

(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
27. Mai 2010 (27.05.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/057474 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23P 15/02 (2006.01) *C23C 24/04* (2006.01)
F01D 5/00 (2006.01) *B23P 15/00* (2006.01)
F01D 5/34 (2006.01) *B23P 15/04* (2006.01)
C23C 4/00 (2006.01) *F01D 5/18* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/001635

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2009 (14.11.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 058 141.0
20. November 2008 (20.11.2008) 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): **BAYER, Erwin** [DE/
DE]; Ostenstrasse 36, 85221 Dachau (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **MTU AERO ENGINES
GMBH**; Intellectual Property Management, Postfach 50
06 40, 80976 München (DE).

(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, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (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:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A BLADE FOR A ROTOR OF A TURBO-ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER SCHAUFEL FÜR EINEN ROTOR EINER STRÖMUNGSMASCHINE

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a blade for a rotor of a turbo-engine, particularly for an integrally bladed disk and/or bling of a gas turbine, wherein a porous base body is prepared and then coated at least in areas with a metal alloy. The invention further relates to a blade for a rotor of a turbo-engine, to a rotor, to a method for producing and/or repairing a rotor, and to a turbo-engine.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Schaufel für einen Rotor einer Strömungsmaschine, insbesondere für eine integral beschaufelte Blisk und/oder Bling einer Gasturbine, bei welchem ein poröser Formkörper bereitgestellt und anschließend zumindest bereichsweise mit einer Metalllegierung beschichtet wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Schaufel für einen Rotor einer Strömungsmaschine, einen Rotor, ein Verfahren zum Herstellen und/oder Reparieren eines Rotors sowie eine Strömungsmaschine hierzu.



WO 2010/057474 A1

Verfahren zum Herstellen einer Schaufel für einen Rotor einer Strömungsmaschine

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Schaufel für einen Rotor einer Strömungsmaschine. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Schaufel für einen Rotor einer Strömungsmaschine, einen Rotor, ein Verfahren zum Herstellen und/oder Reparieren eines Rotors sowie eine Strömungsmaschine hierzu.
- 10 Schaufeln für Rotoren von Strömungsmaschinen, insbesondere für Rotoren von Gasturbinen, sind technisch nur aufwendig und entsprechen kostenintensiv herstellbar. Die Rotoren werden dabei zunehmend als integral beschaufelte Rotoren ausgebildet, die, wenn ein scheibenförmiger Rotorgrundkörper vorliegt, als Blisk (bladed disk) oder, wenn ein ringförmiger Rotorgrundkörper vorliegt, als Bling (bladed ring) bezeichnet werden. Aus dem
- 15 Stand der Technik bekannte Verfahren zur Rotorherstellung erfordern dabei Schaufeln mit einem massiven Schaufelfuß, um die Kräfte des linearen Reibschweißprozesses, der zum Fügen der Schaufel mit dem Rotorgrundkörper verwendet wird, einleiten zu können. Derartige Schaufeln, sogenannte Hohlschaufeln, werden üblicherweise durch superplastische Umformverfahren und Diffusionsverbinden von zwei Schaufelhälften mit einer dritten, gefalteten Zwischenlage hergestellt. Die Zwischenlage ist abwechseln auf der einen
- 20 oder anderen Schaufelhälfte angebunden und erhöht so die Schaufelsteifigkeit.

Als nachteilig an den bekannten Schaufeln ist der Umstand anzusehen, dass diese technisch aufwendig und kostenintensiv in der Herstellung sind, wodurch sich die Herstellung eines

25 mit einer derartigen Schaufel versehenen Rotors entsprechend verteuert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Schaufel der eingangs genannten Art bereitzustellen, welche eine einfachere und kostengünstigere Herstellung eines Rotors für eine Strömungsmaschine ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 zum Herstellen einer Schaufel für einen Rotor einer Strömungsmaschine und eine Schaufel mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 für einen Rotor einer Strömungsmaschine sowie durch einen Rotor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12, ein Verfahren mit den
5 Merkmalen des Patentanspruchs 13 zum Herstellen und/oder Reparieren eines Rotors und eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 15 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens – soweit anwendbar - als vorteilhafte Ausgestaltungen der Schaufel und umgekehrt anzusehen sind.

