

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 432 847 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.03.2005 Patentblatt 2005/10

(51) Int Cl.7: **C23G 5/00**, C23C 10/60,
C23F 4/00, F01D 5/00,
C23C 10/04, B23P 6/00

(21) Anmeldenummer: **02730264.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/005490

(22) Anmeldetag: **17.05.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/029521 (10.04.2003 Gazette 2003/15)

(54) VERFAHREN ZUR ENTFERNUNG VON ZUMINDEST EINEM SCHICHTBEREICH EINES BAUTEILS AUS METALL ODER EINER METALLVERBINDUNG

METHOD FOR REMOVING AT LEAST ONE AREA OF A LAYER OF A COMPONENT CONSISTING
OF METAL OR A METAL COMPOUND

PROCEDE POUR ENLEVER AU MOINS UNE ZONE DE COUCHE D'UN COMPOSANT EN METAL
OU EN ALLIAGE METALLIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **01.10.2001 EP 01123593**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.06.2004 Patentblatt 2004/27

(73) Patentinhaber: **Siemens AG**
80506 München (DE)

(72) Erfinder:
• **CZECH, Norbert**
46286 Dorsten (DE)

- **JEUTTER, Andre**
71120 Grafenau (DE)
- **KEMPSTER, Adrian**
Hemel Hempstead, Hertfordshire HP1 2RZ (GB)
- **REICHE, Ralph**
13465 Berlin (DE)
- **WILKENHÖNER, Rolf**
10589 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 713 957 **US-A- 4 004 047**
US-A- 6 042 879 **US-B1- 6 217 668**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 432 847 B1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung von einem Schichtbereich eines aus Metall oder einer Metallverbindung bestehenden Bauteils, bei der ein mehrkomponentiges Reinigungsmittel auf einfache Art und Weise auf das Bauteil oder den Schichtbereich aufgebracht wird, wodurch sich nach einer Wärmebehandlung des Bauteils mit dem Reinigungsmittel der Schichtbereich leichter entfernen oder abtragen lässt.

Hintergrund zur Erfindung

[0002] In heutigen modernen Energieerzeugungsanlagen, wie z.B. Gasturbinenanlagen, spielt der Wirkungsgrad eine wichtige Rolle, weil dadurch die Kosten für den Betrieb der Gasturbinenanlagen reduziert werden können.

[0003] Eine Möglichkeit, den Wirkungsgrad zu erhöhen und damit die Betriebskosten zu reduzieren, besteht darin, Einlasstemperaturen eines Verbrennungsgases innerhalb einer Gasturbine zu erhöhen.

[0004] Aus diesem Grunde wurden keramische Wärmedämmschichten entwickelt, die auf thermisch belasteten Bauteilen, bspw. aus Superlegierungen, aufgebracht werden, die alleine den hohen Einlasstemperaturen auf Dauer nicht mehr standhalten könnten. Die keramische Wärmedämmschicht bietet den Vorteil einer hohen Temperaturreistenz aufgrund ihrer keramischen Eigenschaften und das metallische Substrat bietet den Vorteil der guten mechanischen Eigenschaften in diesem Verbund- oder Schichtsystem.

[0005] Typischerweise ist zwischen dem Substrat und der keramischen Wärmedämmschicht eine Haftvermittlungsschicht der Zusammensetzung MCrAlY (Hauptbestandteile) aufgebracht, wobei M bedeutet, dass ein Metall aus Nickel, Chrom oder Eisen verwendet wird.

[0006] Die Zusammensetzung dieser MCrAlY-Schichten kann variieren, jedoch unterliegen alle MCrAlY-Schichten trotz der aufliegenden Keramikschicht einer Korrosion durch Oxidation, Sulfidation, Nitridation oder anderen chemischen und/oder mechanischen Angriffen.

[0007] Die MCrAlY-Schicht degradiert dabei häufig in einem stärkeren Maße als das metallische Substrat, d. h. die Lebensdauer des Verbundsystems aus Substrat und Schicht wird bestimmt durch die Lebensdauer der MCrAlY-Schicht.

[0008] Die MCrAlY-Zwischenschicht ist nach längerem Einsatz nur noch bedingt funktionstüchtig, hingegen kann das Substrat noch voll funktionstüchtig sein.

[0009] Es besteht also der Bedarf, die im Einsatz degradierten Bauteile, bspw. Turbinenschaufeln, Leitschaufeln oder Brennkammerteile aufzuarbeiten, wobei die korrodierten Schichten oder Zonen der MCrAlY-Schicht abgetragen werden müssen, um eventuell

neue MCrAlY-Schichten und/oder wiederum eine Wärmedämmschicht aufzubringen. Die Verwendung von vorhandenen, benutzten Substraten führt zu einer Kostenreduzierung beim Betrieb von Gasturbinenanlagen.

[0010] Dabei muss beachtet werden, dass das Design der Turbinenschaufel oder der Leitschaufel nicht verändert wird, d.h. dass ein gleichmässiger Oberflächenabtrag von Material erfolgt.

[0011] Weiterhin dürfen keine Korrosionsprodukte zurückbleiben, die bei einer neuen Beschichtung mit einer MCrAlY-Schicht und/oder einer keramischen Wärmedämmschicht eine Fehlerquelle bilden oder zu einer schlechten Haftung der Wärmedämmschicht führen.

[0012] Ein Verfahren zur Entfernung von Korrosionsprodukten ist aus der US-PS 6, 217, 668 bekannt. Bei diesem Verfahren wird das korrodierte Bauteil in einem großen Tiegel untergebracht, wobei das Bauteil in einem Pulverbett mit einer Aluminiumquelle angeordnet ist. Der Tiegel muss teilweise abgeschlossen und dann in einem Ofen erwärmt werden. Durch den Wärmeprozess wird dem korrodierten Bauteil Aluminium zugeführt, wodurch sich die Bereiche durch eine anschließende Säurebehandlung entfernen lassen, die sich vorher schlechter abtragen ließen, also eine höhere Abtragsresistenz aufwiesen.

[0013] Für das Pulverbett wird viel Material benötigt und der Tiegel beansprucht viel Raum im Ofen während der Wärmebehandlung. Der Wärmeprozess dauert wegen der großen Wärmekapazität auch länger.

[0014] Ein weiteres Verfahren zur Entfernung von Oberflächenschichten von metallischen Beschichtungen ist aus der US-PS 6,036,995 bekannt. Bei diesem Verfahren wird die Aluminiumquelle durch eine Paste auf ein korrodiertes Bauteil aufgetragen. Das Bauteil mit der Paste muss jedoch erwärmt werden, bis das Aluminium schmilzt, so dass erst dann eine Diffusion von Aluminium in das Bauteil hinein stattfinden kann. Die geschmolzene Aluminiumschicht lässt sich schlecht entfernen, da sie sehr gut auf dem Bauteil haftet.

[0015] Das Dokument EP-A-0 713 957 offenbart ein Verfahren zur lokalen Entfernung von Korrosionsprodukten von Turbinenbauteilen. Der Bauteil wird maskiert und Aluminium wird aufgebracht und hinein diffundiert um eine Opferzone zu erzeugen, die dann mitsamt der Korrosionsprodukten entfernt wird.

Beschreibung der Erfindung

[0016] Die Erfindung überwindet die beschriebenen Nachteile durch ein Verfahren wie es im Anspruch 1 beschrieben ist.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren hat demgegenüber den Vorteil, dass auf einfache Art und Weise Schichtbereiche bspw. Korrosionsprodukte von Bauteilen entfernt werden.

Dabei ist es erstmals möglich, die Abscheidung von einem Imprägnierstoff aus der Gasphase in einem lokal kontrollierbaren Verfahren durchzuführen, so dass es

trotz der gasförmigen Verbindung mit dem Imprägnierstoff nicht zu einer Imprägnation in Bereichen kommt, die unbehandelt bleiben sollen.

[0018] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Verfahrensschritte sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 genannten Verfahrens möglich.

[0019] Vor dem Auftragen eines Reinigungsmittels, in einem Zwischenschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens, auf das Bauteil oder den Schichtbereich ist es vorteilhaft, zumindest grob die Korrosionsprodukte oder andere Bereiche, wie z.B. eine Wärmedämmschicht einer Turbinenschaufel, abzutragen, weil dadurch die folgenden Verfahrensschritte erleichtert und zeitlich verkürzt und somit Kosten reduziert werden.

