

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6691305号  
(P6691305)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月14日(2020.4.14)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>B 2 3 K 35/26</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A
<b>C 2 2 C 13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 13/00	
<b>C 2 2 C 13/02</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 13/02	
<b>B 2 3 K 35/22</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 K 35/22	3 1 0 A

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2018-136761 (P2018-136761)	(73) 特許権者	000199197 千住金属工業株式会社 東京都足立区千住橋戸町2 3 番地
(22) 出願日	平成30年7月20日 (2018.7.20)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(65) 公開番号	特開2020-11286 (P2020-11286A)	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
(43) 公開日	令和2年1月23日 (2020.1.23)	(74) 代理人	100117189 弁理士 江口 昭彦
審査請求日	令和1年11月26日 (2019.11.26)	(74) 代理人	100134120 弁理士 内藤 和彦
早期審査対象出願		(74) 代理人	100109586 弁理士 土屋 徹雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 はんだ材料、ソルダペースト、及びはんだ継手

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

40 ~ 250 質量 ppm の As、及び 20 質量 ppm ~ 3 質量 % の Bi を含み、残部の Sn からなり、As 濃化層を表面に有し、前記 As 濃化層の存在は以下の判定基準により確認されるものであり、As 濃化層の SiO<sub>2</sub> 換算の厚みが 0.5 ~ 8.0 nm である、はんだ合金。

(判定基準)

5.0 mm x 5.0 mm の大きさのサンプル (5.0 mm x 5.0 mm の範囲にはんだ合金 (はんだ粉末、はんだボール等) を隙間なく敷き詰めたもの) を用意し、その中から任意の 700 μm x 300 μm のエリアを選定し、イオンスパッタリングを併用した XPS 分析を行う。サンプル 1 個につき 1 つのエリアを選定し、3 つのサンプルについてそれぞれ 1 回ずつ、合計 3 回の分析を行う。全 3 回の分析の全てにおいて後述の S1 と S2 の大小関係が一致する場合 (As 濃化層が表面側に存在している場合は、全 3 回の分析全てにおいて S1 > S2 となる場合)、As 濃化層が形成されていると判断する。

ここで、S1、S2 及び D1 の定義は以下の通りである。

S1 : 上述のサンプルについて行った XPS 分析のチャートにおいて、SiO<sub>2</sub> 換算の深さが 0 ~ 2 x D1 (nm) の領域における As の検出強度の積分値

S2 : 上述のサンプルについて行った XPS 分析のチャートにおいて、SiO<sub>2</sub> 換算の深さが 2 x D1 ~ 4 x D1 (nm) の領域における As の検出強度の積分値

D1 : 上述のサンプルについて行った XPS 分析のチャートにおいて、O 原子の検出強

度が最大となる  $SiO_2$  換算の深さ ( $D_{o \cdot max} (nm)$ ) より深い部分において、O 原子の検出強度が最大検出強度 ( $D_{o \cdot max}$  における強度) の  $1/2$  の強度となる最初の  $SiO_2$  換算の深さ ( $nm$ )

なお、XPS 分析チャートにおいて、O 原子の検出強度が最大値を取らず、D1 が定義できない場合には、As 濃化層は存在していないと判断する。

【請求項 2】

0 ~ 3.5 質量% の Ag 及び / 又は 0 ~ 0.7 質量% の Cu を更に含む、請求項 1 に記載のはんだ合金。

【請求項 3】

前記はんだ合金の形態が粉末である、請求項 1 又は 2 に記載のはんだ合金。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載のはんだ合金、及びフラックスからなるソルダペースト。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載のはんだ合金から形成される、はんだ継手。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、はんだ材料、ソルダペースト、及びはんだ継手に関する。

【背景技術】

【0002】

プリント基板への電子部品の実装といった、電子機器における電子部品の固定と電気的接続は、コスト面及び信頼性の面で最も有利なはんだ付けにより一般に行われている。

20

【0003】

はんだ材料は一般に Sn を主成分とするところ、製造時や製造後に Sn と空気中の酸素が反応し、表面に Sn 酸化物による膜が形成され、黄色の変色を引き起こすことがある。

【0004】

はんだ材料の変色を改善する方法としては、はんだ材料に、P、Ge、Ga などの元素を添加することが知られている。これらの元素は、Sn よりも酸化物の標準生成自由エネルギーが小さく、非常に酸化されやすい。したがって、溶融はんだからはんだ粉末やはんだボール等のはんだ材料を形成する際に、Sn ではなく P、Ge、Ga などの元素が酸化されて表面に濃化し、はんだ表面の黄色変化を抑制することができる。しかし、一般的にはんだ材料には、溶融した際に電子部品の金属上を広がっていく性質（濡れ性）が求められるところ、P、Ge、Ga などの元素を添加した場合には、はんだ材料の濡れ性が低下してしまう。はんだ材料の濡れ性が悪いとはんだ付け不良が発生する原因になる。

30

【0005】

また、はんだ付けの中でも、電子機器の基板への電子部品の接合・組立てにおいては、ソルダペーストを使用したはんだ付けがコスト面及び信頼性の面で有利であり、最も普通に行われている。ソルダペーストは、はんだ材料（はんだ粉末）と、ロジン、活性剤、チキソトロピック剤、溶剤などのはんだ材料以外の成分を含むフラックスとを混練してペースト状にした混合物である。

40

ソルダペーストの基板への塗布は、例えば、メタルマスクを用いたスクリーン印刷により行われる。そのため、ソルダペーストの印刷性を確保するために、ソルダペーストの粘度は適度である必要がある。しかし、一般に、ソルダペーストは、保存安定性に劣り、経時でソルダペーストの粘度が上昇してしまうことがある。

【0006】

さらに、ソルダペーストを構成するはんだ材料においては、液相線温度 ( $T_L$ ) と固相線温度 ( $T_S$ ) との差 ( $T = T_L - T_S$ ) が大きくなると、電子機器の基板に塗布後、凝固する際にはんだ材料の組織が不均一となりやすく、将来的な信頼性を低下させる原因になる。

【0007】

50

B iを含有するはんだ材料としては、例えば、A g : 2 . 8 ~ 4 . 2 重量%、C u : 0 . 4 ~ 0 . 6 重量%、B iを5 0 ~ 1 0 0 0 p p m含有し、残部がS n及び不可避不純物からなる成分組成を有しているバンプ用はんだ合金粉末が提案されている(特許文献1)

しかし、特許文献1に記載されたはんだ材料は、バンプ形成時に生じる突起を抑制することを課題としていて、変色やソルダペーストとしたときの経時での粘度上昇の問題を改善するものではない。

【0008】

以上のように、変色や、ペーストとしたときの経時での粘度上昇の問題が抑制され、しかも濡れ性及び信頼性にも優れるはんだ材料が望まれている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2013-237089号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、ペーストとしたときの経時での粘度上昇が小さく、濡れ性及び信頼性に優れるはんだ合金を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0011】

本発明者らは、上記課題を解決するべく鋭意研究した結果、表面側にA s濃化層を有するはんだ材料は、ペーストとしたときの粘度の経時変化が少なく、しかも、A sを含有するはんだ材料は通常は濡れ性が低くなる傾向があるにもかかわらず、表面にA s濃化層が形成されていれば、そのような濡れ性の低下もないことを見出し、このような材料を用いれば上記課題を解決できることを知見し、本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明の具体的態様は以下のとおりである。

なお、本明細書において、「~」を用いて数値範囲を表す際は、その範囲は両端の数値を含むものとする。また、各元素の含有量は、例えば、J I S Z 3 9 1 0 に準拠にしてI C P - A E Sで分析することにより測定することができる。

30

【0012】

[1] S n又はS n系合金、4 0 ~ 2 5 0 質量p p mのA s、及び2 0 質量p p m ~ 3 質量%のB iを含み、A s濃化層を有する、はんだ材料。

[2] 前記S n又はS n系合金が、0 . 0 0 5 ~ 4 0 質量%のA g及び/又は0 . 0 0 1 ~ 1 0 質量%のC uを含むS n系合金である、[1]に記載のはんだ材料。

[3] 前記はんだ材料の形態が粉末である、[1]又は[2]に記載のはんだ材料。

[4] [3]に記載のはんだ材料、及びフラックスを含むソルダペースト。

[5] 酸化ジルコニウム粉末をさらに含む[3]に記載のソルダペースト。

[6] ソルダペースト全体の質量に対する酸化ジルコニウム粉末の含有量が0 . 0 5 ~ 2 0 . 0 質量%である、[4]に記載のソルダペースト。

40

[7] S n又はS n系合金、4 0 ~ 2 5 0 質量p p mのA s、及び2 0 質量p p m ~ 3 質量%のB iを含み、A s濃化層を有する、はんだ継手。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、濡れ性も良好で、サイクル特性等の信頼性が高く、ソルダペーストとしたときの経時での粘度上昇の小さいはんだ材料を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】はんだ材料表面のX P S分析のチャートの一例である。

【図2】はんだ材料表面のX P S分析のチャートの一例である。

50

【図3】はんだ材料表面のXPS分析のチャートの一例である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を実施するための形態（以下、「本実施形態」という。）について説明する。

ただし、本発明はこれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【0016】

本実施形態において、はんだ材料は、Sn又はSn系合金、40～250質量ppmのAs、及び20質量ppm～3質量%のBiを含む。

10

【0017】

ここで、Snの純度は、特に限定されず、例えば、純度が3N（99.9%以上）、4N（99.99%以上）、5N（99.999%以上）であるもの等の当業界で一般的なものをを用いることができる。

また、Sn系合金としては、Sn-Ag合金、Sn-Cu合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Ag-Cu-Ni-Co合金、Sn-In合金、Sn-Sb合金や前記合金組成にAg、Cu、In、Ni、Co、Sb、Ge、P、Fe、Zn、Al、Ga等を更に添加した合金が挙げられる。Sn系合金中のSnの含有量に限定はないが、例えば、40質量%超とすることができる。

なお、Sn及びSn系合金は、不可避不純物を含んでいてもよい。

20

【0018】

本実施形態においてSn系合金は、はんだ濡れ性、融点、その他のはんだ材料としての物性の観点から、0.005～40質量%のAg及び/又は0.001～10質量%のCuを含み、残部がSnであるものが好ましい。

この場合、Tの観点からは、はんだ材料全体の質量に対するAgの含有量は、4質量%以下が好ましい。Agの含有量が3.8質量%を超えるとTが大幅に増大する傾向にある。はんだ材料全体の質量に対するAgの含有量は、0.1～3.8質量%がより好ましく、0.5～3.5質量%が最も好ましい。

また、Tの観点からは、はんだ材料全体の質量に対するCuの含有量は、1.0質量%以下が好ましい。Cuの含有量が0.9質量%を超えるとTが大幅に増大する傾向にある。はんだ材料全体の質量に対するCuの含有量は、0.05～0.9質量%がより好ましく、0.1～0.7質量%が最も好ましい。

30

なお、上記のAg及びCuの含有量の好ましい数値範囲は各々独立したものであって、Ag及びCuの含有量は各々独立して決定することができる。

【0019】

本実施形態において、はんだ材料全体の質量に対するAsの含有量は、40～250質量ppm（0.0040～0.0250質量%）であり、50～150質量ppmが好ましく、50～100質量ppmがより好ましい。Asの含有量が40質量ppm未満であると、As濃化層を形成することが極めて難しい。

Asは、はんだ材料全体の質量に対する含有量が40～250質量ppmであるという条件を満たし、はんだ材料中にAs濃化層が存在していれば、その一部又は全部がSnやSn系合金と共に合金（金属間化合物や固溶体等）を構成していてもよいし、Sn系合金とは別に、例えばAs単体や酸化物として、存在していてもよい。

40

【0020】

本実施形態において、はんだ材料全体の質量に対するBiの含有量は、20質量ppm～3質量%（0.002～3質量%）である。Biが十分に存在していると粘度上昇が抑制される傾向にあることが判明した。その理由は明らかではないが、BiはSnに対して貴な金属であり、そのため、Sn-Bi合金はSnよりもイオン化しにくく、フラックスへのイオン状態（塩）としての溶出が起こりにくくなるためと考えられる。ただし、機序はこれによらない。一方で、Biの含有量が大きすぎると液相線温度（ $T_L$ ）と固相線温

50

度 ( $T_s$ ) との差 ( $T = T_L - T_s$ ) が大きくなり、サイクル特性等の信頼性を低下させるおそれがある。このような観点から、はんだ材料全体の質量に対する  $B_i$  の含有量は、 $0.005 \sim 2.5$  質量%であることが好ましく、 $0.01 \sim 1$  質量%であることがより好ましい。

$B_i$  は、はんだ材料全体の質量に対する含有量が  $20$  質量 ppm  $\sim 3$  質量%であるという条件を満たしていれば、全部が  $S_n$  や  $S_n$  系合金と共に合金 (金属間化合物や固溶体等) を構成していてもよいし、その一部が  $S_n$  系合金とは別に存在していてもよい。

#### 【0021】

本実施形態においては、はんだ材料は、その少なくとも一部に  $A_s$  濃化層を有する。ここで、 $A_s$  濃化層とは、 $A_s$  濃度が、はんだ材料中の平均  $A_s$  濃度 (はんだ材料全体の質量に対する  $A_s$  の含有量) より高くなっている領域をいい、具体的には後述の判定基準により存在を確認することができる。

$A_s$  濃化層は、はんだ材料の表面側の少なくとも一部に存在していることが好ましく、表面全体を覆っていることが好ましい。

#### 【0022】

(判定基準)

$5.0 \text{ mm} \times 5.0 \text{ mm}$  の大きさのサンプル (はんだ材料が板状でない場合には、 $5.0 \text{ mm} \times 5.0 \text{ mm}$  の範囲にはんだ材料 (はんだ粉末、はんだボール等) を隙間なく敷き詰めたもの) を用意し、その中から任意の  $700 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$  のエリアを選定し、イオンスパッタリングを併用した XPS 分析を行う。サンプル 1 個につき 1 つのエリアを選定し、3 つのサンプルについてそれぞれ 1 回ずつ、合計 3 回の分析を行う。全 3 回の分析の全てにおいて後述の  $S_1$  と  $S_2$  の大小関係が一致する場合 ( $A_s$  濃化層が表面側に存在している場合は、全 3 回の分析全てにおいて  $S_1 > S_2$  となる場合)、 $A_s$  濃化層が形成されていると判断する。

ここで、 $S_1$ 、 $S_2$  及び  $D_1$  の定義は以下の通りである。

$S_1$  : 上述のサンプルについて行った XPS 分析のチャートにおいて、 $SiO_2$  換算の深さが  $0 \sim 2 \times D_1$  (nm) の領域における  $A_s$  の検出強度の積分値

$S_2$  : 上述のサンプルについて行った XPS 分析のチャートにおいて、 $SiO_2$  換算の深さが  $2 \times D_1 \sim 4 \times D_1$  (nm) の領域における  $A_s$  の検出強度の積分値

$D_1$  : 上述のサンプルについて行った XPS 分析のチャートにおいて、O 原子の検出強度が最大となる  $SiO_2$  換算の深さ ( $D_o \cdot \max$  (nm)) より深い部分において、O 原子の検出強度が最大検出強度 ( $D_o \cdot \max$  における強度) の  $1/2$  の強度となる最初の  $SiO_2$  換算の深さ (nm) (図 3 参照)。

ただし、本判定基準における XPS 分析の詳細な条件は、後述の「(1)  $A_s$  濃化層の有無の評価」の記載に従う。

なお、本判定基準においては、 $D_1$  が定義できる、すなわち、XPS 分析チャートにおいて、O 原子の検出強度が最大値を取るということを前提としており、 $D_1$  が定義できない場合 (O 原子の検出強度が常に一定等の場合) には、 $A_s$  濃化層は存在していないと判断するものとする。

#### 【0023】

$A_s$  濃化層が存在すると、濡れ性、ソルダペーストとしたときの粘度上昇の問題が解決できる理由は明らかでないが、粘度上昇は  $S_n$  や  $S_n$  酸化物とソルダペースト (フラックス) に含まれる活性剤等の各種添加剤との間で生じる反応により、塩が形成されたり、はんだ材料が凝集すること等によって引き起こされると考えられるところ、はんだ材料の表面に  $A_s$  濃化層が存在すると、はんだ合金とフラックスの間に  $A_s$  濃化層が介在することになり、上述のような反応が起こりにくくなるためと考えられる。ただし、機序はこれによらない。

#### 【0024】

本実施形態において、 $A_s$  濃化層の厚み ( $SiO_2$  換算) に限定はないが、 $0.5 \sim 8.0 \text{ nm}$  が好ましく、 $0.5 \sim 4.0 \text{ nm}$  がより好ましく、 $0.5 \sim 2.0 \text{ nm}$  が最も好

10

20

30

40

50

ましい。ここで、A s 濃化層の厚みとは、 $2 \times D 1$ をいう。

A s 濃化層の厚みが上記の範囲であると、濡れ性に悪影響を及ぼすことなく、ソルダペーストとしたときの経時での粘度上昇を十分に抑えることができる。

【0025】

本実施形態のはんだ材料は、はんだ材料全体の質量に対するA sの含有量及びB iの含有量が上記範囲内であり、はんだ材料にA s濃化層が含まれることにより、ソルダペーストとしたときの経時での粘度上昇が抑制され、しかも、濡れ性や信頼性にも優れる。

【0026】

本実施形態のはんだ材料の製造方法に限定はなく、原料金属を熔融混合することにより製造することができる。

はんだ材料中にA s濃化層を形成する方法にも限定はない。A s濃化層の形成方法の一例としては、はんだ材料を酸化雰囲気(空気や酸素雰囲気)中で加熱することが挙げられる。加熱温度に限定はないが、例えば、 $40 \sim 200$  とすることができ、 $50 \sim 80$  であってもよい。加熱時間にも限定はなく、例えば、数分～数日間、好ましくは数分～数時間とすることができる。十分な量のA s濃化層を形成するためには、加熱時間は10分以上、さらには20分以上とすることが好ましい。

【0027】

本実施形態において、はんだ材料の形態に特に限定されなく、棒はんだのような棒状であってもよいし、ワイヤ状であってもよいし、はんだボールやはんだ粉末等の粒子状であってもよい。

はんだ材料が粒子状であるとはんだ材料の流動性が向上する。

【0028】

粒子状のはんだ材料の製造方法に限定はなく、熔融させたはんだ材料を滴下して粒子を得る滴下法や遠心噴霧する噴霧法、バルクのはんだ材料を粉碎する方法等、公知の方法を採用することができる。滴下法や噴霧法において、滴下や噴霧は、粒子状とするために不活性雰囲気や溶媒中で行うことが好ましい。

【0029】

また、はんだ材料が粒子状である場合、J I S Z 3284-1: 2014における粉末サイズの分類(表2)において記号1～8に該当するサイズ(粒度分布)を有していると、微細な部品へのはんだ付けが可能となる。粒子状はんだ材料のサイズは、記号4～8に該当するサイズであることがより好ましく、記号5～8に該当するサイズであることがより好ましい。

はんだ材料が粒子状である場合、真球度は0.90以上が好ましく、0.95以上がより好ましく、0.99以上が最も好ましい。

【0030】

本実施形態において、はんだ材料の使用形態は特に限定されない。例えば、油脂等と混合してやに入りはんだとしてもよいし、はんだ材料が粉末状である場合には、ロジン系樹脂、活性剤、溶剤等を含むフラックスと混合してソルダペーストとして使用したり、はんだボールとして使用することができるが、本実施形態のはんだ材料は、ソルダペーストとした場合の経時的な粘度上昇が小さいので、とりわけソルダペーストとして使用するのに適している。

【0031】

本実施形態において、ソルダペーストは、本実施形態のはんだ粉末とフラックスとを含む。

ここで、「フラックス」とは、ソルダペーストにおけるはんだ粉末以外の成分全体のことをいい、はんだ粉末とフラックスとの質量比(はんだ粉末:フラックス)に限定はなく、用途に応じて適宜設定することができる。

【0032】

本実施形態において、フラックスの組成に限定はなく、例えば、樹脂成分;溶剤;活性剤、チクソ剤、pH調整剤、酸化防止剤、着色剤、消泡剤等の各種添加剤等を任意の割合

10

20

30

40

50

で含むことができる。樹脂、溶剤、各種添加剤についても限定はなく、ソルダペーストにおいて一般に使用されているものが使用できる。活性剤については、好ましい具体例としては有機酸、アミン、ハロゲン(有機ハロゲン化合物、アミンハロゲン化水素酸塩)等が挙げられる。

#### 【0033】

本実施形態において、ソルダペーストは、酸化ジルコニウム粉末をさらに含むことができる。ソルダペースト全体の質量に対する酸化ジルコニウム粉末の含有量は、0.05～20.0質量%が好ましく、0.05～10.0質量%がより好ましく、0.1～3質量%が最も好ましい。

酸化ジルコニウム粉末の含有量が上記範囲内であれば、フラックスに含まれる活性剤が酸化ジルコニウム粉末と優先的に反応し、はんだ粉末表面のSnやSn酸化物との反応が起こりにくくなることで経時変化による粘度上昇を更に抑制する効果が発揮される。

#### 【0034】

ソルダペーストに添加する酸化ジルコニウム粉末の粒径の上限に限定はないが、5 $\mu$ m以下であることが好ましい。粒径が5 $\mu$ m以下であるとペーストの印刷性を維持することができる。また、下限も特に限定されることはないが、0.5 $\mu$ m以上であることが好ましい。上記粒径は、酸化ジルコニウム粉末のSEM写真を撮影し、視野内に存在する各粒子について画像解析により投影円相当径を求めたときの、投影円相当径が0.1 $\mu$ m以上であるものの投影円相当径の平均値とする。

酸化ジルコニウム粒子の形状は特に限定されないが、異形状であればフラックスとの接触面積が大きく増粘抑制効果がある。球形であると良好な流動性が得られるためにペーストとしての優れた印刷性が得られる。所望の特性に応じて適宜形状を選択すればよい。

#### 【0035】

本実施形態において、ソルダペーストは、本実施形態のはんだ材料(はんだ粉末)とフラックスとを公知の方法により混練することにより製造することができる。

本実施形態におけるソルダペーストは、例えば、電子機器における微細構造の回路基板に使用することができ、具体的には、メタルマスクを用いた印刷法、ディスペンサを用いた吐出法、又は転写ピンによる転写法等により、はんだ付け部に塗布し、リフローを行うことができる。

#### 【0036】

本実施形態において、はんだ材料は、2つ又はそれ以上の各種部材を接合する継手(接合部分)として使用することができる。接合部材に限定はなく、例えば、電子機器部材の継手としても有用である。

本実施形態において、はんだ継手は、Sn又はSn系合金、40～250質量ppmのAs、及び20質量ppm～3質量%のBiを含み、少なくともその一部にAs濃化層を含む。本実施形態のはんだ継手は、上述の本実施形態のはんだ材料と同様の組成及び物性を有することができ、上述の本実施形態のはんだ材料を用いて形成することができる。

はんだ継手全体の質量に対するAsの含有量及びBiの含有量が上記範囲内であり、はんだ継手にAs濃化層が含まれる場合には、信頼性に優れたはんだ継手となる。

#### 【0037】

本実施形態において、はんだ継手は、例えば、本実施形態のはんだ材料からなるはんだボールや本実施形態のソルダペーストを、接合予定部分に配置又は塗布し、加熱するなどの、当業界で一般的な方法で製造することができる。

#### 【0038】

以下、本発明について実施例により具体的に説明するが、本発明は実施例に記載の内容に限定されるものではない。

#### 【実施例】

#### 【0039】

(評価)

実施例、比較例それぞれのはんだ粉末について、以下のとおり、(1)As濃化層の有

10

20

30

40

50

無の評価、(2)増粘抑制の評価、(3)はんだ濡れ性の評価、(4)信頼性の評価を行った。

#### 【0040】

##### (1)As濃化層の有無の評価

As濃化層の有無は、XPS(X線光電分光法:X-ray Photoelectron Spectroscopy)による深さ方向分析を用いて以下の様に評価した。

##### (分析条件)

・分析装置:微小領域X線光電子分光分析装置(クレイトス・アナリティカル社製AXIS Nova)

・分析条件:X線源 AlK線、X線銃電圧 15kV、X線銃電流値 10mA、分析エリア 700 $\mu$ m $\times$ 300 $\mu$ m

・スパッタ条件:イオン種 Ar<sup>+</sup>、加速電圧 2kV、スパッタリングレート 0.5nm/min(SiO<sub>2</sub>換算)

・サンプル:カーボンテープを貼ったステージ上にはんだ材料(実施例及び比較例におけるはんだ粉末)を隙間なく平坦に敷き詰めたものを3つ用意し、サンプルとした。ただし、サンプルの大きさは5.0mm $\times$ 5.0mmとした。

##### (評価手順)

5.0mm $\times$ 5.0mmの大きさのサンプルの中から、任意の700 $\mu$ m $\times$ 300 $\mu$ mのエリアを選定し、イオンスパッタリングを行いながらSn、O及びAsの各原子についてXPS分析を行い、XPS分析のチャートを得た。サンプル1個につき1つのエリアを選定し、3つのサンプルについてそれぞれ1回ずつ、合計3回の分析を行った。

XPS分析により得られたチャートの一例を図1~3に示す。図1~3は、同一のサンプルについて縦軸の検出強度(cps)のスケールを変更したものであり、横軸はスパッタ時間から算出したSiO<sub>2</sub>換算の深さ(nm)である。XPS分析のチャートにおいては、縦軸は、検出強度(cps)であり、横軸は、スパッタ時間(min)又はスパッタ時間からSiO<sub>2</sub>標準試料のスパッタエッチングレートを用いて算出したSiO<sub>2</sub>換算の深さ(nm)のいずれかから選択できるが、図1~3においては、XPS分析のチャートにおける横軸を、スパッタ時間からSiO<sub>2</sub>標準試料のスパッタエッチングレートを用いて算出したSiO<sub>2</sub>換算の深さ(nm)とした。

そして、各サンプルのXPS分析のチャートにおいて、O原子の検出強度が最大となったSiO<sub>2</sub>換算の深さをDo $\cdot$ max(nm)とした(図2参照)。そして、Do $\cdot$ maxより深い部分において、O原子の検出強度が、最大検出強度(Do $\cdot$ maxにおける強度)の1/2の強度となる最初のSiO<sub>2</sub>換算の深さをD1(nm)とした。

次いで、各サンプルのXPS分析のチャートにおいて、最表面から深さ2 $\times$ D1までの領域(SiO<sub>2</sub>換算の深さが0~2 $\times$ D1(nm)の領域)におけるAsの検出強度の積分値(S1)と、深さ2 $\times$ D1からさらに2 $\times$ D1だけ深い部分までの領域(SiO<sub>2</sub>換算の深さが2 $\times$ D1~4 $\times$ D1(nm)の領域)におけるAsの検出強度の積分値(S2)(図3参照)とを求め、その比較を行った。

そして、以下の基準に基づいて評価を行った。

・全3回の測定の全てにおいてS1>S2となる

：As濃化層が形成されている( )

・全3回の測定のうちの2回以下の回数でS1>S2となる

：As濃化層が形成されていない(x)

#### 【0041】

##### (2)増粘抑制の評価

以下の表1に示す組成の各材料を加熱攪拌した後、冷却することによりフラックスを調製した。調製したフラックス、並びに実施例、比較例それぞれのはんだ粉末を、フラックスとはんだ粉末との質量比(フラックス:はんだ粉末)が11:89となるように混練してソルダペーストを製造した。

#### 【0042】

10

20

30

40

50



【表 1】

フラックス材料	配合比 (質量%)
ロジン	42
グリコール系溶剤	35
チキソ剤	8
有機酸	10
アミン	2
ハロゲン	3
合計	100

10

## 【0043】

得られたソルダペーストについて、JIS Z 3284-3の「4.2 粘度特性試験」に記載された方法に従って、回転粘度計(PCU-205、株式会社マルコム製)を用い、回転数: 10 rpm、測定温度: 25 にて、粘度を12時間測定し続けた。そして、初期粘度(攪拌30分後の粘度)と12時間後の粘度とを比較し、以下の基準に基づいて増粘抑制効果の評価を行った。

12時間後の粘度 初期粘度  $\times 1.2$  : 経時での粘度上昇が小さく良好( )

12時間後の粘度 > 初期粘度  $\times 1.2$  : 経時での粘度上昇が大きく不良(x)

## 【0044】

(3) はんだ濡れ性の評価

20

上記の「(2) 増粘抑制の評価」と同様にして、実施例及び比較例それぞれのはんだ粉末を用いてソルダペーストを製造した。

得られたソルダペーストを、Cu板上に開口径6.5mm、開口数4個、マスク厚0.2mmのメタルマスクを用いて印刷し、リフロー炉において、N<sub>2</sub>雰囲気下、昇温速度1/secで25 から260 まで加熱した後、室温(25 )まで空冷し、4個のはんだバンプを形成した。光学顕微鏡(倍率: 100倍)を用いて、得られたはんだバンプの外観を観察し、以下の基準に基づいて評価を行った。

4個のはんだバンプの全てにおいて溶融しきれないはんだ粒子が観察されなかった。

: はんだ濡れ性が良好( )

4個のはんだバンプのうちの1個以上において溶融しきれないはんだ粒子が観察された

30

: はんだ濡れ性が不良(x)

## 【0045】

(4) 信頼性の評価

実施例、比較例それぞれのはんだ粉末について、示差走査熱量計(EXSTAR DSC7020、エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社製)を用いて、昇温速度: 5 /分(180 ~ 250 )、降温速度: -3 /分(250 ~ 150 )、キャリアガス: N<sub>2</sub>の測定条件でDSC測定を行い、液相線温度(T<sub>L</sub>)及び固相線温度(T<sub>S</sub>)を測定した。そして、液相線温度(T<sub>L</sub>)と固相線温度(T<sub>S</sub>)との差(T = T<sub>L</sub> - T<sub>S</sub>)を算出し、以下の基準に基づいて評価を行った。

Tが10 以内: 信頼性に優れる( )

40

Tが10 超 : 信頼性に劣る(x)

はんだ粉末の液相線温度(T<sub>L</sub>)と固相線温度(T<sub>S</sub>)との差(T = T<sub>L</sub> - T<sub>S</sub>)が大きい場合、当該はんだ粉末を含むソルダペーストを電子機器の基板に塗布後、凝固する際に、はんだ粉末の表面に融点の高い組織が析出しやすい。はんだ粉末の表面に融点の高い組織が析出すると、その後、はんだ粉末の内側に向かって融点の低い組織が逐次析出し、はんだ粉末の組織が不均一となりやすく、サイクル性等の信頼性を低下させる原因になる。

## 【0046】

(実施例A1~A35、比較例A1~A12)

S<sub>n</sub>、A<sub>s</sub>及びB<sub>i</sub>を、A<sub>s</sub>及びB<sub>i</sub>の含有量が以下の表2に示すようになり、S<sub>n</sub>がその残部(S<sub>n</sub>、A<sub>s</sub>及びB<sub>i</sub>の合計が100質量%となるような残部)となるよう秤取

50

り、熔融混合し、A r 雰囲気中で遠心噴霧することにより粉末（平均粒径 21  $\mu\text{m}$ 、J I S Z 3 2 8 4 - 1 : 2 0 1 4 の粉末サイズ分類（表 2）の 5 に該当）を調製した。得られた粉末を空気中において乾燥装置を用いて 60 で 30 分間加熱し、実施例、比較例のはんだ粉末を得た。ただし、比較例 A 1 ~ A 6 については、加熱処理は施さず、遠心噴霧に得られた粉末をそのままはんだ粉末とした。

なお、以下の表中、A s の含有量ははんだ材料全体の質量に対する質量 p p m、B i の含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量 % である。

また、S n としては、不可避不純物を含む 3 N 材を用いた。

10

#### 【 0 0 4 7 】

（実施例 B 1 ~ B 3 5、比較例 B 1 ~ B 1 2）

S n、A s、B i 及び C u を、C u の含有量が 0.7 質量%、A s 及び B i の含有量が以下の表 3 に示すようになり、S n がその残部（S n、A s、B i 及び C u の合計が 100 質量%となるような残部）となるようになるよう秤取り、熔融混合し、A r 雰囲気中で遠心噴霧することにより粉末（平均粒径 21  $\mu\text{m}$ 、粉末サイズ分類の 5）を調製した。得られた粉末を空気中において乾燥装置を用いて 60 で 30 分間加熱し、実施例、比較例のはんだ粉末を得た。ただし、比較例 B 1 ~ B 6 については、加熱処理は施さず、遠心噴霧に得られた粉末をそのままはんだ粉末とした。

なお、以下の表中、A s の含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量 p p m、B i 及び C u の含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量 % である。

また、S n としては、不可避不純物を含む 3 N 材を用いた。

20

#### 【 0 0 4 8 】

（実施例 C 1 ~ C 3 5、比較例 C 1 ~ C 1 2）

S n、A s、B i、A g 及び C u を、C u の含有量が 0.5 質量%、A g の含有量が 1.0 質量%、A s 及び B i の含有量が以下の表 4 に示すようになり、S n がその残部（S n、A s、B i、A g 及び C u の合計が 100 質量%となるような残部）となるようになるよう秤取り、熔融混合し、A r 雰囲気中で遠心噴霧することにより粉末（平均粒径 21  $\mu\text{m}$ 、粉末サイズ分類の 5）を調製した。得られた粉末を空気中において乾燥装置を用いて 60 で 30 分間加熱し、実施例、比較例のはんだ粉末を得た。ただし、比較例 C 1 ~ C 6 については、加熱処理は施さず、遠心噴霧に得られた粉末をそのままはんだ粉末とした。

なお、以下の表中、A s の含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量 p p m、B i、A g 及び C u の含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量 % である。

また、S n としては、不可避不純物を含む 3 N 材を用いた。

実施例 C 1 で得られたはんだ粉末について、S n、A s、B i、A g 及び C u の含有量を J I S Z 3 9 1 0 に準拠して I C P - A E S で分析したところ、仕込み量と一致していることが確認できた。

30

#### 【 0 0 4 9 】

（実施例 D 1 ~ D 3 5、比較例 D 1 ~ D 1 2）

S n、A s、B i、A g 及び C u を、C u の含有量が 0.5 質量%、A g の含有量が 2.0 質量%、A s 及び B i の含有量が以下の表 5 に示すようになり、S n がその残部（S n、A s、B i、A g 及び C u の合計が 100 質量%となるような残部）となるようになるよう秤取り、熔融混合し、A r 雰囲気中で遠心噴霧することにより粉末（平均粒径 21  $\mu\text{m}$ 、粉末サイズ分類の 5）を調製した。得られた粉末を空気中において乾燥装置を用いて 60 で 30 分間加熱し、実施例、比較例のはんだ粉末を得た。ただし、比較例 D 1 ~ D 6 については、加熱処理は施さず、遠心噴霧に得られた粉末をそのままはんだ粉末とした。

なお、以下の表中、A s の含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量 p p m、B i、A g 及び C u の含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量 % である。

40

50

また、S nとしては、不可避不純物を含む3 N材を用いた。

【0050】

(実施例E 1～E 35、比較例E 1～E 12)

S n、A s、B i、A g及びC uを、C uの含有量が0.5質量%、A gの含有量が3.0質量%、A s及びB iの含有量が以下の表6に示すようになり、S nがその残部(S n、A s、B i、A g及びC uの合計が100質量%となるような残部)となるようになるよう秤取り、溶融混合し、A r雰囲気中で遠心噴霧することにより粉末(平均粒径21μm、粉末サイズ分類の5)を調製した。得られた粉末を空気中において乾燥装置を用いて60で30分間加熱し、実施例、比較例のはんだ粉末を得た。ただし、比較例E 1～E 6については、加熱処理は施さず、遠心噴霧に得られた粉末をそのままはんだ粉末とした。

10

なお、以下の表中、A sの含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量ppm、B i、A g及びC uの含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量%である。

また、S nとしては、不可避不純物を含む3 N材を用いた。

【0051】

(実施例F 1～F 35、比較例F 1～F 12)

S n、A s、B i、A g及びC uを、C uの含有量が0.5質量%、A gの含有量が3.5質量%、A s及びB iの含有量が以下の表7に示すようになり、S nがその残部(S n、A s、B i、A g及びC uの合計が100質量%となるような残部)となるようになるよう秤取り、溶融混合し、A r雰囲気中で遠心噴霧することにより粉末(平均粒径21μm、粉末サイズ分類の5)を調製した。得られた粉末を空気中において乾燥装置を用いて60で30分間加熱し、実施例、比較例のはんだ粉末を得た。ただし、比較例F 1～F 6については、加熱処理は施さず、遠心噴霧に得られた粉末をそのままはんだ粉末とした。

20

なお、以下の表中、A sの含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量ppm、B i、A g及びC uの含有量は、はんだ材料全体の質量に対する質量%である。

また、S nとしては、不可避不純物を含む3 N材を用いた。

【0052】

実施例及び比較例それぞれのはんだ粉末についての、(1)A s濃化層の有無の評価、(2)増粘抑制の評価、(3)はんだ濡れ性の評価、(4)信頼性の評価の評価結果を以下の表2～7に示す。

30

【0053】

【表 2 - 1】

表 2

組成	比較例 A1		比較例 A2		比較例 A3		比較例 A4		比較例 A5		比較例 A6		比較例 A7		実施例 A8		実施例 A9		実施例 A10		実施例 A11		実施例 A12		実施例 A13		実施例 A14	
	比較例 A1	比較例 A2	比較例 A3	比較例 A4	比較例 A5	比較例 A6	比較例 A7	比較例 A8	比較例 A9	比較例 A10	比較例 A11	比較例 A12	比較例 A13	比較例 A14	実施例 A1	実施例 A2	実施例 A3	実施例 A4	実施例 A5	実施例 A6	実施例 A7	実施例 A8	実施例 A9	実施例 A10	実施例 A11	実施例 A12	実施例 A13	実施例 A14
As (質量ppm)	0	10	20	25	25	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100
Bi (質量%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	1.000	1.000	1.000	5.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
As濃化層の有無	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
増粘抑制の評価	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
はんだ濡れ性の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
信頼性 ( $\Delta T < 10^{\circ}\text{C}$ ) の評価	o	o	o	o	o	o	x	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
総合評価	x	x	x	x	x	x	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

10

20

30

40

【表 2 - 2】

比較例 A8	実施例 A15	150	150	150	150	150	150	150	150	比較例 A10	200	200	250	250	250	250	250	250	比較例 A12	500
100	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	5.000	5.000	1.000	0.500	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.000	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
×	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
×	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	

【 0 0 5 4】

10

20

30

40

【表 3 - 1】

表 3 Ag 0%、Cu 0.7%添加

	比較例 B1	比較例 B2	比較例 B3	比較例 B4	比較例 B5	比較例 B6	実施例 B1	実施例 B2	比較例 B7	実施例 B3	実施例 B4	実施例 B5	実施例 B6	実施例 B7	実施例 B8	実施例 B9	実施例 B10	実施例 B11	実施例 B12	実施例 B13	実施例 B14	
組成																						
As (質量ppm)	0	10	20	25	25	40	40	40	40	50	60	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100
Bi (質量%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.010	1.000	5.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	
Cu (質量%)	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700
As濃化層の有無	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
増粘抑制の評価	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
はんだ濡れ性の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
信頼性 ( $\Delta T < 10^{\circ}\text{C}$ ) の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
総合評価	x	x	x	x	x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

10

20

30

40

【表 3 - 2】

比較例 B8	実施例 B15	実施例 B16	実施例 B17	実施例 B18	実施例 B19	実施例 B20	実施例 B21	比較例 B9	実施例 B22	実施例 B23	実施例 B24	実施例 B25	実施例 B26	実施例 B27	実施例 B28	比較例 B10	実施例 B29	実施例 B30	実施例 B31	実施例 B32	実施例 B33	実施例 B34	実施例 B35	比較例 B11	比較例 B12
100	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	500
5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.000
0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	×

10

20

30

40

【表 4 - 1】

表 4 Ag 1%、Cu 0.5%添加

	比較例 C1	比較例 C2	比較例 C3	比較例 C4	比較例 C5	比較例 C6	実施例 C1	実施例 C2	比較例 C7	実施例 C3	実施例 C4	実施例 C5	実施例 C6	実施例 C7	実施例 C8	実施例 C9	実施例 C10	実施例 C11	実施例 C12	実施例 C13	実施例 C14	
組成																						
As (質量ppm)	0	10	20	25	25	40	40	40	40	40	50	60	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100
Bi (質量%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.010	1.000	5.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	1.000
Ag (質量%)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Cu (質量%)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
As濃化層の有無	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
増粘抑制の評価	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
はんだ濡れ性の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
信頼性 ( $\Delta T < 10^\circ\text{C}$ ) の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
総合評価	x	x	x	x	x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

10

20

30

40



【表 4 - 2】

比較例 C8	實施例 C15	實施例 C16	實施例 C17	實施例 C18	實施例 C19	實施例 C20	實施例 C21	比較例 C9	實施例 C22	實施例 C23	實施例 C24	實施例 C25	實施例 C26	實施例 C27	實施例 C28	比較例 C10	實施例 C29	實施例 C30	實施例 C31	實施例 C32	實施例 C33	實施例 C34	實施例 C35	比較例 C11	比較例 C12
100	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	500
5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.000
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	×

