



(10) **DE 10 2018 105 734 A1** 2018.09.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 105 734.2**

(22) Anmeldetag: **13.03.2018**

(43) Offenlegungstag: **27.09.2018**

(51) Int Cl.: **C22C 30/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**15/465,170**                      **21.03.2017**      **US**

(71) Anmelder:

**KENNAMETAL INC., Latrobe, Pa., US**

(74) Vertreter:

**Prinz & Partner mbB Patentanwälte  
Rechtsanwälte, 80335 München, DE**

(72) Erfinder:

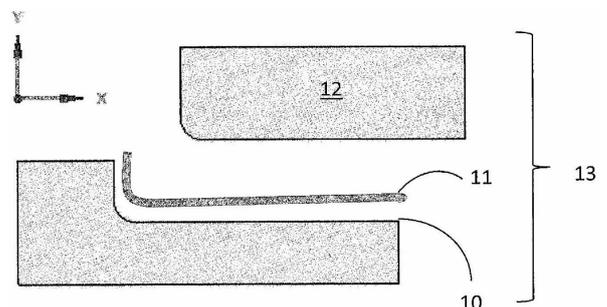
**Perez, Martin G., Latrobe, Pa., US; Meyer, Michael,  
Ligonier, Pa., US; Monds, Robert W., Trenton,  
Ontario, CA; Bell, Loretta M., Latrobe, Pa., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **VERLEIHEN EINER VERSCHLEISSBESTÄNDIGKEIT AN SUPERLEGIERUNGSGEGENSTÄNDE**

(57) Zusammenfassung: Unter einem Gesichtspunkt werden Verbundmaterial-Vorformlinge bereitgestellt, um Superlegierungsgegenständen Verschleißbeständigkeit zu verleihen. Die Verbundmaterial-Vorformlinge können zum metallurgischen Verbinden von Legierungsverschleißplatten oder -polstern mit Superlegierungsgegenständen verwendet werden. Ein Verbundmaterial-Vorformling umfasst in einigen Ausführungsformen eine Pulverlegierungszusammensetzung, die 1 bis 30 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 3 Gew.-% Tantal, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und der Rest Kobalt umfasst.



## Beschreibung

### GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Zusammensetzungen zum Verleihen einer Verschleißbeständigkeit an Superlegierungsgegenstände und insbesondere Zusammensetzungen zum metallurgischen Verbinden von Legierungsverschleißplatten oder -polstern mit Superlegierungsgegenständen, wie z. B. Z-Kerben-Kontaktflächen von Turbinenschaufeln.

### HINTERGRUND

**[0002]** Turbinenschaufeln, die in Gasturbinenmotoren für verschiedene industrielle, Energieerzeugungs-, Schiffs- und Transportanwendungen verwendet werden, weisen einen Mantel mit so genannten Z-Kerben auf, die Konfigurationen in dem Turbinenschaufeldeckband darstellen, welche eine „Z“-Form aufweisen. Benachbarte Schaufeln greifen an den Z-Kerben ineinander. Da diese Z-Kerben Kontaktpunkte zwischen benachbarten Turbinenschaufeln darstellen, erleiden die Kontaktflächen von Z-Kerben Verschleiß und Erosion.

**[0003]** Turbinenschaufeln werden im Allgemeinen aus Superlegierungen mit einem hohen Nickel- und/oder Kobaltgehalt gegossen. Beschichten, Erneuern und Reparieren von Komponenten, die aus Superlegierungen auf Nickelbasis und anderen Superlegierungen mithilfe von Schweißtechniken gefertigt werden, stellen ernsthafte technische Herausforderungen dar. Zum Beispiel können Auftragsschweißprozesse mit hoher Wärmezufuhr dem Substrat nachteiligerweise eine wärmebeeinflusste Zone auferlegen und Materialcharakteristiken in der Nähe der wärmebeeinflussten Zone verändern, was häufig bewirkt, dass die Schaufel in diesem Bereich spröde wird. Thermische Spritzprozesse erfordern eine erhebliche Reinigung, was ineffizient ist und einen Substratschaden riskieren kann, und die resultierende Verbindung ist hauptsächlich mechanisch und nicht so gut wie eine echte metallurgische Verbindung.

**[0004]** Bei einigen Anwendungen werden Kontaktflächen von Z-Kerben mit Verschleißpolstern oder -platten neu beschichtet. Gegenwärtig erhältliche Polster weisen akzeptable Verschleißigenschaften bei erhöhten Temperaturen auf. Diese Verschleißpolster können jedoch abrutschen und/oder von der Schaufel herabfallen, wenn die Turbinenschaufeln während einer Schaufelherstellung oder -reparatur für Zeiträume, die 2 Stunden übersteigen, Temperaturen von über 1200 °C ausgesetzt werden. Dieses Problem ist für Schaufeln akut, die eine Reparatur mithilfe eines isostatischen Heißpress- und Erneuerungsschritts bei Temperaturen von weit über 1200 °C erfordern. In solchen Fällen werden die Verschleißpolster jedes Mal entfernt, wenn die Schaufel repariert wird, was zu einem Anstieg von Kosten und Turbinenausfallzeiten führt.

### ZUSAMMENFASSUNG

**[0005]** Angesichts dieser Nachteile werden Legierungszusammensetzungen zum Verleihen einer Verschleißbeständigkeit an Superlegierungsgegenstände, die Z-Kerben von Turbinenschaufeln umfassen, bereitgestellt. In einigen Ausführungsformen weisen die Legierungszusammensetzungen Hochtemperaturstabilität auf, die gegenüber Verformungen während Superlegierungsreparatur- und/oder Superlegierungserneuerungsprozessen beständig ist. Unter einem Gesichtspunkt werden Verbundmaterial-Vorformlinge bereitgestellt, um Superlegierungsgegenständen Verschleißbeständigkeit zu verleihen. Die Verbundmaterial-Vorformlinge können in einigen Ausführungsformen zum metallurgischen Verbinden von Legierungsverschleißplatten oder -polstern mit Superlegierungsgegenständen, wie z. B. Z-Kerben-Kontaktflächen von Turbinenschaufeln, verwendet werden. Ein Verbundmaterial-Vorformling umfasst in einigen Ausführungsformen eine Pulverlegierungszusammensetzung, die 1 bis 30 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 3 Gew.-% Tantal, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und den Rest Kobalt umfasst. Die hier beschriebenen Pulverlegierungszusammensetzungen können in einigen Ausführungsformen mit einem organischen Träger zum Auftragen auf eine oder mehrere Oberflächen eines Superlegierungsgegenstands assoziiert werden.

**[0006]** In einigen Ausführungsformen umfasst ein Verbundmaterial-Vorformling eine Pulverlegierungszusammensetzung, die 25 bis 35 Gew.-% Kobalt, 0,1 bis 1 Gew.-% Eisen, 12 bis 20 Gew.-% Chrom, 10 bis 20 Gew.-% Molybdän, 0 bis 0,1 Gew.-% Kohlenstoff, 0,5 bis 3 Gew.-% Silizium, 0,5 bis 3 Gew.-% Bor, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 0,1 Gew.-% Wolfram, 0 bis 2 Gew.-% Tantal, 0,5 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und den Rest Nickel umfasst.

