

(19)



(11)

EP 3 992 319 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.05.2022 Patentblatt 2022/18

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C22C 9/04 ^(2006.01) **C22F 1/08** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20204611.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C22C 9/04; C22F 1/08

(22) Anmeldetag: **29.10.2020**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **REETZ, Björn**
47800 Krefeld (DE)
• **MÜNCH, Tileman**
41751 Viersen (DE)
• **PLETT, Thomas**
57392 Schmallenberg (DE)

(71) Anmelder: **Otto Fuchs - Kommanditgesellschaft -
58540 Meinerzhagen (DE)**

(74) Vertreter: **Haverkamp Patentanwälte PartG mbB**
Gartenstraße 61
58636 Iserlohn (DE)

(54) **LEGIERUNGSPRODUKT HERGESTELLT AUS EINER BLEIFREIEN
KUPFER-ZINK-LEGIERUNG UND VERFAHREN FÜR DESSEN HERSTELLUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Legierungsprodukt aus einer bleifreien Kupfer-Zink-Legierung, bestehend aus (Angaben in Gew.-%):

Cu: 67 bis 71 %,
Al: 1,4 bis 2,6 %,
Mn: 0,8 bis 2,0 %,
Ni: 0,7 bis 1,5 %,
Si: max. 1,2 % und/oder P: max. 0,2 %, wahlweise Sn: max. 1,5 %,
Pb:: max. 0,1 %,

Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen, wobei das Legierungsprodukt nach einer thermischen Behandlung der Kupfer-Zink-Legierung ein Legierungsgefüge aufweist, das aus überwiegend α -Gefüge mit β -Phasenanteilen besteht, und wobei im Legierungsgefüge Phasenausscheidungen erster Art mit Silizium und Mangan enthaltenden Verbindungen und/oder Phasenausscheidungen zweiter Art mit Phosphor, Mangan und Nickel enthaltenden Verbindungen vorliegen.

EP 3 992 319 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Legierungsprodukt aus einer Kupfer-Zink-Legierung, die Phasenausscheidungen aufweist. Des Weiteren wird ein Herstellungsverfahren für einen Legierungsprodukt aus einer solchen Kupfer-Zink-Legierung beschrieben.

[0002] Bleihaltiges Sondermessing mit Nickel, Mangan und Aluminium ist beispielsweise durch die Normlegierung CuZn35Ni3Mn2AlPb (Werkstoffnummer CW710R nach DIN EN 1412) bekannt, die 58 bis 60 Gew.-% Kupfer, 2 bis 3 Gew.-% Nickel, 1,5 bis 2,5 Gew.-% Mangan, 0,3 bis 1,3 Gew.-% Aluminium und einen Bleianteil von 0,2 bis 0,8 Gew.-% aufweist. Mögliche Wahlbestandteile stellen Eisen, Silizium und Zinn dar. Zink bildet den Rest.

[0003] Für gleitbeanspruchte Bauteile wurden bleireduzierte Kupfer-Zink-Legierungen vorgeschlagen, die Phasenausscheidungen in der Form von Mangansiliziden aufweisen. Diese verleihen dem Legierungsprodukt eine hohe Beständigkeit gegen abrasiven Verschleiß und verringern die Neigung zur lokalen Adhäsion an den Gleitflächen. Derartige Legierungen weisen vielfach ein Gefüge mit überwiegend β -Phase oder eine heterogene Matrix mit α - und β -Phasen auf.

[0004] Ein hoher β -Phasenanteil wirkt sich jedoch bei einer Kupfer-Zink-Legierung nachteilig auf die Kaltumformbarkeit aus. Um dem entgegenzuwirken, wird in DE 10 2007 029 991 B4 vorgeschlagen, das Legierungsprodukt mit einem Gefüge auszubilden, in dem Eisen und Nickel enthaltende Mangansilizide vorliegen und das eine α -Matrix aufweist, in die 5 Vol.-% bis 50 Vol.-% β -Phase eingelagert ist. Gefordert ist eine Legierungszusammensetzung mit 28 bis 36 Gew.-% Zink, 0,5 bis 1,5 Gew.-% Silizium, 1,5 bis 2,5 Gew.-% Mangan, 0,2 - 1,0 Gew.-% Nickel, 0,5 - 1,5 Gew.-% Aluminium, 0,1 bis 1,0 Eisen und Rest Kupfer.