10

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren, welches eine einfachere und kostengünstigere Herstellung eines Rotors für eine Strömungsmaschine ermöglicht, wird zunächst ein poröser Formkörper bereitgestellt und anschließend zumindest bereichsweise mit einer Metalllegierung beschichtet. Neben der einfacheren, kostengünstigeren und materialreduzierten
15 Verfahrensdurchführung ist die hierdurch hergestellte Schaufel zudem gewichtsreduziert und besitzt eine hohe Schwingungssteifigkeit. Die Schwingungssteifigkeit wird durch den Unterschied im Elastizitätsmodul (E-Modul) zwischen dem vorzugsweise isotropen Formkörper und der als Oberflächen- bzw. Wandmaterial dienenden Metalllegierung erreicht.

Die bei der Herstellung der Schaufel erzielten Vorteile werden grundsätzlich auch im Fall
20 einer Reparatur der Schaufel bzw. eines mit einer derartigen Schaufel versehenen Rotors erzielt, da fehlendes oder beschädigtes Oberflächenmaterial durch erneutes Beschichten mit der Metalllegierung einfach und kostengünstig ausgebessert werden kann.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein Formkörper bereitgestellt, der
25 eine mit einer Außenkontur der Schaufel korrespondierende Außenkontur aufweist. Dies ermöglicht es, den Formkörper mit einer vergleichsweise geringen Menge an Metalllegierung zu beschichten, um die gewünschte Außenkontur der Schaufel zu erzeugen. Hierdurch werden zusätzliche Kosten- und Gewichtssenkungen erreicht. Die Metalllegierung kann zudem mit einer entsprechend gleichmäßigen Dicke auf den Formkörper aufgebracht werden.
30 Alternativ kann jedoch auch vorgesehen sein, dass – beispielsweise in Abhängigkeit der gewünschten Außenkontur der Schaufel bzw. ihres späteren Einsatzzwecks - bereichs-

weise dickere oder dünnere Schichten an Metalllegierung auf den Formkörper aufgebracht werden.

Weitere Vorteile ergeben sich, wenn ein gesinterter und/oder geklebter und/oder aufgeschäumter Formkörper bereitgestellt wird. Der Formkörper kann hierdurch besonders variabel ausgebildet und optimal an seine späteren Anforderungen angepasst werden. Es kann somit vorgesehen sein, dass ein aus zusammengesinterten oder –geklebten Hohlkugeln hergestellter Formkörper bereitgestellt wird, wobei die Hohlkugeln aus einem metallischen oder keramischen Material, einem Verbundwerkstoff oder dergleichen bestehen können.

10 Ebenso kann vorgesehen sein, dass ein aus einem Metallschaum bestehender Formkörper bereitgestellt wird. Alternativ oder zusätzlich kann der Formkörper auch mehrteilig bzw. aus unterschiedlichen Materialien hergestellt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Metalllegierung bezüglich einer Soll-Außenkontur der Schaufel zumindest bereichsweise mit einem Übermaß auf den Formkörper aufgebracht wird. Mit Hilfe eines derartigen Über- bzw. Aufmasses können etwaige Fertigungstoleranzen besser berücksichtigt und eine Ist-Außenkontur der Schaufel gegebenenfalls nachträglich an die Soll-Außenkontur angepasst werden. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass das Übermaß in einem zum Verbinden der

20 Schaufel mit einem Rotorgrundkörper des Rotors vorgesehenen Verbindungsbereich erzeugt wird, wodurch eine verbesserte Schweißbarkeit erzielt wird.

