

(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
25. September 2014 (25.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/146997 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 4/04 (2006.01) F01D 5/00 (2006.01)
C23C 8/00 (2006.01) F01D 5/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/055235

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2014 (17.03.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
13160283.1 21. März 2013 (21.03.2013) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BURBAUM, Bernd; Jenaer Str. 23, 14612 Falkensee (DE). JOKISCH, Torsten; Körnerstraße 9, 15366 Neuenhagen bei Berlin (DE). PIEGERT, Sebastian; Ansbacher Straße 66, 10777 Berlin (DE).

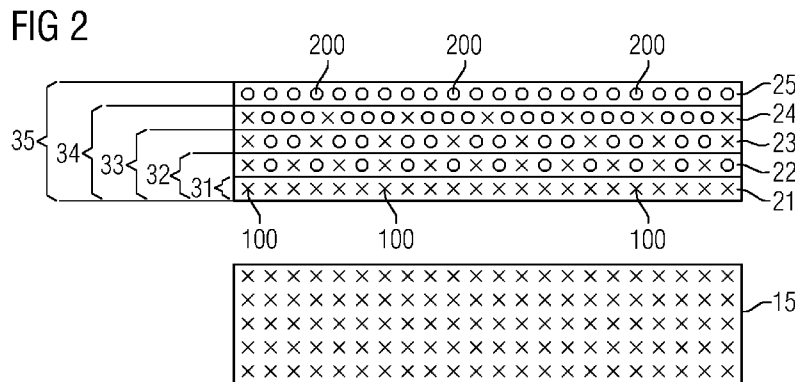
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ADDITIVE METHOD, IN PARTICULAR FOR PRODUCING A COATING, DEVICE FOR PERFORMING THE METHOD, COATING, COMPONENT PRODUCTION METHOD, AND COMPONENT

(54) Bezeichnung : GENERATIVES VERFAHREN INSBESONDERE ZUR HERSTELLUNG EINES ÜBERZUGS, VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS, ÜBERZUG UND EIN BAUTEILFERTIGUNGSVERFAHREN SOWIE EIN BAUTEIL



(57) Abstract: The invention relates to an additive method, in particular for producing a coating (35), comprising the following steps: applying a first layer (21) of a first powder material mixture and solidifying said first layer to form a first coating section (31), applying a second layer (22) of a second powder material mixture to the produced first coating section (31) and solidifying said second layer (22) to form a new coating section (32), successively applying additional layers (23-24) of powder material mixtures to the respective new coating section (32-33) produced and successively solidifying said additional layers (23-24) to form a new coating section (33-34), up to a predetermined last layer (25) having a last powder material mixture, and solidifying the last layer (25) to form a coating (35), wherein the solidification is provided by a beam melting method, preferably as a laser-beam or electron-beam sintering method, and wherein the powder material mixture comprises at least one first powder (100) and one second powder (200), wherein the content of the second powder (200) continuously increases from the first layer (21) to the last layer (25), and wherein the second powder has at least wear resistance and/or oxidation resistance and/or a low coefficient of thermal expansion with respect to high temperatures, such that the mechanical and/or thermal properties continuously change with increasing layer; and wherein the content of the second powder (200) is 0% in the first layer (21). The invention further relates to a device for performing the method, a coating, a component production method, and a component.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/146997 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein generatives Verfahren insbesondere zur Herstellung eines Überzugs (35) mit folgenden Schritten: Auftragen einer ersten Schicht (21) eines ersten Pulverwerkstoffgemisches und Verfestigen dieser ersten Schicht zu einem ersten Überzugsabschnitt (31); Auftragen einer zweiten Schicht (22) eines zweiten Pulverwerkstoffgemisches auf dem hergestellten ersten Überzugsabschnitt (31) und Verfestigen dieser zweiten Schicht (22) zu einem neuen Überzugsabschnitt (32), sukzessives Auftragen von weiteren Schichten (23-24) aus Pulverwerkstoffgemischen auf den jeweils hergestellten neuen Überzugsabschnitt (32-33) und sukzessives Verfestigen dieser weiteren Schichten (23-24) zu einem jeweils neuen Überzugsabschnitt (33-34), bis zu einer vorbestimmten letzten Schicht (25) mit einem letzten Pulverwerkstoffgemisch sowie Verfestigen der letzten Schicht (25) zu einem Überzug (35), wobei das Verfestigen durch ein Strahlschmelzverfahren, vorzugsweise als ein Laser- oder Elektronenstrahlsinterverfahren, vorgesehen ist, und wobei das Pulverwerkstoffgemisch zumindest ein erstes Pulver (100) und ein zweites Pulver (200) umfasst, wobei der Anteil des zweiten Pulvers (200) von der ersten Schicht (21) bis zur letzten Schicht (25) kontinuierlich zunimmt, und wobei das zweite Pulver zumindest Verschleißbeständigkeit und/oder Oxidationsbeständigkeit und/oder einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten in Bezug auf hohe Temperaturen aufweist, so dass sich mit zunehmender Schicht die mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften kontinuierlich ändern; und wobei der Anteil des zweiten Pulvers (200) bei der ersten Schicht (21) 0% beträgt. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, einen Überzug und ein Bauteilfertigungsverfahren sowie ein Bauteil.

Beschreibung

Generatives Verfahren insbesondere zur Herstellung eines Überzugs, Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, Überzug und ein Bauteilfertigungsverfahren sowie ein Bauteil

Die Erfindung betrifft ein generatives Verfahren insbesondere zur Herstellung eines Überzugs, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und einen Überzug. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Bauteilfertigungsverfahren sowie ein Bauteil.

Ein Rotor einer Strömungsmaschine, so zum Beispiel ein Rotor einer Gasturbine oder Dampfturbine, verfügt über einen Rotorgrundkörper sowie mehrere am Rotorgrundkörper montierte Schaufeln. Jede Schaufel verfügt über einen Schaufelfuß sowie ein Schaufelblatt und einer Spitze und ist mit dem Schaufelfuß in einer entsprechenden Ausnehmung des Rotorgrundkörpers montiert. Aufgrund der hohen Temperaturen in einer Gasturbine ist die Kühlung jedoch oftmals gerade an der Schaufelspitze nicht ausreichend. Besonders an der Schaufelspitze ist ein Temperaturunterschied in etwa von 100° Celsius vorhanden. Daher tritt im Bereich der Schaufelspitze durch die thermische sowie mechanische Beanspruchung, hier insbesondere durch ein Einlaufen in sogenannte Gegendichtflächen, häufig ein Verschleiß auf. Rissbildung an der Schaufelspitze ist die Folge. Bisher wurde die verschlissene und/oder mit Rissen behaftete Region im Bereich der Schaufelspitze mechanisch lokal abgetragen und durch ein Auftragsschweißen mit einem Zusatzwerkstoff wieder hergestellt. Dies ist jedoch sehr kosten- und zeitintensiv. Eine längere Lebensdauer einer Schaufel bzw. Schaufelspitze ist daher wünschenswert.

