

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. Dezember 2010 (29.12.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/149139 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01D 5/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/000707

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juni 2010 (21.06.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 030 566.1 26. Juni 2009 (26.06.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MTU AERO ENGINES GMBH [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHLEMMER, Markus [DE/DE]; Fabrikstr. 15, 84048 Mainburg (DE). PI-KUL, Bartłomiej [PL/PL]; Krzyska 38, PL-33-100 Tarnow (PL).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: SHROUD SEGMENT TO BE ARRANGED ON A BLADE

(54) Bezeichnung : DECKBANDSEGMENT ZUR ANORDNUNG AN EINER SCHAUFEL

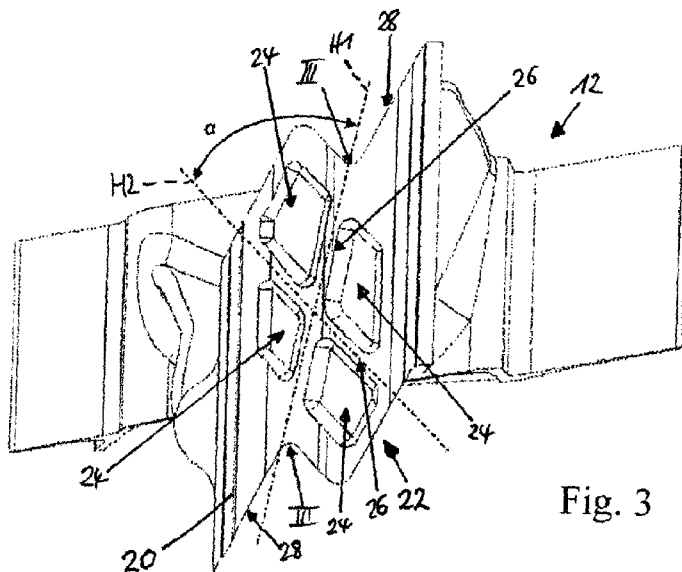


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a shroud segment (20) to be arranged on a blade (12), in particular a gas turbine blade, comprising a stiffening structure (22) that is raised relative to a shroud segment surface (24), wherein the stiffening structure (22) is cross-shaped at least in some areas. The invention further relates to a blade (12), in particular a gas turbine blade, for a turbomachine, comprising a shroud segment (20), which is arranged on a radial end area of the blade (12) and which comprises a stiffening structure (22) that is raised relative to a shroud segment surface (24), wherein the stiffening structure (22) is cross-shaped at least in some areas.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Deckbandsegment (20) zur Anordnung an einer Schaufel (12), insbesondere einer Gasturbinschaufel, mit einer gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche (24) erhabenen Versteifungsstruktur (22), wobei die Versteifungsstruktur (22) wenigstens bereichsweise kreuzförmig ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Schaufel (12), insbesondere eine Gasturbinschaufel, für eine Strömungsmaschine, mit einem an einem radialen Endbereich der Schaufel (12) angeordneten Deckbandsegment (20), welches

eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche (24) erhabene Versteifungsstruktur (22) aufweist, wobei die Versteifungsstruktur (22) wenigstens bereichsweise kreuzförmig ausgebildet ist.

