

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. März 2007 (22.03.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/031400 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 35/30 (2006.01) **B23P 6/00** (2006.01)
C22C 19/05 (2006.01)

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/065753

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. August 2006 (29.08.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
05019966.0 14. September 2005 (14.09.2005) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). **MTU Aero Engines GmbH** [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HEINZ, Paul** [DE/DE]; Hofmannstr. 11b, 91052 Erlangen (DE). **OTT, Michael** [DE/DE]; Hornhof 12, 45478 Mülheim An Der Ruhr (DE).

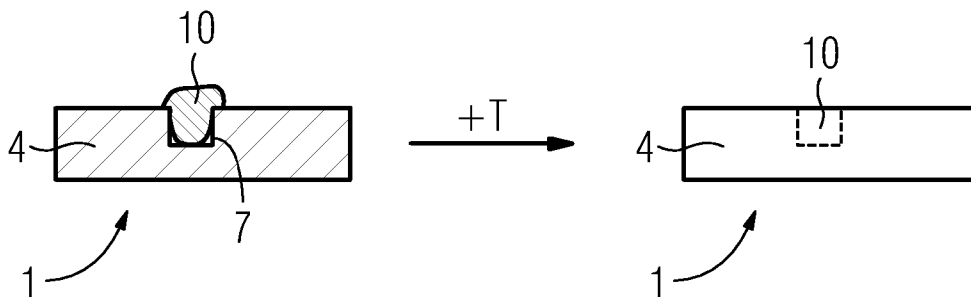
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLDER ALLOY AND METHOD FOR REPAIRING A COMPONENT

(54) Bezeichnung: NICKELBASIS-LOTLEGIERUNG UND VERFAHREN ZUR REPARATUR EINES BAUTEILS



(57) Abstract: The invention relates to a solder alloy according to claim (1) and to a method for repairing a component according to claim (43). Solder methods that use known solders often have the disadvantage that the solder has poor high-temperature characteristics. Said solder alloy is nickel-based and comprises the following constituents: chromium, cobalt, tungsten and between 0.5 % and 22.4 wt % of one of the elements from the group containing scandium, aluminium, titanium, zircon or tantalum. The alloy disclosed in the method is used to repair a component.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Lotlegierung und ein Verfahren für die Reparatur von Bauteilen aus einer Superlegierung. Lotverfahren mit den verwendeten Loten haben oft den Nachteil, dass das Lot schlechte Hochtemperatureigenschaften aufweist. Die erfindungsgemäße Lotlegierung ist nickelbasiert und weist die Bestandteile Chrom, Kobalt, Wolfram auf sowie 0,5% bis 22,4wt% eines der Elemente aus der Gruppe Scandium, Aluminium, Titan, Zirkon oder Tantal und wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Reparatur eines Bauteils verwendet. Das Lotverfahren kann isothermal oder mittels eines Temperaturgradienten des Lotes durchgeführt werden.



WO 2007/031400 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

NICKELBASIS--LOTLEGIERUNG UND VERFAHREN ZUR REPARATUR EINES BAUTEILS

Die Erfindung betrifft eine Lotlegierung gemäß Anspruch 1 und
5 ein Verfahren zur Reparatur eines Bauteils gemäß Anspruch 42.

Bauteile müssen manchmal nach der Herstellung, beispielsweise nach dem Gießen oder nachdem sie im Einsatz waren und Risse gebildet haben, repariert werden.

10 Hierzu gibt es verschiedene Reparaturverfahren wie z. B. das Schweißverfahren, bei dem jedoch ein Substratmaterial des Bauteils mit aufgeschmolzen werden muss, was zu einer Schädigung insbesondere von gegossenen und gerichtet erstarrten Bauteilen sowie zur Verdampfung von Bestandteilen
15 des Substratmaterials führen kann.

Ein Lotverfahren arbeitet gegenüber der Temperatur beim Schweißverfahren und damit gegenüber der Schmelztemperatur des Substratmaterials bei niedrigeren Temperaturen.

Das Lot soll aber trotzdem eine hohe Festigkeit aufweisen,
20 damit der mit Lot aufgefüllte Riss oder die Vertiefung bei hohen Einsatztemperaturen nicht zu einer Schwächung des gesamten Bauteils bei den hohen Einsatztemperaturen führt.

Die US-Patentschriften US 4,908,185, US 5,993,980, US
25 4,913,752, US 4,915,903 sowie die US 4,789,412 offenbaren die Zugabe von Additiven, bei dem Scandium eines der möglichen Additive darstellt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung eine Lotlegierung und ein
30 Verfahren zur Reparatur eines Bauteils aufzuzeigen, die bzw. das das oben genannte Problem überwindet.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Lot aus einer Lotlegierung gemäß Anspruch 1.

35 In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die beliebig in vorteilhafter Art und Weise miteinander kombiniert werden können.

Figur 1 zeigt zwei Querschnittsansichten eines Bauteils während und nach einer Behandlung mit dem erfindungsgemäßen Lot,

Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Turbinenschaufel,

Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Brennkammer,

Figur 4 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Gasturbine.

Figur 1 zeigt ein Bauteil 1, das mit einem Lot 10 aus einer erfindungsgemäßen Lotlegierung behandelt wird.

Das Bauteil 1 umfasst ein Substrat 4, das insbesondere bei Bauteilen für Hochtemperaturanwendungen, insbesondere bei Turbinenschaufeln 120, 130 (Fig. 2) oder Brennkammerelementen 155 (Fig. 3) für Dampf- oder Gasturbinen 100 (Fig. 4) aus einer eisen-, nickel- oder kobaltbasierten Superlegierung besteht. Dies können vorzugsweise die bekannten Werkstoffe PWA 1483, PWA 1484 oder Rene N5 sein.

Anwendung findet das Lot 10 auch bei Schaufeln für Luftfahrzeuge.

Das Substrat 4 weist einen Riss 7 oder eine Vertiefung 7 auf, der bzw. die durch Löten aufgefüllt werden soll. Die Risse 7 bzw. Vertiefungen 7 sind vorzugsweise etwa 200µm breit und können bis zu 5mm tief sein.

Dabei wird das Lot 10 aus der Lotlegierung in oder in die Nähe der Vertiefung 7 aufgebracht und durch eine Wärmebehandlung (+T) schmilzt das Lot 10 unterhalb einer Schmelztemperatur des Substrats 4 auf und füllt die Vertiefung 7 vollständig auf.

Die Lotlegierung ist nickelbasiert und weist die weiteren Bestandteile Chrom, Kobalt und Wolfram sowie 2wt% bis 22,4wt% eines Schmelzpunkterniedrigers auf, der zumindest ein Element aus der Gruppe Scandium (Sc), Aluminium (Al), Titan (Ti), Zirkon (Zr) oder Tantal (Ta) aufweist.

