

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 893 576**

51 Int. Cl.:

B23K 35/26 (2006.01)

C22C 12/00 (2006.01)

C22C 13/02 (2006.01)

B23K 35/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2018 PCT/JP2018/047180**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2019 WO19171710**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2018 E 18908704 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.08.2021 EP 3715040**

54 Título: **Aleación de soldadura, pasta de soldadura, bola de soldadura, soldadura con núcleo de resina y junta de soldadura**

30 Prioridad:

08.03.2018 JP 2018042040

24.07.2018 JP 2018138511

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

09.02.2022

73 Titular/es:

**SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD (100.0%)
23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku
Tokyo 120-8555, JP**

72 Inventor/es:

**YOKOYAMA, TAKAHIRO;
DEI, KANTA;
MATSUFUJI, TAKAHIRO;
NOMURA, HIKARU y
YOSHIKAWA, SHUNSAKU**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 893 576 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 de soldadura, pasta de soldadura, bola de soldadura, soldadura con núcleo de resina y junta de soldadura

[Campo]

5 La presente invención se refiere a una aleación de soldadura que tiene un punto de fusión bajo, una pasta de soldadura, una bola de soldadura, una soldadura con núcleo de fundente de resina y una junta de soldadura.

[Antecedentes]

10 En los últimos años, se ha exigido la miniaturización de un dispositivo eléctrico tal como una CPU (unidad central de procesamiento). Dado que la carga térmica en la soldadura aumenta a medida que el dispositivo eléctrico se vuelve más pequeño, es deseable realizar la soldadura a baja temperatura. Si la soldadura se realiza a baja temperatura, es posible fabricar una placa de circuito muy fiable. Con el fin de realizar la soldadura a baja temperatura, es necesario usar una aleación de soldadura que tenga un punto de fusión bajo.

15 La aleación de soldadura de punto de fusión bajo incluye Sn-58Bi y Sn-52In, como se describe en JIS Z 3282 (2017). Los puntos de fusión de estas aleaciones son 139 °C y 119 °C, respectivamente, y cada una de las mismas tiene una composición de aleación que representa la soldadura de punto de fusión bajo. En particular, Sn-58Bi se usa ampliamente como la aleación de soldadura que es de bajo coste y tiene una excelente humectabilidad.

20 Sin embargo, en la aleación de soldadura de Sn-Bi donde está contenido Bi grande, Bi se segrega en Sn durante la solidificación y se precipita una fase Bi gruesa. Dado que la fase Bi presenta una naturaleza dura y quebradiza, deteriora las propiedades mecánicas de la aleación de soldadura. Por lo tanto, se han estudiado diversas aleaciones de soldadura con el fin de mejorar las propiedades mecánicas al tiempo que se suprime un aumento del punto de fusión.

25 Por ejemplo, la bibliografía de patentes 1 describe una aleación de soldadura que contiene la aleación de soldadura de Sn-Bi y, como tercer ingrediente, aproximadamente el 2% en peso de al menos un elemento seleccionado de un grupo que consiste en In, Cu y Ag, una combinación de Cu y Ag, y sus compuestos, con el fin de mejorar las características físico-mecánicas de una cantidad eficaz. La bibliografía de patentes 2 describe una aleación de soldadura que contiene la aleación de soldadura de Sn-Bi y el 0,5% o más y menos del 50% de In, con el fin de que

la resistencia a la tracción y el alargamiento presenten valores iguales o superiores a los valores predeterminados. La bibliografía de patentes 3 enseña un miembro de alambre para un elemento fusible térmico que comprende una composición de aleación en la que el estaño es mayor que el 43-70%, el indio es 0,5-10 y el resto es bismuto.

[Lista de citas]

[Bibliografía de patentes]

30 [PTL 1] Patente japonesa JPH7-001179A
 [PTL 2] Patente japonesa JPH8-150493A
 [PTL 3] Patente europea EP 1 416 508 A1

[Compendio]

[Problema técnico]

