

(19)



(11)

EP 3 581 667 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.12.2019 Patentblatt 2019/51

(51) Int Cl.:
C22C 9/02 (2006.01) C22F 1/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19179717.4**

(22) Anmeldetag: **12.06.2019**

(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

(30) Priorität: **12.06.2018 DE 102018004702**

(71) Anmelder: **Gebr. Kemper GmbH + Co. KG
Metallwerke
57462 Olpe (DE)**

(72) Erfinder: **Hansen, Andreas
51580 Reichshof (DE)**

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte
PartG mbB
Leopoldstraße 4
80802 München (DE)**

(54) **FORMTEILE AUS EINER KORROSIONSBESTÄNDIGEN UND ZERSPANBAREN
KUPFERLEGIERUNG**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zinn enthaltende Kupferlegierung, deren Verwendung und ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen, sowie die daraus hergestellten Formteile.

EP 3 581 667 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kupferlegierung, deren Verwendung und ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen, sowie die daraus hergestellten Formteile.

Stand der Technik

[0002] Wasser ist ein wertvoller Rohstoff und für den täglichen Gebrauch unentbehrlich. Daher muss das Trinkwasser bei der Entnahme aus dem Versorgungssystem mikrobiologisch so beschaffen sein, dass der spätere Genuss zu keiner Erkrankung des Menschen führt. Um dies zu erreichen werden hohe Anforderungen an Werkstoffe, die in den unmittelbaren Kontakt mit dem Trinkwasser kommen, gestellt. Kupfer ist das edelste Gebrauchsmaterial und gilt in der Industrie und Technik für wasserführende Systeme als ein unverzichtbarer Werkstoff. Denn Kupfer besitzt bakteriostatische Eigenschaften und bietet außerdem eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit. Kupfer zeigt auch in der Formgebung positive Eigenschaften auf. So lassen sich Kupfergusslegierungen gut vergießen und durch die hohe Festigkeit und Zähigkeit wird der Werkstoff auch bei der plastomechanischen Formgebung besonders geschätzt.

[0003] Jedoch bereitet gerade diese plastische Verformbarkeit bei der spanabhebenden mechanischen Bearbeitung Probleme. Hier neigen homogene Kupferwerkstoffe zu einer Langspanbildung. Diese Spanart hemmt den Arbeitsablauf beim vollautomatisierten Drehen, bzw. Bohren, und führt zu einem starken Verschleiß an den Werkzeugschneiden. Oftmals ist die Spanbildung des Kupfers die limitierende Größe bei der mechanischen Bearbeitung und nimmt daher direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Werkstücke.

[0004] Rotguss gehört zu den Kupfergusslegierungen und zeichnet sich durch die Kombination einer guten Gießbarkeit mit optimaler Spanbarkeit und hoher Festigkeit aus. Durch die gute Korrosionsbeständigkeit ist Rotguss besonders für wasserführende Systeme wie die Armaturen- und Sanitärtechnik geeignet. Übliche Rotgusslegierungen enthalten Zinn um die Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit zu steigern. Zink wird als kostengünstiges Substitutionsmittel für Kupfer hinzugefügt. Um die erzeugten Produkte aus Rotguss überhaupt wirtschaftlich bearbeiten zu können, wird das Schwermetall Blei hinzugegeben, welches in der Legierung als Spanbrecher wirkt und eine spanabhebende Bearbeitung auf CNC-Automaten und herkömmlichen Drehautomaten möglich macht.

