



(11)

EP 2 376 746 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.2017 Patentblatt 2017/32

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

(21) Anmeldenummer: **10740504.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2010/000707

(22) Anmeldetag: **21.06.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/149139 (29.12.2010 Gazette 2010/52)

(54) **DECKBANDSEGMENT EINER SCHAUFEL**

SHROUD SEGMENT OF A BLADE

PLATEFORME D'EXTRÉMITÉ D' AUBE

(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 SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **26.06.2009 DE 102009030566**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.10.2011 Patentblatt 2011/42

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **SCHLEMMER, Markus**
84048 Mainburg (DE)
• **PIKUL, Bartłomiej**
PL-33-100 Tarnow (PL)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 890 008 WO-A1-2005/008032
GB-A- 2 290 833 US-A- 5 785 496
US-B1- 6 491 498

EP 2 376 746 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Deckbandsegment einer Laufschaufel, insbesondere einer Gasturbinenschaufel, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Strömungsmaschine, insbesondere eine thermische Gasturbine, der im Oberbegriff des Patentanspruchs 11 angegebenen Art.

[0002] Ein derartiges Deckbandsegment ist 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 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. "Halber Dogbone" ausgebildet ist.

[0003] 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 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.

[0004] Aus der GB 2 290 833 A ist eine Turbinenschaufel mit einem Deckband bekannt.

[0005] Aus der WO 2005/008032 ist eine Leitschaufel oder ein Leitschaufelsegment für eine Gasturbine mit einem Schaufelblatt und einem Deckband bekannt.

[0006] Aus der US 6 491 498 B1 ist eine Turbinenschaufel für Gasturbinen mit einem Deckband bekannt.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Deckbandsegment zu schaffen, welche eine Gewichtsreduzierung bei gleichzeitig guter Spannungsreduzierung ermöglicht. Ferner ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Strömungsmaschine mit einem Rotor vorzuschlagen.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Deckbandsegment mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des Deckbandsegments als vorteilhafte Ausgestaltungen der Strömungsmaschine und umgekehrt anzusehen sind.

[0009] Bei einem erfindungsgemäßen Deckbandsegment, welches eine Gewichtsreduzierung bei 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.

[0010] Die Versteifungsstruktur des erfindungsgemäßen Deckbandsegments umfasst wenigstens zwei kreuzförmig angeordnete Rippen, 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 beispielsweise vorgesehen sein, dass der jeweilige Winkel in Abhängigkeit der jeweiligen Deckbandsegmentgeometrie, des Deckbandsegmentmaterials und den späteren Einsatzbedingungen in einer zugeordneten Strömungsmaschine bestimmt wird.

[0011] Dabei hat es sich in weiterer Ausgestaltung als vorteilhaft gezeigt, wenn die Hauptachsen 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.

[0012] Weitere Vorteile ergeben sich, indem die Versteifungsstruktur wenigstens eine Rippe umfasst, 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.

[0013] 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 gleichmäßige 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.

[0014] 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.

[0015] 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 ei-

nes 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.

[0016] 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 Ränder der Versteifungsstruktur beispielsweise bei Zug- oder Biegebelastungen des Deckbandsegments zuverlässig vermieden wird.

[0017] Eine besonders hohe Steifigkeit des Deckbandsegments bei optimiertem Gewicht ist dadurch gegeben, dass die Versteifungsstruktur des erfindungsgemäßen Deckbandsegments wenigstens einen diskreten Deckbandsegmentoberflächenbereich seitlich begrenzt. Mit anderen Worten weist das Deckbandsegment eine Vertiefung auf, welche durch die erhabene Versteifungsstruktur gebildet wird.

[0018] 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.

[0019] 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 Laufschaufeln, die jeweils mit einem derartigen Deckbandsegment versehen sind, während des Betriebs einer zugeordneten Strömungsmaschine bzw. eines mit diesen Laufschaufeln versehenen Rotors paarweise aneinander abstützen, wodurch ein mechanisch besonders stabiles Deckband ermöglicht wird. Ein unerwünschtes Verbiegen oder Verdrehen der Laufschaufeln wird hierdurch ebenfalls minimiert.

[0020] 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.

