

(19)



(11)

EP 2 354 260 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.08.2011 Patentblatt 2011/32

(51) Int Cl.:
C22C 19/05^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10000223.7**

(22) Anmeldetag: **12.01.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
 PT RO SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

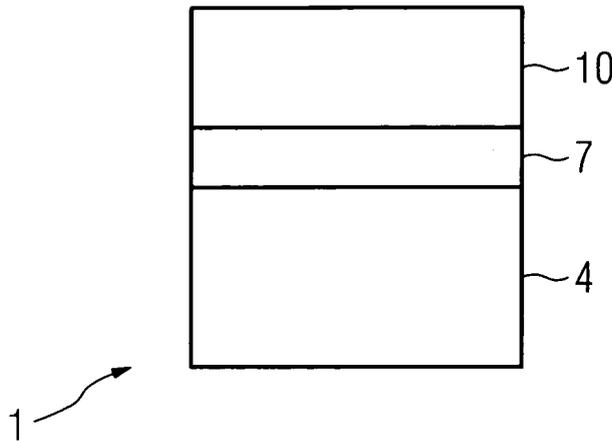
(72) Erfinder:
 • **Schmitz, Friedhelm
46537 Dinslaken (DE)**
 • **Stamm, Werner, Dr.
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**

(54) **Legierung, Schutzschicht und Bauteil**

(57) Bekannte Schutzschichten mit hohem Cr-Gehalt und zusätzlich Silizium bilden Sprödphasen aus, die unter dem Einfluss von Kohlenstoff während des Einsatzes

zusätzlich verspröden. Die erfindungsgemäße Schutzschicht hat die Zusammensetzung 18% bis 20% Kobalt (Co), 6% bis 8% Aluminium (Al), 0,5% bis 0,7% Yttrium (Y), 22% - 26% Chrom (Cr), Rest Nickel.

FIG 1



EP 2 354 260 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Legierung gemäß Anspruch 1, eine Schutzschicht zum Schutz eines Bauteils gegen Korrosion und/oder Oxidation insbesondere bei hohen Temperaturen gemäß Anspruch 10 und ein Bauteil gemäß Anspruch 11.

[0002] Schutzschichten für metallische Bauteile, die deren Korrosionsbeständigkeit und/oder Oxidationsbeständigkeit erhöhen sollen, sind im Stand der Technik in großer Zahl bekannt. Die meisten dieser Schutzschichten sind unter dem Sammelnamen MCrAlY bekannt, wobei M für mindestens eines der Elemente aus der Gruppe umfassend Eisen, Kobalt und Nickel steht und weitere wesentliche Bestandteile Chrom, Aluminium und Yttrium sind.

[0003] Typische Beschichtungen dieser Art sind aus den US-Patenten 4,005,989 und 4,034,142 bekannt.

[0004] Bekannt ist auch die Zugabe von Rhenium (Re) zu NiCoCrAlY-Legierungen.

[0005] Die Bemühung um die Steigerung der Eintrittstemperaturen sowohl bei stationären Gasturbinen als auch bei Flugtriebwerken hat auf dem Fachgebiet der Gasturbinen eine große Bedeutung, da die Eintrittstemperaturen wichtige Bestimmungsgrößen für die mit Gasturbinen erzielbaren thermodynamischen Wirkungsgrade sind. Durch den Einsatz speziell entwickelter Legierungen als Grundwerkstoffe für thermisch hoch zu belastende Bauteile wie Leit- und Laufschaufeln, insbesondere durch den Einsatz einkristalliner Superlegierungen, sind Eintrittstemperaturen von deutlich über 1000°C möglich. Inzwischen erlaubt der Stand der Technik Eintrittstemperaturen von 950°C und mehr bei stationären Gasturbinen sowie 1100°C und mehr in Gasturbinen von Flugtriebwerken.

[0006] Beispiele zum Aufbau einer Turbinenschaufel mit einem einkristallinen Substrat, die seinerseits komplex aufgebaut sein kann, gehen hervor aus der WO 91/01433 Al.

[0007] Während die physikalische Belastbarkeit der inzwischen entwickelten Grundwerkstoffe für die hoch belasteten Bauteile im Hinblick auf mögliche weitere Steigerungen der Eintrittstemperaturen weitgehend unproblematisch ist, muss zur Erzielung einer hinreichenden Beständigkeit gegen Oxidation und Korrosion auf Schutzschichten zurückgegriffen werden. Neben der hinreichenden chemischen Beständigkeit einer Schutzschicht unter den Angriffen, die von Rauchgasen bei Temperaturen in der Größenordnung von 1000°C zu erwarten sind, muss eine Schutzschicht auch genügend gute mechanische Eigenschaften, nicht zuletzt im Hinblick auf die mechanische Wechselwirkung zwischen der Schutzschicht und dem Grundwerkstoff, haben. Insbesondere muss die Schutzschicht hinreichend duktil sein, um eventuellen Verformungen des Grundwerkstoffes folgen zu können und nicht zu reißen, da auf diese Weise Angriffspunkte für Oxidation und Korrosion geschaffen würden.

