

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 452 613 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

01.09.2004 Patentblatt 2004/36(51) Int Cl.7: **C22C 9/10**(21) Anmeldenummer: **04002009.1**(22) Anmeldetag: **30.01.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK(30) Priorität: **28.02.2003 DE 10308778**(71) Anmelder: **Wieland-Werke AG****89070 Ulm (DE)**

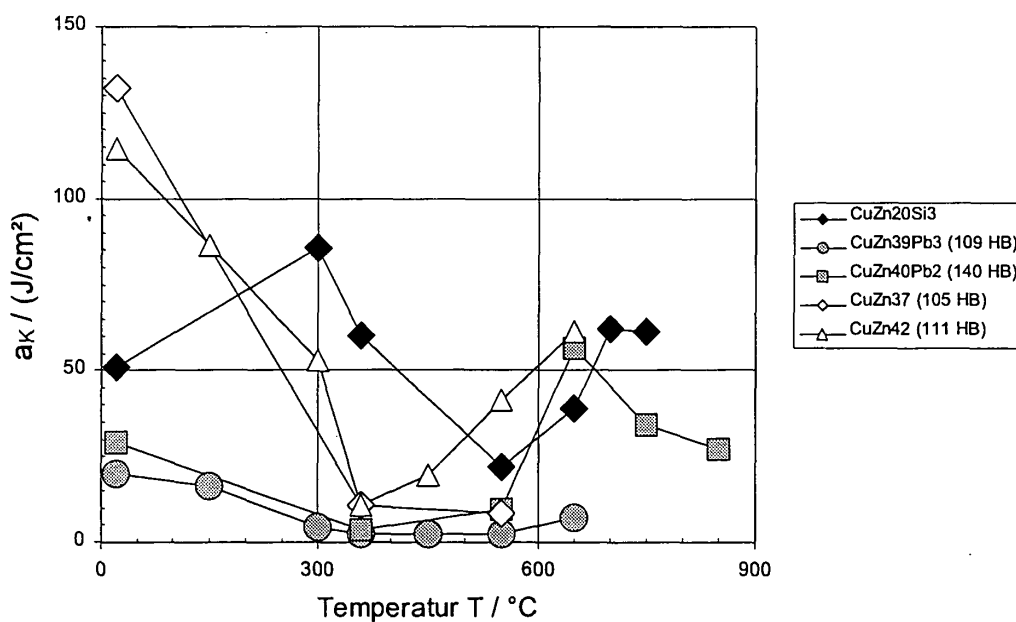
(72) Erfinder:

• **Hofmann, Uwe, Dr.****89231 Neu-Ulm (DE)**• **Dannenmann, Wolfgang****89129 Langenau (DE)**• **Bögel, Andreas, Dr.****89264 Weissenhorn (DE)**• **Breu, Monika, Dr.****89075 Ulm (DE)**• **Schmid, Günter****89281 Altenstadt (DE)**• **Seeger, Joerg, Dr.****89073 Ulm (DE)****(54) Bleifreie Kupferlegierung und deren Verwendung**

(57) Die Erfindung betrifft eine bleifreie Kupferlegierung auf der Basis von Cu-Zn-Si und deren Verwendung.

Die Kupferlegierung ist auf der Basis Kupfer, Zink und Silicium ohne toxische Zusätze aufgebaut und be-

steht aus: 70 bis 83 % Cu, 1 bis 5 % Si und den weiteren matrixaktiven Elementen: 0,01 bis 2 % Sn, 0,01 bis 0,3 % Fe und/oder Co, 0,01 bis 0,3 % Ni, 0,01 bis 0,3 % Mn, Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen. Naturgemäß werden damit die Anforderungen an gesundheitliche und ökologische Verträglichkeit erfüllt.

**Fig. 2****EP 1 452 613 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kupferlegierung auf der Basis von Cu-Zn-Si und deren Verwendung.

[0002] Messing wird in unterschiedlichen Bereichen des Maschinenbaus, der Elektro- und der Sanitärtechnik eingesetzt.

[0003] Im Maschinenbau und in der Elektrotechnik werden infolge des Miniaturisierungstrends die Bauteile immer kleiner und filigraner. Auch werden Komponenten aus Messing häufig mit anderen metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen zu komplizierten Baugruppen verbunden. Beides erschwert jedoch ein auf Zertrennen bzw. Zerteilen basierendes Recycling der Werkstoffe.

