



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 14 911 T2** 2007.04.05

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 225 251 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 14 911.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 250 354.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **18.01.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **27.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.04.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C23C 30/00 (2006.01)**

**C23C 14/08 (2006.01)**

**C23C 28/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**765228            18.01.2001    US**

(73) Patentinhaber:

**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

(74) Vertreter:

**Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Rigney, Joseph David, Milford, Ohio 45150, US;**

**Darolia, Ramgopal, West Chester, Ohio 45069, US**

(54) Bezeichnung: **Thermisch stabilisierte Wärmedämmschicht**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich auf Schutzüberzüge für Komponenten, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind, wie der feindlichen thermischen Umgebung eines Gasturbinenantriebes. Spezieller ist diese Erfindung auf ein Verfahren zum Stabilisieren der Mikrostruktur eines Wärmesperrenüberzuges bzw. einer Wärmebarrierenbeschichtung (TBC) mit Aluminiumoxid-Ausfällungen gerichtet, um den Abbau der thermisch isolierenden Eigenschaften des TBC während Hochtemperatur-Exkursionen zu verhindern.

**[0002]** Höhere Betriebstemperaturen für Gasturbinenantriebe werden kontinuierlich gesucht, um ihre Wirksamkeit zu erhöhen. Mit zunehmenden Betriebstemperaturen muss jedoch die Hochtemperatur-Haltbarkeit der Komponenten im Pfad des heißen Gases des Triebwerkes entsprechend zunehmen. Signifikante Fortschritte bei den Hochtemperatur-Fähigkeiten wurden durch die Formulierung von Superlegierungen auf Nickel- und Cobaltbasis erzielt. Trotzdem sind beim Einsatz zur Bildung von Komponenten der Turbine, Brenner- und Verstärkerabschnitte eines Gasturbinentriebwerkes, solche Legierungen allein häufig der Beschädigung durch Oxidation und Hitzekorrosionsangriff ausgesetzt, und sie können angemessene mechanische Eigenschaften nicht beibehalten. Aus diesem Grunde werden diese Komponenten häufig durch ein Wärmesperrenüberzugs(TBC)-System geschützt. TBC-Systeme schließen typischerweise einen gegen die Umwelt schützenden Bindeüberzug und einen thermisch isolierenden keramischen Decküberzug, der typischerweise als der TBC bezeichnet wird, ein. Bindeüberzugs-Materialien, die in weitem Rahmen in TBC-Systemen eingesetzt werden, schließen oxidationsbeständige darüberliegende Überzüge, wie MCrAlX(worin M Eisen, Cobalt und/oder Nickel ist und X Yttrium oder ein anderes Seltenerdelement ist) und oxidationsbeständige Diffusionsüberzüge ein, wie Diffusionsaluminide, die intermetallische Aluminiumverbindungen enthalten.

**[0003]** Keramische Materialien, und insbesondere binäres Yttriumoxidstabilisiertes Zirkoniumoxid(YSZ), werden in weitem Rahmen wegen ihrer Hochtemperatur-Fähigkeit, geringen Wärmeleitfähigkeit und ihrer relativen Einfachheit der Abscheidung durch Plasmaspritzen, Flammsspritzen und physikalische Dampfabscheidungs(PVD)-Techniken als TBC-Materialien eingesetzt. TBCs, die in den höchsten Temperaturregionen von Gastriebwerken benutzt werden, werden häufig durch physikalische Elektronenstrahl-Dampfabcheidung(EBPVD) abgeschieden, die eine säulenförmige dehnungstolerante Kornstruktur ergibt, die in der Lage ist, sich auszudehnen und zusammenzuziehen, ohne beschädigende Spannungen zu verursachen, die zur Abspaltung füh-

ren. Ähnliche säulenförmige Mikrostrukturen können unter Benutzung anderer atomarer und molekularer Dampfprozesse hergestellt werden, wie Zerstäuben(z.B. Hoch- und Niederdruck, Standard- oder gebündelte Feder(collimated plume), Ionenplasma-Abscheidung und alle Formen der Schmelz- und Verdampfungs-Abscheidungsprozesse (z.B. Kathodenstrahl, Laserschmelzen usw.). Im Gegensatz dazu scheiden Plasmaspritztechniken, wie Luftplasmaspritzen(APS), TBC-Material in Form geschmolzener "Spritzer" ab, was zu einem TBC führt, der durch einen Grad der Inhomogenität und Porosität charakterisiert ist, der die Wärmeübertragung durch den TBC verringert.

