(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Januar 2007 (25.01.2007)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/009547 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 10/48 (2006.01) *C23C 10/06* (2006.01)
C23C 10/50 (2006.01) *C23C 10/08* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/005938

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juni 2006 (21.06.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 033 073.8 15. Juli 2005 (15.07.2005) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **GKN SINTER METALS HOLDING GMBH** [DE/DE]; Krebsöge 10, 42477 Radevormwald (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **LI, Zi** [DE/DE]; Erbschlöer Strasse 22, 42369 Wuppertal (DE). **MÄHLIG, Enrico** [DE/DE]; Odenthaler Markweg 48A, 51467 Bergisch Gladbach (DE).

(74) Anwalt: **MAXTON LANGMAACK & PARTNER**; Postfach 51 08 06, 50944 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** METHOD FOR THE ALLOYING OF ALUMINIUM TO FORM COMPONENTS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR ZULEGIERUNG VON ALUMINIUM ZU BAUTEILEN

(57) **Abstract:** To achieve the object of providing a method by which the disadvantages entailed in the production of components from materials that contain aluminium are avoided, a method for alloying aluminium to form components is proposed, the alloying of aluminium taking place by adding an aluminium-containing material, the component being surrounded by at least one means receiving aluminium-containing material and the element that is formed in such a way being sintered. With preference, the component is wrapped in at least one metal nonwoven, an aluminium foil being arranged between the nonwoven and the component.

(57) **Zusammenfassung:** Zur Lösung der Aufgabe, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit welchem die im Zusammenhang mit der Herstellung von Bauteilen aus aluminiumhaltigen Materialen zusammenhängenden Nachteile vermieden werden, wird ein Verfahren zur Zulegierung von Aluminium zu Bauteilen vorgeschlagen, wobei die Zulegierung von Aluminium durch Zugabe von aluminiumhaltigem Material erfolgt, wobei das Bauteil mit mindestens einem aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel umgeben und das solchermassen gebildete Element gesintert wird. Bevorzugt wird das Bauteil mit mindestens einem Metallvlies umwickelt, wobei zwischen dem Vlies und dem Bauteil Aluminiumfolie angeordnet wird.

WO 2007/009547 A1

Verfahren zur Zulegierung von Aluminium zu Bauteilen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zulegierung von Aluminium zu Bauteilen sowie ein mittels dieses Verfahrens hergestelltes Bauteil.

Aluminium ist aufgrund seiner speziellen Eigenschaften ein bevorzugter Werkstoff insbesondere in der Raumfahrt und Automobilindustrie. Aus Aluminium bzw. Aluminium enthaltenden Werkstoffen hergestellte Bauteile sind im Vergleich mit üblichen, beispielsweise aus Gusseisen hergestellten Bauteilen, leichter. Durch die Verringerung des Gewichts sind beispielsweise bei Automobilen eine Steigerung des Wirkungsgrades sowie eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und eine Verbesserung der Abgaswerte zu erreichen. Beispielsweise im Motor- und Getriebebau werden gegenwärtig die bisherigen Stahl- und Gussteile Stück für Stück ersetzt durch solche aus Aluminium, bzw. unter Verwendung von Aluminium hergestellten. Da bei einer Kombination von Stahl- bzw. Gussteilen mit solchen aus Aluminium Probleme aufgrund des unterschiedlichen physikalischen Verhaltens der Werkstoffe auftreten, ist es wünschenswert, möglichst viele klassische Bauteile aus Stahl oder Guss durch solche unter Verwendung von Aluminium hergestellte zu ersetzen. Denn hierdurch werden Probleme aufgrund von Unterschieden der eingesetzten Materialien hinsichtlich der thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der thermischen Leitfähigkeit, der elastischen Eigenschaften etc. vermieden. Durch die Verwendung von aufeinander abgestimmten Bauteilen, welche unter Verwendung von Aluminium hergestellt sind, werden insbesondere auch höhere Wirkungsgrade erzielt.

