

(19)



(11)

EP 2 728 035 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.07.2020 Patentblatt 2020/27

(51) Int Cl.:

C23C 26/02 (2006.01)	C23C 10/02 (2006.01)
C23C 10/06 (2006.01)	C23C 10/08 (2006.01)
C23C 10/14 (2006.01)	C23C 10/16 (2006.01)
C23C 10/18 (2006.01)	C23C 10/20 (2006.01)
C23C 10/22 (2006.01)	C23C 10/26 (2006.01)
C23C 10/60 (2006.01)	

(21) Anmeldenummer: **12190803.2**

(22) Anmeldetag: **31.10.2012**

(54) **Verfahren zur Änderung der Oberflächeneigenschaften von Bauteilen**

Method for altering the surface properties of components

Procédé destiné à la modification des propriétés de surface de composants

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

- **Friedberger, Katrin**
82140 Olching (DE)
- **Linska, Josef**
85567 Grafing (DE)
- **Daniels, Bernd**
82194 Gröbenzell (DE)
- **Straßer, Michael**
85253 Kleinberghofen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.05.2014 Patentblatt 2014/19

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

(72) Erfinder:

- **Bronn, Horst**
85238 Petershausen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 1 930 477	EP-A2- 0 861 919
DE-A1-102005 059 299	US-A1- 2007 269 676
US-A1- 2011 117 385	

EP 2 728 035 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**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Änderung der Oberflächeneigenschaften von Bauteilen, die beispielsweise inkrementell schichtweise aus einem Bauteilmaterial aufgebaut werden, sowie ein entsprechend hergestelltes Bauteil.

STAND DER TECHNIK

[0002] Generative Fertigungsverfahren, bei denen ein Werkstück aus Inkrementen aus Material schichtweise aufgebaut wird, werden im Stand der Technik zunehmend nicht nur für die Herstellung von Prototypen eingesetzt, sondern auch zur Herstellung von Bauteilen in Kleinserien. Darüber hinaus bieten sich derartige generative Herstellungsverfahren auch für die Herstellung von Bauteilen an, für die andere Herstellungsverfahren nicht oder nur mit erheblichen Schwierigkeiten durchgeführt werden können. Dies führt dazu, dass generativ hergestellte Bauteile auch eine entsprechende Oberflächengüte in Form einer geringen Rauheit aufweisen sollen. Dies ist jedoch aufgrund des Herstellungsverfahrens unmittelbar nach der generativen Herstellung nicht gegeben, da durch die schichtweise Ausbildung des Bauteils an den Oberflächen entsprechend der Aufbringung der Schichten Stufen und Rauigkeiten entstehen.

[0003] Es ist deshalb bereits versucht worden, durch Aufbringung von Schichten, die die Unebenheiten ausfüllen sollen, die Oberflächengüte zu verbessern. Dies ist beispielsweise in der EP 0 420 614 A2 oder in F.E.H. Tay, E.H.A. Hae, M. Rahman, J.Y. Lee und T.E.H. Ong, Manufacture of R.P. Tools with High Quality Surface Finish Using High Temperature Epoxy Resin and Electroless Nickel Plating, in: Surface Engineering 2000, Vol. 16, No 3 beschrieben. Allerdings wird durch diese Maßnahmen die ursprünglich raue Oberfläche nicht beseitigt, sodass die Unebenheiten als Ausgangspunkte für Risswachstum und dergleichen weiterhin vorhanden sind. Außerdem kann bei bestimmten Anwendungsfällen das Vorhandensein der Beschichtung nachteilig sein.

[0004] Andere Verfahren zur Herstellung glatter Oberflächen, wie beispielsweise Schleifen, Strahlen, Polieren, Elektropolieren und dergleichen, sind aufwendig und können unter Umständen nur an bestimmten, frei zugänglichen Oberflächen durchgeführt werden.

