisches, Abtragen, insbesondere Senkerodieren, und/oder Urformen, insbesondere Gießen, konturiert ist. 25
30
8. Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk-Gasturbine, mit wenigstens einer Turbinen- und/oder Verdichterstufe mit wenigstens einer Laufschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 35
9. Verfahren zum Herstellen einer Laufschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Nutgrund der Dichtrippenanordnung, wenigstens teilweise, durch Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide, insbesondere durch Schleifen, durch, insbesondere thermisches und/oder elektro-chemisches, Abtragen, insbesondere Senkerodieren, und/oder Urformen, insbesondere Gießen, konturiert wird. 40
45

50

55

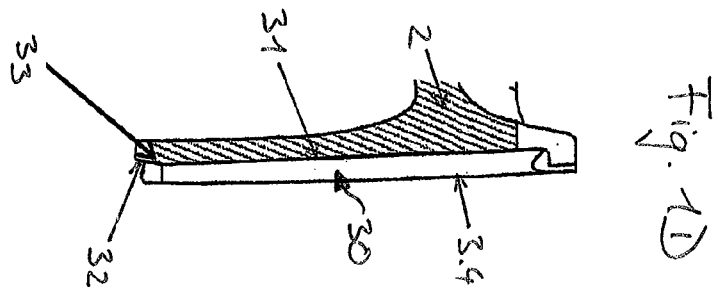
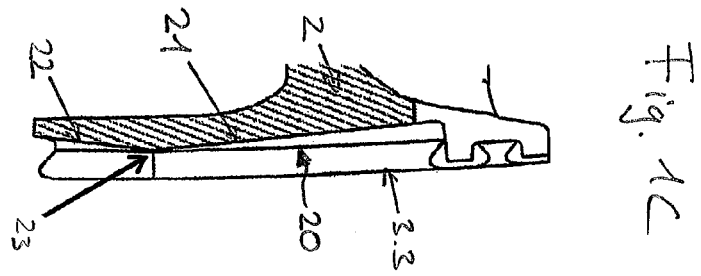
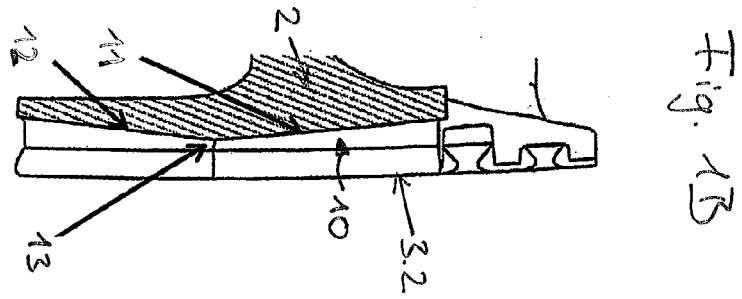
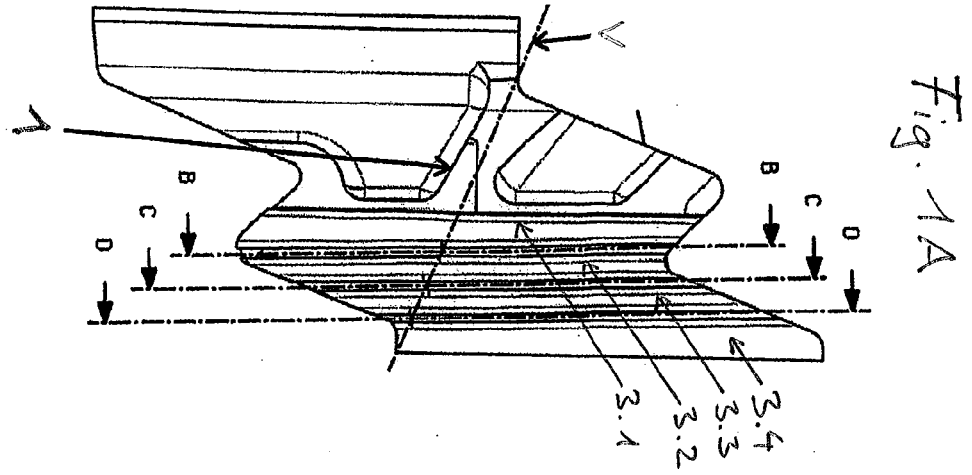


