

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 219**

51 Int. Cl.:

B23K 35/26 (2006.01)

C22C 13/00 (2006.01)

C22C 13/02 (2006.01)

B23K 35/36 (2006.01)

B23K 35/362 (2006.01)

B23K 35/02 (2006.01)

B23K 35/22 (2006.01)

H05K 3/34 (2006.01)

B23K 101/36 (2006.01)

B23K 101/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2014 PCT/JP2014/072576**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015 WO15198497**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2014 E 14853188 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 3093098**

54 Título: **Aleación de soldadura, pasta de soldadura y placa de circuitos electrónicos**

30 Prioridad:

24.06.2014 JP 2014129472

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

23.04.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**IKEDA, KAZUKI;
INOUE, KOSUKE;
ICHIKAWA, KAZUYA y
TAKEMOTO, TADASHI**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 710 219 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 y placa de circuitos electrónicos

5 Campo técnico

[0001] La presente invención se refiere a una aleación de soldadura, una pasta de soldadura y una placa de circuito electrónico, para ser específicos, a una aleación de soldadura, una pasta de soldadura que contiene la aleación de soldadura, y, además, una placa de circuito electrónico obtenida usando la pasta de soldadura.

10

Antecedentes en la técnica

[0002] En la conexión de metales en dispositivos eléctricos y electrónicos o similares, se ha utilizado generalmente la conexión por soldadura utilizando una pasta de soldadura y, en dicha pasta de soldadura, se ha utilizado convencionalmente una aleación de soldadura que contiene plomo.

15

[0003] Sin embargo, en vista de la carga ambiental, recientemente se requirió la supresión del uso de plomo y, por lo tanto, se promovió el desarrollo de una aleación de soldadura sin plomo (aleación de soldadura sin plomo).

20

[0004] Como tal aleación de soldadura sin plomo, por ejemplo, una aleación de estaño-cobre, una aleación de estaño-plata-cobre, una aleación de estaño-plata-indio-bismuto, una aleación de estaño-bismuto, y una aleación de estaño-zinc han sido bien conocidas y, entre todas, una aleación de estaño-plata-cobre, una aleación de estaño-plata-indio-bismuto y similares se han utilizado ampliamente.

25

[0005] Como tal aleación de soldadura sin plomo, para ser más específicos, una aleación de soldadura de Sn que contiene Ag en una proporción de 0,5 a 5 % en peso, In en una proporción de 0,5 a 20 % en peso, Bi en una relación de 0,1 a 3 % en peso, además, al menos un tipo seleccionado del grupo que consiste en Sb, Zn, Ni, Ga, Ge y Cu en una proporción de 3 % en peso o menos, y Sn como contenido restante han sido propuestas (red: Documento de Patente 1).

30

[0006] Además de la descripción anterior, como tal una aleación de soldadura sin plomo, por ejemplo, un material de soldadura que contiene Ag en una proporción de 1,0 a 4,0 % en peso, In en una proporción de 4,0 a 6,0 % en peso, Bi en una proporción de 0,1 a 1,0 % en peso, además, al menos uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste en Cu, Ni, Co, Fe y Sb en una proporción de 1 % en peso o menos, y se ha propuesto Sn como contenido restante (ref.: Documento de Patente 2).

35

Documento de la Técnica Anterior

Documento de Patente

40

[0007]

Documento de Patente 1: Publicación de Patente Japonesa No Examinada N.º 2004-188453

Documento de Patente 2: WO 2010/122764

45

[0008] El documento US 5.733.501 B se refiere a una aleación de soldadura sin plomo que comprende 0,8 a 5,0 % inclusive en peso de Ag, no inferior a 0,1 % en peso de In, no inferior a 0,1 % en peso de Bi, la cantidad total de In y Bi siendo no más del 17 % en peso y el resto de Sn e impurezas inevitables. La otra aleación de soldadura sin plomo contiene además de 0,1 a 10 % en peso de Sb. Una aleación de soldadura (Tabla 1, No. 17) tiene la composición de Sn - 3.2Ag - 6.8In - 2.3Bi - 0.9Sb. Estas aleaciones de soldadura tienen un bajo punto de fusión y un rango de fusión estrecho, y, además, muestran excelentes características de humectabilidad y mecánicas.

50

[0009] El documento EP 2 422 918 A1 se refiere a un material de soldadura sin plomo, que muestra una alta resistencia a la fatiga térmica y es capaz de reducir efectivamente la aparición de fallas en la conexión que harían que una función de un producto dejase de funcionar. Un material de soldadura comprende 1,0 - 4,0 % en peso de Ag, 4,0 - 6,0 % en peso de In, 0,1 - 1,0 % en peso de Bi, 1 % en peso o menos (excluyendo 0 % en peso) de una suma de uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste en Cu, Ni, Co, Fe y Sb, y un restante de Sn.

55

[0010] El documento JP 2004-188453 A se refiere a una aleación de soldadura a base de Sn que sobresale en durabilidad contra el choque térmico en una prueba de ciclo criogénico. Esta aleación es una aleación de soldadura basada en Sn-Ag-In-Bi que contiene 0,5 a 5 % en peso de Ag, 0,5 a 20 % en peso de In, 0,1 a 3 % en peso de Bi y el resto de Sn. También es una aleación de soldadura a base de Sn libre de plomo que contiene al menos un tipo seleccionable entre Sb, Zn, Ni, Ga, Ge y Cu en 3 % en peso o menos, sin causar deformación en una prueba de ciclo criogénico, por ejemplo, entre -40°C y 125°C.

60

65

Resumen de la invención

Problemas que resolver por la invención

5 **[0011]** Mientras tanto, un componente soldado con dicha aleación de soldadura se puede usar en condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas (por ejemplo, ciclo de temperatura entre -40 y 150°C, etc.) tales como una sala de máquinas de automóviles.

10 **[0012]** Por lo tanto, se ha requerido que la aleación de soldadura tenga una excelente durabilidad (entre todas, resistencia a la fatiga por enfriamiento/calentamiento), cuando se expone a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas. En soldadura, no solo un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente pequeño (por ejemplo, un componente de chip que tiene un tamaño de 1005 (1,0 mm x 0,5 mm)), sino también un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande (por ejemplo, un componente de chip que tiene un tamaño de 1608 (1,6 mm x 0,8 mm), componente de chip que tiene un tamaño de 3216 (3,2 mm x 1,6 mm), etc.) puede ser usado.

20 **[0013]** Por lo tanto, se ha requerido una aleación de soldadura que sea capaz de soldar excelentemente un componente electrónico independientemente de su tamaño en condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas.

25 **[0014]** A este respecto, cuando un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande se suelda utilizando la aleación de soldadura descrita en los Documentos de Patente 1 y 2 y el componente obtenido es expuesto a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas, por ejemplo, puede haber un caso en el que la aleación de soldadura se deforme por transformación de fase, de modo que se produzca un cortocircuito entre las aleaciones de soldadura que son adyacentes entre sí; una grieta se produce en la aleación de soldadura; o además, que el daño se produzca en el componente electrónico.

