

(19)



(11)

EP 3 011 069 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.04.2019 Patentblatt 2019/14

(51) Int Cl.:
C22F 1/08 ^(2006.01) **C22C 9/05** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14734392.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/001669

(22) Anmeldetag: **18.06.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/202221 (24.12.2014 Gazette 2014/52)

(54) **WIDERSTANDSLEGIERUNG, DARAUS HERGESTELLTES BAUELEMENT UND HERSTELLUNGSVERFAHREN DAFÜR**

RESISTOR ALLOY, COMPONENT PRODUCED THEREFROM AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

ALLIAGE POUR RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE, ÉLÉMENT STRUCTURAL FABRIQUÉ EN CET ALLIAGE, ET PROCÉDÉ DE PRODUCTION CORRESPONDANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(74) Vertreter: **v. Bezold & Partner Patentanwälte - PartG mbB**
Akademiestraße 7
80799 München (DE)

(30) Priorität: **19.06.2013 DE 102013010301**

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- 2006 270 078 JP-A- 2009 242 895
JP-A- 2011 249 475 US-A- 3 451 808

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

(73) Patentinhaber: **Isabellenhütte Heusler GmbH & Co.KG**
35683 Dillenburg (DE)

• **PASHKOVKE ET AL: "Special features of brazing of the copper-manganese-nickel system with a powder brazing alloy", WELDING INTERNATIONAL, TAYLOR & FRANCIS, ABINGDON, GB, Bd. 24, Nr. 5, 1. Mai 2010 (2010-05-01), Seiten 385-389, XP001554242, ISSN: 0950-7116, DOI: 10.1080/09507110903399273**

(72) Erfinder: **ZUCKERMANN, Daniel**
35745 Herborn (DE)

EP 3 011 069 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Widerstandslegierung für einen elektrischen Widerstand, insbesondere für einen niederohmigen Strommesswiderstand. Weiterhin umfasst die Erfindung ein daraus hergestelltes Bauelement und ein entsprechendes Herstellungsverfahren.

[0002] Kupfer-Mangan-Nickel-Legierungen finden schon seit langem Anwendung als Materialien für Präzisionswiderstände, insbesondere für niederohmige Strommesswiderstände ("shunts"). Ein Beispiel einer solchen Kupfer-Mangan-Nickel-Legierung ist die von der Anmelderin unter dem Markennamen Manganin® vertriebene Widerstandslegierung (z.B. $\text{Cu}_{84}\text{Ni}_4\text{Mn}_{12}$) mit einem Massenanteil von Kupfer von 82-84%, einem Massenanteil von Nickel von 2-4% und einem Massenanteil von Mangan von 12-15%. Die bekannten Kupfer-Mangan-Nickel-Legierungen erfüllen alle Anforderungen, die an Widerstandslegierungen für Präzisionswiderstände gestellt werden, wie beispielsweise ein niedriger Temperaturkoeffizient des spezifischen elektrischen Widerstands, eine geringe Thermokraft gegen Kupfer und eine hohe zeitliche Konstanz des elektrischen Widerstands. Darüber hinaus besitzen die bekannten Kupfer-Mangan-Nickel-Legierungen gute technologische Eigenschaften, insbesondere eine gute Verarbeitungsfähigkeit, die es ermöglicht, diese Kupfer-Mangan-Nickel-Legierungen zu Drähten, Bändern, Folien und Widerstandsbauteilen zu verarbeiten. Ein Nachteil der bekannten Kupfer-Mangan-Nickel-Legierungen ist jedoch die Begrenzung auf relativ geringe spezifische elektrische Widerstände von höchstens $0,5 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$.

[0003] Für größere spezifische elektrische Widerstände sind beispielsweise Nickel-Chrom-Legierungen bekannt, die jedoch ebenfalls verschiedene Nachteile aufweisen. Zum einen sind Nickel-Chrom-Legierungen meist wesentlich teurer als Kupfer-Mangan-Nickel-Legierungen. Zum anderen sind Nickel-Chrom-Legierungen fertigungstechnisch in vielerlei Hinsicht schwerer zu handhaben. Beispielsweise ist die Warmumformbarkeit von Nickel-Chrom-Legierungen relativ schlecht und zum Einstellen bestimmter elektrisch-physikalischer Werkstoffeigenschaften sind aufwändige Wärmebehandlungsprozesse notwendig. Außerdem sind die Arbeitstemperaturen im Schmelzprozess bei den Nickel-Chrom-Legierungen um 500K höher als bei den Kupfer-Mangan-Nickel-Legierungen, was zu höheren Energiekosten und Materialverschleiß der Arbeitsmittel führt. Darüber hinaus bereitet die ansonsten wünschenswerte gute Säurebeständigkeit von Nickel-Chrom-Legierungen große Probleme bei der ätztechnischen Herstellung von Widerstandsstrukturen und macht das Entfernen von wärmebehandlungsbedingten Oxiden durch Beizen zu einem aufwändigen und nicht gefährlichen Fertigungsschritt.

[0004] Ferner ist die Kupfer-Mangan-Nickel-Aluminium-Magnesium-Legierung 29-5-1 bekannt, die einen spezifischen elektrischen Widerstand von $1 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$ aufweist und dabei die Forderung nach einem niedrigen

Temperaturkoeffizienten des spezifischen elektrischen Widerstandes erfüllt. Allerdings weist diese Widerstandslegierung eine hohe Thermokraft gegen Kupfer bei 20°C von $+3 \mu\text{V/K}$ auf, woraus hohe Fehlerströme resultieren, welche diese Legierung für präzise messtechnische Anwendungen ungeeignet machen.