Deckbandsegment zur Anordnung an einer Schaufel

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Deckbandsegment gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zur Anordnung an einer Schaufel, insbesondere einer Gasturbinenschaufel. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Schaufel, insbesondere eine Gasturbinenschaufel, der im Oberbegriff des Patentanspruchs 13 angegebenen Art für eine Strömungsmaschine.
- 10 Ein derartiges Deckbandsegment sowie eine Schaufel mit einem derartigen Deckbandsegment sind bereits aus dem Stand der Technik bekannt. Das Deckbandsegment, welches an einem radialen Endbereich der Schaufel angeordnet ist, dient grundsätzlich zur Dämpfung von Schaufelschwingungen und wird insbesondere bei Gasturbinenschaufeln für hintere Turbinenstufen verwendet. Weiterhin vermindert das Deckbandsegment die Umströmung
- 15 der Schaufelspitze und erhöht hierdurch den Wirkungsgrad einer zugeordneten Strömungsmaschine. Die Deckbandsegmente benachbarter Schaufeln eines Rotors bilden dabei ein durchgehendes Deckband aus. Zur Verringerung von Spannungskonzentrationen weisen bekannte Deckbandsegmente dabei eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche erhabene Versteifungsstruktur auf, die üblicherweise als sogenannter „Dogbone“ bzw.
- 20 „Halber Dogbone“ ausgebildet ist.

Als nachteilig an den bekannten Deckbandsegmenten ist dabei der Umstand anzusehen, dass diese, um eine ausreichende Verringerung von Spannungskonzentrationen ermöglichen zu können, vergleichsweise voluminös ausgebildet werden müssen. Hierdurch erhöht

25 sich das Gesamtgewicht des Deckbandsegments sowie einer mit diesem versehenen Schaufel erheblich. Dies führt zudem während des Betriebs der Schaufel in einer zugeordneten Strömungsmaschine zu hohen bewegten Massen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Deckbandsegment sowie eine mit einem

30 derartigen Deckbandsegment versehene Schaufel zu schaffen, welche eine Gewichtsreduzierung bei gleichzeitig guter Spannungsreduzierung ermöglichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Deckbandsegment mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Schaufel mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung
5 sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des Deckbandsegments als vorteilhafte Ausgestaltungen der Schaufel und umgekehrt anzusehen sind.

Bei einem erfindungsgemäßen Deckbandsegment, welches eine Gewichtsreduzierung bei
10 gleichzeitig guter Spannungsreduzierung ermöglicht, ist die Versteifungsstruktur wenigstens bereichsweise kreuzförmig ausgebildet. Durch die kreuzförmige Gestaltung kann die Spannungskonzentration im Deckbandsegment signifikant verringert und die Steifigkeit des Deckbandsegments unter gleichzeitiger Gewichtsoptimierung verbessert werden.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Versteifungsstruktur wenigstens zwei kreuzförmig angeordnete Rippen umfasst, deren Hauptachsen in einem vorbestimmten Winkel zueinander stehen. Dies ermöglicht eine einfache und gezielte Einstellung des Spannungsniveaus innerhalb des Deckbandsegments, wobei unterschiedliche Deckbandsegmenttypen individuell berücksichtigt werden können. Dabei kann bei-
20 spielsweise vorgesehen sein, dass der jeweilige Winkel in Abhängigkeit der jeweiligen Deckbandsegmentgeometrie, des Deckbandsegmentmaterials und den späteren Einsatzbedingungen in einer zugeordneten Strömungsmaschine bestimmt wird.

Dabei hat es sich in weiterer Ausgestaltung als vorteilhaft gezeigt, wenn die Hauptachsen
25 der Rippen in einem Winkel zwischen 20° und 90° zueinander stehen. Hierdurch wird eine besonders vorteilhafte Spannungsverteilung innerhalb des Deckbandsegments bei gleichzeitig hoher Steifigkeit sichergestellt.

Weitere Vorteile ergeben sich, indem die Versteifungsstruktur wenigstens eine Rippe um-
30 fasst, welche entlang und/oder senkrecht zu einer Spannungslinie des Deckbandsegments

angeordnet ist. Durch die hiermit erzielte Steifigkeit im Deckbandsegment wird ein besonders niedriges Spannungsniveau innerhalb des Deckbandsegments erreicht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Versteifungsstruktur wenigstens eine Rippe umfasst, welche über ihre Längenerstreckung im Profil eine konstante und/oder ortsabhängige Höhe aufweist. Mit anderen Worten ist vorgesehen, dass eine oder mehrere Rippen der Versteifungsstruktur über ihre jeweilige Längenerstreckung ein gleichmäßiges und/oder ein über ihre jeweilige Längenerstreckung variierendes Höhenprofil aufweisen, wodurch eine besonders präzise Anpassbarkeit der Versteifungsstruktur an die jeweilige Ausgestaltung des Deckbandsegments und den individuellen Verlauf der Spannungslinien innerhalb des Deckbandsegments gegeben ist.

