

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 191**

51 Int. Cl.:

**B23K 35/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.04.2004 PCT/DE2004/000852**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.11.2004 WO04096484**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2004 E 04728514 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 1617968**

54 Título: **Material de soldadura a base de SnAgCu**

30 Prioridad:

**25.04.2003 DE 10319888**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.07.2017**

73 Titular/es:

**HENKEL AG & CO. KGAA (33.3%)  
HENKELSTRASSE 67  
40589 DÜSSELDORF, DE;  
ALPHA METALS INC. (33.3%) y  
HERAEUS DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG  
(33.3%)**

72 Inventor/es:

**ALBRECHT, HANS-JÜRGEN;  
BARTL, KLAUS HEINRICH GEORG;  
KRUPPA, WERNER;  
MÜLLER, KLAUS;  
NOWOTTNICK, MATHIAS;  
PETZOLD, GUNNAR;  
STEEN, HECTOR ANDREW HAMILTON;  
WILKE, KLAUS y  
WITTKÉ, KLAUS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 627 191 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

Material de soldadura a base de SnAgCu

5 La invención se refiere a un material de soldadura que contiene una aleación que forma un sistema de seis sustancias que, además de Sn (estaño) como constituyente principal, consiste en el 10 % en peso o menos de Ag (plata), el 10 % en peso o menos de Bi (bismuto), el 10 % en peso o menos de Sb (antimonio), el 3 % en peso o menos de Cu (cobre) y el 1,0 % en peso o menos de Ni (níquel). Además, la invención se refiere a un material de soldadura que contiene varios componentes de soldadura con composiciones de aleación y porcentajes en el material de soldadura tales que mediante fusión del componente de soldadura se forma una aleación que contiene los elementos mencionados anteriormente en los porcentajes de aleación ahí indicados.

15 Los materiales de soldadura de la composición expuesta al principio se usan en particular cuando, en general, deben sustituirse los materiales de soldadura corrientes, que incluyen plomo, debido al impacto ambiental desfavorable del plomo. De ese modo, por ejemplo en la solicitud de patente internacional WO 01/03878 A1 se describe un material de soldadura que, además de Sn como constituyente principal, contiene hasta el 10 % de Ag, hasta el 5 % de Cu, hasta el 10 % de Sb y hasta el 10 % de Bi. Además, por la solicitud de patente europea EP 0 629 466 A1 se conoce un material de soldadura que contiene al menos el 90 % en peso de Sn y como constituyentes adicionales Ag, Bi, Sb y Cu. Por la solicitud de patente internacional WO 00/48784 se conoce además un material de soldadura configurado como soldadura de reacción con varios componentes de soldadura, que mediante fusión de los componentes de soldadura forma una aleación en la que, además de Sn como componente principal, están contenidos del 1-10 % de Bi, hasta el 5 % de Sb, hasta el 3 % de Cu y hasta el 6 % de Ag.

25 Los materiales de soldadura mencionados se basan en el sistema de tres sustancias SnAgCu que, en particular en la composición SnAg<sub>3,8</sub>Cu<sub>0,7</sub>, forma un eutéctico, cuyo punto de fusión se encuentra en 217 °C. Se conoce además que este punto de fusión puede reducirse por ejemplo mediante adición como aleación de Bi con un porcentaje de aleación de hasta el 10 % en peso. Bi puede emplearse también como componente en una soldadura de reacción, por ejemplo, la aleación SnAgCu eutéctica ya mencionada puede mezclarse como un componente con Sn<sub>43</sub>Bi<sub>47</sub> como otro componente con un punto de fusión de 138 °C, mediante lo cual la soldadura de reacción comienza a fundir a una temperatura esencialmente más baja.

35 El documento WO 01/03878 describe un material de soldadura que se basa en el sistema de tres sustancias SnAgCu, que puede consistir hasta en cinco elementos que se seleccionan de estaño (Sn), plata (Ag), cobre (Cu), antimonio (Sb) y bismuto (Bi). Adicionalmente, pueden estar contenidos también bajos porcentajes de fósforo.

