



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 386 618 B1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **16.02.94** ⑯ Int. Cl.⁵: **C23C 30/00, C23C 4/08**

㉑ Anmeldenummer: **90103963.6**

㉒ Anmeldetag: **01.03.90**

⑮ **Bauteil mit Schutzschicht auf Nickel- oder Kobaltbasis.**

㉓ Priorität: **09.03.89 DE 3907625**

㉔ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.09.90 Patentblatt 90/37

㉕ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
16.02.94 Patentblatt 94/07

㉖ Benannte Vertragsstaaten:
BE CH FR GB IT LI SE

㉗ Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 207 874
CH-A- 653 375
DE-C- 3 246 507

㉘ Patentinhaber: **MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**
Postfach 50 06 40
D-80976 München(DE)

㉙ Erfinder: **Platz, Albin**
Am Rosenacker 14
D-8901 Ried-Baindlkirch(DE)
Erfinder: **Schweitzer, Klaus, Dr.**
Moritz von Schwind Weg 42
D-8134 Niederpöcking(DE)
Erfinder: **Adam, Peter, Dr.**
Hackenänger Strasse 9
D-8060 Dachau(DE)

EP 0 386 618 B1

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 eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Bauteil aus einem Grundwerkstoff auf Nickel- oder Kobaltbasis mit einer Schutzschicht gegen Oxydation, Korrosion und Thermoermüdung.

- 5 Hochtemperaturfeste Superlegierungen auf Nickel- oder Kobaltbasis wurden für den Einsatz im Turbinenbau entwickelt. Besonders hohen Belastungen ist dabei der Schaufelwerkstoff ausgesetzt, der nicht nur den hohen Temperaturen (über 950 °C) in der Turbine standhalten, sondern auch eine hohe Kriechfestigkeit besitzen muß. Um eine hohe Kriechfestigkeit zu gewährleisten, wird besonders der Schaufelwerkstoff aus Superlegierungen großkristallin und teilweise mit Kolumnarstruktur durch entsprechende Gieß- und 10 Kristallisationstechniken gezüchtet. Bei dieser Züchtung entstehen nachteilig für die Korrosionsbeständigkeit Korngrenzenausscheidungen von leicht oxidierbaren Legierungszusätzen wie beispielsweise Vanadium oder Titan. Damit verschlechtern sich nachteilig die Oberflächeneigenschaften, wie Oxydations- und Korrosionsbeständigkeit, sowie die Thermoermüdungsbeständigkeit. Deshalb wurden Beschichtungen wie die MCrAlX,Y-Familie (Metall, Chrom, Aluminium, X = Seltene Erden, Y = Yttrium) entwickelt, die die 15 Oberflächeneigenschaften durch ihren hohen Anteil an Chrom und Aluminium, die ihrerseits stabile Oxyde beim Betreiben der Turbine bilden, verbessern und über das seltene Erd-Metall die Haftung der Oxidschicht auf der Schichtoberfläche heraussetzen. Nachteilig wirken sich Diffusionsvorgänge aufgrund der unterschiedlichen Konzentration beiderseits der Grenzschicht zwischen Schichtoberfläche und Beschichtung aus, die zu Diffusionsporen im grenzschichtnahen Bereich führen, so daß die Schutzschicht bei Überlagerung von 20 Thermospannungen an Stellen hoher Diffusionsporen dichte abplatzt. Darüber hinaus neigen die MCrAlX,Y-Schichten nachteilig zur Thermoermüdung, da zwischen Grundwerkstofflegierung und MCrAlYX-Schicht ein Mißverhältnis im Wärmedehnungsverhalten vorliegt und die MCrAlX,Y-Schichten sehr duktil sind im Vergleich zum Grundwerkstoff.

- Aus der Zeitschrift "Journal of Materials Technology, 4 (1973) Nr. 7, S. 345 - 400, Art. von B. Lux ist 25 eine weitere technische Lösung bekannt, bei der das Bilden von chrom- und/oder aluminiumreichen Diffusionsschichten an der Oberfläche des Grundwerkstoffes durch Pulverpackzementieren und/oder Gasdiffusionsbeschichten erfolgt. Derartige Schichten bilden oxydationsfeste intermetallische Phasen mit dem Grundwerkstoff. Aufgrund der höheren Härte dieser Schichten mit intermetallischen Phasen wird die Dauerschwingfestigkeit der Bauteile nachteilig bis zu 30 % herabgesetzt. Da das Wärmedehnungsverhalten 30 nicht dem Grundwerkstoff angepaßt ist, besteht für das Bauteil eine hohe Mikrorißgefahr, die mit zunehmender Schichtdicke ansteigt. Deshalb muß die Schichtdicke nachteilig auf kleiner 100 µm begrenzt werden.

