

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 511**

51 Int. Cl.:

**B23K 35/26** (2006.01)

**H05K 3/34** (2006.01)

**C22C 13/00** (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: **25.06.2013 PCT/JP2013/067392**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO14013847**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2013 E 13819569 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2875898**

54 Título: **Aleación para soldadura, pasta para soldadura, y placa de circuito electrónico**

30 Prioridad:

**19.07.2012 JP 2012160239**

**18.02.2013 JP 2013029247**

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

**14.06.2018**

73 Titular/es:

**HARIMA CHEMICALS, INC. (100.0%)  
671-4, Mizuashi Noguchi-cho Kakogawa-shi  
Hyogo 675-0019, JP**

72 Inventor/es:

**NAKANISHI, KENSUKE;  
INOUE, KOSUKE;  
ICHIKAWA, KAZUYA;  
SHIGESADA, TETSUYUKI y  
TAKEMOTO, TADASHI**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 672 511 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 placa de circuito electrónico

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a una aleación para soldadura, una pasta para soldadura, y una placa de circuito electrónico. En particular, la presente invención se refiere a una aleación para soldadura de estaño-plata-cobre, una pasta para soldadura que contiene la aleación para soldadura, y una placa de circuito electrónico producida usando la pasta para soldadura.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

15 Generalmente, en uniones metálicas en dispositivos eléctricos y electrónicos, se usan uniones de soldadura que usan pastas para soldadura, y para una pasta para soldadura de este tipo, de forma convencional, se usa una aleación para soldadura que contiene plomo.

20 Sin embargo, recientemente, Ha sido necesario suprimir el uso del plomo en vista de la carga ambiental, y por lo tanto una aleación para soldadura (aleación para soldadura sin plomo) que no contiene plomo está en desarrollo.

Para esto, una aleación para soldadura sin plomo, por ejemplo, una aleación de estaño-cobre, una aleación de estaño-plata-cobre, una aleación de estaño-bismuto, y una aleación de estaño-cinc se han conocido bien, y en particular, una aleación de estaño-plata-cobre se ha usado ampliamente debido a su resistencia excelente.

25 Por ejemplo, el Documento de Patente 1 (Ref: Ejemplos 18 a 25) que sigue a continuación ha propuesto una de estas aleaciones para soldadura de estaño-plata-cobre de, por ejemplo, una soldadura sin plomo para circuitos electrónicos en vehículo, soldadura sin plomo que contiene de un 2,8 a un 4 % en masa de Ag, de un 3 a un 5,5 % en masa de In, de un 0,5 a un 1,1 % en masa de Cu, además Bi, Ni, Co, Fe, P, Ge, y Zn, y una porción restante de Sn.

30 Además, el Documento de Patente 2 (Ref: Ejemplos 7 a 13) ha propuesto además otra aleación para soldadura de estaño-plata-cobre: una soldadura sin plomo para vehículos, soldadura sin plomo que contiene, por ejemplo, de un 2,8 a un 4 % en masa de Ag, de un 1,5 a un 6 % en masa de Bi, de un 0,8 a un 1,2 % en masa de Cu, y además, Ni, Co, Fe, P, Ge, e In, y una porción restante de Sn.

35 Listado de citas

Documento de Patente

- 40 Documento de Patente 1 WO 2009/011392
- Documento de Patente 2 WO 2009/011341
- Documento JP 2004 141910 A desvela una aleación para soldadura sin plomo.
- Documento US 2012/0175020 A1 desvela una aleación para soldadura con bajo contenido de plata.
- Documento US 2003/0015575 A1 y documento US 2008/0159903 A1 representan antecedentes tecnológicos.

45 SUMARIO DE LA INVENCION

PROBLEMA A RESOLVER CON LA INVENCION

50 Mientras tanto, para una aleación para soldadura de este tipo se ha requerido durabilidad (resistencia a la fatiga, en particular fatiga térmica en frío).

Además, para una aleación para soldadura de este tipo, se ha requerido que el punto de fusión sea bajo, y que la resistencia a la formación de fisuras y la resistencia a la erosión mejoren, y los espacios vacíos (huecos) se suprimen.

55 Un objeto de la presente invención es proporcionar una aleación para soldadura que permita un punto de fusión bajo, características mecánicas excelentes tales como durabilidad, resistencia a la formación de fisuras, y resistencia a la erosión, y además, supresión de generación de espacios vacíos (huecos); una pasta para soldadura que contiene la aleación para soldadura; y una placa de circuito electrónico producida usando la pasta para soldadura.

60 MEDIOS PARA RESOLVER EL PROBLEMA

65 La invención se define mediante la materia objeto de la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones ventajosas.

Una aleación para soldadura en un aspecto de la presente invención es una aleación para soldadura de estaño-plata-cobre, de acuerdo con la reivindicación 1

5 En la aleación para soldadura, es preferente que la proporción de masa (Ni/Co) del contenido de níquel con respecto al contenido de cobalto sea 8 o superior y 12 o inferior.

En la aleación para soldadura, es preferente que el contenido de bismuto con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura sea un 1,8 % en masa o superior y un 4,2 % en masa o inferior.

10 Es preferente que la aleación para soldadura contenga adicionalmente antimonio, y con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura, el contenido de antimonio sea de un 0,1 % en masa o superior y un 5,0 % en masa o inferior, y el contenido de bismuto sea de un 0,8 % en masa o superior y un 3,0 % en masa o inferior.

15 Es preferente que la aleación para soldadura contiene adicionalmente indio, y el contenido de indio con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es un 2,2 % en masa o superior y un 6,2 % en masa o inferior.

En la aleación para soldadura, es preferente que la proporción de masa (In/Bi) del contenido de indio con respecto al contenido de bismuto sea 0,5 o superior y 4,2 o inferior.

20 En la aleación para soldadura, es preferente el contenido de cobre con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura sea un 0,3 % en masa o superior y un 0,7 % en masa o inferior.

Una pasta para soldadura en otro aspecto de la presente invención contiene un fundente y un polvo para soldadura formado por la aleación para soldadura descrita anteriormente.

25 Una placa de circuito electrónico además en otro aspecto de la presente invención incluye una porción soldada, que se ha soldado con la pasta para soldadura descrita anteriormente.

#### EFECTO DE LA INVENCION

30 Con una soldadura de acuerdo con la presente invención el punto de fusión se puede suprimir hasta un nivel bajo, y se pueden conseguir características mecánicas excelentes tales como durabilidad, resistencia a la formación de fisuras, y resistencia a la erosión, y además, la generación de espacios vacíos (huecos) se puede suprimir.

35 Una pasta para soldadura en otro aspecto de la presente invención contiene la aleación para soldadura descrita anteriormente; y por lo tanto, el punto de fusión se puede suprimir hasta un nivel bajo, se pueden conseguir características mecánicas excelentes tales como durabilidad, resistencia a la formación de fisuras, y resistencia a la erosión, y además, la generación de espacios vacíos (huecos) se puede suprimir.

