



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.09.2012 Patentblatt 2012/39

(51) Int Cl.:
C23C 24/04 (2006.01) F01D 5/00 (2006.01)
B23P 6/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11158948.7**

(22) Anmeldetag: **21.03.2011**

(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

(72) Erfinder:
• **Dr. Hertter, Manuel**
81243 München (DE)
• **Tewes, Jochen**
80333 München (DE)
• **Dr. Jakimov, Andreas**
81245 München (DE)

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines GmbH**
80995 München (DE)

(54) **Verfahren zum Reparieren einer Schicht auf einem Substrat**

(57) Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zum Reparieren einer Schicht (13) auf einem Substrat (3) mit folgenden Verfahrensschritten: zumindest abschnittsweises Entfernen der zu reparierenden Schicht

(13) in einem Reparaturbereich (15) von dem Substrat (3); und Aufbringen einer mit Partikeln (4) aufgebauten weiteren Schicht (2) auf dem Reparaturbereich (15) mittels eines Kaltgasspritzverfahrens.

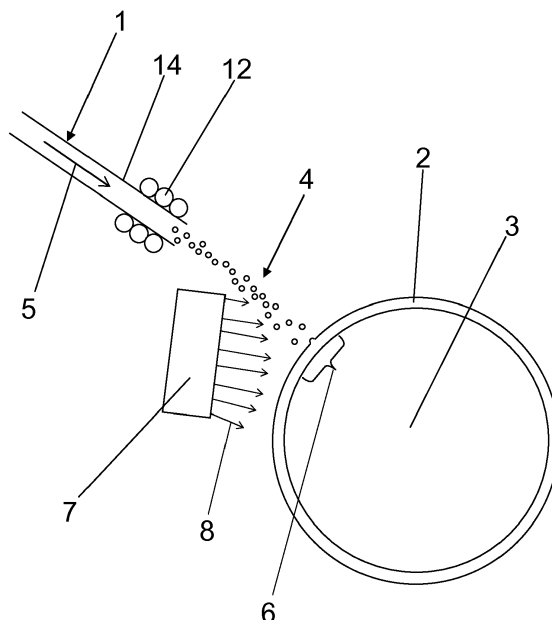


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reparieren einer Schicht auf einem Substrat.

[0002] Bei dem sogenannten Kaltgasspritzverfahren werden Werkstoffpartikel auf sehr hohe Geschwindigkeiten beschleunigt und auf ein Substrat aufgespritzt, wobei auf dem Substrat eine Schicht aufgebaut wird. Beim Auftreffen der Partikel auf das Substrat werden infolge der hohen kinetischen Energie der Partikel sowohl diese als auch das Substrat verformt. Nur bei hohen Verformungsgraden sowohl der Partikel als auch des Substrates wird eine gute Bindung zwischen der entstehenden Schicht und dem Substrat erreicht. Bei niedrigschmelzenden Schichtwerkstoffen und/oder bei Schichtwerkstoffen mit geringer Dichte, welche auf höherfeste Substrate aufgebracht werden, können die Partikel jedoch nicht auf eine ausreichend hohe Geschwindigkeit beschleunigt werden, um neben der Verformung der Partikel auch eine Verformung des Substrates zu erreichen. Die Haftung der Schicht auf dem Substrat ist bei diesen Materialkombinationen folglich nicht zufriedenstellend oder nur sehr gering.

[0003] Die DE 10 2006 044 612 A1 beschreibt ein Verfahren zum Kaltgasspritzen, bei welchem Partikel in einem insbesondere strahlförmigen Gas beschleunigt werden und mit hoher Geschwindigkeit auf ein Substrat auftreffen, wobei das Gas komprimiert sowie erwärmt und anschließend durch Entspannen in einer Düse beschleunigt wird und sich dabei abkühlt. Zusätzlich wird das Substrat aufgeheizt.

[0004] Die EP 1 383 610 B1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Abscheiden und Verfestigen von Pulverteilchen auf einer Fläche eines Substrates, wobei die Vorrichtung eine Düse, umfassend einen Düsenkörper, der einen Gaskanal definiert, wobei der Gaskanal einen konvergierenden Abschnitt, der so gestaltet ist, dass er Pulverteilchen und Gasgemisch aufnimmt; einen divergierenden, konischen Auslassabschnitt und einen Halsabschnitt aufweist, wobei der Halsabschnitt von konstanter Querschnittsfläche ist und den konvergierenden Abschnitt verbindet, und wobei die Teilchen und das Gasgemisch in dem konvergierenden Abschnitt des Gaskanals mit einer ersten Geschwindigkeit aufgenommen werden und das Gas auf eine zweite Geschwindigkeit, die auf oder unter der Schallgeschwindigkeit liegt, beschleunigt wird, wenn es durch den konvergierenden Abschnitt hindurchgeht, und wobei die Divergenz des divergierenden, konischen Auslassabschnittes des Gaskanals das Gas im Wesentlichen auf einer konstanten Geschwindigkeit gleich der zweiten Geschwindigkeit vorhält, wenn es durch den Auslassabschnitt strömt, wobei der konische Auslassabschnitt der Düse eine reibungskompensierte Düse bereitstellt, wobei eine Beziehung für Durchmesseränderungen als Funktion der Länge für konstante Strömungsgeschwindigkeit die Reibung kompensiert.