**[0004]** Damit ein TBC während des geplanten Lebenszyklus der Komponente, die er schützt, wirksam bleibt, ist es wichtig, dass der TBC während der Lebensdauer der Komponente eine geringe Leitfähigkeit beibehält. Die Wärmeleitfähigkeiten von TBC-Materialien, wie YSZ, nehmen jedoch, wie beobachtet wurde, über die Zeit um 30% oder mehr zu, wenn sie der Betriebsumgebung eines Gasturbinentriebwerkes ausgesetzt sind. Diese Zunahme wurde in Beziehung gesetzt mit der Vergrößerung der Mikrostruktur auf Zirkoniumoxidbasis durch Korn- und Porenwachstum und Kriechen der Korngrenze. Um diese Erscheinung zu kompensieren werden TBCs für Gasturbinentriebwerkskomponenten häufig bis zu einer größeren Dicke abgeschieden, als es sonst notwendig wäre. Alternativ müssen intern gekühlte Komponenten, wie Schaufeln und Düsen, so entworfen werden, dass sie eine stärkere Kühlströmung aufweisen. Diese beiden Lösungen sind aus Gründen der Kosten, der Komponentenlebensdauer und der Triebwerkswirksamkeit unerwünscht.

**[0005]** In Anbetracht des Obigen wird deutlich, dass weitere Verbesserungen in der TBC-Technologie erwünscht sind, insbesondere da TBCs zum thermischen Isolieren von Komponenten eingesetzt werden, die in Triebwerksdesigns mit stärkeren Anforderungen vorgesehen sind.

**[0006]** EP-A-O 783 043 offenbart Wärmeüberzugs-Materialien mit verbesserter Beständigkeit gegen Aufprall und Erosion. Lee Jong-Heun et al., "Imaging secondary-ion mass spectroscopy observation of the scavenging of siliceous film from 8-mol%yttria-stabilised zirconia by the addition of alumina", Database Compendex [online] Engineering information, Inc., New York, NY, US, offenbart verschiedene Eigenschaften von Aluminiumoxid/YSZ-Materialien.

**[0007]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Gasturbinen-Triebwerkskomponente bereitgestellt, aufweisend:  
ein(en) Superlegierungs-Substrat(Körper);  
einen metallischen Bindeüberzug (Haftschicht) auf einer Oberfläche des Substrates und

einen Wärmesperrenüberzug (Wärmebarrierenbeschichtung) aus Yttriumoxid-stabilisiertem Zirkoniumoxid auf dem Bindeüberzug, wobei der Wärmesperrenüberzug eine Mikrostruktur mit Defekten und Poren an und zwischen Korngrenzen der Mikrostruktur aufweist, der Wärmesperrenüberzug Oxidverunreinigungen wenigstens eines der aus Silicium, Titan, Eisen, Nickel, Natrium, Lithium, Kupfer, Mangan und Kalium bestehenden Gruppe ausgewählten Elementes enthält, wobei die Oxidverunreinigungen in einer Gesamtmenge von mindestens 0,02 Mol-% des Wärmesperrenüberzuges vorhanden sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmesperrenüberzug Aluminiumoxid-Ausfällungen innerhalb der Mikrostruktur in einer Menge von mindestens 0,1 Mol-% und bis zu 3 Mol-% aufweist, um die Oxidverunreinigungen zu gettern und/oder deren Wirkung zu neutralisieren, um eine Kornsinterung und -vergrößerung zu verhindern und dadurch eine Verdichtung des Wärmesperrenüberzuges zu verhindern.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung liefert allgemein einen Wärmesperrenüberzug (TBC) für eine Komponente, die zum Einsatz in einer feindlichen Umgebung vorgesehen ist, wie der Superlegierungs-Turbine, Brenner- und Verstärker-Komponenten eines Gasturbinenriebwerkes. TBCs dieser Erfindung haben Mikrostrukturen, die weniger empfindlich für Kornsintern und Porenvergrößerung während Hochtemperatur-Exkursionen sind, die alle zur Verdichtung des TBC führen. Durch diese Erfindung erhaltene Verbesserungen können mit TBCs realisiert werden, die mit einer säulenförmigen Kornstruktur abgedeckt sind, wie solchen, die durch EBPVD und andere PVD-Techniken abgedeckt sind, ebenso wie nicht säulenförmige TBCs, die als Resultat der Abscheidung durch Plasmaspritz-Techniken, wie Luftplasmaspritzen (APS), inhomogen und porös sind.

