

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 887 361**

51 Int. Cl.:

B23K 35/26 (2006.01)

C22C 13/02 (2006.01)

B23K 35/02 (2006.01)

B23K 35/36 (2006.01)

B23K 35/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2018 PCT/JP2018/013555**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018 WO18181873**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2018 E 18774478 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.08.2021 EP 3603877**

54 Título: **Aleación para soldadura, pasta para soldadura y unión de soldadura**

30 Prioridad:

31.03.2017 JP 2017073270

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

22.12.2021

73 Titular/es:

SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD (100.0%)

23 Senju-Hashido-cho Adachi-ku

Tokyo 120-8555, JP

72 Inventor/es:

IZUMITA NAOKO;

YOSHIKAWA SHUNSAKU y

TACHIBANA YOSHIE

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 887 361 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aleación para soldadura, pasta para soldadura y unión de soldadura

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una aleación para soldadura que tiene una alta resistencia mecánica y que proporciona una excelente resistencia a vibraciones de una porción de unión, a una pasta para soldadura y a una unión de soldadura.

10

Técnica anterior

En los últimos años, la electrónica de los coches está avanzando y un automóvil está pasando de un vehículo de gasolina a un vehículo híbrido o un automóvil eléctrico. En el vehículo híbrido o el automóvil eléctrico, se monta un circuito electrónico en el vehículo al que se sueldan componentes electrónicos sobre una placa de circuito impreso. Aunque el circuito electrónico en el vehículo se disponía en el interior de un vehículo que tiene un entorno en el que las vibraciones son relativamente pequeñas, el circuito electrónico en el vehículo se ha montado directamente en un compartimento para el motor o una cámara de aceite de una transmisión, y en un dispositivo mecánico, debido a la expansión del uso.

15

20

Tal como se describió anteriormente, el circuito electrónico en el vehículo está montado en un sitio en el que recibe diversas cargas externas tales como diferencia de temperatura, impacto y vibración debido a la expansión de una región de montaje. Por ejemplo, el circuito electrónico en el vehículo montado en el compartimento para el motor puede estar expuesto a una alta temperatura de 125°C o superior durante el funcionamiento del motor.

25

Por otro lado, cuando se detiene el motor, está expuesto a una baja temperatura de -40°C o inferior, por ejemplo en un lugar frío. Cuando el circuito electrónico en el vehículo está expuesto a tal diferencia de temperatura, el esfuerzo se concentra en una porción de unión debido a una diferencia del coeficiente de dilatación térmica entre el componente electrónico y la placa de circuito impreso. Por tanto, cuando se usa una aleación para soldadura de Sn-3Ag-0,5Cu en la técnica relacionada, la porción de unión puede fracturarse, y se estudia una aleación para soldadura que puede prevenir la fractura de la porción de unión incluso en un entorno en el que la diferencia de temperatura es intensa.

30

Por ejemplo, los documentos de patente 1 a 5 dan a conocer una aleación para soldadura basada en Sn-Ag-Cu-Bi-Sb-Ni-Co. En la invención descrita en el documento de patente 1, se evalúa la presencia o ausencia de un hueco, la lixiviación de Cu y la vida útil de soldadura por medio de un ensayo de ciclo térmico en el caso de una composición de aleación en la que el contenido en Sb es del 1,5% o menos o el 3,0% o más, y el contenido en Bi es del 2,7% o menos. En la invención descrita en el documento de patente 2, se evalúa la resistencia a impactos antes y después del ensayo de ciclo térmico en el caso de la composición de aleación en la que el contenido en Ni es del 0,1% o más o el 0,04%, y el contenido en Bi es del 3,2%. En la invención descrita en el documento de patente 3, se evalúa la presencia o ausencia de una grieta o hueco en una unión de soldadura después del ciclo térmico en el caso de la composición de aleación en la que el contenido en Bi es del 3,2% o menos o el 3,5%, y el contenido en Co es del 0,001%. En la invención descrita en el documento de patente 4, se evalúa una incidencia de grietas en una unión de soldadura después del ciclo térmico en el caso de la composición de aleación en la que el contenido en Bi es del 3,2% o menos. En la invención descrita en el documento de patente 5, se evalúa la presencia o ausencia de una grieta en una porción de filete después del ciclo térmico en el caso de la composición de aleación en la que el contenido en Bi es del 4,8% o menos.

35

40

45

Lista de referencias

50 **Bibliografía de patentes**

Documento de patente 1: patente japonesa n.º 5349703

Documento de patente 2: patente japonesa n.º 5723056

55

Documento de patente 3: patente japonesa n.º 6047254

Documento de patente 4: documento WO 2014/163167 A1

60

Documento de patente 5: patente japonesa n.º 6053248 (perteneciente a la misma familia de patentes que el documento WO2017/018167 A1)

Sumario de la invención

65 **Problema técnico**

Tal como se describió anteriormente, en las invenciones descritas en los documentos de patente 1 a 5, se evalúa principalmente una aleación para soldadura para un circuito electrónico en el vehículo expuesto a un entorno en el que la diferencia de temperatura es grande, por ejemplo, un compartimento para el motor. Sin embargo, además de las características de ciclo térmico, a medida que se expande la región de montaje del circuito electrónico en el vehículo, se vuelve necesario mejorar la resistencia a impactos y la resistencia a vibraciones, y también se necesita un estudio centrado en estas características. En los documentos anteriores, la resistencia a impactos se evalúa en la invención descrita en el documento de patente 2, pero sólo se describe una evaluación de impacto por caída dejando caer 5 veces desde una altura de 1 m como método de evaluación de la misma.