[0004] Weitere Schwierigkeiten treten insbesondere dann auf, wenn die zu recycelnden Bauelemente toxische oder gesundheitsgefährdende Elemente oder Substanzen enthalten. Diese können die Mitarbeiter in einem Betrieb, der diese Materialien herstellt oder verarbeitet, unmittelbar gefährden. Eine Umweltbelastung entsteht, wenn derartige Werkstoffe längere Zeit gelagert werden müssen und dabei den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind. Daneben kontaminieren die toxischen Substanzen gegebenenfalls die Hilfsstoffe, wie etwa die Trennmittel, welche bei der Aufbereitung von Schredderfraktionen mit dem Sink- bzw. Schwimmverfahren eingesetzt werden. Eine teure Entsorgung der Hilfsstoffe wäre dann erforderlich. Selbstverständlich sind gesundheitsgefährdende Substanzen und Elemente auch während des Gebrauchs der Bauteile unerwünscht, sofern eine Emission in die Umwelt oder den lebenden Organismus nicht vollständig vermieden werden kann.

[0005] Somit ist für derartige Produkte eine aus ökologischen und toxischen Gründen unbedenkliche Zusammensetzung entscheidend. Das gesteigerte Umweltbewusstsein, das sich in zahlreichen Normen und technischen Regelwerken, wie beispielsweise der novellierten Trinkwasserverordnung DIN 50930-6 oder der Altstoffverordnung wiederfindet, fordert entsprechende Werkstoffe.

[0006] In der Elektrotechnik werden überwiegend Pb-haltige Messinge als Kontaktwerkstoffe eingesetzt, und zwar als ruhende Kontakte oder Festkontakte, zu denen beispielsweise Klemm- und Steckverbindungen oder Steckerkontakte gehören. Bei der Werkstoffauswahl steht die leichte Verarbeitung im Vordergrund. Die entsprechenden Baugruppen können spanend aus Pb-haltigen Zerspanungsmessingen mit hoher Produktivität hergestellt werden.

[0007] Durch die Pb-Einlagerungen im Gefüge entstehen Nachteile. Die Einlagerungen wirken zwar als Spanbrecher, setzen aber auch infolge von Kerbwirkung sowie Reduzierung des tragenden Querschnitts die Festigkeit bzw. Duktilität des Werkstoffs herab. Diese Nachteile müssen über eine entsprechende Bauteildimensionierung kompensiert werden.

[0008] In allen Befestigungselementen liegen herstellungsbedingt mehr oder weniger große mechanische Eigenspannungen vor. Diese werden häufig von Zuglastspannungen überlagert, die von Schraubverbindungen herrühren. Werden die Klemmverbindungen aus den gängigen, Pb-haltigen Messingen gefertigt, besteht infolge solcher Spannungen eine große Gefahr für Spannungsrisskorrosion.

[0009] In der Elektrotechnik und Elektronik besteht zudem ebenfalls Bedarf an ökologisch verträglichen Werkstoffen. Mit der Richtlinie des Europäischen Parlaments über Elektro- und Elektronik-Altgeräte zeichnet sich mittelfristig ab, dass Pb zukünftig ein unerwünschter Legierungsbestandteil ist. Ziel dieser Initiative ist in diesem Zusammenhang, den Anteil umweltverträglicher Materialien im Werkstoffkreislauf zu erhöhen.

[0010] Aus Pb-haltigen Messingen werden außerdem Bauteile oder Behälter für den Transport oder die Lagerung von Flüssigkeiten hergestellt. Ein wichtiger Bereich ist die Sanitärtechnik. Gerade hier ist eine Metalllässigkeit besonders problematisch. Die verwendeten Werkstoffe sollten demzufolge wenig anfällig gegenüber jeglicher Art von Korrosion sein. Die Herstellung von Bauteilen für den Transport oder die Lagerung von Flüssigkeiten erfolgt in der Regel über Zerspanung. Oft wird eine Warmumformung durch Gesenkschmieden vorgeschaltet.

[0011] Derartige bleihaltige Messinglegierungen sind beispielsweise aus der Druckschrift DE 43 18 377 C2 bekannt, die als Knet- oder Gusslegierung Anwendung in der optischen Industrie, der Schmuckindustrie und im Bereich der Trinkwasser- und Sanitärinstallation findet. Auch diese Legierung erhält ihre gute Zerspanbarkeit über eine Beimengung von einem erheblichen Anteil an Blei.

[0012] Die Weiterentwicklung gut zerspanbarer bleifreier Knetlegierungen auf Kupferbasis ist aus der Druckschrift DE 691 24 835 T2 bekannt. Die Legierung soll bisherige bleihaltige Werkstoffe ersetzen, ohne die Verarbeitungsbedingungen zu ändern. Dazu wird statt Blei der Legierung Wismut und die weiteren Elemente Phosphor, Indium und Zinn zu geringen Anteilen hinzugefügt.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine bleifreie Kupferlegierung bezüglich ihrer Eigenschaften weiter zu verbessern sowie deren Verwendung anzugeben.

[0014] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Kupferlegierung auf der Basis Kupfer, Zink und Silicium, bestehend aus: 70 bis 83 % Cu, 1 bis 5 % Si und den weiteren matrixaktiven Elementen: 0,01 bis 2 % Sn, 0,01 bis 0,3 % Fe und/oder Co, 0,01 bis 0,3 % Ni, 0,01 bis 0,3 % Mn, Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0015] Wahlweise enthält die Kupferlegierung noch bis 0,1 % P sowie wahlweise jeweils noch bis 0,5 % Ag, Al, As, Sb, Mg, Ti, Zr.

[0016] Alle Anteile der Legierungsbestandteile sind in Gew.-% angegeben.

[0017] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass aus der geeigneten Kombination der Legierungselemente und die aus einem Zusammenwirken der Einzelbestandteile resultierenden Eigenschaften in ihrer Gesamtheit, die an die Legierung gestellten Erwartungen erfüllen und so der Bedarf an Werkstoffen abgedeckt werden sollte. Hierzu sollte sich der Werkstoff gleichzeitig durch

- das Fehlen toxischer Elemente,
- eine gute Zerspanbarkeit,
- eine gute Formbarkeit,
- eine hohe Korrosionsbeständigkeit,
- erhöhtes Festigkeitsniveau bei gleich hoher Duktilität gegenüber bleihaltigem Zerspanungsmessing,
- Tauglichkeit zur Massenfertigung im Halbzeugwerk und
- robuste, d.h. gegen schwankende Betriebsparameter unempfindliche Fertigung im Halbzeugwerk auszeichnen.

[0018] Die Kupferlegierung ist dazu als eine Si-haltige CuZn-Legierung (Sondermessing) ohne toxische Zusätze ausgebildet. Naturgemäß werden damit die Anforderungen an gesundheitliche und ökologische Verträglichkeit erfüllt.

[0019] Der Cu-Gehalt der erfindungsgemäßen Legierung liegt zwischen 70 und 83 %. Cu-Gehalte unter 70 % würde zu einer Versprödung führen, was sich in einer signifikant niedrigen Bruchdehnung oder Kerbschlagbiegezugfähigkeit bemerkbar machen würde. Daraus würden beispielsweise Nachteile in der spanlosen Formgebung entstehen. Wenn der Cu-Gehalt 83 % übersteigt, entstünden bei der spanenden Bearbeitung mit nicht-unterbrochenem Schnitt lange, sperrige Späne.

[0020] Analoge Verhältnisse liegen bezüglich des Si-Gehalts vor: Bei Si-Konzentrationen unter 1 % ginge der Vorteil der kurzen Späne verloren; über 5 % würde die Zähigkeit zu weit absinken.

[0021] Sn, Mn und Ni werden benutzt, um den Gefügebautbau bei gegebenem Kupfergehalt gezielt zu beeinflussen. Sn und Mn erhöhen den Anteil an kubischraumzentrierter beta-Phase, Ni stabilisiert den Anteil an kubischflächenzentriertem Kupfer-Zink-Mischkristall.

[0022] Sn unterhalb 0,01 % wäre nicht vorteilhaft, da die Anteile an beta-Phase zu gering ausfallen würden, Sn oberhalb von 2 % würde die Kaltformbarkeit beeinträchtigen.

[0023] Mn unterhalb 0,01 % wäre nicht vorteilhaft, da dann die beta-Phase in zu geringen Anteilen vorhanden sein würde. Mn oberhalb von 0,3 % würde die Formbarkeit und die Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion beeinträchtigen.

[0024] Ni unterhalb 0,01 % würde nicht ausreichen, um den Kupfermischkristall hinreichend zu stabilisieren, zusätzlich entfielen die günstige Wirkung auf den Widerstand gegen flächenhaften Korrosionsangriff. Ni oberhalb 0,3 % würde zu stärkerer Verfestigung beim Kaltformen führen und wäre daher nicht vorteilhaft.

[0025] Fe bzw. Co ist notwendig, um die Korngröße der alpha-Phase zu steuern. Unterhalb von 0,01 % wäre die Wirkung nicht ausreichend vorhanden. Oberhalb von 0,3 % bestünde die Gefahr von groben Ausscheidungen auch zusammen mit Si. Diese wären nachteilig für die Kaltformung.

[0026] Charakteristikum des neuen Werkstoffs ist, dass seine nach EN 10045 bestimmte Kerbschlagbiegezugfähigkeit bei Raumtemperatur zwischen der von Pb-haltigen und Pb-freien Messingen einordnen lässt, während sie bei Temperaturen oberhalb 600 °C das Niveau von Pb-freien Messingsorten erreicht.

