



(11) **EP 2 090 677 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.08.2009 Patentblatt 2009/34

(51) Int Cl.:
C23G 1/32^(2006.01) F01D 5/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09150752.5**

(22) Anmeldetag: **16.01.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(72) Erfinder:
• **Albrecht, Anton**
93444 Bad Kötzing (DE)
• **Niegl, Max**
81247 München (DE)
• **Olfe, Jürgen**
38543 Volkse (DE)
• **Paronis, Georgios**
86152 Augsburg (DE)
• **Sachon, Michael**
85247 Schwabhausen (DE)

(30) Priorität: **19.01.2008 DE 102008005168**

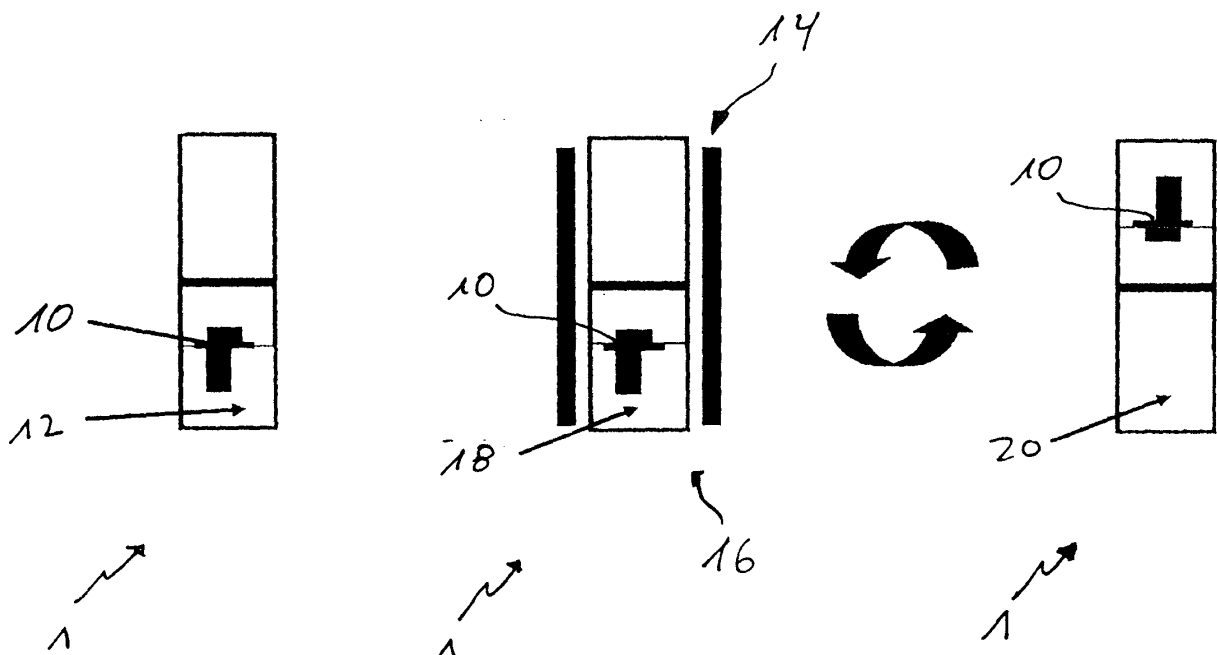
(71) Anmelder: **MTU Aero Engines GmbH**
80995 München (DE)

(54) **Verfahren zum zumindest selektiven Entfernen einer ersten Schicht von einem Triebwerksbauteil**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum selektiven Entfernen einer ersten Schicht von einem Triebwerksbauteil, auf dessen Grundmaterial zumindest zwei Schichten gegeben bzw. aufgebracht sind, wobei zwischen diesem Grundmaterial und der ersten Schicht wenigstens eine zweite Schicht vorgesehen ist, wobei eine

Salzschmelze derart aufgebracht wird, dass zumindest ein Abschnitt des Triebwerksbauteils, der zumindest einen Abschnitt der zweiten Schicht aufweist, in der Salzschmelze positioniert ist, und hierdurch die durch die zweite Schicht bewirkte Verbindung zwischen dem Grundmaterial und der ersten Schicht zumindest geschwächt bzw. angegriffen wird.

Fig. 1



EP 2 090 677 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum selektiven Entfernen einer ersten Schicht von einem Triebwerksbauteil bzw. ein Verfahren zur Reparatur oder Instandsetzung von Triebwerksbauteilen, sowie eine für ein derartiges Verfahren bestimmte Vorrichtung.