Aus der DE 103 19 494 A1 ist ein Verfahren zum Reparieren einer Leitschaufel einer Gasturbine bekannt, bei welchem ein beschädigter Abschnitt aus der zu reparierenden Leitschaufel herausgetrennt und ein Ersatzteil für den herausgetrennten Abschnitt mit Hilfe eines Rapid Manufacturing Prozesses her-

gestellt wird. Das durch den Rapid Manufacturing Prozess hergestellte Ersatzteil wird in die zu reparierende Leitschaufel durch Schweißen oder Löten integriert.

5 Eine erste Aufgabe der Erfindung ist daher die Angabe eines generativen Verfahrens, mit welchem das oben genannte Problem vermindert oder gar vermieden werden kann. Eine zweite Aufgabe die Angabe einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Eine dritte Aufgabe ist die Angabe eines Überzugs, welcher das oben genannte Problem löst. Eine vierte und eine
10 fünfte Aufgabe liegen in der Angabe eines Bauteilfertigungsverfahrens sowie eines Bauteils, welches das oben genannte Problem löst.

15 Erfindungsgemäß wird die erste Aufgabe durch die Angabe eines generativen Verfahrens mit den folgenden Schritten gelöst:

- Auftragen einer ersten Schicht eines ersten Pulverwerkstoffgemisches und Verfestigen dieser ersten Schicht zu einem ersten Überzugsabschnitt;
- 20 - Auftragen einer zweiten Schicht eines zweiten Pulverwerkstoffgemisches auf den hergestellten ersten Überzugsabschnitt und Verfestigen dieser zweiten Schicht zu einem neuen Überzugsabschnitt;
- sukzessives Auftragen von weiteren Schichten aus Pulverwerkstoffgemischen auf den jeweils hergestellten
25 neuen Überzugsabschnitt und sukzessives Verfestigen dieser weiteren Schichten zu einem jeweils neuen Überzugsabschnitt, bis zu einer vorbestimmten letzten Schicht mit einem letzten Pulverwerkstoffgemisch sowie Verfestigen der letzten Schicht zu einem Überzug,
30 wobei das Verfestigen durch ein Strahlschmelzverfahren, vorzugsweise als ein Laser- oder Elektronenstrahlsinterverfahren, vorgesehen ist;
- wobei das Pulverwerkstoffgemisch zumindest ein erstes
35 Pulver und ein zweites Pulver umfasst, wobei der Anteil des zweiten Pulvers von der ersten Schicht bis zur letzten Schicht kontinuierlich zunimmt;

- und wobei das zweite Pulver zumindest Verschleißbeständigkeit und/oder Oxidationsbeständigkeit und/oder einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten in Bezug auf hohe Temperaturen aufweist, so dass sich mit zunehmender Schicht die mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften kontinuierlich ändern;
- und wobei der Anteil des zweiten Pulvers bei der ersten Schicht 0% beträgt.

5

10 Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass Bauteile, welche direkt Heißgas ausgesetzt sind, Bereiche aufweisen, welche während der Betriebsbeanspruchung einen hohen Temperaturunterschied aufweisen. Daher ergeben sich verschiedene Anforderung an den Grundwerkstoff dieser Bauteile, gerade in diesen Bereichen.

15 Erfindungsgemäß lassen sich mit diesem Verfahren Überzüge herstellen, welche durch die Zunahme des zweiten Pulvers bis zur letzten Schicht diesen thermischen Anforderungen gerecht werden. So kann das zweite Pulver sich lokal durch eine große Verschleißbeständigkeit und/oder Oxidationsbeständigkeit

20 und/oder einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten in Bezug auf hohe Temperaturen auszeichnen. Da der Anteil des zweiten Pulvers am Pulverwerkstoffgemisch mit zunehmender Anzahl der Schicht kontinuierlich vergrößert wurde, bedeutet dies, dass sich auch die mechanischen und/oder thermischen

25 Eigenschaften mit zunehmender Schicht kontinuierlich ändern. Dies bedeutet zudem, dass die Wärmeausdehnung aufgrund der höheren Temperatur in beispielsweise der letzten Schicht genauso groß wie an der ersten Schicht ist, obwohl diese Schicht direkt dem Heißgas bzw. den höheren Temperaturen aus-

30 gesetzt ist. Im optimalen Fall bedeutet das eine vollständige Kompensation der thermomechanischen Spannungen in dem Überzug.

In bevorzugter Ausgestaltung beträgt der Anteil des ersten

35 Pulvers bei der letzten Schicht 0%. Somit werden die geeigneten Eigenschaften des zweiten Pulvers in Bezug auf hohe Temperaturen maximiert.

Erfindungsgemäß wird die zweite Aufgabe mit der Angabe einer Vorrichtung zur Durchführung des obigen Verfahrens gelöst, wobei:

- 5 - zumindest ein erster Pulverförderer mit einem verfestigbaren Pulver vorgesehen ist,
- zumindest ein zweiter Pulverförderer mit einem verfestigbaren Pulver vorgesehen ist,
- 10 - wobei sich die zumindest zwei Pulverförderer separat ansteuern lassen, so dass sich die zumindest beiden, verfestigbaren Pulver in einem beliebigen Verhältnis mischen lassen.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung lässt sich das oben beschriebene Verfahren sehr einfach und problemlos durchführen.
15

Erfindungsgemäß wird die dritte Aufgabe mit der Angabe eines Überzugs zur Herstellung oder Reparatur eines Bauteils, insbesondere das einer Strömungskraftmaschine, umfassend zumindest eine erste Schicht mit einem ersten verfestigbaren Pulverwerkstoffgemisch und einer letzten Schicht mit einem letzten verfestigbaren Pulverwerkstoffgemisch, wobei zwischen der ersten und der letzten Schicht eine definierte Anzahl von weiteren Schichten von verfestigbaren Pulverwerkstoffgemischen vorgesehen ist, gelöst. Dabei besteht das verfestigbare Pulverwerkstoffgemisch aus zumindest einem ersten Pulver und einem zweiten Pulver, wobei der Anteil des zweiten Pulvers von der ersten Schicht bis zur letzten Schicht kontinuierlich zunimmt und wobei das zweite Pulver zumindest Verschleißbeständigkeit und/oder Oxidationsbeständigkeit und/oder einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten in Bezug auf hohe Temperaturen aufweist, so dass sich mit zunehmender Schicht die mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften kontinuierlich ändern und wobei der Anteil des zweiten Pulvers bei der ersten Schicht 0% ist.
20
25
30
35

