

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/46108 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C03B** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INSTITUT FÜR FESTKÖRPER- UND WERKSTOFFFORSCHUNG DRESDEN E.V.** [DE/DE]; HELMHOLTZSTR. 20, 01069 DRESDEN (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04648
- (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Dezember 2001 (05.12.2001) (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **DE BOER, Bernd** [DE/DE]; Vogelsteinstr. 14, 01219 Dresden (DE).
HOLZAPFEL, Bernhard [DE/DE]; Kirchweg 23 A, 01731 Kreischa (DE). **RISSE, Gunter** [DE/DE]; Vetschauer Str. 27, 01237 Dresden (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
100 61 399.3 7. Dezember 2000 (07.12.2000) DE
100 61 398.5 7. Dezember 2000 (07.12.2000) DE
- (74) **Anwalt: RAUSCHENBACH, Dieter**; PF 270175, 01172 Dresden (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (national): CN, JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METAL STRIP FOR EPITAXIAL COATINGS AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) **Bezeichnung:** METALLBAND FÜR EPITAKTISCHE BESCHICHTUNGEN UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

(57) **Abstract:** The aim of the invention is to provide a metal strip for epitaxial coating with a biaxially textured layer, this metal strip, however, being able to be produced in an uncomplicated manner and having a high tensile strength, low magnetic losses and/or a high electrical conductivity. According to the invention, the metal strip is comprised of Ni, Cu, Ag or alloys thereof all serving as basic material, whereby the one-layer metal strip and, in the instance of a multilayer metal strip, at least one of its layers contains 10 nm to 5 µm large, strength-increasing dispersoids comprised of carbides, borides, oxides and/or of nitrides with a volume proportion ranging from 0.1 to 5 %. In the instance of a multilayer metal strip, the layers form a composite, and at least one of the layers does not contain any dispersoids and has a biaxial texture. For the production, a starting material is used, which is comprised of Ni, Cu, Ag or of alloys thereof all serving as basic material and which contains 0.2 to 5 atom percent of an additive comprised of oxidizable, nitridable, boridable and/or carbidable elements. A one-layer or a multilayer strip is produced from this starting material by means of deforming methods, whereby for producing the multilayer metal strip, a basic material that does not contain the aforementioned additive is used as one of its layers. Afterwards, the strip is subjected to a recrystallization annealing in order to form a cubical texture. Finally, the strip is subjected to an annealing under an oxygen, nitrogen, boron or carbon partial pressure, which is greater than the equilibrium partial pressure of oxides, nitrides, borides and carbides of the additive elements contained in the alloy, but is less than the equilibrium partial pressure of oxides, nitrides, borides and carbides of the basic elements Ni, Cu and Ag of the strip alloy.

(57) **Zusammenfassung:** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein unproblematisch herstellbares Metallband für die epitaktische Beschichtung mit einer biaxial texturierten Schicht zu schaffen, das eine hohe Zugfestigkeit, geringe magnetische Verluste und/oder eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweist. Erfindungsgemäß besteht das Metallband aus Ni, Cu, Ag oder deren Legierungen als Basiswerkstoff, wobei das einschichtige Metallband und beim mehrschichtigen Metallband wenigstens eine seiner Schichten 10 nm bis 5 µm große, festigkeitssteigernde Dispersoide aus Carbiden, Boriden, Oxiden und/oder Nitriden mit einem Volumenanteil von 0,1 bis 5 % enthält, und wobei beim mehrschichtigen Metallband die Schichten einen Verbund bilden und wenigstens eine der Schichten dispersoidfrei ist und eine biaxiale Textur aufweist. Zur Herstellung wird ein Ausgangswerkstoff verwendet, der aus Ni, Cu, Ag oder deren Legierungen als Basiswerkstoff besteht und der 0,2 bis 5 Atom-% eines Zusatzes aus oxidierbaren, nitridierbaren, boridierbaren und/oder karbidierbaren Elementen enthält. Aus diesem Ausgangswerkstoff wird mittels Umformverfahren ein einschichtiges oder ein mehrschichtiges Band hergestellt, wobei für die Herstellung des mehrschichtigen Metallbandes für wenigstens eine seiner Schichten ein Basiswerkstoff ohne den vorbenannten Zusatz verwendet wird. Danach wird das Band zur Ausbildung einer Würfeltextur einer Rekristallisationsglühung unterworfen. Schließlich wird das Band einer Glühung unter einem Sauerstoff-, Stickstoff-, Bor- oder Kohlenstoffpartialdruck ausgesetzt, der oberhalb des Gleichgewichtspartialdrucks der Oxide, Nitride, Boride und Carbide der in der Legierung enthaltenen Zusatzelemente jedoch unterhalb des Gleichgewichtspartialdrucks von Oxiden, Nitriden, Boriden und Karbiden der Grundelemente Ni, Cu und Ag der Bandlegierung liegt.