[0002] Triebwerksbauteile sind häufig mit diversen Schichten versehen. Bekannt ist beispielsweise, dass Wärmedämmschichten bzw. keramische Deckschichten auf Triebwerksbauteilen vorgesehen sind. Solche Wärmedämmschichten können beispielsweise aus Zirkonoxid bestehen. Derartige Wärmedämmschichten bzw. Deckschichten sind häufig über so genannte Haftsichten bzw. TGO-Schichten (Thermal Growing Oxide) an den Grundwerkstoff angebunden. Derartige Haftsichten können beispielsweise Pt-Al oder Al- oder MCrAlY-Schichten sein. Im Rahmen von Reparatur- oder Instandsetzungsarbeiten müssen bei Triebwerksbauteilen Schichten, insbesondere Wärmedämmschicht bzw. Deckschicht häufig entfernt werden. Dies ist häufig so, dass das vor der Reparatur bzw. vor einem Wiederbeschichten der Fall ist. Zumindest der Anmelderin ist bekannt, dass Wärmedämmschichten bekanntermaßen ausschließlich mittels mechanischer Verfahren, wie beispielsweise HDW- oder Al_2O_3 -Strahlen entfernt werden. Darüber hinaus ist der Anmelderin - zumindest intern - bekannt, dass auch hochkonzentrierte KOH-Lauge bei hohen Temperaturen und Drücken zum Entschichten verwendet wird.

[0003] Die reinen mechanischen Verfahren haben sich teilweise als wenig selektiv herausgestellt, so dass immer die Gefahr eines ungleichmäßigen Abtrages und einer Schädigung des Bauteils bzw. der Haftsicht besteht. KOH-Lauge ist bei fest haftenden Schichten unter Umständen nur teilweise wirksam, so dass häufig umfangreiche mechanische Nacharbeit nötig ist. Bei den bisher verwendeten Verfahren wird in vielen Fällen die unter der Wärmedämmschicht bzw. Deckschicht liegende Haftsicht oder sogar der Grundwerkstoff angegriffen, so dass das Bauteil nicht mehr reparierbar ist, bzw. nur noch mit erheblichem Aufwand reparierbar ist. Bei den bekannten Verfahren kann es insbesondere zu einer Beeinflussung der Maßhaltigkeit der Teile kommen bzw. kann der Luftdurchsatz der Kühlluftkanäle - sofern solche gegeben sind - beeinträchtigt werden. Eine Wiederbeschichtung dieser Neuteile bzw. Teile mit Laufzeit fängt die oben beschriebenen Defizite nicht zwangsläufig auf, so dass diese Teile als Ausschuss klassifiziert werden müssten. Betroffene Bauteile können u. a. Turbinenlauf- und -Leitschaufeln aus Nickelwerkstoffen sein. Die Teile sind häufig mit einer keramischen EB-PVD-Wärmedämmschicht und einer darunter liegenden Pt-Al-Haftsicht beschichtet. Des Weiteren kann im Innenbereich eine Alitierung vorliegen.

[0004] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Reparatur bzw. Instandsetzung bzw. zum Entschichten von Gasturbinenbauteilen zu schaf-

fen, das betriebssicher und auf einfache Weise durchführbar ist.

[0005] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren gemäß Anspruch 1 vorgeschlagen. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Erfindungsgemäß wird also insbesondere ein Verfahren zum selektieren Entfernen einer ersten Schicht von einem Triebwerksbauteil bzw. zum Entschichten eines Triebwerksbauteils vorgeschlagen. Das Triebwerksbauteil ist dabei in vorteilhafter Ausgestaltung eine Schaufel wie Turbinenschaufel oder Verdichterschaufel. Es kann vorgesehen sein, dass das Triebwerksbauteil bzw. die Schaufel ein System innerer Kanäle hat, was beispielsweise im Betrieb zur Kühlung bzw. Luftkühlung dient. Das Triebwerksbauteil weist ein Grundmaterial auf, auf dem zumindest zwei Schichten gegeben bzw. aufgebracht sind. Eine dieser zumindest zwei Schichten wird als erste Schicht bezeichnet und eine andere dieser zumindest zwei Schichten wird als zweite Schicht bezeichnet. Zwischen dem Grundmaterial und der ersten Schicht ist wenigstens eine zweite Schicht bzw. die zweite Schicht vorgesehen.

[0007] In besonders bevorzugter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die zweite Schicht eine thermisch gewachsene Oxidschicht (TGO-Schicht) ist. Die zweite Schicht kann beispielsweise eine Al_2O_3 -Schicht sein. Die zweite Schicht ist insbesondere eine Haftsicht. Die erste Schicht kann beispielsweise eine Wärmedämmschicht sein. Dabei kann vorgesehen sein, dass die zweite Schicht eine Haftsicht für diese Wärmedämmschicht ist und beispielsweise der vorerwähnten Art ist.