En este caso, dado que hay suspensión montada en el automóvil, es difícil suponer una situación en la que se aplique un impacto por caída desde 1 m al automóvil únicamente cuando el automóvil se desplaza sobre una carretera pavimentada o una carretera adoquinada. Por tanto, se piensa que la evaluación del impacto por caída descrita en el documento de patente 2 supone un caso en el que el automóvil colisiona. En este caso, cuando se evalúa el impacto por caída, debe recomendarse al menos la caída de una placa de circuito desde una superficie de la misma, caída de la placa de circuito desde una esquina de la misma y similares, y también debe recomendarse un material de una superficie de suelo sobre la que cae la placa de circuito. Sin embargo, en el documento de patente 2, tal como se describió anteriormente, sólo se recomiendan una altura de caída y veces de caídas, debe mencionarse que la propia evaluación es ambigua, y no queda claro qué clase de colisión se supone. Incluso en la composición de aleación que se evalúa que no presenta ningún problema en la evaluación anterior, pueden producirse problemas dependiendo de la caída de la placa de circuito desde una superficie de la misma, caída de la placa de circuito desde una esquina de la misma y similares, o el material de la superficie de suelo sobre la que cae la placa de circuito. Por tanto, es necesario diseñar una aleación con criterios de evaluación determinados al menos hasta cierto grado.

Además, en la vibración transmitida a una carrocería de vehículo durante el desplazamiento normal, una carga aplicada por un impacto es menor y las veces de aplicación de la carga son más, en comparación con el caso de un impacto en el momento de la colisión. Por tanto, es necesario mejorar la composición de aleación dada a conocer en los documentos de patente 1 a 5 mientras se evalúa la resistencia a vibraciones en condiciones de evaluación próximas a las condiciones reales.

Además, en los documentos de patente 1 a 5, tal como se describió anteriormente, se ha realizado un diseño de aleación centrado principalmente en características de ciclo térmico. En el circuito electrónico en el vehículo expuesto al ciclo térmico, se aplica un esfuerzo a una porción de unión debido a una diferencia de un coeficiente de dilatación térmica entre una placa de circuito impreso y un componente electrónico. Por otro lado, cuando se aplican vibraciones al circuito electrónico en el vehículo, se considera que el esfuerzo es un esfuerzo próximo a un impacto externo, a diferencia de un esfuerzo provocado por dilatación y contracción de la placa de circuito impreso o el componente electrónico generado durante el ciclo térmico. Es decir, dado que se observa un comportamiento diferente de una carga sobre la porción de unión entre un ensayo de ciclo térmico y un ensayo de vibración, se requiere un diseño de aleación adecuado para corresponder a la expansión de la región de montaje de la placa de circuito.

Además de esto, con el fin de prevenir una fractura en la porción de unión del circuito electrónico en el vehículo independientemente de la región de montaje del circuito electrónico en el vehículo, también se necesita mejorar la resistencia mecánica de la propia aleación para soldadura que forma la porción de unión. También desde este punto de vista, es necesario estudiar de nuevo la composición de aleación conocida.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una aleación para soldadura, una pasta para soldadura y una unión de soldadura que tengan una alta fiabilidad dado que la aleación para soldadura tiene una alta resistencia a la tracción y proporciona una porción de unión excelente en cuanto a la resistencia a vibraciones entre la placa de circuito impreso y el componente electrónico.

Solución al problema

Los presentes inventores supusieron en primer lugar un caso en el que se aplica una carga debida a vibración a una porción de unión tal como se describió anteriormente y después investigaron un modo de fractura de la porción de unión unida mediante la aleación para soldadura de Sn-3Ag-0,5Cu en la técnica relacionada. Se encontró que, en el caso de usar la aleación para soldadura, la fractura se producía en una superficie de contacto entre un electrodo y la aleación para soldadura.

Por tanto, con el fin de evitar un modo de fractura de este tipo, los presentes inventores se centraron en el contenido en Ni y el contenido en Co en la aleación para soldadura basada en Sn-Ag-Cu-Bi-Sb-Ni-Co e investigaron los contenidos de elementos de la misma en detalle. Como resultado, no se encontró que el modo de fractura estuviera dentro de un intervalo predeterminado de los mismos, sino que se encontró la transición al modo de fractura en la aleación para soldadura en las intermediaciones de una capa de compuesto intermetálico. Es decir, se encontró que, en una composición de aleación en la que se ajustaron el contenido en Ni y el contenido en Co, se mejoró la resistencia a vibraciones mediante la transición del modo de fractura.

