

(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
2015 年 12 月 30 日(30.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/198497 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 35/26 (2006.01) *H05K 3/34* (2006.01)
C22C 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/072576
- (22) 国際出願日: 2014 年 8 月 28 日(28.08.2014)
- (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 2014-129472 2014 年 6 月 24 日(24.06.2014) 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: 池田 一輝(IKEDA, Kazuki); 〒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). 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, IR, IS, JP, 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, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(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

(57) Abstract: A solder alloy which is substantially composed of tin, silver, indium, bismuth and antimony, and wherein, relative to the total amount of the solder alloy, the content ratio of silver is set to a value from 2.8% by mass to 4% by mass (inclusive), the content ratio of indium is set to a value from 6.2% by mass to 9.0% by mass (inclusive), the content ratio of bismuth is set to a value from 0.7% by mass to 5.0% by mass (inclusive), the content ratio of antimony is set to a value from 0.3% by mass to 5.0% by mass (inclusive), and the content ratio of tin is set to the balance, so that the value A of discriminant (1) is 4.36 or less. $A = 0.87 \times [\text{In content ratio (mass\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag content ratio (mass\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb content ratio (mass\%)}]$ (1)

(57) 要約: 実質的にスズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金においてははんだ合金の総量に対して銀の含有割合を 2.8 質量%以上 4 質量%以下インジウムの含有割合を 6.2 質量%以上 9.0 質量%以下ビスマスの含有割合を 0.7 質量%以上 5.0 質量%以下アンチモンの含有割合を 0.3 質量%以上 5.0 質量%以下スズの含有割合を残留とし判別式 (1) の A を 4.36 以下とする。 $A = 0.87 \times [\text{In 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb 含有割合 (質量\%)}]$ (1)

WO 2015/198497 A1

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、はんだ合金、そのはんだ合金を含有するソルダペースト、さらに、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－銅系合金、スズ－銀－銅系合金、スズ－銀－インジウム－ビスマス系合金、スズ－ビスマス系合金、スズ－亜鉛系合金などがよく知られているが、とりわけ、スズ－銀－銅系合金、スズ－銀－インジウム－ビスマス系合金などが広く用いられている。

[0005] 鉛フリーはんだ合金として、より具体的には、A gを0.5～5重量%、I nを0.5～20重量%、B iを0.1～3重量%の割合で含有し、さらに、S b、Z n、N i、G a、G eおよびC uからなる群より選択される少なくとも1種を、3重量%以下の割合で含有し、残部がS nであるS n系はんだ合金が、提案されている（特許文献1参照）。

[0006] また、鉛フリーはんだ合金としては、上記の他、例えば、A gを1.0～4.0重量%、I nを4.0～6.0重量%、B iを0.1～1.0重量%の割合で含有し、さらに、C u、N i、C o、F eおよびS bからなる群より選択される1種類以上の元素を1重量%以下の割合で含有し、残部がS n

であるはんだ材料が、提案されている（特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2004-188453号公報

特許文献2：国際公開第2010/122764号パンフレット

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によりはんだ付される部品は、自動車のエンジンルームなど、比較的厳しい温度サイクル条件（例えば、 $-40\sim 150^{\circ}\text{C}$ 間の温度サイクルなど）下において用いられる場合がある。

[0009] そのため、はんだ合金としては、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露される場合にも、耐久性（とりわけ、耐冷熱疲労性）に優れることが要求される。また、はんだ付においては、比較的小さなサイズの電子部品（例えば、1005サイズ（ $1.0\text{mm}\times 0.5\text{mm}$ ）のチップ部品）のみならず、比較的大きなサイズの電子部品（例えば、1608サイズ（ $1.6\text{mm}\times 0.8\text{mm}$ ）のチップ部品、3216サイズ（ $3.2\text{mm}\times 1.6\text{mm}$ ）のチップ部品など）が用いられる場合がある。

[0010] そのため、比較的厳しい温度サイクル条件下においても、サイズの大小によらず、電子部品を良好にはんだ付できるはんだ合金が、要求されている。

[0011] この点、特許文献1および特許文献2に記載のはんだ合金を用いて、比較的大きなサイズの電子部品をはんだ付し、得られた部品を比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露すると、例えば、相変態によってはんだ合金が変形し、互いに隣接するはんだ合金間に短絡を生じる場合や、例えば、はんだ合金にクラックを生じる場合があり、さらには、電子部品に損傷を生じる場合がある。

[0012] 本発明の目的は、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の

大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷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、さらに、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

- [0013] 本発明の一観点に係るはんだ合金は、実質的に、スズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金であって、前記はんだ合金の総量に対して、前記銀の含有割合が、2.8質量%以上4質量%以下であり、前記インジウムの含有割合が、6.2質量%以上9.0質量%以下であり、前記ビスマスの含有割合が、0.7質量%以上5.0質量%以下であり、前記アンチモンの含有割合が、0.3質量%以上5.0質量%以下であり、前記スズの含有割合が、残部の割合であり、下記判別式(1)のAの値が、4.36以下であることを特徴としている。
- [0014]
$$A = 0.87 \times [\text{In 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$$
- また、前記はんだ合金では、前記ビスマスの含有割合が、1.0質量%以上3.0質量%以下であることが好適である。
- [0015] また、前記はんだ合金では、前記アンチモンの含有割合が、1.0質量%以上3.0質量%以下であることが好適である。
- [0016] また、前記はんだ合金は、さらに、銅、ニッケル、コバルト、ガリウム、ゲルマニウムおよびリンからなる群より選択される少なくとも1種の元素を含有し、はんだ合金の総量に対して、前記元素の含有割合が、0質量%を超過し1質量%以下であることが好適である。
- [0017] また、本発明の他の一観点に係るソルダペーストは、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。
- [0018] また、本発明のさらに他の一観点に係る電子回路基板は、上記のソル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