[0008] Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Legierung und eine Schutzschicht anzugeben, die eine gute Hochtemperaturbeständigkeit in Korrosion und Oxidation aufweist, eine gute Langzeitstabilität aufweist und die außerdem einer mechanischen Beanspruchung, die insbesondere in einer Gasturbine bei einer hohen Temperatur zu erwarten ist, besonders gut angepasst ist.

[0009] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Legierung gemäß Anspruch 1 und eine Schutzschicht gemäß Anspruch 10.

[0010] Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Bauteil aufzuzeigen, das einen erhöhten Schutz gegen Korrosion und Oxidation aufweist.

[0011] Die Aufgabe wird ebenso gelöst durch ein Bauteil gemäß Anspruch 11, insbesondere ein Bauteil einer Gasturbine oder Dampfturbine, das zum Schutz gegen Korrosion und Oxidation bei hohen Temperaturen einer Schutzschicht der vorbeschriebenen Art aufweist.

[0012] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die beliebig in vorteilhafter Art und Weise miteinander verknüpft werden können.

[0013] Der Erfindung liegt u. a. die Erkenntnis zugrunde, dass die Schutzschicht in der Schicht und in dem Übergangsbereich zwischen Schutzschicht und Grundwerkstoff spröde Rhenium-Ausscheidungen zeigt. Diese mit der Zeit und Temperatur im Einsatz sich verstärkt ausbildenden Sprödphasen führen im Betrieb zu stark ausgeprägten Längsrissen in der Schicht als auch im Interface Schicht-Grundwerkstoff mit anschließender Ablösung der Schicht. Durch die Wechselwirkung mit Kohlenstoff, der aus dem Grundwerkstoff in die Schicht hindiffundieren kann oder während einer Wärmebehandlung im Ofen durch die Oberfläche in die Schicht hindiffundiert, erhöht sich zusätzlich die Sprödigkeit der Rhenium-Ausscheidungen. Durch eine Oxidation der Rhenium-Phasen wird die Triebkraft zur Rissbildung noch verstärkt.

[0014] Die Erfindung wird im Folgenden näher erläutert.

[0015] Es zeigen

Figur 1 ein Schichtsystem mit einer Schutzschicht,

Figur 2 Zusammensetzungen von Superlegierungen,

Figur 3 eine Gasturbine,

Figur 4 eine Turbinenschaufel und

Figur 5 eine Brennkammer.

[0016] Die Figuren und die Beschreibung stellen nur Ausführungsbeispiele der Erfindung dar.

[0017] Erfindungsgemäß weist eine Schutzschicht 7 (Fig. 1) zum Schutz eines Bauteils gegen Korrosion und Oxidation bei einer hohen Temperatur im Wesentlichen folgende Elemente auf (Angabe der Anteile in Gew%):

18% bis 22% Kobalt (Co),
6% bis 8% Aluminium (Al),
0,5% bis 0,7% Yttrium (Y) und/oder zumindest ein
äquivalentes Metall aus der Gruppe umfassend
Scandium und die Elemente der Seltenen Erden,
22% bis 20% Chrom (Cr),
Nickel (Ni) (NiCoCrAlY).

[0018] Diese Auflistung ist nicht abschließend.

[0019] Eine vorteilhafte Ausführung besteht aus den
Elementen Nickel, Kobalt, Chrom, Aluminium und Yttri-
um

[0020] Bei höherer Oxidationsbelastung (reines Ver-
brennungsgas) muss durch Yttrium mehr Sauerstoff ge-
bunden werden, damit die schützende Aluminiumoxid-
schicht nicht zu schnell wachsen kann, wobei dann der
Yttriumwert vorteilhafterweise bei bis zu 0,7wt% liegt. Je-
doch darf der Gehalt an Yttrium generell nicht zu hoch
in der Legierung werden, da dies ansonsten zur Versprö-
dung führt.

[0021] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel ist:

Ni - 20Co - 24Cr - 7Al - 0,6Y .

[0022] Festzustellen ist, dass die Anteile der einzelnen
Elemente besonders abgestimmt sind im Hinblick auf ih-
re Wirkungen, die insbesondere in Zusammenhang mit
dem nicht vorhandenen Element Rhenium zu sehen sind.
Wenn die Anteile so bemessen sind, kann auf die Zugabe
von Rhenium (Re) verzichtet werden, so dass sich auch
keine Rhenium-Ausscheidungen bilden. Es entstehen
vorteilhafterweise keine Sprödphasen während des Ein-
satzes der Schutzschicht, so dass das Laufzeitverhalten
verbessert und verlängert ist.

[0023] In Wechselwirkung mit der Reduzierung der
Sprödphasen, die sich besonders unter höheren mecha-
nischen Eigenschaften negativ auswirken, werden durch
die Verringerung der mechanischen Spannungen durch
den ausgewählten Nickel-Gehalt die mechanischen Ei-
genschaften verbessert.

