

(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
2025年6月12日(12.06.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/121150 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 35/14 (2006.01) *C22C 13/00* (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01) *C22C 19/03* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/041303
- (22) 国際出願日: 2024年11月21日(21.11.2024)
- (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 2023-207004 2023年12月7日(07.12.2023) JP
- (71) 出願人: 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 (JP).
- (72) 発明者: 菊池 真司(KIKUCHI Shinji); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町2 3 番地 千住金属工業株式会社内 (JP). 佐々木 智揮(SASAKI Tomoki); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町2 3 番地 千住金属工業株式会社内 (JP). 立花 芳恵(TACHIBANA Yoshie); 〒1208555 東京都足立区千住橋戸町2 3 番地 千住金属工業株式会社内 (JP).
- (74) 代理人: 及川 周, 外 (OIKAWA Shu et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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).

(54) Title: PREFORM SOLDER, METHOD FOR MANUFACTURING SAME, AND METHOD FOR MANUFACTURING SOLDER JOINT

(54) 発明の名称: プリフォームはんだ及びその製造方法、並びにはんだ継手の製造方法

(57) Abstract: Provided is a preform solder capable of enhancing thermal conductivity of a solder connection part, a method for manufacturing the same, and a method for manufacturing a solder joint. The present invention uses a preform solder that contains: a first metal including Sn; a second metal comprising an alloy including Ni and Fe; and a third metal having an entire surface formed from a metal including Ni. Alternatively, the present invention uses a preform solder 1 that has a metal structure comprising a first phase (10) which is a continuous phase, a second phase (20) which is dispersed in the first phase (10), and a third phase (30) which is dispersed in the first phase. The first phase (10) includes Sn; the second phase (20) comprises an alloy including Ni and Fe; and the entire surface of the third phase (30) is configured from a metal formed from a metal including Ni.

(57) 要約: はんだ接合部の熱伝導性が高められる、プリフォームはんだ及びその製造方法、並びにはんだ継手の製造方法を提供する。Snを含む第1金属と、Ni及びFeを含む合金からなる第2金属と、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第3金属と、を含有する、プリフォームはんだを採用する。あるいは、連続相である第1の相(10)と、第1の相(10)に分散している第2の相(20)と、第1の相に分散している第3の相(30)と、を備えた金属組織を有し、第1の相(10)はSnを含み、第2の相(20)はNi及びFeを含む合金からなり、第3の相(30)は表面の全体がNiを含む金属で形成されている金属により構成されている、プリフォームはんだ1を採用する。

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：

プリフォームはんだ及びその製造方法、並びにはんだ継手の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、プリフォームはんだ及びその製造方法、並びにはんだ継手の製造方法に関する。本願は、2023年12月7日に日本に出願された特願2023-207004号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年では、炭化ケイ素（SiC）等を用いたパワー半導体素子の動作環境の高温化に伴い、はんだ継手の部位が250～280℃程度に達することがある。このため、このような高温条件での動作時に、溶融しない高温はんだが求められている。

[0003] このような高温はんだ継手の作製には、はんだ付け材料として、プリフォームはんだを用いた接合方法が使用されている。プリフォームはんだとは、はんだを、スクエア形状、リボン形状、ディスク形状等の様々な形状に加工した成形品である。

このようなプリフォームはんだとして、例えば、Snの金属粉末と、NiとFeとの合金からなる金属粉末との混合粉末を加圧成形してなるプリフォームはんだが提案されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第7014991号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] パワー半導体素子の動作を保証するために、はんだ接合部の熱伝導性を高めることにより、パワー半導体素子からの放熱を向上することが求められて

いる。

これに対して、特許文献１に記載されたような、プリフォームはんだにおいては、はんだ接合部の熱伝導性の更なる向上が必要である。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、はんだ接合部の熱伝導性が高められる、プリフォームはんだ及びその製造方法、並びにはんだ継手の製造方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、以下の態様を含む。

[１] Snを含む第１金属と、Ni及びFeを含む合金からなる第２金属と、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第３金属と、を含有し、前記第１金属の融点が、 300°C 以下であり、前記第２金属における前記合金の融点が、 300°C 超であり、前記第３金属の前記表面の全体を形成する、Niを含む前記金属の融点が、 300°C 超であり、前記第１金属中のSnの含有量が、前記第１金属の総質量に対して、 $20\text{質量}\%$ 以上 $100\text{質量}\%$ 以下であり、前記第２金属中のNiの含有量が、前記第２金属の総質量に対して、 $80\text{質量}\%$ 以上 $99\text{質量}\%$ 以下であり、前記第２金属中のFeの含有量が、前記第２金属の総質量に対して、 $1\text{質量}\%$ 以上 $20\text{質量}\%$ 以下であり、前記第３金属の前記表面の全体を形成する、Niを含む前記金属中のNiの含有量が、前記第３金属の前記表面の全体を形成する前記金属の総質量に対して、 $50\text{質量}\%$ 以上 $100\text{質量}\%$ 以下であり、前記第２金属の粒径が、 $0.1\sim1000\mu\text{m}$ であり、前記第３金属の粒径が、 $0.1\sim1000\mu\text{m}$ であり、前記第２金属の含有量は、前記第１金属と前記第２金属と前記第３金属との合計の含有量に対して、 $1\sim70\text{質量}\%$ であり、前記第３金属の含有量は、前記第１金属と前記第２金属と前記第３金属との合計の含有量に対して、 $1\sim70\text{質量}\%$ である、プリフォームはんだ。

[0008] [２] 前記第３金属の組成は、前記第１金属及び前記第２金属の組成とは異なり、前記第３金属は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、前記第３金属中のNiの含有量は、前記第３金属の総質量に対

して、50質量%以上であり、前記第3金属の融点は、300℃超であり、前記第1金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、20～90質量%であり、前記第3金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、5～30質量%である、[1]に記載のプリフォームはんだ。

[0009] [3] 前記第3金属は、コア部と、コア部を被覆する表層とからなる構造を有し、

前記第3金属の前記表層を形成する金属の組成は、前記第1金属及び前記第2金属の組成とは異なり、

前記第3金属の前記表層を形成する前記金属は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、

前記第3金属の前記表層を形成する前記金属中のNiの含有量は、前記第3金属の前記表層を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上であり、

前記第3金属の前記表層を形成する前記金属の融点は、300℃超であり、

前記第1金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、20～90質量%であり、

前記第3金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、5～30質量%である、[1]に記載のプリフォームはんだ。

[0010] [4] 前記コア部と前記コア部を被覆する前記表層との間に、中間層を有する、[3]に記載のプリフォームはんだ。

[0011] [5] 前記第3金属を被覆する、Snを含む第4金属をさらに含有する、[1]～[4]のいずれかに記載のプリフォームはんだ。

[0012] [6] 連続相である第1の相と、前記第1の相に分散している第2の相と、前記第1の相に分散している第3の相と、を備えた金属組織を有し、前記第1の相は、Snを含む金属により構成され、前記第2の相は、Ni及びF

eを含む合金により構成され、前記第3の相は、表面の全体がNiを含む金属により構成され、前記第1の相を構成する前記金属の全体としての融点が、300℃以下であり、前記第2の相を構成する前記合金の全体としての融点が、300℃超であり、前記第3の相の前記表面の全体を構成する、Niを含む前記金属の全体としての融点が、300℃超であり、前記第1の相を構成する前記金属中のSnの含有量が、前記金属の総質量に対して、20質量%以上100質量%以下であり、前記第2の相を構成する前記合金中のNiの含有量が、前記合金の総質量に対して、80質量%以上99質量%以下であり、前記第2の相を構成する前記合金中のFeの含有量が、前記合金の総質量に対して、1質量%以上20質量%以下であり、前記第3の相の前記表面の全体を形成する、Niを含む前記金属中のNiの含有量が、前記第3の相の前記表面の全体を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上100質量%以下であり、前記第2の相の粒径が、0.1～1000μmであり、前記第3の相の粒径が、0.1～1000μmであり、前記第2の相を構成する前記合金の全体の含有量が、前記第1の相を構成する前記金属の全体、前記第2の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第3の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、1～70質量%であり、前記第3の相を構成する前記金属の全体の含有量が、前記第1の相を構成する前記金属の全体、前記第2の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第3の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、1～70質量%であり、プリフォームはんだ。

[0013] [7] 前記第3の相を構成する金属の全体としての組成は、前記第1の相を構成する前記金属の全体としての組成、及び、前記第2の相を構成する前記合金の全体としての組成とは異なり、前記第3の相は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、前記第3の相を構成する前記金属中のNiの含有量は、前記第3の相を構成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上であり、前記第3の相を構成する金属の全体としての融点は、300℃超であり、前記第1の相を構成する前記金属の全体の含有量は

、前記第 1 の相を構成する前記金属の全体、前記第 2 の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第 3 の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、20～90質量%であり、前記第 3 の相を構成する前記金属の全体の含有量は、前記第 1 の相を構成する前記金属の全体、前記第 2 の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第 3 の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、5～30質量%である、〔6〕に記載のプリフォームはんだ。

[0014] 〔8〕前記第 3 の相は、コア部と、コア部を被覆する表層とからなる構造を有し、前記第 3 の相の前記表層を形成する金属の全体としての組成は、前記第 1 の相を構成する前記金属の全体としての組成、及び、前記第 2 の相を構成する前記合金の全体としての組成とは異なり、前記第 3 の相の前記表層は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、前記第 3 の相の前記表層中のNiの含有量は、前記第 3 の相の前記表層の総質量に対して、50質量%以上であり、前記第 3 の相の前記表層を形成する前記金属の全体としての融点は、300℃超であり、前記第 1 の相を構成する前記金属の全体の含有量は、前記第 1 の相を構成する前記金属の全体、前記第 2 の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第 3 の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、20～90質量%であり、前記第 3 の相を構成する前記金属の全体の含有量は、前記第 1 の相を構成する前記金属の全体、前記第 2 の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第 3 の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、5～30質量%である、〔6〕に記載のプリフォームはんだ。

[0015] 〔9〕前記コア部と前記コア部を被覆する前記表層との間に、中間層を有する、〔8〕に記載のプリフォームはんだ。

〔10〕前記第 3 の相を被覆する、Snを含む第 4 の相をさらに備えた金属組織を有する、〔6〕～〔9〕のいずれかに記載のプリフォームはんだ。

[0016] 〔11〕Snを含む第 1 金属粉末と、Ni及びFeを含む合金からなる第 2 金属粉末と、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第 3 金属粉末

とを混合し、金属粉末混合物を調製する混合工程、及び、前記金属粉末混合物を圧延して、プリフォームはんだを作製する圧延工程を含み、前記第1金属粉末の融点が、 300°C 以下であり、前記第2金属粉末における合金の融点が、 300°C 超であり、前記第3金属粉末の前記表面の全体を形成する、Niを含む前記金属の融点が、 300°C 超であり、前記第1金属粉末中のSnの含有量が、前記第1金属粉末の総質量に対して、20質量%以上100質量%以下であり、前記第2金属粉末中のNiの含有量が、前記第2金属粉末の総質量に対して、80質量%以上99質量%以下であり、前記第2金属粉末中のFeの含有量が、前記第2金属粉末の総質量に対して、1質量%以上20質量%以下であり、前記第3金属粉末の前記表面の全体を形成する、Niを含む前記金属中のNiの含有量が、前記第3金属粉末の前記表面の全体を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上100質量%以下であり、前記第1金属粉末の粒径が、 $0.1\sim 1000\mu\text{m}$ であり、前記第2金属粉末の粒径が、 $0.1\sim 1000\mu\text{m}$ であり、前記第3金属粉末の粒径が、 $0.1\sim 1000\mu\text{m}$ であり、前記混合工程で、前記第1金属粉末と前記第2金属粉末と前記第3金属粉末とを、前記第1金属粉末を20～95質量部、前記第2金属粉末を1～70質量部、及び前記第3金属粉末を1～70質量部の割合で混合する、プリフォームはんだの製造方法。