[0027] Wahlweise ist P enthalten, um die Ausbildung des anfänglichen Gussgefüges und die Korrosionseigenschaften günstig zu beeinflussen. Phosphor erhöht das Fließvermögen der Schmelze und wirkt sich günstig gegen die Anfälligkeit einer Spannungsrisskorrosion aus.

[0028] Insbesondere ab einem Anteil von 0,003 % sind diese Wirkungen signifikant. Oberhalb von 0,1 % würden jedoch die Nachteile durch eine verstärkte Neigung zur interkristallinen Korrosion an Korngrenzen überwiegen.

[0029] Optional kann bis zu 0,5 % Aluminium zulegiert werden, um die Entstehung von Anlaufschichten zu ermöglichen. Dies ist insbesondere für dekorative Zwecke vorteilhaft. Insbesondere ab einem Anteil von 0,003 % ist diese Wirkung signifikant. Gehalte über 0,5 % wären wegen der Begünstigung einer Bildung von beta-Phase nicht mehr vorteilhaft.

[0030] Halbzeug aus dem erfindungsgemäßen Werkstoff wird vorzugsweise über konventionellen Strangguss, Strangpressen bei Temperaturen zwischen 600°C und 750°C und einer Kaltumformung, beispielsweise durch Ziehen, hergestellt.

[0031] In dieser Fertigungsabfolge erweist sich die Zusammensetzung als problemlos fertigbar und überraschend konstant in den Eigenschaften. Dies ist bei temären Legierungen Cu-Zn-Si, wie sie üblicherweise in der Literatur behandelt werden, nicht gegeben. Ihnen fehlen die günstigen Eigenschaften im Strangguss und eine stabile, von Schwankungen der Betriebsparameter, beispielsweise beim Strangpressen, wenig abhängige Gefügebildung. Das betrifft sowohl den gleichmäßigen Verlauf der technologischen Kennwerte im gefertigten Produkt selbst, als auch unveränderte Eigenschaften zwischen verschiedenen verarbeiteten Gusschargen. Es zeigt sich, dass die Schwankungsbreite von gefertigten Rundstangen in ihren Eigenschaften in erster Näherung vom Gehalt der matrixaktiven Elemente abhängt.

Auf Basis der Majoritätskomponenten Cu, Zn und Si, ist der Gehalt in Summe an den in der Matrix zumindest teilweise löslichen matrixaktiven Elementen Sn, Fe, Co, Ni und Mn allein oder in Verbindung mit den Wählelementen P, Ag, Al, As, Mg, Sb, Ti und Zr offenbar von entscheidender Bedeutung für die robuste, gegen schwankende Betriebsparameter unempfindliche Fertigung im Halbzeugwerk.

[0032] In bevorzugter Ausführungsform besteht die Kupferlegierung aus 73 bis 83 % Cu und 2,5 bis 4 % Si, Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0033] Alternativ und in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht die Kupferlegierung aus 73 bis 78 % Cu und 3 bis 3,5 % Si, Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0034] Alternativ und in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht die Kupferlegierung aus 70 bis 81 % Cu und 1,5 bis 2 % Si, Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0035] Alternativ und in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht die Kupferlegierung aus 73 bis 83 % Cu und 2 bis 2,5 % Si, Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0036] In allen vorstehend genannten bevorzugten Ausführungsformen kann Phosphor enthalten sein, um insbesondere die Ausbildung des anfänglichen Gussgefüges und die Korrosionseigenschaften günstig zu beeinflussen. Mit diesen Legierungszusammensetzungen werden mit einem Anteil von 0,02 bis 0,05 % P die an den Werkstoff gestellten Erwartungen in besonderer Weise erfüllt.

[0037] Es zeigt sich, dass bei Gehalten der matrixaktiven Elemente außer Cu, Zn und Si unter einem gewissen Anteil so große Streuungen technologischer Eigenschaften auftreten, dass sich dies nachhaltig auf die Fertigung auswirkt und im Extremfall von einer sicheren Beherrschung des Produktionsprozesses nicht die Rede sein kann. Um dem entgegenzuwirken, beträgt vorteilhafterweise bei der Kupferlegierung der Gesamtgehalt der weiteren matrixaktiven und der wahlweise zugefügten Elemente 0,5 bis 3 %.

[0038] Bei diesen Gehalten reduziert sich die Streuung bereits deutlich und findet bei vielen Standardprozessen in einer besonders bevorzugten Ausführungsform mit einem Gesamtgehalt zwischen 0,7 bis 1 % ihr Optimum.