WO 02/46108 A2



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

5

Metallband für epitaktische Beschichtungen und Verfahren zu dessen Herstellung

10

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein ein- oder mehrschichtiges Metallband für die epitaktische Beschichtung mit einer
15 biaxial texturierten Schicht und ein Verfahren zur Herstellung derartiger Metallbänder. Derartige Bänder können vorteilhaft als Trägerband für die Abscheidung biaxial texturierter Schichten aus $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ -Hochtemperatur-Supraleitermaterial verwendet werden.

20

Stand der Technik

Es sind bereits Metallbänder auf der Basis von Ni, Cu und Ag bekannt, die sich für die epitaktische Beschichtung mit einer
25 biaxial texturierten Schicht eignen (US 5 739 086; US 5 741 377; US 5 964 966; US 5 968 877). Sie werden durch Kaltwalzen mit einem Verformungsgrad über 95% und anschließende Rekristallisationsglühung hergestellt, wobei sich eine scharfe {001}<100> Textur (Würfeltextur) bildet.

30

Insbesondere an der Entwicklung von Substratmaterialien auf der Basis von Ni und Ag wird gegenwärtig weltweit intensiv gearbeitet (J. E. Mathis et al., Jap. J. Appl. Phys. **37**, 1998; T. A. Gladstone et al., Inst. Phys. Conf. Ser. No
35 167, 1999).

Eines der entwickelten Substratmaterialien besteht aus einer Nickellegierung mit der Zusammensetzung $Ni_a (Mo_b, W_c)_d M_e$, worin M für ein oder mehrere Metalle mit Ausnahme von Ni, Mo oder W steht (DE 100 05 861 A1). Zur Herstellung dieses
5 Materials wird zunächst auf schmelzmetallurgischem oder pulvermetallurgischem Wege oder durch mechanisches Legieren eine Legierung der genannten Zusammensetzung hergestellt und diese mit einer Warmumformung sowie einer nachfolgenden hochgradigen Kaltumformung zu Band verarbeitet. Dieses wird
10 in reduzierender oder nichtoxidierender Atmosphäre einer rekristallisierenden Glühung unterworfen. Der Werkstoff besitzt im Vergleich zu technisch reinem Nickel eine höhergradige und thermisch stabilere Würfeltextur und ist als Unterlage für physikalisch-chemische Beschichtungen mit
15 hochgradiger mikrostruktureller Ausrichtung einsetzbar.

Bei derartigen Materialien gibt es Bestrebungen, die Festigkeit des Materials zu steigern. Dies wird realisiert entweder durch Mischkristallhärtung, bei der eine Ni-
20 Legierung mit typischerweise mehr als 5 % eines oder mehrerer Legierungselemente gewalzt und rekristallisiert wird, (US 5 964 966; G. Celentano et al., Int. Journal of Modern Physics B, **13**, 1999, S. 1029; R. Nekkanti et al., presentation at the Applied Supercond. Conf., Virginia Beach,
25 Virginia, Sept. 17-22, 2000) oder durch Walzen und Rekristallisieren eines Verbundes aus Ni mit einem Material höherer Zugfestigkeit (T. Watanabe et al., Presentation at the Applied Supercond. Conf., Virginia Beach, Virginia, Sept. 17-22, 2000).