[0005] Stagniert das Trinkwasser über längere Zeit in handelsüblichen bleihaltigen Armaturen, besteht die Möglichkeit, dass Blei durch eine Metallionenmigration an das Leitungswasser abgegeben wird. Hohe Bleikonzentrationen gelten als gesundheitsschädlich. Daher werden weltweit immer strengere Auflagen an die Bleigehalte der Werkstoffe, die in Kontakt mit Trinkwasser

kommen, gestellt. Auch innerhalb von Deutschland wurde über die gesetzliche Trinkwasserverordnung seit dem 01.12.2013 der Bleigehalt auf 10 µg Blei/l gesenkt. Der Druck, Bleigehalte im Trinkwasser weiter zu reduzieren, ist weltweit angestiegen und wird weiter wachsen. So verlangen gesetzliche Vorgaben aus den USA, dass Bleigehalte in Kupferlegierungen einen durchschnittlichen Bleigehalt von 0,25 % nicht überschreiten dürfen, unabhängig von der eigentlichen Bleikonzentration im Trinkwasser.

[0006] Der ideale Rotguss wäre frei von Blei und anderen bedenklichen Substanzen, bei gleichbleibender oder besserer Wirtschaftlichkeit in der Fertigung und ohne die Korrosionsbeständigkeit, die hohen mechanischen Festigkeiten und die gute Verarbeitbarkeit zu beeinträchtigen.

[0007] Die EP 2290114 A1 beschreibt eine bleifreie Rotgusslegierung mit 4 bis 6 Gew.-% Zinn, 4 bis 6 Gew.-% Zink und weniger als 0,25 Gew.-% Blei. Mit dieser Legierung können bleifreie Bauteile mittels Gießverfahren hergestellt werden. Die nachträgliche mechanische Bearbeitung zur Erzeugung der Funktionsflächen dieser Bauteile bleibt aber unberücksichtigt. Ohne Blei zeigt die angegebene Zusammensetzung ein homogenes α -MK Gefüge auf, welches zur Langspanbildung neigt und sich nicht wirtschaftlich spanabhebend bearbeiten lässt. Auch das vorausgesetzte Gießverfahren benötigt prozessbedingt einen höheren Materialeinsatz zur Erzeugung des Formteils als alternative Umformungsprozesse. Die US 2012/0082588 A1, die EP 2 241 643 A1, die EP 3 225 707 A1 und die US 9,181,606 B2 offenbaren Kupferlegierungen.

[0008] Einen Umformprozess einer bleifreien Rotguss-Legierung beschreibt die EP 2 872 660 B1. Beschrieben wird ein Verfahren zur Vorkonditionierung einer Rotgusslegierung mit 2 bis 8 Gew.-% Zinn, 2,5 bis 13 Gew.-% Zink und weniger als 0,25 Gew.-% Blei die zum Warmpressen geeignet ist und am Ende des Warmpressvorgangs ein homogenes Gefüge vorweist. Die Warmumformung ermöglicht eine wirtschaftliche Herstellung von Formteilen mit geringem Materialeinsatz. Zwar wird der Verfahrensablauf bis zur Formgebung des Rohlings erläutert, unberücksichtigt bleibt aber auch hier der anschließende notwendige Zerspanvorgang zur Herausarbeitung von Funktionsflächen der Bauteile. Durch die chemische Zusammensetzung und das anschließende warmumformen entsteht eine homogene Gefügebildung und auch hier ist durch das Fehlen eines Spanbrechers eine Langspanbildung bei der spanabhebenden Bearbeitung zu erwarten, die eine wirtschaftliche Bearbeitung der Bauteile erschwert.

[0009] Die EP 1 801 250 A1 beschreibt migrationsarme Bauteile aus einer Kupferlegierung, die einen relativ hohen Anteil an Si aufweist, zusätzlich zu geringeren aber wesentlichen Anteilen an Mn, Al und Zr. Ähnliche Kupferlegierungen sind auch in der WO 2007/068470 offenbart.