Die Anteile von Chrom liegen vorzugsweise bei 7,5% bis 11wt% und insbesondere bei 10wt%.

Die Anteile von Kobalt liegen vorzugsweise zwischen 8% und 11,4wt% und insbesondere bei 10,4wt%.

- 5 Die Anteile von Wolfram liegen vorzugsweise bei 2,8wt% bis 6,9wt% und insbesondere bei 3,8wt% oder 5,9wt%.

Vorzugsweise kann auch bis zu 1,9wt%, insbesondere 1,9wt% Molybdän (Mo) zu der Lotlegierung hinzu gegeben werden.

- Weitere Elemente können vorhanden sein, vorzugsweise ist die obige Auflistung von Nickel, Chrom, Kobalt, Wolfram, des Schmelzpunkterniedrigers und optional Molybdän abschließend. Das Lot enthält vorzugsweise kein Bor, kein Silizium oder auch kein Hafnium.

- 10 Auch auf die Zugabe von Rhenium kann vorzugsweise verzichtet werden.

15 Ebenso wird vorzugsweise kein Kohlenstoff verwendet.

- Das Lot 10 kann in einem isothermalen oder einem Temperaturgradienten-Verfahren mit dem Substrat 4 des Bauteils 1, 120, 130, 155 verbunden werden. Ein Gradientenverfahren bietet sich dann an, wenn das Substrat 4 eine gerichtete Struktur, beispielsweise eine SX- oder DS-Struktur aufweist, sodass auch das Lot 10 anschließend eine gerichtete Struktur aufweist.

- 25 Ebenso braucht das Bauteil 1 keine gerichtet erstarrte Struktur (sondern eine CC Struktur) aufzuweisen, wobei durch die gerichtet erstarrte Struktur in der reparierten Stelle 3 bei hohen Temperaturen eine hohe Festigkeit des Bauteils 1 erreicht wird, weil die gerichtet erstarrte Struktur des Lots 7 in der reparierten Stelle den negativen Effekt des niedrigen Schmelzpunkts auf die mechanische Festigkeit bei hohen Temperaturen ausgleicht.

- Bei dem Aufschmelzen (Isothermales Verfahren oder mit Gradientenverfahren) wird vorzugsweise ein inertes Gas, insbesondere Argon verwendet, das die Chromabdampfung von dem Substrat 4 bei den hohen Temperaturen verringert oder es wird ein reduzierendes Gas (Argon/Wasserstoff) verwendet.

Das Lot 10 kann auch großflächig auf eine Oberfläche eines Bauteils 1, 120, 130, 155 aufgebracht werden, um eine Verdickung des Substrats 4, insbesondere bei hohlen Bauteilen zu erreichen. Vorzugsweise wird das Lot 10 dazu verwendet um

5 Risse 7 oder Vertiefungen 7 aufzufüllen.

Die Tabelle zeigt beispielhafte erfindungsgemäße Zusammensetzungen HT der Lotlegierung des Lots 10 (in wt%), wobei der Rest Nickel ist.

Legierung	Cr	Co	Mo	W	Ta	Al	Ti	Zr	Sc
HT1	10	9	0	3,8	3	3	0	13,4	0
HT2	10	9	1,9	3,8	0	3	0	13,4	0
HT3	10	9	0	5,9	0	3	0	13,4	0
HT4	10	9	0	3,8	3	0	3	13,4	0
HT5	10	9	1,9	3,8	0	0	3	13,4	0
HT6	10	9	0	3,8	0	0	0	0	8
HT7	10	9	0	3,8	3	0	0	0	10
HT8	10	9	0	3,8	0	0	0	0	6
HT9	10	9	0	3,8	0	0	3	13,4	0
HT10	10	9	0	3,8	0	3	0	13,4	0
HT11	8,5	10,4	0	4,4	0	0	0	13,4	0
HT12	8,5	10,4	0	4,4	0	0	0	13,4	0,5
HT13	10	9	0	3,8	0	0	0	0	10
HT14	8,5	9	1,9	3,8	0	3	3	13,4	0
HT15	8,5	10	0	3,8	0	0	3	0	0
HT16	10	9	0	3,8	0	3	3	0	0
HT17	10	9	0	3,8	3	3	0	0	0
HT18	10	9	1,9	3,8	0	3	3	0	0,5
HT19	10	10	1,9	5,9	0	0	3	13,4	0
HT20	10	9	1,9	5,9	3	3	0	13,4	0
HT21	10	10	1,9	3,8	3	3	3	13,4	0
HT22	10	9	0	3,8	0	3	0	0	6
HT23	10	9	1,9	5,9	0	0	0	0	2
HT24	10	9	1,9	3,8	0	0	0	13,4	2
HT25	10	9	1,9	3,8	0	0	0	13,4	4
HT26	10	9	1,9	3,8	0	0	0	13,4	0
HT27	8	9	1,9	1,8	5	3,6	4,1	14Hafnium	0

Die Lotlegierungen lassen sich vorzugsweise zumindest in vier Segmente bezüglich der Zusammensetzung des Schmelzpunkterniedrigers bestehend aus Zr, Al, Ti, Ta und Sc aufteilen: das erste Segment enthält zumindest Zirkon, das
5 zweite weist zumindest Scandium auf, ein drittes Segment enthält kein Zirkon und kein Scandium sowie ein viertes Segment weist Zirkon, Aluminium, Titan, Tantal mit kleinen Anteilen von Scandium (bis 2 wt%) auf.

- 10 Das erste Segment besteht entweder nur aus Zirkon (Ansprüche 1 + 2) oder nur aus Zirkon, Aluminium, Titan und Tantal (Ansprüche 1 + 4) oder nur aus Zirkon und zwei weiteren Elementen aus der Gruppe Aluminium, Titan, Tantal (Ansprüche 1 + 5) oder nur aus Zirkon mit einem Element aus der Gruppe
15 Aluminium, Titan, Tantal (Ansprüche 1 + 6).

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von Titan, Aluminium und/oder Zirkon, da diese Elemente die Bildung der γ' -Phase in einem nickelbasierten Werkstoff fördern, die die
20 mechanischen Hochtemperatureigenschaften verbessert. Dabei kann eins, zwei oder drei dieser drei Elemente vorteilhafterweise in dem Lot 10 (siehe HT5, HT9, HT10, HT14, HT19) verwendet werden.

- 25 Das zweite Segment besteht entweder nur aus Scandium (Ansprüche 1 + 7) oder nur aus Scandium, Aluminium, Titan und Tantal (Ansprüche 1 + 8 + 12 + 13) oder nur aus Scandium und zwei Elementen der Gruppe Aluminium, Titan oder Tantal (Ansprüche 1 + 8 + 12 + 14) oder nur aus Scandium und einem
30 Element der Gruppe Aluminium, Titan, Tantal (Ansprüche 1 + 8 + 12 + 15).