40 También en el documento WO 00/48784, que se refiere a un procedimiento para la fijación de un componente de chip a un circuito impreso, se mencionan materiales de soldadura que están compuestos por del 1-10 % de bismuto, hasta el 5 % de cobre (Cu), hasta el 10 % de plata (Ag), hasta el 5 % antimonio (Sb) y como resto estaño (Sn), debiendo estar contenido uno de los elementos Cu, Ag o Sb en una cantidad mínima del 0,1 %.

El objetivo de la invención consiste en exponer un material de soldadura a base del sistema SnAgCu, que presenta un punto de fusión relativamente bajo y que, al mismo tiempo, está diseñado para temperaturas de funcionamiento lo más altas posible de los compuestos de soldadura que van a formarse.

45 Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención por que la aleación del material de soldadura contiene además el 1,0 % en peso o menos de Ni (níquel). Para el caso de que el material de soldadura esté diseñado por ejemplo como soldadura de reacción con varios componentes de soldadura, el objetivo se consigue de acuerdo con la invención por que en al menos uno de los componentes de soldadura está contenido además Ni en una cantidad tal que la aleación obtenida a partir de la fusión de los componentes de soldadura contiene el 1,0 % en peso o menos de Ni.

50 El objeto de la presente invención se refiere por consiguiente a un material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1 que contiene una aleación que forma un sistema de seis sustancias así como un material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 2, que está compuesto por varios componentes de soldadura y mediante fusión de los componentes de soldadura forma un sistema de seis sustancias.

55 Para el sistema de seis sustancias así obtenido se ha mostrado, en concreto, que la temperatura de fusión del material de soldadura puede reducirse a la temperatura de fusión eutectoide del sistema de tres sustancias SnAgCu de 217 °C, de modo que por ejemplo a una temperatura pico en un horno de soldadura por reflujo de 230 °C se garantiza una distancia suficiente con respecto al punto de fusión del material de soldadura para garantizar una configuración fiable de los compuestos de soldadura que van a generarse. A este respecto, se tiene en cuenta el hecho de que los valores máximos previstos según la CEI de la incorporación de calor en elementos constructivos que van a soldarse de 260 °C a lo largo de un periodo de tiempo de 10 s en el caso de elementos constructivos modernos de estructura compleja ya no pueden garantizarse por los fabricantes. Las temperaturas pico permitidas para los denominados paquetes avanzados (*advanced packages*) se encuentran en 230 °C a lo largo de un periodo de tiempo de 10 s.

Mediante la adición como aleación de hasta el 1,0 % en peso o menos de níquel al sistema de cinco sustancias SnAgCuBiSb no se influye esencialmente en el punto de fusión del material de soldadura así obtenido. En cambio, se ha mostrado sorprendentemente que la adición como aleación de Ni está relacionada con una clara mejora de la resistencia a la fluencia del material de soldadura. De este modo se hacen posibles ventajosamente temperaturas de funcionamiento elevadas de los compuestos de soldadura que van a generarse. Las temperaturas de funcionamiento con frecuencia necesarias hoy en día de hasta 150 °C pueden garantizarse sin más por lo tanto mediante el uso del material de soldadura de acuerdo con la invención. Mediante el ajuste controlado de los porcentajes de aleación del sistema de seis sustancias de acuerdo con la invención puede proporcionarse incluso un material de soldadura que satisface las temperaturas de funcionamiento ya parcialmente requeridas de hasta 180 °C.

La mejora de la resistencia a la fluencia de las uniones de soldadura del material de soldadura de acuerdo con la invención puede explicarse por que Ni con Bi forman fases intermetálicas (NiBi con aproximadamente el 75 % en peso de Bi o NiBi<sub>3</sub> con aproximadamente el 91 % en peso de Bi), que se depositan preferentemente en los límites de grano y de esta manera llevan a un endurecimiento por dispersión de la estructura de soldadura. Al mismo tiempo el Bi elemental se desplaza al interior de los granos de la unión de soldadura, mediante lo cual se provoca un endurecimiento de la solución sólida que contribuye así mismo a la mejora de la resistencia a la fluencia. Adicionalmente se impide a este respecto que el porcentaje de aleación de Bi con otros porcentajes de aleación, en particular con Sn, forme localmente composiciones de aleación con eutécticos de bajo punto de fusión, que llevarían a una fusión localizada de la unión de soldadura a bajas temperaturas y, con ello, a una drástica caída de la resistencia a la fluencia (eutéctico del sistema de aleación SnBi por ejemplo a 138 °C).

