

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 568 795 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

31.08.2005 Patentblatt 2005/35

(51) Int Cl.7: **C22C 19/05, F01D 5/28**

(21) Anmeldenummer: **04024768.6**

(22) Anmeldetag: **18.10.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL HR LT LV MK

(30) Priorität: **20.11.2003 EP 03026683**

(71) Anmelder: **BorgWarner Inc.**

MI 48326-2872 (US)

(72) Erfinder: **Schall, Gerald**

Bobenheim-Roxheim 67240 (DE)

(74) Vertreter: **Kügele, Bernhard et al**

**Novagraaf International SA,
25, avenue du Pailly
1220 Les Avanchets - Geneva (CH)**

(54) **Hitzebeständige Superlegierung und ihre Verwendung**

(57) Eine hitzebeständige Superlegierung genügt den folgenden Bedingungen:

Eine solche Legierung wird bevorzugt für Turbinenräder und insbesondere für Turbolader verwendet.

- Kohlenstoff 0,01 - 0,2 Gew.-%
- Chrom 8 - 10 Gew.-%
- Aluminium 4 - 6 Gew.-%
- Titan 2 - 4 Gew.-%
- Molybdän 1,5 - 2,8 Gew.-%
- Wolfram 10 - 13,5 Gew.-%
- Niob 1,5 - 2,5 Gew.-%
- Bor $0 < B \leq 0,04$ Gew.-%
- Zirkonium $0 < Zr \leq 0,15$ Gew.-%,
- der Gehalt an Hafnium und Lanthan zusammen beträgt $0 < Hf + La \leq 1,5$ Gew.-%,
- gegebenenfalls Spuren von Tantal,
- wobei der Rest Nickel ist.

EP 1 568 795 A1

BeschreibungGebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine hitzebeständige Superlegierung, insbesondere auf eine solche auf Nickel-Basis. Solche Legierungen werden in Turbinen für die verschiedensten Komponenten, aber auch für andere Zwecke eingesetzt, beispielsweise für Teile von Öfen und in Öfen aufzustellende Geräte. Die Erfindung bezieht sich aber auch auf eine besondere Verwendung dieser Superlegierung.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Wie oben erwähnt, sind Legierungen für ähnliche Zwecke in zahlreicher Form bekannt, wie etwa aus den U. S. Patenten Nr. 3,466,171; 4,236,921 oder 5,439,640 hervorgeht. Auf dem Markt befindet sich auch die unter der Bezeichnung MAR 247 LC auf dem Markt befindliche Legierung wird besonders zur Erzielung höherer Schwingfestigkeiten an Turbinenrädern eingesetzt und besteht aus elf Elementen, worunter sich ein großer Anteil an Kobalt, aber auch ein relativ großer Anteil an Tantal und Hafnium befindet. Dies macht diese Legierung auch relativ wenig kostengünstig.

[0003] Bei den oben angegebenen Einsatzgebieten wird im allgemeinen eine Korrosionsfestigkeit gegenüber Heißgas, eine hohe Lebensdauer (Zeitstandsfestigkeit), aber auch die Kriechfestigkeit eine Rolle für den Gebrauchswert spielen. Im Falle von Turbinenrädern, und insbesondere im Falle der hohtourigen Turbinen von Turboladern, kommt noch die Schwingfestigkeit hinzu, weil die Räder hohen Schwingungsbeanspruchungen bei wechselnden Temperaturen ausgesetzt sind.

Kurzfassung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Legierung mit verbesserten Schwingfestigkeitseigenschaften und, wenn möglich, geringeren Kosten zu schaffen. Erfindungsgemäß gelingt die Lösung dieser Aufgabe dadurch, dass die Legierung folgenden Bedingungen genügt:

- Kohlenstoff 0,01 - 0,2 Gew.-%
- Chrom 8 - 10 Gew.-%
- Aluminium 4 - 6 Gew.-%
- Titan 2 - 4 Gew.-%
- Molybdän 1,5 - 2,8 Gew.-%
- Wolfram 10 - 13,5 Gew.-%
- Niob 1,5 - 2,5 Gew.-%
- Bor $0 < B \leq 0,04$ Gew.-%
- Zirkonium $0 < Zr \leq 0,15$ Gew.-%
- der Gehalt an Hafnium und Lanthan zusammen beträgt $0 < Hf + La \leq 1,5$ Gew.-%,
- gegebenenfalls Spuren von Tantal,
- wobei der Rest Nickel ist.