[0017] [12] 前記第3金属粉末の組成は、前記第1金属粉末及び前記第2金属粉末の組成とは異なり、前記第3金属粉末は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、前記第3金属粉末中のNiの含有量が、前記第3金属粉末の総質量に対して、50質量%以上であり、前記第3金属粉末の融点が、 300°C 超であり、前記混合工程で、前記第1金属粉末と前記第2金属粉末と前記第3金属粉末とを、前記第1金属粉末を20～90質量部、前記第2金属粉末を1～70質量部、及び前記第3金属粉末を5～30質量部の割合で混合する、[11]に記載のプリフォームはんだの製造方法。

[0018] [13] 前記第3金属粉末は、コア部と、コア部を被覆する表層とからな

る構造を有し、

前記第3金属粉末の前記表層を形成する金属の組成は、前記第1金属粉末及び前記第2金属粉末の組成とは異なり、前記第3金属粉末の前記表層を形成する前記金属は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、前記第3金属粉末の前記表層を形成する前記金属中のNiの含有量は、前記第3金属粉末の前記表層を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上であり、前記第3金属粉末の前記表層を形成する金属の融点が、300℃超であり、前記混合工程で、前記第1金属粉末と前記第2金属粉末と前記第3金属粉末とを、前記第1金属粉末を20～90質量部、前記第2金属粉末を1～70質量部、及び前記第3金属粉末を5～30質量部の割合で混合する、[11]に記載のプリフォームはんだの製造方法。

[0019] [14] 前記第3金属粉末は、前記コア部と前記コア部を被覆する前記表層との間に、中間層を有する、[13]に記載のプリフォームはんだの製造方法。

[15] 前記第3金属粉末を第4金属で被覆する工程をさらに含む、[11]～[14]に記載のプリフォームはんだの製造方法。

[16] [11]～[14]のいずれかに記載のプリフォームはんだの製造方法により製造されたプリフォームはんだを使用して、対象物間に接合部位を形成する、はんだ継手の製造方法。

[17] [15]に記載のプリフォームはんだの製造方法により製造されたプリフォームはんだを使用して、対象物間に接合部位を形成する、はんだ継手の製造方法。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、はんだ接合部の熱伝導性を高められる、プリフォームはんだ及びその製造方法、並びにはんだ継手の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]プリフォームはんだの一実施形態を示す斜視図である。

[図2]プリフォームはんだの一実施形態における、厚さ方向の断面を示す模式図である。

[図3]プリフォームはんだの一実施形態における第3金属30Aの断面を示す模式図である。

[図4]プリフォームはんだの一実施形態における第3金属30Bの断面を示す模式図である。

[図5]実施例1及び比較例1のプリフォームはんだにおける、厚さ方向の断面を示すSEM像である。

発明を実施するための形態

[0022] 本明細書において、「含む」及び「含有」は、「含む (comprise)」、「実質的にのみからなる (consist essentially of)」、及び「のみからなる (consist of)」のいずれも包含する概念である。

[0023] 本明細書において、「第1金属」、「第2金属」、「第3金属」、「第4金属」、「第5金属」とは、それぞれ、「第1金属で形成されている粒子」、「第2金属で形成されている粒子」、「第3金属で形成されている粒子」、「第4金属で形成されている粒子」、「第5金属で形成されている粒子」を意味する場合がある。

本明細書において、「第1金属粉末」、「第2金属粉末」、「第3金属粉末」、「第4金属粉末」、「第5金属粉末」とは、それぞれ、「第1金属で形成されている粒子群」、「第2金属で形成されている粒子群」、「第3金属で形成されている粒子群」、「第4金属で形成されている粒子群」、「第5金属で形成されている粒子群」を意味する場合がある。

[0024] (プリフォームはんだ：第1実施形態)

図1は、本発明に係るプリフォームはんだの一実施形態である。プリフォームはんだ1は、スクエア状であり、Snを含む第1金属と、Ni及びFeを含む合金からなる第2金属と、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第3金属と、を含有するものである。プリフォームはんだ1は、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第3金属をさらに含有することを特

徴とする。

[0025] <第1金属>

第1金属は、Snを含む。

Snは延展性に優れるため、Snを含む第1金属は、塑性変形により第1金属間の空隙を消失させることができる。また、Snを含む第1金属は、はんだ付け材料として濡れ性等の一般的な性能を担保することができる。

[0026] 第1金属は、Sn以外の金属を含んでもよい。

第1金属が含んでもよいSn以外の金属としては、例えばAg、Cu、In、Bi、Ni、Ge、P、Co、Ga、Zn、Sb、Pb、Au、Al、Pt、Pd、Fe、Mn、Zrが挙げられる。これらのSn以外の金属は、1種を含んでもよいし、2種以上を含んでもよい。Sn以外の金属群は、これらの金属の中から任意に選択できる。

[0027] 第1金属が含んでもよい金属は、Sn及びSn以外の金属の単体であってもよいし、Sn及びSn以外の単体金属うちの2種以上の単体を合金化したものであってもよい。

[0028] 第1金属は、例えば、Sn単体であってもよいし、Sn以外の金属とSnとが混合したものであってもよいし、Sn以外の金属とSnとが合金化したものであってもよいし、Snを含む合金とこれ以外の金属とが混合したものであってもよい。

[0029] 第1金属は、前述の金属の他に不可避免の不純物を含んでもよい。不可避免の不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

第1金属は、1種類であってもよいし、2種類以上であってもよい。

[0030] 第1金属の融点は、300℃以下であることが好ましく、250℃以下でもよく、116～200℃でもよい。

第1金属の融点が、前記の好ましい範囲の上限値以下であると、はんだの濡れ性を確保しやすくなる。

[0031] 本明細書でいう「測定対象の金属の融点、又は、測定対象の金属粉末の融点」とは、示差走査熱量測定（DSC）により測定した融点のことをいう。

測定対象の金属の融点とは、測定対象の金属についてのDSC測定の結果に基づき、単位時間当たりの吸熱量が最も高いときの温度を意味する。測定対象の金属が、DSCによる測定でひとつのピークを有する場合、測定対象の金属の融点とは、そのピークのトップの温度を意味する。測定対象の金属が、DSCによる測定で複数のピークを有する場合、測定対象の金属の融点は、複数のピークトップのうち、単位時間当たりの吸熱量が最も高いピークトップの温度を意味する。

すなわち、測定対象の金属が複数種類の金属を含有する場合、測定対象の金属の融点として、測定対象の金属が有し得る複数のピークトップのうち、単位時間当たりの吸熱量が最も高いピークトップの温度を採用する。

測定対象の金属粉末の融点についても同様である。

第1金属、第4金属の融点は、例えば、日立ハイテクサイエンス社製のDSC7020を使用して測定することができる。第2金属及び第3金属の融点は、例えば、NETZSCH社製のDSC404-F3Pegasusを使用して測定することができる。

[0032] 第1金属中のSnの含有量は、第1金属の総質量に対して、好ましくは20質量%以上100質量%以下である。Snの特性が充分に発揮されるためには、第1金属中のSnの含有量が、第1金属の総質量に対して、好ましくは90質量%以上であり、より好ましくは95質量%以上であり、さらに好ましくは100質量%である。

[0033] <第2金属>

第2金属は、Ni及びFeを含む合金からなる。

第2金属における合金は、Ni及びFeを含み、融点が第1金属に比べて高いものであり、プリフォームはんだ内で分散していることが好ましい。

第2金属における合金の融点は、300℃超であることが好ましく、500℃以上がより好ましく、600～1600℃がさらに好ましい。

第2金属における合金の融点が、前記の好ましい範囲の下限值超であると、高温の動作環境であっても、はんだ継手のシェア強度を高めやすくなる。

[0034] 第2金属における合金は、Ni及びFe以外の金属を含んでもよい。すなわち、第2金属は、NiとFeとの合金であってもよいし、NiとFeとこれら以外の金属との合金であってもよいし、これらの中でも、NiとFeとの合金であることが好ましい。

[0035] 第2金属が含んでもよいNi及びFe以外の金属としては、例えばSn、Ag、Cu、In、Bi、Ge、P、Co、Ga、Zn、Sb、Pb、Au、Al、Pt、Pd、Mn、Zrが挙げられる。これらのNi及びFe以外の金属は、1種を含んでもよいし、2種以上を含んでもよい。Ni及びFe以外の金属群は、これらの金属の中から任意に選択できる。

[0036] 第2金属は、前述の金属の他に不可避免の不純物を含んでもよい。不可避免の不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

第2金属は、1種類であってもよいし、2種類以上であってもよい。

[0037] 第2金属中のNiの含有量は、第2金属の総質量に対して、好ましくは80質量%以上99質量%以下であり、より好ましくは85質量%以上95質量%以下である。

第2金属中のFeの含有量は、第2金属の総質量に対して、好ましくは1質量%以上20質量%以下であり、より好ましくは5質量%以上15質量%以下である。

第2金属中のNi及びFeの含有量が、前記の好ましい範囲であると、金属間化合物がより早い段階で形成され、ボイドの発生を抑制することができる。

[0038] 本明細書でいう「金属の粒径、又は金属粉末の粒径」とは、レーザ回折／散乱式粒度分布測定装置を用いて体積基準で測定した場合の平均粒径をいう。

平均粒径は、例えば、マイクロトラック・ベル社のレーザ回折／散乱式粒度分布測定装置（MT3300EXII）を使用して測定することができる。

[0039] 第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第2金属は、粒径が0

、 $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ がより好ましく、 $5 \sim 50 \mu\text{m}$ がさらに好ましい。

第2金属の粒径が、前記の好ましい範囲の下限值以上であると、濡れ性を確保しやすくなり、前記の好ましい範囲の上限値以下であると、金属間化合物をより形成しやすくなる。

[0040] <第3金属>

第3金属の表面の全体は、Niを含む金属で形成されている。すなわち、第3金属においては、Niが表面に露出している。

第3金属の表面の全体を形成する金属中のNiの含有量は、第3金属の表面の全体を形成する金属の総質量に対して、50質量%以上100質量%以下である。

第3金属の表面の全体を形成する金属の融点は、 300°C 超であり、 500°C 以上が好ましく、 $600 \sim 1600^\circ\text{C}$ がより好ましい。

第3金属は、プリフォームはんだ内に分散していることが好ましい。

[0041] 第3金属の表面の全体を形成する金属は、Niのみからなるものであってもよいし、Ni以外の金属を含んでもよい。

第3金属の表面の全体を形成する金属としては、例えば、Ni単体、Ni以外の金属とNiとの合金、Niを含む合金とこれ以外の金属とが混合したもの等が挙げられ、Ni単体が好ましい。

[0042] Ni以外の金属とNiとの合金における、Ni以外の金属としては、例えばAg、Cu、In、Bi、Ge、P、Co、Ga、Zn、Sb、Pb、Au、Al、Pt、Pd、Fe、Mn、Zr、Snが挙げられる。これらのNi以外の金属は、1種を含んでもよいし、2種以上を含んでもよい。Ni以外の金属群は、これらの金属の中から任意に選択できる。

[0043] 第3金属の表面の全体を形成する金属は、前述の金属の他に不可避免の不純物を含んでもよい。不可避免の不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

第3金属の表面の全体を形成する金属は、1種類であってもよいし、2種

類以上であってもよい。

- [0044] 第3金属の表面の全体を形成する金属がNiとNi以外の金属とを含む金属である場合、表面の全体を形成する金属中のNiの含有量は、表面の全体を形成する金属の総質量に対して、50質量%以上であり、70質量%以上が好ましく、90質量%以上がより好ましく、95質量%以上が更に好ましく、98質量%以上が特に好ましい。

第3金属の表面の全体を形成する金属がFeを含む場合、第3金属の表面の全体を形成する金属中のFeの含有量は、第3金属の表面の全体を形成する金属の総質量に対して、0質量%以上5質量%未満であることが好ましい。

- [0045] 第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第3金属は、粒径が0.1～1000 μm であることが好ましく、1～300 μm がより好ましく、10～200 μm が更に好ましい。

第3金属の粒径が、前記の好ましい範囲の下限值以上であると、はんだ接合部の熱伝導性を高めやすくなる。

- [0046] 第3金属の具体的な構造について、以下に例を挙げて説明する。

下記(1)で説明するように、第3金属は、全体が均一な組成であってもよい。あるいは、下記(2)で説明するように、第3金属は、複数の異なる組成を有する構造を有してもよい。