- Bei den bekannten Beschichtungen werden die oxydations- und korrosionsempfindlichen Komponenten des Grundwerkstoffes wie Vanadium und Titan vermieden und stabile Oxydbildner wie Aluminium bis beispielsweise 20 % und Chrom bis beispielsweise 40 % zulegiert. Immer umfangreicher und komplizierter 35 wird dabei die Abstimmung der Zusammensetzung der Beschichtung auf die zu beschichtende Superlegierung auf Kobalt- oder Nickelbasis, um Haftungsprobleme zu überwinden oder Diffusionsvorgänge zu minimieren oder schützende stabile Oxide an der Oberfläche aufzubauen.

- Aufgabe der Erfindung ist es, ein Bauteil aus einem Grundwerkstoff auf Nickel- oder Kobaltbasis mit einer Schutzschicht anzugeben, das eine höhere Thermoermüdungs-, Oxydations- und Korrosionsbeständigkeit bei Temperaturen über 800 °C aufweist, als Bauteile mit bisher bekannten Beschichtungen und das die Nachteile dieser Beschichtungen überwindet sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Bauteils anzugeben.

- Gelöst wird diese Aufgabe gattungsgemäß dadurch, daß Grundwerkstoff und Schutzschicht aus chemisch gleichem Werkstoff bestehen und die Schutzschicht wesentlich feinkörniger strukturiert ist (s. 45 Anspruch 1).

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen 2-9 offenbart.

- Die Erfindung löst die Probleme und Nachteile wie sie im Stand der Technik bestehen, indem der Werkstoff des Grundmaterials für eine artgleiche Beschichtung eingesetzt wird, so daß Diffusionsvorgänge ausbleiben und Haftungsprobleme bei oxydfreier Oberfläche des Grundwerkstoffes nicht auftreten. Ein 50 Abplatzen von Schutzschichtpartikeln wird hiermit überwunden.

- Durch eine gleichbleibende Leigerungszusammensetzung im Kornvolumen wird vorteilhaft eine gleichmäßige stabile und schützende Oxidschicht an der Kornoberfläche beim Einsatz derartiger Bauteile im oxydierenden Heißgasstrom von beispielsweise Turbinen gebildet. Da die Korngrenzen dieser Beschichtung weniger Korngrenzenausscheidungen aufweisen als der Grundwerkstoff wird vorteilhaft die Korngrenzenkor- 55 rosion verhindert.

Der bevorzugte Korrosionsangriff an Korngrenzen und die damit verbundene Rißanfälligkeit wird durch die wesentlich feinkörnigere Struktur gegenüber dem Grundwerkstoff behindert, da sich vorteilhaft keine großflächigen Korrosionskerben ausbilden können.

Diese Vorteile tragen zusammen dazu bei, daß die Thermoermüdung derartiger Bauteile vermindert und die Korrosions- und Oxydationsbeständigkeit verbessert wird.

Die Artgleichheit des Beschichtungswerkstoffes mit dem Grundwerkstoff führt dazu, daß keine Wärmedehnungsunterschiede zwischen Schicht- und Grundwerkstoff auftreten und somit keine Thermospannungen 5 induziert werden. Deshalb ist vorteilhaft die Schichtdicke nicht auf kleiner 100 μm begrenzt.

Vorzugsweise setzt sich der Grund- und Beschichtungswerkstoff aus folgenden Elementen zusammen:

10	13 bis 17	Gew. % Co
	8 bis 11	Gew. % Cr
	5 bis 6	Gew. % Al
	4,5 bis 5	Gew. % Ti
15	2 bis 4	Gew. % Mo
	0,7 bis 1,2	Gew. % V
	0,15 bis 0,2	Gew. % C
20	0,01 bis 0,02	Gew. % B
	0,03 bis 0,09	Gew. % Zr
	Rest	Ni

25 Diese Superlegierung ist unter dem Namen IN 100 im Handel, so daß sowohl Grundwerkstoff als auch Beschichtungswerkstoff kostengünstig zur Verfügung stehen.