Eine optimale Anpassbarkeit des Deckbandsegments im Hinblick auf minimales Gewicht bei maximaler Spannungsverringerung wird in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung dadurch ermöglicht, dass die wenigstens eine Rippe eine Höhe zwischen 0,1 cm und 10 cm aufweist.

Dabei hat es sich weiterhin als vorteilhaft gezeigt, wenn die Versteifungsstruktur wenigstens eine Rippe umfasst, welche über ihre Längenerstreckung ein Querschnittsprofil aufweist, welches in Abhängigkeit eines Spannungsprofils des Deckbandsegments ohne diese Rippe gewählt ist. Mit anderen Worten ist das Querschnittsprofil der wenigstens einen Rippe über ihre Längenerstreckung unter Berücksichtigung eines Spannungsprofils ausgebildet, welches das Deckbandsegment ohne diese Rippe hätte. Beispielsweise kann die wenigstens eine Rippe in Bereichen potentiell hoher Spannungen ein verdicktes Querschnittsprofil aufweisen. Umgekehrt kann in Bereichen mit potentiell geringer Spannung ein entsprechend reduziertes Querschnittsprofil vorgesehen sein. Hierdurch kann eine maximale Spannungsreduzierung bei minimalem Mehrgewicht des Deckbandsegments erzeugt werden.

Eine Steigerung der Dauerfestigkeit des Deckbandsegments ist in weiterer Ausgestaltung dadurch ermöglicht, dass die Versteifungsstruktur abgerundete Flächenübergänge zur

Deckbandsegmentoberfläche umfasst, da hierdurch das Auftreten von Kraftspitzen an den Rändern der Versteifungsstruktur beispielsweise bei Zug- oder Biegebelastungen des Deckbandsegments zuverlässig vermieden wird.

- 5 Eine besonders hohe Steifigkeit des Deckbandsegements bei optimiertem Gewicht ist in weiterer Ausgestaltung dadurch gegeben, dass die Versteifungsstruktur wenigstens einen diskreten Deckbandsegmentoberflächenbereich seitlich begrenzt. Mit anderen Worten weist das Deckbandsegment eine Vertiefung auf, welche durch die erhabene Versteifungsstruktur gebildet wird.

10

Eine besonders gleichmäßige Kraft- und Spannungsverteilung über das Deckbandsegment wird in weiterer Ausgestaltung dadurch erzielt, dass die Versteifungsstruktur vier und/oder sechs diskrete Deckbandsegmentoberflächenbereiche seitlich begrenzt.

- 15 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Deckbandsegment zwei einander gegenüberliegend angeordnete und im Längsschnitt im Wesentlichen Z-förmige Kontaktflächen zur Anlagerung korrespondierender Kontaktflächen zweier weiterer Deckbandsegmente aufweist. Hierdurch können sich benachbarte Schaufeln, die jeweils mit einem derartigen Deckbandsegment versehen sind, während des Betriebs einer zugeordneten Strömungsmaschine bzw. eines mit diesen Schaufeln versehenen Rotors paarweise aneinander abstützen, wodurch ein mechanisch besonders stabiles Deckband ermöglicht wird. Ein unerwünschtes Verbiegen oder Verdrehen der Schaufeln wird hierdurch ebenfalls minimiert.

