



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 28 150 T2 2007.03.08**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 090 710 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 28 150.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 308 757.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **04.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.04.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **24.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.03.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B23K 35/30 (2006.01)**

**C22C 19/05 (2006.01)**

**F01D 5/28 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**411103                      04.10.1999                      US**

(73) Patentinhaber:

**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

(74) Vertreter:

**Luderschmidt, Schüler & Partner, 65189  
Wiesbaden**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**CH, DE, FR, IT, LI, NL, SE**

(72) Erfinder:

**Mukira, Charles Gitahi, Clifton Park, New York  
12065, US; Jackson, Melvin Robert, Niskayuna,  
New York 12309, US; Frost, Aaron Todd, Ballston  
Spa, New York 12020, US; Beltran, Adrian Maurice,  
Ballston Spa, New York 12020, US**

(54) Bezeichnung: **Superlegierungszusammensetzung zum Schweißen und reparierte Gasturbinenmotorkomponenten**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung ist auf das Gebiet von Turbinenkraftmaschinenbauteilen gerichtet. Spezieller ist die vorliegende Erfindung auf eine Superlegierungsschweißzusammensetzung und ein instandgesetztes Bauteil gerichtet, das eine Superlegierungsschweißzusammensetzung verwendet.

**[0002]** Der Wirkungsgrad von Gasturbinenkraftmaschinen hängt zum Teil vom Betrag oder Ausmaß einer Leckage von Verbrennungsgasen zwischen den Turbinenschaufeln oder becherartigen Schaufeln und dem Deckband des Turbinenabschnitts der Kraftmaschine ab. Um den Spalt zu minimieren, werden die Enden im Allgemeinen einem präzisen Maschinenbearbeitungsvorgang unterzogen. Jedoch tritt aufgrund von Maschinenbearbeitungstoleranzen, Wärmeausdehnungsunterschieden zwischen den Bauteilen und dynamischen Wirkungen typischerweise ein gewisses Maß an Reibung zwischen den Enden und dem Deckband auf.

**[0003]** Aufgrund der Reibungsberührung, wie z.B. nach einem ausgedehnten Einsatzdienst, liegt das Basismaterial der Schaufel frei, was im Allgemeinen zu Korrosion und/oder Oxidation der Schaufel führt. Ausgedehnte Korrosion oder Oxidation führt zu einem Anstieg in einer Leckage zwischen der Schaufel und dem Deckband und darauffolgenden Leistungsfähigkeits- und Wirkungsgradverlusten. Es ist alltäglich geworden, abgenutzte Bauteile im Hinblick auf die relativen Kosten von Turbinenbauteilen, wie z.B. Schaufeln oder becherartigen Schaufeln, als eine kostensparende Alternative gegenüber einer Ersetzung zu reparieren. Bei einer bekannten Reparaturtechnik wird ein Schweißdraht, der aus einer schweißbaren Superlegierungszusammensetzung gebildet ist, in einem 'Auftrags'-Prozess verwendet, um die Schaufel in ihrer ursprünglichen oder annähernd ursprünglichen geometrischen Konfiguration wiederherzustellen. Z.B. kann ein Superlegierungsschweißdraht auf Nickelbasis in einem Wolframboogenschweißprozess verwendet werden, indem mehrere Schweißlagen über das Endgebiet einer Superlegierungsschaufel auf Nickelbasis erstellt werden. Im Anschluss an das Schweißen wird das Endgebiet maschinell bearbeitet.

**[0004]** Während es zahlreiche im Handel erhältliche Schweißreparaturlegierungen gibt, besteht ein Bedarf an weiter verbesserten Schweißlegierungen fort, insbesondere Schweißlegierungen auf Nickelbasis für Superlegierungsbauteile auf Nickelbasis. In dieser Hinsicht haben die gegenwärtigen Erfinder einen Bedarf an einer Superlegierung auf Nickelbasis erkannt, die eine überlegene Duktilität, um ein Schweißen bei Raumtemperatur (d.h. ohne Vorheizen des Bauteils in Reparatur) zu ermöglichen, eine gute Oxidationsbeständigkeit und erforderliche Hochtempe-

raturzugfestigkeit und Kriechfestigkeit aufweist.

