



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 02 707 863 T1** 2004.07.15

(12)

Veröffentlichung der Patentansprüche

der europäischen Patentanmeldung mit der
(97) Veröffentlichungsnummer: **1 377 690**
in deutscher Übersetzung (Art. II § 2 Abs. 1 IntPatÜG)
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/05510**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 707 863.3**
(86) PCT-Anmeldetag: **25.02.2002**
(97) Veröffentlichungstag
der europäischen Anmeldung: **07.01.2004**
(46) Veröffentlichungstag der Patentansprüche
in deutscher Übersetzung: **15.07.2004**

(51) Int Cl.⁷: **C22B 9/18**

(30) Unionspriorität:
802064 **08.03.2001** **US**

(71) Anmelder:
ATI Properties, Inc., Albany, Oreg., US

(72) Erfinder:
**BOND, J., Betsy, Monroe, US; JACKMAN, A.,
Laurence, Monroe, US; BALLANTYNE, Stewart, A.,
Charlotte, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen einer Superlegierung auf Nickelbasis**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen einer Superlegierung auf Nickelbasis, welche im Wesentlichen frei von positiver und negativer Seigerung ist, wobei das Verfahren umfasst:

Gießen einer Legierung, die eine Superlegierung auf Nickelbasis ist, mit einer Gießform,

Glühen und Überaltern der Legierung durch Erwärmen der Legierung bei mindestens 1200°F (649°C) mindestens 10 Stunden lang,

Elektroschlacke-Umschmelzen der Legierung bei einer Schmelzgeschwindigkeit von mindestens 8 lbs/min (3,63 kg/min),

Transportieren der Legierung zu einem Heizofen innerhalb von 4 Stunden einer vollständigen Erstarrung,

Halten der Legierung im Heizofen auf einer ersten Temperatur von 600°F (316°C) bis 1800°F (982°C) mindestens 10 Stunden lang,

Erhöhen der Ofentemperatur von der ersten Temperatur auf eine zweite Temperatur von mindestens 2125°F (1163°C) derart, dass Wärmebeanspruchungen innerhalb der Legierung unterbunden werden,

Halten auf der zweiten Temperatur mindestens 10 Stunden lang,

Vakuum-Lichtbogen-Umschmelzen (VAR) einer VAR-Elektrode der Legierung bei einer Schmelzgeschwindigkeit von 8 bis 11 lbs/min (3,63 bis...

Patentansprüche

Verunreinigungen.

1. Verfahren zum Herstellen einer Superlegierung auf Nickelbasis, welche im Wesentlichen frei von positiver und negativer Seigerung ist, wobei das Verfahren umfasst:

Gießen einer Legierung, die eine Superlegierung auf Nickelbasis ist, mit einer Gießform,
Glühen und Überaltern der Legierung durch Erwärmen der Legierung bei mindestens 1200°F (649°C) mindestens 10 Stunden lang,
Elektroschlacke-Umschmelzen der Legierung bei einer Schmelzgeschwindigkeit von mindestens 8 lbs/min (3,63 kg/min),
Transportieren der Legierung zu einem Heizofen innerhalb von 4 Stunden einer vollständigen Erstarrung,
Halten der Legierung im Heizofen auf einer ersten Temperatur von 600°F (316°C) bis 1800°F (982°C) mindestens 10 Stunden lang,
Erhöhen der Ofentemperatur von der ersten Temperatur auf eine zweite Temperatur von mindestens 2125°F (1163°C) derart, dass Wärmebeanspruchungen innerhalb der Legierung unterbunden werden,
Halten auf der zweiten Temperatur mindestens 10 Stunden lang,
Vakuum-Lichtbogen-Umschmelzen (VAR) einer VAR-Elektrode der Legierung bei einer Schmelzgeschwindigkeit von 8 bis 11 lbs/min (3,63 bis 5 kg/min), um einen VAR-Block zu schaffen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der VAR-Block einen Durchmesser von mehr als 30 Inch (762 mm) hat.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der VAR-Block einen Durchmesser von mindestens 36 Inch (914 mm) hat.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Gewicht des VAR-Blocks größer als 21.500 lbs (9772 kg) ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Legierung auf Nickelbasis entweder die Legierung **718** oder die Legierung **706** ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Legierung auf Nickelbasis aufweist (in Masseprozent):
etwa 50,0 bis etwa 55,0% Nickel,
etwa 17 bis etwa 21,0% Chrom,
0 bis etwa 0,08% Kohlenstoff,
0 bis etwa 0,35% Mangan,
0 bis etwa 0,35% Silizium,
etwa 2,8 bis etwa 3,3% Molybdän,
mindestens Niob und/oder Tantal, wobei die Summe von Niob und Tantal etwa 4,75 bis etwa 5,5% beträgt,
etwa 0,65 bis etwa 1,15% Titan,
etwa 0,20 bis etwa 0,8% Aluminium,
0 bis etwa 0,006% Bor sowie Eisen und anfallende