[0010] Trotz der vielen inzwischen bekannten Kupfer-

legierungen im Stand der Technik besteht immer noch eine Herausforderung darin, Rotguss Kupferlegierungen anzugeben, die einerseits ohne den Einsatz der aus Umwelt- und Gesundheitssichtpunkten problematischen Komponente Blei (Pb) auskommen, andererseits Umformungsprozesse ermöglichen, ohne dass die mechanischen Kennwerte und die Korrosionsbeständigkeit leiden. Als besonders anspruchsvoll hat sich hier die Bereitstellung von Kupferlegierungen herausgestellt, die eine gute Warmumformbarkeit zeigen (also ohne wesentlichen Abfall mechanischer Kennwerte) und vorzugsweise ebenfalls gut spanabhebend zu bearbeiten sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung

[0011] Aufgrund der vorstehend geschilderten Nachteile im Stand der Technik, ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Kupferlegierung anzugeben, die diese Nachteile überwindet. Wünschenswert wäre dabei insbesondere eine Kupferlegierung, die möglichst wenig Komponenten umfasst, bleifrei oder im wesentlichen bleifrei ist und darüber hinaus auf teure Metallkomponenten und/oder schwierig einzumischende Metallkomponenten verzichten kann.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0012] Diese Aufgabe wird durch die Kupferlegierung nach Anspruch 1, deren Verwendung nach Anspruch 2, sowie das Verfahren zur Herstellung von Formteilen nach Anspruch 3 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung angegeben. Ebenfalls beansprucht werden die unter Einsatz der hier beschriebenen Kupferlegierung hergestellten Formteile.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0013] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden zunächst im Hinblick auf die erfindungsgemäße Legierung beschrieben. Es ist dem Fachmann allerdings klar, dass die in diesem Zusammenhang beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen sich auch auf die beschriebene Verwendung, das beschriebene Herstellungsverfahren sowie die beschriebenen Formteile übertragen lassen und auch für diese Aspekte der Erfindung als bevorzugte Ausführungsformen anzusehen sind.

[0014] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, aus einer Rotguss-Legierung, die im Gefüge einen Spanbrecher aufweist, über eine Warmumformung mit geringem Materialeinsatz Formteile mit hohen mechanischen Festigkeiten, mit hoher Maßhaltigkeit und mit hoher Korrosionsbeständigkeit erzeugen, die anschließend nach dem Warmpressvorgang auch noch einer wirtschaftlichen Zerspanung unterzogen werden können. Die warmumformbare Rotguss-Legierung der vorliegenden Erfindung benötigt für die Ausbildung eines Spanbrechers im Gefüge keine Elemente wie Al, Si, Pb, Sb, Te, Se, C

und Bi und ist daher gut wiederverwendbar.

[0015] Die vorliegende Erfindung stellt also eine Kupferlegierung zur Verfügung, die insbesondere zur Herstellung von Formteilen aus mindestens einem Warmumformungsvorgang mit anschließender spanabhebender Bearbeitung, die folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweist:

Sn:	2 bis 6 %
Zn:	0 bis 5 %
S:	0,05 bis 0,6 %
Pb:	weniger als 0,25 %
Ni:	weniger als 0,6 %
Sb:	weniger als 0,2 %,

optional weiter enthaltend Phosphor bis maximal 0,06 Gew.-%, B bis maximal 0,003 Gew.-%, Zr bis maximal 0,03 Gew.-% sowie unvermeidbare Verunreinigungen, wobei die Summe der Verunreinigungen vorzugsweise 0,25 Gew.-% nicht überschreitet, und wobei der Rest Cu ist.

[0016] Wie bereits vorstehend ausgeführt, enthält die erfindungsgemäße Legierung insbesondere keine Elemente der Gruppe Al, Si, Sb, Te, Se, C und Bi und in bevorzugten Ausführungsformen ebenfalls kein Pb.

