

(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
2014 年 1 月 23 日(23.01.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/013847 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 35/26 (2006.01) C22C 13/02 (2006.01)
B23K 35/22 (2006.01) H05K 3/34 (2006.01)
C22C 13/00 (2006.01) B23K 35/363 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067392
- (22) 国際出願日: 2013 年 6 月 25 日(25.06.2013)
- (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 2012-160239 2012 年 7 月 19 日(19.07.2012) JP
特願 2013-029247 2013 年 2 月 18 日(18.02.2013) JP
- (71) 出願人: ハリマ化成株式会社(HARIMA CHEMICALS, INCORPORATED) [JP/JP]; 〒6750019 兵庫県加古川市野口町水足 6 7 1 番地の 4 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 中西 研介(NAKANISHI, Kensuke); 〒6750019 兵庫県加古川市野口町水足 6 7 1 番地の 4 ハリマ化成株式会社内 Hyogo (JP). 井上

高輔(INOUE, Kosuke); 〒6750019 兵庫県加古川市野口町水足 6 7 1 番地の 4 ハリマ化成株式会社内 Hyogo (JP). 市川 和也(ICHIKAWA, Kazuya); 〒6750019 兵庫県加古川市野口町水足 6 7 1 番地の 4 ハリマ化成株式会社内 Hyogo (JP). 繁定 哲行(SHIGESADA, Tetsuyuki); 〒6750019 兵庫県加古川市野口町水足 6 7 1 番地の 4 ハリマ化成株式会社内 Hyogo (JP). 竹本 正(TAKEMOTO, Tadashi); 〒3002635 茨城県つくば市東光台 5 丁目 9-3 ハリマ化成株式会社筑波研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 岡本 寛之, 外(OKAMOTO, Hiroyuki et al.); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原 4 丁目 5 番 3 6 号 セントラル新大阪ビル 3 F いくみ特許事務所内 Osaka (JP).

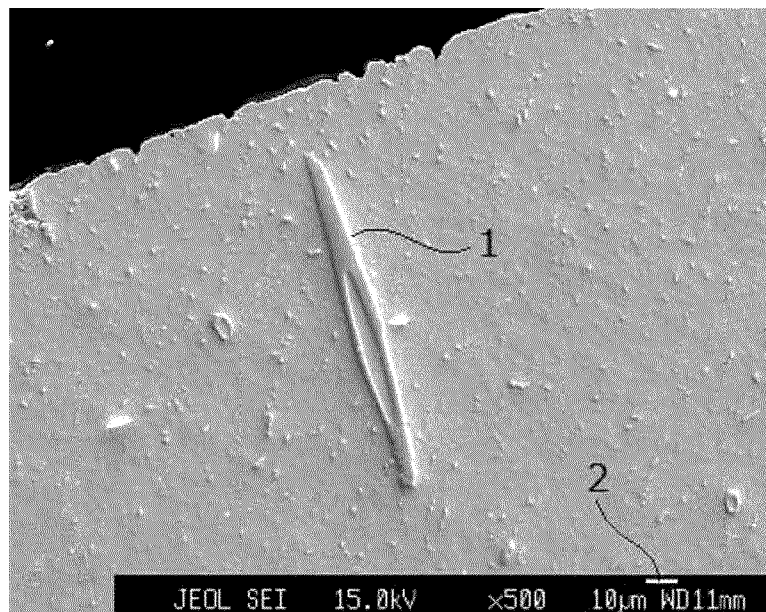
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,

[続葉有]

(54) Title: SOLDER ALLOY, SOLDER PASTE, AND ELECTRONIC CIRCUIT BOARD

(54) 発明の名称: はんだ合金、ソルダペーストおよび電子回路基板

図 1



(57) Abstract: Provided is a tin/silver/copper solder alloy that contains tin, silver, copper, bismuth, nickel, and cobalt. When expressed relative to the total amount of the solder alloy, the silver content ratio is 2-4 mass%, the nickel content ratio is 0.01-0.15 mass%, and the cobalt content ratio is 0.001-0.008 mass%.

(57) 要約: はんだ合金は、スズ-銀-銅系のはんだ合金であって、スズ、銀、銅、ビスマス、ニッケルおよびコバルトを含有する。はんだ合金の総量に対して、銀の含有割合が、2 質量%以上 4 質量%以下であり、ニッケルの含有割合が、0.01 質量%以上 0.15 質量%以下であり、コバルトの含有割合が、0.001 質量%以上 0.008 質量%以下である。

WO 2014/013847 A1



IS, KE, KG, 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, PA, 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.

シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, 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

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、ソルダペーストおよび電子回路基板 技術分野

[0001] 本発明は、はんだ合金、ソルダペーストおよび電子回路基板に関し、詳しくは、スズー銀ー銅系のはんだ合金、そのはんだ合金を含有するソルダペースト、および、そのソルダペーストを用いて得られる電子回路基板に関する。

背景技術

[0002] 一般的に、電気・電子機器などにおける金属接合では、ソルダペーストを用いたはんだ接合が採用されており、このようなソルダペーストには、従来、鉛を含有するはんだ合金が用いられる。

[0003] しかしながら、近年、環境負荷の観点から、鉛の使用を抑制することが要求されており、そのため、鉛を含有しないはんだ合金（鉛フリーはんだ合金）の開発が進められている。

[0004] このような鉛フリーはんだ合金としては、例えば、スズー銅系合金、スズー銀ー銅系合金、スズービスマス系合金、スズー亜鉛系合金などがよく知られているが、とりわけ、スズー銀ー銅系合金は、強度などに優れるため、広く用いられている。

[0005] このようなスズー銀ー銅系のはんだ合金としては、例えば、A gを2.8～4質量%、I nを3～5.5質量%、C uを0.5～1.1質量%を含み、さらに、B i、N i、C o、F e、P、G e、Z nなどを含み、残部がS nからなる車載電子回路用鉛フリーはんだが、提案されている（下記特許文献1（実施例18～25）参照。）。

[0006] また、その他のスズー銀ー銅系のはんだ合金として、例えば、A gを2.8～4質量%、B iを1.5～6質量%、C uを0.8～1.2質量%を含み、さらに、N i、C o、F e、P、G e、I nなどを含み、残部がS nからなる車載用鉛フリーはんだが、提案されている（下記特許文献2（実施

例7～13)参照。))。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：国際公開パンフレットWO2009/011392

特許文献2：国際公開パンフレットWO2009/011341

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 一方、このようなはんだ合金としては、耐久性（耐疲労性、とりわけ、耐冷熱疲労性）の向上が要求されている。

[0009] また、このようなはんだ合金としては、さらに、融点を低く抑えるとともに、耐クラック性、耐侵食性を向上させることや、ボイド（空隙）を抑制することが要求されている。