Das dritte Segment besteht aus zumindest einem Element der Gruppe Aluminium, Titan oder Tantal und enthält kein Zirkon
35 und kein Scandium, wobei ein erstes Beispiel des dritten Segment mit den drei Elementen der Gruppe Aluminium, Titan und Tantal dargestellt wird (Ansprüche 1 + 17). Ebenso kann der Schmelzpunkterniedriger zwei Elemente aus der Gruppe

Aluminium, Titan oder Tantal enthalten (Ansprüche 1 + 12 + 18 + 14) oder es wird nur ein Element aus der Gruppe Aluminium, Titan oder Tantal verwendet (Anspruch 1 + 12 + 18 + 15).

- 5 Das vierte Segment besteht aus Zirkon, kleinen Anteilen (bis 2wt%) von Scandium und bis zu drei Elementen aus der Gruppe Aluminium, Titan und Tantal:
- Zr + Sc + 3 aus (Al, Ti, Ta): Ansprüche 1 + 3 + 13 + 25;
 Zr + Sc + 2 aus (Al, Ti, Ta): Ansprüche 1 + 3 + 14 + 25;
 10 Zr + Sc + 1 aus (Al, Ti, Ta): Ansprüche 1 + 3 + 15 + 25.

Als beste Lotlegierungen haben sich die (kombinierte Ansprüche in Klammern)

- 15 HT1:1 + 3 + 5 + 10 + 18 + 22 + 28 + 30 + 32 + 36 + 42,
 HT2:1 + 3 + 6 + 18 + 19 + 22 + 24 + 27 + 28 + 30 + 32 + 35 + 42,
 HT3:1 + 3 + 6 + 18 + 19 + 22 + 24 + 27 + 28 + 30 + 34 + 36 + 42,
 HT4:1 + 3 + 5 + 9 + 18 + 20 + 21 + 23 + 28 + 30 + 32 + 36 + 42,
 20 HT5:1 + 3 + 6 + 18 + 20 + 23 + 24 + 28 + 30 + 32 + 35 + 42,
 HT6:1 + 7 + 8 + 28 + 30 + 32 + 36 + 38 + 42
 HT7:1 + 8 + 12 + 15 + 21 + 22 + 23 + 28 + 30 + 32 + 36 + 39 + 42
 HT8:1 + 7 + 8 + 28 + 30 + 32 + 36 + 37 + 42
 HT9:1 + 3 + 6 + 18 + 20 + 23 + 24 + 28 + 30 + 32 + 36 + 40 + 42
 25 HT10:1 + 3 + 6 + 18 + 19 + 22 + 24 + 28 + 30 + 32 + 36 + 40 + 42
 HT11:1 + 2 + 18 + 22 + 23 + 24 + 29 + 31 + 33 + 36 + 40 + 42
 HT12:1 + 3 + 22 + 23 + 24 + 25 + 29 + 31 + 33 + 36 + 40 + 42
 HT13:1 + 7 + 8 + 28 + 30 + 32 + 36 + 39 + 41 + 42
 erwiesen.

- 30 Ebenso kann eine bevorzugte Lotlegierung kein Chrom aufweisen.

Ebenso können bevorzugte Werte für Chrom im Bereich von 4,0wt% bis kleiner 7,5wt% liegen.

- 35 Einen weiteren bevorzugten Bereich stellt ein Anteil von größer 11wt% bis größer 12wt% Chrom dar.

Bevorzugterweise wird auch kein Kobalt für die Lotlegierung verwendet.

Ein weiterer vorteilhafter Wertebereich für Kobalt liegt im Bereich von 4wt% bis kleiner 8wt%.

5

Ebenso kann bevorzugtermaßen die Lotlegierung kein Wolfram enthalten.

Bevorzugte Werte für Wolfram stellen auch Werte zwischen 1,8wt% und kleiner 2,8wt% dar.

10

Bevorzugtermaßen wird zu der Lotlegierung auch Rhenium (Re) zugegeben, insbesondere in einem Bereich von 2,5wt% bis 3wt%.

Bevorzugtermaßen wird auch zumindest ein, insbesondere ein

15 Selten Erdelement, insbesondere Yttrium (Y) hinzugefügt, und das bevorzugtermaßen in einem Wertebereich von 0,5wt% bis 2wt%.

Auch wird Hafnium hinzugefügt, insbesondere in einem

20 Wertebereich von 0,5wt% bis 2,5wt%.

Figur 2 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine 100 (Fig.

25 4), die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt.

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

30

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

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

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

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

Die Schaufel 120, 130 weist für ein Medium, das an dem Schaufelblatt 406 vorbeiströmt, eine Anströmkante 409 und eine Abströmkante 412 auf.

10

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

15 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; diese Schriften sind bzgl. der chemischen Zusammensetzung der Legierung Teil der Offenbarung.

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

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

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.

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 be-

steht 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.

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).

Solche Verfahren sind aus der US-PS 6,024,792 und der EP 0 892 090 A1 bekannt; diese Schriften sind Teil der Offenbarung.

Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion oder Oxidation aufweisen, z. B. (MCrAlX; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X ist ein Aktivelement und steht für Yttrium (Y) und/oder Silizium und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden, bzw. Hafnium (Hf)). Solche Legierungen sind bekannt aus der EP 0 486 489 B1, EP 0 786 017 B1, EP 0 412 397 B1 oder EP 1 306 454 A1, die bzgl. der chemischen Zusammensetzung der Legierung Teil dieser Offenbarung sein sollen.

Auf der MCrAlX kann noch eine 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.

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

Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile 120, 130 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls von Schutzschicht-

ten befreit werden müssen (z.B. durch Sandstrahlen). Danach erfolgt eine Entfernung der Korrosions- und/oder Oxidationsschichten bzw. -produkte. Gegebenenfalls werden auch noch Risse im Bauteil 120, 130 mit dem erfindungsgemäßen Lot 10 repariert. Danach erfolgt eine Wiederbeschichtung des Bauteils 120, 130 und ein erneuter Einsatz des Bauteils 120, 130.

Die Schaufel 120, 130 kann hohl oder massiv ausgeführt sein. Wenn die Schaufel 120, 130 gekühlt werden soll, ist sie hohl und weist ggf. noch Filmkühlöffnungen 418 (gestrichelt angedeutet) auf.

Die Figur 3 zeigt eine Brennkammer 110 einer 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.

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.

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.