[0005] Diese Legierung weist also überhaupt kein Kobalt und nur geringe Anteile an Tantal und Hafnium auf und ist deshalb kostengünstiger als bisher. Sie erlaubt eine richtungsorientierte Erstarrung, ist beständig gegen das Aufbrechen der Korngrenzen beim Gießen, ist auch für dünne Wandstärken geeignet und zeigt - gegenüber dem Stand der Technik - eine verbesserte Karbidmikrostruktur, verbesserte Karbidstabilität und - was ebenfalls besonders wichtig ist - eine relativ hohe Duktilität. Dabei sollten die Spuren von Tantal jedenfalls unter 2 Gew.-% liegen, vorzugsweise unter 1,5 Gew.-%, insbesondere unter 1 Gew.-%.

[0006] Daneben ergibt sich durch den relativ hohen Anteil an Wolfram und Molybdän, welche eine starke Bindung zu Nickel aufweisen, eine Erhöhung des Elastizitätsmoduls, eine Erhöhung der γ' -Lösungstemperatur und nicht zuletzt auch eine Optimierung der Lebensdauer bezüglich der Schwingfestigkeit. Diese Anteile, nämlich an Wolfram und Molybdän, zusammen sind vorzugsweise > 14 Gew.-%.

[0007] Dabei ist die γ' -Ausbildung Ni_3 auf die Anteile an Aluminium und Titan zurückzuführen, die vorzugsweise zusammen einen Anteil von > 7 Gew.-% ausmachen. Der Anteil an Aluminium dient nun einem doppelten Zweck, nämlich einerseits zur Bildung der γ' -Phase von Nickel und andererseits zum Erhalt eines Langzeitkorrosionsschutzes, weil es an der Oberfläche eine Schutzschicht aus Al_2O_3 ausbildet, das bei hohen Temperaturen, insbesondere des die Turbine eines Turboladers antreibenden Abgases, besonders wirksam ist. Die Elemente Ti, Nb und Al sind für die Ausscheidungshärtung und die intermetallische Verbindung verantwortlich, welche letztere bei der erfindungsgemäßen

Legierung besonders dicht ist. Diese drei Elemente zusammen sollten daher bevorzugt zusammen einen größeren Anteil als 9,5 Gew.-% haben. Die Ausscheidungshärtung erreicht ein höheres Niveau an Nennfestigkeit, so daß die Werkstoffmatrix weniger plastische als elastische thermodynamische Schwingamplituden zu ertragen hat und damit auch eine höhere Schwingfestigkeit erzielt.

[0008] Dazu sei betont, daß der generelle mikrostrukturelle Effekt des erfindungsgemäß nur geringen Ti-Gehaltes die Größe der Ausbildung von eutektischer Nadeln (Dendriten) der γ/γ' -Phasen und den Volumenanteil im Eutektikum reduziert. Dies wiederum ist sehr signifikant für die Verringerung von Korngrenzenbrüchen.