[0005] Des Weiteren wird durch EP 3 272 888 A1 ein Messing-Legierungsprodukt offenbart, das hohe Kaltumformgrade ohne Zwischenglühen ermöglicht. Mit einer Legierungszusammensetzung von 21 bis 27 Gew.-% Zink, 0,2 - 0,8 Gew.-% Silizium, 1,1 - 1,9 Gew.-% Mangan und 0,005 bis 0,2 Gew.-% Phosphor resultiert eine α -Matrix, in der manganhaltigen Phosphide mit einer perlenschnurartigen Anordnung vorliegen.

[0006] DE 36 26 435 A1 offenbart eine Kupfer-Zink-Legierung mit 66 bis 90 Gew.-% Kupfer, 1,5 bis 8,0 Gew.-% Mangan, 0,3 bis 7,0 Gew.-% Aluminium, 0,3 bis 2,0 Gew.-% Phosphor, Rest Zink. Bei einem hinreichend hohen Aluminiumanteil liegen innerhalb einer α -Matrix als Verschleißminderer wirkende Manganphosphide im Wesentlichen in eutektischer Verteilung vor, die kleiner als primär ausgeschiedene Phosphide sind und aufgrund dessen die Kaltumformbarkeit nicht negativ beeinflussen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Legierungsprodukt aus einer Kupfer-Zink-Legierung mit Phasenausscheidungen für eine breite Prozessbandbreite und vereinfachter Einstellbarkeit anzugeben. Das Legierungsprodukt sollte eine gute Korrosionsbeständigkeit und gleichzeitig eine gute Spanbarkeit aufweisen. Des Weiteren wird eine bleifreie Kupfer-Zink-Legierung gefordert, wobei das resultierende Legierungsprodukt zusätzlich eine hohe Festigkeit und Härte sowie eine verbesserte Recyclingeignung sicherstellen soll. Ferner ist ein Herstellungsverfahren für das Legierungsprodukt anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird durch das in Anspruch 1 genannten Legierungsprodukt gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und Anspruch 15 behandelt ein Herstellungsverfahren für das Legierungsprodukt.

[0009] Die Erfinder haben eine Zusammensetzung für eine Kupfer-Zink-Legierung gefunden, die zur Herstellung eines Legierungsprodukts unterschiedlichen Herstellungsprozessen unterzogen werden kann und die Ausbildung verschiedener Phasenausscheidungen ermöglicht. Dabei ist insbesondere eine hinreichende Warmumformbarkeit und eine gute Kaltumformbarkeit gegeben, wobei die thermische Behandlung zur Herstellung des Legierungsprodukts bevorzugt mindestens eine Warmumformung in Kombination mit einem abschließenden Entspannungsglühen oder eine Kombination aus Warmumformung und Kaltumformung umfasst. Für Letzteres kann vor der Kaltumformung ein Zwischenglühen ausgeführt werden. Des Weiteren schließt bevorzugt ein Entspannungsglühen an eine Kaltumformung an.

[0010] Für das erfindungsgemäße Legierungsprodukt wird eine Kupfer-Zink-Legierung verwendet, die nach einer thermischen Behandlung ein Legierungsgefüge aufweist, das aus überwiegender feiner α -Phase mit β -Phasenanteilen besteht. Vorliegend wird eine β' -Phase dem β -Phasenanteil zugerechnet. Für die α -Phase in dem nach der thermischen Behandlung resultierenden Legierungsprodukt ist ein Gefügeanteil von mehr als 45 Vol.-% und insbesondere mehr als 50 Vol.-% bevorzugt.

[0011] Die erfindungsgemäße bleifreie Kupfer-Zink-Legierung besteht aus (Angaben in Gew.-%):

Cu:	67 bis 71 %,
Al:	1,4 bis 2,6 %,
Mn:	0,8 bis 2,0 %,
Ni:	0,7 bis 1,5 %,
Si: max. 1,2 %	und/oder P: max. 0,2 %,
wahlweise Sn:	max. 1,5 %,

(fortgesetzt)

Pb: max. 0,1 %,

5 Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0012] Wenn im Rahmen dieser Ausführung von unvermeidbaren Verunreinigungen die Rede ist, betragen diese pro Element maximal 0,05 Gew.-% und in der Summe der unvermeidbaren Verunreinigungen nicht mehr als 0,15 Gew.-%.

