

(19)



(11)

EP 3 572 554 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.2019 Patentblatt 2019/48

(51) Int Cl.:
C23C 24/00 ^(2006.01) **B05D 7/04** ^(2006.01)
B05D 7/14 ^(2006.01) **B05D 7/00** ^(2006.01)
C23C 24/08 ^(2006.01) **C23C 26/00** ^(2006.01)
C23C 10/18 ^(2006.01) **C23C 10/20** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19167490.2**

(22) Anmeldetag: **05.04.2019**

(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
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder:
 • **Pillhöfer, Horst**
85244 Röhrmoos (DE)
 • **Morant, Max**
83229 Aschau (DE)
 • **Lautenbacher, Philipp**
80686 München (DE)
 • **Hilser, Ludwig**
München 80997 (DE)

(30) Priorität: **23.05.2018 DE 102018208071**

(54) **VERFAHREN ZUR BESCHICHTUNG EINER METALLISCHEN OBERFLÄCHE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Versetzen einer metallischen Oberfläche mit einer Beschichtung, bei dem eine oder mehrere Schichten eines oder mehrerer metallhaltiger Schlicker auf die Oberfläche aufgebracht werden. Mindestens einer der Schlicker enthält eine färbende und/oder farbgebende Substanz, die kei-

nen Einfluss auf die Eigenschaften der fertigen Beschichtung hat und/oder durch thermische Behandlung zersetzt werden kann, und die lokale Dicke der aufgetragenen Schlickerschicht wird anhand der lokalen Farbintensität der Schicht bestimmt.

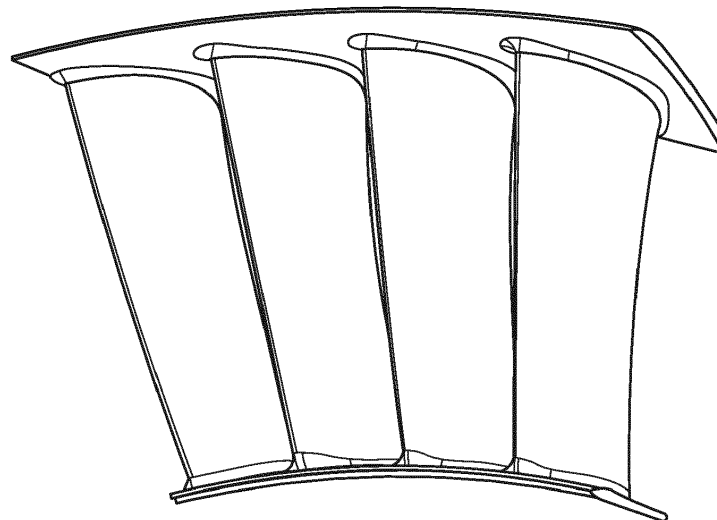


FIG. 1

EP 3 572 554 A1

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung einer metallischen Oberfläche, beispielsweise einer Oberfläche eines Bauteils einer Strömungsmaschine, mit einem metallhaltigen Schlicker, und insbesondere ein Verfahren, das die visuelle Beurteilung der Gleichmäßigkeit der Dicke der aufgetragenen Schlickerschicht ermöglicht.

STAND DER TECHNIK

[0002] Im Bereich der Gasturbinen, wie stationären Gasturbinen oder Flugtriebwerken, werden Turbinenschaufeln aus zum Beispiel Superlegierungen auf Nickel- oder Cobaltbasis zum Schutz gegen Oxidation und Korrosion bei den beim Betrieb der Gasturbinen herrschenden hohen Temperaturen üblicherweise mit Diffusionsschutzschichten versehen. Zu diesem Zweck wird beispielsweise ein Aluminium- und/oder Chrom-haltiger Schlicker auf die Schaufel oder einen Teil derselben in der Regel in mehreren Schichten aufgetragen, worauf die so beschichtete Schaufel auf hohe Temperaturen (beispielsweise 600°C bis 1200°C) erhitzt wird, um so eine Diffusion der Metalle im Schlicker in die Oberfläche der Schaufel zu bewirken und dadurch die Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit der Oberfläche zu verbessern. Das Aufbringen des Schlickers auf die Schaufel erfolgt üblicherweise durch manuelles Aufspritzen, da robotergestütztes Spritzen zu teuer und aufwendig ist und Störungen der Schlickerversorgung und der Funktion der Spritzdüse nicht oder nur mit grossem Aufwand detektierbar sind. Allerdings kann bei manuellem Aufbringen des Schlickers in einer oder mehreren Lagen (Schichten) die Schlicker-Grünlingsschicht nicht oder nur sehr schwer mit gleichmässiger Dicke aufgebracht werden. Der Grund hierfür ist, dass ein typischer Schlicker aus den Bestandteilen Metallpulver, Bindemittel und Lösungsmittel vor und nach dem Trocknen in der Regel eine graue Farbe aufweist, und damit dieselbe Farbe wie die Oberfläche des metallischen Substrats, auf die der Schlicker aufgebracht wird, was es praktisch unmöglich macht, visuell zu beurteilen, ob und in wieweit die aufgetragene Schlickerschicht eine gleichmäßige Dicke aufweist. Aus diesem Grund beschränkt sich die Beschichtung von Metallsubstraten mit metallhaltigem Schlicker bisher auf relative kleine Bauteilbereiche wie z.B. den Unterplattformbereich einer Turbinenschaufel, da bei größeren zu beschichtenden Flächen (z.B. gesamtes Schaufelblatt, gesamte Leitschaufel) die resultierenden Diffusionsschichten grosse, nicht akzeptable Schwankungsbreiten in der Schichtdicke aufweisen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