- 25 Eine besonders hohe Steifigkeit wird in weiterer Ausgestaltung dadurch erzielt, dass die Versteifungsstruktur wenigstens eine Rippe umfasst, welche sich zwischen den beiden Kontaktflächen erstreckt. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass sich die Rippe zwischen einander entsprechenden Eckbereichen der beiden Z-förmigen Kontaktflächen erstreckt, da an diesen Ecken üblicherweise besonders große Spannungskonzentrationen auftreten können.
- 30

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Schaufel, insbesondere eine Gasturbinenschaufel, für eine Strömungsmaschine, mit einem an einem radialen Endbereich der Schaufel angeordneten Deckbandsegment, welches eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche erhabene Versteifungsstruktur aufweist. Eine Gewichtsreduzierung der Schaufel bei gleichzeitig guter Spannungsreduzierung wird dabei erfindungsgemäß dadurch ermöglicht, dass die Versteifungsstruktur wenigstens bereichsweise kreuzförmig ausgebildet ist. Durch die kreuzförmige Gestaltung kann die Spannungskonzentration im Deckbandsegment signifikant verringert und die Steifigkeit des Deckbandsegmentes unter gleichzeitiger Gewichtsoptimierung verbessert werden.

10

Dabei hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn das Deckbandsegment gemäß einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ausgebildet ist. Die sich hieraus ergebenden Vorteile sind den entsprechenden Beschreibungen zu entnehmen.

15 Eine besonderes hohe mechanische Stabilität und Belastbarkeit der Schaufel wird in weiterer Ausgestaltung dadurch erzielt, dass das Deckbandsegment einteilig mit der Schaufel ausgebildet ist. Obwohl das Deckbandsegment und die Schaufel grundsätzlich auch zwei- oder mehrteilig ausgebildet und auf geeignete Weise gefügt sein können, kann bei einer einteiligen Ausführung zudem auf den ansonsten notwendigen Montageschritt verzichtet werden, wodurch entsprechende Kostensenkungen gegeben sind.

20

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere thermische Gasturbine, mit einem Rotor, welcher wenigstens eine Schaufel mit einem an einem radialen Endbereich der Schaufel angeordneten Deckbandsegment umfasst, wobei das Deckbandsegment eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche erhabene Versteifungsstruktur aufweist. Dabei wird eine Gewichtsreduzierung der wenigstens einen Schaufel bei gleichzeitig guter Spannungsreduzierung erfindungsgemäß dadurch ermöglicht, dass das Deckbandsegment und/oder die Schaufel gemäß einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ausgebildet ist. Hierdurch wird entsprechend das Gewicht des Rotors bzw. der gesamten Strömungsmaschine bei gleichzeitiger Verbesserung ihrer Belastbarkeit optimiert, wodurch sich verlängerte Wartungszyklen realisieren lassen. Vorzugsweise sind al-

25
30

le Deckbandsegmente und/oder Schaufeln des Rotors gemäß einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ausgebildet, um eine maximale Gewichts- und Spannungsreduzierung zu erzielen. Zudem ist hierdurch im Betrieb der Strömungsmaschine die bewegte Masse entsprechend reduziert, wodurch sich weitere Vorteile insbesondere im Hinblick auf
5 Treibstoffeinsparungen ergeben.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in den Ausführungsbeispielen genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils
10 angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Aufsicht und eine seitliche Schnittansicht eines aus dem
15 Stand der Technik bekannten Deckbandsegments mit einer Versteifungsstruktur;
- Fig. 2 eine schematische Aufsicht und eine seitliche Schnittansicht eines aus dem
20 Stand der Technik bekannten Deckbandsegments mit einer alternativen Versteifungsstruktur;
- Fig. 3 eine schematische Perspektivansicht einer Schaufel mit einem erfindungsgemäßen Deckbandsegment, welches eine Versteifungsstruktur gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel aufweist;
- 25 Fig. 4 eine schematische Perspektivansicht einer Schaufel mit einem erfindungsgemäßen Deckbandsegment, welches eine Versteifungsstruktur gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel aufweist;
- 30 Fig. 5 eine schematische, ausschnittsweise und transparente Perspektivansicht der in Fig. 4 gezeigten Schaufel; und

Fig. 6 eine schematische und ausschnittsweise Drahtgitteransicht einer Rückseite einer erfindungsgemäßen Schaufel mit einem Deckbandsegment, welches eine Versteifungsstruktur gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel aufweist.