Erfindungsgemäß wird somit ein Überzug geschaffen, der durch die verschiedene Pulverzusammensetzung in unterschiedlichen

Bereichen unterschiedliche Eigenschaften aufweist. Durch eine kontinuierliche Zunahme des zweiten Pulvers, ändern sich die Eigenschaften auch nicht abrupt, sondern gehen langsam ineinander über bzw. ändern sich kontinuierlich. In der Kraftwerkstechnik, insbesondere bei dem Einsatz in einer Gasturbine wird somit der Überzug beispielsweise an die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten bzw. an die zu erwartenden Temperaturgradienten angepasst. Dies bedeutet, dass die Wärmeausdehnung aufgrund der höheren Temperatur in beispielsweise der letzten Schicht genauso groß wie an der ersten Schicht ist, obwohl diese Schicht direkt dem Heißgas bzw. den höheren Temperaturen ausgesetzt ist. Im optimalen Fall bedeutet das eine vollständige Kompensation der thermomechanischen Spannungen. Durch die Eigenschaften wie z.B. Verschleißbeständigkeit und/oder Oxidationsbeständigkeit ist ein solcher Überzug daher insbesondere für den Einsatz in Kraftwerken geeignet.

Insbesondere ist der Anteil des ersten Pulvers bei der letzten Schicht 0%. Somit werden die geeigneten Eigenschaften des zweiten Pulvers in Bezug auf hohe Temperaturen maximiert.

Bevorzugt ist der Überzug mit dem oben genannten generativen Verfahren und/oder der oben genannten Vorrichtung hergestellt. Dadurch kann der Überzug besonders einfach hergestellt werden.

Erfindungsgemäß wird die dritte Aufgabe mit der Angabe eines Bauteilfertigungsverfahrens, insbesondere zur Reparatur eines Bauteils, umfassend eines Basisbauteils und eines oben genannten Überzugs gekennzeichnet durch folgende Schritte, gelöst:

- Zuschnitt des Überzugs auf das Basisbauteil,
- Verbinden des Überzugs und des Basisbauteils zu einem Endbauteil,
- Rekonturierung des Endbauteils durch Nachbearbeitung.

Durch das erfindungsgemäße Bauteilfertigungsverfahren ist nun eine Reparatur von z.B. hochtemperaturbelasteten Bauteilen mit einem geeigneten Überzug möglich. Der Überzug kann dabei separat gefertigt werden und an Ort und Stelle des zu reparierenden Bauteils an/in dieses an/ein-gefügt werden. Auch ist selbstverständlich eine Anwendung am Neuteil möglich; so kann beispielsweise eine Schaufel ohne eine Spitze gegossen werden und die Spitze aus einem Überzug gefertigt werden. Dadurch kann eine besonders temperaturbeständige Schaufel mit einer langen Lebensdauer gefertigt werden.

Bevorzugt erfolgt das Verbinden durch Fügen, insbesondere Reibschweißen. Es kann aber auch jedes andere Schweiß-/Fügeverfahren herangezogen werden.

In bevorzugter Ausgestaltung entsteht durch das Verbinden durch Reibschweißen des Überzugs und des Basisbauteils ein Abrieb. Die Rekonturierung des Endbauteils beinhaltet die Nachbearbeitung des Abriebs durch mechanische Bearbeitung, insbesondere durch Drehen oder Fräsen. Dies lässt sich besonders einfach bewerkstelligen.

In bevorzugter Ausgestaltung wird der Überzug vor dem Verbinden mit dem Basisbauteil wärmebehandelt. Dies kann beispielsweise ein heißisostatisches Pressen (HIP-Prozess) sein, um die optimalen mechanischen Eigenschaften einzustellen und gegebenenfalls um Heißrisse zu beseitigen. Bevorzugt wird auch das Endbauteil wärmebehandelt, damit das Gefüge die optimalen Eigenschaften bekommt.

Erfindungsgemäß wird die vierte Aufgabe mit der Angabe eines Bauteils gelöst, welches gemäß dem obigen Bauteilfertigungsverfahren repariert oder hergestellt ist.

Dies kann insbesondere ein Bauteil einer Gasturbine sein, z.B. eine Schaufel. Dabei weist die Schaufel an ihrer Spitze, welche durch die letzte Schicht gebildet wird, einen großen Anteil an dem zweiten Pulver auf, welches z.B. ein thermisch

hoch belastbarer Werkstoff ist. So kann z.B. der Wärmeausdehnungskoeffizient an der Spitze des Bauteils bzw. des Überzugs an die zu erwartenden Temperaturgradienten angepasst werden. Selbstverständlich kann das zweite Pulver auch andere oder
5 zusätzliche Eigenschaften aufweisen.

Bevorzugt weist das erste Pulver ähnliche oder gleiche Materialeigenschaften wie das Basisbauteil auf. Wird als Materialeigenschaft die Wärmeausdehnung gewählt, so kann mittels
10 dieser Kombination eingestellt werden, dass die Wärmeausdehnung aufgrund der höheren Temperatur an der letzten Schicht (Spitze) des Überzugs gerade so groß ist wie bei der ersten Schicht des Überzugs, obwohl zwischen der Spitze und der ersten Schicht des Überzugs ein großer Temperaturgradient besteht. Dies bedeutet eine vollständige Kompensation der thermomechanischen Spannungen.
15

Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren. Darin zeigen
20 schematisch:

FIG 1: eine Turbinenschaufel mit Riss,
FIG 2: einen erfindungsgemäßen Überzug und einen Basisflügel,
25 FIG 3: Verbinden des erfindungsgemäßen Überzugs mit einem Basisflügel,
FIG 4: zwei Pulverförderer mit Mischdüse.