35 Las bibliografías de patentes 1 y 2 describen que las propiedades mecánicas de la aleación de soldadura de punto de fusión bajo se mejoran mediante la adición de In. Se estima que las invenciones descritas en esta bibliografía se realizaron sobre la base de que In es un elemento de refuerzo de solución sólida del Sn. Sin embargo, una de las razones por las que se deterioran las propiedades mecánicas de la aleación de soldadura de Sn-Bi incluye la existencia de la fase Bi gruesa, que es una fase dura y quebradiza. Por lo tanto, incluso si una fase Sn se solidifica y fortalece con In, cuando se aplican tensiones a la aleación de soldadura, la aleación de soldadura se rompe desde la fase Bi como punto de partida. Además, en los últimos años, se ha diversificado el uso de sustratos y se desea formar una junta de soldadura que sea capaz de hacer frente a una solicitud a la que se aplica un impacto. Sin embargo, existe la posibilidad de que los sustratos puedan romperse por el impacto, tal como una caída debida a la existencia de la fase Bi gruesa. Por otro lado, si el contenido de Bi se reduce con el fin de suprimir la generación de la fase Bi, el punto de fusión aumenta y existe la posibilidad de que la aleación de soldadura no se funda lo suficiente mediante una temperatura de reflujo convencional y se produzca un fallo de fusión. Si se aumenta la temperatura de reflujo con el fin de fundir la aleación de soldadura que tiene un punto de fusión alto, se produce una deformación en los sustratos o paquetes durante el calentamiento, y la aleación de soldadura y el electrodo se separan una de otro. En este caso, dado que la solidificación de la aleación de soldadura es más rápida que la relajación de la deformación en los sustratos o los paquetes durante el enfriamiento, la aleación de soldadura se solidifica mientras que la aleación de soldadura y el electrodo se separan una de otro, y puede producirse el fallo de fusión.

Además, la figura 1 y la figura 2 de la bibliografía de patentes 2 muestran resultados en los que la resistencia a la tracción disminuye y la ductilidad aumenta a medida que aumenta el contenido de In. Por lo tanto, se entiende que las bibliografías de patentes 1 y 2 indican que la ductilidad entre las propiedades mecánicas se mejora mediante la adición

de In, mientras que la resistencia a la tracción no se mejora tanto, sino que se reduce. Además, dependiendo del contenido de In, dada la deformidad de la aleación de soldadura que puede provocarse después del ciclo de calor, puede disminuir la resistencia al ciclo de calor.

5 Como se ha descrito anteriormente, en las aleaciones de soldadura convencionales, es difícil evitar la aparición del fallo de fusión por el punto de fusión bajo mientras se mejoran todas las propiedades mecánicas y la resistencia al ciclo de calor al mismo tiempo. Con el fin de evitar el deterioro de la fiabilidad del circuito electrónico debido a la miniaturización del dispositivo eléctrico, es necesario que todas estas características sean excelentes.

10 Un objeto de la presente invención es proporcionar una aleación de soldadura, una pasta de soldadura, una bola de soldadura, una soldadura con núcleo de fundente de resina y una junta de soldadura, que tenga el punto de fusión bajo para evitar la aparición del fallo de fusión y que tenga excelentes propiedades mecánicas, resistencia al impacto y excelente resistencia al ciclo de calor.

[Solución al problema]

15 En primer lugar, con el fin de mejorar las propiedades mecánicas de la aleación de soldadura de Sn-Bi que tiene el punto de fusión bajo, los inventores centraron su examen en hacer fina la organización de aleación de la aleación de soldadura. Como resultado, añadiendo una cantidad predeterminada de In, que se conoce como el elemento de fortalecimiento de solución sólida del Sn, se confirmó fortuitamente que la organización de aleación se vuelve fina hasta cierto punto y la ductilidad mejora mucho. También se confirmó que la resistencia a la tracción de la aleación de soldadura es equivalente a la de la aleación de soldadura de Sn-Bi. Sin embargo, en vista del hecho de que la organización de aleación se vuelve gruesa después de los ciclos de calor y se reduce la resistencia al ciclo de calor, se cree que la organización de aleación debe hacerse más fina. En este caso, se estima que la organización de aleación se vuelve más fina cuando se aumenta más el contenido de In. Sin embargo, cuando se añade una gran cantidad de In, se promueve la generación de una fase de punto de fusión bajo y existe el temor de que se deteriore la resistencia al ciclo de calor.

25 Los inventores llevaron a cabo un examen detallado adicional con el fin de mejorar la resistencia al ciclo de calor debido a la miniaturización de la organización de aleación. Dado que los metales nobles son, en general, costosos y se sabe que forman compuestos gruesos con Sn, hasta ahora se ha evitado que la aleación de soldadura a base de Sn contenga metales nobles en determinadas cantidades. Sin embargo, interponiendo Pd en su capa intermedia, un revestimiento metálico de Ni/Pd/Au presenta una alta fiabilidad de montaje para evitar que el Cu se difunda en una soldadura. Es decir, en el caso del revestimiento metálico anterior, se estima que la difusión indebida de Cu se evita mediante la inclusión de Pd. Por esta razón, se estimó que el crecimiento de granos puede evitarse incluso después de la historia térmica, tal como el ciclo de calor, especialmente después del montaje, y puede presentar una mayor resistencia al ciclo de calor.

35 Por lo tanto, cuando el Pd, que es un metal noble, se añadió intencionalmente después de añadir una cantidad predeterminada de In que se disuelve en Sn y Bi, se descubrió fortuitamente que la estructura de la aleación de soldadura se volvía fina. En particular, se descubrió que la fase Bi, que es la fase quebradiza, se hizo más fina y presentó una excelente resistencia a la tracción y ductilidad, y una excelente resistencia al impacto.

