

(19)



(11)

**EP 2 463 044 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.06.2012 Patentblatt 2012/24**

(51) Int Cl.:  
**B22C 9/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10194298.5**

(22) Anmeldetag: **09.12.2010**

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

(72) Erfinder:  
• **Ahmad, Fathi**  
**41564, Kaarst (DE)**  
• **Eßer, Winfried**  
**44805, Bochum (DE)**  
• **Milazar, Mirko**  
**46049, Oberhausen (DE)**  
• **Mol, Artur**  
**45468, Mülheim an der Ruhr (DE)**  
• **Paul, Uwe**  
**40882, Ratingen (DE)**

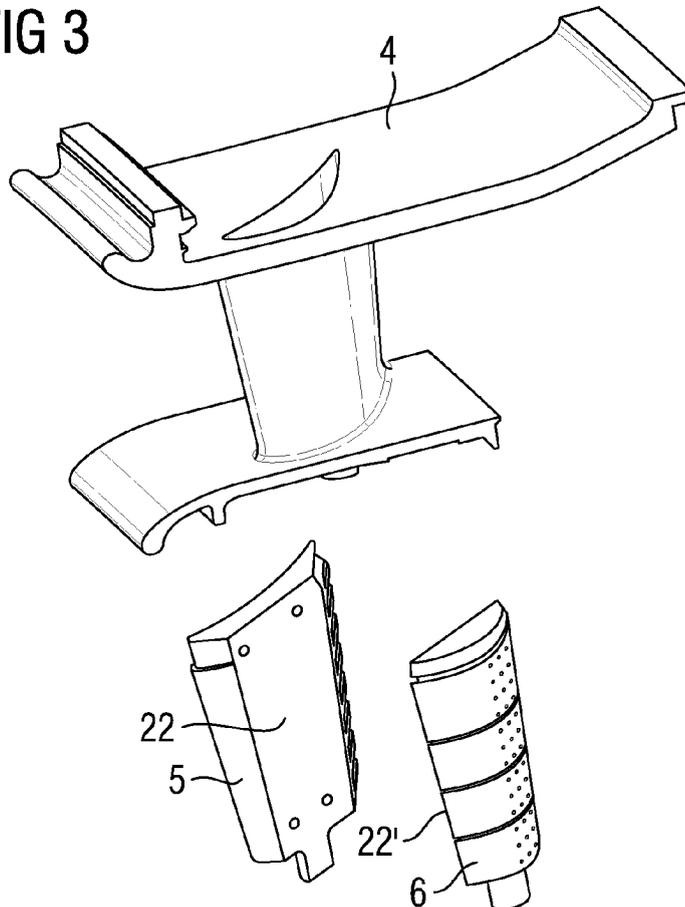
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**80333 München (DE)**

### (54) **Modularer keramischer Gusskern und Gussverfahren**

(57) Der vorgeschlagene keramische Gusskern weist im Unterschied zum Stand der Technik zwei Teile

(5, 6) auf, um die Teile(5, 6) separat herstellen zu können, damit diese besser und filigraner hergestellt werden können.

**FIG 3**



**EP 2 463 044 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen modularen keramischen Gusskern.

**[0002]** Keramische Kerne werden bei der Herstellung von hohlen Gussbauteilen verwendet, wie z.B. bei Turbinenschaufeln, die im Inneren gekühlt werden. Insbesondere bei diesen gekühlten Turbinenschaufeln weist die Geometrie eine komplexe Struktur auf, die in dem Kern abgebildet ist.

**[0003]** Bisher ist es sehr aufwändig diese komplexe Struktur in dem Kern abzubilden.

**[0004]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung dieses Problem zu lösen.

**[0005]** Die Aufgabe wird gelöst durch einen keramischen Kern gemäß Anspruch 1 und ein Gussverfahren gemäß Anspruch 10.

**[0006]** In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die beliebig miteinander kombiniert werden können, um weitere Vorteile zu erzielen.

**[0007]** Es zeigen:

Figur 1 - 7, 9 verschiedene Ansichten der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Kerns,

Figur 8 eine Gussform

Figur 10 eine Turbinenschaufel,

Figur 11 eine Gasturbine,

Figur 12 eine Liste von Superlegierungen.

**[0008]** Die Beschreibung und die Figuren stellen nur Ausführungsbeispiele der Erfindung dar.

**[0009]** In Figur 1 ist ein Modell einer Turbinenschaufel 4 als beispielhaftes Bauteil gezeigt, die die Form für eine zu gießende Turbinenschaufel 120, 130 (Fig. 10) darstellt. Dabei ist in dem Hohlraum des Modells 4, das einem Gussbauteil, insbesondere einer Turbinenschaufel 120, 130 entspricht, ein vorzugsweise keramischer Kern 1 vorhanden. Das Modell aus einem Kunststoff oder einem Wachs mit dem Kern 1 wird dann mit Material einer äußeren Gussform 25 (Fig. 8) umgeben und der Kunststoff (oder das Wachs) entfernt, z.B. durch Brennen. Danach wird die Gussform 25 stabilisiert, z.B. durch Brennen.