FIG 1 zeigt eine Turbinenschaufel 1 mit einem Flügelprofil 3 nach dem Stand der Technik. Diese weist einen Schaufelfuß 2 auf. Zudem umfasst die Schaufel 1 eine Spitze 4, welche eine Krone 5 mit einem inneren Kronenboden 6 und einer äußeren Kronenkante 7 aufweist. Die Turbinenschaufel 1 ist dafür konstruiert, innerhalb eines Gehäuses (nicht abgebildet) zu rotieren. Es ist wichtig, dass die Schaufelspitze 4 präzise in
30 das Gehäuse (nicht gezeigt) passt, um ein außen Herumströmen der Verbrennungsgase an der Schaufelspitze 4 möglichst weitgehend zu verhindern, da die diesen Nebenweg nehmenden Gase

keine Energie auf das Flügelprofil 3 der Schaufel 1 übertragen.

Die Schaufel 1 kann an ihrer Spitze eine Wärmedämmschicht
5 aufweisen. Trotzdem können in der Krone 5 der Turbinenschaufel 1 ein oder mehrere Risse 10 entstehen, und zwar wegen einer beim Betrieb der Turbine auftretenden und an der Schaufelspitze 4 wirksam werdenden Materialermüdung bei niedriger Lastspielzahl. Wenn ein Riss 10 eine kritische Länge überschreitet, muss die Turbinenschaufel 1 außer Betrieb genommen
10 und/oder repariert werden. Bisher wurden Risse 10, sofern sie nicht eine kritische Länge überschreiten mit Laserstrahl-Auftragsschweißen z.B. mit dem Zusatzwerkstoff oder durch z.B. das Wolfram-Inertgasschweißen (WIG-Schweißverfahren) repariert.
15

Aufgrund des Temperaturunterschiedes zwischen dem Kronenboden 6 und der Kronenkante 7 während der Betriebsbeanspruchung ergeben sich für die Schaufelreparatur oder eine Neuteileanfertigung verschiedene Anforderungen an den Werkstoff. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass der Werkstoff am Kronenboden 6, das heißt am Übergang von dem Flügelprofil 3 zur Krone 5 etwa artgleich zu dem Werkstoff des Flügelprofils 3 sein sollte, damit unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten nicht zu kritischen Belastungen während der Aufheizphase oder Abkühlphase im Betrieb der Turbinenschaufel 1 führen. An der Kronenkante 7 der Spitze 4 wird lokal eine große Verschleißbeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit gefordert, die sich mit der chemisch / metallurgischen Zusammensetzung des Flügelprofils 3 nicht in Einklang bringen lässt.
20
25
30

FIG 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Überzug 35, welcher zur Reparatur der Schaufelspitze 4 verwendet werden kann. Dazu kann die Schaufelspitze 4 zunächst erst einmal ganz entfernt
35 werden, so dass ein Basisflügel 15, welcher identisch mit dem Flügelprofil 3 sein kann, übrig bleibt. Der Überzug 35 umfasst zumindest eine erste Schicht 21 mit einem ersten verfestigten Pulverwerkstoffgemisch und einer letzten Schicht 25

umfassend ein letztes verfestigtes Pulverwerkstoffgemisch,
sowie zwischen der ersten und der letzten Schicht 25 eine de-
finierte Anzahl von weiteren Schichten 22-24, wobei die An-
zahl hier nicht auf drei festgelegt ist. Auch kann die Anzahl
5 selbstverständlich Null sein; d.h. es kann keine weitere
Schicht vorgesehen sein.

Dabei besteht das verfestigte Pulverwerkstoffgemisch aus zu-
mindest einem ersten Pulver 100 und einem zweiten Pulver 200,
10 wobei der Anteil des zweiten Pulvers 200 von der ersten
Schicht 21 bis zur letzten Schicht 25 zunimmt. Dies kann bei
sehr feinen Schichten 21-25 eine kontinuierliche stetige Zu-
nahme sein. Das Pulverwerkstoffgemisch kann selbstverständ-
lich auch aus mehreren Pulvern bestehen. Dabei besteht die
15 erste Schicht 21, welche später mit einem Basisbauteil hier
einem Basisflügel 15 verbunden wird, zunächst nur aus einem
ersten Pulver 100. Dieses erste Pulver 100 wird später oder
beim Auftragen zu einem ersten, verfestigten Pulver 100. Das
Pulver 100 bzw. das verfestigte Pulver 100 ist dabei ähnlich
20 oder gleich dem Material und/oder besitzt ähnliche oder glei-
che Eigenschaften, wie der Basisflügel 15. Dabei ist als ähn-
liche oder gleiche Eigenschaft vor allem der thermische Aus-
dehnungskoeffizient zu nennen. Das Pulver 100 wird beispiels-
weise auf eine Form 50 (FIG 4) aufgetragen und anschließend
25 zu einem ersten Überzugsabschnitt 31 verfestigt. Auch kann
die Form 50 (FIG 4) selbstverständlich der Basisflügel 15
selbst sein.

Bei den nachfolgenden Schichten 22-24 wird dem ersten Pulver
30 100 zumindest ein zweites Pulver 200 zu einem zweiten Pulver-
werkstoffgemisch beigemischt. Durch das Auftragen des zweiten
Pulverwerkstoffgemisches auf den hergestellten ersten Über-
zugsabschnitt 31 wird eine zweite Schicht 22 generiert, wel-
che sich anschließend mit dem ersten Überzugsabschnitt 31 zu
35 einem neuen Überzugsabschnitt 32 verfestigt. Die nachfolgen-
den Schichten 23 und 24 werden sukzessive auf den dazu analog
gefertigten Überzugsabschnitten 32 und 33 auftragen. Die

letzte Schicht 25 wird daher auf einen Überzugsabschnitt 34 aufgetragen.

Dabei hat das Pulver 200 nun Eigenschaften, welche insbesondere für hohe Temperaturen benötigt werden. Erfindungsgemäß wird der Anteil des Pulvers 200 am Pulverwerkstoffgemisch mit zunehmender Anzahl der Schichten vergrößert. Die letzte Schicht 25, also diejenige Schicht, welche der heißen Temperatur insbesondere durch Heißgas direkt ausgesetzt ist, besteht im Wesentlichen nur noch aus dem Pulver 200, welches anschließend oder beim Auftragen verfestigt wird. Dabei ist das verfestigte Pulver 200 später direkt dem Heißgas bzw. den heißen Temperaturen ausgesetzt. Das verfestigte Pulver 200 der letzten Schicht 25 stellt sozusagen dabei später die Kantenkante 7 dar. Dabei hat das verfestigte Pulver 200 nun Eigenschaften, welche insbesondere für hohe Temperaturen benötigt werden. Dies sind vor allem Verschleißbeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit und ein geringer Temperatúrausdehnungskoeffizient. Da der Anteil des Pulvers 200 am Pulverwerkstoffgemisch mit zunehmender Anzahl der Schicht kontinuierlich vergrößert wurde, bedeutet dies, dass sich auch die mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften mit zunehmender Schicht kontinuierlich ändern. Die Schaufelspitze 4 wird daher graduiert hergestellt.