Diese Schutzschichten können ähnlich der Turbinenschaufeln sein, also bedeutet beispielsweise MCrAlX: M ist zumindest

ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni),
X ist ein Aktivelement und steht für Yttrium (Y) und/oder
Silizium und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden,
bzw. Hafnium (Hf). Solche Legierungen sind bekannt aus der EP
5 0 486 489 B1, EP 0 786 017 B1, EP 0 412 397 B1 oder EP 1 306
454 A1, die bzgl. der chemischen Zusammensetzung der Legie-
rung Teil dieser Offenbarung sein sollen.

Auf der MCrAlX kann noch eine beispielsweise keramische Wär-
10 medämmschicht vorhanden sein und besteht beispielsweise aus
ZrO₂, Y₂O₄-ZrO₂, d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollstän-
dig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid
und/oder Magnesiumoxid.

Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronen-
15 strahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der
Wärmedämmschicht erzeugt.

Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Hitze-
schildelemente 155 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls von
20 Schutzschichten befreit werden müssen (z.B. durch Sandstrah-
len). Danach erfolgt eine Entfernung der Korrosions- und/oder
Oxidationsschichten bzw. -produkte. Gegebenenfalls werden
auch noch Risse mit dem erfindungsgemäßen Lot 10 in dem
Hitzeschildelement 155 repariert. Danach erfolgt eine
25 Wiederbeschichtung der Hitzeschildelemente 155 und ein
erneuter Einsatz der Hitzeschildelemente 155.

Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer
110 kann zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren
30 Halteelemente ein Kühlsystem vorgesehen sein. Die Hitze-
schildelemente 155 sind dann beispielsweise hohl und weisen
ggf. noch in den Brennkammerraum 154 mündende Filmkühlöffnungen
(nicht dargestellt) auf.

35

Die Figur 4 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem
Längsteilschnitt.

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.

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.

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

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.

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.

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

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.

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.

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

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

Als Material für die Bauteile werden beispielsweise eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

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; diese Schriften sind bzgl. der chemischen Zusammensetzung der Legierungen Teil der Offenbarung.

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.

Patentansprüche

1. Lotlegierung auf Nickelbasis,
5 umfassend (in wt%),
 insbesondere bestehend aus (in wt%)
 Chrom (Cr), insbesondere 7,5wt% bis 11wt%, besonders
 bevorzugt 8,5% bis 10% Cr,
 Kobalt (Co), insbesondere 8,0wt% bis 11,4wt%, besonders
10 bevorzugt 9,0% bis 10,4% Co,
 Wolfram (W), insbesondere 2,8wt% bis 6,9wt%, besonders
 bevorzugt 3,8% bis 5,9% W,
 sowie 2% bis 22,4%, insbesondere 3% bis 19,4%,
 eines Schmelzpunkterniedrigers,
15 der zumindest ein Element aus der Gruppe enthält,
 die Scandium (Sc), Zirkon (Zr), Aluminium (Al), Titan (Ti)
 und Tantal (Ta) umfasst,
 optional bis 1.9% Molybdän (Mo) und
 Rest Nickel (Ni)
20
2. Lotlegierung nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 der Schmelzpunkterniedriger von Zirkon (Zr) gebildet wird.
3. Lotlegierung nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet, dass
- 30 der Schmelzpunkterniedriger Zirkon (Zr) enthält.
4. Lotlegierung nach Anspruch 1 oder 3,
35 dadurch gekennzeichnet, dass
- der Schmelzpunkterniedriger aus Zirkon (Zr), Aluminium
 (Al), Titan (Ti) und Tantal (Ta) besteht.

5. Lotlegierung nach Anspruch 1 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

5

der Schmelzpunkterniedriger aus Zirkon (Zr) und zwei
Elementen aus der Gruppe,
die Aluminium (Al), Titan (Ti) und Tantal (Ta) umfasst,
besteht.

10

6. Lotlegierung nach Anspruch 1 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

15

der Schmelzpunkterniedriger aus Zirkon (Zr) und einem der
Elemente aus der Gruppe,
die Aluminium (Al), Titan (Ti) und Tantal (Ta) umfasst,
besteht.

20

7. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

25

der Schmelzpunkterniedriger von Scandium (Sc) gebildet
wird.

8. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass

30

der Schmelzpunkterniedriger mindestens 4wt% Scandium (Sc),
insbesondere mindestens 6wt%, 8wt% oder 10wt% enthält.

35

9. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 5 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 der Schmelzpunkterniedriger Tantal (Ta) und Titan (Ti)
umfasst,
insbesondere maximal 6wt% (Titan + Tantal),
insbesondere 3wt% Tantal und 3wt% Titan.

10 10. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 5 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Schmelzpunkterniedriger Aluminium (Al) und Tantal (Ta)
umfasst,
15 insbesondere maximal 6wt% (Aluminium und Tantal),
insbesondere 3wt% Aluminium und 3wt% Tantal.

20 11. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 5 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Schmelzpunkterniedriger Aluminium (Al) und Titan (Ti)
umfasst,
insbesondere maximal 6wt% (Aluminium + Titan),
25 insbesondere 3wt% Aluminium und 3wt% Titan.

30 12. Lotlegierung nach Anspruch 1, 7, 8, 9, 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Schmelzpunkterniedriger kein Zirkon (Zr) enthält.

13. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 8 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Schmelzpunkterniedriger die Elemente Tantal (Ta),
Aluminium (Al) und Titan (Ti) aufweist,
insbesondere zu gleichen Anteilen.
14. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 8, 9, 10, 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Schmelzpunkterniedriger zwei der Elemente aus der
Gruppe,
die Tantal (Ta), Aluminium (Al) und Titan (Ti) umfasst,
aufweist,
insbesondere maximal 6wt%,
insbesondere zu gleichen Anteilen.
15. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 8 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Schmelzpunkterniedriger eines der Elemente aus der
Gruppe,
die Tantal (Ta), Aluminium (Al) und Titan (Ti) umfasst,
aufweist,
insbesondere maximal 3wt%.
16. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11 oder
12, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Schmelzpunkterniedriger maximal 9wt% zumindest eines
der Elemente aus der Gruppe,
die Tantal (Ta), Aluminium (Al) oder Titan (Ti) umfasst,
enthält,
insbesondere zu gleichen Anteilen.

17. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 der Schmelzpunkterniedriger aus Tantal (Ta), Aluminium (Al) und Titan (Ti) besteht,
insbesondere zu gleichen Anteilen.
- 10 18. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 der Schmelzpunkterniedriger kein Scandium (Sc) enthält.
19. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3 bis 6, 9 bis 11, 13 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 der Schmelzpunkterniedriger Aluminium (Al) enthält,
insbesondere 3wt% Al.
- 25 20. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 4, 5, 6, 9 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass
- 30 der Schmelzpunkterniedriger Titan (Ti) enthält,
insbesondere 3wt% Ti.
21. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 4, 5, 6, 9 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 35 der Schmelzpunkterniedriger Tantal (Ta) enthält,
insbesondere 3wt% Ta.

22. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 8, 12, 14, 15, 18, 19
oder 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 der Schmelzpunkterniedriger kein Titan (Ti) enthält.
23. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 8, 12, 14, 16, 18, 20
oder 21,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
- der Schmelzpunkterniedriger kein Aluminium enthält.
- 15 24. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 8, 12, 14, 16, 18, 19
oder 20,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Schmelzpunkterniedriger kein Tantal (Ta) enthält.
- 20
25. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3, 9, 10, 11, 13 ,19 ,20
oder 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 der Schmelzpunkterniedriger bis 2wt% Scandium (Sc)
enthält,
insbesondere 0,5wt% Scandium.
- 30
26. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3 oder 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Schmelzpunkterniedriger Tantal (Ti) und Zirkon (Zr)
- 35 enthält,
insbesondere 3wt% Ti und 3wt% Zr.

27. Lotlegierung nach Anspruch 1, 3 oder 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 der Schmelzpunkterniedriger Aluminium (Al) und Zirkon (Zr)
enthält,
insbesondere mit 3wt% Al.
28. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 der Chromanteil 10wt% beträgt.
29. Lotlegierung nach Anspruch 1,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
- der Chromanteil 8,5wt% beträgt.
- 20 30. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Kobaltanteil 9wt% beträgt.
- 25 31. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Kobaltanteil 10wt% bis 11wt%,
30 insbesondere 10,4wt% beträgt.
32. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 35 der Wolframanteil 3,8wt% beträgt.

33. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wolframanteil 4,4wt% beträgt.

5

34. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wolframanteil 5,9wt% beträgt.

10

35. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Legierung Molybdän enthält, insbesondere 1,9wt%.

15

36. Lotlegierung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Legierung kein Molybdän enthält.

20

37. Lotlegierung nach Anspruch 1 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schmelzpunkterniedriger 6wt% Scandium enthält.

25

38. Lotlegierung nach Anspruch 1 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schmelzpunkterniedriger 8wt% Scandium enthält.

30

35

39. Lotlegierung nach Anspruch 1 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Schmelzpunkterniedriger 10wt% Scandium enthält.

5

40. Lotlegierung nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

10 der Schmelzpunkterniedriger 13,4wt% Zirkon enthält.

41. Lotlegierung nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, dass

15

der Schmelzpunkterniedriger 0,5wt% Scandium enthält.

42. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen
20 Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Legierung kein Chrom enthält.

25

43. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen
Ansprüche 1 bis 41,
dadurch gekennzeichnet, dass

30 die Lotlegierung 4,0wt% bis < 8,5wt%,
insbesondere 4wt% bis < 7,5wt% Chrom enthält.

35

44. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 1 bis 41,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 die Lotlegierung > 10wt% bis 12,5wt%,
insbesondere 11wt% bis 12,5wt% Chrom enthält.
45. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 die Lotlegierung Kobalt im Bereich von 4,0wt% bis < 9wt%,
insbesondere 4wt% bis < 8wt% enthält.
- 15
46. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 1 bis 44,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 die Lotlegierung kein Kobalt enthält.
47. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 die Lotlegierung kein Wolfram enthält.
- 30
48. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 1 bis 46,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 35 die Lotlegierung 1,8wt% bis < 3,8wt%,
insbesondere 1,8wt% bis < 2,8wt% Wolfram enthält.

49. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 die Lotlegierung Rhenium enthält,
insbesondere zwischen 2,5wt% bis 3,0wt%.
50. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 die Lotlegierung zumindest ein Selten Erdelement,
insbesondere Yttrium,
15 enthält,
insbesondere 0,5wt% bis 2wt%.
51. Lotlegierung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
- die Lotlegierung Hafnium enthält,
insbesondere im Bereich von 0,5wt% bis 2,5wt%.
- 25
52. Verfahren zur Reparatur eines Bauteils (1),
bei dem ein Lot (10) gemäß einem oder mehreren der
vorherigen Ansprüche 1 bis 51 verwendet wird und
30 ein Lotverfahren isothermal oder mittels eines
Temperaturgradienten des Lotes durchgeführt wird.
53. Verfahren nach Anspruch 52,
35 bei dem
das Lot für die Legierungen PWA 1483, PWA 1484 oder Rene
N5 verwendet wird.