- [0047] 第3金属の全体が均一な組成である場合、下記(1-1)で説明するように、第3金属はNiのみからなる金属であってもよいし、下記(1-2)で説明するように、第3金属はNiとNi以外の金属とを含む金属であってもよい。

あるいは、第3金属が複数の異なる組成を有する構造を有する場合、下記(2)で説明するように、第3金属はコア部及び表層を有していてもよい。

以下、これらの場合について説明する。

- [0048] (1) 第3金属の全体が均一な組成である場合
(1-1) 第3金属がNiのみからなる場合

第3金属の組成は、第1金属及び第2金属の組成とは異なる。

この場合、第3金属の表面の全体を形成する金属中のNiの含有量は、第3金属の表面の全体を形成する金属の総質量に対して、100質量%である。第3金属の表面におけるNiの占める割合は、第3金属の表面の全体の面積（100%）に対して、100%である。

第3金属は、Niの他に不可避免の不純物を含んでもよい。不可避免の不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

[0049] (1-2) 第3金属がNiとNi以外の金属とを含む場合

第3金属の組成は、第1金属及び第2金属の組成とは異なる。

第3金属は、Ni以外の金属とNiとが混合したものであってもよいし、Ni以外の金属とNiとが合金化したものであってもよいし、Niを含む合金とこれ以外の金属とが混合したものであってもよい。

[0050] 第3金属が含んでもよいNi以外の金属としては、例えばAg、Cu、In、Bi、Ge、P、Co、Ga、Zn、Sb、Pb、Au、Al、Pt、Pd、Fe、Mn、Zr、Snが挙げられる。これらのNi以外の金属は、1種を含んでもよいし、2種以上を含んでもよい。Ni以外の金属群は、これらの金属から任意に選択できる。

[0051] 第3金属は、前述の金属の他に不可避免の不純物を含んでもよい。不可避免の不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

(1-2) の第3金属は、1種類であってもよいし、2種類以上であってもよい。

[0052] 第3金属がNiとNi以外の金属とを含む金属である場合、第3金属中のNiの含有量は、第3金属の総質量に対して、50質量%以上100質量%以下であり、70質量%以上が好ましく、90質量%以上がより好ましく、95質量%以上が更に好ましく、98質量%以上が特に好ましい。

第3金属がFeを含む場合、第3金属中のFeの含有量は、第3金属の総質量に対して、0質量%以上5質量%未満であることが好ましい。

[0053] (1) の場合、第3金属の融点は、300℃超であり、500℃以上が好

ましく、600～1600℃がより好ましい。

[0054] (1) の場合、第3金属は、粒径が0.1～1000 μm であることが好ましく、1～300 μm がより好ましく、10～200 μm が更に好ましい。

[0055] (2) 第3金属が、コア部と、コア部を被覆する表層とからなる構造を有する場合

図3に例示するように、第3金属30Aは、コア部301と、コア部301を被覆する表層302とを有する。Rcは、コア部301の直径を意味する。Rsは、表層302の厚さを意味する。「コア部を被覆する表層」は、「コア部を被覆する被覆層」と言い換えることもできる。

表層302を形成する金属の組成は、コア部301を形成する金属の組成とは異なる。第3金属の組成は、第1金属及び第2金属の組成とは異なる。

第3金属の表層を形成する金属の組成は、第1金属及び第2金属の組成とは異なる。

[0056] ・表層

第3金属の表層を形成する金属は、Niのみからなるものであってもよいし、NiとNi以外の金属とを含む金属であってもよい。

すなわち、第3金属の表層を形成する金属は、Ni単体であってもよいし、Ni以外の金属とNiとが合金化したものであってもよい。

第3金属の表層を形成する金属は、Ni単体であることが好ましい。

[0057] 第3金属の表層を形成する金属が含んでもよいNi以外の金属としては、例えばAg、Cu、In、Bi、Ge、P、Co、Ga、Zn、Sb、Pb、Au、Al、Pt、Pd、Fe、Mn、Zr、Snが挙げられる。これらのNi以外の金属は、1種を含んでもよいし、2種以上を含んでもよい。Ni以外の金属群は、これらの金属から任意に選択できる。

[0058] 第3金属の表層を形成する金属は、前述の金属の他に不可避免の不純物を含んでもよい。不可避免の不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

第3金属の表層を形成する金属は、1種類であってもよいし、2種類以上であってもよい。

[0059] 第3金属の表層を形成する金属がNiとNi以外の金属とを含む金属である場合、第3金属の表層を形成する金属中のNiの含有量は、第3金属の表層を形成する金属の総質量に対して、50質量%以上100質量%未満であり、70質量%以上が好ましく、80質量%以上がより好ましく、90質量%以上が更に好ましく、95質量%以上が特に好ましく、98質量%以上が最も好ましい。

第3金属の表層を形成する金属がFeを含む場合、第3金属の表層を形成する金属中のFeの含有量は、第3金属の表層を形成する金属の総質量に対して、0質量%以上5質量%未満であることが好ましい。

[0060] コア部の表面の少なくとも一部は、表層により被覆されている。図1においては、コア部の表面の全体が表層により被覆されている。

表層により被覆される、コア部の表面の面積の割合は、コア部の全表面積(100%)に対して、50%以上100%以下であることが好ましく、70%以上100%以下であることがより好ましく、90%以上100%以下であることが更に好ましく、95%以上100%以下であることが特に好ましく、100%であることが最も好ましい。

[0061] 第3金属の表層の厚さ R_s は、例えば、0.01 μm 以上100 μm 以下であってもよい。第3金属の表層の厚さは、0.1 μm 以上であってもよいし、0.3 μm 以上であってもよいし、0.5 μm 以上であってもよいし、0.75 μm 以上であってもよいし、1 μm 以上であってもよいし、2 μm 以上であってもよい。第3金属の表層の平均厚さは、50 μm 以下であってもよいし、30 μm 以下であってもよいし、10 μm 以下であってもよいし、5 μm 以下であってもよいし、3 μm 以下であってもよいし、2 μm 以下であってもよい。

[0062] 本明細書において、第3金属の表層の厚さ R_s 、後述する第3金属のコア部の直径 R_c 、中間層の厚さ R_i 及び S_n を含む第4金属の層の厚さは、第

3 金属及び S n を含む第 4 金属の層の断面組織から光学顕微鏡、S E M、透過型電子顕微鏡 (T E M) などを用いて測定することができる。

表層の厚さ R_s 及び中間層の厚さ R_i は、それぞれ、3 箇所以上の断面における厚さを測定し、それぞれの厚さの平均値として算出することができる。

コア部の直径 R_c は、3 個以上の第 3 金属の直径を測定し、それらの平均値として算出することができる。

[0063] あるいは、第 3 金属のコア部の直径 R_c は、以下のように測定することができる。第 3 金属粉末を製造する際に、コア部として用いるために準備した金属粉末の粒径を、直径 R_c とすることができる。

[0064] 第 3 金属の表層は、めっき処理により形成されるめっき層であってもよい。

めっき処理の方法としては、例えば、公知の電気めっき及び、無電解めっき等が挙げられる。

[0065] (2) の場合、第 3 金属の表層を形成する金属の融点は、300℃超であり、500℃以上が好ましく、600～1600℃がより好ましい。

[0066] ・コア部

第 3 金属のコア部を形成する金属は、1 種類の単体金属であってもよいし、2 種類以上の単体金属の混合物であってもよいし、2 種類以上の金属元素で形成された合金であってもよいし、2 種類以上の金属元素で形成された合金の混合物であってもよいし、2 種類以上の金属元素で形成された合金と単体金属とが混合したものであってもよい。

[0067] 第 3 金属のコア部が含んでもよい金属としては、例えば、A g、C u、I n、B i、N i、G e、P、C o、G a、Z n、S b、P b、A u、A l、P t、P d、F e、M n、Z r、S n が挙げられる。これらの金属は、1 種を含んでもよいし、2 種以上を含んでもよい。コア部が含んでもよい金属群は、これらの金属から任意に選択できる。

[0068] 第 3 金属のコア部は、前述の金属の他に不可避免の不純物を含んでもよい。

不可避的不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

第3金属のコア部を形成する金属は、1種類であってもよいし、2種類以上であってもよい。

[0069] 第3金属のコア部の直径 R_c は、粒径が $0.1 \sim 1000 \mu m$ であることが好ましく、 $3 \sim 300 \mu m$ がより好ましく、 $5 \sim 200 \mu m$ が更に好ましく、 $20 \sim 200 \mu m$ が特に好ましく、 $70 \sim 200 \mu m$ が最も好ましい。

直径 R_c は、 $150 \mu m$ 以下であってもよいし、 $100 \mu m$ 以下であってもよいし、 $75 \mu m$ 以下であってもよいし、 $50 \mu m$ 以下であってもよいし、 $30 \mu m$ 以下であってもよいし、 $20 \mu m$ 以下であってもよいし、 $15 \mu m$ 以下であってもよいし、

[0070] R_c と R_s の比は、 R_c/R_s で表される比として、 $0.1 \sim 1000$ であってもよいし、 $1 \sim 300$ であってもよいし、 $5 \sim 200$ であってもよい。

[0071] (2)の第3金属30Aは、1種類であってもよいし、2種類以上であってもよい。

[0072] (3)その他の形態

図4に例示するように、第3金属30Bは、コア部301と、コア部301を被覆する表層302との間に、中間層303を有してもよい。表層302は、中間層303を介して、コア部301を被覆する。中間層303は、コア部301に隣接し、表層302にも隣接する。 R_i は、中間層303の厚みを意味する。中間層303は、コア部301の一部を被覆していてもよいし、コア部301の全体を被覆していてもよく、コア部301の全体を被覆していることが好ましい。第3金属30Bは、中間層303を有している以外は、第3金属30Aと同様である。

第3金属30Bが中間層303を有することにより、第3金属30Bの表層302を設けやすくなる。

[0073] 中間層303を形成する金属の組成は、コア部301を形成する金属及び

表層 302 を形成する金属とは異なる。

中間層は、1 層であってもよいし、2 層以上であってもよい。

[0074] 中間層を形成する金属は、1 種類の単体金属であってもよいし、2 種類以上の金属元素で形成された合金であってもよい。

[0075] 中間層が含んでもよい金属としては、例えば Ag、Cu、In、Bi、Ni、Ge、P、Co、Ga、Zn、Sb、Pb、Au、Al、Pt、Pd、Fe、Mn、Zr、Sn が挙げられる。これらの金属は、1 種を含んでもよいし、2 種以上を含んでもよい。中間層が含んでもよい金属群は、これらの金属から任意に選択できる。

[0076] 中間層は、前述の金属の他に不可避免の不純物を含んでもよい。不可避免の不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

中間層を形成する金属は、1 種類であってもよいし、2 種類以上であってもよい。

[0077] 中間層の厚さ R_i は、例えば、 $0.01\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下であってもよいし、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下であってもよいし、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0078] 中間層は、めっき処理により形成されるめっきであってもよい。

めっき処理の方法としては、例えば、公知の電気めっき、無電解めっき等が挙げられる。

[0079] 第 3 金属 30B におけるコア部 301 及び表層 302 をそれぞれ形成する金属としては、第 3 金属 30A において上述したものと同様のものが挙げられる。

(3) の第 3 金属 30B は、1 種類であってもよいし、2 種類以上であってもよい。

[0080] <Sn を含む第 4 金属>

本実施形態に係るプリフォームはんだは、第 3 金属を被覆する、Sn を含む第 4 金属をさらに含有してもよい。第 4 金属は、第 3 金属の一部を被覆していてもよいし、第 3 金属の全体を被覆していてもよく、第 3 金属の全体を

被覆していることが好ましい。

第3金属は、第4金属で形成される層で被覆されていてもよい。この場合、第3金属を被覆する第4金属の層は、1層であってもよいし、2層以上であってもよい。

[0081] 第4金属は、Sn以外の金属を含んでもよい。すなわち、第4金属は、Sn単体であってもよいし、Sn以外の金属とSnとが混合したものであってもよいし、Sn以外の金属とSnとが合金化したものであってもよいし、Snを含む合金とこれ以外の金属とが混合したものであってもよい。第4金属は、Sn単体であることが好ましい。