Además, cuando la aleación de soldadura de Sn-Bi contiene una cantidad predeterminada de ambos elementos In y Pd, se descubrió que el aumento en el punto de fusión cae dentro de un intervalo permisible y se evita la generación del fallo de fusión.

40 Además, cuando la aleación de soldadura de Sn-Bi contiene ambos elementos In y Pd, dado que la organización de aleación se vuelve fina, se descubrió que el engrosamiento de la organización de aleación se evita en entornos donde la temperatura cambia durante un tiempo prolongado, tal como el ciclo de calor y, por lo tanto, se obtiene una excelente resistencia al ciclo de calor.

La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

45 **[Breve descripción de los dibujos]**

Las figuras 1 son fotografías SEM de aleaciones de soldadura: la figura 1(a) es una fotografía SEM en sección transversal de la aleación de soldadura del ejemplo comparativo 1; la figura 1(b) es la fotografía SEM en sección transversal de la aleación de soldadura del ejemplo comparativo 2; y la figura 1(c) es la fotografía SEM en sección transversal de la aleación de soldadura del ejemplo 2.

50 **[Descripción de las realizaciones]**

La presente invención se describe con más detalle a continuación. En la presente descripción, "%" con respecto a una composición de aleación de soldadura es "% en masa" a menos que se especifique lo contrario.

1. Composición de aleación de aleación de soldadura

(1) Bi: 35 al 68%

5 Bi es un elemento necesario para evitar la generación del fallo de fusión al reducir el punto de fusión de la aleación de soldadura y para presentar una excelente resistencia al ciclo de calor. Dado que el punto de fusión de una aleación eutéctica de Sn-Bi es tan bajo como 139 °C, Bi puede reducir el punto de fusión de la aleación de soldadura y evitar el fallo de fusión. Además, se sabe que la aleación de soldadura que contiene una cantidad predeterminada de Bi presenta superplasticidad y presenta una excelente ductilidad. Por lo tanto, la aleación de soldadura que contiene la cantidad predeterminada de Bi es excelente en ductilidad y resistencia al ciclo de calor.

10 Si el contenido de Bi es menor del 35%, el fallo de fusión puede producirse debido a un aumento en el punto de fusión, y pueden deteriorarse la resistencia a la tracción y la resistencia al ciclo de calor. El límite inferior del contenido de Bi es 35% o más, preferiblemente 45% o más, más preferiblemente 50% o más, y aún más preferiblemente 54% o más. Por otro lado, si el contenido de Bi supera el 68%, el fallo de fusión puede producirse debido al aumento del punto de fusión. Además, debido a una precipitación de una gran cantidad de la fase Bi dura, quebradiza y gruesa, se endurece la propia aleación de soldadura y se deteriora la ductilidad. Un límite superior del contenido de Bi es 68% o menos, preferiblemente 65% o menos, más preferiblemente 63% o menos, y aún más preferiblemente 58% o menos.

(2) In: 0,5 a 3,0%

20 El In es un elemento necesario para reducir el punto de fusión de la aleación de soldadura, haciendo que la organización de aleación sea fina y mejorando una ductilidad, resistencia al impacto y resistencia al ciclo de calor excelentes. El In es el elemento de fortalecimiento de solución sólida, y dado que el In puede disolverse en Sn y Bi para formar un núcleo de cristal, la organización de aleación se vuelve uniforme y fina y se mejora la ductilidad. Además, la aleación de soldadura que contiene una cantidad predeterminada de In es excelente en la resistencia al ciclo de calor. Cuando el contenido de In está dentro del intervalo mencionado anteriormente, se evita la transformación de fase entre β Sn y γ Sn durante el ciclo de calor y puede obtenerse una mayor resistencia al ciclo de calor.

25 Si el contenido de In es menor del 0,5%, no pueden presentarse los efectos mencionados anteriormente. Además, el fallo de fusión puede producirse debido al aumento del punto de fusión. El límite inferior del contenido de In es 0,5% o más, preferiblemente 0,7% o más, más preferiblemente 1,0% o más. Por otro lado, cuando el contenido de In supera el 3,0%, dado que se precipita una gran cantidad del compuesto intermetálico, se deteriora la resistencia a la tracción. Además, dado que β Sn se transforma en γ Sn durante un ensayo de ciclo de calor, cambia el volumen de la aleación de soldadura y se deteriora la resistencia al ciclo de calor. El límite superior del contenido de In es 3,0% o menos, preferiblemente 2,5% o menos, más preferiblemente 2,2% o menos y, en particular, preferiblemente 2,0% o menos.

(3) Pd: 0,01 a 0,10%

35 El Pd es un elemento necesario para mejorar la resistencia a la tracción mientras se mantiene la ductilidad de la aleación de soldadura. Si el contenido de Pd está dentro de un intervalo predeterminado en una aleación de soldadura de Sn-Bi-In-Pd donde los contenidos de Bi e In están dentro de los intervalos mencionados anteriormente, es posible evitar que la aleación de soldadura se convierta en un compuesto que contenga Sn y Pd gruesos. Se desconocen las razones detalladas de esto, pero se adivinan de la siguiente manera.

