(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 063 311 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.07.2002 Patentblatt 2002/27

(51) Int Cl.[7]: **C22C 9/02**

(21) Anmeldenummer: **00111779.5**

(22) Anmeldetag: **03.06.2000**

(54) Verwendung einer zinnreichen Kupfer-Zinn-Eisen-Legierung

Use of a tin rich copper-tin-iron alloy

Utilisation des alliages de cuivre-etain-fer riches en étain

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **17.06.1999 DE 19927646**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.12.2000 Patentblatt 2000/52

(73) Patentinhaber: **Wieland-Werke AG**
89070 Ulm (DE)

(72) Erfinder:
- **Bögel, Andreas, Dr.**
89264 Weissenhorn (DE)
- **Hansmann, Stephan, Dr.**
89073 Ulm (DE)
- **Hofmann, Uwe, Dr.**
89231 Neu-Ulm (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 1 496 749
GB-A- 1 542 181
US-A- 3 655 367
US-A- 4 116 686

- **DR.-ING. KURT DIES: "Kupfer und Kupferlegierungen in der Technik" , SPRINGER-VERLAG , BERLIN/HEIDELBERG/NEW YORK XP002143689 66292 *Seiten 504 bis 513, 537,554,570 bis 576, insbesondere Seiten 513, 554 und 570 bis 573***

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 063 311 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung von CuSn-Legierungen mit Zinngehalten über 12 %[1] für unter Wärmeeinwirkung gefügte Bauteile. CuSn-Legierungen werden in großem Umfang sowohl als Gußwerkstoffe als auch als Knetwerkstoffe eingesetzt. Diese Werkstoffklasse findet sich in zahlreichen Anwendungen in der Elektrotechnik, im Maschinen- und Apparatebau sowie in der Feinwerktechnik aber auch in der Schmuckindustrie. Die üblichen Zusammensetzungen liegen im Bereich von 0,1 bis 11 % Sn, 0,01 bis 0,4 % P, Rest Cu. Die Vorteile dieser sog. Phosphor-Bronzen sind, daß sie weltweit sehr gut verfügbar und preiswert sind sowie dem Konstrukteur neben sehr guter physikalischer Eigenschaften auch hervorragende Kennwerte für die mechanische Festigkeit und die Duktilität bieten. Dabei bringen sie eine hinreichende Korrosionsbeständigkeit für die unterschiedlichsten Anwendungen mit.

[0002] Namentlich für die Herstellung von Bauteilen kleiner Abmessungen mit komplizierten Geometrien ist die Verwendung knetbarer CuSn-Werkstoffe besonders attraktiv. So werden beispielsweise in der DIN17662 für eine breite Palette von Anwendungen 4 bis 8-prozentige Bronzen definiert, die neben Sn bis zu 8,5 % auch P als Legierungsbestandteil von 0,01 bis 0,35 % vorschreiben. Als andere Beimengungen werden Fe bis 0,1 %, Ni bis 0,3 %, Zn bis 0,3 % und Pb bis 0,05 % genannt.

[0003] Besonders für die Bedarfe mit Anforderungen an elektrische Leitfähigkeit und Eignung für elektromechanische Bauteile wurden zahlreiche Verbesserungen für diese Werkstoffklasse vorgestellt. Als neueste Beispiele seien die WO98/ 20176 und WO98/48068 erwähnt. Diese Arbeiten konzentrieren sich ganz wesentlich auf die Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit und Relaxationsbeständigkeit der traditionellen CuSn-Werkstoffe. Solche Speziallegierungen finden zunehmend Eingang in die Anwendungen der Elektrotechnik und Elektromechanik, da die erzielten Verbesserungen für diese speziellen Anwendungen erheblich sind.

[0004] Für den Einsatz im Maschinen- und Apparatebau, in der Feinwerktechnik und in der Schmuckindustrie erscheinen die erzielten Verbesserungen allerdings von geringem Interesse zu sein. Hier werden nach wie vor fast ausschließlich die klassischen P-Bronzen eingesetzt. Dies mag darin begründet sein, daß diese Werkstoffgruppe hinsichtlich der durch Kaltverformung einstellbaren Eigenschaften für eine große Anzahl von Anwendungsfällen sehr wohl gut ausreichend ist. Allerdings sind einige Mängel offensichtlich.

[0005] Die oben genannten Branchen sehen ihre produzierten Bauteile für den Einsatz unter hohen mechanischen Belastungen vor. Daraus resultiert naturgemäß die Forderung nach hochfesten Konstruktionswerkstoffen. Die konventionellen CuSn-Knetlegierungen nehmen unter den Cu-Werkstoffen bereits eine herausragende Stellung hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften ein: Die gängigen Phosphorbronzen mit etwa 8 % Sn erreichen durch eine Kaltumformung mit großer Formänderung tyischerweise Streckgrenzenwerte von ca. 800 MPa[2]. Werden jedoch für bestimmte Anwendungen noch höhere Festigkeiten verlangt, können die herkömmlichen CuSn-Knetlegierungen nicht mehr als Konstruktionswerkstoffe verwendet werden.

[0006] Ein weiterer Nachteil der konventionellen Phosphorbronzen ist allerdings wesentlich gravierender. Für die Herstellung von Funktionsteilen sind häufig auch Fügeoperationen durchzuführen. Oft werden dazu Schweiß- und Hartlötverfahren eingesetzt. Durch den Wärmeeintrag in die zu fügenden Bauteile werden in der Wärmeeinflußzone Festigkeitsverluste durch Erholung oder Rekristallisation verursacht. Dies ist besonders bei Anwendung von Schmelzschweißverfahren und von Hartlötverfahren von Bedeutung. Um den Festigkeitsverlust möglichst gering zu halten, werden, wo immer möglich, Hartlötverfahren statt Schweißverfahren eingesetzt. Mit den Arbeitstemperaturen von Loten ab 450 °C können so Fügeaufgaben gelöst werden, die einen Kompromiß aus verbleibender hoher Festigkeit und guter Belastbarkeit der Fügestelle erfordern.

[0007] Bei zur Hilfenahme eines Zusatzwerkstoffes, nämlich des Lotes, spielt dessen Festigkeit für die mechanische Stabilität des gefügten Verbundes ebenfalls eine Rolle. Daher besteht der Wunsch nach bruchfesten Loten. Die Festigkeit eines Lotes skaliert in der Regel mit seiner Solidus- bzw. Arbeitstemperatur, d.h. hochfeste Hartlote schmelzen erst bei hohen Temperaturen. Dieser Zusammenhang ist kein Nachteil, denn so wird dem Konstrukteur die Möglichkeit geboten, hartgelöte Bauteile für den Einsatz bei höheren Temperaturen vorzusehen. Daneben ist die Verwendung hochschmelzender Lote auch aus fertigungstechnischen Gesichtspunkten wüschenswert, denn es ist beispielsweise mit einer zu hohen Arbeitstemperaturen aufgeweiteten Palette von unterschiedlichen Hartloten möglich, an einem Bauteil mehrere Fügeoperationen nacheinander durchzuführen.

[0008] Für die zu fügenden Werkstoffe kann der Einsatz der hochfesten Lote problematisch sein. Durch die hohen Arbeitstemperaturen bzw. durch mehrmaliges Löten vergrößert sich naturgemäß der Wärmeeintrag in die gefügten Teile, woraus ein verstärkter Festigkeitsverlust in den Bereichen nahe des Lötspaltes resultiert. Es ist leicht einzusehen, daß die Entfestigungsproblematik besonders deutlich bei solchen Bauteilen in Erscheinung tritt, an denen in kleinen räumlichen und zeitlichen Abständen mehrere Hartlötoperationen durchgeführt werden.

[0009] Daraus folgt die Notwendigkeit zur Verwendung von Werkstoffen mit einer hohen Festigkeit und mit einer hohen Entfestigungsbeständigkeit, wenn die mechanischen Eigenschaften des gefügten Verbundes optimiert werden

[1] Hier und im Folgenden werden die Gehalte einzelner Legierungszusätze als Massenanteil in Gew.-% angegeben.
[2] K. Dies, "Kupfer und Kupfer-Legierungen in der Technik", Springer-Verlag, Berlin, (1967), S. 513, 526, 554, 570 bis 576.

sollen.

