

(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 9 月 27 日(27.09.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/127642 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 35/26 (2006.01) *C22C 13/02* (2006.01)
B23K 35/363 (2006.01) *C22F 1/00* (2006.01)
C22C 13/00 (2006.01) *C22F 1/16* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/056903
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 23 日(23.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 千住金属工業株式会社 (SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 島村 将人 (SHIMAMURA Masato) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業会社内 Tokyo (JP). 大西 司 (OHNISHI Tsukasa) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業会社内 Tokyo (JP). 高斎 光弘 (KOU-SAI Mitsuhiro) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業会社内 Tokyo (JP). 高木 和順 (TAKAGI Kazuyori) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業会社内 Tokyo (JP). 野中 朋子 (NONAKA Tomoko) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業会社内 Tokyo (JP). 鈴木 誠之 (SUZUKI Masayuki) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地

千住金属工業会社内 Tokyo (JP). 林田 達 (Hayashida Toru) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業会社内 Tokyo (JP). 石橋 世子 (ISHIBASI Seiko) [JP/JP]; 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町 2 3 番地 千住金属工業会社内 Tokyo (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, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.
- (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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LEAD-FREE SOLDER ALLOY

(54) 発明の名称: 鉛フリーはんだ合金

(57) Abstract: In Sn-Ag-Cu solders among conventional solder alloys with good drop impact resistance, the amount of Ag and Cu is reduced and the growth of intermetallic compounds such as Cu_6Sn_5 and Ag_3Sn occurring at the interface between the electrode and the soldered part is suppressed so as to prevent separation of the soldered part from the electrode. However, the temperature cycle properties of such solder alloys was not satisfactory. A solder alloy according to the present invention includes 0.2 to 1.2 mass% Ag, 0.6 to 0.9 mass% Cu, 1.2 to 3.0 mass% Bi, 0.02 to 1.0 mass% Sb, and 0.01 to 2.0 mass% In, with the remainder comprising Sn. This solder alloy has excellent drop impact resistance and temperature cycle properties. Therefore, even when used in portable devices or the like with fine solder patterns, the soldered parts are not damaged if the device is dropped, and no thermal fatigue occurs even in high-temperature environments such as the inside of a sun-heated vehicle and low-temperature environments such as snowy weather.

(57) 要約: 従来の耐落下衝撃性が良好なはんだ合金は、Sn-Ag-Cu はんだの Ag や Cu の含有量を少なくし、電極とはんだ付け部との界面に発生する Cu_6Sn_5 や Ag_3Sn などの金属間化合物の成長を抑制することで、はんだ付け部が電極から剥離することを防止しているが、温度サイクル特性が良好ではなかった。Ag を 0.2~1.2 質量%、Cu を 0.6~0.9 質量%、Bi を 1.2~3.0 質量%、Sb を 0.02~1.0 質量%、In を 0.01~2.0 質量%含有し、残部 Sn で構成した本発明のはんだ合金は、耐落下衝撃性及び温度サイクル特性に優れるため、微細なはんだ付けパターンを持った携帯機器などに使用しても、機器の落下時にはんだ付け部が破損せず、また、炎天下の車内などの高温の環境下でも、雪天の野外などの低温の環境下でも、熱疲労が発生しない。

WO 2012/127642 A1

明 細 書

発明の名称：鉛フリーはんだ合金

技術分野

[0001] 本発明は、鉛を含まないはんだ合金、特に面実装基板に用いるソルダペーストや修正用の脂入りはんだに適した鉛フリーはんだ合金に関する。

背景技術

[0002] 電子部品のはんだ付け方法としては、鋳付け法、フロー法、リフロー法、等がある。

リフロー法は、はんだ粉とフラックスからなるソルダペーストをプリント基板の必要箇所だけに印刷法や吐出法で塗布し、該塗布部に電子部品を搭載してからリフロー炉のような加熱装置でソルダペーストを溶融させて電子部品とプリント基板をはんだ付けする方法である。このリフロー法は、一度の作業で多数箇所のはんだ付けができるばかりでなく、狭いピッチの電子部品に対してもブリッジの発生がなく、しかも不要箇所にははんだが付着しないという生産性と信頼性に優れたはんだ付けが行えるものである。