40 Debido al efecto de arrastre en el que la velocidad de difusión de Sn se vuelve lenta debido a la solución sólida de In a Sn y Bi, se evita la formación del compuesto que contiene Sn y Pd gruesos. Por lo tanto, cuando el Pd está contenido en la cantidad predeterminada en la aleación de soldadura de Sn-Bi-In-Pd donde los contenidos de Bi e In están dentro de los intervalos mencionados anteriormente, es posible evitar la precipitación del compuesto que contiene Sn y Pd gruesos, y, por lo tanto, la organización de aleación se vuelve fina. En detalle, la fase Bi, que es una fase quebradiza, se vuelve más fina que la fase Sn, que es una fase de relajación de tensiones, y presenta una ductilidad especialmente excelente. Esta organización de aleación fina se obtiene solo en una composición de aleación en la que Sn contiene Bi e In al mismo tiempo y también contiene Pd. Además, en la composición de aleación que contiene Pd, dado que se genera un gran número de núcleos solidificados de Pd, se evita el crecimiento de la fase Sn precipitada alrededor de cada uno de los núcleos y toda la estructura se vuelve fina. Como resultado, la resistencia mecánica y la resistencia al impacto se mejoran mediante la precipitación de un compuesto que contiene Sn y Pd finos.

45 Si el contenido de Pd es inferior al 0,01%, no pueden presentarse los efectos mencionados anteriormente. El límite inferior del contenido de Pd es 0,01% o más. Por otro lado, si el contenido de Pd supera el 0,10%, precipita el compuesto que contiene Sn y Pd gruesos. Además, el fallo de fusión puede producirse debido al aumento del punto de fusión. El límite superior del contenido de Pd es 0,10% o menos, preferiblemente 0,08% o menos, más preferiblemente 0,05% o menos, y, en particular, preferiblemente 0,03% o menos.

(5) 0,1% o menos de al menos uno de Co, Ti, Al y/o Mn en total

55 Estos elementos son elementos opcionales que pueden estar contenidos siempre que no obstaculicen los efectos mencionados anteriormente. Desde el punto de vista del mantenimiento de las propiedades mecánicas, la resistencia al impacto y la resistencia al ciclo de calor mientras se evita la formación de compuestos y también se mantiene la

miniaturización de la organización de aleación, el contenido de estos elementos es del 0,1% o menos.

(6) 0,1% en masa o menos de al menos uno de P, Ge y Ga

5 Estos elementos son elementos opcionales capaces de evitar la oxidación del Sn y mejorar la humectabilidad. Si el contenido de estos elementos no supera el 0,1%, no se ve afectada la fluidez de la aleación de soldadura en una superficie de soldadura. El contenido total de estos elementos es más preferiblemente del 0,003 al 0,01%. Aunque el contenido de cada elemento no está especialmente limitado, el contenido de P es preferiblemente del 0,002 al 0,005%, el contenido de Ge es preferiblemente del 0,002 al 0,006% y el contenido de Ga es preferiblemente del 0,002 al 0,02% con el fin de expresar suficientemente los efectos mencionados anteriormente.

(7) Resto: Sn

10 El resto de la aleación de soldadura según la presente invención es Sn. Además de los elementos mencionados anteriormente, puede contener una impureza inevitable. Incluso cuando contiene la impureza inevitable, los efectos mencionados anteriormente no se ven afectados. Como se describirá más adelante, incluso si un elemento que no está contenido en la presente invención está contenido como la impureza inevitable, los efectos mencionados anteriormente no se ven afectados.

15 (8) Zr, Ni, Al y Ag, Fe, Ca, Pt, Mg y Sb

Es deseable que la aleación de soldadura según la presente invención no contenga estos elementos. La adición simultánea de Al y Ag, Zr o Ni forma compuestos gruesos que evitan la formación de una organización de aleación uniforme y fina. Fe, Ca, Pt o Mg promueve el engrosamiento de la organización de aleación. Cuando Sb se combina con In, la ductilidad se reduce notablemente. Téngase en cuenta que cuando estos elementos están contenidos como impurezas inevitables, los efectos mencionados anteriormente no se ven afectados.

2. Pasta de soldadura

La aleación de soldadura según la presente invención puede usarse como pasta de soldadura. La pasta de soldadura es una forma pastosa de polvo de aleación de soldadura mezclado con una pequeña cantidad de fundentes. La aleación de soldadura según la presente invención puede usarse como una pasta de soldadura para montar un componente electrónico en una placa de circuito impreso mediante un método de soldadura por reflujo. El fundente utilizado en la pasta de soldadura puede ser, o bien un fundente soluble en agua, o un fundente no soluble en agua. Normalmente, se usa un fundente a base de colofonia que es un fundente insoluble en agua a base de colofonia.