[0010] In der Vergangenheit hat es nicht an Versuchen gefehlt, für bestimmte Konstruktionsaufgaben Werkstoffe mit hoher Entfestigungsbeständigkeit für solche Anwendungen vorzuschlagen. Dafür sind die Entwicklungen im Bereich der Ni-freien Werkstoffe für die Brillenindustrie ein gutes Beispiel. Hier wurden verschiedenste Zusammensetzungen auf Basis von CuAl- und CuTi-Systemen formuliert. Sie bieten bessere Federeigenschaften und Entfestigungsbeständigkeiten als die heute zum Beispiel für Brillenbügel eingesetzten Phosphor-Bronzen.

[0011] Bei der Verwendung dieser Ni-freien Legierungen zeigte es sich nun, daß besonders das Hartlöten unter Schutzgas erhebliche Probleme bereitet, da diese Werkstoffe auch mit einer sauerstoffarmen Atmosphäre reagieren, wodurch die Benetzung der Bauteiloberflächen mit dem Lot stark behindert wird. Die Verarbeitbarkeit durch Hartlöten ist nur unter zur Hilfenahme von aggressiven Flußmitteln in dem gewünschten Umfang möglich. Die Verwendung solcher aggressiven Flußmittel erscheint heute unter den Aspekten der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes als nicht mehr zeitgemäß. Daneben müssen auch farbliche Veränderungen der gefügten Bauteile durch das Flußmittel und Rückstände der Flußmittel aufwendig entfernt werden. Unvermeidbar ist diese Reinigung, wenn es sich um Sichtflächen handelt oder aus anderen Gründen eine gleichmäßiges Aussehen erforderlich ist. Unabhängig von der Verwendung von Flußmitteln tendieren CuSn-Legierungen zur Verfärbung in der Wärme. Dieses Phänomen ist als die Bildung von Anlauffarben bekannt. Auch dies erfordert gegebenenfalls eine Reinigung der gefügten Bauteile. Diese Nachbehandlungen sind kostentreibend und damit unerwünscht.

[0012] Es drängt sich so der Wunsch nach Werkstoffen auf, die einerseits hinsichtlich Festigkeit und Entfestigungscharakteristik den zuvor dargestellten Spezialitäten gleichkommen, aber andererseits die Vorteile der sehr gut hartlötbaren Sn-Bronzen bieten. Darüber hinaus ist eine Verringerung der Neigung zur Ausbildung von Anlauffarben willkommen.

[0013] Die dadurch gestellte Aufgabe wird durch die vorliegende Erfindung gemäß Anspruch 1 in der Weise gelöst, daß für die zu fügenden Bauteile eine Legierung verwendet wird, bei der zu der Grundzusammensetzung von Kupfer ein Sn-Gehalt von 12 bis 20 % Sn und ein Fe-Gehalt von 0,1 bis 4 % zulegiert wird. Der hohe Sn-Gehalt und die Fe-Beimengungen sorgen für eine besonders hohe Festigkeit und Entfestigungsbeständigkeit. Entgegen der bisher üblichen Ansicht ist eine Desoxidation zum Beispiel mit P, wie weiter oben beschrieben, nicht notwendig. Bei Einstellung von Fe-Gehalten in der Legierung wird offensichtlich das Auftreten von dem gefürchteten Sn-Oxid soweit unterbunden, daß auf zusätzliche desoxidierende Maßnahmen verzichtet werden kann. Die Fe-Zusätze sorgen zudem überraschenderweise für eine Verbesserung der Beständigkeit gegen Verfärbung in der Wärme.

[0014] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 8.

[0015] Das Urformen einer erfindungsgemäßen Legierung erfolgt zweckmäßigerweise mit einem Gießverfahren, bei dem die Entstehung spröder Phasen durch eine hinreichend schnelle Abkühlung aus dem schmelzflüssigen Zustand unterdrückt wird. Derart hohe Abhühlraten werden beispielweise beim Bandgießen[3] oder beim Sprühkompaktieren[4] erreicht. Die mit diesen Verfahren hergestellten Vorformen zeichnen sich durch gleichmäßige, seigerungsarme Primärgefüge aus. Dieser Gefügezustand gewährleistet neben der hohen Festigkeit eine befreidigende Knetbarkeit, so daß die derart urgeformten Vorformen problemlos über die klassischen Umformverfahren handhabbar sind.