Da viele Motor-, Kupplungs- und Getriebebauteile pulvermetallurgisch hergestellt werden, besteht ein großes Interesse daran, Verfahren zur Verfügung zu stellen, mittels welchen Aluminiumbauteile pulvermetallurgisch hergestellt werden können. Nachteilig an der pulvermetallurgischen Herstellung von Bauteilen unter Verwendung von Aluminium ist insbesondere, dass Aluminium und seine Legierungen dazu neigen, sich bei Luftkontakt mit einem äußerst stabilen Metalloxid zu belegen. Hierdurch wird insbesondere die spezifische Oberfläche erhöht. Durch die sich auf dem eingesetzten aluminiumhaltigen Material befindlichen Oxidhäute wird die für das Sintern notwendige Diffusion der Partikel des verwendeten Pulvermaterials behindert. Weiterhin weisen aus aluminiumhaltigen Materialien hergestellte Bauteile im Vergleich zu solchen aus Stahl oder Guss hergestellten verminderte Festigkeitswerte, insbesondere eine geringere Härte, auf. Zudem behindern die sich auf dem aluminiumhaltigen Ausgangsmaterial befindlichen Oxidhäute im üblichen Press-

vorgang die Kaltverschweißung der Partikel untereinander.

Ein typischer aluminiumhaltiger Stahl ist beispielsweise derjenige mit der deutschen Werkstoffnummer 1.4767. Bei Einsatz derartiger aluminiumhaltiger Stähle ist jedoch insbesondere nachteilig, dass sich diese aufgrund der bereits vorstehend beschriebenen hohen Sauerstoffaffinität des Aluminiums nachteilig im Sinterschritt verhalten. Auch ist eine Wasserverdüsung derartiger aluminiumhaltiger Stähle unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht tragbar. Sollen derartige aluminiumhaltige Stähle als Fasern eingesetzt werden und daher dem eigentlichen Sintern ein Drahtziehschritt vorausgehen, so führt die Metalloxidhaut zudem zu einem starken Verschleiß des eingesetzten Ziehsteins.

Es besteht daher ein Bedarf an einem Verfahren, mittels welchem aluminiumhaltige Bauteile hergestellt werden, ohne dass im Herstellungsverfahren die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile auftreten. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Zulegierung von Aluminium zu derartigen Bauteilen zur Verfügung zu stellen, welches die vorgenannten Nachteile nicht aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Zulegierung von Aluminium zu Bauteilen, wobei die Zulegierung von Aluminium durch Zugabe von aluminiumhaltigem Material erfolgt, wobei das Bauteil mit mindestens einem aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel umgeben und das solchermaßen gebildete Element gesintert wird. Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist betreffend das erfindungsgemäße Verfahren unter Sintern insbesondere zu verstehen die Erzielung einer ausreichenden Temperatur, durch welche Aluminium in die Gasphase überführt wird und sich hierdurch zumindest teilweise auf der Oberfläche des betreffenden Bauteils niederschlägt und anschließend bei Vorliegen ausreichender Temperaturen in das Material des Bauteils hineindiffundiert. Somit werden durch das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere Bauteile erhalten, welche in einer oberflächennahen Schicht erhöhte Gehalte von Aluminium aufweisen. Voraussetzung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist selbstverständlich, dass das mit Aluminium zu versehende Bauteil bei den zur Diffusion des Aluminiums in das Bauteil hinein notwendigen Temperaturen nicht selbst in einen flüssigen Zustand übergeht. Das mit Aluminium zu versehende Bauteil kann selbst Gehalte an Aluminium aufweisen (aluminiumarme, insbesondere Aluminium-Gehalte von weniger als 2 Gew%, bevorzugt ist dieses jedoch im Wesentlichen aluminiumfrei. Der Vorteil gegenüber der Beimischung von Pulver/Fasern, so sie denn erhältlich sind/wären, ist, dass keine Veränderungen der Materialkonsistenz im Hinblick auf Poren, die durch Schmelze des Aluminiums verursacht werden, auftritt.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den besonderen Vorteil, dass beispielsweise von üblichen Eisen-Chrom-Stählen, gegebenenfalls mit Gehalten an sonstigen Metallen, insbesondere Seltenen Erden, ausgehend zunächst Bauteile einschließlich Grünlinge mit hohen Festigkeitswerten hergestellt werden können, welche in einem weiteren Schritt hinsichtlich ihrer Eigenschaften durch das Zulegieren von Aluminium insbesondere in die oberflächennahen Bereiche beeinflusst und gezielt deren Aluminiumgehalt eingestellt werden kann.

