

(19)



(11)

EP 2 871 257 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.2015 Patentblatt 2015/20

(51) Int Cl.:
C23C 4/18 (2006.01) C23C 24/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13192340.1**

(22) Anmeldetag: **11.11.2013**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

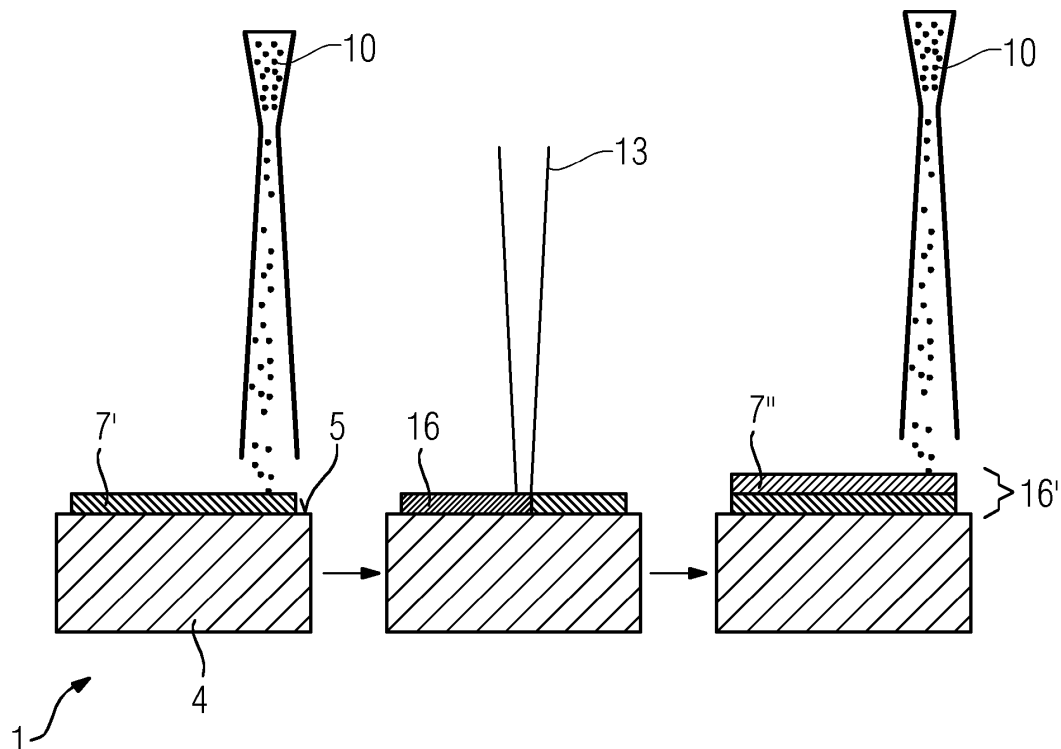
- **Burbaum, Bernd**
14612 Falkensee (DE)
- **Harms, Robert**
10437 Berlin (DE)
- **Münzer, Jan**
10439 Berlin (DE)
- **Ott, Michael**
45470 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Piegert, Sebastian**
10777 Berlin (DE)
- **Thomaidis, Dimitrios**
14197 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Arjakine, Nikolai**
10555 Berlin (DE)

(54) **Verfahren zum Beschichten mit anschließendem Umschmelzverfahren**

(57) Durch die Kombination von Beschichtungsverfahren und Umschmelzverfahren können bekannte Beschichtungsverfahren verwendet werden, die durch das Umschmelzverfahren verbesserte Eigenschaften aufweisen.



EP 2 871 257 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Beschichtungsverfahren, bei dem zuerst eine Schicht aufgebracht wird und diese mittels Umschmelzen umgewandelt wird.

[0002] Das Kaltgasspritzen ist ein Beschichtungsverfahren, bei dem der Beschichtungswerkstoff in Pulverform mit sehr hoher Geschwindigkeit von 1000m/s bis 2500m/s auf ein Substrat aufgetragen wird. Dazu wird ein auf wenige hundert Grad aufgeheiztes Prozessgas durch Expansion in einer Lavalldüse auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt und anschließend werden die Pulverpartikel in den Gasstrahl injiziert. Der injizierte Pulverwerkstoff wird dabei auf eine so große Geschwindigkeit beschleunigt, dass dieser im Vergleich zu anderen thermischen Spritzverfahren auch ohne vorangehen des An- oder Aufschmelzen beim Aufprall auf das Substrat eine relativ dichte und fest haftende Schicht bildet. Die kinetische Energie zum Zeitpunkt des Aufpralls reicht für ein vollständiges Aufschmelzen der Partikel aber nicht aus, so dass es zu keiner metallurgischen Verbindung mit dem Grundwerkstoff kommt.