Además, con el fin de prevenir la extensión de grietas en la aleación para soldadura, los presentes inventores se centraron en el hecho de que es necesario mejorar la resistencia mecánica de la propia aleación para soldadura. En este caso, los documentos de patente 1 a 5 sólo dan a conocer una composición de aleación en la que el contenido en Sb y el contenido en Bi se reducen para ser bajos en los ejemplos usando una aleación para soldadura basada en Sn-Ag-Cu-Bi-Sb-Ni-Co. Sin embargo, en los últimos años, dado que se amplía la región de montaje del circuito electrónico en el vehículo, se ha requerido una resistencia a la tracción de la aleación para soldadura superior a la de la técnica relacionada.

Por tanto, los presentes inventores ajustaron finamente el contenido en Ni y el contenido en Co en una composición en la que Ag y Cu están contenidos en cantidades predeterminadas y después diseñaron la aleación aumentando el contenido en Sb y el contenido en Bi para mejorar la resistencia mecánica de la propia aleación para soldadura. Como resultado, se encontró que se mejoró la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura mientras que se previnieron las grietas en la aleación para soldadura en las inmediaciones de la capa de compuesto intermetálico y se mejoró la resistencia a vibraciones.

Según los estudios anteriores, los presentes inventores estudiaron además mejorar la fiabilidad, aunque se obtuvo una aleación para soldadura que puede responder suficientemente a la expansión de la región de montaje de la placa de circuito. Se supone que, aumentando únicamente el contenido de Sb y Bi para mejorar simplemente la resistencia a la tracción, los contenidos de Ni y Co se reducen relativamente y, por tanto, no se mejorará la resistencia a vibraciones. Por tanto, como resultado de una investigación detallada adicional teniendo en cuenta el equilibrio entre la resistencia a la tracción y la resistencia a vibraciones, se encontró que se mejoraron la resistencia a la tracción y la resistencia a vibraciones de la aleación para soldadura y se obtuvo una fiabilidad superior ajustando los contenidos de Ni y Co que previenen las fracturas en una superficie de contacto entre un electrodo de la placa de circuito impreso y la aleación para soldadura, los contenidos de Bi y Sb que previenen la extensión de grietas en la aleación para soldadura, y el equilibrio de los mismos.

La presente invención se define en las reivindicaciones.

30 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una fotografía de SEM en sección transversal de una unión de soldadura y la figura 1(a) es una fotografía de SEM en sección transversal de una unión de soldadura formada por la composición de aleación del ejemplo 1 y la figura 1(b) es una fotografía de SEM en sección transversal de una unión de soldadura formada por la composición de aleación del ejemplo comparativo 6.

La figura 2 es un gráfico que muestra una relación entre la relación (3) y "TS x número de ciclos de vibración".

40 Descripción de realizaciones

A continuación se describe la presente invención en más detalle. En la presente descripción, "%" referente a una composición de aleación para soldadura es "% en masa" a menos que se especifique de manera particular.

45 1. Aleación para soldadura

(1) Ag: del 1% al 4%

Ag mejora la humectabilidad de la soldadura y precipita un compuesto en forma de red de un compuesto intermetálico de Ag_3Sn en una matriz de soldadura para formar una aleación de refuerzo de precipitación y mejorar la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura. Cuando el contenido en Ag es de menos del 1%, no se mejora la humectabilidad de la soldadura. Como límite inferior del contenido en Ag, el contenido es preferiblemente del 2,0% o más y más preferiblemente del 3,3% o más.

Por otro lado, cuando el contenido en Ag supera el 4%, la resistencia a vibraciones es inferior debido a un compuesto intermetálico de Ag_3Sn grueso que cristaliza como cristal inicial y también aumenta la temperatura de liquidus. Como límite superior del contenido en Ag, el contenido es preferiblemente del 3,7% o menos y más preferiblemente del 3,5% o menos.

(2) Cu: del 0,5% al 0,8%

Cu mejora la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura. Cuando el contenido en Cu es de menos del 0,5%, no se mejora la resistencia a la tracción. Como límite inferior de Cu, el contenido es preferiblemente del 0,6% o más y más preferiblemente del 0,65% o más.

Por otro lado, cuando el contenido en Cu supera el 0,8%, la resistencia a vibraciones es inferior debido a un compuesto intermetálico de Cu_6Sn_5 grueso que cristaliza como cristal inicial y también aumenta la temperatura

de liquidus. Como límite superior de Cu, el contenido es preferiblemente del 0,75% o menos.

(3) Bi: el 4,9% o más y el 5,5% o menos

5 Bi es un elemento necesario para mejorar la resistencia a vibraciones mejorando la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura. Además, aunque esté contenido Bi, no se previene la formación de un compuesto intermetálico de SnSb fino que va a describirse a continuación y se mantiene la aleación para soldadura de refuerzo de precipitación. Cuando el contenido en Bi es del 4,8% o menos, no puede mostrarse suficientemente el efecto anterior. El límite inferior del contenido en Bi es del 4,9% o más.

10 Por otro lado, cuando el contenido en Bi supera el 5,5%, la ductilidad de la aleación para soldadura disminuye y la aleación para soldadura se vuelve dura, y la resistencia a vibraciones se deteriora. Como límite superior del contenido en Bi, el contenido es preferiblemente del 5,3% o menos y más preferiblemente del 5,2% o menos.