[0020] Die Abtragung kann durch mechanische Verfahren, z.B. Sandstrahlen, Wasserstrahlen, Trockeneisstrahlen, und/oder durch chemische Verfahren, z.B. eine Säurebehandlung, erfolgen.

[0021] Wenn das Reinigungsmittel auf dem Bauteil zumindest teilweise haftet, kann in vorteilhafter Art und Weise bspw. Vorder- und Rückseite des Bauteils gleichzeitig gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren von Korrosionsprodukten entfernt werden.

[0022] Die Haftung des Reinigungsmittels auf dem Bauteil kann auf vorteilhafte Weise dadurch erfolgen, dass das Reinigungsmittel eine pastenartige Konsistenz aufweist, indem beispielsweise das Reinigungsmittel einen Binder enthält.

[0023] Das Reinigungsmittel kann auch mit einer Trägerflüssigkeit mit oder ohne Binder vermischt sein und auf das Bauteil aufgespritzt werden oder das Bauteil wird durch Eintauchen in eine fließfähige Masse aus Flüssigkeit und Reinigungsmittel mit dem Reinigungsmittel beschichtet.

Das Reinigungsmittel kann auch auf vorteilhafte Art und Weise nur lokal auf dem Bauteil aufgebracht werden, da Bereiche, die nicht korrodiert sind, keine Auftragung des Reinigungsmittels benötigen, wodurch Reinigungsmittel gespart werden kann.

[0024] So sind auch keine Masken mehr notwendig, um wie bei einer großflächigen Auftragung (Pulverbett, Plasmaspritzen, verlaufende Aluminiumschmelze) solche Bereiche zu schützen, in denen kein Reinigungsmittel aufgebracht werden muss.

[0025] Die Aufbringung des Reinigungsmittels erfolgt vorteilhafterweise in der Nähe der Korrosionsprodukte, weil dadurch die zumindest eine Komponente des Reinigungsmittels kurze Diffusionswege während der Wärmebehandlung hat.

[0026] Das Reinigungsmittel wird bspw. in einer dünnen Schicht auf das Bauteil aufgebracht, so dass gegenüber dem Einbetten des Bauteils in ein Pulverbett erheblich weniger Material verbraucht wird. Außerdem bedeutet die tiegellose Wärmebehandlung, dass in dem Ofen kein Platz durch die voluminösen Tiegel verbraucht wird, so dass mehr Bauteile in einem Ofenzyklus untergebracht werden können, was die Prozessko-

sten reduziert.

[0027] Der Wegfall und die Verringerung der Massen von Tiegeln bzw. Reinigungsmittel bedeutet, dass insgesamt deutlich weniger Masse erhitzt werden muss.

[0028] Durch ein Abtragungsverfahren, bspw. eine Säurebehandlung, wird die Oberfläche des unkorrodierten Bauteils gleichmäßig abgetragen. Die Korrosion erzeugt jedoch Bereiche des Bauteils und/oder Korrosionsprodukte, die sich durch die Säurebehandlung nicht mehr so leicht entfernen oder abtragen lassen, also abtragungsresistenter sind. Dies führt bei einer Säurebehandlung als Abtragungsverfahren zu einer ungewollten, ungleichmäßigen Abtragung an korrodierten oder degradierten Bauteilen.

[0029] Die durch die erfindungsgemäße Behandlung bewirkte Bildung zumindest einer Opferzone in dem abzutragenden Schichtbereich, d.h. den abtragungsresistenteren Bereichen des Bauteils führt dazu, dass die durch Degradation abtragungsresistenter gewordenen Bereiche sich wie Material des nicht degradierten Bauteils abtragen lassen bzw. die sowieso vorhandene hohe Abtragungsresistenz eines nicht degradierten Schichtbereichs erniedrigen.

[0030] Somit kann eine gleichmäßige Abtragung von korrodiertem und unkorrodiertem Material des Bauteils erfolgen.

[0031] Die Opferzone weist bei MCrAlY-Schichten vorteilhafterweise eine metallische Imprägnierkomponente, vorteilhafterweise Aluminium, Aluminiumverbindung oder eine Aluminiumlegierung auf,

[0032] Das Reinigungsmittel kann die Metallkomponente auf vorteilhafte Weise auch in Form eines Metallkomplexes enthalten. Somit entfällt beispielsweise das Mischen eines metallischen Pulvers mit einer Trägersubstanz oder dem Aktivierungsmittel.

[0033] Die Imprägnierkomponente muss aus dem Reinigungsmittel heraus zumindest teilweise in das Bauteil diffundieren. Dies geschieht vorteilhafterweise dadurch, dass die Imprägnierkomponente gasförmig auf das Bauteil aufgebracht wird. Die gasförmige Verbindung entsteht durch eine Reaktion mit dem Aktivierungsmittel, wobei das Imprägniermittel vorteilhafterweise nicht aufgeschmolzen wird, wodurch die Prozesstemperaturen und damit Prozesskosten gesenkt werden.

[0034] Als billiges und einfach verfügbares Aktivierungsmittel verwendet man vorteilhafterweise Halogenverbindungen, z.B. Ammoniumchlorid, das mit Aluminium Aluminiumchlorid bildet.

[0035] Die Bildung der gasförmigen Verbindung kann kontrolliert werden, indem man dem Reinigungsmittel vorteilhafterweise eine Trägersubstanz, bspw. Aluminiumoxid, beimischt, wodurch die Gasbildung kontrolliert und gleichmäßig wird.

Das Verfahren eignet sich vorteilhafterweise für Schichtsysteme wie z.B. eine Turbinenschaufel, die ein Schichtsystem aus einem metallischen Substrat, einer MCrAlY-Schicht und einer darauf aufgetragenen kera-

mischen Wärmedämmschicht aufweisen.

[0036] Korrosionsprodukte auf der MCrAlY-Schicht führen unterhalb der Korrosionsprodukte (Al_2O_3), zu einer Verarmung an Aluminium in der MCrAlY-Schicht, die hierdurch resistenter gegen eine Säurebehandlung werden. Wenn das Reinigungsmittel als eine metallische Komponente Aluminium enthält, reichert sich Aluminium gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren aber wieder in den bisherigen Aluminium-verarmten Gebieten der MCrAlY-Schicht an, so dass sich dann durch eine Säurebehandlung diese Bereiche wie die MCrAlY-Schicht auflösen, wodurch die auf diesen Bereichen befindlichen Korrosionsprodukte mit abgelöst werden.

[0037] Durch das erfindungsgemäße Verfahren können auf vorteilhafte Art und Weise abtragungsresistente Schichtbereiche entfernt werden, oder degradierte Bereiche, wie z.B. Bereiche, die Korrosionsprodukte enthalten, die eine Schicht auf dem korrodierten Bauteil bilden, aber auch Korrosionsprodukte, die sich unterhalb der Oberfläche des korrodierten Bauteils befinden.

[0038] Nach einer gewissen Zeit der Wärmebehandlung ist der Bereich des Reinigungsmittels, der auf dem Bauteil nahe der Oberfläche des Bauteils angeordnet ist, verarmt an der zumindest einen Imprägnierkomponente. Die Wärmebehandlung ist damit beendet, wenn die Opferzonen groß genug sind, d.h. im Falle der MCrAlY-Schicht die an Aluminium verarmten Gebiete ausreichend wieder mit Aluminium angereichert sind. Wenn das noch nicht der Fall ist, kann das Reinigungsmittel entfernt werden und das Bauteil kann dann einer Thermobehandlung unterzogen werden, wobei man vorteilhafterweise die Imprägnierkomponente des Reinigungsmittels, die bereits in dem Bauteil durch Diffusion vorhanden ist, durch Diffusion tiefer in das Bauteil eindringen lässt und so die Opferzone oder Opfer-schicht auf vorteilhafte Art und Weise in der Tiefe vergrößert.

[0039] Eine optimale Temperatur der Thermobehandlung liegt oberhalb der Temperatur der Wärmebehandlung bis zur Lösungsglüh-temperatur des Bauteils.

[0040] In den Figuren sind Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt.