Das aluminiumhaltige Material, welches beispielsweise eine Aluminiumlegierung, bevorzugt reines Aluminium, ist, verflüssigt sich im Sinterschritt bei Erreichen der Schmelztemperatur, welche beispielsweise bei reinem Aluminium bei einem Wert von etwa 660 °C liegt, wobei das dann flüssige aluminiumhaltige Material von dem aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel großflächig aufgenommen wird. Hierdurch wird ein Abtropfen der aluminiumhaltigen Schmelze verringert und die Konzentration von Aluminium in unmittelbarer Nachbarschaft zu dem mit Aluminium zu versehenden Bauteil wird hierdurch hoch gehalten. Beim Unterschreiten des Dampfdruckes, bevorzugt oberhalb von etwa 1000 °C, der aluminiumhaltigen Schmelze geht Aluminium in den Gaszustand über und reichert sich im Dampf an. Da sich der aluminiumhaltige Dampf in unmittelbarer Nähe zu dem mit Aluminium zu versehenden Bauteil entwickelt, kann das gasförmige Aluminium sich zumindest teilweise auf der Oberfläche des betreffenden Bauteils niederschlagen und wird durch Erreichen der Sintertemperatur des Bauteils in die oberflächennahen Schichten desselben hineindiffundieren. Das aufgelöste Aluminium weist einen thermodynamisch geringeren Dampfdruck auf und bleibt im Bauteil stabil. Somit ist das erfindungsgemäße Verfahren charakterisiert durch insgesamt mindestens drei Temperaturstufen im Sinterschritt, wobei in der ersten Temperaturstufe die Verflüssigung des aluminiumhaltigen Materials erfolgt, die zweite Temperaturstufe die Verdampfung des Aluminiums kennzeichnet, und in einer dritten Temperaturstufe die eigentliche Sinterung mit der Diffusion des Aluminiums in die zumindest oberflächennahen Bereiche des Bauteils erfolgt.

Das aluminiumhaltiges Material aufnehmende Mittel weist bevorzugt ein ausreichend großes, insbesondere hohes Porenvolumen auf, und ist vorzugsweise vliesartig aufgebaut, wobei besonders bevorzugt ein Vlies aus Metall und/oder Keramik eingesetzt wird. Grundsätzlich sollte vorzugsweise das aluminiumhaltiges Material aufnehmende Mittel eine große Oberfläche aufweisen, wodurch gleichmäßig und großflächig das nach Erreichen der ersten Temperaturstufe geschmolzene Aluminium bzw. aluminiumhaltige Material aufgenommen und hierdurch auch gleichmäßig um das von dem aluminiumhaltiges

Material aufnehmenden Mittel umgebende Bauteil herum verteilt wird. Hierdurch kann dann, soweit gewünscht, eine sehr gleichmäßige Diffusion des Aluminiums in die gesamte oberflächennahe Schicht des Bauteils erfolgen.

Der Sinterschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt bevorzugt oberhalb der Verdampfungstemperatur des aluminiumhaltigen Materials, wie bereits vorstehend angesprochen. Die Temperatur, bei welcher die Zulegierung des Aluminiums durch Diffusion in die oberflächennahen Schichten des Bauteils erfolgt, beträgt bevorzugt mindestens 1000 °C. Die Verdampfungstemperatur des Aluminiums bzw. des aluminiumhaltigen Materials kann darunter liegen.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Bauteil ausgewählt aus einer Gruppe umfassend gesinterte und/oder ungesinterte Teile, insbesondere Presslinge, Vliese, Pulverhaufwerke oder Fasermatten. Das erfindungsgemäße Verfahren kann somit Anwendung finden auf Bauteile, welche noch nicht einer Sinterung unterzogen wurden, als auch auf Bauteile, welche bereits gesintert wurden. So können beispielsweise gepresste Grünlinge vor dem Sintern gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren mit dem aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel umgeben werden und unter Zugabe von aluminiumhaltigem Material gesintert werden, wobei gleichzeitig mit der Sinterung auch die Zulegierung von Aluminium erfolgt. Die Sinterung des Bauteils und die Zulegierung von Aluminium kann jedoch auch in getrennten Schritten erfolgen.

Das aluminiumhaltige Material wird bevorzugt in Form einer Blechfolie, als Pulver, als Draht, als Gewebe und/oder als Faser eingesetzt. Besonders bevorzugt ist dabei der Einsatz in Form einer Aluminiumfolie, welche zudem zusätzlich auf mindestens einer Seite mit einer Prägung zur Erhöhung der Oberfläche und leichteren Überführung des Aluminiums in die Dampfphase versehen wird. Bevorzugt ist vorgesehen, dass das aluminiumhaltige Material aus reinem Aluminium besteht.