30 Bei der Mischkristallhärtung gibt es einen kritischen Legierungsgrad, oberhalb dessen sich die Würfeltextur nicht mehr ausbilden lässt. Dieses Phänomen ist für Messinglegierungen (Cu-Zn-Legierungen mit steigendem Zn-
35 Gehalt) intensiv untersucht worden und scheint allgemeine Gültigkeit zu haben (H. Hu et al., Trans. AIME, 227, 1963, S.

627; G. Wassermann, J. Grewen: Texturen metallischer Werkstoffe, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg). Da die Festigkeit stetig mit der Legierungskonzentration steigt, ist damit auch eine maximale Festigkeit verbunden. Die zweite
5 Einschränkung ist die hohe Festigkeit des Materials bereits bei der Walzumformung. Dadurch treten bei dem notwendigerweise hohen Umformgrad sehr große Walzkräfte auf, wodurch zum einen erhöhte Ansprüche an das Walzwerk gestellt werden müssen und zum anderen es technisch schwieriger wird,
10 die außerordentlich homogene Walzverformung durchzuführen, die für die Bildung der notwendigen hochgradigen Würfeltextur nötig ist.

Bei der Festigkeitssteigerung durch Walzen eines Verbundes
15 aus einer Ni-, Cu- oder Ag-Legierung mit einem Material höherer Festigkeit gibt es ebenfalls das Problem der hohen Walzkräfte bei der starken Umformung eines sehr festen Werkstoffs. Auf Grund der Unterschiede in den mechanischen Eigenschaften der beiden, den Verbund bildenden Materialien
20 treten beim Walzen Scherspannungen an der Grenzschicht und damit Inhomogenitäten in der Verformungsmikrostruktur auf, die die beim Rekristallisationsprozess erreichbare Würfeltexturqualität vermindern.

25 Eine Möglichkeit, die Festigkeit einer metallischen Matrix zu steigern, besteht auch in der bekannten Dispersionshärtung, bei der in der Matrix feindisperse, vorzugsweise keramische Partikel verwendet werden. Die Partikel können dabei auf pulvermetallurgischem Wege eingebracht oder durch eine
30 exotherme Reaktion in situ erzeugt werden.

Auf diese Art hergestellte Werkstoffe sind jedoch nicht geeignet durch Walzen und Rekristallisieren zu einem dünnen, biaxial texturierten Band prozessiert zu werden. Zum einen
35 weisen auch sie bereits beim Walzen eine sehr hohe Festigkeit auf und zum anderen konnte die Bildung einer für die

Anwendung geeignete stark ausgeprägte Würfelftextur in einem dispersoidhaltigen Band bisher noch nicht nachgewiesen werden.

- 5 Neben dem Bemühen um Steigerung der Festigkeit gibt es Bestrebungen, unmagnetische Substrate zu entwickeln, um Hystereseverluste in Wechselstromanwendungen zu vermeiden (US 5 964 966). Des weiteren gibt es Bestrebungen, das Substratband zur Stabilisierung der stromtragenden
10 supraleitenden Schicht als Bypass zu verwenden (C. Cantoni et al., Presentation at the Applied Supercond. Conf., Virginia Beach, Virginia, Sept. 17-22, 2000). Um diese Funktion zu realisieren, muss das Substrat eine möglichst hohe elektrische Leitfähigkeit besitzen.

15

Darstellung der Erfindung

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Metallband zur epitaktischen Beschichtung mit einer biaxial texturierten
20 Schicht zu schaffen, das eine hohe Zugfestigkeit, geringe magnetische Verluste und/oder eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweist. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, ein in der Durchführung unproblematisches Verfahren zur Herstellung derartiger Bänder zu schaffen.

25

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung mit dem in den Patentansprüchen beschriebenen ein- oder mehrschichtigen Metallband und dem zugehörigen Herstellungsverfahren gelöst.

- 30 Erfindungsgemäß besteht das Metallband aus Ni, Cu, Ag oder deren Legierungen als Basiswerkstoff, wobei das einschichtige Metallband und beim mehrschichtigen Metallband wenigstens eine seiner Schichten 10 nm bis 5 µm große, festigkeitssteigernde Dispersoide aus Carbiden, Boriden,
35 Oxiden und/oder Nitriden mit einem Volumenanteil von 0,1 bis 5 % enthält, und wobei beim mehrschichtigen Metallband die

Schichten einen Verbund bilden und wenigstens eine der Schichten dispersoidfrei ist und eine biaxiale Textur aufweist.

