

(19)



(11)

EP 2 537 959 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

26.12.2012 Patentblatt 2012/52

(51) Int Cl.:

C23C 28/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11170936.6**

(22) Anmeldetag: **22.06.2011**

(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**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines GmbH**

80995 München (DE)

(72) Erfinder:

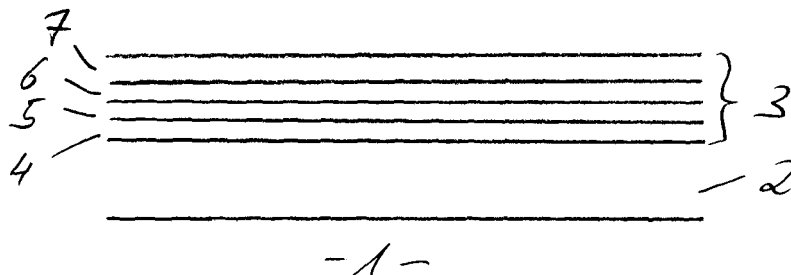
- **Dr. Uihlein, Thomas**
85221 Dachau (DE)
- **Eichmann, Wolfgang**
82178 Puchheim (DE)
- **Dr. Heutling, Falko**
81377 München (DE)
- **Schneiderbanger, Stefan**
85232 Bergkirchen (DE)

(54) **Mehrfache Verschleißschutzbeschichtung und Verfahren zu Ihrer Herstellung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beschichtung für Bauteile einer Gasturbine oder eines Flugtriebwerks mit einer Mehrlagenschicht (3, 13, 103) aus mehreren Teilschichten (4, 5, 6, 7; 14, 15, 16, 17; 104, 105, 106, 107) unterschiedlicher Härte, wobei unterhalb

der Mehrlagenschicht zwischen dem Bauteil und der Mehrlagenschicht eine Schicht (2, 12, 102) hoher Härte mit einer Zusammensetzung, die sich von der Zusammensetzung der Teilschichten der Mehrlagenschicht unterscheidet.

Fig 1



EP 2 537 959 A1

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beschichtung für Bauteile einer Gasturbine oder eines Flugtriebwerks mit einer Mehrlagenschicht aus mehreren Teilschichten unterschiedlicher Härte sowie ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Beschichtung und damit ausgestattete Bauteile einer Gasturbine oder eines Flugtriebwerks, wie insbesondere Leit- und Laufschaufeln.

STAND DER TECHNIK

[0002] Aufgrund der hohen Belastungen bei Gasturbinen und Flugtriebwerken durch hindurch strömende Fluide und in den Fluiden enthaltene Feststoffpartikel ist es bekannt, an entsprechenden Bauteilen, wie insbesondere Leitschaufeln und Laufschaufeln eine Schutzbeschichtung gegen Verschleiß vorzusehen. Hierfür haben sich beispielsweise Mehrlagenbeschichtungen mit einer Vielzahl von Teilschichten bewährt, bei denen die Teilschichten durch eine Abfolge von weichen und harten Schichten gebildet sind, die beispielsweise durch physikalische Gasphasenabscheidung (Physical Vapor Deposition PVD) abgeschieden werden können. Beispiele hierfür sind in der DE 10 2006 001 864 A1, DE 10 2008 019 891 A1 oder der DE 10 2008 023 590 A1 mit weiteren Verweisen auf entsprechenden Stand der Technik beschrieben.

[0003] Weitere Verschleißschutzschichten sind in der US 2010/0304181 A1 und der US 2010/0304084 A1 beschrieben. Diese Schichten weisen ein Zweischichtsystem auf, bei dem eine dispersionsgehärtete erste Schicht aus einer Nickel-Chrom-Matrix oder MCrAlX-Matrix mit $M = \text{Fe, Co, Ni}$ und $X = \text{Seltenerdelement mit Metallkarbiden}$ unterhalb einer abschließenden Metall-Nitrid-Schicht angeordnet ist. Der hohe Anteil an Karbiden, insbesondere Chromkarbiden führt jedoch zu einer negativen Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften, insbesondere der Schwingfestigkeitseigenschaften.

