

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2012年10月11日(11.10.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/137901 A1

- (51) 国際特許分類:  
B23K 35/26 (2006.01) C22C 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059465
- (22) 国際出願日: 2012年4月6日(06.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-086183 2011年4月8日(08.04.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日本スベリア社(Nihon Superior Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒5640063 大阪府吹田市江坂町1丁目16番15号 Osaka (JP). ザ ユニバーシティ オブ クイーンズランド(The University of Queensland) [AU/AU]; 4072 クイーンズランド州 ブリスベン セントルシア QLD (AU).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 西村 哲郎(NISHIMURA Tetsuro) [JP/JP]; 〒5640063 大阪府吹田市江坂町1丁目16番15号 Osaka (JP). 野北和宏(NOGITA Kazuhiro) [JP/AU]; 4074 クイーンズ

ランド州 ブリスベン ジンダリー クーンベル  
ストリート 34 QLD (AU). マクドナルド,  
スチュアート デヴィッド(McDONALD,  
Stuart David) [AU/AU]; 4059 クイーンズランド州  
ブリスベン レッドヒル エルストン スト  
リート 22 QLD (AU). リード, ジョナサン  
ジェームス(READ, Jonathan James) [AU/AU]; 4102  
クイーンズランド州 ブリスベン ウールン  
ギャバ アビントン ストリート 45 QLD  
(AU). ヴェントウーラ, ティナ(VENTURA,  
Tina) [CH/CH]; 5406 バーデン イム プライタッ  
ハー 14 Baden (CH).

- (74) 代理人: 濱田 俊明(HAMADA Toshiaki); 〒5410059 大阪府大阪市中央区博労町1丁目8番8号 堺筋MSビル2階 中野・濱田特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

[続葉有]

(54) Title: SOLDER ALLOY

(54) 発明の名称: はんだ合金

AA 合金	BB	
	断面SEM写真(×300)	断面SEM写真(×1000)
Sn-4Cu		
Sn-4Cu -0.006Al		
Sn-4Cu -0.02Al		
Sn-4Cu -0.08Al		

AA Alloy  
BB Cross-sectional SEM photograph

(57) Abstract: This solder alloy contains Al and/or Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in the amount of 0.006-0.15 wt% in an Sn-Cu hypereutectic area. In addition, this solder alloy comprises Cu in the amount of 0.7-7.6 wt%, and Al and/or Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in the amount of 0.006-0.5 wt%, with the remainder being Sn. Preferably, the amount of Cu contained is 2.0 wt% or greater. This solder alloy also has Ni substituted for Sn in the amount of 0.03-0.1 wt% of the composition thereof. Furthermore, this solder alloy has Ag substituted for Sn in the amount of 0.1-3.5 wt% of the composition thereof.

(57) 要約: 本願発明のはんだ合金は、Sn-Cu過共晶域において、Al又は/及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.006~0.15重量%を含むはんだ合金である。また、Cu0.7~7.6重量%、Al又は/及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.006~0.5重量%、及び残部Snからなるはんだ合金である。Cuの含有量は、好ましくは2.0重量%以上である。また、上記組成のうち0.03~0.1重量%のSnをNiに置換したはんだ合金である。さらに、上記組成のうち0.1~3.5重量%のSnをAgに置換したはんだ合金である。

WO 2012/137901 A1



MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： はんだ合金

### 技術分野

[0001] 本発明は、錫銅系のはんだ合金において、引っ張り強度、及びはんだ接合物の割れ強度を向上することが可能なはんだ合金組成に関するものである。

### 背景技術

[0002] 鉛が人体に悪影響を及ぼすことから、はんだ合金においても鉛を含有しない組成が一般化しつつある。融点が高いこと、及び比較的安価に生産できることから、S nが基本的な組成として広く利用され、C uを0.7重量%前後添加したS n-C u二元系共晶組成の錫銅系はんだ合金や、さらに強度を確保するためにA gを添加したはんだ合金が開発されている。

[0003] ところで、技術改良によって、I Cなどの回路設計技術が向上するとともに、電子機器のダウンサイジング化が図られ、I Cのリード線間のピッチは非常に狭くなり、はんだ接合物の大きさもこれに応じて極めて小さいものが要求される。例えば、現在では広く普及しているボールはんだの大きさも、直径が20ミクロンのものが実装で使用されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第99/48639号

