

(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
1. Oktober 2009 (01.10.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/118313 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 26/24 (2006.01) **B23K 31/02** (2006.01)

40472 Düsseldorf (DE). **PIRCH, Norbert** [DE/DE]; Im
Mittelfeld 52, 52074 Aachen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/053444

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

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. März 2009 (24.03.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 016 170.5 28. März 2008 (28.03.2008) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). **FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27 c, 80686 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT,

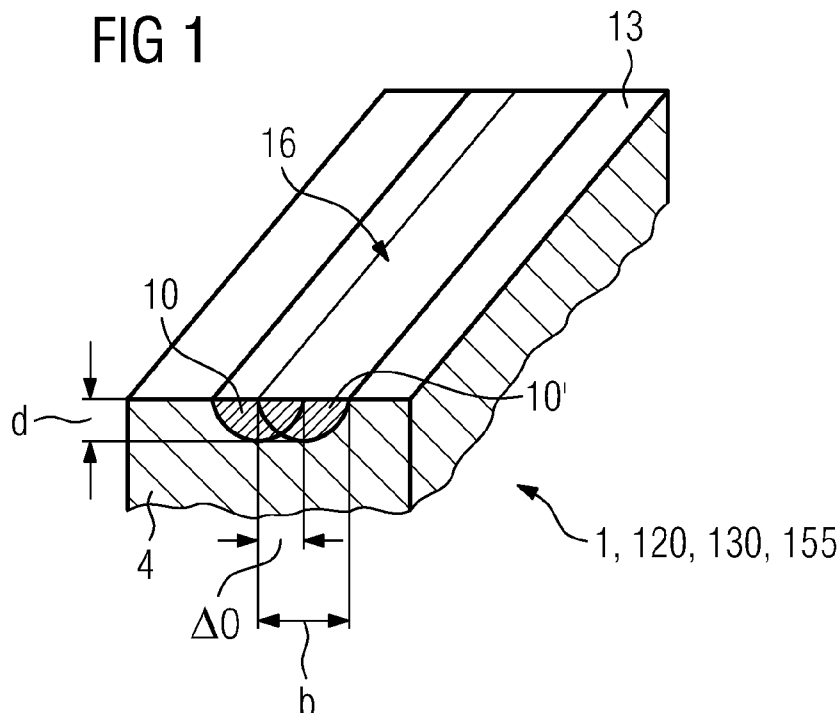
(72) Erfinder; und

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **BURBAUM, Bernd** [DE/DE]; Kirchstr. 19a, 52531 Übach-Palenberg (DE). **MOKADEM, Selim** [CH/DE]; Lichtenbroicher Weg 12,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** COMPONENT COMPRISING OVERLAPPING WELD SEAMS AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) **Bezeichnung:** BAUTEIL MIT SICH ÜBERLAPPENDEN SCHWEISSNÄHTEN UND EIN VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to homogeneously welded surfaces produced by contiguous weld seams (10, 10'), said surfaces being obtained by a defined overlapping region (ΔO) of the adjacent weld seams (10, 10').

(57) **Zusammenfassung:** Homogene geschweißte Flächen, die durch nebeneinander liegende Schweißnähte (10, 10') erzeugt werden, werden erzielt durch einen bestimmten Überlappungsbereich (ΔO) der benachbarten Schweißnähte (10, 10').



LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, **Veröffentlicht:**
SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)*

Bauteil mit sich überlappenden Schweißnähten und ein
Verfahren zur Herstellung

5 Die Erfindung betrifft ein Bauteil mit Schweißnähten, die
sich zum Teil überlappen und ein Verfahren zum Herstellen
eines solchen Bauteils.

Beim Schweißen, insbesondere beim Laserschweißen müssen oft
10 großflächige Bereiche geschweißt werden, so dass eine
Schweißbahn eines Lasers nicht breit genug ist, um die Fläche
in einem Durchgang zu Schweißen. Daher werden mehrere
nebeneinander liegende Bahnen erzeugt.