AUFGABE DER ERFINDUNG

- 5 **[0003]** Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Beschichtung einer metallischen Oberfläche mit einem metallhaltigen Schlicker bereitzustellen, das es ohne großen Aufwand ermöglicht, visuell und/oder mit einfachen technischen Hilfsmitteln zu beurteilen, ob bzw. in wieweit die aufgetragene Schlickerschicht eine gleichmäßige Dicke aufweist.

TECHNISCHE LÖSUNG

- 15 **[0004]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Verfahrensanspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Eine gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren beschichtete metallische Oberfläche ist ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung, ebenso wie ein für das erfindungsmäße Verfahren geeigneter Schlicker.

- 20 **[0005]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Versehen einer metallischen Oberfläche (z.B. einer Oberfläche eines Bauteils einer Strömungsmaschine) mit einer gleichmäßig dicken Beschichtung werden eine oder mehrere Schichten (vorzugsweise mindestens zwei Schichten bzw. Lagen) aus einem oder mehreren metallhaltigen Schlickern auf die zu beschichtende Oberfläche aufgebracht, wobei vor dem Aufbringen einer Schicht auf eine bereits aufgetragene Schicht vorzugsweise eine Trocknung der bereits aufgetragenen Schicht erfolgt. Mindestens einer der eingesetzten Schlicker bzw. der
- 25 (einzige) eingesetzte Schlicker enthält mindestens eine färbende und/oder farbgebende Substanz, die keinen Einfluss auf die Eigenschaften der fertigen Beschichtung hat und/oder durch thermische Behandlung zersetzt werden kann, und die lokale Dicke der aufgetragenen Schlickerschicht kann anhand der lokalen Farbintensität der Schicht bestimmt werden. Durch Vergleich von Farbintensitäten an verschiedenen Stellen der Schicht kann auch die Gleichmäßigkeit der Schichtdicke beurteilt werden. Zusätzlich kann die Schichtdicke dadurch so eingestellt werden, dass eine möglichst gleichmäßige Schichtdicke auf der gesamten zu beschichtenden Oberfläche vorliegt.

- 30 **[0006]** Mit anderen Worten wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Dicke der Schlickerschicht an einer bestimmten Stelle der beschichteten Oberfläche anhand der Farbintensität an dieser Stelle bestimmt und/oder beurteilt, wobei eine geringere Schichtdicke in einer geringeren Farbintensität resultiert als eine höhere Schichtdicke. Eine im Wesentlichen gleichmäßige Farbintensität über die gesamte zu beschichtende Oberfläche hinweg zeigt somit eine im Wesentlichen gleichmäßige Schichtdicke an. Bei ungleichmäßiger Farbintensität kann an Stellen mit geringerer Farbintensität weiterer Schlicker aufgetragen (z.B. aufgespritzt) werden, bis

auch an diesen Stellen die gewünschte Farbintensität (und damit die gewünschte Schichtdicke) erreicht ist. Wenn eine Bestimmung der Schichtdicke nicht erforderlich ist, kann durch einen visuellen Vergleich der Farbintensitäten an verschiedenen Stellen der Schicht zumindest beurteilt werden, ob eine ausreichende Gleichmäßigkeit der Schicht vorliegt oder nicht.

[0007] Umgekehrt ist es in einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens auch möglich, auf eine bereits aufgebrachte gefärbte (und vorzugsweise getrocknete) Schlickerschicht einen (üblicherweise grauen) metallhaltigen Schlicker ohne färbende und/oder farbgebende Substanz aufzubringen und anhand der Farbintensität die Dicke und Gleichmäßigkeit der Dicke der Schicht des (grauen) Schlickers zu bestimmen bzw. zu beurteilen, wobei in diesem Fall eine geringere Farbintensität eine höhere Schichtdicke anzeigt (je größer die Schichtdicke, desto mehr verblasst die Farbe der darunter liegenden gefärbten Schicht). Statt des Schlickers ohne färbende und/oder farbgebende Substanz kann gegebenenfalls auch ein Schlicker eingesetzt werden, dessen Farbe sich deutlich von der Farbe der bereits aufgetragenen Schicht unterscheidet und so nach dem Auftragen des Schlickers in einer Mischfarbe der Schicht resultiert.

[0008] In einer anderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine färbende und/oder farbgebende Substanz eingesetzt werden, die sich bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen thermisch zersetzen lässt und dabei ihre Farbe verliert. Nach Auftragung der Schicht erfolgt eine thermische Behandlung der Schicht (z.B. Trocknung) bei einer Temperatur, bei der sich die Substanz zersetzt. Damit kann auf diese nunmehr entfärbte Schicht wiederum ein Schlicker mit gefärbter und/oder farbgebender Substanz aufgebracht und die neu aufgebrachte Schicht thermisch behandelt werden. Dieser Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden, bis die gewünschte (Gesamt-)Schichtdicke erreicht ist.