特許文献2：特開2005-238328号公報

特許文献3：特開2005-319470号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] S nを主要金属としたはんだ合金とC u基板の間には、C u<sub>6</sub>S n<sub>5</sub>金属間化合物が生成することは周知である。この種の金属間化合物は、はんだ継手を製造した場合には接合界面に多量に存在すると接合強度が低下する原因となる。これを回避するために、微量のN iを添加し、接合界面のC u<sub>6</sub>S n<sub>5</sub>

の生成を抑制する技術が開発されている（特許文献1）。この組成のように Sn-Cu に対して Ni を添加した合金は溶融状態において流動性が向上し、ウエーブはんだ付けに最適である。

[0006] しかしながら、Sn-Cu はんだ合金の過共晶領域（Cu 0.7~7.6 重量%）において  $Cu_6Sn_5$  が初相として晶出する場合、 $Cu_6Sn_5$  金属間化合物の成長を抑制するための手段を講じる必要がある。例えば、BGA はんだボールの場合には、そのサイズが極めて小さくなっているために、BGA の直径に亘って初相  $Cu_6Sn_5$  金属間化合物が成長する可能性がある。このような BGA をはんだ継手として利用した場合には、衝撃が加われれば初相として晶出した  $Cu_6Sn_5$  金属間化合物に沿ってはんだ合金中に割れが生じるおそれがある。従って、金属間化合物が大きく成長することは、電子回路のダウンサイジング化に悪影響を及ぼすことになる。また、Ni の添加は、はんだ合金と Cu 基板の間に形成される  $Cu_6Sn_5$  金属間化合物の結晶構造を六方晶として安定化し、接合界面の接合強度を向上させることについては知見があるが、初相としてはんだ合金中に晶出する  $Cu_6Sn_5$  金属間化合物の微細化あるいはその成長を抑制する効果に関する知見は見当たらない。

[0007] なお、先行技術としての特許文献1は、既述したように Sn-Cu に Ni を添加することによって共晶の  $Cu_6Sn_5$  金属間化合物の発生を抑制するものであり、Sn-Cu 下において Ni の存在が不可欠な発明である。

[0008] 特許文献2は、Sn を母材とする亜共晶組成において粗大な初晶  $\beta$ -Sn 相の組織を微細化し、該相の硬度を高くして共晶相とほぼ同じくするものであり、これを実現するために Al が微量添加されている。特許文献3は、共晶 Sn-Cu-Ag 系鉛フリーはんだ材料に実質的に溶解しない元素を含む微粒子を添加し、接合部の金属組織をより微細化するもので、該元素として選択的に Al が採用されている。

[0009] 前記特許文献2、及び3は Al を微量に含有するものであるが、前者は亜共晶組成における初晶  $\beta$ -Sn 相の硬度を高くすることを目的とするものであり、後者は接合部の共晶組織を微細化することを目的として Al を添加し

ている。しかしながら、これらの特許文献では過共晶 $\text{Sn-Cu}$ の合金に必然的に発生する初相 $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 金属間化合物が樹状で比較的大きく成長しやすいことに着目したものではない。

[0010] 本発明は、過共晶 $\text{Sn-Cu}$ 合金の初相 $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 金属間化合物がはんだ継手の物性について悪影響を及ぼすことを回避することを課題としたもので、特にはんだ継手自体の割れを極力防止することができるはんだ合金組成を開示することを目的とするものである。

### 課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するために、本発明では、錫銅の共晶点である $\text{Cu}0.7$ 重量%を超え、 $7.6$ 重量%まで、 $\text{Al}0.006\sim0.15$ 重量%、及び残部 $\text{Sn}$ からなるはんだ合金を組成した。また、この組成にさらに $0.03\sim0.1$ 重量%の $\text{Ni}$ を残部の $\text{Sn}$ と一部置換した $\text{Sn-Cu-Ni-Al}$ はんだ合金を組成した。さらに、請求項1の組成に対して $0.1\sim3.5$ 重量%の $\text{Ag}$ を残部の $\text{Sn}$ と一部置換し、 $\text{Sn-Cu-Ag-Al}$ はんだ合金を組成した。選択的に、 $\text{Al}$ に換えて $\text{Al}_2\text{O}_3$ を添加することも手段として用いた。