[0008] Zusätzlich zu der ersten und der zweiten Schicht kann auch eine weitere Schicht vorgesehen sein. Dies kann beispielsweise so sein, dass die weitere Schicht, die als dritte Schicht bezeichnet wird, eine Diffusionsschicht ist. Die dritte Schicht kann beispielsweise eine Pt-Al-Schicht oder eine Al-Schicht oder eine MCrAlY-Schicht sein.

[0009] Es kann vorgesehen sein, dass die zweite Schicht zwischen der ersten Schicht und der dritten Schicht vorgesehen ist. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die zweite Schicht an die erste Schicht grenzt und/oder an die dritte Schicht grenzt, und zwar insbesondere jeweils unmittelbar.

[0010] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass eine Salzschmelze derart aufgebracht wird, dass zumindest ein Abschnitt des Triebwerksbauteils, der zumindest einen Abschnitt der zweiten Schicht aufweist, in der Salzschmelze positioniert ist, und hierdurch die durch die zweite Schicht bewirkte Verbindung zwischen dem Grundmaterial und der ersten Schicht zumindest geschwächt bzw. angegriffen wird.

[0011] In diesem Zusammenhang sei noch einmal betont, dass die zweite Schicht nicht unmittelbar das Grundmaterial mit der ersten Schicht verbinden muss, sondern auch weitere Schichten dazwischen gelegen sein können. Es kann aber auch gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen sein, dass die zweite Schicht

unmittelbar zwischen der ersten Schicht und dem Grundmaterial angeordnet ist.

[0012] In einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass die erste Schicht ausschließlich dadurch entfernt bzw. abgelöst wird dass mittels der Salzschmelze die durch die zweite Schicht bewirkte Verbindung zwischen dem Grundmaterial und der ersten Schicht angegriffen bzw. chemisch aufgeschlossen wird. Es sei auch in diesem Zusammenhang angemerkt, dass zwischen dem Grundmaterial und der ersten Schicht weitere Schichten gegeben sein können.

[0013] In einer alternativen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass nach dem Aufbringen der Salzschmelze auf zumindest eine Schicht der beiden Schichten, die die erste Schicht und die zweite Schicht sind, mechanisch eingewirkt wird, und zwar insbesondere derart, dass die erste Schicht zumindest partiell entfernt wird. Dieses mechanische Einwirken kann beispielsweise ein Strahlen sein, wie insbesondere Hochdruckwasserstrahl-Strahlen (HDW-Strahlen). Es kann auch vorgesehen sein, dass dieses mechanische Einwirken ein chemisch unterstütztes Gleitschleifen ist oder ein Gleitschleifen oder dergleichen.

[0014] In bevorzugter Ausgestaltung ist die erste Schicht eine Wärmedämmschicht. Die erste Schicht kann beispielsweise eine Wärmedämmschicht aus Zirkonoxid sein.

[0015] Die Salzschmelze kann beispielsweise eine KOH-Schmelze oder eine NaOH-Schmelze sein, oder ein Gemisch aus einer KOH-Schmelze oder einer NaOH-Schmelze. Die Temperatur, auf die die Schmelze gebracht wird, kann beispielsweise im Bereich von 300° bis 800°, beispielsweise im Bereich von 500° oder im Bereich von 700° oder im Bereich von 400° sein.

[0016] Es kann vorgesehen sein, dass die Behandlung des Triebwerksbauteils mittels der Schmelze in mehreren Zyklen erfolgt, wie beispielsweise in drei Zyklen ä jeweils 30 Min. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Triebwerksbauteile anschließend abgeschreckt werden, wie beispielsweise Abschrecken in Wasser. Es kann auch vorgesehen sein, dass ein Hochdruckwasserstrahlen sich anschließt, um die erste Schicht besser entfernen zu können.

[0017] Die Behandlungszeiten in der Schmelze können beispielsweise im Bereich von 5 bis 1000 Min. liegen, vorzugsweise im Bereich zwischen 30 und 300 Min., bevorzugt zwischen 30 und 200 Min., beispielsweise 40 Min. oder 80 Min. oder

60 Min.. Besonders bevorzugt ist die Zeit, die das Triebwerksbauteil in der Salzschmelze verbleibt, zwischen 30 Min. und 120 Min..