[0003] ところで従来はんだは、Pb-Sn合金が用いられていた。このPb-Sn合金は、共晶組成（Pb-63Sn）では融点が183℃であり、熱に弱い電子部品に対しても熱影響が少なく、またはんだ付け性に優れているため未はんだやディウエット等のはんだ付け不良の発生も少ないという特長を有している。このPb-Sn合金を用いた電子機器が古くなったり、故障したりした場合、機能アップや修理をせず廃棄処分されていた。プリント基板を廃棄する場合、焼却処分ではなく埋め立て処分をしていたが、埋め立て処分をするのは、プリント基板の銅箔にはんだが金属的に付着しており、銅箔とはんだを分離して再使用することができないからである。この埋め立て処分されたプリント基板に酸性雨が接触すると、はんだ中のPbが溶出し、それが地下水を汚染するようになる。そしてPbを含んだ地下水を長年月にわたって人や家畜が飲用するとPb中毒を起こすことが懸念されている。そこで電子機器業界からはPbを含まない所謂

「鉛フリーはんだ」が強く要求されてきている。

- [0004] 鉛フリーはんだとは、Snを主成分としたものであり、現在使われている鉛フリーはんだは、Sn-3.5Ag(融点：221℃)、Sn-0.7Cu(融点：227℃)、Sn-9Zn(融点：199℃)、Sn-58Bi(融点：139℃)等の二元合金の他、これらにAg、Cu、Zn、Bi、In、Sb、Ni、Cr、Co、Fe、Mn、P、などを添加したものである。

現在多く使用されている鉛フリーはんだ組成は、特開平5-050286号公報に開示されているようなAgを3～5質量%、Cuを0.5～3質量%含有したSn-Ag-Cu組成の鉛フリーはんだである。この鉛フリーはんだは、人工衛星などの温度サイクルが激しい環境での使用を考えて開発されたもので、従来のSn-Pbはんだよりも温度サイクル特性に優れ、またクリープ特性に優れているので普及している。特に温度サイクル特性は、電子機器の寿命や製品保証をする上で、重要な要素である。

- [0005] ところが、現在使用されているSn-Ag-Cu組成の鉛フリーはんだ合金は、従来使用されてきたSn-Pbはんだに比べて硬いために、携帯電話などの小型機器に使用されると誤って携帯機器を落とすと、部品とはんだ付けした部分との界面で割れる、所謂「界面剥離」が発生し易いことが問題となっている。この界面剥離は、接合部のはんだの量が比較的多いフローソルダリングを用いた基板では起こり難いが、接合部のはんだ量が少なく、接合部が微細なリフローソルダリングではんだ付けした基板で発生し易い。これらのリフローソルダリングではんだ付けした基板は、ソルダペーストやはんだボール、ソルダプリフォームなどを用いてはんだ付けさせる。また、はんだ付け部の修正には、脂入りはんだが用いられる。これらのはんだ材料が使用されたプリント基板が、特に界面剥離の問題が発生し易い。

- [0006] 本出願人は、Cuランドに用いる落下衝撃に強いはんだ合金として、はんだのAgの含有量が0.8～2.0質量%、Cuの含有量が0.05～0.3質量%でIn、Ni、Pt、Sb、Bi、Fe、Al、Pを添加したもの（W02006/129713A1、特許文献1）を開示している。

また、温度サイクル特性に優れたはんだ合金として、固溶元素を含有する

Sn-Ag-Cu系はんだ合金であって、且つ、室温では過飽和固溶体、もしくは、固溶元素が析出した固溶体からなる合金組織を有し、ヒートサイクル環境における高温時には、低温で析出した固溶元素がSnマトリックス中に再固溶する固溶体からなる合金組織を有する合金からなるSn-Ag-Cu-Bi系鉛フリーはんだ（W02009/011341A1）を開示している。