[0005] Beispiele für Verfahren zur Änderung von Oberflächeneigenschaften von Bauteilen, bei denen jeweils die Oberfläche des Bauteils mit einem Schichtmaterial beschichtet wird und das beschichtete Bauteil einer Wärmebehandlung unterzogen wird, sind aus der US 2011/117385 A1, der US 2007/0269676 A1 und der DE 10 2005 059299 A1 bekannt. Verfahren die eine Abscheidung in einem Tauchbad umfassen sind aus den EP 0

861 919 A2 und EP 1 930 477 A1 bekannt.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG**5 AUFGABE DER ERFINDUNG**

[0006] Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Änderung der Oberflächeneigenschaften von Bauteilen bereitzustellen, bei dem eine ausreichend gute Oberflächengüte erreicht wird, die ausreichend ist, um beispielsweise an derartig hergestellten Bauteilen optische Messverfahren oder eine zerstörungsfreie Bauteilprüfung, beispielsweise hinsichtlich Oberflächenrissprüfung, Wirbelstromprüfung usw., durchführen zu können.

[0007] Die gewünschte glatte Oberfläche soll jedoch in einfacher und effektiver Weise herstellbar sein und insbesondere sollen möglichst alle Flächen eines Bauteils, also auch Flächen von Hohlräumen und dergleichen bearbeitbar sein. Insbesondere soll das Verfahren auch bei der generativen Herstellung eines Bauteils für die Glättung der Oberflächen einsetzbar sein.

TECHNISCHE LÖSUNG

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Gemäß der Erfindung wird vorgeschlagen, auf dem zu bearbeitenden Bauteil eine Beschichtung aufzubringen, wobei die Beschichtung Bestandteile enthält, die bei einer niedrigeren Temperatur schmelzen als das Bauteilmaterial oder mit dem Bauteilmaterial Komponenten bilden, die eine niedrigere Schmelztemperatur als das Bauteilmaterial aufweisen und dass das entsprechend beschichtete Bauteil einer Wärmebehandlung unterzogen wird, sodass eine Diffusion zwischen der Beschichtung und dem Bauteil ermöglicht wird. Durch die Kombination der aufgetragenen Beschichtung mit niedrigerem Schmelzpunkt oder Schmelzpunkt erniedrigenden Bestandteilen einerseits sowie der Wärmebehandlung andererseits, kommt es zu Diffusionsvorgängen zwischen der Beschichtung und dem Bauteil und/oder zu einem Anschmelzen der Beschichtung und/oder der ursprünglichen Bauteiloberfläche, was zu einer Einebnung der ursprünglich rauen Oberfläche des Bauteils führt.

[0011] Das Schichtmaterial kann aus dem gleichen Material gewählt werden, wie das Bauteilmaterial, wobei zusätzlich mindestens ein Element beigefügt sein sollte, welches den Schmelzpunkt erniedrigt. Alternativ kann das Schichtmaterial auch durch lediglich einen Bestandteil des Bauteilmaterials gebildet werden, nämlich vorzugsweise die Hauptkomponente des Bauteilmaterials. Bei einer metallischen Legierung, die für das Bauteilmaterial verwendet wird, könnte also die Hauptlegierungskomponente in Form eines technisch reinen Metalls als

Schichtmaterial gewählt werden.

[0012] Bei der Verwendung einer Nickelbasislegierung als Bauteilmaterial z.B. für die generative Herstellung von temperaturbelasteten Bauteilen von Strömungsmaschinen, wie beispielsweise Gasturbinen oder Flugtriebwerken, kann die Schicht aus technisch reinem Nickel als dem Hauptbestandteil der Nickelbasislegierung gebildet werden. Unter technisch reinem Nickel wird hierbei ein Material verstanden, welches zu nahezu 100 % aus Nickel besteht, jedoch im Umfang der technischen Gegebenheiten Verunreinigungen aufweisen kann.

[0013] Alternativ kann bei einer Nickelbasislegierung als Bauteilmaterial auch eine mit einem Schmelzpunkt erniedrigenden Element legierte Nickelbasislegierung gewählt werden, wobei beispielsweise als Schmelzpunkt erniedrigende Elemente Bor und/oder Phosphor gewählt werden können.

[0014] Unter Nickelbasislegierung sind diejenigen Legierungen zu verstehen, die als Bestandteil mit dem größten Anteil Nickel aufweisen und die insbesondere Legierungselemente umfassen, die eine Hochtemperaturanwendung ermöglichen. Beispielsweise kann hierfür Inconel IN 718 genannt werden.

[0015] Das Schichtmaterial wird in flüssiger Form aufgebracht, wobei eine chemische Reaktion in einem Tauchbad gewählt wird, um beispielsweise eine Nickelschicht aufzubringen. Ein derartiges Verfahren ist üblicherweise als chemisch Vernickeln bekannt.