[0005] Ferner ist zum Stand der Technik hinzuweisen auf DE 1 092 218 B, US 3 985 589, JP 62202038 A und EP 1 264 906 A1.

[0006] Schließlich offenbart DE 1 033 423 B eine gattungsgemäße Widerstandslegierung. Nachteilig an dieser bekannten Widerstandslegierung ist jedoch die betragsmäßig relativ große Thermokraft gegen Kupfer von $-2 \mu\text{V/K}$.

[0007] Ferner umfasst der Stand der Technik auch Pashkov K E ET AL: "Special features of brazing of the copper-manganese-nickel system with a powder brazing alloy", WELDING INTERNATIONAL, TAYLOR & FRANCIS, ABINGDON, GB, Bd. 24, Nr. 5, 1. Mai 2010 (2010-05-01), Seiten 385-389, XP001554242, ISSN: 0950-7116, DOI: 10.1080/09507110903399273 Tabelle 1, US 3 451 808 A, JP 2006-270078 A, JP 2009-242895 A, "Researches on Precision Resistance Materials" Author: Hiroyuki HIRAYAMA, JP H04-48041, JP S62-202038, KR 1999-0048844 und US 3 712 837.

[0008] Aus JP 2011-249475 A ist ein Strommesswiderstand mit einem Widerstandselement aus einer Widerstandslegierung bekannt. In einem Ausführungsbeispiel besteht die Widerstandslegierung hierbei aus einer Kupfer-Mangan-Nickel-Legierung, insbesondere mit einem Kupfer-Anteil von 50-85 Gew.-%, einem Mangan-Anteil von 12-30 Gew.-% und einem Nickel-Anteil von 2-16 Gew.-%. Hierbei soll eine geringe Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes der Widerstandslegierung erreicht werden. Die vorstehend erwähnte Problematik der Thermokraft ist dagegen aus dieser Druckschrift nicht bekannt.

[0009] Keine dieser Druckschriften offenbart jedoch eine gattungsgemäße Legierung mit einer niedrigen Thermokraft.

[0010] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine entsprechend verbesserte Widerstandslegierung auf Kupfer-Mangan-Nickel-Basis zu schaffen, die einen möglichst hohen spezifischen elektrischen Widerstand, eine niedrige Thermokraft gegen Kupfer, einen niedrigen Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands und eine hohe zeitliche Konstanz des spezifischen elektrischen Widerstands aufweist und diese Eigenschaften mit den eingangs beschriebenen guten technologischen Eigenschaften (z.B. Verarbeitbarkeit) der bekannten Kupfer-Mangan-Nickel-Legierungen kombiniert.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Widerstandslegierung gemäß dem Unabhängigen Anspruch 1 gelöst.

[0012] Die Massenanteile der verschiedenen Legierungsbestandteile sind hierbei so aufeinander abgestimmt, dass die erfindungsgemäße Widerstandslegie-

nung eine niedrige Thermokraft gegenüber Kupfer aufweist, die bei 20°C kleiner ist als $\pm 1 \mu\text{V/K}$, $\pm 0,5 \mu\text{V/K}$ oder sogar kleiner als $\pm 0,3 \mu\text{V/K}$.

[0013] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Widerstandslegierung ist $\text{Cu}_{65}\text{Ni}_{10}\text{Mn}_{25}$ mit einem Massenanteil von Kupfer von 65%, einem Massenanteil von Nickel von 10% und einem Massenanteil von Mangan von 25%.

[0014] Ein anderes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Widerstandslegierung ist $\text{Cu}_{64}\text{Ni}_{10}\text{Mn}_{25}\text{Sn}_1$ mit einem Massenanteil von Kupfer von 64%, einem Massenanteil von Nickel von 10%, einem Massenanteil von Mangan von 25% und einem Massenanteil von Zinn von 1%.

[0015] Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Widerstandslegierung ist $\text{Cu}_{62}\text{Ni}_{11}\text{Mn}_{27}$ mit einem Massenanteil von Kupfer von 62%, einem Massenanteil von Nickel von 11% und einem Massenanteil von Mangan von 27%.

[0016] Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Widerstandslegierung ist $\text{Cu}_{61}\text{Ni}_{11}\text{Mn}_{27}\text{Sn}_1$ mit einem Massenanteil von Kupfer von 61%, einem Massenanteil von Mangan von 27%, einem Massenanteil von Nickel von 11% und einem Massenanteil von Zinn von 1%.

[0017] Bei der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung liegt der spezifische elektrische Widerstand vorzugsweise im Bereich von $0,5 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$ bis $2 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$.

[0018] Weiterhin weist der spezifische elektrische Widerstand der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung vorzugsweise eine hohe zeitliche Konstanz mit einer relativen Änderung von weniger als $\pm 0,5\%$ oder $\pm 0,25\%$ auf, insbesondere innerhalb eines Zeitraums von 3000 Stunden und einer Temperatur von mindestens +140°C, wobei die höhere Temperatur von mindestens +140°C den Alterungsprozess beschleunigt.

[0019] Darüber hinaus ist zu erwähnen, dass die erfindungsgemäße Widerstandslegierung vorzugsweise eine niedrige Thermokraft gegenüber Kupfer aufweist, die bei 20°C vorzugsweise kleiner ist als $\pm 0,5 \mu\text{V/K}$ oder sogar kleiner als $\pm 0,3 \mu\text{V/K}$. Weiterhin ist der spezifische elektrische Widerstand relativ temperaturkonstant mit einem niedrigen Temperaturkoeffizienten von vorzugsweise weniger als $\pm 50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\pm 35 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\pm 30 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ oder $\pm 20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, insbesondere in einem Temperaturbereich von +20°C bis +60°C.