[0009] Neben der Schutzschicht aus Al_2O_3 trägt zur Korrosionsbeständigkeit auch das Zusammenwirken der Grundelemente der Matrix mit dem Element Lanthan bei. Für die erwünschte verbesserte Duktilität ist natürlich eine Korngrenzenverfeinerung von Wichtigkeit. Dazu tragen die Elemente B, C, Zr, Hf und La bei. Gerade Hafnium und Lanthan (das also hier eine mehrfache und synergetische Funktion hat) erzielen Mikrolegierungen, die eine absolute Steigerung der Duktilität bzw. der Kohäsions-/Adhäsionsverhältnisse an den Korngrenzen der Matrix bewirken. Dabei ist es aber bevorzugt, wenn der Gehalt an Hafnium und Lanthan zusammen maximal 0,7 Gew.-% beträgt. So wird dann der Lanthangehalt wenigstens 0,0035 Gew.-% betragen und wird zweckmäßig 0,015 Gew.-%, vorzugsweise maximal 0,01 Gew.-% nicht übersteigen. Andererseits sollte der Hafniumgehalt mindestens 0,3 Gew.-% betragen und vorteilhaft maximal 0,7 Gew.-%, vorzugsweise maximal 0,6 Gew.-%, ausmachen. Diese Anteile werden der Versetzungsneigung innerhalb der Werkstoffmatrix entgegenwirken, was eine positive Zeitverzögerung für eine Ermüdung bei niedriger Lastspielzahl ("low-cycle fatigue") und damit eine deutliche Verbesserung der Lebensdauer zur Folge hat.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Superlegierung ergeben sich aber noch weitere günstige (mehrfache und synergetische) Funktionsmechanismen. Beispielsweise wird in der Legierung das Element Hafnium in die γ' -Phase von Nickel eingebaut und erhöht dabei seine Festigkeit. Gleichzeitig vermindert sich durch den Hafnium-Anteil auch die Heißrissigkeit beim Gießen der Legierung, besonders bei Werkstoffen mit columnaren Dendriten (Stengelkorn).

[0011] Die Elemente B und Zr verbessern die Kriechfestigkeit, die Zeitstandsfestigkeit und die Duktilität (zu der also mehrere Elemente dieser Legierung beitragen) durch Korngrenzenkohäsion. Beide Elemente verhindern die Bildung von Karbidfilmen auf den Korngrenzen. Diese Elemente sind aber nur in solchen Spuren einzubringen, um die Korngrenzen zu sättigen. Deshalb ist es bevorzugt, wenn der Gehalt an Bor zwischen 0,01 und 0,035 Gew.-% und/oder der Gehalt an Zirkonium zwischen 0,02 und 0,08 Gew.-% liegt.

[0012] Schließlich sei auch noch darauf hingewiesen, dass das Element Niob das Aluminium in der γ' -Phase substituiert und dabei den γ' -Anteil in erwünschter Weise erhöht. Nun wird aber die Ermüdung bei niedriger Lastspielzahl ("low-cycle fatigue") stark von der Feinheit der γ' -Phase beeinflusst, und es ist nun das Element Niob, welches einer γ' -Vergrößerung sehr effektiv entgegenwirkt. Dazu spielt dieses Element in der erfindungsgemäßen Matrix auch noch die Rolle eines Mischkristallbildners.

[0013] Insgesamt hat es sich gezeigt, daß die Legierung in Umgebungen bis 900°C frei von der Bildung einer sigma-Phase ist. Dies - zusammen mit der verbesserten Ermüdung bei niedriger Lastspielzahl ("low-cycle fatigue") macht die erfindungsgemäße Legierung besonders für den Einsatz für Turbinenräder, insbesondere von Turboladern, geeignet.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0014] Weitere Einzelheiten der Erfindung sollen im folgenden an Hand der Zeichnung besprochen werden. Es zeigen:

Fig. 1 ein Mikroschliffbild einer erfindungsgemäßen Legierung, von welcher

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt zur Verdeutlichung der Korngrenzen darstellt.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

[0015] In Fig. 1 ist ein Mikroschliffbild einer Legierung nach dem später besprochenen Beispiel 1 zu sehen. Die Oberfläche der Legierung mit der gegen Korrosion schützenden Al_2O_3 -Schicht ist in dieser Figur nicht zu sehen. Sie zeigt aber deutlich die γ' -Phase, welche in dichten annähernd länglich hexagonalen Kristalliten mit überraschend geringer gegenseitiger Versetzung und richtungsorientierter Erstarrung für eine äußerst hohe Festigkeit und geringe Ermüdung bei niedriger Lastspielzahl ("low-cycle fatigue") sorgen. Damit ist sie beständig gegen das Aufbrechen der Korngrenzen beim Gießen und ist auch für dünne Wandstärken geeignet, wie sie besonders für die Rotorblätter von Turbinenrotoren, insbesondere einer hoher Temperatur ausgesetzten Turbine wie in einem Turbolader erforderlich sind. Eutektische Nadeln (Dendriten) der γ/γ' -Phase sind in diesem Bild überhaupt nicht feststellbar.