[0005] Die WO 2010/030543 A1 beschreibt eine Vor-

richtung zum Dehydrieren von Metallpulvern, welche eine Heizzone zur Diffusion von Wasserstoff aus dem Metallpulver heraus aufweist, wobei die Heizzone mit einer stromabwärts gelegenen Öffnung und einer Kühlkammer zum Verhindern der Reabsorption von Wasserstoff durch das Metallpulver verbunden ist, und wobei ein Substrat stromabwärts bezüglich der Kühlkammer angeordnet ist. Auf das Substrat wird das Metallpulver aufgebracht und bildet eine dichte Schicht. Hierdurch wird das Metallpulver dynamisch dehydriert und zu einem hochdichten Metall verfestigt.

[0006] Die DE 103 20 740 A1 beschreibt ein Verfahren zum Verlöten wenigstens zweier Teile, insbesondere zum Verlöten metallischer und/oder keramischer Teile, wobei auf wenigstens eines dieser Teile Lot aufgetragen und dadurch oder danach der Lötvorgang durchgeführt wird, wobei das Lot auf dem wenigstens einen Teil durch Kaltgasspritzen aufgebracht wird.

[0007] Die DE 10 2006 039 329 B3 beschreibt ein Implantat zum Einsetzen in einen menschlichen oder tierischen Körper, welches mindestens ein Implantatteil umfasst, wobei das mindestens eine Implantatteil einen aus einem Implantatmaterial hergestellten Grundkörper mit einer Oberfläche aufweist, die mindestens teilweise in Form einer künstlichen Gelenkfläche ausgebildet ist, wobei ein Teil der oder die ganze Gelenkfläche mit einer verschleißmindernden Hartstoffbeschichtung bedeckt ist, wobei zwischen der Hartstoffbeschichtung und der mindestens einen aus dem Implantatmaterial gebildeten Gelenkfläche eine Zwischenschicht zum Vermindern von Spannungen zwischen der Hartstoffbeschichtung und dem Implantatmaterial ist.

[0008] Die DE 10 2006 032 110 A1 beschreibt ein Verfahren zum Auftragen mindestens einer festhaftenden Schicht auf mindestens einem Gegenstand aus Aluminium-Silizium-Guss, wobei die Schicht mittels Kaltgasspritzen aufgetragen wird.

[0009] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Beschichtungsverfahren zum Beschichten eines Substrats zur Verfügung zu stellen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0010] Demgemäß ist ein Verfahren zum Reparieren einer Schicht auf einem Substrat mit folgenden Verfahrensschritten vorgesehen: zumindest abschnittsweises Entfernen der zu reparierenden Schicht in einem Reparaturbereich von dem Substrat; und Aufbringen einer mit Partikeln aufgebauten weiteren Schicht auf dem Reparaturbereich mittels eines Kaltgasspritzverfahrens.

[0011] Hierdurch wird aufgrund der bereits auf dem Substrat aufgetragenen Schicht eine sehr gute Haftung der weiteren Schicht auf dem Substrat erreicht.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens treffen die Partikel mit Überschallgeschwindigkeit auf dem Reparaturbereich auf. Hierdurch wird ei-

ne besonders hohe kinetische Energie der Partikel erzielt, wodurch hohe Umformgrade sowohl der Partikel als auch der Schicht/des Substrates erreicht werden. Daraus resultiert eine besonders gute Anbindung der mit den Partikeln gebildeten Schicht an dem Substrat bzw. dem Reparaturbereich.

[0014] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens werden das Substrat und/oder die Schicht mittels einer Heizeinrichtung vorgewärmt. Hierdurch erhöht sich die Duktilität des Substrates/der Schicht, wodurch hohe Umformgrade beim Auftreffen der Partikel erreicht werden. Dies verbessert die Anbindung der Partikel an das Substrat/die Schicht.