15 Nach dem bisherigen Stand der Technik, um die
Herstellungszeiten gering zu halten, werden die Schweißbahnen
direkt ineinander gelegt.
Jedoch sind die Schweißergebnisse nicht immer befriedigend.

20 Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Bauteil mit
Schweißnähten und ein Verfahren aufzuzeigen, bei der das
gesamte Schweißergebnis in einem großflächigen Gebiet
zufriedenstellend ist.

25 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Bauteil gemäß Anspruch 14,
15 oder 16 und ein Verfahren zur Herstellung solcher
Schweißnähte gemäß Anspruch 1.

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

Es zeigen:

Figur 1 überlappende Schweißnähte
Figur 2 eine Anordnung von Schweißnähten,
Figur 3 eine Gasturbine,
5 Figur 4 perspektivisch eine Turbinenschaufel,
Figur 5 perspektivisch eine Brennkammer und
Figur 6 eine Liste von Superlegierungen.

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

10

Die Figur 1 zeigt ein Bauteil 1, 120, 130, 155 (Fig. 4, 5), insbesondere ein Bauteil 120, 130, 155 einer Gasturbine 100 (Fig. 3).

15

Das Substrat 4 des Bauteils 1, 120, 130, 155 weist vorzugsweise eine Superlegierung gemäß Figur 6 auf.

Auf die Oberfläche 13 des Substrats 4 wird großflächig
20 Material aufgebracht und aufgeschmolzen (Zufuhr von Schweißmaterial), um beispielsweise eine Wandverdickung zu erreichen, oder es wird Material des Substrats 4 umgeschmolzen (keine Zufuhr von Schweißmaterial), um Risse zu schließen oder um bereits eine bestehende Schweißnaht ein
25 zweites Mal aufzuschmelzen.

Es soll in jedem Fall großflächig geschweißt werden, so dass mehrere Schweißnähte 10, 10' verwendet werden müssen.

Nach der ersten Schweißung weist das Substrat 4 eine
30 Schweißnaht 10 auf.

Die Schweißnaht 10 weist eine bestimmte Breite b auf.

Danach wird eine zweite Schweißnaht 10' erzeugt, die die erste Schweißnaht 10 überlappt.

35 Die Schweißnähte 10, 10' weisen insbesondere im Rahmen der Fertigungstoleranz eine vergleichbare Breite b auf.

Die Breite b der Schweißnähte 10, 10' beträgt vorzugsweise 4mm.

Für die Schweißnähte 10, 10' werden vorzugsweise die gleichen Schweißparameter verwendet.

In Figur 1 ist der Overlapp ΔO zweier Schweißnähte 10, 10' ein Querschnitt dargestellt.

- 5 Erfindungsgemäß überlappen sich die benachbarten Schweißnähte 10, 10' mit einem Überlappungsbereich ΔO , wobei $\Delta O = 40\%$ bis 60% der Breite b einer Schweißnaht 10, 10' ist. Vorzugsweise beträgt $\Delta O = 45\%$ bis 55% der Breite b , insbesondere 50% .
- 10 Durch das Überlappen der Schweißnähte 10, 10' wird eine nahezu gleichmäßige Dicke d einer geschweißten Fläche 16 erreicht, die 16 durch die Schweißnähte 10, 10' erzeugt wird. Bei zu einem geringen Abstand bzw. Overlapp der Schweißnähte 10, 10' wird keine gleichmäßige Dicke einer größeren
- 15 geschweißten Fläche 16 erreicht.

Somit wird eine homogene Schweißfläche 16 erreicht ohne größere Einbuße in der Fertigungszeit zu haben, die durch das zweifache Schweißen im Überlappungsbereich ΔO herrührt.

- 20 In diesem Fall wurde vorzugsweise ein Laser zum Schweißen mit einer Leistung von 350W bis 500W verwendet. Vorzugsweise wird eine Vorheiztemperatur um 500°C verwendet. Die Verfahrensgeschwindigkeit beträgt vorzugsweise 50mm/min.

- 25 Die Eindringtiefe der Schweißnähte 10, 10' in das Substrat 4 beträgt vorzugsweise 1100 μm .