[0024] Die Schutzschicht weist bei guter Korrosions-
beständigkeit eine besonders gute Beständigkeit gegen
Oxidation auf und zeichnet sich auch durch besonders
gute Duktilitätseigenschaften aus, so dass sie besonders
qualifiziert ist für die Anwendung in einer Gasturbine 100
(Fig. 3) bei einer weiteren Steigerung der Eintrittstempe-
ratur.

[0025] Die Pulver werden beispielsweise durch Plas-
maspritzen aufgebracht (APS, LPPS, VPS, ...). Andere
Verfahren sind ebenso denkbar (PVD, CVD,
Kaltgasspritzen, ...).

[0026] Die beschriebene Schutzschicht 7 wirkt auch
als Haftvermittlerschicht zu einer Superlegierung.

[0027] Vorzugsweise wird nur eine einzige Schutz-
schicht 7 für das Bauteil verwendet, also keine Duplex-
schicht für das Bondcoat. Auf diese Schutzschicht 7 kön-
nen weitere Schichten, insbesondere keramische Wär-
medämmschichten 10 aufgebracht werden.

[0028] Bei einem Bauteil 1 ist die Schutzschicht 7 vor-
teilhafterweise aufgetragen auf ein Substrat 4 aus einer
Superlegierung auf Nickel- oder Kobaltbasis.

[0029] Als Substrat kommt insbesondere folgende Zu-
sammensetzung in Frage (Angaben in wt%):

5	0,1%	bis 0,15%	Kohlenstoff
	18%	bis 22%	Chrom
	18%	bis 19%	Kobalt
10	0%	bis 2%	Wolfram
	0%	bis 4%	Molybdän
	0%	bis 1,5%	Tantal
	0%	bis 1%	Niob
15	1%	bis 3%	Aluminium
	2%	bis 4%	Titan
	0%	bis 0,75%	Hafnium

20 wahlweise geringe Anteile von Bor und/oder Zirkon, Rest
Nickel.

[0030] Zusammensetzungen dieser Art sind als Gus-
slegierungen unter den Bezeichnungen GTD222, IN939,
IN6203 und Udimet 500 bekannt.

25 **[0031]** Weitere Alternativen für das Substrat 4 des
Bauteils 1, 120, 130, 155 sind in der Figur 2 aufgelistet.

[0032] Die Dicke der Schutzschicht 7 auf dem Bauteil
1 wird vorzugsweise auf einen Wert zwischen etwa
100µm und 300µm bemessen.

30 **[0033]** Die Schutzschicht 7 eignet sich besonders zum
Schutz des Bauteils 1, 120, 130, 155 gegen Korrosion
und Oxidation, während das Bauteil bei einer Material-
temperatur um etwa 950°C, bei Flugturbinen auch um
etwa 1100°C, mit einem Rauchgas beaufschlagt wird.

35 **[0034]** Die Schutzschicht 7 gemäß der Erfindung ist
damit besonders qualifiziert zum Schutz eines Bauteils
einer Gasturbine 100, insbesondere einer Leitschaufel
120, Laufschaufel 130 oder eines Hitzeschildelements
155, das mit heißem Gas vor oder in der Turbine der
Gasturbine 100 oder der Dampfturbine beaufschlagt
wird.

[0035] Die Schutzschicht 7 kann als overlay (Schutz-
schicht ist die äußere Schicht oder als Bondcoat (Schutz-
schicht ist eine Zwischenschicht) verwendet werden.

45 **[0036]** Sie wird vorzugsweise als "single" layer ver-
wendet, d.h. es gibt keine weitere metallische Schicht.

[0037] Figur 1 zeigt als ein Bauteil ein Schichtsystem 1.

[0038] Das Schichtsystem 1 besteht aus einem Sub-
strat 4.

50 **[0039]** Das Substrat 4 kann metallisch und/oder kera-
misch sein. Insbesondere bei Turbinenbauteilen, wie
z.B. Turbinenlauf- 120 (Fig. 4) oder -leitschaufeln 130
(Fig. 3, 4), Hitzeschildelementen 155 (Fig. 5) sowie an-
deren Gehäuseteilen einer Dampf- oder Gasturbine 100
(Fig. 3), besteht das Substrat 4 aus einer nickel-, kobalt-
oder eisenbasierten Superlegierung. Vorzugsweise wer-
den nickelbasierte Superlegierungen verwendet.

[0040] Auf dem Substrat 4 ist die erfindungsgemäße

Schutzschicht 7 vorhanden. Sie wird vorzugsweise als "single" layer verwendet, d.h. es gibt keine weitere metallische Schicht. Vorzugsweise wird diese Schutzschicht 7 durch Plasmaspritzen (VPS, LPPS, APS1, ...) aufgebracht.

[0041] Diese kann als äußere Schicht (nicht dargestellt) oder Zwischenschicht (Fig. 1) verwendet werden.

[0042] Im letzteren Fall ist auf der Schutzschicht 7 eine keramische Wärmedämmschicht 10 vorhanden.

[0043] Die Schutzschicht 7 kann auf neu hergestellte Bauteile und wieder aufgearbeitete Bauteile aus dem Refurbishment aufgebracht werden.