[0004] Allerdings unterliegen die Bauteile von Gasturbinen oder Flugtriebwerken nicht nur einer Beanspruchung durch Verschleiß aufgrund von Erosion, sondern durch die dort herrschenden hohen Temperaturen hat insbesondere auch die Heißgaskorrosion einen wichtigen Einfluss auf die Lebensdauer der entsprechenden Bauteile. Um diesem Problem zu begegnen, sind Heißgaskorrosionsschutzschichten bekannt, wie sie beispielsweise in der DE 10 2005 060 243 A1 oder der EP 0 587 341 A1 beschrieben sind. Ein weiteres Beispiel ist in der WO 2010/138096 gegeben. Diese Oxidationsschutzschichten basieren im Wesentlichen auf MCrAlY-Beschichtungen, bei denen M durch Eisen, Kobalt oder Nickel gebildet ist. Hierbei kommt es insbesondere auf einen entsprechenden Chromgehalt der Beschichtung an, der durch eine Chromanreicherung noch erhöht werden

den kann. Der Chromanteil sorgt dafür, dass sich eine langsam wachsende, dichte Chromoxidschicht ausbildet, die weitere Oxidation verhindert. Allerdings sind derartige Schichten nicht für den Einsatz in Bereichen mit hoher Verschleiß- oder Erosionsbelastung geeignet.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0005] Obwohl mit den oben beschriebenen Schichtsystemen bereits gute Erfolge erzielt werden, ist es ersichtlich, dass aufgrund der Komplexität des Eigenschaftsprofils und der zum Teil divergierenden Ziele und Maßnahmen eine weitere Verbesserung von Verschleißschutzbeschichtungen hinsichtlich einer besseren Heißgaskorrosionsbeständigkeit oder umgekehrt eine Verbesserung von Heißgaskorrosionsschutzschichten hinsichtlich einer besseren Verschleißbeständigkeit wünschenswert ist. Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Verschleißschutz- bzw. Erosionsschutzschicht sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung bereitzustellen, welche eine Verbesserung der Hochtemperaturoxidationsbeständigkeit ermöglicht. Gleichzeitig soll die Erosionsschutzwirkung beibehalten oder verbessert werden. Zudem soll die Aufbringung der Schicht einfach und zuverlässig durchführbar sein.

TECHNISCHE LÖSUNG

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Beschichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung der Beschichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Weiterhin betrifft die Erfindung ein entsprechendes Bauteil für eine Gasturbine oder ein Flugtriebwerk nach dem Anspruch 11. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Bei der vorliegenden Erfindung werden zwei unterschiedliche Arten von Verschleißschutz- oder Erosionsschutzschichten miteinander kombiniert, um durch die Kombination eine Verbesserung des Eigenschaftsprofils sowohl hinsichtlich der Verschleißbeständigkeit als auch hinsichtlich einer Heißgaskorrosionsbeständigkeit zu erzielen.

[0008] Entsprechend ist vorgesehen, dass die Beschichtung eine Schicht hoher Härte sowie eine Mehrlagenschicht mit mehreren Teilschichten unterschiedlicher Härte umfasst. Die Angaben zur Härte sind hierbei zunächst relativ zu sehen und zwar einerseits im Verhältnis zum Grundwerkstoff des zu beschichtenden Bauteils als auch innerhalb der Schichten bzw. Teilschichten in der Beschichtung. So ist klar, dass bei einem Mehrlagenschichtsystem mit Teilschichten unterschiedlicher Härte die Angabe der Härte relativ der einzelnen Teilschichten zueinander erfolgt, während die Angabe einer Schicht hoher Härte beschreibt, dass die Schicht gegenüber dem Grundwerkstoff des zu beschichtenden Bauteils eine höhere Härte aufweist.

here Härte aufweist.

[0009] Gleichwohl lässt sich beispielsweise für die Schicht hoher Härte ein Richtwert angeben, der beispielsweise im Bereich einer Härte von ≥ 20 HRC, insbesondere ≥ 40 HRC und darüber liegt. Die Härte der Schicht hoher Härte kann für viele Anwendungen gleich oder höher diesen genannten Werten sein. Allerdings ist klar, dass je nach Grundwerkstoff des zu beschichtenden Bauteils die einzustellende Härte auf diesen Grundwerkstoff abgestimmt werden kann, so dass im Einzelfall auch geringere Härtewerte möglich sind. Gleiches gilt für das Mehrlagenschichtsystem und die darin befindlichen Teilschichten.