[0007] さらに、Sn-Ag-Cuはんだ組成にBiやSbを添加してBiやSbとSnとで固溶体を形成して、AgやCuはSnとで金属間化合物を形成して、その固溶体や金属間化合物のミクロ組織によって、機械的な強度を保っているはんだ合金（特開平9-327790号公報）もある。

特許文献1：W02006/129713A1

特許文献2：W02009/011341A1

特許文献3：特開平9-327790号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 鉛フリーはんだは、耐落下衝撃性、特にはんだ付け面積の小さいはんだ付け部での耐落下衝撃性が強いとは言えない。最近の電子機器は高性能・小型化されてきているから、それに組み込まれる電子部品も小型化で高機能化されてきており、近年の電子機器は電極数が増えているにもかかわらず、全体の大きさは逆に小さくなっている。このように小さくなった電子部品の電極に形成するはんだづけ部も小さくなっているが、小さな鉛フリーはんだはんだ付け部のはんだが耐落下衝撃性に弱いと、電子機器が落下のような衝撃を受けたときに、はんだ付け部が簡単に剥離して、電子機器としての機能が果たせなくなってしまう。

携帯機器でもリモコンのように電子機器のプリント基板のサイズが比較的大きく、はんだが多く付着するフローソルダリングではんだ付けさせている電子機器は問題となり難いが、携帯電話やモバイルパソコンのように、小型で密集度が高い製品は溶ダペーストやはんだボールなどのリフローソルダリングのはんだ付けしか行えず、はんだ接合に使用さえるはんだ量も微細な

量になっている。

[0009] 次に、電子機器の温度サイクル特性はその電子機器の寿命に関係する重要な要素であり、携帯電話やモバイルパソコンは、常時空調の効いた室内で使用させる訳ではなく、自動車の車内のような高温環境下や雪天の野外のような低温環境下で使用されることも珍しくもない。そのために、温度サイクル特性に優れていることは必須の条件であり、携帯機器に使用されるはんだも温度サイクル特性を有していなければならない。

電子機器の使用させる環境によって、電子機器が接合させたはんだ付け部は膨張・収縮を繰り返し、はんだ部分に亀裂が入り、最後にははんだ部分が破壊させてしまう。これを一般的に熱疲労と呼んでいる。携帯電話やモバイルパソコンに使用させるはんだ合金は、熱疲労が発生しない、温度サイクル特性の良いはんだ合金が求められている。

[0010] しかし、耐落下衝撃性に優れたはんだが温度サイクル特性に優れているとは言えなかった。例えば特許文献1のような、従来の耐落下衝撃性を考慮したはんだ合金は、Sn-Ag-CuはんだのAgやCuの含有量を少なくして、電極とはんだ付け部界面に発生するCu₆Sn₅やAg₃Snなどの金属間化合物が厚くなることを抑制することで、電極とはんだ付け部の界面から剥離することを防止している。しかし、従来のSn-Ag-Cu系はんだ合金のAgやCuの量を減少させると耐落下衝撃性は向上するが、Sn-Ag-Cu系はんだ合金の優位性である温度サイクル特性が悪くなってしまうという問題が発生する。このように、今までは温度サイクル特性と耐落下衝撃性の両方の特性を有するはんだ合金は開発されていなかった。

本発明が解決しようとする課題は、Sn-Ag-Cu系はんだ合金の特徴である温度サイクル特性を維持しながら、耐落下衝撃性に優れたはんだ合金を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは、Sn-Ag-Cu系はんだ組成で、Cuを共晶付近から離してしまうと温度サイクル特性が低下してしまうこと、Agは共晶付近から離してもCuに

比べて温度サイクル特性の低下が少ないこと、Agの量の減少させた代わりにBiとSbにInを加えることにより温度サイクル特性を向上させることを見いだし、本発明を完成させた。

本発明は、Agが0.2～1.2質量%、Cuが0.6～0.9質量%、Biが1.2～3.0質量%、Sbが0.02～1.0、Inを0.01～2.0質量%含有し、残部Snで構成されることを特徴とする鉛フリーはんだ合金である。