15 (4) Sb: más del 1,5% y el 5,5% o menos

Sb es un elemento de refuerzo de disolución sólida que penetra en una matriz de Sn, es un elemento de refuerzo de dispersión de precipitación que forma un compuesto intermetálico de SnSb fino mediante una cantidad que supera un límite de solubilidad con respecto a Sn, y es un elemento necesario para mejorar la resistencia a vibraciones mejorando la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura. Cuando el contenido en Sb es del 1,5% o menos, la precipitación del compuesto intermetálico de SnSb es insuficiente y no puede mostrarse el efecto. Como límite inferior del contenido en Sb, el contenido es preferiblemente del 1,6% o más, más preferiblemente del 3,0% o más y todavía más preferiblemente del 4,8% o más.

25 Por otro lado, cuando el contenido en Sb supera el 5,5%, la aleación para soldadura puede volverse dura y la resistencia a vibraciones puede deteriorarse. Como límite superior del contenido en Sb, el contenido es preferiblemente del 5,3% o menos y más preferiblemente del 5,2% o menos.

(5) Ni: el 0,01% o más y menos del 0,1%

30 Ni se dispersa de manera uniforme en un compuesto intermetálico que precipita cerca de una superficie de contacto de unión entre un electrodo y la aleación para soldadura, vuelve a formar una capa de compuesto intermetálico y previene las fracturas en la superficie de contacto de unión entre el electrodo y la aleación para soldadura. Como resultado, el modo de fractura pasa a un modo de fractura en la aleación para soldadura en las inmediaciones de la capa de compuesto intermetálico. Cuando el contenido en Ni es de menos del 0,01%, no puede mostrarse el efecto anterior. Como límite inferior del contenido en Ni, el contenido es preferiblemente del 0,02% o más y más preferiblemente del 0,03% o más.

40 Por otro lado, cuando el contenido en Ni es del 0,1% o más, el punto de fusión de la aleación para soldadura se vuelve alto y debe cambiarse el ajuste de temperatura durante la unión por soldadura. Como límite superior del contenido en Ni, el contenido es preferiblemente del 0,09% o menos y más preferiblemente del 0,05% o menos.

(6) Co: más del 0,001% y el 0,1% o menos

45 Co es un elemento necesario para mejorar el efecto de Ni. Cuando el contenido en Co es del 0,001% o menos, no puede mostrarse el efecto anterior. Como límite inferior del contenido en Co, el contenido es preferiblemente del 0,002% o más y más preferiblemente del 0,004% o más.

50 Por otro lado, cuando el contenido en Co es de más del 0,1%, el punto de fusión de la aleación para soldadura se vuelve alto y debe cambiarse el ajuste de temperatura durante la unión por soldadura. Como límite superior del contenido en Co, el contenido es preferiblemente del 0,05% o menos y más preferiblemente del 0,012% o menos.

(7)

55
$$0,020\% \leq Ni + Co \leq 0,105\% \quad (1)$$

60 En la aleación para soldadura de la presente invención, es necesario prevenir las fracturas en una superficie de contacto de unión con el electrodo, lo cual no es una realización preferible como modo de fractura de la unión de soldadura. Dado que este efecto se muestra de manera suficiente, como límite inferior de una cantidad total de Ni y Co, la cantidad total es del 0,020% o más y más preferiblemente del 0,042% o más.

65 Como límite superior de la misma, la cantidad total es del 0,105% o menos, más preferiblemente del 0,098% o menos, todavía más preferiblemente del 0,09% o menos y de manera particularmente preferible del 0,050% o menos con el fin de que pueda formarse una unión de soldadura en condiciones de reflujo en la técnica relacionada previniendo un aumento del punto de fusión.

En la relación (1), Ni y Co representan, cada uno, un contenido (% en masa) de los mismos en la aleación para soldadura.

5 (8)

$$9,1\% \leq \text{Sb} + \text{Bi} \leq 10,4\% \quad (2)$$

10 En la aleación para soldadura de la presente invención, aumentando una cantidad total de Sb y Bi, se previene la extensión de grietas en la aleación para soldadura, se mejora la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura y se mejora adicionalmente la resistencia a vibraciones. Con el fin de mostrar de manera suficiente este efecto, como límite inferior de la cantidad total de Sb y Bi, la cantidad total es del 9,1% o más, más preferiblemente del 9,6% o más, todavía más preferiblemente del 9,7% o más y de manera particularmente preferible más del 9,8%.

15 Como límite superior de la misma, la cantidad total es del 10,4% o menos y más preferiblemente del 10,0% o menos desde el punto de vista de prevenir la extensión de grietas en la aleación para soldadura sin endurecer excesivamente la aleación para soldadura.

20 En la relación (2), Bi y Sb representan, cada uno, un contenido (% en masa) de los mismos en la aleación para soldadura.