**[0007]** Unter einem anderen Gesichtspunkt werden Verfahren zum Verleihen einer Verschleißbeständigkeit an Superlegierungsgegenstände auf Nickelbasis bereitgestellt. In einigen Ausführungsformen umfasst ein Verfahren ein Bereitstellen eines Verbundmaterial-Vorformlings, der eine Pulverlegierungszusammensetzung aus 1 bis 30 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 3 Gew.-% Tantal, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und dem Rest Kobalt umfasst, und ein Bereitstellen einer Verschleißplatte oder eines Verschleißpolsters aus einer auf Kobalt basierenden Legierung. Der Verbundmaterial-Vorformling wird zwischen der Verschleißplatte und einer Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands positioniert, um eine Baugruppe zu bilden. Die Baugruppe wird erhitzt, um die Verschleißplatte mit der Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands über eine durch die Pulverlegierungszusammensetzung gebildete Bondlegierung metallurgisch zu verbinden. In einigen Ausführungsformen umfasst der Verbundmaterial-Vorformling zum Verbinden der Verschleißplatte 25 bis 35 Gew.-% Kobalt, 0,1 bis 1 Gew.-% Eisen, 12 bis 20 Gew.-% Chrom, 10 bis 20 Gew.-% Molybdän, 0 bis 0,1 Gew.-% Kohlenstoff, 0,5 bis 3 Gew.-% Silizium, 0,5 bis 3 Gew.-% Bor, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 0,1 Gew.-% Wolfram, 0 bis 2 Gew.-% Tantal, 0,5 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und den Rest Nickel.

**[0008]** Diese und andere nicht beschränkende Ausführungsformen werden in der nächstehenden detaillierten Beschreibung weiter beschrieben.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist eine schematische, veranschaulichende Anordnung eines Verbundmaterial-Vorformlings zwischen einer Z-Kerben-Kontaktfläche und einem Legierungsverschleißpolster gemäß einigen Ausführungsformen.

**Fig. 2** ist eine optische Querschnittsmikroskopie eines Kobaltlegierungsverschleißpolsters, das mit einer Z-Kerben-Kontaktfläche gemäß Beispiel 1 hierin metallurgisch verbunden ist.

**Fig. 3** ist eine optische Querschnittsmikroskopie des Kobaltlegierungsverschleißpolsters und der Z-Kerben-Kontaktfläche nach der Alterung und Erneuerung gemäß Beispiel 1 hierin.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0009]** Hierin beschriebene Ausführungsformen werden anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung und der Beispiele und deren vorherigen und folgenden Beschreibungen leichter verständlich. Hierin beschriebene Elemente, Vorrichtungen und Verfahren sind jedoch nicht auf die speziellen Ausführungsformen beschränkt, die in der ausführlichen Beschreibung und in den Beispielen vorgestellt werden. Es sollte klar sein, dass diese Ausführungsformen lediglich die Prinzipien der vorliegenden Erfindung veranschaulichen. Zahlreiche Modifikationen und Anpassungen sind Fachleuten ohne Weiteres offensichtlich, ohne vom Grundgedanken und Schutzbereich der Erfindung abzuweichen.

#### Verbundmaterial-Vorformlinge

**[0010]** Unter einem Gesichtspunkt werden Verbundmaterial-Vorformlinge bereitgestellt, um Superlegierungsgegenständen Verschleißbeständigkeit zu verleihen. Die Verbundmaterial-Vorformlinge können zum metallurgischen Verbinden von Legierungsverschleißplatten oder -polstern mit Superlegierungsgegenständen verwendet werden. Ein Verbundmaterial-Vorformling kann eine Pulverlegierungszusammensetzung umfassen, die 1 bis 30 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 3 Gew.-% Tantal, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und den Rest Kobalt umfasst. In einigen Ausführungsformen weist eine auf Kobalt basierende Pulverlegierung eines Verbundmaterial-Vorformlings eine aus Tabelle I ausgewählte Zusammensetzung auf.

Tabelle I - Pulverlegierung des Verbundmaterial-Vorformlings

Legierungspulver	Co Gew.-%	Ni Gew.-%	Fe Gew.-%	Cr Gew.-%	Mo Gew.-%	C Gew.-%	Si Gew.-%	B Gew.-%	W Gew.-%	Ta Gew.-%	Mn Gew.-%
1	Rest	4,5-7	0,3-0,9	20-24	12-18	0,1-1	1-2,2	0,9-2	2,5-5	1-2	0-0,1
2	Rest	3-5	0,7-1,1	18-22	16-20	0,1-0,5	1,9-2,5	0,7-1	1-3	1-1,5	0-0,1
3	Rest	2,5-4	0,7-1,2	17-21	18-22	0,1-0,3	2-3	0,4-0,8	0,8-2,5	0,5-1	0-0,1
4	Rest	2-4	0,8-1,3	17-21	20-24	0,1-0,3	2,5-3	0,3-0,7	0,7-2	0,5-1	0-0,1
5	Rest	1,5-3	1-2	16-20	23-28	0,05-2	2,8-4	0,1-0,5	0,3-1	0,1-0,5	0-0,1
6	Rest	1-10	0,1-1,5	16-22	12-28	0-0,5	1-4	0,1-2	0,5-5	0-3	0-0,1
7	Rest	4-7	0,2-0,6	18-22	12-16	0-0,5	1-2	1-2	2,5-5	1,5-2,5	0-0,1
8	Rest	3,5-5	0,3-0,7	17-21	16-20	0-0,3	1,5-2,5	0,8-1,5	2-3	1-1,5	0-0,1
9	Rest	2,5-4	0,4-0,8	16-20	19-24	0-0,2	1,5-2,5	0,5-0,9	1,5-2,5	0,5-1	0-0,1
10	Rest	2-3	0,5-1	16-20	20-25	0-0,2	2-3	0,4-0,8	1-2	0,5-1	0-0,1
11	Rest	1-2	0,6-1,2	16-20	22-28	0-0,1	2,5-3,5	0,1-0,5	0,5-1	0,1-0,5	0-0,1

**[0011]** In einigen Ausführungsformen weist eine Pulverlegierung eines Verbundmaterial-Vorformlings eine aus Tabelle II ausgewählte Zusammensetzung auf.

Tabelle II - Pulverlegierung des Verbundmaterial-Vorformlings

Legierungspulver	Co Gew.-%	Ni Gew.-%	Fe Gew.-%	Cr Gew.-%	Mo Gew.-%	C Gew.-%	Si Gew.-%	B Gew.-%	W Gew.-%	Ta Gew.-%	Mn Gew.-%	Al Gew.-%	Y Gew.-%
12	Rest	5-30	0,1-2	14-20	12-30	0-0,1	1-4	0,1-2	0-0,1	0-2	0-0,1	0,1-3	0-0,1
13	Rest	20-30	0,7-1,5	15-20	16-22	0-0,1	1,5-2,5	0,7-1	0-0,1	0,1-1,5	0-0,1	0,8-1,5	0-0,1
14	Rest	16-22	0,8-1,3	16-20	18-25	0-0,1	2-3	0,5-0,8	0-0,1	0,1-1	0-0,1	0,7-1,3	0-0,1
15	Rest	12-16	1-1,5	16-20	19-26	0-0,1	2,5-3	0,3-0,7	0-0,1	0,1-0,7	0-0,1	0,5-1	0-0,1
16	Rest	5-12	1,2-1,5	16-20	20-30	0-0,1	2,5-3,5	0,1-0,5	0-0,1	0,1-0,5	0-0,1	0,1-0,5	0-0,1
17	Rest	20-26	0,4-1	13-17	16-20	0-0,1	1,5-2,5	0,8-1,3	0-0,1	0,7-1,2	0-0,1	1-1,5	0-0,1
18	Rest	15-20	0,5-1	14-18	18-24	0-0,1	2-3	0,5-1	0-0,1	0,5-1	0-0,1	0,6-1,2	0-0,1