[0015] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens werden die Partikel vor einem Auftreffen auf den Reparaturbereich mittels eines tiefkalten, insbesondere verflüssigten, Kühlgases gekühlt, wodurch sich die Festigkeit der Partikel erhöht. Dies ermöglicht höhere Umformgrade beim Auftreffen der Partikel auf das Substrat und/oder die Schicht und dadurch eine bessere Anbindung der entstehenden Schicht an das Substrat.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens weist die Schicht eine geringere Festigkeit als das Substrat und eine höhere Festigkeit als die weitere Schicht auf. Hierdurch kann die Schicht im Vergleich zum Substrat besser umgeformt werden, wodurch eine gute Haftung der weiteren Schicht auf der Schicht gewährleistet ist.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird die Schicht mittels eines Gießverfahrens auf das Substrat aufgebracht, wodurch eine sehr gute Haftung der Schicht auf dem Substrat gewährleistet ist.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens ist die Schicht als Lotschicht ausgebildet.

[0019] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens sind die Partikel als Lotpartikel ausgebildet.

[0020] Die Erfindung wird im Folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren der Zeichnung näher erläutert.

[0021] Von den Figuren zeigen

Figur 1 eine schematische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Verfahrens zum Aufbringen einer Schicht auf ein Substrat;

Figur 2 eine vergrößerte Detailansicht gemäß der Figur 2;

Figur 3 eine schematische Ansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eines Verfahrens zum Aufbringen einer Schicht auf ein Substrat; und

Figur 4 eine schematische Ansicht einer noch weite-

ren bevorzugten Ausführungsform eines Verfahrens zum Aufbringen einer Schicht auf ein Substrat.

[0022] In den Figuren der Zeichnung sind gleiche und funktionsgleiche Elemente und Merkmale - sofern nichts anderes ausgeführt ist - mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0023] Die Figur 1 illustriert eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung 1, insbesondere einer Beschichtungsvorrichtung 1, zum Aufbringen einer Schicht 2 auf ein Substrat 3. Die Beschichtungsvorrichtung 1 ist vorzugsweise als Kaltgasspritzvorrichtung 1 ausgebildet. Mittels der Beschichtungsvorrichtung 1 werden Partikel 4 eines Beschichtungswerkstoffes auf eine sehr hohe Geschwindigkeit, insbesondere auf eine Überschallgeschwindigkeit, beschleunigt und auf das Substrat 3 aufgebracht. Die Partikel 4 werden vorzugsweise mittels eines Trägergases 5 auf die erforderliche Geschwindigkeit beschleunigt. Die Beschichtungsvorrichtung 1 weist hierzu bevorzugt eine weiter nicht dargestellte Beschleunigungseinrichtung, wie beispielsweise eine Lavaldüse auf. Mittels der Beschichtungsvorrichtung 1 werden die Partikel 4 insbesondere in einem gerichteten Strahl auf das Substrat 3 geleitet. Die Beschichtungsvorrichtung 1 weist hierzu beispielsweise eine, insbesondere rohrförmige, Leiteinrichtung 14 auf. Die Beschichtungsvorrichtung 1 kann ferner eine nicht dargestellte, insbesondere rechnergesteuerte, Vorrichtung zum Positionieren der Leiteinrichtung 14 relativ zu dem Substrat 3 aufweisen. Die Leiteinrichtung 14 wird vorzugsweise in einem definierten Abstand über das Substrat 3 geführt. Eine Temperatur des Trägergases 5 ist bevorzugt so gering, dass ein Schmelzpunkt der Partikel 4 nicht überschritten wird. Vorzugsweise liegt die Temperatur des Trägergases 5 deutlich unter dem Schmelzpunkt der Partikel 4. Vorzugsweise ist das Trägergas 5 ein Inertgas. Alternativ kann das Trägergas 5 ein reaktives Gas sein.

[0024] Das Substrat 3 ist vorzugsweise mit einem härtesten Werkstoff wie beispielsweise Stahl, Nickel, Titan, einer entsprechenden Legierung dieser Metalle oder dergleichen ausgebildet. Insbesondere ist das Substrat 3 Komponente einer Strömungsmaschine wie beispielsweise einer Gasturbine.

[0025] Die Partikel 4 weisen vorzugsweise einen Werkstoff geringer Dichte und/oder niedriger Schmelztemperatur auf. Die Partikel 4 sind beispielsweise mit einem Lot, Silberlot, Weißmetall oder dergleichen ausgebildet. Die Partikel 4 bilden auf dem Substrat 3 die Schicht 2, wobei die Schicht 2 insbesondere eine hohe Festigkeit und eine gute Anbindung zu dem Substrat 3 aufweist. Vorzugsweise sind die Partikel 4 als Lotpartikel 4 ausgebildet, welche die Schicht 2 in Form einer Lotschicht 2 auf dem Substrat 3 ausbilden.