El efecto positivo explicado de Ni sobre la resistencia a la fluencia mediante la acción de Ni sobre el constituyente de aleación Bi puede observarse únicamente, sin embargo, cuando para Bi no se supera un porcentaje en la composición de aleación del 10 % en peso. En el presente documento puede apreciarse también una diferencia esencial con un material de soldadura según la publicación para información de solicitud de patente alemana DE 199 04 765 A1, en la que, si bien se divulgan aleaciones que contienen Sn, Ag, Cu, Bi, Sb y Ni, en cambio el porcentaje de aleación de Bi se encuentra entre el 43 y el 58 % en peso. Esto lleva, debido al eutéctico ya mencionado del sistema SnBi de 138 °C, a puntos de fusión en los materiales de soldadura divulgados en el documento DE 199 04 765 A1, que no son superiores a 140 °C. Una aptitud de estos materiales de soldadura para las uniones de soldadura con una temperatura de funcionamiento de hasta 150 °C no se da por lo tanto en estos materiales de soldadura, dado que estos licuan ya a 150 °C. Debido al porcentaje de Bi de alrededor de más del 20 % mayor en comparación con el material de soldadura de acuerdo con la invención, por lo demás, los mecanismos de endurecimiento descritos para el material de soldadura de acuerdo con la invención, no puede transmitirse a los materiales de soldadura de acuerdo con el documento DE 199 04 765 A1.

De acuerdo con una configuración ventajosa de la invención, la aleación contiene del 2 al 5 % en peso de Ag, del 1 al 3 % en peso de Bi, del 1 al 3 % en peso de Sb, del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu y del 0,05 al 0,3 % en peso de Ni. La adición como aleación de los elementos de aleación a Sn en los intervalos indicados ha resultado ser como especialmente ventajosa, dado que el sistema SnAgCu como base de la aleación se encuentran en el intervalo próximo al eutéctico y, en particular por medio de los componentes de aleación adicionales Bi, Sb y Ni, puede conseguirse una combinación equilibrada de los efectos para la disminución de la temperatura de fusión con respecto al eutéctico SnAgCu y para mejorar la resistencia a la fluencia. En este sentido ha de mencionarse la especial importancia del porcentaje de aleación de Ni, que es soluble únicamente hasta un nivel de aproximadamente el 0,2 % en peso en la estructura de la unión de soldadura, de modo que el porcentaje de níquel que supera el 0,2 % en peso provoca la dispersión de otros elementos de aleación prioritariamente en los límites de grano y así lleva a un endurecimiento por dispersión.

Una soldadura de reacción especial o también soldadura por capas se obtiene mediante un material de soldadura que contiene un componente de soldadura M1 y un componente de soldadura adicional M2, en el que el componente de soldadura M1, además de Sn como constituyente principal, contiene del 2 al 5 % en peso de Ag, del 3 al 12 % en peso de Bi, del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu y del 0,1 al 0,3 % en peso de Ni y el componente de soldadura adicional M2, además de Sn como constituyente principal, contiene del 2 al 5 % en peso de Ag, del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu, del 1 al 5 % en peso de Sb y el 1,0 % en peso de Ni. Una soldadura de reacción/soldadura por capas adicional de acuerdo con otra configuración de la invención consiste en un material de soldadura en el que están previstos un componente de soldadura M1 y un componente de soldadura adicional M2, en el que el componente de soldadura M1, además de Sn como constituyente principal, contiene del 2 al 5 % en peso de Ag, del 3 al 6 % en peso de Bi, del 1 al 3 % en peso de Sb y del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu y el componente de soldadura adicional M2, además de Sn como constituyente principal, contiene del 2 al 5 % en peso de Ag, del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu y el 1,0 % en peso níquel.