25

Selbstverständlich können auch mehr als zwei Pulver 100 und 200 miteinander gemischt werden. Die Mischung der zumindest zwei Pulver 100 und Pulver 200 kann durch zwei separat ansteuerbare Pulverförderer 101 und 201 und eine koaxiale Mischungsdüse 70 erfolgen (FIG 4). Durch das separate Ansteuern der Pulverförderer 101 und 201 (FIG 4) lässt sich das Pulverwerkstoffgemisch in einem beliebigen Verhältnis mischen. Anschließend wird das Gemisch auf eine Form 50 (FIG 4) aufgebracht und verfestigt.

35

Da die letzte Schicht 25 direkt dem Heißgas bzw. den heißen Temperaturen ausgesetzt ist, benötigt das letzte verfestigte Pulver 200 auch einen geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, als die Schicht 21 des ersten verfestigten Pulvers

100 sowie dem Basisflügel 15 und zwar so, dass die Wärmeausdehnung an der letzten Schicht 25 genauso groß ist, wie an der ersten Schicht 21. Dies, und die kontinuierliche Änderung der mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften mit zunehmender Schicht führen idealerweise zu einer nahezu vollständigen Kompensation der thermischen Spannungen im Betrieb der Schaufel 1 und zu verminderter Rissbildung.

Das Verfestigen der Schicht kann beispielsweise durch Schweißen erfolgen. Dies kann beispielsweise ein Auftragsschweißen oder Lasersintern / Laserschmelzen mittels einer Wärmequelle 60 (FIG 4) oder ein anderes generatives Fertigungsverfahren sein. Die Schichten 21-25 werden so miteinander stoffschlüssig verbunden und bilden dadurch letztendlich den gewünschten Überzug 35 aus.

Anschließend wird der Überzug 35 passend zur Basisschaufel 15 zugeschnitten, z.B. kann der Zuschnitt des Überzugs 35 als Ersatzschaufelspitze 30 (FIG 3) sein. Selbstverständlich kann der Überzug 35 auch auf jedes andere Bauteil zugeschnitten werden, z.B. Hitzeschildsteine oder andere Teile im Kraftwerk. Auch außerhalb der Kraftwerkstechnik ist ein Einsatz denkbar. Nach dem Zuschnitt kann die Ersatzschaufelspitze 30 (FIG 3) wärmebehandelt werden, z.B. durch heißisostatisches Pressen (HIP), um Fügefehler zu beseitigen und um die optimalen mechanischen Eigenschaften herzustellen. Anschließend wird die Ersatzschaufelspitze 30 (FIG 3) an die Basisschaufel 15 (FIG 3) zu einer Ersatzschaufel 41 (FIG 3) gefügt 12. Dabei kann das Fügen 12 z.B. mittels Reibschweißen (FIG 3) oder andere bekannter Fügeverfahren erfolgen.

Der durch das Fügen 12 entstehende Abrieb oder Grate oder Nähte, werden durch eine Nachbearbeitung (Rekonturierung) mittels mechanischer Bearbeitung, z.B. Fräsen oder Schleifen behoben. Anschließend kann die Ersatzschaufel 41 (FIG 3) nochmalig wärmebehandelt werden.

Mittels der Erfindung ist es selbstverständlich auch möglich neue Schaufeln herzustellen. Dazu kann die Basisschaufel 15 hergestellt werden und wie oben beschrieben fortgefahren werden oder es wird die komplette Schaufel 1 (FIG 1) graduiert, wie oben beschrieben, hergestellt. Selbstverständlich können auch andere Bauteile, wie Brenner, Hitzeschilde etc. mit der Erfindung gefertigt oder repariert werden. Durch die Erfindung ist es möglich, die thermomechanische Spannung im Betrieb bei hochtemperaturbelasten Bauteilen zu vermeiden oder zumindest zu verringern. Eine Rissbildung oder Degradation kann somit vermieden werden. Die Bauteile weisen somit eine wesentlich längere Lebensdauer auf.

Patentansprüche

1. Generatives Verfahren insbesondere zur Herstellung eines Überzugs (35) mit folgenden Schritten:

- 5 - Auftragen einer ersten Schicht (21) eines ersten Pulverwerkstoffgemisches und Verfestigen dieser ersten Schicht zu einem ersten Überzugsabschnitt (31);
- Auftragen einer zweiten Schicht (22) eines zweiten Pulverwerkstoffgemisches auf dem hergestellten ersten Überzugsabschnitt (31) und Verfestigen dieser zweiten Schicht (22) zu einem neuen Überzugsabschnitt (32);
- 10 - sukzessives Auftragen von weiteren Schichten (23-24) aus Pulverwerkstoffgemischen auf den jeweils hergestellten neuen Überzugsabschnitt (32-33) und sukzessives Verfestigen dieser weiteren Schichten (23-24)
- 15 zu einem jeweils neuen Überzugsabschnitt (33-34), bis zu einer vorbestimmten letzten Schicht (25) mit einem letzten Pulverwerkstoffgemisch sowie Verfestigen der letzten Schicht (25) zu einem Überzug (35), wobei das
- 20 Verfestigen durch ein Strahlschmelzverfahren, vorzugsweise als ein Laser- oder Elektronenstrahlsinterverfahren, vorgesehen ist;
- und wobei das Pulverwerkstoffgemisch zumindest ein erstes Pulver (100) und ein zweites Pulver (200) umfasst, wobei der Anteil des zweiten Pulvers (200) von
- 25 der ersten Schicht (21) bis zur letzten Schicht (25) kontinuierlich zunimmt;
- und wobei das zweite Pulver (200) zumindest Verschleißbeständigkeit und/oder Oxidationsbeständigkeit und/oder einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten
- 30 in Bezug auf hohe Temperaturen aufweist, so dass sich mit zunehmender Schicht die mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften kontinuierlich ändern;
- und wobei der Anteil des zweiten Pulvers (200) bei
- 35 der ersten Schicht (21) 0% beträgt.