[0026] Eine bevorzugte Ausführungsform eines Verfahrens zum Aufbringen der Schicht 2 auf das Substrat 3 wird im Folgenden erläutert. Die mittels des Trägergases 5 beschleunigten Partikel 4 treffen mit einer hohen

Geschwindigkeit, insbesondere mit Überschallgeschwindigkeit, auf das Substrat 3 auf, wobei beim Auftreffen der Partikel 4 auf das Substrat 3 infolge der hohen kinetischen Energie der Partikel 4 sowohl diese als auch das Substrat 3 plastisch verformt werden. Vorzugsweise werden die Partikel 4 beim Auftreffen auf das Substrat 3 mit diesem verschweißt. Insbesondere treffen die Partikel 4 lediglich in einem scharf begrenzten Auftreffbereich 6 des Substrates 3 auf dieses auf. Um einen Verformungsgrad des Substrates 3, insbesondere in dem Auftreffbereich 6, zu erhöhen, wird das Substrat 3 beispielsweise über seine sogenannte spröde-duktil-Temperatur erwärmt. Hierdurch wird eine stärkere duktile Verformung des Substrates 3 durch die auftreffenden Partikel 4 ermöglicht. Zum Erwärmen des Substrates 3 weist die Beschichtungsvorrichtung 1 insbesondere eine Heizeinrichtung 7 auf. Die Heizeinrichtung 7 erwärmt beispielsweise mittels Wärmestrahlung 8 das Substrat 3. Das Substrat 3 kann dabei vollständig oder alternativ lediglich abschnittsweise, beispielsweise in dem Auftreffbereich 6 erwärmt werden. Die Heizeinrichtung 7 weist beispielsweise einen Vorwärm Brenner, eine Induktionseinrichtung, eine Ofeneinrichtung und/oder dergleichen auf. Durch das Vorwärmen des Substrats 3 wird ein hoher Verformungsgrad des Substrates 3 erreicht, wodurch eine gute Bindung zwischen der aus den auftreffenden Partikeln 4 entstehenden Schicht 2 und dem Substrat 3 erzielt wird.

[0027] Die Figur 2 illustriert ein einzelnes auf das Substrat 3 auftreffendes Partikel 9 der Partikel 4. Der im Folgenden erläuterte Prozess gilt jedoch für alle Partikel 4. Vorzugsweise wird das Partikel 9 derart auf das Substrat 3 beschleunigt, dass das Partikel 4 nicht nur lokal an seinem Randbereich 10 mit dem Substrat 3 verbunden, insbesondere verschweißt, wird sondern ebenfalls in einem Bereich eines Staupunktes 11 des Partikels 9. Das Partikel 9 wird bevorzugt vollflächig mit dem Substrat 3 verbunden. Hierdurch wird aufgrund nicht vorhandener Fehlstellen im Bereich des Staupunktes 11 eine sehr gute Anbindung des Partikels 9 an das Substrat 3 und eine sehr gute Verbindung der Schicht 2 mit dem Substrat 3 sowie eine hohe Festigkeit, Duktilität und Dichte der Schicht 2 erreicht.

[0028] In einer Weiterbildung des Verfahrens werden die Partikel 4 vor dem Auftreffen auf das Substrat 3 insbesondere abgekühlt. Die Beschichtungsvorrichtung 1 kann hierzu beispielsweise eine Kühleinrichtung 12 aufweisen. Die Kühleinrichtung 12 kann beispielsweise als an der Leiteinrichtung 14 angeordnete Kühlschlange 12 ausgebildet sein. Das Abkühlen der Partikel 4 erfolgt vorzugsweise mittels eines tiefkalten, verflüssigten Kühlgases. Vorzugsweise werden die Partikel 4 bis unmittelbar vor dem Aufprallen auf das Substrat 3 abgekühlt. Mittels des Abkühlens der Partikel 4 wird deren Festigkeit und/oder Sprödigkeit erhöht und deren Duktilität reduziert. Der Verformungsgrad des Substrats 3 wird beim Aufprall der zuvor gekühlten Partikel 4 gesteigert. Bei einem Aufprall der gekühlten Partikel 4 auf das Substrat 3, insbe-

sondere auf das vorgewärmte Substrat 3, werden daher ausreichend hohe Verformungsgrade sowohl des Substrates 3 als auch der Partikel 4 erreicht, wodurch eine gute Verbindung zwischen der Schicht 2 und dem Substrat 1 erzielt wird. Das Kühlen der Partikel 4 und das Aufheizen des Substrates 3 kann gleichzeitig oder aufeinander folgend geschehen. Auf das Vorwärmen des Substrates 3 kann alternativ verzichtet werden.