[0019] 本発明の一観点に係るはんだ合金は、実質的に所定量のスズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金において、上記判別式（１）のＡの値が、所定の値となるように設計されている。

[0020] そのため、本発明の一観点に係るはんだ合金によれば、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷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、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付けされた電子部品などの損傷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、上記溶ダペーストが用いられるので、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。

発明を実施するための形態

[0023] 本発明の一観点に係るはんだ合金は、スズー銀ーインジウムービスマス系のはんだ合金であって、必須成分として、スズ（Ｓｎ）、銀（Ａｇ）、インジウム（Ｉｎ）、ビスマス（Ｂｉ）およびアンチモン（Ｓｂ）を含有している。換言すれば、はんだ合金は、実質的に、スズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなる。なお、本明細書において、実質的とは、上記の各元素を必須成分とし、また、後述する任意成分を後述する割合で含有することを許容する意味である。

[0024] 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。

[0025] 銀の含有割合は、はんだ合金の総量に対して、２．８質量％以上、好まし

くは、3.0質量%以上であり、4質量%以下、好ましくは、3.8質量%以下である。

[0026] 銀の含有割合が上記範囲であれば、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。

[0027] 一方、銀の含有割合が上記下限未満である場合には、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の耐久性（とりわけ、比較的大きいサイズの電子部品に用いる場合の耐久性）に劣る。また、銀の含有割合が上記上限を超過する場合にも、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の耐久性（とりわけ、比較的大きいサイズの電子部品に用いる場合の耐久性）に劣り、さらには、はんだ付される電子部品などの破損を生じる場合がある。

[0028] インジウムの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、6.2質量%以上、好ましくは、6.5質量%以上であり、9.0質量%以下、好ましくは、8.0質量%以下である。

[0029] インジウムの含有割合が上記範囲であれば、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。

[0030] 具体的には、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。

[0031] 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、インジウムと銀が化合物を形成することにより、 Ag_3Sn の凝集が抑制されるため、耐久性の向上を図ることができる。

[0032] さらに、このようなはんだ合金によりはんだ付される部品（回路基板など）は、繰り返し加温状態および冷却状態に曝露されることにより、破損を生

じる可能性があるが、はんだ合金にインジウムが上記割合で含有されていれば、部品の破壊を良好に抑制できる。

[0033] なお、上記メカニズムは、本発明者等により推測されたものであり、したがって、本発明は、上記メカニズムに限定されない。

[0034] 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、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の耐久性（とりわけ、比較的大きいサイズの電子部品に用いる場合の耐久性）に劣り、さらには、はんだ付される電子部品などの破損を生じる。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、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の耐久性（とりわけ、比較的大きいサイズの電子部品に用いる場合の耐久性）に劣り、さらには、はんだ付される電子部品などの破損を生じる場合がある。

[0035] ビスマスの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、0.7質量%以上、好ましくは、1.0質量%以上であり、5.0質量%以下、好ましくは、3.0質量%以下である。

[0036] ビスマスの含有割合が上記範囲であれば、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。

[0037] 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、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の耐久性（とりわけ、比較的大きいサイズの電子部品に用いる場合の耐久性）に劣る。また、ビスマスの含有割合が上記上限を超過する場合には、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の耐久性（とりわけ、比較的大きいサイズの電子部品に用いる場合の耐久性）に劣る場合があり、さらに、はんだ付される電子部品などの破損を生じる。

[0038] アンチモンの含有割合は、はんだ合金の総量に対して、0.3質量%以上、好ましくは、1.0質量%以上であり、5.0質量%以下、好ましくは、3.0質量%以下である。

- [0039] アンチモンの含有割合が上記範囲であれば、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。
- [0040] 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、はんだ合金が相変態する場合があるため、短絡を生じるおそれがあり、また、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の耐久性（とりわけ、比較的大きいサイズの電子部品に用いる場合の耐久性）に劣る。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は、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の比較的大きいサイズの電子部品に対する耐久性に劣る場合があり、また、はんだ付される電子部品などの破損を生じる。
- [0041] また、上記はんだ合金は、任意成分として、さらに、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、ガリウム（Ga）、ゲルマニウム（Ge）、リン（P）などを含有することができる。
- [0042] 任意成分として銅を含有する場合には、その含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0質量%を超過し、例えば、1.0質量%以下である。
- [0043] 銅の含有割合が上記範囲であれば、本発明の優れた効果を維持することができる。
- [0044] 任意成分としてニッケルを含有する場合には、その含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0質量%を超過し、例えば、1.0質量%以下である。
- [0045] ニッケルの含有割合が上記範囲であれば、本発明の優れた効果を維持することができる。
- [0046] 任意成分としてコバルトを含有する場合には、その含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0質量%を超過し、例えば、1.0質量%以下である。
- [0047] コバルトの含有割合が上記範囲であれば、本発明の優れた効果を維持する

ことができる。

[0048] 任意成分としてガリウムを含有する場合には、その含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0質量%を超過し、例えば、1.0質量%以下である。

[0049] ガリウムの含有割合が上記範囲であれば、本発明の優れた効果を維持することができる。

[0050] 任意成分としてゲルマニウムを含有する場合には、その含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0質量%を超過し、例えば、1.0質量%以下である。