[0010] 本発明の目的は、低融点であり、耐久性、耐クラック性、耐侵食性などの機械特性に優れ、さらに、ボイド（空隙）の発生を抑制することができるはんだ合金、そのはんだ合金を含有するソルダペースト、および、そのソルダペーストを用いて得られる電子回路基板を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の一観点に係るはんだ合金は、スズ－銀－銅系のはんだ合金であって、スズ、銀、銅、ビスマス、ニッケルおよびコバルトを含有し、前記はんだ合金の総量に対して、前記銀の含有割合が、2質量%以上4質量%以下であり、前記ニッケルの含有割合が、0.01質量%以上0.15質量%以下であり、前記コバルトの含有割合が、0.001質量%以上0.008質量%以下であることを特徴としている。

[0012] また、前記はんだ合金では、前記コバルトの含有量に対する、前記ニッケルの含有量の質量比（Ni/Co）が、8以上12以下であることが好適である。

[0013] また、前記はんだ合金では、前記はんだ合金の総量に対して、前記ビスマ

スの含有割合が、1.8質量%以上4.2質量%以下であることが好適である。

[0014] また、前記はんだ合金は、さらにアンチモンを含有し、前記はんだ合金の総量に対して、前記アンチモンの含有割合が、0.1質量%以上5.0質量%以下であり、前記ビスマスの含有割合が、0.8質量%以上3.0質量%以下であることが好適である。

[0015] また、前記はんだ合金は、さらにインジウムを含有し、前記はんだ合金の総量に対して、前記インジウムの含有割合が、2.2質量%以上6.2質量%以下であることが好適である。

[0016] また、前記はんだ合金では、前記ビスマスの含有量に対する、前記インジウムの含有量の質量比（ $I n / B i$ ）が、0.5以上4.2以下であることが好適である。

[0017] また、前記はんだ合金では、前記はんだ合金の総量に対して、前記銅の含有割合が、0.3質量%以上0.7質量%以下であることが好適である。

[0018] また、本発明の他の一観点に係る溶ダペーストは、上記のはんだ合金からなるはんだ粉末と、フラックスとを含有することを特徴としている。

[0019] また、本発明のさらに他の一観点に係る電子回路基板は、上記の溶ダペーストによるはんだ付部を備えることを特徴としている。

発明の効果

[0020] 本発明の一観点に係るはんだ合金は、スズー銀ー銅系のはんだ合金において、スズ、銀、銅、ビスマス、ニッケルおよびコバルトを含有し、はんだ合金の総量に対して、銀の含有割合が、2質量%以上4質量%以下であり、ニッケルの含有割合が、0.01質量%以上0.15質量%以下であり、コバルトの含有割合が、0.001質量%以上0.008質量%以下であるため、融点を低く抑えるとともに、優れた耐久性、耐クラック性、耐侵食性などの機械特性を備えることができ、さらに、ボイド（空隙）の発生を抑制することができる。

[0021] そして、本発明の他の一観点に係る溶ダペーストは、上記はんだ合金を

含有するので、融点を低く抑えるとともに、優れた耐久性、耐クラック性、耐侵食性などの機械特性を備えることができ、さらに、ボイド（空隙）の発生を抑制することができる。

[0022] また、本発明のさらに他の一観点に係る電子回路基板は、はんだ付において、上記ソルダペーストが用いられるので、そのはんだ付部において、優れた耐久性、耐クラック性、耐侵食性などの機械特性を備えることができ、さらに、ボイド（空隙）の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、リフロー後のはんだの断面において金属間化合物組織が形成されている状態を示す走査型電子顕鏡写真である。

発明の実施形態

[0024] 本発明の一観点に係るはんだ合金は、スズー銀ー銅系のはんだ合金であって、必須成分として、スズ、銀、銅、ビスマス、ニッケルおよびコバルトを含有している。

[0025] このようなはんだ合金において、スズの含有割合は、後述する各成分の残余の割合であって、各成分の配合量に応じて、適宜設定される。

[0026] 銀の含有割合は、はんだ合金の総量に対して、2質量%以上、好ましくは、2質量%を超過、より好ましくは、2.5質量%以上であり、4質量%以下、好ましくは、4質量%未満、より好ましくは、3.8質量%以下である。

[0027] 上記はんだ合金は、銀の含有割合を上記範囲に設定しているので、優れた強度、耐久性および耐クラック性を備えることができる。

[0028] 一方、銀の含有割合が上記下限未満である場合には、強度に劣ったり、後述する銅による効果（耐侵食性）の発現を阻害する。また、銀の含有割合が上記上限を超過する場合には、融点が高くなり、また、伸びや耐クラック性などの機械特性が低下する。さらに、過剰の銀が、後述するコバルトやゲルマニウムの効果（耐久性）の発現を阻害する。

[0029] 銅の含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0.1質量%以上

、好ましくは、0.3質量%以上、より好ましくは、0.4質量%以上であり、例えば、1質量%以下、好ましくは、0.7質量%以下、より好ましくは、0.6質量%以下である。

[0030] 銅の含有割合が上記範囲であれば、優れた耐侵食性および強度を確保することができる。

[0031] 一方、銅の含有割合が上記下限未満である場合には、耐侵食性に劣り、銅喰われなどを生じる場合がある。すなわち、銅の含有割合が上記下限未満である場合には、そのはんだ合金を用いてはんだ付するときに、電子回路基板の銅パターンやスルーホールが、はんだ合金により溶解される場合（銅喰われ）がある。また、銅の含有割合が上記上限を超過する場合には、耐久性（とりわけ、耐冷熱疲労性）に劣る場合や、強度に劣る場合がある。

[0032] ビスマスの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0.5質量%以上、好ましくは、0.8質量%以上、より好ましくは、1.2質量%以上、さらに好ましくは、1.8質量%以上、とりわけ好ましくは、2.2質量%以上であり、例えば、4.8質量%以下、好ましくは、4.2質量%以下、より好ましくは、3.5質量%以下、さらに好ましくは、3.0質量%以下である。

[0033] ビスマスの含有割合が上記範囲であれば、融点を低く抑えるとともに、優れた強度および耐久性を確保することができる。

[0034] 一方、ビスマスの含有割合が上記下限未満である場合には、耐クラック性および強度に劣る場合があり、さらに、耐久性にも劣る場合がある。また、ビスマスの含有割合が上記上限を超過する場合にも、耐クラック性および強度に劣る場合があり、さらに、耐久性にも劣る場合がある。

[0035] ニッケルの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、0.01質量%以上、好ましくは、0.03質量%以上、より好ましくは、0.04質量%以上であり、0.15質量%以下、好ましくは、0.1質量%以下、より好ましくは、0.06質量%以下である。