[0017] Bevorzugte Gehalte an erfindungsgemäß einzusetzenden Legierungskomponenten sind wie folgt, wobei diese jeweils einzeln als auch in jeder Kombination erfindungsgemäß offenbart und beansprucht werden (jeweils erneut in Gew.-%):

Sn: 2 bis 4 %, in Ausführungsformen 2 bis weniger als 3,5 %, wie 2 bis 3,25 %

Zn: 0 bis 3 %, in Ausführungsformen auch 0 bis weniger als 1,5 %, insbesondere 0,1 bis weniger als 1,5 %

S: 0,1 bis 0,45 % und in Ausführungsformen 0,1 bis weniger als 0,25 %, wie 0,1 bis 0,2 %

Ni: weniger als 0,5 %, wie von 0 bis 0,4 %, von 0 bis 0,25 %

[0018] Der Kupferanteil in der Legierung ist bevorzugt 88 Gew.-% oder mehr, stärker bevorzugt 90 Gew.-% oder mehr.

[0019] Es hat sich unerwartet gezeigt, dass mit den hier offenbarten Kupferlegierungen die bekannten Nachteile aus dem Stand der Technik überwunden werden können. Insbesondere können aus der Kupferlegierung hergestellte Halbzeuge/Zwischenprodukte sehr gut einer Warmumformung unterworfen werden. Trotz des bei einer Warmumformung (typischer Weise bei Temperaturen von etwa 600 bis 950°C) häufig auftretenden Abbaus von Kaltverfestigungen, ermöglicht die erfindungsgemäße Legierung die Herstellung von Formteilen (die

ggf. dann noch weiterbearbeitet werden, z.B. durch spanabhebende Bearbeitung), die immer noch ausgezeichnete mechanische Kennwerte aufweisen und auch keinen Abbau der Korrosionsbeständigkeit zeigen.

[0020] Weiterhin hat sich gezeigt, dass die so erhaltenen Formteile (also nach Warmumformung) auch in wirtschaftlicher Art weiterbearbeitet werden können, da insbesondere die unerwünschte Langspanbildung unterbleibt. Es zeigt sich also, dass trotz der bei einer Warmumformung ablaufenden Prozesse in der Gefügestruktur der Legierung immer noch spanbrechende Komponenten vorliegen, obwohl die erfindungsgemäße Legierung auf typische spanbrechende Komponenten, wie Pb oder Si verzichtet. Also stellt die vorliegende Erfindung eine Kupferlegierung zur Verfügung, die eine ausgezeichnete Balance an gewünschten Eigenschaften aufweist. Es können also aus dieser Legierung Formteile hergestellt werden, insbesondere durch Warmumformung, ggf. verbunden mit weiteren Bearbeitungsschritten wie hier beschrieben, ohne dass Abstriche an die weiteren, erwünschten Eigenschaften der Kupferlegierung und deren Eignung zum Einsatz in der Warmumformung zu befürchten sind.

[0021] Die erfindungsgemäße Legierung kann also vorteilhaft zur Herstellung von Formteilen eingesetzt werden, wobei diese Herstellungsverfahren eine Warmumformung umfassen, ggf. kombiniert mit weiteren Bearbeitungsverfahren, beispielsweise eine anschließende spanabhebende Bearbeitung.

[0022] Im Hinblick auf den Erhalt der erwünschten Eigenschaften der hier beschriebenen Kupferlegierung ermöglichen die einzelnen Legierungsbestandteile jeweils allein, aber auch in ihrem Zusammenwirken, eine gute und reproduzierbare Steuerung der Legierungseigenschaften.

[0023] Zinn wirkt in der Legierung als Mischkristallverfestiger und erhöht damit die Zugfestigkeit, Dehngrenze und Härte, vermindert aber die Bruchdehnung. Des Weiteren erhöht Zinn die Korrosionsbeständigkeit, wobei die Korrosionsbeständigkeit mit steigenden Zinngehalten zunimmt. Bei der Herstellung der Rohlinge zur Warmumformung konnte erkannt werden, dass durch Zinn im Gefüge starke Segregierungen auftreten, die bei der Erstarrung zur Bildung von Zonenkristallen führen. Am Anfang der Erstarrung werden zinnärmere Kupferkristalle ausgeschieden und die Restschmelze reichert sich mit einem Zinngehalt an, der über den Durchschnittsgehalt der Legierung liegt. Abweichend vom stabilen Zustandsdiagramm Kupfer-Zinn kann bei Gehalten von über 7 Gew.-% Zinn im Gefüge bei Raumtemperatur ein $(\alpha + \delta)$ - Eutektoid vorliegen, das unter Gleichgewichtsbedingungen erst bei max. 15,8 Gew.-% Zinn entsteht. Die mögliche δ Phase kristallisiert im kfz Gitter und müsste somit an sich gut verformbar sein, die Phase besitzt aufgrund ihrer voluminösen Elementarzelle von 416 Atomen aber ein sprödes Verhalten. Dies erschwert den späteren Warmumformprozess. Durch eine Wärmebehandlung bei hohen Temperaturen mit ausreichender Zeit lässt sich