[0003] Das Laserstrahl-Umschmelzen zeichnet sich durch exakte Energieeinbringung in ein Material aus, so dass eine gewünschte Umschmelztiefe exakt eingestellt werden kann. Aufgrund der großen Abkühlgeschwindigkeiten und des räumlich kleinen Schmelzvolumens beim Laserstrahl-Umschmelzen werden die Erstarrungsprozesse vornehmlich durch eine vom Schmelzbadrand her begünstigte Keimbildung eingeleitet. Dies führt dazu, dass speziell Poren aus den umgeschmolzenen Bereichen entfernt werden und bei Nickelbasis-Superlegierungen das Gefüge nahezu porenfrei erstarrt. Zudem können durch die lokal großen Wärmegradienten spezielle Gefügestrukturen eingestellt werden.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Verfahren aufzuzeigen, das verbesserte Eigenschaften für die Anbindung der Schichten untereinander und/oder an das Substrat aufweist.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1.

[0006] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die beliebig miteinander kombiniert werden können, um weitere Vorteile zu erzielen.

[0007] Der Vorteil der Erfindung erlaubt ein großflächiges Beschichten und lokales Umschmelzen an Stellen, wo nur bestimmte, verbesserte Werkstoffeigenschaften erwünscht sind.

[0008] Durch die Kombination von Beschichtungsverfahren und Umschmelzverfahren können bekannte Beschichtungsverfahren verwendet werden, die durch das Umschmelzverfahren verbesserte Eigenschaften aufweisen.

[0009] Es zeigt die Figur schematisch den Ablauf des Verfahrens.

[0010] Vorgeschlagen wird eine Kombination der Verfahren thermisches Spritzen/Kaltgasspritzen und Umschmelzen. Mittels thermischem Spritzen/Kaltgasspritzen

wird eine Schichtlage auf einen Grundwerkstoff aufgetragen. Anschließend wird durch Umschmelzen die Schicht so umgeschmolzen, dass entweder eine metallurgische Anbindung an den Grundwerkstoff erzielt wird und/oder spezielle Gefügeeigenschaften eingestellt werden.

[0011] Folgende Gefügeeigenschaften können somit gezielt verändert werden:

- die Dichte des aufgetragenen Materials wird durch die Reduktion der Poren vergrößert, entsprechend nimmt somit auch die thermischen Leitfähigkeit zu;
- durch das Umschmelzen vergrößert sich die Kornstruktur, wodurch bessere Kriecheigenschaften erzielt werden;
- durch richtungsabhängiges Umschmelzen können die Werkstoffeigenschaften (wie insbesondere Kriechfestigkeit) gezielt in eine Richtung verbessert werden, da die Körner in Verfahrungsrichtung der Laserstrahlung erstarren.

[0012] Durch ein weiteres Auftragen von Schichten mittels Kaltgasspritzen oder anderen thermischen Spritzverfahren und anschließendem Umschmelzen können zudem Gradientenschichten aufgebaut werden.

[0013] In der Figur ist schematisch der Ablauf des Verfahrens gezeigt.

[0014] Es wird eine Komponente 1 hergestellt.

[0015] Die Komponente 1 ist vorzugsweise eine Turbinenkomponente und weist ein Substrat 4 vorzugsweise aus einer nickel- oder kobaltbasierten Superlegierung auf.

[0016] Auf die Oberfläche 5 des Substrats 4 wird eine erste Schichtlage 7' mittels eines Materialstrahls 10 aufgebracht.

[0017] Dies kann durch Kaltgasspritzen oder andere thermische Spritzverfahren wie HVOF, LPPS, APS, VPS, SPS, SPPS erfolgen. Hier wird in nicht einschränkender Weise im Folgenden das Kaltgasspritzen erwähnt.

[0018] In einem weiteren Schritt wird mittels eines Schweißstrahls 13, insbesondere eines Laserstrahls 13, die zuerst aufgebrachte Schichtlage 7' umgeschmolzen, wobei ebenfalls höchstens ein Teil des Substrats 4 mit aufgeschmolzen wird. Dabei wird eine umgeschmolzene Schicht 16 erzeugt.

[0019] In einem weiteren Schritt kann eine weitere kaltgasgespritzte Schichtlage 7'' auf die umgeschmolzene Schicht 16 aufgebracht werden, die 7'' dann wiederum umgeschmolzen wird.