[0041] Es zeigen

Figur 1 ein korrodiertes metallisches Bauteil,
Figur 2 ein Bauteil, bei dem eine Reinigungspaste aufgetragen ist, die eine metallische Komponente enthält, die durch einen weiteren Verfahrensschritt in den korrodierten Bereich (Fig. 3) eindringt und erst so ein Ablösen des korrodierten Bereichs des Bauteils ermöglicht (Fig. 4),
Figur 5, 6 zeigt ein Schichtsystem, bei dem eine Schicht korrodierte Bereiche aufweist,
Figur 7 zeigt ein Schichtsystem, Figur 8 degradierte Bereiche einer Schicht des Schichtsystems, die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens entfernt werden (Fig. 9),

Figur 10 zeigt ein Substrat mit einem degradierten Bereich, das mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens entfernt wird (Fig. 11), und

Figur 12 zeigt ein Schichtsystem mit einer Chromschicht, die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens entfernt wird (Fig. 13).

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0042] Figur 1 zeigt ein Bauteil 1 aus Metall, einer Metalllegierung oder aus einer Metallverbindung, das an einer Oberfläche 7 äußere Korrosionsprodukte 4 und/oder im Innern des Bauteils 1 innere Korrosionsprodukte 5 aufweist, die beispielsweise in getrennt voneinander ausgebildeten Gebieten vorhanden sind. Die Korrosionsprodukte 4 können auch zusammenhängend, oder auf der ganzen Oberfläche 7 vorhanden sein, also eine Korrosionsschicht bilden.

[0043] Das Bauteil 1 kann massiv oder eine Schicht oder ein Bereich eines Verbund- oder Schichtsystems 16 sein (Fig. 5, 6). Die Korrosionsprodukte 4, 5 haben sich während des Einsatzes des Bauteils 1 gebildet und sind für den weiteren Einsatz des Bauteils 1 unerwünscht und müssen entfernt werden. Dies geschieht häufig durch eine Behandlung in einem Säurebad.

[0044] Es kommt jedoch vor, dass das Material des Bauteils 1, degradierte Bereiche und die Korrosionsprodukte 4, 5 ein unterschiedliches Reaktionsvermögen in dem Säurebad aufweisen. Das unterschiedliche Auflösungsverhalten im Säurebad ist verursacht durch das unterschiedliche Auflösungsverhalten der Korrosionsprodukte 4, 5 oder weil eine ursprüngliche Zusammensetzung des Materials des Bauteils 1 sich verändert hat (Fig. 5, 6), z.B. weil das Korrosionsprodukt 4, 5 einem Bereich des Bauteils 1 im Bereich um das Korrosionsprodukt 4, 5, dem sogenannten Verarmungsgebiet, eine Komponente entzieht. Daher kommt es zu einem ungleichmäßigen Abtrag oder zu keinem Abtrag der Korrosionsprodukte bzw. dem Material im Verarmungsgebiet.

[0045] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die Korrosionsprodukte vollständig und gleichmäßig mit dem Material des Bauteils 1 zu entfernen.

[0046] Dabei kann bspw. in einem ersten Verfahrensschritt eine grobe Abtragung der Korrosionsprodukte oder anderer Bereiche durch mechanische Verfahren, wie z.B. Sandstrahlen, und/oder chemische Mittel, wie z.B. Säurebad, erfolgen.

[0047] In einem weiteren Verfahrensschritt wird ein mehrkomponentiges Reinigungsmittel 10 auf das korrodierte Bauteil 1, insbesondere in den Bereichen mit den Korrosionsprodukten 4, 5 aufgetragen, die in diesem Beispiel die abtragungsresistenteren Bereiche darstellen (Fig. 2), also den Schichtbereich 52. Der abzutragende Schichtbereich 52 ist durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet und umfasst alle Korrosionsprodukte 4, 5.

[0048] Das Reinigungsmittel 10 enthält zumindest ei-

ne Imprägnierkomponente 13, die bei einer Wärmebehandlung mit zumindest einer Aktivierungskomponente des Reinigungsmittels 10 zu zumindest einer gasförmigen Verbindung reagiert.

[0049] Durch die gasförmige Verbindung wird die Imprägnierkomponente 13 mit dem Bauteil 1 in Kontakt gebracht oder schlägt sich dort nieder und bildet dort in dem Material des Bauteils 1 bspw. eine Imprägnierschicht. Aus dieser Imprägnierschicht oder direkt aus der gasförmigen Verbindung diffundiert das Imprägniermittel in die Bereiche mit den Korrosionsprodukten 4, 5 ein. Die Imprägnierkomponente 13 ist dann zumindest teilweise in den Bereichen mit den Korrosionsprodukten 4, 5 vorhanden.

[0050] Der so gebildete Bereich, die sogenannte Opferzone 25 (Fig. 3), kann zusammen mit dem Material des Bauteils 1, beispielsweise durch ein Säurebad, in gleichmäßiger Abtragung entfernt werden. Ein abzutragender Schichtbereich 52 ist durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet. Der abzutragende Schichtbereich 52 umfasst alle Korrosionsprodukte, kann aber auch tiefer als das tiefste Korrosionsprodukt 5 vorhanden sein.

[0051] Durch die Säurebehandlung verringert sich eine Dicke des Bauteils 1, von einer Dicke d (Fig. 3) zu einer kleineren Dicke d' (Fig. 4).

[0052] Figur 4 zeigt ein Bauteil 1 ohne innere und äußere Korrosionsprodukte 4, 5 aufgrund der Behandlung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0053] Die Wahl des Materials der zumindest einen Imprägnierkomponente hängt von der Zusammensetzung des Materials des Bauteils 1 und/oder der Korrosionsprodukte 4, 5 ab.

[0054] Die Aktivierungskomponente hat die Aufgabe, die Imprägnierkomponente auf die Oberfläche 7 des Teils zu bringen. Dies geschieht dadurch, dass die Aktivierungskomponente mit der Imprägnierkomponente eine gasförmige Verbindung bilden kann, die sich auf der Oberfläche 7 des Bauteils 1 abscheiden kann. Hierzu kommen z.B. Halogenverbindungen in Betracht.

[0055] Bezüglich des Verfahrens zu der Auftragung des Reinigungsmittels wird auf die US-PS 6,217,668 verwiesen, die ausdrücklich Teil dieser Offenbarung sein soll.

[0056] Figur 5 zeigt als ein Bauteil 1 ein Schichtsystem 16, das beispielsweise durch eine Turbinenschaufel oder Leitschaufel gebildet ist.

[0057] Das Schichtsystem 16 besteht in diesem Fall aus einem Sub-3strat 19, beispielsweise einer Superlegierung, bspw. der Basis-Zusammensetzung Ni_3Al . Auf dem Substrat 19 ist eine Schicht 22 aufgebracht, beispielsweise mit der Zusammensetzung MCrAlY , wobei M für ein chemisches Element Cr, Ni oder Fe steht. Diese sogenannte MCrAlY -Schicht bildet eine Korrosionsschutzschicht, die auch als Haftvermittlungsschicht für eine nicht dargestellte auf der Schicht 22 aufgebrachte keramische Wärmedämmschicht fungieren kann.

[0058] Während des Einsatzes des Schichtsystems

16 kommt es bspw. zur Oxidation, Nitridation oder Sulfidation, d.h. Degradation der MCrAlY -Schicht 22, so dass sich in der Schicht 22 Bereiche mit Korrosionsprodukten 4, 5 (nicht gezeigt) bilden.

[0059] Die Korrosionsprodukte 4, 5 bilden eine zumindest teilweise vorhandene Schicht in oder auf oder unter der Oberfläche 7 des Bauteils 16.

[0060] Diese Korrosionsprodukte 4, beispielsweise Aluminiumoxid oder andere Aluminiumverbindungen, entziehen der MCrAlY -Schicht 22 Aluminium, so dass sich in der Umgebung des Bereichs mit den Korrosionsprodukten 4, hauptsächlich unter den Korrosionsprodukten, d.h. in Richtung des Substrats 19, zumindest eine Opferzone 25 an Aluminium-verarmten MCrAlY ausbildet. Diese verarmten Gebiete stellen in diesem Beispiel den abtragungsresistenteren Bereich dar, also den Schichtbereich 52. Der abzutragende Schichtbereich 52 ist durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet und umfasst alle Korrosionsprodukte 4, 5 oder die gesamte Schicht 22.

[0061] Die MCrAlY -Schicht kann auch an Chrom (Cr) verarmen, so dass die Imprägnierkomponente 13 bspw. die Elemente Al und/oder Cr aufweist.