[0044] Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile 1 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls von Schichten (Wärmedämmschicht) getrennt werden und Korrosions- und Oxidationsprodukte entfernt werden, beispielsweise durch eine Säurebehandlung (Säurestrippen). Gegebenenfalls müssen noch Risse repariert werden. Danach kann ein solches Bauteil wieder beschichtet werden, da das Substrat 4 sehr teuer ist.

[0045] Die Figur 3 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

[0046] Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 mit einer Welle 101 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

[0047] Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

[0048] Die Ringbrennkammer 110 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

[0049] Jede Turbinenstufe 112 ist beispielsweise aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

[0050] Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind.

[0051] An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

[0052] Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den

Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

[0053] Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 110 auskleidenden Hitzeschildelementen am meisten thermisch belastet.

[0054] Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden.

[0055] Ebenso können Substrate der Bauteile eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

[0056] Als Material für die Bauteile, insbesondere für die Turbinenschaufel 120, 130 und Bauteile der Brennkammer 110 werden beispielsweise eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

[0057] Solche Superlegierungen sind beispielsweise aus der EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 oder WO 00/44949 bekannt.

[0058] Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

[0059] Die Figur 4 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine, die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt.

[0060] Die Strömungsmaschine kann eine Gasturbine eines Flugzeugs oder eines Kraftwerks zur Elektrizitätserzeugung, eine Dampfturbine oder ein Kompressor sein.

[0061] Die Schaufel 120, 130 weist entlang der Längsachse 121 aufeinander folgend einen Befestigungsbereich 400, eine daran angrenzende Schaufelplattform 403 sowie ein Schaufelblatt 406 und eine Schaufelspitze 415 auf.

[0062] Als Leitschaufel 130 kann die Schaufel 130 an ihrer Schaufelspitze 415 eine weitere Plattform aufweisen (nicht dargestellt).

[0063] Im Befestigungsbereich 400 ist ein Schaufelfuß 183 gebildet, der zur Befestigung der Laufschaufeln 120, 130 an einer Welle oder einer Scheibe dient (nicht dargestellt).

[0064] Der Schaufelfuß 183 ist beispielsweise als Hammerkopf ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich.

[0065] Die Schaufel 120, 130 weist für ein Medium, das an dem Schaufelblatt 406 vorbeiströmt, eine An-

strömkante 409 und eine Abströmkante 412 auf.

[0066] Bei herkömmlichen Schaufeln 120, 130 werden in allen Bereichen 400, 403, 406 der Schaufel 120, 130 beispielsweise massive metallische Werkstoffe, insbesondere Superlegierungen verwendet.

[0067] Solche Superlegierungen sind beispielsweise aus der EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 oder WO 00/44949 bekannt.

[0068] Die Schaufel 120, 130 kann hierbei durch ein Gussverfahren, auch mittels gerichteter Erstarrung, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

[0069] Werkstücke mit einkristalliner Struktur oder Strukturen werden als Bauteile für Maschinen eingesetzt, die im Betrieb hohen mechanischen, thermischen und/oder chemischen Belastungen ausgesetzt sind.

[0070] Die Fertigung von derartigen einkristallinen Werkstücken erfolgt z.B. durch gerichtetes Erstarren aus der Schmelze. Es handelt sich dabei um Gießverfahren, bei denen die flüssige metallische Legierung zur einkristallinen Struktur, d.h. zum einkristallinen Werkstück, oder gerichtet erstarrt.

[0071] Dabei werden dendritische Kristalle entlang dem Wärmefluss ausgerichtet und bilden entweder eine stängelkristalline Kornstruktur (kolumnar, d.h. Körner, die über die ganze Länge des Werkstückes verlaufen und hier, dem allgemeinen Sprachgebrauch nach, als gerichtet erstarrt bezeichnet werden) oder eine einkristalline Struktur, d.h. das ganze Werkstück besteht aus einem einzigen Kristall. In diesen Verfahren muss man den Übergang zur globulitischen (polykristallinen) Erstarrung meiden, da sich durch ungerichtetes Wachstum notwendigerweise transversale und longitudinale Korngrenzen ausbilden, welche die guten Eigenschaften des gerichtet erstarrten oder einkristallinen Bauteiles zunichte machen.

[0072] Ist allgemein von gerichtet erstarrten Gefügen die Rede, so sind damit sowohl Einkristalle gemeint, die keine Korngrenzen oder höchstens Kleinwinkelkorngrenzen aufweisen, als auch Stängelkristallstrukturen, die wohl in longitudinaler Richtung verlaufende Korngrenzen, aber keine transversalen Korngrenzen aufweisen. Bei diesen zweitgenannten kristallinen Strukturen spricht man auch von gerichtet erstarrten Gefügen (directionally solidified structures).

[0073] Solche Verfahren sind aus der US-PS 6,024,792 und der EP 0 892 090 A1 bekannt.

[0074] Ebenso können die Schaufeln 120, 130 erfindungsgemäße Schutzschichten 7 gegen Korrosion oder Oxidation aufweisen.