(9)

25
$$4,05 \times 10^{-3} \leq (\text{Ni} + \text{Co}) / (\text{Bi} + \text{Sb}) \leq 1,00 \times 10^{-2} \quad (3)$$

30 En la aleación para soldadura de la presente invención, preferiblemente se mantiene el equilibrio entre la resistencia a la tracción y la resistencia a vibraciones desde el punto de vista de responder adicionalmente de manera suficiente a la expansión de la región de montaje de la placa de circuito. Cuando los contenidos de Bi y Sb no aumentan demasiado, los contenidos de Ni y Co no disminuyen relativamente con respecto a los contenidos de Bi y Sb, y la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura no es demasiado alta. De manera correspondiente, cuando los contenidos de Ni y Co son una cantidad apropiada, se previene la fractura en la superficie de contacto entre el electrodo y la aleación para soldadura, se previene el aumento del punto de fusión de la aleación para soldadura, puede realizarse la soldadura sin problemas y se previene el deterioro de la resistencia a vibraciones. Tal como se describió anteriormente, se considera que puede obtenerse una fiabilidad superior impidiendo el aumento del punto de fusión de la aleación para soldadura y ajustando el equilibrio entre el contenido total de Ni y Co que previene la fractura en una superficie de contacto entre la placa de circuito impreso y la aleación para soldadura y el contenido total de Bi y Sb que previene la extensión de grietas en la aleación para soldadura mejorando la resistencia a la tracción.

40 Por este motivo, además de las relaciones (1) y (2), se satisface la relación (3).

45 Con el fin de mostrar un efecto obtenido satisfaciendo la relación (3), como límite inferior de la relación (3), es de $4,05 \times 10^{-3}$ o más y más preferiblemente de $4,20 \times 10^{-3}$ o más. Como límite superior de la relación (3), es de $1,00 \times 10^{-2}$ o menos, más preferiblemente de $9,8 \times 10^{-3}$ o menos, de manera particularmente preferible de $9,0 \times 10^{-3}$ o menos y lo más preferiblemente de $5,5 \times 10^{-3}$ o menos.

50 En la relación (3), Ni, Co, Bi y Sb representan, cada uno, un contenido (% en masa) de los mismos en la aleación para soldadura.

(10) Resto: Sn

55 El resto de la aleación para soldadura en la presente invención es Sn y puede contener impurezas inevitables además de los elementos anteriores. Aunque estén contenidas las impurezas inevitables, el efecto descrito anteriormente no se ve afectado.

2. Pasta para soldadura

60 Una pasta para soldadura de la presente invención es una mezcla de un polvo para soldadura que contiene la composición de aleación anterior y un fundente. El fundente usado en la presente invención no está particularmente limitado si puede realizarse la soldadura mediante un método habitual. Por tanto, puede usarse un fundente en el que se combinan de manera apropiada una colofonia, un ácido orgánico, un agente activo y un disolvente, que se usan generalmente. En la presente invención, la razón de combinación entre un componente de polvo de metal y un componente de fundente no está particularmente limitada, pero preferiblemente es del
65 componente de polvo de metal: del 80 al 90% en masa, y el componente de fundente: del 10 al 20 % en masa.

3. Unión de soldadura

Una unión de soldadura en la presente invención es adecuada para su uso en la conexión entre un chip de IC y una placa de circuito del mismo (intercalador) en un envase de semiconductor, o la conexión entre un envase de semiconductor y una placa de circuito impreso. En este caso, la "unión de soldadura" se refiere a una porción de unión con un electrodo.

4. Otros

Un método para fabricar la aleación para soldadura en la presente invención puede realizarse según un método habitual.

Un método de unión usando la aleación para soldadura en la presente invención puede llevarse a cabo según un método habitual usando, por ejemplo, un método de reflujo. Además, en la unión usando la aleación para soldadura en la presente invención, la estructura puede refinarse adicionalmente teniendo en cuenta una tasa de enfriamiento durante la solidificación. Por ejemplo, la unión de soldadura se enfría a una tasa de enfriamiento de 2 a 3°C/s o más. Otras condiciones de unión pueden ajustarse de manera apropiada dependiendo de la composición de aleación de la aleación para soldadura.

Además, una forma de soldadura libre de plomo en la presente invención puede usarse no sólo como pasta para soldadura, sino también como preforma de soldadura que tiene una forma tal como una forma de esfera, un gránulo o una arandela, o soldadura de alambre y soldadura con núcleo de fundente de resina.

Puede fabricarse una aleación de baja radiación α usando una varilla de alambre de baja radiación α como materia prima de la aleación para soldadura en la presente invención. Tal aleación de baja radiación α puede prevenir un error transitorio cuando se usa la aleación para formar una protuberancia de soldadura alrededor de una memoria.

Ejemplos

Se unieron una placa de circuito impreso y un componente electrónico usando una aleación para soldadura que tenía una composición de aleación mostrada en la tabla 1 y se evaluó la resistencia a vibraciones. Se evaluó la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura que tenía la composición de aleación mostrada en la tabla 1. A continuación se describe cada método de evaluación.

1. Resistencia a vibraciones

(1) Producción de pasta para soldadura

Se mezcló polvo de aleación para soldadura que tenía un diámetro de partícula promedio de 20 μm y que tenía la composición de aleación para soldadura descrita en la tabla 1 con un fundente basado en colofonia pastoso común, produciendo de ese modo una pasta para soldadura. Se ajustó el contenido en fundente hasta el 12% en masa con respecto a la masa de toda la pasta para soldadura.

(2) Formación de unión de soldadura

Se imprimió la pasta para soldadura sobre la siguiente placa de circuito usando la siguiente máscara de metal, se montaron tres LGA descritas a continuación sobre una placa de circuito impreso. Después de eso, se llevó a cabo la soldadura en las siguientes condiciones de reflujo, formando de ese modo una unión de soldadura.