- Bei einer Turbinenschaufel 120, 130 verlaufen die
- 30 Schweißnähte 10, 10' parallel oder senkrecht zur Schaufelplattform 403 (Fig. 2) auch unabhängig von einem Overlapp.

- "Senkrecht" bedeutet, dass die Längsrichtung (als Vektor) der Schweißnaht 10, 10' senkrecht auf der Oberfläche der
- 35 Schaufelplattform 403 steht.

"Parallel" bedeutet, dass die Längsrichtung (als Vektor) der Schweißnaht 10 parallel zur Oberfläche der Schaufelplattform 403 verläuft.

Unabhängig von einem Overlapp der Schweißnähte aber auch bei einem Overlapp von Schweißnähten werden bei einer Turbinenschaufel 120, 130, die stängelförmige Körner oder einen Einkristall aufweist, Schweißnähte möglichst parallel zur Dendritenorientierung gelegt. Eine erste Vorzugsrichtung der Dendriten ist parallel zur Längsachse 121 (Fig. 4). Die anderen beiden Richtungen stehen senkrecht zu dieser ersten Vorzugsrichtung und stehen auch senkrecht zueinander. Dabei hängt die Wahl der Richtung der Schweißnähte auch von dem Rißverlauf oder Ausdehnung der Fläche ab, die geschweißt werden soll.

Die Figur 3 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 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).

5 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
10 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
15 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100
20 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.

25 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).

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

Solche Superlegierungen sind beispielsweise aus der EP 1 204
35 776 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.

Die Figur 4 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine, 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.

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.

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.

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

- 5 Die Schaufel 120, 130 kann hierbei durch ein Gussverfahren, auch mittels gerichteter Erstarrung, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.
- 10 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
- 15 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
- 20 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
- 25 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.
- 30 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
- 35 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 bzgl. des Erstarrungsverfahrens Teil der Offenbarung.

- 5 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
- 10 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. Die Dichte liegt vorzugsweise bei 95% der theoretischen
- 15 Dichte.
Auf der MCrAlX-Schicht (als Zwischenschicht oder als äußerste Schicht) bildet sich eine schützende Aluminiumoxidschicht (TGO = thermal grown oxide layer).
- 20 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-
- 25 10Al-0,4Y-1,5Re.

Auf der MCrAlX kann noch eine Wärmedämmschicht vorhanden sein, die vorzugsweise die äußerste Schicht ist, und besteht beispielsweise aus ZrO_2 , Y_2O_3 - ZrO_2 , d.h. sie ist nicht,

30 teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.
Die Wärmedämmschicht bedeckt die gesamte MCrAlX-Schicht.
Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der

35 Wärmedämmschicht erzeugt.
Andere Beschichtungsverfahren sind denkbar, z.B. atmosphärisches Plasmaspritzen (APS), LPPS, VPS oder CVD. Die Wärmedämmschicht kann poröse, mikro- oder makrorissbehaftete

Körner zur besseren Thermoschockbeständigkeit aufweisen. Die Wärmedämmschicht ist also vorzugsweise poröser als die MCrAlX-Schicht.

- 5 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.

10

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

15

- 20 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.

25

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

30

35

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

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

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.

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

Patentansprüche

1. Bauteil (1, 120, 130, 155) mit zwei sich überlappenden
5 Schweißnähten (10, 10'),
wobei ein Überlappungsbereich (ΔO) 40% bis 60% der Breite
(b) der Schweißnähte (10, 10') beträgt.
- 10 2. Bauteil nach Anspruch 1,
bei dem der Überlappungsbereich (ΔO) 45% bis 55%,
insbesondere 50%,
der Breite (b) der Schweißnähte (10, 10') beträgt.
- 15 3. Bauteil nach Anspruch 1,
das eine Turbinenschaufel (120, 130) ist,
die stängelförmige Körner (DS) oder einen Einkristall (SX)
aufweist,
20 insbesondere daraus besteht.
4. Bauteil nach Anspruch 1, 2 oder 3,
das eine Turbinenschaufel (120, 130) ist,
25 bei der die Schweißnähte (10, 10') parallel oder senkrecht
zur Schaufelplattform (403) der Turbinenschaufel (120, 130)
verlaufen.
- 30 5. Bauteil nach Anspruch 3,
bei der die Schweißnähte (10, 10') möglichst parallel zu
einer Dendritenorientierung der Turbinenschaufel (120, 130)
verlaufen.