La pasta de soldadura según la presente invención puede aplicarse a un electrodo en un lado de la placa que se usará para unirse a una bola de soldadura de Sn-Ag-Cu en un lado de BGA.

30 3. Bola de soldadura

La aleación de soldadura según la presente invención puede usarse como una bola de soldadura. La bola de soldadura según la presente invención se usa para formar una protuberancia en el electrodo de un paquete semiconductor, tal como una BGA (matrices de rejilla de bolas) o unos sustratos. El diámetro de la bola de soldadura según la presente invención es preferiblemente de 1 a 1000 μm . La bola de soldadura puede fabricarse mediante un método de fabricación de bolas de soldadura habitual.

4. Soldadura con núcleo de fundente de resina

La aleación de soldadura según la presente invención se usa adecuadamente en una soldadura con núcleo de fundente de resina donde el fundente está previamente contenido en la soldadura. También puede usarse en forma de soldadura de alambre desde el punto de vista de suministrar la soldadura a un soldador. Además, puede aplicarse a una soldadura de alambre entrante en la que el fundente se sella a la soldadura de alambre. La superficie de cada soldadura puede recubrirse con el fundente. Además, el fundente puede recubrirse sobre la superficie de la soldadura en la que no está contenido el fundente.

El contenido del fundente en la soldadura es, por ejemplo, del 1 al 10% en masa, y el contenido de la colofonia en el fundente es del 70 al 95%. En general, la colofonia es un compuesto orgánico y contiene carbono y oxígeno, y, por lo tanto, la colofonia usada en la presente invención no está limitada por un grupo funcional terminal o similar.

5. Junta de soldadura

Una junta de soldadura según la presente invención conecta un chip IC y un sustrato (un intercalador) en un paquete de semiconductores, o conecta el paquete de semiconductores y una placa de circuito impreso. Es decir, la junta de soldadura según la presente invención se denomina parte de conexión del electrodo y puede formarse usando una condición de soldadura habitual.

5. Otro

Además de lo anterior, la aleación de soldadura según la presente invención puede usarse como una soldadura de preforma, un alambre de soldadura y similares.

5 Un método de fabricación de la aleación de soldadura según la presente invención puede llevarse a cabo según un método convencional. Un método de unión que usa la aleación de soldadura según la presente invención puede llevarse a cabo de acuerdo con un método convencional usando un método de reflujo, por ejemplo. Cuando se lleva a cabo la soldadura de flujo, el punto de fusión de la aleación de soldadura puede ser aproximadamente 20 °C más alto que la temperatura de líquido. Además, cuando la unión se lleva a cabo mediante la aleación de soldadura según la presente invención, la organización de aleación puede ser más fina si se considera la velocidad de enfriamiento durante la solidificación. Por ejemplo, la junta de soldadura se enfría a una velocidad de enfriamiento de 2 a 3 °C/s o más. Las otras condiciones de unión pueden ajustarse adecuadamente de acuerdo con la composición de aleación de la aleación de soldadura.

15 La aleación de soldadura según la presente invención puede producir una aleación de bajo nivel de rayos α usando un material de bajo nivel de rayos α como materia prima. Dicha aleación de bajo nivel de rayos α puede evitar los errores de software cuando se usa para formar protuberancias de soldadura alrededor de las memorias.

Ejemplos

Se prepararon aleaciones de soldadura, consistiendo cada una en la composición de aleación mostrada en la tabla 1, para observar la organización de aleación y medir el punto de fusión (temperatura de líquido), y para evaluar la resistencia a la tracción, la ductilidad, la resistencia al impacto y la resistencia al ciclo de calor.

20 • Observación de la organización de aleación

Cada aleación de soldadura consistente en cada composición de aleación mostrada en la tabla 1 se coló en un molde predeterminado, y la aleación de soldadura obtenida se moldeó con una resina y se pulió, y una parte donde la aleación de soldadura se pulió aproximadamente a la mitad se fotografió con un FE-SEM a 1000 aumentos.

• Temperatura de líquido

25 Se preparó cada aleación de soldadura mostrada en la tabla 1 y se midió la temperatura de líquido de las aleaciones de soldadura. La temperatura de líquido se midió mediante un método basado en DSC similar al método basado en DSC para medir la temperatura de sólido mostrada en JIS Z 3198-1. Cuando la temperatura de líquido fue de 170 °C o menos, se evaluó como "T", y cuando superó los 170 °C, se evaluó como "F".