Je feiner das Korn der Beschichtung strukturiert ist, um so gleichmäßiger erscheint die Zusammensetzung des Kornvolumens und um so perfekter bildet sich eine stabile einheitliche Oxidschicht von Chrom- 30 und/oder Aluminiumoxiden im Betrieb aus. Deshalb ist das Kornvolumen der Beschichtung um mindestens drei Zehnerpotenzen kleiner, als das Kornvolumen des Grundmaterials.

Die Korngrenzen des bevorzugten Grundwerkstoffes IN 100 weisen titan- und vanadiumhaltige Korngrenzausscheidungen auf, die instabile bzw. niedrigschmelzende Oxide bilden. Die Beschichtung hat deshalb vorzugsweise weniger Ausscheidungen an den Korngrenzen als der Grundwerkstoff, was vorteilhaft 35 die Oxydations- und Korrosionsbeständigkeit verbessert.

Eine besonders bevorzugte Ausbildung der Schutzschicht besteht darin, daß die Schutzschicht eine Plasmaspritzschicht ist, die aufgrund der hohen Erstarrungsgeschwindigkeit vorteilhaft äußerst feinkörnig und ausscheidungsgemäß kristallisiert.

Weiterhin hat die Erfindung die Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils nach Anspruch 1 40 anzugeben, was mit folgenden Verfahrensschritten gelöst wird:

- Oberflächenpräparation durch ein Abtragen der Oberfläche des Grundwerkstoffes zur Verbesserung der Haftung,
- Beschichten des Grundwerkstoffes mittels Plasmaspritzen mit Plasmaspritzmaterial in der chemischen Zusammensetzung des Grundwerkstoffes,
- epitaktische Rekristallisation mittels Lösungsglühen bei Temperaturen zwischen 1150 und 1250 °C,
- Nachbehandlung der Oberfläche der Schutzschicht durch mechanisches Verdichten zur Glättung und Verfestigung der Oberfläche und/oder Diffusionsbeschichten zur Erhöhung der Oxydationsbeständigkeit.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß es für die Massenproduktion geeignet ist.

Bei hohen Anforderungen an die Qualität der Beschichtung wird die Oberflächenpräparation durch ein 50 Plasmaätzen mit einem Argonplasma durchgeführt. Diese Präparation hat den Vorteil der Kontaminationsfreiheit und ist mit einem Niederdruck-Plasmaspritzprozess kompatibel, so daß an einem Bauelement mit einem Bestückungsvorgang, sowohl die Oberflächenpräparation als auch das Beschichten des Grundwerkstoffes erfolgen kann. Damit wird vorteilhaft die Qualität verbessert, da kein Umsetzen in eine weitere Anlage erforderlich ist und Verweilzeiten in Normal-Atmosphäre entfallen.

Bei hohen Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit wird die Oberflächenpräparation mittels chemischen 55 Abtrag durchgeführt, so daß vorteilhaft ein hoher Durchsatz erzielt wird.

Eine abrasive Strahlbearbeitung wird vorzugsweise als Oberflächenabtrag eingesetzt, da sich mit diesem Verfahren vorteilhaft großflächige Bauteile wie beispielsweise Rotorscheiben für eine nachfolgende

Beschichtung präparieren lassen.

Die Beschichtung mittels Plasmaspritzen mit einem Plasmaspritzmaterial in der gleichen chemischen Zusammensetzung wie der Grundwerkstoff kann bei hohen Anforderungen an die Qualität im Niederdruckplasmaspritzverfahren und bei großen Teilen und/oder hohen Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit mittels

5 Plasmaspritzen unter Schutzgas erfolgen.

Ein optimales Anwachsen der Beschichtung auf dem Grundwerkstoff wird durch epitaktische Rekristallisation bei einer Lösungsglühtemperatur zwischen 1150 °C und 1250 °C erreicht. Dabei rekristallisiert im Übergangsbereich zwischen Grundwerkstoff und Beschichtung die unterste Lage der feinkörnigen Beschichtung in gleicher Kristallorientierung wie die großvolumigen Kristallite des Grundwerkstoffs an der Beschichtungsgrenze, so daß vorteilhaft eine intensive Verzahnung zwischen feinkörniger Beschichtung und grobkörnigem Grundwerkstoff entsteht, was die Haftung gegenüber herkömmlichen artfremden Beschichtungen

10 wesentlich steigert. Anschließend kann mit 30 °C/min bis 80 °C/min das beschichtete Bauteil auf 1000 °C bis 800 °C abgekühlt und einer mehrstufigen Auslagerungswarmbehandlung unterzogen werden.