[0036] ニッケルの含有割合が上記範囲であれば、はんだの組織を微細化させるこ

とができ、耐クラック性、強度および耐久性の向上を図ることができる。

[0037] 一方、ニッケルの含有割合が上記下限未満である場合には、耐久性に劣り、さらに、組織の微細化を図ることができず、耐クラック性および強度に劣る。また、ニッケルの含有割合が上記上限を超過する場合には、耐久性に劣るとともに、はんだ合金の融点が上昇して、濡れ性が低下するなど、ソルダペーストの実用性が低下する。

[0038] コバルトの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、0.001質量%以上、好ましくは、0.003質量%以上、より好ましくは、0.004質量%以上であり、0.008質量%以下、好ましくは、0.006質量%以下である。

[0039] はんだ合金がコバルトを含有すると、はんだ合金から得られるソルダペーストにおいて、はんだ付界面に形成される金属間化合物層（例えば、 $\text{Sn}-\text{Cu}$ 、 $\text{Sn}-\text{Co}$ 、 $\text{Sn}-\text{Cu}-\text{Co}$ など）が、厚くなり、熱の負荷や、熱変化による負荷によっても成長し難くなる。また、コバルトが、はんだ中に分散析出することにより、はんだを強化することができる。

[0040] また、はんだ合金が上記割合でコバルトを含有する場合には、はんだの組織を微細化させることができ、優れた耐クラック性、強度および耐久性の向上を図ることができ、さらに、ボイドの発生を抑制することができる。

[0041] 一方、コバルトの含有割合が上記下限未満である場合には、耐久性に劣り、さらに、組織の微細化を図ることができず、耐クラック性および強度に劣る。また、コバルトの含有割合が上記上限を超過する場合には、耐久性に劣り、さらに、ボイドの発生を抑制できないという不具合がある。

[0042] また、コバルトの含有量に対する、ニッケルの含有量の質量比（ Ni/Co ）は、例えば、1以上、好ましくは、5以上、より好ましくは、8以上であり、例えば、200以下、好ましくは、100以下、より好ましくは、50以下、さらに好ましくは、20以下、とりわけ好ましくは、12以下である。

[0043] コバルトとニッケルとの質量比（ Ni/Co ）が上記範囲であれば、はん

だの組織を微細化させることができ、優れた耐クラック性および強度を確保することができる。

[0044] 一方、コバルトとニッケルとの質量比 (Ni / Co) が上記下限未満である場合には、組織の微細化を図ることができず、耐クラック性および強度に劣る場合や、ボイドの発生を抑制できない場合がある。また、コバルトとニッケルとの質量比 (Ni / Co) が上記上限以上である場合にも、組織の微細化を図ることができず、耐クラック性および強度に劣る場合や、ボイドの発生を抑制できない場合がある。

[0045] また、上記はんだ合金は、任意成分として、さらに、アンチモン、インジウム、ゲルマニウムなどを含有することができる。

[0046] アンチモンの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、0.1質量%以上、好ましくは、0.2質量%以上、より好ましくは、0.4質量%以上であり、例えば、5.0質量%以下、好ましくは、4.5質量%以下、より好ましくは、4.0質量%以下である。

[0047] アンチモンの含有割合が上記範囲であれば、強度の向上を図ることができ、また、スズ中に固溶することにより、耐熱性および耐久性の向上を図ることができる。

[0048] 一方、アンチモンの含有割合が上記下限未満である場合には、強度および耐久性に劣る場合がある。また、アンチモンの含有割合が上記上限を超過する場合にも、強度および耐久性に劣る場合がある。

[0049] また、アンチモンの含有割合が上記範囲である場合、ビスマスの含有割合として、好ましくは、例えば、0.5質量%以上、好ましくは、0.8質量%以上、より好ましくは、1.2質量%以上であり、例えば、4.2質量%以下、好ましくは、3.5質量%以下、より好ましくは、3.0質量%以下である。

[0050] アンチモンの含有割合およびビスマスの含有割合が上記範囲であれば、強度、耐熱性および耐久性の向上を図ることができる。

[0051] インジウムの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、2.2質

量%以上、好ましくは、2.8質量%以上、より好ましくは、3.8質量%以上であり、例えば、6.2質量%以下、好ましくは、5.7質量%以下、より好ましくは、5.2質量%以下、とりわけ好ましくは、4.5質量%以下である。

[0052] インジウムの含有割合が上記範囲であれば、優れた耐クラック性、強度および耐久性を確保することができる。

[0053] すなわち、このはんだ合金は、スズおよび銀を含むので、通常、その中に Ag_3Sn （銀三スズ）組織が存在している。このような Ag_3Sn 組織は、繰り返し温度が上下されることにより凝集し、クラックを惹起する場合がある。

[0054] これに対して、はんだ合金にインジウムが上記割合で含有されている場合には、 Ag_3Sn の凝集を阻害し、 Ag_3Sn 組織を微細化させることができるので、耐クラック性の向上を図ることができ、強度の向上を図ることができる。

[0055] 一方、インジウムの含有割合が上記下限未満である場合には、組織の微細化を図ることができず、耐クラック性および強度に劣る場合があり、さらに、耐久性にも劣る場合がある。また、インジウムの含有割合が上記上限を超過する場合にも、組織の微細化を図ることができず、耐クラック性および強度に劣る場合があり、さらに、耐久性にも劣る場合がある。

[0056] また、ビスマスの含有量に対する、インジウムの含有量の質量比（ In/Bi ）は、例えば、0.5以上、好ましくは、0.8以上、より好ましくは、1.3以上であり、例えば、4.2以下、好ましくは、3以下、より好ましくは、2.2以下、とりわけ好ましくは、1.8以下である。

[0057] ビスマスとインジウムとの質量比（ In/Bi ）が上記範囲であれば、優れた強度や濡れ性を確保することができる。

[0058] 一方、ビスマスとインジウムとの質量比（ In/Bi ）が上記下限未満である場合には、強度や濡れ性に劣る場合がある。また、ビスマスとインジウムとの質量比（ In/Bi ）が上記上限を超過する場合にも、強度や濡れ性

に劣る場合がある。

[0059] ゲルマニウムの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、0.001質量%以上、好ましくは、0.002質量%以上であり、1質量%未満、好ましくは、0.007質量%以下である。

[0060] ゲルマニウムの含有割合が上記範囲であれば、はんだの表面に薄い酸化物を形成することにより、耐久性の向上を図ることができる。

[0061] また、コバルトとゲルマニウムとを共存させることにより、それらの相乗効果によって伸びの向上を図ることができ、熱応力付加による変形に対する耐性の向上を図ることができ、耐久性の向上を図ることができる。

[0062] 一方、ゲルマニウムの含有割合が上記下限未満である場合には、耐久性に劣る場合があり、さらに、濡れ性に劣る場合がある。また、ゲルマニウムの含有割合が上記上限を超過する場合には、はんだ表面が過剰に酸化されるので、濡れ性および強度に劣る場合がある。