[0020] Zu den elektrischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung ist ferner zu erwähnen, dass die Widerstandslegierung eine Widerstands-Temperaturkurve aufweist, welche die relative Widerstandsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur wiedergibt, wobei die Widerstands-Temperaturkurve einen zweiten Nulldurchgang aufweist, der vorzugsweise bei einer Temperatur von mehr als +20°C, +30°C oder +40°C und/oder bei einer Temperatur von weniger als +110°C, +100°C oder +90°C erfolgt.

[0021] Zu den mechanischen Eigenschaften der erfin-

dungsgemäßen Widerstandslegierung ist eine mechanische Zugfestigkeit von mindestens 500 MPa, 550 MPa oder 580 MPa zu erwähnen. Darüber hinaus weist die erfindungsgemäße Widerstandslegierung vorzugsweise eine Streckgrenze von mindestens 150 MPa, 200 MPa oder 260 MPa auf, während die Bruchdehnung vorzugsweise größer ist als 30%, 35%, 40% oder sogar 45%.

[0022] Zu den technologischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung ist zu erwähnen, dass die Widerstandslegierung vorzugsweise wechlötfähig und/oder hartlötfähig ist. Darüber hinaus ist die erfindungsgemäße Widerstandslegierung vorzugsweise sehr gut umformbar, was sich beim Drahtziehen in einem logarithmischen Umformgrad von mindestens $\varphi = -4,6$ zeigt. Die erfindungsgemäße Widerstandslegierung kann in verschiedenen Lieferformen hergestellt werden, wie beispielsweise als Draht (z.B. Runddraht, Flachdraht), als Band, als Blech, als Stab, als Rohr oder als Folie. Die Erfindung ist jedoch hinsichtlich der Lieferformen nicht auf die vorstehend genannten Lieferformen beschränkt.

[0023] Darüber hinaus umfasst die Erfindung auch ein elektrisches bzw. elektronisches Bauelement mit einem Widerstandselement aus der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung. Beispielsweise kann es sich hierbei um einen Widerstand handeln, insbesondere um einen niederohmigen Strommesswiderstand, wie er an sich beispielsweise aus EP 0 605 800 A1 bekannt ist. Schließlich umfasst die Erfindung auch ein entsprechendes Herstellungsverfahren gemäß dem Unabhängigen Anspruch 7 wie es sich bereits aus der vorstehenden Beschreibung der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung ergibt.

[0024] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens kann die Widerstandslegierung einem künstlichen thermischen Alterungsprozess unterworfen werden, wobei die Widerstandslegierung von einer Ausgangstemperatur auf eine Alterungstemperatur erwärmt wird. Dieser Prozess kann im Rahmen des Alterungsprozesses mehrfach wiederholt werden, wobei die Widerstandslegierung mehrfach periodisch auf die Alterungstemperatur erwärmt und wieder auf die Ausgangstemperatur abgekühlt wird. Die Alterungstemperatur kann beispielsweise im Bereich von +80°C bis +300°C liegen, während die Ausgangstemperatur vorzugsweise kleiner ist als +30°C oder +20°C.

[0025] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: ein Phasendiagramm für eine Kupfer-Mangan-Nickel-Legierung, wobei der erfindungsgemäße Bereich in dem Phasendiagramm eingetragen ist,

Figur 2: eine exemplarische Bauform eines erfin-

dungsgemäßen Strommesswiderstands mit einem Widerstandselement aus der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung,

Figur 3: ein Diagramm zur Verdeutlichung der Temperaturabhängigkeit des spezifischen elektrischen Widerstands bei verschiedenen Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung sowie

Figur 4: ein Diagramm zur Verdeutlichung der Langzeitstabilität der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung.

[0026] Figur 1 zeigt ein Phasendiagramm einer Kupfer-Mangan-Nickel-Legierung, wobei der Massenanteil von Kupfer auf der Achse links oben angegeben ist, während der Massenanteil von Nickel auf der Achse rechts oben wiedergegeben ist. Der Massenanteil von Mangan findet sich dagegen auf der unteren Achse.

[0027] Zum einen zeigt das Phasendiagramm in schraffierter Form ein Gebiet 1, in dem die Widerstandslegierung zu Aushärtungen neigt.

[0028] Zum anderen zeigt das Phasendiagramm eine Linie 2, die mit $\alpha=0$ bezeichnet ist, wobei der Temperaturkoeffizient der Widerstandslegierung auf dieser Linie gleich Null ist, d.h. die Widerstandslegierung weist auf dieser Linie einen spezifischen elektrischen Widerstand auf, der unabhängig von der Temperatur ist.

[0029] Schließlich zeigt das Phasendiagramm noch einen Bereich 3, der die erfindungsgemäße Widerstandslegierung kennzeichnet, wobei der Massenanteil von Mangan in dem Bereich 3 zwischen 23% und 28% liegt, während der Massenanteil von Nickel im Bereich 3 zwischen 9% und 13% liegt.

[0030] Figur 2 zeigt eine vereinfachte perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Strommesswiderstands 4, wie er an sich bereits aus EP 0 605 800 A1 bekannt ist, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf diese Patentanmeldung verwiesen wird, deren Inhalt der vorliegenden Beschreibung in vollem Umfang zuzurechnen ist.