[0013] Bleifrei wird im Rahmen dieser Ausführung eine Kupfer-Zink-Legierung bezeichnet, die einen Bleianteil von maximal 0,1 Gew.-% enthält. Insofern wird ein Bleigehalt bis zu 0,1 Gew.-% in der Legierung toleriert.

10 **[0014]** Um ein Gefüge zu erzielen, das nach dem Erstarren so im Mischgebiet liegt, dass überwiegend feine α -Phase mit darin eingelagerten β -Phasenanteilen vorliegt, wird für die erfindungsgemäße Kupfer-Zink-Legierung ein Kupfergehalt von 67 bis 71 Gew.-% und besonders bevorzugt von 68 bis 70 Gew.-% mit ausgewählten Anteilsspannen für Aluminium, Mangan und Nickel kombiniert. Bei der Betrachtung der jeweiligen Zinkäquivalente gemäß der Faktoren nach Guillet ist ersichtlich, dass sich Aluminium (Zinkäquivalent 6,0) zu einen und Mangan (Zinkäquivalent 0,5) sowie
15 Nickel (Zinkäquivalent -0,9 bis -1,5) zum anderen im Hinblick auf die Phaseneinstellung gegenläufig verhalten. Mit den erfindungsgemäßen Anteilen für Aluminium von 1,4 bis 2,6 Gew.-% und besonders bevorzugt von 1,5 bis 2,5 Gew.-%, für Mangan von 0,8 bis 2,0 Gew.-% und besonders bevorzugt von 0,9 bis 1,9 Gew.-% sowie für Nickel von 0,7 bis 1,5 Gew.-%, bevorzugt 0,9 bis 1,3 Gew.-% und besonders bevorzugt von 1,0 bis 1,2 % resultiert das voranstehend genannte Legierungsgefüge, das besonders gut kaltumformbar ist. Insbesondere sind Ausführungen bevorzugt, die kein Zwischen-
20 schenglühen vor der Kaltumformung erfordern. Zugleich ist ein noch hinreichende Warmumformung gegeben, die mit den gewählten Anteilsspannen einstellbar und an die für die thermische Behandlung typischerweise zur Verfügung stehenden Prozessparameter anpassbar ist.

[0015] Die Warmumformung wird bevorzugt als Strangpressen nach dem Schmelzen und Gießen ausgeführt. Eine Alternative stellt Warmwalzen oder ein Schmiedeverfahren dar. Die erfindungsgemäße Kupfer-Zink-Legierung weist
25 nach dem Gießen einen β -Phasenanteil von ≥ 30 Vol.-% für eine Temperatur oberhalb von 600°C und bevorzugt oberhalb von 550°C auf, sodass eine noch ausreichende Warmumformbarkeit begeben ist. Der β -Phasenanteil für die Warmumformung beträgt bevorzugt mindestens 50 Vol.-%. Die genannten Temperaturen stellen Mindestwerte dar, wobei für die Warmumformung typischerweise höhere Umformtemperaturen verwendet werden können, beispielsweise Strangpresstemperaturen über 650°.

30 **[0016]** Eine Kaltumformung des durch Strangpressen oder Warmwalzen erzeugten Legierungsproduktes (Halbzeuges) führt zu einer verbesserten Oberflächengüte. Des Weiteren kann damit eine Anpassung der Abmessungen der Rohlinge, insbesondere auf Geradheit und Rundheit bei Stangenmaterial, vorgenommen werden, sodass nachfolgende Zerspanungsschritte weniger aufwendig sind. Ein weiterer wesentlicher Vorteil einer Kaltumformung stellt die Verbesserung der Materialeigenschaften dar, wobei neben einer Verbesserung der Zugfestigkeit vor allem eine Erhöhung der
35 Dehngrenze angestrebt wird, die wesentlich die mikroplastische Verformung und damit die Verschleißfestigkeit beeinflusst. Erreicht werden kann dieses durch Ziehen des Legierungsproduktes.