[0063] そして、このようなはんだ合金は、上記した各金属成分を溶融炉において溶融させ、均一化するなど、公知の方法で合金化することにより得ることができる。

[0064] 金属成分としては、特に制限されないが、均一に溶解させる観点から、好ましくは、粉末状の金属が用いられる。

[0065] 金属の粉末の平均粒子径は、特に制限されないが、レーザ回折法による粒子径・粒度分布測定装置を用いた測定で、例えば、5 μm 以上、好ましくは、15 μm 以上、例えば、100 μm 以下、好ましくは、50 μm 以下である。

[0066] なお、はんだ合金の製造に用いられる金属の粉末は、本発明の優れた効果を阻害しない範囲において、微量の不純物（不可避不純物）を含有することができる。

[0067] そして、このようにして得られるはんだ合金の、DSC法（測定条件：昇温速度0.5℃/分）により測定される融点は、例えば、190℃以上、好ましくは、200℃以上であり、例えば、250℃以下、好ましくは、24

0℃以下である。

[0068] はんだ合金の融点が上記範囲であれば、ソルダペーストに用いた場合に、簡易かつ作業性よく金属接合することができる。

[0069] そして、上記はんだ合金は、スズー銀ー銅系のはんだ合金において、スズ、銀、銅、ビスマス、ニッケルおよびコバルトを含有し、はんだ合金の総量に対して、銀の含有割合が、2質量%以上4質量%以下であり、ニッケルの含有割合が、0.01質量%以上0.15質量%以下であり、コバルトの含有割合が、0.001質量%以上0.008質量%以下であるため、融点を低く抑えるとともに、優れた耐久性、耐クラック性、耐侵食性などの機械特性を備えることができ、さらに、ボイド（空隙）の発生を抑制することができる。

[0070] そのため、このようなはんだ合金は、好ましくは、ソルダペースト（ソルダペースト接合材）に含有される。

[0071] 具体的には、本発明の他の一観点に係るソルダペーストは、上記したはんだ合金と、フラックスとを含有している。

[0072] ソルダペーストにおいて、はんだ合金は、好ましくは、粉末として含有される。

[0073] 粉末形状としては、特に制限されず、例えば、実質的に完全な球状、例えば、扁平なブロック状、例えば、針状などが挙げられ、また、不定形であってもよい。粉末形状は、ソルダペーストに要求される性能（例えば、チクトロピー、耐サギング性など）に応じて、適宜設定される。

[0074] はんだ合金の粉末の平均粒子径（球状の場合）、または、平均長手方向長さ（球状でない場合）は、レーザ回折法による粒子径・粒度分布測定装置を用いた測定で、例えば、5 μm 以上、好ましくは、15 μm 以上、例えば、100 μm 以下、好ましくは、50 μm 以下である。

[0075] フラックスとしては、特に制限されず、公知のはんだフラックスを用いることができる。

[0076] 具体的には、フラックスは、例えば、ベース樹脂（ロジン、アクリル樹脂

など）、活性剤（例えば、エチルアミン、プロピルアミンなどアミンのハロゲン化水素酸塩、例えば、乳酸、クエン酸、安息香酸などの有機カルボン酸など）、チクソトロピー剤（硬化ひまし油、蜜ロウ、カルナバワックスなど）などを主成分とし、また、フラックスを液状にして使用する場合には、さらに有機溶剤を含有することができる。

[0077] そして、ソルダペーストは、上記したはんだ合金からなる粉末と、上記したフラックスとを、公知の方法で混合することにより得ることができる。

[0078] はんだ合金（粉末）と、フラックスとの配合割合は、はんだ合金：フラックス（質量比）として、例えば、70：30～90：10である。

[0079] そして、上記ソルダペーストは、本発明の一観点に係るはんだ合金を含有するので、融点を低く抑えるとともに、優れた耐久性、耐クラック性、耐侵食性などの機械特性を備えることができ、さらに、ボイド（空隙）の発生を抑制することができる。

[0080] また、本発明は、上記のソルダペーストによるはんだ付部を備える電子回路基板を含んでいる。

[0081] すなわち、上記のソルダペーストは、例えば、電気・電子機器などの電子回路基板の電極と、電子部品とのはんだ付（金属接合）において、好適に用いられる。

[0082] 電子部品としては、特に制限されず、例えば、抵抗器、ダイオード、コンデンサ、トランジスタなどの公知の電子部品が挙げられる。

[0083] そして、このような電子回路基板は、はんだ付において、上記のソルダペーストが用いられるので、そのはんだ付部において、優れた耐久性、耐クラック性、耐侵食性などの機械特性を備えることができ、さらに、ボイド（空隙）の発生を抑制することができる。

[0084] なお、上記はんだ合金の使用方法は、上記ソルダペーストに限定されず、例えば、やに入りはんだ接合材の製造に用いることもできる。具体的には、例えば、公知の方法（例えば、押出成形など）により、上記のフラックスをコアとして、上記したはんだ合金を線状に成形することにより、やに入りは

んだ接合材を得ることもできる。

[0085] そして、このようなやに入りはんだ接合材も、ソルダペーストと同様、例えば、電気・電子機器などの電子回路基板のはんだ付（金属接合）において、好適に用いられる。

実施例

[0086] 次に、本発明を、実施例および比較例に基づいて説明するが、本発明は、下記の実施例によって限定されるものではない。

[0087] 実施例 1 ～ 54 および比較例 1 ～ 20

・ はんだ合金の調製

表 1 ～ 2 に記載の各金属の粉末を、表 1 ～ 3 に記載の配合割合でそれぞれ混合し、得られた金属混合物を溶解炉にて溶解および均一化させて、はんだ合金を調製した。各実施例および各比較例の配合処方におけるスズ（S n）の配合割合は、表 1 ～ 3 に記載の各金属（銀（A g）、銅（C u）、インジウム（I n）、ビスマス（B i）、アンチモン（S b）、ニッケル（N i）、コバルト（C o））の配合割合（質量%）を差し引いた残部である。

[0088] 実施例 1 ～ 3 のはんだ合金は、A g、C u、I n、B i、N iおよびC oの各金属を表 1 に示す割合で配合して、残部をS nとしたものである。

[0089] 実施例 4 ～ 14 は、実施例 2 の処方に対して、N iおよび／またはC oの配合割合を増減させた処方の例である。

[0090] 実施例 15 ～ 33 は、実施例 2 の処方に対して、I nおよび／またはB iの配合割合を増減させた処方の例である。

[0091] 実施例 34 ～ 43 は、実施例 2 の処方に対して、さらに、S bを配合した処方であって、A g、I n、B i、S bの配合割合を増減させた処方の例である。