Das aluminiumhaltige Material kann aber auch aus aluminiumhaltigen Legierungen bestehen. Diese können beispielsweise aus Pulvermischungen hergestellt werden, umfassend 60 bis 98,5 Gew%, bezogen auf die Gesamtmenge der Pulvermischung, bevorzugt 75 bis 92 Gew%, eines Aluminiumbasispulvers aus Metallen und/oder deren Legierungen, umfassend Aluminium, 0,2 bis 30 Gew% Magnesium, 0, 2 bis 40 Gew% Silizium, 0,2 bis 15 Gew% Kupfer, 0,2 bis 15 Gew% Zink, 0,2 bis 15 Gew% Titan, 0, 2 bis 10 Gew% Zinn, 0,2 bis 5 Gew% Mangan, 0,2 bis 10 Gew% Nickel und/oder weniger als 1 Gew% an Arsen, Antimon, Kobalt, Beryllium, Blei und/oder Bor, wobei die Gewichtsprozentanteile je-

weils bezogen sind auf die Gesamtmenge eines Aluminiumbasispulvers. Der Pulvermischung zur Herstellung einer aluminiumhaltigen Legierung kann des Weiteren zusätzlich oder alternativ zugemischt sein 0,8 bis 40 Gew%, bevorzugt 7 bis 15 Gew%, bezogen auf die Gesamtmenge der Pulvermischung, eines Metallpulvers, ausgewählt aus einer Gruppe von Metallen und/oder deren Legierungen, bestehend aus Eisen, Molybdän, Wolfram, Chrom, Vanadium, Zirkon und/oder Yttrium.

In einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zuerst das aluminiumhaltige Material in Kontakt mit dem Bauteil gebracht und anschließend das Bauteil mit dem mindestens einen aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel umgeben. In-Kontakt-Bringen im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet dabei nicht nur unmittelbaren Kontakt zwischen dem aluminiumhaltigen Material und dem Bauteil, sondern auch nur teilweisen bzw. teilflächigen Kontakt wie auch eine Anordnung des aluminiumhaltigen Materials nahe bei bzw. unmittelbar benachbart zu dem Bauteil.

In einer weiteren alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das aluminiumhaltige Material zuerst auf das aluminiumhaltiges Material aufnehmende Mittel gegeben und anschließend das Material mit dem Bauteil in Kontakt durch Umgebung desselben mit dem Mittel gebracht. Auch kann in einer weiteren alternativen Ausführungsform vorgesehen sein, dass nach Umgebung des Bauteils mit dem aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel aluminiumhaltiges Material in den Bereich zwischen dem Bauteil und dem Mittel eingegeben wird. Diese alternative Ausführungsform ist insbesondere geeignet bei Einsatz von aluminiumhaltigem Material als Pulver und/oder Faser bzw. deren Mischungen.

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Bauteil mit mindestens einem Metallvlies umwickelt, wobei zwischen dem Vlies und dem Bauteil Aluminiumfolie, insbesondere auch geprägte, angeordnet wird. Diese bevorzugte Ausführungsform weist den großen Vorteil auf, dass hier einfach und sicher ein relativ hoher Anteil an Aluminium in unmittelbarer Nähe des Bauteils angeordnet werden kann, und dass der solchermaßen gebildete Wickel im anschließenden Sinterschritt bzw. Zulegierungsschritt einfach handhabbar ist. Zudem lässt sich durch Einsatz von Folie die Konzentration von Aluminium in der Dampfphase über den gesamten das Bauteil umgebenden Bereich gleichmäßig einstellen. Es kann auch vorgesehen werden, dass entweder eine ein- oder mehrlagige Aluminiumfolie verwendet wird oder aber mehrere Folienschichten einzeln übereinander eingesetzt werden. Neben Aluminium sollte die Aluminiumfolie allenfalls Verunreinigungen weiterer Metalle aufweisen. Zum Einsatz gelangen kann übli-

che, auch aus der Verpackungsindustrie bekannte geprägte und ungeprägte Aluminiumfolie.