**[0009]** Typische YSZ-Quellenmaterialien, die zum Einsatz in Abscheidungsverfahren verfügbar sind, enthalten häufig mehr als 0,1 Mol-% Verunreinigungen, wie Oxide von Silicium, Titan, Eisen, Nickel, Natrium, Lithium, Kupfer, Mangan und Kalium. Gemäß der Erfindung können mehrere dieser Verunreinigungen (insbesondere Siliciumdioxid) in Gesamtmengen von so wenig wie 0,02 Mol-% genügen, um amorphe Phasen mit tiefen Glasübergangs-Temperaturen oder Phasen/Oberflächen-Modifikationen zu bilden, die Oberflächendiffusion fördern. Diese unerwünschten Phasenarten dekorieren nahezu alle Korngrenzen und die Spritzergrenzen (für Plasma-gespritztes TBC) oder Säulengrenzen (für PVD-TBC) eines TBC. Bei diesen Mengen benetzen diese Phasen, wie angenommen wird, die Grenzen genügend, um ein Kornsintern und -vergrößern und/oder Oberflächen-Diffusionskinetik zu fördern, die zur Verdichtung des TBC führen, wobei das Endergebnis davon eine Zunahme der Wärmeleitfähigkeit des TBC ist. Das

Vermindern von Verunreinigungsniveaus in YSZ-Quellenmaterialien zum Beseitigen dieser Verdichtungswirkung im TBC kann prohibitiv teuer sein.

**[0010]** Als eine Lösung benutzt die Erfindung geringe Mengen von Aluminiumoxid-Niederschlägen (kristalline Strukturen), die an den Korngrenzen des TBC dispergiert sind, um Verunreinigungen und insbesondere die oben erwähnten Oxid-Verunreinigungen, zu gettern. Der Begriff "gettern", wie er hier benutzt wird, schließt verschiedene Mechanismen ein, durch die das Sintern, das durch die Anwesenheit von Verunreinigungen gefördert werden würde, neutralisiert (negiert) oder zumindest minimiert ist. Beispiele von Gettermechanismen schließen (a) die Bildung Aluminiumoxid enthaltender kristalliner Verbindungen, wie Mullit ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ), Aluminiumoxidtitanat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$ ) und/oder ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnO}_2$ ) und (b) die Bildung fester Lösungen mit verschiedenen Verbindungen einschließlich FeO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  usw. ein. Diese Reaktionsprodukte auf Aluminiumoxidbasis bilden als Ergebnis ihrer Unlöslichkeit in Zirkoniumoxid Niederschläge, die die Korngrenzenmobilität des YSZ-TBC verringern können. Als solche verhindern Aluminiumoxid-Niederschläge die Verdichtung und die dazugehörige Zunahme in der Wärmeleitfähigkeit, die durch Kornsintern und -vergrößern und/oder Oberflächen-Diffusionskinetik verursacht wird, die durch die Anwesenheit von Verunreinigungen gefördert werden. Ein anderer Vorteil ist, wenn die Aluminiumoxid-Niederschläge genügend fein sind, wie in der Größenordnung von etwa 2 bis 500 nm, die Niederschläge dann in der Lage sind, die Korn-, Poren- und/oder federartige Unterstruktur-Grenzen innerhalb des TBC festzulegen. Dadurch wird die Neigung der Mikrostruktur des TBC zu sintern, sich zu vergrößern und eine Porenverteilung (hier benutzt, wenn kleinere Poren zusammenfließen oder sich unter Bildung größerer Poren vergrößern) während des Aussetzens gegenüber hohen Temperaturen, wie Temperaturen von mehr als  $1000^\circ\text{C}$ , die innerhalb des Heißgaspfades eines Gasturbinenriebwerkes angegriffen werden können, verringert.

**[0011]** Gemäß der Erfindung dient das Einbeziehen relativ geringer Mengen von Aluminiumoxid-Niederschlägen der Verringerung oder Beseitigung unerwünschter Verunreinigungswirkungen, während größere Mengen den zusätzlichen Vorteil des weiteren Stabilisierens der YSZ-Kornstrukturen gegen Vergrößerungen ergeben, die der Oberflächendiffusion und Korngrenzenbewegung zuzuschreiben sind. Durch Bereitstellen einer geringen aber genügenden Menge von feinen Aluminiumoxid-Niederschlägen innerhalb einer TBC-Mikrostruktur kann der TBC danach auf Temperaturen von mehr als  $1200^\circ\text{C}$  ohne Verdichtung und eine dazugehörige Zunahme der Wärmeleitfähigkeit erhitzt werden. Als ein Resultat können Komponenten mit dünneren TBC und/oder, wo anwendbar, geringeren Kühlluft-Strömungsraten ent-

worfen werden, was die Verarbeitungs- und Materialkosten vermindert und die Komponentenlebensdauer und Triebwerkswirksamkeit fördert.