[0075] Die Dichte liegt vorzugsweise bei 95% der theoretischen Dichte.

[0076] Auf der MCrAlX-Schicht (als Zwischenschicht oder als äußerste Schicht) bildet sich eine schützende Aluminiumoxidschicht (TGO = thermal grown oxide layer).

[0077] Auf der MCrAlX kann noch eine Wärmedämmschicht vorhanden sein, die vorzugsweise die äußerste

Schicht ist, und besteht beispielsweise aus ZrO_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$, d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

5 **[0078]** Die Wärmedämmschicht bedeckt die gesamte MCrAlX-Schicht. Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

10 **[0079]** Andere Beschichtungsverfahren sind denkbar, z.B. atmosphärisches Plasmaspritzen (APS), LPPS, VPS oder CVD. Die Wärmedämmschicht kann poröse, mikro- oder makrorissbehaftete Körner zur besseren Thermoschockbeständigkeit aufweisen. Die Wärmedämmschicht ist also vorzugsweise poröser als die MCrAlX-Schicht.

15 **[0080]** Die Schaufel 120, 130 kann hohl oder massiv ausgeführt sein.

20 **[0081]** Wenn die Schaufel 120, 130 gekühlt werden soll, ist sie hohl und weist ggf. noch Filmkühllöcher 418 (gestrichelt angedeutet) auf.

25 **[0082]** Die Figur 5 zeigt eine Brennkammer 110 der Gasturbine 100. Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um eine Rotationsachse 102 herum angeordneten Brennern 107 in einen gemeinsamen Brennkammerraum 154 münden, die Flammen 156 erzeugen. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Rotationsachse 102 herum positioniert ist.

30 **[0083]** Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung versehen.

35 **[0084]** Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 110 kann zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren Halteelemente ein Kühlsystem vorgesehen sein. Die Hitzeschildelemente 155 sind dann beispielsweise hohl und weisen ggf. noch in den Brennkammerraum 154 mündende Kühlöffnungen (nicht dargestellt) auf.

40 **[0085]** Jedes Hitzeschildelement 155 aus einer Legierung ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht (MCrAlX-Schicht und/oder keramische Beschichtung) ausgestattet oder ist aus hochtemperaturbeständigem Material (massive keramische Steine) gefertigt.

45 **[0086]** Diese Schutzschichten 7 können ähnlich der Turbinenschaufeln sein.

50 **[0087]** Auf der MCrAlX kann noch eine beispielsweise keramische Wärmedämmschicht vorhanden sein und

besteht beispielsweise aus ZrO_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$, d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

[0088] Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

[0089] Andere Beschichtungsverfahren sind denkbar, z.B. atmosphärisches Plasmaspritzen (APS), LPPS, VPS oder CVD. Die Wärmedämmschicht kann poröse, mikro- oder makrorissbehaftete Körner zur besseren Thermoschockbeständigkeit aufweisen.

[0090] Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Turbinenschaufeln 120, 130, Hitzeschildelemente 155 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls von Schutzschichten befreit werden müssen (z.B. durch Sandstrahlen). Danach erfolgt eine Entfernung der Korrosions- und/oder Oxidationsschichten bzw. -produkte. Gegebenenfalls werden auch noch Risse in der Turbinenschaufel 120, 130 oder dem Hitzeschildelement 155 repariert. Danach erfolgt eine Wiederbeschichtung der Turbinenschaufeln 120, 130, Hitzeschildelemente 155 und ein erneuter Einsatz der Turbinenschaufeln 120, 130 oder der Hitzeschildelemente 155.

Patentansprüche

1. Legierung
die folgende Elemente enthält
(Angaben in wt%) :

18% - 22% Kobalt (Co),
insbesondere 19% - 21%,
22% - 26% Chrom (Cr),
insbesondere 23% - 25%,
6% - 8% Aluminium (Al),
insbesondere 6,5% - 7,5%
0,5% - 0,7% zumindest eines Elements aus der
Gruppe umfassend Scandium und die Elemente
der Seltenen Erden,