Wird das erfindungsgemäße Verfahren ausgehend von einem Grünling vorgenommen, so kann dieser Grünling auch einer Nachverdichtung (welche auch Zwischenverdichtung genannt werden kann) unterzogen werden. So kann beispielsweise ein gepresster Grünling erneut in eine übliche Matrizenform eingebracht und in dieser zumindest teilweise durch entsprechende Pressstempel nachverdichtet werden. Vorzugsweise können dabei die Nachverdichtungswerkzeuge ganz oder teilweise konisch ausgelegt werden, so dass an bestimmten vorherbestimmten Stellen des Grünlings besonders hohe Verdichtungen erreicht werden können. Vor der Zulegierung von Aluminium bzw. vor dem Sintern des Grünlings wird bevorzugt der Grünling entwachst. Das Entwachsen erfolgt vorzugsweise unter Stickstoff, Wasserstoff, Luft und/oder Mischungen der genannten Gase, insbesondere auch mit gezielter Luftzuführung. Weiterhin kann die Entwachsung mit Endogas und/oder Exogas vorgenommen werden, dann bevorzugt im Vakuum. Die Entwachsung kann bevorzugt durch überlagerte Mikrowellen und/oder Ultraschall oder nur über Mikrowellen zur Temperaturführung erfolgen. Schließlich kann das Entwachsen auch über Lösemittel wie Alkohol o.ä. oder über kritischen Kohlendioxid mit oder ohne Einwirken von Temperatur, Mikrowellen oder Ultraschall oder über eine Kombination der vorgenannten Verfahren vorgenommen werden.

An den Schritt der Zulegierung des Aluminiums kann nachfolgend der eigentliche Sinterschritt durchgeführt werden. Liegt das Bauteil jedoch schon als gesintertes Bauteil oder massives Bauteil vor, kann nachfolgend gegebenenfalls eine notwendige Wärmebehandlung, insbesondere ein Homogenisierungsglühen, angeschlossen werden. Dabei kann die Wärmebehandlung in Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung des erhaltenen Bauteils durchgeführt werden. Alternativ oder zusätzlich zur Wärmebehandlung kann das gesinterte Bauteil auch - ausgehend von der Sinter- bzw. Homogenisierungsglühtemperatur - vorzugsweise in Wasser oder aber über eine Gasschroffkühlung abgeschreckt werden.

Vor oder nach dem Sintern oder aber der Zulegierung des Aluminiums ist eine zusätzliche Oberflächenverdichtung, allgemeiner: ein Einbringen von Druckeigenspannungen in Oberflächenbereiche, insbesondere durch Sand- oder Kugelstrahlen, Rollieren o.ä. möglich. Ebenso kann vor oder nach dem Homogenisierungsglühen eine Kalibrierung vorgenommen werden. Hierbei erfolgt die Kalibrierung bei Raumtemperatur oder erhöhter Tempera-

tur bis hin zur Schmiedetemperatur, auch unter Anwendung von Drücken bis 900 N/mm^2. Gegebenenfalls kann das Kalibrieren sogar oberhalb der Soliduslinie vorgenommen, wobei dann das Bauteil auch direkt der Sinterhitze bzw. der bei der Zulegierung des Aluminiums verwendeten Temperatur entnommen werden kann.

Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren ein Bauteil, hergestellt gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren. Das erfindungsgemäß hergestellte Bauteil weist sich insbesondere dadurch aus, dass in den oberflächennahen Bereichen eine Erhöhung des Aluminiumgehalts festgestellt werden kann. Das erhaltene Bauteil kann zumindest teilweise in derartigen Bereichen mit erhöhtem Aluminiumgehalt versehen sein.

Die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erhaltenen Bauteile können Anwendung finden insbesondere in der Heißgasfiltration, insbesondere jedoch auch in der Abgasfiltration für Verbrennungsmotoren, und hier insbesondere als Träger für Katalysatoren oder als Rußfilter. Des Weiteren können die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Bauteile Einsatz finden in Membranreaktoren, in welchen Gasreaktionen ablaufen.

Sie können jedoch auch als sonstige Substrate für nichtmetallische Schichten dienen. Grundsätzlich weisen die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Bauteile eine erhöhte Oxidationsbeständigkeit gegenüber solchen ohne eine Erhöhung von Aluminium in der oberflächennahen Schicht auf.