30 **[0015]** Es un objeto de la presente invención proporcionar una aleación de soldadura capaz de suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas, que tenga una excelente durabilidad independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar, y, además, capaz de suprimir el daño al componente electrónico soldado o similar; una pasta de soldadura que contiene la aleación de soldadura; y además, una placa de circuito electrónico obtenida usando la pasta de soldadura.

35 Solución a los problemas

40 **[0016]** Una aleación de soldadura de acuerdo con un aspecto de la presente invención consiste sustancialmente en estaño, plata, indio, bismuto y antimonio, y opcionalmente al menos un elemento arbitrario seleccionado del grupo que consiste en cobre, níquel, cobalto, galio, germanio y fósforo, donde con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura, la relación de contenido de plata es 2,8 % en masa o más y 4,0 % en masa o menos; la relación de contenido de indio es 6,2 % en masa o más y 9,0 % en masa o menos; la relación de contenido de bismuto es 0,7 % en masa o más y 5,0 % en masa o menos; la relación de contenido de antimonio es 1,0 % en masa o más y 5,0 % en masa o menos; el contenido del elemento arbitrario está por encima de 0 % en masa y 1 % en masa o menos, cuando se contiene un elemento arbitrario; y, aparte de las impurezas inevitables, la relación de contenido de estaño es el resto, y el valor de A en el siguiente discriminante (1) es 4,36 o menos.

$$A = 0,87 \times [\text{Relación de contenido de In (\% masa)}] - 0,41 \times [\text{Relación de contenido de Ag (\% masa)}] - 0,82 \times [\text{Relación de contenido de Sb (\% masa)}] \dots (1)$$

50 **[0017]** En la aleación de soldadura, es preferible que la relación de contenido de bismuto sea 1,0 % en masa o más y 3,0 % en masa o menos.

55 **[0018]** En la aleación de soldadura, es preferible que la relación de contenido de antimonio sea 1,0 % en masa o más y 3,0 % en masa o menos.

60 **[0019]** En la aleación de soldadura, es preferible que la aleación de soldadura contenga además al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en cobre, níquel, cobalto, galio, germanio y fósforo y con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura, la relación de contenido del elemento es superior a 0 % en masa y 1 % en masa o menos.

[0020] Una pasta de soldadura de acuerdo con otro aspecto de la presente invención contiene un polvo de soldadura compuesto por la aleación y fundente de soldadura descritos anteriormente.

65 **[0021]** Una placa de circuito electrónico según otro aspecto adicional de la presente invención incluye una porción de soldadura por la pasta de soldadura descrita anteriormente.

Efecto de la invención

5 **[0022]** En la aleación de soldadura que consiste sustancialmente en estaño, plata, indio, bismuto y antimonio en una cantidad predeterminada, la aleación de soldadura de acuerdo con un aspecto de la presente invención está diseñada de manera que el valor de A en el discriminante descrito anteriormente (1) es un valor predeterminado.

10 **[0023]** Por lo tanto, la aleación de soldadura de acuerdo con un aspecto de la presente invención es capaz de suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas, tiene una durabilidad excelente independientemente del tamaño de un componente electrónico a ser soldado, y, además, es capaz de eliminar el daño al componente electrónico soldado o similar.

15 **[0024]** Además, la pasta de soldadura de acuerdo con otro aspecto de la presente invención contiene la aleación de soldadura descrita anteriormente, de modo que es capaz de suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas, tiene una durabilidad excelente independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar, y, además, es capaz de suprimir el daño al componente electrónico soldado o similar.

20 **[0025]** Además, una placa de circuito electrónico de acuerdo con otro aspecto adicional de la presente invención usa la pasta de soldadura descrita anteriormente en la soldadura, de modo que es capaz de suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas, tiene excelente durabilidad independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar, y además, es capaz de eliminar el daño al componente electrónico soldado o similar.

25 Realización de la invención

30 **[0026]** Una aleación de soldadura de acuerdo con un aspecto de la presente invención es una aleación de soldadura de estaño-plata-indio-bismuto y contiene, como componentes esenciales, estaño (Sn), plata (Ag), indio (In), bismuto (Bi) y antimonio (Sb). En otras palabras, la aleación de soldadura consiste sustancialmente en estaño, plata, indio, bismuto y antimonio. En la especificación, "sustancialmente" significa permitir que los elementos descritos anteriormente sean componentes esenciales y que un componente arbitrario que se describa más adelante se contenga en una proporción que se describa más adelante.

35 **[0027]** En la aleación de soldadura, la relación de contenido del estaño es la proporción restante de cada uno de los componentes que se describirá más adelante y se establece de manera apropiada de acuerdo con la cantidad de mezcla de cada uno de los componentes.

40 **[0028]** La relación de contenido de plata es 2,8 % en masa o más, o preferiblemente 3,0 % en masa o más, y 4,0 % en masa o menos, o preferiblemente 3,8 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

45 **[0029]** Cuando la relación del contenido de plata está dentro del rango descrito anteriormente, se puede suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclos de temperatura relativamente severas, se puede obtener una excelente durabilidad independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar y, además, se puede eliminar el daño al componente electrónico soldado o similar.

50 **[0030]** Por otro lado, cuando la relación del contenido de plata es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la durabilidad (entre todo, la durabilidad en el caso de ser utilizada para un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande) en el caso de estar expuesto a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas es pobre. Además, cuando la relación del contenido de plata está por encima del límite superior descrito anteriormente, la durabilidad (entre todo, la durabilidad en el caso de ser utilizada para un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande) en el caso de estar expuesta a condiciones del ciclo de temperatura relativamente severas es pobre y, además, pueden producirse daños en un componente electrónico a soldar.

55 **[0031]** La relación de contenido de indio es 6,2 % en masa o más, o preferiblemente 6,5 % en masa o más, y 9,0 % en masa o menos, o preferiblemente 8,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

60 **[0032]** Cuando la relación del contenido de indio está dentro del rango descrito anteriormente, se puede suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclos de temperatura relativamente severas, se puede obtener una excelente durabilidad independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar y, además, se puede eliminar el daño al componente electrónico soldado o similar.

65 **[0033]** Para ser específicos, la aleación de soldadura contiene estaño y plata, por lo que generalmente existe

una estructura de Ag_3Sn (plata tres estaño). Al permitir que la temperatura suba y baje repetidamente, dicha estructura Ag_3Sn se agrega y puede causar una grieta.

5 **[0034]** Por el contrario, cuando el indio está contenido en la aleación de soldadura en la proporción descrita anteriormente, el indio y la plata forman un compuesto y se suprime la agregación de Ag_3Sn , de modo que se puede lograr mejorar la durabilidad.