**[0005]** Die US-A-5 078 963 offenbart eine wärmebeständige Legierung auf Ni-Basis zur Verwendung bei Kraftmaschinen- und Abgasanordnungsbauteilen und die eine Zusammensetzung aufweist, die, abgesehen von einem bevorzugten Vorhandensein eines Gehalts an Lanthan, die Zusammensetzungsbereiche der Erfindung weit überlappt. Eine Verwendung dieser Legierung zum Schweißen ist nicht offenbart.

**KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0006]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfordert eine mischkristallverfestigte Superlegierungsschweißzusammensetzung, die zusammengesetzt ist aus:

bis zu 10 Gew.-% Co;  
18 bis 22 Gew.-% Cr;  
0,2 bis 0,7 Gew.-% Al;  
15 bis 28 Gew.-% der Summe von höchstschmelzenden Elementen;  
bis zu 0,09 Gew.-% C;  
bis zu 0,06 Gew.-% Zr;  
bis zu 0,015 Gew.-% B;  
0,4 bis 1,2 Gew.-% Mn;  
0,2 bis 0,45 Gew.-% Si; und  
Rest Ni.

**[0007]** Eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung richtet sich auf ein repariertes Turbinenkraftmaschinenbauteil mit einem reparierten Gebiet und einem unversehrten Gebiet. Das reparierte Gebiet weist eine Zusammensetzung wie oben zur Verfügung gestellt auf.

**KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0008]** [Fig. 1](#) ist eine Aufrissperspektivansicht einer reparierten becherartigen Turbinenschaufel einer Hochdruckstufe einer Turbinenkraftmaschine.

**[0009]** [Fig. 2](#) ist eine Auftragung, die eine isotherme Oxidation von mehreren Legierungszusammensetzungen der vorliegenden Erfindung und einer im Handel erhältlichen Legierung bei 1038°C (1900°F) darstellt.

**[0010]** [Fig. 3](#) ist eine Auftragung, die eine isotherme Oxidation von mehreren Legierungszusammensetzungen der vorliegenden Erfindung und einer im Handel erhältlichen Legierung bei 1093°C (2000°F) darstellt.

**AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG**

**[0011]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung liefern ein repariertes Turbinenkraftmaschinenbauteil und eine Schweißzusammensetzung zum

Reparieren von Turbinenkraftmaschinenbauteilen. Das Turbinenkraftmaschinenbauteil ist typischerweise aus einem Superlegierungsmaterial gebildet, das z.B. für Hochtemperaturleistungsfähigkeit hinsichtlich Zugfestigkeit, Kriechfestigkeit, Oxidationsbeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit bekannt ist. Das Superlegierungsbauteil ist typischerweise aus einer Legierung auf Nickelbasis gebildet, wobei Nickel das bedeutendste Einzelelement in der Superlegierung nach Gewicht ist. Veranschaulichende Superlegierungen auf Nickelbasis umfassen mindestens etwa 40 Gew.-% Ni und mindestens ein Komponente aus der Gruppe, die aus Kobalt, Chrom, Aluminium, Wolfram, Molybdän, Titan und Eisen besteht. Beispiele für Superlegierungen auf Nickelbasis werden durch die Handelsnamen Inconel®, Nimonic®, Rene® (z.B. Rene®80-, Rene®95-, Rene®142- und Rene®N5-Legierungen) und Udimet® bezeichnet und umfassen gerichtet verfestigte und Einkristallsuperlegierungen.