[0009] Bei der Beschichtung mit mehreren Schichten können die oben geschilderten Verfahren auch in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden.

[0010] Selbstverständlich ist es im erfindungsgemäßen Verfahren möglich, Schlicker mit unterschiedlicher Zusammensetzung (z.B. mit unterschiedlichen Metallen oder unterschiedlichen Metallzusammensetzungen) und/oder unterschiedlichen färbenden und/oder farbgebenden Substanzen (z.B. mit unterschiedlichen Farben) einzusetzen. Entsprechende Schlicker können alternierend oder in beliebiger Reihenfolge eingesetzt werden. Vorzugsweise werden diese Schlicker auf eine bereits getrocknete Schlickerschicht aufgebracht.

[0011] In der Regel wird ein Schlicker bei Raumtemperatur (20-25°C) aufgebracht. Die Temperatur der zu beschichtenden Oberfläche kann aber auch deutlich höher sein, vorzugsweise aber nicht höher als 400°C. Nach dem Auftragen des Schlickers wird die resultierende Schicht vorzugsweise getrocknet, bevor die nächste

Schicht aufgebracht wird. Die Trocknung erfolgt vorzugsweise bei erhöhter Temperatur, beispielsweise im Bereich von 80°C bis 400°C. Es können zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn oder mehr Schichten nacheinander aufgebracht werden. Die Dicke einer noch nicht getrockneten Schicht liegt oft im Bereich von 1 µm bis 60 µm, z.B. im Bereich von 5 µm bis 30 µm. Durch die Trocknung wird die Dicke der Schicht verringert, wobei das Ausmaß der Verringerung unter anderem vom Feststoffgehalt des eingesetzten Schlickers abhängt. Die Dicke der fertigen Beschichtung (nach Aufbringen und Trocknung aller Schichten) liegt in vielen Fällen im Bereich von 2 µm bis 500 µm, beispielsweise im Bereich von 10 µm bis 300 µm.

[0012] Die Bestimmung der lokalen Farbintensität einer aufgetragenen (vorzugsweise noch nicht getrockneten) Schicht kann beispielsweise durch Kalibrierung erfolgen, zum Beispiel mit Hilfe von kalibrierten Fotosensoren und/oder von farbigen Vergleichsbildstandards (z.B. normierten Farbmustertabellen).

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, auch größere Flächen, beispielsweise Flächen mit einer Größe von mindestens 4 cm², mindestens 5 cm², mindestens 6 cm², mindestens 7 cm², mindestens 8 cm², mindestens 10 cm², mindestens 15 cm², mindestens 20 cm², mindestens 25 cm², mindestens 30 cm², mindestens 40 cm² oder mindestens 50 cm² mit einer Streuung der Schichtdicke von beispielsweise nicht mehr als 20 % der mittleren Schichtdicke zu beschichten (z.B. 75 µm mittlere Schichtdicke - Streuung = +/- 15 µm).

[0014] Die zu beschichtende metallische Oberfläche kann aus einem Metall und/oder einer Legierung bestehen. Bevorzugte Beispiele für Legierungen schliessen diejenigen ein, die bei der Herstellung von Bauteilen von Strömungsmaschinen Verwendung finden, insbesondere sogenannte Superlegierungen auf der Basis von Nickel und/oder Kobalt und/oder Eisen, die ein oder mehrere zusätzliche Metalle enthalten, wie beispielsweise Cr, Re, Al, W, Mo, Nb, Ta, Ti und beliebige Kombinationen derselben. Insbesondere im Fall dieser Superlegierungen ist es bevorzugt, dass mindestens einer der im Verfahren zum Einsatz kommenden Schlicker Teilchen aus Aluminium und/oder einer oder mehrerer Aluminiumlegierung enthält, gegebenenfalls in Kombination mit Teilchen eines oder mehrerer anderer Metalle, wie beispielsweise Cr, Fe, Co, Pd, Pt, Ru, Rh, Os, Ir, Y, Sc, Lanthanide. Beispiele von bevorzugten Aluminiumlegierungen schließen AlSi, AlCr, AlSiCr und AlY ein.

[0015] Nicht-beschränkende Beispiele von mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschichtbaren Metallsubstraten schließen Bauteile von Strömungsmaschinen (insbesondere Gasturbinen) ein, z.B., Schaufelblätter von Leitschaufeln und Laufschaufeln, Schaufel-Deckbänder, Schaufel-Plattformen und Teile dieser Bauteile.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich nicht nur zur Neubeschichtung sondern auch zur Nachbeschichtung (Reparatur), also zur Beschichtung eines Substrats, dessen abgenutzte und/oder beschädigte Be-

schichtung ganz oder an einer oder mehreren Stellen entfernt wurde und dort erneuert werden muss.

[0017] Die mindestens eine in dem oder mindestens einem der Schlicker vorhandene färbende und/oder farbgebende Substanz kann aus den verschiedensten anorganischen und organischen Verbindungen ausgewählt werden. Auch Mischungen von zwei oder mehr unterschiedlichen färbenden und/oder farbgebenden Substanzen können zum Einsatz kommen, entweder im selben Schlicker oder in voneinander verschiedenen Schlickern.