[0039] Je nach Prozessführung kann es allerdings auch sinnvoll sein, eher einen hohen Anteil matrixaktiver Elemente einzubringen. Die Praktikabilität ist jedoch nur bis zu einem Gesamtgehalt von max. 3 % gegeben. Über Gehalten von 3 % sind jedoch keine praktisch bedeutsamen Verbesserungen der Streuungen mehr zu beobachten, da beträchtliche unvorhersehbare Zusatzeffekte durch die überlagernden Wirkungen der Zusätze beobachtet werden, die den beabsichtigten Zweck zunichte machen.

[0040] Vorteilhaft findet die Kupferlegierung Verwendung für Kontakte, Stifte oder Befestigungselemente in der Elektrotechnik, beispielsweise als ruhende Kontakte oder Festkontakte, zu denen auch Klemm- und Steckverbindungen oder Steckerkontakte gehören.

[0041] Die Legierung weist gegenüber fluiden und gasförmigen Medien eine hohe Korrosionsbeständigkeit auf. Zudem ist sie gegenüber Entzinkung und Spannungsrisskorrosion äußerst beständig. Infolge dessen eignet sich die Legierung vorteilhafterweise für einen Einsatz für Behältnisse zum Transport oder zur Lagerung von Flüssigkeiten oder Gasen, insbesondere für Behältnisse in der Kältetechnik oder für Rohre, Wasserarmaturen, Hahnverlängerungen, Rohrverbinder und Ventile in der Sanitärtechnik.

[0042] Die geringen Korrosionsraten gewährleisten auch, dass die Metalllässigkeit, d.h. die Eigenschaft durch Einwirkung von flüssigen oder gasförmigen Medien Legierungsanteile auszutragen, an sich gering ist. Insofern eignet sich der Werkstoff für Einsatzgebiete, die niedrige Schadstoffimmission zum Schutz der Umwelt erfordern. Vorteilhafterweise liegt damit die Verwendung der erfindungsgemäßen Legierung auf dem Gebiet recycelbarer Bauteile.

[0043] Die Unempfindlichkeit gegenüber Spannungsrisskorrosion empfiehlt die Legierung für eine Verwendung in Schraub- bzw. Klemmverbindungen, in denen technisch bedingt große elastische Energien gespeichert werden. Besonders vorteilhaft ist damit die Verwendung der Legierung für alle zug- und/oder torsionsbeanspruchte Bauteile, insbesondere für Schrauben und Muttern. Nach Kaltumformung erreicht der erfindungsgemäße Werkstoff höhere Werte für die Dehngrenze als Pb-haltige CuZn-Legierungen. Somit können in Schraubverbindungen, die sich nicht plastisch verformen dürfen, größere Anziehdrehmomente realisiert werden. Das Streckgrenzenverhältnis $R_{p0,2}/R_m$ ist für die CuZnSi-Legierung kleiner als bei Automatenmessing. Schraubverbindungen, die nur einmal angezogen und dabei bewusst überdehnt werden, erreichen damit besonders hohe Haltekräfte. Wegen des höheren Festigkeitsniveaus sind über eine Miniaturisierung Gewichtersparnisse von wenigstens 10 % möglich.

[0044] Bei der erfindungsgemäßen Legierung zeigt sich eine ausgeprägte Temperaturabhängigkeit der Kerbschlagzähigkeit. Bei Temperaturen über 600°C sinkt die Kerbschlagzähigkeit auf Werte, die denen mancher Pb-haltigen Legierungen entsprechen und eine vorteilhafte Verwendung für Gesenkschmiedeteile in Aussicht stellen.

[0045] Verwendungsmöglichkeiten der Kupferlegierung ergeben sich sowohl für rohrförmige als auch bandförmige Ausgangsmaterialien. Vorteilhafterweise eignen sich gut fräsbare oder stanzbare Bänder, Bleche und Platten, insbesondere für Schlüssel, Gravuren, dekorative Zwecke oder für Stanzgitteranwendungen. Zur Herstellung führt konventioneller Strangguss, Warmwalzen zwischen 600 bis 900°C mit anschließendem Umformen, wie beispielsweise Kaltwalzen und auf Bedarf ergänzt durch weitere Glüh- und Umformschritte, zu entsprechendem Bandhalbzeug. Die Legierung ist als Knet-, Walz- oder Gusslegierung einsetzbar.

[0046] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass diese eine gute Zerspanbarkeit, gute Formbarkeit in Verbindung mit hoher Korrosionsbeständigkeit aufweist. Hierbei ist gerade die Beständigkeit gegenüber Entzinkung und Spannungsrisskorrosion besonders ausgeprägt.