**[0012]** Die Form des Turbinenkraftmaschinenbauteils variiert zwischen Brennkammerauskleidungen, Brennkammerdomen, Deckbändern, becherartigen Schaufeln oder Schaufeln, Leitkränzen oder Leitschaufeln. Das Bauteil ist am typischsten ein aerodynamisches Profil, umfassend stationäre aerodynamische Profile, wie z.B. Leitkränze oder Leitschaufeln, und rotierende aerodynamische Profile, umfassend Schaufeln und becherartige Schaufeln. Schaufeln und becherartige Schaufeln werden hierin austauschbar verwendet; typischerweise ist eine Schaufel ein rotierendes aerodynamisches Profil einer Luftfahrzeugturbinkraftmaschine, und eine becherartige Schaufel ist ein rotierendes aerodynamisches Profil einer landgestützten Energieerzeugungsturbinkraftmaschine. Im Fall einer Schaufel oder becherartigen Schaufel ist typischerweise das Gebiet in Reparatur ein Endgebiet, das einer Abnutzung aufgrund einer Reibungsberührung mit einem umgebenden Deckband ausgesetzt ist. Im Fall eines Leitkranzes oder einer Leitschaukel ist typischerweise der Bereich in Reparatur die Vorderkante, die einer Abnutzung aufgrund eines Einwirkenlassens der Höchstgeschwindigkeitselemente in der Kraftmaschine bei erhöhter Temperatur unterworfen ist. Die Reparaturschweißzusammensetzung kann alleine, als ein Zusatzwerkstoff oder in Kombination mit einem Einsatz, wie z.B. einer dem Körper angepassten Platte, verwendet werden, die entlang der Vorderkante eines Leitkranzes oder einer Leitschaukel an Ort und Stelle geschweißt wird.

**[0013]** Indem man sich [Fig. 1](#) zuwendet, wird ein repariertes aerodynamisches Profil, insbesondere eine reparierte becherartige Schaufel **10** einer Energieerzeugungsturbinkraftmaschine, veranschaulicht. Die becherartige Schaufel **10** umfasst einen aerodynamischen Profilteil **12** und einen Schwalbenschwanzteil **14**. Der aerodynamische Profilteil **12** weist ein unversehrtes Gebiet **16** und ein repariertes

Gebiet **18** auf. Vor einer Reparatur wird die becherartige Schaufel von der Turbinenkraftmaschine entfernt und durch einen herkömmlichen Prozess gereinigt, um abgelagerte Fremdkörper sowie jegliche Oxidation und Korrosion zu entfernen. Die gereinigte Beschichtung wird aus dem Gebiet in der Nähe des Endes entfernt, und das Ende wird in die Nähe des Endhohlraums zurückgeschliffen und wird dann durch eine Schweißtechnik repariert. Typischerweise wird Wolframbogen-Inertgas(TIG)-Schweißen verwendet, obwohl andere Schweißtechniken verwendet werden können, wie z.B. Gas-Metall-Bogenschweißen, Widerstandsschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Plasmaschweißen und Laserschweißen. Beim TIG-Schweißprozess wird Wärme zwischen dem Arbeitsstück, z.B. dem Ende der becherartigen Schaufel **10**, und der Wolframelektrode erzeugt. Ein Schweißdraht auf Nickelbasis mit einer Zusammensetzung wie hierin beschrieben wird als ein Zusatzwerkstoff verwendet. Mehrere Schweißlagen werden um die Peripherie des Endes gebildet, wodurch das Ende zu ungefähr der ursprünglichen Geometrie mittels Auftrag erstellt wird. Der Reparaturprozess wird durch zusätzliches maschinelles Bearbeiten sowie irgendwelche Beschichtungsprozesse (z.B. Überlagerungsbeschichtungen, Diffusionsbeschichtungen, Wärmebarrierenbeschichtungen) zum weiteren Schutz der becherartigen Schaufel vervollständigt.