Legierungspulver	Co Gew.-%	Ni Gew.-%	Fe Gew.-%	Cr Gew.-%	Mo Gew.-%	C Gew.-%	Si Gew.-%	B Gew.-%	W Gew.-%	Ta Gew.-%	Mn Gew.-%	Al Gew.-%	Y Gew.-%
19	Rest	12-16	0,5-1	14-18	21-25	0-0,1	2-3	0,5-1	0-0,1	0,3-0,7	0-0,1	0,5-1	0-0,1
20	Rest	5-10	0,5-1	14-18	22-28	0-0,1	2,5-3,5	0,1-0,6	0-0,1	0,05-0,5	0-0,1	0,05-0,5	0-0,1

**[0012]** Alternativ kann ein Verbundmaterial-Vorformling eine Pulverlegierungszusammensetzung umfassen, die 25 bis 35 Gew.-% Kobalt, 0,1 bis 1 Gew.-% Eisen, 12 bis 20 Gew.-% Chrom, 10 bis 20 Gew.-% Molybdän, 0 bis 0,1 Gew.-% Kohlenstoff, 0,5 bis 3 Gew.-% Silizium, 0,5 bis 3 Gew.-% Bor, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 0,1 Gew.-% Wolfram, 0 bis 2 Gew.-% Tantal, 0,5 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und den Rest Nickel umfasst. In einigen Ausführungsformen weist eine Pulverlegierung eines Verbundmaterial-Vorformlings eine aus Tabelle III ausgewählte Zusammensetzung auf.

Tabelle III - Pulverlegierung des Verbundmaterial-Vorformlings

Legierungspulver	Ni Gew.-%	Co Gew.-%	Fe Gew.-%	Cr Gew.-%	Mo Gew.-%	C Gew.-%	Si Gew.-%	B Gew.-%	W Gew.-%	Ta Gew.-%	Mn Gew.-%	Al Gew.-%	Y Gew.-%
21	Rest	25-32	0,5-1	14-20	12-18	0,-0,1	1-2	1-1,5	0-0,1	0,5-2	0-0,1	1-3	0-0,1
22	Rest	25-35	0,1-0,5	13-17	12-16	0-0,1	1-2	1-2	0-0,1	0,5-2	0-0,1	1-3	0-0,1

**[0013]** Pulverlegierungszusammensetzungen von Verbundmaterial-Vorformlingen, die hier beschrieben werden, werden in einigen Ausführungsformen als ein einzelnes, vorlegiertes Pulver bereitgestellt. In anderen Ausführungsformen können Pulverlegierungszusammensetzungen aus einem Gemisch aus zwei oder mehr Pulverkomponenten gebildet werden. Zwei oder mehr Pulverkomponenten können kombiniert oder gemischt werden, um eine Pulverlegierungszusammensetzung zu bilden, die beliebige der hier beschriebenen Parameter aufweist. Zum Beispiel können zwei oder mehr Pulverkomponenten gemischt werden, um eine Pulverlegierungszusammensetzung bereitzustellen, die aus Tabellen I-III hierin ausgewählte Parameter aufweist. In einigen Ausführungsformen werden eine Kobalt-Pulverlegierungskomponente und eine Kobalthartlot-Pulverlegierungskomponente in verschiedenen Anteilen kombiniert oder gemischt, um eine Pulverlegierungszusammensetzung eines Verbundmaterial-Vorformlings bereitzustellen. In einigen Ausführungsformen ist die Kobalt-Pulverlegierungskomponente eine CoCrMoSi-Legierung oder CoCrMoSiB-Legierung. Insbesondere kann die Kobalt-Pulverlegierungskomponente in einigen Ausführungsformen eine aus Tabelle IV ausgewählte Zusammensetzung aufweisen.

Tabelle IV - Kobalt-Pulverlegierungskomponente

Legierung	Co Gew.-%	Cr Gew.-%	Mo Gew.-%	Si Gew.-%	B Gew.-%
CoCrMoSi	Rest	5-20	22-32	1-4	-
CoCrMoSiB	Rest	5-20	22-32	1-4	0,05-0,5

**[0014]** Des Weiteren weist die Kobalthartlot-Pulverlegierungskomponente in einigen Ausführungsformen eine in Tabelle V bereitgestellte Zusammensetzung auf.

Tabelle V - Kobalthartlot-Legierungskomponente

Co Gew.-%	Cr Gew.-%	Ni Gew.-%	W Gew.-%	Ta Gew.-%	B Gew.-%	C Gew.-%
Rest	20-29	5-15	3-10	0-5	1-4	0-1

**[0015]** Die Kobalt-Pulverlegierung aus Tabelle IV und die Kobalthartlot-Legierung aus Tabelle V können in verschiedenen Anteilen gemischt werden, um Pulverlegierungszusammensetzungen von Verbundmaterial-

Vorformlingen bereitzustellen, die aus Tabellen I und II hierin ausgewählte Parameter aufweisen. In einigen Ausführungsformen ist zum Beispiel die aus Tabelle IV ausgewählte Kobalt-Pulverlegierungskomponente in einer Menge von 10 bis 90 Gewichtsprozent der Pulverlegierungszusammensetzung vorhanden. Zusätzlich kann die Kobalthartlot-Legierungskomponente aus Tabelle V in einer Menge von 30 bis 70 Gewichtsprozent der Pulverlegierungszusammensetzung vorhanden sein. In einigen Ausführungsformen liegt das Verhältnis von Kobaltlegierung zu Kobalthartlot-Legierung in einer Pulverlegierungszusammensetzung im Bereich von 9:1 bis 1:3 oder von 9:1 bis 1:1.

**[0016]** In einigen Ausführungsformen kann bei einer Vorbereitung einer Pulverlegierungszusammensetzung eines Verbundmaterial-Vorformlings die Kobalthartlot-Legierungskomponente durch eine Nickelhartlot-Legierungskomponente ersetzt werden. Zum Beispiel kann eine Nickelhartlot-Pulverlegierung mit einer Kobalt-Pulverlegierung kombiniert werden, um eine Pulverlegierungszusammensetzung eines Verbundmaterial-Vorformlings bereitzustellen, die eine aus Tabelle III hierin ausgewählte Zusammensetzung aufweist. In einigen Ausführungsformen weist eine Nickelhartlot-Legierung für eine Kombination mit einer Kobalt-Pulverlegierung eine in Tabelle VI bereitgestellte Zusammensetzung auf.

Tabelle VI - Nickelhartlot-Legierungskomponente

Ni Gew.-%	Co Gew.-%	Cr Gew.-%	B Gew.-%	Ta Gew.-%	Al Gew.-%	Y Gew.-%
Rest	5-15	10-20	1-4	0-5	0-5	0-0,1
Rest	7-12	10-15	2-3	2-3	2,5-5	0-0,1

**[0017]** In einigen Ausführungsformen ist eine Nickelhartlot-Legierung in einer Menge von 30 bis 70 Gewichtsprozent der Pulverlegierungszusammensetzung vorhanden. Das Verhältnis von Kobaltlegierung zu Nickelhartlot-Legierung in einer Pulverlegierungszusammensetzung kann im Bereich von 9:1 bis 1:3 oder von 9:1 bis 1:1 liegen.

