



(11)

EP 3 428 308 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.09.2024 Patentblatt 2024/36

(21) Anmeldenummer: **18173498.9**

(22) Anmeldetag: **22.05.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C23C 10/04 (2006.01) **C23C 10/18** (2006.01)
C23C 10/20 (2006.01) **C23C 10/30** (2006.01)
C23C 10/48 (2006.01) **C23C 10/50** (2006.01)
C23C 12/02 (2006.01) **F01D 5/28** (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C23C 10/04; C23C 10/18; C23C 10/20;
C23C 10/30; C23C 10/48; C23C 10/50;
C23C 12/02; F01D 5/288; F01D 25/162;
F05D 2230/31; F05D 2230/40; F05D 2230/80;
F05D 2300/121

(54) **VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN EINES BAUTEILS FÜR DEN HEISSGASKANAL EINER STRÖMUNGSMASCHINE**

METHOD FOR COATING A COMPONENT FOR THE HOT GAS CHANNEL OF A TURBOMACHINE

PROCÉDÉ DE REVÊTEMENT D'UN COMPOSANT POUR LE CANAL DE GAZ CHAUD D'UNE TURBOMACHINE

(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

(30) Priorität: **14.07.2017 DE 102017212075**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.01.2019 Patentblatt 2019/03

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Metscher, Martin**
81825 München (DE)

- **Heidenreich, Benedikt**
80637 München (DE)
- **Hägert, Jan**
82239 Alling (DE)
- **Hiller, Nils**
80805 München (DE)
- **Lang, Patrick**
80687 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 528 117 **EP-A1- 2 371 986**
WO-A1-2013/149609 **WO-A2-2006/061431**
DE-A1- 102009 008 510 **US-A1- 2006 177 686**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 428 308 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten eines Bauteils, das zum Anordnen im Heißgaskanal einer Strömungsmaschine vorgesehen ist.

Stand der Technik

[0002] Bei der Strömungsmaschine kann es sich bspw. um ein Strahltriebwerk handeln, z. B. um ein Mantelstromtriebwerk. Funktional gliedert sich die Strömungsmaschine in Verdichter, Brennkammer und Turbine. Etwa im Falle des Strahltriebwerks wird angesaugte Luft vom Verdichter komprimiert und in der nachgelagerten Brennkammer mit hinzugemischtem Kerosin verbrannt. Das entstehende Heißgas, eine Mischung aus Verbrennungsgas und Luft, durchströmt die nachgelagerte Turbine und wird dabei expandiert. Das vom Heißgas durchströmte Volumen, also der Pfad von einschließlich der Brennkammer über die Turbine bis zur Düse wird als "Heißgaskanal" bezeichnet.

[0003] Verschiedene Verfahren zum Beschichten von Bauteilen sind aus den Dokumenten EP1528117A1, US20060177686A1, WO2013149609A1, DE102009008510A1, WO2006061431A2 und EP2371986A1 bekannt.

[0004] Der vorliegende Gegenstand richtet sich auf ein zum Anordnen im Heißgaskanal vorgesehenes Bauteil, soll dabei aber zunächst ausdrücklich nicht auf das zur Illustration in Bezug genommene Strahltriebwerk beschränkt sein. Bei der Strömungsmaschine kann es sich bspw. auch um eine stationäre Gasturbine handeln.

Darstellung der Erfindung

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein besonders vorteilhaftes Verfahren zum Beschichten eines zum Anordnen im Heißgaskanal einer Strömungsmaschine vorgesehenen Bauteils anzugeben.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Auf die unbeschichtete Oberfläche des Bauteils wird also zunächst ein Bindemittel aufgebracht, welches das Beschichtungsmaterial bzw. eine Vorstufe davon in Partikelform enthält. Das bereichsweise mit dem Partikel-versetzten Bindemittel bedeckte Bauteil wird dann wärmebehandelt, wobei sich das Bindemittel auflöst und das Beschichtungsmaterial an dem Bauteil verbleibt (an der Oberfläche bzw. auch eindiffundiert).

[0007] Bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den abhängigen Ansprüchen und der gesamten Beschreibung, wobei in der Darstellung der Merkmale nicht immer im Einzelnen zwischen dem Beschichtungsverfahren und einem Herstellungsverfahren, im Zuge des-

sen beschichtet wird, bzw. einem entsprechenden Bauteil unterschieden wird. Generell ist die Offenbarung hinsichtlich sämtlicher Anspruchskategorien zu lesen.

[0008] Mit der Beschichtung kann bspw. ein Bereich des Bauteils geschützt werden, der z. B. aufgrund einer hohen Strömungsgeschwindigkeit bzw. Temperatur des Heißgases besonders oxidations- bzw. heißgaskorrosionsgefährdet ist. Umgekehrt haben die Erfinder festgestellt, dass ein Beschichten der gesamten heißgaszugewandten Oberfläche aerodynamisch nachteilig sein kann, weil die Beschichtung in der Regel eine rauere Oberfläche als bspw. ein unbeschichtetes, geschliffenes bzw. poliertes Bauteil hat. Eine Nachbearbeitung der Beschichtung selbst, etwa durch spanende Bearbeitung, kann andererseits z. B. hinsichtlich einer Rissbildung in angrenzenden Schichtbereichen problematisch und deswegen weniger erwünscht sein (eine Nachbearbeitung durch Gleitschleifen wäre denkbar, damit können aber die geringen Rauheiten polierter Oberflächen nicht oder nur schwer erreicht werden). Idealerweise wird deshalb nur ein im Besonderen oxidationsgefährdeter Bereich der Bauteiloberfläche beschichtet.