**[0014]** Gemäß einer mitanhängigen Anmeldung EP-A-1090711 umfasst eine mischkristallverfestigte Schweißlegierungszusammensetzung 10 bis 15 Gew.-% Co; 18 bis 22 Gew.-% Cr; 0,5 bis 1,3 Gew.-% Al; 3,5 bis 4,5 Gew.-% Ta; 1 bis 2 Gew.-% Mo; 13,5 bis 17,0 Gew.-% W; bis zu 0,08 Gew.-% C; bis zu 0,06 Gew.-% Zr; bis zu 0,015 Gew.-% B; 0,4 bis 1,2 Gew.-% Mn; 0,1 bis 0,3 Gew.-% Si; und Rest Ni. Gemäß einer speziellen Zusammensetzung ist C in einer Menge von nicht weniger als 0,02 Gew.-% vorhanden, ist Zr in einer Menge von nicht weniger als 0,01 Gew.-% vorhanden, ist B in einer Menge von nicht weniger als 0,005 Gew.-% vorhanden. In einer bevorzugten Form umfasst die Zusammensetzung 13,5 Gew.-% Co; 20 Gew.-% Cr; 0,8 Gew.-% Al; 4 Gew.-% Ta; 1,5 Gew.-% Mo; 15,5 Gew.-% W; 0,05 Gew.-% C; 0,03 Gew.-% Zr; bis zu 0,01 Gew.-% B; 0,7 Gew.-% Mn; 0,2 Gew.-% Si; und Rest Ni. Die Zusammensetzung kann typische Verunreinigungen enthalten.

**[0015]** Die vorliegende Erfindung liefert eine mischkristallverfestigte Schweißlegierungszusammensetzung, die zusammengesetzt ist aus: bis zu 10 Gew.-% Co; 18 bis 22 Gew.-% Cr; 0,2 bis 0,7 Gew.-% Al; 15 bis 28 Gew.-% der Summe von höchstschmelzenden Elementen; bis zu 0,09 Gew.-% C; bis zu 0,06 Gew.-% Zr; bis zu 0,015 Gew.-% B; 0,4 bis 1,2 Gew.-% Mn; 0,2 bis 0,45 Gew.-% Si; und Rest Ni und typische Verunreinigungen. Im Allgemeinen werden die höchstschmelzenden Elemente aus der Gruppe

von Ta, Mo und W ausgewählt. In einem Beispiel umfassen die höchstschmelzenden Elemente Mo und W, wobei die Summe von Mo und W in einem Bereich von 16 bis 20 Gew.-% liegt. In einer bevorzugten Form umfassen die höchstschmelzenden Elemente nur W, das in einer Menge von 17 bis 19 Gew.-% vorhanden ist. Eine spezielle Ausführungsform enthält C in einer Menge von nicht weniger als 0,02 Gew.-%, Zr in einer Menge von nicht weniger als 0,01 Gew.-% und B in einer Menge von nicht weniger als 0,005 Gew.-%.

**[0016]** In einer speziellen Form ist die Zusammensetzung zusammengesetzt aus: 21 Gew.-% Cr; 0,4 Gew.-% Al; 18 Gew.-% W; 0,07 Gew.-% C; 0,03 Gew.-% Zr; bis zu 0,01 Gew.-% B; 0,7 Gew.-% Mn; 0,35 Gew.-% Si; und Rest Ni und typische Verunreinigungen. Die Zusammensetzungen enthalten keinerlei Lanthan, da man gefunden hat, dass dieses Element die Eigenschaften der Legierungszusammensetzung unerwünscht beeinflusst. Demgemäß sind die Legierungen aus den oben beschriebenen Komponenten zusammengesetzt, die frei von Lanthan sind.

**[0017]** Ein Vergleich einer Zusammensetzung (A) gemäß einer mitanhängigen Anmeldung EP-A-1090711, mehrerer Zusammensetzungen (B-H und J-M) gemäß der vorliegenden Erfindung und einer im Handel erhältlichen Zusammensetzung IN 625 (X) wird unten in der Tabelle zur Verfügung gestellt, die dem Text der ausführlichen Beschreibung folgt. Die Legierungen J-M unterscheiden sich von den Zusammensetzungen von B-H, indem die Gehalte an Co und Mn weiter modifiziert sind.

