



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 106 245.0**

(22) Anmeldetag: **05.05.2014**

(43) Offenlegungstag: **20.11.2014**

(51) Int Cl.: **B22D 19/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
13/894,496 **15.05.2013** **US**

(71) Anmelder:
**GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady,
N.Y., US**

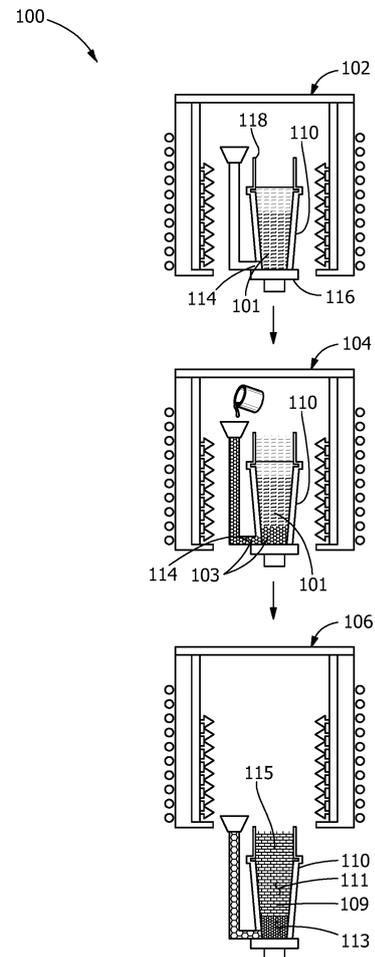
(74) Vertreter:
**Rüger, Barthelt & Abel Patentanwälte, 73728
Esslingen, DE**

(72) Erfinder:
**Cui, Yan, Greenville, S.C., US; Feng, Ganjiang,
Greenville, S.C., US; Kottilingam, Srikanth
Chandrudu, Greenville, S.C., US; Lin, Dechao,
Greenville, S.C., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gießverfahren, Gussartikel und Gießsystem**

(57) Zusammenfassung: Es sind ein Gießverfahren, ein Gussartikel und ein Gießsystem offenbart. Das Gießverfahren enthält ein Bereitstellen eines Basismaterials in einer Form, Einleiten eines Fluidmaterials in die Form und Erstarrenlassen des Basismaterials und des Fluidmaterials, um einen Gussartikel zu bilden. Das Basismaterial weist eine erste Dichte und eine Zusammensetzung auf. Das Fluidmaterial weist eine zweite Dichte und eine zweite Zusammensetzung auf. Die erste Dichte unterscheidet sich von der zweiten Dichte, oder die erste Zusammensetzung unterscheidet sich von der zweiten Zusammensetzung, oder die erste Dichte unterscheidet sich von der zweiten Dichte und die erste Zusammensetzung unterscheidet sich von der zweiten Zusammensetzung. Der Gussartikel enthält ein erstes erstarrtes Material aus dem Basismaterial und ein zweites erstarrtes Material aus dem Fluidmaterial. Das Gießsystem enthält eine Form zur Aufnahme eines Basismaterials und eine Einspeiseeinrichtung mit einer Flusssteuereinrichtung, um ein Fluidmaterial in die das Basismaterial enthaltende Form einzuleiten.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Herstellungsverfahren und Herstellungsartikel. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung Gießverfahren, Gussartikel und Gießsysteme.

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0002] Verschiedene Artikel werden aus mehr als einem einzigen Material unter Ausbildung mehrerer Abschnitte des Artikels hergestellt. Im Allgemeinen werden derartige Artikel erzeugt, indem ein erstes Material an einem zweiten Material unter Verwendung einer Befestigungstechnik, wie beispielsweise Schweißen, Kleben, Verschmelzen, Löten, Hartlöten oder einer Kombination von diesen befestigt wird. Derartige Techniken haben verschiedene Nachteile. Zum Beispiel können derartige Techniken daran leiden, dass sie auf Legierungen nur begrenzt anwendbar sind, eine Ermüdung erleiden können, sich abspalten können, oder an Kombinationen hiervon.

[0003] Artikel, die aus kombinierten Legierungen erzeugt werden, werden häufig in Energieerzeugungssystemen, Maschinen, Brücken, Gebäuden, Windkraftanlagen und anderen großen Strukturen verwendet. Derartige Strukturen werden ständig ansteigenden Kräften ausgesetzt, um eine verbesserte Effizienz zu erzielen, und/oder aufgrund neuer Umgebungsbedingungen. Derartige Artikel erfordern eine erhöhte Ermüdungsbeständigkeit, verbesserte mechanische Eigenschaften, gesteigerte Fähigkeit, hergestellt zu werden, verlängerte Auslegungsdauer und reduzierte Lebenszykluskosten. Bekannte Komponenten, die zwei oder mehrere Materialien aufweisen, erfüllen all die gewünschten Parameter nicht hinreichend.