[0009] Eine solche nur bereichsweise Beschichtung der Oberfläche lässt sich mit dem vorgeschlagenen Verfahren in vorteilhafter Weise erreichen. Das Partikel-versetzte Bindemittel kann nämlich einem Lack vergleichbar gezielt auf den zu beschichtenden Bereich aufgebracht werden. Bei einem Aufsprühen des Bindemittels können der zu beschichtende Bereich und ein angrenzender von der Beschichtung auszunehmender Bereich bspw. mit einer einfachen, nur lokalen Maske definiert werden. Alternativ kann das Partikel-versetzte Bindemittel auch aufgepinselt oder aufgestrichen werden, wofür eine Maske nicht notwendig sein muss. Wollte man das Beschichtungsmaterial alternativ und anders als gemäß der vorliegenden Erfindung bspw. aus der Gasphase abscheiden, müsste das Bauteil hingegen aufgrund der ungerichteten, allseitig wirksamen Abscheidung weit aufwändiger und nahezu vollumfänglich abgedeckt werden, wobei lediglich die zu beschichtenden Bereiche unabgedeckt belassen werden könnten. Insbesondere kleine Bauteile können aber selbstverständlich auch insgesamt bzw. an ihrer gesamten heißgaszugewandten Oberfläche beschichtet werden (der aerodynamische Einfluss kann hier geringer sein, im Vergleich zu einer nicht erfindungsgemäßen Gasphasenabscheidung in Verbindung mit der Abdeckung von Funktionsflächen können sich wirtschaftliche Vorteile ergeben).

[0010] Eine solche lediglich bereichsweise Beschichtung, bei der bestimmte Bereiche unbeschichtet bleiben, ist auch vorteilhaft gegenüber einer vollständigen Beschichtung mit einer nachträglichen bereichsweisen Entfernung der Beschichtung, beispielsweise von spanend zu bearbeitenden Funktionsflächen. Damit kann nämlich das Risiko einer Rissbildung in der Beschichtung aufgrund der Entfernung vermieden werden.

[0011] Generell sind im Rahmen dieser Offenbarung "ein" und "eine" als unbestimmte Artikel und damit ohne

ausdrückliche gegenteilige Angabe immer auch als "mindestens ein" bzw. "mindestens eine" zu lesen. Soweit also bspw. davon die Rede ist, dass "ein Bereich" der Bauteiloberfläche beschichtet wird, ist dies selbstverständlich nicht dahingehend zu lesen, dass nur ein einziger Bereich beschichtet werden soll, die Beschichtung mehrerer Bereiche kann sogar bevorzugt sein (vgl. das Ausführungsbeispiel zur Illustration).

[0012] Das Beschichtungsmaterial wird auf die "unbeschichtete" Bauteiloberfläche des unbeschichteten Bauteils aufgebracht, das Bauteil wurde also insgesamt nicht bereits zuvor beschichtet. Als "Beschichtung" wird hierbei eine Schicht auf der Oberfläche verstanden, die insofern dauerhaft ist, als sie sich im Zuge der Wärmebehandlung nicht auflösen würde. Im Allgemeinen ist also bspw. denkbar, dass vor dem Aufbringen des Partikel-versetzten Bindematerials eine Lage des Bindemittels ohne Partikelbeigabe aufgebracht wird (diese Lage wäre insofern keine Schicht, als sie sich im Zuge der Wärmebehandlung auflösen würde). Bevorzugt wird das Partikel-versetzte Bindemittel jedoch direkt auf die Bauteiloberfläche selbst aufgebracht, also unmittelbar an jenen Werkstoff grenzend, aus dem das Bauteil vorgesehen ist. Die aufgebrachte Lage des Partikel-versetzten Bindemittels kann bspw. pro Bereich eine Fläche von mindestens 10 cm², 20 cm² bzw. 30 cm² haben (mögliche Obergrenzen hängen von der Bauteilgröße ab, können aber bspw. bei höchstens 200 cm² bzw. 100 cm² liegen).

[0013] In das Bindemittel sind die Partikel eingebettet. Bevorzugt ist ein flüssiges Bindemittel, das insbesondere zähflüssig (hochviskos) sein kann. Die Partikel und das Bindemittel bilden bevorzugt eine Suspension, diese kann bspw. unmittelbar vor dem Aufbringen durchmischt werden, etwa mit einem Rührer, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Partikel zu erreichen. Das Bindemittel kann bspw. auf Polymerbasis vorgesehen sein, etwa als Dispersion in wässriger Lösung oder in einem anderen Lösemittel. Das Bindemittel kann auch Bestandteile aufweisen, die sich bereits vor der Wärmebehandlung, beim Trocknen der aufgetragenen Lage verflüchtigen. Auch nach einem etwaigen Trocknen verbleibt jedoch ein Teil des Bindemittels, der sich dann im Zuge der Wärmebehandlung auflöst und bspw. abdampft bzw. -raucht.

[0014] Im Allgemeinen ist auch ein Beschichtungsmaterial denkbar, das erst im Zuge der Wärmebehandlung seine endgültige chemische Struktur annimmt. Deshalb kann das Bindemittel auch mit einer Vorstufe des Beschichtungsmaterials versetzt sein, die in einer während der Wärmebehandlung ablaufenden chemischen Reaktion in das Schichtmaterial umgewandelt wird (eine solche Vorstufe kann auch mehrkomponentig sein). Bevorzugt ist das Beschichtungsmaterial jedoch dem Bindemittel bereits in seiner endgültigen chemischen Form, als Element oder Verbindung beigegeben.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Partikel Aluminium auf, das bei der Wärmebehandlung anteilig in die Oberfläche des Bauteils eindif-

fundiert. Es sind bspw. auch Partikel aus einer Aluminiumlegierung denkbar, bevorzugt sind Partikel, die im Rahmen des technisch Üblichen aus Reinaluminium bestehen. Alternativ wäre im Allgemeinen bspw. auch ein keramisches Beschichtungsmaterial denkbar. Das Bauteil ist generell bevorzugt ein Metallbauteil, also aus einem metallischen Werkstoff vorgesehen, bspw. einer Legierung. Ganz allgemein kann für das Bauteil ein hochtemperaturfester Werkstoff vorteilhaft sein.