10 **[0035]** Además, aunque un componente (placa de circuito, etc.) soldado con tal aleación de soldadura tiene la posibilidad de causar daños al exponerse repetidamente a un estado calentado o enfriado, cuando el indio está contenido en la aleación de soldadura en la proporción descrita anteriormente, la rotura del componente puede ser suprimida excelentemente.

15 **[0036]** El mecanismo descrito anteriormente es presumido por los inventores de la presente invención y, por consiguiente, la presente invención no está limitada al mecanismo descrito anteriormente.

20 **[0037]** Por otro lado, cuando la relación de contenido de indio es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la durabilidad (entre todo, la durabilidad en el caso de ser utilizada para un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande) en el caso de estar expuesta a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas es pobre y, además, puede ocurrir daño a un componente electrónico a soldar. Además, cuando la relación del contenido de indio está por encima del límite superior descrito anteriormente, la durabilidad (entre todo, la durabilidad en el caso de ser utilizada para un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande) en el caso de estar expuesta a condiciones del ciclo de temperatura relativamente severas es pobre y, además, pueden producirse daños en un componente electrónico a soldar.

25 **[0038]** La relación de contenido de bismuto es 0,7 % en masa o más, o preferiblemente 1,0 % en masa o más, y 5,0 % en masa o menos, o preferiblemente 3,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

30 **[0039]** Cuando la relación del contenido de bismuto está dentro del rango descrito anteriormente, se puede suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclos de temperatura relativamente severas, se puede obtener una excelente durabilidad independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar y, además, se puede eliminar el daño al componente electrónico soldado o similar.

35 **[0040]** Por otro lado, cuando la relación del contenido de bismuto es menor que el límite inferior descrito anteriormente, la durabilidad (entre todo, la durabilidad en el caso de ser utilizada para un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande) en el caso de estar expuesta a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas es pobre. Además, cuando la relación del contenido de bismuto está por encima del límite superior descrito anteriormente, la durabilidad (entre todo, la durabilidad en el caso de ser utilizada para un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande) en el caso de estar expuesta a condiciones del ciclo de temperatura relativamente severas es pobre y, además, pueden producirse daños en un componente electrónico a soldar.

40 **[0041]** La relación de contenido de antimonio es del 1,0 % en masa o más, y del 5,0 % en masa o menos, o preferiblemente del 3,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

45 **[0042]** Cuando la relación del contenido de antimonio está dentro del rango descrito anteriormente, se puede suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclos de temperatura relativamente severas, se puede obtener una excelente durabilidad independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar y, además, se puede eliminar el daño al componente electrónico soldado o similar.

50 **[0043]** Por otra parte, cuando la relación de contenido de antimonio es menor que el límite inferior descrito anteriormente, puede haber un caso en el que se produzca la transformación de fase de la aleación de soldadura, causando un cortocircuito y la durabilidad (entre todo, durabilidad en el caso de ser usada para un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande) en el caso de estar expuesta a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas es pobre. Además, cuando la relación de contenido de antimonio está por encima del límite superior descrito anteriormente, la durabilidad con respecto a un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande en el caso de estar expuesto a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas puede ser pobre y, además, se produce daño a un componente electrónico a soldar.

60 **[0044]** La aleación de soldadura descrita anteriormente puede contener, además, como componente arbitrario, cobre (Cu), níquel (Ni), cobalto (Co), galio (Ga), germanio (Ge), fósforo (P).

65 **[0045]** Cuando el cobre está contenido como un componente arbitrario, su relación de contenido es, por ejemplo, superior al 0 % en masa y, por ejemplo, al 1,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

[0046] Cuando la relación de contenido del cobre se encuentra dentro del rango descrito anteriormente, se puede mantener un excelente efecto de la presente invención.

5 **[0047]** Cuando el níquel está contenido como un componente arbitrario, su relación de contenido es, por ejemplo, superior al 0 % en masa y, por ejemplo, al 1,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

10 **[0048]** Cuando la relación de contenido del níquel se encuentra dentro del rango descrito anteriormente, se puede mantener un excelente efecto de la presente invención.

[0049] Cuando el cobalto está contenido como un componente arbitrario, su relación de contenido es, por ejemplo, superior al 0 % en masa y, por ejemplo, al 1,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

15 **[0050]** Cuando la relación de contenido del cobalto se encuentra dentro del rango descrito anteriormente, se puede mantener un efecto excelente de la presente invención.

20 **[0051]** Cuando el galio está contenido como un componente arbitrario, su relación de contenido es, por ejemplo, superior al 0 % en masa y, por ejemplo, al 1,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

[0052] Cuando la relación de contenido del galio se encuentra dentro del rango descrito anteriormente, se puede mantener un excelente efecto de la presente invención.

25 **[0053]** Cuando el germanio está contenido como un componente arbitrario, su relación de contenido es, por ejemplo, superior al 0 % en masa y, por ejemplo, al 1,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

30 **[0054]** Cuando la relación de contenido del germanio se encuentra dentro del rango descrito anteriormente, se puede mantener un excelente efecto de la presente invención.

[0055] Cuando el fósforo está contenido como un componente arbitrario, su relación de contenido es, por ejemplo, superior al 0 % en masa y, por ejemplo, al 1,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

35 **[0056]** Cuando la relación de contenido del fósforo se encuentra dentro del rango descrito anteriormente, se puede mantener un excelente efecto de la presente invención.

40 **[0057]** Estos componentes arbitrarios se pueden usar solos o en combinación de dos o más.

[0058] Cuando el elemento descrito anteriormente está contenido como un componente arbitrario, la relación de contenido del mismo (en el caso de que se use en combinación de dos o más, la cantidad total del mismo) se ajusta para que sea superior al 0 % en masa y al 1,0 % en masa o menos con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

[0059] Cuando la cantidad total de la relación de contenido de los componentes arbitrarios está dentro del intervalo descrito anteriormente, se puede retener un excelente efecto de la presente invención.

50 **[0060]** En la aleación de soldadura, la relación de contenido de indio, la de plata y la de antimonio son ajustadas de manera que el valor de A en el siguiente discriminante (1) sea un valor predeterminado que se describirá más adelante.

55
$$A = 0,87 \times [\text{Relación de contenido de In (\% masa)}] - 0,41 \times [\text{Relación de contenido de Ag (\% masa)}] - 0,82 \times [\text{Relación de contenido de Sb (\% masa)}] \dots (1)$$

[0061] En el discriminante (1) descrito anteriormente, "relación de contenido de In" es la relación de contenido (% en masa) de indio con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura; "relación de contenido de Ag" es la relación de contenido (% en masa) de plata con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura; y además, "relación de contenido de Sb" es la relación de contenido (% en masa) de antimonio con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura.

[0062] Un ejemplo del valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente incluye 4,36 o menos. Preferiblemente, se utiliza menos de 4,20.