[0029] In einer weiteren Weiterbildung des Verfahrens wird das Substrat 3 gemäß der Figur 3 mit einer weiteren Schicht 13, insbesondere einer Zwischen- oder Haftschicht oder zu reparierende Schicht 13, versehen, welche insbesondere zwischen der Schicht 2 und dem Substrat 3 angeordnet ist. Die Zwischenschicht 13 weist vorzugsweise eine niedrigere Festigkeit als das Substrat 3 und eine höhere Festigkeit als die Schicht 2 auf. Die Zwischenschicht 13 wird vorzugsweise ebenfalls mittels eines Kaltgasspritzverfahrens, beispielsweise mittels der Beschichtungsvorrichtung 1 vor dem Auftragen der Schicht 2 auf das Substrat 3 aufgebracht. Alternativ kann die Zwischenschicht 13 beispielsweise mittels eines Gießverfahrens oder eines anderen beliebigen Verfahrens auf das Substrat 3 aufgebracht werden. Da die Zwischenschicht 13 vorzugsweise eine geringere Festigkeit als das Substrat 3 aufweist, wird bei einem Auftreffen der Partikel 4 auf die Zwischenschicht 13 ein ausreichend hoher Verformungsgrad der Zwischenschicht 13 und der Partikel 4 erreicht, um eine gute Haftung der Schicht 2 auf der Zwischenschicht 13 zu gewährleisten. Ein Vorwärmen des Substrates 3 und/oder ein Abkühlen der Partikel 4 kann so verzichtbar sein. Alternativ kann beispielsweise das Substrat 3 vor dem Aufbringen der Zwischenschicht 13 und/oder nach dem Aufbringen derselben vorgewärmt werden. Bei dem Aufbringen der Schicht 2 auf die Zwischenschicht 13 mittels der Beschichtungsvorrichtung 1 können die Partikel 4 beispielsweise gekühlt werden.

[0030] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens gemäß der Figur 4 wird eine insbesondere mittels eines Gießverfahrens auf das Substrat 3 aufgebrachte Schicht 13, vorzugsweise eine Lotschicht 13, welche beispielsweise eine nicht weiter dargestellte Beschädigung, wie einen Riss oder einen Ausbruch, aufweist, insbesondere zumindest teilweise von dem Substrat 1 entfernt. Insbesondere wird die Schicht 13 in einem Reparaturbereich 15 des Substrates 3 bzw. der Schicht 13 zumindest abschnittsweise entfernt. Beispielsweise wird die Schicht 13 lediglich bis zu einer vorbestimmten Tiefe oder bis auf das Substrat 3 abgetragen. Alternativ kann die Schicht 13 in dem Reparaturbereich 15 je nach Ausgestaltung der Beschädigung auch gar nicht abgetragen werden. Auf die verbleibende zu reparierende Lotschicht 13 bzw. auf das Substrat 3 wird mittels der Beschichtungsvorrichtung 1 als weitere Schicht die Schicht 2 aufgebracht. Vorzugsweise wird die weitere Schicht 2 mit der Schicht 13 als Zwischenschicht mittelbar auf das Substrat 3 aufgebracht. Die Lotschicht 13 weist eine sehr gute Haftung an dem Substrat 3 auf. Wo-

durch eine gute Anbindung der durch das Gießverfahren und das Spritzverfahren aufgetragenen Schichten 2, 13 auf dem Substrat 3 erzielt wird. Bei und/oder vor dem Aufbringen der Schicht 2 auf die Lotschicht 13 können das Substrat 3 und die Lotschicht 13 vorgewärmt werden. Alternativ oder zusätzlich können die Partikel 4 abgekühlt werden.

Bezugszeichenliste

[0031]

1	Vorrichtung
2	Schicht
3	Substrat
4	Partikel
5	Trägergas
6	Auftreffbereich
7	Heizeinrichtung
8	Wärmestrahlung
9	Partikel
10	Randbereich
11	Staupunkt
12	Kühleinrichtung
13	Schicht
14	Leiteinrichtung
15	Reparaturbereich

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reparieren einer Schicht (13) auf einem Substrat (3) mit folgenden Verfahrensschritten:

zumindest abschnittsweises Entfernen der zu reparierenden Schicht (13) in einem Reparaturbereich (15) von dem Substrat (3); und
Aufbringen einer mit Partikeln (4) aufgebauten weiteren Schicht (2) auf dem Reparaturbereich (15) mittels eines Kaltgasspritzverfahrens.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Partikel (4) mit Überschallgeschwindigkeit

auf den Reparaturbereich (15) auftreffen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Substrat (3) und/oder die Schicht (13) mittels einer Heizeinrichtung (8) vorgewärmt werden.
4. Verfahren wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Partikel (4) vor einem Auftreffen auf den Reparaturbereich (15) mittels eines tiefkalten, insbesondere verflüssigten, Kühlgases gekühlt werden.
5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht (13) eine geringere Festigkeit als das Substrat (3) und eine höhere Festigkeit als die weitere Schicht (2) aufweist.
6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht (13) mittels eines Gießverfahrens auf das Substrat (3) aufgebracht wird.
7. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht (13) als Lotschicht (13) ausgebildet ist.
8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Partikel (4) als Lotpartikel (4) ausgebildet sind.