[0017] Für die Kaltumformung liegt der α -Phasenanteil der erfindungsgemäßen Kupfer-Zink-Legierung bevorzugt bei mindestens 45 Vol.-% und besonders bevorzugt bei mindestens 50 Vol.-%. Auf ein Zwischenglühen vor der Kaltumformung wird vorteilhaft verzichtet. Falls ein Zwischenglühen zu einer weiteren Verbesserung der Kaltumformbarkeit eingesetzt wird, sind typischerweise Temperaturen zwischen 400 und 500°C für 3 bis 6 Stunden anzuwenden. Des Weiteren
40 wird die Kaltumformung bevorzugt mit einer prozentualen Verformung von 5 bis 25 % und besonders bevorzugt von 7 bis 18 % ausgeführt, wodurch insbesondere die Zugfestigkeit und Härte der Kupfer-Zink-Legierung erhöht wird. Vorliegend ist die prozentuale Verformung als Querschnittsänderung beim Ziehen in Relation zum Ausgangsquerschnitt definiert. Durch einen bevorzugt der Kaltumformung nachgeschaltetes Entspannungsglühen wird zusätzlich zur Verringerung der Neigung zur Spannungsrisskorrosion die Duktilität gesteigert. Des Weiteren nimmt mit dem Abbau der Spannungen im Legierungsgefüge die Dehnung etwas zu, wobei die vorteilhaft eingestellte Zugfestigkeit und Härte grundsätzlich erhalten bleiben. Darüber hinaus dient das Entspannungsglühen auch zur finalen Einstellung der Phasenanteile im Gefüge und die darin auftretenden Phasenausscheidungen.

[0018] Somit kann mit ein und derselben Legierung allein durch Variation der daran beteiligten Legierungselemente und die Prozessführung das Gefüge in dem Legierungsprodukt, den jeweiligen Anforderungen entsprechend eingestellt werden. Steht ein Warmumformen des Legierungsproduktes im Vordergrund, wird man ein Gefüge mit einem höheren β -Phasenanteil einstellen. Steht hingegen neben der Warmumformung auch eine Kaltumformung an, wird man die Legierungszusammensetzung so einstellen, dass in einem primären β -Phasengefüge α -Phasenanteile ausgeschieden sind. Von Bedeutung ist, dass unterschiedliche Gefüge mit den ohnehin üblichen Verfahrensschritten eingestellt werden
55 können und bestehende Anlagen zum Herstellen derartiger Legierungsprodukte nicht geändert werden müssen.

[0019] Der Aluminiumanteil in der Legierung wirkt festigkeitssteigernd, verbessert die Oberflächenqualität und verringert die Neigung zur Erosionskorrosion, insbesondere in einer Meerwasserumgebung. Mangan und Nickel sind vorteilhaft für die mechanischen Eigenschaften und verbessern ebenfalls das Korrosionsverhalten. Ferner verbessert Nickel das

Formänderungsvermögen dieser Kupfer-Zink-Legierung. Für die erfindungsgemäße Legierungszusammensetzung hat sich zusätzlich und überraschend ergeben, dass für die gewählten Anteile der Begleitelemente Aluminium, Mangan und Nickel und das ausgewählte Kupfer-Zinkverhältnis unterschiedliche Phasenausscheidungen in der überwiegenden α -Matrix in einem weiten Bereich gezielt einstellbar sind. Dabei werden als weiteres Merkmal des erfindungsgemäßen Legierungsprodukts im Legierungsgefüge Phasenausscheidungen erster Art mit Silizium und Mangan enthaltenden Verbindungen und/oder Phasenausscheidungen zweiter Art mit Phosphor, Mangan und Nickel enthaltenden Verbindungen angelegt. Zur Anpassung an den jeweiligen Anwendungszweck ist innerhalb der Anteilsspannen der erfindungsgemäßen Kupfer-Zink-Legierung eine Einstellung beider Arten der Phasenausscheidungen möglich. Dabei können Hartphasen unterschiedlicher Größe und zusätzlich oder alternativ feine Phasenausscheidungen zur Festigkeitssteigerung eingestellt werden.

[0020] Die Phasenausscheidungen erster Art stellen Primärkristalle dar, die aus manganhaltigen Siliziden bestehen, wobei mittels der Anteile für Silizium und für die Begleitelemente die Größe und Form der Silizide einstellbar sind. Bei höheren Anteilen der Begleitelemente bilden sich größere Silizide aus, die insbesondere Hartphasen bilden. Für eine alternative Ausführung können die Legierungszusammensetzung und die thermische Behandlung so gewählt werden, dass Silizide in Form feiner Phasenausscheidungen vorliegen, die insbesondere die Festigkeit und die thermische Stabilität des Legierungsprodukts steigern. Des Weiteren können zusätzlich Aluminium und Nickel in die intermetallischen Phasenausscheidungen erster Art eingelagert sein.