65

- [0063]** Cuando el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente no es mayor que el límite superior descrito anteriormente, se puede suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclos de temperatura relativamente severas, se puede obtener una excelente durabilidad independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar, y, además, se puede eliminar el daño al componente electrónico soldado o similar.
- [0064]** Por otro lado, cuando el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente está por encima del límite superior descrito anteriormente, puede haber un caso en el que la durabilidad (entre todas, la durabilidad en el caso de ser utilizada para un componente electrónico tener un tamaño relativamente grande) en el caso de estar expuesta a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas es pobre y se produce daño a un componente electrónico que se va a soldar y, además, se produce un cortocircuito por transformación de fase.
- [0065]** Una aleación de soldadura de este tipo se puede obtener aleando los componentes metálicos descritos anteriormente mediante un método conocido, tal como fundir los componentes metálicos en un horno de fusión para unificarlos.
- [0066]** Los componentes metálicos descritos anteriormente utilizados en la producción de la aleación de soldadura pueden contener pequeñas cantidades de impurezas (impurezas inevitables) siempre que no se inhiba el excelente efecto de la presente invención.
- [0067]** Ejemplos de impurezas incluyen aluminio (Al), hierro (Fe), zinc (Zn) y oro (Au).
- [0068]** El punto de fusión de la aleación de soldadura obtenida de esta manera, medido por un método DSC (condiciones de medición: tasa de aumento de temperatura de 0,5°C/min) es, por ejemplo, 190°C o más, o preferiblemente 200°C o más, y, por ejemplo, 250°C o menos, o preferiblemente 240°C o menos.
- [0069]** Cuando el punto de fusión de la aleación de soldadura está dentro del rango descrito anteriormente, en el caso de que la aleación de soldadura se utilice en la pasta de soldadura, la conexión de metales se puede realizar fácilmente con una excelente trabajabilidad.
- [0070]** En la aleación de soldadura que consiste sustancialmente en estaño, plata, indio, bismuto y antimonio en una cantidad predeterminada, la aleación de soldadura descrita anteriormente está diseñada de modo que el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente sea un valor predeterminado.
- [0071]** Por lo tanto, la aleación de soldadura descrita anteriormente es capaz de suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas, tiene una durabilidad excelente independientemente del tamaño de un componente electrónico a soldar, y, además, es capaz de suprimir daños en el componente electrónico soldado o similar.
- [0072]** Por lo tanto, la aleación de soldadura está preferiblemente contenida en la pasta de soldadura (material de conexión de pasta de soldadura).
- [0073]** Para ser específicos, la pasta de soldadura de acuerdo con otro aspecto de la presente invención contiene la aleación y fundente de soldadura descritos anteriormente.
- [0074]** La aleación de soldadura en forma de polvo está contenida preferiblemente en la pasta de soldadura.
- [0075]** La forma de polvo no está particularmente limitada y sus ejemplos incluyen una forma de esfera sustancialmente completa, una forma de bloque plano, una forma de aguja y una forma amorfa. La forma en polvo se establece adecuadamente de acuerdo con las propiedades (por ejemplo, tixotropía, viscosidad, etc.) requeridas para la pasta de soldadura.
- [0076]** El tamaño de partícula promedio (en el caso de la forma de esfera) o el largo longitudinal promedio (en el caso de la forma de no esfera) del polvo de la aleación de soldadura es, por ejemplo, 5 µm o más, o preferiblemente 15 µm o más y, por ejemplo, 100 µm o menos, o preferiblemente 50 µm o menos en la medición utilizando un analizador de diámetro de partícula y de tamaño de partícula mediante un método de difracción láser.
- [0077]** El fundente no está particularmente limitado y se puede usar un fundente de soldadura conocido.
- [0078]** Para ser específico, el fundente se compone principalmente de, por ejemplo, una resina base (colofonia, resina acrílica, etc.), un activador (por ejemplo, sal de ácido hidrohalogénico de amina, como etilamina y propilamina y ácido carboxílico orgánico, como ácido láctico, ácido cítrico y ácido benzoico, etc.), y un agente tixotrópico (aceite de ricino endurecido, cera de abeja, cera de carnauba, etc.) y puede contener además un disolvente orgánico cuando se usa fundente líquido.

[0079] La pasta de soldadura se puede obtener mezclando el polvo compuesto por la aleación de soldadura descrita anteriormente con el fundente descrito anteriormente mediante un método conocido.

[0080] La relación de mezcla de la aleación de soldadura al fundente, como aleación de soldadura: el fundente (relación de masa), es, por ejemplo, 70: 30 a 90: 10.

[0081] La pasta de soldadura descrita anteriormente contiene la aleación de soldadura descrita anteriormente, de modo que es capaz de suprimir un cortocircuito por transformación de fase, incluso bajo la exposición a condiciones de ciclos de temperatura relativamente severas, tiene una durabilidad excelente independientemente del tamaño de un componente electrónico a ser soldado, y, además, es capaz de suprimir el daño al componente electrónico soldado o similar.

[0082] La presente invención incluye una placa de circuito electrónico que incluye una porción de soldadura por la pasta de soldadura descrita anteriormente.

[0083] Es decir, la pasta de soldadura descrita anteriormente se usa preferiblemente en, por ejemplo, soldadura (conexión de metales) de un electrodo de una placa de circuito electrónico tal como un dispositivo eléctrico y electrónico con un componente electrónico.

[0084] El componente electrónico no está particularmente limitado y un ejemplo del mismo incluye un componente electrónico conocido como componentes de chip (chip IC, etc.), resistencias, diodos, condensadores y transistores.

[0085] Como el tamaño del componente electrónico, por ejemplo, en el caso de una forma generalmente rectangular en vista plana, el componente electrónico tiene una longitud de un lado de, por ejemplo, 0,2 mm o más, y, por ejemplo, 6,4 mm o menos.

[0086] El componente electrónico tiene una longitud del otro lado de, por ejemplo, 0,1 mm o más, y, por ejemplo, 3,2 mm o menos.

[0087] El componente electrónico tiene un espesor de, por ejemplo, 0,05 mm o más y, por ejemplo, 3,0 mm o menos.

[0088] El producto (área en vista plana) de la longitud de un lado y de la longitud del otro lado es, por ejemplo, 0,02 mm² o más, y, por ejemplo, 21 mm² o menos.

[0089] Un componente electrónico que tiene el producto (área en vista plana) de la longitud de un lado y de la longitud del otro lado de 0,5 mm² o menos se clasifica en un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente pequeño. Para ser específicos, un ejemplo del mismo incluye un componente electrónico que tiene un tamaño de 1005 (1,0 mm x 0,5 mm).