[0016] Gleichzeitig ist die Legierung hervorragend hart lötbar mit den verschiedensten Loten. Offensichtlich entstehen bei den erfindungsgemäßen Fe-Gehalten keine derjenigen Oxide an der Oberfläche, welche eine schlechte Benetzbarkeit oder schlechten Lotfluß verursachen würden. Die Verwendung der vorgeschlagenen Legierung für gefügte Bauteile erfüllt damit also die weiter oben formulierten Wünsche in hervorragender Weise.

[0017] P kann der erfindungsgemäßen CuSnFe-Legierung bis zu etwa 0,5 % zugesetzt werden. P bewirkt dabei eine mäßige Zunahme der mechanischen Festigkeit nach Kaltverformung. Um eine zusätzliche Desoxidation sicher zu stellen -wo immer dies als notwendig erachtet wird- sollte ein P-Gehalt von mind. 0,01 % eingesetzt werden. Gehalte von über 0,5 % sollten vermieden werden, da die während des Lötens in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre entstehenden Zunderschichten zu einem verstärkten Abplatzen neigen[5]. Darüber hinaus reduzieren hohe P-Konzentrationen die Duktilität der CuSn-Legierungen[6]. In Verbindung mit Fe führen hohe P-Gehalte zur Bildung von groben Fe-Phosphid-Partikeln, die für sehr viele Anwendungen unerwünscht sind. Sie stören den Gefügeaufbau nachhaltig. Deshalb muß P in einem Massenverhältnis Fe / P $\geq$ 2 / 1 eingestellt werden, um eine günstige Ausbildung des Gefüges durch sich freiausscheidendes Fe sicher zu stellen.

[0018] Zur Verbilligung der Legierung können Teile von Kupfer durch Mn oder Zn einzeln oder zusammen ersetzt werden. Mehr als 10 % Kupfer sollten jedoch nicht durch diese Metalle ersetzt werden, da die Gießbarkeit dann deutlich erschwert wird und die guten Korrosionseigenschaften der Cu-Sn-Fe-Legierung deutlich verschlechtert werden.

[0019] Um die Zerspanen zu erleichtern, kann der Legierung Blei, intermetallische Phasen oder Graphit bis zu einem

[3] siehe beispielsweise: Vaught,C. F.: Apparatus of and Apparatus for Continuous Casting of a Metal Strip, Patentschrift USA WO 87/02285 (1987); Wünnenberg, K., Frommann, K., Voss-Spilker, P.: Vorrichtung zum kontinuierlichen Gießen von breitem Band, Offenlegungsschrift DE 3601338 A1 (1987)

[4] siehe beispielsweise: GB-PS 1 379 261, Reginald Gwyn Brooks, (1972), GB-PS 1 599 392, Osprey Metals Ltd., (1978), European Patent 0 225 732, Osprey Metals Ltd., (1986)

[5] K. Dies, "Kupfer und Kupfer-Legierungen in der Technik", Springer-Verlag, Berlin, (1967), S. 564 f.

[6] K. Dies, "Kupfer und Kupfer-Legierungen in der Technik", Springer-Verlag, Berlin, (1967), S. 547 f.

Volumenanteil von 3 Volumen-% zugesetzt werden.

Beispiel:

[0020] Die Ausführung der Erfindung kann an nachfolgendem Beispiel gezeigt werden. Die Legierungen wurden wie folgt zu Blechstreifen von 0,4 mm Dicke gefertigt:

- Urformen von Blöcken durch Sprühkompaktieren (zum Vergleich wurde zusätzlich ein Block aus einer herkömmlichen Phosphor-Bronze mit 8 % Sn durch Kokillenguß hergestellt und anschließend bei 700 °C 6 h homogenisiert, dieser Block wurde mit den sprühkompaktierten Vorformen verarbeitet),
- Heraustrennen von 10 mm dicken Streifen durch Sägen und Fräsen,
- Warmwalzen der überfrästen Gußblöcke bei 680°C (CuSn8P bei 760 °C) mit einer Querschnittsabnahme von 70 %,
- Kaltwalzen der gereinigten Warmwalzstreifen mit einer Querschnittsänderung von 40 % bezogen auf den Querschnitt der Warmwalzstreifen,
- Glühbehandlung bei 600 °C 3 h,
- Kaltwalzen der weichen Bänder mit einer Querschnittsänderung von 45 % bezogen auf den Querschnitt nach der ersten Kaltumformung,
- Glühbehandlung bei 600 °C / 3 h,
- Fertigwalzen über 0,8 mm und 0,6 mm an 0,4 mm mit einer Querschnittsänderung von letztlich 60 % bezogen auf den Querschnitt nach der zweiten Kaltumformung.