[0051] ゲルマニウムの含有割合が上記範囲であれば、本発明の優れた効果を維持することができる。

[0052] 任意成分としてリンを含有する場合には、その含有割合は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0質量%を超過し、例えば、1.0質量%以下である。

[0053] リンの含有割合が上記範囲であれば、本発明の優れた効果を維持することができる。

[0054] これら任意成分は、単独使用または2種類以上併用することができる。

[0055] 任意成分として上記の元素が含有される場合、その含有割合（2種類以上併用される場合には、それらの総量）は、はんだ合金の総量に対して、例えば、0質量%を超過し、例えば、1.0質量%以下となるように、調整される。

[0056] 任意成分の含有割合の総量が上記範囲であれば、本発明の優れた効果を維持することができる。

[0057] そして、このようなはんだ合金では、インジウムの含有割合、銀の含有割合、および、アンチモンの含有割合が、下記判別式（1）のAの値が後述する所定値となるように、調整される。

[0058]
$$A = 0.87 \times [\text{In 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$$

上記の判別式（１）において、In含有割合とは、はんだ合金の総量に対するインジウムの含有割合（質量％）であり、また、Ag含有割合とは、はんだ合金の総量に対する銀の含有割合（質量％）であり、さらに、Sb含有割合とは、はんだ合金の総量に対するアンチモンの含有割合（質量％）である。

[0059] 上記判別式（１）におけるAの値としては、4.36以下であることが挙げられ、好ましくは、4.20未満である。

[0060] 上記判別式（１）におけるAの値が上記上限以下であれば、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。

[0061] 一方、上記判別式（１）におけるAの値が上記上限を超過する場合には、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露する場合の耐久性（とりわけ、比較的大きいサイズの電子部品に用いる場合の耐久性）に劣る場合や、はんだ付される電子部品などの破損を生じる場合があり、さらに、相変態により短絡が生じる。

[0062] 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。

[0063] なお、はんだ合金の製造に用いられる上記した各金属成分は、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。

[0064] 不純物としては、例えば、アルミニウム（Al）、鉄（Fe）、亜鉛（Zn）、金（Au）などが挙げられる。

[0065] 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、240℃以下である。

- [0066] 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。
- [0067] そして、上記のはんだ合金は、実質的に所定量のスズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金において、上記判別式（１）のAの値が、所定の値となるように設計されている。
- [0068] そのため、上記のはんだ合金によれば、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。
- [0069] 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。
- [0070] 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。
- [0071] 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。
- [0072] 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、粘度など）に応じて、適宜設定される。
- [0073] 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、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以上、例えば、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。
- [0074] 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。
- [0075] 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。

[0076] 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。

[0077] はんだ合金と、フラックスとの配合割合は、はんだ合金はんだ合金：フラックス(質量比)として、例えば、70：30～90：10である。

[0078] そして、上記ソルダペーストは、上記はんだ合金を含有するので、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 電子部品としては、特に制限されず、例えば、チップ部品(ICチップなど)、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。

[0082] 電子部品のサイズとしては、例えば、電子部品が平面視略矩形状である場合などには、一辺の長さが、例えば、0.2mm以上であり、例えば、6.4mm以下である。

[0083] また、他辺の長さが、例えば、0.1mm以上であり、例えば、3.2mm以下である。

[0084] また、厚みが、例えば、0.05mm以上であり、例えば、3.0mm以下である。

[0085] また、一辺の長さ、他辺の長さとの積(平面視面積)が、例えば、0.

0.2 mm²以上であり、例えば、0.1 mm²以下である。

[0086] なお、一辺の長さ、他辺の長さとの積（平面視面積）が、0.5 mm²以下の電子部品は、比較的小さなサイズの電子部品として扱われ、具体的には、例えば、1005サイズ（1.0 mm×0.5 mm）の電子部品などが挙げられる。

[0087] また、一辺の長さ、他辺の長さとの積（平面視面積）が、0.5 mm²を超過する電子部品は、比較的大きなサイズの電子部品として扱われ、具体的には、例えば、1608サイズ（1.6 mm×0.8 mm）の電子部品、3216サイズ（3.2 mm×1.6 mm）の電子部品などが挙げられる。

[0088] 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、比較的厳しい温度サイクル条件下に曝露した場合においても、相変態による短絡を抑制することができ、はんだ付される電子部品の大小によらず、優れた耐久性を有し、さらに、はんだ付された電子部品などの損傷を抑制することができる。

[0089] 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。

[0090] 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

[0091] 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。以下に示す実施例の数値は、実施形態において記載される数値（すなわち、上限値または下限値）に代替することができる。

[0092] 実施例 1～46 および比較例 1～44

・はんだ合金の調製

表 1 ～ 2 に記載の各金属の粉末を、表 1 ～ 2 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。

[0093] なお、各実施例においては、下記判別式 (1) の A の値が、4.36 以下となるように調整した。

[0094] $A = 0.87 \times [\text{In 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$

また、各実施例および各比較例の配合処方におけるスズ (Sn) の配合割合は、表 1 ～ 2 に記載の各金属 (スズ (Sn)、銀 (Ag)、インジウム (In)、ビスマス (Bi)、アンチモン (Sb)、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、コバルト (Co)、ガリウム (Ga)、ゲルマニウム (Ge)、リン (P)) の配合割合 (質量%) を差し引いた残部である。