[0012] さらに、より好ましい $\text{Cu}$ の添加量の下限值としては、 $2.0$ 重量%以上が適切である。

[0013]  $\text{Al}$ は融点が $660.2^\circ\text{C}$ 、密度 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ の軽い金属であって、容易に酸化して $\text{Al}_2\text{O}_3$ になる。本発明で添加の対象となるのは、 $\text{Al}$ 、あるいは $\text{Al}_2\text{O}_3$ の何れもである。さらに、 $\text{Al}$ 単体、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 単体、あるいはこれらを混合した組成の何れも対象となる。

[0014]  $\text{Al}$ の添加によって初相 $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 金属間化合物がどのように成長するかを確認するために、 $\text{Al}$ を $\text{Sn-4\%Cu}$ に添加した試料を作成し、凝固体の断面をSEM写真で示したものが図1である。発明者らは、 $\text{Al}$ の添加量が異なる4種類の試料を作成し、 $300$ 倍、及び $1000$ 倍の拡大写真を確認した。 $\text{Al}$ の添加量は、図1の写真の上から $0\text{ppm}$ 、 $60\text{ppm}$ 、 $200\text{ppm}$ 、 $800\text{ppm}$ である。ここで明らかな事実は、 $\text{Al}$ を添加してい

ない試料では初相 $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物が斜め方向に長く晶出すると共に、同様に枝状に長く成長していることである。一方、Alを添加した試料では、初相 $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物は成長せず、粒子状になっている。この現象はAlの添加量によって幾分異なっているが、3つの試料では何れも粒子状であることが確認された。Alを添加した場合の初相 $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物の成長が抑制されるメカニズムについては、今のところ確定的な結論を導き出していないが、分散したAl微粒子のそれぞれが初相 $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物の核になるため、核形成頻度が高くなり、よって成長速度が遅くなることに起因すると考えられる。なお、Alの添加は $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物の総量を減らす要因ではなく、本来は樹状構造を呈する $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物が樹状に成長しないことの要因になっている。なお、図1に示した各試料におけるAlの添加量は実測値である。AlはSnと比較すると密度が小さく、均一に拡散するものと熔融金属表面に浮遊するものがある。本発明では、有効に働くAlの添加量を精密に特定するために、Alの添加量については凝固体におけるAlの量を測定した。

[0015] 初相 $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物が大きく析出すると、その部分ではんだ凝固体の内部に不均一な部分が形成される。そして、このような状態がはんだ継手内部に存在すると、衝撃が加わった場合に割れが生じるおそれがある。特に近年の非常に微小なBGAではんだ継手が形成されている場合には図1のAlを添加していない状態ではんだ継手の全長に亘って初相 $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物が走行する可能性が高い。即ち、このような状態であれば部分的にクラックが発生するだけでなく、はんだ継手全体に割れが生じてBGAで接合されている基板同士が剥離することになる。一方、Alが添加された3種類の試料では均一なSn-Cu相が連続しているので、 $Cu_6Sn_5$ 金属間化合物を起因とする割れなどの発生を回避することが可能となる。

[0016] 図2は、Sn-4%Cu-0.05%Ni-0.007%Geに対して、図1と同様にAlを添加しない試料と、Alを添加した3種類の試料のSEM写真を比較したものを示す。なお、この試料ではGeが添加されているが

、GeそのものはSn及びCuと反応しないので、Geを添加しない試料であっても同様の現象を得ることができると推測される。図2に示した各写真からも明らかなように、Alを添加しない試料と比較すると、Alを60 ppm、400 ppm、及び1000 ppmそれぞれ添加した試料では、初相Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物は長さ方向に成長せず、多数の粒状で成長が止まっていることを確認した。即ち、図2のようにNiを含有するはんだ合金でも、Alを添加することによってCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物が長さ方向に大きく成長することはなく、Sn-Cu-Ni相が連続的に出現する。

[0017] 図3は、Snに2.0重量%のCuを含有させた場合に、Al添加がCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物の成長に与える影響を確認したもので、図1及び図2と同様の試験条件で行った。その結果、明らかなようにAlを添加していない合金の場合にはCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物が斜め方向に長く成長しているのに対して、0.05重量%のAlを添加した場合にはCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物は多数の粒状を呈した。この結果から、2.0重量%Cuの存在下においても、適量のAl添加がCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物の態様に好ましい影響を与えることを確認することができた。