Dabei hat es sich in weiterer Ausgestaltung als vorteilhaft gezeigt, dass die Soll-Außenkontur der Schaufel nach dem Beschichten des Formkörpers zumindest im Bereich des Übermaßes mittels eines Trennverfahrens, insbesondere mittels eines Spanverfahrens und/oder eines elektrochemischen Abtragverfahrens, erzeugt wird. Auf diese Weise kann die gewünschte Soll-Außenkontur schnell, prozesssicher und präzise hergestellt werden. Dabei hat sich insbesondere die Verwendung von spanabhebenden Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide, beispielsweise Fräsen, als vorteilhaft gezeigt, um die Soll-

30 Außenkontur der Schaufel kostengünstig mit der gewünschten Präzision herzustellen. Alternativ oder zusätzlich haben sich elektrochemische Abtragverfahren (ECM), insbesonde-

re präzise elektrochemische Metallbearbeitungsverfahren (PECM), als vorteilhaft gezeigt, da auch hierdurch eine reproduzierbare Oberflächenbehandlung mit hoher Prozesssicherheit ermöglicht ist. Das Trennverfahren kann im Fall einer Reparatur der Schaufel analog zum einfachen, schnellen und präzisen Entfernen von überschüssiger Metalllegierung verwendet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass als Metalllegierung eine Titanlegierung und/oder eine Aluminiumlegierung und/oder eine Stahllegierung verwendet wird. Hierdurch wird eine hohe mechanische, chemische und thermische Belastbarkeit der Schaufel bei gleichzeitig geringem Gewicht sichergestellt.

Weitere Vorteile ergeben sich, indem die Metalllegierung mittels eines thermischen Spritzverfahrens, insbesondere eines kaltkinetischen Kompaktierverfahrens, auf den Formkörper aufgebracht wird. Die Metalllegierung kann somit auf den Formkörper aufgebracht werden, ohne diesen an- bzw. aufzuschmelzen. Zudem wird eine hohe Oberflächengüte der Schaufel gewährleistet. Die Verwendung eines kaltkinetischen Kompaktierverfahrens (sog. K3- oder Coldspray-Verfahren) bietet den besonderen Vorteil, dass auf die Zufuhr von thermischer Energie zumindest weitgehend verzichtet werden kann und somit die Forderungen nach oxidarmen Oberflächenschichten zuverlässig erfüllbar sind. Darüber hinaus können besonders präzise Schichtdicken, -härten und -porositäten erzeugt werden. Grundsätzlich können jedoch beispielsweise auch Flamspritzverfahren, Plasmaspritzverfahren, Detonationsspritzverfahren, Lichtbogendrahtspritzverfahren und dergleichen verwendet werden. Entsprechendes gilt im Fall einer Reparatur der Schaufel, indem fehlendes oder beschädigtes Oberflächenmaterial durch erneutes Beschichten mit der Metalllegierung einfach ausgebessert werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Formkörper in einem zum Verbinden der Schaufel mit dem Rotor vorgesehenen Verbindungsbereich nicht mit der Metalllegierung beschichtet wird. Hierdurch ist es möglich, in einem späteren Fügeverfahren lediglich einen mit der Metalllegierung beschichteten Außenwandbereich der Schaufel – beispielsweise mittels eines induktiven Hochfrequenz-

Pressschweißverfahrens (IHFP) – kerbenfrei mit einem Rotorgrundkörper des Rotors zu verbinden. Dies erleichtert im Fall von etwaigen Beschädigungen auch einen späteren Austausch bzw. eine Reparatur der Schaufel.

- 5 Alternativ hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn der Formkörper vollständig mit der Metalllegierung beschichtet wird. Dies erlaubt in der Folge ein vollflächiges Verschweißen der Schaufel mit dem Rotorgrundkörper des Rotors.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Schaufel für einen Rotor einer Strömungs-
10 maschine, insbesondere für eine integral beschaufelte Blisk und/oder Bling einer Gasturbine, wobei eine einfachere und kostengünstigere Herstellbarkeit der Schaufel dadurch gegeben ist, dass die Schaufel einen porösen Formkörper umfasst, der zumindest bereichsweise mit einer Metalllegierung beschichtet ist. Neben der einfacheren, kostengünstigeren und materialreduzierten Herstellbarkeit ist die erfindungsgemäße Schaufel zudem gewichtsre-
15 duziert und besitzt eine hohe Schwingungssteifigkeit. Die Schwingungssteifigkeit wird dabei durch den Unterschied im Elastizitätsmodul (E-Modul) zwischen dem vorzugsweise isotropen Formkörper und der als Oberflächen- bzw. Wandmaterial dienenden Metalllegierung erreicht.