40 En una placa de circuito electrónico además en otro aspecto de la presente invención, la pasta para soldadura descrita anteriormente se usa en soldadura, y por lo tanto, en la porción soldada, se pueden conseguir características mecánicas excelentes tales como durabilidad, resistencia a la formación de fisuras, y resistencia a la erosión, y además, la generación de espacios vacíos (huecos) se puede suprimir.

#### 45 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 es una fotografía de MEB (Microscopía Electrónica de Barrido) que muestra una estructura de un compuesto intermetálico formada en la sección transversal de la soldadura después de refusión.

#### 50 REALIZACIÓN DE LA INVENCION

Una aleación para soldadura en un aspecto de la presente invención es una aleación para soldadura de estaño-plata-cobre, y contiene estaño, plata, cobre, bismuto, níquel, y cobalto como componentes esenciales.

55 En una aleación para soldadura de este tipo, el contenido de estaño es un porcentaje restante que se deduce del porcentaje para los otros componentes que se describirán posteriormente a partir del conjunto, y que se ajusta de forma adecuada de acuerdo con las cantidades de los componentes mezclados.

60 El contenido de plata con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es superior a un 2 % en masa, preferentemente superior a un 2 % en masa, más preferentemente un 2,5 % en masa o superior, y un 4 % en masa o inferior, preferentemente inferior a un 4 % en masa, más preferentemente un 3,8 % en masa o inferior.

65 En la aleación para soldadura descrita anteriormente, el contenido de plata se establece en el intervalo descrito anteriormente, y por lo tanto se puede conseguir una resistencia, durabilidad, y resistencia a la formación de fisuras excelentes.

Por el contrario, cuando el contenido de plata es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la resistencia puede ser baja, y se impide la presentación de los efectos del cobre que se describirán posteriormente (resistencia a la erosión). Cuando el contenido de plata es superior al límite superior descrito anteriormente, el punto de fusión aumenta, y las características mecánicas tales como elongación y resistencia a la formación de fisuras se reducen.  
 5 Además, una cantidad de plata excesiva impide los efectos del cobalto y del germanio (durabilidad) que posteriormente se describirá que se presentan.

El contenido de cobre con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es, por ejemplo, un 0,1 % en masa o superior, preferentemente un 0,3 % en masa o superior, más preferentemente un 0,4 % en masa o superior,  
 10 y por ejemplo, un 1 % en masa o inferior, preferentemente un 0,7 % en masa o inferior, más preferentemente un 0,6 % en masa o inferior.

Cuando el contenido de cobre se encuentra en el intervalo descrito anteriormente, se puede asegurar una resistencia a la erosión y resistencia excelentes.  
 15

Mientras tanto, cuando el contenido de cobre es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la resistencia a la erosión es baja, y se puede producir una erosión del cobre. Es decir, cuando el contenido de cobre es menor que el límite inferior descrito anteriormente, y cuando se hace soldadura con la aleación para soldadura, El patrón de  
 20 cobre o agujero pasante en la placa de circuito electrónico se puede disolver con la aleación para soldadura (erosión del cobre). Cuando el contenido de cobre es mayor que el límite superior descrito anteriormente, la durabilidad (en particular la fatiga térmica en frío) puede ser baja y la resistencia puede ser baja.

El contenido de bismuto con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es, por ejemplo, un 0,5 % en masa o superior, preferentemente un 0,8 % en masa o superior, más preferentemente un 1,2 % en masa o superior,  
 25 incluso más preferentemente un 1,8 % en masa o superior, de forma particularmente preferente un 2,2 % en masa o superior, y que por ejemplo, un 4,8 % en masa o inferior, preferentemente un 4,2 % en masa o inferior, más preferentemente un 3,5 % en masa o inferior, incluso más preferentemente un 3,0 % en masa o inferior.

Cuando el contenido de bismuto está dentro del intervalo descrito anteriormente, el punto de fusión se puede suprimir hasta un nivel bajo, y se puede asegurar una resistencia y durabilidad excelentes.  
 30

Mientras tanto, cuando el contenido de bismuto es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la resistencia a la formación de fisuras y la resistencia pueden ser bajas, y además, la durabilidad también puede ser baja. Cuando el contenido de bismuto también es mayor que el límite superior descrito anteriormente, la resistencia a la formación  
 35 de fisuras y la resistencia pueden ser bajas, y además, la durabilidad también puede ser baja.

El contenido de níquel con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es un 0,01 % en masa o superior, preferentemente un 0,03 % en masa o superior, más preferentemente un 0,04 % en masa o superior, y un  
 40 0,15 % en masa o inferior, preferentemente un 0,1 % en masa o inferior, más preferentemente un 0,06 % en masa o inferior.

Cuando el contenido de níquel está en el intervalo descrito anteriormente, la soldadura se puede estructurar finamente, y la resistencia a la formación de fisuras, resistencia, y durabilidad pueden mejorar.

Mientras tanto, cuando el contenido de níquel es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la durabilidad es baja, y además, la estructura fina no se puede conseguir, y la resistencia a la formación de fisuras y resistencia son  
 45 bajas. Cuando el contenido de níquel es mayor que el límite superior descrito anteriormente, la durabilidad es baja, y el punto de fusión de la aleación para soldadura aumenta, y la capacidad de humectación se reduce, lo que reduce la utilidad de la pasta para soldadura.  
 50

El contenido de cobalto contenido con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es un 0,001 % en masa o superior, preferentemente un 0,003 % en masa o superior, más preferentemente un 0,004 % en masa o superior,  
 55 y un 0,008 % en masa o inferior, preferentemente un 0,006 % en masa o inferior.

Cuando la aleación para soldadura contiene cobalto, en una pasta para soldadura producida a partir de la aleación para soldadura, una capa del compuesto intermetálico (por ejemplo, Sn-Cu, Sn-Co, Sn-Cu-Co, etc.) formada en la superficie de contacto soldada puede llegar a ser gruesa, y el crecimiento de la aleación para soldadura puede ser  
 60 difícil incluso con una carga térmica y una carga debida a cambios térmicos. La soldadura se refuerza mediante dispersión y deposición de cobalto en la soldadura.

Cuando la aleación para soldadura contiene cobalto en la proporción descrita anteriormente, la soldadura se puede estructurar finamente, y la resistencia a la formación de fisuras, resistencia, y durabilidad excelentes pueden mejorar, y además, la generación de espacios vacíos se puede suprimir.

Mientras tanto, cuando el contenido de cobalto es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la durabilidad es baja, y además, no se puede conseguir una estructura fina, y la resistencia a la formación de fisuras y la

resistencia son bajas. Cuando el contenido de cobalto es mayor que el límite superior descrito anteriormente, Existen desventajas porque la durabilidad es baja, y además, la generación de espacios vacíos no se puede suprimir.

5 La proporción de masa (Ni/Co) del contenido de níquel con respecto al contenido de cobalto es, por ejemplo, 1 o superior, preferentemente 5 o superior, más preferentemente 8 o superior y por ejemplo, 200 o inferior, preferentemente 100 o inferior, más preferentemente 50 o inferior, incluso más preferentemente 20 o inferior, de forma particularmente preferente 12 o inferior.