• Resistencia a la tracción y ductilidad

30 La resistencia a la tracción se midió según JISZ3198-2. Para cada aleación de soldadura enumerada en la tabla 1, se produjo una pieza de ensayo que tenía una longitud de calibre de 30 mm y un diámetro de 8 mm mediante colada en un molde. La pieza de ensayo producida se estiró con una carrera de 6 mm/min a temperatura ambiente mediante un Type5966 fabricado por Instron Corporation, y se midió la resistencia a la tracción. Usando la misma pieza de ensayo, la pieza de ensayo se estiró con una carrera de 0,6 mm/min a temperatura ambiente por el Type5966 fabricado por Instron Corporation, y se midió el alargamiento (la ductilidad) cuando se rompió la pieza de ensayo. En el presente ejemplo, cuando la resistencia a la tracción fue de 70 MPa o más, se evaluó como "T", y cuando la resistencia a la tracción fue menor de 70 MPa, se evaluó como "F". Cuando el alargamiento (la ductilidad) fue del 120% o más, se consideró prácticamente satisfactorio y se evaluó como "T". Cuando el alargamiento fue menor del 120%, se evaluó como "F".

• Resistencia al impacto

40 Cada aleación de soldadura enumerada en la tabla 1 se atomizó para ser un polvo de soldadura. Se preparó una pasta de soldadura de la aleación de soldadura respectiva mezclando con el fundente de soldadura hecho de la resina de pino, el solvente, el activador, el agente tixotrópico, el ácido orgánico o similares. La pasta de soldadura se imprimió en la placa de circuito impreso (material: FR-4) que tenía un espesor de 0,8 mm, teniendo la máscara de metal un espesor de 120 μ m, y se montaron 10 componentes BGA con el montador, y la soldadura por reflujo se realizó a la temperatura máxima de 190 °C y el tiempo de mantenimiento de 60 segundos para producir el sustrato de ensayo.

45 A continuación, ambos extremos del sustrato de ensayo se fijaron a un pedestal con pernos de manera que el componente BGA se orientara hacia el pedestal. En esta condición, se aplicó un impacto de 1500 G de acuerdo con la norma JEDEC para evaluar la resistencia al impacto. Después de eso, se midió un valor de resistencia. Cuando el valor de resistencia fue 1,5 veces menor que el valor de resistencia inicial, se evaluó como "T", y cuando el valor de resistencia fue 1,5 veces o más, se evaluó como "F".

• Resistencia al ciclo de calor

Cada aleación de soldadura enumerada en la tabla 1 se atomizó para ser un polvo de soldadura. Se preparó una pasta de soldadura de la aleación de soldadura respectiva mezclando con un fundente de soldadura hecho de una resina de

pino, un solvente, un activador, un agente tixotrópico, un ácido orgánico o similares. La pasta de soldadura se imprimió en una placa de circuito impreso (material: FR-4) que tenía un espesor de 0,8 mm, teniendo la máscara de metal un espesor de 100 μm , y se montaron 15 componentes BGA con un montador, y la soldadura por reflujo se realizó a una temperatura máxima de 190 °C y un tiempo de mantenimiento de 60 segundos para producir un sustrato de ensayo.

- 5 Los sustratos de ensayo, que estaban soldados con la aleación de soldadura respectiva, se colocaron en un dispositivo de ensayo de ciclo de calor ajustado a una condición de baja temperatura de -40 °C, alta temperatura de +100 °C, y el tiempo de mantenimiento de 10 minutos, y el número de ciclos en los que el valor de resistencia de al menos un componente BGA superó 15 Ω se determinó a partir de un valor de resistencia inicial de 3 a 5 Ω . Cuando los ciclos fueron 1700 o más, se evaluó como "T" y cuando los ciclos fueron menos de 1700, se evaluó como "F".
- 10 Los resultados de la evaluación se muestran en la tabla 1.

[Tabla 1]

	COMPOSICIÓN DE ALEACIÓN (% en masa)																TEMPERATURA DE LÍQUIDO	TS	DUCTILIDAD	RESISTENCIA AL IMPACTO	RESISTENCIA AL CICLO DE CALOR				
	Sn		Bi	In	Pd	Co	Ti	Al	Mn	P	Ge	Ga	Sb	Zr	Ni	Al+Ag						Fe	Ca	Pt	Mg
	1	RESTO	35	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						-	-	-	-
2	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	
3	RESTO	65	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
4	RESTO	58	1,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
5	RESTO	40	1,0	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
6	RESTO	65	1,0	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
7	RESTO	58	3,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
8	RESTO	58	3,0	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
9	RESTO	58	2,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
10	RESTO	58	2,0	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
11	RESTO	58	2,0	0,03	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
12	RESTO	58	2,0	0,03	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
13	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
14	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
15	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
16	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
17	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
18	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
19	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
20	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
21	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
22	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
1	RESTO	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	F	F
2	RESTO	58	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
3	RESTO	58	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	F	F
4	RESTO	30	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	F	F
5	RESTO	75	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	F	F
6	RESTO	58	0,4	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	F	F
7	RESTO	58	4,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
8	RESTO	58	2,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	F	F	F
9	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
10	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T