[0004] Wenn sich ein Legierungsgussblock abkühlt, gibt es viele Faktoren, die die endgültige Struktur des erzeugten Artikels beeinflussen. Wenn z.B. eine Legierungsschmelze in eine Form gegossen wird, ruft eine Temperaturdifferenz zwischen der Form und der Legierung thermische Konvektionsströmungen an der Gießformwand hervor. Die Konvektionsströmung trägt zur Segregation und zum Abbruch von Metall dendriten bei, die sich auf der Wand bilden. Diese Dendriten wirken als Keime für die Bildung von gleichachsigen Körnern. Eine Veränderung der lokalen Zusammensetzungen trägt zur Segregation bei, was die Kornbildung weiter kompliziert. Außerdem beeinflussen die Zusammensetzung der Legierung und die Geschwindigkeit, mit der sich das Gussstück abkühlt, die endgültige Kornstruktur. Bekannte Gießverfahren berücksichtigen derartige Besorgnisse im Hinblick auf die Kornbildung nicht hinreichend.

[0005] Ein Gießverfahren, ein Gussartikel und ein Gießsystem, die nicht an einem oder mehreren der vorgenannten Nachteile leiden, wären in der Technik erwünscht.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] In einer beispielhaften Ausführungsform enthält ein Gießverfahren ein Bereitstellen eines Basismaterials in einer Form, Leiten eines Fluidmaterials in die Form und Erstarrenlassen des Basismaterials und des Fluidmaterial, um einen Gussartikel zu erzeugen. Das Basismaterial weist eine erste Dichte und eine erste Zusammensetzung auf. Das Fluidmaterial weist eine zweite Dichte und eine zweite Zusammensetzung auf. Die erste Dichte unterscheidet sich von der zweiten Dichte, die erste Zusammensetzung unterscheidet sich von der zweiten Zusammensetzung oder die erste Dichte unterscheidet sich von der zweiten Dichte und die erste Zusammensetzung unterscheidet sich von der zweiten Zusammensetzung.

[0007] Das Basismaterial kann einen ersten Teil des Gussartikels bilden, und das Fluidmaterial bildet einen zweiten Teil des Gussartikels.

[0008] Jedes beliebige vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass der Gussartikel einen ersten Bereich mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten und einen zweiten Bereich mit einem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten enthält, wobei der erste Wärmeausdehnungskoeffizient sich von dem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten unterscheidet.

[0009] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass der Gussartikel eine größere Konzentration gleichachsiger Körner im Vergleich zu gerichteten Erstarrungskörnern aufweist.

[0010] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass der Gussartikel eine größere Konzentration von gerichteten Erstarrungskörnern als gleichachsigen Körnern aufweist.

[0011] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass die Form eine von unten gespeiste Form ist.

[0012] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass die Form eine von oben gespeiste Gießform ist.

[0013] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass die Form mit einer Geschwindigkeit abgekühlt wird, die eine größere Konzentration von gleichachsigen Körnern im Vergleich zu gerichteten Erstarrungskörnern erzeugt.

[0014] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass die Form mit einer Geschwindigkeit abgekühlt wird, die eine größere Konzentration von gerichteten Erstarrungskörnern im Vergleich zu gleichachsigen Körnern erzeugt.

[0015] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann eine mit der Form verbundene Flussteuereinrichtung aufweisen.

[0016] Das vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass die Flussteuereinrichtung einen Flussbegrenzer zur Reduktion oder Verhinderung einer Erhöhung einer Geschwindigkeit des Einleitens des Fluidmaterials enthält.

[0017] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass die Flussteuereinrichtung Vorsprünge zur Reduktion oder Verhinderung einer Erhöhung einer Geschwindigkeit der Einleitung des Fluidmaterials enthält.

[0018] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass das Fluidmaterial, das eine Dichte aufweist, die kleiner ist als die des Basismaterials, in die von oben gespeiste Form eingeleitet wird.

[0019] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass das Fluidmaterial, das eine Dichte aufweist, die größer ist als die des Basismaterials, in die von unten gespeiste Form eingeleitet wird.

[0020] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann ein Einleiten eines zusätzlichen Materials in die Gießform aufweisen.

[0021] Das vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass das zusätzliche Material eine Dichte und Zusammensetzung aufweist, die sich von der Dichte und Zusammensetzung des Basismaterials und der Dichte und Zusammensetzung des Fluidmaterials unterscheiden.

[0022] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass das Basismaterial eine Superlegierung ist.

[0023] Jedes vorstehend erwähnte Gießverfahren kann aufweisen, dass das Fluidmaterial eine Superlegierung ist.

[0024] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform enthält ein Gussartikel ein erstes erstarrtes Material aus einem Basismaterial und ein zweites erstarrtes Material aus einem Fluidmaterial. Das Basismaterial weist eine erste Dichte und eine erste Zusammensetzung auf. Das Fluidmaterial weist eine zweite Dichte und eine zweite Zusammensetzung auf. Die erste Dichte unterscheidet sich von der zweiten Dichte, oder die erste Zusammensetzung unter-

scheidet sich von der zweiten Zusammensetzung, oder die erste Dichte unterscheidet sich von der zweiten Dichte und die erste Zusammensetzung unterscheidet sich von der zweiten Zusammensetzung.