[0047] Zudem fehlen toxische Elemente, die aufgrund zunehmend strengerer Normen für Umweltbelastungen einen bedenkenlosen Einsatz, insbesondere im Zusammenhang mit Trinkwasserleitungen ermöglichen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist ein erhöhtes Festigkeitsniveau bei gleich hoher Duktilität gegenüber bleihaltigem Zerspanungsmessing.

Nicht zuletzt spielen bei der Herstellung der Legierung enge Fertigungstoleranzen eine wesentliche Rolle. Besonders vorteilhaft erweist sich die erfindungsgemäße Legierung in ihrer Eignung zur Massenfertigung im Halbzeugwerk in Bezug auf eine robuste, d.h. gegen schwankende Betriebsparameter unempfindliche Fertigung.

[0048] Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 den Zusammenhang zwischen der Standardabweichung der Produkteigenschaften und dem Gehalt matrixaktiver Elemente ohne Majoritätskomponenten,

Fig. 2 die Kerbschlagzähigkeit a_k in Abhängigkeit von der Temperatur für erfindungsgemäße Legierungen und Pb-haltigen Legierungen des Standes der Technik.

[0049] In Fig. 1 ist der Zusammenhang zwischen der Standardabweichung der Produkteigenschaften und dem Gehalt matrixaktiver Elemente ohne Majoritätskomponenten dargestellt. Der Kurvenverlauf zeigt den zu erwartenden Trend für die Standardabweichung ohne Beachtung weiterer Effekte. So zeigt sich, dass bei Gehalten der matrixaktiven Elemente außer Cu, Zn und Si über einem gewissen Anteil die Streuungen der technologischen Eigenschaften asymptotisch abnehmen, woraus sich der Schluss ergibt, dass ein möglichst hoher Anteil matrixaktiver Elemente einzubringen ist. Die Praxis zeigt jedoch, dass sich die gewünschten Werkstoffeigenschaften nur bis zu einem Gesamtgehalt von max. 3 % einstellen. Über Gehalten von 3 % sind keine Verbesserungen der Streuungen mehr zu beobachten, da beträchtliche unvorhersehbare Zusatzeffekte durch die überlagernden Wirkungen der Zusätze beobachtet werden, die zu keiner weiteren Verbesserung führen.

[0050] Werkstoffeigenschaften, die durch Einsatz der erfindungsgemäßen Zusammensetzung in ihrer Variabilität besonders in den Vordergrund treten, sind die Streckgrenze, die Zugfestigkeit, die Bruchdehnung, die Härte, die Korngröße und die Verfestigungsfähigkeit des Materials. Im weiteren Gang der Verarbeitung durch Kaltverformung und Glühen, gegebenenfalls auch im Wechsel, werden entsprechende Beobachtungen gemacht.

[0051] Es folgt ein Beispiel, das die Fertigung und die Eigenschaften von Halbzeug aus dem erfindungsgemäßen Si-haltigen Sondermessing behandelt.

[0052] Durch Kokillenguss wurden zwei zylindrische Bolzen, Ø 150 mm x 300 mm, hergestellt. Bolzen 1 hatte die Zusammensetzung 73,63 % Cu, 23,37 % Zn, 2,94 % Si, 0,01 % Sn, 0,02 % Fe, 0,01 % Ni, 0,01 % Mn, 0,006 % P. Bolzen 2 hatte die Zusammensetzung 76,65 % Cu, 20,04 % Zn, 3,27 % Si, 0,01 % Sn, 0,01 % Fe, 0,01 % Ni, 0,01 % Mn, 0,003 % P. Die Bolzen wurden bei 700 °C durch Strangpressen zu Rundstangen, Ø 21,5 mm, umgeformt. Nach einer Oberflächenbehandlung durch Beizen in Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid erfolgte eine Kaltumformung durch Ziehen an die Endabmessung Ø 20 mm.

[0053] Die nachstehende Tabelle zeigt exemplarisch einige Gebrauchseigenschaften des Si-haltigen Sondermessings im Vergleich zu Halbzeug aus CuZn37 und CuZn39Pb3, welches auf vergleichbare Weise hergestellt wurde.

[0054] Das Beispiel veranschaulicht, dass eine Verringerung des Cu-Gehaltes zu einer deutlichen Versprödung des Werkstoffs führt. Im Bolzen 1 ist die Kupferkonzentration um ca. 3 % geringer als im Bolzen 2. Die Folge ist eine entsprechende Abnahme der Bruchdehnung. Bei weiterer Senkung des Cu-Anteils werden unter einem Wert von 70 % die erfindungsgemäß vorteilhaften Eigenschaften der Legierung nicht mehr erzielt.