[0062] Die Imprägnierkomponente 13 kann auch andere Metalle, z.B. Cobalt, oder Elemente oder Kombinationen daraus enthalten. Sowohl die Korrosionsprodukte 4 als auch die Opferzone 25 weisen im Säurebad gegenüber dem Material der Schicht 22, also dem MCrAlY , eine höhere Säureresistenz auf.

[0063] In einem ersten Verfahrensschritt kann eine grobe Abtragung der keramischen Wärmedämmschicht, der Korrosionsprodukte oder von anderen Bereichen durch mechanische Verfahren, wie z.B. Sandstrahlen, und/oder chemische Mittel, wie z.B. Säurebad, erfolgen.

[0064] Durch das Aufbringen des Reinigungsmittels 10 mit der Metallkomponente 13 und der anschließenden Erwärmung diffundiert die Metallkomponente 13, die in diesem Beispiel Aluminium enthält, sowohl in die Bereiche mit den Korrosionsprodukten 4 als auch in die Opferzonen 25 ein, so dass dort die zumindest eine Metallkomponente 13 vorhanden ist. Erst durch die Anreicherung mit der Metallkomponente 13 kann bei einer Säurebadbehandlung des Schichtsystems 16 eine bestimmte Schichtdicke der Schicht 22 (MCrAlY) gleichmäßig abgetragen werden.

[0065] Das Reinigungsmittel 10 kann auch mehrere metallische Komponenten 13 (Al, Cr) aufweisen, wenn das für die Zusammensetzung der Korrosionsprodukte oder der verarmten Opferzonen 25 erforderlich ist.

[0066] Die metallische Komponente 13 ist bspw. mit zumindest einer Trägersubstanz, beispielsweise Aluminiumoxid oder Aluminiumsilikat, vermischt. Das Reinigungsmittel 10 kann die metallische Komponente 13 auch in Form eines Metallkomplexes enthalten.

[0067] Ebenso weist das Reinigungsmittel 10 zumindest ein Aktivierungsmittel, bspw. eine Halogenverbindung, beispielsweise in Form von Ammoniumchlorid

(NH₄Cl) auf.

[0068] Bei der Wärmebehandlung des Teils 1 mit dem Reinigungsmittel 10 reagiert das Aluminium als Metallkomponente 13 mit der Halogenverbindung zu einer gasförmigen Verbindung. Dies ist im Beispiel von Ammoniumchlorid Aluminiumchlorid. Die gasförmige Verbindung dringt in die zumindest eine Opferzone 25 ein bzw. ermöglicht es, das Aluminium in das Bauteil 1 hineinzudiffundieren, indem es bspw. eine Imprägnierschicht bildet (Fig. 6). Daher muss die Metallkomponente 13 nicht aufgeschmolzen werden. Es kann aber auch sein, dass sich die gasförmige Verbindung erst bei Temperaturen bildet, die oberhalb des Schmelzpunktes der zumindest einen Imprägnierkomponente liegt, da bspw. eine Sublimation auftritt.

[0069] Im Beispiel von Aluminiumfluorid ist die Imprägnierkomponente 13 und die Aktivierungskomponente in einer Verbindung (z.B. AlF₃) enthalten. Bei der Wärmebehandlung bildet sich eine gasförmige Verbindung Aluminiumfluorid (AlF).

[0070] Die Wärmebehandlung kann im Vakuum oder in den Schutzgasen Wasserstoff und/oder Argon durchgeführt werden.

[0071] Das Reinigungsmittel 10 kann neben der Metallkomponente 13, der Trägersubstanz und dem Aktivierungsmittel noch einen bspw. organischen Binder (Carboxyl Methacrylat, Carboxyl Methylcellulose oder ähnliche Verbindungen) aufweisen, so dass das Reinigungsmittel 10 eine pastenartige oder schlammartige Konsistenz aufweist, das sich so auf das korrodierte Bauteil 1 gut auftragen lässt und aufgrund des Binders auf dem Bauteil 1, 16 haften kann.

[0072] Es kann mit einer Flüssigkeit auch eine gießfähige Masse des Reinigungsmittels erstellt werden, in der das Bauteil 1 eingetaucht wird, wobei das Reinigungsmittel 10 auf der Oberfläche 7 des Bauteils 1 nach dem Vertrocknen der Flüssigkeit haften bleibt.

[0073] Die Erfindung ist nicht beschränkt auf die genannten Auftragsverfahren.

[0074] Nach einer bestimmten Wärmebehandlungsdauer des Bauteils 1 mit dem Reinigungsmittel 10 verringert sich die Konzentration der Metallkomponente 13 in dem der Oberfläche 7 zugewandten Bereich des Reinigungsmittels 10. Aus diesem Bereich kann nur noch geringfügig eine Metallkomponente 13 oder im Extremfall keine Metallkomponente 13 mehr in das Bauteil 1 diffundieren. Ein weiteres, gewünschtes tieferes Eindringen der Metallkomponente 13 in die Tiefe des Materials 1 findet nur durch weitere Diffusion der bereits eindiffundierten Metallkomponente 13 statt. Jedoch würde ein längeres Halten des Bauteils 1 bei erhöhter Temperatur dazu führen, dass von einer Oberfläche 11 des Reinigungsmittels 10 die Metallkomponente 13 über die gasförmige Verbindung zu Oberflächenbereichen 8 des Bauteils 1 gelangt, auf denen kein Reinigungsmittel 10 aufgetragen war und auch kein Eindringen der metallischen Komponente 13 oder der Reaktionsprodukte erwünscht ist.

[0075] Daher wird das Reinigungsmittel 10 in diesem Fall nach einer gewissen Dauer der Wärmebehandlung entfernt und es findet lediglich ein weiteres, gewünschtes Eindringen der Metallkomponente 13 in die Tiefe des Materials 1 durch Diffusion der bereits in das Bauteil 1 eindiffundierten metallischen Komponente 13 aufgrund einer Thermobehandlung des Bauteils 1 ohne Reinigungsmittel 10 statt. Die Thermobehandlung wird bspw. durch ein Lösungsglühen des Bauteils 1 ermöglicht.

[0076] Die Entfernung des Reinigungsmittels 1 bereitet keine Probleme, da die metallische Komponente 13 nicht aufgeschmolzen ist.

[0077] Das Reinigungsmittel 10 kann lokal, insbesondere über den abtragungsresistenteren Bereichen, großflächig oder ganz auf das Bauteil 1, 16 aufgebracht sein.

Parameterbeispiel:

[0078] Schichtmaterial: MCrAlY, Tiefe der Korrosionsprodukte in der Schicht: 150µm (verarmter Al-Bereich), Aufbringen des Reinigungsmittel 10 ergibt eine Opferzone 25 bis in eine Tiefe von 80µm bei einer Wärmebehandlung bei 925°C und 2h Dauer, nach Entfernen des Reinigungsmittels findet eine Thermobehandlung bei 1120°C für höchstens 20h statt: Opferzone 25 hat eine Tiefe von 150µm.

[0079] Die Dauer der Thermobehandlung bzw. die Temperatur kann anhand von Kalibrierungskurven (Diffusionstiefe in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur) der räumlichen Ausdehnung der Korrosionsprodukte im Bauteil angepasst werden.

[0080] Nach der Aufbringung des Reinigungsmittels 10 kann vor der Erwärmung eine Maskenschicht aufgebracht werden, die verhindert, dass von der Oberfläche 11 des Reinigungsmittels 10 die metallische Komponente 13 zu Oberflächen 8 des Bauteils 1 gelangt, auf denen kein Reinigungsmittel aufgetragen war und auch kein Eindringen der metallischen Komponente 13 erwünscht ist. So kann das Reinigungsmittel 10 auf dem Bauteil 1 verbleiben und trotzdem eine Wärmebehandlung durchgeführt werden, um oben beschriebenen Effekt zu erreichen.

[0081] Die Erfindung ist nicht beschränkt auf Teile von Gasturbinen, sondern funktioniert auch bei Bauteilen, die zumindest eine Schicht, bspw. eine Oxidationsschutzschicht, Säureschutzschicht oder Korrosionsschutzschicht aufweisen.

[0082] Ebenso ist die Erfindung nicht beschränkt auf Bauteile, die keine Schichten aufweisen, deren Korrosionsprodukte aber entfernt werden müssen, wie z.B. bei Reaktionsgefäßen in der chemischen Industrie.