[0082] 第4金属が含んでもよいSn以外の金属としては、例えばAg、Cu、In、Bi、Ni、Ge、P、Co、Ga、Zn、Sb、Pb、Au、Al、Pt、Pd、Fe、Mn、Zrが挙げられる。Sn以外の金属は、1種を含んでもよいし、2種以上を含んでもよい。Sn以外の金属群は、これらの金属から任意に選択できる。

[0083] 第4金属は、前述の金属の他に不可避免の不純物を含んでもよい。不可避免の不純物を含んでいる場合であっても、本発明の効果に影響することはない。

第4金属を形成する金属は、1種類であってもよいし、2種類以上であってもよい。

[0084] 第4金属がSnとSn以外の金属とを含む金属である場合、第4金属中のSnの含有量は、第4金属の総質量に対して、20質量%以上100質量%以下であることが好ましく、90質量%以上であることがより好ましく、95質量%以上であることが更に好ましく、100質量%であることが特に好ましい。

[0085] 第4金属の層の平均厚さは、例えば、0.01 μm 以上100 μm 以下であってもよいし、1 μm 以上50 μm 以下であってもよいし、2 μm 以上10 μm 以下であってもよい。

[0086] 第4金属の層は、めっき処理により形成されるめっき層であってもよい。めっき処理の方法としては、例えば、公知の電気めっき、無電解めっき等

が挙げられる。

[0087] 第4金属の融点は、300℃以下であることが好ましく、250℃以下でもよく、116～200℃でもよい。

第4金属の融点が前記の好ましい範囲の上限値以下であると、プリフォームはんだの溶融時に濡れ性が向上し、更にボイドの低減も期待できる。

[0088] 第4金属がSnを含むことにより、プリフォームはんだの溶融時に濡れ性が向上し、更にボイドの低減も期待できる。前記金属層はプリフォームはんだを溶融させる際の加熱開始後に溶けて、第3金属の表層が露出するため、本願の効果を阻害しない。

[0089] <第1金属、第2金属、第3金属の含有量の関係>

第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第1金属と第2金属と第3金属との混合比は、第1金属の含有量が、第1金属と第2金属と第3金属との合計の含有量に対して、20～95質量%であることが好ましく、20～90質量%であることがより好ましく、40～90質量%がさらに好ましく、50～85質量%が特に好ましく、60～75質量%が最も好ましい。

[0090] 第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第1金属と第2金属と第3金属との混合比は、接合性とシェア強度との両立の観点から、第2金属の含有量が、第1金属と第2金属と第3金属との合計の含有量に対して、1～70質量%であることが好ましく、3～50質量%がより好ましく、5～40質量%がさらに好ましく、5～30質量%が特に好ましく、5～25質量%が最も好ましい。

第2金属の含有量が、前記の好ましい範囲の下限値以上であると、Sn溶融時のボイドの発生が抑えられやすくなる。また、はんだ接合部の耐熱性がより向上する。前記の好ましい範囲の上限値以下であると、金属間化合物形成によるポーラス組織の生成が抑制されることでボイドの発生が抑えられ、シェア強度が保たれやすくなる。特に、はんだ接合部内部の微小ボイドの発生が抑えられやすくなる。

[0091] 第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第1金属と第2金属と第3金属との混合比は、第3金属の含有量が、第1金属と第2金属と第3金属との合計の含有量に対して、1～70質量%であることが好ましく、3～50質量%がより好ましく、5～40質量%がさらに好ましく、5～30質量%が特に好ましく、20～30質量%が最も好ましい。

第3金属の含有量が、前記の好ましい範囲の下限值以上であると、はんだ接合部の熱伝導性を高めやすくなり、前記の好ましい範囲の上限値以下であると、ボイドの発生が抑えられる。

[0092] 第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第1金属の含有量、第2金属の含有量、第3金属の含有量の合計は、100質量%を超えない。

[0093] 第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第3金属がSnを含む第4金属で被覆されている場合、第4金属の含有量と、第3金属の含有量との混合比は、第4金属／第3金属で表される質量比として、0.01～10であってもよい。

[0094] 第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第1金属の含有量と第2金属の含有量との比は、第1金属の含有量／第2金属の含有量で表される質量比として、1以上50以下が好ましく、2以上9以下がより好ましい。

[0095] 第1実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第2金属の含有量と第3金属の含有量との比は、第2金属の含有量／第3金属の含有量で表される質量比として、0.1以上10以下が好ましい。

[0096] 第1実施形態に係るプリフォームはんだは、上述した実施形態に限定されず、前記第1金属、前記第2金属、前記第3金属及び前記第4金属以外の金属（以下これを「第5金属」ともいう）を含有してもよい。

前記第5金属は、前記第1金属、前記第2金属、前記第3金属及び前記第4金属と組成が異なれば、特に組成の制限は無く、例えば、Ni、Ag、Cu、In、Bi、Ge、P、Co、Ga、Zn、Sb、Pb、Au、Al、Pt、Pd、Fe、Mn、Zr、Snの各単体金属からなる粉末、又はこれら単体金属の2つ以上の元素で形成された合金が好ましい。

第5金属は、粒径が0.1～1000 μm であることが好ましく、1～100 μm がより好ましく、5～50 μm がさらに好ましい。

第5金属を構成する金属は、1種を含んでもよいし、2種以上を含んでもよい。

第5金属は1種類に限られず、2種以上の異なる組成の金属粉末を使用してもよい。

[0097] (プリフォームはんだ：第2実施形態)

図2は、プリフォームはんだの一実施形態における、厚さ方向の断面を示す模式図である。

図2に示すプリフォームはんだ1は、連続相である第1の相10と、第1の相に分散している第2の相20と、第1の相に分散している第3の相30と、を備えた金属組織を有する。R²⁰は、第2の相20の直径を意味し、R³⁰は、第3の相30の直径を意味する。

第1の相10は、Snを含む。第1の相10には、金属の結晶粒界が存在していてもよい。第2の相20は、Ni及びFeを含む合金により構成される。第3の相30は、表面の全体がNiを含む金属で形成されている金属により構成される。

[0098] プリフォームはんだ1において、第1の相10は、連続相であり、Snを含む金属により構成される。Snを含む金属及びその含有量等についての説明は、前述の<第1金属>と同様である。

また、第1の相10には、Snを含む金属結晶の間に結晶粒界が存在していてもよい。

[0099] 第1の相を構成する金属の全体としての融点は、第1金属の融点と同様にして測定することができる。第1の相が複数種類の金属を含有する場合、第1の相を構成する金属の全体としての融点として、第1の相を構成する複数種類の金属が有し得る複数のピークトップのうち、単位時間当たりの吸熱量が最も高いピークトップの温度を採用する。

第2の相を構成する金属の全体としての融点も同様に定義される。

第3の相の表面の全体を形成する金属の全体としての融点も同様に定義される。

第3の相の全体が均一な組成である場合、第3の相を構成する金属の全体としての融点も同様に定義される。

第3の相が、コア部と、コア部を被覆する表層とからなる構造を有する場合、第3の相の表層を形成する金属の全体としての融点も同様に定義される。

第4の相を構成する金属の全体としての融点も同様に定義される。

[0100] 第1の相を構成する金属の全体としての融点についての説明は、第1金属の融点についての説明と同様である。

[0101] プリフォームはんだ1において、第2の相20は、第1の相10に分散している。

第2の相20は、Ni及びFeを含む合金により構成される。Ni及びFeを含む合金、その粒径及びその含有量等についての説明は、前述の<第2金属>と同様である。

[0102] 第2の相を構成する合金の全体としての融点についての説明は、第2金属の融点についての説明と同様である。

[0103] 本明細書において、相の粒径は、その相を含む断面組織から光学顕微鏡、SEM、透過型電子顕微鏡（TEM）などを用いて測定、算出することができる。相の粒径は、3個以上の相の直径を測定し、それらの平均値として算出することができる。

[0104] 第2の相の粒径は、第2の相を形成するために準備した第2金属粉末の粒径とすることができる。

[0105] プリフォームはんだ1において、第3の相30は、第1の相10に分散している。

第3の相30は、表面の全体がNiを含む金属により構成される。第3の相30の表面の全体を形成する金属は、Ni単体であることが好ましい。

表面の全体がNiを含む金属、その粒径及びその含有量等についての説明は

、前述の＜第3金属＞と同様である。

第3の相の表面の全体を形成する金属の全体としての融点についての説明は、第3金属の表面の全体を形成する金属の融点と同様である。

[0106] 第3の相の全体が均一な組成である場合、第3の相を構成する金属の全体としての組成は、第1の相を構成する前記金属の全体としての組成、及び、第2の相を構成する前記合金の全体としての組成とは異なる。

第3の相を構成する金属の全体としての融点についての説明は、第3金属の融点についての説明と同様である。

第3の相の粒径は、第3の相を形成するために準備した第3金属粉末の粒径とすることができる。

[0107] 第3の相が、コア部と、コア部を被覆する表層とからなる構造を有する場合、第3の相の表層を形成する金属の全体としての組成は、第1の相を構成する金属の全体としての組成、及び、第2の相を構成する合金の全体としての組成とは異なる。

第3の相の表層を形成する金属の全体としての融点は、第3金属の表層を形成する金属の融点と同様である。

第3の相のコア部の直径及び表層の厚さについての説明は、それぞれ、第3金属のコア部の直径 R_c 及び表層の厚さ R_s と同様である。

[0108] プリフォームはんだ1は、第3の相を被覆する、Snを含む第4の相をさらに備えた金属組織を有してもよい。

[0109] 以下、「相を構成する金属の含有量」とは、「相を構成する金属の全体の含有量」を意味する。

プリフォームはんだ1において、第1の相10を構成する金属と、第2の相20を構成する合金と、第3の相30を構成する金属との混合比は、第1の相を構成する金属の含有量が、第1の相を構成する金属と第2の相を構成する金属と第3の相を構成する金属との合計の含有量に対して、20～95質量%であることが好ましく、20～90質量%であることがより好ましく、40～90質量%がさらに好ましく、50～85質量%が特に好ましく、

60～75質量%が最も好ましい。

[0110] プリフォームはんだ1において、第1の相10を構成する金属と、第2の相20を構成する合金と、第3の相30を構成する金属との混合比は、接合性とシェア強度との両立の観点から、第2の相20を構成する合金の含有量が、第1の相10を構成する金属と、第2の相20を構成する合金と、第3の相30を構成する金属との合計の含有量に対して、1～70質量%であることが好ましく、3～50質量%がより好ましく、5～40質量%がさらに好ましく、5～30質量%が特に好ましく、5～25質量%が最も好ましい。

第2の相20を構成する合金の含有量が、前記の好ましい範囲の下限值以上であると、Sn溶融時のボイドの発生が抑えられやすくなる。また、はんだ接合部の耐熱性がより向上する。前記の好ましい範囲の上限値以下であると、金属間化合物形成によるポーラス組織の生成が抑制されることでボイドの発生が抑えられ、シェア強度が保たれやすくなる。

[0111] プリフォームはんだ1において、第1の相10を構成する金属と、第2の相20を構成する合金と、第3の相30を構成する金属との混合比は、第3の相30を構成する合金の含有量が、第1の相10を構成する金属と、第2の相20を構成する合金と、第3の相30を構成する金属との合計の含有量に対して、1～70質量%であることが好ましく、3～50質量%がより好ましく、5～40質量%がさらに好ましく、5～30質量%が特に好ましく、20～30質量%が最も好ましい。

第3の相30を構成する金属の含有量が、前記の好ましい範囲の下限值以上であると、はんだ接合部の熱伝導性を高めやすくなり、前記の好ましい範囲の上限値以下であると、ボイドの発生が抑えられる。

[0112] 第2実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第1の相10を構成する金属の含有量、第2の相20を構成する金属の含有量、第3の相30を構成する金属の含有量の合計は、100質量%を超えない。

[0113] 第2実施形態に係るプリフォームはんだが、第3の相を被覆する、Snを

含む第4の相をさらに備えた金属組織を有する場合、第4の相を構成する金属の含有量と、第3の相を構成する金属の含有量との混合比は、第4の相／第3の相で表される質量比として、0.01～10であってもよい。

[0114] 第2実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第1の相10を構成する金属の含有量と第2の相20を構成する金属の含有量との比は、第1の相10を構成する金属の含有量／第2の相20を構成する金属の含有量で表される比として、1以上50以下が好ましく、2以上9以下がより好ましい。

[0115] 第2実施形態に係るプリフォームはんだにおいて、第2の相30を構成する金属の含有量と第3の相30を構成する金属の含有量との比は、第2の相20を構成する金属の含有量／第3の相30を構成する金属の含有量で表される比として、0.1以上10以下が好ましい。

[0116] 第2実施形態に係るプリフォームはんだは、上述した実施形態に限定されず、前記第1の相、前記第2の相、前記第3の相及び前記第4の相以外に、さらに、第1の相に分散している第5の相を有してもよい。第5の相についての説明は、前述の＜第5金属＞と同様である。

[0117] プリフォームはんだ1を構成する金属組織は、第1の相10と、第2の相20と、第3の相30とを備える一方、第1の相10と第2の相20との間に、金属間化合物を含む相が存在しないか、又はその存在割合が低いことを特徴とする。

プリフォームはんだ1は、前記金属組織中のSnとNiとの金属間化合物の含有量が少なく、前記金属組織の総質量に対して、0質量%以上70質量%以下であることが好ましく、0質量%以上30質量%以下がより好ましく、0質量%が最も好ましい。

プリフォームはんだ1においては、前記金属組織中のSnとNiとの金属間化合物の含有量が、前記の好ましい範囲の上限値以下であると、はんだ接合の際にボイドの発生がよりいっそう抑制されやすくなる。

[0118] 上述した第1実施形態又は第2実施形態に係るプリフォームはんだの形状としては、スクエア形状、リボン形状、ディスク形状、ワッシャー形状、チ

ップ形状、ワイヤ形状等が挙げられる。

[0119] 上述した第1実施形態又は第2実施形態に係るプリフォームはんだの熱伝導率は、 $27 \sim 100 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ であることが好ましく、 $30 \sim 70 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ であることがより好ましく、 $45 \sim 70 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ であることが更に好ましい。

[0120] プリフォームはんだの熱伝導率は、例えば、次のように測定することができる。

作製したプリフォームはんだを $45 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$ サイズにカットして、試験片を得る。次いで、その試験片をセラミック板で挟み、加圧加熱を行う。加圧加熱プロファイルは、昇温速度 $0.25^\circ\text{C} / \text{秒}$ で加熱し、続いて、 250°C で 120 秒保持し、続いて、冷却速度 $2^\circ\text{C} / \text{秒}$ で冷却する。圧力は、 0.5 MPa とする。加熱時の雰囲気は、 $\text{N}_2 (95\%) + \text{H}_2 (5\%)$ とする。

次いで、四探針法により、測定装置として、例えば、L o r e s t a - G P M C P - T 6 1 0 (M I T S U B I S H I C H E M I C A L A N A L Y T E C H社製)を用いて、電気抵抗率を測定する。プリフォームはんだの試験片を2枚作製し、各試験片の端から離れた中央部に近い3か所に対し、プローブを当てて測定する。これら6個の測定値の平均値を電気抵抗率とする。

[0121] 上述した第1実施形態又は第2実施形態に係るプリフォームはんだの製造には、公知の製造方法を使用することができ、例えば溶融法、圧延法を適用することができる。これらの中でも、本実施形態に係るプリフォームはんだの製造には、特に、 Sn と Ni との金属間化合物の生成を抑えられやすく、大径のボイド発生を抑制でき、ボイド発生量が少なく生じにくいことから、圧延法を適用することが好ましい。

[0122] 以上説明した本実施形態に係るプリフォームはんだは、 Sn を含む第1金属と、 Ni 及び Fe を含む合金からなる第2金属に加えて、表面の全体が Ni を含む金属で形成されている第3金属を含有する。

本実施形態に係るプリフォームはんだは、第2金属を含有することにより、金属間化合物形成によるポーラス組織の生成が抑制され、特に高温条件（250℃以上）ではんだ接合の際にボイドの発生が抑えられ、シェア強度が保たれやすくなる。

[0123] 本実施形態に係るプリフォームはんだは、第3金属を含有することにより、はんだ接合部の熱伝導性を高めることが可能である。このような効果が得られる理由は定かではないが以下のように推測される。

Cu、Ni等と比べて、CuとSnとの金属間化合物、及び、NiとSnとの金属間化合物は熱伝導率が低い。例えば、Cu、Niの熱伝導率は、それぞれ、401W/m・K、88.5W/m・Kであり、金属間化合物Cu₆Sn₅（Cu₃Sn）、Ni₃Sn₄の熱伝導率は、それぞれ、34W/m・K、20W/m・Kである。

第3金属の表面の全体はNiを含む金属で形成されており、NiはSnとの反応性が低いため、Ni₃Sn₄が生成されにくい。すなわち、第3金属の表面は、プリフォームはんだ内のSnと反応して金属間化合物を形成しにくいため、はんだ接合部の熱伝導性を高めることが可能である。なお、第3金属がSnを含む金属層で被覆されていても、Snを含む金属層がプリフォームはんだの接合時にすぐに熔融すれば、本願のNiによる金属間化合物の形成を抑制する効果は発揮される。

一方、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第3金属に代えて、Cuからなる金属粉末を用いた場合、CuはSnとの反応性が高いため、金属間化合物Cu₆Sn₅（Cu₃Sn）を生成しやすい。その結果、Cuからなる金属粉末を用いた場合、第3金属を用いた場合よりも、はんだ接合部の熱伝導性は低くなる。

[0124] （プリフォームはんだの製造方法）

本発明に係るプリフォームはんだの製造方法の一実施形態は、Snを含む第1金属粉末と、Ni及びFeを含む合金からなる第2金属粉末と、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第3金属粉末とを混合して、金属粉

末混合物を調製する混合工程、及び、前記金属粉末混合物を圧延して、プリフォームはんだを作製する圧延工程を含む製造方法である。

[0125] 第1金属粉末：

本実施形態で用いる、第1金属粉末を構成する金属は、Snを含む金属である。Snを含む金属についての説明は、前述の＜第1金属＞と同様である。

第1金属粉末の融点は、300℃以下であることが好ましく、250℃以下でもよく、116～200℃でもよい。

第1金属粉末の融点が、前記の好ましい範囲の上限値以下であると、はんだの濡れ性を確保しやすくなる。

[0126] 第1金属粉末中のSnの含有量は、第1金属粉末の総質量に対して、好ましくは20質量%以上100質量%以下である。Snの特性が充分に発揮されるためには、第1金属粉末中のSnの含有量が、第1金属粉末の総質量に対して、好ましくは90質量%以上であり、より好ましくは95質量%以上であり、さらに好ましくは100質量%である。

[0127] 第1金属粉末は、粒径が0.1～1000μmであることが好ましく、1～100μmがより好ましい。

第1金属粉末の粒径が、前記の好ましい範囲の下限值以上であると、濡れ性を確保しやすくなり、前記の好ましい範囲の上限値以下であると、金属間化合物をより形成しやすくなる。

[0128] 第2金属粉末：

本実施形態で用いる、第2金属粉末を構成する金属は、Ni及びFeを含む合金であり、融点が第1金属粉末に比べて高いものである。Ni及びFeを含む合金についての説明は、前述の＜第2金属＞と同様である。

第2金属粉末における合金の融点は、300℃超であることが好ましく、500℃以上がより好ましく、600～1600℃がさらに好ましい。

第2金属粉末の融点が、前記の好ましい範囲の下限值超であると、高温の動作環境であっても、はんだ継手のシェア強度を高めやすくなる。

[0129] 第2金属粉末中のN iの含有量は、第2金属粉末の総質量に対して、好ましくは80質量%以上99質量%以下であり、より好ましくは85質量%以上95質量%以下である。

第2金属粉末中のF eの含有量は、第2金属粉末の総質量に対して、好ましくは1質量%以上20質量%以下であり、より好ましくは5質量%以上15質量%以下である。

第2金属粉末中のN i及びF eの含有量が、前記の好ましい範囲であると、金属間化合物がより早い段階で形成され、ボイドの発生を抑制することができる。

[0130] 第2金属粉末は、粒径が0.1～1000 μ mであることが好ましく、1～100 μ mがより好ましく、5～50 μ mがさらに好ましい。

第2金属粉末の粒径が、前記の好ましい範囲の下限值以上であると、濡れ性を確保しやすくなり、前記の好ましい範囲の上限值以下であると、金属間化合物をより形成しやすくなる。

[0131] 第3金属粉末：

本実施形態で用いる、第3金属粉末の表面の全体は、N iを含む金属で形成されている。

第3金属粉末を構成する金属は、前述の<第3金属>と同様である。

[0132] 第3金属粉末の表面の全体は、N i単体であることが好ましい。

[0133] 第3金属は、粒径が0.1～1000 μ mであることが好ましく、1～300 μ mがより好ましく、10～200 μ mが更に好ましい。

第3金属の粒径が、前記の好ましい範囲の下限值以上であると、はんだ接合部の熱伝導性を高めやすくなる。

[0134] [混合工程]

混合工程では、前記の第1金属粉末と第2金属粉末と第3金属粉末とを混合して、金属粉末混合物を調製する。

両者を混合する際の配合比は、前記第1金属粉末を20～95質量部、前記第2金属粉末を1～70質量部、及び前記第3金属粉末を1～70質量部

の割合で混合することが好ましく、前記第1金属粉末を20～90質量部、前記第2金属粉末を3～50質量部、及び前記第3金属粉末を3～50質量部の割合で混合することがより好ましく、前記第1金属粉末を40～90質量部、前記第2金属粉末を5～40質量部、及び前記第3金属粉末を5～40質量部の割合で混合することがさらに好ましく、前記第1金属粉末を50～85質量部、前記第2金属粉末を5～30質量部、及び前記第3金属粉末を5～30質量部の割合で混合することが特に好ましく、前記第1金属粉末を60～75質量部、及び前記第2金属粉末を5～25質量部、及び前記第3金属粉末を20～30質量部の割合で混合することが特に好ましい。

両者を混合する際の配合比を、前記の好ましい範囲とすることで、はんだ接合部の熱伝導性を高めやすくなる。また、ボイドの発生が抑えられ、シェア強度が保たれやすくなり、また、はんだ接合部の耐熱性がより向上する。

[0135] 混合工程は、第3金属粉末を第4金属で被覆する工程をさらに含んでもよい。被覆する工程は、例えば、第3金属粉末を第4金属でめっきする工程であってもよい。混合工程は、被覆する工程の前段に、第3金属粉末と、Snを含む第4金属とを予め混合する工程を有してもよい。

第4金属についての説明は、プリフォームはんだの第1実施形態において前述した<第4金属>と同様である。

第3金属粉末を第4金属で被覆する工程において、第4金属と第3金属粉末との質量比は、第4金属／第3金属粉末で表される質量比として、0.01～10であってもよい。

[0136] 前記金属粉末混合物において、第1金属粉末と第2金属粉末との配合比は、第1金属粉末の質量／第2金属粉末の質量で表される比として、1以上50以下が好ましく、2以上9以下がより好ましい。

[0137] 前記金属粉末混合物において、第2金属粉末と第3金属粉末との配合比は、第2金属粉末の質量／第3金属粉末の質量で表される比として、0.1以上10以下が好ましい。

[0138] [圧延工程]

圧延工程では、前記混合工程で調製した前記金属粉末混合物を圧延し、所望の形状に成形してプリフォームはんだを作製する。

金属粉末混合物を圧延する方法には、公知の圧延方法を使用することができ、例えば、双ロール式の圧延機などを用いて加工すればよい。圧延回数、金属粉末混合物に加える圧延荷重については、目的とするプリフォームはんだの所望の形状、厚さに応じて適宜設定すればよい。

[0139] 以上説明したように、本実施形態に係るプリフォームはんだの製造方法においては、第1金属粉末と第2金属粉末と第3金属粉末とを混合して、金属粉末混合物を調製する混合工程、及び圧延工程を含む。