[0020] Dabei wird die untenliegende Schichtlage 7' insbesondere nur teilweise in einem oberen Bereich wieder mit aufgeschmolzen.

[0021] Ebenso ist es möglich (nicht dargestellt), zuerst zwei kaltgasgespritzte Schichtlagen 7', 7'' aufzutragen und diese beide umzuschmelzen, da die Umschmelztiefe

des Schweißstrahls 13 oft größer sein kann als die Beschichtungsdicken der Schichtlagen 7', 7".

[0022] Das Umschmelzen kann großflächig erfolgen, d.h. es werden die kompletten Schichtlagen 7', 7" umgeschmolzen oder es findet nur ein lokales Umschmelzen an Stellen statt, wo bestimmte Werkstoffeigenschaften erwünscht sind, wie insbesondere Porenfreiheit oder eine gewisse Härte oder eine bestimmte Kornstruktur, die bessere Kriecheigenschaften aufweisen.

[0023] Ebenso kann durch ein richtungsabhängiges Umschmelzen die Wärmestoffeigenschaft in eine bestimmte Richtung verbessert werden.

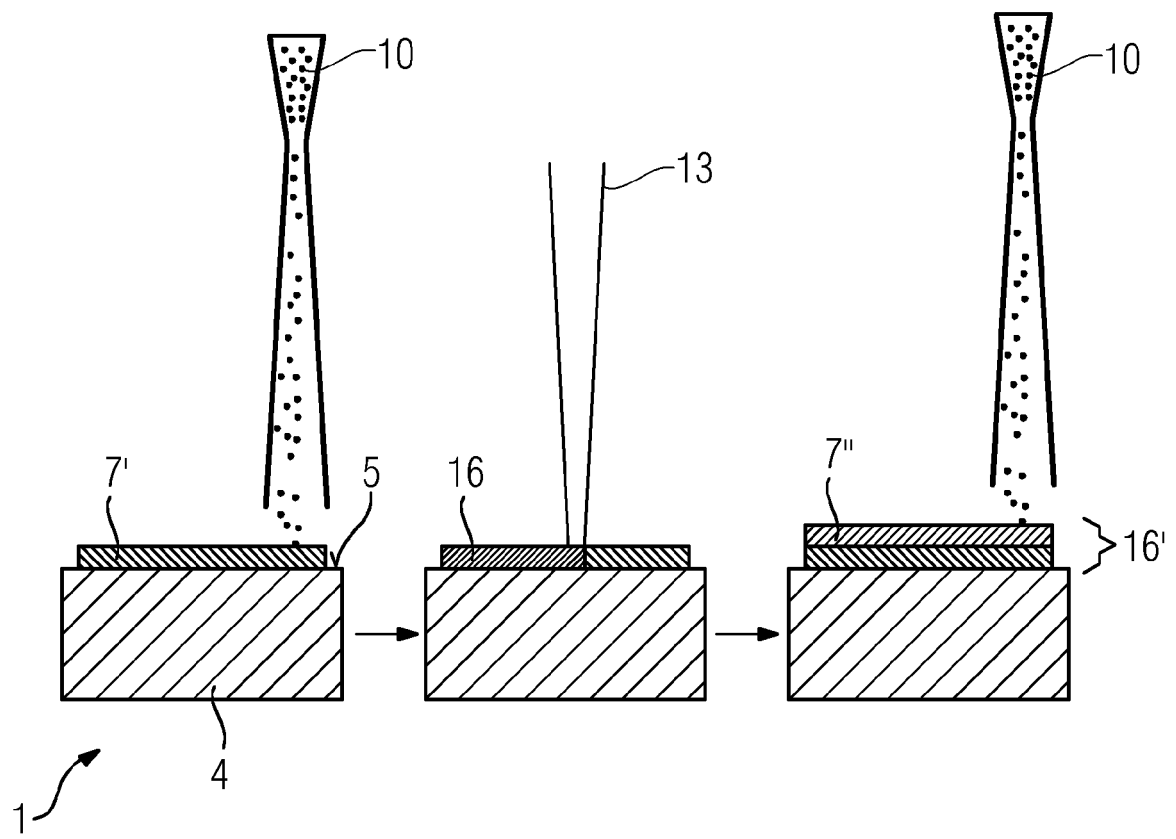
[0024] Durch die Kombination von Beschichtungsverfahren und Umschmelzverfahren können bekannte Beschichtungsverfahren verwendet werden, die durch das Umschmelzverfahren verbesserte Eigenschaften aufweisen.