**[0012]** Es werden nun Ausführungsformen der Erfindung beispielhaft unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben, in der:

**[0013]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht einer Hochdruck-Turbinenschaufel ist,

**[0014]** [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht der Schaufel von [Fig. 1](#) entlang der Linie 2-2 ist und ein Wärmesperrenüberzugssystem auf der Schaufel gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt,

**[0015]** [Fig. 3](#) eine Querschnittsansicht eines Wärmesperrenüberzugssystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt,

**[0016]** [Fig. 4](#) eine detaillierte Darstellung eines säulenförmigen Kornes des Wärmesperrenüberzuges von [Fig. 2](#) ist.

**[0017]** Die vorliegende Erfindung ist allgemein anwendbar auf Komponenten, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind und insbesondere auf Komponenten, wie die Hoch- und Niederdruckturbinendüsen und -schaufeln, Umhüllungen, Brennerauskleidungen und Verstärker-Hardware von Gasturbinentriebwerken. Ein Beispiel einer Hochdruck-Turbinenschaufel **10** ist in [Fig. 1](#) gezeigt. Die Schaufel schließt allgemein einen Flügel **12** ein, gegen den heiße Verbrennungsgase während des Betriebes des Gasturbinenantriebs gerichtet werden und dessen Oberfläche daher heißen Verbrennungsgasen sowie einem Angriff durch Oxidation, Korrosion und Erosion ausgesetzt ist. Der Flügel **12** wird vor seiner feindlichen Betriebsumgebung durch ein Wärmesperrenüberzugs-(TBC)-System geschützt, das schematisch in [Fig. 2](#) abgebildet ist. Der Flügel **12** ist mit einem Schwalbenschwanz **14**, der auf einem Wurzelabschnitt **16** der Schaufel **10** gebildet ist, an einer (nicht gezeigten) Turbinenscheibe verankert. Kühldurchgänge **18** sind in dem Flügel **12** vorhanden, durch die Abzapflut gedrückt wird, um Wärme von der Schaufel **10** zu übertragen. Während die Vorteile dieser Erfindung unter Bezugnahme auf die in [Fig. 1](#) gezeigte Hochdruck-Turbinenschaufel **10** beschrieben wird, sind die Lehren dieser Erfindung allgemein anwendbar auf irgendeine Komponente, auf der ein Wärmesperrenüberzug benutzt wird, um die Komponente vor einer Hochtemperatur-Umgebung zu schützen.

**[0018]** Das in [Fig. 2](#) dargestellte TBC-System **20** schließt einen metallischen Bindeüberzug **24** ein, der auf der Oberfläche eines Substrates **22** liegt, wobei das Letzgenannte typischerweise eine Superlegierung und das Basismaterial der Schaufel **10** ist. Wie bei TBC-Systemen für Komponenten von Gasturbi-

ntriebwerken typisch, ist der Bindeüberzug **24** eine aluminiumreiche Zusammensetzung, wie ein darüber liegender Überzug aus einer MCrAlX-Legierung, oder ein Diffusionsüberzug, wie ein Diffusionsaluminid oder ein Diffusions-Platinaluminid einer im Stande der Technik bekannten Art. Aluminiumreiche Bindeüberzüge dieser Art entwickeln eine Aluminiumoxid(Dialuminiumtrioxid)-Haut **28**, die durch Oxidation des Bindeüberzuges **24** wächst. Die Aluminiumoxidhaut **28** verbindet eine Wärme isolierende Keramikschicht oder einen TBC **26** mit dem Bindeüberzug **24** und dem Substrat **22**. Der TBC **26** der [Fig. 2](#) hat eine dehnungstolerante Mikrostruktur säulenförmiger Körner **30**, von denen eines detaillierter in [Fig. 4](#) dargestellt ist. Wie im Stande der Technik bekannt, können solche säulenförmigen Mikrostrukturen durch Abscheiden des TBC **26** unter Benutzung einer physikalischen Dampfabscheidungstechnik, wie EBPVD, erzielt werden. Ein bevorzugtes Material für den TBC **26** ist ein Yttriumoxidstabilisiertes Zirkoniumoxid (YSZ), wobei eine bevorzugte Zusammensetzung etwa 4 bis etwa 20 Gew.-% Yttriumoxid aufweist, obwohl andere Keramikmaterialien benutzt werden könnten, wie Zirkoniumoxid, das vollständig durch Yttriumoxid stabilisiert ist, nicht stabilisiertes Zirkoniumoxid oder Zirkoniumoxid, das teilweise oder vollständig mit Magnesiumoxid, Ceroxid, Scandiumoxid oder anderen in Zirkoniumoxid löslichen Oxiden stabilisiert ist. Der TBC **26** wird bis zu einer Dicke abgeschieden, die genügt, um den erforderlichen Wärmeschutz für das darunter liegende Substrat **22** und Schaufel **10** zu bieten, im Allgemeinen in der Größenordnung von etwa 75 bis etwa 300 µm.