	Bolzen 1	Bolzen 2	CuZn39Pb3	CuZn37
Zustand	Rundstange, 7 % gezogen	Rundstange, 7 % gezogen	Rundstange, 7 % gezogen	Rundstange, 7 % gezogen
Dehngrenze $R_{p0,2}$	421 MPa	412 MPa	335 MPa	300 MPa
Zugfestigkeit R_m	641 MPa	697 MPa	475 MPa	425 MPa
$R_{p0,2}/R_m$	0,7	0,6	0,7	0,7
Bruchdehnung A_{10}	6 %	26 %	18 %	32 %

(fortgesetzt)

	Bolzen 1	Bolzen 2	CuZn39Pb3	CuZn37
5 SRK4-Test nach DIN 50916T1 (an einem aus der Stange hergestellten Drehteil - s. Bild 1)	-	keine Risse	Risse	Risse
max. Entzinkungstiefe	-	165 μm	1200 μm	750 μm
10 Spanform beim Schruppen (große a_p - und f-Werte)	-	Bröckelspäne	Bröckelspäne	kurze Wendelspäne
Spanform beim Schlichten (kleine a_p - und f-Werte)	-	Bröckelspäne	Bröckelspäne	Wirrspäne

15 **[0055]** Die Zugfestigkeit der Rundstangen, die aus dem Kupfer- und Silizium-reichen Bolzen 2 hergestellt wurden, ist deutlich höher als bei den Vergleichswerkstoffen. Der Bruchdehnungswert liegt zwischen denen von CuZn39Pb3 und CuZn37; der Korrosionswiderstand ist beim Si-haltigen Werkstoff am größten; bei der spanenden Bearbeitung fallen die gleichen, günstigen Spanformen an wie beim Pb-haltigen Automatenmessing.

20 **[0056]** Die aus Bolzen 2 resultierenden Stangen wurden für Kerbschlagbiegeversuche herangezogen. In Fig. 2 ist die Kerbschlagzähigkeit a_K in Abhängigkeit von der Temperatur für erfindungsgemäße Legierungen und Pb-haltigen Legierungen des Standes der Technik dargestellt.

25 **[0057]** Fig. 2 zeigt zum Vergleich auch Pb-freie und Pb-haltige Messingsorten. Unter den letztgenannten befindet sich auch das klassische Schmiedemessing CuZn40Pb2. Bei niedrigen Temperaturen liegen die a_K -Werte unter denen der Pb-freien CuZn-Legierungen. Dies korreliert mit den vergleichsweise günstigen Spanformen der erfindungsgemäßen Legierung. Bei Temperaturen über 600 °C erreicht die Kerbschlagzähigkeit die Werte der Pb-freien Legierung. Demnach eignen sich die Si-haltigen Legierungen auch für die Herstellung komplexer Gesenkschmiedeteile.

Patentansprüche

30 1. Kupferlegierung (Basis Cu-Zn-Si), bestehend aus (in Gew.-%):

70 bis 83 % Cu,
 1 bis 5 % Si und den weiteren matrixaktiven Elementen:
 35 0,01 bis 2 % Sn,
 0,01 bis 0,3 % Fe und/oder Co,
 0,01 bis 0,3 % Ni,
 0,01 bis 0,3 % Mn, und
 wahlweise noch bis 0,1 % P
 40 wahlweise jeweils noch bis 0,5 % Ag, Al, As, Mg, Sb, Ti, Zr,
 Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

2. Kupferlegierung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**,
 73 bis 83 % Cu,
 45 2,5 bis 4 % Si,
 Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

3. Kupferlegierung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**,
 73 bis 78 % Cu,
 50 3 bis 3,5 % Si,
 Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

4. Kupferlegierung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**,
 70 bis 81 % Cu,
 55 1,5 bis 2 % Si,
 Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

5. Kupferlegierung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**,

EP 1 452 613 A2

73 bis 83 % Cu,
2 bis 2,5 % Si,
Rest Zn und unvermeidbare Verunreinigungen.

- 5 **6.** Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** 0,02 bis 0,05 % P enthalten ist.
- 10 **7.** Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gesamtgehalt der weiteren matrixaktiven, einschließlich der wahlweise zugefügten Elemente, einen Gesamtgehalt von 0,5 bis 3 % beträgt, bevorzugt 0,7 bis 1 %.
- 8.** Verwendung einer Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 für Kontakte, Stifte oder Befestigungselemente in der Elektrotechnik.
- 15 **9.** Verwendung einer Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 für Behältnisse zum Transport oder zur Lagerung von Flüssigkeiten oder Gasen, insbesondere für Behältnisse in der Kältetechnik oder für Rohre, Wasserarmaturen, Hahnverlängerungen, Rohrverbinder und Ventile in der Sanitärtechnik.
- 20 **10.** Verwendung einer Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 für zug- und/oder torsionsbeanspruchte Bauteile, insbesondere für Schrauben und Muttern.
- 11.** Verwendung einer Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 für recycelbare Bauteile mit niedriger Schadstoffimmission zum Schutz der Umwelt.
- 25 **12.** Verwendung einer Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 für Gesenkschmiedeteile.
- 13.** Verwendung einer Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 für die Herstellung von gut fräsbaren oder stanzbaren Bändern, Blechen und Platten, insbesondere für Schlüssel, Gravuren, dekorative Zwecke oder für Stanzgitteranwendungen.
- 30 **14.** Verwendung einer Kupferlegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 als Knet-, Walz- oder Gusslegierung.