5

Fig. 1 zeigt eine schematische Aufsicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Deckbandsegments 10 zur Anordnung an einer Schaufel 12 (s. Fig. 3) sowie eine seitliche Schnittansicht des Deckbandsegments 10 entlang der Schnittlinie I-I. Das Deckbandsegment 10 weist eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche 14 erhabene Versteifungsstruktur 16 auf, welche - wie aus der Aufsicht erkennbar ist - im Wesentlichen knochenförmig ausgebildet ist und daher als „Dogbone“ bezeichnet wird.

Fig. 2 zeigt eine schematische Aufsicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Deckbandsegments 10 zur Anordnung an einer Schaufel 12 (s. Fig. 3) sowie eine seitliche Schnittansicht des Deckbandsegments 10 entlang der Schnittlinie I-I. Das Deckbandsegment 10 weist im Vergleich zum in Fig. 1 gezeigten Deckbandsegment 10 eine alternative Versteifungsstruktur 16 auf, welche zu einer Seite hin abflacht und daher als „Half-Dogbone“ bezeichnet wird.

Die beiden in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Deckbandsegmente 10 besitzen den Nachteil, dass ihre Versteifungsstrukturen 16 vergleichsweise voluminös ausgebildet werden müssen, um eine ausreichende Verringerung der Spannungskonzentrationen im Deckbandsegment 10 gewährleisten zu können. Hierdurch erhöht sich das Gewicht der Deckbandsegmente 10 sowie einer mit einem derartigen Deckbandsegment 10 verbundenen Schaufel 12.

25

Fig. 3 zeigt eine schematische Perspektivansicht einer als Gasturbinenschaufel für eine Strömungsmaschine ausgebildeten Schaufel 12 mit einem erfindungsgemäßen Deckbandsegment 20, welches eine Versteifungsstruktur 22 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel aufweist. Die Versteifungsstruktur 22 ist ebenfalls erhaben gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche 24 des Deckbandsegments 20 ausgebildet, jedoch im Unterschied zu den in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsformen bereichsweise kreuzförmig ausgebildet. Durch

30

die kreuzförmige Gestaltung kann die Spannungskonzentration im Deckbandsegment 20 signifikant verringert und die Steifigkeit des Deckbandsegments 20 unter gleichzeitiger Gewichtsoptimierung erheblich verbessert werden. Die Versteifungsstruktur 22 umfasst vorliegend zwei kreuzförmig angeordnete Rippen 26, deren Hauptachsen H1, H2 in einem
5 vorbestimmten Winkel α zueinander stehen und welche über ihre Längenerstreckung im Profil eine konstante Höhe aufweisen. Zusätzlich sind die beiden Rippen 26 entlang bzw. senkrecht zu Spannungslinien des Deckbandsegments 20 angeordnet. Hierdurch wird eine besonders effiziente Reuzierung des Spannungsniveaus des Deckbandsegments 20 erzielt. Durch die Höhe der Rippen 26 und des Winkels α zwischen den Hauptachsen H1, H2 der
10 Rippen 26 kann somit das Spannungsniveau exakt eingestellt werden. Der Winkel α und der Profilverlauf der Rippen 26, insbesondere ihre Höhe, müssen dabei individuell für jeden Deckbandsegmenttyp in Abhängigkeit der jeweiligen Spannungslinien, die ohne die Versteifungsstruktur 22 auftreten würden, ermittelt werden.