10 Cuando la proporción de masa (Ni/Co) de níquel con respecto a cobalto está en el intervalo descrito anteriormente, la soldadura se puede estructurar finalmente, y se puede asegurar una resistencia a la formación de fisuras y resistencia excelentes.

15 Mientras tanto, cuando la proporción de masa (Ni/Co) de níquel con respecto a cobalto es menor que el límite inferior descrito anteriormente, no se puede conseguir una estructura fina, la resistencia a la formación de fisuras y la resistencia pueden ser bajas, y la generación de espacios vacíos no se puede suprimir. Cuando la proporción de masa (Ni/Co) de níquel con respecto a cobalto también se encuentra en el límite superior descrito anteriormente o superior, no se puede conseguir una estructura fina, la resistencia a la formación de fisuras y la resistencia pueden ser bajas, y la generación de espacios vacíos no se puede suprimir.

20 La aleación para soldadura descrita anteriormente puede contener además, como componentes opcionales, antimonio, indio, y germanio.

25 El contenido de antimonio con respecto al total de la aleación para soldadura es de un 0,1 % en masa o superior, preferentemente un 0,2 % en masa o superior, más preferentemente un 0,4 % en masa o superior, y por ejemplo, un 5,0 % en masa o inferior, preferentemente un 4,5 % en masa o inferior, más preferentemente un 4,0 % en masa o inferior.

30 Cuando el contenido de antimonio está dentro del intervalo descrito anteriormente, la resistencia se puede mejorar, y además, el antimonio forma una solución sólida en estaño, mejorando la resistencia al calor y la durabilidad.

35 Mientras tanto, cuando el contenido de antimonio es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la resistencia y la durabilidad pueden ser bajas. Cuando el contenido de antimonio también es mayor que el límite superior descrito anteriormente, la resistencia y la durabilidad pueden ser bajas.

40 Cuando el contenido de antimonio está en el intervalo descrito anteriormente, el contenido de bismuto es preferentemente, por ejemplo, un 0,5 % en masa o superior, preferentemente un 0,8 % en masa o superior, más preferentemente un 1,2 % en masa o superior, y por ejemplo, un 4,2 % en masa o inferior, preferentemente un 3,5 % en masa o inferior, más preferentemente 3,0 % en masa o inferior.

40 Cuando el contenido de antimonio y el contenido de bismuto están dentro del intervalo descrito anteriormente, la resistencia, resistencia al calor, y durabilidad pueden mejorar.

45 El contenido de indio con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es, por ejemplo, un 2,2 % en masa o superior, preferentemente un 2,8 % en masa o superior, más preferentemente un 3,8 % en masa o superior, y por ejemplo, un 6,2 % en masa o inferior, preferentemente un 5,7 % en masa o inferior, más preferentemente un 5,2 % en masa o inferior, de forma particularmente preferente un 4,5 % en masa o inferior.

50 Cuando el contenido de indio está en el intervalo descrito anteriormente, se puede asegurar una resistencia a la formación de fisuras, resistencia y durabilidad excelentes.

55 Es decir, la aleación para soldadura contiene estaño y plata, y por lo tanto generalmente la estructura de  $Ag_3Sn$  (plata 3 estaño) está presente. Una estructura de  $Ag_3Sn$  de este tipo se aglomera mediante subidas y bajadas de temperatura repetitivas, y puede causar grietas.

55 Por el contrario, cuando la aleación para soldadura contiene indio en la proporción descrita anteriormente, la aglomeración de  $Ag_3Sn$  se impide, y la estructura de  $Ag_3Sn$  se puede formar finalmente, y por lo tanto la resistencia a la formación de fisuras y la resistencia pueden mejorar.

60 Mientras tanto, cuando el contenido de indio es menor que el límite inferior descrito anteriormente, no se puede conseguir una estructura fina, la resistencia a la formación de fisuras y la resistencia pueden ser bajas, y además, la durabilidad también puede ser baja. Cuando el contenido de indio también es mayor que el límite superior descrito anteriormente, no se puede conseguir una estructura fina, la resistencia a la formación de fisuras y la resistencia pueden ser bajas, y además, la durabilidad también puede ser baja.

65 La proporción de masa (In/Bi) del contenido de indio con respecto al contenido de bismuto es, por ejemplo, 0,5 o

## ES 2 672 511 T3

superior, preferentemente 0,8 o superior, más preferentemente 1,3 o superior, y por ejemplo, 4,2 o inferior, preferentemente 3 o inferior, más preferentemente 2,2 o inferior, de forma particularmente preferente 1,8 o inferior.

5 Cuando la proporción de masa (In/Bi) de indio con respecto a bismuto está en el intervalo descrito anteriormente, se puede asegurar una resistencia y capacidad de humectación excelentes.

10 Mientras tanto, cuando la proporción de masa (In/Bi) de indio con respecto a bismuto es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la resistencia y la capacidad de humectación pueden ser bajas. Cuando la proporción de masa (In/Bi) de indio con respecto a bismuto también es mayor que el límite superior descrito anteriormente, la resistencia y la capacidad de humectación pueden ser bajas.

15 El contenido de germanio con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es un 0,001 % en masa o superior, preferentemente un 0,002 % en masa o superior, e inferior a un 1 % en masa, preferentemente 0,007 % en masa o inferior.

20 Cuando el contenido de germanio está en el intervalo descrito anteriormente, se forma un óxido fino sobre la superficie de la soldadura, que puede mejorar la durabilidad.

Además, si se permite que el cobalto y el germanio coexistan, sus efectos sinérgicos permiten una mejora de la capacidad de extensión y resistencia a la deformación con aplicación de tensión térmica, lo que mejora la durabilidad.

25 Mientras tanto, cuando el contenido de germanio es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la durabilidad puede ser baja, y además, la capacidad y humectación puede ser baja. Cuando el contenido de germanio es mayor que el límite superior descrito anteriormente, la superficie de la soldadura se oxida excesivamente, y por lo tanto, la capacidad de humectación y la resistencia pueden ser bajas.

30 Una aleación para soldadura de este tipo se puede producir preparando una aleación con un método conocido, por ejemplo, mediante fusión de los componentes metálicos descritos anteriormente en un horno de fusión, y homogeneizando la mezcla.

Los componentes metálicos no están limitados en particular, y en vista de la fusión homogénea de los componentes metálicos, preferentemente, se usan metales en estado de polvo.

35 El tamaño de partícula promedio del polvo metálico no está limitado en particular, y con un analizador de tamaño de partícula • distribución del tamaño de partícula mediante difracción láser es, por ejemplo, 5  $\mu\text{m}$  o superior, preferentemente 15  $\mu\text{m}$  o superior, por ejemplo, 100  $\mu\text{m}$  o inferior, preferentemente 50  $\mu\text{m}$  o inferior.