**[0019]** Während ein großer Teil der folgenden Diskussion sich auf säulenförmiges TBC der in den [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) gezeigten Art konzentriert, wird davon ausgegangen, dass die Erfindung auch auf nicht säulenförmiges TBC anwendbar ist, das durch solche Verfahren, wie Plasmaspritzen, einschließlich Luftplasmaspritzen (APS) abgeschieden ist. Die Mikrostruktur dieser Art von TBC ist in [Fig. 3](#) gezeigt, in der gleiche Bezugsziffern, wie sie in [Fig. 2](#) zum Identifizieren des säulenförmigen TBC **26** auf einem Substrat **22** und Bindeüberzuges **24** benutzt werden, nun angewendet werden, um ein ähnliches Substrat **22** und einen ähnlichen Bindeüberzug **24** zu identifizieren, auf dem ein nicht säulenförmiges TBC **26** durch Plasmaspritzen abgeschieden wurde. Bei dem Plasmaspritzverfahren wird TBC-Material in Form geschmolzener "Spritzer" abgeschieden, was zu dem plasmagespritzten TBC **26** von [Fig. 3](#) mit einer Mikrostruktur führt, die durch irreguläre abgeflachte Körner **30** und einen Grad der Inhomogenität und Porosität charakterisiert ist.

**[0020]** Wie im Stande der Technik üblich, kann das YSZ-Quellenmaterial, das zum Abscheiden der TBCs **26** der [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) benutzt wurde, mehr als 0,1 Mol-% Verunreinigungen, wie Oxide von Ti-

tan, Silicium, Natrium, Eisen, Lithium, Kupfer, Mangan und Kalium und potentiell Oxide von Calcium, Magnesium und anderen enthalten. Gesamtmengen von so wenig wie 0,02 Mol-% solcher Verunreinigungen können genügen, um Niederschläge zu bilden, die nahezu alle Korngrenzen der TBC-Mikrostruktur dekorieren ebenso wie die Spritzergrenzen (für plasmagespritztes TBC) oder Säulengrenzen (für PVD-TBC) des TBC **26**. Es wird angenommen, dass diese Niederschläge die Korngrenzen des TBC **26** benetzen, ein Korngrenzengleiten und Kornsintern und -vergrößern gestatten oder fördern, die zur Verdichtung des TBC **26** führen und folglich einer Zunahme in der Wärmeleitfähigkeit des TBC **26**. Um dieser Auswirkung entgegenzuwirken, ist der TBC **26** dieser Erfindung derart abgedichtet, dass er geringe Mengen von Aluminiumoxid enthält, das, als Ergebnis der Unlöslichkeit in YSZ, mit der umgebenden YSZ-Matrix nicht legiert sondern diskrete Niederschläge **34** bildet, die entlang der Korngrenzen des TBC **26** dispergiert sind, einschließlich benachbart den Defekten und Poren **32**, wie in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellt. Gemäß der Erfindung gettern die Niederschläge **34** die oben erwähnten Oxidverunreinigungen und verhindern daher ein Korngrenzengleiten, Kornsintern und -vergrößern. Das Endergebnis ist, dass der TBC **26** eine stabilisierte Mikrostruktur aufweist, die Mikrostrukturänderungen widersteht, die ansonsten zur Verdichtung und höheren Wärmeleitfähigkeit führen würden.

**[0021]** Als ein Resultat der Prozesse, mit denen die TBCs **26** der [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) abgedichtet sind, sind die einzelnen Körner **30** der TBCs **26** durch Mikrostrukturdefekte und Poren **32** innerhalb der Körner **30** und an und zwischen den Korngrenzen charakterisiert. Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird angenommen, dass diese Defekte und Poren **32** die Wärmeleitfähigkeit der Körner **30** des TBC **26** vermindern und damit die des TBC **26** als Ganzem. Kornwachstum, Sintern und Porenverteilung (Zusammenfließen) innerhalb des TBC **26** während Hochtemperatur-Exkursionen neigen jedoch zum Beseitigen der Defekte und Poren **32**. Die vorliegende Erfindung ist in der Lage, diese Mikrostrukturveränderungen zu verhindern, wenn die Niederschläge **34** genügend fein und innerhalb der Defekte und Poren **32** angeordnet sind, sodass die Niederschläge **34** die Korngrenzen und Poren **32** verankern und festlegen.