das $(\alpha + \delta)$ - Eutektoid zwar beseitigen, eine Wärmebehandlung ist aber mit hohem Energieaufwand verbunden.

[0024] Des Weiteren besteht die Gefahr einer Kornvergrößerung des Gefüges während der Behandlung. Dies würde zu einer Reduzierung der Dehnung führen womit der spätere Warmumformprozess erschwert wird. Mit einem Gehalt von 2 bis 6 Gew.-% Zinn, besonders bevorzugt 2 - 4 Gew.-% Zinn wird eine hohe mechanische Festigkeit mit hoher Dehnung gewährleistet und eine Ausbildung des $(\alpha + \delta)$ - Eutektoids im Gusszustand vermieden.

[0025] Schwefel ist nahezu unlöslich im festen Kupfer und die ursprünglichen Eigenschaften des Werkstoffs, wie etwa die Korrosionsbeständigkeit, werden durch die Zugabe von Schwefel nicht beeinflusst. Durch die Unlöslichkeit im festen Kupfer führt Schwefel zu einem Konstitutionsverhalten, dass den Erstarrungsverlauf von Kupfer-Zinn Legierung ähnlich wie Blei beeinflusst. Anders als Blei liegt Schwefel am Ende der Erstarrung aber nicht elementar im Gefüge vor, sondern in Form einer intermetallischen Metall-Schwefel Verbindung die gleichmäßig im Gefüge verteilt ist. Es konnte erkannt werden, dass diese Phase inkohärent und spröde im Gefüge vorliegt und somit einen spanbrechenden Mechanismus erzeugt.

[0026] Die Eigenschaften der Sulfide beeinflussen das mechanische, plastische Verhalten des Rotguss-Werkstoffs. Der Einfluss wird über die Mengenanteile der Sulfidphasen im Werkstoff bestimmt. Ab Schwefelgehalten von über 0,6 Gew.-% wird die spannungsübertragende α -Cu Matrix durch die Sulfide so stark beeinträchtigt, dass ein Warmpressvorgang stark erschwert ist. Der Schwefelgehalt von 0,05 Gew.-% bis 0,6 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,1 Gew.-% bis 0,45 Gew.-%, stellt sicher, dass ausreichend Sulfideinschlüssen im Gefüge vorhanden sind um einen spanbrechenden Mechanismus zu erzeugen und ein Warmumformungsvorgang zu gewährleisten.

[0027] Zink wird der Legierung als wirtschaftliches Substitutionsmittel gegenüber Kupfer hinzugefügt. Es wurde erkannt, dass zwischen dem Zinkgehalt und dem Schwefelgehalt ein enger Zusammenhang über den Zeitpunkt und über die Art der Verteilung der Sulfidausbildung besteht. Je höher der Zinkgehalt vorliegt, umso früher bilden sich die Sulfideinschlüsse während der Gussteilerstarrung im Gefüge aus. Liegt der Zinkgehalt über 5 Gew.-%, wird die Sulfidausbildung zu Temperaturen im Bereich der Erstarrungstemperatur der Rotgusslegierung verschoben. In diesem Temperaturbereich liegen noch hohe schmelzflüssige Anteile im Gussgefüge vor, die stellenweise miteinander verbunden sind.