40 El polvo metálico usado en la producción de la aleación para soldadura puede contener una cantidad traza de impurezas (impureza inevitable) en la medida en la que no impida los efectos excelentes de la presente invención.

45 La aleación para soldadura obtenida de este modo tiene un punto de fusión medido con el método de DSC (Condiciones de medición: tasa de aumento de temperatura de 0,5 °C/min) de, por ejemplo, 190 °C o superior, preferentemente 200 °C o superior, por ejemplo, 250 °C o inferior, preferentemente 240 °C o inferior.

50 Cuando la aleación para soldadura tiene un punto de fusión en el intervalo descrito anteriormente, cuando se usa para la pasta para soldadura, los metales se pueden unir con una facilidad y capacidad de trabajo excelentes.

55 La aleación para soldadura descrita anteriormente contiene, en la aleación para soldadura de estaño-plata-cobre, estaño, plata, cobre, bismuto, níquel, y cobalto, y con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura, el contenido de plata es un 2 % en masa o superior y un 4 % en masa o inferior, el contenido de níquel es un 0,01 % en masa o superior y un 0,15 % en masa o inferior, y el contenido de cobalto es un 0,001 % en masa o superior y un 0,008 % en masa o inferior, y por lo tanto el punto de fusión se puede suprimir hasta un nivel bajo, se pueden proporcionar características mecánicas excelentes tales como durabilidad, resistencia a la formación de fisuras, y resistencia a la erosión, y además, la generación de espacios vacíos (huecos) se puede suprimir.

Por lo tanto, una aleación para soldadura de este tipo está contenida preferentemente en una pasta para soldadura (material de unión a pasta para soldadura).

60 Para ser específicos, la pasta para soldadura en otro aspecto de la presente invención contiene la aleación para soldadura descrita anteriormente, y un fundente.

En la pasta para soldadura, la aleación para soldadura está contenida preferentemente en forma de un polvo.

65 La forma de polvo no está limitada en particular, y por ejemplo, la forma de polvo puede ser sustancialmente esférica completa, por ejemplo, bloque plano, y por ejemplo, acicular, y también puede ser amorfa. La forma de polvo se

ajusta de forma adecuada de acuerdo con las características requeridas para la pasta para soldadura (por ejemplo, tixotropía, resistencia a la curvatura, etc.).

5 El polvo para aleación para soldadura tiene un tamaño de partícula promedio (cuando es esférico), o una longitud en la dirección longitudinal promedio (cuando no es esférico) de, con un analizador de tamaño de partícula • distribución de tamaño de partícula mediante difracción con láser, por ejemplo, 5  $\mu\text{m}$  o superior, preferentemente 15  $\mu\text{m}$  o superior, y por ejemplo, 100  $\mu\text{m}$  o inferior, preferentemente 50  $\mu\text{m}$  o inferior.

10 El fundente no está limitado en particular, y se puede usar un fundente de soldadura conocido.

15 Para ser específicos, el fundente está formado por principalmente, por ejemplo, base de resina (colofonia, resina acrílica, etc.), un activador (por ejemplo, sal de ácido hidrohálico de aminas tal como etilamina y propilamina, y ácidos carboxílicos orgánicos tales como, por ejemplo, ácido láctico, ácido cítrico, ácidos benzoico, etc.), y un agente tixotrópico (aceite de ricino hidrogenado, cera de abejas, cera de carnaúba, etc.), y cuando el fundente se usa en un estado líquido, un disolvente orgánico puede estar contenido adicionalmente.

La pasta para soldadura se puede producir mezclando el polvo descrito anteriormente formado por la aleación para soldadura, y el fundente descrito anteriormente con un método conocido.

20 La proporción de mezcla (aleación para soldadura: fundente (proporción de masa)) de la aleación para soldadura (polvo) con respecto al fundente es, por ejemplo, de 70: 30 a 90: 10.

25 La pasta para soldadura descrita anteriormente contiene la aleación para soldadura en un aspecto de la presente invención, y por lo tanto el punto de fusión se puede suprimir hasta un nivel bajo, y se pueden conseguir características mecánicas excelentes tales como durabilidad, resistencia a la formación de fisuras, y resistencia a la erosión, y además, la generación de espacios vacíos (huecos) se puede suprimir.

30 La presente invención incluye una placa de circuito electrónico que incluye una porción soldada, que se suelda con la pasta para soldadura descrita anteriormente.

Es decir, la pasta para soldadura descrita anteriormente se usa de forma adecuada en, por ejemplo, soldadura (unión de metales) de electrodos en la placa de circuitos electrónicos de dispositivos eléctricos y electrónicos a un componente eléctrico.

35 El componente eléctrico no está limitado en particular, e incluye un componente electrónico conocido tal como, por ejemplo, resistencia, diodo, condensador, y transistor.

40 En la placa de circuito electrónico, en la soldadura, se usa la pasta para soldadura descrita anteriormente, y por lo tanto se pueden conseguir características mecánicas excelentes tales como durabilidad, resistencia a la formación de fisuras, y resistencia a la erosión en la porción soldada, y además, la generación de espacios vacíos (huecos) se puede suprimir.

45 El método descrito anteriormente para usar la aleación para soldadura de la presente invención no está limitado a la pasta para soldadura descrita anteriormente, y por ejemplo, se puede usar para la producción de materiales de soldadura con núcleo de fundente. Para ser específicos, por ejemplo, un material para soldadura con núcleo de fundente también se puede producir con un método conocido (por ejemplo, moldeo por exclusión, etc.), mediante el moldeo de la aleación para soldadura descrita anteriormente en una línea con el fundente descrito anteriormente como el núcleo.

50 El material para soldadura con núcleo de fundente también se puede usar de forma adecuada, como la pasta para soldadura, por ejemplo, en la soldadura (unión de metales) de una placa de circuito electrónico tales como dispositivos eléctricos y electrónicos.

#### Ejemplos

55 La presente invención se describe a continuación basándose en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos, pero la presente invención no se limita a los Ejemplos que siguen a continuación.

#### Ejemplos 1 a 54 y Ejemplos Comparativos 1 a 20

60 • Preparación de aleación para soldadura

65 Los polvos de los metales mostrados en las Tablas 1 a 2 se mezclaron en la proporción de mezcla que se muestra en las Tablas 1 a 3, y la mezcla de metales producida se fundió en un horno de fusión y se homogeneizó, preparando de ese modo una aleación para soldadura. La proporción de mezcla de estaño (Sn) en la formulación de mezcla de los Ejemplos y de los Ejemplos Comparativos es el resto que se resta de la proporción de mezcla (% en

masa) de metales (plata (Ag), cobre (Cu), indio (In), bismuto (Bi), antimonio (Sb), níquel (Ni), y cobalto (Co)) mostrados en las Tablas 1 a 3 del conjunto.

5 En las aleaciones para soldadura de los Ejemplos 1 a 3, los metales de Ag, Cu, In, Bi, Ni, y Co se mezclaron a La proporción que se muestra en la Tabla 1, y para el porcentaje restante, se usó Sn.