[0016] In bevorzugter Ausgestaltung ist das Bauteil aus einer Nickellegierung vorgesehen. Dies bezieht sich auf das Bauteil von dem Beschichtungsmaterial abgesehen; in Verbindung mit der Nickellegierung ist letzteres besonders bevorzugt Aluminium, siehe vorne. Das Bauteil kann aus einer Nickelbasislegierung vorgesehen sein, bspw. auch aus einer Nickelbasis-Superlegierung, die durch Zulegieren weiterer Bestandteile hinsichtlich der Kriech- bzw. Ermüdungsfestigkeit optimiert sein kann. Es kann bspw. Titan und/oder Aluminium zulegiert sein, bzw. auch Chrom, Kobalt etc.

[0017] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bindemittel auf organischer Basis vorgesehen, bspw. auf Epoxidharz- oder Alkydharz-Basis. Das Bindemittel pyrolysiert bei der Wärmebehandlung und verdampft bzw. raucht ab.

[0018] In bevorzugter Ausgestaltung beträgt die Temperatur bei der Wärmebehandlung mindestens 800 °C, weiter und besonders bevorzugt mindestens 850 °C bzw. 900 °C. Bevorzugte Obergrenzen können bspw. bei höchstens 1200 °C, 1150 °C, 1100 °C bzw. 1050 °C liegen, wobei die Obergrenzen im Allgemeinen auch unabhängig von den Untergrenzen offenbart sein sollen, und umgekehrt. Das Bauteil kann bspw. für eine Zeitdauer von mindestens 30 Minuten bzw. 60 Minuten in einem entsprechenden Temperaturbereich gehalten werden, mit möglichen (davon unabhängigen) Obergrenzen bei bspw. höchstens 24 Stunden bzw. 12 Stunden. Besonders bevorzugt kann eine Temperatur von rund 980 °C sein. Insbesondere im Falle des vorstehend genannten Aluminiums kann die Wärmebehandlung auch als Diffusionsglühen betrachtet werden, bei dem sich nicht nur das Bindemittel auflöst, sondern das Aluminium auch in die Oberfläche des Bauteils eindiffundiert.

[0019] Von der gesamten heißgaszugewandten Oberfläche des Bauteils wird ein Flächenanteil von mindestens 10 %, weiter und besonders bevorzugt mindestens 15 % bzw. 20 %, mit dem Partikel-versetzten Bindemittel beschichtet; die "heißgaszugewandte Oberfläche" ist der im Heißgaskanal von dem Heißgas umströmte Teil der gesamten Bauteiloberfläche. Im Allgemeinen auch unabhängig von den Untergrenzen liegen bevorzugte Obergrenzen bei höchstens 80 %, 70 %, 60 % bzw. 50 % (in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt). Es können aber zusätzlich oder alternativ auch heißgasabgewandte Oberflächenbereiche des Bauteils beschichtet werden (die außerhalb des Heißgaskanals liegen). Auch diese können oxidationsgefährdet sein, bspw. entsprechend heiße Zonen im Sekundär-Luftsys-

tem.

[0020] Umgekehrt ist also bei dem fertig beschichteten Bauteil bspw. ein Anteil von mindestens 20 %, 30 %, 40 % bzw. 50 % der heißgaszugewandten Oberfläche unbeschichtet, dann also in direktem Kontakt mit dem Heißgas. Dies kann zunächst, wie vorstehend geschildert, hinsichtlich der Aerodynamik Vorteile bieten, weil die unbeschichtete Oberfläche geglättet werden bzw. sein kann, bspw. durch Polieren. Wenngleich im Allgemeinen auch eine glättende Nachbehandlung der Beschichtung selbst denkbar ist, bspw. durch Gleitschleifen, erfolgt bevorzugt keine Nachbearbeitung. Die Bauteiloberfläche wird bevorzugt vor dem Beschichten geglättet, insb. geschliffen (auch unabhängig von den genannten Flächenanteilen).

[0021] Von der gesamten Bauteiloberfläche bleibt zumindest ein Funktionsflächenbereich unbeschichtet. Dieser Funktionsflächenbereich stellt, wenn das Bauteil in der Strömungsmaschine mit (einem) anderen Bauteil(en) zusammengebaut wird eine Montagegrenze dar. Es kann sich bspw. um eine Anlagefläche handeln, mit der das Bauteil dann an einem anderen Bauteil anliegt. Dabei ist es hinsichtlich der Maßhaltigkeit und damit Passgenauigkeit vorteilhaft, wenn der Funktionsflächenbereich im fertig beschichteten Bauteil unbeschichtet bleibt. Auch in dieser Hinsicht kann ein Vorteil des vorliegend beschriebenen Verfahrens, die gute Möglichkeit des bereichsweise selektiven Aufbringens, im Besonderen zum Tragen kommen (bei der nicht erfindungsgemäßen Gasphasenabscheidung würde das Abdecken der Funktionsflächenbereiche deutlich mehr Aufwand verursachen).

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das Partikel-versetzte Bindemittel vor der Wärmebehandlung sequentiell in mehreren Lagen aufgebracht. Es wird also zunächst eine erste Lage direkt auf die Bauteiloberfläche aufgebracht und anschließend mindestens eine weitere Lage auf zumindest einen Bereich der ersten Lage und ggf. anteilig auch einen bis dahin unbedeckten Oberflächenbereich. Die Lagen sollen zumindest einen Überlapp haben, sie können auch deckungsgleich sein. Mit dem sequentiellen Aufbringen kann bspw. einer Schlierenbildung bzw. einem ungleichmäßigen Partikelaufrag vorgebeugt werden, es lässt sich also gut reproduzierbar die je Flächenbereich gewünschte Menge an Beschichtungsmaterial einstellen. Nach dem Aufbringen einer Lage und vor dem Aufbringen der darauf folgenden wird bevorzugt getrocknet, bspw. bei einer Temperatur von mindestens 50 °C, bevorzugt 100 °C, wobei mögliche Obergrenzen (davon unabhängig) bspw. bei höchstens 250 °C bzw. 200 °C liegen können. Alternativ oder zusätzlich kann bspw. auch durch UV-Bestrahlung getrocknet werden. Bevorzugt wird nach dem Aufbringen jeder der Lagen getrocknet.