[0021] In bestimmten erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist eine Laufschaufel, insbesondere eine Gasturbinenschaufel, für eine Strömungsmaschine, mit einem an einem radialen Endbereich der Laufschaufel angeordneten Deckbandsegment, eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche erhabene Versteifungsstruktur auf. Eine Gewichtsreduzierung der Laufschaufel bei gleichzeitig guter Spannungsreduzierung wird dabei 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 Deckbandsegments unter gleichzeitiger Gewichtsoptimierung verbessert werden.

[0022] 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.

[0023] Eine besonderes hohe mechanische Stabilität und Belastbarkeit der Laufschaufel wird in weiterer Ausgestaltung dadurch erzielt, dass das Deckbandsegment einteilig mit der Laufschaufel ausgebildet ist. Obwohl das Deckbandsegment und die Laufschaufel 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.

[0024] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere thermische Gasturbine, mit einem Rotor, welcher wenigstens eine Laufschaufel mit einem an einem radialen Endbereich der Laufschaufel angeordneten Deckbandsegment umfasst, wobei das Deckbandsegment eine gegenüber einer Deckbandsegmentoberfläche erhabene Versteifungsstruktur aufweist. Dabei wird eine Gewichtsreduzierung der wenigstens einen Laufschaufel bei gleichzeitig guter Spannungsreduzierung erfindungsgemäß dadurch ermöglicht, dass das Deckbandsegment und/oder die Laufschaufel 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 alle Deckbandsegmente und/oder Laufschaufeln 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 Treibstoffeinsparungen ergeben.

[0025] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombi-

nationen sowie die nachfolgend in den Ausführungsbeispielen genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils 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 Stand der Technik bekannten Deckbandsegments mit einer Versteifungsstruktur;

Fig. 2 eine schematische Aufsicht und eine seitliche Schnittansicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Deckbandsegments mit einer alternativen Versteifungsstruktur;

Fig. 3 eine schematische Perspektivansicht einer Laufschaufel mit einem erfindungsgemäßen Deckbandsegment, welches eine Versteifungsstruktur gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel aufweist;

Fig. 4 eine schematische Perspektivansicht einer Laufschaufel mit einem erfindungsgemäßen Deckbandsegment, welches eine Versteifungsstruktur gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel aufweist;

Fig. 5 eine schematische, ausschnittsweise und transparente Perspektivansicht der in Fig. 4 gezeigten Laufschaufel; und

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

[0026] Fig. 1 zeigt eine schematische Aufsicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Deckbandsegments 10 zur Anordnung an einer Laufschaufel 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.

[0027] Fig. 2 zeigt eine schematische Aufsicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Deckbandsegments 10 zur Anordnung an einer Laufschaufel 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.

[0028] 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 Laufschaufel 12.

[0029] Fig. 3 zeigt eine schematische Perspektivansicht einer als Gasturbinenschaufel für eine Strömungsmaschine ausgebildeten Laufschaufel 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 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 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 Reduzierung des Spannungsniveaus des Deckbandsegments 20 erzielt. Durch die Höhe der Rippen 26 und des Winkels α zwischen den Hauptachsen H1, H2 der 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.

[0030] 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. 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.

[0031] Die Versteifungsstruktur 22 kann grundsätzlich durch Trennverfahren aus einem Deckbandsegmentrohling erzeugt werden. Alternativ kann das Deckbandsegment 20 - gegebenenfalls einteilig mit einer Laufschaufel 12 - mit Hilfe von Gießverfahren, insbesondere Feingießverfahren, oder generativen Verfahren hergestellt werden.

[0032] Fig. 4 zeigt eine schematische Perspektivansicht einer Laufschaufel 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 erläutert werden, welche eine schematische, ausschnittsweise und transparente Perspektivansicht der in Fig. 4 gezeigten Laufschaufel 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 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.

[0033] Fig. 6 zeigt schließlich eine schematische und ausschnittsweise Drahtgitteransicht einer Rückseite einer erfindungsgemäßen Laufschaufel 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 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.

[0034] 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 Messfehlern, Systemfehlern, Einwaagefehlern, DIN-Toleranzen und dergleichen - als vom Rahmen der Erfindung mitumfasst anzusehen.