insbesondere Yttrium (Y),
Nickel,
insbesondere Rest Nickel.
2. Legierung nach Anspruch 1,
enthaltend 24wt% Chrom.
3. Legierung nach Anspruch 1 oder 2,
enthaltend 20% Kobalt (Co).
4. Legierung nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 3, enthaltend 0,6wt% Yttrium,
5. Legierung nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 4, enthaltend 7wt% Aluminium.
6. Legierung nach einem oder mehreren der vorherigen
Ansprüche,
nicht enthaltend Rhenium.
7. Legierung nach einem oder mehreren der vorherigen
Ansprüche,
nicht enthaltend Silizium (Si).
8. Legierung nach einem oder mehreren der vorherigen
Ansprüche,
nicht enthaltend Zirkon (Zr) und/oder
nicht enthaltend Titan (Ti) und/oder
nicht enthaltend Gallium (Ga) und/oder
nicht enthaltend Germanium (Ge).
9. Legierung nach einem oder mehreren der vorherigen
Ansprüche,
bestehend aus Kobalt (Co), Chrom (Cr), Aluminium
(Al), Yttrium (Y), Nickel (Ni).
10. Schutzschicht zum Schutz eines Bauteils (1) gegen
Korrosion und/oder Oxidation,
insbesondere bei hohen Temperaturen,
die die Zusammensetzung der Legierung gemäß ein-
em oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 aufweist und
die insbesondere als Einfeldschicht vorhanden ist.
11. Bauteil,
insbesondere ein Bauteil (120, 130, 155) einer Gas-
turbine (100),
insbesondere bei dem ein Substrat (4) des Bauteils
(120, 130, 155) nickelbasiert oder kobaltbasiert ist,
das zum Schutz gegen Korrosion und Oxidation bei
hohen Temperaturen eine Schutzschicht (7) nach
Anspruch 10 aufweist, insbesondere nur eine metal-
lische Schutzschicht (7) aufweist und
bei dem insbesondere auf der Schutzschicht (7) eine
keramische Wärmedämmschicht (10) aufgebracht
ist.

FIG 1

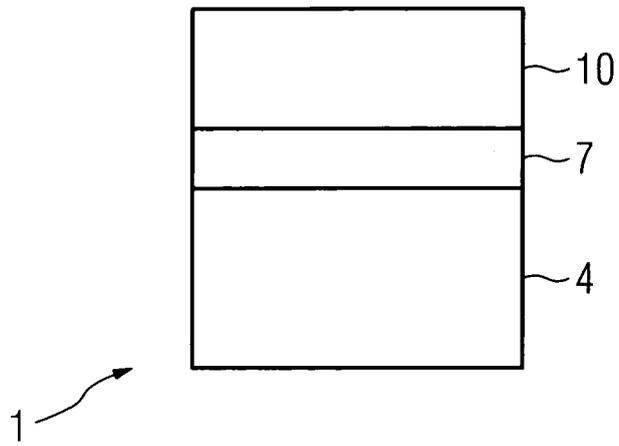


FIG 2

Werkstoff	chemische Zusammensetzung in %												
	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	B	Zr	Hf
Ni-Basis-Feingußlegierungen													
GTD 222	0.10	22.5	Rest	19.0		2.0	1.0		1.2	2.3	0.008		
IN 939	0.15	22.4	Rest	19.0		2.0	1.4	1.0	1.9	3.7	0.009	0.10	
IN 6203 DS	0.15	22.0	Rest	19.0		2.0	1.1	0.8	2.3	3.5	0.010	0.10	0.75
Udimet 500	0.10	18.0	Rest	18.5	4.0				2.9	2.9	0.006	0.05	
IN 738 LC	0.10	16.0	Rest	8.5	1.7	2.6	1.7	0.9	3.4	3.4	0.010	0.10	
SC 16	<0.01	16.0	Rest		3.0		3.5		3.5	3.5	<0.005	<0.008	
Rene 80	0.17	14.0	Rest	9.5	4.0	4.0			3.0	5.0	0.015	0.03	
GTD 111	0.10	14.0	Rest	9.5	1.5	3.8	2.8		3.0	4.9	0.012	0.03	
GTD 111 DS													
IN 792 CC	0.08	12.5	Rest	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	
IN 792 DS	0.08	12.5	Rest	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	1.00
MAR M 002	0.15	9.0	Rest	10.0		10.0	2.5		5.5	1.5	0.015	0.05	1.50
MAR M 247 LC DS	0.07	8.1	Rest	9.2	0.5	9.5	3.2		5.6	0.7	0.015	0.02	1.40
CMSX · 2	<.006	8.0	Rest	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<.003	<.0075	
CMSX · 3	<.006	8.0	Rest	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<.003	<.0075	0.10
CMSX · 4		6.0	Rest	10.0	0.6	6.0	6.0		5.6	1.0		Re=3.0	0.10
CMSX · 6	<.015	10.0	Rest	5.0	3.0	<.10	2.0	<.10	4.9	4.8	<.003	<.0075	0.10
PWA 1480 SX	<.006	10.0	Rest	5.0		4.0	12.0		5.0	1.5	<.0075	<.0075	
PWA 1483 SX	0.07	12.2	Rest	9.0	1.9	3.8	5.0		3.6	4.2	0.0001	0.002	
Co-Basis-Feingußlegierungen													
FSX 414	0.25	29.0	10	Rest		7.5					0.010		
X 45	0.25	25.0	10	Rest		8.0					0.010		
ECY 768	0.65	24.0	10	51.7		7.5	4.0		0.25	0.3	0.010	0.05	
MAR-M·509	0.65	24.5	11	Rest		7.5	4			0.3	0.010	0.60	
CM 247	0.07	8.3	Rest	10.0	0.5	9.5	3.2		5.5	0.7			1.5