54. Verfahren nach Anspruch 52 oder 53,
bei dem
5 das Lot gerichtet,
insbesondere einkristallin, erstarrt wird.

FIG 1

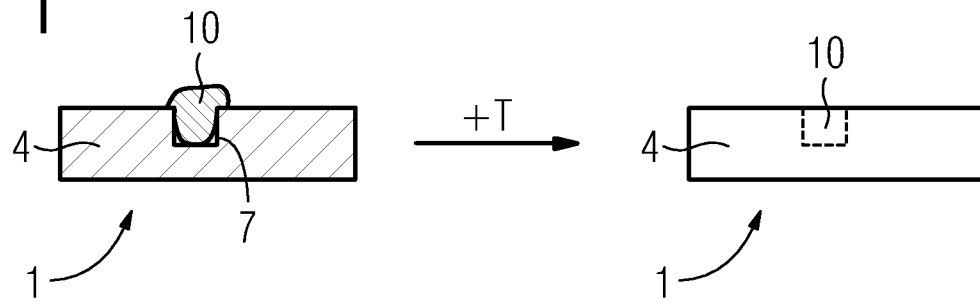


FIG 2

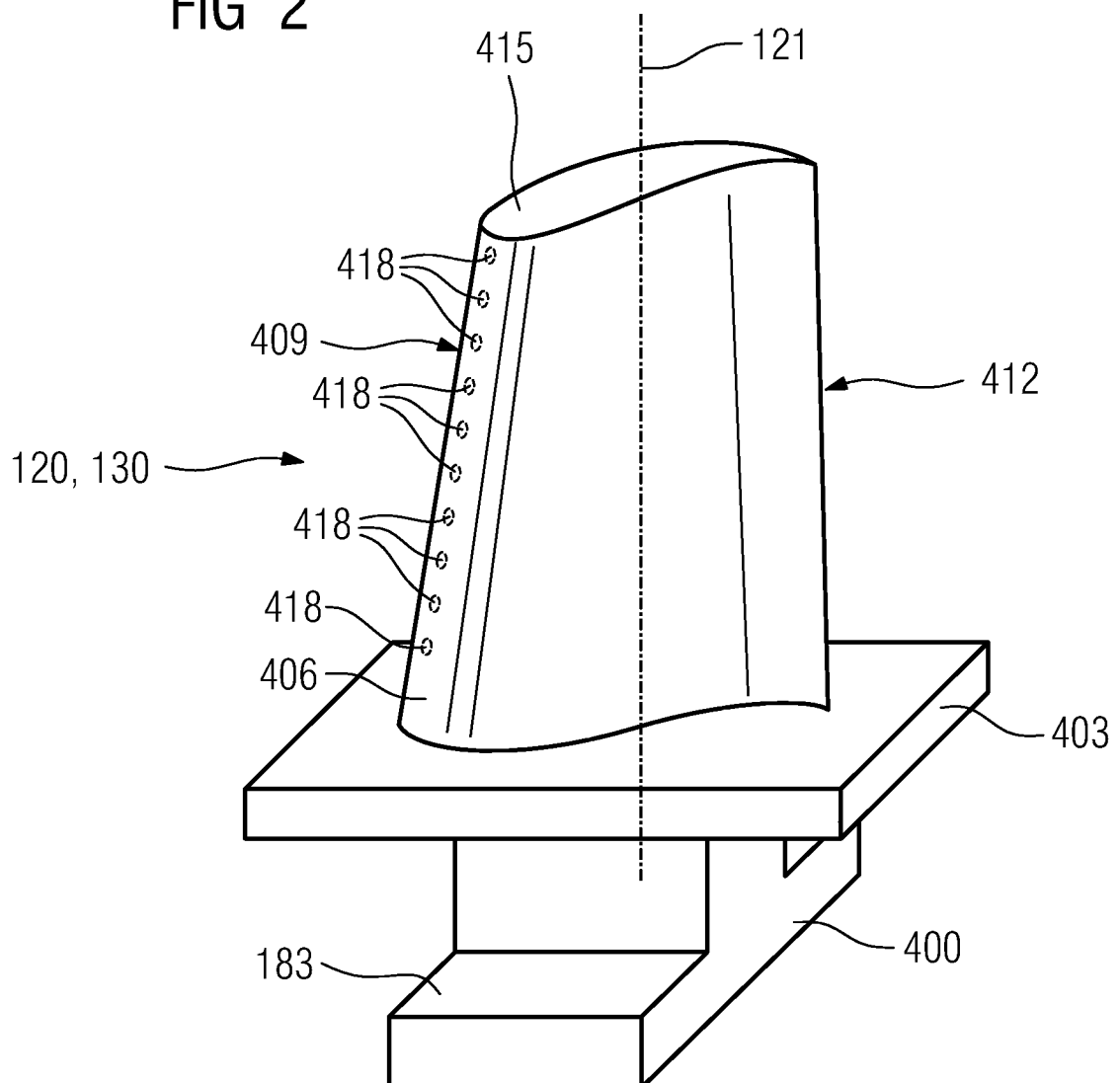


FIG 3

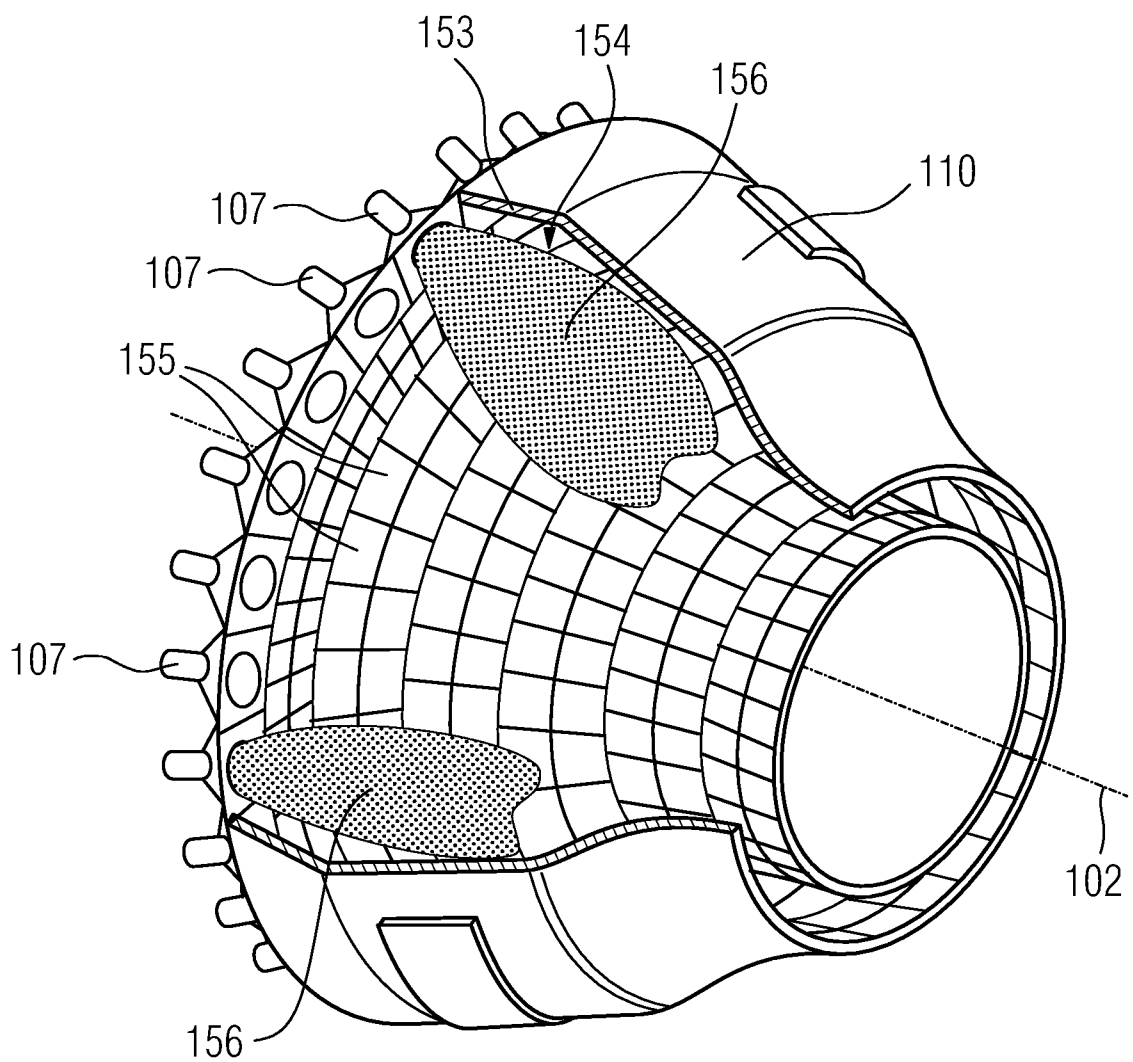
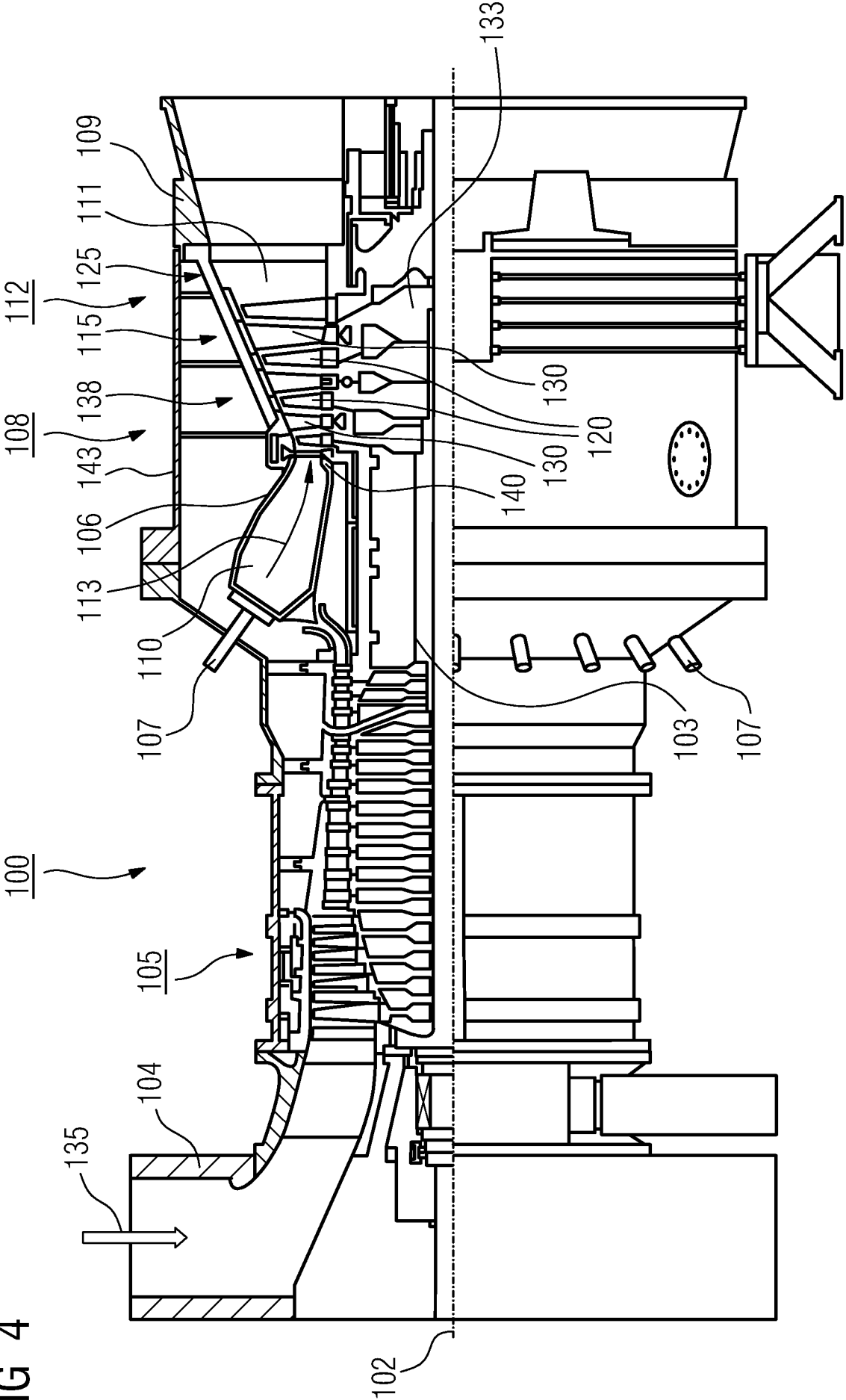