Patentansprüche

1. Deckbandsegment (20) einer Laufschaufel (12), insbesondere einer Gasturbinenschaufel, mit einer ge-

genüber einer Deckbandsegmentoberfläche (24) erhabenen Versteifungsstruktur (22), wobei die Versteifungsstruktur (22) wenigstens bereichesweise kreuzförmig ausgebildet ist, und die Versteifungsstruktur (22) wenigstens zwei kreuzförmig angeordnete Rippen (26) umfasst, deren Hauptachsen (H) zum Einstellen eines Spannungsniveaus innerhalb des Deckbandsegments (20) in einem vorbestimmten Winkel (α) zueinander stehen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versteifungsstruktur (22) wenigstens einen diskreten Deckbandsegmentoberflächenbereich (24) seitlich begrenzt, wobei durch die seitliche Begrenzung der Versteifungsstruktur (22) eine Vertiefung ausgebildet wird.

2. Deckbandsegment (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptachsen (H) der Rippen (26) in einem Winkel (α) zwischen 20° und 90° zueinander stehen.
3. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versteifungsstruktur (22) wenigstens eine Rippe (26) umfasst, welche entlang und/oder senkrecht zu einer Spannungslinie des Deckbandsegments (20) angeordnet ist.
4. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versteifungsstruktur (22) wenigstens eine Rippe (26) umfasst, welche über ihre Längenerstreckung im Profil eine konstante und/oder ortsabhängige Höhe aufweist.
5. Deckbandsegment (20) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Rippe (26) eine Höhe zwischen 0,1 cm und 10 cm aufweist.
6. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, 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.
7. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versteifungsstruktur (22) abgerundete Flächenübergänge zur Deckbandsegmentoberfläche (24) umfasst.
8. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versteifungsstruktur (22) vier und/oder sechs diskrete Deckbandsegmentoberflächenbereiche (24) seitlich begrenzt.

9. Deckbandsegment (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **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.
10. Deckbandsegment (20) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versteifungsstruktur (22) wenigstens eine Rippe (26) umfasst, welche sich zwischen den beiden Kontaktflächen (28) erstreckt.
11. Strömungsmaschine, insbesondere thermische Gasturbine, mit einem Rotor, welcher wenigstens eine Laufschaufel (12) mit einem an einem radialen Endbereich der Laufschaufel (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 10 ausgebildet ist.

Claims

1. A shroud segment (20) of a rotor blade (12), in particular, a gas turbine blade, having 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, and the stiffening structure (22) comprises at least two ribs (26) that are arranged in a cruciform manner and have main axes (H) that are at a predetermined angle (α) to one another in order to set a stress level within the shroud segment (20), **characterized in that** the stiffening structure (22) laterally delimits at least one discrete shroud segment surface region (24), wherein the lateral delimitation of the stiffening structure (22) constitutes a depression.
2. The shroud segment (20) according to claim 1, **characterized in that** the main axes (H) of the ribs (26) are at an angle (α) of between 20° and 90° to one another.
3. The shroud segment (20) according to claim 1 or 2, **characterized in that** the stiffening structure (22) comprises at least one rib (26) that is arranged along and/or perpendicular to a stress line of the shroud segment (20).
4. The shroud segment (20) according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the stiffening structure (22) comprises at least one rib (26) that has a height that is constant and/or location-dependent over the

longitudinal extension thereof in the profile.

5. The shroud segment (20) according to claim 4, **characterized in that** the at least one rib (26) has a height of between 0.1 and 10 cm.
6. The shroud segment (20) according to any of claims 1 to 5, **characterized in that** the stiffening structure (22) comprises at least one rib (26) that has, over the longitudinal extension thereof, a cross-sectional profile that is selected in accordance with a stress profile of the shroud segment (20) without this rib (26).
7. The shroud segment (20) according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** the stiffening structure (22) comprises rounded surface transitions to the shroud segment surface (24).
8. The shroud segment (20) according to any of claims 1 to 7, **characterized in that** the stiffening structure (22) laterally delimits four and/or six discrete shroud segment surface regions (24).
9. The shroud segment (20) according to any of claims 1 to 8, **characterized by** comprising two contact surfaces (28) that are arranged opposite one another and are substantially Z-shaped in the longitudinal section, for application to corresponding contact surfaces (28) of two other shroud segments (20).
10. The shroud segment (20) according to claim 9, **characterized in that** the stiffening structure (22) comprises at least one rib (26) that extends between the two contact surfaces (28).
11. A turbomachine, in particular, a thermal gas turbine, having a rotor that comprises at least one rotor blade (12) having a shroud segment (20) that is arranged at a radial end region of the rotor blade (12), wherein the shroud segment (20) has a stiffening structure (22) that is raised relative to a shroud segment surface (24), **characterized in that** the shroud segment (20) is configured according to any of claims 1 to 10.