[0023] Werden mehrere Lagen aufgebracht, kann auch ein nur teilweiser, nicht vollständiger Überlapp dieser Lagen von Interesse sein. So können die Lagen bspw. in einem besonders oxidationsgefährdeten Be-

reich (z. B. an Vorder- und/oder Hinterkante, siehe unten im Detail) überlappen. In einem Übergang zu einem weniger oxidationsgefährdeten Bereich (z. B. den Seitenflächen) kann dann auch nur eine Lage aufgebracht sein, sodass also ein gewisser (gestufter) Verlauf eingestellt wird. Mit den im oxidationsgefährdeten Bereich überlappenden Lagen wird dort im Verhältnis mehr Beschichtungsmaterial aufgebracht. Mit der nur einen Lage ist in dem Übergangsbereich weniger Beschichtungsmaterial vorhanden (dort wird auch weniger benötigt), was bspw. hinsichtlich einer geringeren Oberflächenrauigkeit und damit aerodynamisch, aber auch strukturmechanisch von Vorteil sein kann.

[0024] Im Folgenden wird das Bauteil an sich weiter im Detail erläutert.

[0025] In bevorzugter Ausgestaltung hat es in Bezug auf die Umströmung in dem Heißgaskanal eine Vorder- und eine Hinterkante, sowie zwei sich jeweils zwischen Vorder- und Hinterkante erstreckende Seitenflächen. Das Bauteil kann als Verkleidung im Turbinenzwischengehäuse dienen (siehe unten). Unabhängig davon im Einzelnen wird bzw. werden bevorzugt die Vorder- und/oder die Hinterkante mit der Beschichtung bedeckt, besonders bevorzugt beide. Bezogen auf die Erstreckung, welche die entsprechende Kante (Vorder- oder Hinterkante) hat, soll die Beschichtung jedenfalls einen größeren Teil davon bedecken, also mindestens 50 %, 60 %, 70 % bzw. 80 % (in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt). Bevorzugt bleiben die Seitenflächen jeweils zumindest bereichsweise unbeschichtet, was aerodynamisch vorteilhaft sein kann (siehe vorne). Eine jeweilige Beschichtung kann sich um die entsprechende Kante und dabei durchaus noch in die beiden Seitenflächen hinein erstrecken, soll dabei aber nicht durchgehend bis zur jeweilig anderen Kante vorliegen.

[0026] Das Bauteil ist zum Anordnen in einem Turbinenzwischengehäuse (*Turbine Center Frame*) vorgesehen. Es kann sich bei dem Bauteil bspw. auch um ein sogenanntes *Panel* (auch als Heißgaskanalplatte bezeichnet) handeln, das im Innen- oder Außendeckband angeordnet wird.

[0027] In alternativer und bevorzugter Ausgestaltung ist das Bauteil im Turbinenzwischengehäuse als Verkleidung einer das Lager der Turbinenwelle tragenden Stützstrebe vorgesehen. Das Lager der Turbinenwelle wird umlaufend, bezogen auf einen Umlauf um die Drehachse der Turbinenwelle, von mehreren Stützstreben getragen, die aus aerodynamischen und thermischen Gründen verkleidet werden. Diese Verkleidungen werden auch *Fairings* genannt. Eine solche Verkleidung hat Vorder- und Hinterkante sowie Seitenflächen (siehe vorne), ist also im Prinzip wie eine Leitschaufel aufgebaut. Bezüglich der bevorzugten Beschichtung von Vorder- und Hinterkante wird auf die vorstehenden Anmerkungen verwiesen.

[0028] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird der zu beschichtende Bereich mit einer Maske maskiert, wird also ein umgebender Oberflächenbereich abgedeckt. Wenngleich im Allgemeinen bspw. auch ein Auf-

trag des Partikel-versetzten Bindemittels durch Streichen oder Drucken denkbar ist, wird es bevorzugt gesprüht. Die Maske verhindert dabei einen Partikelaufrag auf Bereiche, die unbeschichtet bleiben sollen. Bevorzugt ist eine Maske, die als im Gesamten für sich zusammenhängendes Teil an das Bauteil angehalten wird, bevorzugt nicht verklebt wird, was einen hohen Durchsatz ermöglicht. Bevorzugt hat die Maske eine zu einer Oberflächenkontur des Bauteils komplementäre Form und ist sie in dem zu beschichtenden Bereich unterbrochen.

[0029] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines beschichteten Bauteils gemäß Anspruch 10.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0030] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die einzelnen Merkmale im Rahmen der nebengeordneten Ansprüche auch in anderer Kombination erfindungswesentlich sein können und auch weiterhin nicht im Einzelnen zwischen den unterschiedlichen Anspruchskategorien unterschieden wird.

[0031] Im Einzelnen zeigt

- Figur 1a ein Strahltriebwerk in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht, schematischen Ansicht;
- Figur 1b eine schematische Detailansicht zu Figur 1a;
- Figur 2 in einer Seitenansicht eine Verkleidung einer Stützstrebe aus dem Turbinenzwischengehäuse;
- Figur 3a einen schematischen Schnitt durch einen Bereich des Bauteils gemäß Figur 2 zur Illustration eines Zwischenschritts des Beschichtungsverfahrens;
- Figur 3b ebenfalls in einem Schnitt eine gemäß dem Beschichtungsverfahren hergestellte Schicht.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0032] **Figur 1a** zeigt eine Strömungsmaschine 1 in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht, konkret ein Strahltriebwerk. **Figur 1b** zeigt eine schematische Detailansicht dazu, die folgenden Anmerkungen beziehen sich auf beide Figuren. Funktional gliedert sich die Strömungsmaschine 1 in Verdichter, Brennkammer und Turbine. Sowohl der Verdichter als auch die Turbine sind jeweils aus mehreren Stufen aufgebaut (nicht dargestellt), jede Stufe setzt sich aus einem Leit- und einem Laufschaufelkranz zusammen. Die Laufschaufelkranze rotieren im Betrieb um die Längsachse 2 der Strömungsmaschine 1. Die Turbinenwelle 3 ist in einem Lager 4

geführt, das von Stützstreben 5 (teils strichliert) in der übrigen Strömungsmaschine 1 gehalten wird. Im Bereich des Heißgaskanals ist jede der Stützstreben 5 aus aerodynamischen und auch thermischen Gründen ummantelt, nämlich von einem Bauteil 6, das eine Verkleidung darstellt und auch als *Fairing* bezeichnet wird.