[0018] Es kann vorgesehen sein, dass Neuteile, also beispielsweise neue Schaufeln Bestandteil des Verfahrens sind, wie beispielsweise Turbinenlauf- oder Leit-schaufeln aus Nickelwerkstoffen. Die erste Schicht kann beispielsweise eine EB-PVD-Schicht sein. Die erste Schicht ist insbesondere eine Wärmedämmschicht. Zu-

mindest bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens ermöglichen, dass eine Wärmedämmschicht durch die Kombination von Salzschmelze und Wasserstrahl selektiv entfernt wird, ohne dass das Grundmaterial oder eine darauf angeordnete Diffusionsschicht oder Schicht, bestehend aus Aufbau- und Diffusionsschicht, wie Pt-Al-Schicht geschädigt wird.

[0019] Es ist insbesondere vorgesehen, dass das erfindungsgemäße Verfahren auf der chemischen Reaktion des alkalischen Aufschlusses basiert.

[0020] Wie angesprochen ist die erste Schicht vorzugsweise eine Wärmedämmschicht. Es kann vorgesehen sein, dass die Wärmedämmschicht über eine thermisch gewachsene Aluminiumoxidschicht (TGO) an den Grundwerkstoff angebunden ist. Diese TGO kann durch Salzschmelzen (z. B. KOH-Schmelze) angegriffen werden, so dass sich die Wärmedämmschicht in großen Stücken vom Bauteil löst. Es kann vorgesehen sein, dass die Temperatur, auf die die Schmelze gebracht wird, größer als die Schmelztemperatur des Salzes, wie KOH oder NaOH ist. Beispielsweise kann die Salzschmelze eine Temperatur von 400° oder ca. 400° aufweisen.

[0021] In vorteilhafter Ausgestaltung kommt es zu keinerlei Angriff des Bauteils bei vollständiger Entschichtung. Das Verfahren kann für mehrere Teile gleichzeitig durchgeführt werden, und ist einfach schnell und daher auch kostengünstig.

[0022] Es ist insbesondere vorgesehen, dass sich mit dem Verfahren eine Wärmedämmschicht restlos oder ohne Angriff von einer Haftschrift und vom Grundmaterial entfernen lässt.

[0023] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die erste Schicht eine EB-PVD-Schicht ist. Es kann vorgesehen sein, dass die durch die Salzschmelze angegriffene erste Schicht bzw. EB-PVD-Schicht bzw. die dadurch verringert haftende EB-PVD-Schicht durch Wasserstrahlen entfernt wird. Die Wasserstrahlparameter können beispielsweise wenig drastischer eingestellt werden, so dass ein Pt-Al-Angriff durch den Wasserstrahl nicht stattfindet oder in geringem Maße stattfindet.

[0024] Es kann vorgesehen sein, dass die Bauteile bzw. Turbinenbauteile bzw. Schaufeln in mehreren Zyklen in der Salzschmelze bearbeitet werden. Ein derartiger Zyklus kann beispielsweise im Bereich von 10 bis 16 Min. sein.

[0025] Als Salzschmelzen können beispielsweise alkalische, saure und/oder neutrale Salzschmelzen, wie z. B. KOH, NaOH oder KHSO_4 verwendet werden. Die Temperaturen der Salzschmelze können - insbesondere für die vorgenannten Salze bzw. Salzschmelzen - im Bereich von 300°C bis 700°C liegen. In besonders zu bevorzugender Ausgestaltung werden die Salze Durferrit RS DS oder Durferrit RS 700 verwendet, die von der Firma Durferrit Benzima sind, oder reine Salze von anderen Herstellern, die nach geeigneten Mischungen zur Einstellung des Schmelzpunktes der Salzschmelze hergestellt wurden.

[0026] Die Turbinenbauteile bzw. Schaufeln weisen in besonders vorteilhafter Ausgestaltung Kühlluftkanäle in ihrem Inneren auf.

[0027] Es kann vorgesehen sein, dass die Bauteile bzw. Turbinenbauteile bzw. Schaufeln mit bzw. in Wasser gespült werden, nachdem sie der Salzschnmelze entnommen wurden und/oder nachdem nach dem Bearbeiten der Salzschnmelze mechanisch auf sie eingewirkt wurde, um die erste Schicht zu entfernen. Es kann vorgesehen sein, dass die Bauteile bzw. Turbinenbauteile bzw. Schaufeln mittels Vorrichtungen gespült werden, die eine Zwangsspülung (insbesondere Innenflutung) der Kühlluftkanäle - sofern solche vorhanden sind - ermöglichen.

[0028] In vorteilhafter Ausgestaltung ist eine Zwischenbehandlung der Teile bzw. Bauteile bzw. Schaufeln bzw. Turbinenbauteile in flüssigem Stickstoff vorgesehen, die einen Theroschock bewirkt, und somit eine Versprödung der Wärmedämmschicht.