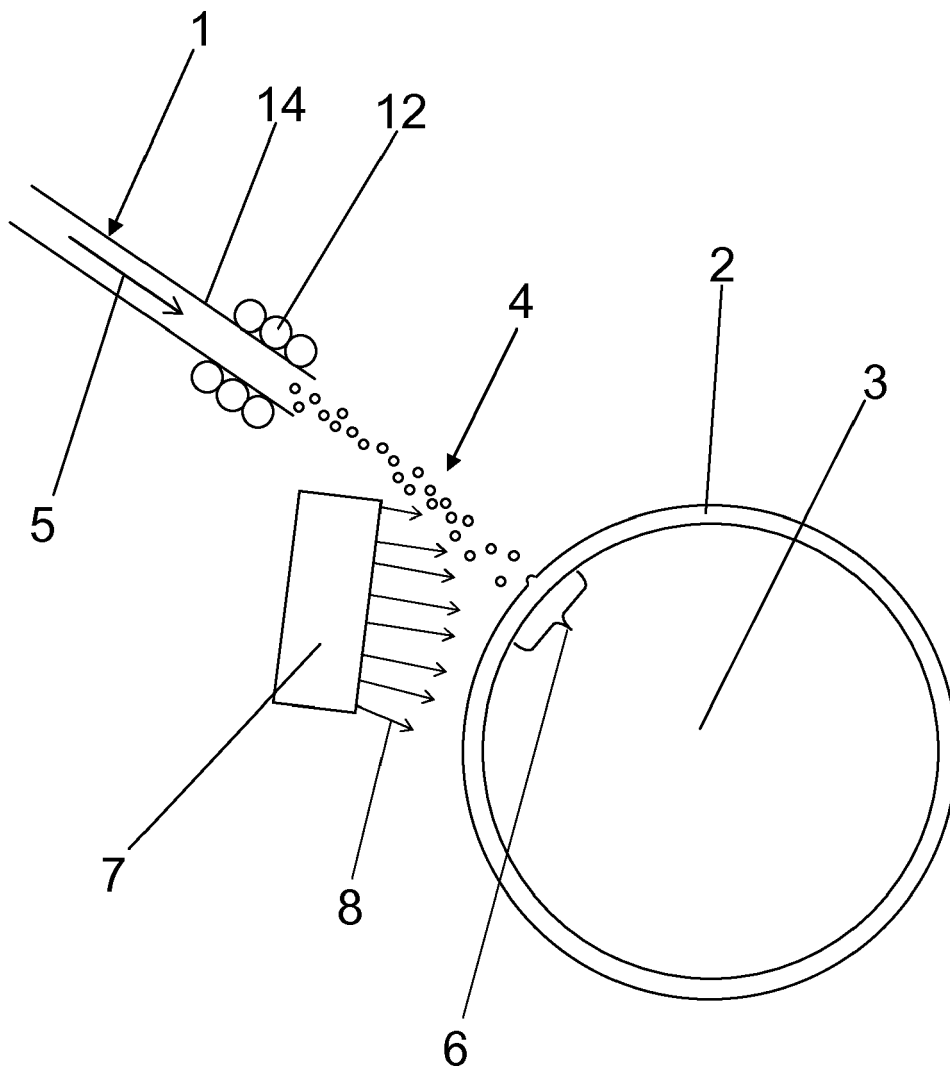


Fig. 1

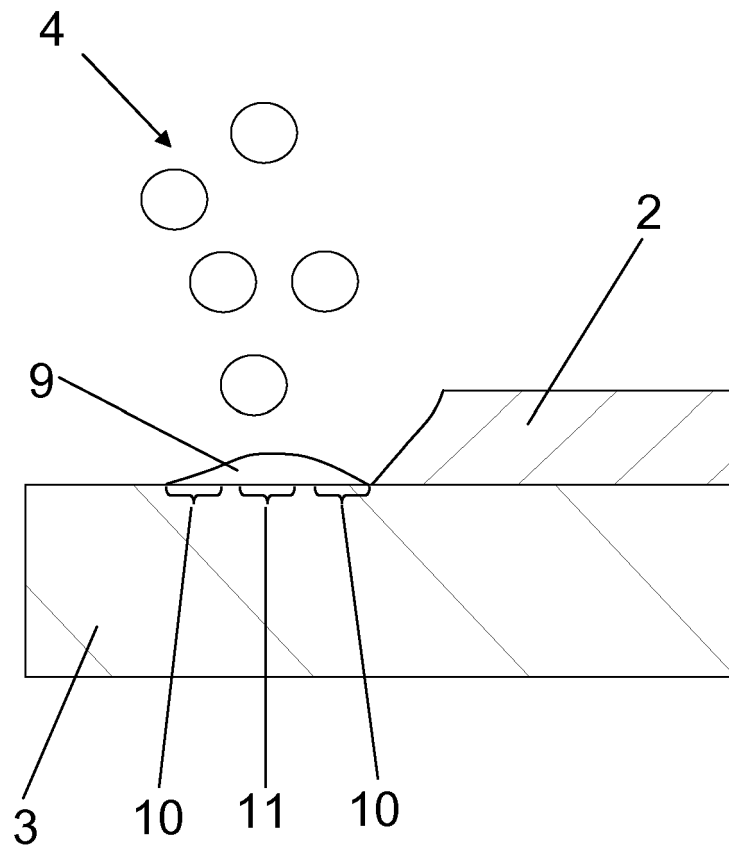


Fig. 2

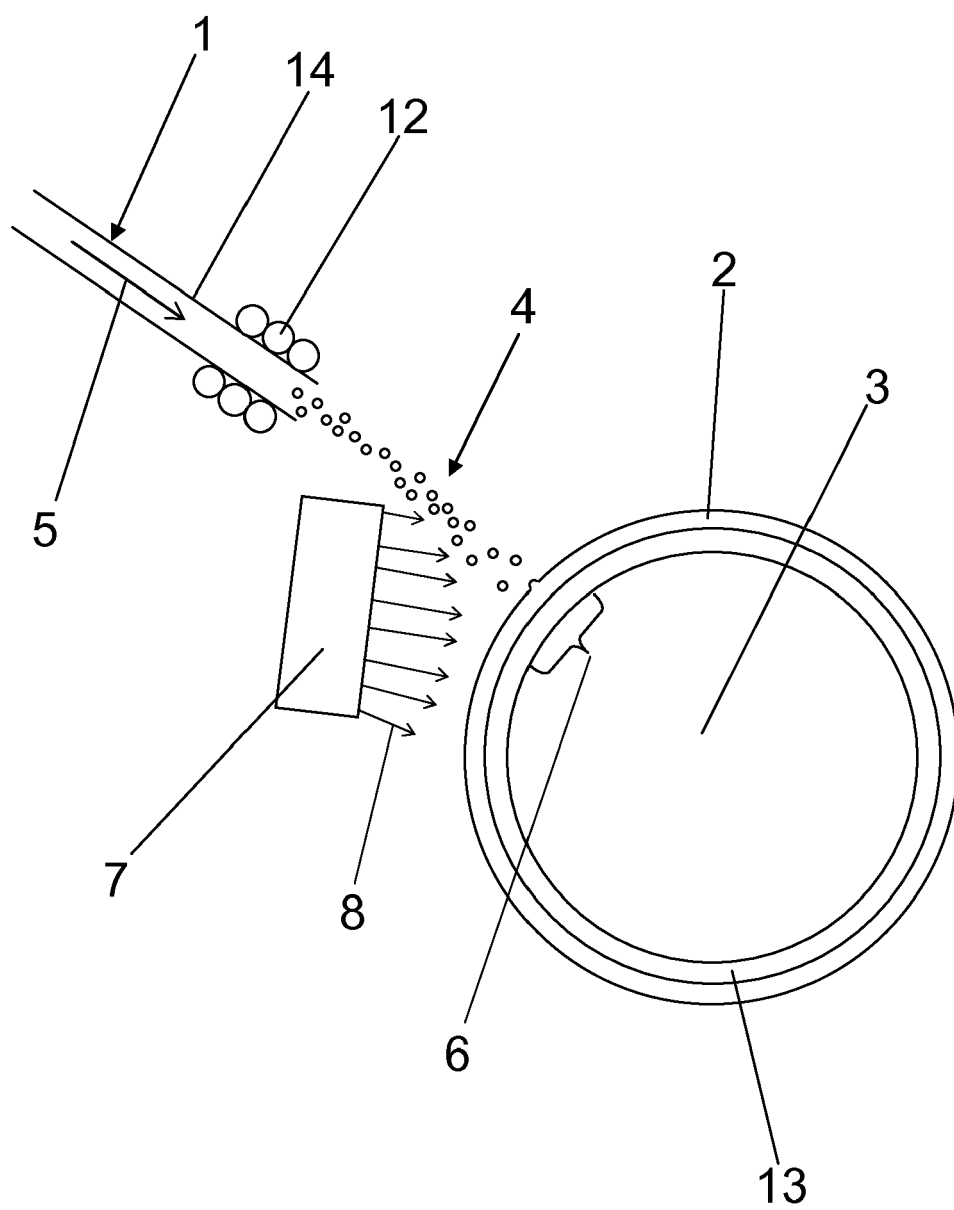


Fig. 3

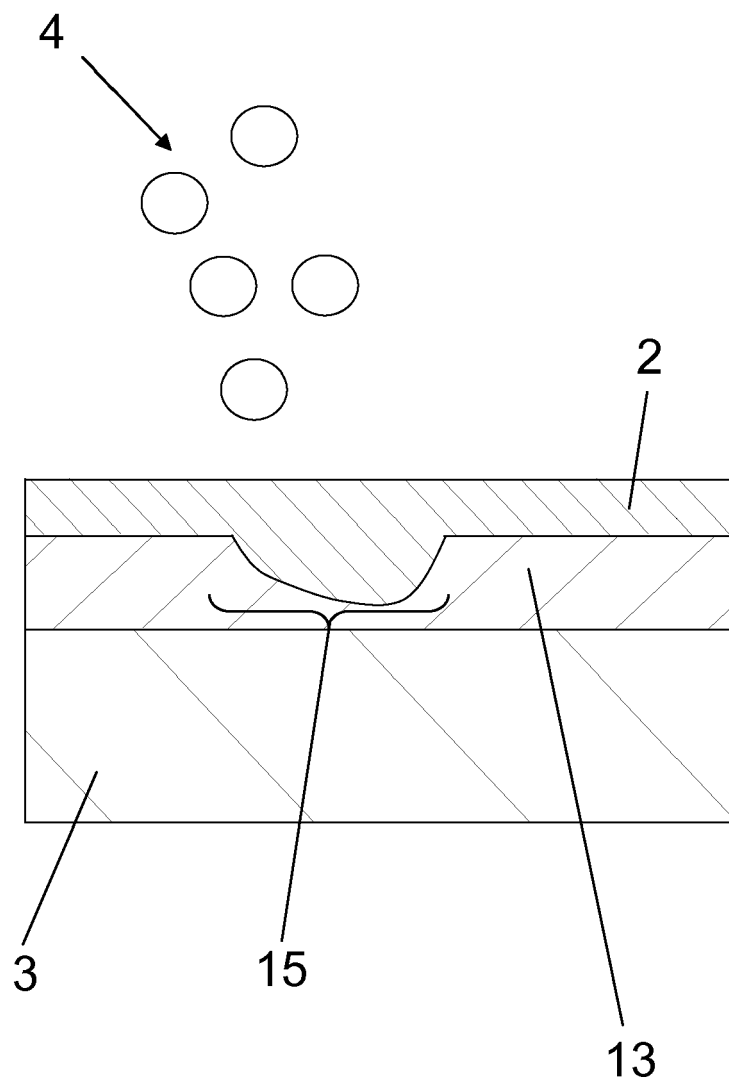


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 15 8948

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 056451 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 28. Mai 2009 (2009-05-28) * Absätze [0011], [0012] * -----	1,2,4	INV. C23C24/04 F01D5/00 B23P6/04
X	EP 2 062 997 A2 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 27. Mai 2009 (2009-05-27) * Absätze [0004] - [0018] * -----	1,2,4,5, 7,8	
Y		3,6	