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Legierung auf Nickelbasis im Wesentlichen besteht aus (in Masseprozent):

etwa 54,0% Nickel,
etwa 0,5% Aluminium,
etwa 0,01% Kohlenstoff,
etwa 5,0% Niob,
etwa 18,0% Chrom,
etwa 3,0% Molybdän,
etwa 0,9% Titan sowie Eisen und anfallende Verunreinigungen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Gießen der Legierung auf Nickelbasis das Schmelzen und wahlweise das Verfeinern der Legierung mindestens mittels Vakuum-Induktionsschmelzen, Argon-Sauerstoff-Entkohlung und/oder Vakuum-Sauerstoff-Entkohlung umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Glühen und Überaltern der Legierung das Erwärmen der Legierung auf mindestens 1200°F (649°C) mindestens 18 Stunden lang umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Glühen und Überaltern der Legierung das Erwärmen der Legierung auf mindestens 1550°F (843°C) mindestens 10 Stunden lang umfasst.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Elektroschlacke-Umschmelzen der Legierung das Elektroschlacke-Umschmelzen bei einer Schmelzgeschwindigkeit von mindestens 10 lbs/min (4,54 kg/min) umfasst.

12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Halten der Legierung im Heizofen das Halten der Legierung bei einer Ofentemperatur von mindestens 600°F (316°C) bis zu 1800°F (982°C) über mindestens 20 Stunden umfasst.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Halten der Legierung im Heizofen das Halten der Legierung bei einer Ofentemperatur von mindestens 900°F (482°C) bis zu 1800°F (982°C) über mindestens 10 Stunden umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Erhöhen der Ofentemperatur das Erhöhen der Ofentemperatur von der ersten Temperatur auf die zweite Temperatur in mehreren Stufen umfasst, aufweisend das Erhöhen der Ofentemperatur von der ersten Temperatur um nicht mehr als 100°F/h (55,6°C/h) auf eine Zwischentemperatur und weiteres Erhöhen der Ofentemperatur um nicht mehr als 200°F/h (111°C/h) von der Zwischentemperatur auf die zweite Temperatur.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die erste Temperatur weniger als 1000°F (583°C) beträgt und die Zwischentemperatur mindestens 1000°F (583°C).

16. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste Temperatur weniger als 1400°F (760°C) beträgt und die Zwischentemperatur mindestens 1400°F (760°C).

17. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zweite Temperatur mindestens 2175°F (1191°C) beträgt.

18. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Legierung auf der zweiten Temperatur mindestens 25 Stunden lang gehalten wird.

19. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Elektroschlack-Umschmelzen (ESR) der Legierung einen ESR-Block mit einem Durchmesser schafft, der größer als ein gewünschter Durchmesser der VAR-Elektrode ist, wobei das Verfahren anschließend an das Halten auf der zweiten Temperatur des Weiteren umfasst:
mechanisches Bearbeiten des ESR-Blocks, um die Abmessungen des Blocks zu ändern und um eine VAR-Elektrode mit dem gewünschten Durchmesser zu schaffen.

20. Verfahren nach Anspruch 14, des Weiteren umfassend, anschließend an das Halten der Legierung auf der zweiten Temperatur und vor dem mechanischen Bearbeiten des ESR-Blocks:
Abkühlen der Legierung auf eine mechanische Bearbeitungstemperatur bei einer Abkühlgeschwindigkeit von nicht mehr als 200°F/h (111°C/h).

21. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend, anschließend an das Halten der Legierung auf der zweiten Temperatur und vor dem Vakuum-Lichtbogen-Umschmelzen der VAR-Elektrode:
Abkühlen der Legierung von der zweiten Temperatur auf Raumtemperatur mittels eines Abkühlvorgangs, umfassend das Verringern der Ofentemperatur bei einer Geschwindigkeit von nicht mehr als 200°F/h (111°C/h) von der zweiten Temperatur auf eine erste Zwischentemperatur von nicht mehr als 1750°C (982°C) und Halten auf der ersten Zwischentemperatur mindestens 10 Stunden lang.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei das Abkühlen der Legierung des Weiteren umfasst:
Verringern der Ofentemperatur bei einer Geschwindigkeit von nicht mehr als 150°F/h (83,3°C/h) von der ersten Zwischentemperatur auf eine zweite Zwischentemperatur von nicht mehr als 1400°F (760°C) und Halten auf der zweiten Zwischentemperatur mindestens 5 Stunden lang.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei anschlie-