[0012] 電子機器のはんだ付け部に温度サイクルが加わると、接合部のはんだ組織は粗大化を起こすので、一般的に温度サイクル特性が良好なはんだ合金ははんだ組成が微細のものが優れている。特許文献3では、実施例がAgの量が3.0質量%又は3.4質量%であることから考えて、Agの量が共晶付近のはんだ合金の技術であるのに対して、本発明では耐落下衝撃特性を持たせるために、Agの量を0.2～1.0質量%としており、SnとAgとCuとBiとSbからなるはんだ合金組成では、温度サイクル特性が良好とは言えなかった。そこで、本発明ではSn-Ag-Cuのはんだ合金組成にBiとSbの他にInを添加することによって、Agの量が0.2～1.0質量%と少なくしても、従来のSn-Ag-Cu-Bi-Sb組成と同様に熱疲労の少ない、温度サイクル特性が良好なはんだ合金となっている。

[0013] 本発明のはんだ合金に添加したInは、BiとSbと同じようにSnと固溶体を形成する金属である。しかし、InはZnなどに似て反応性が激しく、ソルダペーストに用いるとソルダペーストが粘度の経時変化を起こし易く、扱いが難いとされていた。本発明では、はんだ合金中に添加するInの量を限定すること、及びソルダペーストのフラックスに用いる有機酸を限定することによって、ソルダペーストへの使用も可能となっている。

発明の効果

[0014] 本発明のはんだ合金を使用することにより、微細なはんだ付けパターンを持った携帯機器などが落下してもはんだ付け部が破損しない耐落下衝撃性に優れ、また炎天下の車内などの高温の環境下でも、雪天の野外などの低温下の環境で用いても、熱疲労が発生しない、温度サイクル特性に優れた携帯機

器を得ることができる。

また、本発明のはんだ合金はInが含まれているが、本発明のはんだ合金を粉末にして溶ダペーストにしても粘度の経時変化が少なく、優れた溶ダペーストを得ることが可能である。

発明を実施するための最良の形態

- [0015] 一般的にSn主成分の鉛フリーはんだにおいて、Agは耐ヒートサイクル性に効果があるが、逆に多く添加すると耐落下衝撃性が低下する。本発明の鉛フリーはんだでは、Agの添加量が0.2質量%よりも少ないとはんだ合金中のSn-Agの金属間化合物の生成量が少なく、はんだ組織の微細化効果が現れずに耐ヒートサイクル性向上の効果が現れない。また、Agの添加量が1.2質量%を超えろとはんだ内部にAg₃Snの金属間化合物の生成量が多くなり、網目状の構造が得られるため、材料の強度が上がり、耐衝撃性が悪くなる。そのためAgの添加量は、1.2質量%以下でなければならない。本発明のはんだ合金におけるAgの添加量は0.2～1.2質量%であり、より好ましい本発明のはんだ合金におけるAgの添加量は0.5～1.0質量%である。
- [0016] また本発明の鉛フリーはんだにおいて、Cuが0.6質量%よりも少ないとはんだ合金中のSn-Cuの金属間化合物の生成量が少なく、はんだ組織の微細化効果が現れずに耐ヒートサイクル性向上の効果が現れない。Cuの添加量が0.9質量%よりも多くなると、はんだ凝固時にCu₆Sn₅の金属間化合物層が初晶となり、熔融性が阻害される。そのため、本発明のはんだ合金におけるCuの添加量は0.6～0.9質量%であり、より好ましくは0.7～0.8質量%である。
- [0017] 本発明のBiの含有量は、1.2質量%より少ないとはんだ合金中のSnに対するBiの固溶量が少ないので、温度サイクル特性の向上に効果がなく、Biの含有量が3.0質量%より多いと、はんだの硬度が急激に増し、耐落下衝撃性を悪くしてしまう。そのため、Biの添加量は3.0質量%以下でなければならない。本発明のはんだ合金におけるBiの添加量は1.2～3.0質量%であり、より好ましい本発明のはんだ合金におけるBiの添加量は1.5～2.0質量%である。
- [0018] 次に、本発明のSbの含有量は、0.02質量%より少ないとはんだ合金中のSn