[0021] Diese Phasenausscheidungen erster Art dienen zur Verbesserung der Verschleißbeständigkeit des Legierungsprodukts und verringern insbesondere abrasiven Materialabtrag und wirken punktuellen Verschweißungen an Gleitflächen entgegen. Die manganhaltigen Silizide können im Wesentlichen aus Mn_5Si_3 bestehen und in Form hexagonaler Hohlprismen ausgebildet sein. Neben stängeligen Formen sind kugelige oder plättchenförmige Strukturen und Mischungen aus den genannten Formen möglich. Mittels des Siliziumgehalts wird die Menge der Phasenausscheidungen erster Art gesteuert. Verwendet wird ein Siliziumanteil von maximal 1,2 % und bevorzugt ist ein Siliziumanteil von 0,05 bis 1,1 Gew.-% und besonders bevorzugt von 0,5 bis 1,0 Gew.-%. Geringere Siliziumanteile vermögen nicht eine hinreichende Menge an Siliziden bereitzustellen. Höhere Siliziumanteile wirken sich negativ auf die Zerspanbarkeit aus.

[0022] Die Phasenausscheidungen zweiter Art mit Phosphor, Mangan und Nickel enthaltenden Verbindungen führen zu im Legierungsgefüge fein ausgebildeten Phosphiden, die bei dieser Legierung als Spanbrecher dienen. Damit ist eine Legierung zum Herstellen eines Legierungsproduktes bereitgestellt, welches gut maschinell (zerspanend) bearbeitbar ist. Die Wirkung des Phosphors reicht damit über die Schmelzverflüssigung und Kornfeinung hinaus, wobei angenommen wird, dass durch die thermische Behandlung der Kupfer-Zink-Legierung zusätzliche Phasenausscheidungen zweiter Art entstehen, die besonders fein verteilt sind und festigkeitssteigernd wirken. Des Weiteren hat sich zu deren Stabilisierung der gewählte Aluminiumanteil in der Spanne von 1,4 bis 2,6 Gew.-% und bevorzugt von 1,5 bis 2,5 Gew.-% als wirkungsvoll erwiesen. Geringere Aluminiumanteile führen nicht zu dem gewünschten Zweck. Höhere Aluminiumanteile haben Nachteile hinsichtlich des Gefüges.

[0023] Untersuchungen des Legierungsgefüges ergaben eine gleichmäßige Verteilung der Phosphide in der Matrix, wobei die einzelnen Partikel überwiegend klein und kompakt sind. Unter Annahme einer kugeligen bzw. globularen Form lag die Größe von mindestens 85 Gew.-% der Phosphidpartikel unterhalb 2 μm . Des Weiteren ergaben Analysen für die Phosphide ein Massenverhältnis Mangan zu Phosphor von etwa 2,5 bis 3,5. Durch den zusätzlichen Einbau von Nickel in die Phosphide konnte eine Festigkeitssteigerung des resultierenden Legierungsprodukts beobachtet werden. Der Phosphoranteil in der Kupfer-Zink-Legierung beträgt maximal 0,2 Gew.-%, wobei ein Phosphorgehalt von 0,005 bis 0,15 Gew.-% bevorzugt und von 0,01 bis 0,12 Gew.-% besonders bevorzugt ist. Stehen spanbrechende Eigenschaften bei dem herzustellenden Legierungsprodukt im Vordergrund, wird man den Phosphorgehalt mindestens 0,5 Gew.-% einstellen.

[0024] Für eine vorteilhafte Ausführung liegen im Legierungsgefüge die Phasenausscheidungen erster Art mit Silizium und Mangan enthaltenden Verbindungen und die Phasenausscheidungen zweiter Art mit Phosphor, Mangan und Nickel enthaltenden Verbindungen vor. Damit lassen sich insbesondere der Verschleißgrad, die Festigkeit und die maschinelle Bearbeitbarkeit des Legierungsprodukts gezielt und über einen breiten Bereich unabhängig voneinander an die jeweilige Anwendung anpassen. Dabei werden die Begleitelemente so aufeinander abgestimmt, dass der Siliziumanteil nicht zu viel Mangan und Nickel in den Phasenausscheidungen erster Art bindet und eine genügende Anzahl von Phasenausscheidungen zweiter Art vorliegt.