[0016] Dabei zeigen die Korngrenzen Ränder, welche noch deutlicher aus Fig. 2 erkennbar sind (10-fache Vergrößerung), einer gerade so dünnen Schicht von vorwiegend Titan, Tantal, Hafnium und Lanthan, daß - wie ersichtlich - die Kornoberfläche gerade bedeckt ist. Dies hat zwei wesentliche Vorteile, zum einen kann der Anteil der zuletzt ge-

nannten, teuren Elemente sehr gering gehalten werden, zum anderen bewirken, wie bereits erwähnt, die Elemente Hafnium und Lanthan eine absolute Steigerung der Duktilität bzw. der Kohäsions-/Adhäsionsverhältnisse an den Korngrenzen der Matrix bewirken, wo sie allenfalls zusammen mit dem Molybdänanteil, wie ein "Schmiermittel" an den Korngrenzen wirken, das eine gute Duktilität erlaubt, letztlich damit aber auch zur geringen Ermüdung beiträgt. Fig. 2

macht damit deutlich, warum die genannten Elemente erfindungsgemäß in so geringen Mengen vorhanden sind.

[0017] Die Erfindung wird nun an Hand der nachfolgenden Beispiele besser verständlich.

Beispiel 1:

[0018] Es wurde eine Legierung mit folgender Zusammensetzung (in Gew.-%) verwendet, wobei der Rest von Nickel gebildet wurde:

C	Cr	Al	Ti	Mo	W	Nb	B	Zr	Hf	La	Ta
0,1	9	5	3	2,5	12,5	2	0,02	0,05	0,4	0,01	0,2

[0019] Dies ergab also einen Nickelanteil von 65,22 Gew.-%. Es sei darauf hingewiesen, daß diese Legierung somit einen Totalgehalt an Wolfram und Molybdän von 15 Gew.-% und einen Totalgehalt von Aluminium und Titan von 8 Gew.-% hatte, wobei die Summe der Gehalte an Titan, Niob und Aluminium 10 Gew.-% ausmachte. Der Gehalt an Hafnium und Lanthan machte demgemäß 0,41 Gew.-% aus, lag also weit unter dem maximalen Gehalt und sogar noch unterhalb des bevorzugten Maximalwertes von 0,7 Gew.-%.

[0020] Die so gebildete Legierung wurde anschließend heißisostatisch bei 1200°C und einem Druck von 1400 bar während vier Stunden gepreßt. Sodann wurden Proben erstellt und entsprechend ASTM, Standard E 139 getestet. Dabei wurden diese Proben bei 500°C, bei 750°C und 900°C einem Schwingfestigkeitstest bei einer Frequenz von 1 • s⁻¹ bzw. 5 • s⁻¹ unterzogen, d.h. es handelte sich um eine Testreihe von insgesamt 6 Tests. In allen Tests wurden bis zum Bruch der Proben die erhofften und verbesserten längeren Standzeiten erreicht, wobei die Leistung im Dauerfestigkeitsbereich, wie folgt definiert wurde:

Temp.: 500°C; Schwingspielzahl $10^3 \times 10^3$: minimal 305 N/mm² Schwingamplitudenspannung;

Temp.: 750°C; Schwingspielzahl $10^3 \times 10^3$: minimal 360 N/mm² Schwingamplitudenspannung;

Temp.: 900°C, Schwingspielzahl $10^3 \times 10^3$: minimal 380 N/mm² Schwingamplitudenspannung.