[0031] Der Strommesswiderstand 4 besteht im Wesentlichen aus zwei plattenförmigen Anschlussteilen 5, 6 aus Kupfer und einem dazwischen angeordneten Widerstandselement 7 aus der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung, wobei es sich beispielsweise um $\text{Cu}_{65}\text{Ni}_{10}\text{Mn}_{25}$ handeln kann.

[0032] Figur 3 zeigt den temperaturabhängigen Verlauf der relativen Widerstandsänderung DR/R_{20} in Abhängigkeit von der Temperatur. Daraus ist auch ersichtlich, dass die verschiedenen beispielhaften Widerstandslegierungen jeweils einen zweiten Nulldurchgang 8, 9 bzw. 10 aufweisen, wobei der Nulldurchgang 8 ungefähr bei einer Temperatur $T_{\text{NULL}1}=43^\circ\text{C}$ erfolgt, während der Nulldurchgang 9 ungefähr bei einer Temperatur $T_{\text{NULL}2}=75^\circ\text{C}$ erfolgt. Der Nulldurchgang 10 erfolgt dagegen ungefähr bei einer Temperatur von $T_{\text{NULL}3}=82^\circ\text{C}$.

[0033] Schließlich zeigt Figur 4 die Langzeitstabilität der erfindungsgemäßen Widerstandslegierung. Daraus ist ersichtlich, dass die relative Widerstandsänderung dR über einen Zeitraum von 3000 Stunden wesentlich kleiner ist als 0,25%.

Bezugszeichenliste:

[0034]

- | | |
|----|---|
| 1 | Gebiet der Aushärtung |
| 2 | Linie mit $\alpha=0$ (Temperaturkonstanz) |
| 3 | Erfindungsgemäßer Legierungsbereich |
| 4 | Strommesswiderstand |
| 5 | Anschlusssteil |
| 6 | Anschlusssteil |
| 7 | Widerstandselement |
| 8 | Zweiter Nulldurchgang |
| 9 | Zweiter Nulldurchgang |
| 10 | Zweiter Nulldurchgang |

Patentansprüche

1. Widerstandslegierung (3) mit einer niedrigen Thermokraft gegenüber Kupfer bei 20°C von weniger als $\pm 1 \mu\text{V/K}$, für einen niederohmigen Strommesswiderstand (4), mit folgenden Masseanteilen der Bestandteile:

- a) Kupfer-Bestandteil: 65%, Nickel-Bestandteil: 10% und Mangan-Bestandteil: 25%, oder
- b) Nickel-Bestandteil: 10%, Mangan-Bestandteil: 25%, Zinn-Bestandteil: 1%, Kupfer-Bestandteil: Rest, oder
- c) Kupfer-Bestandteil: 62%, Nickel-Bestandteil: 11%, Mangan-Bestandteil: 27%, oder
- d) Nickel-Bestandteil: 11%, Mangan-Bestandteil: 27%, Zinn-Bestandteil: bis zu 1%, Kupfer-Bestandteil: Rest.

2. Widerstandslegierung (3) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

- a) einen spezifischen elektrischen Widerstand, der größer als $0,5 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$, $0,6 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$, $0,7 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$ oder $0,8 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$ und/oder kleiner als $2,0 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$, $1,5 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$, $1,2 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$ oder $1 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$ ist, und/oder
- b) einen spezifischen elektrischen Widerstand mit einer hohen zeitlichen Konstanz mit einer relativen Änderung von weniger als $\pm 0,5\%$ oder $\pm 0,25\%$, und/oder
- c) eine niedrige Thermokraft gegenüber Kupfer bei 20°C von weniger als $\pm 0,5 \mu\text{V/K}$ oder $\pm 0,3 \mu\text{V/K}$, und/oder
- d) einen spezifischen elektrischen Widerstand mit einem niedrigen Temperaturkoeffizienten

von weniger als $\pm 50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\pm 35 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\pm 30 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ oder $\pm 20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, und/oder
 e) eine Widerstands-Temperaturkurve, welche die relative Widerstandsänderung (DR/R_{20}) in Abhängigkeit von der Temperatur wiedergibt, wobei die Widerstands-Temperaturkurve einen zweiten Nulldurchgang (8, 9, 10) aufweist, der bei einer Temperatur von mehr als $+20^\circ\text{C}$, $+30^\circ\text{C}$ oder $+40^\circ\text{C}$ und/oder bei weniger als $+110^\circ\text{C}$, $+100^\circ\text{C}$ oder $+90^\circ\text{C}$ erfolgt.

5

10

3. Widerstandslegierung (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- a) eine mechanische Zugfestigkeit von mindestens 500 MPa, 550 MPa oder 580 MPa, und/oder
- b) eine Streckgrenze von mindestens 150 MPa, 200 MPa oder 260 MPa, und/oder
- c) eine Bruchdehnung von mindestens 30%, 35%, 40% oder 45%.

15

20

4. Widerstandslegierung (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

25

- a) **dass** die Widerstandslegierung (3) weichtfähig und/oder hartlötfähig ist, und/oder
- b) **dass** die Widerstandslegierung (3) so gut umformbar ist, dass sie beim Drahtziehen einen logarithmischen Umformgrad von mindestens $\varphi = 4,6$ erreicht.

30

5. Widerstandslegierung (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine der folgende Lieferformen:

35

- a) als Draht,
- b) als Band,
- c) als Blech,
- d) als Stab,
- e) als Rohr oder
- f) als Folie.