2. Generatives Verfahren zur Herstellung eines Überzugs (35) nach Anspruch 1,
da durch gekennzeichnet, dass
der Anteil des ersten Pulvers (100) bei der letzten
5 Schicht (25) 0% beträgt.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 2,
da durch gekennzeichnet, dass
10 - zumindest ein erster Pulverförderer (101) mit einem verfestigbaren Pulver (100) vorgesehen ist,
- zumindest ein zweiter Pulverförderer (201) mit einem verfestigbaren Pulver (200) vorgesehen ist,
- wobei sich die zumindest zwei Pulverförderer (101,201)
15 separat ansteuern lassen, so dass sich die zumindest beiden verfestigbaren Pulver (100,200) in einem beliebigen Verhältnis mischen lassen.
4. Überzug (35) zur Herstellung oder Reparatur eines Bauteils, insbesondere das einer Strömungskraftmaschine umfassend zumindest einer ersten Schicht (21) mit einem ersten verfestigbaren Pulverwerkstoffgemisch und einer letzten Schicht (25) mit einem letzten verfestigbaren Pulverwerkstoffgemisch, wobei zwischen der ersten (21)
20 und der letzten Schicht (25) eine definierten Anzahl von weiteren Schichten (22-24) von verfestigbaren Pulverwerkstoffgemischen vorgesehen ist,
da durch gekennzeichnet, dass
das verfestigbare Pulverwerkstoffgemisch aus zumindest
30 einem ersten Pulver (100) und einem zweiten Pulver (200) besteht, wobei der Anteil des zweiten Pulvers (200) von der ersten Schicht (21) bis zur letzten Schicht (25) kontinuierlich zunimmt und wobei das zweite Pulver (200) zumindest Verschleißbeständigkeit und/oder Oxidationsbeständigkeit und/oder einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten in Bezug auf hohe Temperaturen aufweist, so
35 dass sich mit zunehmender Schicht die mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften kontinuierlich ändern

und wobei der Anteil des zweiten Pulvers (200) bei der ersten Schicht (21) 0% ist.

- 5 5. Überzug (35) nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der Anteil des ersten Pulvers (100) bei der letzten
Schicht (25) 0% ist.
- 10 6. Überzug (35) nach einem der Ansprüche 4 bis 5, welcher
mit dem generativen Verfahren nach Anspruch 1 und 2
und/oder der Vorrichtung nach Anspruch 3 hergestellt ist.
- 15 7. Bauteilfertigungsverfahren, insbesondere zur Reparatur
eines Bauteils, umfassend ein Basisbauteil (15) und einen
Überzug (35) nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
folgende Schritte:
- 20 - Zuschnitt des Überzugs (35) auf das Basisbauteil
(15),
 - Verbinden des Überzugs (35) und des Basisbauteils
(15) zu einem Endbauteil,
 - Rekonturierung des Endbauteils durch Nachbearbeitung.
- 25 8. Bauteilfertigungsverfahren nach Anspruch 7, insbesondere
zur Reparatur eines Bauteils,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
das Verbinden durch Fügen (12), insbesondere Reibschwei-
ßen erfolgt.
- 30 9. Bauteilfertigungsverfahren nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
durch Verbinden des Überzug (35) und des Basisbauteils
(15) durch Reibschweißen ein Abrieb entsteht und die
35 Rekonturierung des Endbauteils die Nachbearbeitung des
Abriebs durch mechanische Bearbeitung, insbesondere durch
Drehen oder Fräsen, beinhaltet.

10. Bauteilfertigungsverfahren nach einem der Ansprüche 7 bis
9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
der Überzug (35) vor dem Verbinden mit dem Basisbauteil
5 (15) wärmebehandelt wird.
11. Bauteilfertigungsverfahren nach einem der Ansprüche 7 bis
10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
10 das Endbauteil wärmebehandelt wird.
12. Bauteil, welches gemäß einem Bauteilfertigungsverfahren
nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 11, repariert
oder hergestellt ist.
15
13. Bauteil nach Anspruch 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
das erste Pulver (100) ähnliche oder gleiche Materialei-
20 genschaften wie das Basisbauteil (15) aufweist.