6. Verfahren zum Schweißen eines Bauteils (1, 120, 130, 155),
bei dem zuerst eine erste Schweißnaht (10) mit einer Breite (b) und dann eine zweite Schweißnaht (10) mit einer Breite (b) erzeugt wird,
5 wobei die zweite Schweißnaht (10') die erste Schweißnaht (10) überlappt und
bei dem ein Überlappungsbereich (ΔO) der Schweißnähte (10, 10') mindestens 40% und maximal 60% der Breite (b) der
10 Schweißnaht (10) beträgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
bei dem der Überlappungsbereich (ΔO) zwischen 45% und 55%,
15 insbesondere 50%,
der Breite (b) der Schweißnähte (10, 10') beträgt.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
20 das bei einer Turbinenschaufel (120, 130) angewendet wird,
bei dem die Leistung des Schweißgeräts,
insbesondere eines Lasers,
zwischen 350W und 500W beträgt.
- 25
9. Verfahren nach Anspruch 6, 7 oder 8,
bei dem die Schweißnähte (10, 10') parallel oder senkrecht
zu einer Schaufelplattform (403) einer Turbinenschaufel
(120, 130) gelegt werden.
- 30
10. Verfahren nach Anspruch 6, 7, 8 oder 9,
das bei einer Turbinenschaufel (120, 130) angewendet wird,
die stängelförmige Körner (DS) oder einen Einkristall (SX)
35 aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
bei dem Schweißnähte (10, 10') parallel zu einer
Dendritenorientierung der Turbinenschaufel (120, 130)
gelegt werden.

5

12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen
Ansprüche,
bei dem Schweißmaterial bei der Erzeugung von Schweißnähten
10 (10, 10') hinzugefügt wird.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen
Ansprüche,
15 bei dem kein Schweißmaterial bei der Erzeugung von
Schweißnähten (10, 10') hinzugefügt wird.

14. Turbinenschaufel (120, 130),
20 die stängelförmige Körner (DS) oder einen Einkristall (SX)
aufweist,
bei dem Schweißnähte parallel oder senkrecht zur
Schaufelplattform (403) der Turbinenschaufel (120, 130)
verlaufen.

25

15. Turbinenschaufel (120, 130),
die stängelförmige Körner (DS) oder einen Einkristall (SX)
aufweist,
30 bei dem Schweißnähte möglichst parallel zu einer
Dendritenorientierung der Turbinenschaufel (120, 130)
verlaufen.

35 16. Bauteil (120, 130) hergestellt nach einem oder mehreren
der vorherigen Ansprüche.