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/065753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23K35/30 C22C19/05 B23P6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23K C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 293 286 A (SERMATECH INTERNATIONAL INC) 19 March 2003 (2003-03-19)	1-3, 5-7, 10, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 22, 25, 27, 35, 40, 42, 46, 47, 51, 52 50
Y	paragraphs [0013], [0015], [0030], [0034], [0038], [0041]; claims 10-15, 27-31 ----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 February 2007

Date of mailing of the international search report

13/02/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rischard, Marc

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/065753

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 696 500 A (LEMUEL A. TARSHIS ET AL) 10 October 1972 (1972-10-10) column 4, line 63 - column 6, line 4; claim 11; table 8 column 6, line 45	1-3,5, 11,14, 16, 18-20, 24,26, 27,31,35
Y	DE 103 56 562 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 30 June 2005 (2005-06-30) paragraph [0013]; claims 1-7	50
A	DATABASE WPI Week 199102 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 1991-013621 XP002417790 -& SU 1 544 541 A (KVASNITSKII V F) 23 February 1990 (1990-02-23) abstract	1-54
A	US 3 748 107 A (TARSHIS L ET AL) 24 July 1973 (1973-07-24) column 6, lines 26-49	2,3,47
A	US 6 190 467 B1 (JACKSON MELVIN ROBERT ET AL) 20 February 2001 (2001-02-20) the whole document	1-54
A	WO 03/025237 A (SIFCO RESEARCH & DEVELOPMENT LIMITED; HUMM, STEPHAN; LUGSCHEIDER, E) 27 March 2003 (2003-03-27) the whole document	1-54
A	EP 1 342 803 A (SIEMENS WESTINGHOUSE POWER CORPORATION) 10 September 2003 (2003-09-10) the whole document	1-54
A	EP 0 309 786 A1 (VACUUMSCHMELZE GMBH [DE]) 5 April 1989 (1989-04-05) column 4, lines 4-10	1-54
A	WO 02/50323 A2 (ROLLS ROYCE CORP [US]; CHESNES RICHARD P [US]; XU RAYMOND RUIWEN [US]) 27 June 2002 (2002-06-27) the whole document	1-54
A	US 4 507 264 A (STERN MARVIN J [US]) 26 March 1985 (1985-03-26) column 1, line 56; claim 6	46,50
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/065753

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 156 631 A1 (GEN ELECTRIC GEN ELECTRIC [US]) 1 June 1973 (1973-06-01) page 2, lines 15-23; claims 1-5 -----	47
A	US 4 135 656 A (STERN MARVIN J) 23 January 1979 (1979-01-23) column 4, lines 23-44 column 2, lines 6-16 -----	50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/065753