[0028] Durch einen hohen Zinkgehalt kommt es dann zu einer frühzeitigen Ausbildung der Sulfide. Diese Sulfide liegen inhomogen und stellenweise konzentriert im Gefüge vor und erschweren somit den Warmpressvorgang durch eine lokale Schwächung der α -MK Matrix. Ist der Zinkgehalt niedrig, wird die Ausbildung zu niedrigeren Temperaturen verschoben und die Sulfide liegen

in ehemaligen Restschmelzebereichen getrennt voneinander und homogen verteilt vor. Der Zinkgehalt von 0 bis 5 Gew.-%, besonders bevorzugt 0 bis 3 Gew.-% Zink, sichert, dass eine Sulfidausbildung bei höheren Temperaturen vermieden wird.

[0029] Untersuchungen haben gezeigt, dass die erfindungsgemäße Kupferlegierung durch die spezifische Zusammensetzung eine besondere Eignung zum Einsatz in einem Herstellungsverfahren für Formteile aufweist, wobei dieses Verfahren mindestens eine Warmumformung umfasst. Durch die besondere Zusammensetzung der Legierung können nach der Warmumformung auch problemlos weitere Bearbeitungsschritte erfolgen, beispielsweise eine anschließende spanabhebende Bearbeitung.

[0030] Eine erfindungsgemäße Warmumformung kann beispielsweise ein Warmpressvorgang sein. Erfindungsgemäß sind aber auch andere Warmumformungen möglich, die dem Fachmann bekannt sind. Vor einer Warmumformung, beispielsweise einem Warmpressvorgang wird der Rohling auf 600 °C bis 950 °C erhitzt. Ab 600 °C ist die Dehngrenze ausreichend tief um den Rotgusswerkstoff über einen Warmumformungsvorgang plastisch zu verformen. Erfindungsgemäß kann eine Warmumformung bei irgend einer geeigneten Temperatur in dem vorstehend genannten Temperaturfenster durchgeführt werden, beispielsweise bei 700 bis 900 °C. Die jeweilige Temperatur wird in Abhängigkeit von der Art des Formteils, der gewünschten Schnelligkeit der Umformung etc. vom Fachmann ausgewählt.

[0031] Es wurde erkannt, dass in dem angegebenen Temperaturbereich auch die Atombindungen der Sulfide schwächer werden, so dass Versetzungsbewegungen in diesen Überstrukturen erleichtert werden. Die Phasen verlieren in diesem Temperaturbereich ihre Sprödigkeit und werden verformbar und hemmen somit den Warmumformungsprozess nicht. Unmittelbar nach der Umformung findet dann eine dynamische Rekristallisation der α -MK Matrix statt, die den vorher im Gusszustand bestehenden Zonenmischkristall mit unterschiedlicher Zinnkonzentration beseitigt und über den Querschnitt eine homogene Konzentration und damit gleichbleibender mechanische Kennwerte und Korrosionseigenschaften gewährleistet.

[0032] Die Sulfide liegen aber nach dem Verformungsprozess bei Raumtemperatur im Gefüge wieder verteilt und spröde vor, womit sie als Spanbrecher fungieren. Es konnte ermittelt werden, dass auch bei warmverformten Formteilen mit niedrigen Schwefelgehalten ab 0,05 Gew.-% es zu einem Ruckgleiten des Werkzeugs bei der mechanischen Bearbeitung durch zeitlich veränderte Reibungsverhältnisse zwischen Span und Werkzeug kommt. Diese veränderten Reibungsverhältnisse sind auf den inhomogenen Gefügebau zurückzuführen, der nach dem Warmpressvorgang aus einer kupferhaltigen α -MK Matrix mit darin eingebetteten Sulfiden besteht. Durch das Ruckgleiten entstehen Scherbänder im Span die zu Lamellenspänen und Scherspänen führen

und im weiteren Verlauf der Bearbeitung bei Abführung über eine Spanleitstufe im Werkzeug brechen. Dadurch werden lange Späne verhindert und eine wirtschaftliche spanabhebende Bearbeitung ermöglicht.