[0095] 実施例 1 のはんだ合金は、Ag、In、Bi および Sb の各金属を表 1 に示す割合で配合して、残部を Sn としたものである。

[0096] 実施例 2 ～ 3 は、実施例 1 の処方に対して、Ag の配合割合を増加させた処方の例であり、実施例 4 は、実施例 3 の処方に対して、In の含有割合を増加させた処方の例である。

[0097] 実施例 5 ～ 7 は、実施例 1 ～ 3 の処方に対して、Sb の配合割合を増加させた処方の例であり、実施例 8 ～ 10 は、実施例 5 ～ 7 の処方に対して、In の配合割合を増加させた処方の例であり、実施例 11 ～ 12 は、実施例 9 ～ 10 の処方に対して、In の配合割合をさらに増加させた処方の例である。

[0098] 実施例 13 ～ 15 は、実施例 5 ～ 7 の処方に対して、Sb の配合割合をさらに増加させた処方の例であり、実施例 16 ～ 24 は、実施例 13 ～ 15 の処方に対して、In の配合割合を増加させた処方の例である。

[0099] 実施例 25 ～ 30 は、実施例 9 の処方に対して、Cu、Ni、Co、Ga、Ge および P の内のいずれか 1 種を表 1 に示す割合で添加した処方の例で

あり、実施例 3 1 は、C u、N i、C o、G a、G e および P の全てを表 1 に示す割合で添加した処方例である。

[0100] 実施例 3 2 および 3 6 は、実施例 9 の処方に対して、S b の配合割合を増減させた処方例である。

[0101] 実施例 3 3 ～ 3 5 は、実施例 9 の処方に対して、B i の配合割合を増減させた処方例である。

[0102] 実施例 3 7 は、実施例 1 の処方に対して、B i の配合割合を増加させた処方例である。

[0103] 実施例 3 8 は、実施例 1 の処方に対して、S b の配合割合を増加させた処方例である。

[0104] 実施例 3 9 は、実施例 3 の処方に対して、B i の配合割合を増加させた処方例である。

[0105] 実施例 4 0 は、実施例 3 の処方に対して、S b の配合割合を増加させた処方例である。

[0106] 実施例 4 1 は、実施例 3 8 の処方に対して、I n の配合割合を増加させた処方例である。

[0107] 実施例 4 2 は、実施例 3 8 の処方に対して、B i の配合割合を増加させた処方例である。

[0108] 実施例 4 3 は、実施例 4 0 の処方に対して、I n の配合割合を増加させた処方例である。

[0109] 実施例 4 4 は、実施例 4 0 の処方に対して、B i の配合割合を増加させた処方例である。

[0110] 実施例 4 5 は、実施例 3 8 の処方に対して、I n の配合割合および B i の配合割合を増加させた処方例である。

[0111] 実施例 4 6 は、実施例 4 0 の処方に対して、I n の配合割合および B i の配合割合を増加させた処方例である。

[0112] 比較例 1 ～ 2 は、実施例 4 5 ～ 4 6 の処方に対して、S b の配合割合を減少させ、上記の判別式 (1) における A の値が上記所定値を超過するように

調整した処方例である。

[0113] 比較例 3～6 は、実施例 1 の処方に対して、A g、I n、B i および S b の内のいずれか 1 種の配合割合を減少させ、不十分とした処方例である。

[0114] 比較例 7～10 は、実施例 46 の処方に対して、A g、I n、B i および S b の内のいずれか 1 種の配合割合を増加させ、過剰とした処方例である。

[0115] 比較例 11～18 は、実施例 9 の処方に対して、A g、I n、B i および S b の内のいずれか 1 種の配合割合を増減させ、不十分または過剰とした処方例である。

[0116] 比較例 19 は、実施例 5 の処方に対して、I n の配合割合を増加させ、上記の判別式 (1) における A の値が 4.36 を超過するように調整した処方例である。

[0117] 比較例 20 は、実施例 5 の処方に対して、I n の配合割合および B i の配合割合を増加させ、上記の判別式 (1) における A の値が 4.36 を超過するように調整した処方例である。

[0118] 比較例 21 は、実施例 7 の処方に対して、I n の配合割合を増加させ、上記の判別式 (1) における A の値が 4.36 を超過するように調整した処方例である。

[0119] 比較例 22 は、実施例 7 の処方に対して、I n の配合割合および B i の配合割合を増加させ、上記の判別式 (1) における A の値が 4.36 を超過するように調整した処方例である。

[0120] 比較例 23 は、実施例 23 の処方に対して、S b の配合割合を減少させ、上記の判別式 (1) における A の値が 4.36 を超過するように調整した処方例である。

[0121] 比較例 24 は、実施例 23 の処方に対して、S b の配合割合を減少させ、また、B i の配合割合を増加させ、上記の判別式 (1) における A の値が 4.36 を超過するように調整した処方例である。

[0122] 比較例 25～32 は、実施例 1～3 のいずれかの処方に対して、I n の配

合割合を増加させ、上記の判別式（１）におけるＡの値が４．３６を超過するように調整した処方例である。

[0123] 比較例３３～３６は、実施例５～７のいずれかの処方に対して、Ｉｎの配合割合を増加させ、上記の判別式（１）におけるＡの値が４．３６を超過するように調整した処方例である。

[0124] 比較例３７～４４は、Ａｇ、Ｉｎ、ＢｉおよびＳｂの各金属を表１に示す割合で配合して、さらに、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｐを表１に示す割合で添加して、残部をＳｎとしたものである。

[0125] ・ソルダペーストの調製

得られたはんだ合金を、粒径が２５～３８μｍ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。

[0126] ・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。

[0127]