[0021] Die Korrosionsbeständigkeit wurde in einem Heißgastest geprüft, und dies zeigte ein Schliffbild unter dem Rasterelektronenmikroskop mit einer deutlichen Aluminiumschicht an der Oberfläche, welche zu Al₂O₃ oxydierte und damit eine Korrosionsschutzschicht lieferte. Dieses Schliffbild deutete auch klar auf die Sättigung der Korngrenzen durch Bor und Zirkonium. Es kam zu weder zur Ausbildung von nennenswerten Dendriten noch zu kolumnaren Kristallen, vielmehr fand sich ein ziemlich gleichmäßiges Korn, wie man es nur wünschen konnte (vgl. Fig. 1)

[0022] Mit einem Teil der Proben wurde dann gezeigt, dass eine ausgezeichnete Duktilität und Elastizität erhalten wurde, wie es besonders bei Turbinenschaufeln von Bedeutung ist.

Beispiel 2:

[0023] Es wurde eine zweite Legierung mit folgender Zusammensetzung (in Gew.-%) verwendet, wobei der Rest von Nickel gebildet wurde:

C	Cr	Al	Ti	Mo	W	Nb	B	Zr	Hf	La
0,09	9,5	5,5	2,5	2	13	1,75	0,025	0,08	0,45	0,005

[0024] Dies ergab also einen Nickelanteil von 65,1 Gew.-%. Es sei darauf hingewiesen, daß diese Legierung somit einen Totalgehalt an Hafnium und Lanthan von 0,455 Gew.-% aufwies, einen Totalgehalt an Wolfram und Molybdän von 15 Gew.-% und einen Totalgehalt von Aluminium und Titan von 8 Gew.-%, wobei die Summe der Gehalte an Titan, Niob und Aluminium 9,75 Gew.-% ausmachte. Hier wurde also kein Tantal verwendet.

[0025] Die so gebildete Legierung wurde anschließend denselben Tests wie in Beispiel 1 unterworfen, wobei die Elastizität gegenüber Beispiel 1 leicht verbessert war.

Beispiel 3:

[0026] Es wurde eine dritte Legierung mit folgender Zusammensetzung (in Gew.-%) verwendet, wobei der Rest von Nickel gebildet wurde:

C	Cr	Al	Ti	Mo	W	Nb	B	Zr	Hf	La	Ta
0,12	8,5	4,5	3,5	2,75	11,5	2,3	0,01	0,03	0,6	0,004	0,6

[0027] Dies ergab also einen Nickelanteil von 65,586 Gew.-%. Es sei darauf hingewiesen, daß diese Legierung somit einen Totalgehalt an Hafnium und Lanthan von 0,604 Gew.-% aufwies, einen Totalgehalt an Wolfram und Molybdän von 15 Gew.-% und einen Totalgehalt von Aluminium und Titan von 8 Gew.-%, wobei die Summe der Gehalte an Titan, Niob und Aluminium 10 Gew.-% ausmachte.

[0028] Die wie im Beispiel 1 durchgeführten Tests ergaben eine leicht gesteigerte Duktilität. Als aber dann ein Dauerversuch in korrodierender Atmosphäre (Verbrennungsgase eines Benzinmotors bei etwa 900°C) durchgeführt wurde, zeigte sich im Vergleich zu einer ähnlichen Prüfung der Proben der Beispiele 1 und 2 eine etwas verringerte Korrosionsbeständigkeit.

Beispiel 4

[0029] Dieses Beispiel diene - nach den vorausgehenden guten Ergebnissen mit Legierungen der Beispiele 1 bis 3 - hauptsächlich dem Zwecke, die Tendenzen abschätzen zu können, welche sich bei etwas extremeren Anteilen der Elemente ergeben würden. Es wurde daher eine vierte Legierung mit folgender Zusammensetzung (in Gew.-%) verwendet, wobei der Rest von Nickel gebildet wurde:

C	Cr	Al	Ti	Mo	W	Nb	B	Zr	Hf	La
0,18	10,0	6	2	1,5	10,5	1,5	0,03	0,02	0,8	0,02

[0030] Dies ergab also einen Nickelanteil von 67,45 Gew.-%. Es sei darauf hingewiesen, daß diese Legierung somit einen Totalgehalt an Hafnium und Lanthan von 0,82 Gew.-% aufwies, einen Totalgehalt an Wolfram und Molybdän von 12 Gew.-% und einen Totalgehalt von Aluminium und Titan von 8 Gew.-%, wobei die Summe der Gehalte an Titan, Niob und Aluminium 9,5 Gew.-% ausmachte. Auch hier hatte man auf die Zugabe von Tantal verzichtet.

[0031] Es sei gleich darauf hingewiesen, daß die damit hergestellten Proben keine zusätzliche Verbesserung der Eigenschaften im Vergleich zu denen der Beispiele 1 bis 3 brachten. Es war - trotz des im Vergleich höheren Anteils an Hafnium und Lanthan - die Duktilität eher geringer, was möglicherweise auf den höheren Anteil an C und Cr, möglicherweise aber auch auf den Verzicht auf Tantal, zurückzuführen ist.

[0032] Es wurden noch weitere Beispiele durchgeführt, um die Grenzanteile der Legierungselemente zu bestimmen, wobei man die in den Patentansprüchen stehenden und oben besprochenen Werte ermittelte.

[0033] Aus den Legierungen der obigen Beispiele wurden auch Turbinenrotoren für Turbolader hergestellt, welche man zunächst 8 Stunden lang einem Lösungsglühen bei 1200°C und sodann einer Ausscheidungshärtung bei 860°C über 16 Stunden, jedes Mal mit nachfolgender Luftkühlung unterzog. Alle Proberotoren wurden einem Dauertest unterzogen und bewährten sich über die Erwartungen.

Patentansprüche

1. Hitzebeständige Superlegierung, welche folgenden Bedingungen genügt:

- Kohlenstoff 0,01 - 0,2 Gew.-%
- Chrom 8 - 10 Gew.-%
- Aluminium 4 - 6 Gew.-%
- Titan 2 - 4 Gew.-%
- Molybdän 1,5 - 2,8 Gew.-%
- Wolfram 10 - 13,5 Gew.-%
- Niob 1,5 - 2,5 Gew.-%
- Bor $0 < B \leq 0,04$ Gew.-%
- Zirkonium $0 < Zr \leq 0,15$ Gew.-%,

EP 1 568 795 A1

- der Gehalt an Hafnium und Lanthan zusammen beträgt $0 < \text{Hf} + \text{La} \leq 1,5$ Gew.-%,
- gegebenenfalls Spuren von Tantal,
- wobei der Rest Nickel ist.

5 **2.** Superlegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gehalt an Bor wenigstens einer der folgenden Bedingungen genügt:

- (a) er beträgt wenigstens 0,01 Gew.-%;
- (b) er beträgt maximal 0,035 Gew.-%.

10 **3.** Superlegierung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gehalt an Zirkonium wenigstens einer der folgenden Bedingungen genügt:

- 15 (a) er beträgt wenigstens 0,02 Gew.-%;
- (b) er beträgt maximal 0,08 Gew.-%.

4. Superlegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gehalt an Lanthan wenigstens einer der folgenden Bedingungen genügt:

- 20 (a) er beträgt wenigstens 0,0035 Gew.-%;
- (b) er beträgt maximal 0,015 Gew.-%, vorzugsweise maximal 0,01 Gew.-%.

25 **5.** Superlegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gehalt an Hafnium und Lanthan zusammen maximal 0,7 Gew.-% beträgt, wobei vorzugsweise folgende Zusatzbedingungen erfüllt sind:

- a) der Gehalt an Hafnium beträgt mindestens 0,3 Gew.-%;
- b) der Gehalt an Hafnium beträgt maximal 0,7 Gew.-%, vorzugsweise maximal 0,6 Gew.-%.

30 **6.** Superlegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gehalt an Wolfram und Molybdän zusammen größer oder gleich 14 Gew.-% ist.

7. Superlegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gehalt an Aluminium und Titan zusammen größer oder gleich 7 Gew.-% ist.

35 **8.** Superlegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gehalt an Titan, Niob und Aluminium zusammen größer oder gleich 9,5 Gew.-% ist.

40 **9.** Superlegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gehalt an Tantal unter 2 Gew.-% liegt, vorzugsweise unter 1,5 Gew.-%, insbesondere unter 1 Gew.-%.

10. Verwendung einer Legierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Giessen eines Turbinenrades, insbesondere eines Turboladers.