[0090] Además, un componente electrónico que tiene el producto (área en vista plana) de la longitud de un lado y de la longitud del otro lado de más de 0,5 mm² se clasifica en un componente electrónico que tiene un tamaño relativamente grande. Para ser específicos, ejemplos de los mismos incluyen un componente electrónico que tiene un tamaño de 1608 (1,6 mm x 0,8 mm) y que tiene un tamaño de 3216 (3,2 mm x 1,6 mm).

[0091] Además, la placa de circuito electrónico utiliza la pasta de soldadura descrita anteriormente en la soldadura, de modo que, en la porción de soldadura de la misma, es capaz de suprimir un cortocircuito por transformación de fase incluso bajo exposición a condiciones de ciclo de temperatura relativamente severas, tiene una durabilidad excelente independientemente del tamaño del componente electrónico a soldar, y, además, es capaz de suprimir el daño al componente electrónico soldado o similar.

[0092] El uso de la aleación de soldadura descrita anteriormente no se limita a la pasta de soldadura descrita anteriormente y también se puede usar, por ejemplo, en la producción de un material de conexión de soldadura de núcleo de resina fundente. Para ser específicos, por ejemplo, la aleación de soldadura descrita anteriormente se forma en una forma lineal con el fundente descrito anteriormente como núcleo mediante un método conocido (por ejemplo, moldeo por extrusión, etc.), de modo que el material de conexión de la soldadura con núcleo fundente de resina también puede ser obtenido.

[0093] Un material de conexión de soldadura con núcleo fundente de resina de este tipo también se usa preferiblemente, por ejemplo, para soldar (conexión de metales) una placa de circuito electrónico tal como un dispositivo eléctrico y electrónico de la misma manera que la pasta de soldadura.

EJEMPLOS

[0094] La presente invención se describirá ahora con más detalle por medio de Ejemplos y Ejemplos Comparativos. Sin embargo, la presente invención no se limita a los siguientes Ejemplos. Los valores en los Ejemplos que se muestran a continuación se pueden reemplazar con los valores (es decir, valor límite superior o valor límite inferior) descritos en la realización.

5

Ejemplos 1 a 46 y Ejemplos Comparativos 1 a 44

• Preparación de la Aleación de Soldadura

10 **[0095]** El polvo de cada uno de los metales descritos en las Tablas 1 a 2 se mezcló a la proporción de mezcla descrita en las Tablas 1 a 2 y cada una de las mezclas de metales obtenidas se fundió para unificarlas en un horno de fusión, preparando así aleaciones de soldadura.

15 **[0096]** En cada uno de los Ejemplos, el valor de A en el siguiente discriminante (1) se ajustó para que fuera de 4,3 6 o menos.

$$A = 0,87 \times [\text{Relación de contenido de In (\% masa)}] - 0,41 \times [\text{Relación de contenido de Ag (\% masa)}] - 0,82 \times [\text{Relación de contenido de Sb (\% masa)}] \dots (1)$$

20 **[0097]** La proporción de mezcla de estaño (Sn) en cada una de las formulaciones de mezcla en los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos es una proporción restante obtenida al restar la proporción de mezcla (% masa) de los metales (estaño (Sn), plata (Ag), indio (In), bismuto (Bi), antimonio (Sb), cobre (Cu), níquel (Ni), cobalto (Co), galio (Ga), germanio (Ge) y fósforo (P)) descritos en las Tablas 1 a 2.

25 Los Ejemplos 1 a 4, 37, 39 son Ejemplos de Referencia.

La aleación de soldadura en el Ejemplo 1 se obtiene mezclando cada uno de los metales de Ag, In, Bi y Sb en la proporción que se muestra en la Tabla 1 y definiendo el contenido restante como Sn.

Los Ejemplos 2 a 3 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Ag aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 1.

30 El Ejemplo 4 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 3.

Los Ejemplos 5 a 7 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Sb aumenta con respecto a la formulación en los Ejemplos 1 a 3.

Los Ejemplos 8 a 10 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In aumenta con respecto a la formulación en los Ejemplos 5 a 7.

35 Los Ejemplos 11 a 12 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In aumenta adicionalmente con respecto a la formulación en los Ejemplos 9 a 10.

Los Ejemplos 13 a 15 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Sb aumenta adicionalmente con respecto a la formulación en los Ejemplos 5 a 7.

40 Los ejemplos 16 a 24 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In aumenta con respecto a la formulación en los Ejemplos 13 a 15.

Los Ejemplos 25 a 30 son un ejemplo de la formulación en la que se añade cualquiera de entre Cu, Ni, Co, Ga, Ge y P en una proporción mostrada en la Tabla 1 con respecto a la formulación en el Ejemplo 9.

El Ejemplo 31 es un ejemplo de la formulación en la que todos los Cu, Ni, Co, Ga, Ge y P se agregan en la proporción que se muestra en la Tabla 1.

45 Los Ejemplos 32 y 36 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Sb aumenta o disminuye con respecto a la formulación en el Ejemplo 9.

Los Ejemplos 33 a 35 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Bi aumenta o disminuye con respecto a la formulación en el Ejemplo 9.

50 El Ejemplo 37 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Bi aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 1.

El Ejemplo 38 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Sb aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 1.

El Ejemplo 39 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Bi aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 3.

55 El Ejemplo 40 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Sb aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 3.

El Ejemplo 41 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 38.

60 El Ejemplo 42 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Bi aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 38.

El Ejemplo 43 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 40.

El Ejemplo 44 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Bi aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 40.

65 El Ejemplo 45 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Bi aumenta con respecto a la formulación en el Ejemplo 40.

El Ejemplo 45 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In y la de Bi aumentan con respecto a la formulación en el Ejemplo 38.

El Ejemplo 46 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In y la de Bi aumentan con respecto a la formulación en el Ejemplo 40.

- 5 Los Ejemplos Comparativos 1 a 2 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Sb disminuye y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para exceder el valor predeterminado descrito anteriormente con respecto a la formulación en los Ejemplos 45 a 46.
Los Ejemplos Comparativos 3 a 6 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de cualquiera de Ag, In, Bi y Sb disminuye para ser insuficiente con respecto a la formulación en el Ejemplo 1.
- 10 Los Ejemplos Comparativos 7 a 10 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de cualquiera de Ag, In, Bi y Sb aumenta para ser excesiva con respecto a la formulación en el Ejemplo 46.
Los Ejemplos Comparativos 11 a 18 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de cualquiera de Ag, In, Bi y Sb aumenta o disminuye para que sea insuficiente o excesiva con respecto a la formulación en el Ejemplo 9.
- 15 El Ejemplo Comparativo 19 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In se incrementa y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para superar los 4,36 con respecto a la formulación del Ejemplo 5.
El Ejemplo Comparativo 20 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In y la de Bi se incrementan y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para superar los 4,36 con respecto a la formulación del Ejemplo 5.
- 20 El Ejemplo Comparativo 21 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In se incrementa y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para superar los 4,36 con respecto a la formulación del Ejemplo 7.
El Ejemplo Comparativo 22 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In y la de Bi se incrementan y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para superar los 4,36 con respecto a la formulación del Ejemplo 7.
- 25 El Ejemplo Comparativo 23 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Sb disminuye y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para superar los 4,36 con respecto a la formulación del Ejemplo 23.
- 30 El Ejemplo Comparativo 24 es un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de Sb disminuye o aumenta la de Bi, y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para exceder de 4,36 con respecto a la formulación del Ejemplo 23.
Los Ejemplos Comparativos 25 a 32 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In aumenta y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para que exceda 4,36 con respecto a cualquiera de las formulaciones en los Ejemplos 1 a 3.
- 35 Los Ejemplos Comparativos 33 a 36 son un ejemplo de la formulación en la que la proporción de mezcla de In aumenta y el valor de A en el discriminante (1) descrito anteriormente se ajusta para que exceda 4,36 con respecto a cualquiera de las formulaciones en los Ejemplos 5 a 7.
Los Ejemplos Comparativos 37 a 44 se obtienen mezclando cada uno de los metales de Ag, In, Bi y Sb en la proporción que se muestra en la Tabla 1, agregando Cu, Ni y P en la proporción que se muestra en la Tabla 1, y definiendo el contenido restante como Sn.
- 40