[0016] Die Wärmebehandlung kann bei einer Temperatur im Bereich der Schmelztemperatur des Schichtmaterials und unterhalb der Schmelztemperatur des Bauteilmaterials durchgeführt werden. Insbesondere kann die Temperatur in einem Bereich gewählt werden, der von einer Temperatur 30 % unterhalb der Schmelztemperatur bis zu einer Temperatur von 5 % über der Schmelztemperatur des Schichtmaterials reicht.

[0017] Erfindungsgemäß erfolgt die Wärmebehandlung im Bereich der Lösungsglühtemperatur des Bauteilmaterials. Bei einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform kann bei einer Schicht aus chemischem Nickel die Wärmebehandlung auch bei einer Temperatur knapp oberhalb der Schmelztemperatur durchgeführt werden, sodass ein Anschmelzen der Beschichtung und/oder der ursprünglichen Oberfläche des Bauteils erfolgt.

[0018] Obwohl nach der Durchführung der Wärmebehandlung bereits eine geglättete Grenzschicht zwischen der Beschichtung und dem Bauteil, also eine geglättete ursprüngliche Oberflächenschicht vorliegt und somit das Bauteil bereits in diesem Zustand mit der Beschichtung Verwendung finden kann, kann ein weiterer Verfahrensschritt vorgesehen sein, der eine Entfernung der Beschichtung vorsieht.

[0019] Dies kann bei dem vorliegenden Verfahren durch ein eigenschaftssensitives Abtragsverfahren, wie beispielsweise Ätzen, erfolgen, sodass die ursprüngliche Oberfläche wieder freigelegt werden kann. Damit kann die für bestimmte Anwendungen störende Beschichtung wieder entfernt werden, wobei gleichzeitig eine geglättete

tete Oberfläche des Bauteils erreicht wird.

[0020] Ein entsprechend hergestelltes Bauteil, insbesondere ein generativ hergestelltes Bauteil weist somit eine Randzone auf, die entweder eine Beschichtung umfasst oder zumindest eine Diffusionszone ausgebildet hat, wenn die Beschichtung wieder entfernt worden ist. Die Beschichtung dieses Bauteils weist das mit einem Schmelzpunkt erniedrigenden Element versehene Bauteilmaterial oder eine Beschichtung aus einem Bestandteil des Bauteilmaterials auf.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0021] Die beigefügten Zeichnungen zeigen in rein schematischer Weise in

- Fig.1 einen Querschnitt durch ein generativ hergestelltes Bauteil mit einer rauen Oberfläche;
- Fig.2 einen Querschnitt durch das Bauteil aus Figur 1, das mit einer Schicht versehen ist;
- Fig.3 einen Querschnitt durch das Bauteil aus den Figuren 1 und 2 nach Durchführung einer Wärmebehandlung; und in
- Fig.4 einen Querschnitt durch das Bauteil aus den Figuren 1 bis 3 nach Abziehen der Beschichtung.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

[0022] Weitere Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung eines Ausführungsbeispiels deutlich.

[0023] Die Figur 1 zeigt als Beispiel die Oberfläche eines generativ hergestellten Bauteils 1, welches nach dem inkrementellen, schichtweisen Aufbau eine raue Oberfläche 2 aufweist. Beispielsweise kann das Bauteil durch selektives Lasersintern, durch stereolithographischen Verfahren, durch schichtweises Kleben oder Aufschmelzen gebildet worden sein. Durch die schichtweise Herstellung kommt es an den Oberflächen zur Ausbildung einer Rauheit. Allerdings kann das zur Bearbeitung der Oberfläche eingesetzte Verfahren der vorliegenden Erfindung,

[0024] Die Figur 2 zeigt die Schnittansicht des Bauteils 1 aus Figur 1 nach Aufbringen einer Beschichtung 3, beispielsweise durch chemisches Vernickeln. Hierzu wird das zu vernickelnde Bauteil 1 in eine geeignete Flüssigkeit eingetaucht, sodass durch eine entsprechende chemische Reaktion der in der Flüssigkeit enthaltenen Komponenten Nickel an der Oberfläche 2 des Bauteils 1 abgeschieden wird. Die Schichtdicken des abgeschiedenen chemischen Nickels können hierbei im Bereich von 1 µm bis 100 µm variiert werden.