45

50

55

FIG. 1

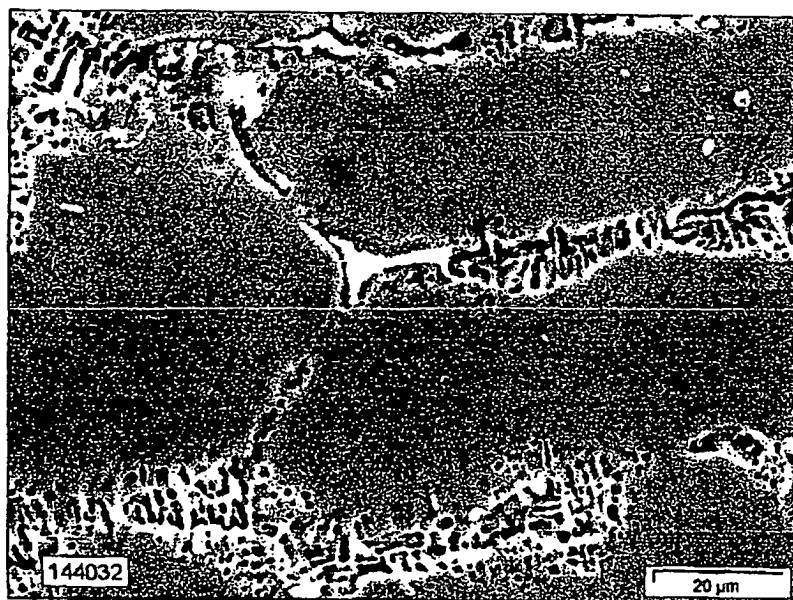
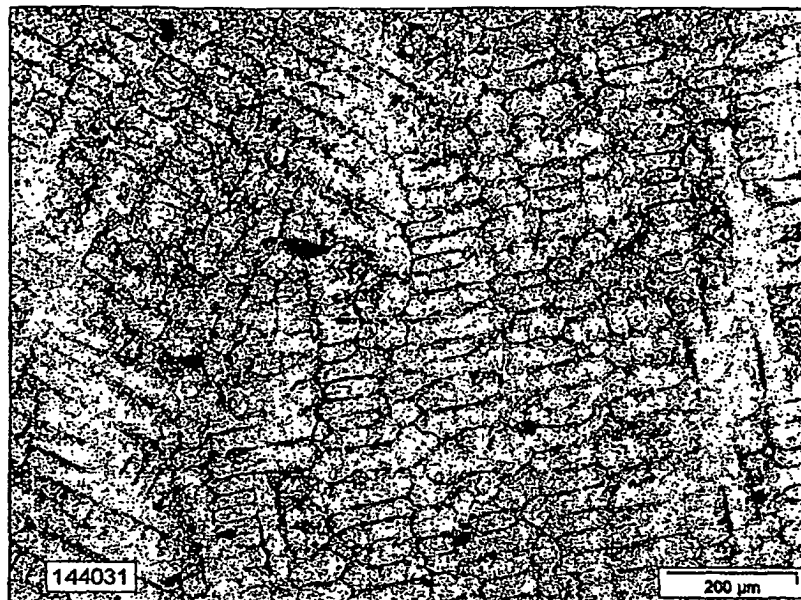


FIG. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 4768

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 10, 31. August 1999 (1999-08-31) -& JP 11 131162 A (HITACHI METALS LTD; YASUGI SEISAKUSHO:KK), 18. Mai 1999 (1999-05-18) * Zusammenfassung *	1,9,10	C22C19/05 F01D5/28
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 02, 5. Februar 2003 (2003-02-05) -& JP 2002 294374 A (HITACHI METALS LTD; HMY LTD), 9. Oktober 2002 (2002-10-09) * Zusammenfassung *	1,9,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Juli 2005	Prüfer Gregg, N
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 (P04C03)

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

EP 04 02 4768

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.

05-07-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 11131162	A	18-05-1999	KEINE	

JP 2002294374	A	09-10-2002	KEINE	

EPO FORM P0461

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