Diese und weitere Beispiele werden anhand der folgenden Beispiele näher erläutert:

Aus einem Pulver Inconel 600 (Nickel-Chrom-Legierung) mit der deutschen Werkstoffnummer 2.4816 (aluminiumfrei) wurde ein Grünling in Form eines Rohres hergestellt. Dabei wurde die Pulvermischung isostatisch bei Raumtemperatur zu einem Grünling in Form eines Rohres gepresst. Die Dichte des Grünlings betrug etwa 2,35 bis etwa 2,38 g/cm^3. Anschließend wurde der so hergestellte Grünling für etwa 30 Minuten bei etwa 430 °C entwachst.

Anschließend wurde der solchermaßen hergestellte Grünling mit handelsüblicher Aluminiumfolie, welche mit einer zumindest einseitigen Prägung versehen war, einlagig umwickelt, wobei darauf geachtet wurde, dass die Aluminiumfolie gleichmäßig und eng an dem Rohrgrünling anlag. Dieses mit der Aluminiumfolie versehene Bauteil wurde anschließend zwischen zwei Metallvliese mit einer Zusammensetzung von 75% Eisen, 20% Chrom und 5% Aluminium gelegt, wobei diese Metallvliese eine Porosität vom 85% aufweisen.

Der solchermaßen gebildete Wickel wurde in einen Vakuumofen eingeführt. Erreicht die Temperatur die Schmelztemperatur von Aluminium bei ca. 660 °C, so beginnt die Aluminiumfolie zu schmelzen und das flüssige Aluminium wird von den zwei Metallvliesen großflächig und gleichmäßig aufgenommen. Hierdurch wird ein Abtropfen der Aluminiumschmelze und somit eine Verringerung der in unmittelbarer Umgebung des Bauteils vorhandenen Aluminiummenge verhindert. Bei Übersteigen der Verdampfungstemperatur für Aluminium verdampft dieses und scheidet sich großflächig auf der Oberfläche des eingesetzten, aus dem aluminiumfreien Stahl hergestellten Grünling ab. Durch die nachfolgend einsetzende bzw. gleichzeitig erfolgende Sinterung des Grünlings bei einer Temperatur von etwa 1100°C selbst erfolgt dann eine Diffusion des Aluminiums in die oberflächennahen Bereiche des Pumpenradgrünlings. Die Temperatur im Ofen kann dabei schrittweise erhöht werden, es kann jedoch auch sogleich eine Temperatur oberhalb der Verdampfungstemperatur und, soweit gewünscht, auch gleichzeitig oberhalb der Sintertemperatur vorgegeben werden.

In einem weiteren Beispiel wurde eine Fasermatte aus dem Werkstoff mit der deutschen Werkstoffnummer 1.4113 (aluminiumfrei) unter üblichen Bedingungen gesintert. Anschließend wurde die gesinterte Fasermatte auf beiden Seiten gleichmäßig mit Aluminiumfolie versehen, und die mit Aluminiumfolie versehene Fasermatte wurde anschließend zwischen zwei Metallvliese mit einer geringeren Porosität und größeren Oberfläche als die hergestellte Fasermatte gelegt. Anschließend wurde die Zulegierung von Aluminium vorgenommen, wie bereits vorstehend betreffend den Pumpenradgrünling beschrieben. Hierdurch konnte eine Fasermatte erhalten werden, deren zulegierter Aluminiumgehalt größer als 5 Gew%, bezogen auf die Gesamtmenge der Fasermatte, betrug. Wurden beispielsweise Fasermatten aus einem Werkstoff mit der deutschen Werkstoffnummer 1.4404 (aluminiumfrei) eingesetzt, betrug nach Zulegierung des Aluminiums unter vergleichbaren Bedingungen der Aluminiumgehalt der fertig hergestellten Fasermatte mehr als 1 Gew%, bezogen auf die Gesamtmenge der Fasermatte. Wurde beispielsweise ein Grünling hergestellt aus einem Pulver aus Inconel 600, so betrug der Aluminiumgehalt nach der Zulegierung gemäß dem vorstehend beschriebenen Verfahren unter Einsatz einer Aluminiumfolie des fertig gesinterten Bauteils mehr als 1 Gew%, bezogen auf die Gesamtmenge des Bauteils, welches dem Werkstoff Inconel 601 entspricht.