(continuación)

	COMPOSICIÓN DE ALEACIÓN (% en masa)														TEMPERATURA DE LÍQUIDO	TS	DUCTILIDAD	RESISTENCIA AL IMPACTO	RESISTENCIA AL CICLO DE CALOR				
	Sn	Bi	In	Pd	Co	Ti	Al	Mn	P	Ge	Ga	Sb	Zr	Ni						Al+Ag	Fe	Ca	Pt
11	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	T	F	-	-
12	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	T	F	-	-
13	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	T	F	-	-
14	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	T	F	-	-
15	RESTO	58	2,0	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	T	F	-	-
16	RESTO	58	2,0	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	T	F	-	-

EL SUBRAYADO SIGNIFICA QUE EL VALOR ESTÁ FUERA DEL ALCANCE DE LA PRESENTE INVENCIÓN

Como se muestra en la tabla 1, se descubrió que los ejemplos 1 a 22 eran superiores en resistencia a la tracción, ductilidad y resistencia al impacto. Además, se descubrió que se evitaba la generación del fallo de fusión debido a que la temperatura de líquido era baja y se evitaba el engrosamiento de la organización de aleación incluso después del ciclo de calor debido a que la organización de aleación era fina y, por lo tanto, la resistencia al ciclo de calor era excelente.

5 Por otro lado, dado que el ejemplo comparativo 1 no contenía In ni Pd, la organización de aleación no se volvió fina y fue inferior en resistencia a la tracción, la ductilidad, la resistencia al impacto y la resistencia al ciclo de calor. La resistencia mecánica del ejemplo comparativo 2 mejoró con respecto a la del ejemplo comparativo 1 mediante la precipitación de un compuesto de Sn y Pd debido a que contenía Pd, pero la ductilidad fue inferior porque no contenía In. Dado que la ductilidad del ejemplo comparativo 2 fue inferior, no se evaluaron la resistencia al ciclo de calor o la
10 resistencia al impacto. El ejemplo comparativo 3 fue inferior en resistencia a la tracción y resistencia al impacto debido a que no contenía Pd.

La temperatura de líquido del ejemplo comparativo 4 superó los 170 °C debido a que contenía una pequeña cantidad de Bi. La temperatura de líquido del ejemplo comparativo 5 superó los 170 °C debido a que contenía una gran cantidad de Bi. La temperatura de líquido del ejemplo comparativo 6 superó los 170 °C debido a que contenía una pequeña
15 cantidad de In. La resistencia a la tracción del ejemplo comparativo 7 disminuyó debido a que contenía una gran cantidad de In. La temperatura de líquido del ejemplo comparativo 8 superó los 170 °C y la ductilidad fue inferior debido a que contenía una gran cantidad de Pd. Estos ejemplos no se evaluaron para la resistencia al ciclo de calor y la resistencia al impacto debido a que al menos una de la temperatura de líquido, la resistencia a la tracción y la ductilidad fueron inferiores.

20 El ejemplo comparativo 9 fue inferior en ductilidad debido a que coexistían In y Sb. Por lo tanto, no se evaluaron la resistencia al ciclo de calor ni la resistencia al impacto.

Los ejemplos comparativos 10 a 16 fueron inferiores en ductilidad y similares debido a que la organización de aleación se volvió gruesa. Por lo tanto, no se evaluaron la resistencia al ciclo de calor ni la resistencia al impacto.

Se muestran observaciones de la organización de aleación de los ejemplos comparativos 1 y 2 y el ejemplo 2 mostrados en la tabla 1. Las figuras 1 son fotografías SEM de aleaciones de soldadura: la figura 1(a) es una fotografía SEM en sección transversal de la aleación de soldadura del ejemplo comparativo 1; la figura 1(b) es la fotografía SEM en sección transversal de la aleación de soldadura del ejemplo comparativo 2; y la figura 1(c) es la fotografía SEM de la aleación de soldadura del ejemplo 2. En las figuras 1(a) a 1(c), las partes blancas corresponden a la fase Bi y las partes grises corresponden a la fase β -Sn.
25

30 Se descubrió en la figura 1(a) que la fase Bi gruesa existe debido a que In y Pd no están contenidos en el ejemplo comparativo 1. Se descubrió en la figura 1(b) que la organización de aleación del ejemplo comparativo 2 fue fina en comparación con la figura 1(a) debido a que contenía In, aunque no era lo suficientemente fina para obtener las características deseadas. Se descubrió en la figura 1(c) del ejemplo 2 que la organización de aleación del ejemplo 2 fue la más fina debido a que contenía In y Pd. En particular, se descubrió que la miniaturización de la fase Bi, que es la fase quebradiza, fue notable. En cada uno de los otros ejemplos, se observó que la organización de aleación era tan fina como se muestra en la figura 1(c).
35

Como se ha mencionado anteriormente, la aleación de soldadura de Sn-Bi-In-Pd presenta una resistencia a la tracción, ductilidad, resistencia al impacto y resistencia al ciclo de calor excelentes debido a su organización fina.