Y	RECH S ET AL: "Influence of pre-heated Al 6061 substrate temperature on the residual stresses of multipass Al coatings deposited by cold spray", JOURNAL OF THERMAL SPRAY TECHNOLOGY, Bd. 20, Nr. 1-2, Januar 2011 (2011-01), Seiten 243-251, XP002639506, SPRINGER NEW YORK [US] DOI: 10.1007/S11666-010-9596-7 * das ganze Dokument * -----	3	
Y	EP 1 816 235 A1 (LINDE AG [DE]) 8. August 2007 (2007-08-08) * das ganze Dokument * -----	6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	EP 1 857 183 A1 (LINDE AG [DE]) 21. November 2007 (2007-11-21) * Absatz [0013] * -----	4	C23C F01D B23P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Mai 2011	Prüfer Hoyer, Wolfgang
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 15 8948

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.

30-05-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007056451 A1	28-05-2009	WO 2009065385 A1	28-05-2009
EP 2062997 A2	27-05-2009	DE 102007056454 A1	28-05-2009
EP 1816235 A1	08-08-2007	AT 502133 T	15-04-2011
		DE 102006003818 A1	02-08-2007
EP 1857183 A1	21-11-2007	AT 435704 T	15-07-2009
		DE 102006023483 A1	22-11-2007

EPO FORM P0461

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

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

- DE 102006044612 A1 **[0003]**
- EP 1383610 B1 **[0004]**
- WO 2010030543 A1 **[0005]**
- DE 10320740 A1 **[0006]**
- DE 102006039329 B3 **[0007]**
- DE 102006032110 A1 **[0008]**