[0010] Durch die Kombination eines ersten Teilverschleißschutzsystems mit einer Schicht hoher Härte und eines zweiten Teilverschleißschutzsystems mit einer Mehrlagenschicht kann beispielsweise erreicht werden, dass die erfindungsgemäße Beschichtung für alle Auftreffwinkel von auftreffenden Teilchen einen Schutz bietet, da die Mehrlagenschicht für kleine Auftreffwinkel im Bereich von 0° bis 30° gute Eigenschaften aufweist, während die Schicht hoher Härte bei großen Auftreffwinkeln von 60° bis 90° am wirksamsten ist.

[0011] Die Mehrlagenschicht kann insbesondere eine Vielzahl von harten und weichen Teilschichten umfassen, die abwechselnd angeordnet sind, sodass sich eine weiche und eine harte Teilschicht übereinander befinden und diese Abfolge mehrmals wiederholt wird. Derartige Verschleißschichten sind für sich alleine aus dem Stand der Technik bekannt (siehe oben) und bedürfen deshalb keiner näheren Erläuterung.

[0012] Die weichen Schichten können beispielsweise durch weiche metallische Teilschichten oder weiche keramische Teilschichten realisiert werden, während die harten Teilschichten üblicherweise durch keramische Teilschichten erzeugt werden. Die Dicke einer einzelnen Teilschicht der Mehrlagenschicht, die wiederum selbst aus mehreren Teilschichten bestehen kann, kann im Bereich von wenigen Nanometern bis zu 20 Mikrometern, vorzugsweise bis zu 10 Mikrometern liegen.

[0013] Insbesondere können die harten Teilschichten durch Nitride oder Stickstoffreiche Schichten aus Chrom, Aluminium und/oder Titan gebildet sein. Die weichen Teilschichten können auf Basis von Eisen, Kobalt, Nickel, Titan, Chrom oder Aluminium-Legierungen oder entsprechenden keramischen Werkstoffen, wie beispielsweise CrN gebildet sein.

[0014] Die Mehrlagenschicht wird erfindungsgemäß durch PVD-Abscheidung (Physikalische Gasphasenabscheidung Physical Vapor Deposition) abgeschieden, während die Schicht hoher Härte zwischen der Mehrlagenschicht und dem zu beschichtenden Bauteil mittels eines Hochgeschwindigkeitsspritzverfahrens aufgebracht wird, wie beispielsweise durch thermisches Spritzen oder Kaltgasspritzen.

[0015] Die Schicht hoher Härte ist durch eine Metalllegierungsschicht gebildet, die mittels Dispersionshärtung, Ausscheidungshärtung oder Mischkristallverfesti-

gung eine hohe Härte aufweist, aber gleichzeitig eine gewisse Duktilität besitzt und insbesondere die negativen mechanischen Eigenschaften von Materialien vermeidet, die mit hohen Karbidanteilen gehärtet sind. Hier bieten sich insbesondere Legierungen auf Basis von Kobalt, wie beispielsweise CoMoCrSi-Legierungen oder CoCrWSi-Legierungen an, wie z. B. Stellite oder Triballoy (Markennamen der Fa. Deloro Stellite). Darüber hinaus können auch MCrAlY-Legierungen mit Dispersionspartikeln aus Oxiden, Nitriden und/oder Boriden vorgesehen werden, wobei M gleich Eisen, Kobalt oder Nickel ist. Diese Schichten bieten nicht nur eine ausreichende Härte, sondern können zur Verbesserung der Heißgaskorrosionsbeständigkeit auch einen entsprechenden Chrom-Gehalt zur Ausbildung einer langsam wachsenden und dichten Chromoxidschicht aufweisen, insbesondere Chromgehalte von ≥ 18 Gew.-%, vorzugsweise ≥ 20 Gew.-%. Allerdings ist durch Abstimmung mit den übrigen Legierungsbestandteilen die Ausbildung von Karbiden, insbesondere Chromkarbiden oder eines zu hohen Anteils an Karbiden zu vermeiden. Insbesondere kann der Karbidgehalt durch Vermeidung von Kohlenstoffanteilen bzw. geeignete Zusammensetzung der übrigen Legierungsbestandteile auf den Bereich unvermeidbarer Verunreinigungen beschränkt sein.

[0016] Zwischen der Schicht mit hoher Härte und der Mehrlagenschicht kann eine Chrom-reiche Schicht durch Inchromierung, also durch Eindiffundieren von Chrom erzeugt werden. Der Chromanteil in der Chrom-reichen Schicht kann bis zu 30 Vol.-%, vorzugsweise bis zu 20 Vol.-% betragen. Die Inchromierung kann insbesondere bei Beschichtungen auf Bauteilen aus Stahl angewendet werden.