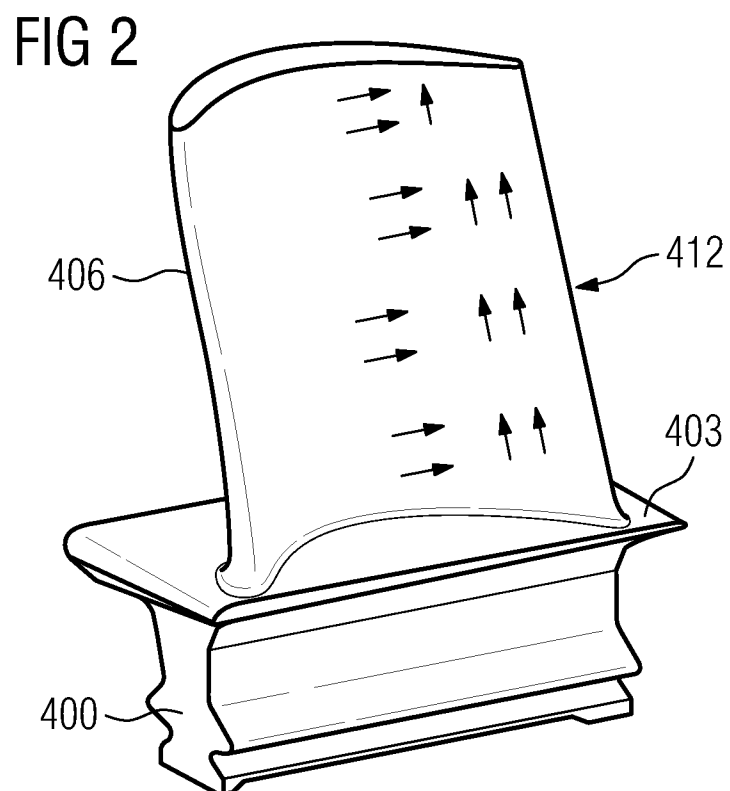
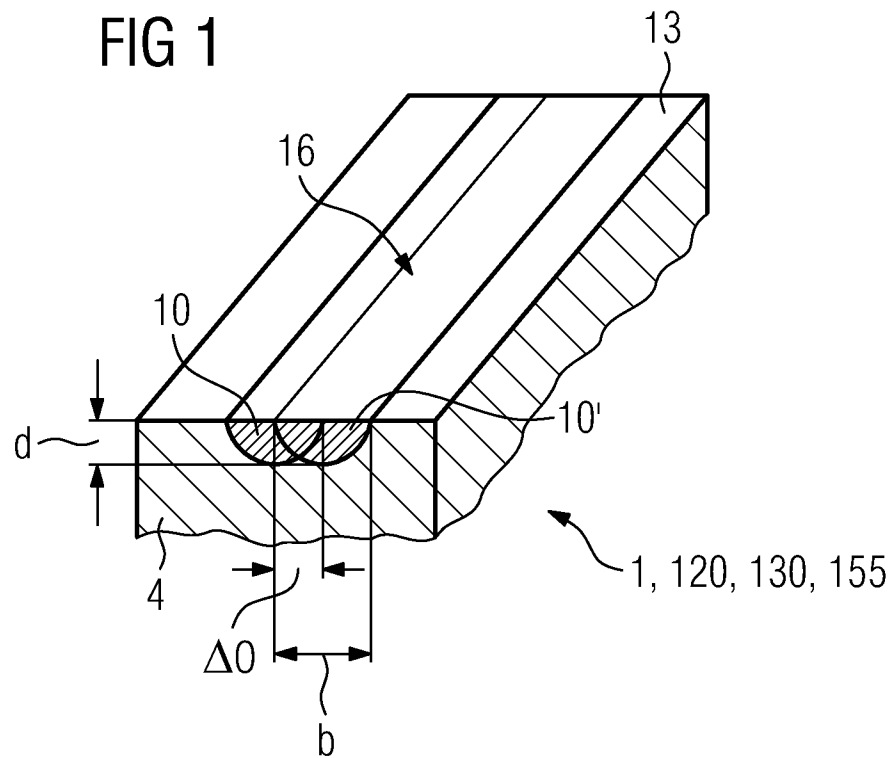