[0025] Zinn stellt für die Kupfer-Zink-Legierung einen Wahlbestandteil dar, wobei dessen maximaler Anteil 1,5 Gew.-% nicht überschreitet. Der Vorteil eines Zinnzusatzes wird in der weiteren Verbesserung des Korrosionswiderstands gesehen. Des Weiteren hat Zinn einen positiven Einfluss auf die Festigkeits- und Geleiteigenschaften und trägt zu einer Deckschichtbildung bei. Bevorzugt wird daher ein Zinngehalt von 0,05 bis 1,1 Gew.-% und eine Anteilspanne für Zinn von 0,1 bis 1,0 Gew.-% ist besonders bevorzugt. Steht bei dem herzustellenden Legierungsprodukt wiederum eine gute Zerspanbarkeit im Raum, wird man den Zinngehalt mit mehr als 0,5 Gew.-% einstellen.

[0026] Für das erfindungsgemäße Legierungsprodukt hat sich erwiesen, dass die Kombination aus dem gewählten Kupfer-Zinkverhältnis und den Intervallen für die Begleitelemente Aluminium, Mangan und Nickel sowie den Elementen

für die beiden Phasenausscheidungsarten, Silizium und/oder Phosphor, zu einer Basislegierung mit einer überraschend guten Einstellbarkeit über einen weiten Bereich führt. Dies erlaubt eine gute Anpassbarkeit und ermöglicht ein breites Anwendungsfeld mit hohen Anforderungen an den Korrosionsschutz, den Verschleiß, die Oberflächengüte und Beschichtbarkeit sowie gute mechanische Eigenschaften im Hinblick auf die Härte und Festigkeit. Des Weiteren ist das

Legierungsprodukt aufgrund seiner Zusammensetzung gut recyclingfähig.
[0027] Des Weiteren ermöglicht das Legierungsprodukt Variationen innerhalb der vorgegebenen Zusammensetzung. Dabei werden für eine bevorzugte erste Variante, die neben den voranstehend genannten Vorteilen insbesondere eine gute Korrosionsbeständigkeit sicherstellt, der Mangangehalt $\geq 1,8$ Gew.-% festgelegt. Für eine bevorzugte zweite Variante, die als weitere Vorteile eine hohe Zähigkeit und eine verbesserte Steuerbarkeit der Warmumformung liefert, wird der Mangananteil auf $\leq 1,0$ Gew.-% begrenzt.

[0028] Die in nachstehender Tabelle 1 angeführten Ausführungsbeispiele Leg. 1 - Leg. 5 betreffen die bevorzugte erste Variante und Leg. 6 - Leg. 9 sind Ausgestaltungen der bevorzugten zweiten Variante.

Tabelle 1 (Angaben in Gew.-%)

	Cu	Al	Mn	Ni	Si	Sn	P	Zn
Leg. 1	70	1,5	1,9	1	1	-	-	24,6
Leg. 2	69	2,5	1,9	1	1	-	-	24,6
Leg. 3	68	2,5	1,9	1	1	0,8	-	24,8
Leg. 4	70	2,5	1,9	1	1	0,8	0,12	22,68
Leg. 5	70	2,5	1,9	1	-	0,8	0,12	23,68
Leg. 6	70	1,5	0,9	1	-	0,8	-	25,8
Leg. 7	70	1,5	0,9	1	1	0,8	-	24,8
Leg. 8	70	1,5	0,9	1,2	1	1	0,12	24,28
Leg. 9	70	1,5	0,9	1,2	-	1	0,12	25,28

[0029] Des Weiteren weisen die aus Leg. 1 - Leg. 3, Leg. 6 und Leg. 7 resultierenden Legierungsprodukte die Phasenausscheidungen erster Art auf, während für Leg. 5, Leg. 6 und Leg. 9 die Phasenausscheidungen zweiter Art im Vordergrund stehen sind. Für Leg. 4 und Leg. 8 liegen beide Phasenausscheidungen vor.

[0030] In der Tabelle 2 sind Temperaturangaben für das Schmelzen der jeweiligen Legierungszusammensetzungen gelistet, wobei die Liquidustemperaturen bzw. Schmelzintervalle erfasst sind. Nach dem Schmelzen erfolgte das Gießen mittels Strangguss.

Tabelle 2

	Schmelztemperatur [°C]
Leg. 1	910
Leg. 2	930
Leg. 3	930
Leg. 4	920
Leg. 5	960
Leg. 6	930 - 950
Leg. 7	920
Leg. 8	920
Leg. 9	950

[0031] Aus Tabelle 3 wird noch ausreichende Warmumformbarkeit der erfindungsgemäßen Kupfer-Zink-Legierung deutlich. Angeführt ist die Temperatur, oberhalb der der β -Phasenanteil ≥ 30 Vol.-% beträgt. Die Angaben stellen Mindesttemperaturen dar, wobei die für die Warmumformung angewandten Umformtemperaturen vorteilhafterweise höher gewählt werden können.