15 Das Deckbandsegment 20 weist weiterhin zwei einander gegenüberliegend angeordnete und im Längsschnitt im Wesentlichen Z-förmige Kontaktflächen 28 (Z-Shroud) zur Anlagerung korrespondierender Kontaktflächen zweier weiterer Deckbandsegmente (nicht gezeigt) auf. Eine der Rippen 26 erstreckt sich dabei zwischen Ecken III der beiden Z-förmigen Kontaktflächen 28, wodurch eine besonders hohe Spannungsreduzierung in anderenfalls stark spannungsbelasteten Bereichen des Deckbandsegments 20 erzielt wird.
20

Zusätzlich zu den Rippen 26 ist die Versteifungsstruktur 22 derart ausgebildet, dass sie vier diskrete Deckbandsegmentoberflächenbereiche 24 seitlich begrenzt. Die Deckbandsegmentoberflächenbereiche 24 bilden mit anderen Worten die Bodenflächen von vier Vertiefungen, während die Versteifungsstruktur 22 und ihre Rippen 26 die Seitenwände der Vertiefungen bilden.
25

Die Versteifungsstruktur 22 kann grundsätzlich durch Trennverfahren aus einem Deckbandsegmentrohling erzeugt werden. Alternativ kann das Deckbandsegment 20 – gegebenenfalls einteilig mit einer Schaufel 12 – mit Hilfe von Gießverfahren, insbesondere Feingießverfahren, oder generativen Verfahren hergestellt werden.
30

Fig. 4 zeigt eine schematische Perspektivansicht einer Schaufel 12 mit einem erfindungsgemäßen Deckbandsegment 20, welches eine Versteifungsstruktur 22 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel aufweist. Fig. 4 wird im Folgenden in Zusammenschau mit Fig. 5
5 erläutert werden, welche eine schematische, ausschnittsweise und transparente Perspektivansicht der in Fig. 4 gezeigten Schaufel 12 zeigt. Im Unterschied zum in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst die Versteifungsstruktur 22 drei Rippen 26a-c, die jeweils paarweise kreuzförmig angeordnet sind und ebenfalls entlang bzw. senkrecht zu Spannungslinien des Deckbandsegments 20 verlaufen. Der Winkel α zwischen der Hauptachse
10 H (nicht dargestellt) der Rippe 26c und der Hauptachse H der Rippe 26a sowie der Winkel α zwischen der Hauptachse H der Rippe 26c und der Hauptachse H der Rippe 26b sind vorliegend gleich gewählt, so dass die Hauptachsen H der Rippen 26a, 26b parallel zueinander verlaufen. Aufgrund der zusätzlichen Rippe 26b begrenzt die Versteifungsstruktur 22 nunmehr sechs diskrete Deckbandsegmentoberflächenbereiche 24 seitlich.

15

Fig. 6 zeigt schließlich eine schematische und ausschnittsweise Drahtgitteransicht einer Rückseite einer erfindungsgemäßen Schaufel 12, welche einteilig mit einem Deckbandsegment 20 ausgebildet ist. Das Deckbandsegment 20 weist seinerseits eine Versteifungsstruktur 22 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel auf. Die Versteifungsstruktur 22 umfasst wie im ersten Ausführungsbeispiel zwei kreuzförmig angeordnete Rippen 26. Die
20 Rippen 26 sind ebenfalls entlang bzw. senkrecht zu Spannungslinien des Deckbandsegments 20 angeordnet, wobei nur eine der Rippen 26 erkennbar ist. Die Winkel α zwischen den Hauptachsen H der Rippen 26 sowie Höhe bzw. der Profilverlauf der Rippen 26 ist wiederum in Abhängigkeit des Spannungsniveaus des Deckbandsegments ohne diese Rippen 26 gewählt.
25

Die in den Unterlagen angegebenen Parameterwerte zur Definition von Prozess- und Messbedingungen für die Charakterisierung von spezifischen Eigenschaften des Erfindungsgegenstands sind auch im Rahmen von Abweichungen - beispielsweise aufgrund von
30 Messfehlern, Systemfehlern, Einwaagefehlern, DIN-Toleranzen und dergleichen - als vom Rahmen der Erfindung mitumfasst anzusehen.