**[0018]** Schweißlegierungen wurden entweder in rechteckige Barren mit den Abmessungen 15 cm × 3 cm × 1 cm gegossen und gerichtet verfestigt (DS) oder wurden zu Stangen von etwa 2 cm im Durchmesser warmextrudiert. Oxidationsstifte wurden dann durch elektrochemisches maschinelles Abtragen (EDM) gebildet und isothermen Oxidationsbehandlungen unterzogen. Die Ergebnisse für ausgewählte Legierungen sind in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt. Die y-Achse, Gewichtsänderung, stellt das Ausmaß an Oxidation dar. Gewichte der Proben wurden während der gesamten Behandlungen regelmäßig (ungefähr einmal/Tag) gemessen. Wie aus den Auftragungen klar ersichtlich ist, zeigten Legierungen gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung im Vergleich mit der im Handel erhältlichen Legierung X deutlich eine überlegene Beständigkeit gegen Oxidation. Bei 1038°C (1900°F) für 600 Stunden verloren die Legierungen A und D weniger als 40 mg/cm<sup>2</sup>, spezieller weniger als 30 mg/cm<sup>2</sup> aufgrund von Oxidation. Insbesondere verlor Legierung D weniger als 10 mg/cm<sup>2</sup> bei denselben Bedingungen.

**[0019]** Die Schweißlegierungen wurden geprüft, um

Lebensdauern bis zum Bruch von gerichtet verfestigten Proben auszuwerten. Gerichtete Verfestigung wurde für einige Legierungen durchgeführt, um die Wirkung von unterschiedlichen Kornstrukturen der Proben zu beseitigen. Andere wurden warmverformt, um fehlerfreie feinkörnige gleichachsige Strukturen zu erzeugen. Die Zusammensetzung A zeigte ungefähr eine 3X-Verbesserung in der Lebensdauer bis zum Bruch gegenüber der Zusammensetzung X bei 1093°C, 21 MPa (2000°F, 3 ksi). Die Zusammensetzung D zeigte eine größere als eine 4X-Verbesserung in der Lebensdauer gegenüber der Zusammensetzung X. Ähnliche Ergebnisse wurden auch für andere Legierungszusammensetzungen gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gezeigt.

**[0020]** Einige Schweißlegierungen gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurden auch einer Stumpfschweißprüfung unterzogen. Hier wurden die Legierungen als ein Zusatzwerkstoff in einem TIG-Schweißprozess zwischen zwei Superlegierungsplatten auf Nickelbasis verwendet. Eine Vergleichsprüfung zeigte, dass die Legierungszusammensetzung A ungefähr eine 30%ige Zunahme in der Lebensdauer bis zum Bruch gegenüber einer im Handel erhältlichen Legierung IN 617 bei 1093°C (2000°F) und 21 MPa (3 ksi) und eine 600%ige Zunahme in der Lebensdauer bis zum Bruch gegenüber IN 617 bei 1038°C (1900°F) und 34 MPa (5 ksi) vorwies. Ähnlich zeigte die Zusammensetzung D ungefähr eine 40%ige Zunahme in der Lebensdauer bis zum Bruch gegenüber der Legierung IN 617 bei 1093°C (2000°F) und 21 MPa (3 ksi) und eine 35%ige Zunahme in der Lebensdauer bis zum Bruch gegenüber IN 617 bei 1038°C (1900°F) und 34 MPa (5 ksi). Die vorhergehenden Ergebnisse zeigen, dass die Legierungen ausreichende Kriechbrucheigenschaften für becherartige Schaufel- und Schaufelendenreparaturanwendungen aufweisen.