[0092] 実施例 44 ～ 54 は、実施例 2 の処方に対して、I nを配合することなく、さらに、S bを配合した処方であって、A g、B i、S bの配合割合を実施例 34 ～ 42 に準じて増減させた処方の例である。

[0093] 比較例 1 ～ 7 のはんだ合金は、実施例 2 の処方に対して、N iおよび／ま

たはC oの配合割合を0、過剰または不十分とした処方例である。

[0094] 比較例8～15のはんだ合金は、実施例2の処方に対して、NiおよびC oのいずれか一方の配合割合を過剰または不十分とし、さらに、他方の配合割合を実施例4～14に準じて増減させた処方例である。

[0095] 比較例6のはんだ合金は、実施例2の処方に対して、Cuの配合割合を0とした処方例である。

[0096] 比較例17のはんだ合金は、Ag、Cu、InおよびNiの各金属を表3に示す割合で配合して、残部をSnとしたものである。比較例18のはんだ合金は、Ag、Cu、In、BiおよびC oの各金属を表3に示す割合で配合して、残部をSnとしたものである。

[0097] また、比較例19のはんだ合金は、Ag、Cu、BiおよびNiの各金属を表3に示す割合で配合して、残部をSnとしたものである。比較例20のはんだ合金は、Ag、Cu、BiおよびC oの各金属を表3に示す割合で配合して、残部をSnとしたものである。

[0098] ・ソルダペーストの調製

得られたはんだ合金を、粒径が25～38 μm となるように粉末化し、得られたはんだ合金の粉末と、公知のフラックスとを混合して、ソルダペーストを得た。

[0099] ・ソルダペーストの評価

得られたソルダペーストをチップ部品搭載用のプリント基板に印刷して、リフロー法によりチップ部品を実装した。実装時のソルダペーストの印刷条件、チップ部品のサイズ等については、後述する各評価に応じて適宜設定した。

[0100]

[表1]

表1

No.	配合処方 (質量%)							Ni/Co (質量比)	In/Bi (質量比)
	Ag	Cu	In	Bi	Sb	Ni	Co		
実施例1	2.6	0.5	4.0	3.0	—	0.05	0.005	10	1.33
実施例2	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.05	0.005	10	1.59
実施例3	3.7	0.5	4.0	2.5	—	0.05	0.005	10	1.60
実施例4	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.01	0.001	10	1.59
実施例5	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.01	0.005	2	1.59
実施例6	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.01	0.008	1.25	1.59
実施例7	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.05	0.001	50	1.59
実施例8	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.05	0.008	6.25	1.59
実施例9	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.07	0.001	70	1.59
実施例10	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.07	0.005	14	1.59
実施例11	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.07	0.008	8.75	1.59
実施例12	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.15	0.001	150	1.59
実施例13	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.15	0.005	30	1.59
実施例14	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.15	0.008	18.75	1.59
実施例15	3.0	0.5	3.0	2.0	—	0.05	0.005	10	1.50
実施例16	3.0	0.5	3.0	3.0	—	0.05	0.005	10	1.00
実施例17	3.0	0.5	3.0	4.0	—	0.05	0.005	10	0.75
実施例18	3.0	0.5	4.0	2.0	—	0.05	0.005	10	2.00
実施例19	3.0	0.5	4.0	4.0	—	0.05	0.005	10	1.00
実施例20	3.0	0.5	5.0	2.0	—	0.05	0.005	10	2.50
実施例21	3.0	0.5	5.0	3.0	—	0.05	0.005	10	1.67
実施例22	3.0	0.5	5.0	4.0	—	0.05	0.005	10	1.25
実施例23	3.0	0.5	5.5	2.0	—	0.05	0.005	10	2.75
実施例24	3.0	0.5	5.5	3.0	—	0.05	0.005	10	1.83
実施例25	3.0	0.5	5.5	4.0	—	0.05	0.005	10	1.38

[0101]

[表2]

表2

No.	配 合 処 方 (質量%)							Ni/Co (質量比)	In/Bi (質量比)
	Ag	Cu	In	Bi	Sb	Ni	Co		
実施例26	3.0	0.5	2.5	3.0	-	0.05	0.005	10	0.83
実施例27	3.0	0.5	6.0	3.0	-	0.05	0.005	10	2.00
実施例28	3.0	0.5	4.0	1.5	-	0.05	0.005	10	2.67
実施例29	3.0	0.5	4.0	4.5	-	0.05	0.005	10	0.89
実施例30	3.0	0.5	2.5	1.5	-	0.05	0.005	10	1.67
実施例31	3.0	0.5	6.0	4.5	-	0.05	0.005	10	1.33
実施例32	3.0	0.5	2.5	4.5	-	0.05	0.005	10	0.56
実施例33	3.0	0.5	6.0	1.5	-	0.05	0.005	10	4.00
実施例34	3.0	0.5	4.3	2.7	1.5	0.05	0.005	10	1.59
実施例35	3.0	0.5	4.3	2.7	3.0	0.05	0.005	10	1.59
実施例36	3.8	0.5	4.3	2.7	1.5	0.05	0.005	10	1.59
実施例37	3.0	0.5	4.3	1.0	3.0	0.05	0.005	10	4.30
実施例38	3.0	0.5	4.3	2.7	0.5	0.05	0.005	10	1.59
実施例39	3.0	0.5	4.3	2.7	1.0	0.05	0.005	10	1.59
実施例40	3.0	0.5	4.3	0.5	1.5	0.05	0.005	10	8.60
実施例41	3.0	0.5	4.3	3.5	1.5	0.05	0.005	10	1.23
実施例42	3.0	0.5	4.3	2.7	0.2	0.05	0.005	10	1.59
実施例43	3.0	0.5	4.3	2.7	4.5	0.05	0.005	10	1.59
実施例44	3.0	0.5	-	2.0	3.8	0.05	0.005	10	-
実施例45	3.0	0.5	-	2.7	1.5	0.05	0.005	10	-
実施例46	3.0	0.5	-	2.7	3.0	0.05	0.005	10	-
実施例47	3.8	0.5	-	2.7	1.5	0.05	0.005	10	-
実施例48	3.0	0.5	-	1.0	3.0	0.05	0.005	10	-
実施例49	3.0	0.5	-	2.7	0.5	0.05	0.005	10	-
実施例50	3.0	0.5	-	2.7	1.0	0.05	0.005	10	-
実施例51	3.0	0.5	-	0.5	1.5	0.05	0.005	10	-
実施例52	3.0	0.5	-	3.5	1.5	0.05	0.005	10	-
実施例53	3.0	0.5	-	2.7	0.2	0.05	0.005	10	-
実施例54	3.0	0.5	-	2.7	4.5	0.05	0.005	10	-

[0102]

[表3]