**[0022]** Um wirksam als ein Verunreinigungsgetter zu dienen, müssen die Niederschläge **34** in einer für diesen Zweck genügenden Menge vorhanden sein ohne andere erwünschte Eigenschaften des TBC **26** zu beeinträchtigen. Ein geeigneter molarer Anteil der Niederschläge **34** beträgt, so wird angenommen, mindestens 0,1 Mol-% bis zu etwa 3 Mol-%, wobei ein bevorzugter Bereich der von etwa 0,2 bis etwa 1 Mol-% ist. Als ein Verunreinigungsgetter ist die Größe der Niederschläge **34**, so wird angenommen, nicht

kritisch, wobei Durchmesser von etwa 2 bis etwa 1000 nm akzeptabel sind. Um wirksam die Korngrenzen festzulegen, müssen die Niederschläge **34** fein sein, im Allgemeinen in der Größenordnung der Poren **32** und verfahrensinduzierten Defekte innerhalb der Körner **30** und entlang den Korngrenzen. Um diese Rolle auszuführen, beträgt ein bevorzugter Teilchengrößenbereich für die Aluminiumoxid-Ausfällungen **34** etwa 2 bis 500 nm. Der zum Festlegen der Defekte und Poren **32** erforderliche Volumenanteil variiert natürlich mit der Menge der Defekte und Poren **32**, die im TBC **26** vorhanden sind. Es wird jedoch angenommen, dass ein Volumenanteil von mindestens 0,1% erforderlich ist, um wirksam Verunreinigungen zu gettern.

**[0023]** Geeignete Verfahren zum Bilden der Ausfällungen **34** hängen teilweise von der Art und Weise ab, in der der TBC **26** abgedichtet ist. Wird durch Plasmaspritzen abgedichtet, dann kann ein feines Aluminiumoxidpulver mit einem YSZ-Pulver vermischt werden, sodass die feinen Aluminiumoxid-Niederschläge **34** sich innerhalb der einzelnen "Spritzer"-Körner **30** bilden, wie in [Fig. 3](#) gezeigt. Bei Abscheidung mittels PVD, um die säulenförmige Kornstruktur zu erhalten, die in den [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist, besteht eine geeignete Technik im Verdampfen mehrerer Barren, von denen mindestens einer nur aus YSZ gebildet ist, während ein zweiter aus Aluminiumoxid, allein, gemischt mit YSZ oder anwesend als diskrete Regionen innerhalb eines YSZ-Barrens gebildet ist. Alternativ kann ein einzelner Barren, der YSZ und Regionen von Aluminiumoxid oder metallischem Aluminium enthält, zur Herstellung des TBC **26** verdampft werden. Noch eine andere Alternative besteht darin, ein YSZ-Quellenmaterial in Gegenwart einer chemischen Dampfabscheidungs(CVD)-Quelle von Aluminiumhaltigen Dämpfen zu verdampfen. Werden die aluminiumhaltigen Dämpfe in die Kammer zum Überziehen während des Verdampfens von YSZ eingeführt, dann reagieren diese mit der Sauerstoffhaltigen Atmosphäre innerhalb der Kammer und scheiden Aluminiumoxid innerhalb des TBC ab. Noch ein anderes Verfahren besteht darin, eine Ionenstrahlquelle von Aluminium (kathodische Bogenquelle) zu benutzen, während ein YSZ-Barren verdampft wird, um die Niederschläge **34** zu erzeugen. In jedem Falle wird das Abscheidungsverfahren dieser Erfindung so ausgeführt, dass Aluminiumoxid verdampft wird und unter Bildung der diskreten und feinen Niederschläge **34** kondensiert, die in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellt sind.

**[0024]** Während die Erfindung an Hand einer bevorzugten Ausführungsform beschrieben wurde, sollte klar sein, dass andere Formen vom Fachmann angewendet werden können. So könnte, z.B., der TBC **26** durch andere atomare und molekulare Dampfabscheidungsverfahren, wie Zerstäuben, Ionenplasma-Abscheidung und alle Formen der Schmelz- und

Verdampfungs-Abscheidungsverfahren abgeschieden werden.

**[0025]** Der Vollständigkeit halber werden verschiedene Aspekte der Erfindung in den folgenden Ansprüchen definiert.

### Patentansprüche

1. Gasturbinentriebwerkskomponente (10), aufweisend:

einen Superlegierungskörper (22);

eine metallische Haftschrift (24) auf einer Oberfläche des Körpers (22); und

eine Wärmebarrierenbeschichtung (26) aus Yttriumoxidstabilisiertem Zirkondioxid auf der Haftschrift (24), wobei die Wärmebarrierenbeschichtung (26) eine Mikrostruktur mit Defekten und Poren (32) aufweist, die Wärmebarrierenbeschichtung (26) Oxidverunreinigungen wenigstens eines aus der aus Silizium, Titan, Eisen, Nickel, Natrium, Lithium, Kupfer, Mangan, und Kalium bestehenden Gruppe ausgewählten Elementes enthält, wobei die Oxidverunreinigungen in einem Gesamt mengenanteil von wenigstens 0,02 Mol% der Wärmebarrierenbeschichtung (26) vorhanden sind;