**[0010]** Danach wird eine metallische Schmelze in den so entstandenen Hohlraum 28 vorzugsweise gefüllt. Dies erfolgt durch Gießen.

**[0011]** In Figur 2 ist der Kern 1 aus dem Modell 4 herausgenommen. Der Kern 1 weist eine Längsrichtung 13 auf, die vorzugsweise die längste Ausdehnung des Kerns 1 darstellt bzw. parallel zur radialen Einbaurichtung der damit hergestellten Turbinenschaufel 120, 130 verläuft.

**[0012]** Der Kern 1 weist vorzugsweise ein hohes (d.h.  $\geq 3$ , insbesondere  $\geq 5$ ) Aspektverhältnis von Längsrichtung 13 zur Dicke auf.

**[0013]** Der Kern 1 für eine Turbinenschaufel 120, 130 weist im Querschnitt vorzugsweise einen ähnlichen Querschnitt wie das Schaufelblatt 406 der Turbinen-

schaufel 120, 130 auf.

**[0014]** Der Kern 1 weist weiterhin vorzugsweise verschiedene Merkmale 7 auf, die Erhebungen oder Vertiefungen bzw. Trennwände ergeben.

5 **[0015]** In den Figuren 3, 4, 5, 9 ist die modulare Ausgestaltung des Kerns 1 dargestellt.

**[0016]** Der Kern 1 besteht mindestens aus zwei Teilen 5, 6, insbesondere nur aus zwei, die vorzugsweise parallel zur Längsrichtung 13 und quer zur kleinsten Dicke oder Breite, die das hohe Aspektverhältnis mit der Längsrichtung 13 aufweisen, aufgeteilt sind.

10 **[0017]** Die Trennfläche 22, 22' zwischen den Teilen ist vorzugsweise möglichst groß gewählt, aber auch so, dass die Teile 5, 6 eine ausreichende Dicke für eine hinreichende mechanische Stabilität aufweisen.

15 **[0018]** Im Stand der Technik ist der Kern 1 ein einteiliges Teil vorzugsweise mit einem Spalt 18 wie in Figur 7.

**[0019]** Ebenso vorzugsweise kann der Spalt 18 oder die Trennflächen 22, 22' in einer Ebene liegen, auf die eine Längsrichtung 13 senkrecht steht (also parallel zur Plattform bei einer Turbinenschaufel 120, 130).

**[0020]** Die Teile 5, 6 des Kerns 4 werden erfindungsgemäß separat hergestellt und weisen vorzugsweise

25 Vorsprünge 16, 16' und entsprechende, vorzugsweise komplementäre Vertiefungen 19, 19', ... in dem anderen Teil (Fig. 5) auf, in der die Erhebungen 16, 16' aufliegen und so vorzugsweise Abstandshalter bilden, so dass ein Spalt 18 zwischen den Teilen 5, 6 vorhanden ist, der nach dem Guss eine Trennwand, insbesondere der Turbinenschaufel 120, 130 ergibt.

30 **[0021]** Die Vorsprünge 16, 16' ergeben Löcher in einer Trennwand des zu gießenden Bauteils.

**[0022]** In Figur 6 ist ein Schnitt durch die Teile 5, 6 dargestellt, der die Erhebungen 16, 16' und Vertiefungen 19, 19' zeigt und einen Schnitt des zusammengebauten Kerns aus den Teilen 5, 6 in Figur 7, wobei der Schnitt durch die Erhebungen 16, 16' und Vertiefungen 19, 19' geht.

40 **[0023]** Kleinere Teile 5, 6 lassen sich mit komplexerer und filigranerer Geometrie als ein einziges größeres Bauteil herstellen und mit äußeren Merkmalen 7 versehen.

**[0024]** Ein solcher Kern 1 kann dann vorzugsweise zur Herstellung von hohlen Turbinenschaufeln 120, 130 verwendet werden.

45 **[0025]** Vorzugsweise werden dabei nickelbasierte Superlegierungen verwendet, wie sie in Figur 11 aufgelistet sind.

**[0026]** Für alle Ausführungsbeispiele des Kerns 1 gilt: Es muss kein Spalt zwischen den separaten Teilen 5, 6 im zusammengebauten Zustand gegeben sein (Fig. 9).

**[0027]** Vorzugsweise sind aber immer ineinandergreifende Vorsprünge 16, 16' und Vertiefungen 19, 19' vorhanden, um die Verbindung der Teile 5, 6 untereinander zu gewährleisten.

55 **[0028]** Die Figur 10 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine, die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt.

**[0029]** Die Strömungsmaschine kann eine Gasturbine eines Flugzeugs oder eines Kraftwerks zur Elektrizitätserzeugung, eine Dampfturbine oder ein Kompressor sein.

**[0030]** Die Schaufel 120, 130 weist entlang der Längsachse 121 aufeinander folgend einen Befestigungsbereich 400, eine daran angrenzende Schaufelplattform 403 sowie ein Schaufelblatt 406 und eine Schaufelspitze 415 auf.