[0018] さらに、図4は、Snに7.6重量%のCuを含有させた場合にCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物が生成する状態をベンチマークとして、これにAlを添加した場合のCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物が成長した状態を比較した。なお、図4におけるCuの含有量は計算値ではなく、実測値である。図でも明らかなように、Sn-7.5Cuに0.051重量%Alを添加した合金、Sn-7.3Cuに0.143重量%Alを添加した合金、及びSn-6.9Cuに0.373重量%Alを添加した合金については、Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物は多数の粒状を呈した。なお、0.373重量%のAlを添加した試料では、左端中央部にドロスの出現が見られた。この結果から、6.9~7.6重量%Cuの存在下においても、適量のAl添加がCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物の態様に好ましい影響を与えることを確認することができた。

[0019] これらの実験を考慮して、Cuの含有量は0.7~7.6重量%、より好

ましくは2.0～7.6重量%とした。本発明では、Sn-Cuの過共晶によりはんだ継手内部にCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物が成長し、この金属間化合物を境界として割れなどが生じることに着目したものであるから、Cuの下限值については、Snとの過共晶になり、初相Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物が生成する最下限とした。つまり、重要なことは、厳密な数値としての0.7重量%ではなく、その合金におけるSn-Cu過共晶が生じるCuの添加量を超えること、すなわち過共晶域である。より好ましいCuの下限値は、Cuを2.0重量%以上含有した場合には、Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物の生成が著しいから、これをAlの添加によって適切に抑制するという本発明の目的に資するからである。上限については、7.6重量%を超えると、金属間化合物は415℃を融点とするCu<sub>3</sub>Snが生成するので、これを避けることを考慮した。Al又はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の下限值については、実験の結果、0.006重量%を超えると初相Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物の長さ方向の成長が抑制されることが判明したことによる。上限値については、0.15重量%を超えると、Alの場合には添加時に酸化膜を多量に形成して表面が黒色になるのでこれを避ける工程が必要となり、製造効率が低下すること、及びAlを含むドロスが多量に発生して溶融はんだの表面に浮遊するので同様に製造効率が低下することを考慮した。

[0020] 本発明におけるAlは、他の元素と反応させることを目的とするものではなく、初相Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物の成長を抑制して、Alを核として粒状に初相Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物を成長させることを主眼とするものであり、核となる組成はAlの酸化物であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を利用することも可能である。又、本発明では、Alを添加することによって初相Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>金属間化合物の樹状構造の成長を抑制するものであるから、Sn-Cuを主要金属とする二元系の合金のみならず、これにNiを添加した三元系合金や、Agを添加した三元系合金など、Sn-Cuに対してさらなる金属を添加した合金であっても本発明の目的を阻害するものではない。

## 発明の効果

[0021] 本発明に示したように、 $\text{Sn}-\text{Cu}$ を主要元素とする合金、及びこれに $\text{Ni}$ 又は $\text{Ag}$ を添加した合金に $\text{Al}$ を微量添加することによって、初相 $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 金属間化合物の長さ方向への成長が抑制され、 $\text{Al}$ を核として粒状に $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 金属間化合物が生成する。従って、凝固した合金では $\text{Sn}-\text{Cu}$ 相などが連続した状態で出現するので、衝撃による割れが減少すると共に、引っ張り特性に優れたはんだ合金を得ることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0022] [図1]  $\text{Sn}-\text{Cu}$ 組成に微量の $\text{Al}$ を添加した場合のSEM断面写真を示す。  
[図2]  $\text{Sn}-\text{Cu}-\text{Ni}$ 組成に微量の $\text{Al}$ を添加した場合のSEM断面写真を示す。  
[図3]  $\text{Sn}-2.0\text{Cu}$ 組成に微量の $\text{Al}$ を添加した場合のSEM断面写真を示す。  
[図4]  $\text{Sn}-6.9\sim 7.6\text{Cu}$ 組成に微量の $\text{Al}$ を添加した場合のSEM断面写真を示す。  
[図5]  $\text{Sn}-\text{Cu}$ 組成に微量の $\text{Al}$ を添加した試験体の引っ張り試験を示すグラフ。