[0029] Es kann vorgesehen sein, dass die Bauteile bzw. die Triebwerksbauteile bzw. die Schaufeln in einer anorganischen oder organischen Säure, wie z. B. HCL oder HNO₃, neutralisiert werden, und zwar insbesondere nachdem sie der Salzschnmelze entnommen wurden und/oder nachdem sie mechanisch behandelt wurden bzw. gestrahlt wurden. Nach diesem Neutralisieren kann ferner vorgesehen sein, dass die Bauteile mittels Vorrichtungen gespült werden, die eine Zwangsspülung (Innenflutung) der Kühlluftkanäle - sofern sie vorhanden sind - ermöglichen, so dass Rückstände der Salzschnmelze in den Kühlluftkanälen neutralisiert werden.

[0030] Sofern das Wasserstrahlverfahren bzw. eine entsprechende mechanische Behandlung vorgesehen ist, kann diese vor, zwischen oder nach den einzelnen Behandlungszyklen mit Salzschnmelze erfolgen, sofern mehrere Behandlungszyklen mit Salzschnmelze gegeben sind.

[0031] Anstelle der Nachbehandlung mit Wasserstrahlen kann auch ein anderer mechanischer Nachbearbeitungsprozess angewendet werden, wie z. B. Al₂O₃-Strahlen oder Kunststoffstrahlen oder Gleitschleifen.

[0032] Wie angesprochen, kann die erste Schicht eine EB-PVD-Wärmedämmschicht sein; anstelle einer EB-PVD-Wärmedämmschicht können auch thermisch gespritzte Wärmedämmschichten bzw. keramische Schichten mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens entfernt werden. Die Bauteile bzw. Triebwerksbauteile bzw. Schaufeln können mit einer Abdeckung gekapselt werden, so dass z. B. der Schaufelfuß oder die Deckbänder - sofern gegeben - in der Salzschnmelze geschützt sind.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die Weiterbildung derselben ermöglichen eine Vielzahl von Vorteilen, die im Folgenden beispielhaft erwähnt werden sollen, wobei allerdings darauf hinzuweisen ist, dass diese Vorteile nicht zwangsläufig gegeben sein müssen.

[0034] Ein Vorteil besteht beispielsweise darin, dass ein vollständiges Entfernen der ersten Schicht bzw. EB-

PVD-Schicht besonders an schwer zugänglichen Stellen wie an Kühlluftbohrungen ermöglicht wird. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Bearbeitung von Schaufeln mit komplexen Geometrien, wie z. B. Leitschaufeln, an denen ein Wasserstrahlprozess allein nicht optimal angewendet werden kann, durchgeführt werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass kürzere Behandlungszyklen in der Salzschnmelze durchgeführt werden können, da durch die mechanische Nacharbeit die angegriffene bzw. restliche keramische Deckschicht entfernt wird. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Verfahren für die Reparatur, die Instandsetzung sowie die Neuteilfertigung angewendet werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Verfahren geeignet ist, um selektiv nur die Wärmedämmschicht zu entfernen.

[0035] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Verfahren geeignet ist, um die Wärmedämmschicht in der Salzschnmelze zu entfernen anstatt mittels HDW oder Al₂O₃ und im Anschluss die Haftschnicht (Pt-Al, Al oder MCrAlY) chemisch zu entfernen.

[0036] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Verfahren geeignet ist, um die Wärmedämmschicht nur durch HDW zu entfernen oder zu schädigen und im Anschluss die Haftschnicht (z. B. Pt-Al, Al, MCrAlY) chemisch zu entfernen.

[0037] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Verfahren geeignet ist, um die Wärmedämmschicht nur durch HDW zu entfernen ohne die Haftschnicht zu schädigen.

[0038] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ermöglicht wird, die Behandlungszeiten der Salzschnmelze gering zu halten, so dass kein Eingriff der Pt-Al-Haftschnicht oder entsprechender anderer Schicht oder der Innenbeschichtung - falls gegeben - erfolgt.

[0039] In vorteilhafter Weiterbildung ist vorgesehen, dass der Abschnitt des Triebwerksbauteils, der zumindest einen Abschnitt der zweiten Schicht aufweist, in der Salzschnmelze über eine Zeitperiode positioniert ist, die wenigstens 5 Min. beträgt, bevorzugt wenigstens 10 Min., besonders bevorzugt mindestens 15 Min., besonders bevorzugt mindestens 20 Min., besonders bevorzugt mindestens 30 Min., besonders bevorzugt mindestens 40 Min., besonders bevorzugt mindestens 50 Min., besonders bevorzugt mindestens 60 Min..