Die Schichten des mehrschichtigen Metallbandes können aus einem
5 einheitlichen Basiswerkstoff bestehen oder sich wenigstens in einer der Schichten hinsichtlich des Basiswerkstoffs von den übrigen Schichten unterscheiden.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausgestaltung besteht die dispersoidhaltige Schicht aus Cu, einer Cu-Legierung oder einer
10 Ni-Legierung und die dispersoidfreie, biaxial texturierte Schicht aus Ni oder einer Ni-Legierung als Basiswerkstoff.

Die Carbid-Dispersoide können aus Cr_4C , Cr_7C_3 , Cr_3C_2 , B_4C , WC, Mo_2C , VC, NbC, TaC und/oder TiC bestehen.

Die Borid-Dispersoide können aus AlB_{12} , ZrB_2 , Co_3B , W_2B_5
15 und/oder TiB_2 bestehen.

Die Oxid-Dispersoide können aus ZrO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , ThO_2 und/oder CeO_2 bestehen.

Die Nitrid-Dispersoide aus BN, Si_3N_4 , W_2N_3 , ZrN, TiN und/oder CrN bestehen.

20 Zur Herstellung derartiger Bänder wird erfindungsgemäß ein Ausgangswerkstoff verwendet, der aus Ni, Cu, Ag oder deren Legierungen als Basiswerkstoff besteht und der 0,2 bis 5 Atom-% eines Zusatzes aus oxidierbaren, nitridierbaren, boridierbaren und/oder karbidierbaren Elementen enthält. Aus diesem
25 Ausgangswerkstoff wird mittels Umformverfahren ein einschichtiges oder ein mehrschichtiges Band hergestellt, wobei für die Herstellung des mehrschichtigen Metallbandes für wenigstens eine seiner Schichten ein Basiswerkstoff ohne den vorbenannten Zusatz verwendet wird. Danach wird das Band zur
30 Ausbildung einer Würfeltextur einer Rekristallisationsglühung

unterworfen. Schließlich wird das Band einer Glühung unter einem Sauerstoff-, Stickstoff-, Bor- oder Kohlenstoffpartialdruck ausgesetzt, der oberhalb des Gleichgewichtspartialdrucks der Oxide, Nitride, Boride und Karbide der in der Legierung enthaltenen Zusatzelemente jedoch unterhalb des Gleichgewichtspartialdrucks von Oxiden, Nitriden, Boriden und Karbiden der Grundelemente Ni, Cu und Ag der Bandlegierung liegt.

In zweckmäßiger Weise wird ein Ausgangswerkstoff verwendet, der im Basiswerkstoff 1 bis 2 Atom-% des Zusatzes aus oxidierbaren, nitridierbaren, boridierbaren und/oder karbidierbaren Elementen enthält.

Im Falle einer Glühung des Bandes in Sauerstoff sollte das Band einer Temperatur im Bereich von 750 bis 1000°C ausgesetzt werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich in relativ einfacher Weise hochfeste, biaxial texturierte metallische Bänder aus Ni, Cu, Ag oder deren Legierungen herstellen. Dabei ist von besonderem Vorteil, dass die Bänder für die Prozessstufen der Umformung noch eine günstige niedrige Ausgangsfestigkeit aufweisen, da die festigkeitssteigernden Dispersoide erst bei der abschließenden Glühbehandlung im Band gebildet werden. Da zudem die Dispersoide erst nach der Rekristallisation entstehen, wird in vorteilhafter Weise die Entstehung der Würfeltextur nicht beeinträchtigt.