[0018] Beispiele von anorganischen färbenden und/oder farbgebenden Substanzen sind metallhaltige Pigmente wie beispielsweise Metalloxide. Die Metalle werden oft aus Fe, Co, Ni, Ti, Al und Mischungen derselben ausgewählt. Diese Metallpigmente (z.B. Metalloxide) können ein oder mehrere Metalle enthalten, schliessen also beispielsweise Mischoxide ein. Nicht beschränkende Beispiele von für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneten Metalloxiden schliessen NiO_x , FeO , Fe_2O_3 , TiO_x , CoO_x , CoAlO und Spinelle aus Mischmetalloxiden (z.B. mit der Formel $\text{Me}_x\text{M}_y\text{2O}_2$) ein. Die durchschnittliche Teilchengröße dieser Pigmente (falls sich diese im Schlicker nicht lösen) ist vorzugsweise um den Faktor 20 bis 500 kleiner als die gewünschte Schichtdicke der endgültigen Schicht und liegt in vielen Fällen im Bereich von $1\ \mu\text{m}$ bis $20\ \mu\text{m}$, z.B. im Bereich von $2\ \mu\text{m}$ bis $10\ \mu\text{m}$. Die Konzentration an metallhaltigem Pigment im Schlicker hängt von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise der Färbekraft und der Farbe des Pigments ab, liegt aber oft im Bereich von 0,1 bis 20 Gew.%, bezogen auf die Gesamtmasse des Schlickers. Die Konzentration kann aber auch deutlich höher liegen, beispielsweise bei bis zu 40 Gew.%.

[0019] Weitere Beispiele von für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneten färbenden und/oder farbgebenden Substanzen sind organische Farbstoffe, vorzugsweise solche, die sich bei relative niedrigen Temperaturen, insbesondere Temperaturen von nicht höher als 400°C , vorzugsweise nicht höher als 200°C oder nicht höher als 150°C , thermisch zersetzen lassen und dabei ihre färbende und/oder farbgebende Wirkung zumindest im Wesentlichen verlieren. Eine bevorzugte Klasse von organischen Farbstoffen sind Azopigmente, obgleich alle bekannten Klassen von organischen Farbstoffen einsetzbar sind, solange sie die obengenannten Eigenschaften aufweisen. Vorzugsweise liegen diese Farbstoffe im Schlicker in gelöster Form vor.

[0020] Ein ähnlicher Effekt wie mit thermisch zersetzbaren färbenden und/oder farbgebenden Substanzen kann mit thermisch nicht oder nicht bei geeigneter Temperatur zersetzbaren Substanzen erzielt werden, wenn man dem die färbende und/oder farbgebende Substanz enthaltenden Schlicker ein Mattierungsmittel wie beispielsweise Gelkieselsäure zusetzt, das die Farbintensität des Schlickers nur geringfügig erniedrigt, aber die Farbe des Schlickers nach dem Trocknen desselben stark verblassen lässt.

[0021] Weitere Beispiele von für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneten färbenden und/oder farbgebenden Substanzen sind (in der Regel organische) Verbindungen, die zwar unter Tageslicht keine oder eine nur geringe Färbung des Schlickers hervorrufen, aber bei Bestrahlung mit UV- und/oder IR-Strahlen eine deutliche Färbung des Schlickers verursachen, beispielsweise durch Fluoreszenz.

[0022] Der Fachmann wird erkennen, dass das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur für die Herstellung von Diffusionsschichten, sondern ganz allgemein für die Herstellung einer Beschichtung auf einer metallischen Oberfläche geeignet ist. Somit sind die einsetzbaren Schlicker auch nicht auf die oben angegebenen Aluminium-haltigen Schlicker beschränkt, sondern schliessen alle metallhaltigen Schlicker mit Bestandteilen ein, die für die Herstellung einer Beschichtung mit den jeweils gewünschten Eigenschaften auf einer vorgegebenen metallischen Oberfläche erforderlich sind.

[0023] Hinsichtlich der Details der Herstellung einer Diffusionsschicht auf einer metallischen Oberfläche kann beispielsweise auf die US 2005/0031877 Bezug genommen werden.

[0024] In der Regel enthält ein für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneter Schlicker mindestens zwei wesentliche Bestandteile, nämlich teilchenförmiges Metall (einschließlich Legierung) und Bindemittel. Üblicherweise enthält der Schlicker auch ein Lösungsmittel oder eine Lösungsmittelmischung.

[0025] Als Bindemittel sind alle herkömmlichen Bindemittel geeignet, insbesondere organische Polymere (Harze). Nicht beschränkende Beispiele für derartige Polymere sind diejenigen, die auch in handelsüblichen Lacken und Beschichtungen eingesetzt werden. Konkrete Beispiele von Bindemitteln schliessen Epoxyharze, Silicone, Alkydharze, Acrylharze, Polyurethane, Polyvinylchlorid, Polyvinylalkohol, Phenolharze, Polyester, Polyamide und Polyolefine ein.

[0026] Beispiele von geeigneten Lösungsmitteln sind diejenigen, die in der Lackindustrie Verwendung finden. Nicht beschränkende konkrete Beispiele schliessen ein Alkohole wie Methanol, Ethanol, Isopropanol und Butanol; Glykole und glykolhaltige Verbindungen wie Ethylenglykol und Ethylenglykolalkylether; Ether, Ester, Amine, Amide, Ketone, Aldehyde, aromatische Verbindungen wie Toluol und Xylol; und chlorierte Kohlenwasserstoffe.

[0027] Die Aufbringung des Schlickers auf die metallische Oberfläche kann auf beliebige Art und Weise erfolgen, beispielsweise mit Hilfe von Techniken, die in der Lackindustrie bekannt sind, wie Spritzen, Streichen, Tauchen, Giesen, Walzenbeschichtung und Schleuderbeschichtung. Spritzen, insbesondere manuelles Spritzen mit einer Spritzpistole, ist ein bevorzugtes Verfahren für die Herstellung einer Diffusionsbeschichtung.

[0028] Nachdem bei der Herstellung einer Diffusionsschicht alle Schlickerschichten aufgebracht (und vorzugsweise getrocknet) wurden, wird das beschichtete

Substrat auf eine Temperatur erhitzt, die es dem Aluminium in der bzw. den Schichten ermöglicht, in die beschichtete Oberfläche des Substrats hineinzudiffundieren (üblicherweise unter einer Schutzgasatmosphäre wie beispielsweise Argon oder Stickstoff). Die hierfür erforderliche Temperatur hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich der Zusammensetzung des Substrats, der gewünschten Eindringtiefe in das Substrat, der Zusammensetzung des Schlickers, und der Dicke der Schlickerschicht(en). In den meisten Fällen liegt diese Temperatur im Bereich von ca. 600°C bis ca. 1200°C, insbesondere im Bereich von ca. 800°C bis ca. 950°C.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0029] In den anhängenden Zeichnungen zeigt

FIG. 1 ein Turbinenleitschaufel-Segment, wie es im nachfolgenden Ausführungsbeispiel 1 beschichtet wird;

FIG. 2 den Fußdeckbandbereich einer Turbinenleitschaufel, wie er im nachfolgenden Ausführungsbeispiel 2 beschichtet wird.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung

[0030] Die folgenden Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung der vorliegenden Erfindung und schränken deren Umfang in keiner Weise ein. Die Erfindung ist ausschließlich durch den Inhalt der anhängenden Ansprüche bestimmt.

Anwendungsbeispiel 1

[0031] Im Folgenden wird die Beschichtung eines in FIG. 1 gezeigten Turbinenleitschaufel-Segments mit vier Einzelblättern mit einer AlSi-Diffusionsbeschichtung beschrieben. Das Segment besteht aus der Nickelbasisfeingusslegierung MAR-M247 LC. Die Dimensionen eines Schaufelblattes betragen ca. 200 mm mal 200 mm. Die Schaufeln sollen im gesamten Gaskanal eine Diffusionsbeschichtung mit einer Schichtdicke von 40-100 µm erhalten, wobei die Radien und Passungen an den Plattformhalterungen von der Beschichtung ausgespart werden sollen.

[0032] Als Schlicker wird eine Suspension von Al- und AlSi-Teilchen mit einer Teilchengröße von 2-10 µm (Volumenanteil 20 %) mit einem Bindemittel auf Basis von Polyvinylalkohol verwendet, die mit Glycerin und destilliertem Wasser so eingestellt ist, dass ihre dynamische Viskosität bei 15-30°C 1000-2000 mPa·s beträgt.

[0033] Dieser Basis-Schlicker ist grau. Eine blaue Variante dieses Basis-Schlickers wird hergestellt, indem dem Basis-Schlicker 5 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Basis-Schlickers, an blauem Metalloxid (CoAl-Spinell) zugesetzt werden.

[0034] Die Herstellung des Bauteil-Schlickergrünlings

erfolgt in den folgenden Schritten:

1. Leichtes Strahlen des Leitschaufelsegments mit Al₂O₃-Pulver.
2. Thermisches Entfetten des Segments bei 240°C für eine Stunde.
3. Gleichmäßiges Aufbringen einer ersten blauen Schlickerschicht mit einer Dicke von 10 µm auf das Bauteil in 2-3 überlappenden Spritzübergängen unter Verwendung einer kleinen, fein dosierbaren Spritzpistole. Die gleichmäßige Schichtdicke ist erkennbar durch den gleichmäßigen Blauton der Schicht.
4. Trocknen des beschichteten Bauteils bei 200°C für 30 Minuten und anschließendes Abkühlen auf Raumtemperatur.
5. Auftragen einer zweiten Schicht aus grauem Basis-Schlicker durch Spritzen mit einer Spritzpistole in 2-4 überlappenden Spritzübergängen, wobei eine Schichtdicke von 20 µm +/- 5 µm eingestellt wird. Dabei wird die blaue Schattierung der darunter liegenden Schicht optisch überdeckt. Die Einstellung der Schichtdicke erfolgt mit Hilfe eines Vergleichs mit normierten Farbmustertabellen, die in einem Grundlagenversuch mit bekannten Schichtdicken erstellt wurden.
6. Trocknen des beschichteten Bauteils bei 200°C für 30 Minuten und anschließendes Abkühlen auf Raumtemperatur.
7. Auftragen einer dritten Schicht aus blauem Schlicker durch Spritzen mit einer Spritzpistole in 3-6 überlappenden Spritzübergängen, wobei eine Schichtdicke von 20 µm +/- 5 µm eingestellt wird. Die so hergestellte Schicht hat eine blaue Schattierung. Die Gleichmäßigkeit der Schichtdicke wird durch einen Vergleich mit normierten Farbmustertabellen, die in einem Grundlagenversuch mit bekannten Schichtdicken erstellt wurden, beurteilt.
8. Trocknen des beschichteten Bauteils bei 200°C für 30 Minuten und anschließendes Abkühlen auf Raumtemperatur.
9. Wiederholen der Schritte 5. bis 8., bis eine Schlicker-Gesamtdicke von 150 µm +/- 10 µm erreicht ist.
10. Abschlusstrocknen bei 220°C für 1 Stunde.
11. Diffusionsglühen des Grünling-Bauteils bei 900°C für 4 Stunden in Argon.