前記混合工程において、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第3金属粉末を採用するため、はんだ接合部の熱伝導性を高めることが可能である。

また、第2金属粉末としてNi及びFeを含む合金を採用し、かつ、前記金属粉末混合物を圧延して加工するため、金属組織中のSnとNiとの金属間化合物の生成が抑えられ、はんだ接合の際にボイドの発生がより抑制されたプリフォームはんだを容易に製造することができる。

本実施形態に係るプリフォームはんだの製造方法は、上述した第1実施形態又は第2実施形態に係るプリフォームはんだを製造する方法として有用である。

[0140] 本発明に係るプリフォームはんだの製造方法は、上述した実施形態に限定されず、例えば、上記の混合工程及び圧延工程に加え、その他工程をさらに含む実施形態でもよい。

[0141] また、本発明に係るプリフォームはんだの製造方法は、上述した実施形態に限定されず、前記第1金属粉末、前記第2金属粉末及び前記第3金属粉末以外の金属粉末（以下これを「第5金属粉末」ともいう）を用いてもよい。第5金属粉末を構成する金属は、前述の＜第5金属＞と同様である。

[0142] （はんだ継手の製造方法）

本発明に係るはんだ継手の製造方法の一実施形態は、上述した（プリフォ

ームはんだの製造方法)により製造されたプリフォームはんだを使用して、対象物間に接合部位を形成する製造方法である。

かかる製造方法を適用して接合する対象物は、特に限定されるものではない。例えば、かかる製造方法を適用することで、半導体素子と基板とを接合することができる。

半導体素子としては、炭化ケイ素 (SiC) チップ、Si チップ等が挙げられる。

基板としては、回路基板、セラミックス基板、メタル基板、DCB (Direct Copper Bonding) 基板等が挙げられる。基板上の電極は、例えば、Cu 電極、又は Cu 電極上に Sn めっき、Ni めっき、Ni-Au めっき、Ni-Pd めっき若しくは Ni-Pd-Au めっきのいずれかが処理されたものでもよい。

なお、接合の際に、プリフォームはんだにおいて接合面となる一方もしくは両方の面、半導体素子の接合面、又は基板の接合面に、フラックスを予め塗布しておいてもよい。

[0143] 半導体素子と基板とを接合する際の温度は、例えば 120℃ 以上 400℃ 以下が好ましく、200℃ 以上 400℃ 以下であってもよいし、250℃ 以上 400℃ 以下であってもよいし、本実施形態のはんだ継手の製造方法は、高温条件 (250℃ 以上) での接合に有用である。

[0144] 対象物を接合する際の雰囲気は、大気雰囲気でもよいし、窒素雰囲気等の不活性雰囲気でもよいし、還元雰囲気でもよい。

窒素雰囲気の場合、接合する際に加える圧力を、好ましくは 0.1 MPa 以上 10 MPa 以下に調整する。このように窒素雰囲気下で、対象物を接合することにより、ボイドの発生を抑える効果が高められる。

還元雰囲気の場合、無加圧で、対象物を接合することが可能である。

[0145] 以上説明したように、本実施形態に係るはんだ継手の製造方法によれば、リフロー後、はんだ継手において第3金属が金属間化合物を形成することが抑制されるため、熱伝導性を高めることが可能である。

また、リフロー中に、N i 及び F e を含む合金と、S n を含む第 1 金属とが反応して、金属間化合物を生成するため、はんだ接合部の耐熱性がより向上する。加えて、はんだ接合部におけるボイドの発生がより抑制されるため、シェア強度が高められたはんだ継手を製造することができる。

本実施形態に係るはんだ継手の製造方法は、特に、パワー半導体素子のような高温条件での動作時に、溶融しない高温はんだが求められる用途に有用である。

実施例

[0146] 以下、実施例により本発明を説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0147] 本実施例では、以下に示す金属粉末を用いた。

金属粉末の粒径は、マイクロトラック・ベル社のレーザ回折／散乱式粒度分布測定装置（MT 3 3 0 0 E X I I）を用いて、平均粒径を体積基準で測定した。

金属粉末の融点は、示差走査熱量測定（D S C）により求めた。第 1 金属粉末については日立ハイテクサイエンス社製の D S C 7 0 2 0 により測定し、第 2 金属粉末と第 3 金属粉末については N E T Z S C H 社製の D S C 4 0 4 - F 3 P e g a s u s により測定した。

[0148] 第 1 金属粉末：

S n 1 0 0 質量％の金属粉末（S n 1 0 0 質量％粉）平均粒径 $65\mu\text{m}$ （最大粒径 $75\mu\text{m}$ ）、融点 232°C

第 2 金属粉末：

N i 9 0 質量％と F e 1 0 質量％との合金からなる金属粉末（N i - 1 0 質量％ F e 粉）、平均粒径 $12.8\mu\text{m}$

[0149] 第 3 金属粉末：

第 3 金属粉末（1）

N i 1 0 0 質量％の金属粉末（N i 1 0 0 質量％粉） 平均粒径 $50.7\mu\text{m}$

[0150] 第3金属粉末(2)

Niめっき-Cu100質量%核ボール

第3金属粉末(2)のコア部として、Cu100質量%核ボールを用いた。コア部の平均粒径(すなわち、コア部の直径 R_c)は、 $11.0\mu m$ であった。

第3金属粉末(2)の表層は、Ni100質量%のめっきとした。めっき厚(すなわち、表層の厚さ R_s)は、 $1\sim 3\mu m$ であった。

[0151] 第3金属粉末(3)

Niめっき-Cu100質量%核ボール

第3金属粉末(3)のコア部として、Cu100質量%核ボールを用いた。コア部の平均粒径(すなわち、コア部の直径 R_c)は、 $55.3\mu m$ であった。

第3金属粉末(3)の表層は、Ni100質量%のめっきとした。めっき厚(すなわち、表層の厚さ R_s)は、 $1\sim 3\mu m$ であった。

[0152] 第3金属粉末(4)

Niめっき-Cu100質量%核ボール

第3金属粉末(4)のコア部として、Cu100質量%核ボールを用いた。コア部の平均粒径(すなわち、コア部の直径 R_c)は、 $104.3\mu m$ であった。

第3金属粉末(4)の表層は、Ni100質量%のめっきとした。めっき厚(すなわち、表層の厚さ R_s)は、 $1\sim 3\mu m$ であった。

[0153] 第3金属粉末(2)～(4)のめっき核ボールは、Cu100質量%核ボールの表面全体を、Ni100質量%めっきで被覆したものである。Ni100質量%めっきは、いずれも、電気めっきにより形成した。Ni100質量%めっきの融点は、 $1455^{\circ}C$ であった。

[0154] 第5金属粉末:

Cu100質量%の金属粉末(Cu100質量%粉) 平均粒径 $11.0\mu m$

[0155] <プリフォームはんだの製造>

上記の第1金属粉末、第2金属粉末、第3金属粉末、第5金属粉末をそれぞれ作製した。これらの金属粉末を用いて、各例のプリフォームはんだを製造した。

[0156] (実施例1)

混合工程：

第1金属粉末として平均粒径 $65\mu\text{m}$ のSn100質量%粉を75質量部と、第2金属粉末として平均粒径 $12.8\mu\text{m}$ のNi-10質量%Fe粉を20質量部と、第3金属粉末として第3金属粉末(2)を5質量部とを攪拌して、金属粉末混合物を調製した。

圧延工程：

次に、調製した金属粉末混合物を、双ロール圧延機のホッパーに導入し、圧延ロールの表面温度を 100°C に設定し、圧延荷重が約 25kN になるようにして帯状の圧延材を得た。その後、圧延を繰り返し、厚さ $100\mu\text{m}$ の帯状のプリフォームはんだを得た。

[0157] (実施例2～4)

第3金属粉末として第3金属粉末(1)を用い、表1に示すように、第1金属粉末と第2金属粉末と第3金属粉末(1)とを所定の混合比で用いた以外は、実施例1と同様にして、混合工程、圧延工程を順次行うことにより、厚さ $100\mu\text{m}$ の帯状のプリフォームはんだを得た。

[0158] (実施例5、6)

第3金属粉末として第3金属粉末(3)を用い、表1に示すように、第1金属粉末と第2金属粉末と第3金属粉末(3)とを所定の混合比で用いた以外は、実施例1と同様にして、混合工程、圧延工程を順次行うことにより、厚さ $100\mu\text{m}$ の帯状のプリフォームはんだを得た。

[0159] (実施例7、8)

第3金属粉末として第3金属粉末(4)を用い、表1に示すように、第1金属粉末と第2金属粉末と第3金属粉末(4)とを所定の混合比で用いた以

外は、実施例 1 と同様にして、混合工程、圧延工程を順次行うことにより、厚さ $100\mu\text{m}$ の帯状のプリフォームはんだを得た。

[0160] (比較例 1、2)

第 3 金属粉末を用いず、表 1 に示すように、第 1 金属粉末と第 2 金属粉末とを所定の混合比で用いた以外は、実施例 1 と同様にして、混合工程、圧延工程を順次行うことにより、厚さ $100\mu\text{m}$ の帯状のプリフォームはんだを得た。

[0161] (比較例 3)

第 3 金属粉末に代えて、第 5 金属粉末として平均粒径 $11.0\mu\text{m}$ の Cu 100 質量%粉を用い、表 1 に示すように、第 1 金属粉末と第 2 金属粉末と第 5 金属粉末とを所定の混合比で用いた以外は、実施例 1 と同様にして、混合工程、圧延工程を順次行うことにより、厚さ $100\mu\text{m}$ の帯状のプリフォームはんだを得た。

[0162] <評価>

作製したプリフォームはんだについて、以下のようにして、電気抵抗率を測定し、熱伝導率を算出した。

[0163] [電気抵抗率の測定]

各例のプリフォームはんだを $45\text{mm} \times 15\text{mm}$ サイズにカットして、各例の試験片を得た。各試験片をセラミック板で挟み、加圧加熱を行った。加圧加熱プロファイルは、昇温速度 $0.25^\circ\text{C}/\text{秒}$ で加熱し、続いて、 250°C で 120 秒保持し、続いて、冷却速度 $2^\circ\text{C}/\text{秒}$ で冷却した。圧力は、 0.5MPa とした。加熱時の雰囲気は、 N_2 (95%) + H_2 (5%) とした。

四探針法により、測定装置として Loresta-GP MCP-T610 (MITSUBISHI CHEMICAL ANALYTECH 社製) を用いて、電気抵抗率を測定した。各例の試験片は 2 枚ずつ作製し、各試験片の端から離れた中央部に近い 3 か所に対し、プローブを当てて測定した。これら 6 個の測定値の平均値を電気抵抗率とした。

[0164] [熱伝導率の算出]

電気抵抗率に基づき、ウィーデマンフランツの法則によって、熱伝導率を算出した。

ウィーデマンフランツの法則によれば、 $\kappa / \sigma = L T$ が成り立つ。

ここで、 κ [$\text{W} / (\text{m} \cdot \text{K})$] は熱伝導率であり、 σ [$\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$] は電気伝導率であり、 L [$\text{W} \Omega / \text{K}^2$] はローレンツ数 (2.44×10^{-8}) である。測定により得た電気抵抗率を ρ とすれば、 $\sigma = 1 / \rho$ である。

温度 T を 293 K として、 $\kappa = L T / \rho$ より、算出した。算出した熱伝導率を表 1 に示した。

[0165]

[表1]

金属粉末		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	比較例 1	比較例 2	比較例 3
第1金属 粉末	Sn100質量%粉 平均粒径65 μ m	75	75	72	64	76	72	66	61.6	80	75	75
第2金属 粉末	Ni-10質量%Fe粉 平均粒径12.8 μ m	20	20	18	16	19	18	9	8.4	20	25	20
第3金属 粉末(1)	Ni100質量%粉 平均粒径50.7 μ m		5	10	20							
第3金属 粉末(2)	コア部 Cu100質量%粉 直径Rc 11.0 μ m 表層 Ni100% 厚さRs 1~3 μ m	5										
第3金属 粉末(3)	コア部 Cu100質量%粉 直径Rc 55.3 μ m 表層 Ni100% 厚さRs 1~3 μ m					5	10					
第3金属 粉末(4)	コア部 Cu100質量%粉 直径Rc 104.3 μ m 表層 Ni100% 厚さRs 1~3 μ m							25	30			
第5金属 粉末	Cu100質量%粉 平均粒径11.0 μ m											5
熱伝導率 [W/m $\cdot$ K]		30.40	31.98	37.27	37.04	33.96	35.23	57.13	57.77	25.66	20.20	22.25