En los Ejemplos 4 a 14, las aleaciones para soldadura se produjeron basándose en la formulación del Ejemplo 2, excepto porque la proporción de mezcla de Ni y/o Co se aumentó o se disminuyó.

10 En los Ejemplos 15 a 33, las aleaciones para soldadura se produjeron basándose en la formulación del Ejemplo 2, excepto porque la proporción de mezcla de In y/o Bi se aumentó o se disminuyó.

15 En los Ejemplos 34 a 43, las aleaciones para soldadura se produjeron basándose en la formulación del Ejemplo 2, excepto porque se añadió adicionalmente Sb y las proporciones de mezcla de Ag, In, Bi, y Sb se disminuyeron o se aumentaron.

20 En los Ejemplos 44 a 54, las aleaciones para soldadura se produjeron basándose en la formulación del Ejemplo 2, excepto porque se añadió In, se añadió Sb, y las proporciones de mezcla de Ag, Bi, y Sb se disminuyeron o se aumentaron de acuerdo con los Ejemplos 34 a 42.

En los Ejemplos Comparativos 1 a 7, las aleaciones para soldadura se produjeron basándose en la formulación del Ejemplo 2, excepto porque la proporción de mezcla de Ni y/o Co se estableció en 0, o en una cantidad excesiva o en una cantidad insuficiente.

25 En los Ejemplos Comparativos 8 a 15, las aleaciones para soldadura se produjeron basándose en la formulación del Ejemplo 2, excepto porque la proporción de mezcla de uno de Ni y Co se estableció en una cantidad excesiva o en una cantidad suficiente, y la proporción de mezcla del otro de Ni y Co se disminuyó ósea aumentó acuerdo con los Ejemplos 4 a 14.

30 En el Ejemplo Comparativo 6, una aleación para soldadura se produjo basándose en la formulación del Ejemplo 2, excepto porque la proporción de mezcla del Cu se estableció en 0.

35 En el Ejemplo Comparativo 17, una aleación para soldadura se produjo mezclando los metales de Ag, Cu, In, y Ni en la proporción que se muestra en la Tabla 3, y para el porcentaje restante, se usó Sn. En el Ejemplo Comparativo 18, una aleación para soldadura se produjo mezclando los metales de Ag, Cu, In, Bi, y Co en la proporción que se muestra en la Tabla 3, y para el porcentaje restante, se usó Sn.

40 En el Ejemplo Comparativo 19, una aleación para soldadura se produjo mezclando los metales de Ag, Cu, Bi, y Ni en la proporción que se muestra en la Tabla 3, y para el porcentaje restante, se usó Sn. En el Ejemplo Comparativo 20, una aleación para soldadura se produjo mezclando los metales de Ag, Cu, Bi, y Co en la proporción que se muestra en la Tabla 3, y para el porcentaje restante, se usó Sn.

• Preparación de la pasta para soldadura

45 La aleación para soldadura producida se preparó en un polvo con un tamaño de partícula de 25 a 38  $\mu\text{m}$ , y el polvo para aleación para soldadura producido y un fundente conocido se mezclaron, produciendo de ese modo una pasta para soldadura.

• Evaluación en la pasta para soldadura

50 La pasta para soldadura producida se imprimió en una placa de circuito impreso para el montaje de los componentes del chip, y los componentes del chip se montaron mediante refusión. Las condiciones de impresión para la pasta para soldadura en el momento del montaje, y el tamaño de los componentes de chip se establecieron de forma adecuada de acuerdo con las evaluaciones que se describen a continuación.

55

[Tabla 1]

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)							Ni/Co (Proporción de masa)	In/Bi (Proporción de masa)
	Ag	Cu	In	Bi	Sb	Ni	Co		
Ejemplo 1	2,6	0,5	4,0	3,0	—	0,05	0,005	10	1,33

ES 2 672 511 T3

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)							Ni/Co (Proporción de masa)	In/Bi (Proporción de masa)
	Ag	Cu	In	Bi	Sb	Ni	Co		
Ejemplo 2	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,05	0,005	10	<b>1,59</b>
Ejemplo 3	3,7	0,5	4,0	2,5	—	0,05	0,005	10	1,60
Ejemplo 4	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,01	0,001	10	1,59
Ejemplo 5	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,01	0,005	2	1,59
Ejemplo 6	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,01	0,008	1,25	1,59
Ejemplo 7	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,05	0,001	50	1,59
Ejemplo 8	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,05	0,008	6,25	1,59
Ejemplo 9	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,07	0,001	70	1,59
Ejemplo 10	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,07	0,005	14	1,59
Ejemplo 11	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,07	0,008	8,75	1,59
Ejemplo 12	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,15	0,001	150	1,59
Ejemplo 13	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,15	0,005	30	1,59
Ejemplo 14	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,15	0,008	18,75	1,59
Ejemplo 15	3,0	0,5	3,0	2,0	—	0,05	0,005	10	1,50
Ejemplo 16	3,0	0,5	3,0	3,0	—	0,05	0,005	10	1,00
Ejemplo 17	3,0	0,5	3,0	4,0	—	0,05	0,005	10	0,75
Ejemplo 18	3,0	0,5	4,0	2,0	—	0,05	0,005	10	2,00
Ejemplo 19	3,0	0,5	4,0	4,0	—	0,05	0,005	10	1,00
Ejemplo 20	3,0	0,5	5,0	2,0	—	0,05	0,005	10	2,50
Ejemplo 21	3,0	0,5	5,0	3,0	—	0,05	0,005	10	1,67
Ejemplo 22	3,0	0,5	5,0	4,0	—	0,05	0,005	10	1,25
Ejemplo 23	3,0	0,5	5,5	2,0	—	0,05	0,005	10	2,75
Ejemplo 24	3,0	0,5	5,5	3,0	—	0,05	0,005	10	1,83
Ejemplo 25	3,0	0,5	5,5	4,0	—	0,05	0,005	10	1,38

[Tabla 2]