Tabelle 3

	Mindesttemperatur [°C] für β -Phasenanteil ≥ 30 Vol.-%
Leg. 1	790
Leg. 2	650
Leg. 3	580
Leg. 4	650
Leg. 5	680
Leg. 6	800
Leg. 7	740
Leg. 8	750
Leg. 9	820

[0032] In der praktischen Anwendung wird man in aller Regel den Warmumformvorgang mit einer Temperatur durchführen, die oberhalb der in der Tabelle 3 für die einzelnen Legierungen genannten liegt. Dennoch ist eine hinreichende Warmumformung auch bereits bei diesen Temperaturen möglich.

[0033] Nach dem Schmelzen der Legierungsbestandteile und dem Gießen, wird die Warmumformung für die untersuchten Ausführungsbeispiele mittels Strangpressen ausgeführt. Tabelle 4 zeigt die nach dem Abschluss der Warmumformung vorliegenden mechanischen Eigenschaften des Zwischenprodukts.

Tabelle 4

	0,2%-Dehngrenze [Mpa]	Zugfestigkeit [Mpa]	Bruchdehnung [%]	Brinellhärte HBW
Leg. 1	280	610	10	150
Leg. 2	300	660	10	160
Leg. 3	260	580	19	140
Leg. 4	250	570	19	140
Leg. 5	260	570	19	140
Leg. 6	240	530	20	130
Leg. 7	240	530	20	130
Leg. 8	230	500	22	130
Leg. 9	230	510	22	130

[0034] Für das Kaltumformen wird der in der nachfolgenden Tabelle 5 angeführte α -Phasenanteil eingestellt.

Tabelle 5

	α -Phasenanteil [Vol.-%] für die Kaltumformung
Leg. 1	70
Leg. 2	50
Leg. 3	50
Leg. 4	50
Leg. 5	60
Leg. 6	60 - 65
Leg. 7	70
Leg. 8	70

(fortgesetzt)

	α -Phasenanteil [Vol.-%] für die Kaltumformung
Leg. 9	60 - 65

[0035] In Tabelle 6 sind die nach dem Kaltverformen mit der jeweils angegebenen prozentualen Verformung und einem Entspannungsglühen resultierenden mechanischen Eigenschaften des Legierungsprodukts aufgelistet. Dabei zeigt der Vergleich zur Normlegierung CuZn35Ni3Mn2AlPb (Werkstoffnummer CW710R nach DIN EN 1412), dass insbesondere eine verbesserte Zugfestigkeit und eine Anhebung der Dehngrenze erreicht werden. Letztere ist wesentlich für die mikroplastische Verformung und damit die Verschleißfestigkeit.

Tabelle 6

Gew.-%	prozentuale Verformung [%]	0,2%-Dehngrenze [Mpa]	Zugfestigkeit [Mpa]	Bruchdehnung [%]	Brinellhärte HBW
Leg. 1	8	440	680	9	180
Leg. 2	7	450	720	9	190
Leg. 3	16	500	680	17	180
Leg. 4	16	510	670	17	180
Leg. 5	16	510	670	17	180
Leg. 6	16	480	630	18	170
Leg. 7	16	480	630	18	170
Leg. 8	18	480	600	20	160
Leg. 9	18	480	610	20	160
CW710R	-	300 - 400	490 - 550	10-20	190 - 240

Patentansprüche

1. Legierungsprodukt hergestellt aus einer bleifreien Kupfer-Zink-Legierung, bestehend aus (Angaben in Gew.-%):

Cu: 67 bis 71 %,
 Al: 1,4 bis 2,6 %,
 Mn: 0,8 bis 2,0 %,
 Ni: 0,7 bis 1,5 %,
 Si: max. 1,2 % und/oder P: max. 0,2 %, wahlweise Sn: max. 1,5 %, Pb: max. 0,1 %,

Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen,

wobei das Legierungsprodukt nach einer thermischen Behandlung der Kupfer-Zink-Legierung ein Legierungsgefüge aufweist, das aus überwiegend α -Gefüge mit β -Phasenanteilen besteht, und wobei im Legierungsgefüge Phasenausscheidungen erster Art mit Silizium und Mangan enthaltenden Verbindungen und/oder Phasenausscheidungen zweiter Art mit Phosphor, Mangan und Nickel enthaltenden Verbindungen vorliegen.