Revendications

1. Segment de bandage (20) d'une pale (12), en particulier d'une pale de turbine à gaz, comprenant une structure de renfort (22) en relief vis-à-vis d'une surface de segment de bandage (24), dans lequel la structure de renfort (22) est conçue au moins par zones de façon cruciforme et la structure de renfort (22) comprend au moins deux nervures (26) agencées de façon cruciforme, dont les axes principaux (H) sont disposés mutuellement en formant un angle prédéterminé (α) pour régler un niveau de tension à

- l'intérieur du segment de bandage (20), **caractérisé en ce que** la structure de renfort (22) délimite latéralement au moins une zone discrète (24) de la surface de segment de bandage, dans lequel une cavité est formée par la délimitation latérale de la structure de renfort (22). 5
2. Segment de bandage (20) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les axes principaux (H) des nervures (26) sont disposés en formant mutuellement un angle (α) entre 20° et 90°. 10
3. Segment de bandage (20) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la structure de renfort (22) comprend au moins une nervure (26) qui est agencée le long d'une ligne de tension du segment de bandage (20) et/ou perpendiculairement à celle-ci. 15
4. Segment de bandage (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la structure de renfort (22) comprend une nervure (26) qui présente sur son extension longitudinale en profil une hauteur constante et/ou dépendant de l'emplacement. 20 25
5. Segment de bandage (20) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la au moins une nervure (26) présente une hauteur entre 0,1 cm et 10 cm. 30
6. Segment de bandage (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la structure de renfort (22) comprend au moins une nervure (26) qui présente sur son extension longitudinale un profil en coupe transversale qui est sélectionné en fonction d'un profil de tension du segment de bandage (20) sans cette nervure (26). 35
7. Segment de bandage (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la structure de renfort (22) comprend des transitions de surface arrondies avec la surface de segment de bandage (24). 40
8. Segment de bandage (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la structure de renfort (22) délimite latéralement quatre et/ou six zones discrètes de surface de segment de bandage (24). 45 50
9. Segment de bandage (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** celui-ci présente deux surfaces de contact (28) agencées en regard l'une de l'autre et sensiblement en forme de Z en coupe longitudinale pour s'appuyer sur des surfaces de contact correspondantes (28) de deux autres segments de bandage (20). 55
10. Segment de bandage (20) selon la revendication, **caractérisé en ce que** la structure de renfort (22) comprend au moins une nervure (26) qui s'étend entre les deux surfaces de contact (28).
11. Turbomachine, en particulier turbine à gaz thermique, comprenant un rotor qui comprend au moins une pale (12) avec un segment de bandage (20) agencé dans une zone d'extrémité radiale de la pale (12), dans laquelle le segment de bandage (20) présente une structure de renfort (22) en relief vis-à-vis d'une surface de segment de bandage (24), **caractérisé en ce que** le segment de bandage (20) est conçu selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

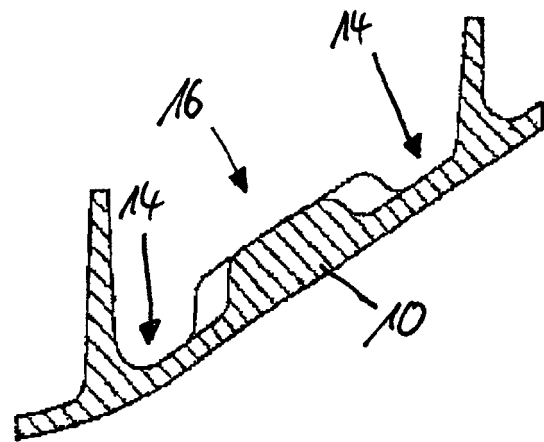
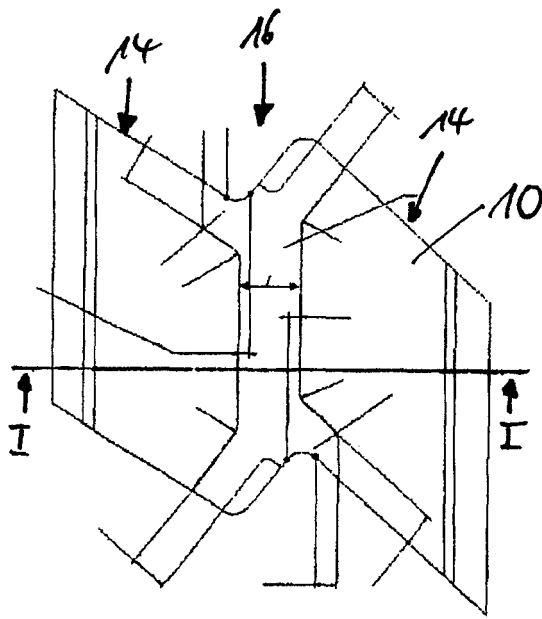