表3

No.	配 合 処 方 (質量%)							Ni/Co (質量比)	In/Bi (質量比)
	Ag	Cu	In	Bi	Sb	Ni	Co		
比較例1	3.0	0.5	4.3	2.7	—	無し	無し	—	1.59
比較例2	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.05	無し	—	1.59
比較例3	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.05	0.0005	100	1.59
比較例4	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.05	0.01	5	1.59
比較例5	3.0	0.5	4.3	2.7	—	無し	0.005	—	1.59
比較例6	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.005	0.005	1	1.59
比較例7	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.2	0.005	40	1.59
比較例8	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.01	0.0005	20	1.59
比較例9	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.01	0.01	1	1.59
比較例10	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.15	0.0005	300	1.59
比較例11	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.15	0.01	15	1.59
比較例12	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.005	0.001	5	1.59
比較例13	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.005	0.008	0.625	1.59
比較例14	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.2	0.001	200	1.59
比較例15	3.0	0.5	4.3	2.7	—	0.2	0.008	25	1.59
比較例16	3.0	無し	4.3	2.7	—	0.05	0.005	10	1.59
比較例17	3.0	1.0	5.0	無し	—	0.03	無し	—	—
比較例18	3.0	1.0	5.0	0.5	—	無し	0.01	—	10.00
比較例19	3.0	0.9	無し	3.0	—	0.03	無し	—	—
比較例20	3.0	0.9	無し	3.0	—	無し	0.01	—	—

[0103] 評価

各実施例および各比較例において得られた溶ダペーストを、下記に従って評価した。その結果を、表4～6に示す。

<耐クラック性（金属間化合物組織の大きさ）>

各実施例および各比較例において得られた溶ダペースト0.3gを、厚さ0.3mm、2.5cm四方の銅板の中央部分（約5mm×5mmの領域）に塗布して、こうして得られた試料をリフロー炉で加熱した。リフロー炉による加熱条件は、プリヒートを150～180℃、90秒間とし、ピーク温度を250℃とした。また、220℃以上である時間を120秒間となるように調整し、ピーク温度から200℃まで降温する際の冷却速度を0.5～1.5℃/秒に設定した。なお、このリフロー条件は、一般的なリフロー

に比べて過酷な条件であって、はんだのスズ中に金属間化合物が析出しやすい条件である。

[0104] リフローを経た試料を切断して、断面を研磨した。次いで、研磨後の断面を走査型電子顕鏡で観察することにより、リフロー後のはんだ中に析出した金属間化合物組織の大きさを計測して、下記の基準でランク付けした。耐クラック性は、金属間化合物組織の大きさが小さいほど良好である。

[0105] A：観察される最大組織の大きさが $50\mu\text{m}$ 未満であった（耐クラック性が極めて良好である）。

[0106] B：観察される最大組織の大きさが $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であった（耐クラック性が良好である）。

[0107] C：観察される最大組織の大きさが $100\mu\text{m}$ を超えていた（耐クラック性が不十分である）。

[0108] 図1は、リフロー後のはんだの断面において金属間化合物組織が形成されている状態を示す走査型電子顕鏡写真であって、具体的には、比較例5において得られたソルダペーストを用いた試料の観察結果を示している。図1中の符号1の箇所が、リフロー後のはんだ中に現れた金属間化合物組織を示しており、この金属間化合物組織とその周囲全体がリフロー後のはんだ部を示している。なお、図1では、符号2で示した白線の長さが、実際の長さで $10\mu\text{m}$ に相当する。

<ボイド抑制>

各実施例および各比較例において得られたソルダペーストを、チップ部品搭載用プリント基板に印刷して、リフロー法によりチップ部品を実装した。ソルダペーストの印刷膜厚は、厚さ $150\mu\text{m}$ のメタルマスクを用いて調整した。ソルダペーストの印刷後、 2012 サイズ（ $20\text{mm}\times 12\text{mm}$ ）のチップ部品を上記プリント基板の所定位置に搭載して、リフロー炉で加熱し、チップ部品を実装した。リフロー条件は、プリヒートを $170\sim 190^{\circ}\text{C}$ 、ピーク温度を 245°C 、 220°C 以上である時間を 45 秒間、ピーク温度から 200°C までの降温時の冷却速度を $3\sim 8^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ に設定した。

[0109] プリント基板を冷却後、プリント基板上のはんだの表面状態をX線写真で観察して、はんだが形成されている領域に占めるボイドの総面積の割合（ボイドの面積率）を測定した。ボイドの発生状況はプリント基板中20箇所のランドにおけるボイドの面積率の平均値を求めて、下記の基準より評価した。

[0110] A：ボイドの面積率の平均値が5%以下であって、ボイド発生の抑制効果が極めて良好であった。

[0111] B：ボイドの面積率の平均値が5%を超過し、7%以下であって、ボイドの抑制効果が良好であった。

[0112] C：ボイドの面積率の平均値が7%を超過し、ボイド発生の抑制効果が不十分であった。

<耐侵食性（Cu喰われ）>

各実施例および比較例において得られたはんだ合金を、260℃に設定されたはんだ槽中で溶融状態にした。その後、銅配線を有するくし形電極基板を溶融はんだ中に5秒間浸漬した。銅配線を有するくし形電極基板には、JIS Z 3284-1994「ソルダペースト」の附属書3「絶縁抵抗試験」に規定の試験基板「くし形電極基板2形」を用いた。

[0113] くし形基板を溶融はんだ中に浸漬する操作を繰り返し行って、くし形基板の銅配線のサイズが半減するまでの浸漬回数を測定した。電子回路の信頼性を考慮すると、浸漬回数が4回以上でも銅配線のサイズが半減しないものでなければならない。浸漬回数が4回で半減しないものを「A」、3回以下で半減したものを「C」として評価した。

<耐久性（はんだ寿命）>

各実施例および各比較例において得られたソルダペーストを、チップ部品搭載用プリント基板に印刷して、リフロー法によりチップ部品を実装した。ソルダペーストの印刷膜厚は、厚さ150μmのメタルマスクを用いて調整した。ソルダペーストの印刷後、3216サイズ（32mm×16mm）のチップ部品を上記プリント基板の所定位置に搭載して、リフロー炉で加熱し

、チップ部品を実装した。リフロー条件は、プリヒートを170～190℃、ピーク温度を245℃、220℃以上である時間が45秒間、ピーク温度から200℃までの降温時の冷却速度を3～8℃/秒に設定した。

[0114] さらに、上記プリント基板を-40℃の環境下で30分間保持し、次いで、125℃の環境下で30分間保持する冷熱サイクル試験に供した。

[0115] 冷熱サイクルを1500、2000、2500、2750および3000サイクル繰り返したプリント基板について、それぞれはんだ部分を切断して、断面を研磨した。研磨後の断面をX線写真で観察して、はんだフィレット部に発生した亀裂がフィレット部を完全に横断しているか否かについて評価して、以下の基準によりランク付けした。各サイクルにおける評価チップ数は20個とした。