- 20 Weitere Vorteile ergeben sich, indem die Schaufel mittels eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele hergestellt ist. Die entsprechenden Merkmale und ihre jeweiligen Vorteile sind den entsprechenden Beschreibungen zu entnehmen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Rotor für eine Strömungsmaschine, insbesondere integral beschaufelte Blisk und/oder Bling für eine Gasturbine, mit einem Rotor-
25 grundkörper, an welchem wenigstens eine Schaufel angeordnet ist, wobei vorgesehen ist, dass die wenigstens eine Schaufel mittels eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele hergestellt und/oder gemäß einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ausgebildet ist. Die sich hieraus ergebenden Merkmale und deren Vorteile gelten
30 – soweit anwendbar – für den erfindungsgemäßen Rotor.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen und/oder Reparieren eines Rotors für eine Strömungsmaschine, insbesondere einer integral beschaufelten Blisk und/oder Bling für eine Gasturbine, bei welchem an einem Rotorgrundkörper wenigstens eine Schaufel angeordnet und mit dem Rotorgrundkörper verbunden wird. Erfindungsgemäß wird hierbei eine einfachere und kostengünstigere Herstellung des Rotors dadurch ermöglicht, dass als wenigstens eine Schaufel eine mittels eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele hergestellte Schaufel und/oder eine gemäß einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ausgebildete Schaufel verwendet wird. Die sich hieraus ergebenden Merkmale und deren Vorteile sind den entsprechenden Beschreibungen zu entnehmen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn die wenigstens eine Schaufel mittels eines Schweißverfahrens, insbesondere eines induktiven Hochfrequenzpressschweißverfahrens, mit dem Rotorgrundkörper verbunden wird. Dies ermöglicht die Ausbildung einer einfachen, kostengünstigen und mechanisch stabilen Verbindung zwischen dem Rotorgrundkörper und der wenigstens einen Schaufel. Dabei kann natürlich vorgesehen sein, dass mehrere bzw. alle Schaufeln des Rotor auf diese Weise mit dem Rotorgrundkörper verbunden werden.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit wenigstens einem Rotor, insbesondere mit einer integral beschaufelten Blisk und/oder Bling, wobei der Rotor erfindungsgemäß eine mittels eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele hergestellte Schaufel und/oder eine gemäß einem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ausgebildete Schaufel umfasst und/oder gemäß dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel ausgebildet ist. Die sich hieraus ergebenden Vorteile sind ebenfalls den entsprechenden Beschreibungen zu entnehmen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels.

- Zunächst wird ein aus einem Metallschaum oder zusammengesinterten oder -geklebten Hohlkugeln gefertigter Formkörper bereitgestellt. Der Formkörper, der vorzugsweise bereits eine mit einer Soll-Außenkontur der Schaufel korrespondierende Außenkontur aufweist, wird anschließend mit einer Titanlegierung ummantelt, die über ein kaltkinetisches
- 5 Kompaktierverfahren mit Auf- bzw. Übermaß aufgetragen wird. Alternativ oder zusätzlich können auch geeignete und dem Fachmann geläufige Aluminium- und/oder Stahllegierungen verwendet werden. Dabei kann auch vorgesehen sein, dass der Formkörper mehrfach mit der Metalllegierung und/oder mit unterschiedlichen Metalllegierungen beschichtet wird, um spezielle Eigenschaften der Schaufel zu erhalten. Ebenso kann vorgesehen, dass
- 10 der Formkörper insbesondere in einem zum Verbinden der Schaufel mit einem Rotorgrundkörper vorgesehenen Verbindungsbereich nicht beschichtet wird. In einem späteren Fügeverfahren werden somit nur beschichtete Wandbereiche der Schaufel mit dem Rotorgrundkörper verbunden.
- 15 Das Übermaß wird anschließend über Fräsen oder elektrochemisches Metallbearbeiten (ECM) bzw. präzises elektrochemisches Metallbearbeiten (PECM) abgetragen, so dass die gewünschte Soll-Außenkontur der Schaufel erzeugt wird. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Schaufel nicht im späteren Verbindungs- bzw. Schweißbereich, der zum Verscheißen der Schaufel mit einem Rotorgrundkörper dient, bearbeitet wird. Die Schaufel kann somit
- 20 schnell, einfach, kostengünstig und materialreduziert hergestellt werden. Darüber hinaus ist die hierdurch hergestellte Schaufel sehr schwingungssteif und gegenüber üblichen Schaufeln gewichtsreduziert. Die Schwingungssteifigkeit wird dabei durch den Unterschied im Elastizitätsmodul (E-Modul) zwischen dem isotropen Formkörper und dem aus der Metalllegierung bestehenden Wandmaterial erreicht.
- 25
- Zum Herstellen und/oder Reparieren eines Rotors wird die Schaufel an einem Rotorgrundkörper angeordnet und mit diesem verbunden. Zum Verbinden wird dabei beispielsweise ein induktives Hochfrequenz-Pressschweißverfahren (IHFP) als Fügeverfahren verwendet, wodurch eine kerbenfreie Verbindung zwischen der Schaufel und dem Rotorgrundkörper
- 30 erzielt wird. Dabei können – wie bereits erwähnt - nur beschichtete Wandbereiche der Schaufel mit dem Rotorgrundkörper verbunden werden, so dass keine vollflächige Ver-

schweißung zwischen Schaufel und Rotorgrundkörper durchgeführt, sondern nur der betreffende Wandbereich gefügt wird. Die Prüfbarkeit der Fügeverbindung ist dank der glatten Schweißwulst gegeben. Auch die Reparaturmöglichkeit des Rotors ist bei dieser Herstellroute gegeben. Insbesondere ist auch ein Schaufeltausch über IHFP möglich. Alternativ kann – gegebenenfalls nach einem Feinbearbeitungsschritt- eine Schaufel verwendet werden, die auch im Fügebereich mit der Metalllegierung beschichtet ist und hierdurch vollflächig auf den als Nabe dienenden Rotorgrundkörper geschweißt werden kann. Ein eventuell vorhandenes oder beim Schweißen entstandenes Aufmaß im Fügebereich kann beispielsweise durch einen anschließenden Fräsprozess einfach abgetragen werden. Vorzugsweise werden mehrere Schaufeln auf eine der vorstehend genannten Weisen mit dem Rotorgrundkörper verbunden, wodurch ein mehrschaufeliger Rotor mit den genannten Vorteilen erzeugt werden kann.

Im Fall einer Reparatur kann beispielsweise fehlendes Oberflächenmaterial einer beschädigten Schaufel mit Hilfe des kaltkinetischen Kompaktierverfahrens ergänzt werden und durch adaptives Fräsen oder händisches Angleichen wieder auf die Soll-Außenkontur gebracht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Schaufel für einen Rotor einer Strömungsmaschine,
5 insbesondere für eine integral beschaufelte Blisk und/oder Bling einer Gasturbine, bei
welchem ein poröser Formkörper bereitgestellt und anschließend zumindest be-
reichsweise mit einer Metalllegierung beschichtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Formkörper bereitge-
10 stellt wird, der eine mit einer Außenkontur der Schaufel korrespondierende Außen-
kontur aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein gesinterter
und/oder geklebter und/oder aufgeschäumter Formkörper bereitgestellt wird.
15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Me-
talllegierung bezüglich einer Soll-Außenkontur der Schaufel zumindest bereichswei-
se mit einem Übermaß auf den Formkörper aufgebracht wird.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Soll-Außenkontur der
Schaufel nach dem Beschichten des Formkörpers zumindest im Bereich des Überma-
ßes mittels eines Trennverfahrens, insbesondere mittels eines Spanverfahrens
und/oder eines elektrochemischen Abtragverfahrens, erzeugt wird.
- 25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Me-
talllegierung eine Titanlegierung und/oder eine Aluminiumlegierung und/oder eine
Stahllegierung verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Me-
30 talllegierung mittels eines thermischen Spritzverfahrens, insbesondere eines kaltkine-
tischen Kompaktierverfahrens, auf den Formkörper aufgebracht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Formkörper in einem zum Verbinden der Schaufel mit einem Rotorgrundkörper des Rotors vorgesehenen Verbindungsbereich nicht mit der Metalllegierung beschichtet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Formkörper vollständig mit der Metalllegierung beschichtet wird.
10. Schaufel für einen Rotor einer Strömungsmaschine, insbesondere für eine integral beschaufelte Blisk und/oder Bling einer Gasturbine, dadurch gekennzeichnet, dass diese einen porösen Formkörper umfasst, der zumindest bereichsweise mit einer Metalllegierung beschichtet ist.
11. Schaufel nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufel mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellt ist.
12. Rotor für eine Strömungsmaschine, insbesondere integral beschaufelte Blisk und/oder Bling für eine Gasturbine, mit einem Rotorgrundkörper, an welchem wenigstens eine Schaufel angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Schaufel mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellt und/oder gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11 ausgebildet ist.
13. Verfahren zum Herstellen und/oder Reparieren eines Rotors für eine Strömungsmaschine, insbesondere einer integral beschaufelten Blisk und/oder Bling für eine Gasturbine, bei welchem an einem Rotorgrundkörper wenigstens eine Schaufel angeordnet und mit dem Rotorgrundkörper verbunden wird, dadurch gekennzeichnet, dass als wenigstens eine Schaufel eine mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellte Schaufel und/oder eine gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11 ausgebildete Schaufel verwendet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Schaufel mittels eines Schweißverfahrens, insbesondere eines induktiven Hochfrequenzpressschweißverfahrens, mit dem Rotorgrundkörper verbunden wird.
- 5 15. Strömungsmaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einem Rotor, insbesondere mit einer integral beschauelten Blisk und/oder Bling, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor eine mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellte Schaufel und/oder eine gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11 ausgebildete Schaufel umfasst und/oder gemäß Anspruch 12 ausgebildet und/oder mittels
10 eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 13 oder 14 hergestellt ist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2009/001635