10

20

30

40

【表 5 - 1】

表 5 Ag 2%、Cu 0.5%添加		比較例														実施例						
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D1	D2	D7	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14
組成	As (質量ppm)	0	10	20	25	25	40	40	40	40	40	50	60	70	80	90	100	100	100	100	100	100
	Bi (質量%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.010	1.000	5.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000
	Ag (質量%)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
	Cu (質量%)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
評価	As濃化層の有無	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	増粘抑制の評価	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	はんだ濡れ性の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	信頼性 ( $\Delta T < 10^\circ\text{C}$ ) の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
総合評価	x	x	x	x	x	x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

10

20

30

40

【表 5 - 2】

比較例 D8	実施例 D15	実施例 D16	実施例 D17	実施例 D18	実施例 D19	実施例 D20	実施例 D21	比較例 D9	実施例 D22	実施例 D23	実施例 D24	実施例 D25	実施例 D26	実施例 D27	実施例 D28	比較例 D10	実施例 D29	実施例 D30	実施例 D31	実施例 D32	実施例 D33	実施例 D34	実施例 D35	比較例 D11	比較例 D12	
100	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	500
5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.000	
2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	
0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	×	

10

20

30

40

【表 6 - 1】

組成	表 6 Ag 3%、Cu 0.5%添加																						
	比較例 E1	比較例 E2	比較例 E3	比較例 E4	比較例 E5	比較例 E6	実施例 E1	実施例 E2	比較例 E7	実施例 E3	実施例 E4	実施例 E5	実施例 E6	実施例 E7	実施例 E8	実施例 E9	実施例 E10	実施例 E11	実施例 E12	実施例 E13	実施例 E14		
As (質量ppm)	0	10	20	25	25	40	40	40	40	40	50	60	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100	
Bi (質量%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.010	1.000	5.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	1.000	
Ag (質量%)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Cu (質量%)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
As濃化層の有無	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
増粘抑制の評価	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
はんだ濡れ性の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
信頼性 (ΔT<10℃) の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
総合評価	x	x	x	x	x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

10

20

30

40

【表 6 - 2】

比較例 E8	実施例 E15	実施例 E16	実施例 E17	実施例 E18	実施例 E19	実施例 E20	実施例 E21	比較例 E9	実施例 E22	実施例 E23	実施例 E24	実施例 E25	実施例 E26	実施例 E27	実施例 E28	比較例 E10	実施例 E29	実施例 E30	実施例 E31	実施例 E32	実施例 E33	実施例 E34	実施例 E35	比較例 E11	比較例 E12
100	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	500
5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.000
3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	×

10

20

30

40

【表 7 - 1】

表 7 Ag 3.5%、Cu 0.5%添加

組成	比較例		比較例		比較例		比較例		比較例		比較例		実施例		実施例		実施例		実施例		実施例	
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F7	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	
As (質量ppm)	0	10	20	25	25	40	40	40	40	50	60	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100	
Bi (質量%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.010	1.000	5.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	
Ag (質量%)	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	
Cu (質量%)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	
As濃化層の有無	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
増粘抑制の評価	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
はんだ濡れ性の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
信頼性 (ΔT<10℃) の評価	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
総合評価	x	x	x	x	x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

10

20

30

40

【表 7 - 2】

比較例 F8	実施例 F15	実施例 F16	実施例 F17	実施例 F18	実施例 F19	実施例 F20	実施例 F21	比較例 F9	実施例 F22	実施例 F23	実施例 F24	実施例 F25	実施例 F26	実施例 F27	実施例 F28	比較例 F10	実施例 F29	実施例 F30	実施例 F31	実施例 F32	実施例 F33	実施例 F34	実施例 F35	比較例 F11	比較例 F12
100	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	500
5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.002	0.005	0.010	0.050	0.100	0.500	1.000	5.000	0.000
3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×

10

20

30

40

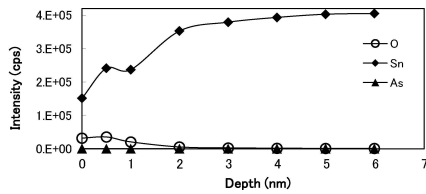
【産業上の利用可能性】

【0059】

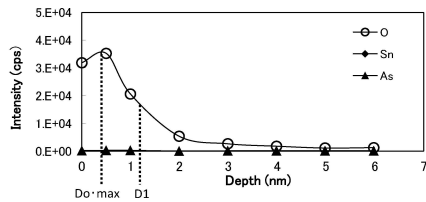
50

本発明のはんだ材料は、はんだ濡れ性やサイクル特性等の信頼性にも優れているため各種用途に利用でき、とりわけ、ペーストとしたときの経時での粘度上昇が小さいので、ソルダペースト用はんだ材料として好適に利用することができる。

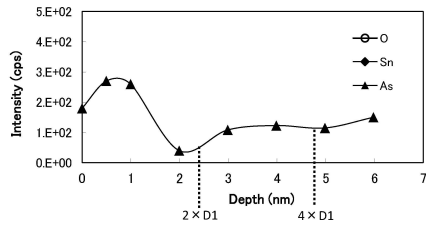
【図1】



【図2】



【図3】





## フロントページの続き

- (72)発明者 赤川 隆  
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内
- (72)発明者 高橋 宏  
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内
- (72)発明者 川中子 宏  
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内
- (72)発明者 横田 智史  
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内
- (72)発明者 川崎 浩由  
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内
- (72)発明者 宗形 修  
東京都足立区千住橋戸町23番地 千住金属工業株式会社内

審査官 川口 由紀子

- (56)参考文献 特開2002-224881(JP,A)  
特開2015-098052(JP,A)  
特許第6521160(JP,B1)  
特許第6521161(JP,B1)  
特開2006-181637(JP,A)  
特開2015-020181(JP,A)  
特表2016-537206(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 35/00 - 35/40  
C22C 13/00 - 13/02