### 発明を実施するための形態

#### 実施例

- [0023] 以下、本発明の組成と、 $\text{Al}$ を添加していない試験体について引っ張り試験を行った。試験の目的は、図1あるいは図2に示したように、 $\text{Al}$ を添加しないものは初相 $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 金属間化合物が長く成長するので、組織が不均一になり、引っ張り試験を実施すれば比較的小さい力で破断する一方、 $\text{Al}$ を添加したものは組織が均一な状態を示すので、 $\text{Al}$ を添加しない組織よりも引っ張り耐性が強いであろうという推論を確認することにある。試験片は、合金総重量が各試料とも600gになるように、添加金属を日本坩堝社製の黒鉛坩堝中で精秤し、大気中雰囲気にて真陽理科製電気炉で450℃に加熱し、均一に試料を溶解させた。その後、室温に放置したステンレス製鋳型に流し込み、室温にて15分放冷した後に試料を取り出し、測定用試験片と

した。なお、試験片の重量は約170g、寸法は全長170mm、幅10mm、厚み10mmであり、Alを添加しない比較例と、Alを添加した実施例1～3の4種類について試験を行った。各試料の組成を表1に示す。引っ張り試験は、島津製作所社製万能試験機AG-10kISに試験片を装着し、引っ張り速度10mm/分の条件にて測定した。

[0024] [表1]

(成分)	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1
錫	95.937	95.903	95.843	95.943
銅	4.000	4.000	4.000	4.000
ニッケル	0.050	0.050	0.050	0.050
ゲルマニウム	0.007	0.007	0.007	0.007
アルミニウム	0.006	0.040	0.100	—
合計	100.000	100.000	100.000	100.000

[0025] 図5は、引っ張り試験の結果を示したグラフで、左がAlを添加していない組成、右の3つがAlを添加した組成の結果である。この結果から明らかなのは、Alを添加しなかった試料と比較すると、Alを添加した試料は全て引っ張り耐性に優れていたことである。言い換えると、Alを添加した試料は全て、Alを添加しなかった試料に比べて破断耐性に優れている。


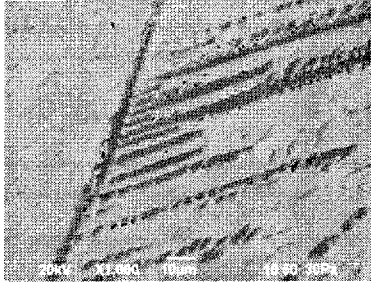
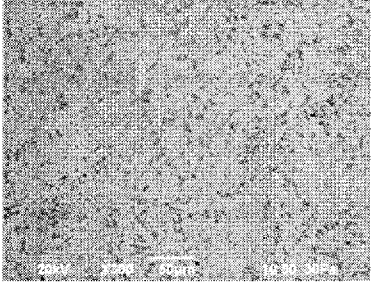
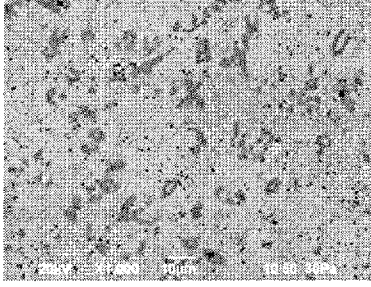
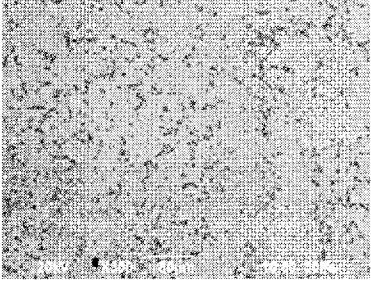
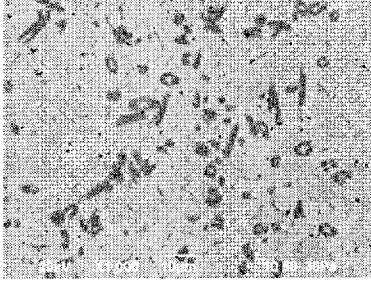
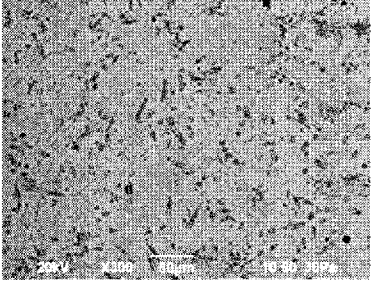
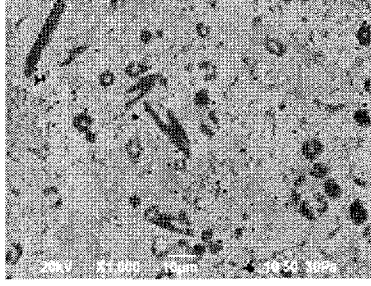
### 産業上の利用可能性