[0083] Figur 7 zeigt ein Schichtsystem 16, das aus einem Substrat 19, beispielsweise einer Nickel-Basis-Superlegierung, einer Zwischenschicht, insbesondere einer MCrAlY-Schicht 28, und einer äußeren Wärmedämmschicht 31 besteht.

Das Schichtsystem 16 war im Einsatz mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt und soll für einen erneuten Einsatz wieder hergestellt werden (Re-furbishment). Dabei wird die Wärmedämmschicht 31 beispielsweise durch Sandstrahlen entfernt. Dies kann auf einfache Art und Weise mit mechanischen Mitteln erfolgen, da es sich bei den Wärmedämmschichten 31 meistens um keramische, d.h. spröde Schichten handelt. Die zumindest eine Zwischenschicht 28 ist metallisch und lässt sich schwieriger mit mechanischen Mitteln entfernen.

[0084] Die Figur 8 zeigt das Schichtsystem 16, bei der die Wärmedämmschicht 31 schon entfernt ist und die Zwischenschicht 28 vergrößert dargestellt ist. Die Zwischenschicht 28 ist degradiert. Degradation bedeutet in dem Fall, dass sich Korrosionsprodukte, d.h. Oxide, Nitride und Sulfide gebildet haben oder dass eine Phasensegregation stattgefunden hat, beispielsweise die Koagulation von Aluminiumphasen 43 oder eine Veränderung des Konzentrationsgefüges aufgrund von Diffusionen.

Dabei sieht die Zwischenschicht 28 aber nicht notwendigerweise wie folgt aus: In einer ersten Zone 34, auf der die Wärmedämmschicht 31 aufgebracht war, sind äußere 4 und innere Korrosionsprodukte 5 vorhanden, die durch Kontakt und Reaktion mit einem reaktiven Medium entstanden sind.

[0085] In einer zweiten Zone 37, die sich in Richtung des Substrats 19 an die erste Zone 34 anschließt, sind beispielsweise keine Korrosionsprodukte vorhanden, aber durch die durch thermische Belastung bedingte Diffusion haben sich Aluminium oder Aluminiumphasen oder sonstige Elemente koagulierte.

[0086] An die zweite Zone 37 schließt sich eine dritte Zone 40 an, die sich zwischen dem Substrat 19 und der zweiten Zone 37 befindet. In der dritten Zone 40 hat sich die Konzentration der Zwischenschicht 28 ausgehend von ihrer Anfangszusammensetzung aufgrund von Diffusion von Elementen in das Substrat 19 verändert. Dies ist im Falle einer MCrAlY-Zwischenschicht 28 und einer Ni-Al-Superlegierung als Substrat 19 beispielsweise Aluminium, das in der MCrAlY-Schicht in höherer Konzentration als in dem Substrat 19 vorhanden ist und daher aufgrund des Konzentrationsunterschiedes in das Substrat hineindiffundiert. So ist bspw. die gesamte Zwischenschicht 28 degradiert, die den abzutragenden Schichtbereich 52 darstellt.

[0087] Es kann aber auch sein, dass nur die erste Zone und die zweite Zone 34, 37 degradiert sind und die dritte Zone 40 keinerlei Degradationserscheinungen aufzeigt. Trotzdem kann auch die dritte Zone 40 durch Imprägnierung mit dem Imprägnierungsmittel 13 zum Teil einer Opferzone 25 gemacht und abgetragen werden.

[0088] Mittels des in Figuren 1 bis 6 beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens wird die gesamte Zwischenschicht 28 entfernt, indem das Imprägnierungsmittel 13 in die gesamte Zwischenschicht 28 bis zum Substrat

19 hineindiffundiert (Fig. 9). Die Abtragung der Zwischenschicht 28 erfolgt wie schon weiter oben beschrieben.

[0089] Figur 10 zeigt ein Substrat 19, beispielsweise eine Nickel-Basis-Superlegierung einer Turbinenschaufel, die durch den Einsatz in einem degradierten oberflächennahen Bereich 46 degradiert ist, der den abzutragenden Schichtbereich 52 darstellt. Der degradierte Bereich 46 ist beispielsweise durch Korrosion oder durch Hineindiffusion von Elementen in das Substrat 19 oder Wegdiffusion von Elementen aus dem Substrat 19 in darauf aufliegenden Schichten oder Schichtbereichen des Substrats entstanden.

[0090] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Imprägnierungsmittel 13 in den degradierten Bereich 46 eingebracht, so dass der degradierte Bereich 46 zu einer Opferzone 25 wird und sich vollkommen und einfacher entfernen lässt (Fig. 11). Der abzutragende Schichtbereich 52 umfasst zumindest den degradierten Bereich kann aber auch vergrößert werden.

[0091] Die Schichten, die mit dem Verfahren entfernt werden können, müssen nicht notwendigerweise degradiert sein. So zeigt Figur 12 ein Schichtsystem 16, dass aus einem Substrat 19 und einer bspw. nicht degradierten Chromschicht 49 besteht, die den abzutragenden Schichtbereich 52 darstellt, da eine chromhaltige oder eine Chromschicht 49 eine hohe Abtragungsresistenz gegenüber chemischen Abtragungsverfahren aufweist.

Das Anwendungsbeispiel ist jedoch nicht auf eine Chromschicht beschränkt bzw. die Chromschicht kann auch bspw. durch Korrosion degradiert sein. Die Schicht 49 lässt sich mit den üblichen Entfernungsmethoden wie z.B. Säurestrippen schlecht entfernen.

[0092] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens lässt man das Imprägnierungsmittel 13 in die Schicht 49 eindringen, wodurch sich die Schicht 49 mit den üblichen Verfahren, beispielsweise dem Säurestrippen leichter entfernen lässt (Fig. 13), da die Abtragungsresistenz verringert worden ist.

[0093] Wenn das Substrat 19 ebenfalls teilweise degradiert ist, kann durch die Wärmebehandlung die Imprägnierkomponente 13 in das Substrat eindringen oder man vergrößert die Opferzone 25 durch eine Erweitzungszone 54 während der Thermobehandlung aufgrund von Diffusion.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung von zumindest einem Schichtbereich (52) eines Bauteils (1) aus Metall und/oder aus zumindest einer Metallverbindung, das folgende Schritte umfasst:

lokale Aufbringung eines mehrkomponentigen Reinigungsmittels (10) auf einer Oberfläche des korrodierten Bauteils (1), wobei das Reini-

gungsmittel (10) zumindest eine Imprägnierkomponente (13), die in den Schichtbereich (52) des Bauteils (1) diffundieren kann, und zumindest eine Aktivierungskomponente enthält,

5

Wärmebehandlung des Bauteils (1) mit dem Reinigungsmittel (10) so, dass die zumindest eine Imprägnierkomponente (13) und die zumindest eine Aktivierungskomponente zumindest eine gasförmige Verbindung bilden,

10

Bildung von zumindest einer Opferzone (25) zumindest teilweise in dem abzutragenden Schichtbereich (52) des Bauteils (1) aufgrund der Wärmebehandlung, indem die zumindest eine gasförmige Verbindung in Kontakt mit dem Bauteil (1) kommt, wodurch die Abtragungsresistenz der bisherigen abtragungsreststentenen Bereiche zumindest verringert wird,

15

20

Abtragung der abzutragenden Schicht (52) mit der zumindest einen Opferzone (25).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungsmittel (10) auf dem Bauteil (1) zumindest teilweise haftet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Opferzone (25) zumindest teilweise durch Bereiche des Bauteils (1) gebildet wird, die die zumindest eine Imprägnierkomponente (13) aufweisen.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungsmittel (10) als zumindest eine Imprägnierkomponente (13) zumindest eine Metallkomponente (13) aus einem Metall oder einer Metalllegierung oder eine metallhaltige Komponente (13) aufweist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Imprägnierkomponente (13) unmittelbar aus der Gasphase oder nach Abscheiden auf dem Bauteil (1) durch Diffusion in das Bauteil (1) eindringt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur bei der Wärmebehandlung des Bauteils (1) mit dem Reinigungsmittel (10) unterhalb des niedrigsten Schmelzpunkts der zumindest einen Imprägnierkomponente (13) liegt.