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1293286	A	19-03-2003	US	6520401 B1	18-02-2003
US 3696500	A	10-10-1972	NONE		
DE 10356562	A1	30-06-2005	WO	2005054528 A1	16-06-2005
			EP	1702081 A1	20-09-2006
SU 1544541	A	23-02-1990	NONE		
US 3748107	A	24-07-1973	NONE		
US 6190467	B1	20-02-2001	US	6027584 A	22-02-2000
WO 03025237	A	27-03-2003	AT	325902 T	15-06-2006
			EP	1425429 A1	09-06-2004
			IE	20010834 A2	19-03-2003
			US	2005067069 A1	31-03-2005
EP 1342803	A	10-09-2003	DE	60301158 D1	08-09-2005
			DE	60301158 T2	19-01-2006
			US	2003170489 A1	11-09-2003
EP 0309786	A1	05-04-1989	JP	1107996 A	25-04-1989
			US	4913752 A	03-04-1990
WO 0250323	A2	27-06-2002	AU	4509802 A	01-07-2002
			BR	PI0116068 A	21-11-2006
			EP	1341639 A2	10-09-2003
			ES	2260327 T3	01-11-2006
			JP	2005500908 T	13-01-2005
			PT	1341639 T	31-08-2006
			US	2002157737 A1	31-10-2002
US 4507264	A	26-03-1985	CH	660703 A5	15-06-1987
			DE	3429286 A1	06-02-1986
			FR	2568268 A1	31-01-1986
			GB	2162199 A	29-01-1986
FR 2156631	A1	01-06-1973	BE	789481 A1	15-01-1973
			DE	2248130 A1	12-04-1973
			GB	1362458 A	07-08-1974
			IT	968429 B	20-03-1974
			JP	1211711 C	12-06-1984
			JP	56055544 A	16-05-1981
			JP	58043457 B	27-09-1983
			JP	48044123 A	25-06-1973
			JP	55042139 B	29-10-1980
			US	3759692 A	18-09-1973
US 4135656	A	23-01-1979	US	4075009 A	21-02-1978

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/065753

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23K35/30 C22C19/05 B23P6/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23K C22C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 293 286 A (SERMATECH INTERNATIONAL INC) 19. März 2003 (2003-03-19)	1-3, 5-7, 10, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 22, 25, 27, 35, 40, 42, 46, 47, 51, 52
Y	Absätze [0013], [0015], [0030], [0034], [0038], [0041]; Ansprüche 10-15, 27-31 ----- -/-	50

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
5. Februar 2007	13/02/2007
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Rischard, Marc

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 696 500 A (LEMUEL A. TARSHIS ET AL) 10. Oktober 1972 (1972-10-10) Spalte 4, Zeile 63 – Spalte 6, Zeile 4; Anspruch 11; Tabelle 8 Spalte 6, Zeile 45 -----	1-3,5, 11,14, 16, 18-20, 24,26, 27,31,35
Y	DE 103 56 562 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 30. Juni 2005 (2005-06-30) Absatz [0013]; Ansprüche 1-7 -----	50
A	DATABASE WPI Week 199102 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 1991-013621 XP002417790 -& SU 1 544 541 A (KVASNITSKII V F) 23. Februar 1990 (1990-02-23) Zusammenfassung -----	1-54
A	US 3 748 107 A (TARSHIS L ET AL) 24. Juli 1973 (1973-07-24) Spalte 6, Zeilen 26-49 -----	2,3,47
A	US 6 190 467 B1 (JACKSON MELVIN ROBERT ET AL) 20. Februar 2001 (2001-02-20) das ganze Dokument -----	1-54
A	WO 03/025237 A (SIFCO RESEARCH & DEVELOPMENT LIMITED; HUMM, STEPHAN; LUGSCHEIDER, E) 27. März 2003 (2003-03-27) das ganze Dokument -----	1-54
A	EP 1 342 803 A (SIEMENS WESTINGHOUSE POWER CORPORATION) 10. September 2003 (2003-09-10) das ganze Dokument -----	1-54
A	EP 0 309 786 A1 (VACUUMSCHMELZE GMBH [DE]) 5. April 1989 (1989-04-05) Spalte 4, Zeilen 4-10 -----	1-54
A	WO 02/50323 A2 (ROLLS ROYCE CORP [US]; CHESNES RICHARD P [US]; XU RAYMOND RUIWEN [US]) 27. Juni 2002 (2002-06-27) das ganze Dokument -----	1-54
A	US 4 507 264 A (STERN MARVIN J [US]) 26. März 1985 (1985-03-26) Spalte 1, Zeile 56; Anspruch 6 -----	46,50
	----- -/--	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 156 631 A1 (GEN ELECTRIC GEN ELECTRIC [US]) 1. Juni 1973 (1973-06-01) Seite 2, Zeilen 15-23; Ansprüche 1-5 -----	47
A	US 4 135 656 A (STERN MARVIN J) 23. Januar 1979 (1979-01-23) Spalte 4, Zeilen 23-44 Spalte 2, Zeilen 6-16 -----	50

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/065753

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1293286	A	19-03-2003	US	6520401 B1	18-02-2003
US 3696500	A	10-10-1972	KEINE		
DE 10356562	A1	30-06-2005	WO	2005054528 A1	16-06-2005
			EP	1702081 A1	20-09-2006
SU 1544541	A	23-02-1990	KEINE		
US 3748107	A	24-07-1973	KEINE		
US 6190467	B1	20-02-2001	US	6027584 A	22-02-2000
WO 03025237	A	27-03-2003	AT	325902 T	15-06-2006
			EP	1425429 A1	09-06-2004
			IE	20010834 A2	19-03-2003
			US	2005067069 A1	31-03-2005
EP 1342803	A	10-09-2003	DE	60301158 D1	08-09-2005
			DE	60301158 T2	19-01-2006
			US	2003170489 A1	11-09-2003
EP 0309786	A1	05-04-1989	JP	1107996 A	25-04-1989
			US	4913752 A	03-04-1990
WO 0250323	A2	27-06-2002	AU	4509802 A	01-07-2002
			BR	PI0116068 A	21-11-2006
			EP	1341639 A2	10-09-2003
			ES	2260327 T3	01-11-2006
			JP	2005500908 T	13-01-2005
			PT	1341639 T	31-08-2006
			US	2002157737 A1	31-10-2002
US 4507264	A	26-03-1985	CH	660703 A5	15-06-1987
			DE	3429286 A1	06-02-1986
			FR	2568268 A1	31-01-1986
			GB	2162199 A	29-01-1986
FR 2156631	A1	01-06-1973	BE	789481 A1	15-01-1973
			DE	2248130 A1	12-04-1973
			GB	1362458 A	07-08-1974
			IT	968429 B	20-03-1974
			JP	1211711 C	12-06-1984
			JP	56055544 A	16-05-1981
			JP	58043457 B	27-09-1983
			JP	48044123 A	25-06-1973
			JP	55042139 B	29-10-1980
			US	3759692 A	18-09-1973
US 4135656	A	23-01-1979	US	4075009 A	21-02-1978