Für gegossene Bauteile aus Superlegierungen auf Nickel- oder Kobaltbasis hat sich vorzugsweise ein

15 zweistufiges Auslagern zur Ausbildung eines geeigneten γ/γ' -Gefüges bei 1080 °C bis 1120 °C für 2 Stunden bis 6 Stunden gefolgt von 900 °C bis 980 °C für 10 Stunden bis 20 Stunden mit zwischenzeitlicher Abkühlung auf 750 bis 800 °C bewährt. Mit einer derartigen Warmbehandlung werden die Eigenschaften des Grundwerkstoffes regeneriert, die durch das Lösungsglühen verändert worden sind, und es werden vorteilhaft die Festigkeitswerte der Schicht angehoben.

20 Eine mechanische Nachbehandlung der Oberfläche der Schutzschicht verbessert die Härte durch vorzugsweise Kugelstrahlbearbeitung und dient der Oberflächenglättung. Die Glättung der Oberfläche kann auch durch Druckfließbearbeitung oder Gleitschleifbearbeitung erfolgen.

Eine Diffusionsbeschichtung als Nachbehandlung der Oberfläche, wie sie überlicherweise zur Erhöhung der Langzeitoxydationsbeständigkeit auf dem Grundwerkstoff aus Nickel- oder Kobaltbasis Superlegierungen angewandt wird, kann vorzugsweise auf der feinkörnigen Beschichtung erfolgen. Damit ist der Vorteil verbunden, daß Tiefdiffusionen wie sie entlang der Korngrenzenausscheidungen des Grundwerkstoffes vorkommen, in der feinkörnigen Beschichtung mit weniger Korngrenzenausscheidungen nicht auftreten. Die Diffusionszone in der feinkörnigen Beschichtung wird damit vorteilhaft gleichmäßiger und homogener mit z.

25 B. Aluminium oder Chrom dotiert, als es auf dem grobkristallinen Grundwerkstoff möglich ist. Dabei verbessert z. B. die Chromdotierung die Oxydationsbeständigkeit bis Temperaturen von 850 °C und bewirkt gleichzeitig eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit gegen Sulfidation. Die Aluminiumdotierung z. B. erhöht die Oxydationsbeständigkeit bis zu Temperaturen von 1250 °C.

30 Die folgenden Anwendungsbeispiele für ein Bauteil und ein Verfahren stellen bevorzugte Ausführungen der Erfindung dar.

35

Beispiel eines Bauteils:

Auf einer grobkristallinen Turbinenschaufel aus IN 100 als Grundwerkstoff, der sich aus folgenden Elementen zusammensetzt:

40

13	bis 17	Gew. % Co
8	bis 11	Gew. % Cr
45	5 bis 6	Gew. % Al
	4,5 bis 5	Gew. % Ti
	2 bis 4	Gew. % Mo
	0,7 bis 1,2	Gew. % V
	0,15 bis 0,2	Gew. % C
	0,01 bis 0,02	Gew. % B
	0,03 bis 0,09	Gew. % Zr
55	Rest	Ni

befindet sich eine Niederdruckplasmeschicht gleicher chemischer Zusammensetzung, die ein 3•10³fach feineres Kornvolumen als der Grundwerkstoff aufweist. Bei der Thermoermüdungsprüfung (Prüftemperatur 1050 °C) hält das beschichtete Bauteil einer dreimal höheren Temperaturlastwechselzahl stand als der unbeschichtete Grundwerkstoff.

5

Beispiel eines Verfahrens

Ein grobkristalline Turbinenschaufel aus In 100 als Grundwerkstoff, der sich aus den folgenden Elementen zusammensetzt:

10

13	bis 17	Gew. % Co
8	bis 11	Gew. % Cr
15	5 bis 6	Gew. % Al
20	4,5 bis 5	Gew. % Ti
25	2 bis 4	Gew. % Mo
	0,7 bis 1,2	Gew. % V
	0,15 bis 0,2	Gew. % C
	0,01 bis 0,02	Gew. % B
	0,03 bis 0,09	Gew. % Zr
	Rest	Ni

wird mittels Argonplasmaätzen bei einem Druck von 2 kPa bis 4 kPa die Oberfläche des Grundwerkstoffs um durchschnittliche 0,5 bis 10 µm abgetragen.

Anschließend wird mittels Plasmaspritzen mit Plasmaspritzmaterial in der gleichen chemischen Zusammensetzung wie der Grundwerkstoff bei einem Druck von 4 kPa und einer Temperatur des Grundwerkstoffes von 900 °C für 120 Sekunden der Grundwerkstoff beschichtet.