**[0018]** Die Kobalt-Pulverlegierung, die Kobalthartlotlegierung und/oder die Nickelhartlot-Legierung des Verbundmaterial-Vorformlings können eine beliebige gewünschte Partikelgröße aufweisen. Die Partikelgröße kann gemäß verschiedenen Kriterien ausgewählt werden, die Dispergierbarkeit in einem organischen Träger und Packungscharakteristiken umfassen, um Verbundmaterial-Vorformlinge mit gewünschter Dichte bereitzustellen. In einigen Ausführungsformen kann eine mittlere Partikelgröße einer oder mehrerer Komponenten einer Pulverlegierungszusammensetzung im Bereich von 10 µm bis 150 µm oder von 40 µm bis 125 µm liegen.

**[0019]** Die Pulverlegierungszusammensetzung kann in einigen Ausführungsformen mit einem organischen Träger zum Auftragen auf eine oder mehrere Oberflächen eines Superlegierungsgegenstands assoziiert werden. Es kann ein beliebiger organischer Träger verwendet werden, der nicht im Widerspruch mit den Aufgaben der vorliegenden Erfindung steht. In einigen Ausführungsformen umfasst ein geeigneter organischer Träger für die Pulverlegierungszusammensetzung eine faserige Polymermatrix. Wie in den nachstehenden Beispielen weiter ausgeführt, kann die faserige Polymermatrix ein flexibles Gewebe bilden, in dem die Pulverlegierungszusammensetzung dispergiert wird. Das flexible Polymer-Gewebe kann eine beliebige Dicke aufweisen, die mit den Zielen der vorliegenden Erfindung nicht unvereinbar ist. Das flexible Polymer-Gewebe kann beispielsweise allgemein eine Dicke von 0,2-4 mm oder 1-2 mm aufweisen. Jede Polymersorte, die so einsetzbar ist, dass sie eine Faser- oder Filament-Morphologie annimmt, kann bei der Matrix-Konstruktion verwendet werden. Geeignete Polymersorten können Fluorpolymere, Polyamide, Polyester, Polyolefine oder Gemische davon enthalten. In einigen Ausführungsformen wird beispielsweise die Faser-Polymer-Matrix von fibrilliertem Polytetrafluoräthylen (PTFE) gebildet. In solchen Ausführungsformen können die PTFE-Fasern oder -Fäserchen eine verbundene Netzmatrix bereitstellen, in der die Pulverlegierungszusammensetzung dispergiert und eingefangen wird. Außerdem kann das fibrillierte PTFE mit anderen Polymer-Fasern kombiniert werden, wie z. B. Polyamiden und Polyester, um die Eigenschaften der Faser-Matrix zu verändern oder anzupassen. Die Faser-Polymer-Matrix beträgt im Allgemeinen weniger als 1,5 Gewichtsprozent des Verbundmaterial-Vorformlings. Bei einigen Ausführungsformen beträgt beispielsweise die Faser-Polymer-Matrix 1,0-1,5 Gewichtsprozent oder 0,5-1,0 Gewichtsprozent des Verbundmaterial-Vorformlings.

**[0020]** Der Verbundmaterial-Vorformling kann mithilfe verschiedener Techniken zum Dispergieren der Pulverlegierungszusammensetzung in der faserigen Polymermatrix hergestellt werden. In einigen Ausführungsformen wird der Verbundmaterial-Vorformling durch Kombinieren von Polymerpulver, Kobalt-Legierungspulver, Kobalthartlot-Legierungspulver und/oder Nickelhartlot-Legierungspulver und ein mechanisches Bearbeiten des Gemisches, um das Polymerpulver zu fibrillieren und die Legierungspulver in der resultierenden fase-

rigen Polymermatrix einzufangen, hergestellt. In einer konkreten Ausführungsform werden zum Beispiel Komponenten der Pulverlegierungszusammensetzung mit 3 bis 15 Vol.-% PTFE-Pulver gemischt und mechanisch bearbeitet, um das PTFE zu fibrillieren und die Pulverlegierungszusammensetzung in einer faserigen PTFE-Matrix einzufangen. Wie hier beschrieben, können Komponenten der Pulverlegierungszusammensetzung aus vorstehenden Tabellen IV bis VI ausgewählt werden. Mechanische Bearbeitung des Pulvergemisches kann eine Kugelfräsen, Rollen, Dehnen, Strecken, Extrudieren, Auswalzen oder Kombinationen davon einschließen. In einigen Ausführungsformen wird das resultierende PTFE-flexible Verbundmaterial-Vorformling-Gewebe, einem kalt-isostatischem Pressen unterzogen. Ein hierin beschriebener Verbundmaterial-Vorformling, kann gemäß der Offenbarung eines oder mehrerer der US-Patente 3,743,556, 3,864,124, 3,916,506, 4,194,040 und 5,352,526, die jeweils durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit hierin eingeschlossen sind, hergestellt werden.

**[0021]** Wie in den nachstehenden Beispielen ausgeführt, kann ein Verbundmaterial-Vorformling, der durch einen Polymerträger, welcher die darin positionierte Pulverlegierungszusammensetzung aufweist, gebildet wird, in einigen Ausführungsformen eine Rohdichte von mindestens 50 Prozent der Dichte eines mit dem Superlegierungsgegenstand verbundenen Verschleißpolsters aufweisen. In einigen Ausführungsformen kann die Rohdichte eines Verbundmaterial-Vorformlings mindestens 60 Prozent oder mindestens 65 Prozent der Dichte des Verschleißpolsters betragen. Die Rohdichte des Verbundmaterial-Vorformlings kann auch 50 bis 75 Prozent oder 60 bis 70 Prozent der Verschleißpolsterdichte betragen. Eine hohe Rohdichte des Verbundmaterial-Vorformlings kann beim Bilden einer starken metallurgischen Verbindung zwischen dem Verschleißpolster und dem Superlegierungsgegenstand helfen. Eine hohe Rohdichte kann auch beim Reduzieren oder Eliminieren von Porosität in der Bondlegierung, die durch Erhitzen des Verbundmaterial-Vorformlings gemäß hier beschriebenen Verfahren ausgebildet wird, helfen.

**[0022]** Alternativ kann die Pulverlegierungszusammensetzung mit einem flüssigen Träger zum Auftragen auf eine oder mehrere Oberflächen eines Superlegierungsgegenstands assoziiert werden. Wässrige und/oder organische flüssige Träger können in Abhängigkeit von der konkreten Pulverlegierungszusammensetzung und den Eigenschaften verwendet werden.

## II. Verfahren zum Verleihen einer Verschleißbeständigkeit an Superlegierungsgegenstände

**[0023]** Unter einem anderen Gesichtspunkt werden Verfahren zum Verleihen einer Verschleißbeständigkeit an einen auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstand bereitgestellt. In einigen Ausführungsformen umfasst ein Verfahren eine Bereitstellen eines Verbundmaterial-Vorformlings, der eine Pulverlegierungszusammensetzung aus 1 bis 30 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 3 Gew.-% Tantal, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und dem Rest Kobalt umfasst, und ein Bereitstellen einer Verschleißplatte oder eines Verschleißpolsters aus einer auf Kobalt basierenden Legierung. Der Verbundmaterial-Vorformling wird zwischen der Verschleißplatte und einer Oberfläche des auf Nickel basierenden Legierungsgegenstands positioniert, um eine Baugruppe zu bilden. Die Baugruppe wird erhitzt, um die Verschleißplatte mit der Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands über eine durch die Pulverlegierungszusammensetzung gebildete Bondlegierung metallurgisch zu verbinden. In einigen Ausführungsformen weist die Pulverlegierungszusammensetzung des Verbundmaterial-Vorformlings Parameter auf, die aus Tabellen I und II hierin ausgewählt werden. Alternativ kann die Pulverlegierungszusammensetzung des Verbundmaterial-Vorformlings **25 bis 35 Gew.-% Kobalt**, 0, 1 bis 1 Gew.-% Eisen, 12 bis 20 Gew.-% Chrom, 10 bis 20 Gew.-% Molybdän, 0 bis 0,1 Gew.-% Kohlenstoff, 0,5 bis 3 Gew.-% Silizium, 0,5 bis 3 Gew.-% Bor, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 0,1 Gew.-% Wolfram, 0 bis 2 Gew.-% Tantal, 0,5 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und den Rest Nickel umfassen. Zum Beispiel kann die Pulverlegierungszusammensetzung Parameter aufweisen, die aus Tabelle III hierin ausgewählt werden.