[0040] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung wird nach dem Entfernen der ersten Schicht - und gegebenenfalls weiteren Reparaturarbeiten - eine neue erste Schicht aufgebracht. Die erste Schicht wird also quasi in vorteilhafter Ausgestaltung ersetzt. Dementsprechend kann das erfindungsgemäße Verfahren auch als Verfahren zur Reparatur oder Herstellung von Triebwerksbauteilen, wie Schaufeln, bezeichnet werden, wenn ein derartiges Ersetzen gegeben ist.

[0041] In vorteilhafter Ausgestaltung wird das Verfahren mittels einer Vorrichtung durchgeführt, die einen Behälter zur Aufnahme des Triebwerksbauteils und der Salzschnmelze aufweist. Dabei kann vorgesehen sein, dass das Salz in festem Zustand in den Behälter befüllt wird

und ebenfalls das Triebwerksbauteil oder mehrere Triebwerksbauteile in den Behälter befüllt werden. Anschließend kann dann vorgesehen sein, dass das Salz zur Bildung einer Schmelze erwärmt wird.

[0042] Bevorzugt ist ferner, dass vor der Entnahme des Triebwerksbauteils nach dem Behandeln mit der Salzschnmelze die Salzschnmelze abgekühlt wird bzw. dafür gesorgt wird, dass die Salzschnmelze erstarrt, bevor das Triebwerksbauteil entnommen wird.

[0043] In vorteilhafter Ausgestaltung wird das Verfahren auf einer vollautomatischen Anlage durchgeführt. Dies kann eine vollautomatische Anlage sein, die einen Zugriff des Bedieners der Anlage auf das Prozessbeken, auch als Behälter bezeichnet, ausschließt. In vorteilhafter Ausgestaltung kann die Anlage so konzipiert sein, dass der Ein- und Ausbau der Bauteile die Vorrichtungen ausschließlich bei Raumtemperatur geschieht und somit jeglicher möglicher Kontakt des Bedieners mit der Schmelze ausgeschlossen ist. Die Vorrichtung kann beispielsweise im kalten Zustand bestückt werden, mit Salz befüllt und anschließend zusammen mit dem Bauteil bzw. Triebwerksbauteil und dem Salz erhitzt werden, so dass das Salz schmelzflüssig wird. Nach Abschluss des Prozesses kann vorgesehen sein, dass vor dem Öffnen durch den Bediener die Vorrichtung bzw. die Schmelze wieder abgekühlt wird und das Bauteil bzw. Triebwerksbauteil entnommen wird. Die Vorrichtung ist vorzugsweise so konzipiert, dass am Ende des Prozesses Salzschnmelze und Bauteil getrennt sind, so dass die Schmelze zum größten Teil vom Bauteil getrennt erstarrt.

[0044] Es kann vorgesehen sein, dass die sichere Handhabung der Anlage durch die vollständige Trennung von Bediener und Salzschnmelze gewährleistet ist. Die Anlage kann dadurch einfach und kostengünstig gestaltet werden. Zum Aufheizen können beispielsweise kostengünstige Standardofen verwendet werden.

[0045] Im Folgenden soll nun ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beigefügten Figur näher erläutert werden. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine beispielhafte Vorrichtung zur Durchführung eines beispielhaften erfindungsgemäßen Verfahrens mit den eingetragenen Schritten und unterschiedlichen Zuständen der Vorrichtung.

[0046] Die linke Abbildung aus Fig. 1 zeigt ein Bauteil 10, wie Triebwerksbauteil insbesondere Schaufel, sowie Salz und/oder Granulat 12 im festen Zustand. In diesem Schritt wird die Anlage 1 kalt bestückt.

[0047] Anschließend wird das Salz auf eine Temperatur erhitzt, die größer als die der (Salz-) Schmelze ist. Dies erfolgt im Ofen 14. Dies wird solange durchgeführt, bis das Salz schmelzflüssig wird bzw. als (Salz-)Schmelze 18 vorliegt. Dieser Prozess erfolgt im geschlossenen Behälter 16, wobei gegebenenfalls der Behälter 16 mit Schutzgas gefüllt ist. Anschließend wird die Schmelze von dem Triebwerksbauteil getrennt. Dann wird das Salz

bzw. die Schmelze abgekühlt bis das Salz fest (festes Salz 20) wird. Anschließend wird das Triebwerksbauteil entnommen.