[0166] 表1に示した結果から、実施例1~8のプリフォームはんだは、比較例1~3のプリフォームはんだに比べて、熱伝導率が高いことが確認できる。

[0167] 実施例 1、比較例 1 のプリフォームはんだにおける、厚さ方向の断面を示す SEM 像（倍率 300 倍）を図 5 に示す。

実施例 1 のプリフォームはんだは、連続相である第 1 の相と、第 1 の相に分散している第 2 の相と、第 1 の相に分散している第 3 の相と、を備えた金属組織を有している形態が確認された。

符号の説明

- [0168] 1 プリフォームはんだ
- 10 第 1 の相
- 20 第 2 の相
- 30 第 3 の相、
- 30A、30B 第 3 金属
- 301 コア部
- 302 表層
- 303 中間層

請求の範囲

[請求項1] S nを含む第1金属と、N i及びF eを含む合金からなる第2金属と、表面の全体がN iを含む金属で形成されている第3金属と、を含有し、

前記第 1 金属の融点が、 300°C 以下であり、

前記第2金属における前記合金の融点が、300℃超であり、

前記第3金属の前記表面の全体を形成する、Niを含む前記金属の融点が、300℃超であり、

前記第 1 金属中の S n の含有量が、前記第 1 金属の総質量に対して、20質量%以上100質量%以下であり、

前記第 2 金属中の N i の含有量が、前記第 2 金属の総質量に対して、80 質量%以上 99 質量%以下であり、

前記第2金属中のFeの含有量が、前記第2金属の総質量に対して、1質量%以上20質量%以下であり、

前記第3金属の前記表面の全体を形成する、Niを含む前記金属中のNiの含有量が、前記第3金属の前記表面の全体を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上100質量%以下であり、

前記第2金属の粒径が、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$ であり、

前記第3金属の粒径が、 $0.1 \sim 1000 \mu m$ であり、

前記第2金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、1～70質量%であり、

前記第 3 金属の含有量は、前記第 1 金属と前記第 2 金属と前記第 3 金属との合計の含有量に対して、1 ～ 70 質量%である、プリフォームはんだ。

【請求項2】 前記第3金属の組成は、前記第1金属及び前記第2金属の組成とは異なり、

前記第3金属は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、

前記第3金属中のNiの含有量は、前記第3金属の総質量に対して、50質量%以上であり、

前記第3金属の融点は、300℃超であり、

前記第1金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、20～90質量%であり、

前記第3金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、5～30質量%である、請求項1に記載のプリフォームはんだ。

[請求項3]

前記第3金属は、コア部と、コア部を被覆する表層とからなる構造を有し、

前記第3金属の前記表層を形成する金属の組成は、前記第1金属及び前記第2金属の組成とは異なり、

前記第3金属の前記表層を形成する前記金属は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、

前記第3金属の前記表層を形成する前記金属中のNiの含有量は、前記第3金属の前記表層を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上であり、

前記第3金属の前記表層を形成する前記金属の融点は、300℃超であり、

前記第1金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、20～90質量%であり、

前記第3金属の含有量は、前記第1金属と前記第2金属と前記第3金属との合計の含有量に対して、5～30質量%である、請求項1に記載のプリフォームはんだ。

[請求項4]

前記コア部と前記コア部を被覆する前記表層との間に、中間層を有する、請求項3に記載のプリフォームはんだ。

[請求項5]

前記第3金属を被覆する、Snを含む第4金属をさらに含有する、請求項1～4のいずれか一項に記載のプリフォームはんだ。

- [請求項6] 連続相である第1の相と、前記第1の相に分散している第2の相と、前記第1の相に分散している第3の相と、を備えた金属組織を有し、
- 前記第1の相は、S nを含む金属により構成され、
- 前記第2の相は、N i及びF eを含む合金により構成され、
- 前記第3の相は、表面の全体がN iを含む金属により構成され、
- 前記第1の相を構成する前記金属の全体としての融点が、300℃以下であり、
- 前記第2の相を構成する前記合金の全体としての融点が、300℃超であり、
- 前記第3の相の前記表面の全体を構成する、N iを含む前記金属の全体としての融点が、300℃超であり、
- 前記第1の相を構成する前記金属中のS nの含有量が、前記金属の総質量に対して、20質量%以上100質量%以下であり、
- 前記第2の相を構成する前記合金中のN iの含有量が、前記合金の総質量に対して、80質量%以上99質量%以下であり、
- 前記第2の相を構成する前記合金中のF eの含有量が、前記合金の総質量に対して、1質量%以上20質量%以下であり、
- 前記第3の相の前記表面の全体を形成する、N iを含む前記金属中のN iの含有量が、前記第3の相の前記表面の全体を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上100質量%以下であり、
- 前記第2の相の粒径が、0.1～1000μmであり、
- 前記第3の相の粒径が、0.1～1000μmであり、
- 前記第2の相を構成する前記合金の全体の含有量が、前記第1の相を構成する前記金属の全体、前記第2の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第3の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、1～70質量%であり、
- 前記第3の相を構成する前記金属の全体の含有量が、前記第1の相

を構成する前記金属の全体、前記第2の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第3の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、1～70質量%であり、プリフォームはんだ。

[請求項7]

前記第3の相を構成する金属の全体としての組成は、前記第1の相を構成する前記金属の全体としての組成、及び、前記第2の相を構成する前記合金の全体としての組成とは異なり、

前記第3の相は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、

前記第3の相を構成する前記金属中のNiの含有量は、前記第3の相を構成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上であり、

前記第3の相を構成する金属の全体としての融点は、300℃超であり、

前記第1の相を構成する前記金属の全体の含有量は、前記第1の相を構成する前記金属の全体、前記第2の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第3の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、20～90質量%であり、

前記第3の相を構成する前記金属の全体の含有量は、前記第1の相を構成する前記金属の全体、前記第2の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第3の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、5～30質量%である、請求項6に記載のプリフォームはんだ。

[請求項8]

前記第3の相は、コア部と、コア部を被覆する表層とからなる構造を有し、

前記第3の相の前記表層を形成する金属の全体としての組成は、前記第1の相を構成する前記金属の全体としての組成、及び、前記第2の相を構成する前記合金の全体としての組成とは異なり、

前記第3の相の前記表層は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、

前記第3の相の前記表層中のNiの含有量は、前記第3の相の前記表層の総質量に対して、50質量%以上であり、

前記第3の相の前記表層を形成する前記金属の全体としての融点は、300℃超であり、

前記第1の相を構成する前記金属の全体の含有量は、前記第1の相を構成する前記金属の全体、前記第2の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第3の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、20～90質量%であり、

前記第3の相を構成する前記金属の全体の含有量は、前記第1の相を構成する前記金属の全体、前記第2の相を構成する前記合金の全体、及び、前記第3の相を構成する前記金属の全体の合計の含有量に対して、5～30質量%である、請求項6に記載のプリフォームはんだ。

[請求項9] 前記コア部と前記コア部を被覆する前記表層との間に、中間層を有する、請求項8に記載のプリフォームはんだ。

[請求項10] 前記第3の相を被覆する、Snを含む第4の相をさらに備えた金属組織を有する、請求項6～9のいずれか一項に記載のプリフォームはんだ。

[請求項11] Snを含む第1金属粉末と、Ni及びFeを含む合金からなる第2金属粉末と、表面の全体がNiを含む金属で形成されている第3金属粉末とを混合し、金属粉末混合物を調製する混合工程、及び、

前記金属粉末混合物を圧延して、プリフォームはんだを作製する圧延工程

を含み、

前記第1金属粉末の融点が、300℃以下であり、

前記第2金属粉末における合金の融点が、300℃超であり、

前記第3金属粉末の前記表面の全体を形成する、Niを含む前記金属の融点が、300℃超であり、

前記第1金属粉末中のS nの含有量が、前記第1金属粉末の総質量に対して、20質量%以上100質量%以下であり、

前記第2金属粉末中のN iの含有量が、前記第2金属粉末の総質量に対して、80質量%以上99質量%以下であり、

前記第2金属粉末中のF eの含有量が、前記第2金属粉末の総質量に対して、1質量%以上20質量%以下であり、

前記第3金属粉末の前記表面の全体を形成する、N iを含む前記金属中のN iの含有量が、前記第3金属粉末の前記表面の全体を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上100質量%以下であり、

前記第1金属粉末の粒径が、0.1～1000μmであり、

前記第2金属粉末の粒径が、0.1～1000μmであり、

前記第3金属粉末の粒径が、0.1～1000μmであり、

前記混合工程で、前記第1金属粉末と前記第2金属粉末と前記第3金属粉末とを、前記第1金属粉末を20～95質量部、前記第2金属粉末を1～70質量部、及び前記第3金属粉末を1～70質量部の割合で混合する、プリフォームはんだの製造方法。

[請求項12]

前記第3金属粉末の組成は、前記第1金属粉末及び前記第2金属粉末の組成とは異なり、

前記第3金属粉末は、N iのみからなるか、又は、N iとN i以外の金属とを含み、

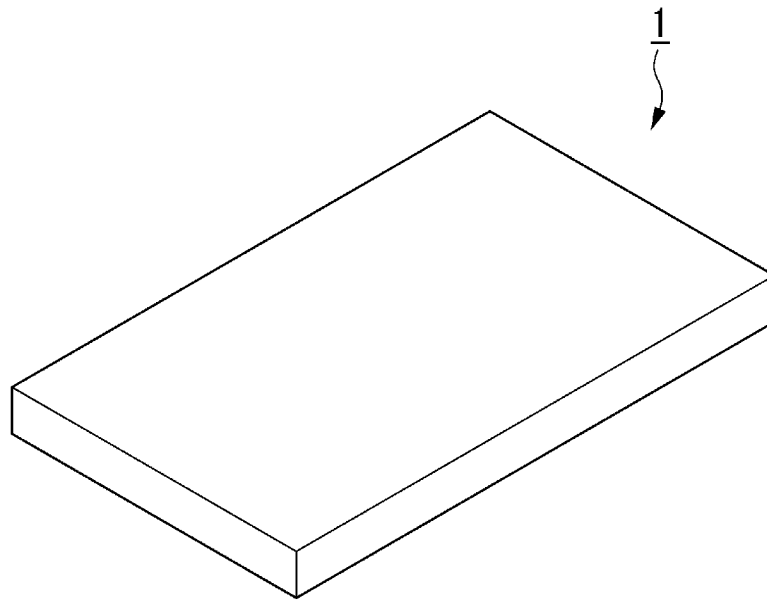
前記第3金属粉末中のN iの含有量が、前記第3金属粉末の総質量に対して、50質量%以上であり、

前記第3金属粉末の融点が、300℃超であり、

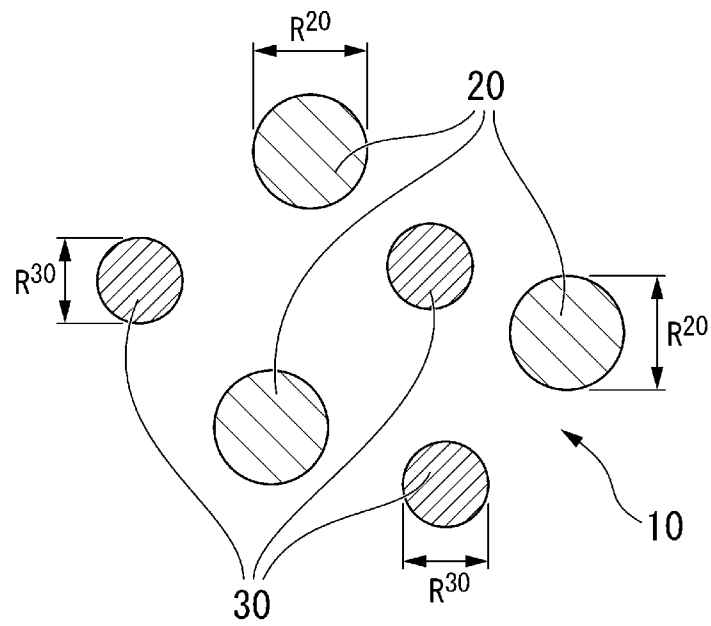
前記混合工程で、前記第1金属粉末と前記第2金属粉末と前記第3金属粉末とを、前記第1金属粉末を20～90質量部、前記第2金属粉末を1～70質量部、及び前記第3金属粉末を5～30質量部の割合で混合する、請求項11に記載のプリフォームはんだの製造方法。