[0025] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform enthält ein Gießsystem eine Gießform zur Aufnahme eines Basismaterials und eine Einspeiseeinrichtung zur Einleitung eines Fluidmaterials in die das Basismaterial enthaltende Gießform. Die Einspeiseeinrichtung enthält eine Flussteuereinrichtung zur Reduktion oder Verhinderung einer Erhöhung einer Geschwindigkeit der Einleitung des Fluidmaterials in die Gießform.

[0026] Ein Gießsystem kann aufweisen: eine Form zur Aufnahme eines Basismaterials; und eine Einspeiseeinrichtung zur Einleitung eines Fluidmaterials in die das Basismaterial enthaltende Form; wobei die Einspeiseeinrichtung eine Flussteuereinrichtung zur Reduktion oder Verhinderung einer Erhöhung einer Geschwindigkeit des Einleitens des Fluidmaterials enthält.

[0027] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform offenkundig, die in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen zu lesen ist, die anhand eines Beispiels die Prinzipien der Erfindung veranschaulichen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0028] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines beispielhaften Gießverfahrens, das einen beispielhaften Gussartikel mit gleichachsigem Korn gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung erzeugt.

[0029] Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines beispielhaften Gießverfahrens, das einen beispielhaften Gussartikel mit gerichtetem Erstarrungskorn gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung erzeugt.

[0030] Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht eines beispielhaften Gießverfahrens, das einen beispielhaften Gussartikel mit gleichachsigem Korn gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung erzeugt.

[0031] Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht eines beispielhaften Gießverfahrens, das einen beispielhaften Gussartikel mit gerichtetem Erstarrungskorn gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung erzeugt.

[0032] Wenn es möglich ist, werden die gleichen Bezugszeichen überall in den Zeichnungen verwendet, um die gleichen Teile darzustellen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG
DER ERFINDUNG

[0033] Geschaffen sind ein beispielhaftes Gießverfahren, ein beispielhafter Gussartikel und ein beispielhaftes Gießsystem. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung erhöhen die Ermüdungsbeständigkeit, erhöhen die Oxidationsbeständigkeit, reduzieren Kriechen und reduzieren Korrosion, verbessern die Schweißbarkeit oder eine Kombination derselben, im Vergleich zu Verfahren und Produkten, die nicht ein oder mehrere hierin offenbarte Verfahren verwenden.

[0034] Bezugnehmend auf **Fig. 1** enthält ein Gießverfahren **100** ein Bereitstellen eines Basismaterials **101**, das eine erste Dichte und eine erste Zusammensetzung aufweist (Schritt **102**). In einer Ausführungsform wird das Basismaterial **101** in eine Gießform **110** geleitet. Ein Fluidmaterial **103**, das eine zweite Dichte und eine zweite Zusammensetzung aufweist, wird in die Form **110** geleitet (Schritt **104**). Das Verfahren **100** enthält ein Erstarrenlassen (Schritt **106**) des Basismaterials **101** und des Fluidmaterials **103**, um einen Gussartikel **109** zu bilden.

[0035] Das Basismaterial **101** ist ein beliebiges geeignetes Material, das in der Lage ist, durch Erstarrung fest zu werden, nachdem es z.B. aufgeschmolzen wurde oder von einem geschmolzenen Zustand aus. Das Fluidmaterial **103** ist ein beliebiges geeignetes Material, das in der Lage ist zu fließen. Das Fluidmaterial **103** weist eine vorbestimmte Temperatur auf, wobei die vorbestimmte Temperatur oberhalb des Solidusbereichs und/oder Liquidusbereichs für das Fluidmaterial **103** liegt. Geeignete Materialien umfassen Metalle, metallische Legierungen, Superlegierungen oder Kombinationen von diesen, sind jedoch nicht darauf beschränkt.

[0036] In einer Ausführungsform enthalten das Basismaterial **101** und das Fluidmaterial **103**, wenn sie zu Legierungen geschmiedet werden, Gamma-Prime-Mikrostrukturen.

[0037] In einer Ausführungsform unterscheidet sich die erste Dichte des Basismaterials **101** von der zweiten Dichte des Fluidmaterials **103**. Der Dichteunterschied bewirkt, dass sich das Basismaterial **101** innerhalb der Form **110** von dem Fluidmaterial **103** abtrennt. Der resultierende Gussartikel **109** wird mit einem ersten Teil **111** und einem zweiten Teil **113** erzeugt. Der erste Teil **111** rührt von dem Basismaterial **101** her, während der zweite Teil **113** von dem Fluidmaterial **103** herrührt. In einer Ausführungsform sind der erste Teil **111** und der zweite Teil **113** gesondert bzw. abgegrenzt und/oder nicht miteinander vermischt in dem Gussartikel **109**. In einer anderen Ausführungsform sind der erste Teil **111** und der erste Teil **113** durch einen Durchmischungsbereich von-

einander getrennt, in dem sowohl der erste Teil **111** als auch der zweite Teil **113** vorhanden sind. In einer Ausführungsform bilden der erste Teil **111** und der zweite Teil **113** ein homogenes Gemisch über den gesamten Gussartikel **109** hinweg. In einer weiteren Ausführungsform enthält der Gussartikel einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich. Der erste Bereich weist einen ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, und der zweite Bereich weist einen zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. In einer Ausführungsform unterscheidet sich der erste Wärmeausdehnungskoeffizient von dem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten.