[0021] Die Zusammensetzungen der Bänder sind nachfolgend zusammengestellt:

Legierung	Cu / %	Sn / %	Fe / %	P / %
A	84,03	15,24	0,73	
B	84,69	15,00	0,31	
CuSn8P	91,88	7,95		0,17
(Legierung A und B erfindungsgemäß)				

[0022] Die mechnischen Kennwerte der Bänder nach der letzten Wärmebehandlung bzw. nach dem Fertigwalzen zeigt die nachfolgende Tabelle:

Zustand		weich (1 mm)	walzhart (0,8 mm)	walzhart (0,6 mm)	walzhart (0,4 mm)
Leg. A	$R_{p0,2}$ /MPa	280	602	709	894
	R_m / MPa	570	798	865	986
	$R_{p0,2}$ / R_m	0,49	0,75	0,82	0,91
	HV	140	231	265	280
	A_{10} / %	53	21	6	2
Leg. B	$R_{p0,2}$ /MPa	255	559	722	884
	R_m / MPa	555	773	868	958
	$R_{p0,2}$ / R_m	0,46	0,73	0,83	0,92
	HV	134	221	263	275
	A_{10} / %	56	23	6	2
CuSn8P	$R_{p0,2}$ /MPa	205	495	689	836
	R_m / MPa	420	578	732	872
	$R_{p0,2}$ / R_m	0,49	0,86	0,94	0,96
	HV	85	173	220	252
	A_{10} / %	61	25	7	2

[0023] Die erfindungsgemäßen Legierungen A und B unterscheiden sich von der Legierung konventionellen Phosphor-Bronze durch ihre duetlich höheren Festigkeitswerte. Trotzdem weisen die Meßwerte für die Bruchdehnung A_{10} und das Streckgrenzenverhältnis $R_{p0,2}/R_m$, die an den erfindungsgemäßen Legierungen ermittelt wurden, weisen eine gute Übereinstimmung mit den entsprechenden Werten auf, die man nach vergleichbaren Verarbeitungsschritten für die mit P desoxidierte Legierung CuSn8P erhält. Da man von dem Betrag der Bruchdehnung auf die Wirksamkeit der Desoxidation schließen darf[7], kann aus dieser Übereinstimmung gefolgert werden, daß Fe das Ur- und Umformen von CuSn-Legierungen in gleicher Weise positiv beeinflussen wie P.

[0024] Zur Charakterisierung des Lötverhaltens wurden jeweils zwei walzharte, 1 mm dicke Bandstreifen aus der gleichen Legierung hartgelötet, nachdem ihre Oberflächen entfettet und mechanisch gereinigt wurden. Zum Einsatz kam ein handelsübliches Silberlot mit einer Arbeitstemperatur von 710 °C. Gelötet wurde unter Schutzgas ohne zur Hilfenahme eines Flußmittels. Das Ergebnis der Lötung wurde sowohl durch mechanische Torsionsprüfung als auch durch metallographische Begutachtung bewertet. Die Festigkeit der gefügten Werkstoffe in unmittelbarer Nähe des Lötspaltes - also in der Wärmeeinflußzone (WEZ) - wurde durch die Vickers-Härte HV charakterisiert. Die nachstehende Tabelle gibt Aufschluß über die erhaltenen Resultate.