25

30

35

40

45

50

55

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungsmittel (10) als zumindest eine Aktivierungskomponente eine Halogenverbindung enthält.
8. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallkomponente (13) aus Aluminium ist oder die metallhaltige Komponente (13) Aluminium enthält.
9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Opferzone (25) zumindest teilweise Aluminium oder Aluminiumverbindungen aufweist.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 4 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungsmittel (10) als weitere Komponente zumindest eine Trägersubstanz aufweist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägersubstanz Aluminiumoxid ist.
12. Verfahren nach Anspruch 1, oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungsmittel (10) eine pastenartige Konsistenz aufweist.
13. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungsmittel (10) als eine weitere Komponente zumindest einen Binder zur Herstellung der pastenartigen Konsistenz des Reinigungsmittels (10) aufweist.
14. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil (1) ein Schichtsystem (16) mit zumindest einer Schicht (22), insbesondere eine beschichtete Turbinenschaufel, ist, wobei der abzutragende Schichtbereich (52) der Schicht (22) entspricht.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht (22) eine MCrAlY-Schicht ist.
16. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** äußere Korrosionsprodukte (4) in der Oberfläche (7) des Bauteils (1, 16) entfernt werden.
17. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** innere Korrosi-

onsprodukte (5) unterhalb der Oberfläche (7) des Bauteils (1, 16) entfernt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
in einem Zwischenschritt das Reinigungsmittel (10)
nach der Wärmebehandlung entfernt wird. 5
19. Verfahren nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
in einem Zwischenschritt die zumindest eine Opfer-
zone (25) in der Tiefe des Bauteils (1) durch eine
Thermobehandlung vergrößert wird. 10
20. Verfahren nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Temperatur der Thermobehandlung zumindest
teilweise oberhalb der Temperatur der Wärmebe-
handlung liegt. 15
21. Verfahren nach Anspruch 4 oder 20,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Temperatur der Thermobehandlung ein Lö-
sungsglühen des Bauteils (1) ermöglicht. 20
22. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Reinigungsmittel (10) auf die Oberfläche (7)
des Bauteils (1) im Bereich von Korrosionsproduk-
ten (4, 5) aufgetragen wird. 25
23. Verfahren nach Anspruch 1, 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die gasförmige Verbindung eine Imprägnierschicht
in dem Bauteil (1) erzeugt, die zumindest teilweise
aus der zumindest einen Imprägnierkomponente
(13) besteht. 30
24. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schichtbereich (52) Korrosionsprodukte (4, 5)
enthält. 35
25. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schichtbereich (52) zumindest bereichsweise
degradiert ist. 40
26. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schichtbereich (52) zumindest bereichsweise
degradiert ist durch Diffusion von chemischen Ele-
menten aus oder in den Schichtbereich (52). 45
27. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtbe-
reich (52) eine Chrom- oder chromhaltige Schicht
ist. 50

Claims

1. Method for removal of at least one layer area (52)
of a part (1) composed of metal and/or of at least
one metal compound,
which comprises the following steps:

local application of a multicomponent cleaning
agent (10) to one surface of the corroded part
(1) ,
wherein the cleaning agent (10) contains at
least one impregnation component (13), which
can diffuse into the layer area (52) of the part
(1), and at least one activation component,

heat treatment of the part (1) with the cleaning
agent (10) such
that the at least one impregnation component
(13) and the at least one activation component
form at least one gaseous compound,

formation of at least one sacrificial zone (25) at
least partially in the layer area (52) which is to
be removed from the part (1) , on the basis of
the heat treatment, by the at least one gaseous
compound coming into contact with the part (1),
as a result of which the removal resistance of
the previous areas which were all resistant to
removal is at least reduced,

removal of the layer (52) which is to be re-
moved, with the at least one sacrificial zone
(25).
2. Method according to Claim 1,
characterized in that
the cleaning agent (10) at least partially adheres to
the part (1).
3. Method according to Claim 1,
characterized in that
the at least one sacrificial zone (25) is at least par-
tially formed by areas of the part (1) which have the
at least one impregnation component (13).
4. Method according to Claim 1,
characterized in that
the cleaning agent (10) has, as at least one impreg-
nation component (13), at least one metal compo-
nent (13) composed of a metal or of a metal alloy,
or a component (13) which contains metal.
5. Method according to Claim 1,
characterized in that
the at least one impregnation component (13) pen-
etrates by diffusion into the part (1), directly from
the gas phase or after deposition on the part (1).

6. Method according to Claim 1,
characterized in that
the temperature during the heat treatment of the part (1) with the cleaning agent (10) is below the lowest melting point of the at least one impregnation component (13). 5
7. Method according to Claim 1,
characterized in that
the cleaning agent (10) contains a halogen compound as at least one activation component. 10
8. Method according to Claim 4,
characterized in that
the metal component (13) is composed of aluminium, or the component (13) which contains metal contains aluminium. 15
9. Method according to Claim 1 or 3,
characterized in that
the at least one sacrificial zone (25) has, at least partially, aluminium or aluminium compounds. 20
10. Method according to one or more of Claims 1, 2, 4 or 7,
characterized in that
the cleaning agent (10) has at least one carrier substance as a further component. 25
11. Method according to Claim 10
characterized in that
the carrier substance is aluminium oxide. 30
12. Method according to Claim 1 or 2,
characterized in that
the cleaning agent (10) has a pasty consistency. 35
13. Method according to Claim 1, 2 or 12,
characterized in that
the cleaning agent (10) contains at least one binding agent, in order to produce the pasty consistency of the cleaning agent (10), as a further component. 40
14. Method according to Claim 1 or 2,
characterized in that
the part (1) is a layer system (16) having at least one layer (22), in particular a coated turbine blade, with the layer area (52) which is to be removed corresponding to the layer (22). 45
15. Method according to Claim 14,
characterized in that
the layer (22) is a MCrAlY layer. 50
16. Method according to Claim 1, 2 or 15,
characterized in that
external corrosion products (4) in the surface (7) of the part (1, 16) are removed. 55
17. Method according to Claim 1, 2 or 15,
characterized in that
internal corrosion products (5) underneath the surface (7) of the part (1, 16) are removed.
18. Method according to Claim 1 or 2,
characterized in that
the cleaning agent (10) is removed in an intermediate step after the heat treatment.
19. Method according to Claim 18,
characterized in that
the at least one sacrificial zone (25) in the depth of the part (1) is enlarged by means of a thermal treatment in an intermediate step.
20. Method according to Claim 19,
characterized in that
the temperature of the thermal treatment is at least partially above the temperature of the heat treatment.
21. Method according to Claim 4 or 20,
characterized in that
the temperature of the thermal treatment allows solution annealing of the part (1).
22. Method according to Claim 1,
characterized in that
the cleaning agent (10) is applied to the surface (7) of the part (1) in the area of corrosion products (4, 5).
23. Method according to Claim 1, 5 or 6,
characterized in that
the gaseous compound produces an impregnation layer in the part (1), which impregnation layer is composed at least partially of the at least one impregnation component (13).
24. Method according to Claim 1,
characterized in that
the layer area (52) contains corrosion products (4, 5).
25. Method according to Claim 1,
characterized in that
the layer area (52) is degraded, at least in places.
26. Method according to Claim 1,
characterized in that
the layer area (52) is degraded, at least in places, by diffusion of chemical elements from or into the layer area (52).
27. Method according to Claim 1,
characterized in that
the layer area (52) is a chromium layer or a layer

which contains chromium.

Revendications

1. Procédé pour enlever au moins une zone (52) de couche d'un élément (1) en métal et/ou en au moins un composé métallique

qui comprend les stades suivants :

on dépose localement un agent (10) de nettoyage à plusieurs constituants sur une surface de l'élément (1) corrodé, l'agent (10) de nettoyage comprenant au moins un constituant (13) d'imprégnation qui peut diffuser dans la zone (52) de couche de l'élément (1) et/ou en au moins un constituant d'activation, on traite thermiquement l'élément (1) par l'agent (10) de nettoyage de façon à ce que le au moins un constituant (13) d'imprégnation et le au moins un constituant d'activation forment au moins un composé gazeux, on forme au moins une zone (25) sacrificielle au moins en partie dans la zone (52) de couche à enlever de l'élément (1) en raison du traitement thermique en faisant venir le au moins un composé gazeux en contact avec l'élément (1) de sorte que la résistance à l'enlèvement des zones jusqu'ici plus résistantes à l'enlèvement ait au moins diminué, on enlève la couche (52) à enlever avec la au moins une zone (25) sacrificielle.