- [請求項13] 前記第3金属粉末は、コア部と、コア部を被覆する表層とからなる構造を有し、
- 前記第3金属粉末の前記表層を形成する金属の組成は、前記第1金属粉末及び前記第2金属粉末の組成とは異なり、
- 前記第3金属粉末の前記表層を形成する前記金属は、Niのみからなるか、又は、NiとNi以外の金属とを含み、
- 前記第3金属粉末の前記表層を形成する前記金属中のNiの含有量は、前記第3金属粉末の前記表層を形成する前記金属の総質量に対して、50質量%以上であり、
- 前記第3金属粉末の前記表層を形成する金属の融点が、300℃超であり、
- 前記混合工程で、前記第1金属粉末と前記第2金属粉末と前記第3金属粉末とを、前記第1金属粉末を20～90質量部、前記第2金属粉末を1～70質量部、及び前記第3金属粉末を5～30質量部の割合で混合する、請求項11に記載のプリフォームはんだの製造方法。
- [請求項14] 前記第3金属粉末は、前記コア部と前記コア部を被覆する前記表層との間に、中間層を有する、請求項13に記載のプリフォームはんだの製造方法。
- [請求項15] 前記第3金属粉末を第4金属で被覆する工程をさらに含む、請求項11～14のいずれか一項に記載のプリフォームはんだの製造方法。
- [請求項16] 請求項11～14のいずれか一項に記載のプリフォームはんだの製造方法により製造されたプリフォームはんだを使用して、対象物間に接合部位を形成する、はんだ継手の製造方法。
- [請求項17] 請求項15に記載のプリフォームはんだの製造方法により製造されたプリフォームはんだを使用して、対象物間に接合部位を形成する、はんだ継手の製造方法。

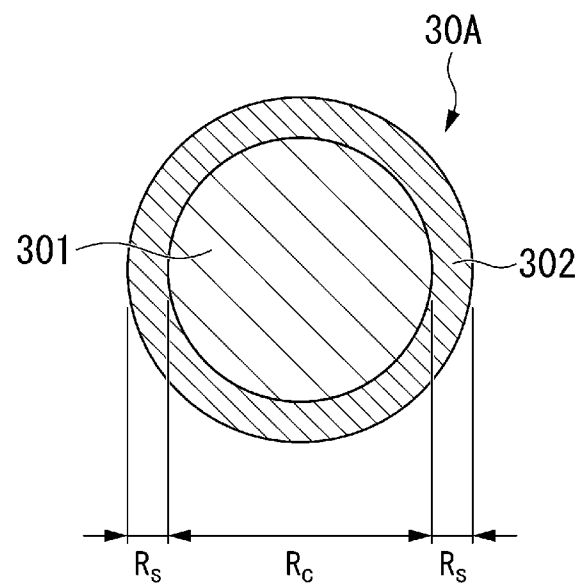
[図1]



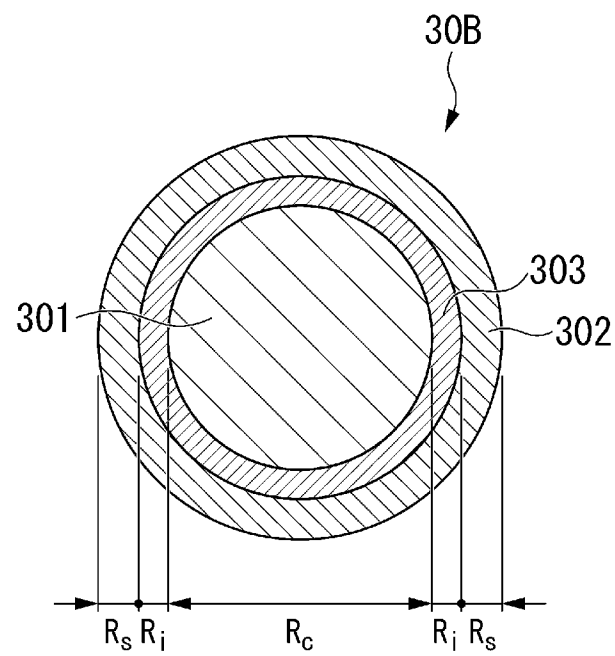
[図2]



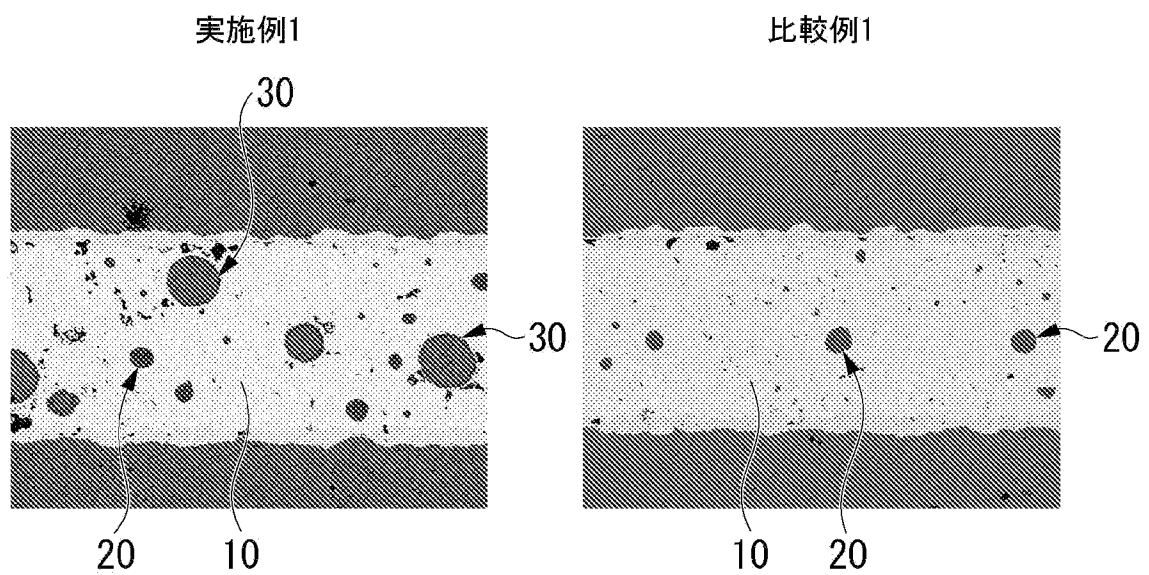
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/041303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23K 35/14**(2006.01)i; **B23K 35/26**(2006.01)i; **C22C 13/00**(2006.01)i; **C22C 19/03**(2006.01)i

FI: B23K35/14 Z; B23K35/26 310A; C22C13/00; C22C19/03 G

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)

B23K35/14; B23K35/26; C22C13/00; C22C19/03

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2025

Registered utility model specifications of Japan 1996-2025

Published registered utility model applications of Japan 1994-2025

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	JP 2022-155884 A (SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD.) 14 October 2022 (2022-10-14)	1-2, 6-7, 11-12, 16
A	paragraphs [0027]-[0045], [0049]-[0057], [0060], [0066]	3-5, 8-10, 13-15, 17
A	JP 2013-081966 A (FUJITSU LIMITED) 09 May 2013 (2013-05-09)	1-17
A	JP 2012-076098 A (TDK CORPORATION) 19 April 2012 (2012-04-19)	1-17
A	JP 2012-091223 A (TDK CORPORATION) 17 May 2012 (2012-05-17)	1-17
A	WO 2015/114771 A1 (SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD.) 06 August 2015 (2015-08-06)	1-17
A	WO 2017/154330 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 14 September 2017 (2017-09-14)	1-17
A	JP 2021-20254 A (NIHON SUPERIOR CO., LTD.) 18 February 2021 (2021-02-18)	1-17



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

31 January 2025

Date of mailing of the international search report

18 February 2025

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/041303

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 114131237 A (ZHEJIANG SUTONG WELDING MATERIAL CO., LTD.) 04 March 2022 (2022-03-04)	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/041303

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-155884	A	14 October 2022	US 2022/0324062 A1 paragraphs [0042]-[0080], [0090]-[0109], [0113]-[0116], [0133]-[0138] US 2023/0201976 A1 EP 4066983 A1 CN 115139009 A KR 10-2022-0136182 A TW 202239979 A MY 196794 A	
JP	2013-081966	A	09 May 2013	US 2013/0087605 A1 CN 103028861 A KR 10-2013-0037631 A	
JP	2012-076098	A	19 April 2012	(Family: none)	
JP	2012-091223	A	17 May 2012	(Family: none)	
WO	2015/114771	A1	06 August 2015	TW 201529870 A	
WO	2017/154330	A1	14 September 2017	US 2019/0001444 A1	
JP	2021-20254	A	18 February 2021	US 2022/0274212 A1 WO 2021/020309 A1 EP 4005727 A1 CN 114173983 A	
CN	114131237	A	04 March 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

B23K 35/14(2006.01)i; B23K 35/26(2006.01)i; C22C 13/00(2006.01)i; C22C 19/03(2006.01)i

FI: B23K35/14 Z; B23K35/26 310A; C22C13/00; C22C19/03 G

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））

B23K35/14; B23K35/26; C22C13/00; C22C19/03

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1971-2025年

日本国実用新案登録公報1996-2025年

日本国登録実用新案公報1994-2025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	JP 2022-155884 A（千住金属工業株式会社）14.10.2022（2022 - 10 - 14） 段落0027-0045, 0049-0057, 0060, 0066	1-2, 6-7, 11-12, 16
A		3-5, 8-10, 13-15, 17
A	JP 2013-081966 A（富士通株式会社）09.05.2013（2013 - 05 - 09）	1-17
A	JP 2012-076098 A（TDK株式会社）19.04.2012（2012 - 04 - 19）	1-17
A	JP 2012-091223 A（TDK株式会社）17.05.2012（2012 - 05 - 17）	1-17
A	WO 2015/114771 A1（千住金属工業株式会社）06.08.2015（2015 - 08 - 06）	1-17
A	WO 2017/154330 A1（株式会社村田製作所）14.09.2017（2017 - 09 - 14）	1-17
A	JP 2021-20254 A（株式会社日本スベリア社）18.02.2021（2021 - 02 - 18）	1-17
A	CN 114131237 A（ZHEJIANG SUITONG WELDING MATERIAL CO., LTD.）04.03.2022 （2022 - 03 - 04）	1-17

☐ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

“I” 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抵触するものではなく、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

31.01.2025

国際調査報告の発送日

18.02.2025

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

川口 由紀子 4K 5798

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/041303

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2022-155884	A	14.10.2022	US 2022/0324062 A1 段落0042-0080, 0090-0109, 0113-0116, 0133-0138 US 2023/0201976 A1 EP 4066983 A1 CN 115139009 A KR 10-2022-0136182 A TW 202239979 A MY 196794 A	
JP	2013-081966	A	09.05.2013	US 2013/0087605 A1 CN 103028861 A KR 10-2013-0037631 A	
JP	2012-076098	A	19.04.2012	(ファミリーなし)	
JP	2012-091223	A	17.05.2012	(ファミリーなし)	
WO	2015/114771	A1	06.08.2015	TW 201529870 A	
WO	2017/154330	A1	14.09.2017	US 2019/0001444 A1	
JP	2021-20254	A	18.02.2021	US 2022/0274212 A1 WO 2021/020309 A1 EP 4005727 A1 CN 114173983 A	
CN	114131237	A	04.03.2022	(ファミリーなし)	