Fig. 1

(Stand der Technik)

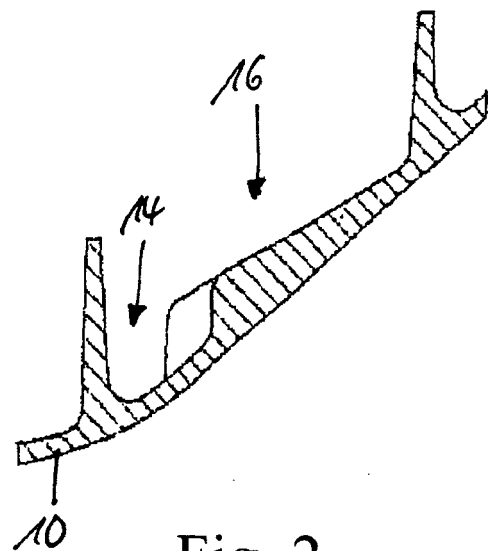
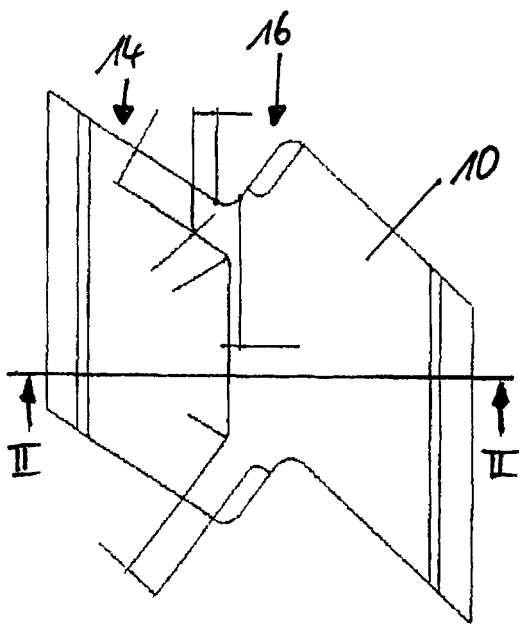


Fig. 2

(Stand der Technik)