Patentansprüche

1. Deckbandsegment (20) zur Anordnung an einer Schaufel (12), insbesondere einer
5 Gasturbinenschaufel, mit einer gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche (24) er-
habenen Versteifungsstruktur (22), dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungs-
struktur (22) wenigstens bereichsweise kreuzförmig ausgebildet ist.
2. Deckbandsegment (20) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstei-
10 fungsstruktur (22) wenigstens zwei kreuzförmig angeordnete Rippen (26) umfasst,
deren Hauptachsen (H) in einem vorbestimmten Winkel (α) zueinander stehen.
3. Deckbandsegment (20) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Haupt-
achsen (H) der Rippen (26) in einem Winkel (α) zwischen 20° und 90° zueinander
15 stehen.
4. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
dass die Versteifungsstruktur (22) wenigstens eine Rippe (26) umfasst, welche ent-
lang und/oder senkrecht zu einer Spannungslinie des Deckbandsegments (20) ange-
20 ordnet ist.
5. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
dass die Versteifungsstruktur (22) wenigstens eine Rippe (26) umfasst, welche über
ihre Längenerstreckung im Profil eine konstante und/oder ortsabhängige Höhe auf-
25 weist.
6. Deckbandsegment (20) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die wenig-
stens eine Rippe (26) eine Höhe zwischen 0,1 cm und 10 cm aufweist.
7. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Versteifungsstruktur (22) wenigstens eine Rippe (26) umfasst, welche über

ihre Längenerstreckung ein Querschnittsprofil aufweist, welches in Abhängigkeit eines Spannungsprofils des Deckbandsegments (20) ohne diese Rippe (26) gewählt ist.

- 5 8. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsstruktur (22) abgerundete Flächenübergänge zur Deckbandsegmentoberfläche (24) umfasst.
- 10 9. Deckbandsegment(20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsstruktur (22) wenigstens einen diskreten Deckbandsegmentoberflächenbereich (24) seitlich begrenzt.
- 15 10. Deckbandsegment (20) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsstruktur (22) vier und/oder sechs diskrete Deckbandsegmentoberflächenbereiche (24) seitlich begrenzt.
- 20 11. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass dieses zwei einander gegenüberliegend angeordnete und im Längsschnitt im Wesentlichen Z-förmige Kontaktflächen (28) zur Anlagerung korrespondierender Kontaktflächen (28) zweier weiterer Deckbandsegmente (20) aufweist.
- 25 12. Deckbandsegment (20) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsstruktur (22) wenigstens eine Rippe (26) umfasst, welche sich zwischen den beiden Kontaktflächen (28) erstreckt.
- 30 13. Schaufel(12), insbesondere Gasturbinenschaufel, für eine Strömungsmaschine, mit einem an einem radialen Endbereich der Schaufel (12) angeordneten Deckbandsegment (20), welches eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche (24) erhabene Versteifungsstruktur (22) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsstruktur (22) wenigstens bereichsweise kreuzförmig ausgebildet ist.

14. Schaufel (12) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Deckbandsegment (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist.
15. Schaufel (12) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Deckbandsegment (20) einteilig mit der Schaufel (12) ausgebildet ist.
16. Strömungsmaschine, insbesondere thermische Gasturbine, mit einem Rotor, welcher wenigstens eine Schaufel (12) mit einem an einem radialen Endbereich der Schaufel (12) angeordneten Deckbandsegment (20) umfasst, wobei das Deckbandsegment (20) eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche (24) erhabene Versteifungsstruktur (22) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Deckbandsegment (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 und/oder die Schaufel (12) gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15 ausgebildet ist.