**[0031]** Als Leitschaukel 130 kann die Schaufel 130 an ihrer Schaufelspitze 415 eine weitere Plattform aufweisen (nicht dargestellt).

**[0032]** Im Befestigungsbereich 400 ist ein Schaufelfuß 183 gebildet, der zur Befestigung der Laufschaufeln 120, 130 an einer Welle oder einer Scheibe dient (nicht dargestellt).

**[0033]** Der Schaufelfuß 183 ist beispielsweise als Hammerkopf ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich.

**[0034]** Die Schaufel 120, 130 weist für ein Medium, das an dem Schaufelblatt 406 vorbeiströmt, eine Anströmkante 409 und eine Abströmkante 412 auf.

**[0035]** Bei herkömmlichen Schaufeln 120, 130 werden in allen Bereichen 400, 403, 406 der Schaufel 120, 130 beispielsweise massive metallische Werkstoffe, insbesondere Superlegierungen verwendet.

**[0036]** 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.

**[0037]** Die Schaufel 120, 130 kann hierbei durch ein Gussverfahren, auch mittels gerichteter Erstarrung, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

**[0038]** Werkstücke mit einkristalliner Struktur oder Strukturen werden als Bauteile für Maschinen eingesetzt, die im Betrieb hohen mechanischen, thermischen und/oder chemischen Belastungen ausgesetzt sind.

**[0039]** 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.

**[0040]** Dabei werden dendritische Kristalle entlang dem Wärmefluss ausgerichtet und bilden entweder eine stängelkristalline Kornstruktur (kolumnar, d.h. Körner, die über die ganze Länge des Werkstückes verlaufen und hier, dem allgemeinen Sprachgebrauch nach, als gerichtet erstarrt bezeichnet werden) oder eine einkristalline Struktur, d.h. das ganze Werkstück besteht aus einem einzigen Kristall. In diesen Verfahren muss man den Übergang zur globulitischen (polykristallinen) Erstarrung meiden, da sich durch ungerichtetes Wachstum notwendigerweise transversale und longitudinale Korngrenzen ausbilden, welche die guten Eigenschaften des gerichtet erstarrten oder einkristallinen Bauteiles zunichte machen.

**[0041]** 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).

**[0042]** Solche Verfahren sind aus der US-PS 6,024,792 und der EP 0 892 090 A1 bekannt.

**[0043]** Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion oder Oxidation aufweisen, z. B. (MCrAIX; 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.

**[0044]** Die Dichte liegt vorzugsweise bei 95% der theoretischen Dichte.

**[0045]** Auf der MCrAIX-Schicht (als Zwischenschicht oder als äußerste Schicht) bildet sich eine schützende Aluminiumoxidschicht (TGO = thermal grown oxide layer).

**[0046]** Vorzugsweise weist die Schichtzusammensetzung Co-30Ni-28Cr-8Al-0,6Y-0,7Si oder Co-28Ni-24Cr-10Al-0,6Y auf. Neben diesen kobaltbasierten Schutzbeschichtungen werden auch vorzugsweise nickelbasierte Schutzschichten verwendet wie Ni-10Cr-12Al - 0,6Y-3Re oder Ni-12Co-21Cr-11Al-0,4Y-2Re oder Ni-25Co-17Cr-10Al-0,4Y-1,5Re.

**[0047]** Auf der MCrAIX kann noch eine Wärmedämmschicht vorhanden sein, die vorzugsweise die äußerste Schicht ist, und besteht beispielsweise aus ZrO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>, d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

**[0048]** Die Wärmedämmschicht bedeckt die gesamte MCrAIX-Schicht.

**[0049]** Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

**[0050]** Andere Beschichtungsverfahren sind denkbar, z.B. atmosphärisches Plasmaspritzen (APS), LPPS, VPS oder CVD. Die Wärmedämmschicht kann poröse, mikro- oder makrorissbehaftete Körner zur besseren Thermoschockbeständigkeit aufweisen. Die Wärmedämmschicht ist also vorzugsweise poröser als die MCrAIX-Schicht.

**[0051]** Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile 120, 130 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls von Schutzschichten befreit werden müssen (z.B. durch Sandstrahlen). Danach erfolgt eine Entfernung der Korrosions- und/oder Oxidationsschichten bzw. -produkte. Gegebenenfalls werden auch noch Risse im Bauteil

120, 130 repariert. Danach erfolgt eine Wiederbeschichtung des Bauteils 120, 130 und ein erneuter Einsatz des Bauteils 120, 130.

**[0052]** 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 Filmkühlöcher 418 (gestrichelt angedeutet) auf.

**[0053]** Die Figur 11 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

**[0054]** 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.

**[0055]** 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.

**[0056]** Die Ringbrennkammer 110 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

**[0057]** 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.

**[0058]** 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.

**[0059]** An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

**[0060]** 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.

**[0061]** 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.

**[0062]** Um den dort herrschenden Temperaturen

standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden.