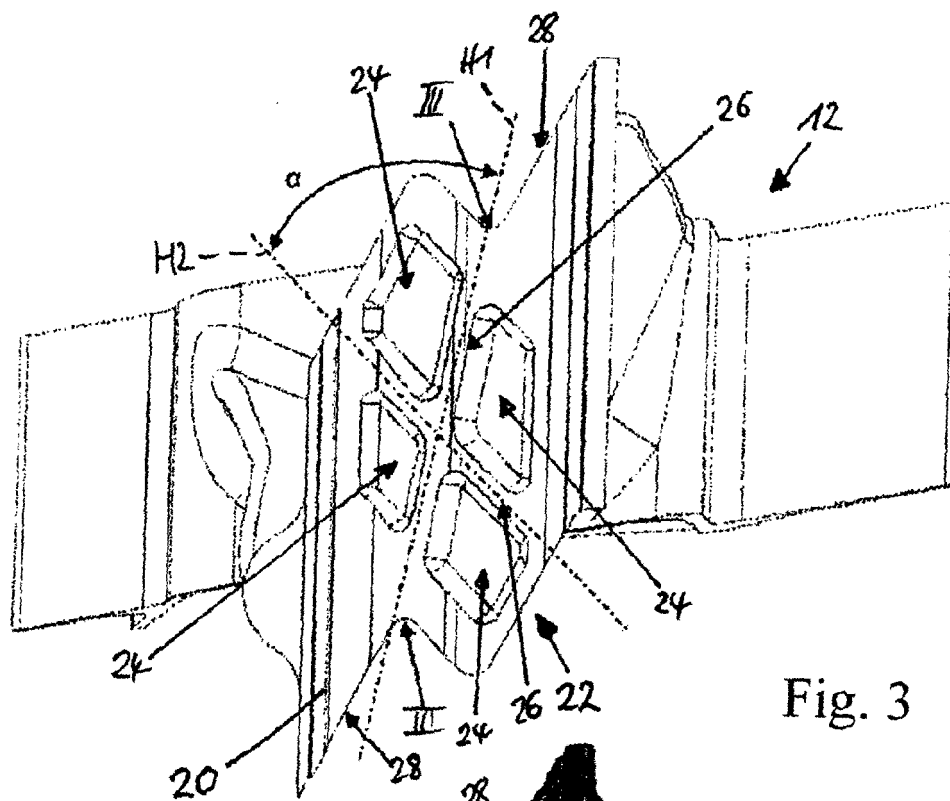


Fig. 3

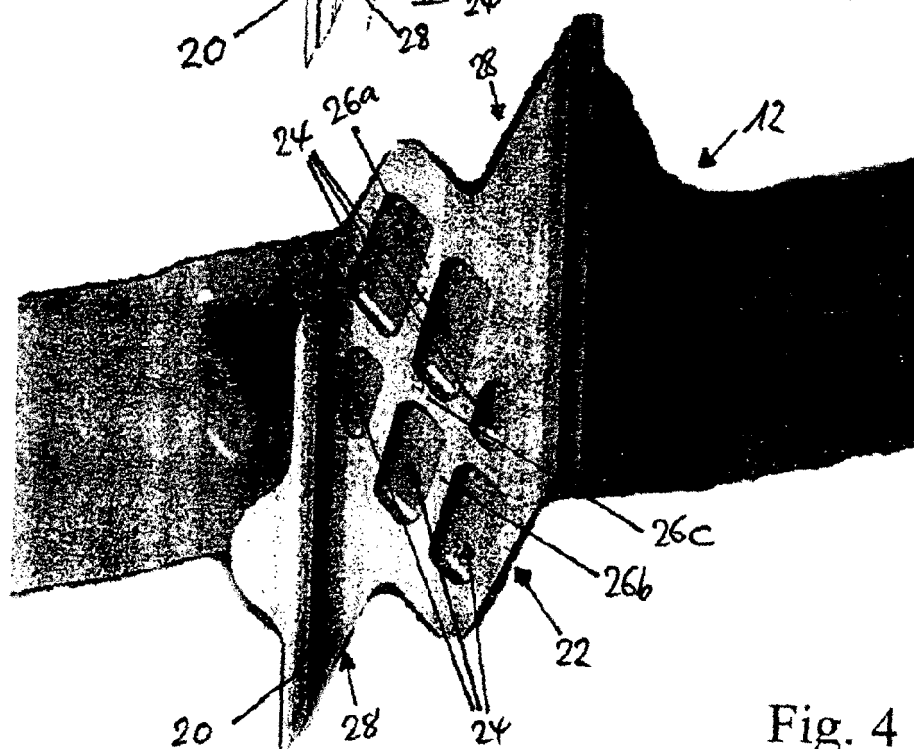


Fig. 4

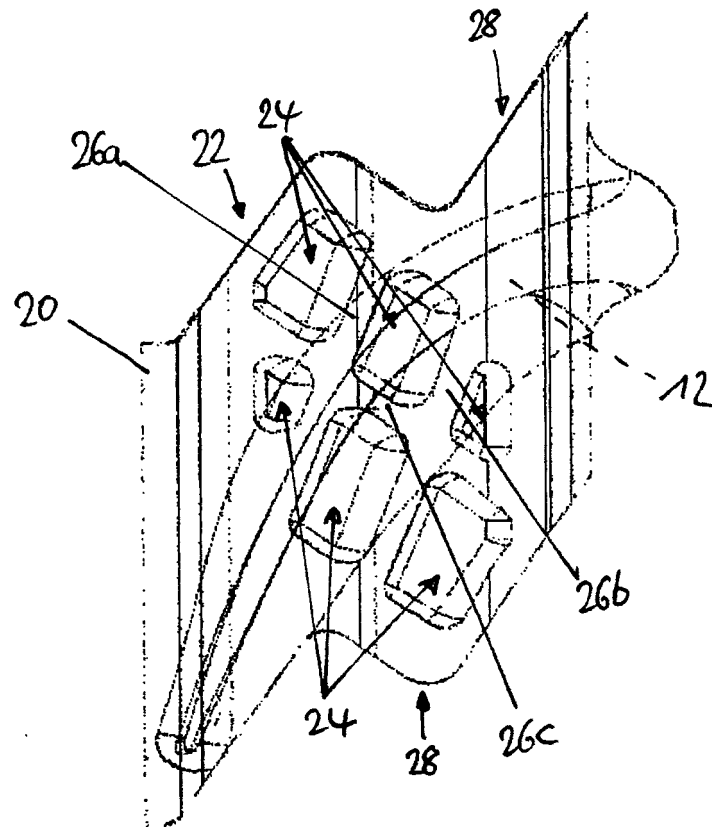


Fig. 5