40

6. Niederohmiger Strommesswiderstand (4) mit einem Widerstandselement aus einer Widerstandslegierung (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

45

7. Herstellungsverfahren zur Herstellung eines Widerstands nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

50

- a) die Widerstandslegierung (3) einem künstlichen thermischen Alterungsprozess unterworfen wird, wobei die Widerstandslegierung (3) von einer Ausgangstemperatur auf eine Alterungstemperatur erwärmt wird, und/oder
- b) die Widerstandslegierung (3) im Rahmen des

55

Alterungsprozesses mehrfach periodisch auf die Alterungstemperatur erwärmt und wieder auf die Ausgangstemperatur abgekühlt wird, und/oder

c) die Alterungstemperatur größer als $+80^\circ\text{C}$, $+100^\circ\text{C}$, $+120^\circ\text{C}$, und/oder kleiner als $+300^\circ\text{C}$, $+200^\circ\text{C}$ oder $+150^\circ\text{C}$ ist, und/oder

d) die Ausgangstemperatur kleiner als $+30^\circ\text{C}$ oder $+20^\circ\text{C}$ ist.

Claims

1. Resistance alloy (3) having a low thermo-electric force with regard to copper at 20°C of less than $\pm 1 \mu\text{V/K}$, for a low-resistance current sense resistor (4), with the following mass proportions of the constituents:

- a) copper component: 65%, nickel component: 10% and manganese component: 25%; or
- b) nickel component: 10%, manganese component: 25%, tin component: 1%, copper component: remainder, or
- c) copper component: 62%, nickel component: 11%, manganese component: 27%, or
- d) nickel component: 11%, manganese component: 27%, tin component: up to 1%, copper component: remainder.

2. Resistance alloy (3) according to claim 1, **characterized by**

- a) a resistivity greater than $0.5 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$, $0.6 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$, $0.7 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$ or $0.8 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$ and/or less than $2.0 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$, $1.5 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$, $1.2 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$ or $1 (\Omega \cdot \text{mm}^2) / \text{m}$; and/or
- b) a resistivity with a high temporal constancy with a relative change of less than $\pm 0,5\%$ or $\pm 0,25\%$; and/or
- c) a low thermo-electric force at 20°C of less than $\pm 0,5 \mu\text{V/K}$ or $\pm 0,3 \mu\text{V/K}$ relative to copper; and/or
- d) a resistivity with a low temperature coefficient of less than $\pm 50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\pm 35 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\pm 30 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ or $\pm 20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; and/or
- e) a resistance-temperature curve representing the relative resistance change (DR/R_{20}) as a function of temperature, said resistance-temperature curve having a second zero crossing (8, 9, 10) occurring at a temperature greater than $+20^\circ\text{C}$, $+30^\circ\text{C}$ or $+40^\circ\text{C}$ and/or less than $+110^\circ\text{C}$, $+100^\circ\text{C}$ or $+90^\circ\text{C}$.

3. Resistance alloy (3) according to one of the preceding claims, **characterized by**

- a) a mechanical tensile strength of at least 500

- MPa, 550 MPa or 580 MPa; and/or
 b) a yield strength of at least 150 MPa, 200 MPa or 260 MPa; and/or
 c) an elongation at break of at least 30%, 35%, 40% or 45%. 5
4. Resistance alloy (3) according to one of the preceding claims, **characterized in that**
- a) the resistance alloy (3) is solderable and/or brazeable, and/or 10
 b) **in that** the resistance alloy (3) can be deformed so well that it achieves a logarithmic degree of deformation of at least $\varphi = -4.6$ during wire drawing. 15
5. Resistance alloy (3) according to one of the preceding claims, **characterized by** one of the following delivery forms: 20
- a) as wire,
 b) as a band,
 c) as sheet metal,
 d) as a bar,
 e) as a tube; or 25
 f) as film.
6. Low-resistance current sense resistor (4) with a resistor element made of a resistance alloy (3) according to one of the preceding claims. 30
7. Manufacturing method for manufacturing a resistor according to one of the preceding claims, wherein
- a) the resistance alloy (3) is subjected to an artificial thermal ageing process, the resistance alloy (3) being heated from an initial temperature to an ageing temperature, and/or 35
 b) the resistance alloy (3) is periodically heated to the ageing temperature several times during the ageing process and cooled down again to the initial temperature, and/or 40
 c) the ageing temperature is greater than +80°C, +100°C, +120°C, and/or less than +300°C, +200°C or +150°C; and/or 45
 d) the initial temperature is less than +30°C or +20°C.

Revendications 50

1. Alliage de résistance (3) avec une force thermoélectrique faible par rapport au cuivre à 20 °C inférieure à $\pm 1 \mu\text{V/K}$, pour une résistance de mesure de courant à faible impédance (4), avec des fractions en poids suivantes des constituants : 55
- a) constituant de cuivre : 65 %, constituant de

nickel : 10 % et constituant de manganèse : 25 %, ou
 b) constituant de nickel : 10 %, constituant de manganèse : 25 %, constituant d'étain : 1 %, constituant de cuivre : reste, ou
 c) constituant de cuivre : 62 %, constituant de nickel : 11 %, constituant de manganèse : 27 %, ou
 d) constituant de nickel : 11 %, constituant de manganèse : 27 %, constituant d'étain : jusqu'à 1 %, constituant de cuivre : reste.