**dadurch gekennzeichnet**, dass

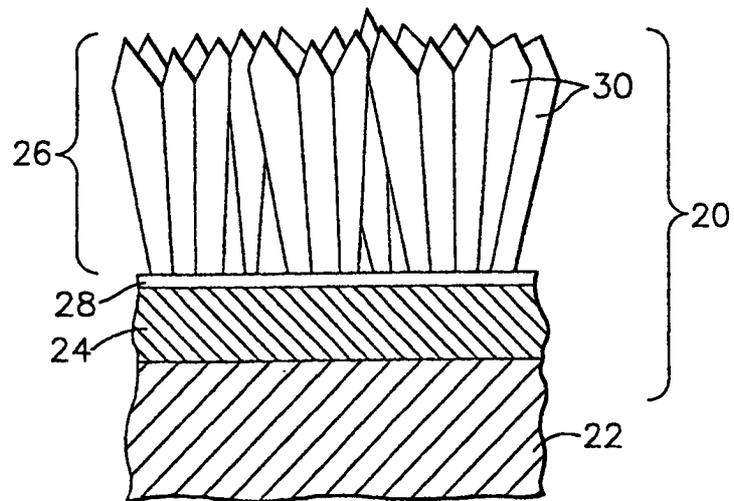
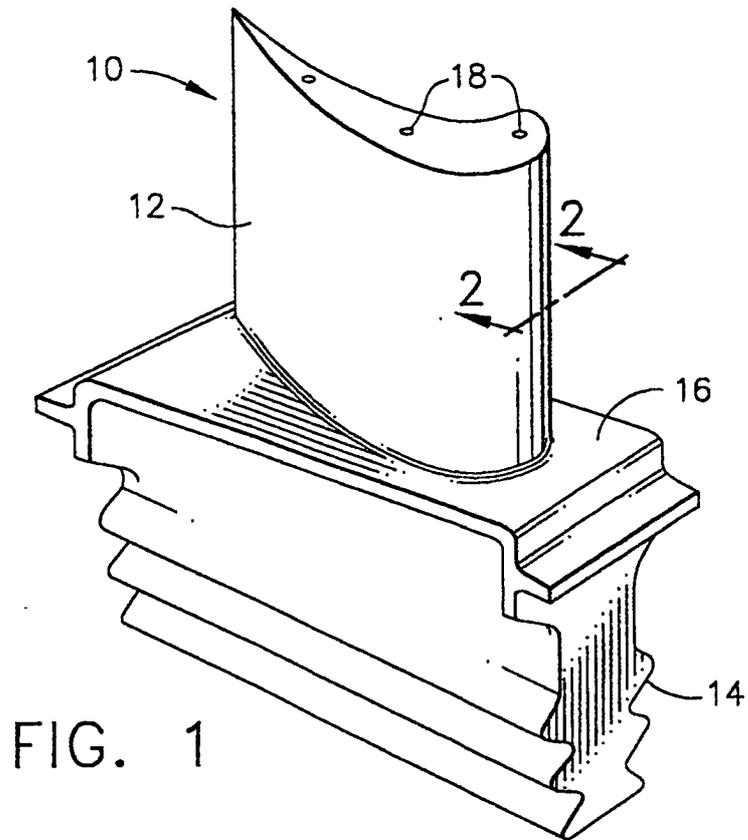
die Wärmebarrierenbeschichtung (26) Aluminiumoxidausfällungen (34) innerhalb der Mikrostruktur in einem Anteil von wenigstens 0,1 Mol% und bis zu 3 Mol% aufweist, um die Oxidverunreinigungen zu gettern und/oder deren Effekt zu neutralisieren, um so eine Kornsinterung und Vergrößerung zu verhindern, und dadurch eine Verdichtung der Wärmebarrierenbeschichtung (26) zu verhindern.

2. Gasturbinentriebwerkskomponente (10) nach Anspruch 1, wobei die Mikrostruktur der Wärmebarrierenbeschichtung (26) säulenartig ist.