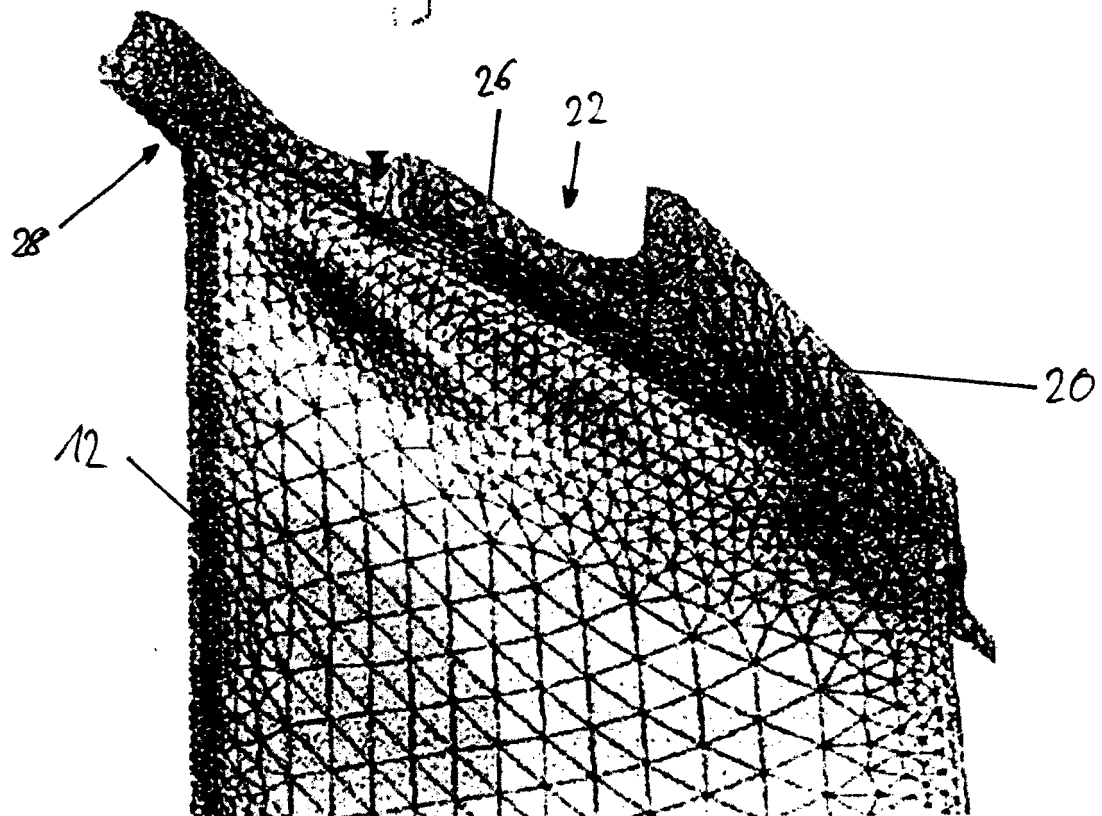


Fig. 6

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

- GB 2290833 A [0004]
- WO 2005008032 A [0005]
- US 6491498 B1 [0006]