- LGA

Diámetro externo de envase: 12,90 mm x 12,90 mm

Tratamiento de superficie: electrolito de Ni/Au

Número de electrodos total: 345 clavijas

Paso de electrodo (entre centros de electrodos): paso de 0,5 mm

Porción de abertura de capa protectora de soldadura: ϕ de 0,23 mm

Diámetro de tierra de electrolito de Ni/Au: ϕ de 0,25 mm

- Placa de circuito

- Placa de circuito de montaje: 132 mm x 77 mm
- 5 Tratamiento de superficie de placa de circuito: Cu-OSP
- Sustrato usado: FR-4
- Estructura de capas: placa de circuito de doble cara
- 10 Coeficiente de dilatación térmica: grosor de placa de circuito: 1,0 mm
- Porción de abertura de capa protectora de soldadura: φ de 0,40 mm
- 15 Diámetro de tierra de electrolito de Ni/Au: φ de 0,28 mm
- Máscara de metal
- Grosor de máscara: 120 μ m
- 20 Diámetro de abertura: φ de 0,28 mm
- Condiciones de reflujo
- 25 Temperatura de calentamiento previo: de 130°C a 170°C
- Tiempo de calentamiento previo: 100 segundos
- 30 Tasa de aumento de temperatura desde la temperatura de calentamiento previo hasta la temperatura de fusión: 1,6°C/segundo
- Tiempo de fusión (temperatura de 220°C o superior): 35 segundos
- Temperatura máxima: 243°C
- 35 Tasa de enfriamiento desde la temperatura máxima hasta 150°C: 2,4°C/segundo
- (3) Ensayo de vibración
- 40 En el ensayo de vibración se usó un aparato de ensayo de vibración fabricado por Emic Corporation que tenía la siguiente configuración.
- Baño termostático a baja temperatura: VC-082BAFX (32) P3T
- 45 Dispositivo de sujeción de tipo CUBE (200 mm x 200 mm): JSA-150-085
- Sensor de aceleración unido al dispositivo de sujeción de tipo CUBE: tipo 731-B
- Amplificador de carga previa: 504-E-2
- 50 Sensor de aceleración unido a la placa de circuito: tipo 710-D
- Se fijó la placa de circuito sobre la que estaba montada una LGA a una superficie superior del dispositivo de sujeción de tipo CUBE y se unió el sensor de aceleración (de tipo 710-D) a la placa de circuito fijada.
- 55 El aparato de ensayo de vibración usó el amplificador de carga previa para medir una señal procedente del sensor de aceleración de la placa de circuito y controló la señal procedente del sensor de aceleración del dispositivo de sujeción de tipo CUBE para indicar un valor predeterminado. Mediante este control, puede obtenerse una aceleración y frecuencia de resonancia deseadas.
- 60 En los ejemplos, se hizo vibrar la placa de circuito a una aceleración de 223 G (frecuencia de resonancia: 166,32 Hz) haciendo vibrar el dispositivo de sujeción de tipo CUBE a una aceleración de 20 G (frecuencia de resonancia: 166,32 Hz). Se midió el número de ciclos de vibración cuando el valor de resistencia de cada LGA aumentó el 20% con respecto al valor inicial. En los ejemplos, cuando el número de ciclos de vibración era de 300.000 o más, se determinó que era un nivel sin problemas prácticos.
- 65 2. Resistencia a la tracción

Se midió la resistencia a la tracción según la norma JISZ 3198-2. Se coló cada aleación para soldadura descrita en la tabla 1 en un molde y se produjo una probeta que tenía una longitud entre puntos de 30 mm y un diámetro de 8 mm. Se sometió la probeta producida a tracción a una carrera de 6 mm/min a temperatura ambiente mediante un dispositivo de tipo 5966 fabricado por Instron y se midió la resistencia mecánica cuando se fracturó la probeta. En los ejemplos, cuando la resistencia a la tracción era de 80 MPa o más y de 120 MPa o menos, se determinó que era un nivel sin problemas prácticos. Los resultados se muestran en la tabla 1.

En la tabla 1, los ejemplos 3, 4, 6 y 7 son ejemplos de referencia.