2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'agent (10) de nettoyage adhère au moins en partie à l'élément (1).
3. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on forme la au moins une zone (25) sacrificielle au moins en partie par des zones de l'élément (1) qui présentent le au moins un constituant (13) d'imprégnation.
4. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'agent (10) de nettoyage a comme au moins un constituant (13) d'imprégnation au moins un constituant (13) métallique ou un constituant (13) contenant du métal.
5. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le au moins un constituant (13) d'imprégnation pénètre directement de la phase gazeuse ou après dépôt sur l'élément (1) par diffusion dans l'élément (1).
6. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la température lors du traitement thermique de l'élément (1) par l'agent (10)

de nettoyage est inférieure au point de fusion le plus bas du au moins un constituant (13) d'imprégnation.

7. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'agent (10) de nettoyage contient comme au moins un constituant d'activation un composé halogéné.
8. Procédé suivant la revendication 4, **caractérisé en ce que** le constituant (13) métallique est en aluminium ou le constituant (13) contenant du métal contient de l'aluminium.
9. Procédé suivant la revendication 1 ou 3, **caractérisé en ce que** la au moins une zone (25) sacrificielle comporte au moins en partie de l'aluminium ou des composés d'aluminium.
10. Procédé suivant une ou plusieurs des revendications 1, 2, 4 ou 7, **caractérisé en ce que** l'agent (10) de nettoyage comporte comme autre constituant au moins une substance support.
11. Procédé suivant la revendication 10, **caractérisé en ce que** la substance support est de l'oxyde d'aluminium.
12. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'agent (10) de nettoyage a une consistance pâteuse.
13. Procédé suivant la revendication 1, 2 ou 12, **caractérisé en ce que** l'agent (10) de nettoyage a comme autre constituant au moins un liant pour donner la consistance pâteuse de l'agent (10) de nettoyage.
14. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'élément (1) est un système (16) à couches ayant au moins une couche (22), notamment une aube de turbine revêtue, la zone (52) de couche à enlever correspondant à la couche (22).
15. Procédé suivant la revendication 4, **caractérisé en ce que** la couche (22) est une couche en MCrAlY.
16. Procédé suivant la revendication 1, 2 ou 15, **caractérisé en ce que** l'on enlève les produits (4) de corrosion extérieurs à la surface (7) de l'élément (1, 16).
17. Procédé suivant la revendication 1, 2 ou 15, **caractérisé en ce que** l'on enlève les produits (4) de corrosion intérieurs à la surface (7) de l'élément (1, 16).

18. Procédé suivant la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que l'on enlève dans un stade intermédiaire l'agent (10) de nettoyage après le traitement thermique. 5
19. Procédé suivant la revendication 18,
caractérisé en ce que l'on augmente dans un stade intermédiaire la au moins une zone (25) sacrificielle dans la profondeur de l'élément (1) par un thermotraitement. 10
20. Procédé suivant la revendication 19,
caractérisé en ce que la température du thermotraitement est au moins en partie supérieure à la température du traitement thermique. 15
21. Procédé suivant la revendication 4 ou 20,
caractérisé en ce que la température du thermotraitement permet d'avoir un recuit de mise en solution de l'élément (1). 20
22. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que l'on dépose l'agent (10) de nettoyage à la surface (7) de l'élément (1) dans la zone de produit (4, 5) de corrosion. 25
23. Procédé suivant la revendication 1, 5 ou 6,
caractérisé en ce que le composé gazeux produit une couche d'imprégnation dans l'élément (1) qui est constituée au moins en partie du au moins un constituant (13) d'imprégnation. 30
24. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que la zone (52) de couche contient des produits (4, 5) de corrosion. 35
25. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que la zone (52) de couche est altérée au moins en partie. 40
26. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que la zone (52) de couche est altérée au moins en partie par diffusion d'éléments chimiques hors de la zone (52) de couche ou dans celle-ci. 45
27. Procédé suivant la revendication 1,
caractérisé en ce que la zone (52) de couche est une couche de chrome ou une couche contenant du chrome. 50