[0038] Die Geschwindigkeit der Erstarrung (Schritt **106**) kontrolliert die Kornstruktur des Gussartikels **109**, der durch das Verfahren **100** erzeugt wird. Z.B. erzeugt die von einem schnellen Kühlverfahren resultierende Geschwindigkeit in einer Ausführungsform den Gussartikel **109**, der vermehrt gleichachsige Körner **115** im Vergleich zu gerichteten Erstarrungskörnern **115** aufweist, wie in **Fig. 1** veranschaulicht. In einer anderen Ausführungsform erzeugt die von einem entnahmebasierten Kühlverfahren resultierende Geschwindigkeit den Gussartikel **109**, der vermehrte gerichtete Erstarrungskörner **215** im Vergleich zu gleichachsigen Körnern **115** aufweist, wie in **Fig. 2** veranschaulicht.

[0039] Erneut Bezugnehmend auf **Fig. 1** weist die Gießform **110** in einer Ausführungsform eine von unten gespeiste Konfiguration auf. Wie hierin verwendet, entspricht eine richtungsabhängige Formulierung, wie beispielsweise von unten gespeist und unterer Teil, allgemein der Richtung der Schwerkraft. Die von unten gespeiste Konfiguration weist eine Fluidleitung auf, die sich von einer Öffnung in einem unteren Teil **116** der Gießform **110**, im Gegensatz zu einem oberen Teil **118** der Form, aus nach außen erstreckt. In einer Ausführungsform weist die Fluidleitung einen ersten Abschnitt auf, der mit einem zweiten Abschnitt verbunden ist, wobei der erste Abschnitt im Wesentlichen vertikal angeordnet ist und der zweite Abschnitt im Wesentlichen horizontal angeordnet ist. Ein Trichter ist an dem ersten Abschnitt der Fluidleitung angebracht, um Materialien in ein Aufnahmeende des ersten Abschnitts zu leiten. Der zweite Abschnitt leitet ein Material von dem ersten Abschnitt in die Öffnung in dem unteren Teil **116** der Gießform **110** hinein. In einer Ausführungsform ist die Gestalt der Öffnung in dem unteren Teil **116** der Form **110** eine von einem Kreis, einem Quadrat, einem Oval, einem Schlitz oder einem Rechteck, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein. In einer Ausführungsform verdrängt das Fluidmaterial **103** das Basismaterial **101** aus dem unteren Teil **116** der Gießform **110**, indem es das Basismaterial **101** aufwärts drängt. Wie hierin verwendet, entspricht die richtungsabhängige Formulierung, wie beispielsweise aufwärts, von oben gespeist und

oberer Teil, allgemein der zu der Schwerkraft entgegengesetzten Richtung.

[0040] Bezugnehmend auf **Fig. 3** und **Fig. 4** weist die Form **110** in einer Ausführungsform eine von oben gespeiste Konfiguration **312** auf. Die von oben gespeiste Konfiguration **312** leitet das Fluidmaterial **103** zu dem oberen Teil **118** der Gießform **110** über ein trichterförmiges Element ein. Das trichterförmige Element ruht innerhalb des oberen Teils **118** der Gießform **110** und weist eine gekrümmte Lippe zum Leiten des Materials zu der inneren Fläche **320** der Form **110** auf. Das Fluidmaterial **103** weist eine Dichte auf, die kleiner ist als die des Basismaterials **101**, und bleibt oberhalb des Basismaterials **101** in der Form **110**. Das Basismaterial **101** und das Fluidmaterial **103** werden innerhalb der Form **110** gekühlt (Schritt **106**), wodurch ein Gussartikel **109** gebildet wird.

[0041] In einer Ausführungsform ist eine Flussteuereinrichtung mit der Gießform **110** gekoppelt, um eine Steigerung einer Geschwindigkeit der Einleitung des Fluidmaterials **103** (Schritt **104**) zu reduzieren oder zu verhindern. Die Flussteuereinrichtung verhindert, dass eine turbulente Strömung, die durch die Dichte getriebene Trennung zwischen dem Basismaterial **101** und dem Fluidmaterial **103** stört. Bezugnehmend auf **Fig. 1** und **Fig. 2** enthält die Flussteuereinrichtung in einer Ausführungsform z.B. einen Flussbegrenzer **114** in der von unten gespeisten Konfiguration **112**. In einer weiteren Ausführungsform enthält die von unten gespeiste Konfiguration **112** mehrere (nicht veranschaulichte) dichtend verschließbare Durchgänge. Die mehreren Durchgänge sind dichtend verschlossen, wenn sie nicht im Einsatz sind, um einen Rückfluss des Fluidmaterials **103** zu verhindern. Bezugnehmend auf **Fig. 3** und **Fig. 4** enthält die Flussteuereinrichtung in einer Ausführungsform z.B. Vorsprünge **314** entlang einer inneren Fläche **320** der Gießform **110**. Die Vorsprünge **314** sind mehrere halbkreisförmige Elemente, die sich von der Innenfläche **320** der Gießform **110** aus nach innen erstrecken. Die Vorsprünge **314** sind horizontal auf der inneren Fläche **320** ausgerichtet und erstrecken sich entlang der Länge der inneren Fläche **320**, wobei jeder Vorsprung **314** zu einem gewundenen Pfad beiträgt, der dazu dient, eine Erhöhung einer Durchflussrate des Fluidmaterials **103** zu verhindern. Während das Fluidmaterial **103** entlang der inneren Fläche **320** fließt, verlangsamen die Vorsprünge **314** die Strömungsgeschwindigkeit.