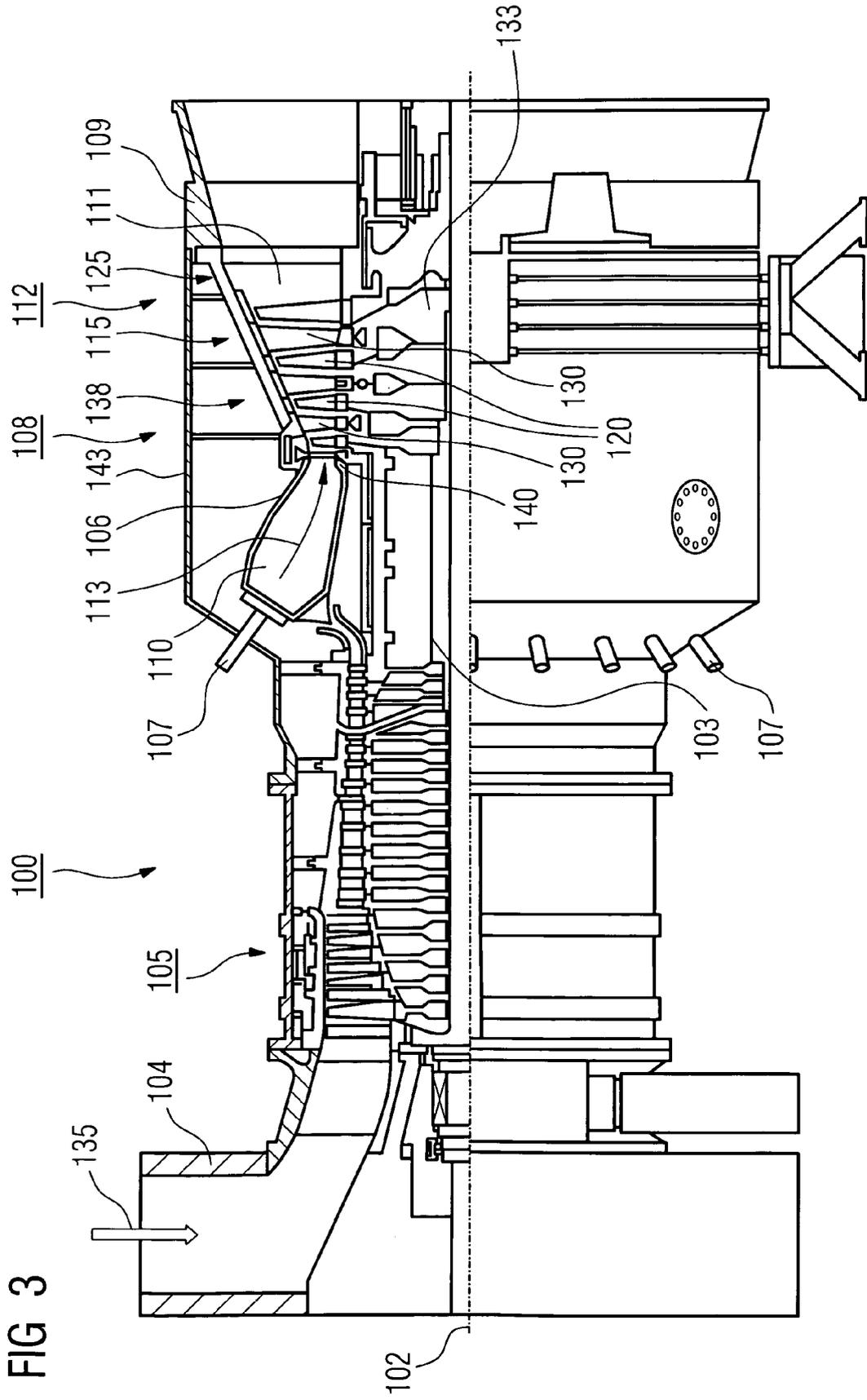


FIG 3

FIG 4

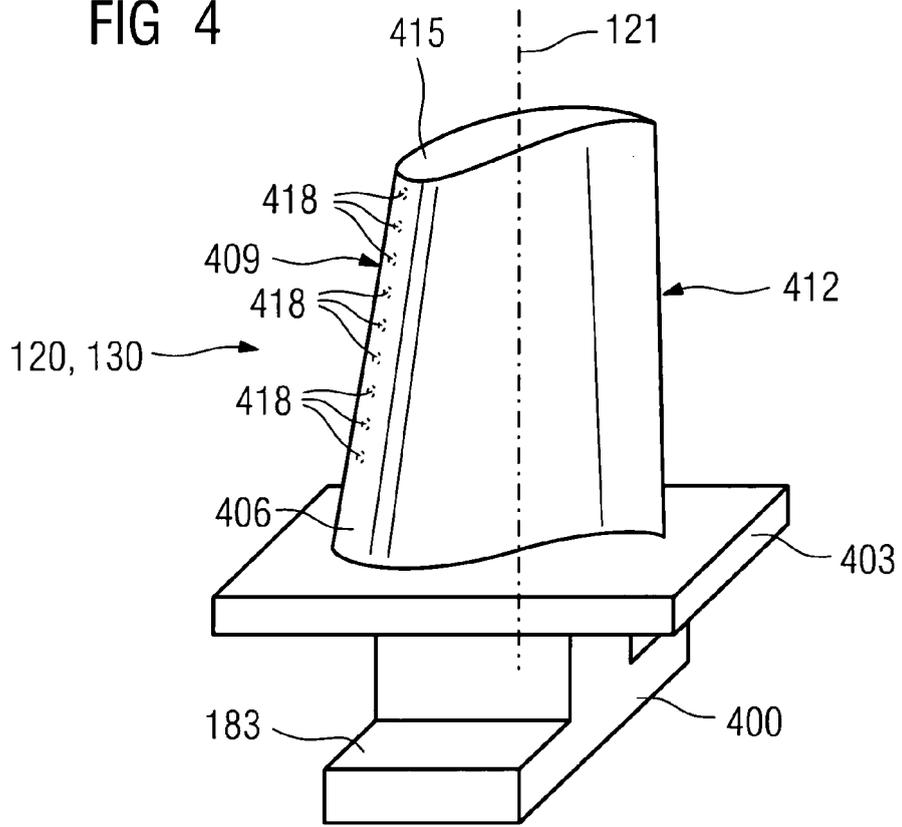
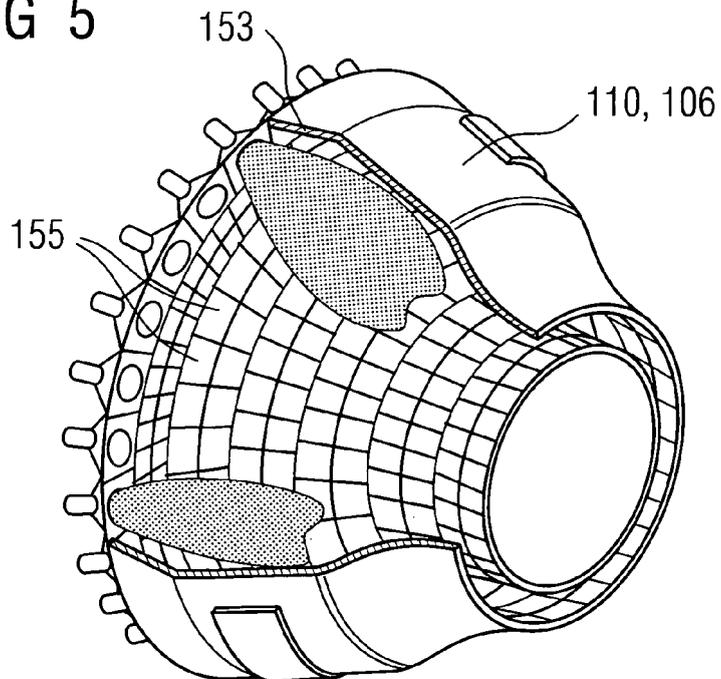


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 00 0223

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 96/12049 A1 (SIEMENS AG [DE]; SCHMITZ FRIEDHELM [DE]; CZECH NORBERT [DE]) 25. April 1996 (1996-04-25)	1-5,7,8, 10,11	INV. C22C19/05
A	* Ansprüche 1,2 * * Seite 11, Zeile 31 - Zeile 37 * -----	6,9	
X	US 4 451 299 A (SMEGGIL JOHN G [US] ET AL) 29. Mai 1984 (1984-05-29)	1-8,10, 11	
A	* Spalte 3, Zeilen 1-4 * * Spalte 4, Zeile 20 - Zeile 21 * -----	9	
X	US 4 034 142 A (HECHT RALPH JULIUS) 5. Juli 1977 (1977-07-05)	1-6,8, 10,11	
A	* Anspruch 1 * -----	7,9	
X	WO 2009/119345 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]; TORIGOE TAIJI [JP]; OGUMA HIDETAKA [JP]) 1. Oktober 2009 (2009-10-01)	1-5,7,8, 10,11	
A	* Zusammenfassung * -----	6,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. April 2010	Prüfer Rolle, Susett
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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 (P/04C03)

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

EP 10 00 0223

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.

16-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9612049 A1	25-04-1996	DE 59505454 D1	29-04-1999
		JP 3370676 B2	27-01-2003
		JP 10507230 T	14-07-1998
		RU 2147624 C1	20-04-2000
		US 5993980 A	30-11-1999

US 4451299 A	29-05-1984	KEINE	

US 4034142 A	05-07-1977	KEINE	

WO 2009119345 A1	01-10-2009	JP 2009242836 A	22-10-2009

EPO FORM P0461

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

EP 2 354 260 A1

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

- US 4005989 A [0003]
- US 4034142 A [0003]
- WO 9101433 A1 [0006]
- EP 1204776 B1 [0057] [0067]
- EP 1306454 A [0057] [0067]
- EP 1319729 A1 [0057] [0067]
- WO 9967435 A [0057] [0067]
- WO 0044949 A [0057] [0067]
- US PS6024792 A [0073]
- EP 0892090 A1 [0073]