**[0063]** Ebenso können Substrate der Bauteile eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

**[0064]** Als Material für die Bauteile, insbesondere für die Turbinenschaufel 120, 130 und Bauteile der Brennkammer 110 werden beispielsweise eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

**[0065]** 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.

**[0066]** Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrA1X; 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, Scandium (Sc) und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden bzw. Hafnium). 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.

**[0067]** Auf der MCrA1X 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.

**[0068]** Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

**[0069]** 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. Keramischer Gusskern (1),  
der aus zumindest zwei separaten Teilen (5, 6) besteht und zusammenbaubar ist,  
insbesondere nur aus zwei Teilen (5, 6) besteht.
2. Keramischer Gusskern (1) nach Anspruch 1,  
bei dem der Gusskern (1) ein hohes Aspektverhältnis aufweist und eine Längsrichtung (13) aufweist, die (13) die längste Ausdehnung des Aspektverhältnisses darstellt, und  
wobei die zwei Teile (5, 6) des Gusskerns (1) in einer Ebene, in der die Längsrichtung (13) verläuft, zusammenfügbar sind und  
wobei die Ebene vorzugsweise möglichst groß ist.
3. Keramischer Gusskern nach Anspruch 1 oder 2,  
bei dem die Teile (5, 6) Erhebungen (16, 16') und komplementär geformte Vertiefungen (19, 19') auf-

- weisen, insbesondere jeweils vier Erhebungen (16, 16') und Vertiefungen (19, 19'),  
in den Trennflächen (22, 22') zwischen den Teilen (5, 6) aufweisen,  
ganz insbesondere nur vier Erhebungen (16, 16')  
und Vertiefungen (19, 19') aufweisen,  
die (16, 16', 19, 19') im zusammengebauten Zustand ineinander eingreifen. 5
4. Keramischer Gusskern nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
bei dem die Teile (5, 6) im zusammengebauten Zustand einen Spalt (18) zwischen einander aufweisen, in der vorzugsweise die Längsrichtung (13) verläuft und eine innere Trennwand eines Gussbauteils beim Gießen ergibt. 10  
15
5. Keramischer Gusskern nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 3 oder 4,  
bei dem das eine Teil (5, 6) Erhebungen (16, 16') und das andere Teil (6, 5) Vertiefungen (19, 19') als Abstandhalter aufweisen,  
die (16, 16', 19, 19') im zusammengebauten Zustand ineinander eingreifen. 20
6. Keramischer Gusskern nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,  
für eine Turbinenschaufel (120, 130),  
bei dem der Spalt (18) und/oder Trennflächen (22, 22') zwischen den Teilen (5, 6) möglichst parallel zu einer Tangente (31) der Außenfläche des Kerns (1) verlaufen. 25  
30
7. Keramischer Gusskern nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 3 oder 6,  
der im zusammengebauten Zustand keinen Spalt zwischen den separaten Teilen (5, 6) aufweist. 35
8. Keramischer Gusskern nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 oder 3 bis 7,  
dessen Spalt (18) oder Trennflächen (22, 22') in einer Ebene liegen,  
auf die die Längsrichtung (13) senkrecht steht. 40
9. Keramischer Gusskern nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8,  
der für ein Gussverfahren für eine Turbinenschaufel (120, 130) verwendet wird. 45
10. Gussverfahren  
bei dem ein keramischer Gusskern (1) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 verwendet wird. 50