[0026] 本発明のはんだ合金は、過共晶組成において初相Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>の長手方向への成長が抑制されるので、特に近年のダウンサイジング化に伴うはんだ継手の小型化に際しても、衝撃による割れなどを減少させることになる。

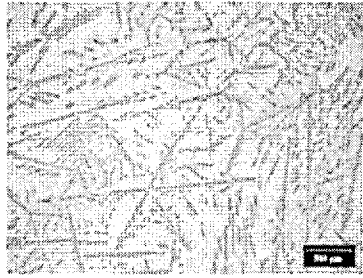

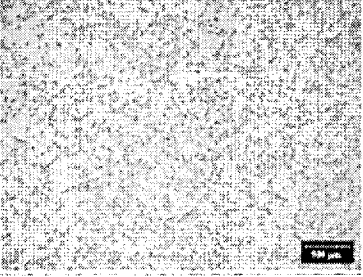
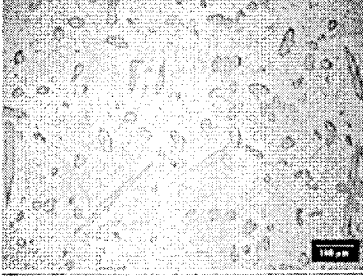
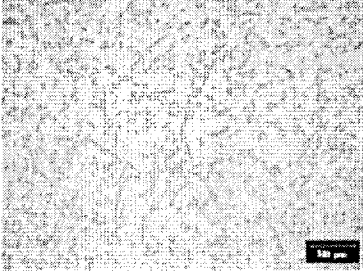
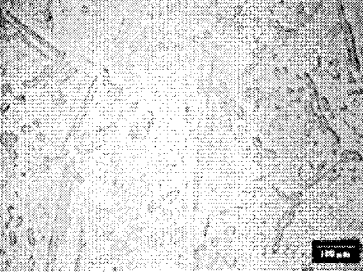
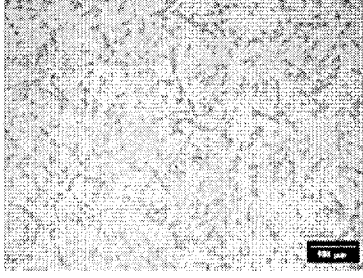
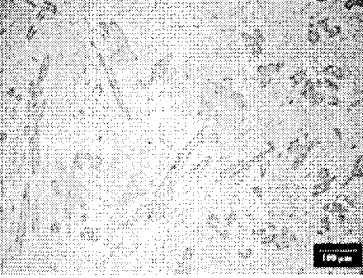
### 請求の範囲

- [請求項1] Sn-Cu過共晶域で、Cuの含有量が7.6重量%以下に対して、Al又は／及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.006~0.15重量%を含むはんだ合金。
- [請求項2] Cu0.7~7.6重量%、Al又は／及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.006~0.15重量%、及び残部Snからなるはんだ合金。
- [請求項3] Cuの含有量は、より好ましくは2.0重量%以上である請求項1又は2記載のはんだ合金。
- [請求項4] 請求項1~3のいずれかにおいて、0.03~0.1重量%のSnをNiに置換したはんだ合金。
- [請求項5] 請求項1~4のいずれかにおいて、0.1~3.5重量%のSnをAgに置換したはんだ合金。

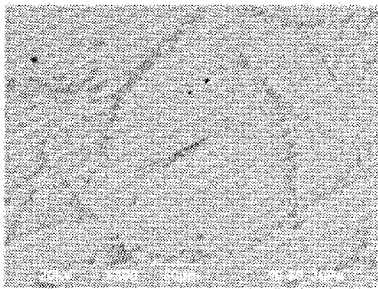
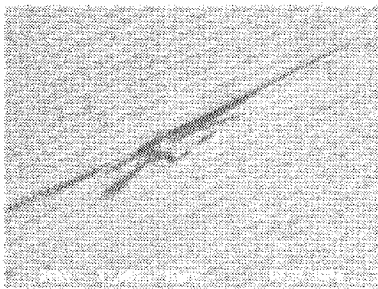
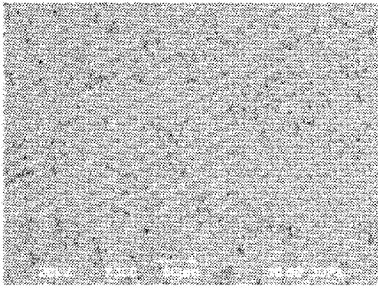
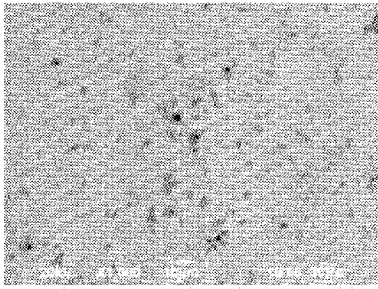
[図1]