[0116] A+：3000サイクルまでフィレット部を完全に横断する亀裂が発生しなかった。

[0117] A：2751～3000サイクルの間でフィレット部を完全に横断する亀裂が発生した。

[0118] A-：2501～2750サイクルの間でフィレット部を完全に横断する亀裂が発生した。

[0119] B：2001～2500サイクルの間でフィレット部を完全に横断する亀裂が発生した。

[0120] B-：1501～2000サイクルの間でフィレット部を完全に横断する亀裂が発生した。

[0121] C：1500サイクル未満でフィレット部を完全に横断する亀裂が発生した。

<総合評価>

「耐クラック性（はんだ組織の大きさ）」、「ボイド抑制」および「耐浸食性（Cu喰われ）」の各評価に対する評点として、評価“A”を2点、評価“B”を1点、評価“C”を0点とした。また、「耐久性（はんだ寿命）」に対する評点として、評価“A+”を5点、評価“A”を4点、評価“A

－”を3点、評価“B”を2点、評価“B－”を1点、評価“C”を0点とした。次いで、各評価項目の評点の合計を算出し、表現の合計に基づいて、各実施例および各比較例のソルダペーストを下記の基準によって総合的に評価した。

[0122] A＋：極めて良好（評点合計が10点以上であり、かつ、評価“B”以下の項目を含まない。）

A：良好（評点合計が8点以上であり、「耐久性（はんだ寿命）」の項目で評価“B”以下を含まず、かつ、評価“B－”以下の項目を含まない。）

A－：概ね良好（評点合計が8点以上であり、かつ、評価“B－”以下の項目を含まない。上記総合評価“A”に該当するものを除く。）

B：実用上許容：（評点合計が6点以上であり、かつ、評価“C”の項目を含まない。）

C：不良（評点合計が6点以下であるか、または、評価“C”の項目を1つでも含む。）

[0123]

[表4]

表4

No.	配 合 処 方 (質量%)				
	金属間化合物組織の大きさ	ポイド抑制	Cu喰われ	はんだ寿命	評点合計 総合評価
実施例1	A	A	A	A+	11, A+
実施例2	A	A	A	A+	11, A+
実施例3	A	A	A	A+	11, A+
実施例4	B	A	A	A	9, A
実施例5	B	A	A	A	9, A
実施例6	A	B	A	A	9, A
実施例7	B	A	A	A	9, A
実施例8	A	B	A	A	9, A
実施例9	B	A	A	A	9, A
実施例10	A	B	A	A	9, A
実施例11	A	B	A	A	9, A
実施例12	B	A	A	A	9, A
実施例13	A	B	A	A	9, A
実施例14	A	B	A	A	9, A
実施例15	A	A	A	B	8, A-
実施例16	A	A	A	B	8, A-
実施例17	A	A	A	B	8, A-
実施例18	A	A	A	B	8, A-
実施例19	A	A	A	B	8, A-
実施例20	A	A	A	B	8, A-
実施例21	A	A	A	B	8, A-
実施例22	A	A	A	B	8, A-
実施例23	A	A	A	B	8, A-
実施例24	A	A	A	B	8, A-
実施例25	A	A	A	B	8, A-

[0124]

[表5]

表5

No.	配 合 処 方 (質量%)				
	金属間化合物組織の大きさ	ボイド抑制	Cu喰われ	はんだ寿命	評点合計 総合評価
実施例26	A	A	A	B－	7, B
実施例27	A	A	A	B－	7, B
実施例28	A	A	A	B－	7, B
実施例29	A	A	A	B－	7, B
実施例30	A	A	A	B－	7, B
実施例31	A	A	A	B－	7, B
実施例32	A	A	A	B－	7, B
実施例33	A	A	A	B－	7, B
実施例34	A	A	A	A＋	11, A＋
実施例35	A	B	A	A＋	10, A＋
実施例36	A	A	A	A＋	11, A＋
実施例37	A	B	A	A＋	10, A＋
実施例38	A	A	A	A＋	11, A＋
実施例39	A	A	A	A＋	11, A＋
実施例40	A	A	A	B－	7, B
実施例41	A	A	A	B	8, A－
実施例42	A	A	A	B	8, A－
実施例43	A	B	A	B	7, B
実施例44	A	B	A	A	9, A
実施例45	A	B	A	A	9, A
実施例46	A	B	A	A	9, A
実施例47	A	A	A	A	10, A＋
実施例48	A	B	A	A	9, A
実施例49	A	A	A	A	10, A＋
実施例50	A	A	A	A	10, A＋
実施例51	A	A	A	B	8, A
実施例52	A	A	A	B	8, A
実施例53	A	A	A	B	8, A
実施例54	A	B	A	B	7, B

[表6]

表6

No.	配 合 処 方 (質量%)				
	金属間化合物組織の大きさ	ボイド抑制	Cu喰われ	はんだ寿命	評点合計 総合評価
比較例1	C	A	A	C	4, C
比較例2	C	A	A	C	4, C
比較例3	C	A	A	C	4, C
比較例4	A	C	A	C	4, C
比較例5	C	A	A	C	4, C
比較例6	C	A	A	C	4, C
比較例7	A	C	A	C	4, C
比較例8	C	A	A	C	4, C
比較例9	B	C	A	C	3, C
比較例10	B	A	A	C	5, C
比較例11	A	C	A	C	4, C
比較例12	C	A	A	C	4, C
比較例13	C	B	A	C	3, C
比較例14	B	C	A	C	3, C
比較例15	A	C	A	C	4, C
比較例16	A	A	C	A	6, C
比較例17	C	C	A	C	2, C
比較例18	C	C	A	C	2, C
比較例19	C	C	A	C	2, C
比較例20	C	C	A	C	2, C

[0126] <電子回路基板の製造>

上述した各実施例および各比較例では、ソルダペーストの評価として、3216サイズ(3.2mm×1.6mm)、および、2012サイズ(2.0mm×1.2mm)の各種サイズのチップ部品を実装した。

[0127] また、上述の評価結果より明らかなように、上述の各実施例のソルダペーストを用いることにより、はんだ組織の大きさ、ボイド抑制、Cu喰われ、はんだ寿命などの各種評価において、良好な結果が得られた。

[0128] すなわち、上述の各実施例のソルダペーストを用いることにより、各種サ

イズのチップ部品に対応し、チップ部品の接続信頼性に優れた電子回路基板を製造することができた。

[0129] なお、上記発明は、本発明の例示の実施形態として提供したが、これは単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。当該技術分野の当業者によって明らかな本発明の変形例は、後記特許請求の範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0130] 本発明のはんだ合金および溶ダペーストは、電気・電子機器などに用いられる電子回路基板において、利用される。