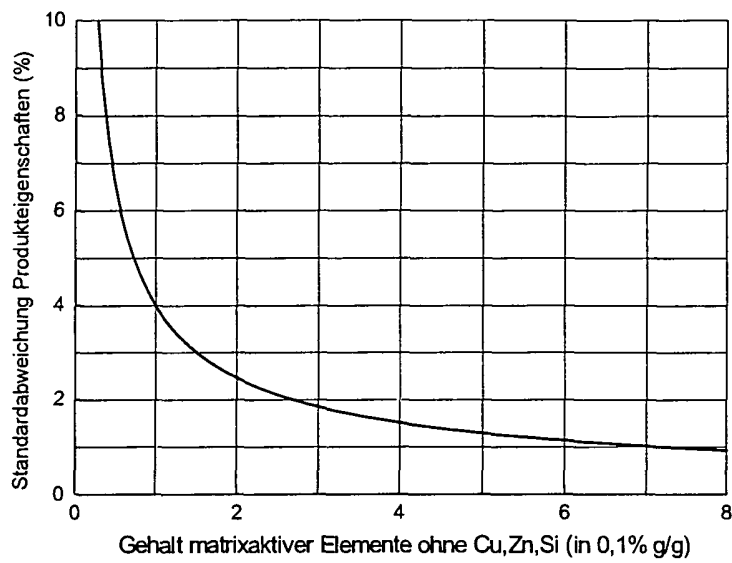


Fig. 1

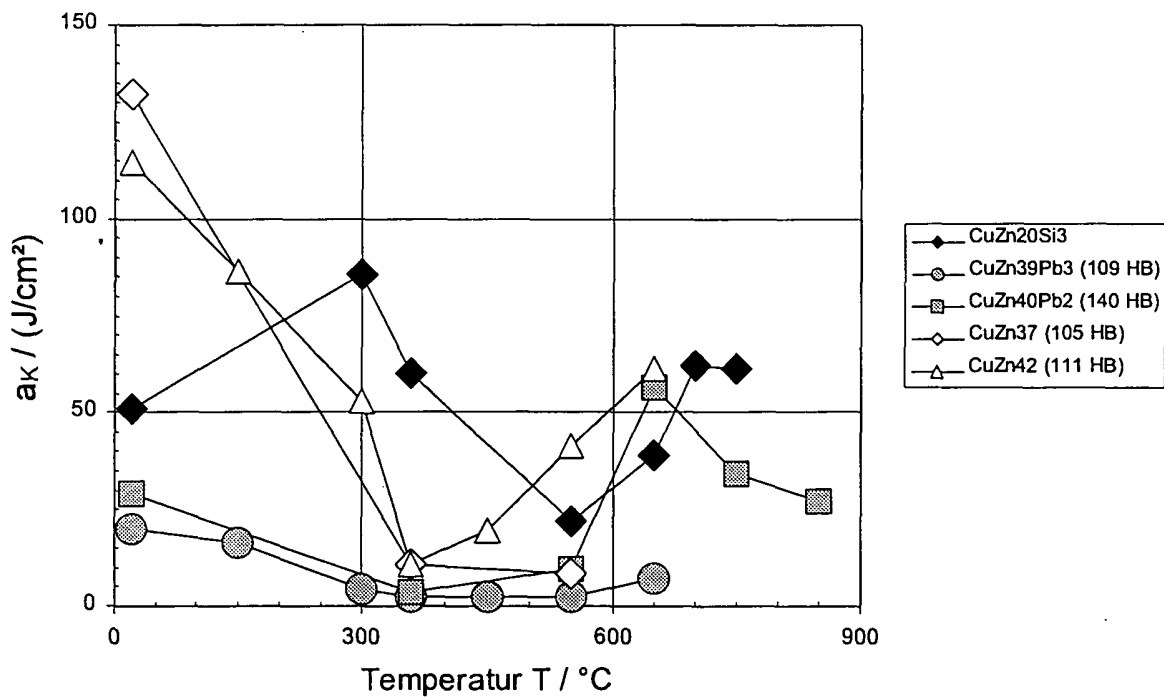


Fig. 2