Legierung	Härte HV Grundmaterial	Niedrigste Härte in WEZ nach Hartlötung	Gefüge in WEZ und Grundmaterial	Qualität Hartlötung
A	270	159	in Ordnung	gut
B	265	148	in Ordnung	gut

[7] K. Dies, "Kupfer und Kupfer-Legierungen in der Technik", Springer-Verlag, Berlin, (1967), S. 126

(fortgesetzt)

Legierung	Härte HV Grundmaterial	Niedrigste Härte in WEZ nach Hartlötung	Gefüge in WEZ und Grundmaterial	Qualität Hartlötung
CuSn8P	240	78	in Ordnung	gut
(Legierung A und B erfindungsgemäß; WEZ: Wärmeeinflußzone)				

[0025] Die Ergebnisse belegen die überaus günstige Wirkung von Zinn- und Eisenzugaben auf die Resthärte einer CuSn-Legierung nach dem Löten.

[0026] Zur Überprüfung der Werkstofferweichung beim Löten wurden Abschnitte der kaltverfomten Bandabschnitte bei 700°C bis zu 5 min in einem Salzbad geglüht und nach verschiedenen Zeiten t die Resthärte HV gemessen. Man erhält dadurch die isotherme Entfestigungscharakteristik HV(t) des betrachteten Werkstoffs. Der Härteverlauf über der Zeit ist wichtig zur Beurteilung der Festigkeit nach dem Löten und der Sicherheit in der industriellen Fertigung von gefügten Bauteilen: Je höher die Resthärte HV(300 s) nach fünf-minütiger Glühbehandlung ist, desto höher ist die zu erwartende mechanische Stabilität der Lötverbindung; Je weniger sich die Härte im Verlauf der Zeit ändert, desto gleichmäßiger ist die Qualität der gefügten Bauteilen und desto robuster ist der Fertigungsprozeß gegen unvermeidbare Schwankungen der Prozeßparameter. Ausgewertet wurde also einerseits die Höhe der Resthärte der Legierung A bzw. B nach fünf-minütiger Glühbehandlung im Bezug zu der üblichen Phosphorbronze-Legierung: HV(Leg. A od. B, 700 °C, 300 s) / HV(CuSnP, 700 °C, 300 s) - 1. Zum anderen wurden die Legierungen A und B mit der Legierung CuSn8P hinsichtlich der Verringerung der Differenz zwischen der Härte nach 60 s und 300 s verglichen: 1 - [HV(Leg. A od. B, 700 °C, 60 s) - HV(Leg. A od. B, 700 °C, 300s)] / [HV(CuSnP, 700 °C, 60 s) - HV(CuSnP, 700 °C, 300s)]. Gute Werkstoffe im Vergleich zeigen für beide Auswertungen besonders große, positive Werte.

Legierung	Härte HV Beginn	Härte HV nach 60 s	Härte HV nach 180 s	Härte HV nach 300 s	Resthärte HV (300 s) im Vergleich zu CuSn8P	Verringg. d. Härteabfalles v. 60 bis 300 s gegen CuSn8P
A	270	145	141	140	92 %	69 %
B	265	138	135	134	85 %	75 %
CuSn8P	240	89	78	73	0 %	0%
(Legierung A, B: erfindungsgemäß)						

[0027] Es zeigt sich, daß durch die Erhöhung des Sn-Gehaltes in Verbindung mit Zugaben von Eisen ein guter Zugewinn in der Resthärte erzielt werden kann.

[0028] In Ergänzung zu den oben beschriebenen Untersuchungen wurden Bandabschnitte folgendermaßen in einer Schutzgasatmosphäre wärmebehandelt:

zwölfminütiges Glühen der Bänder in Formiergas (95 % N_2, 5 % H_2) bei 700 °C,
Ofenabkühlung auf 200 °C,
Abkühlung auf Raumtemperatur in ruhender Laborluft.

[0029] Mit diesem Versuch wird qualitativ der Lötprozeß unter Schutzgas nachgestellt, mit dem Unterschied, daß Schwankungen durch das Fertigungsverfahren ausgeschlossen sind. Die Auswertung des Versuchs umfaßt die Beurteilung der Bänder hinsichtlich ihrer Oberflächenverfärbung und ihres Gefüges. Aus folgender Tabelle geht hervor, daß das Anlaufverhalten der Legierungen in der erfindungsgemäßen Zusammensetzung mit dem der üblichen Phosphor-Bronzen vergleichbar ist. Bei hohen Fe-Gehalten ist die Verfärbung sogar geringer als bei den gängigen CuSn-Legierungen. In diesem Fall ist eine schönende Nachbehandlung der Oberflächen in der Nähe der Lötnaht nur in verringertem Umfang oder gar nicht notwendig.