55

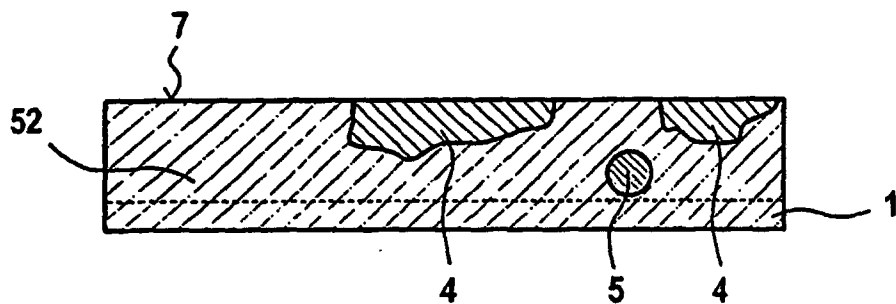


FIG 1

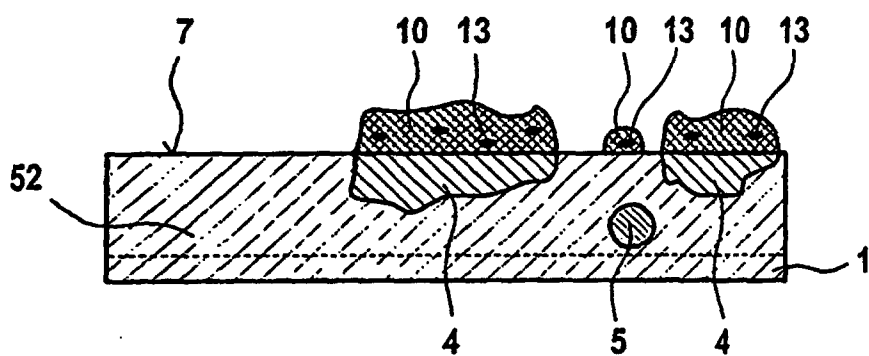


FIG 2

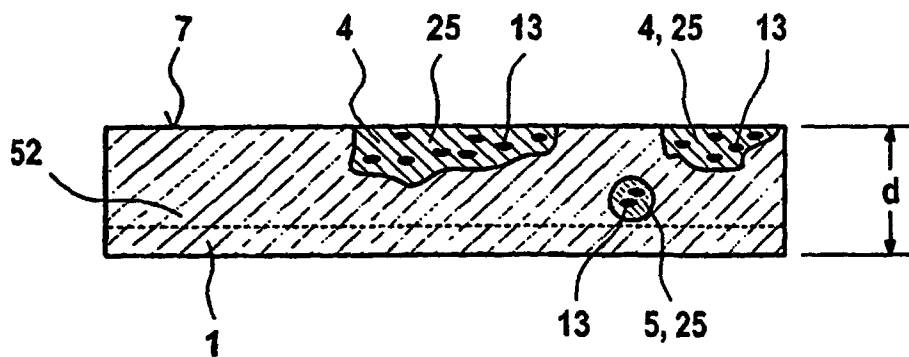


FIG 3

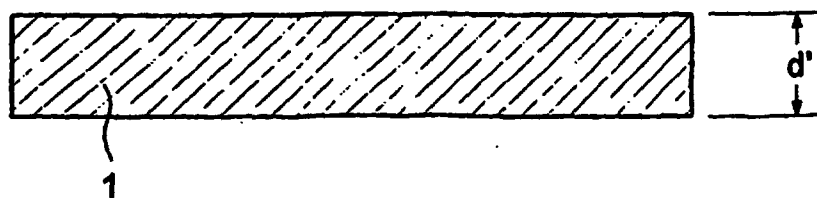


FIG 4

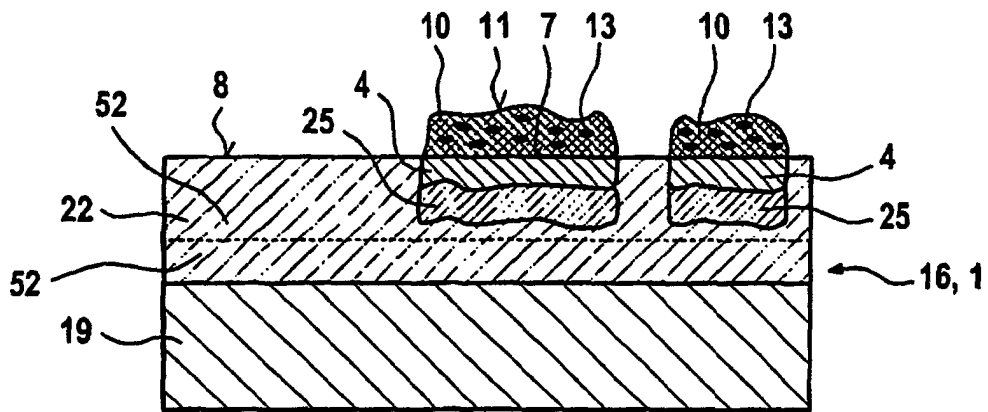


FIG 5

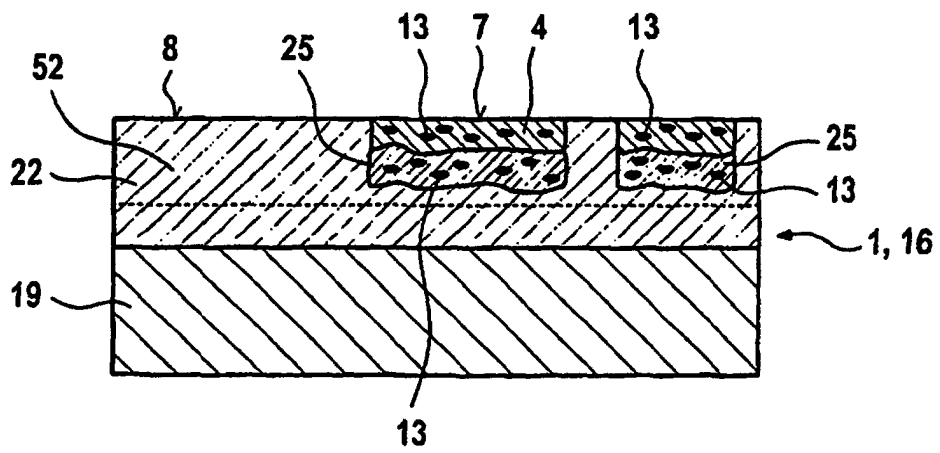
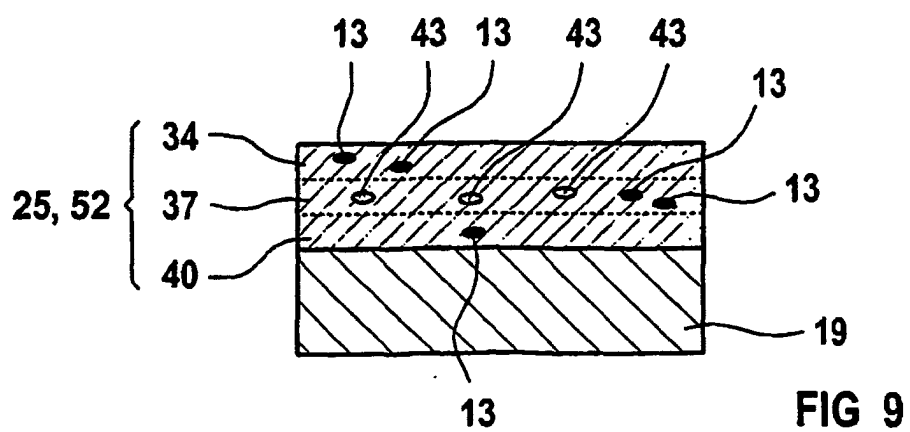
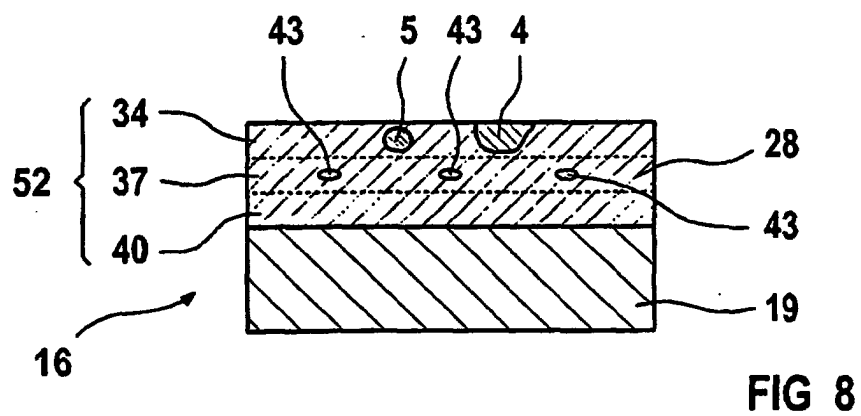
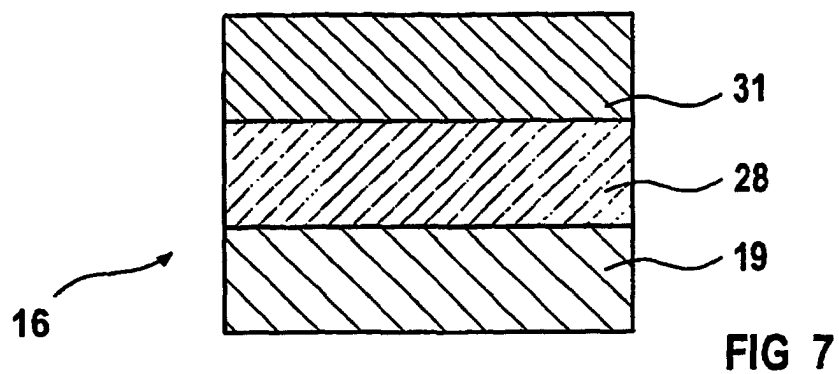


FIG 6



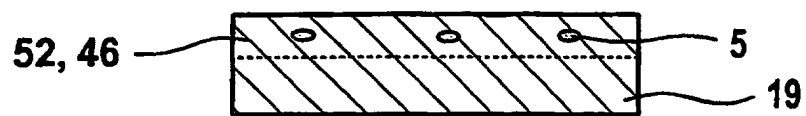


FIG 10

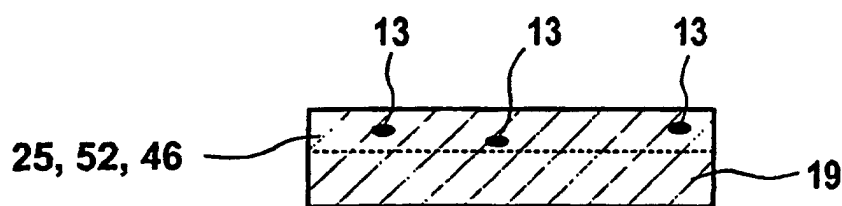


FIG 11

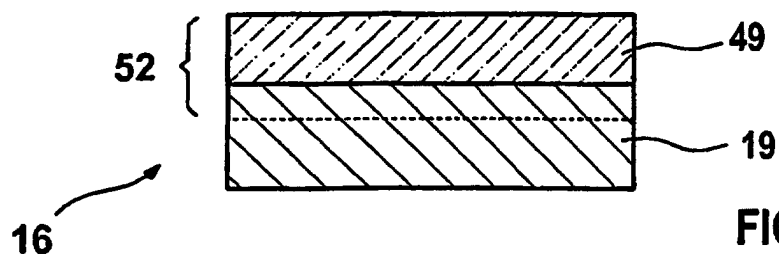


FIG 12

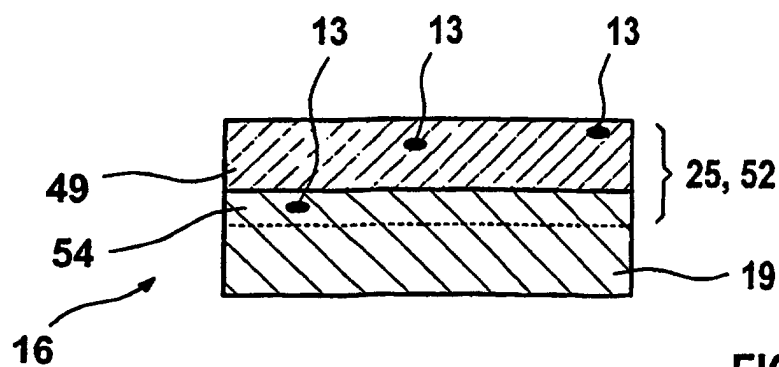


FIG 13