へのSbの固溶量が少ないので、温度サイクル特性の向上に効果がなく、Sbの含有量が1.0質量%より多いと、はんだ中にAgSbの金属間化合物が生成して、耐落下衝撃性悪くしてしまう。

また、Sbの含有量が1.0質量%より多いとはんだのぬれ性が悪くなり、ボイドが増加する。そのために、Sbの添加量は1.0質量%以下でなければならない。本発明のはんだ合金におけるSbの添加量は0.025～1.0質量%であり、好ましい本発明のはんだ合金におけるSbの添加量は0.15～0.5質量%である。

[0019] はんだ合金におけるInの添加は、温度サイクル特性に効果がある。しかしInは酸化しやすい金属であるため、そのはんだ合金も容易の酸化してしまう。Inの酸化によってはんだ合金の黄変やはんだ接合部のボイドが発生してしまうので、Inの添加量は限定する必要がある。さらに、Inを含有するはんだ合金を粉末にして、フラックスと混和しソルダペーストを作るとInとフラックスが反応するので、ソルダペーストの粘度が経時変化を起こし易い。本発明のInの含有量は、0.1質量%より少ないとはんだ合金中のSnとInの固溶体量が少ないので、温度サイクル特性の向上に効果がなく、Inの含有量が2.0質量%より多いと、リフロー後にはんだバンプ表面に黄色変化が生じ、またボイド発生率も高くなる為、好ましくない。本発明のはんだ合金におけるInの添加量は0.1～2.0質量%であり、より好ましくは本発明のはんだ合金におけるInの添加量は0.2～0.5質量%である。

[0020] Inを含有しているはんだ合金のソルダペーストは、Inが反応性が高い金属であるので粘度の経時変化を起こし易い。本発明のはんだ合金は、Inの量を限定することによってソルダペーストの経時変化を防止しているが、In専用のフラックスを用いる事によってフラックスとIn含有はんだ粉末との反応を防ぐことができる。

本発明のフラックスは、補助活性剤として用いる有機酸にコハク酸、アジピン酸、アゼライン酸等のInと反応性が少ない有機酸を選択して用いており、フラックスとはんだ粉末が反応して粘度の経時変化を起こすことがない。

実施例 1

[0021] 表1のはんだ組成で、はんだペーストを作製し、3216サイズのSnめっき電極の抵抗を搭載した場合の、温度サイクル試験を行った。

また、0.3mmボールで実装したGSPを同様に搭載し、落下衝撃試験を行った。

温度サイクル試験及び落下衝撃試験の結果を、表1に示す。

ここで、比較例2は特許文献1のはんだ合金組成であり、比較例2、4は特許文献2のはんだ合金組成、比較例5は特許文献3のはんだ合金組成である。

また、表1のはんだ組成で溶ダペーストを作成した。実施例5のはんだ組成の粉末を用い、フラックス成分としてコハク酸を有機酸成分として使用した溶ダペーストは、1週間20℃で放置しても粘度の変化が現れなかったが、同じのはんだ組成でも有機酸成分としてセバチン酸を使用した溶ダペーストは、粘度の変化が見られた。

[0022] [表1]

		はんだ組成(mass%)						落下衝撃試験(回)	温度サイクル特性	その他
		Sn	Ag	Cu	Bi	Sb	In			
実施例	1	残	0.2	0.6	1.2	0.02	0.01	37	1600	
	2	残	0.3	0.7	1.6	0.02	0.20	45	2000	
	3	残	0.5	0.7	1.6	0.20	0.20	32	2000	
	4	残	1.0	0.7	1.6	0.02	0.20	26	2000	
	5	残	1.0	0.9	2.5	0.10	0.50	25	2000	
	6	残	1.2	0.9	2.5	1.00	1.00	21	2000	
比較例	1	残	0.1	0.5	10.0	0.01	0.01	1	2000	
	2	残	1.0	0.1			0.02	19	1600	引用文献1
	3	残	1.0	0.5	2.5			15	1200	引用文献2 比較例6
	4	残	3.0	1.0	3.0		0.80	1	2000	引用文献2
	5	残	3.0	0.6	3.0	0.60		2	2000	引用文献3 比較例3
	6	残	1.5	1.0	5.0	2.00	5.00	13		