2. Alliage de résistance (3) selon la revendication 1, caractérisé par

a) une résistance électrique spécifique, qui est supérieure à 0,5 ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m, 0,6 ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m, 0,7 ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m ou 0,8 ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m et/ou inférieure à 2,0 ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m, 1,5 ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m, 1,2 ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m ou 1 ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m, et/ou
 b) une résistance électrique spécifique avec une constance dans le temps élevée avec une variation relative inférieure à $\pm 0,5 \%$ ou $\pm 0,25 \%$, et/ou
 c) une force thermoélectrique faible par rapport au cuivre à 20 °C inférieure à $\pm 0,5 \mu\text{V/K}$ ou $\pm 0,3 \mu\text{V/K}$, et/ou
 d) une résistance électrique spécifique avec un coefficient de température faible inférieur à $\pm 50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\pm 35 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\pm 30 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ou $\pm 20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, et/ou
 e) une courbe de température de résistance, qui reproduit la variation de résistance (DR/R_{20}) relative en fonction de la température, dans lequel la courbe de température de résistance présente un deuxième passage par zéro (8, 9, 10), qui est effectué à une température supérieure à +20 °C, +30 °C ou +40 °C et/ou à moins de +110 °C, +100 °C ou +90 °C.

3. Alliage de résistance (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par

a) une résistance à la traction mécanique d'au moins 500 MPa, 550 MPa ou 580 MPa, et/ou
 b) une limite d'élasticité d'au moins 150 MPa, 200 MPa ou 260 MPa, et/ou
 c) un allongement de rupture d'au moins 30 %, 35 %, 40 % ou 45 %.

4. Alliage de résistance (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce

a) **que** l'alliage de résistance (3) est soudable à l'état mou et/ou soudable à l'état dur, et/ou
 b) **que** l'alliage de résistance (3) peut être si bien façonné qu'il atteint lors du tréfilage un degré de façonnage logarithmique d'au moins $\varphi = -4,6$.

5. Alliage de résistance (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une des formes de livraison suivantes :

- a) en tant que fil métallique, 5
- b) en tant que bande,
- c) en tant que tôle,
- d) en tant que barre,
- e) en tant que tube, ou
- f) en tant que film. 10

6. Résistance de mesure de courant à faible impédance (4) avec un élément de résistance composé d'un alliage de résistance (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes. 15

7. Procédé de fabrication servant à fabriquer une résistance selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel 20

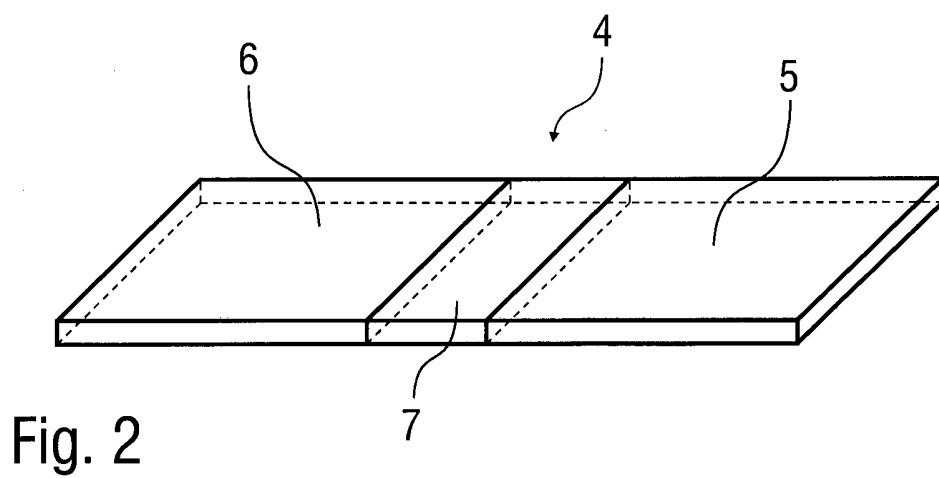
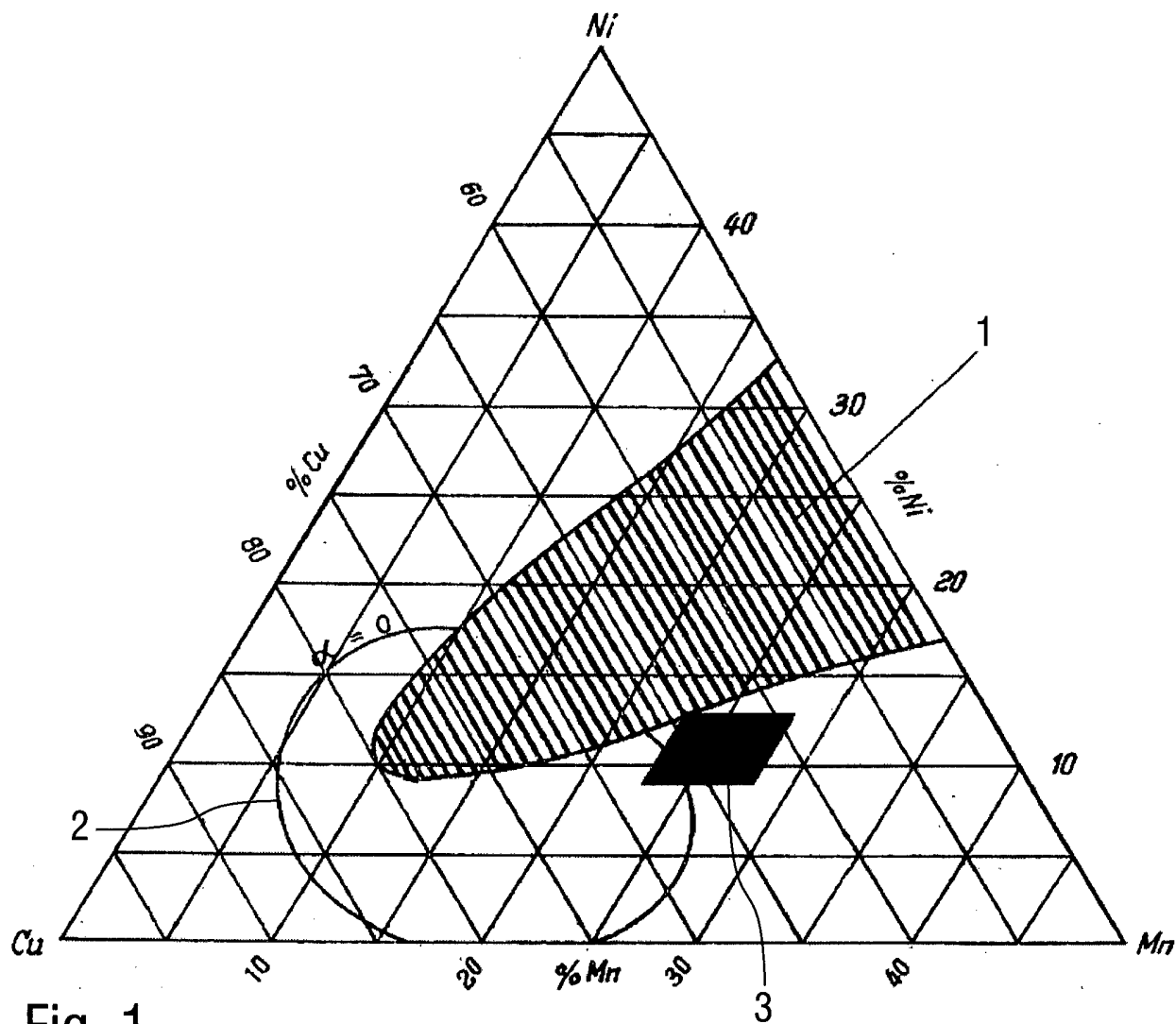
- a) l'alliage de résistance (3) est soumis à un processus de vieillissement thermique artificiel, dans lequel l'alliage de résistance (3) est chauffé d'une température de départ à une température de vieillissement, et/ou 25
- b) l'alliage de résistance (3) est chauffé, dans le cadre du processus de vieillissement, à plusieurs reprises, de manière périodique, à la température de vieillissement et est refroidi à nouveau à la température de départ, et/ou 30
- c) la température de vieillissement est supérieure à +80 °C, +100 °C, +120 °C et/ou inférieure à +300 °C, +200 °C ou +150 °C, et/ou
- d) la température de départ est inférieure à +30 °C ou +20 °C. 35