[0035] Die erzielte Al-Diffusionsschicht (mit einem Si-Anteil von bis zu 4 %) weist auf dem gesamten Bauteil eine Schichtdicke von 75 µm auf, mit einer Streuung von lediglich +/- 15 µm, selbst auf Eintritts- und Austrittskanten. Auch die Übergänge im Gaskanal zwischen den beiden mittleren Schaufelblättern liegen innerhalb dieser Toleranz.

Anwendungsbeispiel 2

[0036] FIG. 2 zeigt den Fußdeckbandbereich einer zu

reparierenden Turbinenschaufel, bei der die durch den Betrieb lokal verbrauchte Aliterschicht bis zu 10 % der Blatthöhe durch Strippen mit geeigneten Verfahren abgezogen wurde und deren metallische Oberfläche ohne Oxidations- und Sulfidationsrückstände neu beschichtet werden soll.

[0037] Als Schlicker wird eine Suspension aus Al- und AlSi-Teilchen mit einer Teilchengröße von vorwiegend 1-5 μm in einem Volumenanteil von 30 % mit einem Bindemittel auf der Basis von Polyvinylalkohol in Glykol und Wasser als Lösungsmittel (dynamische Viskosität bei 15-30°C = 1000-2000 mPa.s) eingesetzt. Dieser Schlicker enthält zusätzlich 5 Vol.-% Azopigment, das dem Schlicker eine gelbe Farbe verleiht und bis ca. 140°C thermisch stabil ist.

[0038] Die Herstellung des Bauteil-Schlickergrünlings erfolgt in den folgenden Schritten:

1. Leichtes Strahlen des lokalen Fußdeckbandes innerhalb des in FIG. 2 zwischen den gestrichelten Linien gezeigten Bereichs mit Al_2O_3 -Pulver.
2. Thermisches Entfetten bei 240°C für eine Stunde.
3. Gleichmäßiges Aufbringen einer ersten gelben Schlickerschicht mit einer Dicke von 10 μm auf das Bauteil in 2-3 überlappenden Spritzübergängen unter Verwendung einer kleinen, fein dosierbaren Spritzpistole. Die gleichmäßige Schichtdicke ist erkennbar durch den gleichmäßigen Gelbton der Schicht.
4. Trocknen des beschichteten Bauteils bei 240°C für 30 Minuten und anschließendes Abkühlen auf Raumtemperatur.
5. Auftragen einer zweiten Schicht aus gelbem Schlicker durch Spritzen mit einer Spritzpistole in 2-4 überlappenden Spritzübergängen auf den nun wieder grau gefärbten Untergrund aus der ersten Schlickerschicht (siehe 5. von Ausführungsbeispiel 1).
6. Trocknen des beschichteten Bauteils bei 240°C für 30 Minuten und anschließendes Abkühlen auf Raumtemperatur.
7. Wiederholen der Schritte 3. und 4., bis eine Schlicker-Gesamtdicke von 120 μm +/- 10 μm erreicht ist.
8. Diffusionsglühen des Grünling-Bauteils bei 900°C für 4 Stunden in Argon.

[0039] Die erzielte Al-Diffusionsschicht (mit einem Si-Anteil von bis zu 4 %) weist auf dem partiellen lokalen Fußbereich eine Schichtdicke von 60 μm auf, mit einer Streuung von lediglich +/- 10 μm . Selbst das geometrisch komplexe Pocket mit engen Außen- und Innenradien ist gleichmäßig innerhalb dieser Schichtdickentoleranz.

Anwendungsbeispiel 3

[0040] Im vorliegenden Beispiel wird ein farbiger Schlicker eingesetzt, um eine Y-legierte Aluminid-Diffusionsbeschichtung auf einer Laufschaufel im Gaskanal herzustellen. Yttrium hat bei Overlay-Beschichtungen vom Typ

MeCrAlY die positive Eigenschaft, die Haftung von α - Al_2O_3 auf einer NiAlY-Oberfläche zu verbessern und gleichzeitig den Oxidaufbau störende Elemente wie S sowie V, Ta, Zr, Hf aus dem Grundwerkstoff zu binden, was die Oxidationslebensdauer der Alitierung verbessert.