実施例 2

[0023] 耐落下衝撃試験方法

1. はんだバンプを形成したGSPとプリント基板間に、落下による衝撃を加え、はんだ付け部に亀裂が発生するまでの落下回数を測定する。基板は、はんだ付け後に室温で5日間放置したものを用いた。亀裂進展についての判断は、

電気抵抗値が、初期値から50%上昇した点を落下回数として記録する。

2. 衝撃試験の工程は以下のとおりに行う。

1.) 外形12×12 (mm)、電極196個の bumps を有する電解Ni/AuめっきのGSPに、フラックスを印刷し、直径0.3mmのSn-1質量%Ag-0.5質量%Cu組成のはんだボールを載置する。

2.) はんだボールが載置されたGSPをリフロー炉で加熱して電極にはんだ bumps を形成する。

3.) はんだ bumps が形成されたGSPを30×120 (mm) の solder paste が塗布されたガラスエポキシプリント基板中央に搭載し、リフロー炉で加熱してGSPをプリント基板にはんだ付けする。

4.) GSPがはんだ付けされたプリント基板の両端を、落下治具上に治具と1cmの間隔をあけて固定する。

5.) 落下治具に加速度1500Gが負荷する高さから落下させてプリント基板に衝撃を与える。このとき両端を治具に固定されたプリント基板は、中央部が振動し、プリント基板とGSPのはんだ付け部は、この振動による衝撃を受ける。

この落下試験でGSPのはんだ付け部にき裂が生じるまでの落下回数を測定する。試験記録は、6点試験を行い、最低値を記録する。

実施例 3

[0024] 温度サイクル試験

1. JIS C0025に規定された試験方法であり、はんだ付け部が高温、低温の温度変化の繰り返しによって、与えられる影響について調べるもので、電子機器の寿命の指数として、用いられている。

2. 温度サイクル試験の工程は以下の通りに行う。

1.) 外形3.2×1.6 (mm) のSnめっき抵抗を solder paste が塗布されたガラスエポキシプリントに搭載し、リフロー炉で加熱してはんだ付けする。

2.) はんだ付けされたプリント基板を低温条件が-40℃、高温条件が、+85℃、各30分の二槽式の自動試験装置に投入して、初期、800サイクル目、1200サイクル目、1600サイクル目、2000サイクル目でプリ

ント基板を取り出して、はんだ付けのせん断強度試験を150点行い、強度の推移を確認した。

5.)各サイクルでの最低強度において、強度の低下率が著しい（初期値より50%以下）、もしくは強度が10N以下になる段階で劣化したと見なし、そのサイクル数を表に記載する。

[0025] 表1から分かるように、本発明の鉛フリーはんだ合金は、耐落下衝撃試験において比較例の鉛フリーはんだよりも各段に優れているものであり、また温度サイクル特性も長時間の温度サイクルにおいても著しい強度劣化の発生がないものである。

産業上の利用可能性

[0026] 本発明は、微小はんだ付け部における耐衝撃性の向上を目的としたものであり、この目的に適した用途としてははんだバンプをはじめとする、一般のはんだ付けに使用しても耐落下衝撃性に効果を発揮する。はんだバンプ形成には、はんだボールや溶ダペーストとして使用することが多いが、これらの微小はんだ付け部分は、修正用として脂入りはんだも使用されるものであり、脂入りはんだも本発明の作用効果が現れると考えられる。