Legierung	Veränderung der Oberflächenfarbe nach der beschriebenen Wärmebehandlung im Vergleich zum ungeglühten Ausgangszustand
A	schwache Verfärbung
B	schwache Verfärbung

(fortgesetzt)

Legierung	Veränderung der Oberflächenfarbe nach der beschriebenen Wärmebehandlung im Vergleich zum ungeglühten Ausgangszustand
CuSn8P	deutliche Verfärbung

[0030] Die Mikrostruktur der erfindungsgemäßen Legierungen ist nach oben genannter Wärmebehandlung wie folgt zu charakterisieren: Es liegt ein seigerungsarmes Gefüge vor, das frei von Oxiden ist, obwohl - wie nach dem Stand der Technik gemein hin als notwendig angesehen - wird kein Phosphor legiert wurde. Es können nur Ausscheidungen nachgewiesen werden, in denen die erfindungsgemäßen Legierungselemente Fe bzw. Sn angereichert sind. Die mittleren Korngrößen betragen in den erfindungsgemäßen Legierungen nach obiger Wärmebehandlung nur ca. 25 µm. Dies ist auf die kornfeinende Wirkung des Fe zurückzuführen. Falls gewünscht, ist es also auch möglich die erfindungsgemäßen Legierungen nach dem Fügen umzuformen, ohne daß auf der Bauteiloberfläche Rauhigkeiten entstehen, wie man dies von Zinnbronze-Legierungen nach dem Stand der Technik kennt.

[0031] Für die Gesamtbewertung der untersuchten Legierungen ergibt sich folgende Übersicht:

Legierung	Gefüge in WEZ und Grundmaterial	Qualität Hartlötung	Resthärte HV(300 s) im Vergleich zu CuSn8P	Verringg. d. Härteabfalles v. 60 bis 300s gegen Leg. CuSn8P	Verfärbung der Oberfläche nach Wärmebehandlung in Schutzgasatmosphäre	Relative Gesamteignung gegenüber CuSn8P
A	in Ordnung (=100%)	gut (=100%)	92 %	69 %	schwach (100 %)	211 %Pkte
B	in Ordnung (=100%)	gut (=100%)	85 %	75 %	schwach (100 %)	210 %Pkte
CuSn8P	in Ordnung (=100%)	gut (=100%)	0 %	0 %	deutlich (50 %)	0 %Pkte

(Legierung A, B: erfindungsgemäß)

[0032] Es wird deutlich, daß mit den erfingungsgemäßen Legierungen ein hoher Zugewinn in der Gesamteignung erzielt wird. Der Zugewinn mißt sich in Prozentpunkten gegenüber der herkömmlichen Phosphorbronze CuSn8P. Offensichtlich ist, daß mit der erfindungsgemäßen Verwendung der vorgeschlagenen Legierungen die gestellte Aufgabe hervorragend gelöst wird.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Kupfer-Zinn-Eisen-Legierung, die aus 12 bis 20 % Zinn; 0,1 bis 4 % Eisen und/oder Kobalt; wahlweise Mangan und/oder Zink bis zu insgesamt 5 %; wahlweise 0,01 bis 0,5 % Phosphor und wahlweise bis zu 3 Vol.-% Blei und/oder intermetallischen Phasen und/oder Graphit als Spanbrecher; Rest Kupfer und üblichen Verunreinigungen besteht,
   zur Herstellung von durch Wärmeeinwirkung gefügten Bauteilen, wobei wenigstens eines der zu fügenden Teile aus der Kupfer-Zinn-Eisen-Legierung besteht.

2. Verwendung nach Anspruch 1,

wobei bei einem Lötverfahren als gewähltem Fügeverfahren die Arbeitstemperatur des Lotes > 300 °C beträgt.

3. Verwendung nach Anspruch 1,
wobei zum Fügen ein Schmelzschweiß- oder ein Preßschweißverfahren eingesetzt wird.

4. Verwendung nach Anspruch 1, 2 oder 3
mit Gebrauchsgegenständen des täglichen Bedarfs, wie etwa Schmuck oder Bekleidungsaccessoires, als gefügten Teilen.