[0033] Um den erfindungsgemäß vorgesehenen Warmpressvorgang zu ermöglichen, sollte die im Gusszustand vorliegende mittlere Korngröße nicht mehr als 2 mm betragen. Die notwendigen Maßnahmen zur Sicherstellung einer derartigen mittleren Korngröße sind dem Fachmann bekannt. Eine Kornfeinung ist beispielsweise möglich über den Einsatz chemische Zusätze wie Zirkon und Bor bis zu Gehalten von 0,005 bis 0,03 Gew.-% oder andere alternative Verfahren zur Kornfeinung wie elektromagnetisches Rühren, Ultraschallanregung, Vibration, Einblasen von Gas oder mittels einer starken Unterkühlung der Schmelze während des Gießens.

[0034] Die vorstehend beschriebene Kupferlegierung eignet sich insbesondere zur Verwendung zur Herstellung von Formteilen, wobei die Herstellung mindestens eine Warmumformung umfasst. Möglich ist auch die Verwendung zur Herstellung von Formteilen, bei der nach der mindestens einen Warmumformung weitere Bearbeitungsschritte erfolgen, beispielsweise eine anschließende spanabhebende Bearbeitung. Das damit korrespondierende Herstellungsverfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung von Bauteilen, beispielsweise Medien-, z.B. Gas oder Wasser führenden Leitungen und damit zu verbindenden Bauteilen, wie Fittings etc. Besonders im Fokus stehende Formteile sind Bestandteile von Hausinstallationsrohrsystemen, einschließlich Rohre, Fittings, Endkappen und Verbindungsstücke. Die prinzipiellen Verfahrensschritte zur Herstellung derartiger Formteile sind dem Fachmann bekannt und werden daher hier nicht detailliert beschreiben.

[0035] Erfindungswesentlich ist in diesem Zusammenhang, dass durch die vorstehend beschriebene spezifische Zusammensetzung der einzusetzenden Kupferlegierung ein Abfall mechanischer Kennwerte und der Korrosionsbeständigkeit auch nach einer Warmumformung ausbleibt. Zusätzlich hat sich gezeigt, dass sowohl vor als auch nach einer Warmumformung die erhaltenen Formteile ohne Probleme anderen Bearbeitungen unterworfen werden können. Insbesondere ist eine spanabhebende Bearbeitung möglich, da die problematische und unerwünschte Langspanbildung unterbleibt. So kann ein Formteil in einer wirtschaftlichen Weise hergestellt werden (da insbesondere die anderen, wünschenswerten Eigenschaften der Kupferlegierung, wie gute Warmumformbarkeit, Inertheit gegenüber den mit den Werkstücken in Kontakt kommenden Stoffen, insbesondere Trinkwasser, und Korrosionsbeständigkeit, nicht beeinträchtigt werden). Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, dass die hier beschriebenen Vorteile der vorliegenden Erfindung erreicht werden, obwohl auf den Einsatz der ansonsten im Stand der Technik vielfach als notwendig erachteten Komponenten Pb, Si etc. verzichtet wird.

[0036] Dieser unerwartete Vorteil der hier beschriebe-

nen Kupferlegierung ermöglicht deren wirtschaftliche Verwendung zur Herstellung der vorstehend beschriebenen Formteile.

Beispiel

[0037] Aus einem bleifreien Rotguss wurde im korngefeinten Zustand mittels einer Warmumformung mit anschließender spanabhebender Bearbeitung ein Formteil für die Trinkwasserinstallation hergestellt. Dabei zeigte sich, dass nach dem Warmpressvorgang Spanbrecher im Gefüge der Legierung vorlagen, so dass eine wirtschaftliche vollautomatisierte mechanische Bearbeitung möglich wurde.