1/3

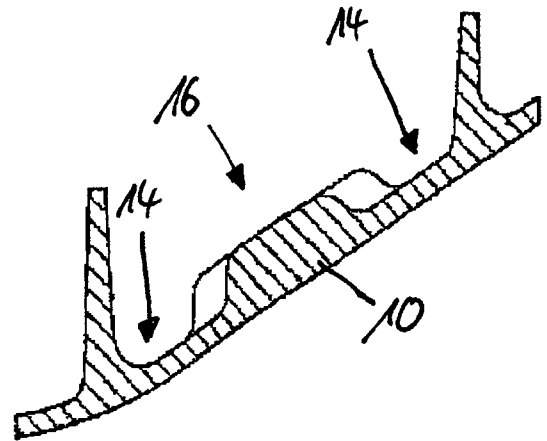
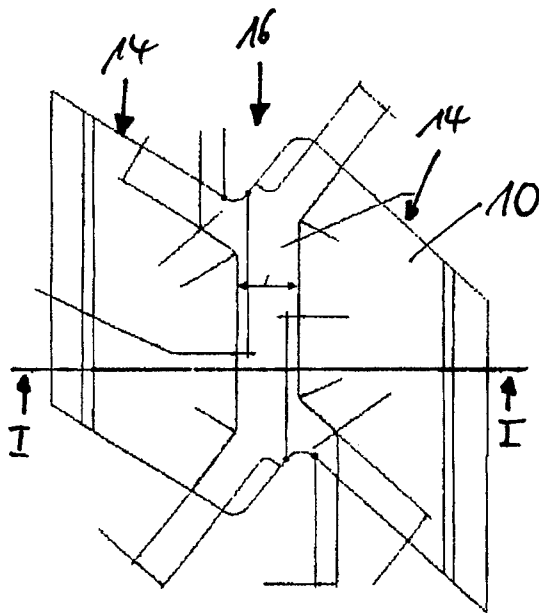


Fig. 1

(Stand der Technik)

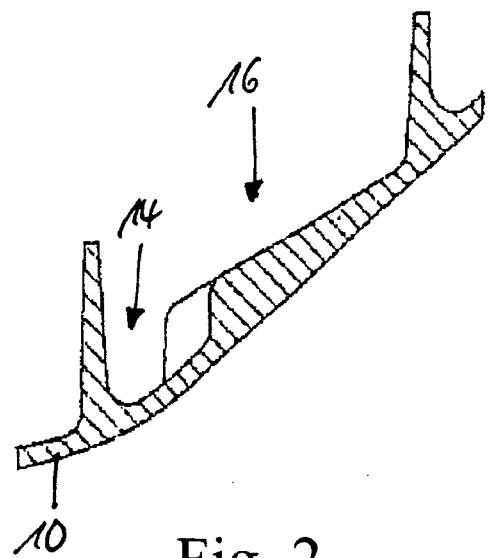
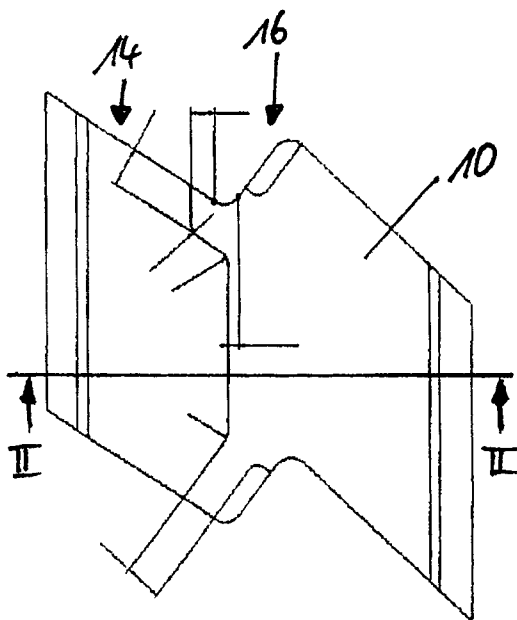


Fig. 2

(Stand der Technik)