• Preparación de Pasta de Soldadura.

- 45 **[0098]** La aleación de soldadura obtenida se pulverizó de manera que el tamaño de partícula de la misma fuese de 25 a 38 μm . El polvo obtenido de la aleación de soldadura se mezcló con un fundente conocido, obteniendo así una pasta de soldadura.

• Evaluación de la Pasta de Soldadura

- 50 **[0099]** La pasta de soldadura obtenida se imprimió en una placa de impresión montada sobre un componente de chip y se montó un componente chip sobre la misma mediante un método de reflujo. Las condiciones de impresión de la pasta de soldadura en el momento del montaje, el tamaño del componente del chip y similares se establecieron adecuadamente de acuerdo con cada una de las evaluaciones que se describirán más adelante.

55 [Tabla 1]

[0100]

60

Tabla 1

No.	Formulación de mezcla (% en masa)										Discriminante A
	Ag	In	Bi	Sb	Cu	Ni	Co	Ga	Ge	P	
Ej. 1	2,8	6,2	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	4,00
Ej. 2	3,5	6,2	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	3,71
Ej. 3	4,0	6,2	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	3,51

ES 2 710 219 T3

Ej. 4	4,0	7,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	4,20
Ej. 5	2,8	6,2	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	3,02
Ej. 6	3,5	6,2	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	2,73
Ej. 7	4,0	6,2	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	2,52
Ej. 8	2,8	7,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	3,71
Ej. 9	3,5	7,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	3,43
Ej. 10	4,0	7,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	3,22
Ej. 11	3,5	8,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	4,30
Ej. 12	4,0	8,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	4,09
Ej. 13	2,8	6,2	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	1,79
Ej. 14	3,5	6,2	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	1,50
Ej. 15	4,0	6,2	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	1,29
Ej. 16	2,8	7,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	2,48
Ej. 17	3,5	7,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	2,20
Ej. 18	4,0	7,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	1,99
Ej. 19	2,8	8,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	3,35
Ej. 20	3,5	8,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	3,07
Ej. 21	4,0	8,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	2,86
Ej. 22	2,8	9,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	4,22
Ej. 23	3,5	9,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	3,94
Ej. 24	4,0	9,0	1,0	3,0	-	-	-	-	-	-	3,73
Ej. 25	3,5	7,0	1,0	1,5	1,0	-	-	-	-	-	3,43
Ej. 26	3,5	7,0	1,0	1,5	-	1,0	-	-	-	-	3,43
Ej. 27	3,5	7,0	1,0	1,5	-	-	1,0	-	-	-	3,43
Ej. 28	3,5	7,0	1,0	1,5	-	-	-	1,0	-	-	3,43
Ej. 29	3,5	7,0	1,0	1,5	-	-	-	-	1,0	-	3,43
Ej. 30	3,5	7,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	1,0	3,43
Ej. 31	3,5	7,0	1,0	1,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	3,43
Ej. 32	3,5	7,0	1,0	5,0	-	-	-	-	-	-	0,56
Ej. 33	3,5	7,0	0,7	1,5	-	-	-	-	-	-	3,43
Ej. 34	3,5	7,0	5,0	1,5	-	-	-	-	-	-	3,43
Ej. 35	3,5	7,0	3,0	1,5	-	-	-	-	-	-	3,43
Ej. 36	3,5	7,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	3,84
Ej. 37	2,8	6,2	5,0	0,3	-	-	-	-	-	-	4,00
Ej. 38	2,8	6,2	1,0	5,0	-	-	-	-	-	-	0,15
Ej. 39	4,0	6,2	5,0	0,3	-	-	-	-	-	-	3,51
Ej. 40	4,0	6,2	1,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-0,3 5
Ej. 41	2,8	9,0	1,0	5,0	-	-	-	-	-	-	2,58
Ej. 42	2,8	6,2	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	0,15
Ej. 43	4,0	9,0	1,0	5,0	-	-	-	-	-	-	2,09
Ej. 44	4,0	6,2	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-0,35
Ej. 45	2,8	9,0	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	2,58
Ej. 46	4,0	9,0	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	2,09

[Tabla 2]

[0101]

5

Tabla 2

No.	Formulación de mezcla (% en masa)										Discriminante A
	Ag	In	Bi	Sb	Cu	Ni	Co	Ga	Ge	P	
Ej. Comp. 1	2,8	9,0	5,0	0,3	-	-	-	-	-	-	6,44
Ej. Comp. 2	4,0	9,0	5,0	0,3	-	-	-	-	-	-	5,94
Ej. Comp. 3	2,5	6,2	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	4,12
Ej. Comp. 4	2,8	6,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	3,83
Ej. Comp. 5	2,8	6,2	0,5	0,3	-	-	-	-	-	-	4,00
Ej. Comp. 6	2,8	6,2	1,0	0,0	-	-	-	-	-	-	4,25
Ej. Comp. 7	4,3	9,0	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	1,97
Ej. Comp. 8	4,0	9,5	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	2,53
Ej. Comp. 9	4,0	9,0	5,5	5,0	-	-	-	-	-	-	2,09
Ej. Comp. 10	4,0	9,0	5,0	5,5	-	-	-	-	-	-	1,68
Ej. Comp. 11	2,4	7,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	3,88