**[0021]** Eine weitere Zugfestigkeitsprüfung bei Raumtemperatur zeigte, dass die Legierungen eine ausreichende Fließfestigkeit, Zerreißfestigkeit und Dehnungseigenschaften aufweisen, so dass sie bei Raumtemperatur leicht schweißbar sind. D.h. die Legierungen weisen eine erforderliche Raumtemperaturduktilität auf. Die Legierungen wiesen im Allgemeinen eine Fließfestigkeit von mindestens etwa 276 MPa (40 ksi) und eine Zerreißfestigkeit von mindestens etwa 517 MPa (75 ksi), typischerweise mindestens etwa 552 bis 621 MPa (80 bis 90 ksi), auf. Zusätzlich zeigten Hochtemperaturzugversuche, dass die Legierungen für Reparaturanwendungen von Schaufelenden und Enden becherartiger Schaufeln eine ausreichende Zugfestigkeit aufwiesen, wo Zusammensetzungen eine Zugfestigkeit in der Größenordnung von 138 bis 172 MPa (20 bis 25 ksi) bei 982°C (1800°F) aufwiesen.

**[0022]** Gemäß Ausführungsformen der vorliegen-

den Erfindung sind mischkristallverfestigte Legierungszusammensetzungen zur Verfügung gestellt worden, die eine erforderliche Raumtemperatur-schweißbarkeit, Hochtemperaturfestigkeit, Hochtemperaturkriechbrucheigenschaften und Hochtemperaturoxidationsbeständigkeit aufweisen. Während Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung hierin mit Ausführlichkeit beschrieben worden sind, versteht es sich, dass Fachleute Modifikationen hieran vornehmen können und doch noch im Bereich der angefügten Ansprüche bleiben.

### Patentansprüche

1. Mischkristallverfestigte Superlegierungszusammensetzung zum Schweißen, die zusammengesetzt ist aus:

bis zu 10 Gew.-% Co;  
18 bis 22 Gew.-% Cr;  
0,2 bis 0,7 Gew.-% Al;  
15 bis 28 Gew.-% der Summe von hitzebeständigen Elementen;  
bis zu 0,09 Gew.-% C;  
bis zu 0,06 Gew.-% Zr;  
bis zu 0,015 Gew.-% B;  
0,4 bis 1,2 Gew.-% Mn;  
0,2 bis 0,45 Gew.-% Si; und  
Rest Ni und typische Verunreinigungen.

2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, bei der die hitzebeständigen Elemente Ta, Mo und W umfassen.

3. Zusammensetzung nach Anspruch 1, bei der die hitzebeständigen Elemente Mo und W umfassen, wobei die Summe von Mo und W innerhalb eines Bereichs von 16 bis 20 Gew.-% liegt.

4. Zusammensetzung nach Anspruch 1, bei der die hitzebeständigen Elemente W umfassen, das in einer Menge von 16 bis 19 Gew.-% vorhanden ist.

5. Zusammensetzung nach Anspruch 4, bei der C in einer Menge von nicht weniger als 0,02 Gew.-% vorhanden ist, Zr in einer Menge von nicht weniger als 0,01 Gew.-% vorhanden ist, B in einer Menge von nicht weniger als 0,005 Gew.-% vorhanden ist.

6. Zusammensetzung nach Anspruch 5, die zusammengesetzt ist aus:

21 Gew.-% Cr;  
0,4 Gew.-% Al;  
18 Gew.-% W;  
0,07 Gew.-% C;  
0,03 Gew.-% Zr;  
bis zu 0,01 Gew.-% B;  
0,7 Gew.-% Mn;  
0,35 Gew.-% Si; und  
Rest Ni und typische Verunreinigungen.

7. Instandgesetztes Turbinenmotorbauteil, wobei das Bauteil einen intakten Bereich und einen instandgesetzten Bereich umfasst, wobei dieser instandgesetzte Bereich zusammengesetzt ist aus:

0 bis 10 Gew.-% Co;  
18 bis 22 Gew.-% Cr;  
0,2 bis 0,7 Gew.-% Al;  
15 bis 28 Gew.-% der Summe von hitzebeständigen Elementen;  
bis zu 0,09 Gew.-% C;  
bis zu 0,06 Gew.-% Zr;  
bis zu 0,015 Gew.-% B;