合金	断面 SEM 写真 (×300)	断面 SEM 写真 (×1000)
Sn-4Cu		
Sn-4Cu -0.006Al		
Sn-4Cu -0.02Al		
Sn-4Cu -0.08Al		

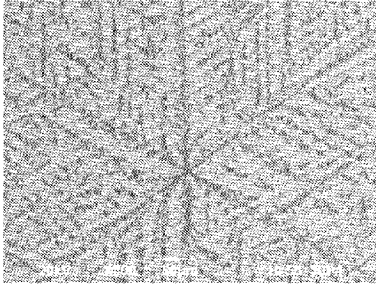
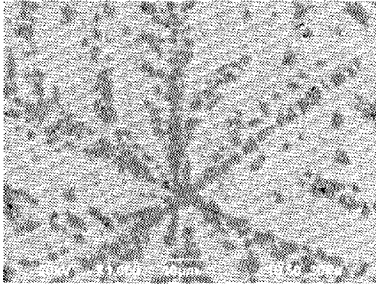
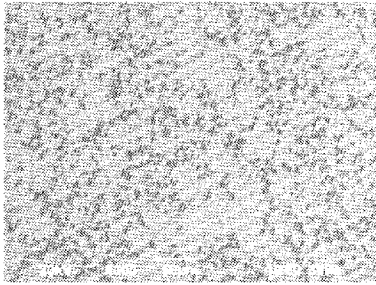
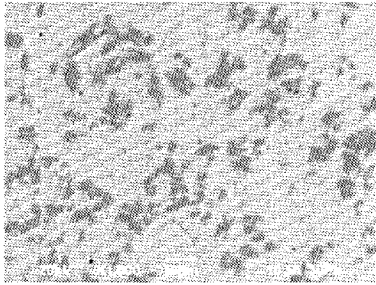
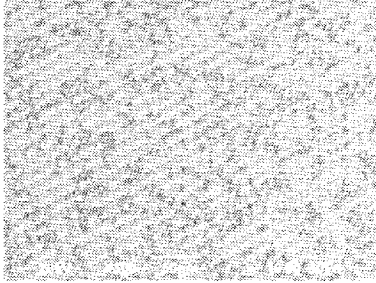
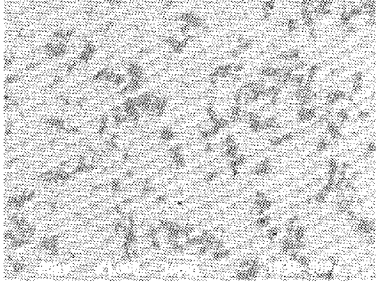
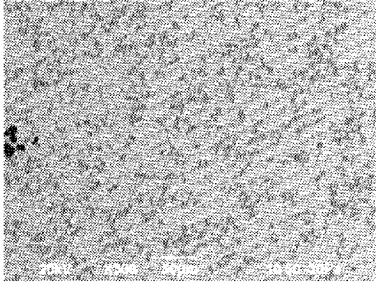
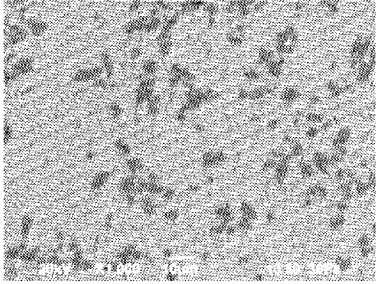
[図2]

合金	断面 SEM 写真 (×300)	断面 SEM 写真 (×1000)
SN100C4		
SN100C4 -0.006Al		
SN100C4 -0.04Al		
SN100C4 -0.1Al		