[表1]

表1

No.	配合処方 (質量%)										判別式 A
	Ag	In	Bi	Sb	Cu	Ni	Co	Ga	Ge	P	
実施例1	2.8	6.2	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	4.00
実施例2	3.5	6.2	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	3.71
実施例3	4.0	6.2	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	3.51
実施例4	4.0	7.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	4.20
実施例5	2.8	6.2	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	3.02
実施例6	3.5	6.2	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	2.73
実施例7	4.0	6.2	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	2.52
実施例8	2.8	7.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	3.71
実施例9	3.5	7.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	3.43
実施例10	4.0	7.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	3.22
実施例11	3.5	8.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	4.30
実施例12	4.0	8.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	4.09
実施例13	2.8	6.2	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	1.79
実施例14	3.5	6.2	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	1.50
実施例15	4.0	6.2	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	1.29
実施例16	2.8	7.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	2.48
実施例17	3.5	7.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	2.20
実施例18	4.0	7.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	1.99
実施例19	2.8	8.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	3.35
実施例20	3.5	8.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	3.07
実施例21	4.0	8.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	2.86
実施例22	2.8	9.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	4.22
実施例23	3.5	9.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	3.94
実施例24	4.0	9.0	1.0	3.0	-	-	-	-	-	-	3.73
実施例25	3.5	7.0	1.0	1.5	1.0	-	-	-	-	-	3.43
実施例26	3.5	7.0	1.0	1.5	-	1.0	-	-	-	-	3.43
実施例27	3.5	7.0	1.0	1.5	-	-	1.0	-	-	-	3.43
実施例28	3.5	7.0	1.0	1.5	-	-	-	1.0	-	-	3.43
実施例29	3.5	7.0	1.0	1.5	-	-	-	-	1.0	-	3.43
実施例30	3.5	7.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	1.0	3.43
実施例31	3.5	7.0	1.0	1.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	3.43
実施例32	3.5	7.0	1.0	5.0	-	-	-	-	-	-	0.56
実施例33	3.5	7.0	0.7	1.5	-	-	-	-	-	-	3.43
実施例34	3.5	7.0	5.0	1.5	-	-	-	-	-	-	3.43
実施例35	3.5	7.0	3.0	1.5	-	-	-	-	-	-	3.43
実施例36	3.5	7.0	1.0	1.0	-	-	-	-	-	-	3.84
実施例37	2.8	6.2	5.0	0.3	-	-	-	-	-	-	4.00
実施例38	2.8	6.2	1.0	5.0	-	-	-	-	-	-	0.15
実施例39	4.0	6.2	5.0	0.3	-	-	-	-	-	-	3.51
実施例40	4.0	6.2	1.0	5.0	-	-	-	-	-	-	-0.35
実施例41	2.8	9.0	1.0	5.0	-	-	-	-	-	-	2.58
実施例42	2.8	6.2	5.0	5.0	-	-	-	-	-	-	0.15
実施例43	4.0	9.0	1.0	5.0	-	-	-	-	-	-	2.09
実施例44	4.0	6.2	5.0	5.0	-	-	-	-	-	-	-0.35
実施例45	2.8	9.0	5.0	5.0	-	-	-	-	-	-	2.58
実施例46	4.0	9.0	5.0	5.0	-	-	-	-	-	-	2.09

[0128] [表2]

表2

No.	配合処方 (質量%)										判別式 A
	Ag	In	Bi	Sb	Cu	Ni	Co	Ga	Ge	P	
比較例1	2.8	9.0	5.0	0.3	-	-	-	-	-	-	6.44
比較例2	4.0	9.0	5.0	0.3	-	-	-	-	-	-	5.94
比較例3	2.5	6.2	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	4.12
比較例4	2.8	6.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	3.83
比較例5	2.8	6.2	0.5	0.3	-	-	-	-	-	-	4.00
比較例6	2.8	6.2	1.0	0.0	-	-	-	-	-	-	4.25
比較例7	4.3	9.0	5.0	5.0	-	-	-	-	-	-	1.97
比較例8	4.0	9.5	5.0	5.0	-	-	-	-	-	-	2.53
比較例9	4.0	9.0	5.5	5.0	-	-	-	-	-	-	2.09
比較例10	4.0	9.0	5.0	5.5	-	-	-	-	-	-	1.68
比較例11	2.4	7.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	3.88
比較例12	4.3	7.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	3.10
比較例13	3.5	5.9	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	2.47
比較例14	3.5	9.3	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	5.43
比較例15	3.5	7.0	0.5	1.5	-	-	-	-	-	-	3.43
比較例16	3.5	7.0	5.3	1.5	-	-	-	-	-	-	3.43
比較例17	3.5	7.0	1.0	0.1	-	-	-	-	-	-	4.57
比較例18	3.5	7.0	1.0	5.5	-	-	-	-	-	-	0.15
比較例19	2.8	7.8	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	4.41
比較例20	2.8	7.8	3.0	1.5	-	-	-	-	-	-	4.41
比較例21	4.0	8.4	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	4.44
比較例22	4.0	8.4	3.0	1.5	-	-	-	-	-	-	4.44
比較例23	3.5	9.0	1.0	2.3	-	-	-	-	-	-	4.51
比較例24	3.5	9.0	3.0	2.3	-	-	-	-	-	-	4.51
比較例25	2.8	7.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	4.70
比較例26	3.5	7.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	4.41
比較例27	2.8	8.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	5.57
比較例28	3.5	8.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	5.28
比較例29	4.0	8.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	5.07
比較例30	2.8	9.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	6.44
比較例31	3.5	9.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	6.15
比較例32	4.0	9.0	1.0	0.3	-	-	-	-	-	-	5.94
比較例33	2.8	8.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	4.58
比較例34	2.8	9.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	5.45
比較例35	3.5	9.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	5.17
比較例36	4.0	9.0	1.0	1.5	-	-	-	-	-	-	4.96
比較例37	3.5	8.0	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	5.12
比較例38	3.5	8.0	0.5	1.5	-	-	-	-	-	-	4.30
比較例39	3.5	8.0	0.5	3.0	-	-	-	-	-	-	3.07
比較例40	4.0	6.0	1.0	0.0	0.5	-	-	-	-	-	3.58
比較例41	4.0	6.0	1.0	0.0	1.0	-	-	-	-	-	3.58
比較例42	3.5	6.0	0.5	0.0	-	0.1	-	-	-	-	3.79
比較例43	3.5	6.0	0.5	0.0	-	-	-	-	-	0.1	3.79
比較例44	3.5	6.0	0.5	0.1	-	-	-	-	-	-	3.70

[0129] 評価

<電子回路基板の製造>

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、 1005 サイズおよび 3216 サイズのチップコンデンサおよびチップ抵抗部品を、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 260°C として、 220°C 以上である時間が 45 秒間となるように設定し、また、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。

[0130] さらに、上記プリント基板を 150°C の環境下で 30 分間保持し、次いで -40°C の環境下で 30 分間保持する冷熱サイクル試験に供した。

[0131] <相変態>

上記冷熱サイクルを 3000 サイクル繰り返したプリント基板について、 0.4mm ピッチのQFNランド部分（ 0.2mm 幅ランド、 0.2mm 幅ギャップ）を外観観察し、下記の基準でランク付けした。

A：はんだ合金の変形が認められなかった。

B：はんだ合金の変形が認められたが、隣り合うランドのはんだ合金のブリッジは認められなかった。

C：隣り合うランドのはんだ合金との間にブリッジが形成されていた。

[0132] <耐久性>

冷熱サイクル 3000 サイクル後の 1005 サイズおよび 3216 サイズのチップコンデンサ部分を切断して、断面を研磨後、はんだフィレット部に発生した亀裂の割合を、以下の基準によりランク付けした。評価チップ数は、 1005 サイズまたは 3216 サイズのチップコンデンサを各 10 個とし、各チップサイズにおいて、亀裂が最大のものにより、ランク付けを実施した。

A : 亀裂の割合がフィレット全長の 70%以下であった。

B : 亀裂の割合がフィレット全長の 100%未満であった。

C : 亀裂がフィレット部を完全に横断していた。

[0133] <部品破壊>

冷熱サイクル3000サイクル後の3216サイズチップ抵抗部分を切断して、断面を研磨後、チップ抵抗部品自体の電極部分に発生した亀裂の程度を、以下の基準によりランク付けした。なお、評価チップ数は10個とし、亀裂が最大のものでランク付けを実施した。

A : 部品電極に亀裂が発生していなかった。

B : 部品電極に亀裂が入っているが断裂していなかった。

C : 部品電極の亀裂により、電極部分が断裂していた。

[0134] <総合評価>

「相変態」、「1005サイズチップを用いた際の耐久性」、「3216サイズチップを用いた際の耐久性」および「部品破壊」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。次いで、各評価項目の評点の合計を算出し、評価の合計に基づいて、各実施例および各比較例により得られたソルダペーストを、下記の基準によって総合的に評価した。

A : 極めて良好（評点合計が8点である。）

B : 良好（評点合計が6点または7点であり、かつ、評価“C”を含まない。）

C : 不良（ランクCの項目を一つでも含む。）

[0135]

[表3]

表3

No.	相変態	耐久性		部品破壊	総合評価
		1005サイズ	3216サイズ		
実施例1	A	A	B	A	7,B
実施例2	A	A	B	A	7,B
実施例3	A	A	B	A	7,B
実施例4	B	A	B	A	6,B
実施例5	A	A	A	A	8,A
実施例6	A	A	A	A	8,A
実施例7	A	A	A	A	8,A
実施例8	A	A	A	A	8,A
実施例9	A	A	A	A	8,A
実施例10	A	A	A	A	8,A
実施例11	B	A	A	A	7,B
実施例12	A	A	A	A	8,A
実施例13	A	A	A	A	8,A
実施例14	A	A	A	A	8,A
実施例15	A	A	A	A	8,A
実施例16	A	A	A	A	8,A
実施例17	A	A	A	A	8,A
実施例18	A	A	A	A	8,A
実施例19	A	A	A	A	8,A
実施例20	A	A	A	A	8,A
実施例21	A	A	A	A	8,A
実施例22	B	A	A	A	7,B
実施例23	A	A	A	A	8,A
実施例24	A	A	A	A	8,A
実施例25	A	A	A	A	8,A
実施例26	A	A	A	A	8,A
実施例27	A	A	A	A	8,A
実施例28	A	A	A	A	8,A
実施例29	A	A	A	A	8,A
実施例30	A	A	A	A	8,A
実施例31	A	A	A	A	8,A
実施例32	A	A	A	B	7,B
実施例33	A	A	B	A	7,B
実施例34	A	A	A	B	7,B
実施例35	A	A	A	A	8,A
実施例36	A	A	A	A	8,A
実施例37	A	A	B	B	6,B
実施例38	A	A	A	B	7,B
実施例39	A	A	B	B	6,B
実施例40	A	A	A	B	7,B
実施例41	A	A	A	B	7,B
実施例42	A	A	A	B	7,B
実施例43	A	A	A	B	7,B
実施例44	A	A	A	B	7,B
実施例45	A	A	A	B	7,B
実施例46	A	A	A	B	7,B

[0136] [表4]

表4

No.	相変態	耐久性		部品破壊	総合評価
		1005サイズ	3216サイズ		
比較例1	C	A	B	B	4,C
比較例2	C	A	B	B	4,C
比較例3	A	B	C	A	5,C
比較例4	A	B	C	C	3,C
比較例5	A	B	C	A	5,C
比較例6	B	B	C	A	4,C
比較例7	A	B	C	B	4,C
比較例8	A	B	C	B	4,C
比較例9	A	A	B	C	5,C
比較例10	A	A	A	C	6,C
比較例11	A	B	C	A	5,C
比較例12	A	B	C	A	5,C
比較例13	A	A	B	C	5,C
比較例14	C	A	B	A	5,C
比較例15	A	B	C	A	5,C
比較例16	A	A	B	C	5,C
比較例17	C	B	C	A	3,C
比較例18	A	A	B	C	5,C
比較例19	C	A	A	A	6,C
比較例20	C	A	A	A	6,C
比較例21	C	A	A	A	6,C
比較例22	C	A	A	A	6,C
比較例23	C	A	A	A	6,C
比較例24	C	A	A	A	6,C
比較例25	C	A	B	A	5,C
比較例26	C	A	B	A	5,C
比較例27	C	A	B	A	5,C
比較例28	C	A	B	A	5,C
比較例29	C	A	B	A	5,C
比較例30	C	A	B	A	5,C
比較例31	C	A	B	A	5,C
比較例32	C	A	B	A	5,C
比較例33	C	A	A	A	6,C
比較例34	C	A	A	A	6,C
比較例35	C	A	A	A	6,C
比較例36	C	A	A	A	6,C
比較例37	C	C	C	A	2,C
比較例38	B	C	C	A	3,C
比較例39	A	C	C	A	4,C
比較例40	A	A	C	C	4,C
比較例41	A	A	C	C	4,C
比較例42	A	B	C	C	3,C
比較例43	A	B	C	C	3,C
比較例44	A	B	C	C	3,C

[0137] 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

[0138] 本発明のはんだ合金、はんだ組成物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] 実質的に、スズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金であって、
- 前記はんだ合金の総量に対して、
- 前記銀の含有割合が、2.8質量%以上4質量%以下であり、
- 前記インジウムの含有割合が、6.2質量%以上9.0質量%以下であり、
- 前記ビスマスの含有割合が、0.7質量%以上5.0質量%以下であり、
- 前記アンチモンの含有割合が、0.3質量%以上5.0質量%以下であり、
- 前記スズの含有割合が、残部の割合であり、
- 下記判別式(1)のAの値が、4.36以下であることを特徴とする、はんだ合金。
- $$A = 0.87 \times [\text{In 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$$
- [請求項2] 前記ビスマスの含有割合が、1.0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3] 前記アンチモンの含有割合が、1.0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4] さらに、銅、ニッケル、コバルト、ガリウム、ゲルマニウムおよびリンからなる群より選択される少なくとも1種の元素を含有し、
- はんだ合金の総量に対して、前記元素の含有割合が、0質量%を超過し1質量%以下である、請求項1に記載のはんだ合金。
- [請求項5] 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、

実質的に、スズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金であって、

前記はんだ合金の総量に対して、

前記銀の含有割合が、2.8質量%以上4質量%以下であり、

前記インジウムの含有割合が、6.2質量%以上9.0質量%以下であり、

前記ビスマスの含有割合が、0.7質量%以上5.0質量%以下であり、

前記アンチモンの含有割合が、0.3質量%以上5.0質量%以下であり、

前記スズの含有割合が、残部の割合であり、

下記判別式(1)のAの値が、4.36以下であることを特徴とする、ソルダペースト。

$$A = 0.87 \times [\text{In 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$$

[請求項6]

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、

実質的に、スズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金であって、

前記はんだ合金の総量に対して、

前記銀の含有割合が、2.8質量%以上4質量%以下であり、

前記インジウムの含有割合が、6.2質量%以上9.0質量%以下であり、

前記ビスマスの含有割合が、0.7質量%以上5.0質量%以下であり、

前記アンチモンの含有割合が、0.3質量%以上5.0質量%以下であり、

前記スズの含有割合が、残部の割合であり、

下記判別式(1)のAの値が、4.36以下であることを特徴とする、電子回路基板。

$$A = 0.87 \times [\text{In 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$$

補正された請求の範囲
[2014年11月28日(28.11.2014) 国際事務局受理]

〔請求項1〕 (補正後) 実質的に、スズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金であって、

前記はんだ合金の総量に対して、

前記銀の含有割合が、2.8質量%以上4質量%以下であり、

前記インジウムの含有割合が、6.2質量%以上9.0質量%以下であり、

前記ビスマスの含有割合が、0.7質量%以上5.0質量%以下であり、

前記アンチモンの含有割合が、0.3質量%以上5.0質量%以下であり、

前記スズの含有割合が、残部の割合であり、

下記判別式(1)のAの値が、4.36以下であることを特徴とする、はんだ合金。

$$A = 0.87 \times [In \text{ 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [Ag \text{ 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [Sb \text{ 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$$