Der erfindungsgemäße Metallbandverbund besitzt sehr gute Eigenschaften hinsichtlich einer epitaktischen Beschichtung mit einer biaxial texturierten Schicht bei gleichzeitig hoher Zugfestigkeit. Die sehr guten Beschichtungseigenschaften ergeben sich dabei aus der Tatsache, dass die zur epitaktischen Beschichtung bestimmte Schicht des Metallbandes dispersoidfrei ist, wodurch keine oxidischen Teilchen an der Oberfläche dieser Schicht vorhanden sind, welche die Epitaxie

stören können. Falls eine der Schichten des Verbundes aus Cu besteht, weist der Verbund eine hohe elektrische Leitfähigkeit auf. Der Substratverbund ist dann für eine Supraleiterschicht, welche auf der dispersionsfreien Schicht
5 aufgebracht worden ist, als Bypass geeignet. Außerdem werden durch die Tatsache, dass Cu unmagnetisch ist, auch die Hystereseverluste im Falle von Wechselstromanwendungen gering gehalten.

10 Wege zur Ausführung der Erfindung

Beispiel 1

Eine Legierung aus Ni mit 1 Atom-% Al wird erschmolzen. Das
15 Gefüge wird durch Warmumformen zu einem Vierkant bei 1100°C homogenisiert und anschließend mit einem Verformungsgrad von 99,8 % zu einem Band der Dicke 40 µm gewalzt. Das Band wird anschließend in einem Rezipienten bei 900°C während einer Dauer von 30 Stunden unter definiertem O₂-Partialdruck
20 geglüht. Der O₂-Partialdruck wird dabei durch die Beigabe einer Pulvermischung aus Ni und NiO im Rezipienten so eingestellt, dass der O₂-Partialdruck dem der Zersetzungsreaktion des NiO entspricht und deutlich oberhalb dem Gleichgewichtspartialdruck von Al₂O₃ liegt. Bei dieser
25 Glühung werden aus dem im Band enthaltenen Al festigkeitssteigernde Al₂O₃-Dispersoide gebildet.

Das fertige Band weist eine hochgradige Würfeltextur auf. Die Streckgrenze des Bandes liegt bei 200 MPa, das ist 4,5mal so
30 hoch wie die von reinem Ni.

Beispiel 2

Eine Legierung aus Ni mit 1 Atom-% Al wird erschmolzen. Das
35 Gefüge wird durch Warmumformen zu einem Vierkant bei 1100°C

homogenisiert und anschließend mit einem Verformungsgrad von 99,8 % zu einem Band der Dicke 40 µm gewalzt. Das Band wird anschließend bei 900°C während einer Dauer von 30 Stunden in einem Vakuumofen unter einem konstanten O₂-Druck von 10⁻³ Pa
5 geglüht. Bei dieser Glühung werden aus dem im Band enthaltenen Al festigkeitssteigernde Al₂O₃-Dispersoide gebildet.

Das Band weist eine hochgradige Würfeltextur auf. Die
10 Streckgrenze liegt bei 180 MPa.

Beispiel 3

Eine Legierung aus Ni mit 1,5 Atom-% Si wird erschmolzen. Das
15 Gefüge wird durch Warmumformen zu einem Vierkant bei 1100°C homogenisiert und anschließend mit einem Verformungsgrad von 99,8 % zu einem Band der Dicke 40 µm gewalzt. Das Band wird anschließend in einem Rezipienten bei 900°C während einer Dauer von 30 Stunden unter definiertem O₂-Partialdruck
20 geglüht. Der O₂-Partialdruck wird dabei durch die Beigabe einer Pulvermischung aus Ni und NiO im Rezipienten so eingestellt, dass der O₂-Partialdruck dem der Zersetzungsreaktion des NiO entspricht und deutlich oberhalb dem Gleichgewichtspartialdruck von SiO₂ liegt. Bei dieser
25 Glühung werden aus dem im Band enthaltenen Si festigkeitssteigernde SiO₂-Dispersoide gebildet.

Das so hergestellte Band weist eine hochgradige Würfeltextur auf. Die Streckgrenze des Bandes liegt bei 200 MPa.
30

Beispiel 4

Zunächst wird ein Verbundrohr hergestellt, bestehend aus einem Zylinder mit einem Durchmesser von 30 mm und einem den
35 Zylinder umgebenden Rohr, das einen Außendurchmesser von

42 mm aufweist. Als Werkstoff für den Zylinder wird Ni mit 1,5 Atom-% Al verwendet. Das Rohr besteht aus reinem Ni.