[0033] Gerade bei der Beschichtung von Fairings bzw. Panels hat sich das erfindungsgemäße Verfahren als besonders vorteilhaft herausgestellt, weil bei diesen bestimmte Flächen nach dem Beschichtungsprozess spannend bearbeitet werden. Durch das bereichsweise Beschichten mittels Sprühen und/oder Pinseln (auch als sog. "Touch-up" coating bezeichnet) kann eine Rissbildung durch ein lokales Entfernen der Beschichtung während nachfolgender Prozessschritte vermieden werden. Zudem kann auch ein aufwändiges vollumfängliches Abdecken für eine lokale Beschichtung mittels nicht erfindungsgemäßer Gasphasenabscheidung vermieden werden.

[0034] **Figur 2** zeigt eine solche Verkleidung in einer Schrägansicht, nicht dargestellt sind die typischerweise in einem Guss damit geformten Innen- und Außendeckbandabschnitte. Die Verkleidung weist in Bezug auf die Heißgasströmung 20 eine Vorderkante 21 und eine Hinterkante 22 auf, sowie ferner zwei jeweils Vorder- und Hinterkante 21, 22 miteinander verbindende, einander entgegengesetzte Seitenflächen 23a,b. Die Vorder- und die Hinterkante 21, 22 sind jeweils mit einer Beschichtung 24 versehen. Die Beschichtungen 24a,b bedecken die Kanten 21, 22 jeweils über den größeren Teil ihrer Erstreckung, lassen aber umgekehrt die Seitenflächen 23a,b teilweise unbeschichtet. Dies hat aerodynamische Gründe, vgl. die Beschreibungseinleitung im Detail. Eine solche nur bereichsweise Beschichtung lässt sich mit dem nachstehend beschriebenen Verfahren im besonders vorteilhafter Weise erreichen.

[0035] **Figur 3a** zeigt einen schematischen Schnitt des Bauteils 6 in einem Bereich, der beschichtet wird. Das Bauteil ist aus einer Nickellegierung vorgesehen und wird mit Aluminium beschichtet, das allerdings nicht aus der Gasphase auf die unbeschichtete Oberfläche 30 des Bauteils 6 abgeschieden wird. Stattdessen wird das Aluminium in Form von Partikeln 31 in einem Bindemittel 32 vorgehalten, und es wird diese Suspension, also das Partikel-versetzte Bindemittel 32, auf die unbeschichtete Bauteiloberfläche 30 aufgebracht. Das Bindemittel 32 kann bspw. auf Epoxidharz-Basis vorgesehen sein, die Partikel 31 werden beigegeben und bspw. durch Verrühren vor dem Aufbringen gleichmäßig verteilt. Die Suspension kann einem Lack vergleichbar aufgesprüht werden.

[0036] In einem nächsten Schritt wird das Bauteil 6, auf das eine Lage 33 des Partikel-versetzten Bindemittels 32 aufgebracht wurde, bei einer Temperatur von rund 980°C wärmebehandelt. Bei diesem Diffusionsglühen pyrolysiert und verdampft einerseits das Bindemittel 32, andererseits diffundiert das Aluminium anteilig auch in die Oberfläche 30 des Bauteils 6 ein. Dies zeigt **Figur**

3b, das Beschichtungsmaterial 35, also das Aluminium, befindet sich zu einem Teil an der Oberfläche 30, ist aber anteilig auch eindiffundiert. Es resultiert eine Beschichtung, welche die besonders oxidationsgefährdeten Bereiche an und um Vorder- und Hinterkante 21,22 gut vor einer Oxidation schützt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0037]

Strömungsmaschine	1
Längsachse	2
Turbinenwelle	3
Lager	4
Stützstrebe	5
Bauteil	6
Vorderkante	21
Hinterkante	22
Seitenflächen	23a, b
Bereich	24a, b
Oberfläche	30
Partikel	31
Bindemittel	32
Lage	33
Beschichtungsmaterial	35

Patentansprüche

1. Verfahren zum nur bereichsweisen Beschichten eines insgesamt nicht bereits zuvor beschichteten Bauteils (6) mit einem Beschichtungsmaterial (35), welches Bauteil (6) zum Anordnen im Heißgaskanal in einem Turbinenzwischengehäuse einer Strömungsmaschine (1) als Panel, also als Heißgaskanalplatte, oder als Fairing, also als Verkleidung einer das Lager (4) der Turbinenwelle (3) tragenden Stützstrebe (5), vorgesehen ist, in welchem Verfahren

- das Beschichtungsmaterial (35) oder eine Vorstufe davon in Form von Partikeln (31) in Mischung mit einem Bindemittel (32) vorgehalten wird;
- auf einen Bereich (24a,b) einer unbeschichteten Oberfläche (30) des Bauteils (6) eine Lage (33) des Partikel-versetzten Bindemittels (32) aufgebracht wird;
- das Bauteil (6) mit dem Partikel-versetzten Bindemittel (32) darauf derart wärmebehandelt wird, dass sich das Bindemittel (32) auflöst und das Beschichtungsmaterial (35) an dem Bauteil (6) verbleibt;
- ein spanend zu bearbeitender oder spanend bearbeiteter Funktionsflächenbereich der Ober-

fläche (30) des Bauteils (6), der hinsichtlich eines Zusammenbaus des Bauteils (6) mit anderen Bauteilen in der Strömungsmaschine (1) eine Montagegrenze und eine Anlagefläche, mit der das Bauteil an einem anderen Bauteil (6) anliegt, darstellt, im fertig beschichteten Bauteil (6) unbeschichtet bleibt, wobei in dem Verfahren von einem heißgaszugewandten Teil der Oberfläche (30) des Bauteils (6) ein Flächenanteil von mindestens 10 % beschichtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die Partikel (31) Aluminium aufweisen, das bei der Wärmebehandlung anteilig in die Oberfläche (30) des Bauteils (6) eindiffundiert, und/oder bei welchem die Lage durch Sprühen und/oder durch Aufpinseln, insbesondere lokal, aufgebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem das Bauteil (6) aus einer Nickellegierung vorgesehen ist.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem das Bindemittel (32) auf organischer Basis vorgesehen ist und bei der Wärmebehandlung pyrolysiert.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem bei mindestens 800 °C und höchstens 1200 °C wärmebehandelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem von einem heißgaszugewandten Teil der Oberfläche (30) des Bauteils (6) ein Flächenanteil von höchstens 80 % beschichtet wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem das Partikel-versetzte Bindemittel (32) vor der Wärmebehandlung sequenziell in mehreren Lagen (33) aufgebracht wird, die auf der Oberfläche (30) des Bauteils (6) miteinander zumindest einen Überlapp haben.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem das Bauteil (6) in Bezug auf eine Umströmung in dem Heißgaskanal eine Vorder- (21) und eine Hinterkante (22) hat, sowie ferner zwei die Vorder- (21) und die Hinterkante (22) miteinander verbindende Seitenflächen (23a,b) hat, wobei die Vorder- (21) und/oder die Hinterkante (22) über jeweils mindestens 50 % ihrer jeweiligen Erstreckung beschichtet werden, die Seitenflächen (23a,b) aber jeweils zumindest bereichsweise unbeschichtet bleiben.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der Bereich (24a,b) der Oberfläche (30), auf den das Partikel-versetzte Bindemittel (32)

aufgebracht wird, bei dem Aufbringen des Partikelversetzten Bindemittels (32) mit einer Maske maskiert wird.

10. Verfahren zum Herstellen eines beschichteten Bauteils (6), nämlich Fairings oder Panels, zum Anordnen im Heißgaskanal in einem Turbinenzwischengehäuse einer Strömungsmaschine (1), umfassend Beschichten des Bauteils (6) mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Claims

1. Method for coating only some regions of a component (6) which has not previously been fully coated with a coating material (35), which component (6) is provided for arrangement in the hot gas channel in a turbine intermediate housing of a turbomachine (1) as a panel, i.e., as a hot gas channel plate, or as a fairing, i.e., as a covering of a support strut (5) supporting the bearing (4) of the turbine shaft (3), in which method

- the coating material (35) or a precursor thereof is kept in the form of particles (31) mixed with a binder (32);

- a layer (33) of the particle-treated binder (32) is applied to a region (24a, b) of an uncoated surface (30) of the component (6);

- the component (6) with the particle-treated binder (32) thereon is heat-treated such that the binder (32) dissolves and the coating material (35) remains on the component (6);

- a functional surface area of the surface (30) of the component (6) which is to be machined or has been machined and which represents, with regard to an assembly of the component (6) with other components in the turbomachine (1), an assembly limit and a contact surface with which the component rests against another component (6), remains uncoated in the fully coated component (6),

wherein in the method a surface area of at least 10% of a part of the surface (30) of the component (6) facing the hot gas is coated.

2. Method according to claim 1, in which the particles (31) comprise aluminum which diffuses proportionately into the surface (30) of the component (6) during the heat treatment, and/or in which the layer is applied by spraying and/or by brushing, in particular locally.
3. Method according to either claim 1 or claim 2, in which the component (6) is made of a nickel alloy.
4. Method according to any of the preceding claims, in

which the binder (32) is organic-based and pyrolyzes during the heat treatment.

5. Method according to any of the preceding claims, in which heat treatment is carried out at at least 800°C and at most 1200°C.

6. Method according to any of the preceding claims, in which a surface area of at most 80% of a part of the surface (30) of the component (6) facing the hot gas is coated.

7. Method according to any of the preceding claims, in which the particle-treated binder (32) is applied sequentially in multiple layers (33) before the heat treatment, which layers have at least one overlap with each other on the surface (30) of the component (6).

8. Method according to any of the preceding claims, in which the component (6) has a leading edge (21) and a trailing edge (22) with respect to a flow in the hot gas channel, and also has two side surfaces (23a, b) connecting the leading edge (21) and the trailing edge (22) to one another, wherein the leading edge (21) and/or the trailing edge (22) are each coated over at least 50% of their relevant extent, but the side surfaces (23a, b) each remain uncoated at least in some regions.

9. Method according to any of the preceding claims, in which the region (24a, b) of the surface (30) to which the particle-treated binder (32) is applied is masked with a mask during the application of the particle-treated binder (32).

10. Method for producing a coated component (6), namely fairings or panels, for arrangement in the hot gas channel in a turbine intermediate housing of a turbomachine (1), comprising coating the component (6) by means of a method according to any of claims 1 to 9.

Revendications

1. Procédé pour le revêtement uniquement dans certaines zones d'un composant (6), lequel n'a pas été revêtu au préalable dans son ensemble, d'un matériau de revêtement (35), lequel composant (6) est prévu pour être disposé dans le canal de gaz chaud dans un carter intermédiaire de turbine d'une turbomachine (1) en tant que panneau, c'est-à-dire en tant que plaque de canal de gaz chaud, ou en tant que carénage, c'est-à-dire en tant que garniture d'une entretoise de support (5) supportant le palier (4) de l'arbre de turbine (3), dans lequel procédé

- le matériau de revêtement (35) ou un précurseur de celui-ci est maintenu sous forme de particules (31) dans un mélange avec un liant (32) ;
 - sur une zone (24a,b) d'une surface (30) non revêtue du composant (6), une couche (33) du liant (32) mélangé aux particules est appliquée ;
 - le composant (6) comportant le liant (32) mélangé aux particules sur lui est traité thermiquement de telle sorte que le liant (32) se dissout et le matériau de revêtement (35) reste sur le composant (6) ;
 - une zone de surface fonctionnelle de la surface (30) du composant (6), laquelle zone est à usiner par enlèvement de copeaux ou est usinée par enlèvement de copeaux, représente, en ce qui concerne un assemblage du composant (6) avec d'autres composants dans la turbomachine (1), une limite de montage et une surface d'appui par laquelle le composant s'appuie contre un autre composant (6), et reste non revêtue dans le composant (6) revêtu fini, dans lequel, dans le procédé, une proportion de surface d'au moins 10 % d'une partie orientée vers le gaz chaud de la surface (30) du composant (6) est revêtue.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les particules (31) présentent de l'aluminium qui, lors du traitement thermique, se diffuse proportionnellement dans la surface (30) du composant (6), et/ou dans lequel la couche est appliquée par pulvérisation et/ou par badigeonnage, en particulier localement.
 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le composant (6) est prévu en un alliage de nickel.
 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le liant (32) est prévu sur une base organique et est pyrolysé lors du traitement thermique.
 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un traitement thermique à au moins 800 °C et au plus 1 200 °C est effectué.
 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une proportion de surface d'au plus 80 % d'une partie orientée vers le gaz chaud de la surface (30) du composant (6) est revêtue.
 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le liant (32) mélangé aux particules est appliqué, avant le traitement thermique, de manière séquentielle en plusieurs couches (33) qui se chevauchent au moins les unes les autres sur la surface (30) du composant (6).
 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le composant (6) possède un bord d'attaque (21) et un bord de fuite (22) par rapport à un écoulement dans le canal de gaz chaud, et possède en outre deux surfaces latérales (23a,b) reliant le bord d'attaque (21) et le bord de fuite (22) l'un à l'autre, dans lequel le bord d'attaque (21) et/ou le bord de fuite (22) sont revêtus sur respectivement au moins 50 % de leur étendue respective, mais les surfaces latérales (23a,b) restent respectivement non revêtues au moins dans certaines zones.
 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la zone (24a,b) de la surface (30) sur laquelle le liant (32) mélangé aux particules est appliqué est masquée par un moyen de masquage lors de l'application du liant (32) mélangé aux particules.
 10. Procédé pour la fabrication d'un composant (6) revêtu, à savoir un carénage ou un panneau, destiné à être disposé dans le canal de gaz chaud dans un carter intermédiaire de turbine d'une turbomachine (1), comprenant le revêtement du composant (6) par un procédé selon l'une des revendications 1 à 9.

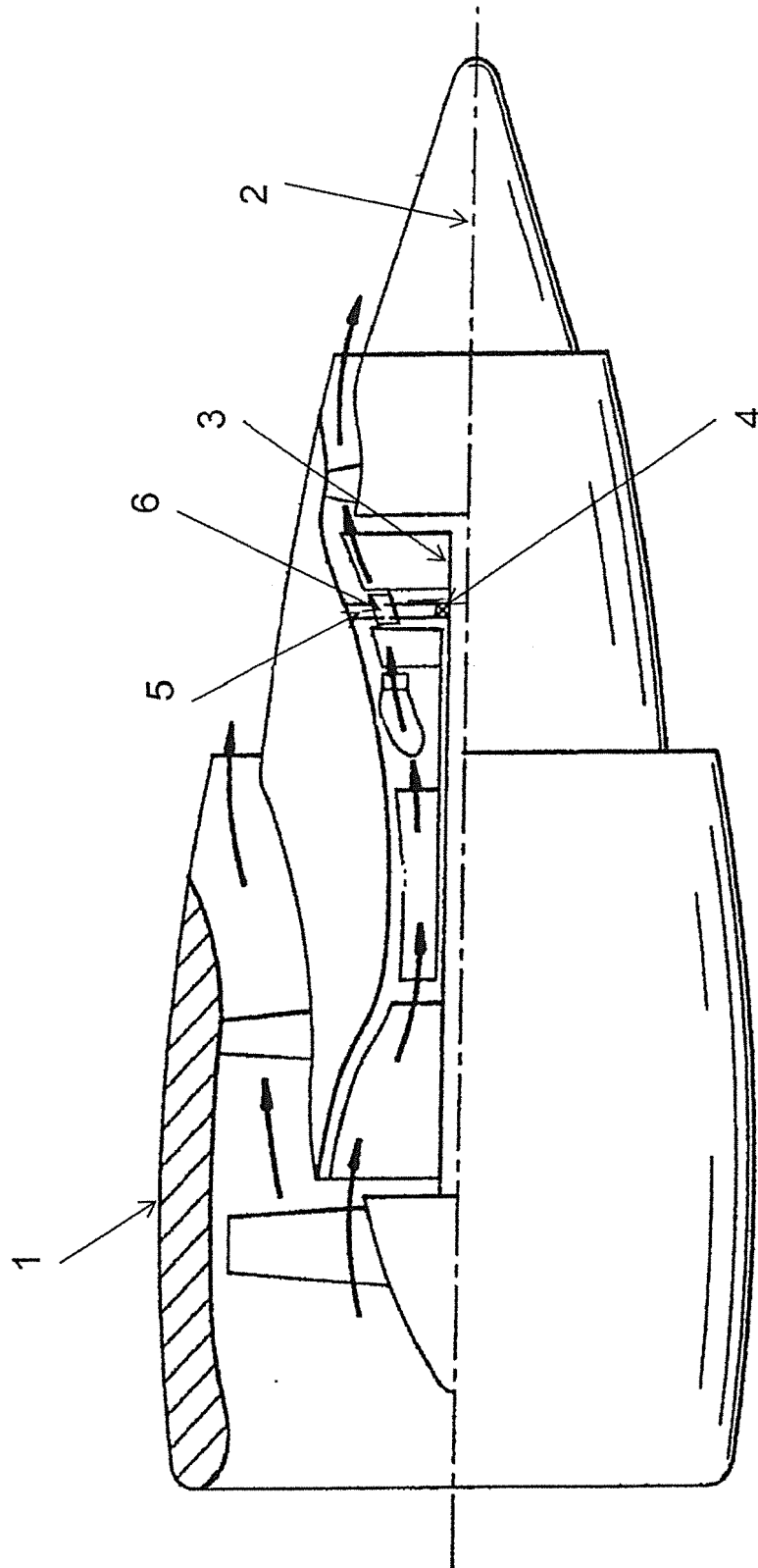


Fig. 1a

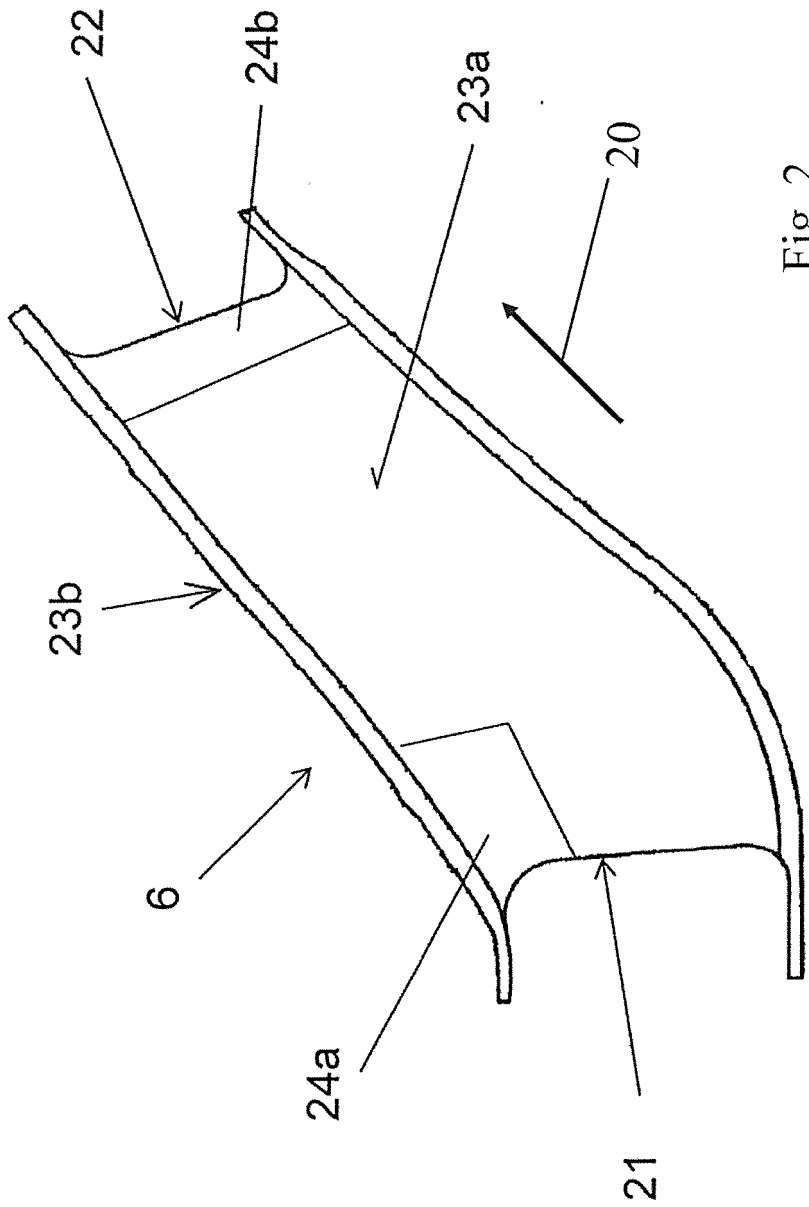


Fig. 2

Fig. 1b

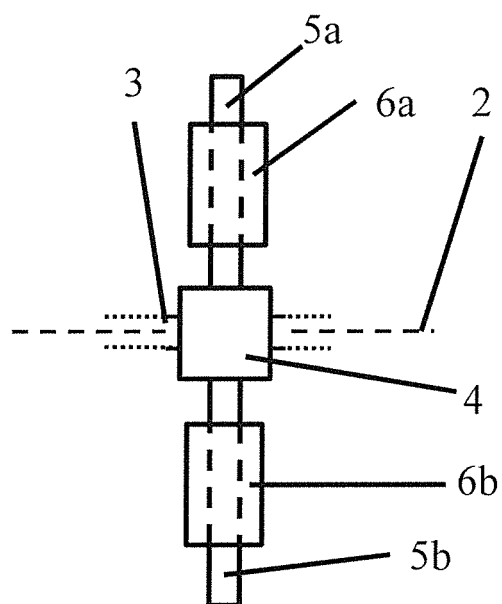


Fig. 3a

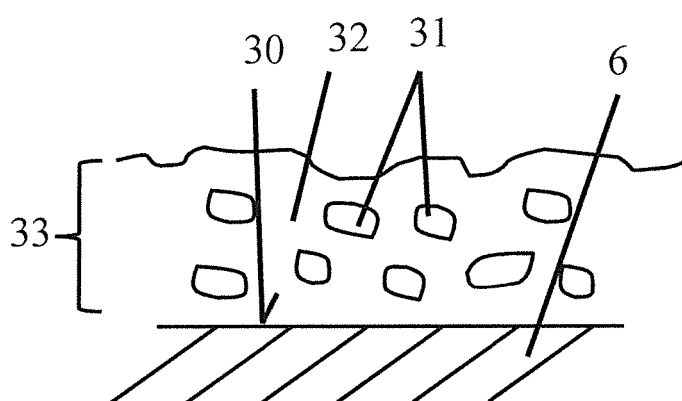
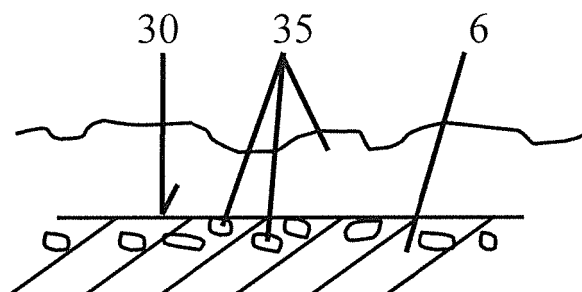


Fig. 3b



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

- EP 1528117 A1 **[0003]**
- US 20060177686 A1 **[0003]**
- WO 2013149609 A1 **[0003]**
- DE 102009008510 A1 **[0003]**
- WO 2006061431 A2 **[0003]**
- EP 2371986 A1 **[0003]**