55

FIG 1

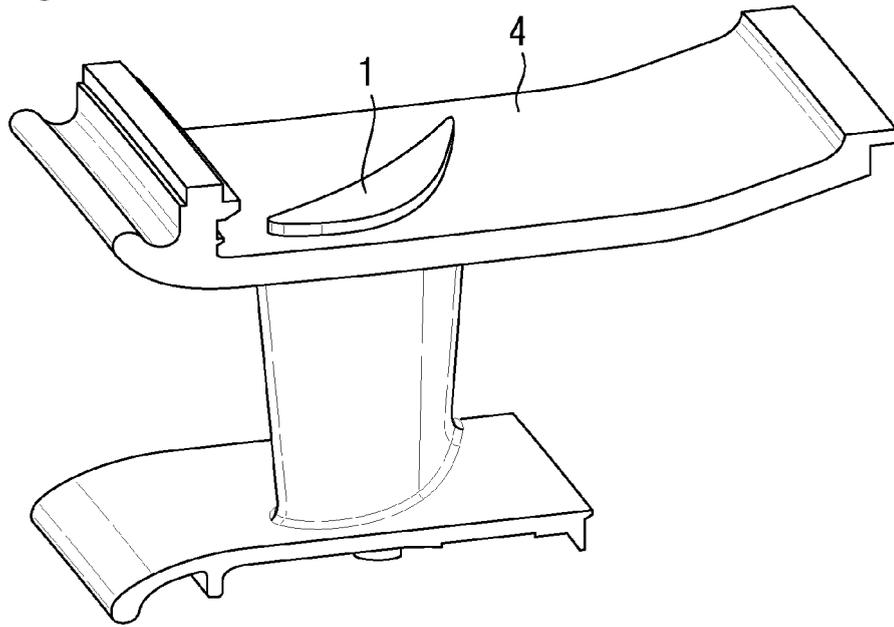


FIG 2

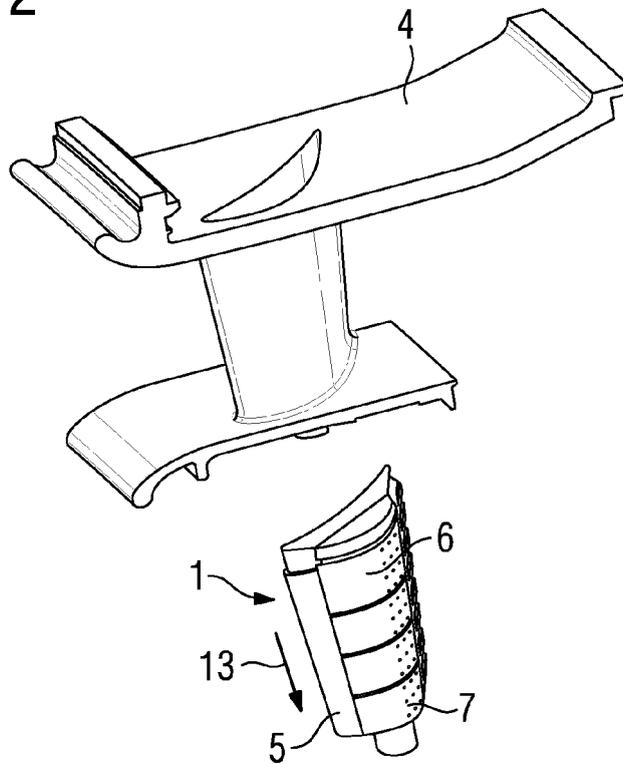


FIG 3

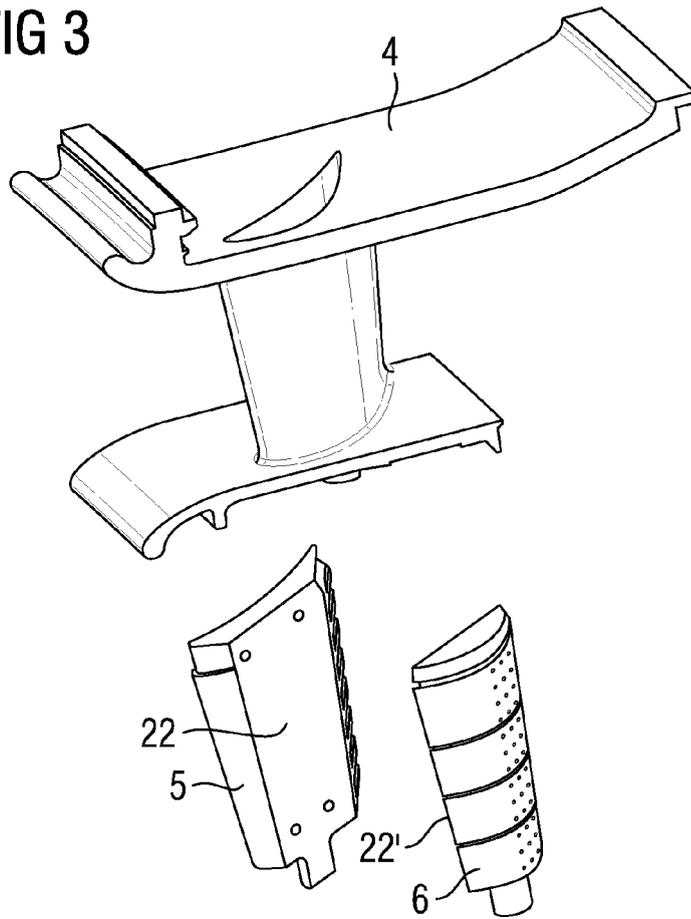


FIG 4

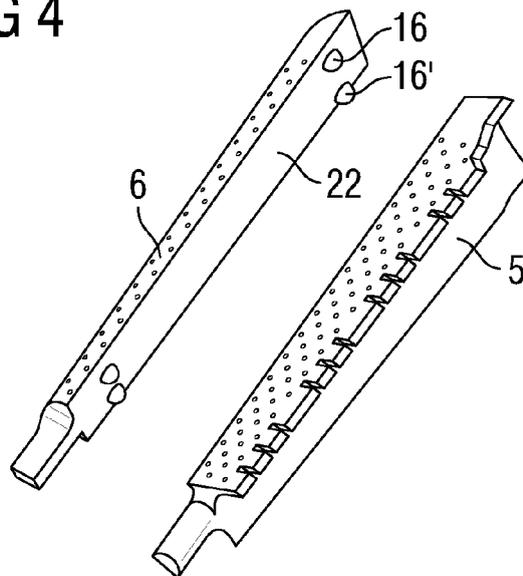


FIG 5

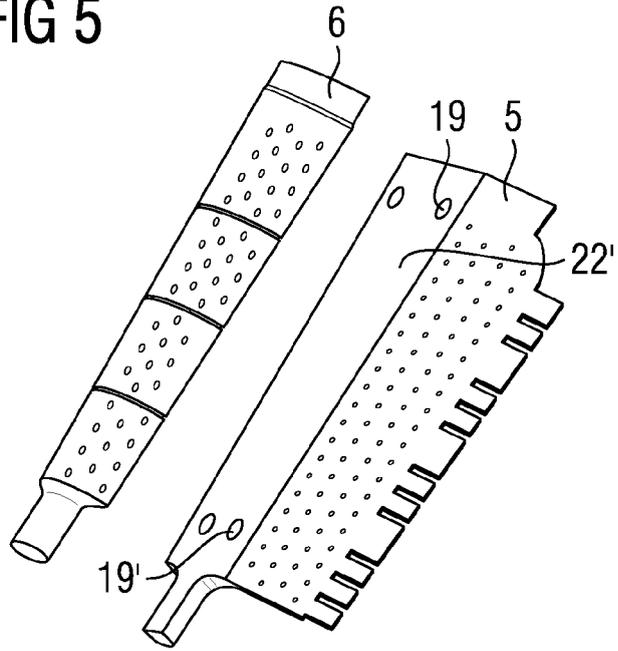


FIG 6

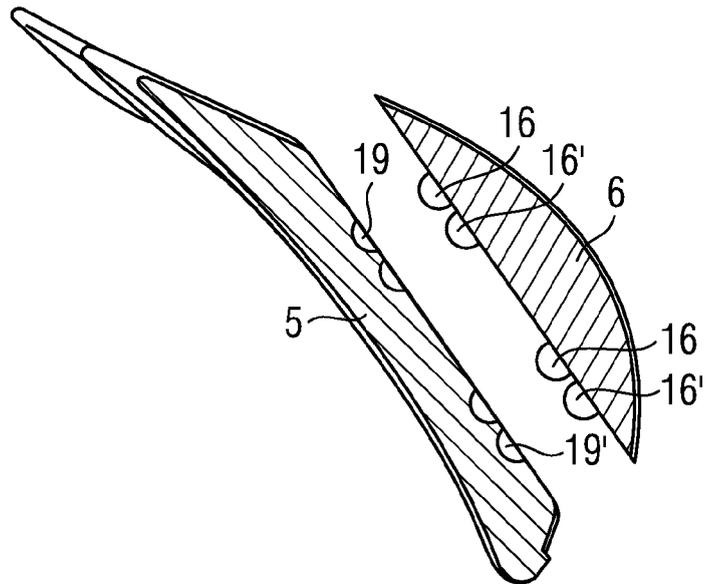


FIG 7

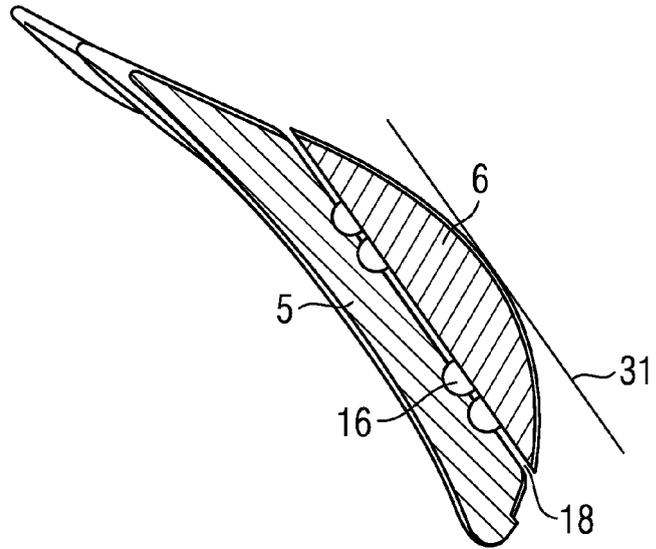


FIG 8

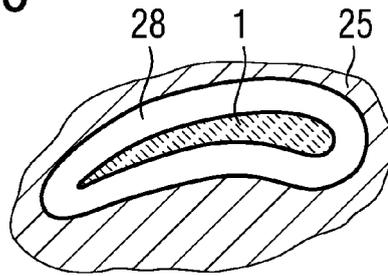


FIG 9

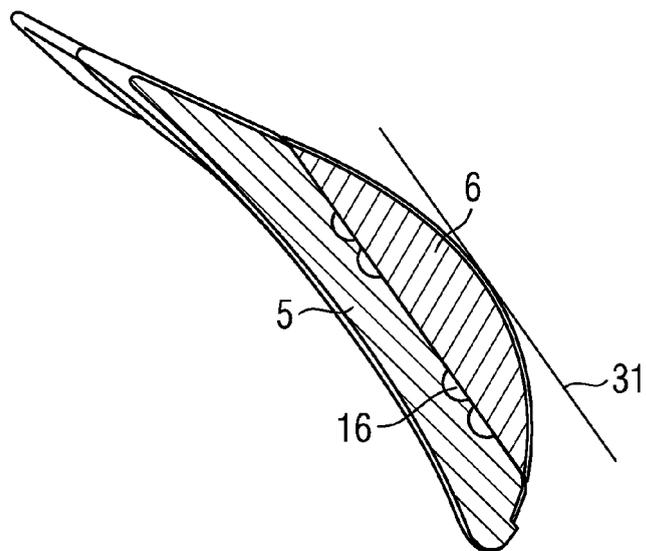


FIG 10

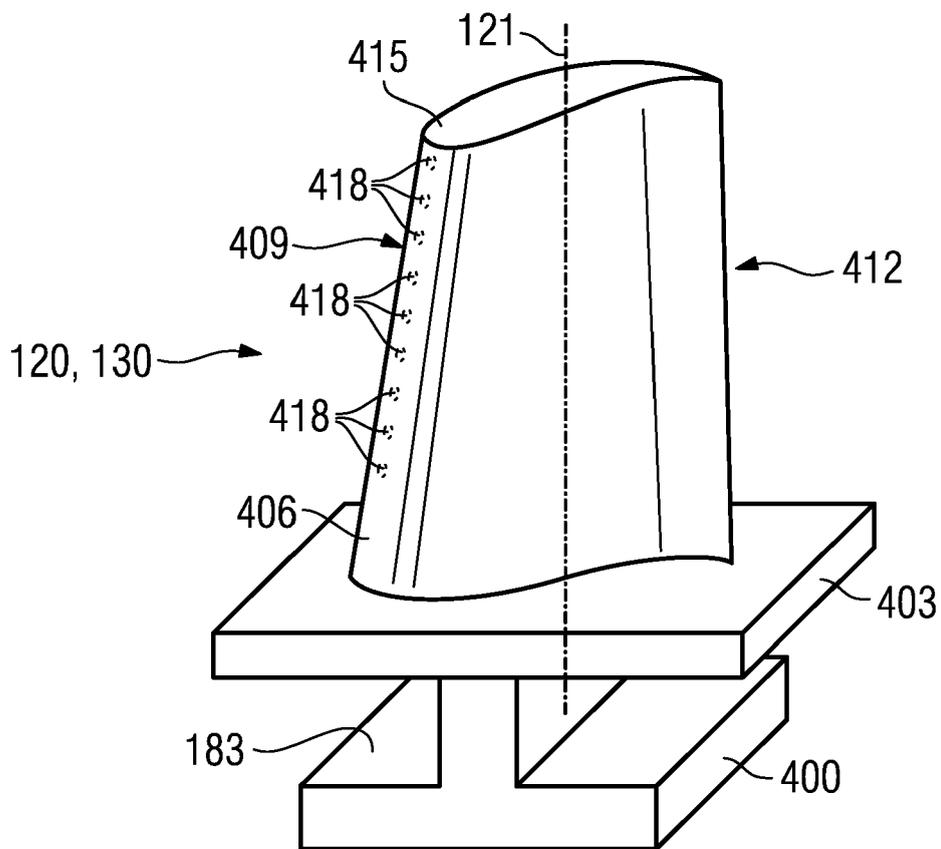


FIG 11

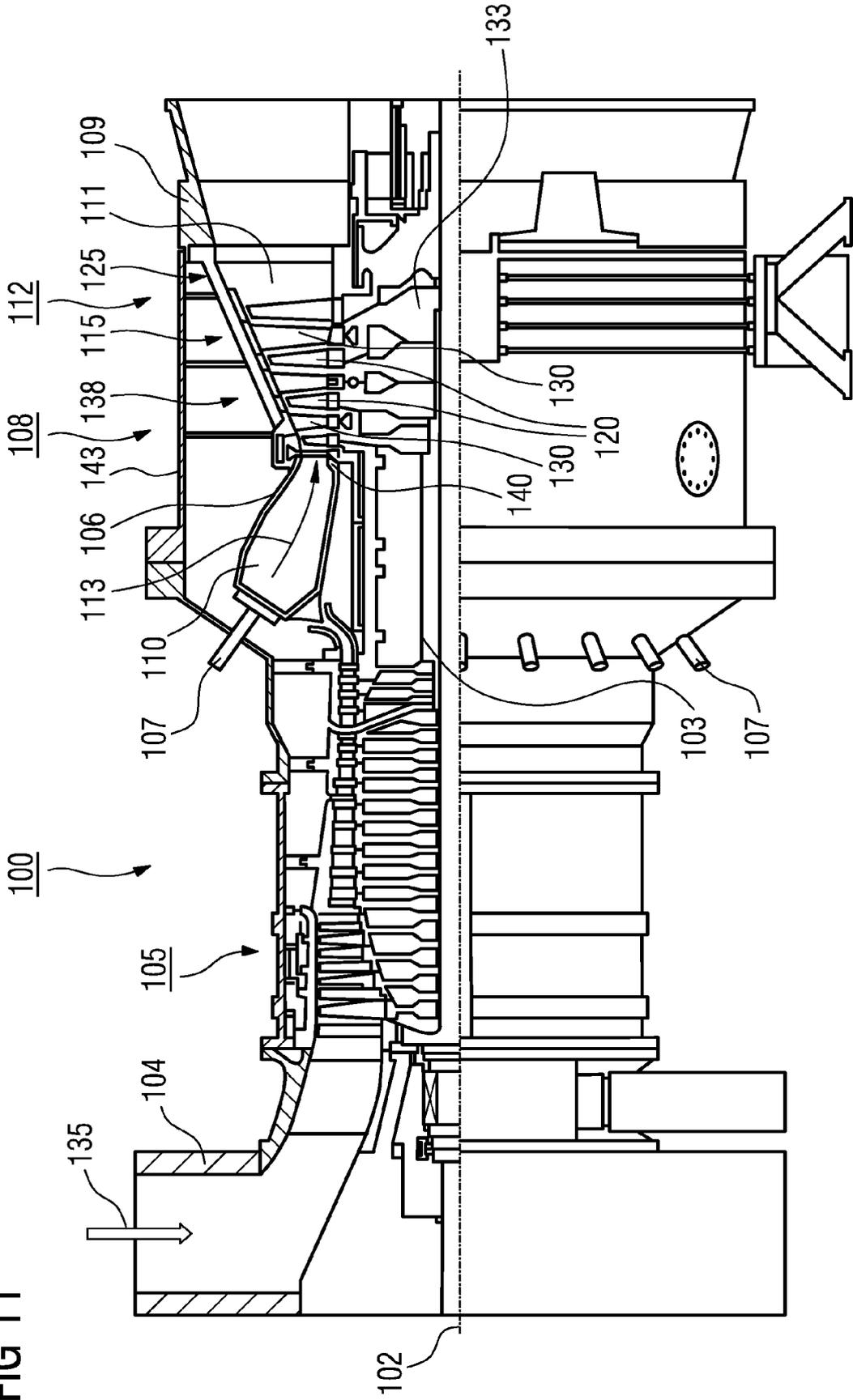


FIG 12

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



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 10 19 4298