5 Dieser Verbund wird zu einem Zylinder der Dicke 35 mm geschmiedet. Anschließend wird der Zylinder bei 1100°C zu einem Knüppel mit quaderförmigem Querschnitt umgeformt und bei einem Verformungsgrad von 99,8% zu einem Band der Dicke 40 µm gewalzt. Dieses wird bei 900°C für 30 Stunden geglüht. Der O₂-Partialdruck wird durch die Beigabe einer
10 Pulvermischung aus Ni und NiO in den Rezipienten so eingestellt, dass der O₂-Partialdruck dem der Zersetzungsreaktion des NiO entspricht und deutlich oberhalb dem Gleichgewichtspartialdruck von Al₂O₃ liegt. Bei dieser Glühung werden aus dem Al im Ni-Kern des Bandes
15 festigkeitssteigernde Al₂O₃-Dispersoide gebildet.

Das so hergestellte Band weist einen Ni-Kern auf, in dem die Al₂O₃-Dispersoide enthalten sind. Dieser Kern ist von einem Mantel aus reinem Nickel umgeben, der eine scharfe
20 Würfeltextur aufweist und oxidpartikelfrei ist.

Die Streckgrenze des auf diese Weise hergestellten Bandes beträgt 180 MPa.

25 Beispiel 5

Zunächst wird ein Verbundrohr hergestellt, bestehend aus einem Zylinder mit einem Durchmesser von 30 mm und einem den Zylinder umgebenden Rohr, das einen Außendurchmesser von
30 42 mm aufweist. Als Werkstoff für den Zylinder wird Cu mit 1,5 Atom-% Al verwendet. Das Rohr besteht aus reinem Ni.

Dieser Verbund wird zu einem Zylinder der Dicke 35 mm geschmiedet. Danach wird der Zylinder bei 1100°C
35 homogenisiert und anschließend mit einem Verformungsgrad von

- 99,8% zu einem Band der Dicke 40µm gewalzt. Dieses wird bei 900°C für 30 Stunden geglüht. Der O₂-Partialdruck wird durch die Beigabe einer Pulvermischung aus Ni und NiO in den Rezipienten so eingestellt, dass der O₂-Partialdruck dem der Zersetzungsreaktion des NiO entspricht und deutlich oberhalb dem Gleichgewichtspartialdruck von Al₂O₃ liegt. Bei dieser Glühung werden aus dem Al im Cu-Kern des Bandes festigkeitssteigernde Al₂O₃-Dispersoide gebildet.
- 10 Das so hergestellte Band weist einen Cu-Kern auf, in dem die Al₂O₃-Dispersoide enthalten sind. Dieser Kern ist von einem Mantel aus reinem Nickel umgeben, der eine scharfe Würfelftextur aufweist und oxidpartikelfrei ist.
- 15 Die Streckgrenze des auf diese Weise hergestellten Bandes beträgt 160 MPa.

Beispiel 6

- 20 Ein Verbundrohr, bestehend aus einem Zylinder der Legierung Ni_{93,5}W₅Al_{1,5} mit einem Durchmesser von 30 mm und einem den Zylinder umgebenden Rohr aus der Legierung Ni₉₅W₅ mit einem Außendurchmesser von 42 mm, wird zunächst zu einem Zylinder der Dicke 35 mm geschmiedet. Dieser wird bei 1100°C homogenisiert und anschließend mit einem Verformungsgrad von 99,8% zu einem Band der Dicke 40 µm gewalzt. Dieses wird bei 900°C für 30 Stunden geglüht. Der O₂-Partialdruck wird durch die Beigabe einer Pulvermischung aus Ni und NiO in den Rezipienten so eingestellt, dass der O₂-Partialdruck dem der Zersetzungsreaktion des NiO entspricht und deutlich oberhalb dem Gleichgewichtspartialdruck von Al₂O₃ liegt. Bei dieser Glühung werden aus dem Al im Ni_{93,5}W₅Al_{1,5}-Kern des Bandes festigkeitssteigernde Al₂O₃-Dispersoide gebildet.
- 25
- 30

Das hergestellte Band weist einen Kern aus einer NiW-Legierung auf, in dem die Al_2O_3 -Dispersoide enthalten sind. Dieser Kern ist von einer Hülle aus reinem Nickel umgeben, die eine scharfe Würfelftextur aufweist und oxidpartikelfrei ist.