[0017] Vor dem Aufbringen der Chrom-reichen Schicht oder der weiteren Beschichtung mit der Mehrlagenschicht kann die gespritzte Schicht hoher Härte durch Polieren oder Schleifen oder sonstige geeignete Verfahren geglättet werden, sodass sich insbesondere bei einer nachfolgenden direkten Aufbringung der PVD-Mehrlagenbeschichtung eine PVD-Beschichtung hoher Qualität ergibt.

[0018] Zusätzlich kann zwischen dem zu beschichtenden Bauteil und der Schicht hoher Härte eine poröse Schicht ausgebildet werden, um bei der Entstehung von Mikrorissen in äußeren Lagen des Schutzsystems eine Schicht vorzusehen, die das Risswachstum durch eine Risspitzenverbreiterung in den Poren verhindert.

[0019] Die poröse Schicht kann insbesondere durch Kaltgasspritzen erzeugt werden.

[0020] Die Dicke der Schicht hoher Härte kann mit bis zu 150 Mikrometer, insbesondere bis zu 100 Mikrometer gewählt werden, während die Schicht mit hohem Chrom-Anteil eine Dicke von bis zu 20 Mikrometer, vorzugsweise bis zu 10 Mikrometer aufweisen kann.

[0021] Ein entsprechendes, beschichtetes Bauteil einer Gasturbine oder eines Flugtriebwerks kann nur teilweise beschichtet sein und kann insbesondere in bestimmten Bereichen, in denen bestimmte Anforderungen

nicht gegeben sind, nur mit einem der Teilschichtsysteme versehen sein, beispielsweise mit der Schicht hoher Härte, mit der Schicht hoher Härte einschließlich einer Chrom-reichen Schicht oder lediglich mit einer Mehrlagenschicht oder andersartigen Kombinationen der einzelnen Teilschichten des vorgestellten Beschichtungssystems.

[0022] Bei dem zu beschichtenden Bauteil kann es sich insbesondere um Bauteile auf Basis von Eisen-, Nickel- oder Titanwerkstoffen handeln.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0023] Die beigefügten Zeichnungen zeigen in rein schematischer Weise in

Fig. 1 eine teilweise Querschnittsansicht durch ein erfindungsgemäß beschichtetes Bauteil nach einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine teilweise Querschnittsansicht durch ein erfindungsgemäß beschichtetes Bauteil nach einer zweiten Ausführungsform; und in

Fig. 3 eine teilweise Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Beschichtung nach einer dritten Ausführungsform.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0024] Weitere Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen deutlich. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern der Schutzbereich richtet sich alleine nach den beigefügten Ansprüchen.

[0025] Die Fig. 1 zeigt einen teilweisen Querschnitt durch eine erste erfindungsgemäße Beschichtung auf einem Bauteil 1. Die Beschichtung umfasst eine Schicht 2 hoher Härte sowie eine Mehrlagenbeschichtung 3. Sowohl die Schicht 2 hoher Härte als auch die Mehrlagenschicht 3 stellen für sich bereits eine Verschleißschutzbeschichtung dar, wobei jedoch der Aufbau der einzelnen Teilverschleißschutzbeschichtung und ihre Wirkungsweise unterschiedlich sind. Durch die Kombination der unterschiedlichen Teilverschleißschutzbeschichtungen kann jedoch ein ausgewogenes Eigenschaftsprofil der gesamten Verschleißschutzbeschichtung erzielt werden. Die Schicht 2 hoher Härte, also die erste Teilverschleißschutzbeschichtung wird durch eine Hartlegierung oder durch eine sonstige metallische Schicht mit hoher Härte realisiert, die beispielsweise durch Dispersionshärtung, Ausscheidungshärtung oder Mischkristallhärtung erzielt wird. Bei der Dispersionshärtung können insbesondere keramische Partikel in die Legierung eingelagert werden, wie beispielsweise Oxide, Nitride, Boride, beispielsweise Aluminiumoxid. Beispiele für entsprechende Werkstoffe, die für die Schicht 2 hoher Härte eingesetzt werden können, sind Kobaltbasislegierungen,

wie beispielsweise CoMoCrSi- oder CoCrWSi-Legierungen, die unter den Handelsbezeichnungen Tribaloy und Stellite vertrieben werden. Darüber hinaus können auch MCrAlY-Legierungen mit M gleich Eisen, Kobalt oder Nickel zum Einsatz kommen, die insbesondere mit Dispersionspartikeln, wie Aluminiumoxid, zur Erhöhung der Härte versehen sein können.