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 00/32331 A1 (HOWMET RES CORP [US]) 8. Juni 2000 (2000-06-08) * Seite 1 - Seite 8 * * Abbildungen 1-6 * -----	1-10	INV. B22C9/10
X	EP 1 543 896 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 22. Juni 2005 (2005-06-22) * Absatz [0009] - Absatz [0037] * * Abbildungen 1-10 *	1-3,5-10	
X	EP 1 306 147 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 2. Mai 2003 (2003-05-02) * Absatz [0021] - Absatz [0036] * * Ansprüche 1-8 * * Abbildungen 1-7 * -----	1-3,5-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5. Mai 2011</b>	Prüfer <b>Zimmermann, Frank</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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 10 19 4298

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.

05-05-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0032331 A1	08-06-2000	DE 69927606 D1	10-11-2005
		DE 69927606 T2	06-07-2006
		EP 1144141 A1	17-10-2001
		JP 4369622 B2	25-11-2009
		JP 2002531267 T	24-09-2002
		US 6186217 B1	13-02-2001
		US 6347660 B1	19-02-2002
		-----	-----
EP 1543896 A2	22-06-2005	CA 2486052 A1	19-06-2005
		CN 1628922 A	22-06-2005
		EP 2295166 A1	16-03-2011
		JP 2005177863 A	07-07-2005
		MX PA04012692 A	09-03-2006
		RU 2280530 C1	27-07-2006
		US 2005133193 A1	23-06-2005
		US 2007089850 A1	26-04-2007
-----	-----	-----	-----
EP 1306147 A1	02-05-2003	AT 383918 T	15-02-2008
		CA 2408815 A1	24-04-2003
		CN 1419979 A	28-05-2003
		DE 60224631 T2	24-12-2008
		EP 1834717 A2	19-09-2007
		JP 4137593 B2	20-08-2008
		JP 2003181599 A	02-07-2003
		JP 2006247750 A	21-09-2006
		KR 20030033942 A	01-05-2003
		MX PA02010501 A	30-07-2004
		RU 2240203 C2	20-11-2004
		SG 111971 A1	29-06-2005
		US 2003075300 A1	24-04-2003
		US 2004020629 A1	05-02-2004
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1204776 B1 [0036] [0065]
- EP 1306454 A [0036] [0065]
- EP 1319729 A1 [0036] [0065]
- WO 9967435 A [0036] [0065]
- WO 0044949 A [0036] [0065]
- US PS6024792 A [0042]
- EP 0892090 A1 [0042]
- EP 0486489 B1 [0043] [0066]
- EP 0786017 B1 [0043] [0066]
- EP 0412397 B1 [0043] [0066]
- EP 1306454 A1 [0043] [0066]