Fig. 2B

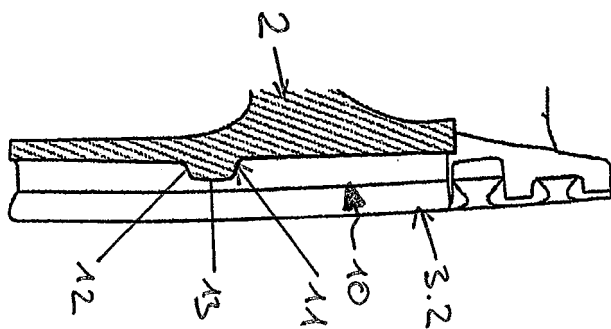


Fig. 2C

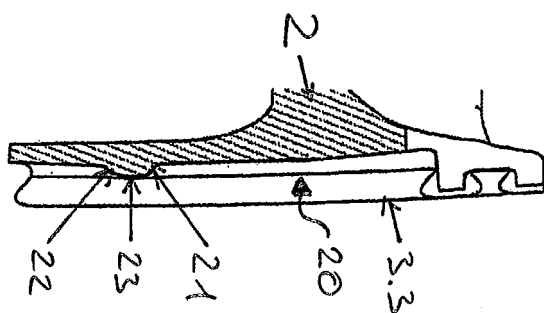
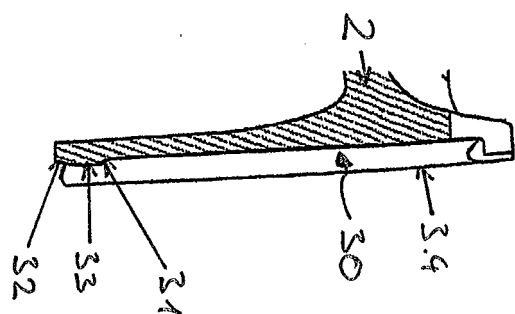


Fig. 2D





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 19 3984

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,P	WO 2014/137479 A1 (SHAFFER DON L [US]) 12. September 2014 (2014-09-12) * das ganze Dokument *	1-8	INV. F01D5/22 F01D11/08
X	JP H10 306702 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 17. November 1998 (1998-11-17) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-4,7-9	
X	EP 1 830 037 A2 (HITACHI LTD [JP]) 5. September 2007 (2007-09-05) * Abbildungen 1-7 *	1-9	
Y	US 2012/195766 A1 (COHIN ARTHUR [FR] ET AL) 2. August 2012 (2012-08-02) * Anspruch 7; Abbildungen 1-13 *	1-3,8	
Y	FR 2 985 759 A1 (SNECMA [FR]) 19. Juli 2013 (2013-07-19) * Abbildungen 1,2 *	1-3,5-8	
Y	US 2013/259699 A1 (COLLIN YANNICK [FR] ET AL) 3. Oktober 2013 (2013-10-03) * Absätze [0020], [0045] - [0048]; Abbildungen 1-3 *	1,5-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	US 2005/079058 A1 (PAQUET RENE [CA] ET AL) 14. April 2005 (2005-04-14) * Absatz [0022] - Absatz [0027]; Abbildungen 1-8 *	1,5-9	F01D
Y	DE 10 2009 030566 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 30. Dezember 2010 (2010-12-30) * Abbildungen 3-6 *	1,5-9	
Y,D	EP 2 402 559 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 4. Januar 2012 (2012-01-04) * Absatz [0004] - Absatz [0009]; Abbildungen 1-5 *	1,7-9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. März 2015	Prüfer Koch, Rafael
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 14 19 3984

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

02-03-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014137479 A1	12-09-2014	US 2015017003 A1 WO 2014137479 A1	15-01-2015 12-09-2014
JP H10306702 A	17-11-1998	KEINE	
EP 1830037 A2	05-09-2007	CN 101029580 A EP 1830037 A2 JP 2007231868 A US 2007207034 A1	05-09-2007 05-09-2007 13-09-2007 06-09-2007
US 2012195766 A1	02-08-2012	FR 2970999 A1 US 2012195766 A1	03-08-2012 02-08-2012
FR 2985759 A1	19-07-2013	CA 2861076 A1 CN 104053857 A EP 2805020 A1 FR 2985759 A1 FR 2985760 A1 US 2015023793 A1 WO 2013107982 A1	25-07-2013 17-09-2014 26-11-2014 19-07-2013 19-07-2013 22-01-2015 25-07-2013
US 2013259699 A1	03-10-2013	CA 2818093 A1 CN 103221642 A EP 2643555 A1 FR 2967714 A1 JP 2014500432 A US 2013259699 A1 WO 2012069744 A1	31-05-2012 24-07-2013 02-10-2013 25-05-2012 09-01-2014 03-10-2013 31-05-2012
US 2005079058 A1	14-04-2005	KEINE	
DE 102009030566 A1	30-12-2010	DE 102009030566 A1 EP 2376746 A2 US 2012107123 A1 WO 2010149139 A2	30-12-2010 19-10-2011 03-05-2012 29-12-2010
EP 2402559 A1	04-01-2012	EP 2402559 A1 US 2012003078 A1	04-01-2012 05-01-2012

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

- EP 2402559 A1 [0002] [0004]