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)							Ni/Co (Proporción de masa)	In/Bi (Proporción de masa)
	Ag	Cu	In	Bi	Sb	Ni	Co		
Ejemplo 26	3,0	0,5	2,5	3,0	—	0,05	0,005	10	0,83
Ejemplo 27	3,0	0,5	6,0	3,0	—	0,05	0,005	10	2,00
Ejemplo 28	3,0	0,5	4,0	1,5	—	0,05	0,005	10	2,67
Ejemplo 29	3,0	0,5	4,0	4,5	—	0,05	0,005	10	0,89
Ejemplo 30	3,0	0,5	2,5	1,5	—	0,05	0,005	10	1,67
Ejemplo 31	3,0	0,5	6,0	4,5	—	0,05	0,005	10	1,33
Ejemplo 32	3,0	0,5	2,5	4,5	—	0,05	0,005	10	0,56
Ejemplo 33	3,0	0,5	6,0	1,5	—	0,05	0,005	10	4,00
Ejemplo 34	3,0	0,5	4,3	2,7	1,5	0,05	0,005	10	1,59
Ejemplo 35	3,0	0,5	4,3	2,7	3,0	0,05	0,005	10	1,59
Ejemplo 36	3,8	0,5	4,3	2,7	1,5	0,05	0,005	10	1,59
Ejemplo 37	3,0	0,5	4,3	1,0	3,0	0,05	0,005	10	4,30
Ejemplo 38	3,0	0,5	4,3	2,7	0,5	0,05	0,005	10	1,59
Ejemplo 39	3,0	0,5	4,3	2,7	1,0	0,05	0,005	10	1,59
Ejemplo 40	3,0	0,5	4,3	0,5	1,5	0,05	0,005	10	8,60
Ejemplo 41	3,0	0,5	4,3	3,5	1,5	0,05	0,005	10	1,23
Ejemplo 42	3,0	0,5	4,3	2,7	0,2	0,05	0,005	10	1,59
Ejemplo 43	3,0	0,5	4,3	2,7	4,5	0,05	0,005	10	1,59
Ejemplo 44	3,0	0,5	—	2,0	3,8	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 45	3,0	0,5	—	2,7	1,5	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 46	3,0	0,5	—	2,7	3,0	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 47	3,8	0,5	—	2,7	1,5	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 48	3,0	0,5	—	1,0	3,0	0,05	0,005	10	—

ES 2 672 511 T3

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)							Ni/Co (Proporción de masa)	In/Bi (Proporción de masa)
	Ag	Cu	In	Bi	Sb	Ni	Co		
Ejemplo 49	3,0	0,5	—	2,7	0,5	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 50	3,0	0,5	—	2,7	1,0	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 51	3,0	0,5	—	0,5	1,5	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 52	3,0	0,5	—	3,5	1,5	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 53	3,0	0,5	—	2,7	0,2	0,05	0,005	10	—
Ejemplo 54	3,0	0,5	—	2,7	4,5	0,05	0,005	10	—

[Tabla 3]

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)										Ni/Co (Proporción)	In/Bi(Proporción)
	Ag	Cu	In	Bi	Sb	Ni	Co					
Ejemplo Comparativo 1	3,0	0,5	4,3	2,7	—	No contenido	No contenido	—	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 2	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,05	No contenido	—	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 3	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,05	0,0005	100	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 4	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,05	0,01	5	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 5	3,0	0,5	4,3	2,7	—	No contenido	0,005	—	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 6	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,005	0,005	1	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 7	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,2	0,005	40	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 8	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,01	0,0005	20	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 9	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,01	0,01	1	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 10	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,15	0,0005	300	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 11	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,15	0,01	15	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 12	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,005	0,001	5	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 13	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,005	0,008	0,625	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 14	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,2	0,001	200	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 15	3,0	0,5	4,3	2,7	—	0,2	0,008	25	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 16	3,0	No contenido	4,3	2,7	—	0,05	0,005	10	—	—	1,59	
Ejemplo Comparativo 17	3,0	1,0	5,0	No contenido	—	0,03	No contenido	—	—	—	—	
Ejemplo Comparativo 18	3,0	1,0	5,0	0,5	—	No contenido	0,01	—	—	—	10,00	
Ejemplo Comparativo 19	3,0	0,9	No contenido	3,0	—	0,03	No contenido	—	—	—	—	
Ejemplo Comparativo 20	3,0	0,9	No contenido	3,0	—	No contenido	0,01	—	—	—	—	

## Evaluación

La pasta para soldadura producida en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos se evaluó como se muestra a continuación. Los resultados se muestran en las Tablas 4 a 6.

5

< Resistencia a la formación de fisuras (Tamaño de la estructura del compuesto intermetálico) >

La pasta para soldadura producida en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos en una cantidad de 0,3 g se aplicó a una porción central (región de aproximadamente 5 mm x 5 mm) de una placa de cobre que tenía un grosor de 0,3 mm y un tamaño de 2,5 cm cuadrados, y la muestra producida de ese modo se calentó en un horno de refusión. Las condiciones de calentamiento en el horno de refusión se establecieron como sigue a continuación: calentamiento previo de 150 a 180 °C durante 90 segundos, y a una temperatura máxima de 250 °C. El periodo era de 220 °C o superior se estableció en 120 segundos, y la tasa de enfriamiento cuando la temperatura disminuyó desde la temperatura máxima a 200 °C se estableció de 0,5 a 1,5 °C/segundos. Las condiciones de refusión son severas en comparación con las condiciones generales de refusión, y son condiciones en las que los compuestos intermetálicos se depositan fácilmente en el estaño de la soldadura.

10

15

La muestra se cortó después de la refusión, y la sección transversal se molió. A continuación, la sección transversal molida se observó con un microscopio electrónico de barrido, midiendo de ese modo el tamaño de la estructura del compuesto intermetálico depositado la soldadura después de refusión. Las muestras se clasificaron con los siguientes criterios. La resistencia a la formación de fisuras se contempla como excelente cuando el tamaño de la estructura del compuesto intermetálico es pequeño.

20

A: El tamaño de la estructura máxima observada era inferior a 50 µm (la resistencia a la formación de fisuras era excelente).

25

B: El tamaño de la estructura máxima observada era de 50 µm o superior y de 50 µm o inferior (la resistencia a la formación de fisuras era buena).

C: El tamaño de la estructura máxima observada era superior a 100 µm (la resistencia a la formación de fisuras era insuficiente).

30

La FIG. 1 es una fotografía de MEB (Microscopía Electrónica de Barrido) que muestra una estructura de un compuesto intermetálico formada en la sección transversal de la soldadura después de refusión. Para ser específicos, la FIG. 1 muestra los resultados de la observación de la muestra en la que se usó la pasta para soldadura producida en el de Ejemplo Comparativo 5. El número 1 de referencia en la FIG. 1 muestra la estructura del compuesto intermetálico que aparece en la soldadura después de refusión, y la estructura del compuesto intermetálico y sus alrededores muestran totalmente la porción de soldadura después de refusión. La longitud de la línea de color blanco que se muestra con el 2 de referencia en la FIG. 1 muestra la longitud real de 10 µm.

35

40

< Supresión de espacios vacíos >

La pasta para soldadura producida en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos se imprimió en una placa de circuito impreso para el montaje de los componentes del chip, y los componentes del chip se montaron mediante refusión. El grosor de la pasta para soldadura impresa se ajustó usando un revestimiento metálico con un grosor de 150 µm. Después de la impresión de la pasta para soldadura, los componentes del chip con un tamaño 2012 (20 mm x 12 mm) se colocaron en posiciones determinadas previamente de la placa de circuito impreso descrita anteriormente, y se calentaron en un horno de refusión, montando de ese modo los componentes del chip. Las condiciones de refusión se establecieron como sigue a continuación: calentamiento previo de 170 a 190 °C, temperatura máxima de 245 °C, el periodo en el que la temperatura era de 220 °C o superior se estableció en 45 segundos, y la tasa de enfriamiento cuando la temperatura disminuía desde la temperatura máxima a 200 °C se estableció de 3 a 8 °C/segundos.