[Lista de signos de referencia]

40 11, 21, 31 fase Bi
12, 22, 32 fase Sn

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una aleación de soldadura que tiene una composición de aleación que consiste en un 35 a 68% en masa de Bi, 0,5 a 3,0% en masa de In, 0,01 a 0,10% en masa de Pd, opcionalmente, al menos uno de Co, Ti, Al y Mn en una cantidad total de 0,1% en masa o menos, opcionalmente, al menos uno de P, Ge y Ga en una cantidad total de 0,1% en masa o menos, y el resto de Sn e impurezas inevitables.
2. La aleación de soldadura según la reivindicación 1, caracterizada por que la composición de aleación contiene de 1,0 a 2,0% en masa de In.
3. La aleación de soldadura según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que la composición de aleación contiene de 0,01 a 0,03% en masa de Pd.
- 10 4. Una pasta de soldadura caracterizada por comprender la composición de aleación de soldadura según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.
5. Una bola de soldadura caracterizada por comprender la composición de aleación de soldadura según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.
- 15 6. Una soldadura con núcleo de fundente de resina caracterizada por comprender la composición de aleación de soldadura según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.
7. Una junta de soldadura caracterizada por comprender la composición de aleación de soldadura según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

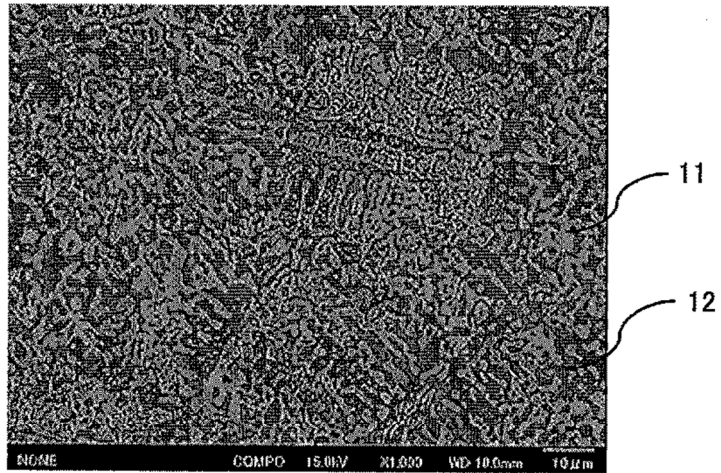


FIG. 1(a)

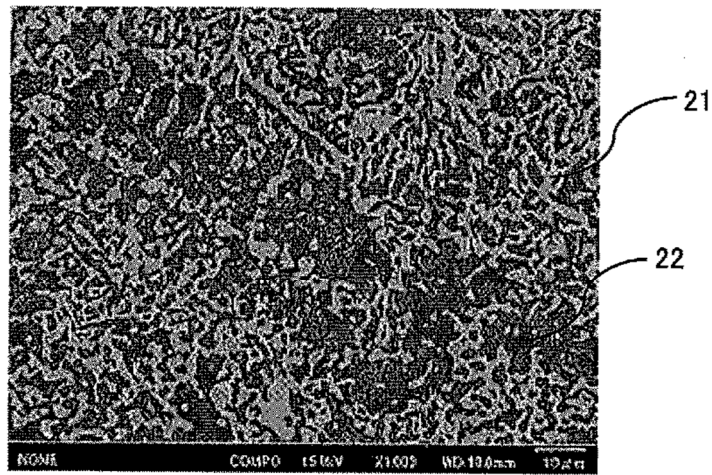


FIG. 1(b)

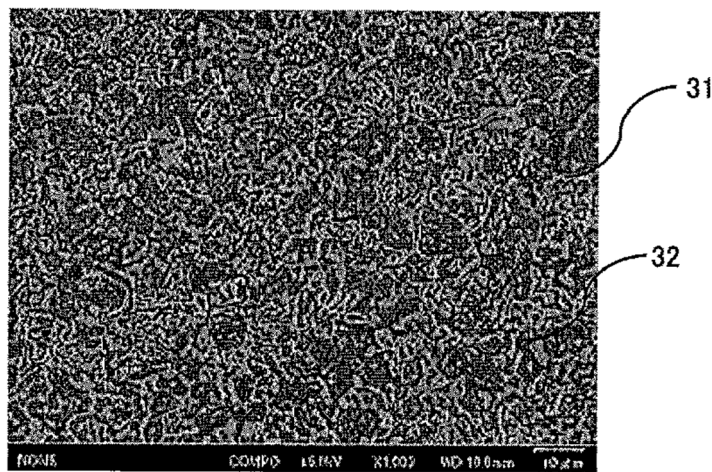


FIG. 1(c)