Die Streckgrenze des auf diese Weise hergestellten Bandes beträgt 300 MPa.

10

15

20

25

30

35

Patentansprüche

5

1. Ein- oder mehrschichtiges Metallband für die epitaktische Beschichtung mit einer biaxial texturierten Schicht, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses aus Ni, Cu, Ag oder deren Legierungen als Basiswerkstoff besteht, wobei das
10 einschichtige Metallband und beim mehrschichtigen Metallband wenigstens eine seiner Schichten 10 nm bis 5 µm große, festigkeitssteigernde Dispersoide aus Carbiden, Boriden, Oxiden und/oder Nitriden mit einem Volumenanteil von 0,1 bis 5 % enthält, und wobei beim mehrschichtigen
15 Metallband die Schichten einen Verbund bilden und wenigstens eine der Schichten dispersoidfrei ist und eine biaxiale Textur aufweist.
2. Metallband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichten des mehrschichtigen Metallbandes aus einem
20 einheitlichen Basiswerkstoff bestehen oder sich wenigstens eine der Schichten hinsichtlich des Basiswerkstoffs von den übrigen Schichten unterscheidet.
3. Metallband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dispersoidhaltige Schicht aus Cu, einer Cu-Legierung
25 oder einer Ni-Legierung und die dispersoidfreie, biaxial texturierte Schicht aus Ni oder einer Ni-Legierung als Basiswerkstoff besteht.
4. Metallband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Carbid-Dispersoide aus Cr₄C, Cr₇C₃, Cr₃C₂, B₄C, WC, Mo₂C,
30 VC, NbC, TaC und/oder TiC bestehen.

5. Metallband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Borid-Dispersoide aus AlB_{12} , ZrB_2 , Co_3B , W_2B_5 und/oder TiB_2 bestehen.
6. Metallband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
5 die Oxid-Dispersoide aus ZrO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , ThO_2 und/oder CeO_2 bestehen.
7. Metallband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nitrid-Dispersoide aus BN , Si_3N_4 , W_2N_3 , ZrN , TiN und/oder CrN bestehen.
- 10 8. Verfahren zur Herstellung eines ein- oder mehrschichtigen Metallbandes nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ausgangswerkstoff verwendet wird, der aus Ni , Cu , Ag oder deren Legierungen als Basiswerkstoff besteht und der 0,2 bis 5 Atom-% eines
15 Zusatzes aus oxidierbaren, nitridierbaren, boridierbaren und/oder karbidierbaren Elementen enthält, dass aus diesem Ausgangswerkstoff mittels Umformverfahren ein einschichtiges oder ein mehrschichtiges Band hergestellt wird, wobei für die Herstellung des mehrschichtigen
20 Metallbandes für wenigstens eine seiner Schichten ein Basiswerkstoff ohne den vorbenannten Zusatz verwendet wird, dass danach das Band zur Ausbildung einer Würfeltextur einer Rekristallisationsglühung unterworfen wird, und dass schließlich das Band einer Glühung unter einem Sauerstoff-,
25 Stickstoff-, Bor- oder Kohlenstoffpartialdruck ausgesetzt wird, der oberhalb des Gleichgewichtspartialdrucks der Oxide, Nitride, Boride und Karbide der in der Legierung enthaltenen Zusatzelemente jedoch unterhalb des Gleichgewichtspartialdrucks von Oxiden, Nitriden, Boriden
30 und Karbiden der Grundelemente Ni , Cu und Ag der Bandlegierung liegt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ausgangswerkstoff verwendet wird, der in Ni, Cu, Ag oder deren Legierungen als Basiswerkstoff einen Zusatz von 1 bis 2 Atom-% oxidierbarer, nitridierbarer, boridierbarer und/oder karbidierbarer Elemente enthält.
10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Band im Falle einer Glühung in Sauerstoff einer Temperatur im Bereich von 750 bis 1000°C ausgesetzt wird.

10

15

20

25

30

35