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23P15/02 F01D5/00 F01D5/34 C23C4/00 C23C24/04
B23P15/00 B23P15/04 F01D5/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23P F01D C23C B22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 553 203 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 13 July 2005 (2005-07-13) paragraphs [0001], [0005], [0006], [0010] - [0013] -----	1-15
X	WO 2005/016588 A2 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; STEINHARDT ERICH [DE]) 24 February 2005 (2005-02-24) page 1, lines 1-3 page 2, line 11 - page 3, line 7 page 3, line 28 - page 7, line 9 figures 1-3 -----	1-2,6-15
A		3-5
A	US 6 544 003 B1 (GRYLLS RICHARD JOHN [US] ET AL) 8 April 2003 (2003-04-08) the whole document -----	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 March 2010

Date of mailing of the international search report

29/03/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stocker, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/001635

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1553203	A1	13-07-2005	DE 102004001575 A1	04-08-2005
WO 2005016588	A2	24-02-2005	DE 10337866 A1	24-03-2005
			EP 1656233 A2	17-05-2006
			US 2007007260 A1	11-01-2007
US 6544003	B1	08-04-2003	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001635

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B23P15/02 F01D5/00 F01D5/34 C23C4/00 C23C24/04
B23P15/00 B23P15/04 F01D5/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B23P F01D C23C B22F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 553 203 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 13. Juli 2005 (2005-07-13) Absätze [0001], [0005], [0006], [0010] - [0013]	1-15
X	WO 2005/016588 A2 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; STEINHARDT ERICH [DE]) 24. Februar 2005 (2005-02-24)	1-2, 6-15
A	Seite 1, Zeilen 1-3 Seite 2, Zeile 11 - Seite 3, Zeile 7 Seite 3, Zeile 28 - Seite 7, Zeile 9 Abbildungen 1-3	3-5
A	US 6 544 003 B1 (GRYLLS RICHARD JOHN [US] ET AL) 8. April 2003 (2003-04-08) das ganze Dokument	1-15

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. März 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/03/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stocker, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001635

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1553203 A1	13-07-2005	DE 102004001575 A1	04-08-2005
WO 2005016588 A2	24-02-2005	DE 10337866 A1	24-03-2005
		EP 1656233 A2	17-05-2006
		US 2007007260 A1	11-01-2007
US 6544003 B1	08-04-2003	KEINE	