[0025] Nachdem die Schicht 3 auf dem Bauteil 1 erzeugt worden ist, wird das Bauteil einer Wärmebehandlung unterzogen, die es ermöglicht, dass ein Diffusionsaustausch von Inhaltsstoffen zwischen der Schicht 3 und dem Bauteil 1 erfolgen kann. Vorzugsweise kann die

Wärmebehandlungstemperatur auch so gewählt werden, dass die Temperatur im Bereich der Schmelztemperatur des Schichtmaterials liegt, sodass ein leichtes Anschmelzen der rauen Oberfläche 2 erfolgen kann. Durch die Diffusionsvorgänge und/oder das Anschmelzen der Oberfläche 2 kommt es zu einer Änderung der Oberflächeneigenschaften, wie dies schematisch in Figur 3 dargestellt ist. Insbesondere die Grenzfläche zwischen der Schicht 3 und dem Bauteil 1 stellt nun eine glatte Grenzfläche 4 dar, da es durch die Diffusionsvorgänge und/oder das Anschmelzen zu einem Einebnen der vorstehenden Bauteilbereiche kommt. Darüber hinaus kann eine solche wärmebehandelte Schicht 3 beispielsweise besser spanbar und/oder lötlbar und/oder chemisch und/oder mechanisch abtragbar sein.

[0026] Je nach Anwendungsfall und Einsatzgebiet kann das Bauteil im Herstellungszustand gemäß Figur 3 Verwendung finden.

[0027] Allerdings ist es auch möglich, die Schicht 3 wieder zu entfernen, sodass die eingeebnete Grenzfläche 4 als geglättete Oberfläche 5 am Bauteil 1 vorliegt.

[0028] Als eigenschaftssensitive Abtragsverfahren kommen hierfür beispielsweise Ätzverfahren in Frage, wobei das Ätzmittel auf die Zusammensetzung der Beschichtung abgestimmt ist. Durch eine Veränderung im Ätzverhalten an der Grenzfläche 4 kann das Abtragen von Material nach Erreichen der Grenzfläche 4 gestoppt werden, sodass das Bauteil 2 mit der geglätteten Oberfläche 5 vorliegt.

[0029] Die entsprechend hergestellten Bauteile zeichnen sich somit entweder durch das Vorliegen einer Beschichtung an der Oberfläche aus, oder, im Falle des Abtrags der Beschichtung nach Durchführung der Wärmebehandlung, durch eine durch die Diffusion mit der ehemals vorhandenen Beschichtung vorhandene Diffusionszone in der Randzone des Bauteils 1.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Änderung der Oberflächeneigenschaften, insbesondere zur Oberflächenglättung eines Bauteils,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Oberfläche des Bauteils mit einem Schichtmaterial beschichtet wird, welches in flüssiger Form aufgebracht und durch chemische Reaktion in einem Tauchbad abgeschieden wird und welches eine Zusammensetzung aufweist, die mindestens einen Bestandteil enthält, der

- bei einer niedrigeren Temperatur schmilzt als das Bauteilmaterial oder

- mit dem Bauteilmaterial mindestens eine Komponente bildet, die eine niedrigere Schmelztemperatur als das Bauteilmaterial aufweist,

und dass

- das beschichtete Bauteil einer Wärmebehandlung unterzogen wird, die im Bereich der Lösungsglüh-temperatur des Bauteilmaterials erfolgt, so dass zwischen der Beschichtung und dem Bauteil Diffusionsvorgänge stattfinden können,

wobei

- das Bauteilmaterial eine metallische Legierung und das Schichtmaterial eine metallische Legierung oder ein technisch reines Metall ist; und
- die Beschichtung nach der Wärmebehandlung optional wieder durch ein eigenschaftssensitives Abtrageverfahren entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Schichtmaterial ein mit mindestens einem den Schmelzpunkt erniedrigenden Element versehenes Bauteilmaterial ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Schichtmaterial durch die Hauptkomponente des Bauteilmaterials gebildet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Bauteilmaterial eine Nickelbasislegierung und das Schichtmaterial Nickel oder das Schichtmaterial eine mit mindestens einem den Schmelzpunkt erniedrigenden Element legierte Nickelbasislegierung ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