ES 2 710 219 T3

Ej. Comp. 12	4,3	7,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	3,10
Ej. Comp. 13	3,5	5,9	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	2,47
Ej. Comp. 14	3,5	9,3	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	5,43
Ej. Comp. 15	3,5	7,0	0,5	1,5	-	-	-	-	-	-	3,43
Ej. Comp. 16	3,5	7,0	5,3	1,5	-	-	-	-	-	-	3,43
Ej. Comp. 17	3,5	7,0	1,0	0,1	-	-	-	-	-	-	4,57
Ej. Comp. 18	3,5	7,0	1,0	5,5	-	-	-	-	-	-	0,15
Ej. Comp. 19	2,8	7,8	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	4,41
Ej. Comp. 20	2,8	7,8	3,0	1,5	-	-	-	-	-	-	4,41
Ej. Comp. 21	4,0	8,4	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	4,44
Ej. Comp. 22	4,0	8,4	3,0	1,5	-	-	-	-	-	-	4,44
Ej. Comp. 23	3,5	9,0	1,0	2,3	-	-	-	-	-	-	4,51
Ej. Comp. 24	3,5	9,0	3,0	2,3	-	-	-	-	-	-	4,51
Ej. Comp. 25	2,8	7,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	4,70
Ej. Comp. 26	3,5	7,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	4,41
Ej. Comp. 27	2,8	8,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	5,57
Ej. Comp. 28	3,5	8,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	5,28
Ej. Comp. 29	4,0	8,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	5,07
Ej. Comp. 30	2,8	9,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	6,44
Ej. Comp. 31	3,5	9,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	6,15
Ej. Comp. 32	4,0	9,0	1,0	0,3	-	-	-	-	-	-	5,94
Ej. Comp. 33	2,8	8,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	4,58
Ej. Comp. 34	2,8	9,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	5,45
Ej. Comp. 35	3,5	9,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	5,17
Ej. Comp. 36	4,0	9,0	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	4,96
Ej. Comp. 37	3,5	8,0	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	5,12
Ej. Comp. 38	3,5	8,0	0,5	1,5	-	-	-	-	-	-	4,30
Ej. Comp. 39	3,5	8,0	0,5	3,0	-	-	-	-	-	-	3,07
Ej. Comp. 40	4,0	6,0	1,0	0,0	0,5	-	-	-	-	-	3,58
Ej. Comp. 41	4,0	6,0	1,0	0,0	1,0	-	-	-	-	-	3,58
Ej. Comp. 42	3,5	6,0	0,5	0,0	-	0,1	-	-	-	-	3,79
Ej. Comp. 43	3,5	6,0	0,5	0,0	-	-	-	-	-	0,1	3,79
Ej. Comp. 44	3,5	6,0	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	3,70

Evaluación

<Producción de Placa de Circuito Electrónicos>

5

[0102] Cada una de las pastas de soldadura obtenidas en los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos se imprimió en una placa de impresión montada en un componente de chip y se montó un componente de chip en ella mediante un método de reflujo. El espesor de la película de impresión de la pasta de soldadura se ajustó utilizando una máscara de metal que tenía un espesor de 150 µm. Después de la impresión de la pasta de soldadura, se montaron un condensador de chip y un componente de resistencia de chip con un tamaño de 1005 y un tamaño de 3216 en una posición predeterminada de la placa de impresión descrita anteriormente para ser calentada en un horno de reflujo y luego el componente de chip fue montado en la misma. Las condiciones de reflujo se establecieron de la siguiente manera: precalentamiento de 170 a 190°C, temperatura máxima de 260°C, tiempo para que el horno estuviese a 220°C o más de 45 segundos, y velocidad de enfriamiento en el momento en que la temperatura disminuyó de la temperatura máxima hasta 200°C siendo de 3 a 8°C/seg.

10

15

[0103] Además, la placa de impresión descrita anteriormente se sometió a un ensayo de ciclo de enfriamiento/calentamiento en el que se mantuvo bajo un ambiente de 150°C durante 30 minutos y luego se mantuvo bajo un ambiente de -40°C durante 30 minutos.

20

<Transformación de Fase>

[0104] En cuanto a la placa de impresión en la que los ciclos de enfriamiento/calentamiento descritos anteriormente se repitieron en 3000 ciclos, se observó la aparición de una porción de área QFN (área de 0,2 mm de ancho, separación de 0,2 mm de ancho) con un paso de 0,4 mm y los resultados obtenidos fueron clasificados de acuerdo con los siguientes criterios.

25

A: La deformación de la aleación de soldadura no fue confirmada.

30

B: Se confirmó la deformación de la aleación de soldadura, pero no se confirmó un puente entre las aleaciones de soldadura de las áreas adyacentes entre sí.

C: Se formó un puente entre las aleaciones de soldadura de las áreas adyacentes entre sí.

<Durabilidad>

- 5 **[0105]** Las porciones de condensador del chip que tienen un tamaño de 1005 y un tamaño de 3216 después de los ciclos de enfriamiento/calentamiento de 3000 ciclos se cortaron y sus secciones transversales se pulieron. Posteriormente, la proporción de grietas que se produjeron en la porción del filete de soldadura se clasificó de acuerdo con los siguientes criterios. El número de chips de evaluación fue de 10 para cada uno de los condensadores de chip que tenían un tamaño de 1005 y un tamaño de 3216. En cada uno de los tamaños de chip, 10 la clasificación se realizó en base a la grieta más grande.

A: La proporción de la grieta fue del 70 % o menos de la longitud total del filete.

B: La proporción de la grieta fue inferior al 100 % de la longitud total del filete.

C: La grieta atravesó completamente la porción del filete.

15

<Rotura de Componente>

- [0106]** La porción de resistencia del chip que tiene un tamaño de 3216 después de los ciclos de enfriamiento/calentamiento de 3000 ciclos se cortó y su sección transversal se pulió. Posteriormente, el grado de grietas que se produjo en una porción del electrodo del componente de resistencia del chip se clasificó de acuerdo con los siguientes criterios. El número de chips de evaluación fue 10. La clasificación se realizó en base a la grieta más grande. 20

A: No se produjo una grieta en el electrodo del componente,

- 25 B: Se produjo una grieta en el electrodo del componente, pero no se produjo ruptura.

C: La ruptura ocurrió en la porción del electrodo por una grieta del electrodo del componente.

<Evaluación Completa>

- 30 **[0107]** Como calificación para cada una de las evaluaciones de "Transformación de Fase", "Durabilidad en el Uso de Chips con Tamaño 1005", "Durabilidad en el Uso de Chips con Tamaño 3216" y "Rotura de Componentes", la evaluación "A" se definió como dos puntos con evaluación "B" como un punto y evaluación "C" como punto cero. A continuación, se calculó la calificación total en cada ítem de evaluación. Sobre la base de la clasificación total, cada una de las pastas de soldadura obtenidas mediante los Ejemplos y Ejemplos Comparativos fue evaluada 35 exhaustivamente de acuerdo con los siguientes criterios.

A: Altamente excelente (la calificación total fue de ocho puntos).

B: Buena (la calificación total fue de seis puntos o siete puntos y la evaluación "C" no se incluyó).

C: Mala (por lo menos una evaluación "C" se incluyó).