5. Verwendung nach Anspruch 1, 2 oder 3
mit Brillen bzw. Brillenteilen, wie etwa Brillenbügeln, Brillenscharnieren, Augenrandprofilen, als gefügten Teilen.

6. Verwendung einer Kupfer-Legierung nach Anspruch 1
mit 13 bis 16 % Zinn; 0,5 bis 2,5 % Eisen;
für den Zweck nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5.

7. Verwendung einer Kupfer-Legierung nach Anspruch 1
mit 12 bis 15 % Zinn; 1 bis 4 % Eisen;
für den Zweck nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5.

8. Verwendung einer Kupfer-Legierung nach Anspruch 1
mit 15 bis 20 % Zinn; 1,5 bis 4 % Eisen;
für den Zweck nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5

Claims

1. Use of a copper-tin-iron alloy comprising from 12 to 20% tin; from 0.1 to 4% iron and/or cobalt; optionally manganese and/or zinc up to a total of 5%; optionally from 0.01 to 0.5% phosphorus and optionally up to 3% by volume lead and/or intermetallic phases and/or graphite as chip breakers; remainder copper and usual impurities, for the manufacture of components joined by the action of heat, at least one of the parts to be joined comprising the copper-tin-iron alloy.

2. Use according to claim 1, wherein, if a soldering process is chosen as the joining process, the working temperature of the solder is > 300°C.

3. Use according to claim 1, wherein a fusion welding process or a pressure welding process is used for joining.

4. Use according to claim 1, 2 or 3, with articles of daily use, such as, for example, jewellery or clothing accessories, as the joined parts.

5. Use according to claim 1, 2 or 3, with spectacles or spectacle parts, such as, for example, spectacle arms, spectacle hinges, rims, as the joined parts.

6. Use of a copper alloy according to claim 1, comprising from 13 to 16% tin; from 0.5 to 2.5% iron; for the purpose according to one or more of claims 1 to 5.

7. Use of a copper alloy according to claim 1, comprising from 12 to 15% tin; from 1 to 4% iron; for the purpose according to one or more of claims 1 to 5.

8. Use of a copper alloy according to claim 1, comprising from 15 to 20% tin; from 1.5 to 4% iron; for the purpose according to one or more of claims 1 to 5.

Revendications

1. Utilisation d'un alliage de cuivre-étain-fer, lequel est constitué de 12 à 20 % d'étain ; de 0,1 à 4 % de fer et/ou de cobalt ; facultativement de manganèse et/ou de zinc jusqu'à un total de 5 % ; facultativement de 0,01 à 0,5 % de

phosphore et facultativement jusqu'à 3 % en volume de plomb et/ou de phases intermétalliques et/ou de graphite comme brise-copeaux ; le reste étant du cuivre et des impuretés classiques, pour la préparation de pièces détachées jointes par l'action de la chaleur, au moins Tune des pièces à joindre étant constituée de l'alliage de cuivre-étain-fer.

2. Utilisation selon la revendication 1, la température de travail du métal d'apport de brasage étant > 300°C pour un procédé de brasage choisi comme procédé de jointure.

3. Utilisation selon la revendication 1, un procédé de soudage par fusion ou de soudage par compression étant utilisé pour la jointure.

4. Utilisation selon la revendication 1, 2 ou 3 avec des objets d'utilisation courante comme des bijoux ou des accessoires de vêtements en tant que pièces jointes.

5. Utilisation selon la revendication 1, 2 ou 3 avec des lunettes respectivement des pièces pour lunettes comme des montures de lunettes, des charnières de lunettes, des profils de lunettes en tant que pièces jointes.

6. Utilisation d'un alliage de cuivre selon la revendication 1 avec de 13 à 16 % d'étain ; de 0,5 à 2,5 % de fer pour les fins selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 5.

7. Utilisation d'un alliage de cuivre selon la revendication 1 avec de 12 à 15 % d'étain ; de 1 à 4 % de fer pour les fins selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 5.

8. Utilisation d'un alliage de cuivre selon la revendication 1 avec de 15 à 20 % d'étain ; de 1,5 à 4 % de fer pour les fins selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 5.