Nach Ausbau der beschichteten Turbinenschaufel wird eine epitaktische Rekristallisation in einem Hochvakuumofen durchgeführt. Dazu wird das Bauteil auf einer Lösungsglühtemperatur von 1200 °C für 4 Stunden gehalten und mit einer Abkühlrate von 60 °C/min auf 800 °C abgekühlt.

Zur Regeneration der Festigkeitseigenschaften des Grundwerkstoffs und zur Anhebung der Schichtfestigkeit wird eine zweistufige Warmbehandlung im Hochvakuum bei 1100 °C für 4 Stunden und bei 950 °C für 16 Stunden mit zwischenzeitlicher Abkühlung mit 60 °C/min auf 800 °C durchgeführt.

Nach Abkühlung auf Raumtemperatur wird das Bauteil in seiner Oberfläche geglättet und verfestigt durch eine Strahlbearbeitung mit Zirkonoxydkugeln von 0,5 mm bis 1 mm Durchmesser.

Patentansprüche

1. Bauteil aus einem Grundwerkstoff auf Nickel- oder Kobaltbasis mit einer Schutzschicht aus chemisch gleichem Werkstoff gegen Oxydation, Korrosion und Thermoermüdung, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht wesentlich feinkörniger strukturiert ist als der Grundwerkstoff derart, daß das Kornvolumen der Beschichtung um mindestens drei Zehnerpotenzen kleiner ist als das Kornvolumen des Grundwerkstoffs und daß die unterste Lage der feinkörnigen Beschichtung die gleiche Kristallorientierung wie die großvolumigen Kristallite des Grundwerkstoffes an der Beschichtungsgrenze aufweisen.
2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht weniger Korngrenzenausscheidungen und eine gleichbleibende Legierungszusammensetzung im Kornvolumen als der Grundwerkstoff aufweist.
3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundwerkstoff und die Schutzschicht eine Zusammensetzung von:

13 bis 17 Gew.% Co
 8 bis 11 Gew.% Cr
 5 bis 6 Gew.% Al
 4,5 bis 5 Gew.% Ti
 2 bis 4 Gew.% Mo
 10 0,7 bis 1,2 Gew.% V

15 0,15 bis 0,2 Gew.% C
 0,01 bis 0,02 Gew.% B
 0,03 bis 0,09 Gew.% Zr
 20 Rest Ni

aufweisen.

4. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht Weniger Vanadium- oder Titanausscheidungen an den Korngrenzen aufweist als ein Grundwerkstoff mit gleichem Vanadium- oder Titangehalt.
5. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht eine Plamaspritzschicht ist.
- 30 6. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
 - a) Oberflächenvorbehandlung durch ein Abtragen der Oberfläche des Grundwerkstoffs zur Verbesserung der Haftung,
 - b) Beschichten des Grundwerkstoffs mittels Plamaspritzen mit Plamaspritzmaterial in der chemischen Zusammensetzung des Grundwerkstoffs,
 - c) epitaktische Rekristallisation mittels Lösungsglühen bei Temperaturen zwischen 1150 °C und 1250 °C,
 - d) Nachbehandlung der Oberfläche der Schutzschicht durch mechanisches Verdichten zur Glättung und Verfestigung der Oberfläche und/oder Diffusionsbeschichten zur Erhöhung der Oxydationsbeständigkeit.
7. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Abtrag mittels chemischem Ätzen, Plasmaätzen oder abrasiver Strahlbearbeitung durchgeführt wird.
- 45 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Schutzschicht mit einer Verfestigungsstrahlbearbeitung und/oder Druckfließläppbearbeitung und/oder Gleitschleifbearbeitung durchgeführt wird.
- 50 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Schutzschicht mit einer Diffusionsbeschichtung mit Aluminium und/oder Chrom nachbehandelt wird.

Claims

- 55 1. An element made of a base material comprising nickel or cobalt with a wear-resistant layer made of chemically identical material to counter oxidation, corrosion and thermal fatigue, characterised in that the wear-resistant layer is of a much finer-grained structure than the base material so that the grain volume of the coating is at least three powers of ten smaller than the grain volume of the base material

and the lowermost layer of the fine-grained coating has the same crystalline orientation as the large-volume crystallites of the base material at the coating boundary.