40

[Tabla 3]

[0108]

45

Tabla 3

No.	Transformación de Fase	Durabilidad		Rotura de Componente	Evaluación Completa
		Tamaño 1005	Tamaño 3216		
Ej. 1	A	A	B	A	7,B
Ej. 2	A	A	B	A	7,B
Ej. 3	A	A	B	A	7,B
Ej. 4	B	A	B	A	6,B
Ej. 5	A	A	A	A	8,A
Ej. 6	A	A	A	A	8,A
Ej. 7	A	A	A	A	8,A
Ej. 8	A	A	A	A	8,A
Ej. 9	A	A	A	A	8,A
Ej. 10	A	A	A	A	8,A
Ej. 11	B	A	A	A	7,B
Ej. 12	A	A	A	A	8,A
Ej. 13	A	A	A	A	8,A
Ej. 14	A	A	A	A	8,A
Ej. 15	A	A	A	A	8,A
Ej. 16	A	A	A	A	8,A

ES 2 710 219 T3

Ej. 17	A	A	A	A	8,A
Ej. 18	A	A	A	A	8,A
Ej. 19	A	A	A	A	8,A
Ej. 20	A	A	A	A	8,A
Ej. 21	A	A	A	A	8,A
Ej. 22	B	A	A	A	7,B
Ej. 23	A	A	A	A	8,A
Ej. 24	A	A	A	A	8,A
Ej. 25	A	A	A	A	8,A
Ej. 26	A	A	A	A	8,A
Ej. 27	A	A	A	A	8,A
Ej. 28	A	A	A	A	8,A
Ej. 29	A	A	A	A	8,A
Ej. 30	A	A	A	A	8,A
Ej. 31	A	A	A	A	8,A
Ej. 32	A	A	A	B	7,B
Ej. 33	A	A	B	A	7,B
Ej. 34	A	A	A	B	7,B
Ej. 35	A	A	A	A	8,A
Ej. 36	A	A	A	A	8,A
Ej. 37	A	A	B	B	6,B
Ej. 38	A	A	A	B	7,B
Ej. 39	A	A	B	B	6,B
Ej. 40	A	A	A	B	7,B
Ej. 41	A	A	A	B	7,B
Ej. 42	A	A	A	B	7,B
Ej. 43	A	A	A	B	7,B
Ej. 44	A	A	A	B	7,B
Ej. 45	A	A	A	B	7,B
Ej. 46	A	A	A	B	7,B

[Tabla 4]

[0109]

5

Tabla 4

No.	Transformación de Fase	Durabilidad		Rotura de Componente	Evaluación Completa
		Tamaño 1005	Tamaño 3216		
Ej. Comp. 1	C	A	B	B	4,C
Ej. Comp. 2	C	A	B	B	4,C
Ej. Comp. 3	A	B	C	A	5,C
Ej. Comp. 4	A	B	C	C	3,C
Ej. Comp. 5	A	B	C	A	5,C
Ej. Comp. 6	B	B	C	A	4,C
Ej. Comp. 7	A	B	C	B	4,C
Ej. Comp. 8	A	B	C	B	4,C
Ej. Comp. 9	A	A	B	C	5,C
Ej. Comp. 10	A	A	A	C	6,C
Ej. Comp. 11	A	B	C	A	5,C
Ej. Comp. 12	A	B	C	A	5,C
Ej. Comp. 13	A	A	B	C	5,C
Ej. Comp. 14	C	A	B	A	5,C
Ej. Comp. 15	A	B	C	A	5,C
Ej. Comp. 16	A	A	B	C	5,C
Ej. Comp. 17	C	B	C	A	3,C
Ej. Comp. 18	A	A	B	C	5,C
Ej. Comp. 19	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 20	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 21	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 22	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 23	C	A	A	A	6,C

ES 2 710 219 T3

Ej. Comp. 24	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 25	C	A	B	A	5,C
Ej. Comp. 26	C	A	B	A	5,C
Ej. Comp. 27	C	A	B	A	5,0
Ej. Comp. 28	C	A	B	A	5,C
Ej. Comp. 29	C	A	B	A	5,C
Ej. Comp. 30	C	A	B	A	5,C
Ej. Comp. 31	C	A	B	A	5,C
Ej. Comp. 32	C	A	B	A	5,C
Ej. Comp. 33	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 34	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 35	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 36	C	A	A	A	6,C
Ej. Comp. 37	C	C	C	A	2,C
Ej. Comp. 38	B	C	C	A	3,C
Ej. Comp. 39	A	C	C	A	4,C
Ej. Comp. 40	A	A	C	C	4,C
Ej. Comp. 41	A	A	C	C	4,C
Ej. Comp. 42	A	B	C	C	3,C
Ej. Comp. 43	A	B	C	C	3,C
Ej. Comp. 44	A	B	C	C	3,C

Aplicabilidad Industrial

[0110] La aleación de soldadura, la composición de soldadura y la pasta de soldadura de la presente
5 invención se usan en una placa de circuito electrónico utilizada para dispositivos eléctricos y electrónicos o similares.

REIVINDICACIONES

1. Una aleación de soldadura que consiste en:

5 estaño, plata, indio, bismuto y antimonio, y, opcionalmente, al menos un elemento arbitrario seleccionado del grupo que consiste en cobre, níquel, cobalto, galio, germanio y fósforo, donde, con respecto a la cantidad total de la aleación de soldadura,

la relación de contenido de plata es 2,8 % en masa o más y 4,0 % en masa o menos;

la relación de contenido de indio es 6,2 % en masa o más y 9,0 % en masa o menos;

10 la relación de contenido de bismuto es 0,7 % en masa o más y 5,0 % en masa o menos;

la relación de contenido de antimonio es del 1,0 % en masa o más y del 5,0 % en masa o menos;

la relación de contenido del elemento arbitrario está por encima de 0 % en masa y 1 % en masa o menos, cuando se contiene un elemento arbitrario; y, aparte de las impurezas inevitables, la relación de contenido de estaño es el resto, y

15

el valor de A en el siguiente discriminante (1) es 4,36 o menos

$$A = 0,87 \times [\text{Relación de contenido de In (\% masa)}] - 0,41 \times [\text{Relación de contenido de Ag (\% masa)}] - 0,82 \times [\text{Relación de contenido de Sb (\% masa)}] \dots (1)$$

20

2. La aleación de soldadura según la reivindicación 1, donde

la relación de contenido de bismuto es 1,0 % en masa o más y 3,0 % en masa o menos.

25

3. La aleación de soldadura según la reivindicación 1, donde

la relación de contenido de antimonio es del 1,0 % en masa o más y del 3,0 % en masa o menos.

4. Una pasta de soldadura que comprende:

30

un polvo de soldadura compuesto por la aleación de soldadura según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y fundente.

5. Una placa de circuito electrónico que comprende:

35

una porción de soldadura por la pasta de soldadura según la reivindicación 4.