FIG 3

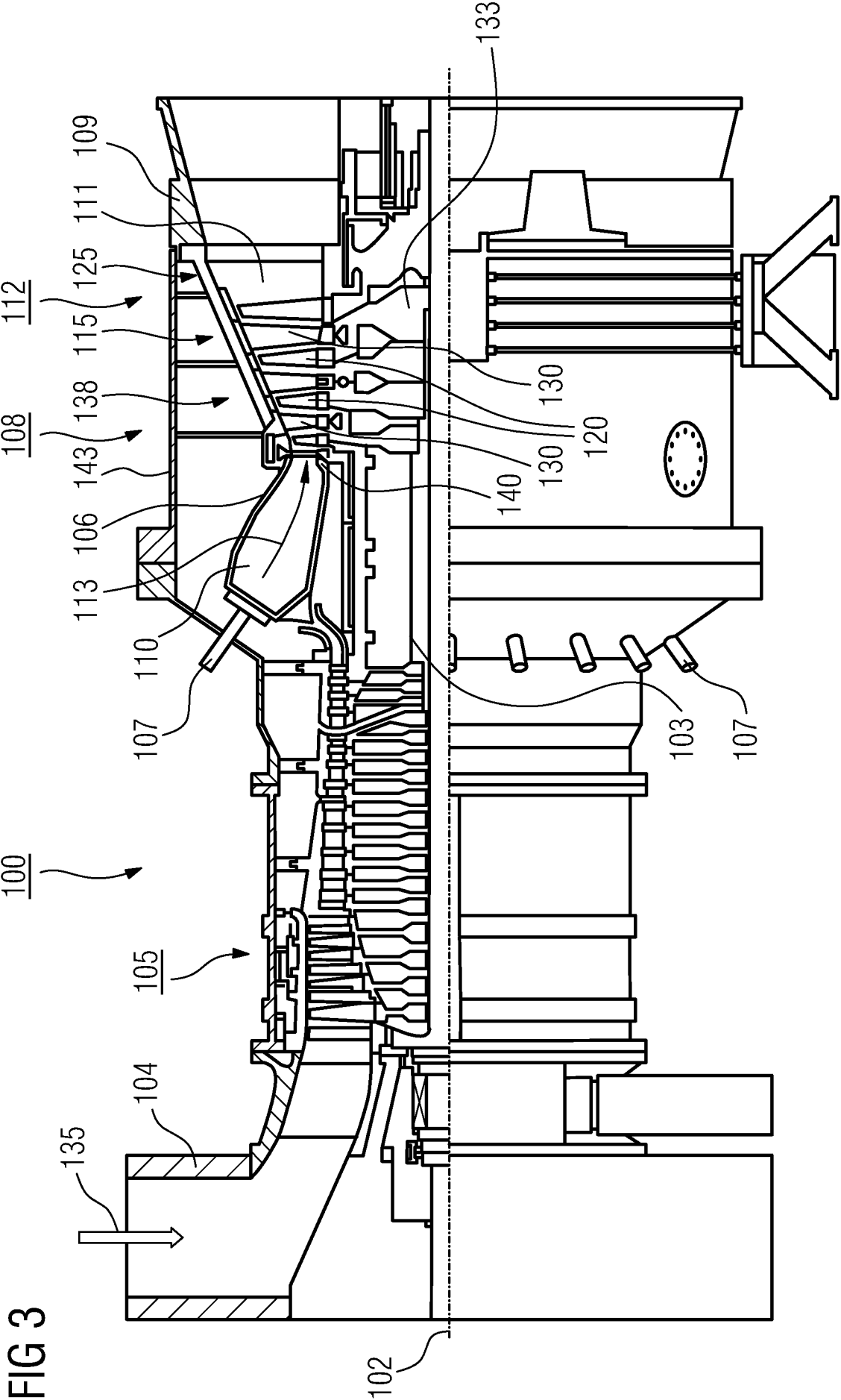


FIG 4

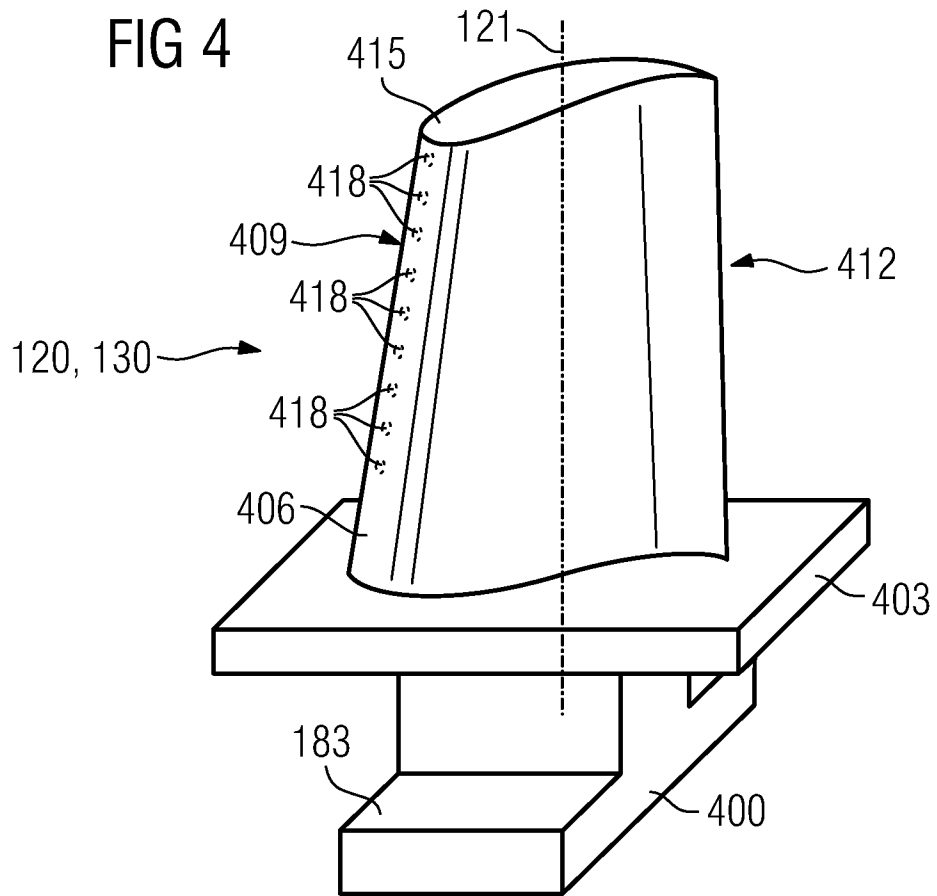


FIG 5