45

50

Después de enfriar la placa de circuito impreso, las condiciones de la superficie de la soldadura en la placa de circuito impreso se observaron con fotografías de rayos X, y se formó un porcentaje del área total de espacios vacíos en la región en la que se forma la soldadura (porcentaje de área de espacios vacíos) que se midió. El estado de generación de espacios vacíos se evaluó basándose en los siguientes criterios mediante la determinación del valor promedio del porcentaje de área de espacios vacíos para 20 lands en la placa de circuito impreso.

55

A: El valor promedio para el porcentaje de área de espacios vacíos era de un 5 % o inferior, y los efectos de la supresión de generación de espacios vacíos era extremadamente un.

60

B: El valor promedio para el porcentaje de área de espacios vacíos era superior a un 5 % y un 7 % o inferior, y los efectos de la supresión de espacios vacíos eran excelentes.

65

C: El valor promedio para el porcentaje de área de espacios vacíos era superior a un 7 %, y los efectos de la

supresión de espacios vacíos eran insuficientes.

< Resistencia a la erosión (erosión de Cu) >

5 Las aleaciones para soldadura producidas en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos se llevaron a un estado de fusión en un tanque de soldadura ajustado a 260 °C. A partir de ese momento, una placa de electrodo de tipo peine que tiene alambres de cobre se sumerge en una soldadura fundida durante 5 segundos. Para la placa de electrodo de tipo peine que tiene alambres de cobre, se usó una placa de ensayo, "tipo 2 de placa de electrodo de tipo peine" especificada en el "ensayo de resistencia al aislamiento" del Anexo 3 para "pasta para soldadura" JIS Z 3284-1994.

15 La operación de inmersión de la placa de tipo peine en la soldadura fundida se repitió, y se determinó el número de veces que el tamaño de los alambres de cobre de la placa de tipo peine se redujo a la mitad. En vista de la fiabilidad de los circuitos electrónicos, el tamaño del alambre de cobre no se debe reducir a la mitad incluso si se sumerge 4 veces o más. Estas placas de tipo peine cuyo tamaño no se redujo a la mitad incluso después de la inversión de 4 veces se evaluaron como "A", y aquellas placas de tipo peine cuyo tamaño se redujo a la mitad después de la inmersión de 3 veces o menos se evaluaron como "C".

20 < Durabilidad (periodo de duración de la soldadura) >

25 La pasta para soldadura producida en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos se imprimió en una placa de circuito impreso para el montaje de los componentes del chip, y los componentes del chip se montaron mediante refusión. El grosor de la pasta para soldadura impresa se ajustó usando un revestimiento metálico con un grosor de 150 µm. Después de la impresión de la pasta para soldadura, los componentes del chip con un tamaño 3216 (32 mm x 16 mm) se colocaron en posiciones determinadas previamente de la placa de circuito impreso descrita anteriormente, y se calentaron en un horno de refusión, montando de ese modo los componentes del chip. Las condiciones de refusión se establecieron como sigue a continuación: calentamiento previo de 170 a 190 °C, temperatura máxima de 245 °C, el periodo en el que la temperatura era de 220 °C o superior se estableció en 45 segundos, y la tasa de enfriamiento cuando la temperatura disminuía desde la temperatura máxima a 200 °C se estableció de 3 a 8 °C/segundos.

35 Además, la placa de circuito impreso descrita anteriormente se sometió a un ensayo de ciclos de calor y frío, en el que la placa de circuito impreso descrita anteriormente se mantuvo en un entorno de -40 °C durante 30 minutos, y a continuación se mantuvo en un entorno de 125 °C durante 30 minutos.

40 La porción de soldadura de la placa de circuito impreso que se llevó a través del ciclo de calor y frío 1500, 2000, 2500, 2750, y 3000 veces se cortó, y la sección transversal de la misma se molió. La sección transversal molida se observó con una fotografía de rayos X, y se evaluó si la fisura generada en la porción de curvatura de la soldadura atravesaba completamente la porción de la curvatura. La porción de la soldadura se clasificó basándose en los criterios que siguen a continuación. Para cada conjunto de ciclos, se evaluaron 20 chips.

A+: la fisura que atravesaba completamente la porción de curvatura no se generó hasta el ciclo 3000.

45 A: la fisura que atravesaba completamente la porción de curvatura se generó del ciclo 2751 al ciclo 3000.

A-: la fisura que atravesaba completamente la porción de curvatura se generó del ciclo 2501 al ciclo 2750.

B: la fisura que atravesaba completamente la porción de curvatura se generó del ciclo 2001 al ciclo 2500.

50 B-: la fisura que atravesaba completamente la porción de curvatura se generó del ciclo 1501 al ciclo 2000.

C: la fisura que atravesaba completamente la porción de curvatura se generó antes del ciclo 1500.

55 < Clasificación global >

60 La puntuación se calculó para la "resistencia a la formación de fisuras (tamaño de la estructura de soldadura)", "supresión de espacios vacíos", y "resistencia a la erosión (erosión de Cu)", estableciendo la clasificación "A" en 2 puntos, "B" como 1 punto, y "C" como 0. La puntuación se calculó para la "durabilidad (periodo de duración de la soldadura)", estableciendo "A+" como 5 puntos, "A" como 4 puntos, "A-" como 3 puntos, "B" como 2 puntos, "B-" como 1 punto, y "C" como 0. A continuación, la puntuación total se calculó para cada categoría de evaluación, y basándose en la puntuación total, la pasta para soldadura de los Ejemplos y de los Ejemplos Comparativos se evaluó de forma exhaustiva.

65 A+: extremadamente buena (la puntuación total era de 10 puntos o superior, sin clasificación "B" o inferior en la categoría.)

A: buena (la puntuación total era de 8 puntos o superior, sin "B" o inferior en la categoría de "durabilidad (periodo

de duración de la soldadura)", sin clasificación "B-" o inferior en la categoría).

A-: principalmente buena (la puntuación total era de 8 puntos o superior, sin clasificación "B-" o inferior en la categoría. Excluyendo los que se encuentran en la clasificación global de "A" descrita anteriormente).

B: prácticamente aceptable: (la puntuación total era de 6 puntos o superior, sin clasificación "C" en la categoría).

C: no buena (la puntuación total era de 6 o inferior, o incluye al menos una "C" en la categoría).