FIG 1

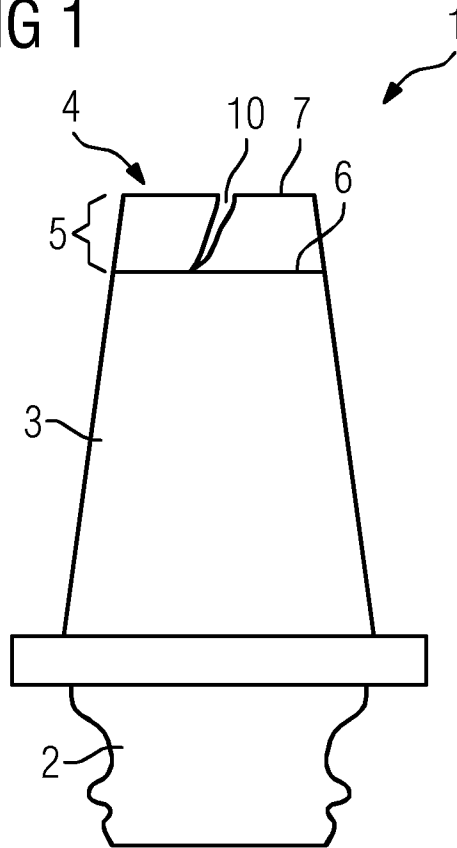


FIG 2

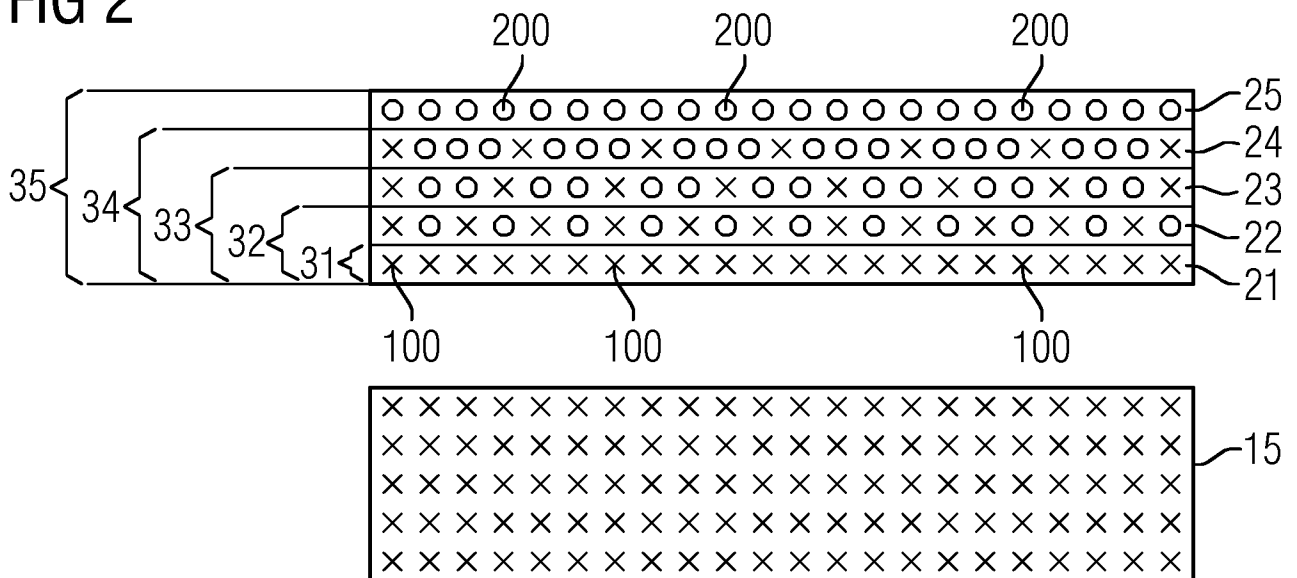


FIG 3

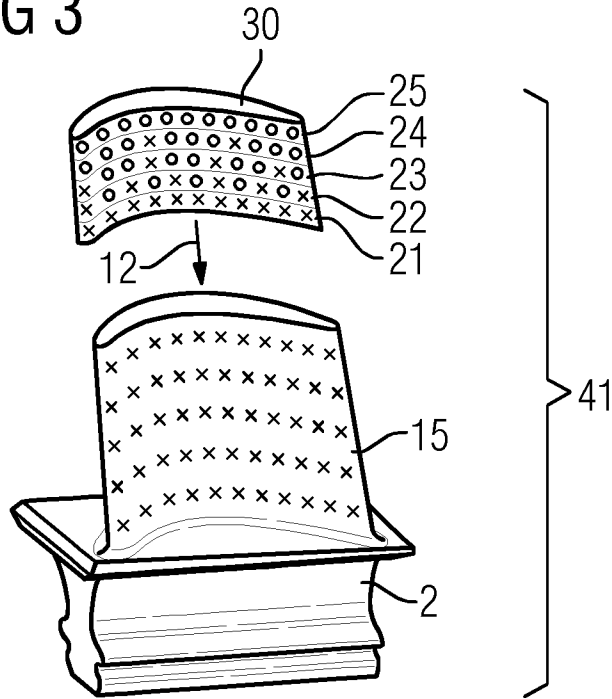
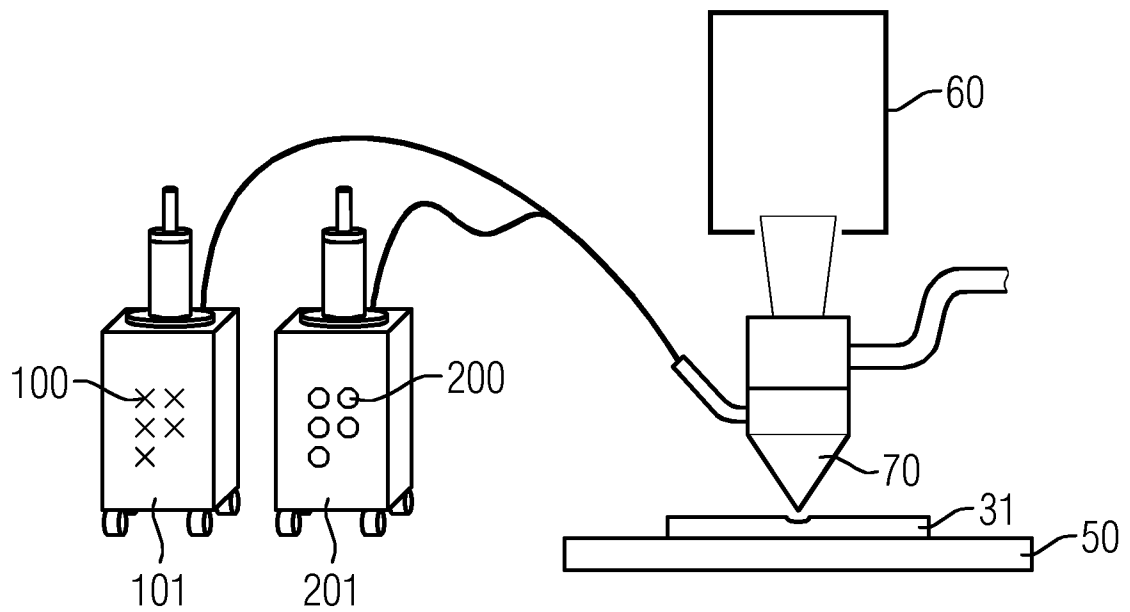


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/055235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C24/04 C23C28/00 F01D5/00 F01D5/28
ADD.
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)
C23C F01D
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 practicable, 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 1 712 657 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 18 October 2006 (2006-10-18) claims 1-20; figures 1-4 -----	1-13
X	EP 1 382 707 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21 January 2004 (2004-01-21) paragraphs [0016], [0017]; claims 1,6-8 -----	4-6,12, 13
X	DE 10 2006 019900 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8 November 2007 (2007-11-08) claims 1-10 -----	3-6
X	WO 93/05194 A1 (TECHNALUM RESEARCH INC [US]) 18 March 1993 (1993-03-18) claims 1-11; figures 1,2 -----	3
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 28 March 2014	Date of mailing of the international search report 04/04/2014
---	---

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 Chalaftris, Georgios
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No
 PCT/EP2014/055235

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 103 19 494 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 18 November 2004 (2004-11-18) cited in the application paragraphs [0028] - [0039]; claims 11,12 -----	1,7-11
A	DE 10 2008 058140 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 27 May 2010 (2010-05-27) paragraphs [0046] - [0049]; claims 1-10 -----	1,7-11
A	DE 10 2011 008809 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 19 July 2012 (2012-07-19) claims 1-6 -----	1,7-11
A	WO 2011/008143 A1 (ARCAM AB [SE]; LJUNGBLAD ULRIC [SE]) 20 January 2011 (2011-01-20) claim 1 -----	1-11
A	WO 2008/009267 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; RICHTER KARL-HERMANN [DE]; EMILJANOW KLAUS) 24 January 2008 (2008-01-24) claims 1-9; figures 1,2 -----	1,7-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/055235