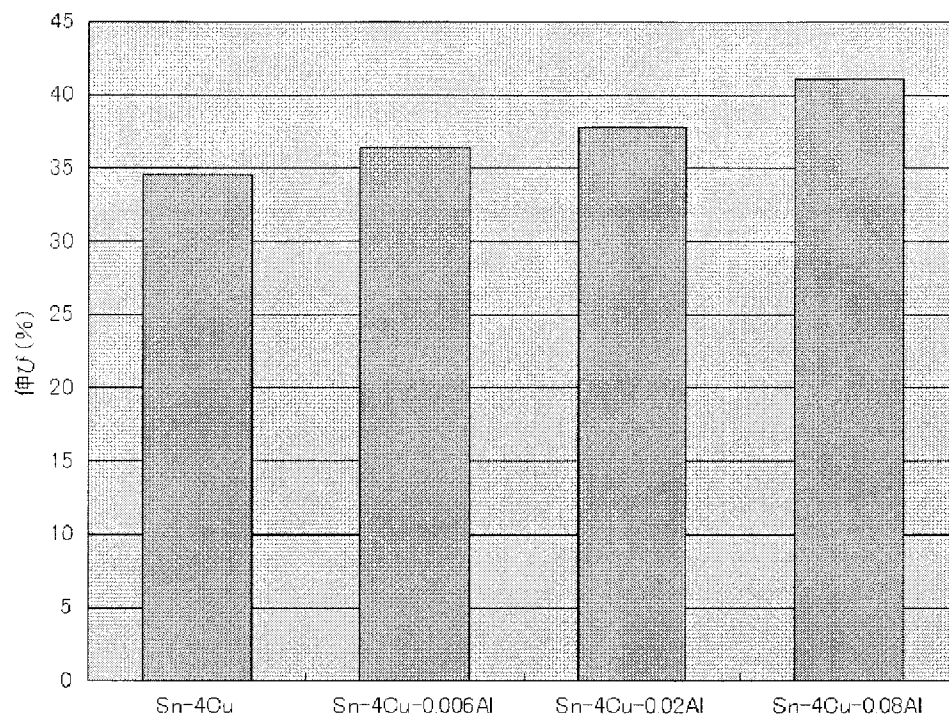
[図3]

合金	断面 SEM 写真 (×300)	断面 SEM 写真 (×1000)
Sn-2Cu		
Sn-2Cu -0.05Al		

[図4]

合金	断面 SEM 写真 (×300)	断面 SEM 写真 (×1000)
Sn-7.6Cu		
Sn-7.5Cu -0.051Al		
Sn-7.3Cu -0.143Al		
Sn-6.9Cu -0.373Al		

[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059465

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K35/26(2006.01) i, C22C13/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K35/26, C22C13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2005-296983 A (Hitachi Metals, Ltd.), 27 October 2005 (27.10.2005), claims; paragraphs [0012] to [0023]; table 1 (Family: none)	1, 3-5 2
A	JP 2005-125360 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 19 May 2005 (19.05.2005), claims; tables 1, 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2007-190603 A (Nippon Aluminium Co., Ltd.), 02 August 2007 (02.08.2007), claims; paragraph [0029] (Family: none)	1-5

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
03 July, 2012 (03.07.12)Date of mailing of the international search report  
17 July, 2012 (17.07.12)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/059465

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-30047 A (Eishin Industry Co., Ltd.), 14 February 2008 (14.02.2008), claims; table 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2003-211283 A (Japan Science and Technology Corp.), 29 July 2003 (29.07.2003), claims; paragraphs [0007] to [0009] & WO 2003/061897 A1	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B23K35/26(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B23K35/26, C22C13/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2005-296983 A (日立金属株式会社) 2005. 10. 27, 【特許請求の範囲】 , 【0012】 - 【0023】 , 【表 1】 (ファミリーなし)	1, 3-5 2
A	JP 2005-125360 A (松下電器産業株式会社) 2005. 05. 19, 【特許請求の範囲】 , 【表 1】 , 【表 3】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2007-190603 A (株式会社日本アルミ) 2007. 08. 02, 【特許請求の範囲】 , 【0029】 (ファミリーなし)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 03. 07. 2012	国際調査報告の発送日 17. 07. 2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号	特許庁審査官 (権限のある職員) 田口 裕健 電話番号 03-3581-1101 内線 3435	4 K 4663

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-30047 A (栄信工業株式会社) 2008. 02. 14, 【特許請求の範囲】 , 【表 1】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2003-211283 A (科学技術振興事業団) 2003. 07. 29, 【特許請求の範囲】 , 【0007】 - 【0009】 & WO 2003/061897 A1	1-5