請求の範囲

- [請求項1] スズ－銀－銅系のはんだ合金であって、
スズ、銀、銅、ビスマス、ニッケルおよびコバルトを含有し、
前記はんだ合金の総量に対して、
前記銀の含有割合が、2質量%以上4質量%以下であり、
前記ニッケルの含有割合が、0.01質量%以上0.15質量%以下であり、
前記コバルトの含有割合が、0.001質量%以上0.008質量%以下である
ことを特徴とする、はんだ合金。
- [請求項2] 前記コバルトの含有量に対する、前記ニッケルの含有量の質量比（ Ni/Co ）が、8以上12以下である、請求項1に記載のはんだ合金。
- [請求項3] 前記はんだ合金の総量に対して、
前記ビスマスの含有割合が、1.8質量%以上4.2質量%以下である、請求項1に記載のはんだ合金。
- [請求項4] さらにアンチモンを含有し、
前記はんだ合金の総量に対して、
前記アンチモンの含有割合が、0.1質量%以上5.0質量%以下であり、
前記ビスマスの含有割合が、0.8質量%以上3.0質量%以下である、請求項1に記載のはんだ合金。
- [請求項5] さらにインジウムを含有し、
前記はんだ合金の総量に対して、
前記インジウムの含有割合が、2.2質量%以上6.2質量%以下である、請求項1に記載のはんだ合金。
- [請求項6] 前記ビスマスの含有量に対する、前記インジウムの含有量の質量比（ In/Bi ）が、0.5以上4.2以下である、請求項5に記載の

はんだ合金。

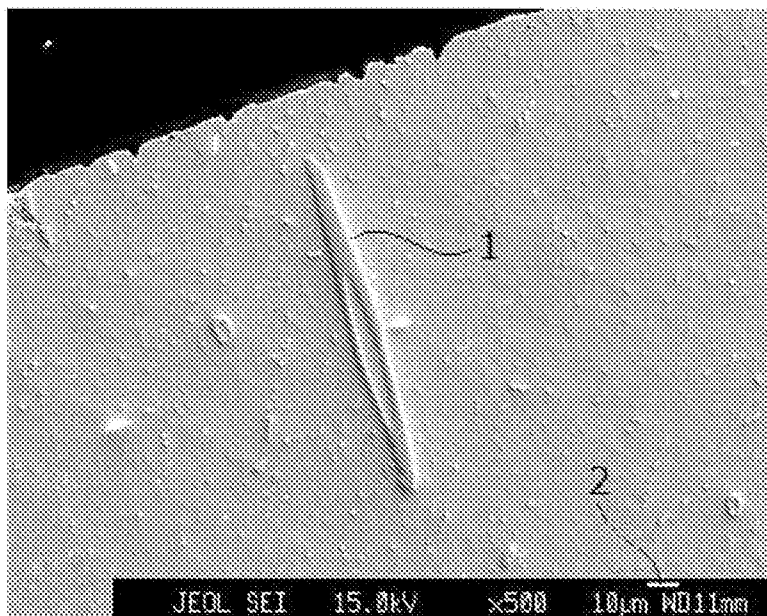
[請求項7] 前記はんだ合金の総量に対して、
前記銅の含有割合が、0.3質量%以上0.7質量%以下である、
請求項1に記載のはんだ合金。

[請求項8] はんだ合金からなるはんだ粉末と、フラックスとを含有し、
前記はんだ合金は、
スズ－銀－銅系のはんだ合金であって、
スズ、銀、銅、ビスマス、ニッケルおよびコバルトを含有し、
前記はんだ合金の総量に対して、
前記銀の含有割合が、2質量%以上4質量%以下であり、
前記ニッケルの含有割合が、0.01質量%以上0.15質量%以下であり、
前記コバルトの含有割合が、0.001質量%以上0.008質量%以下である
ことを特徴とする、ソルダペースト。

[請求項9] ソルダペーストによるはんだ付部を備え、
前記ソルダペーストは、はんだ合金からなるはんだ粉末と、フラックスとを含有し、
前記はんだ合金は、
スズ－銀－銅系のはんだ合金であって、
スズ、銀、銅、ビスマス、ニッケルおよびコバルトを含有し、
前記はんだ合金の総量に対して、
前記銀の含有割合が、2質量%以上4質量%以下であり、
前記ニッケルの含有割合が、0.01質量%以上0.15質量%以下であり、
前記コバルトの含有割合が、0.001質量%以上0.008質量%以下である
ことを特徴とする、電子回路基板。

[図1]

図 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067392

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K35/26(2006.01)i, B23K35/22(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, C22C13/02(2006.01)i, H05K3/34(2006.01)i, B23K35/363(2006.01)n

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)

B23K35/00-35/40, C22C13/00, C22C13/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2012-61491 A (Nihon Genma Mfg. Co., Ltd.), 29 March 2012 (29.03.2012), claim 2; paragraph [0016]; table 1 (Family: none)	1-9
A	WO 2009/011392 A1 (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 22 January 2009 (22.01.2009), claims 2, 3, 6; paragraph [0058]; table 1 & JP 4962570 B & US 2010/0307823 A1 & EP 2177305 A1 & KR 10-2010-0034765 A & CN 101801589 A	1-9
A	JP 2001-71173 A (Ishikawa Metal Co., Ltd.), 21 March 2001 (21.03.2001), claims 1, 5; paragraphs [0029], [0030] (Family: none)	1-9

☒ 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 an other 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
23 August, 2013 (23.08.13)

Date of mailing of the international search report
03 September, 2013 (03.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067392

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 2000-15476 A (Ishikawa Metal Co., Ltd.), 18 January 2000 (18.01.2000), claims 4, 6; paragraph [0018] (Family: none)	1-9

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, B23K35/22(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, C22C13/02(2006.01)i, H05K3/34(2006.01)i, B23K35/363(2006.01)n

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. B23K35/00-35/40, C22C13/00, C22C13/02

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	JP 2012-61491 A (株式会社ニホンゲンマ) 2012.03.29, 【請求項 2】、【0016】、【表 1】 (ファミリーなし)	1 - 9
A	WO 2009/011392 A1 (千住金属工業株式会社) 2009.01.22, 請求の範囲 2、3、6、[0058]、[表 1] & JP 4962570 B & US 2010/0307823 A1 & EP 2177305 A1 & KR 10-2010-0034765 A & CN 101801589 A	1 - 9
A	JP 2001-71173 A (石川金属株式会社) 2001.03.21, 【請求項 1】、【請求項 5】、【0029】、【0030】 (ファミリーなし)	1 - 9

☒ 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

2 3 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 9 . 2 0 1 3

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)

伊藤 真明

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

4 K

5 2 7 6

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 2000-15476 A (石川金属株式会社) 2000.01.18, 【請求項4】、【請求項6】、【0018】 (ファミリーなし)	1 - 9