[0042] Bezugnehmend auf **Fig. 3** und **Fig. 4** wird/ werden in einer Ausführungsform ein oder mehrere zusätzliche Fluidmaterialien **301** in die Form **110** eingeleitet. Das/die zusätzliche(n) Fluidmaterial(ien) **301** bildet (bilden) einen zusätzlichen Teil **311** des Gussartikels **109**. Wie erkannt wird, sind die zusätzlichen Fluidmaterialien **301** die gleichen Materialien, die gleichen Arten von Materialien, unterschiedliche

Materialien oder unterschiedliche Materialienarten im Vergleich zu dem Fluidmaterial **103** und/oder zueinander.

[0043] In einer Ausführungsform weist die Zusammensetzung des Basismaterials **101** und/oder des Fluidmaterials **103**, auf das Gewicht bezogen, weniger als 0,12% Kohlenstoff, weniger als etwa 0,01% Silizium, weniger als etwa 0,001% Mangan, weniger als etwa 5,72% Aluminium, weniger als etwa 0,02% Bor, weniger als etwa 0,1% Kolumbium, weniger als etwa 9,4% Kobalt, weniger als etwa 5,6% Chrom, weniger als etwa 0,002% Kupfer, weniger als etwa 0,02% Eisen, weniger als etwa 1,5% Hafnium, weniger als etwa 0,52% Molybdän, weniger als etwa 3,0% Rhenium, weniger als etwa 6,2% Tantal, weniger als etwa 0,2% Titan, weniger als etwa 8,5% Wolfram, weniger als etwa 0,013% Zirkonium, zufällige Verunreinigungen und als Rest Nickel auf.

[0044] In einer Ausführungsform weist die Zusammensetzung des Basismaterials **101** und/oder des Fluidmaterials **103**, bezogen auf das Gewicht, zwischen etwa 0,07% und etwa 0,10% Kohlenstoff, zwischen etwa 8,0% und etwa 8,7% Chrom, zwischen etwa 9,0% und etwa 10,0% Kobalt, zwischen etwa 0,4% und etwa 0,6% Molybdän, zwischen etwa 9,3% und etwa 9,7% Wolfram, zwischen etwa 2,8% und etwa 3,3% Tantal, zwischen etwa 0,6% und etwa 0,9% Titan, zwischen etwa 5,25% und etwa 5,75% Aluminium, zwischen etwa 0,01% und etwa 0,02% Bor, zwischen etwa 1,3% und etwa 1,7% Hafnium, bis zu etwa 0,1% Mangan, bis zu etwa 0,12% Silizium, bis zu etwa 0,01% Phosphor, bis zu etwa 0,004% Schwefel, zwischen etwa 0,005% und etwa 0,02% Zirkonium, bis zu etwa 0,1% Niob, bis zu etwa 0,1% Vanadium, bis zu etwa 0,1% Kupfer, bis zu etwa 0,2% Eisen, bis zu etwa 0,003% Mangan, bis zu etwa 0,002% Sauerstoff, bis zu etwa 0,002% Stickstoff und als Rest Nickel sowie zufällige Verunreinigungen auf.

[0045] In einer Ausführungsform weist die Zusammensetzung des Basismaterials **101** und/oder des Fluidmaterials **103**, bezogen auf das Gewicht, zwischen etwa 0,09% und etwa 0,13% Kohlenstoff, zwischen etwa 15,70% und etwa 16,30% Chrom, zwischen etwa 8,00% und etwa 9,00% Kobalt, zwischen etwa 1,50% und etwa 2,00% Molybdän, zwischen etwa 2,40% und etwa 2,80% Wolfram, zwischen etwa 1,50% und etwa 2,00% Tantal, zwischen etwa 0,60% und etwa 1,10% Kolumbium, zwischen etwa 3,20% und etwa 3,70% Titan, zwischen etwa 3,20% und etwa 3,70% Aluminium, zwischen etwa 0,005% und etwa 0,020% Bor, zwischen etwa 0,015% und etwa 0,050% Zirkonium, bis zu etwa 0,35% Eisen, bis zu etwa 0,10% Mangan, bis zu etwa 0,30% Silizium, bis zu etwa 0,007% Schwefel und als Rest Nickel auf.

[0046] In einer Ausführungsform weist die Zusammensetzung des Basismaterials **101** und/oder des

Fluidmaterials **103**, bezogen auf das Gewicht, weniger als etwa 15% Chrom, weniger als etwa 9,6% Kobalt, weniger als etwa 3,9% Wolfram, weniger als etwa 1,6% Molybdän, weniger als etwa 5,0% Titan, weniger als etwa 3,1% Aluminium, weniger als etwa 0,2% Kohlenstoff, weniger als etwa 0,02% Bor, weniger als etwa 2,9% Tantal und als Rest Nickel auf.