Patentansprüche

1. Kupferlegierung, geeignet zur Herstellung von Formteilen durch ein Verfahren mit mindestens einem Warmumformungsvorgang, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweist:

Sn:	2 bis 6 %
Zn:	0 bis 5 %
S:	0,05 bis 0,6 %
Pb:	weniger als 0,25 %
Ni:	weniger als 0,6 %
Sb:	weniger als 0,2 %

und optional Phosphor bis maximal 0,06 Gew.-%, B bis maximal 0,03 Gew.-%, Zr bis maximal 0,03 Gew.-%, sowie unvermeidbaren Verunreinigungen, und wobei der Rest Cu ist.

2. Verwendung einer Kupferlegierung zur Herstellung von Formteilen durch ein Verfahren mit mindestens einem Warmumformungsvorgang, wobei die Legierung folgende Zusammensetzung in Gewichts-% aufweist:

Sn:	2 bis 6 %
Zn:	0 bis 5 %
S:	0,05 bis 0,6 %
Pb:	weniger als 0,25 %
Ni:	weniger als 0,6 %
Sb:	weniger als 0,2 %

und optional Phosphor bis maximal 0,06 Gew.-%, B bis maximal 0,03 Gew.-%, Zr bis maximal 0,03 Gew.-%, sowie unvermeidbaren Verunreinigungen, und wobei der Rest Cu ist.

3. Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus einer Kupferlegierung, wobei die Legierung folgende Zu-

sammensetzung in Gewichts-% aufweist:

Sn:	2 bis 6 %
Zn:	0 bis 5 %
S:	0,05 bis 0,6 %
Pb:	weniger als 0,25 %
Ni:	weniger als 0,6 %
Sb:	weniger als 0,2 %

und optional Phosphor bis maximal 0,06 Gew.-%, B bis maximal 0,03 Gew.-%, Zr bis maximal 0,03 Gew.-%, sowie unvermeidbaren Verunreinigungen, und wobei der Rest Cu ist; wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

mindestens einen Warmumformungsvorgang der Kupferlegierung zur Herstellung eines Formteils

4. Kupferlegierung nach Anspruch 1, Verwendung nach Anspruch 2 oder Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Summe der Verunreinigen 0,25 Gew.-% nicht überschreitet.

5. Kupferlegierung, Verwendung oder Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zinngehalt 2 bis 4 Gew.-% beträgt.

6. Kupferlegierung, Verwendung oder Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zinkgehalt 0 bis 3 Gew.-% beträgt.

7. Kupferlegierung, Verwendung oder Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwefelgehalt 0,1 bis 0,45 Gew.-% beträgt.

8. Kupferlegierung, Verwendung oder Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Legierung keine Elemente der Gruppe Al, Si, Sb, Te, Se, C und Bi enthält und /oder wobei die Legierung kein Pb enthält.

9. Kupferlegierung, Verwendung oder Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Kupferlegierung geeignet ist zur Herstellung von Formteilen durch ein Verfahren weiter umfassend eine spanabhebende Bearbeitung nach der mindestens einen Warmumformung, wobei das Verfahren den weiteren Schritt einen spanabhebenden Bearbeitung nach der mindestens einen Warmumformung umfasst; bzw. wobei die Verwendung eine auf die Warmumformung folgende spanabhebende Bearbeitung umfasst.

10. Formteil, hergestellt aus der Kupferlegierung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 4 bis 9, erhalten gemäß

der Verwendung nach einem der Ansprüche 2 sowie
4 bis 9 oder erhalten nach dem Verfahren gemäß
einem der Ansprüche 3 bis 9.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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

- EP 2290114 A1 **[0007]**
- US 20120082588 A1 **[0007]**
- EP 2241643 A1 **[0007]**
- EP 3225707 A1 **[0007]**
- US 9181606 B2 **[0007]**
- EP 2872660 B1 **[0008]**
- EP 1801250 A1 **[0009]**
- WO 2007068470 A **[0009]**