[0026] Die Schicht 2 hoher Härte wird erfindungsgemäß mittels Hochgeschwindigkeitsspritzverfahren, wie thermisches Spritzen, auch High-Velocity-Oxyde-Fuel (HVOF) - Spritzen oder Flammsspritzen genannt, aufgebracht. Auch Kaltgasspritzen, bei welchem die aufzuspritzenden Partikel nicht erwärmt werden sondern lediglich aufgrund ihrer hohen kinetischen Energie beim Auftreffen auf das Bauteil eine Verbindung mit dem Bauteil und untereinander eingehen, kann eingesetzt werden.

[0027] Nach dem Aufbringen der Schicht hoher Härte mit Kaltgasspritzen oder Flammsspritzen kann die Schicht 2 hoher Härte bei Bedarf geglättet werden, beispielsweise durch entsprechendes Schleifen und Polieren.

[0028] Danach wird die Mehrlagenschicht mittels Gasphasenabscheidung (Physical Vapor Deposition PVD) schichtweise aufgebracht. Die Mehrlagenschicht 3 umfasst eine Abfolge von weichen und harten Teilschichten 4, 5, 6, 7, wobei weiche Teilschichten 4, 6 sich mit harten Teilschichten 5, 7 abwechseln. Die äußere Schicht wird bevorzugt durch eine harte Teilschicht 7 gebildet.

[0029] Die harten Teilschichten 5, 7 können durch keramische Werkstoffe, insbesondere Nitride oder Stickstoff-reiche Schichten aus Aluminium, Titan oder Chrom mit Zusätzen von Yttrium oder Kohlenstoff gebildet sein. Daneben sind jedoch auch andere keramische Werkstoffe insbesondere auf Oxidbasis vorstellbar. Die weichen Teilschichten 4, 6 können ebenfalls aus keramischen Werkstoffen mit denselben chemischen Elementen gebildet sein, wobei durch einen höheren Anteil der metallischen Elemente beispielsweise eine geringere Härte einstellbar ist. Darüber hinaus können die weichen Teilschichten 4, 6 durch metallische Schichten auf der Basis von Eisen, Kobalt, Nickel, Titan, Chrom oder Aluminium oder Kombinationen daraus gebildet sein. Ein Beispiel für eine Schichtabfolge könnte beispielsweise durch die Ausbildung der weichen Teilschichten 4, 6 als CrN-Schichten und der harten Teilschichten als CrAlN-Schichten gegeben sein. Die weichen Teilschichten 4, 6 und/oder die harten Teilschichten 5, 7 können wiederum selbst aus mehreren Schichten aufgebaut sein.

[0030] Die Schichtdicke der Teilschichten 4 bis 7 der Mehrlagenschicht 3 kann im Bereich von wenigen Nanometern bis zu einigen Mikrometern gewählt werden.

[0031] Die Schicht 2 hoher Härte kann ferner mit einer Schichtdicke von ca. 100 Mikrometern abgeschieden werden.

[0032] Die Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beschichtung, bei welcher die identischen Komponenten mit Ausnahme des beschichteten Bauteils mit den gleichen Bezugszeichen,

lediglich um 10 erhöht, versehen sind. So ist auf dem Bauteil 10 wiederum eine Schicht 12 hoher Härte sowie eine Mehrlagenschicht 13 mit den Teilschichten 14 bis 17 vorgesehen. Die Schicht hoher Härte 12 und die Mehrlagenschicht 13 sind in gleicher Weise aufgebaut wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 1, sodass sich eine zusätzliche Beschreibung erübrigt. Zusätzlich ist zwischen der Schicht 12 hoher Härte und der Mehrlagenschicht 13 eine Chrom-reiche Schicht 11 vorgesehen, die durch Inchromierung der Schicht 12 hoher Härte ausgebildet worden ist. Entsprechend kann die Chrom-reiche Schicht 11 als Diffusionsschicht ausgebildet sein, die in die vorher abgeschiedene Schicht 12 hoher Härte durch Eindiffundieren des Chroms entstanden ist. Darüber hinaus ist es auch denkbar eine Chrom-reiche Auflageschicht oder eine Kombination aus Diffusionsschicht und Auflageschicht zu bilden.