請求の範囲

- [請求項1] Agが0.2～1.2質量%、Cuが0.6～0.9質量%、Biが1.2～3.0質量%、Sbが0.02～1.0質量%、Inを0.01～2.0質量%含有し、残部Snで構成されることを特徴とする鉛フリーはんだ合金。
- [請求項2] 前記、Agが0.2～1.0質量%、Cuが0.6～0.9質量%、Biが1.2～2.0質量%、Sbが0.1～0.5質量%、Inを0.01～0.3質量%含有し、残部Snで構成されることを特徴とする請求項1に記載の鉛フリーはんだ合金。
- [請求項3] 請求項1に記載の鉛フリーはんだ合金を用いたことを特徴とする鉛フリーはんだ粉末とフラックスを混和した鉛フリーソルダペーストにおいて、該フラックスに用いられる有機酸としてコハク酸、アジピン酸、アゼライン酸から選択された1種以上の有機酸を用いた鉛フリーソルダペースト。
- [請求項4] 請求項1に記載の鉛フリーはんだ合金を用いたことを特徴とするはんだ線の中心部にフラックスを充填した脂入りはんだにおいて、該フラックスの成分としてコハク酸、アジピン酸、アゼライン酸から選択された1種以上の有機酸を用いた鉛フリー脂入りはんだ。
- [請求項5] 請求項1に記載の鉛フリーはんだ合金を用いたことを特徴とするはんだボール又はソルダプリフォーム。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/056903

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K35/26(2006.01)i, B23K35/363(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, C22C13/02(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)i, C22F1/16(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, B23K35/363, C22C13/00, C22C13/02, C22F1/00, C22F1/16

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
Y	JP 2008-290150 A (Korea Institute of Industrial Technology), 04 December 2008 (04.12.2008), claims; paragraphs [0005], [0022], [0025] to [0029] & US 2008/0292493 A1 & CN 101569965 A & KR 10-0797161 A	1-5
Y	JP 2007-237251 A (Nippon Steel Materials Co., Ltd.), 20 September 2007 (20.09.2007), paragraphs [0005] to [0007], [0034], [0045] & WO 2007/102589 A1	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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 May, 2011 (30.05.11)

Date of mailing of the international search report
07 June, 2011 (07.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/056903

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-254298 A (Nippon Steel Corp.), 22 September 2005 (22.09.2005), paragraphs [0005], [0011], [0015], [0017], [0018] (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-18590 A (Nippon Steel Corp.), 22 January 2002 (22.01.2002), paragraphs [0014], [0019], [0021], [0025], [0026] & WO 2001/36148 A1 & EP 1249302 A1	1-5
Y A	JP 10-43882 A (Hitachi, Ltd.), 17 February 1998 (17.02.1998), paragraphs [0010], [0016] to [0018], [0020] (Family: none)	3, 4 1, 2, 5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K35/26(2006.01)i, B23K35/363(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, C22C13/02(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)i, C22F1/16(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 (I P C))

Int.Cl. B23K35/26, B23K35/363, C22C13/00, C22C13/02, C22F1/00, C22F1/16

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
Y	JP 2008-290150 A (韓国生産技術研究院) 2008. 12. 04, 【特許請求の範囲】 , 【0005】 , 【0022】 , 【0025】 - 【0029】 & US 2008/0292493 A1 & CN 101569965 A & KR 10-0797161 A	1-5
Y	JP 2007-237251 A (新日鉄マテリアルズ株式会社) 2007. 09. 20, 【0005】 - 【0007】 , 【0034】 , 【0045】 & WO 2007/102589 A1	1-5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

の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

3 0 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

小谷内 章

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

4 6 6 3

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
Y	JP 2005-254298 A (新日本製鐵株式会社) 2005. 09. 22, 【0005】 , 【0011】 , 【0015】 , 【0017】 , 【0018】 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2002-18590 A (新日本製鐵株式会社) 2002. 01. 22, 【0014】 , 【0019】 , 【0021】 , 【0025】 , 【0026】 & WO 2001/36148 A1 & EP 1249302 A1	1-5
Y A	JP 10-43882 A (株式会社日立製作所) 1998. 02. 17, 【0010】 , 【0016】 - 【0018】 , 【0020】 (ファミリーなし)	3, 4 1, 2, 5