[0047] Während die Erfindung in Bezug auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben ist, wird von Fachleuten auf dem Gebiet verstanden, dass verschiedene Veränderungen vorgenommen werden können und Elemente durch ihre Äquivalente ersetzt werden können, ohne dass von dem Umfang der Erfindung abgewichen wird. Außerdem können viele Modifikationen vorgenommen werden, um eine bestimmte Situation oder ein bestimmtes Material an die Lehren der Erfindung anzupassen, ohne von deren wesentlichem Umfang abzuweichen. Folglich besteht die Absicht, dass die Erfindung nicht auf die bestimmte Ausführungsform, die als die beste Ausführungsart, die zur Ausführung dieser Erfindung vorgesehen ist, offenbart ist, beschränkt sein soll, sondern dass die Erfindung alle in den Umfang der beigefügten Ansprüche fallenden Ausführungsformen umfasst.

[0048] Es sind ein Gießverfahren, ein Gussartikel und ein Gießsystem offenbart. Das Gießverfahren enthält ein Bereitstellen eines Basismaterials in einer Form, Einleiten eines Fluidmaterials in die Form und Erstarrenlassen des Basismaterials und des Fluidmaterials, um einen Gussartikel zu bilden. Das Basismaterial weist eine erste Dichte und eine Zusammensetzung auf. Das Fluidmaterial weist eine zweite Dichte und eine zweite Zusammensetzung auf. Die erste Dichte unterscheidet sich von der zweiten Dichte, oder die erste Zusammensetzung unterscheidet sich von der zweiten Zusammensetzung, oder die erste Dichte unterscheidet sich von der zweiten Dichte und die erste Zusammensetzung unterscheidet sich von der zweiten Zusammensetzung. Der Gussartikel enthält ein erstes erstarrtes Material aus dem Basismaterial und ein zweites erstarrtes Material aus dem Fluidmaterial. Das Gießsystem enthält eine Form zur Aufnahme eines Basismaterials und eine Einspeiseeinrichtung mit einer Flusststeuer-einrichtung, um ein Fluidmaterial in die das Basismaterial enthaltende Form einzuleiten.

Patentansprüche

1. Gießverfahren, das aufweist:

Bereitstellen eines Basismaterials in einer Form, wobei das Basismaterial eine erste Dichte und eine erste Zusammensetzung aufweist;
Leiten eines Fluidmaterials in die Form, wobei das Fluidmaterial eine zweite Dichte und eine zweite Zusammensetzung aufweist; und
Erstarrenlassen des Basismaterials und des Fluidmaterials, um einen Gussartikel zu bilden;

wobei die erste Dichte sich von der zweiten Dichte unterscheidet, die erste Zusammensetzung sich von der zweiten Zusammensetzung unterscheidet oder die erste Dichte sich von der zweiten Dichte unterscheidet und die erste Zusammensetzung sich von der zweiten Zusammensetzung unterscheidet.

2. Gießverfahren nach Anspruch 1, wobei das Basismaterial einen ersten Teil des Gussartikels bildet und das Fluidmaterial einen zweiten Teil des Gussartikels bildet.

3. Gussverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Gussartikel einen ersten Bereich mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten und einen zweiten Bereich mit einem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, wobei sich der erste Wärmeausdehnungskoeffizient von dem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten unterscheidet.

4. Gießverfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gussartikel eine größere Konzentration von gleichachsigen Körnern im Vergleich zu gerichteten Erstarrungskörnern aufweist; und/oder wobei der Gussartikel eine größere Konzentration von gerichteten Erstarrungskörnern als gleichachsigen Körnern aufweist.

5. Gießverfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Form eine von unten gespeiste Form ist und/oder wobei die Form eine von oben gespeiste Form ist.

6. Gießverfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Form mit einer Geschwindigkeit abgekühlt wird, die eine größere Konzentration von gleichachsigen Körnern im Vergleich zu gerichteten Erstarrungskörnern erzeugt, und/oder wobei die Form mit einer Geschwindigkeit abgekühlt wird, die eine größere Konzentration von gerichteten Erstarrungskörnern im Vergleich zu gleichachsigen Körnern erzeugt.

7. Gießverfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, das eine Flusststeuer-einrichtung aufweist, die mit der Form gekoppelt ist, und/oder wobei die Flusststeuer-einrichtung einen Flussbegrenzer zur Reduktion oder Verhinderung einer Erhöhung einer Rate der Einleitung des Fluidmaterials enthält, und/oder wobei die Flusststeuer-einrichtung Vorsprünge zur Reduktion oder Verhinderung einer Erhöhung einer Rate der Einleitung des Fluidmaterials enthält.

8. Gießverfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fluidmaterial, das eine kleinere Dichte als das Basismaterial aufweist, in die von oben gespeiste Form eingeleitet wird, oder wobei das Fluidmaterial, das eine größere

Dichte als das Basismaterial aufweist, in die von unten gespeiste Form eingeleitet wird.

9. Gießverfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, das ein Einleiten eines zusätzlichen Materials in die Form aufweist, und/oder wobei das zusätzliche Material eine Dichte und eine Zusammensetzung aufweist, die sich von der Dichte und der Zusammensetzung des Basismaterials und der Dichte und Zusammensetzung des Fluidmaterials unterscheiden; und/oder wobei das Basismaterial eine Superlegierung ist; und/oder wobei das Fluidmaterial eine Superlegierung ist.

10. Gussartikel, der aufweist:
ein erstes erstarrtes Material aus einem Basismaterial, wobei das Basismaterial eine erste Dichte und eine erste Zusammensetzung aufweist; und
ein zweites erstarrtes Material aus einem Fluidmaterial, wobei das Fluidmaterial eine zweite Dichte und eine zweite Zusammensetzung aufweist;
wobei die erste Dichte sich von der zweiten Dichte unterscheidet, die erste Zusammensetzung sich von der zweiten Zusammensetzung unterscheidet oder die erste Dichte sich von der zweiten Dichte unterscheidet und die erste Zusammensetzung sich von der zweiten Zusammensetzung unterscheidet.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

100

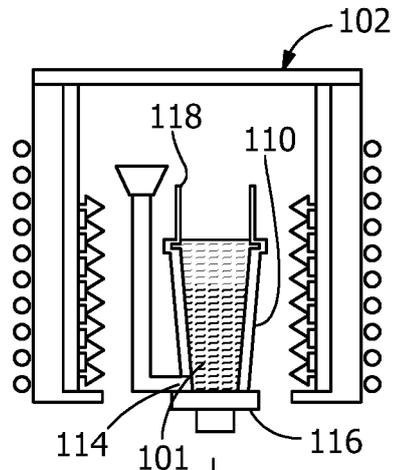
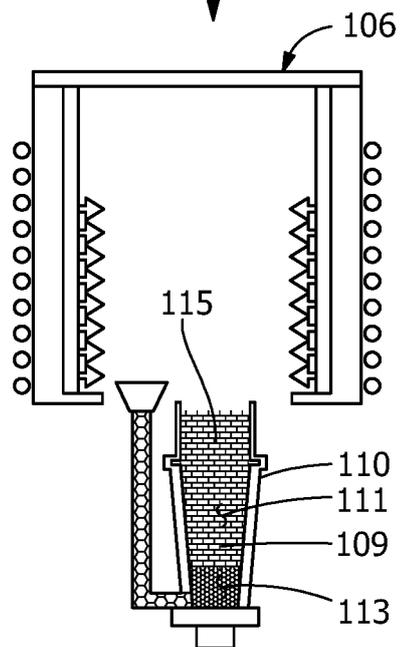
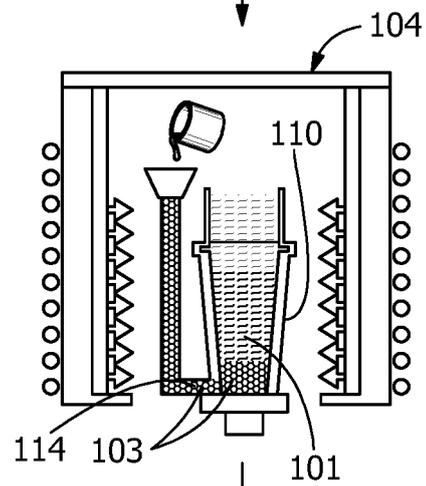


FIG. 1



100

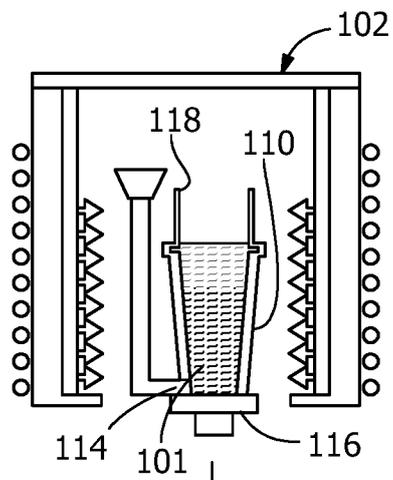
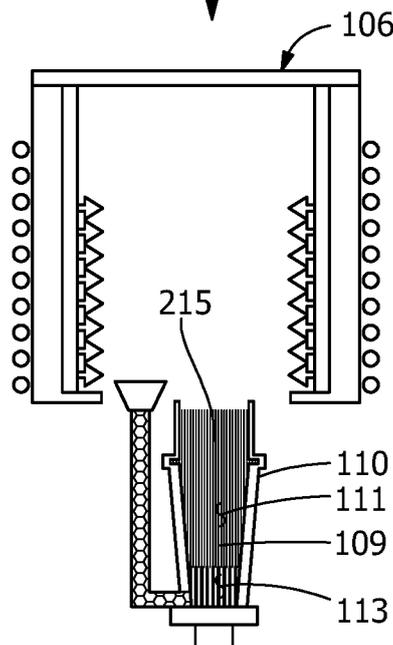
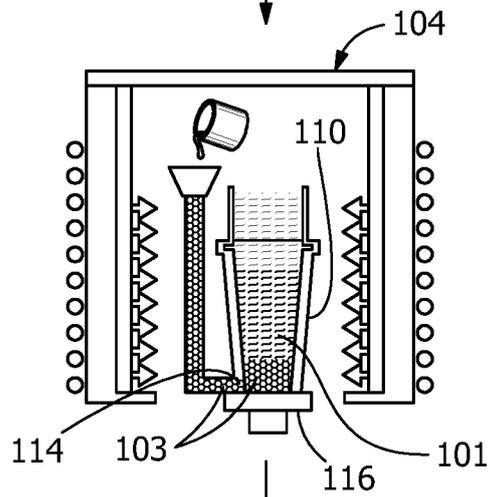