**[0024]** Verbundmaterial-Vorformlinge können beliebige Eigenschaften und eine Konstruktion aufweisen, die vorstehend in Abschnitt I beschrieben wurden. In einigen Ausführungsformen umfasst der Verbundmaterial-Vorformling einen Polymerträger für die Pulverlegierungszusammensetzung. Die flexible, gewebeartige Eigenschaft der Polymermatrix kann ein Auftragen des Verbundmaterial-Vorformlings auf Oberflächen verschiedener Geometrie und/oder Krümmung des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands erleichtern. Des Weiteren können die Verbundmaterial-Vorformlinge vorstehend beschriebene hohe Rohdichten aufweisen. Verbundmaterial-Vorformlinge können verwendet werden, um ein oder mehrere Verschleißpolster mit einer beliebigen Kontakt- oder Verschleißfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands zu verbinden. Die Ausgestaltung und Geometrie der Verschleißfläche kann von der Funktion des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands hergeleitet werden. In einigen Ausführungsformen kann der auf Nickel basieren-

de Superlegierungsgegenstand Turbinenschaufeln umfassen, wobei Verschleißpolster mit Kontaktflächen der Z-Kerben verbunden werden. In einigen Ausführungsformen wird ein einzelner Verbundmaterial-Vorformling zwischen der Verschleißplatte und der Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands aufgetragen. Alternativ können mehrere Verbundmaterial-Vorformlinge zwischen dem Verschleißpolster und der Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands angewendet werden. Zum Beispiel können Verbundmaterial-Vorformlinge in einer geschichteten Ausführung zwischen dem Verschleißpolster und der Superlegierungsoberfläche aufgetragen werden. Ein Aufschichten der Verbundmaterial-Vorformlinge kann eine Herstellung einer Bondlegierung mit einer beliebigen gewünschten Dicke ermöglichen. Die Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands kann durch ein chemisches und/oder mechanisches Mittel, wie z. B. eine Fluoridionenreinigung, vor dem Auftragen des Verbundmaterial-Vorformlings gereinigt werden.

**[0025]** Eine Baugruppe wird durch Auftragen eines oder mehrerer Verbundmaterial-Vorformlinge zwischen dem Verschleißpolster und der Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands ausgebildet. Die Baugruppe wird erhitzt, um die Verschleißplatte mit der Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands über eine durch die Pulverlegierungszusammensetzung gebildete Bondlegierung metallurgisch zu verbinden. Das Erhitzen der Baugruppe zersetzt die faserige Polymermatrix, und die Bondlegierung wird aus der Pulverlegierungszusammensetzung des Verbundmaterial-Vorformlings gebildet. Wie hier beschrieben, kann die Pulverlegierungszusammensetzung aus mehreren Pulverkomponenten gebildet werden, die eine Kobalt-Pulverlegierung in Kombination mit einer Kobalthartlot-Legierung oder Nickelhartlot-Legierung einschließen. Die Baugruppe wird im Allgemeinen auf eine Temperatur erhitzt, die den Schmelzpunkt der Kobalthartlot-Pulverlegierungskomponente oder der Nickelhartlot-Pulverlegierungskomponente übersteigt und unter dem Schmelzpunkt der Kobalt-Pulverlegierungskomponente liegt. Fließeigenschaften der geschmolzenen Kobalthartlot-Legierung oder der Nickelhartlot-Legierung können eine Bildung einer hohlraumfreien oder im Wesentlichen hohlraumfreien Grenzfläche zwischen der Verschleißplatte und dem auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstand ermöglichen. Heiztemperatur und Heizedauer hängen von den bestimmten kompositorischen Parametern des Nickelbasis-Superlegierungsgegenstands und des Verbundmaterial-Vorformlings ab. In einigen Ausführungsformen wird die Baugruppe zum Beispiel für eine Zeitdauer von 5 bis 30 Minuten unter Vakuum auf eine Temperatur von 1200 bis 1230 °C erhitzt. In einigen Ausführungsformen wird das Erhitzen bei 1100 bis 1150 °C für 1 bis 4 Stunden fortgesetzt.

**[0026]** Die auf Kobalt basierende Legierung der Verschleißplatte kann eine beliebige Zusammensetzung aufweisen, die nicht mit den Aufgaben der vorliegenden Erfindung im Widerspruch steht. In einigen Ausführungsformen ist die die Verschleißplatte bildende, auf Kobalt basierende Legierung eine CoCrMoSi-Legierung. Die auf Kobalt basierende Legierung des Verschleißpolsters kann zum Beispiel eine aus Tabelle VII ausgewählte Zusammensetzung aufweisen.

Tabelle VII - Kobaltlegierung des Verschleißpolsters

Legierung	Co Gew.- %	Ni Gew.- %	Fe Gew.- %	Cr Gew.- %	Mo Gew.- %	C Gew.- %	Si Gew.- %	B Gew.- %
1	Rest	0-3	0-3	14-22	25-35	0-0,1	1-5	0-0,5
2	Rest	0,5-2	0,5-2	14-20	25-30	0-0,1	2-4	0-0,5
3	Rest	0,5-1	0,5-1	14-18	26-30	0-0,1	2-4	0,1-0,3

**[0027]** In einigen Ausführungsformen weist die auf Kobalt basierende Legierung des Verschleißpolsters eine Zusammensetzung auf, die aus Tabelle VIII ausgewählt wird.

Tabelle VIII - Kobaltlegierung des Verschleißpolsters

Legierung	Co Gew.- %	Fe Gew.- %	Cr Gew.- %	W Gew.- %	C Gew.- %	Mn Gew.- %	Si Gew.- %
1	Rest	0-2,5	25-35	16-24	0-1	0-1	0-1
2	Rest	0-2,5	27-31	18-20	0-1	0-1	0-1

**[0028]** In einigen Ausführungsformen wird das Verschleißpolster aus einer auf Kobalt basierenden Legierung ausgebildet, die geeignet ist, um einer Verformung bei Temperaturen über 1200 °C oder 1220 °C stand zu hal-

ten. Das auf Kobalt basierende Legierungsverschleißpolster kann zum Beispiel einer Verformung oder Enthärtung bei Temperaturen über 1200 °C oder 1220 °C über Zeiträume von mehr als 2 Stunden oder mehr widerstehen. Eine Hochtemperaturstabilität des Verschleißpolsters kann es ermöglichen, dass das Verschleißpolster eine Verschlechterung während Turbinenschaufelreparaturprozessen, die einen isostatischen Heißpress- und Erneuerungsschritt bei Temperaturen von über 1200 °C umfassen, vermeidet, während eine starke metallurgische Verbindung mit dem auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstand aufrechterhalten wird.