[0033] In der Chrom-reichen Schicht kann der Chromanteil insbesondere bis zu 30 Vol.%, vorzugsweise bis zu 20 Vol.% Chrom betragen. Die Chrom-reiche Schicht bewirkt insbesondere eine Verbesserung der Hochtemperaturkorrosionsbeständigkeit, da das Chrom eine dichte, dünne Chromoxidschicht ausbildet, die eine weitere Heißgaskorrosion verhindert.

[0034] Die Fig. 3 zeigt in einem weiteren Ausführungsbeispiel eine erfindungsgemäße Beschichtung auf einem Bauteil 100, welche zum großen Teil der Beschichtung aus der Fig. 2 entspricht. Entsprechend werden wiederum mit Ausnahme der Bezeichnung des Bauteils die Bezugszeichen für die Komponenten so gewählt, dass diese gegenüber dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 lediglich um 100 erhöht sind.

[0035] So zeigt die Fig. 3 eine Beschichtung mit einer Schicht 102 hoher Härte, der eine Chrom-reichen Schicht 111 und eine Mehrlagenschicht 103 mit den Teilschichten 104 bis 107 folgen. Die Schicht 102 hoher Härte und die Mehrlagenschicht 103 entsprechen den Schichten 12 bzw. 2 sowie 13 bzw. 3 der vorher beschriebenen Ausführungsbeispiele und bedürfen keiner zusätzlichen Erläuterung. Die Chrom-reiche Schicht 111 entspricht der Chrom-reichen Schicht 11 und ist von daher ebenfalls bekannt. Bei der Ausführungsform der Fig. 3 ist lediglich eine zusätzliche poröse Schicht 101 zwischen der Schicht 102 hoher Härte und dem Bauteil 100 vorgesehen. Diese Schicht kann beispielsweise durch Kaltgas-spritzen aufgebracht werden. Mittels der porösen Schicht 101 wird durch die definierte Einbringung von Porosität bewirkt, dass eventuell entstehende Mikrorisse aus den äußeren Lagen des Schutzsystems beim Risswachstum nicht in den Grundwerkstoff des Bauteils 100 eindringen können, sondern in den Poren aufgrund der Abstumpfung der Riss Spitze am weiteren Risswachstum gehindert werden. Die Zusammensetzung der porösen Schicht 101 wird vorzugsweise ähnlich der des Grundwerkstoffs des Bauteils 100 gewählt.

[0036] Die Bauteile 1, 10, 100 können insbesondere durch Eisen-, Nickel- oder Titanbasislegierungen gebildet werden, wobei die Bezeichnung Basislegierung hier

angibt, dass die Komponente mit dem größten Anteil durch Eisen, Nickel oder Titan gebildet wird.

[0037] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels detailliert beschrieben worden ist, ist für den Fachmann selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern das vielmehr Abwandlungen oder Ergänzungen in der Weise möglich sind, dass einzelne Merkmale weggelassen oder andersartige Kombinationen von Merkmalen vorgenommen werden können, ohne das der Schutzbereich der beigefügten Ansprüche verlassen wird. Die vorliegende Erfindung offenbart insbesondere sämtliche Kombinationen der vorgestellten Einzelmerkmale.

Patentansprüche

1. Beschichtung für Bauteile einer Gasturbine oder eines Flugtriebwerks mit einer Mehrlagenschicht (3, 13, 103) aus mehreren Teilschichten (4,5,6,7; 14, 15, 16, 17; 104, 105, 106, 107) unterschiedlicher Härte, wobei die Mehrlagenschicht (3, 13, 103) eine wiederholte Abfolge von harten und weichen Teilschichten (4, 5, 6, 7; 14, 15, 16, 17; 104, 105, 106, 107) umfasst, wobei insbesondere die äußerste Teilschicht eine harte Schicht ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

unterhalb der Mehrlagenschicht zwischen dem Bauteil und der Mehrlagenschicht eine Schicht (2, 12, 102) hoher Härte mit einer Zusammensetzung angeordnet ist, die sich von der Zusammensetzung der Teilschichten der Mehrlagenschicht unterscheidet, wobei die Schicht hoher Härte eine höhere Härte als das zu beschichtende Bauteil aufweist und eine Co-MoCrSi-Legierung, eine CoCrWSi-Legierung oder eine MCrAlY-Legierung mit Dispersionspartikeln aus Oxiden, Nitriden und/oder Boriden ist, wobei M gleich Fe, Co oder Ni ist.

2. Beschichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mehrlagenschicht (3, 13, 103) eine wiederholte Abfolge einer weichen metallischen Teilschicht und einer harten keramischen Teilschicht oder einer weichen keramischen Teilschicht und einer harten keramischen Teilschicht aufweist, wobei insbesondere die Dicke der Teilschichten der Mehrlagenschicht im Bereich von einigen wenigen nm bis zu 20 µm, vorzugsweise 10 µm liegt.

3. Beschichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die harten Teilschichten der Mehrlagenschicht Nitride oder stickstoffreiche Schichten mit Chrom, Aluminium und/oder Titan umfassen, während die weichen Teilschichten der Mehrlagenschicht durch

Schichten auf Basis von Fe, Co, Ni, Ti, Cr, Al und Kombinationen daraus gebildet sind.

4. Beschichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schicht (2, 12, 102) hoher Härte durch eine Metalllegierungsschicht gebildet ist, die mittels Dispersionshärtung, Ausscheidungshärtung oder Mischkristallverfestigung eine hohe Härte aufweist. 5
5. Beschichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schicht hoher Härte einen hohen Cr-Anteil von insbesondere ≥ 18 Gew.-%, vorzugsweise ≥ 20 Gew.-% aufweist, insbesondere bei gleichzeitig niedrigem Cr-Karbid-Anteil von < 5 Vol.-%, insbesondere < 1 Vol.-%, bei welchem sichergestellt ist, dass sich eine schützende Chromoxidschicht ausbildet. 10
6. Beschichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen der Schicht (2, 12, 102) hoher Härte und der Mehrlagenschicht eine Schicht (11, 111) mit hohem Chrom-Anteil angeordnet ist, wobei der Chrom-Anteil bis zu 30 Vol.-%, vorzugsweise bis zu 20 Vol.-% beträgt. 15
7. Beschichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
unterhalb der Schicht (2, 12, 102) hoher Härte zwischen der Schicht hoher Härte und dem Bauteil eine poröse Schicht (101) ausgebildet ist. 20
8. Beschichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schicht hoher Härte eine Dicke bis zu $150\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere bis zu $100\text{ }\mu\text{m}$ aufweist. 25
9. Beschichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schicht mit hohem Chrom-Anteil eine Dicke von bis zu $20\text{ }\mu\text{m}$, vorzugsweise bis zu $10\text{ }\mu\text{m}$ aufweist. 30
10. Beschichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17 hergestellt ist. 35
11. Bauteil für eine Gasturbine oder ein Flugtriebwerk, insbesondere eine Leit- oder Laufschaufel mit einer Beschichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10. 40
12. Bauteil nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schicht mit hohem Chrom-Anteil (11, 111) und/oder die Mehrlagenschicht (3, 13, 103) über das Bauteil (1, 10, 100) verteilt nur in Teilbereichen ab- 45
geschieden wird.
13. Bauteil nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Bauteil (1, 10, 100) aus einem Fe-, Ni- oder Ti-Basiswerkstoff gebildet ist. 50
14. Verfahren zur Herstellung einer Beschichtung für ein Bauteil einer Gasturbine oder eines Flugtriebwerks, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei welchem eine Schicht (2, 12, 102) hoher Härte mittels Kaltgasspritzen oder Heißgasspritzen aufgebracht wird und anschließend eine Mehrlagenschicht (3, 13, 103) durch PVD-Abscheidung ab- 55
geschieden wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schicht (11, 111) mit hohem Chrom-Anteil durch Inchromierung aufgebracht wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die poröse Schicht (101) durch Kaltgasspritzen aufgebracht wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schicht (2, 12, 102) hoher Härte nach dem Aufbringen und vor der weiteren Beschichtung geglättet wird.