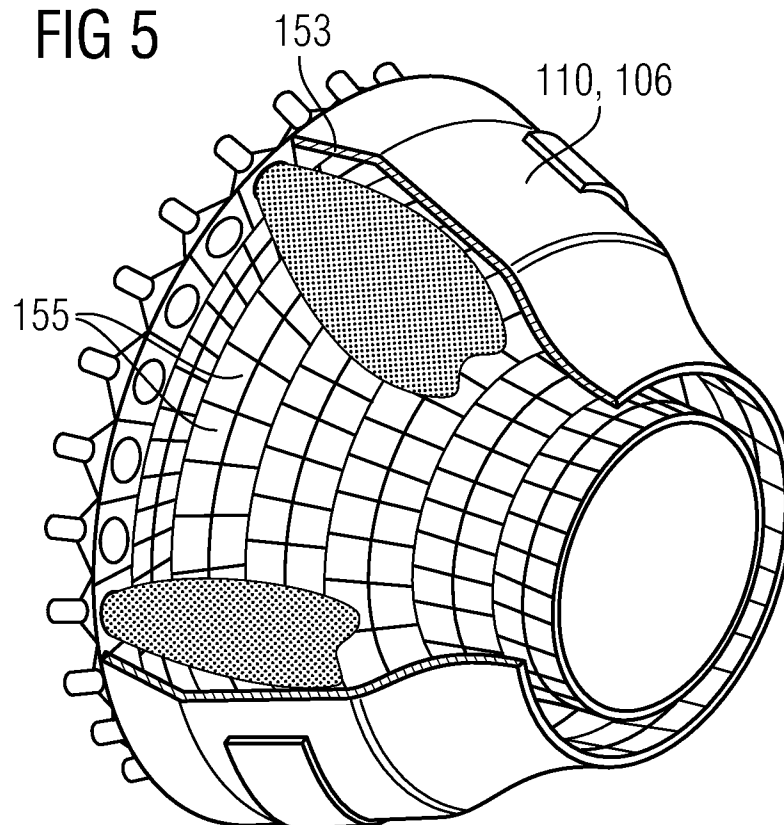


FIG 6

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