2. Legierungsprodukt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die thermische Behandlung eine Warmumformung und/oder eine Kaltumformung umfasst.

3. Legierungsprodukt nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die thermische Behandlung ein Zwi-

schenglügen vor einer Kaltumformung und/oder ein abschließendes Entspannungsglügen umfasst.

4. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kupfergehalt auf 68 bis 70 Gew.-% beschränkt ist.
5. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aluminiumgehalt 1,5 bis 2,5 Gew.-% beträgt.
6. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mangangehalt 0,9 bis 1,9 Gew.-% beträgt.
7. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mangangehalt $\geq 1,8$ Gew.-% beträgt.
8. Legierungsprodukt nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mangangehalt $\leq 1,0$ Gew.-% beträgt.
9. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nickelgehalt 0,9 bis 1,3 Gew.-% und bevorzugt 1,0 bis 1,2 Gew.-% beträgt.
10. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Siliziumgehalt 0,05 bis 1,1 Gew.-% und bevorzugt 0,5 bis 1,0 Gew.-% beträgt.
11. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Phosphorgehalt 0,005 bis 0,15 Gew.-% und bevorzugt 0,01 bis 0,12 Gew.-% beträgt.
12. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zinngehalt 0,05 bis 1,1 Gew.-% und bevorzugt 0,1 bis 1,0 Gew.-% beträgt.
13. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Legierungsgefüge sowohl die Phasenausscheidungen erster Art mit Silizium und Mangan enthaltenden Verbindungen als auch die Phasenausscheidungen zweiter Art mit Phosphor, Mangan und Nickel enthaltenden Verbindungen vorliegen.
14. Legierungsprodukt nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupfer-Zink-Legierung einen β -Phasenanteil von ≥ 30 Vol.-% für eine Temperatur oberhalb von 600°C und bevorzugt oberhalb von 550°C aufweist.
15. Verfahren zur Herstellung eines Legierungsprodukts nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Schmelzen der Bestandteile der Kupfer-Zink-Legierung und dem Gießen eine thermische Behandlung ausgeführt wird, die eine Warmumformung und/oder eine Kaltumformung umfasst, wobei die Kupfer-Zink-Legierung für die Warmumformung einen β -Phasenanteil von ≥ 30 Vol.-% für eine Temperatur oberhalb von 600°C und bevorzugt oberhalb von 550°C aufweist, und wobei die Kupfer-Zink-Legierung vor der Kaltumformung einen α -Phasenanteil von mindestens 45 % Vol.-% und bevorzugt von mindestens 50 Vol.-% aufweist und die Kaltumformung mit einer prozentualen Verformung von 5 bis 25 % und bevorzugt von 7 bis 18 % ausgeführt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Kaltumformung ein Entspannungsglügen ausgeführt wird.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 20 4611

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2015/046421 A1 (MITSUBISHI SHINDO KK [JP]) 2. April 2015 (2015-04-02) * Zusammenfassung * * Ansprüche 1-4 *	1-16	INV. C22C9/04 C22F1/08
A	JP S62 96631 A (SANPO SHINDO KOGYO KK) 6. Mai 1987 (1987-05-06) * Zusammenfassung *	1-16	
A	JP S64 55348 A (MITSUBISHI METAL CORP) 2. März 1989 (1989-03-02) * Zusammenfassung *	1-16	
A	KR 2014 0035579 A (NO IN GUK [KR]) 24. März 2014 (2014-03-24) * Zusammenfassung *	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C22C C22F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. März 2021	Prüfer Rosciano, Fabio
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 20 4611

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-03-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2015046421 A1	02-04-2015	JP 5933848 B2 JP WO2015046421 A1 TW 201516165 A WO 2015046421 A1	15-06-2016 09-03-2017 01-05-2015 02-04-2015
20	JP S6296631 A	06-05-1987	JP S6296631 A JP S6335700 B2	06-05-1987 15-07-1988
25	JP S6455348 A	02-03-1989	JP S6455348 A JP H07107183 B2	02-03-1989 15-11-1995
30	KR 20140035579 A	24-03-2014	KEINE	
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 102007029991 B4 [0004]
- EP 3272888 A1 [0005]
- DE 3626435 A1 [0006]