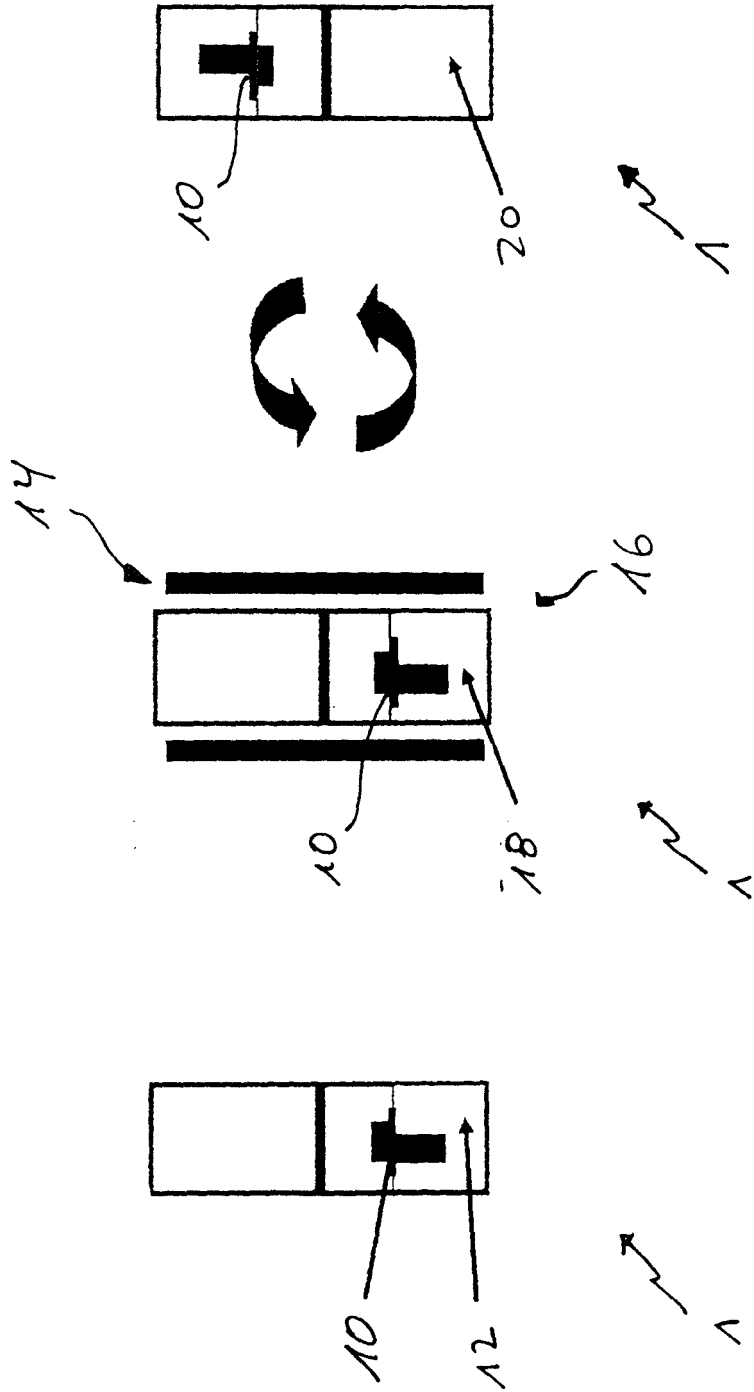
Patentansprüche

1. Verfahren zum selektiven Entfernen einer ersten Schicht von einem Triebwerksbauteil, auf dessen Grundmaterial zumindest zwei Schichten gegeben bzw. aufgebracht sind, wobei zwischen diesem Grundmaterial und der ersten Schicht wenigstens eine zweite Schicht vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Salzschnmelze derart aufgebracht wird, dass zumindest ein Abschnitt des Triebwerksbauteils, der zumindest einen Abschnitt der zweiten Schicht aufweist, in der Salzschnmelze positioniert ist, und hierdurch die durch die zweite Schicht bewirkte Verbindung zwischen dem Grundmaterial und der ersten Schicht zumindest geschwächt bzw. angegriffen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Aufbringen der Salzschnmelze auf zumindest eine Schicht der beiden Schichten, die die erste Schicht und die zweite Schicht sind, mechanisch eingewirkt wird, und zwar derart die erste Schicht zumindest partiell entfernt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mechanische Einwirken ein Strahlen, insbesondere Hochdruckwasserstrahl-Strahlen, ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht ausschließlich **dadurch** entfernt bzw. abgelöst wird, dass mittels der Salzschnmelze die durch die zweite Schicht bewirkte Verbindung zwischen dem Grundmaterial und der ersten Schicht angegriffen wird bzw. chemisch aufgeschlossen wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schicht eine Wärmedämmschicht, insbesondere Wärmedämmschicht aus Zirkonoxid, ist.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht eine Thermisch Gewachsene Oxidschicht (TGO-Schicht) ist.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine dritte Schicht vorgesehen ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Schicht eine Diffusions-