**[0029]** Unter einem weiteren Gesichtspunkt können Verbundmaterial-Vorformlinge aus Abschnitt I auf Oberflächen des Verschleißpolsters aufgetragen werden, nachdem das Verschleißpolster mit dem auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstand metallurgisch verbunden wurde. Der Verbundmaterial-Vorformling wird anschließend erhitzt, um eine Legierungsverschleißschicht auf dem Verschleißpolster auszubilden. Auf diese Weise können die Verschleißigenschaften des Verschleißpolsters verbessert und/oder wiederhergestellt werden. Zum Beispiel kann das Verschleißpolster nach dem Gebrauch des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands in seiner Betriebsumgebung abgetragen werden. Das Verschleißpolster kann durch Aufbringen eines oder mehrerer Verbundmaterial-Vorformlinge, worauf ein Erhitzen zum Ausbilden einer Legierungsverschleißschicht folgt, wiederhergestellt werden. Die Legierungsverschleißschicht kann ein Material des Verschleißpolsters ersetzen, das während des Gebrauchs des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands verloren ging oder abgenutzt wurde. Verbundmaterial-Vorformlinge mit einer beliebigen Zusammensetzung und/oder Eigenschaften können auf Oberflächen von auf Kobalt basierenden Legierungsverschleißpolstern zur Wiederherstellung und/oder Verbesserung von Verschleißigenschaften aufgetragen werden.

**[0030]** Wie hier beschrieben, kann die Pulverlegierungszusammensetzung aus separaten Pulverkomponenten gebildet werden, die eine Kombination oder ein Gemisch aus einer Kobalt-Pulverlegierung in Kombination mit einer Kobalthartlot-Legierung oder Nickelhartlot-Legierung umfassen. In einigen Ausführungsformen können einzelne Komponenten der Pulverlegierungszusammensetzung mit separaten Trägern assoziiert werden. Zum Beispiel kann die Kobalt-Pulverlegierung in einem ersten organischen Träger positioniert werden, und die Kobalthartlot-Pulverlegierung oder die Nickelhartlot-Pulverlegierung kann in einem zweiten organischen Träger positioniert werden. In einigen Ausführungsformen ist der erste organische Träger eine erste Polymerfolie, und der zweite organische Träger ist eine zweite Polymerfolie. Die erste und die zweite Folie werden aufgeschichtet, um den Verbundmaterial-Vorformling bereitzustellen. Der geschichtete Verbundmaterial-Vorformling wird zwischen dem Verschleißpolster und einer Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsteils positioniert, um die Baugruppe zu bilden. Die Baugruppe wird erhitzt, um die Verschleißplatte mit der Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands über eine durch die Pulverlegierungszusammensetzung gebildete Bondlegierung metallurgisch zu verbinden.

**[0031]** Unter weiteren Gesichtspunkten kann die Pulverlegierungszusammensetzung in einem flüssigen Träger zum Auftragen auf eine oder mehrere Oberflächen der auf Nickel basierenden Superlegierung bereitgestellt werden. In einigen Ausführungsformen befinden sich alle Komponenten der Pulverlegierungszusammensetzung in einem einzelnen flüssigen Träger. Zum Beispiel kann die Kobalt-Legierungspulverkomponente zu einem flüssigen Träger mit der Kobalthartlot-Pulverkomponente oder Nickelhartlot-Pulverkomponente hinzugefügt werden. In weiteren Ausführungsformen können einzelne Pulverkomponenten der Pulverlegierungszusammensetzung separaten flüssigen Trägern hinzugefügt und auf eine oder mehrere Oberflächen der auf Nickel basierenden Superlegierung aufgetragen werden.

**[0032]** Diese und weitere Ausführungsformen werden in den nachfolgenden, nicht einschränkenden Beispielen weiter veranschaulicht.

#### Beispiel 1 - Z-Kerben-Panzerung

**[0033]** Auf Kobalt basierende Legierungsverschleißpolster wurden folgendermaßen bereitgestellt und mit Kontaktflächen von Z-Kerben von Turbinenschaufeln metallurgisch verbunden. Die Z-Kerben-Kontaktflächen und assoziierte Turbinenschaufeln wurden aus einer auf Nickel basierenden Superlegierung mit einer Zusammensetzung ausgebildet, die im Wesentlichen Rene 80 ähnlich ist. Verbundmaterial-Vorformlinge wurden durch Bereitstellen einer Pulverlegierung von Zusammensetzung 2 ausgebildet, die aus der vorstehenden Tabelle I ausgewählt wurde. Die Pulverlegierungszusammensetzung war ein Gemisch aus 65 Gewichtsprozent Kobalt-Pulverlegierung und 35 Gewichtsprozent Kobalthartlot-Pulverlegierung. Die Kobalt-Pulverlegierung war eine CoCrMoSi-Legierung, die eine nominelle Zusammensetzung aus 0,5 bis 2 Gew.-% Eisen, 16 bis 19 Gew.-% Chrom, 28 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0,01 bis 0,1 Gew.-% Kohlenstoff, 3 bis 4 Gew.-% Silizium, 0 bis 0,2 Gew.-% Bor, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan und dem Rest Co aufwies. Die Kobalthartlot-Pulverlegierung wies eine nominelle Zusammensetzung aus 9 bis 11 Gew.-% Nickel, 24 bis 26 Gew.-% Chrom, 0,5 bis 1 Gew.-%

Kohlenstoff, 2 bis 3 Gew.-% Bor, 6 bis 8 Gew.-% Wolfram, 3 bis 4 Gew.-% Tantal und dem Rest Kobalt auf. Die Pulverlegierungszusammensetzung wurde mit 5 bis 15 Vol.-% von PTFE-Pulver gemischt. Das Gemisch wurde mechanisch bearbeitet, um das PTFE zu fibrillieren und die Pulverlegierungszusammensetzung einzufangen, und dann gewalzt, wodurch der Verbundmaterial-Vorformling als eine gewebeartige flexible Folie mit einer Dicke von 1 bis 2 mm ausgebildet wurde.

**[0034]** Ein Verbundmaterial-Vorformling **11** wurde zwischen jeder Z-Kerben-Kontaktfläche **10** und dem Verschleißpolster **12** positioniert, wie in **Fig. 1** dargestellt, um eine Baugruppe **13** zu bilden. Verschleißpolster, die in diesem Beispiel verwendet wurden, wurden aus einer auf Kobalt basierenden Legierung ausgebildet, die eine nominelle Zusammensetzung aus 1 bis 2 Gew.-% Nickel, 1 bis 2 Gew.-% Eisen, 17 bis 19 Gew.-% Chrom, 27 bis 29 Gew.-% Molybdän, 0 bis 0,1 Gew.-% Kohlenstoff, 3 bis 4 Gew.-% Silizium und dem Rest Kobalt aufwies. Der Verbundmaterial-Vorformling wies eine Rohdichte von 68 bis 69 % der Dicke der Kobaltlegierungsverschleißpolster auf.

**[0035]** Die Baugruppen wurden unter Vakuum **5** bis **20** Minuten lang bei 1200-1220 °C erhitzt und anschließend 1 bis 3 Stunden lang bei 1100-1150 °C gehalten. Die Wärmebehandlung verband metallurgisch die Kobaltlegierungsverschleißpolster mit den Z-Kerben-Kontaktflächen mithilfe einer Bondlegierung, die durch die Pulverlegierungszusammensetzung gebildet wurde. **Fig. 2** ist eine optische Querschnittsmikroskopie eines Kobaltlegierungsverschleißpolsters, das mit einer Z-Kerben-Kontaktfläche metallurgisch verbunden ist. Wie in **Fig. 2** dargestellt, wies der Verbindungsbereich **20** eine Porosität von weniger als 5 Vol.-% auf.