Durch die vorliegende Erfindung wird somit ein einfaches Verfahren zur Verfügung gestellt, wodurch insbesondere aluminiumfreie Materialien auch nachfolgend der Herstellung

von Sinterbauteilen aus diesen mit Aluminium zumindest in den oberflächennahen Bereichen und damit mit den vorteilhaften Eigenschaften derselben versehen werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zulegierung von Aluminium zu Bauteilen, wobei die Zulegierung von Aluminium durch Zugabe von aluminiumhaltigem Material erfolgt, wobei das Bauteil mit mindestens einem aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel umgeben und das solchermaßen gebildete Element gesintert wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als aluminiumhaltiges Material aufnehmendes Mittel ein vliesartig ausgebildetes eingesetzt wird.

3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als aluminiumhaltiges Material aufnehmendes Mittel ein Vlies aus Metall und/oder Keramik eingesetzt wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sinterschritt oberhalb der Verdampfungstemperatur des aluminiumhaltigen Materials vorgenommen wird.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulegierungstemperatur mindestens 1000°C beträgt.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil ausgewählt wird aus einer Gruppe umfassend gesinterte und/oder ungesinterte Teile, insbesondere Presslinge, Vliese, Fasermatten oder Pulverhaufwerke.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das eingesetzte Bauteil im Wesentlichen aluminiumfrei oder aluminiumarm ist.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das aluminiumhaltige Material in Form einer Blechfolie, als Pulver, Draht, Gewebe und/oder als Faser eingesetzt wird.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das aluminiumhaltige Material aus reinem Aluminium besteht.

10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das aluminiumhaltige Material zuerst in Kontakt mit dem Bauteil gebracht und anschließend das Bauteil mit dem mindestens einen aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel umgeben wird.

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das aluminiumhaltige Material zuerst auf das aluminiumhaltiges Material aufnehmende Mittel gegeben und anschließend das Material mit dem Bauteil in Kontakt durch Umgebung desselben mit dem aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel gebracht wird.

12. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das aluminiumhaltige Material im Bereich zwischen dem Bauteil und dem aluminiumhaltiges Material aufnehmenden Mittel angeordnet wird.

13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil mit mindestens einem Metallvlies umwickelt wird, wobei zwischen dem Vlies und dem Bauteil Aluminiumfolie angeordnet wird.

14. Bauteil, hergestellt gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/005938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C10/48 C23C10/50 C23C10/06 C23C10/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 648 120 A (GENIEYS ET AL) 15 July 1997 (1997-07-15) abstract	1-12,14
X	EP 1 013 794 A (GE AVIATION SERVICES OPERATION LTD) 28 June 2000 (2000-06-28) abstract	1,12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 13, 5 February 2001 (2001-02-05) -& JP 2000 303162 A (RICCHISUTOON:KK; SUZUKI TOSHIYUKI), 31 October 2000 (2000-10-31) abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 August 2006	11/10/2006

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Alvazzi Delfrate, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2006/005938

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5648120 A	15-07-1997	FR 2706171 A1	16-12-1994
EP 1013794 A	28-06-2000	BR 9905958 A	21-11-2000
		CA 2292437 A1	22-06-2000
		JP 2000192230 A	11-07-2000
		SG 83169 A1	18-09-2001
		TR 9903181 A2	21-07-2000
		US 6224941 B1	01-05-2001
JP 2000303162 A	31-10-2000	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/005938

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C23C10/48 C23C10/50 C23C10/06 C23C10/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 648 120 A (GENIEYS ET AL) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Zusammenfassung -----	1-12,14
X	EP 1 013 794 A (GE AVIATION SERVICES OPERATION LTD) 28. Juni 2000 (2000-06-28) Zusammenfassung -----	1,12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 13, 5. Februar 2001 (2001-02-05) -& JP 2000 303162 A (RICCHISUTOON:KK; SUZUKI TOSHIYUKI), 31. Oktober 2000 (2000-10-31) Zusammenfassung -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30. August 2006	11/10/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Alvazzi Delfrate, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/005938

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5648120 A	15-07-1997	FR 2706171 A1	16-12-1994
EP 1013794 A	28-06-2000	BR 9905958 A	21-11-2000
		CA 2292437 A1	22-06-2000
		JP 2000192230 A	11-07-2000
		SG 83169 A1	18-09-2001
		TR 9903181 A2	21-07-2000
		US 6224941 B1	01-05-2001
JP 2000303162 A	31-10-2000	KEINE	