TABELLE

PROBE	Ni	Co	Cr	Al	Ti	Ta	Nb	Mo	W	Fe	C	Zr	B	Mn	Si
A	43,89	13,55	19,68	0,83		4,16		1,47	15,50		0,05	0,03	0,01	0,67	0,17
B	57,51	0,00	20,75	0,41		6,67		0,00	13,55		0,06	0,03	0,01	0,67	0,35
D	59,06	0,00	21,05	0,41		0,00		0,00	18,33		0,07	0,03	0,01	0,70	0,35
E	52,73	0,00	19,98	0,41		6,42		1,98	17,39		0,06	0,03	0,01	0,65	0,35
F	57,40	0,00	20,82	0,42		3,34		1,03	15,85		0,06	0,03	0,01	0,70	0,35
G	54,37	0,00	20,13	0,41		6,47		0,00	17,52		0,06	0,03	0,01	0,66	0,35
H	55,76	0,00	20,59	0,41		6,61		2,05	13,44		0,06	0,03	0,01	0,70	0,35
X	62,95		21,50	0,20	0,20		3,60	9,00		2,50	0,05				
J	51,09	9,34	21,60	0,42					16,03		0,07	0,03	0,01	1,05	0,36
K	60,42	0,00	21,61	0,42					16,04		0,07	0,03	0,01	1,05	0,36
L	51,43	9,34	21,60	0,42					16,03		0,07	0,03	0,01	0,72	0,36
M	60,75	0,00	21,61	0,42					16,03		0,07	0,03	0,01	0,72	0,36

0,4 bis 1,2 Gew.-% Mn;  
0,2 bis 0,45 Gew.-% Si; und  
Rest Ni und typische Verunreinigungen.

8. Bauteil nach Anspruch 7, wobei das Bauteil ein Flügel ist und der instandgesetzte Bereich eine Spitze des Flügels ist.

9. Bauteil nach Anspruch 8, wobei der Flügel eine Schaufel eines Turbinenantriebs zur Stromerzeugung ist.

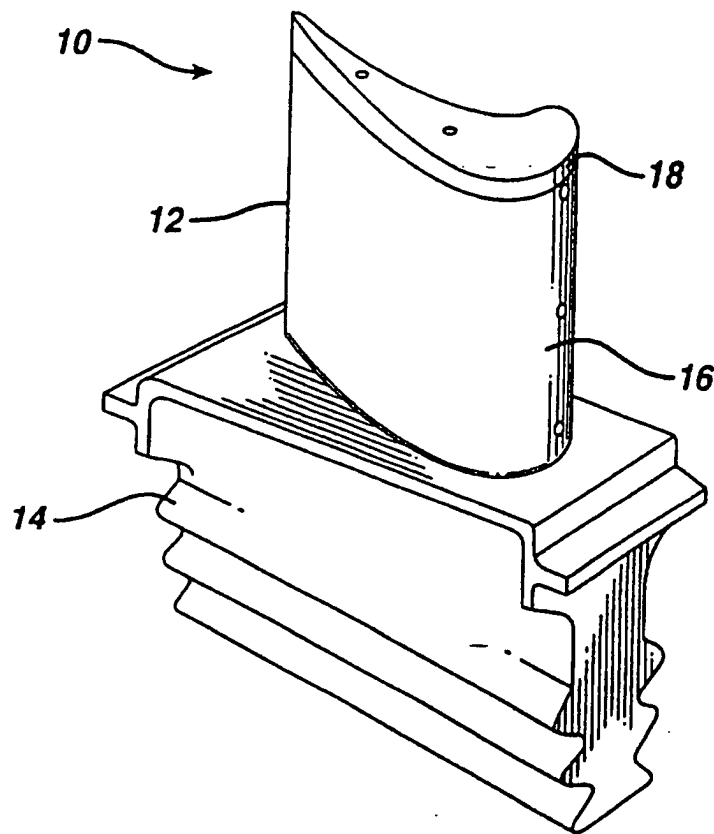
10. Bauteil nach Anspruch 8, wobei der Flügel eine Schaufel eines Turbinenantriebs eines Flugzeugs ist.