[0041] Als Schlicker wird eine Suspension von Al-, Al-Si- und AlY-Teilchen mit einer Teilchengröße < 5 μm (80 Gew.% Al + AlSi, 20 Gew.% AlY) eingesetzt (Volumenanteil 40 %), wobei die AlY-Legierung einen Y-Anteil von 10 bis 20 Gew.% enthält. Der Schlicker enthält Bindemittel auf Polyvinylalkohol-Basis und ist mit Glykol und destilliertem Wasser auf eine dynamische Viskosität bei Raumtemperatur von 1000-2000 mPa.s eingestellt.

[0042] Zusätzlich enthält der Schlicker 5 Gew.-% Chromhämait-Spinell ($\text{Cr}_x\text{Fe}_y\text{O}_2$) als Grünpigment und 2 Gew.-% Gelkieselsäure als Mattierungsmittel. Durch das Mattierungsmittel wird die Schlickerlage nach der Trocknung matt, die Grünfärbung verblasst deutlich.

[0043] Die Herstellung des Bauteil-Schlickergrünlings erfolgt in den folgenden Schritten:

1. Leichtes Strahlen des Schaufelblattes imd Gaskanal mit angrenzendem Schaufelfußpocket mit Al_2O_3 -Pulver (220 mesh, 1,5 Bar Injektoranlage).
2. Thermisches Entfetten bei 240°C für eine Stunde.
3. Gleichmäßiges Aufbringen einer ersten grünen Schlickerschicht unter Verwendung einer kleinen, fein dosierbaren Spritzpistole.
4. Weiter wie in Ausführungsbeispiel 2.
5. Diffusionsglühen des Grünling-Bauteils bei 900°C für 4 Stunden und anschließend bei 1080°C für 2 Stunden in Argon.

[0044] Es resultiert eine Schicht mit vorwiegend NiAl-intermetallischer Phase und integral in der Phase vorliegendem Y in einer Konzentration von 0.5-1 Gew.%.

40 Patentansprüche

1. Verfahren zum Versehen einer metallischen Oberfläche mit einer Beschichtung, bei dem eine oder mehrere Schichten eines oder mehrerer metallhaltiger Schlicker auf die Oberfläche aufgebracht werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Schlicker mindestens eine färbende und/oder farbgebende Substanz enthält, die keinen Einfluss auf die Eigenschaften der fertigen Beschichtung hat und/oder durch thermische Behandlung zersetzt werden kann, und die lokale Dicke der aufgetragenen Schlickerschicht anhand der lokalen Farbintensität der Schicht bestimmt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für metallische Oberfläche diejenige eines Bauteils einer Strömungsmaschine ist.

3. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die metallische Oberfläche eine Legierung auf Nickel-, Kobalt- und/der Eisen-Basis umfasst oder daraus besteht. 5
4. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein metallhaltiger Schlicker Aluminium und/oder eine Aluminiumlegierung umfasst. 10
5. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine färbende und/oder farbgebende Substanz mindestens ein metallhaltiges Pigment umfasst. 15
6. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine färbende und/oder farbgebende Substanz mindestens einen organischen Farbstoff umfasst. 20
7. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine organische Farbstoff unter Verlust seiner Farbe thermisch zersetzt werden kann. 25
8. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine färbende und/oder farbgebende Substanz mindestens eine Substanz umfasst, die bei Bestrahlung mit UV- und/oder IR-Strahlen in einer Färbung des Schlickers resultiert. 30
9. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehr Schlickerschichten aufgebracht werden, wobei vor dem Aufbringen einer Schicht auf eine bereits aufgebrauchte Schicht gegebenenfalls eine Trocknung der bereits aufgebrauchten Schicht erfolgt. 35
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht mit einem Schlicker gebildet wird, der die mindestens eine färbende und/oder farbgebende Substanz enthält, und auf die erste Schicht eine zweite Schicht aus einem Schlicker aufgebracht wird, der keine färbende und/oder farbgebende Substanz enthält. 40
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere weitere Schlickerschichten auf die zweite Schicht aufgebracht werden, wobei zwischen Schlickern mit färbender und/oder farbgebender Substanz und Schlickern ohne färbende und/oder farbgebende Substanz alterniert wird. 45
12. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestimmung der lokalen Farbintensität der aufgetragenen Schlickerschicht einen Vergleich mit kalibrierten Farbmustertabellen und dergleichen und/oder eine Messung mit Fotosensoren umfasst. 50
13. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Schlicker durch manuelles Spritzen aufgebracht werden. 55
14. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beschichtete Fläche des metallischen Substrats mindestens 4 cm² gross ist.
15. Metall-haltiger Schlicker für die Herstellung einer Beschichtung gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlicker mindestens eine färbende und/oder farbgebende Substanz in einer Konzentration enthält, die es erlaubt, die lokale Dicke einer auf die Metalloberfläche aufgetragenen Schicht des Schlickers visuell und/oder mit einfachen technischen Hilfsmitteln anhand der lokalen Farbintensität der Schicht zu bestimmen und/oder zu beurteilen.