ßend an das Halten auf der zweiten Zwischentemperatur die Legierung an der Luft etwa auf Raumtemperatur abgekühlt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend, anschließend an das Halten auf der zweiten Temperatur und vor dem mechanischen Bearbeiten des ESR-Blocks:

Abkühlen der Legierung von der zweiten Temperatur etwa auf Raumtemperatur derart, dass Wärmebeanspruchungen in der Legierung unterbunden werden und Erwärmen der Legierung auf eine geeignete mechanische Bearbeitungstemperatur derart, dass Wärmebeanspruchungen in der Legierung unterbunden werden.

25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei das Erwärmen der Legierung auf eine geeignete mechanische Bearbeitungstemperatur umfasst:

Erwärmen der Legierung in einem Heizofen bei einer Ofentemperatur von mindestens 500°F (260°C) mindestens 2 Stunden lang,

Erhöhen der Ofentemperatur um mindestens etwa 20°F/h (11,1°C/h) auf mindestens 800°F (427°C),
weiteres Erhöhen der Ofentemperatur um mindestens etwa 30°F/h (16,7°C/h) auf mindestens 1220°F (649°C) und

weiteres Erhöhen der Ofentemperatur um mindestens 40°F/h (22,2°C/h) auf eine Temperatur von mindestens 2025°C (1107°C) und Halten auf der Temperatur, bis die Legierung insgesamt eine im Wesentlichen gleichförmige Temperatur erreicht.

26. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der ESR-Block einen Durchmesser von etwa 34 Inch (864 mm) bis etwa 40 Inch (1016 mm) hat und die VAR-Elektrode einen kleineren Durchmesser von nicht mehr als etwa 34 Inch (864 mm).

27. Verfahren zum Herstellen einer Legierung auf Nickelbasis, welche im Wesentlichen frei von positiver und negativer Seigerung ist, wobei das Verfahren umfasst:

Gießen einer Legierung auf Nickelbasis in einer Gießform, wobei die Superlegierung auf Nickelbasis die Legierung 718 ist,

Glühen und Überaltern der Legierung durch Erwärmen der Legierung auf mindestens 1550°F (843°C) mindestens 10 Stunden lang,

Elektroschlack-Umschmelzen der Legierung bei einer Schmelzgeschwindigkeit von mindestens 10 lbs/min (4,54 kg/min),

Transportieren der Legierung zu einem Heizofen innerhalb von 4 Stunden einer vollständigen Erstarrung nach dem Elektroschlack-Umschmelzen,

Halten der Legierung im Heizofen bei einer ersten Temperatur von 900°F (482°C) bis 1800°F (982°C) mindestens 10 Stunden lang,

Erhöhen der Ofentemperatur um nicht mehr als 100°F/h (55,6°C/h) auf eine Zwischenofentemperatur

und weiteres Erhöhen der Ofentemperatur um nicht mehr als 200°F/h (111 °C/h) von der Zwischenofentemperatur auf eine zweite Ofentemperatur von mindestens 2125°F (1163°C) und Halten auf der zweiten Temperatur mindestens 10 Stunden lang und Vakuum-Lichtbogen-Umschmelzen (VAR) einer VAR-Elektrode der Legierung bei einer Schmelzgeschwindigkeit von 9 bis 10,25 lbs/min (4,09 bis 4,66 kg/min), um einen VAR-Block zu schaffen.

28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei der VAR-Block einen Durchmesser von mehr als 30 Inch (762 mm) hat.

29. Verfahren nach Anspruch 27, wobei der VAR-Block einen Durchmesser von mindestens 36 Inch (914 mm) hat.

30. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das Gewicht des VAR-Blocks größer als 21.500 lbs (9772 kg) ist.

31. Verfahren nach Anspruch 27, wobei die Legierung auf Nickelbasis aufweist (in Masseprozent): etwa 50,0 bis etwa 55,0% Nickel, etwa 17 bis etwa 21,0% Chrom, 0 bis etwa 0,08% Kohlenstoff, 0 bis etwa 0,35% Mangan, 0 bis etwa 0,35% Silizium, etwa 2,8 bis etwa 3,3% Molybdän, mindestens Niob und/oder Tantal, wobei die Summe von Niob und Tantal etwa 4,75 bis etwa 5,5% beträgt, etwa 0,65 bis etwa 1,15% Titan, etwa 0,20 bis etwa 0,8% Aluminium, 0 bis etwa 0,006% Bor sowie Eisen und anfallende Verunreinigungen.

32. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das Elektroschlack-Umschmelzen (ESR) der Legierung einen ESR-Block mit einem Durchmesser schafft, der größer als ein gewünschter Durchmesser der VAR-Elektrode ist, wobei das Verfahren des Weiteren umfasst:

Abkühlen der Legierung von der zweiten Temperatur auf eine geeignete mechanische Bearbeitungstemperatur und dann mechanisches Bearbeiten der Legierung, um eine VAR-Elektrode mit dem gewünschten Durchmesser zu schaffen.

33. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das Elektroschlack-Umschmelzen (ESR) der Legierung einen ESR-Block mit einem Durchmesser schafft, der größer als ein gewünschter Durchmesser der VAR-Elektrode ist, wobei das Verfahren des Weiteren umfasst:

Abkühlen der Legierung von der zweiten Temperatur etwa auf Raumtemperatur in der Weise, dass Wärmebeanspruchungen in der Legierung unterbunden

werden, Erwärmen der Legierung auf eine geeignete mechanische Bearbeitungstemperatur in der Weise, dass Wärmebeanspruchungen in der Legierung unterbunden werden, mechanisches Bearbeiten der Legierung, um eine VAR-Elektrode mit dem gewünschten Durchmesser zu schaffen.

34. Ein VAR-Block einer Legierung auf Nickelbasis, der mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 27 hergestellt worden ist.

35. Ein VAR-Block einer Legierung auf Nickelbasis, umfassend (in Masseprozent): etwa 50,0 bis etwa 55,0% Nickel, etwa 17 bis etwa 21,0% Chrom, 0 bis etwa 0,08% Kohlenstoff, 0 bis etwa 0,35% Mangan, 0 bis etwa 0,35% Silizium, etwa 2,8 bis etwa 3,3% Molybdän, mindestens Niob und/oder Tantal, wobei die Summe von Niob und Tantal etwa 4,75 bis etwa 5,5% beträgt, etwa 0,65 bis etwa 1,15% Titan, etwa 0,20 bis etwa 0,8% Aluminium, 0 bis etwa 0,006% Bor sowie Eisen und anfallende Verunreinigungen, wobei der Block einen Durchmesser von mehr als 30 Inch hat.

36. Der VAR-Block nach Anspruch 35, wobei der Block einen Durchmesser von mehr als 36 Inch hat.

37. Der VAR-Block nach Anspruch 35, wobei der Block mehr als 21.500 lbs (9772 kg) wiegt.

38. Der VAR-Block nach Anspruch 36, wobei die Legierung auf Nickelbasis die Legierung **718** ist.

39. Ein Block einer Legierung auf Nickelbasis, umfassend (in Masseprozent): etwa 50,0 bis etwa 55,0% Nickel, etwa 17 bis etwa 21,0% Chrom, 0 bis etwa 0,08% Kohlenstoff, 0 bis etwa 0,35% Mangan, 0 bis etwa 0,35% Silizium, etwa 2,8 bis etwa 3,3% Molybdän, mindestens Niob und/oder Tantal, wobei die Summe von Niob und Tantal etwa 4,75 bis etwa 5,5% beträgt, etwa 0,65 bis etwa 1,15% Titan, etwa 0,20 bis etwa 0,8% Aluminium, 0 bis etwa 0,006% Bor sowie Eisen und anfallende Verunreinigungen, wobei der Block einen Durchmesser von mehr als 30 Inch hat und im Wesentlichen frei von negativer Seigerung sowie frei von „Freckles“ (Sommersprossen) ist und im Wesentlichen frei von einer anderen positiven Seigerung.

40. Der Block nach Anspruch 39, wobei der Block einen Durchmesser von mindestens 36 Inch hat.

41. Der Block nach Anspruch 39, wobei der Block mehr als 21.500 lbs (9772 kg) wiegt.

42. Der Block nach Anspruch 39, wobei die Legierung auf Nickelbasis die Legierung **718** ist.

43. Herstellungsgegenstand gefertigt aus dem Block nach Anspruch 39.

44. Herstellungsgegenstand nach Anspruch 43, wobei der Herstellungsgegenstand eine rotierende Komponente für eine Luft- und Raumfahrtturbine oder für eine landgestützte Turbine ist.

45. Verfahren zum Schaffen eines Herstellungsgegenstands, wobei das Verfahren umfasst:
Schaffen eines Blocks nach einem der Ansprüche 35 und 39,
Herstellen des Herstellungsgegenstands aus dem Block.

46. Verfahren nach Anspruch 45, wobei der Herstellungsgegenstand eine rotierende Komponente für eine Luft- und Raumfahrtturbine oder für eine landgestützte Turbine ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen