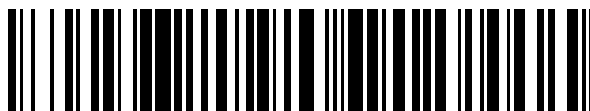


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 621**

51 Int. Cl.:

**C22C 13/00** (2006.01)  
**B23K 35/26** (2006.01)  
**C22F 1/16** (2006.01)  
**B23K 35/36** (2006.01)  
**B23K 35/02** (2006.01)  
**C22C 13/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2012 PCT/JP2012/057540**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.09.2012 WO12128356**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2012 E 12761518 (5)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2689885**

54 Título: **Aleación de soldadura libre de plomo**

30 Prioridad:

**23.03.2011 WO PCT/JP2011/056903**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.07.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SHIMAMURA MASATO;  
 OHNISHI TSUKASA;  
 KOSAI MITSUHIRO;  
 TAKAGI KAZUYORI;  
 NONAKA TOMOKO;  
 SUZUKI MASAYUKI;  
 HAYASHIDA TORU;  
 YOSHIKAWA, SEIKO;  
 YOSHIKAWA SHUNSAKU y  
 YAMANAKA YOSHIE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 624 621 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 libre de plomo

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una aleación de soldadura que no contiene plomo y, en particular, una aleación de soldadura libre de plomo que es adecuada para una pasta de soldadura utilizada en sustratos para su montaje en superficies y en la soldadura con núcleo de fundente utilizada en reparaciones.

**Antecedentes de la técnica**

Los procedimientos de soldar componentes electrónicos incluyen la soldadura con un soldador, soldadura por flujo, soldadura por reflujo, y similares.

10 La soldadura por reflujo es un procedimiento en el que una pasta de soldadura que comprende un polvo de soldadura y fundente se suministra únicamente en las ubicaciones necesarias de una placa de circuito impreso por impresión o con un distribuidor, los componentes electrónicos se colocan en las porciones revestidas, y después la pasta de soldadura se funde en un aparato de calentamiento tal como un horno de reflujo para soldar los componentes electrónicos en la placa de circuito impreso. En el procedimiento de reflujo, no solo es posible soldar un gran número de ubicaciones en una sola operación, sino que la conexión de puente no tiene lugar, incluso si los componentes electrónicos se sueldan con un paso estrecho y la soldadura no se adhiere a los lugares innecesarios. Por lo tanto, la soldadura se puede realizar con una excelente productividad y fiabilidad.

20 En el pasado, se utilizó una aleación de Pb - Sn en la soldadura. Esta aleación de Pb - Sn tiene un punto de fusión de 183 °C para una composición eutéctica (Pb - 63Sn), por lo que tiene poco efecto térmico, incluso en las partes electrónicas que tienen poca resistencia al calor. Además, tiene una excelente capacidad de soldadura. Por lo tanto, tiene las ventajas de que produce pocos defectos de soldadura tales como porciones sin soldar o deshumectación.

Sin embargo, debido al problema de la toxicidad de Pb, una fuerte demanda se ha desarrollado en los últimos años en la industria de equipos electrónicos para la denominada soldadura libre de plomo que no contiene Pb.

25 Las soldaduras libres de plomo que son ampliamente utilizadas actualmente son las que tienen una composición de Sn-Ag - Cu como la escrita en el documento JP 5 - 050286 A, que contiene del 3 - 5 % en masa de Ag y del 0,5 - 3 % en masa de Cu. Debido a que esta soldadura sin plomo tiene propiedades del ciclo térmico y propiedades de fluencia superiores en comparación con una soldadura de Sn - Pb convencional, su uso se está extendiendo. Particularmente, las propiedades del ciclo térmico son un factor importante en la evaluación de la vida útil de los dispositivos electrónicos y en los productos que garantizan.

30 Las aleaciones de soldadura libres de plomo utilizadas en la actualidad que tienen una composición Sn-Ag - Cu son difíciles de comparar con la soldadura de Sn - Pb utilizada convencionalmente. Por lo tanto, cuando se utilizan en dispositivos pequeños como teléfonos móviles y si los dispositivos se dejan caer accidentalmente, las grietas se desarrollan en la interfaz entre los componentes electrónicos y las juntas de soldadura, por lo que estas soldaduras tienen el problema de que el denominado pelado interfacial se produce fácilmente. El pelado interfacial no se produce fácilmente con sustratos soldados con soldadura por flujo en los que se utiliza una cantidad relativamente grande de material de soldadura en las juntas de soldadura. Sin embargo, fácilmente se produce con sustratos que se sueldan con soldadura por reflujo y que tienen juntas diminutas que se forman utilizando una pequeña cantidad de soldadura.

40 La soldadura por reflujo de los sustratos se realiza utilizando pasta de soldadura, bolas de soldadura, preformas de soldadura, y similares. Además, la soldadura con núcleo de fundente se utiliza para reparar las juntas de soldadura. Las placas de circuito impreso en la que se utilizan estos materiales de soldadura producen el problema de pelado interfacial particularmente de forma fácil.

45 El presente solicitante desvela una aleación de soldadura con un contenido de Ag del 0,8 - 2,0 % en masa, un contenido de Cu del 0,05 - 0,3 % en masa, y que contiene además In, Ni, Pt, Sb, Bi, Fe, Al, y P como una aleación de soldadura que tiene una buena resistencia al impacto por caída (resistencia al impacto debido a la caída) para su uso en la soldadura a superficies de Cu (WO 2006/129713 A1).

50 Como una aleación de soldadura que tiene excelente resistencia a los ciclos térmicos, también desvelan una soldadura libre de plomo basada en Sn-Ag - Cu - Bi, que es una aleación de soldadura basada en Sn-Ag - Cu que contiene elementos de la solución sólida y que tiene una estructura de aleación a temperatura ambiente que comprende o bien una solución sólida sobresaturada o una solución sólida en la que los elementos de la solución sólida se precipitan y que tiene una estructura de la aleación a una temperatura elevada en un entorno del ciclo que comprende una solución sólida en la que los elementos de la solución sólida precipitados a una temperatura baja se vuelven a disolver en la matriz de Sn (WO 2009/011341 A1).

También se desvela una aleación de soldadura en el que se añaden Bi y Sb a una composición de soldadura de Sn-

Ag - Cu de tal manera que Bi y Sb forman soluciones sólidas con Sn; y Ag y Cu forman compuestos intermetálicos con Sn, por lo que la fuerza mecánica se mantiene por la microestructura formada a partir de estas soluciones sólidas y los compuestos intermetálicos (JP 9 - 327790 A).

### **Documentos de la técnica anterior**

#### 5 **Documentos de patentes**

Documento de Patente 1: WO 2006/129713 A1  
Documento de Patente 2: WO 2009/011341 A1  
Documento de Patente 3: JP 9 - 327790 A

10 El documento EP1254328 desvela una pasta de soldadura libre de plomo adecuada para la soldadura de partes de viruta, incluyendo la pasta de soldadura libre de plomo un polvo de una aleación de soldadura basada en Sn de doble pico que contiene del 0,2 - 1,0 % en masa de Ag, Sb y Cu en una cantidad total de a lo sumo el 1,0 % en masa de la aleación de soldadura, Bi, In y Zn en una cantidad total de al menos el 0,5 % en masa y a lo sumo del 3,0 % en masa y el resto de Sn, y un fundente no soluble en agua o un fundente soluble en agua.

### **Sumario de la invención**

#### 15 **Problemas que la invención tiene que resolver**

No se puede decir que una aleación de soldadura libre de plomo tiene buena resistencia al impacto por caída ni, particularmente, buena resistencia al impacto por caída de las juntas de soldadura que tienen una pequeña área soldada. Los dispositivos electrónicos recientes son cada vez mejores en cuanto a su rendimiento y de menor tamaño. Como resultado, los componentes electrónicos empleados en los dispositivos son también cada vez más pequeños y mejores en su rendimiento. A pesar de un aumento en el número de electrodos en los dispositivos electrónicos recientes, el tamaño total de los dispositivos se está haciendo más pequeño. Las juntas de soldadura formadas en los electrodos de los componentes electrónicos que son cada vez más pequeños se están haciendo también cada vez más pequeña. Sin embargo, si la soldadura de pequeños puntos de soldadura realizados de soldadura libre de plomo tiene una pobre resistencia al impacto por caída, las juntas de soldadura se pelan fácilmente cuando los dispositivos electrónicos reciben un impacto debido a la caída, y los dispositivos electrónicos ya no pueden funcionar.

Este problema no se produce fácilmente con los dispositivos electrónicos portátiles, tales como controles remotos que tienen placas de circuito impreso relativamente grandes que se sueldan por soldadura por flujo en la que se adhiere una gran cantidad de soldadura. Sin embargo, en el caso de productos tales como teléfonos móviles u ordenadores móviles que son pequeños y tienen una alta densidad de partes y se sueldan exclusivamente mediante soldadura por reflujo utilizando una pasta de soldadura o bolas de soldadura, la cantidad de soldadura utilizada para las juntas de soldadura es extremadamente pequeña.

Las propiedades del ciclo térmico de los dispositivos electrónicos son un factor importante en la determinación de la vida útil de los dispositivos electrónicos. Los teléfonos móviles y los ordenadores portátiles no siempre se utilizan en habitaciones bien acondicionadas, y no es inusual utilizarlos en entornos de alta temperatura, tales como el interior de un automóvil o en ambientes de baja temperatura, como al aire libre en tiempo de nieve. Por lo tanto, excelentes propiedades del ciclo térmico son esenciales, y la soldadura utilizada para los dispositivos portátiles debe tener excelentes propiedades del ciclo térmico.

En concreto, dependiendo del entorno de uso de los dispositivos electrónicos, las juntas de soldadura utilizadas en dispositivos electrónicos se expanden y contraen en repetidas ocasiones, las grietas entran en las juntas de soldadura, y en última instancia las juntas de soldadura se destruyen. Este fenómeno se conoce por lo general como fatiga térmica. Hay una demanda de una aleación de soldadura para su uso en teléfonos móviles y ordenadores portátiles que no muestre fatiga térmica y que tenga buenas propiedades del ciclo térmico.

Sin embargo, no se puede decir que la soldadura que tiene una excelente resistencia al impacto por caída tiene también excelentes propiedades del ciclo térmico. Por ejemplo, una aleación de soldadura convencional que toma en consideración la resistencia al impacto por caída tal como la descrito en el Documento de Patente 1 reduce el contenido de Ag y Cu en una soldadura de Sn-Ag - Cu con el fin de evitar el engrosamiento de compuestos intermetálicos tales como Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> y Ag<sub>3</sub>Sn que se desarrollan en la interfaz entre los electrodos y las juntas de soldadura, evitando así que se produzcan el pelado en la interfaz entre los electrodos y las juntas de soldadura y garantizar la resistencia al impacto por caída. Sin embargo, si el contenido de Ag y Cu en una aleación de soldadura basada en Sn-Ag - Cu convencional se reduce, aunque la resistencia al impacto por caída aumenta, se desarrolla el problema de que las propiedades del ciclo térmico, que son superiores para una aleación de soldadura Sn-Ag - Cu, terminan empeorando. De esta manera, una aleación de soldadura que es buena en ambas propiedades del ciclo térmico y resistencia al impacto por caída no se ha desarrollado.

55 El problema a resolver por la presente invención es proporcionar una aleación de soldadura que tenga excelente resistencia al impacto por caída, manteniendo las propiedades del ciclo térmico que son características de una

aleación de soldadura basada en Sn-Ag - Cu.

### **Medios para resolver los problemas**

Los presentes inventores han encontrado que si una aleación de soldadura basada en Sn-Ag - Cu tiene una composición con un contenido de Cu eliminado de las proximidades de la mezcla eutéctica, las propiedades del ciclo térmico empeoran, mientras que una composición en la que Ag se elimina de las proximidades de la mezcla eutéctica tiene menos empeoramiento de las propiedades del ciclo térmico en comparación a cuando se elimina el de la mezcla eutéctica. Además, las propiedades del ciclo térmico se mejoran mediante la adición de In, junto con Bi y Sb en lugar de disminuir el contenido de Ag. Como resultado, completan la presente invención.

La presente invención es una aleación de soldadura libre de plomo que se caracteriza porque consiste en 0,2 - 1,2 % en masa de Ag, 0,6 - 0,9 % en masa de Cu, 1,2 - 3,0 % en masa de Bi, 0,02 - 1,0 % en masa de Sb, 0,01 - 2,0 % en masa de In, y el resto de Sn e impurezas inevitables.

Cuando una junta de soldadura de un dispositivo electrónico se somete a ciclos térmicos, la estructura de soldadura de la junta de soldadura se engrosa. Por lo tanto, una estructura fina de soldadura tiene, por lo general, excelentes propiedades del ciclo térmico. En el Documento de Patente 3, el contenido de Ag de la aleación de soldadura utilizada en los ejemplos es el 3,0 % en masa o el 3,4 % en masa, por lo que la aleación de soldadura tiene un contenido de Ag cerca de la composición eutéctica. En la presente invención, el contenido de Ag se hace del 0,2 - 1,2 % en masa con el fin de impartir resistencia al impacto por caída. Si la composición de la aleación de soldadura consistía esencialmente en Sn, Ag, Cu, Bi, y Sb, las propiedades del ciclo térmico no serían buenas. Por lo tanto, en la presente invención, mediante la adición de In, junto con Bi y Sb a una composición de aleación de soldadura de Sn-Ag - Cu, incluso si el contenido de Ag se hace con un valor bajo del 0,2 - 1,2 % en masa, no solo hay poca fatiga térmica de la misma manera como con una composición de Sn-Ag - Cu - Bi - Sb convencional, sino que una aleación de soldadura con buenas propiedades del ciclo térmico se obtiene de forma inesperada.

In (indio) que se añade a una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es un metal que forma una solución sólida con Sn de la misma manera que lo hacen Bi y Sb. El Indio que se añade a una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención tiene un peso atómico más pequeño que Bi o Sb, que también forman una solución sólida con Sn. Por lo tanto, debido a que In entra entre los átomos de Bi o Sb, es posible formar una aleación de soldadura de un tipo de fortalecimiento de la solución sólida que tiene una excelente resistencia a los ciclos térmicos. En particular, si el contenido de Bi que tiene el mayor peso atómico entre Bi, Sb, y In es al menos dos veces el contenido de In en porcentaje atómico, es decir, si el contenido de Bi en % en masa es al menos aproximadamente cuatro veces grande que para In, las propiedades del ciclo térmico se mejoran aún más debido a que In entra en los huecos entre átomos de Bi. Más preferentemente, el contenido de Bi es al menos 3 veces el contenido de In en porcentaje atómico.

Sin embargo, como Zn y elementos similares, In tiene una reactividad violenta. Si In se utiliza en una pasta de soldadura, la pasta de soldadura se considera difícil de tratar debido a que es susceptible a los cambios en la viscosidad de la pasta de soldadura en el tiempo. En la presente invención, al limitar el contenido de In que se añade a una aleación de soldadura y limitar el ácido orgánico utilizado en un fundente de una pasta de soldadura, es posible utilizar la aleación de soldadura en una pasta de soldadura.

### **Efectos de la invención**

Una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención hace posible la obtención de un dispositivo portátil que tiene una excelente resistencia al impacto por caída de tal manera que las juntas de soldadura no se dañan incluso cuando se deja caer un dispositivo portátil que tiene un patrón finamente soldado. Además, una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención hace posible la obtención de un dispositivo portátil que tiene excelentes propiedades del ciclo térmico y que no desarrolla la fatiga térmica, incluso cuando se utiliza en un entorno de alta temperatura, tal como dentro de un vehículo calentado por el sol o en un entorno de baja temperatura, tal como al aire libre en tiempo de nieve.

A pesar de que una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención contiene In, incluso si una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención se forma en un polvo y se convierte en una pasta de soldadura, es posible obtener una pasta de soldadura excelente que experimenta pocos cambios en la viscosidad a lo largo del tiempo.

### **Modos de realizar la invención**

Por lo general, en una soldadura libre de plomo basada en Sn, Ag es eficaz en proporcionar resistencia a los ciclos térmicos, pero si se añade una gran cantidad de Ag, la resistencia al impacto por caída disminuye. En una soldadura libre de plomo de acuerdo con la presente invención, si la cantidad añadida de Ag es inferior al 0,2 % en masa, la cantidad de compuestos intermetálicos de Sn-Ag formados en la aleación de soldadura es insuficiente, y el efecto de refinar la estructura de soldadura y, por lo tanto, el efecto de mejorar la resistencia a los ciclos térmicos no se realizan. Si la cantidad añadida de Ag supera el 1,2 % en masa, una gran cantidad de compuestos intermetálicos Ag<sub>3</sub>Sn se forma dentro de la soldadura y se obtiene una estructura similar a una malla, por lo que la fuerza del

material aumenta y la resistencia al impacto empeora. Por lo tanto, la cantidad añadida de Ag es a lo sumo del 1,2 % en masa. La cantidad añadida de Ag en una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es del 0,2-1,2 % en masa, y más preferentemente la cantidad añadida de Ag en una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es del 0,5-1,0 % en masa.

- 5 Si el contenido de Cu en una soldadura libre de plomo de acuerdo con la presente invención es inferior al 0,6 % en masa, la cantidad de compuestos intermetálicos de Sn-Cu formados en la aleación de soldadura es insuficiente, y el efecto de refinar la estructura de soldadura y, por lo tanto, el efecto de mejorar la resistencia a los ciclos térmicos no se realizan. Si el contenido de Cu es superior al 0,9 % en masa, al momento de la solidificación de la soldadura, una  
10 capa de compuesto intermetálico de Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> se convierte en cristales primarios y las propiedades de fusión de la soldadura se deterioran. Por lo tanto, la cantidad añadida de Cu en una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es del 0,6 - 0,9 % en masa y, preferentemente, del 0,7 - 0,8 % en masa.

- 15 Si el contenido de Bi en una soldadura de acuerdo con la presente invención es inferior al 1,2 % en masa, la cantidad de solución sólida de Bi formada con Sn en la aleación de soldadura es pequeña, por lo que no se obtiene el efecto de mejorar las propiedades del ciclo térmico. Sin embargo, si el contenido de Bi es mayor que el 3,0 % en masa, la dureza de la soldadura aumenta bruscamente y la ductilidad desaparece, haciendo que la resistencia al impacto por caída se deteriore. Por lo tanto, la cantidad añadida de Bi es a lo sumo del 3,0 % en masa. La cantidad  
añadida de Bi en una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es del 1,2 - 3,0 % en masa, y preferentemente la cantidad añadida de Bi en una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es del 1,5 - 2,0 % en masa. Más preferentemente, el límite inferior de Bi es del 1,6 % en masa.

- 20 Si el contenido de Sb en la presente invención es inferior al 0,02 % en masa, la cantidad de solución sólida de Sb formada con Sn en la aleación de soldadura se vuelve demasiado pequeña para proporcionar el efecto de mejorar las propiedades del ciclo térmico. Por otra parte, si el contenido de Sb es superior al 1,0 % en masa, el compuesto intermetálico de AgSb se forma en la soldadura, haciendo que la resistencia al impacto por caída empeore.

- 25 Además, si el contenido de Sb es superior al 1,0 % en masa, la humectabilidad de la soldadura empeora y la formación de huecos aumenta. Por lo tanto, la cantidad añadida de Sb es a lo sumo del 1,0 % en masa. La cantidad añadida de Sb en una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es del 0,02 - 1,0 % en masa, y la cantidad añadida de Sb en una aleación de soldadura preferida de acuerdo con la presente invención es del 0,15 - 0,5 % en masa.

- 30 La adición de In para una aleación de soldadura tiene el efecto de mejorar las propiedades del ciclo térmico. Sin embargo, debido a que In es un metal fácilmente oxidable, una aleación de soldadura que lo contiene se oxida fácilmente. Como resultado de la oxidación de In, la coloración amarillenta de una aleación soldada se produce y se terminan desarrollando huecos en las juntas de soldadura. Por lo tanto, es necesario limitar la cantidad añadida de In. Además, si se forma una aleación de soldadura que contiene In en un polvo y se mezcla con un fundente para  
35 formar una pasta de soldadura, In y el fundente reaccionan y hacen que la viscosidad de la pasta de soldadura varíe fácilmente con el paso del tiempo.

- Si el contenido de In en la presente invención es menor que el 0,01 % en masa, la cantidad de solución sólida de Sn e In formada en la aleación de soldadura es pequeña, y el efecto de mejorar las propiedades del ciclo térmico no se realiza. Por otra parte, si el contenido de In es superior al 2,0 % en masa, la coloración amarillenta de la superficie  
40 de las perlas de soldadura se desarrolla después del calentamiento por reflujo y la aparición de huecos también aumenta, lo que es indeseable. La cantidad añadida de In en una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es del 0,1 - 2,0 % en masa. Preferentemente, la cantidad añadida de In en una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención es del 0,2 - 0,5 % en masa.

- 45 Una pasta de soldadura de una aleación de soldadura que contiene In experimenta fácilmente cambios en la viscosidad con el tiempo debido a que In es un metal altamente reactivo. Al limitar el contenido de In, una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención evita los cambios en una pasta de soldadura con el tiempo, y una reacción entre el fundente y el polvo de soldadura que contiene In se puede evitar mediante el uso de un fundente especial para In.

- Un fundente de acuerdo con la presente invención es un fundente que contiene una resina, un disolvente, un agente tixotrópico, un activador, y un ácido orgánico como un activador auxiliar. El ácido orgánico utilizado como un  
50 activador auxiliar se selecciona a partir de ácidos orgánicos que tienen baja reactividad con In, tales como ácido succínico, ácido adípico y ácido azelaico. Como resultado, un cambio en la viscosidad de una pasta de soldadura con el tiempo debido a una reacción entre un fundente y polvo de soldadura se puede evitar. El activador auxiliar se añade a un fundente a fin de aumentar su humectabilidad cuando la cantidad de haluros y similares utilizados como activador principal se limita con el fin de aumentar la resistencia a la corrosión. El activador auxiliar se añade como  
55 un activador que no contiene un elemento halógeno.

Si la cantidad total de ácido succínico, ácido adípico, y ácido azelaico que se utiliza en un fundente de acuerdo con la presente invención es inferior al 0,5 % en masa, el efecto del activador auxiliar no se obtiene, por lo que la humectabilidad es pobre y hay muchos defectos, tales como bolas de soldadura. Si se añade en una cantidad del 5

% en masa o más, incluso con un ácido orgánico que tiene una baja reactividad con In, tal como ácido succínico, ácido adípico o ácido azelaico, el ácido reacciona con In y cambios se producen con el tiempo. En consecuencia, la cantidad total de ácido succínico, ácido adípico, y ácido azelaico añadida a un fundente en la presente invención es al menos el 0,5 % en masa e inferior al 5,0 % en masa.

- 5 Una aleación de soldadura de acuerdo con la presente invención se puede utilizar no solo como una pasta de soldadura como se ha descrito anteriormente, sino que se puede utilizar en forma de bolas de soldadura, soldadura con núcleo de fundente, o una preforma de soldadura.

### **Ejemplos**

10 Los polvos de soldadura con las composiciones de soldadura (% en masa) de los ejemplos y ejemplos comparativos de la Tabla 1 y un fundente que tiene la composición de fundente del Ejemplo 13 de la Tabla 2 se mezclaron para preparar una pasta de soldadura, y se realizó una prueba de ciclo térmico cuando resistencias con un tamaño de 3216 con electrodos de Sn enchapados se montaron en una placa de circuito impreso. Además, una prueba de impacto por caída se realizó utilizando un CSP que tenía bolas de soldadura con un diámetro de 0,3 mm para el montaje que se montaron de manera similar en una placa de circuito impreso.

15 Los resultados de la prueba de ciclo térmico y de la prueba de impacto por caída se muestran en la Tabla 1 a continuación.

En la Tabla 1, el Ejemplo Comparativo 2 es una composición de la aleación de soldadura como se ha desvelado en el Documento de Patente 1, los Ejemplos Comparativos 3 y 4 son composiciones de la aleación de soldadura como se ha desvelado en el Documento de Patente 2, y el Ejemplo Comparativo 5 es una composición de aleación de soldadura como se ha desvelado en el Documento de Patente 3.

### **[Prueba de impacto por caída]**

25 1. Un impacto por caída se realizó entre un CSP que tenía perlas de soldadura formadas en su interior y una placa de circuito impreso, y se midió el número de caídas hasta que se desarrollaron grietas en las juntas de soldadura. La placa de circuito se dejó durante 5 días a temperatura ambiente después de soldarse. El número de caídas cuando la resistencia eléctrica aumentó en un 50 % del valor inicial se registró como una indicación del progreso de grietas.

2. Las etapas en la prueba de impacto por caída fueron las siguientes.

30 1) Un fundente fue impreso en un CSP con dimensiones exteriores de 12 x 12 (mm) y 196 electrodos con perlas chapados de Ni/Au electrolítico, y bolas de soldadura con las composiciones mostradas en la Tabla 1 y un diámetro de 0,3 mm se colocaron sobre la misma.

2) El CSP con bolas de soldadura al respecto se calentó en horno de reflujo para formar perlas de soldadura en los electrodos.

35 3) El CSP en el que se formaron los resaltes de soldadura se montó en el centro de una placa de circuito impreso de epoxi de vidrio que medía 30 x 120 (mm) y a la que se aplicó una pasta de soldadura, y se calentó en un horno de reflujo para soldar el CSP a la placa de circuito impreso.

4) Los dos extremos de la placa de circuito impreso a la que se suelda el CSP fueron asegurados encima de una plantilla de caída con una separación de 1 centímetro de la plantilla de caída.

40 5) La plantilla de caída e dejó caer desde una altura para impartir una aceleración de 1.500 G a la plantilla de caída con el fin de impartir un impacto a la placa de circuito impreso. En este momento, la placa de circuito impreso fijada a la plantilla de caída en ambos de sus extremos vibró en su centro, y como consecuencia de esta vibración, un impacto se impartió a las juntas de soldadura entre la placa de circuito impreso y el CSP. Se midió el número de caídas en esta prueba de caída hasta que se desarrollaron grietas en las juntas de soldadura del CSP. Los resultados de la prueba se registraron en seis puntos y se registró el valor más bajo.

### **[Prueba de ciclo térmico]**

45 1. El procedimiento de prueba fue prescrito por la normativa JIS C 0025. El efecto de la aplicación repetida de variaciones de temperatura en forma de una temperatura alta y una temperatura baja para soldar juntas se investigó. El resultado de esta prueba se utiliza como un índice de la vida útil de los equipos electrónicos.

2. Las etapas en la prueba de ciclo térmico fueron las siguientes.

50 1) Las resistencias con dimensiones exteriores de 3,2 x 1,6 (mm) y electrodos enchapados con Sn se colocaron en una placa de circuito impreso de epoxi de vidrio que se revistió con una pasta de soldadura y se calentó en un horno de reflujo para realizar la soldadura.

55 2) La placa de circuito impreso soldada se colocó en un aparato de prueba automática de 2 cámaras que se estableció durante 30 minutos en cada una de condición de baja temperatura de -40 °C y una condición de alta temperatura de +85 °C. Una prueba de fuerza de cizallamiento se realizó en 150 juntas de soldadura inicialmente y mediante la eliminación de la placa de circuito impreso en el ciclo 800°, el ciclo 1200°, el ciclo

## ES 2 624 621 T3

1600°, y el ciclo 2000°, y el cambio en la resistencia con respecto a la resistencia inicial se comprobó.

3) A la resistencia más baja en cada ciclo, un porcentaje marcado disminuyó en fuerza (50 % o menos del valor inicial) o en el estado en el que la fuerza se convirtió en 10 N o menos se consideró deterioro, y el número de ciclos en este punto se registró.

- 5 Como se puede ver en la Tabla 1, una aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con la presente invención fue extraordinariamente superior en comparación las soldaduras libres plomo de los ejemplos comparativos en la prueba de impacto por caída, y sus propiedades de ciclo térmico no mostraron deterioro marcado en fuerza, incluso después de un largo período de ciclos térmicos.

### [Prueba de cambios en la viscosidad con respecto al tiempo]

- 10 A continuación, se preparó polvo de soldadura utilizando la composición de soldadura del Ejemplo 4 de la Tabla 1, y se mezcló con un fundente con la composición de fundente (% en masa) que se muestra en la Tabla 2 para preparar una pasta de soldadura. La pasta de soldadura se sometió a una prueba de formación de bolas de soldadura, y se probó también para determinar los cambios en la viscosidad de la pasta de soldadura con el paso del tiempo.

- 15 Se realizó la prueba de bolas de soldadura de acuerdo con la normativa JIS Z 3284 Apéndice 11. La Categoría 1 y 2 de la Figura 1 de la norma de la normativa JIS Z 3284 Apéndice 11 se evaluaron como excelentes, la Categoría 3 se evaluó como buena, y la Categoría 4 se evaluó como pobre.

- 20 Los cambios en la viscosidad de la pasta de soldadura con el paso del tiempo se midieron de acuerdo con la normativa JIS Z 3284 Apéndice 6 utilizando un viscosímetro modelo PCU - 205 fabricado por Malcom Co., Ltd. Se midió la viscosidad a 25 °C a una velocidad de giro de 10 rpm durante 10 horas. Las muestras para las que la viscosidad aumentó en al menos un 20 % de la viscosidad inicial se evaluaron como pobres, aquellas para las que el aumento de la viscosidad fue de al menos el 10 % a menos del 20 % se evaluaron como buenas, y aquellas para las que el aumento de la viscosidad fue menos del 10 % se evaluaron como excelentes. Los resultados de la prueba de soldadura de formación de bolas y la prueba del cambio en la viscosidad de la pasta de soldadura con el paso del tiempo se muestran en la Tabla 2.

- 25 Como se puede observar en la Tabla 2, a pesar de una soldadura de acuerdo con la presente invención que contenía In que produce cambios fácilmente en una pasta de soldadura, una pasta de soldadura con una viscosidad estable se pudo obtener. Además, hubo poca formación de bolas de soldadura después del reflujo, y fue posible obtener juntas de soldadura sin defectos.

Tabla 1

		Composición de soldadura						Prueba de impacto por caída (número de caídas)	Propiedades del ciclo térmico	Otras
		Sn	Ag	Cu	Bi	Sb	In			
EJEMPLO	1	resto	0,2	0,6	1,2	0,02	0,01	37	1600	
	2	resto	0,3	0,7	1,6	0,02	0,20	45	2000	
	3	resto	0,5	0,7	1,6	0,20	0,20	32	2000	
	4	resto	1,0	0,7	1,6	0,02	0,20	26	2000	
	5	resto	1,0	0,9	2,5	0,10	0,50	25	2000	
	6	resto	1,2	0,9	2,5	1,00	1,00	21	2000	
	7	resto	0,5	0,8	1,6	0,20	0,50	33	2000	
	8	resto	1,0	0,8	1,6	0,02	0,01	23	2000	
	9	resto	0,5	0,9	2,0	0,20	0,20	34	2000	
	10	resto	0,5	0,6	2,0	0,02	0,20	35	2000	
	11	resto	0,5	0,9	2,5	0,20	0,20	41	2000	
	12	resto	0,5	0,9	2,5	0,02	0,20	40	2000	

ES 2 624 621 T3

(continuación)

		Composición de soldadura						Prueba de impacto por caída (número de caídas)	Propiedades del ciclo térmico	Otras
		Sn	Ag	Cu	Bi	Sb	In			
COMPARATIVO	1	resto	0,1	0,5	10,0	0,01	0,01	1	2000	
	2	resto	1,0	0,1	---	---	0,02	19	1600	PD 1
	3	resto	1,0	0,5	2,5	---	---	15	1200	PD 2
	4	resto	3,0	1,0	3,0	---	0,80	1	2000	PD 2
	5	resto	3,0	0,6	3,0	0,60	---	2	2000	PD 3
	6	resto	1,5	1,0	5,0	2,00	5,00	13	---	
	7	resto	0,5	1,0	1,0	0,20	0,20	36	1400	
	8	resto	0,5	0,5	1,0	0,02	0,20	34	1400	
	9	resto	1,0	1,0	3,2	0,20	0,20	14	1600	
	10	resto	1,5	0,8	3,2	0,02	0,20	11	2000	
	11	resto	1,5	0,7	1,6	0,02	0,20	18	2000	
PD: Documento de Patente										



Tabla 2

Material	Ejemplo										Ejemplo comparativo				
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15		
Colofonia desnaturalizada	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	42	41		
Colofonia polimerizada	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
Dietilenglicol monoetil eter	40,5	40,0	39,5	40,5	39,5	41,0	40,0	39,0	40,0	39,0	39,0	43,0	40,0		
Aceite de ricino endurecido	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
Difenilguanidina HBr	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
Ácido succínico	0,5	1,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	1,0	0,2	1,0		
Ácido adipico	3,0	3,0	3,0	2,5	3,5	2,5	3,5	3,5	2,5	3,0	4,0	0,2	-		
Ácido sebácico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0		
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Bolas de soldadura	Buena	Excel,	Excel,	Buena	Excel,	Buena	Buena	Excel,	Excel,	Excel,	Excel,	Pobre	Pobre		
Estabilidad en el tiempo	Excel,	Buena	Buena	Buena	Buena	Excel,	Buena	Buena	Buena	Pobre	Pobre	Excel,	Pobre		

**Aplicabilidad Industrial**

5 El objeto de la presente invención es aumentar la resistencia al impacto de las juntas de soldadura diminutas. Como aplicaciones en las que se realiza este objeto, una soldadura de acuerdo con la presente invención se puede utilizar para la soldadura normal que incluye la formación de perlas de soldadura y se puede conseguir un efecto con respecto a la resistencia al impacto por caída. Cuando se forman perlas de soldadura, una soldadura se utiliza a menudo en forma de bolas de soldadura o pasta de soldadura. Las juntas de soldadura diminutas resultantes pueden repararse mediante soldadura con núcleo de fundente. Se cree también los efectos de la presente invención se exhiben cuando se utiliza en la forma de soldadura con núcleo de fundente-

**REIVINDICACIONES**

1. Una aleación de soldadura libre de plomo **caracterizada porque** consiste en 0,2 - 1,2 % en masa de Ag, 0,6 - 0,9 % en masa de Cu, 1,2 - 3,0 % en masa de Bi, 0,02 - 1,0 % en masa de Sb, 0,01 - 2,0 % en masa de In y un resto de Sn e impurezas inevitables.
- 5 2. La aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el contenido de Bi es al menos dos veces el contenido de In en porcentaje atómico, y preferentemente es al menos 3 veces el contenido de In en porcentaje atómico.
3. La aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cantidad de Ag en la aleación de soldadura es 0,5 - 1,0 % en masa.
- 10 4. La aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cantidad de Cu en la aleación de soldadura es 0,7 - 0,8 % en masa.
5. La aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cantidad de Bi en la aleación de soldadura es 1,5 - 2,0 % en masa.
- 15 6. La aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cantidad de Sb en la aleación de soldadura es 0,15 - 0,5 % en masa.
7. La aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cantidad de In en la aleación de soldadura es 0,2 - 0,5 % en masa.
- 20 8. La aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** consiste en 0,2 - 1,0 % en masa de Ag, 0,6 - 0,9 % en masa de Cu, 1,2 - 2,0 % en masa de Bi, 0,1 - 0,5 % en masa de Sb, 0,01 - 0,3 % en masa de In y un resto de Sn e impurezas inevitables.
9. Una pasta de soldadura libre de plomo en la que un polvo de soldadura de una aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con la reivindicación 1 se mezcla con un fundente, en la que el fundente contiene un total de al menos 0,5 % en masa y menos del 5,0 % en masa de al menos un ácido orgánico seleccionado entre ácido succínico, ácido adípico y ácido azelaico.
- 25 10. Una soldadura con núcleo de fundente que comprende un alambre de soldadura de una aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con la reivindicación 1 que tiene su centro lleno de un fundente, en la que el fundente contiene al menos un ácido orgánico seleccionado entre ácido succínico, ácido adípico y ácido azelaico.
11. Una bola de soldadura realizada a partir de una aleación de soldadura libre de plomo de la reivindicación 1.
12. Una preforma de soldadura realizada de una aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con la  
30 reivindicación 1.
13. Uso de la aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8 para una cualquiera de una pasta de soldadura, una bola de soldadura, una soldadura con núcleo de fundente y una preforma de soldadura.