(ただし、

前記銀の含有割合が3.2質量%であり、かつ、

前記インジウムの含有割合が6.8質量%であり、かつ、

前記ビスマスの含有割合が2.3質量%であり、かつ、

前記アンチモンの含有割合が0.9質量%であり、かつ、

前記スズの含有割合が残部の割合であるものを除く。)

〔請求項2〕 前記ビスマスの含有割合が、1.0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3〕 (補正後) 前記アンチモンの含有割合が、1.0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4〕 さらに、銅、ニッケル、コバルト、ガリウム、ゲルマニウムおよびリンからなる群より選択される少なくとも1種の元素を含有し、

はんだ合金の総量に対して、前記元素の含有割合が、0質量%を超過し1質量%以下である、請求項1に記載のはんだ合金。

〔請求項5〕 (補正後) 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、

実質的に、スズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金であって、

前記はんだ合金の総量に対して、

前記銀の含有割合が、2.8質量%以上4質量%以下であり、

前記インジウムの含有割合が、6.2質量%以上9.0質量%以下であり、

前記ビスマスの含有割合が、0.7質量%以上5.0質量%以下であり、

前記アンチモンの含有割合が、0.3質量%以上5.0質量%以下であり、

前記スズの含有割合が、残部の割合であり、

下記判別式(1)のAの値が、4.36以下である

ことを特徴とする、ソルダペースト。

$$A = 0.87 \times [In \text{ 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [Ag \text{ 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [Sb \text{ 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$$

(ただし、

前記銀の含有割合が3.2質量%であり、かつ、

前記インジウムの含有割合が6.8質量%であり、かつ、

前記ビスマスの含有割合が2.3質量%であり、かつ、

前記アンチモンの含有割合が0.9質量%であり、かつ、

前記スズの含有割合が残部の割合であるものを除く。)

[請求項6] (補正後) 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、

実質的に、スズ、銀、インジウム、ビスマスおよびアンチモンからなるはんだ合金であって、

前記はんだ合金の総量に対して、

前記銀の含有割合が、2.8質量%以上4質量%以下であり、

前記インジウムの含有割合が、6.2質量%以上9.0質量%以下であり、

前記ビスマスの含有割合が、0.7質量%以上5.0質量%以下であり、

前記アンチモンの含有割合が、0.3質量%以上5.0質量%以下であり、

前記スズの含有割合が、残部の割合であり、

下記判別式(1)のAの値が、4.36以下である

ことを特徴とする、電子回路基板。

$$A = 0.87 \times [\text{In 含有割合 (質量\%)}] - 0.41 \times [\text{Ag 含有割合 (質量\%)}] - 0.82 \times [\text{Sb 含有割合 (質量\%)}] \cdots (1)$$

(ただし、

前記銀の含有割合が3.2質量%であり、かつ、

前記インジウムの含有割合が6.8質量%であり、かつ、

前記ビスマスの含有割合が2.3質量%であり、かつ、

前記アンチモンの含有割合が0.9質量%であり、かつ、

前記スズの含有割合が残部の割合であるものを除く。)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072576

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K35/26(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, H05K3/34(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, H05K3/34

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 Y	JP 9-70687 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 18 March 1997 (18.03.1997), claims; table 2 (no.17) & US 5733501 A	1-3, 5, 6 4
Y	JP 2004-188453 A (Harima Chemicals, Inc.), 08 July 2004 (08.07.2004), paragraphs [0010] to [0016] (Family: none)	4
A	WO 2012/127642 A1 (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 27 September 2012 (27.09.2012), table 1 (comparative example 6) & WO 2012/128356 A & CN 103561903 A & TW 201343312 A	1-6

☒ 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
29 September, 2014 (29.09.14)

Date of mailing of the international search report
07 October, 2014 (07.10.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072576

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2002/040213 A1 (H-TECHNOLOGIES GROUP INC.), 23 May 2002 (23.05.2002), entire text & AU 1403701 A & NO 20032185 A & HU 301858 A & CZ 20031348 A & PL 361336 A & RU 2003114304 A & DK 1333957 T	1-6
A	WO 2014/013847 A1 (Harima Chemicals, Inc.), 23 January 2014 (23.01.2014), entire text & WO 2014/013847 A & WO 2014/013632 A	1-6

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, C22C13/00(2006.01)i, H05K3/34(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, C22C13/00, H05K3/34

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 Y	JP 9-70687 A（株式会社豊田中央研究所）1997. 03. 18, 【特許請求の範囲】、【表 2】（N o. 1 7） & US 5733501 A	1-3, 5, 6 4
Y	JP 2004-188453 A（ハリマ化成株式会社）2004. 07. 08, 段落【0 0 1 0】－【0 0 1 6】 （ファミリーなし）	4

☒ 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 9 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 7 . 1 0 . 2 0 1 4

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）

塩▲崎▼ 義晃

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

4 K

4 4 4 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
A	WO 2012/127642 A1 (千住金属工業株式会社) 2012. 09. 27, [表 1] (比較例 6) & WO 2012/128356 A & CN 103561903 A & TW 201343312 A	1-6
A	WO 2002/040213 A1 (H-TECHNOLOGIES GROUP INCORPORATED) 2002. 05. 23, 全文 & AU 1403701 A & NO 20032185 A & HU 301858 A & CZ 20031348 A & PL 361336 A & RU 2003114304 A & DK 1333957 T	1-6
A	WO 2014/013847 A1 (ハリマ化成株式会社) 2014. 01. 23, 全文 & WO 2014/013847 A & WO 2014/013632 A	1-6