Tabla 1

	Composición de soldadura (% en masa)							Sb + Bi	Ni + Co	(Ni + Co) / (Sb + Bi)	Número de ciclos de vibración (ciclo)	Resistencia a la tracción (a TA) (MPa)	Número de ciclos de vibración x resistencia a la tracción (MPa * ciclo)
	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	Ni	Co						
Ejemplo 1	Resto	3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,008	10,0	0,048	4,800E-03	1,2E+06	107	1,31E+08
Ejemplo 2	Resto	3,4	0,5	5,0	5,0	0,04	0,008	10,0	0,048	4,800E-03	1,2E+06	103	1,22E+08
Ejemplo 3	Resto	3,4	0,7	1,6	5,0	0,04	0,008	6,6	0,048	7,273E-03	1,0E+06	93	9,62E+07
Ejemplo 4	Resto	3,4	0,7	5,5	5,0	0,04	0,008	10,5	0,048	4,571E-03	9,2E+05	108	9,97E+07
Ejemplo 5	Resto	3,4	0,7	5,0	4,9	0,04	0,008	9,9	0,048	4,848E-03	1,2E+06	103	1,26E+08
Ejemplo 6	Resto	3,4	0,7	5,0	5,5	0,04	0,008	10,5	0,048	4,571E-03	3,7E+05	109	4,04E+07
Ejemplo 7	Resto	3,4	0,7	5,0	5,0	0,01	0,008	10,0	0,018	1,800E-03	6,5E+05	114	7,36E+07
Ejemplo 8	Resto	3,4	0,7	5,0	5,0	0,09	0,008	10,0	0,098	9,800E-03	3,8E+05	107	4,12E+07
Ejemplo 9	Resto	3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,002	10,0	0,042	4,200E-03	1,2E+06	107	1,25E+08
Ejemplo 10	Resto	3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,05	10,0	0,09	9,000E-03	7,2E+05	112	8,07E+07
Ejemplo comparativo 1	Resto	3,5	0,7	5,0	5,0	<u>0,1</u>	0,005	10,0	0,105	1,050E-02	8,7E+04	107	9,29E+06
Ejemplo comparativo 2	Resto	3,4	0,7	2,0	<u>1,5</u>	0,04	0,008	3,5	0,048	1,371E-02	2,9E+05	78	2,24E+07
Ejemplo comparativo 3	Resto	3,4	0,7	5,0	5,0	<u>0</u>	0,008	10,0	0,008	8,000E-04	1,6E+05	115	1,79E+07
Ejemplo comparativo 4	Resto	3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	<u>0</u>	10,0	0,040	4,000E-03	2,3E+05	106	2,50E+07
Ejemplo comparativo 5	Resto	3,4	0,7	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	0,04	0,008	14,0	0,048	3,429E-03	3,7E+04	123	4,54E+06
Ejemplo comparativo 6	Resto	3,0	0,5	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	0,0	0,000	-	7,5E+03	53	3,97E+05

El valor subrayado representa el caso que se encuentra fuera del intervalo de la presente invención.

Tal como se muestra en la tabla 1, en el ejemplo 1, la resistencia a la tracción era de más de 80 MPa y el número de ciclos de vibración también era de más de 300.000.

Por otro lado, en el ejemplo comparativo 1, dado que el contenido en Ni era alto y el punto de fusión aumentó, la unión de soldadura era insuficiente y el número de ciclos de vibración era inferior en las condiciones de reflujo anteriores. En el ejemplo comparativo 2, el contenido en Bi era bajo y la resistencia a la tracción y el número de ciclos de vibración eran inferiores.

En el ejemplo comparativo 3, se produjo fractura en la superficie de contacto entre la aleación para soldadura y el electrodo dado que no estaba contenido Ni y el número de ciclos de vibración era inferior. En el ejemplo comparativo 4, se produjo fractura en la superficie de contacto entre la aleación para soldadura y el electrodo dado que no estaba contenido Co y el número de ciclos de vibración era inferior. En el ejemplo comparativo 5, los contenidos en Sb y en Bi eran altos y se mostró una alta resistencia a la tracción y el número de ciclos de vibración era inferior. En el ejemplo comparativo 6, se produjo fractura en la superficie de contacto entre la aleación para soldadura y el electrodo dado que no estaban contenidos Ni y Co y el número de ciclos de vibración era inferior. Además, dado que no estaban contenidos Sb y Bi, la resistencia a la tracción de la aleación para soldadura también era inferior.

Para aclarar el efecto de la presente invención a partir de los resultados en la tabla 1, la presente invención se describe adicionalmente a continuación usando la figura 1 y la figura 2.

5 La figura 1 muestra una fotografía de SEM en sección transversal de una unión de soldadura y la figura 1(a) es una fotografía de SEM en sección transversal de una unión de soldadura formada por la composición de aleación del ejemplo 1 y la figura 1(b) es una fotografía de SEM en sección transversal de una unión de soldadura formada por la composición de aleación del ejemplo comparativo 6. En la figura 1(a), se continuó el ensayo de vibración hasta que se fracturó la sección transversal y después se tomó una fotografía de SEM de la sección transversal. Se encuentra que en el ejemplo 1, en el que estaban contenidas las cantidades predeterminadas de Ni y Co, se produjo fractura en la aleación para soldadura en las inmediaciones de la capa de compuesto intermetálico. Por el contrario, en el ejemplo comparativo 6 en el que no estaban contenidos Ni y Co, se produjo fractura en la superficie de contacto entre el electrodo y la aleación para soldadura. De esta manera, se encontró que el modo de fractura experimentó una transición al contener las cantidades predeterminadas de Ni y Co.

15 La figura 2 es un gráfico que muestra una relación entre la relación (3) y la "resistencia a la tracción x número de ciclos de vibración". En la figura 2, se extrajeron las composiciones de aleación que satisfacen las relaciones (1) y (2) a partir de la tabla 1. A partir de la figura 2, se encontró en los ejemplos que la "resistencia a la tracción x número de ciclos de vibración" mostró un valor de $4,0 \times 10^7$ o más dentro del intervalo de la relación (3), de modo que el equilibrio entre la resistencia a la tracción y el número de ciclos de vibración era bueno y se mostró una fiabilidad excelente. Particularmente, en los ejemplos 1, 2, 5 y 9 que satisfacen las relaciones (1) a (3), se encontró que la "resistencia a la tracción x número de ciclos de vibración" mostró un valor de $1,2 \times 10^8$ o más, de modo que se logró el equilibrio entre la resistencia a la tracción excelente y el número de ciclos de vibración y se logró una fiabilidad alta.