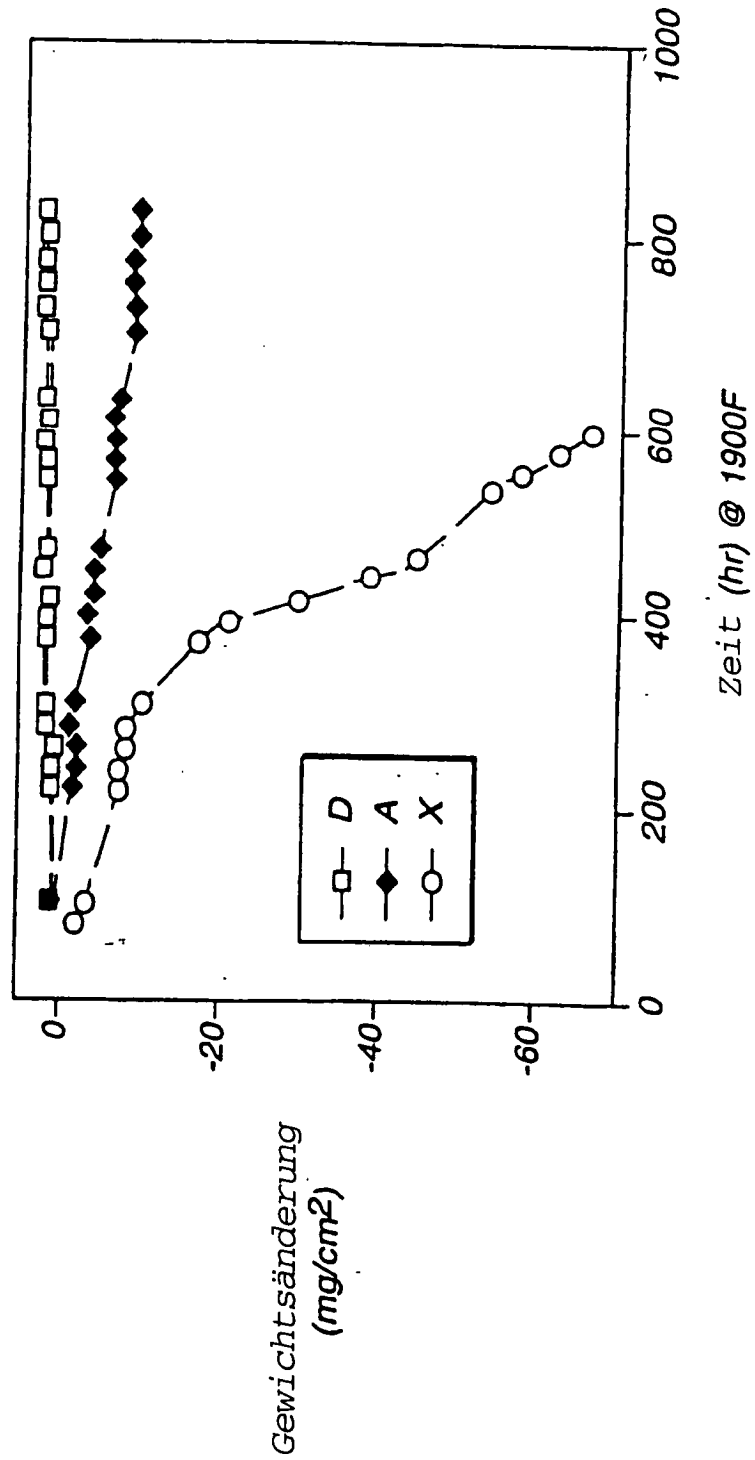
11. Bauteil nach Anspruch 7, wobei das Bauteil eine Turbinenleitschaufel oder eine Turbinenschaufel ist.

12. Bauteil nach Anspruch 7, wobei der instandgesetzte Bereich entlang einen Bereich an der Vorderkante der Leitschaufel oder Schaufel angeordnet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**