5

[Tabla 4]

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)				
	Tamaño dela estructura del compuesto intermetálico	Supresión de huecos	Erosión de Cu	Duración de soldadura	Evaluación global de puntos totales
Ejemplo 1	A	A	A	A+	11, A+
Ejemplo 2	A	A	A	A+	11, A+
Ejemplo 3	A	A	A	A+	11, A+
Ejemplo 4	B	A	A	A	9, A
Ejemplo 5	B	A	A	A	9, A
Ejemplo 6	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 7	B	A	A	A	9, A
Ejemplo 8	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 9	B	A	A	A	9, A
Ejemplo 10	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 11	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 12	B	A	A	A	9, A
Ejemplo 13	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 14	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 15	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 16	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 17	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 18	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 19	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 20	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 21	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 22	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 23	A	A	A	B	8, A-

ES 2 672 511 T3

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)				
	Tamaño de la estructura del compuesto intermetálico	Supresión de huecos	Erosión de Cu	Duración de soldadura	Evaluación global de puntos totales
Ejemplo 24	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 25	A	A	A	B	8, A-

[Tabla 5]

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)				
	Tamaño de la estructura del compuesto intermetálico	Supresión de huecos	Erosión de Cu	Duración de soldadura	Evaluación global de puntos totales
Ejemplo 26	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 27	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 28	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 29	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 30	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 31	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 32	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 33	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 34	A	A	A	A+	11, A+
Ejemplo 35	A	B	A	A+	10, A+
Ejemplo 36	A	A	A	A+	11, A+
Ejemplo 37	A	B	A	A+	10, A+
Ejemplo 38	A	A	A	A+	11, A+
Ejemplo 39	A	A	A	A+	11, A+
Ejemplo 40	A	A	A	B-	7, B
Ejemplo 41	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 42	A	A	A	B	8, A-
Ejemplo 43	A	B	A	B	7, B
Ejemplo 44	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 45	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 46	A	B	A	A	9, A

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)				
	Tamaño de la estructura del compuesto intermetálico	Supresión de huecos	Erosión de Cu	Duración de soldadura	Evaluación global de puntos totales
Ejemplo 47	A	A	A	A	10, A+
Ejemplo 48	A	B	A	A	9, A
Ejemplo 49	A	A	A	A	10, A+
Ejemplo 50	A	A	A	A	10, A+
Ejemplo 51	A	A	A	B	8, A
Ejemplo 52	A	A	A	B	8, A
Ejemplo 53	A	A	A	B	8, A
Ejemplo 54	A	B	A	B	7, B

[Tabla 6]

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)				
	Tamaño de a estructura del compuesto intermetálico	Supresión de huecos	Erosión de Cu	Duración de soldadura	Evaluación global de puntos totales
Ejemplo Comparativo 1	C	A	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 2	C	A	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 3	C	A	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 4	A	C	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 5	C	A	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 6	C	A	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 7	A	C	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 8	C	A	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 9	B	C	A	C	3, C

N.º	Formulación de mezcla (% en masa)				
	Tamaño de a estructura del compuesto intermetálico	Supresión de huecos	Erosión de Cu	Duración de soldadura	Evaluación global de puntos totales
Ejemplo Comparativo 10	B	A	A	C	5, C
Ejemplo Comparativo 11	A	C	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 12	C	A	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 13	C	B	A	C	3, C
Ejemplo Comparativo 14	B	C	A	C	3, C
Ejemplo Comparativo 15	A	C	A	C	4, C
Ejemplo Comparativo 16	A	A	C	A	6, C
Ejemplo Comparativo 17	C	C	A	C	2, C
Ejemplo Comparativo 18	C	C	A	C	2, C
Ejemplo Comparativo 19	C	C	A	C	2, C
Ejemplo Comparativo 20	C	C	A	C	2, C

< Producción de placa de circuito electrónico >

- 5 En los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos, para la evaluación de la pasta para soldadura, se montaron componentes del chip de tamaño 3216 (32 mm x 16 mm) y de tamaño 2012 (20 mm x 12 mm).

10 Como es evidente a partir de los resultados de la evaluación mencionada, con el uso de la pasta para soldadura de los Ejemplos mencionados anteriormente, se obtuvieron buenos resultados en las evaluaciones del tamaño de la estructura de la soldadura, supresión de vacíos, erosión de Cu, y periodo de duración de la soldadura.

15 Es decir, con el uso de la pasta para soldadura de los Ejemplos mencionados anteriormente, se produjeron placas de circuito electrónico compatibles para componentes de chip de diversos tamaños, y son excelentes en relación con la fiabilidad de los componentes del chip.

Aunque las realizaciones ilustrativas de la presente invención se proporcionan en la descripción mencionada anteriormente, esto se produce solamente con fines ilustrativos y no se debe interpretar como limitante en modo alguno. La modificación y variación de la presente invención que será evidente para las personas con experiencia en la materia se va a cubrir con las siguientes reivindicaciones.

20

Aplicabilidad Industrial

La aleación para soldadura y la pasta para soldadura de la presente invención se usan en placas de circuito electrónico usadas para dispositivos eléctricos y electrónicos.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Una aleación para soldadura de una aleación para soldadura de estaño-plata-cobre que consiste en:
  - 5 estaño, plata, cobre, bismuto, níquel, y cobalto, y opcionalmente indio y/o antimonio, en la que con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura, el contenido de plata es superior a un 2 % en masa y un 4 % en masa o inferior, el contenido de cobre es un 0,1 % en masa o superior y un 1 % en masa o inferior, el contenido de bismuto es un 0,5 % en masa o superior y un 4,8 % en masa o inferior,
    - 10 el contenido de níquel es un 0,01 % en masa o superior y un 0,15 % en masa o inferior, el contenido de cobalto es un 0,001 % en masa o superior y un 0,008 % en masa o inferior, y el contenido de estaño es el contenido restante.
  - 15 2. La aleación para soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la proporción de masa (Ni/Co) del contenido de níquel con respecto al contenido de cobalto es 8 o superior y 12 o inferior.
  3. La aleación para soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, en la que con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura, el contenido de bismuto es un 1,8 % en masa o superior y un 4,2 % en masa o inferior.
  - 20 4. La aleación para soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende antimonio, en la que con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura, el contenido de antimonio es un 0,1 % en masa o superior y un 5,0 % en masa o inferior.
  5. La aleación para soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende indio, en la que con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura, el contenido de indio es un 2,2 % en masa o superior y un 6,2 % en masa o inferior.
    - 25 6. La aleación para soldadura de acuerdo con la reivindicación 5, en la que la proporción de masa (In/Bi) del contenido de indio con respecto al contenido de bismuto es un 0,5 o superior y 4,2 o inferior.
    - 30 7. La aleación para soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, en la que con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura, el contenido de cobre es un 0,3 % en masa o superior y un 0,7 % en masa o inferior.
    8. La aleación para soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende antimonio, en la que el contenido de antimonio con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es un 0,1 % en masa o superior y un 5,0 % en masa o inferior; y que comprende indio, en la que el contenido de indio con respecto a la cantidad total de la aleación para soldadura es un 2,2 % en masa o superior y un 6,2 % en masa o inferior.
    - 35 9. Una pasta para soldadura que comprende un fundente, y un polvo para soldadura formado por la aleación para soldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
    - 40 10. Una placa de circuito electrónico que comprende una porción soldada que se puede obtener por soldadura de la pasta para soldadura de acuerdo con la reivindicación 9.

FIG. 1