2. An element as claimed in Claim 1, characterised in that the wear-resistant layer has less grain boundary dissociations than the base material and a constant alloy composition in the grain volume.
- 5
3. An element as claimed in Claim 1 or Claim 2, characterised in that the base material and the wear-resistant layer have the following composition:

10

13	to 17	Co % by weight
8	to 11	Cr % by weight
5	to 6	Al % by weight
15	4.5 to 5	Ti % by weight
20	2 to 4	Mo % by weight
	0.7 to 1.2	V % by weight
	0.15 to 0.2	C % by weight
	0.01 to 0.02	B % by weight
	0.03 to 0.09	Zr % by weight
25	remainder Ni.	

15

20

25

4. An element as claimed in one of Claims 1 to 4, characterised in that the wear-resistant layer has less vanadium or titanium dissociations at the grain boundaries than a base material with the same vanadium or titanium content.
- 30
5. An element as claimed in one of Claims 1 to 5, characterised in that the wear-resistant layer is a plasma spray layer.
- 35
6. A method of making an element as claimed in Claim 1, characterised by the following process steps:
 - (a) surface preparation by removal of the surface of the base material to improve adhesion,
 - (b) coating of the base material by plasma spraying with plasma spray material having the chemical composition of the base material,
 - (c) epitaxial recrystallisation by means of solution treatment at temperatures between 1150 °C and 1250 °C,
 - 40
 - (d) aftertreatment of the surface of the wear-resistant layer by mechanical compression to smooth and harden the surface and/or diffusion coating to increase resistance to oxidation.
7. A method as claimed in Claim 7, characterised in that removal is effected by chemical etching, plasma etching or abrasive jet treatment.
- 45
8. A method as claimed in one of Claims 7 or 8, characterised in that the surface of the wear-resistant layer is subjected to a hardening method of jet treatment and/or pressure flow lapping and/or vibratory grinding treatment.
- 50
9. A method as claimed in one of Claims 1 to 9, characterised in that the surface of the wear-resistant layer is aftertreated with a diffusion coating with aluminium and/or chromium.

Revendications

55

1. Élément en une matière à base de nickel et de cobalt avec une couche de protection en une matière ayant la même composition chimique, pour la protection contre l'oxydation, la corrosion et la fatigue thermique, caractérisé en ce que la couche de protection a une structure à grains beaucoup plus fins

que celle de la matière de base, le volume des grains du revêtement étant inférieur à celui des grains de la matière de base dans un rapport d'au moins trois puissance de dix, et en ce que la couche inférieure du revêtement à grains fins a la même orientation cristallographique que les cristaux de gros volume de la matière de base à la limite du revêtement.

- 5 2. Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de protection présente moins de
précipitations aux joints des grains et une composition plus constante de l'alliage dans le volume de
grains, que la matière de base.

10 3. Elément selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la matière de base et la couche de
protection ont une composition de

13	à	17	%	pondéraux C0
8	à	11	%	pondéraux Cr
5	à	6	%	pondéraux Al
4,5	à	5	%	pondéraux Ti
2	à	4	%	pondéraux M0
0,7	à	1,2	%	pondéraux V
0,15	à	0,2	%	pondéraux C
0,01	à	0,02	%	pondéraux B
0,03	à	0,09	%	pondéraux Zr

Reste Ni

- 35 4. Elément selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la couche de protection contient moins de précipitations de vanadium et de titane aux joints des grains, qu'une matière de base à même teneur en vanadium ou titane.

40 5. Elément selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la couche de protection est une couche projetée par plasma.

45 6. Procédé de réalisation d'une pièce selon la revendication 1, caractérisé par les étapes de procédé suivantes :

 - a) traitement de surface par enlèvement de la surface de la matière de base pour améliorer l'accrochage,
 - b) revêtement de la matière de base par projection au plasma avec une matière projetée ayant la même composition chimique que la matière de base,
 - c) recristallisation épitaxique par recuit de mise en solution à des températures comprises entre 1150 °C et 1250 °C,
 - d) traitement de finition de la surface de la couche protectrice par compactage mécanique pour lisser et renforcer la surface et/ou effectuer un revêtement par diffusion pour augmenter la résistance à l'oxydation.

50 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'enlèvement de matière est effectué par attaque chimique, attaque au plasma ou traitement abrasif par jet.

55 8. Procédé selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que la surface de la couche de revêtement est traitée par des jets pour le renforcement et/ou par rodage sous pression et/ou ponçage.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la surface de la couche protectrice est traitée par une couche de diffusion en aluminium et/ou chrome.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55