Patentansprüche

1. Verfahren
zum Herstellen einer Schicht (16, 16') auf einer Oberfläche (5) eines Substrats (4),
bei dem in einem ersten Schritt zumindest eine erste Schichtlage (7') aufgetragen wird,
wobei die zumindest eine Schichtlage (7') in einem weiteren Verfahrensschritt umgeschmolzen wird. 25
2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem die erste Schichtlage (7') durch Kaltgasspritzen erzeugt wird. 30
3. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem die erste Schichtlage (7') durch ein thermisches Spritzverfahren hergestellt wird. 35
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
bei dem das Umschmelzverfahren durch einen Laserstrahl (13) erfolgt. 40
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
bei dem die erste Schichtlage (7') direkt vor dem optionalen Aufbringen weiterer Schichtlagen (7'') umgeschmolzen wird. 45
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 1 bis 5,
bei dem zuerst zumindest zwei Schichtlagen (7', 7'') aufgebracht werden,
die dann erstmalig zusammen umgeschmolzen werden. 50
55
7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,

bei dem die Schichtlage (7') oder die Schichtlagen (7', 7'') nur lokal umgeschmolzen werden.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
bei dem auch das Substrat (4) höchstens teilweise umgeschmolzen wird. 5
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
bei dem die Schritte von Auftragen von einer oder mehreren Schichtlagen (7', 7'') und Umschmelzen derer einmal, insbesondere mehrmals, wiederholt wird. 10
10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
bei dem das Umschmelzen richtungsabhängig erfolgt, insbesondere durch Verkippen eines Schweißstrahls (13) in eine Richtung gegenüber der Oberfläche (5). 15
20





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 19 2340

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 561 839 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10. August 2005 (2005-08-10) * Absatz [0026]; Ansprüche 1-3, 12, 16 *	1,3-10	INV. C23C4/18 C23C24/00
X	WO 2013/135638 A1 (THERMICO GMBH & CO KG [DE]) 19. September 2013 (2013-09-19) * Ansprüche 1,2,11,12 *	1,3-10	
X	US 5 576 069 A (CHEN CHUN [TW] ET AL) 19. November 1996 (1996-11-19) * Ansprüche 1,7 *	1,3-10	
X	WO 88/04698 A2 (PLASMAINVENT AG [CH] PLASMAINVENT AG [CH]; GRUNER HEIKO [CH]) 30. Juni 1988 (1988-06-30) * Ansprüche 1,6,7,9 *	1,3-10	
X	DE 34 37 983 C1 (THYSSEN STAHL AG; EISEN UND STAHLWERK PLEISSNER; MORDIKE BARRY L DIPL) 20. März 1986 (1986-03-20) * Spalte 4, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 7; Ansprüche 1,7-9 *	1,3-10	
X	DE 33 10 650 C1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 29. März 1984 (1984-03-29) * Spalte 2, Zeilen 39-61; Ansprüche 1,2 *	1,3-10	
X	DE 10 2011 012319 A1 (DAIMLER AG [DE]) 30. August 2012 (2012-08-30) * Absätze [0021], [0022], [0024], [0025]; Ansprüche 1,5,6 *	1-10	
X	EP 2 261 397 A1 (WIELAND WERKE AG [DE]) 15. Dezember 2010 (2010-12-15) * Absatz [0048]; Ansprüche 1,2,4 *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		22. Januar 2014	Chalaftris, Georgios
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 19 2340

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-01-2014

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1561839 A1	10-08-2005	KEINE	
WO 2013135638 A1	19-09-2013	DE 102012102087 A1 WO 2013135638 A1	19-09-2013 19-09-2013
US 5576069 A	19-11-1996	KEINE	
WO 8804698 A2	30-06-1988	EP 0345257 A1 WO 8804698 A2	13-12-1989 30-06-1988
DE 3437983 C1	20-03-1986	DE 3437983 C1 JP H0816469 B2 JP S6198959 A	20-03-1986 21-02-1996 17-05-1986
DE 3310650 C1	29-03-1984	KEINE	
DE 102011012319 A1	30-08-2012	DE 102011012319 A1 WO 2012113426 A1	30-08-2012 30-08-2012
EP 2261397 A1	15-12-2010	CN 102458719 A DE 102009026655 B3 EP 2261397 A1 EP 2437904 A1 JP 2012528934 A KR 20120027350 A RU 2011154031 A US 2012077017 A1 WO 2010139423 A1	16-05-2012 30-06-2011 15-12-2010 11-04-2012 15-11-2012 21-03-2012 20-07-2013 29-03-2012 09-12-2010

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82