**[0036]** Die Verschleißpolster und die assoziierten Z-Kerben-Kontaktflächen wurden einer Superlegierungsalterung und für eine Zeitdauer von 4 Stunden einer Erneuerung bei 1200-1210 °C unterzogen. **Fig. 3** ist eine optische Querschnittsmikroskopie eines Kobaltlegierungsverschleißpolsters und der Z-Kerben-Kontaktfläche nach der Alterung und Erneuerung. Eine starke metallurgische Verbindung bleibt zwischen dem Verschleißpolster und der Z-Kerben-Kontaktfläche bestehen. Des Weiteren wies das Kobaltlegierungsverschleißpolster keine von den Alterungs- und Erneuerungsprozessen herrührende Verformung, Abrutschen oder Enthärtung auf.

**[0037]** Es wurden verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben, die die verschiedenen Aufgaben der Erfindung erfüllen. Es sollte klar sein, dass diese Ausführungsformen lediglich die Prinzipien der vorliegenden Erfindung veranschaulichen. Zahlreiche Modifikationen und Anpassungen sind Fachleuten ohne Weiteres offensichtlich, ohne vom Grundgedanken und Schutzbereich der Erfindung abzuweichen.

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 3743556 [0020]
- US 3864124 [0020]
- US 3916506 [0020]
- US 4194040 [0020]
- US 5352526 [0020]

**Patentansprüche**

1. Verbundmaterial-Vorformling, Folgendes umfassend:  
eine Pulverlegierungszusammensetzung, die 1 bis 30 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 3 Gew.-% Tantal, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und den Rest Kobalt umfasst.
2. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 1, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 1 bis 10 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0,5 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 2 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.
3. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 1, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 4,5 bis 7 Gew.-% Nickel, 0,3 bis 0,9 Gew.-% Eisen, 20 bis 24 Gew.-% Chrom, 12 bis 18 Gew.-% Molybdän, 0,1 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 2,2 Gew.-% Silizium, 0,9 bis 2 Gew.-% Bor, 2,5 bis 5 Gew.-% Wolfram, 1,5 bis 2 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.
4. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 1, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 3 bis 5 Gew.-% Nickel, 0,7 bis 1,1 Gew.-% Eisen, 18 bis 22 Gew.-% Chrom, 16 bis 20 Gew.-% Molybdän, 0,1 bis 0,5 Gew.-% Kohlenstoff, 1,9 bis 2,5 Gew.-% Silizium, 0,7 bis 1 Gew.-% Bor, 1 bis 3 Gew.-% Wolfram, 1 bis 1,5 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.
5. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 1, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 2,5 bis 4 Gew.-% Nickel, 0,7 bis 1,2 Gew.-% Eisen, 17 bis 21 Gew.-% Chrom, 18 bis 22 Gew.-% Molybdän, 0,1 bis 0,3 Gew.-% Kohlenstoff, 2 bis 3 Gew.-% Silizium, 0,4 bis 0,8 Gew.-% Bor, 0,8 bis 2,5 Gew.-% Wolfram, 0,5 bis 1 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.
6. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 1, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 2 bis 4 Gew.-% Nickel, 0,8 bis 1,3 Gew.-% Eisen, 17 bis 21 Gew.-% Chrom, 20 bis 24 Gew.-% Molybdän, 0,1 bis 0,3 Gew.-% Kohlenstoff, 2,5 bis 3 Gew.-% Silizium, 0,3 bis 0,7 Gew.-% Bor, 0,7 bis 2 Gew.-% Wolfram, 0,5 bis 0,1 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.
7. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 1, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 1,5 bis 3 Gew.-% Nickel, 1 bis 2 Gew.-% Eisen, 16 bis 20 Gew.-% Chrom, 23 bis 28 Gew.-% Molybdän, 0,05 bis 0,2 Gew.-% Kohlenstoff, 2,8 bis 4 Gew.-% Silizium, 0,1 bis 0,5 Gew.-% Bor, 0,3 bis 1 Gew.-% Wolfram, 0,1 bis 0,5 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.
8. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 1, der ferner ein organisches Bindemittel oder einen organischen Träger für die Pulverlegierungszusammensetzung umfasst.
9. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 8, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung in einem organischen Träger, der eine faserige Polymermatrix umfasst, dispergiert wird.
10. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 1, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung aus einer CoMoCrSi-Pulverlegierungskomponente und einer Kobalthartlot-Pulverlegierungskomponente gebildet wird.
11. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 10, wobei die CoMoCrSi-Pulverlegierungskomponente 5 bis 20 Gew.-% Chrom, 22 bis 32 Gew.-% Molybdän, 1 bis 4 Gew.-% Silizium und den Rest Kobalt umfasst, und die Kobalthartlot-Pulverlegierungskomponente 20 bis 29 Gew.-% Chrom, 5 bis 15 Gew.-% Nickel, 3 bis 10 Gew.-% Wolfram, 0 bis 5 Gew.-% Tantal, 1 bis 4 Gew.-% Bor, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff und den Rest Kobalt umfasst.
12. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 10, wobei die CoMoCrSi-Pulverlegierungskomponente in einer Menge von 10 bis 90 Gewichtsprozent der Pulverlegierungszusammensetzung vorhanden ist.
13. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 10, wobei die Kobalthartlot-Pulverlegierungskomponente in einer Menge von 30 bis 70 Gewichtsprozent der Pulverlegierungszusammensetzung vorhanden ist.

14. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 10, wobei das Verhältnis der CoMoCrSi-Pulverlegierungskomponente zu der Kobalthartlot-Pulverlegierungskomponente im Bereich von 9:1 bis 1:3 liegt.

15. Verbundmaterial-Vorformling nach Anspruch 10, wobei das Verhältnis der CoMoCrSi-Pulverlegierungskomponente zu der Kobalthartlot-Pulverlegierungskomponente im Bereich von 9:1 bis 1:1 liegt.

16. Verfahren zum Verleihen von Verschleißbeständigkeit an einen auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstand, umfassend:

Bereitstellen eines Verbundmaterial-Vorformlings, der eine Pulverlegierungszusammensetzung umfasst, die 1 bis 30 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 3 Gew.-% Tantal, 0 bis 0,1 Gew.-% Mangan, 0 bis 3 Gew.-% Aluminium, 0 bis 0,1 Gew.-% Yttrium und den Rest Kobalt umfasst,

Bereitstellen eines Verschleißpolsters aus Kobaltlegierung,

Auftragen des Verbundmaterial-Vorformlings zwischen dem Verschleißpolster und der Oberfläche des auf Nickel basierenden Legierungsgegenstands, um eine Baugruppe zu bilden, und

Erhitzen der Baugruppe, um das Verschleißpolster mit der Oberfläche des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands über eine durch die Pulverlegierungszusammensetzung gebildete Bondlegierung metallurgisch zu verbinden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 1 bis 10 Gew.-% Nickel, 0,05 bis 2 Gew.-% Eisen, 15 bis 25 Gew.-% Chrom, 10 bis 30 Gew.-% Molybdän, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 5 Gew.-% Silizium, 0,05 bis 2 Gew.-% Bor, 0,5 bis 5 Gew.-% Wolfram, 0 bis 2 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.

18. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 4,5 bis 7 Gew.-% Nickel, 0,3 bis 0,9 Gew.-% Eisen, 20 bis 24 Gew.-% Chrom, 12 bis 18 Gew.-% Molybdän, 0,1 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff, 1 bis 2,2 Gew.-% Silizium, 0,9 bis 2 Gew.-% Bor, 2,5 bis 5 Gew.-% Wolfram, 1,5 bis 2 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.

19. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 3 bis 5 Gew.-% Nickel, 0,7 bis 1,1 Gew.-% Eisen, 18 bis 22 Gew.-% Chrom, 16 bis 20 Gew.-% Molybdän, 0,1 bis 0,5 Gew.-% Kohlenstoff, 1,9 bis 2,5 Gew.-% Silizium, 0,7 bis 1 Gew.-% Bor, 1 bis 3 Gew.-% Wolfram, 1 bis 1,5 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 2,5 bis 4 Gew.-% Nickel, 0,7 bis 1,2 Gew.-% Eisen, 17 bis 21 Gew.-% Chrom, 18 bis 22 Gew.-% Molybdän, 0,1 bis 0,3 Gew.-% Kohlenstoff, 2 bis 3 Gew.-% Silizium, 0,4 bis 0,8 Gew.-% Bor, 0,8 bis 2,5 Gew.-% Wolfram, 0,5 bis 1 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 2 bis 4 Gew.-% Nickel, 0,8 bis 1,3 Gew.-% Eisen, 17 bis 21 Gew.-% Chrom, 20 bis 24 Gew.-% Molybdän, 0,1 bis 0,3 Gew.-% Kohlenstoff, 2,5 bis 3 Gew.-% Silizium, 0,3 bis 0,7 Gew.-% Bor, 0,7 bis 2 Gew.-% Wolfram, 0,5 bis 0,1 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.

22. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung 1,5 bis 3 Gew.-% Nickel, 1 bis 2 Gew.-% Eisen, 16 bis 20 Gew.-% Chrom, 23 bis 28 Gew.-% Molybdän, 0,05 bis 0,2 Gew.-% Kohlenstoff, 2,8 bis 4 Gew.-% Silizium, 0,1 bis 0,5 Gew.-% Bor, 0,3 bis 1 Gew.-% Wolfram, 0,1 bis 0,5 Gew.-% Tantal und den Rest Kobalt umfasst.

23. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Pulverlegierungszusammensetzung in einem organischen Träger, der eine faserige Polymermatrix umfasst, dispergiert wird.

24. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Kobaltlegierung der verschleißfesten Platte aus CoMoCrSi ausgebildet wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei die CoMoCrSi-Legierung 5 bis 20 Gew.-% Chrom, 22 bis 32 Gew.-% Molybdän, 1 bis 4 Gew.-% Silizium und den Rest Kobalt umfasst, und das Kobalthartlot-Legierungspulver 20 bis 29 Gew.-% Chrom, 5 bis 15 Gew.-% Nickel, 3 bis 10 Gew.-% Wolfram, 0 bis 5 Gew.-% Tantal, 1 bis 4 Gew.-% Bor, 0 bis 1 Gew.-% Kohlenstoff und den Rest Kobalt umfasst.

26. Verfahren nach Anspruch 24, wobei sich das Verschleißpolster über einen Zeitraum von 2 bis 6 Stunden bei einer Temperatur von 1170 bis 1230 °C während einer Herstellung oder Reparatur des auf Nickel basierenden Superlegierungsgegenstands nicht verformt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

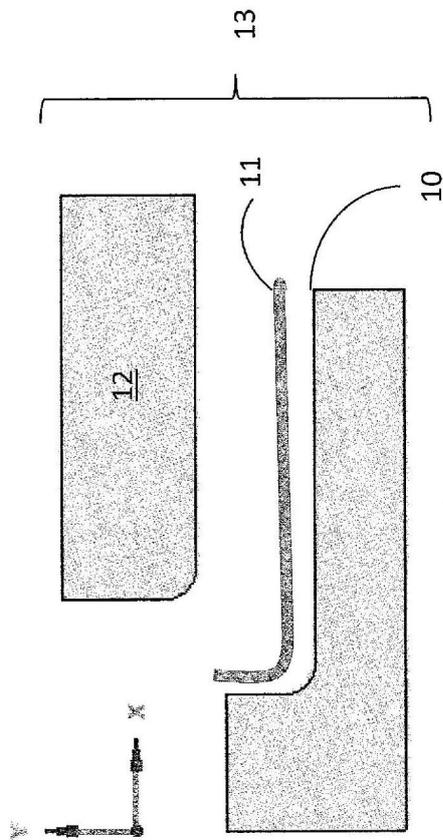


FIG. 1

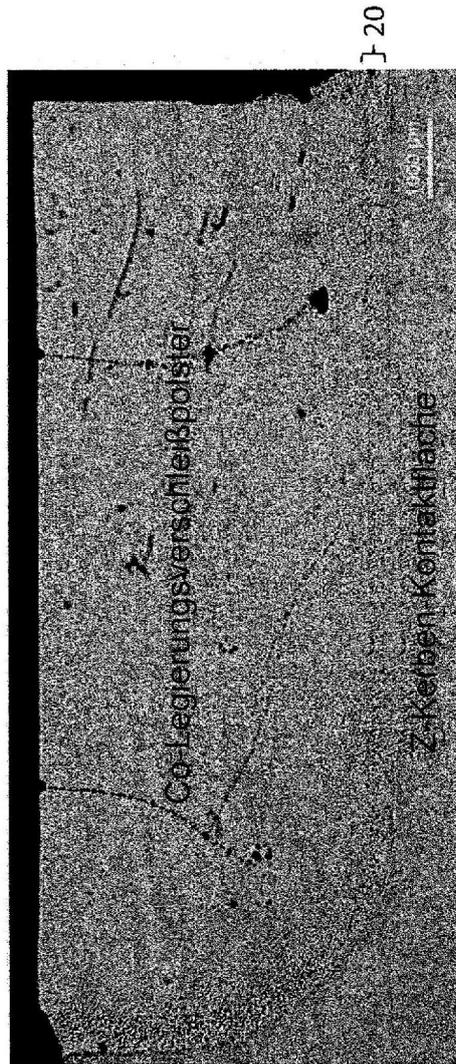


FIG. 2

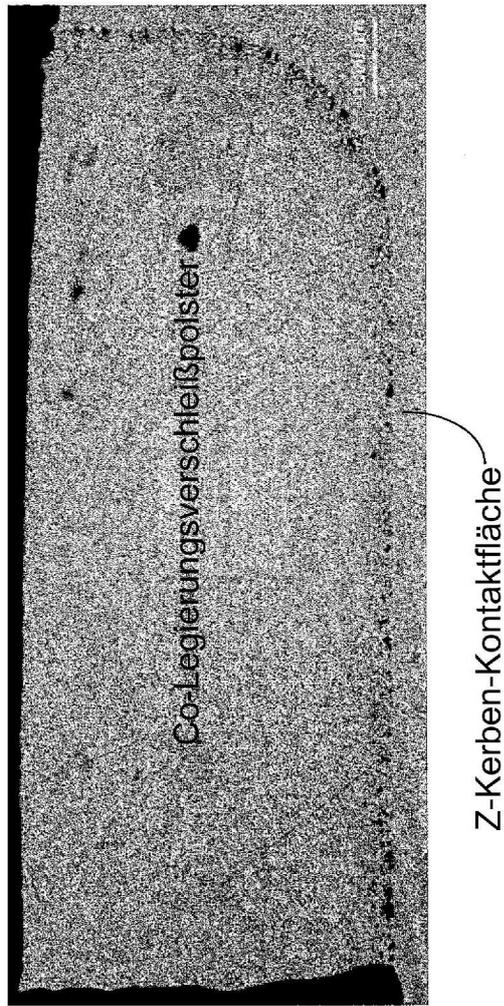


FIG. 3