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1712657	A2	18-10-2006	EP 1712657 A2 18-10-2006
			JP 2006289364 A 26-10-2006
			KR 20060108522 A 18-10-2006
			SG 126864 A1 29-11-2006
			US 2006233951 A1 19-10-2006
EP 1382707	A1	21-01-2004	EP 1382707 A1 21-01-2004
			WO 2004007787 A1 22-01-2004
DE 102006019900	A1	08-11-2007	AT 504945 T 15-04-2011
			CN 101432902 A 13-05-2009
			DE 102006019900 A1 08-11-2007
			DK 2013920 T3 04-07-2011
			EP 2013920 A2 14-01-2009
			JP 5295100 B2 18-09-2013
			JP 2009535794 A 01-10-2009
			US 2009278423 A1 12-11-2009
			WO 2007125059 A2 08-11-2007
WO 9305194	A1	18-03-1993	US 5362523 A 08-11-1994
			WO 9305194 A1 18-03-1993
DE 10319494	A1	18-11-2004	AT 333963 T 15-08-2006
			DE 10319494 A1 18-11-2004
			EP 1620225 A1 01-02-2006
			JP 4792389 B2 12-10-2011
			JP 2006524579 A 02-11-2006
			US 2007084047 A1 19-04-2007
			WO 2004096487 A1 11-11-2004
DE 102008058140	A1	27-05-2010	NONE
DE 102011008809	A1	19-07-2012	DE 102011008809 A1 19-07-2012
			EP 2665570 A1 27-11-2013
			US 2013287590 A1 31-10-2013
			WO 2012097794 A1 26-07-2012
WO 2011008143	A1	20-01-2011	CN 102470439 A 23-05-2012
			EP 2454039 A1 23-05-2012
			JP 2012533682 A 27-12-2012
			KR 20120050408 A 18-05-2012
			RU 2012105287 A 20-08-2013
			US 2012100031 A1 26-04-2012
			WO 2011008143 A1 20-01-2011
WO 2008009267	A1	24-01-2008	DE 102006033799 A1 24-01-2008
			EP 2040876 A1 01-04-2009
			JP 5248495 B2 31-07-2013
			JP 2009543967 A 10-12-2009
			US 2010074755 A1 25-03-2010
			WO 2008009267 A1 24-01-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C23C24/04 C23C28/00 F01D5/00 F01D5/28 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C23C F01D		
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 1 712 657 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 18. Oktober 2006 (2006-10-18) Ansprüche 1-20; Abbildungen 1-4 -----	1-13
X	EP 1 382 707 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21. Januar 2004 (2004-01-21) Absätze [0016], [0017]; Ansprüche 1,6-8 -----	4-6,12, 13
X	DE 10 2006 019900 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8. November 2007 (2007-11-08) Ansprüche 1-10 -----	3-6
X	WO 93/05194 A1 (TECHNALUM RESEARCH INC [US]) 18. März 1993 (1993-03-18) Ansprüche 1-11; Abbildungen 1,2 ----- -/-	3
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. März 2014		04/04/2014
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 Chalaftris, Georgios

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 103 19 494 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 18. November 2004 (2004-11-18) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0028] - [0039]; Ansprüche 11,12 -----	1,7-11
A	DE 10 2008 058140 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 27. Mai 2010 (2010-05-27) Absätze [0046] - [0049]; Ansprüche 1-10 -----	1,7-11
A	DE 10 2011 008809 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 19. Juli 2012 (2012-07-19) Ansprüche 1-6 -----	1,7-11
A	WO 2011/008143 A1 (ARCAM AB [SE]; LJUNGBLAD ULRIC [SE]) 20. Januar 2011 (2011-01-20) Anspruch 1 -----	1-11
A	WO 2008/009267 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; RICHTER KARL-HERMANN [DE]; EMILJANOW KLAUS) 24. Januar 2008 (2008-01-24) Ansprüche 1-9; Abbildungen 1,2 -----	1,7-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/055235

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1712657	A2	18-10-2006	EP 1712657 A2 18-10-2006
			JP 2006289364 A 26-10-2006
			KR 20060108522 A 18-10-2006
			SG 126864 A1 29-11-2006
			US 2006233951 A1 19-10-2006
EP 1382707	A1	21-01-2004	EP 1382707 A1 21-01-2004
			WO 2004007787 A1 22-01-2004
DE 102006019900	A1	08-11-2007	AT 504945 T 15-04-2011
			CN 101432902 A 13-05-2009
			DE 102006019900 A1 08-11-2007
			DK 2013920 T3 04-07-2011
			EP 2013920 A2 14-01-2009
			JP 5295100 B2 18-09-2013
			JP 2009535794 A 01-10-2009
			US 2009278423 A1 12-11-2009
			WO 2007125059 A2 08-11-2007
WO 9305194	A1	18-03-1993	US 5362523 A 08-11-1994
			WO 9305194 A1 18-03-1993
DE 10319494	A1	18-11-2004	AT 333963 T 15-08-2006
			DE 10319494 A1 18-11-2004
			EP 1620225 A1 01-02-2006
			JP 4792389 B2 12-10-2011
			JP 2006524579 A 02-11-2006
			US 2007084047 A1 19-04-2007
			WO 2004096487 A1 11-11-2004
DE 102008058140	A1	27-05-2010	KEINE
DE 102011008809	A1	19-07-2012	DE 102011008809 A1 19-07-2012
			EP 2665570 A1 27-11-2013
			US 2013287590 A1 31-10-2013
			WO 2012097794 A1 26-07-2012
WO 2011008143	A1	20-01-2011	CN 102470439 A 23-05-2012
			EP 2454039 A1 23-05-2012
			JP 2012533682 A 27-12-2012
			KR 20120050408 A 18-05-2012
			RU 2012105287 A 20-08-2013
			US 2012100031 A1 26-04-2012
			WO 2011008143 A1 20-01-2011
WO 2008009267	A1	24-01-2008	DE 102006033799 A1 24-01-2008
			EP 2040876 A1 01-04-2009
			JP 5248495 B2 31-07-2013
			JP 2009543967 A 10-12-2009
			US 2010074755 A1 25-03-2010
			WO 2008009267 A1 24-01-2008