Fig. 1

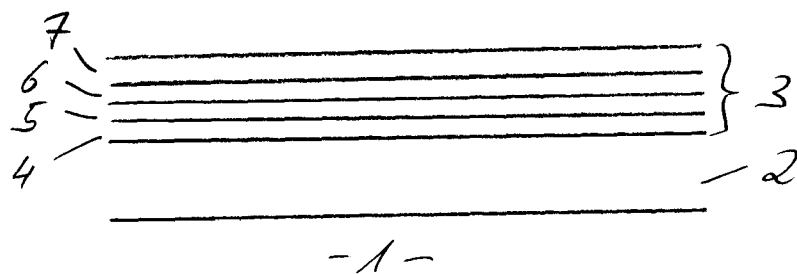


Fig. 2

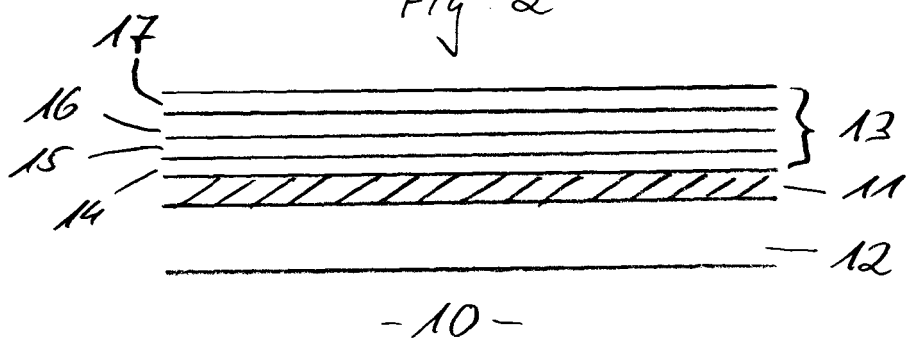
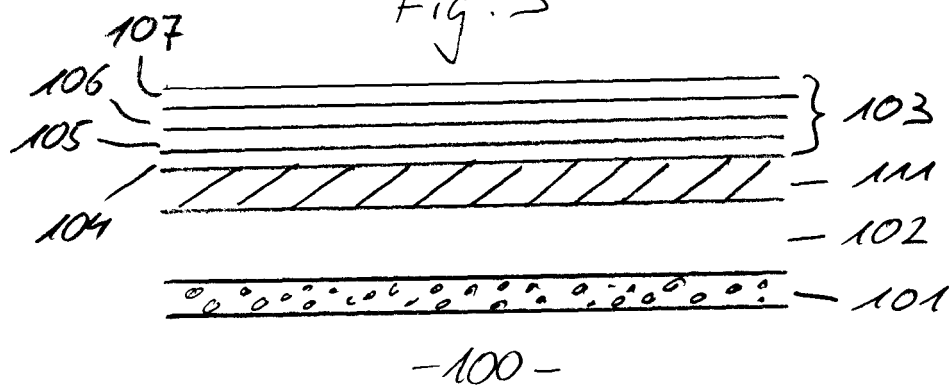


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 17 0936

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2007/099027 A1 (KRISHNAMURTHY ANAND [IN] ET AL) 3. Mai 2007 (2007-05-03)	1-6, 9-14, 17	INV. C23C28/00
Y	* Absätze [0002], [0029], [0030], [0032], [0040]; Abbildungen 6, 7 *	7, 15, 16	

Y	WO 2008/140479 A2 (SIEMENS ENERGY INC [US]; SUBRAMANIAN RAMESH [US] SIEMENS ENERGY INC [U]) 20. November 2008 (2008-11-20) * Seite 3, Zeile 23 - Zeile 27; Anspruch 1 *	7, 16	
	* Seite 3, Zeile 32 *		

Y	US 6 503 340 B1 (GOLD MICHAEL [US] ET AL) 7. Januar 2003 (2003-01-07) * Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 4; Anspruch 1 *	15	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. September 2011	Prüfer Oliveras, Mariana
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 17 0936

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-09-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007099027 A1	03-05-2007	KEINE	
WO 2008140479 A2	20-11-2008	AT 517198 T	15-08-2011
		EP 2126157 A2	02-12-2009
		US 2008145629 A1	19-06-2008
US 6503340 B1	07-01-2003	CA 2354450 A1	02-02-2002
		TW 544341 B	01-08-2003

EPO FORM P0461

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

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

- DE 102006001864 A1 **[0002]**
- DE 102008019891 A1 **[0002]**
- DE 102008023590 A1 **[0002]**
- US 20100304181 A1 **[0003]**
- US 20100304084 A1 **[0003]**
- DE 102005060243 A1 **[0004]**
- EP 0587341 A1 **[0004]**
- WO 2010138096 A **[0004]**