3. Gasturbinentriebwerkskomponente (10) nach Anspruch 1, wobei die Mikrostruktur der Wärmebarrierenbeschichtung (26) inhomogen und porös ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



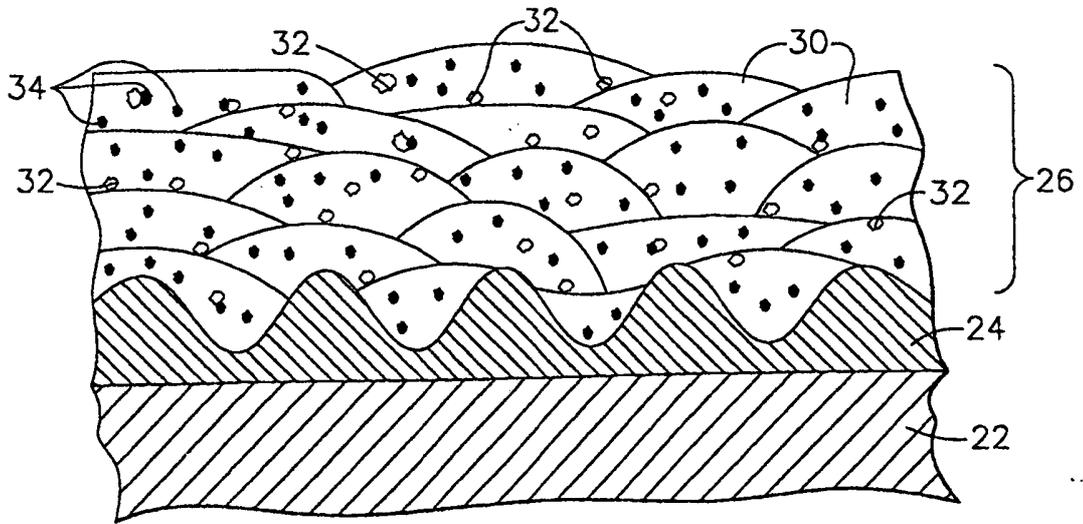


FIG. 3

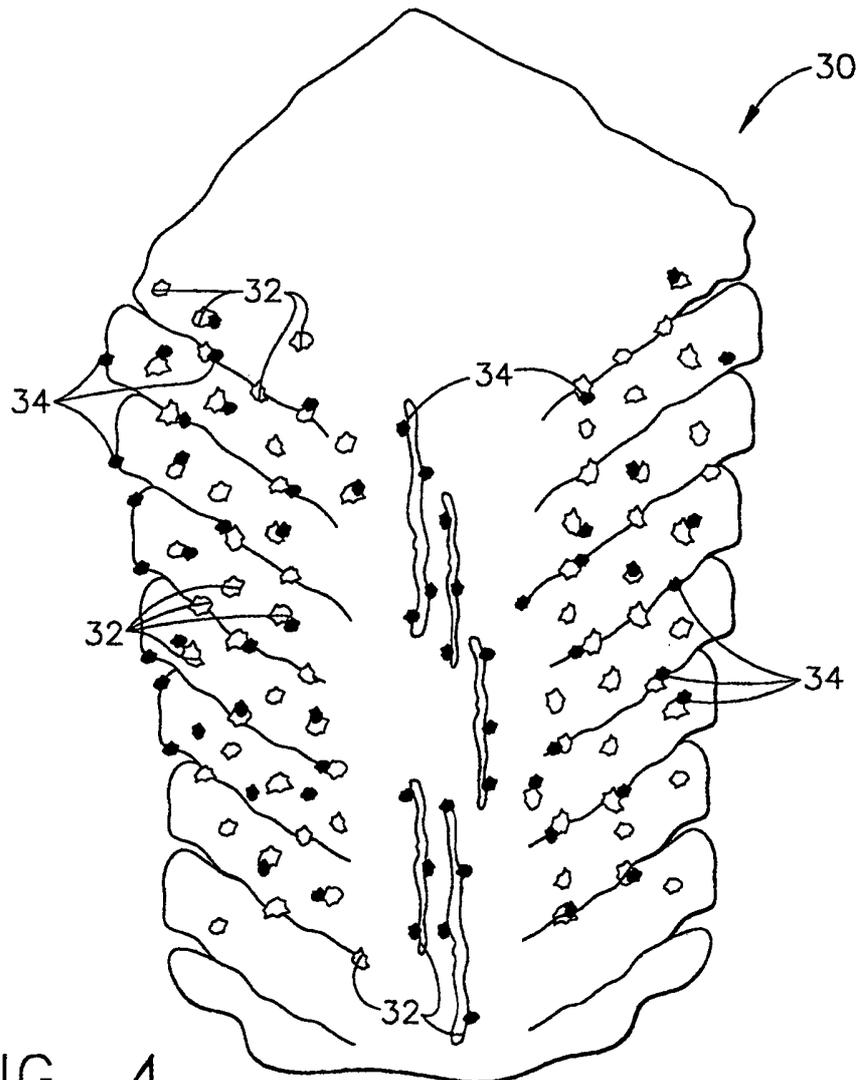


FIG. 4