FIG. 2



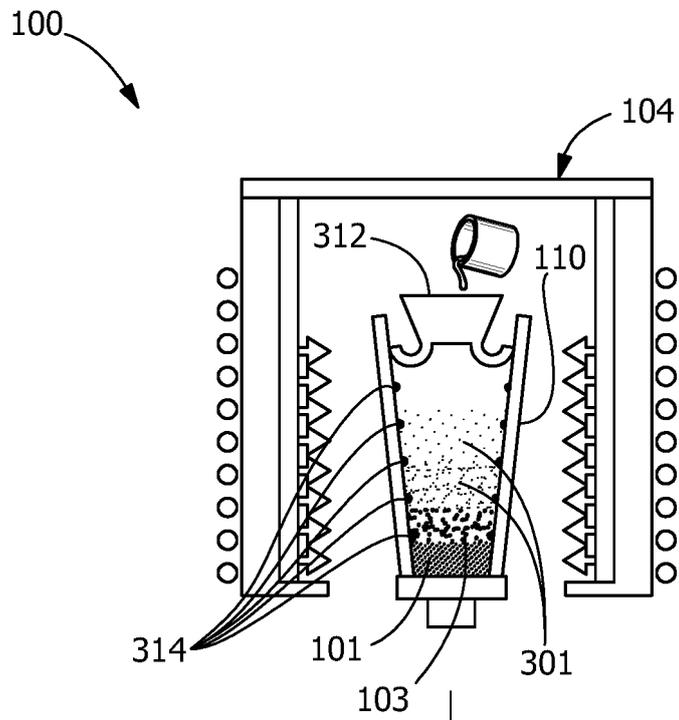
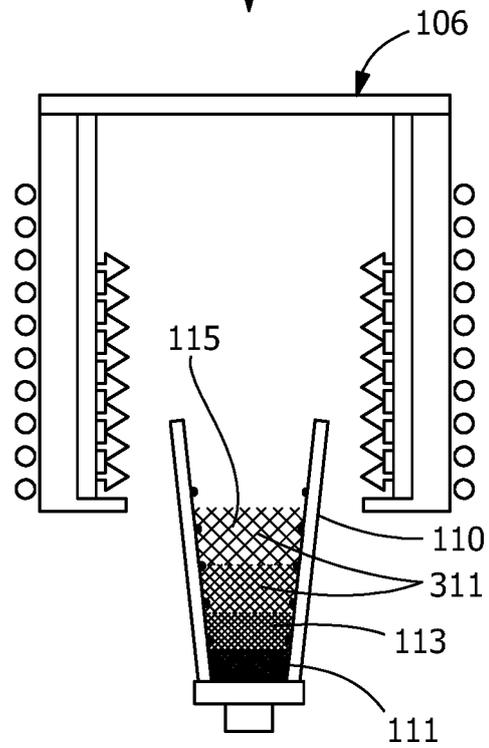


FIG. 3



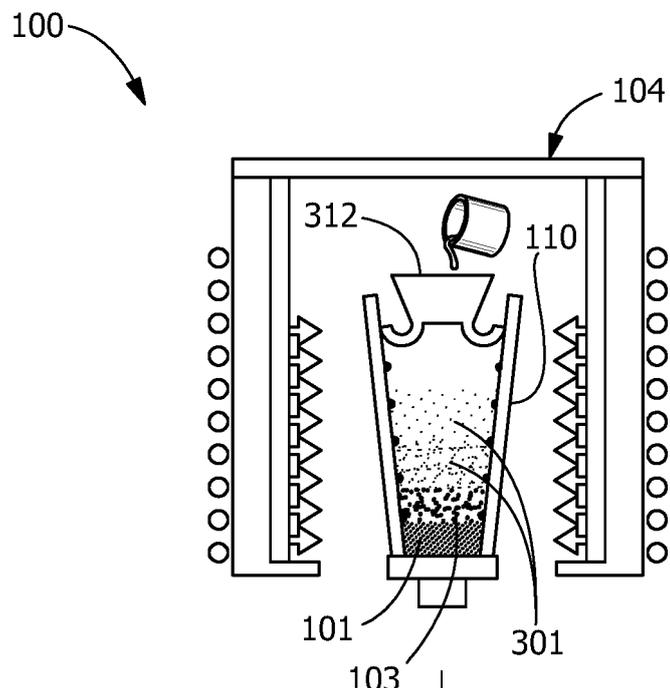


FIG. 4