schicht ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Schicht eine Schicht aus einer Gruppe von Schichten ist, welche Gruppe eine PtAl-Schicht, eine Al-Schicht sowie eine MCrAlY-Schicht aufweist. 5
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht zwischen der ersten Schicht und der dritten Schicht vorgesehen ist. 10
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht unmittelbar an die erste Schicht grenzt. 15
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt des Triebwerksbauteils, der zumindest einen Abschnitt der zweiten Schicht aufweist, in der Salzschnmelze über eine Zeitperiode positioniert ist, die wenigstens 5 min beträgt. 20
13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Salzschnmelze eine KOH-Schnmelze ist. 25
14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Entfernen der ersten Schicht eine neue erste Schicht aufgebracht wird. 30
15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren mittels einer Vorrichtung durchgeführt wird, die einen Behälter zur Aufnahme des Triebwerksbauteils und der Salzschnmelze aufweist. 35
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das sich in dem Behälter befindendes Salz aus dem festen Aggregatzustand zur Bildung der Salzschnmelze erwärmt wird, wobei das Triebwerksbauteil vor diesem Erwärmen in diesen Behälter eingebracht wird. 40
45
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Triebwerksbauteil für eine vorbestimmte Zeitperiode in der Salzschnmelze verbleibt, ggf. bei weiter geschlossenem Behälter von der Salzschnmelze getrennt wird, und anschließend die Salzschnmelze abkühlt bzw. abgekühlt wird, bevor das Triebwerkbauteil aus dem Behälter entnommen wird. 50
55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 15 0752

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|--|---|------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X | WO 00/06380 A (HOWMET RES CORP [US]) 10. Februar 2000 (2000-02-10) | 1,4-15 | INV. C23G1/32 F01D5/00 |
| Y | * Seite 4, Zeile 27 - Seite 12, Zeile 6; Ansprüche * * Seite 1, Zeilen 23-31 * | 2,3,16, 17 | |
| Y | EP 1 411 149 A (SIEMENS AG [DE]; OT OBERFLAECHENTECHNIK GMBH & [DE]) 21. April 2004 (2004-04-21) * Absätze [0020] - [0035]; Ansprüche * | 2,3 | |
| Y | EP 1 559 485 A (SIEMENS AG [DE]) 3. August 2005 (2005-08-03) * Absätze [0016] - [0022] * | 16,17 | |
| A | US 5 575 858 A (CHEN OTIS Y [SG] ET AL) 19. November 1996 (1996-11-19) * das ganze Dokument * | 1-17 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| | | | C23G F01D |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort München | | Abschlußdatum der Recherche 22. April 2009 | Prüfer Mauger, Jeremy |
| 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 | |

2
EPO FORM 1503, 03.82 (P04C03)

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

EP 09 15 0752

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

22-04-2009

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 0006380 A | 10-02-2000 | EP 1956116 A1 | 13-08-2008 |
| | | EP 1107867 A1 | 20-06-2001 |
| | | JP 2002521568 T | 16-07-2002 |
| | | US 6132520 A | 17-10-2000 |
| ----- | | | |
| EP 1411149 A | 21-04-2004 | CN 1688749 A | 26-10-2005 |
| | | WO 2004038068 A1 | 06-05-2004 |
| | | ES 2275138 T3 | 01-06-2007 |
| | | JP 2006503186 T | 26-01-2006 |
| | | US 2007131255 A1 | 14-06-2007 |
| | | US 2006231123 A1 | 19-10-2006 |
| ----- | | | |
| EP 1559485 A | 03-08-2005 | CN 1929931 A | 14-03-2007 |
| | | WO 2005072884 A1 | 11-08-2005 |
| | | US 2007170150 A1 | 26-07-2007 |
| ----- | | | |
| US 5575858 A | 19-11-1996 | DE 69502389 D1 | 10-06-1998 |
| | | DE 69502389 T2 | 24-12-1998 |
| | | EP 0759098 A1 | 26-02-1997 |
| | | JP 3786688 B2 | 14-06-2006 |
| | | JP 9512605 T | 16-12-1997 |
| | | SG 52191 A1 | 28-09-1998 |
| | | WO 9530032 A1 | 09-11-1995 |
| ----- | | | |

EPO FORM P0461

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