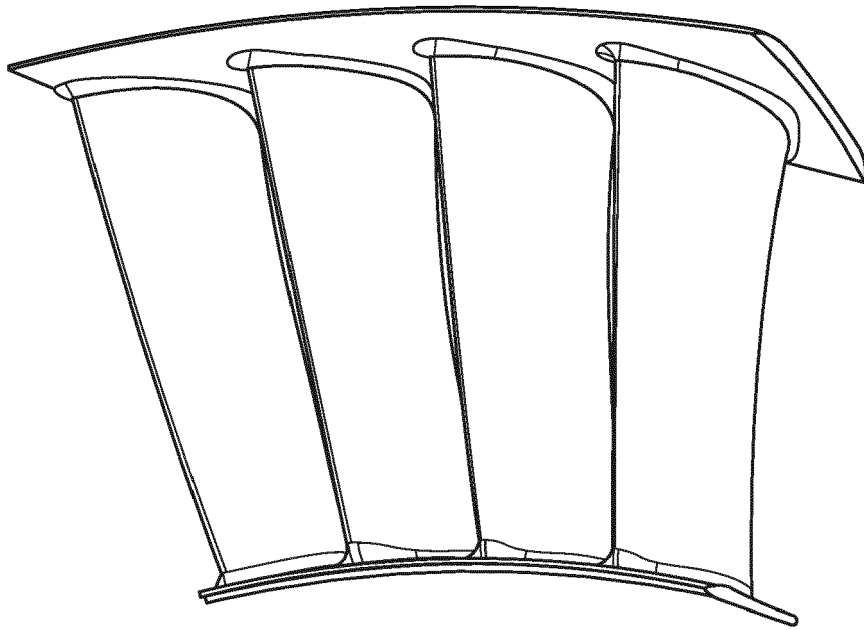


FIG. 1

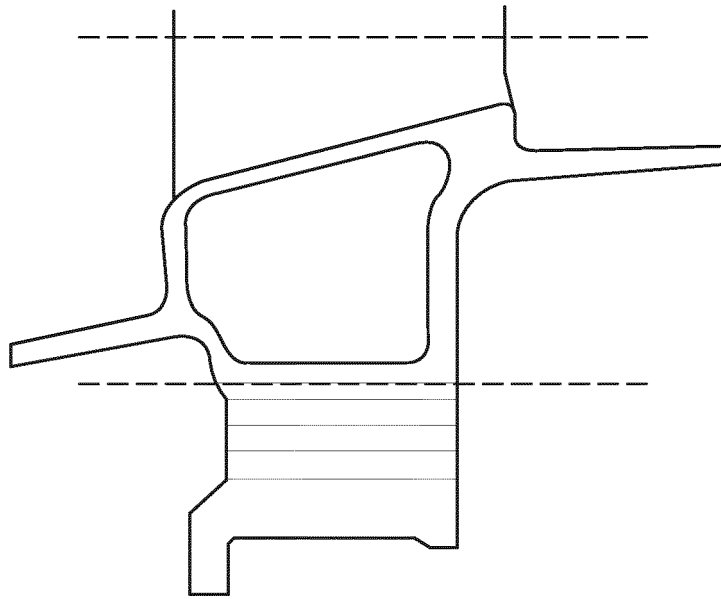


FIG. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 16 7490

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2007/044704 A1 (OSBORNE JOSEPH H [US] ET AL) 1. März 2007 (2007-03-01) * Absatz [0005] - Absatz [0007] * * Absatz [0017] - Absatz [0020] * * Absatz [0029] - Absatz [0035] * * Ansprüche 1-6,14,16,17,18,22,23 *	1-15	INV. C23C24/00 B05D7/04 B05D7/14 B05D7/00 C23C24/08 C23C26/00 C23C10/18 C23C10/20
X	Vincentz Network: "Sensing paint thickness", internet 7. August 2004 (2004-08-07), XP055620797, Gefunden im Internet: URL:www.european-coatings.com > content > download > version [gefunden am 2019-09-11] * Seite 44(1), Spalte 1 - Seite 44(2), Spalte 4 *	1-15	
X	US 2005/031877 A1 (GIGLIOTTI MICHAEL FRANCIS X [US] ET AL) 10. Februar 2005 (2005-02-10) * Absätze [0001], [0005] * * Absatz [0019] * * Absätze [0024] - [0025] * * Absatz [0033] - Absatz [0040] * * Absatz [0049] - Absatz [0050] * * Absätze [0053], [0056], [0057] * * Absatz [0080] - Absatz [0099]; Beispiele 1-6 * * Ansprüche 1-7,13-15, 19, 20, 22-28,32-33,35, 39 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C23C C23D B05D G01B
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. September 2019	Prüfer Ovejero, Elena
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 16 7490

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.

12-09-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2007044704 A1	01-03-2007	EP 1928961 A2	11-06-2008
			US 2007044704 A1	01-03-2007
			US 2010330264 A1	30-12-2010
			WO 2007027543 A2	08-03-2007

20	US 2005031877 A1	10-02-2005	US 2005031877 A1	10-02-2005
			US 2009084472 A1	02-04-2009

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- US 20050031877 A [0023]