40

45

50

55



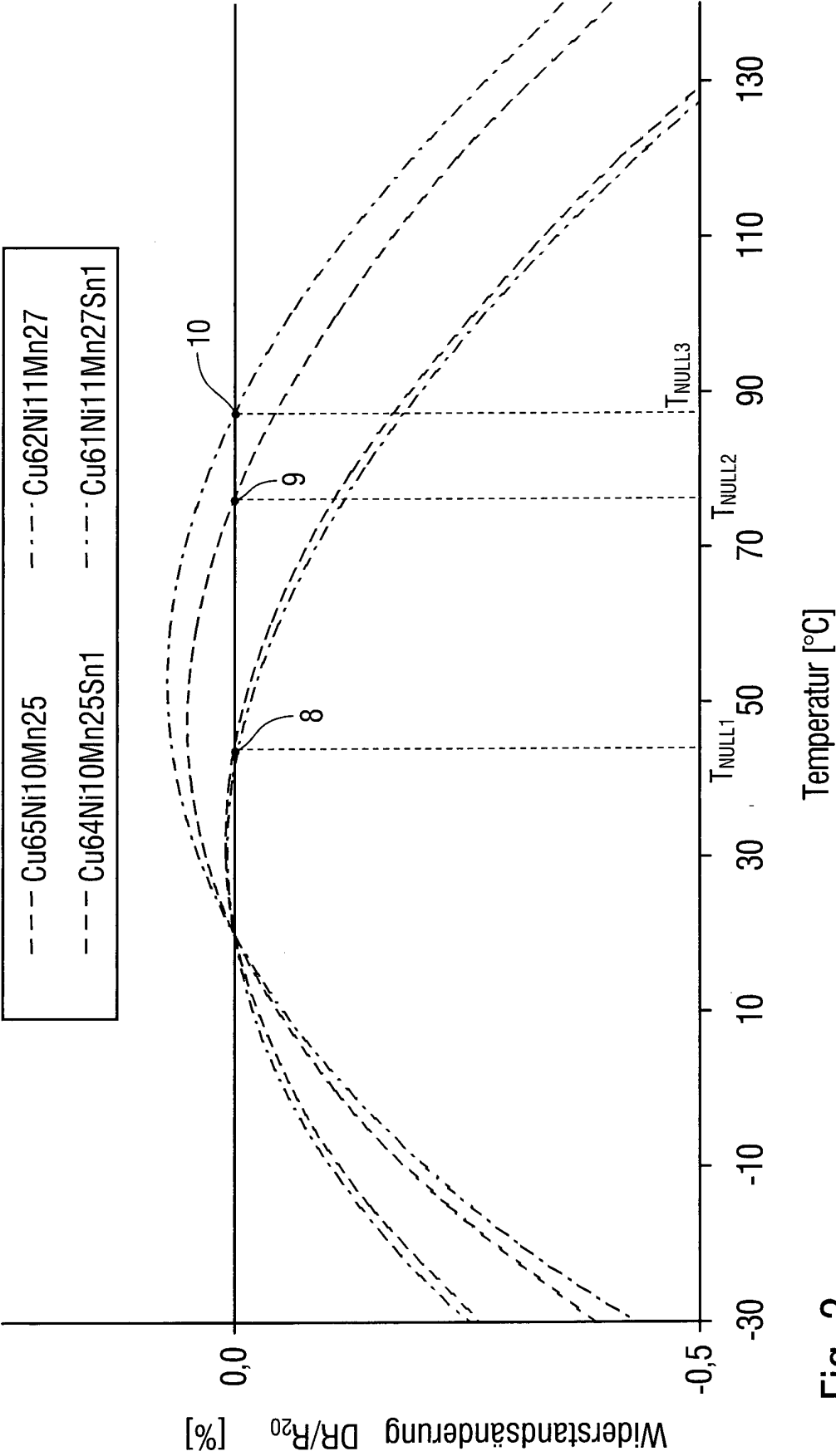


Fig. 3

Langzeitstabilität CuMnNi 25-10

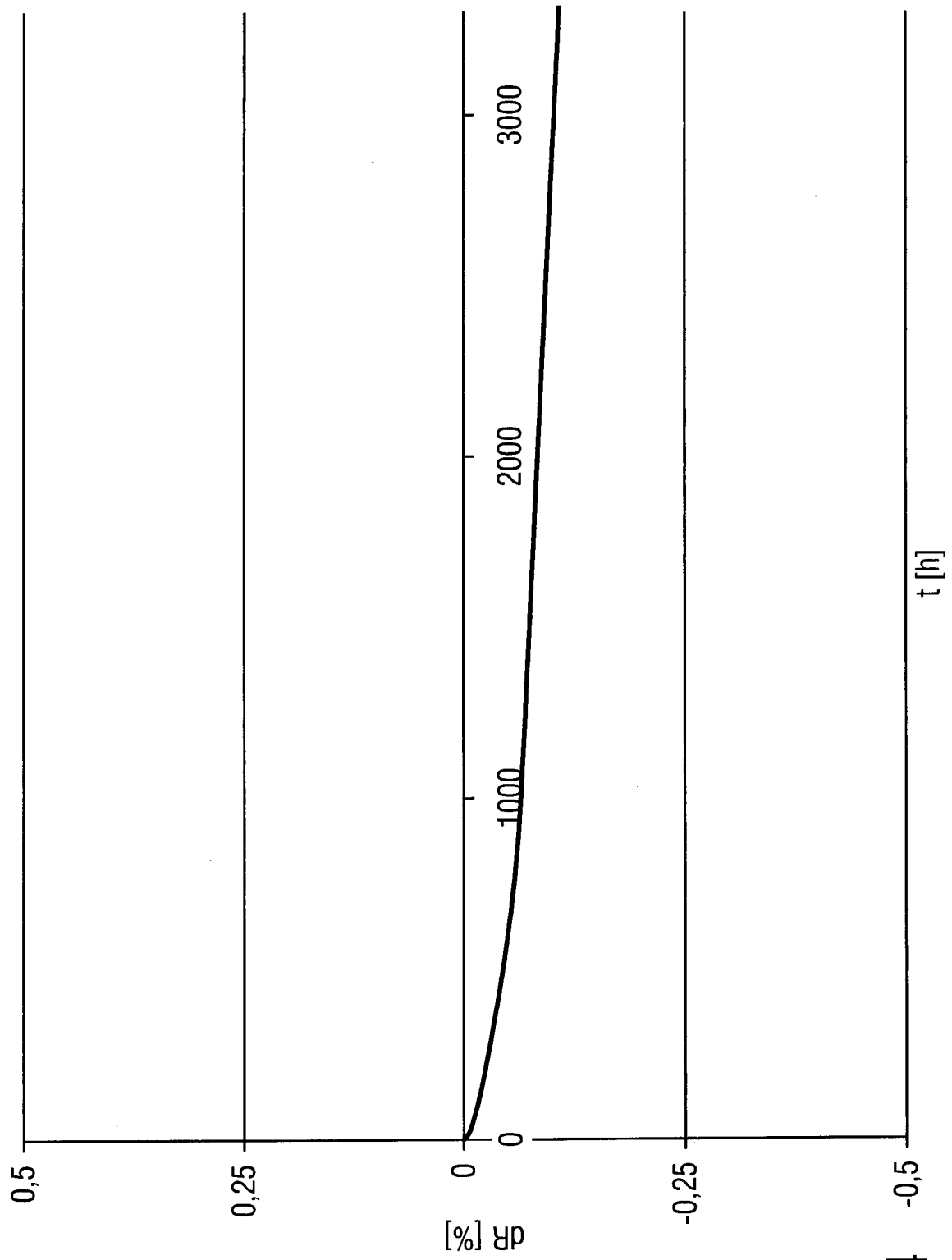


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1092218 B [0005]
- US 3985589 A [0005]
- JP 62202038 A [0005] [0007]
- EP 1264906 A1 [0005]
- DE 1033423 B [0006]
- US 3451808 A [0007]
- JP 2006270078 A [0007]
- JP 2009242895 A [0007]
- JP H0448041 B [0007]
- KR 19990048844 [0007]
- US 3712837 A [0007]
- JP 2011249475 A [0008]
- EP 0605800 A1 [0023] [0030]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Special features of brazing of the copper-manganese-nickel system with a powder brazing alloy. **PA-SHKOV K et al.** WELDING INTERNATIONAL. TAYLOR & FRANCIS, 01. Mai 2010, vol. 24, 385-389 [0007]