das den Schmelzpunkt erniedrigende Element Bor und/ oder Phosphor ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Wärmebehandlung in einem Bereich der Schmelztemperatur des Schichtmaterials und unterhalb der Schmelztemperatur des Bauteilmaterials durchgeführt wird, insbesondere in einem Temperaturbereich durchgeführt wird, der von einer Temperatur 30% unterhalb der Schmelztemperatur des Schichtmaterials bis zu einer Temperatur 5% über der Schmelztemperatur des Schichtmaterials reicht.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

bei einer durch chemisches Vernickeln abgeschie-

denen Schicht die Wärmebehandlung bei einer Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur des chemisch abgeschiedenen Nickels liegt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung nach der Wärmebehandlung durch Ätzen wieder entfernt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren zur generativen Herstellung eines Bauteils, bei welchem das Bauteil inkrementell schichtweise aus einem Bauteilmaterial aufgebaut wird, eingesetzt wird, um die Bauteiloberfläche zumindest teilweise zu glätten.

Claims

1. Method for changing the surface properties, in particular for smoothing the surface of a component, **characterized in that**
- the surface of the component is coated with a layer material which is applied in liquid form and deposited by chemical reaction in an immersion bath and which has a composition containing at least one constituent which
 - melts at a lower temperature than the component material or
 - forms, together with the component material, at least one component part that has a lower melting temperature than the component material,
- and **in that**
- the coated component is subjected to a heat treatment which is carried out in the range of the solution annealing temperature of the component material such that diffusion processes can take place between the coating and the component,
 - the component material being a metal alloy and the layer material being a metal alloy or a technically pure metal; and
 - the coating being optionally removed again after the heat treatment by means of a property-sensitive removal process.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** the layer material is a component material provided with at least one element which lowers the melting point.

3. Method according to claim 1, **characterized in that** the layer material is formed from the main component part of the component material.

4. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the component material is a nickel-based alloy and the layer material is nickel, or the layer material is a nickel-based alloy alloyed with at least one element which lowers the melting point.

5. Method according to claim 4, **characterized in that** the element which lowers the melting point is boron and/or phosphorus.

6. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the heat treatment is carried out in a range of the melting temperature of the layer material and below the melting temperature of the component material, in particular in a temperature range from a temperature 30% below the melting temperature of the layer material up to a temperature 5% above the melting temperature of the layer material.

7. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** for a layer deposited by chemical nickel plating, the heat treatment is at a temperature above the melting temperature of the chemically deposited nickel.

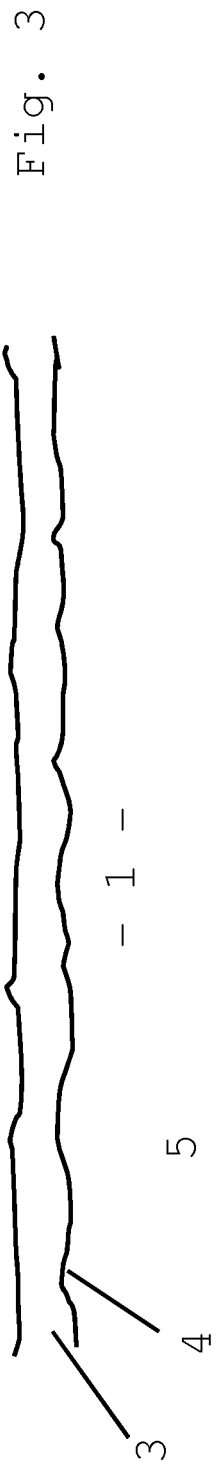
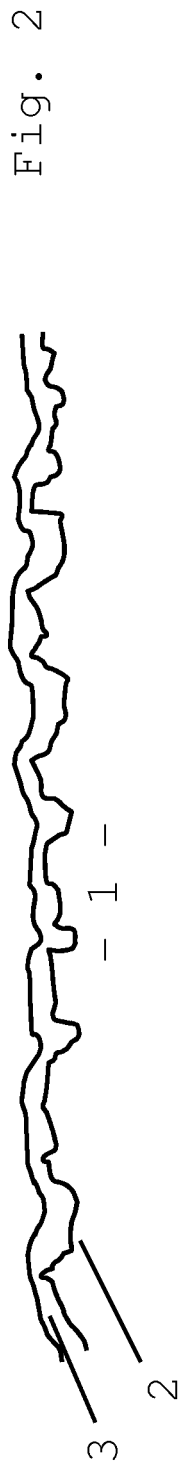
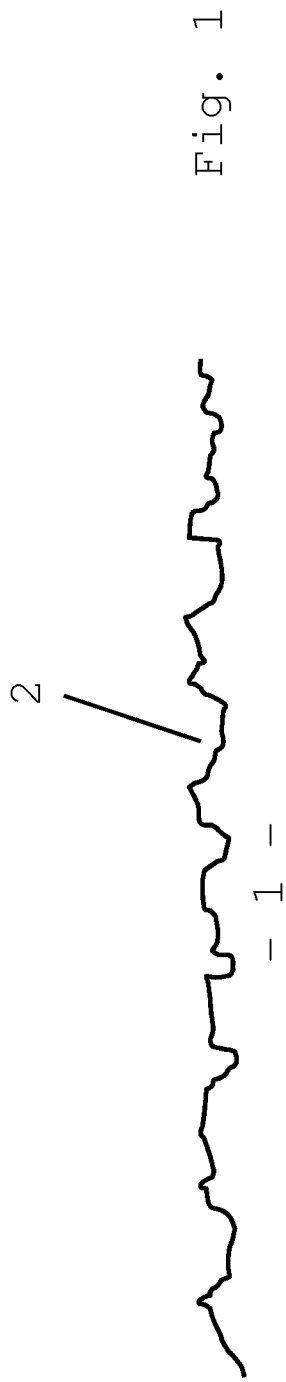
8. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the coating is removed again after the heat treatment by means of etching.

9. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the method is used for the additive manufacturing of a component in which the component is built up incrementally in layers from a component material, in order to at least partially smooth the component surface.

Revendications

1. Procédé permettant de modifier des propriétés de surface, en particulier de lisser la surface d'un composant, **caractérisé en ce que**
- la surface du composant est revêtue d'un matériau en couches, lequel est appliqué sous forme liquide et est déposé par réaction chimique dans un bain d'immersion, et lequel présente une composition qui contient au moins un élément constitutif, lequel
 - fond à une température inférieure à celle du matériau de composant ou
 - forme au moins un constituant avec le matériau de composant, lequel constituant présente une

- température de fusion inférieure à celle du matériau de composant, et **en ce que**
 - le composant revêtu est soumis à un traitement thermique qui est effectué dans la plage de la température de recuit en solution du matériau de composant, de sorte que des processus de diffusion peuvent se produire entre le revêtement et le composant, 5
 - le matériau de composant étant un alliage métallique, et le matériau en couches étant un alliage métallique ou un métal techniquement pur ; et 10
 - le revêtement étant éventuellement éliminé à nouveau après le traitement thermique par un procédé d'élimination sensible aux propriétés. 15
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau en couches est un matériau de composant pourvu d'au moins un élément abaissant le point de fusion. 20
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau en couches est formé par le constituant principal du matériau de composant. 25
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau de composant est un alliage à base de nickel, et le matériau en couches est en nickel ou le matériau en couches est un alliage à base de nickel allié avec au moins un élément abaissant le point de fusion. 30
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'élément abaissant le point de fusion est le bore et/ou le phosphore. 35
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le traitement thermique est réalisé dans une plage de température de fusion du matériau en couches et en dessous de la température de fusion du matériau de composant, est réalisé en particulier dans une plage de température qui est comprise entre une température de 30 % inférieure à la température de fusion du matériau en couches et une température supérieure de 5 % à la température de fusion du matériau en couches. 40 45
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans une couche déposée par nickelage chimique, le traitement thermique est effectué à une température supérieure à la température de fusion du nickel déposé chimiquement. 50
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le revêtement est éliminé à nouveau par gravure après le traitement thermique. 55
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le procédé de fabrication additive d'un composant, selon lequel le composant est réalisé progressivement en couches à partir d'un matériau de composant, est mis en œuvre afin de lisser, au moins partiellement, la surface de composant.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0420614 A2 [0003]
- US 2011117385 A1 [0005]
- US 20070269676 A1 [0005]
- DE 102005059299 A1 [0005]
- EP 0861919 A2 [0005]
- EP 1930477 A1 [0005]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **F.E.H. TAY ; E.H.A. HAE ; M. RAHMAN ; J.Y. LEE ; T.E.H. ONG.** Manufacture of R.P. Tools with High Quality Surface Finish Using High Temperature Epoxy Resin and Electroless Nickel Plating. *Surface Engineering*, 2000, vol. 16 (3 [0003]