25 A partir de lo anterior, dado que la aleación para soldadura en la presente invención tiene una alta resistencia a la tracción y una excelente resistencia a vibraciones, la aleación para soldadura puede usarse de manera adecuada para un circuito usado en un lugar en el que se transmiten vibraciones, por ejemplo, un circuito electrónico en el vehículo.

30

REIVINDICACIONES

1. Aleación para soldadura que tiene una composición de aleación que consiste en, en % en masa:

- 5 Ag: del 1% al 4%;
 Cu: del 0,5% al 0,8%;
 Bi: el 4,9% o más y el 5,5% o menos;
 10 Sb: más del 1,5% y el 5,5% o menos;
 Ni: el 0,01% o más y menos del 0,1%;
 15 Co: más del 0,001% y el 0,1% o menos; y
 siendo el resto Sn,

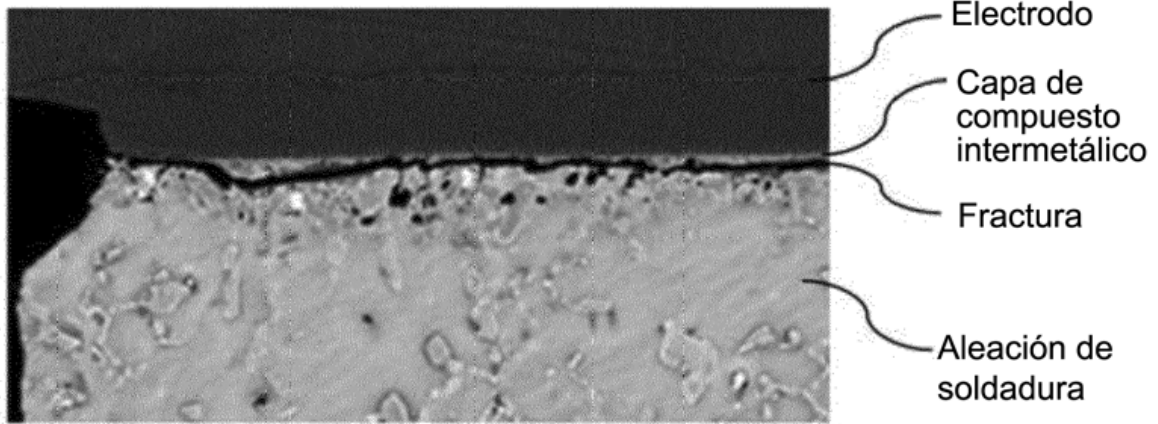
en la que la composición de aleación satisface las siguientes relaciones (1) a (3):

- 20 $0,020\% \leq Ni + Co \leq 0,105\%$ (1)
 $9,1\% \leq Sb + Bi \leq 10,4\%$ (2)
 25 $4,05 \times 10^{-3} \leq (Ni + Co) / (Bi + Sb) \leq 1,00 \times 10^{-2}$ (3),

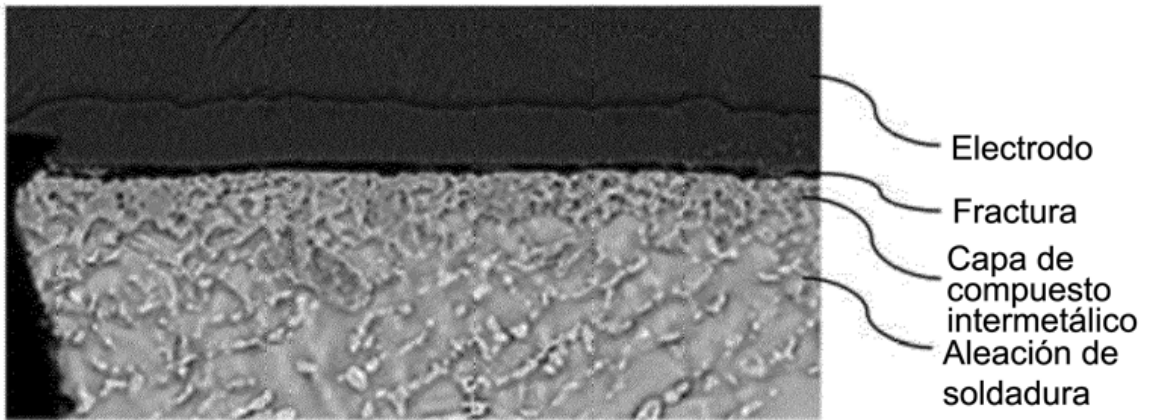
en la que Ni, Co, Bi y Sb representan, cada uno, un contenido en % en masa de los mismos en la aleación para soldadura.

- 30 2. Pasta para soldadura que comprende la aleación para soldadura según la reivindicación 1.
 3. Unión de soldadura que comprende la aleación para soldadura según la reivindicación 1.

FIG. 1



(a)



(b)