En ambas variantes de la soldadura de reacción/soldadura por capas, el porcentaje de Bi de la unión de soldadura que va a formarse en el componente de soldadura M1 está concentrado, mientras que el componente de soldadura M2 está libre de Bi. De este modo que reduce el punto de fusión del componente de soldadura M1 en la relación con respecto al componente de soldadura M2, mediante lo cual en el material de soldadura están combinados entre sí componentes de soldadura de distintos puntos de fusión. El componente de soldadura de bajo punto de fusión

provoca, ventajosamente, la humectación de las superficies de conexión de soldadura (por ejemplo del elemento constructivo y el sustrato) ya a bajas temperaturas. Durante el proceso de soldadura tiene lugar entonces una formación de aleación entre los componentes de soldadura M1 y M2, presentando la aleación homogénea que se genera a este respecto un mayor punto de fusión que el componente de soldadura M1 de menor punto de fusión.

5 Las composiciones de aleación generadas de la aleación homogénea se caracterizan, tal como ya se describió anteriormente, ventajosamente por una alta resistencia a la fluencia. Con ello pueden garantizarse las altas temperaturas de uso necesarias, ya mencionadas para la unión de soldadura. Las comparaciones en el procesamiento de polvos de soldadura acaban con un único componente de soldadura y polvos de soldadura de reacción con una mezcla de dos componentes de soldadura han dado como resultado además que pueden

10 reducirse las temperaturas de proceso para el proceso de soldadura en de 5 a 10 °C. Esto puede justificarse porque tras superarse la temperatura de fusión del componente de soldadura M1 de bajo punto de fusión, se corroe el componente de soldadura M2 de mayor punto de fusión por el componente de soldadura M1 fundido, teniendo lugar ya claramente por debajo de la temperatura de fusión de la aleación objetivo, es decir, la aleación que se genera mediante la mezcla homogénea de los componentes de soldadura M1 y M2, una humectación de las superficies de

15 contacto de la unión de soldadura.

Una configuración adicional de la invención prevé que el componente de soldadura M1 y el componente de soldadura adicional M2 estén compuestos en la relación  $M1 : M2 = 1 : 1,5$  a 9, es decir, al menos en la relación  $1 : 1,5$  y como máximo en la relación  $1 : 9$ , con respecto al peso de M1 y M2. Mediante la variación de la relación de mezcla M1 : M2, pueden generarse en la aleación objetivo, de manera ventajosa, diferentes contenidos de aleación, debiendo mantenerse para estos diferentes contenidos de aleación solo los dos componentes de soldadura M1 y M2 como reserva. Con ello pueden producirse de manera ventajosa, materiales de soldadura especialmente económicos, dado que los costes para el almacenamiento de únicamente pocos componentes de soldadura permanecen relativamente bajos.

20 Otra configuración de la invención prevé que en la aleación exista una relación Sb : Bi de  $1 : 1,5$  a 3, es decir al menos una relación de  $1 : 1,5$  y como máximo  $1 : 3$ , en particular sin embargo una relación de  $1 : 2$ , con respecto al peso de Sb y Bi. Para este intervalo de relaciones de Sb : Bi se ha mostrado que se forma una estructura especialmente fina con pequeño tamaño de grano en la unión de soldadura. A este respecto, pudo observarse que una solución de hasta el 0,2 % en peso de Ni en la estructura consigue un efecto de afinado del grano. Este efecto se muestra con la mayor intensidad en el caso de una relación de mezcla Sb : Bi de  $1 : 2$ , de modo que mediante la variación de esta relación Sb : Bi dentro del ancho de banda indicado anteriormente, puede ajustarse de manera dirigida el tamaño de grano.

25 Una configuración adicional de la invención prevé que la aleación presente un contenido en Ni del 0,05 al 0,2 % en peso. En el caso de estos contenidos de Ni por debajo del límite de solubilidad de aproximadamente el 0,2 % en peso de Ni en la estructura de la unión de soldadura, aparecen solo de manera limitada dispersiones que contienen Ni. Al superarse el contenido en Ni del 0,2 % en peso, se multiplican las dispersiones que contienen Ni, en particular en los límites de grano, mediante lo cual puede influirse de manera dirigida en el proceso ya mencionado del endurecimiento por dispersión. Naturalmente, también en el caso de contenidos en Ni de menos del 0,2 % en peso, existe una relación entre un contenido en Ni creciente y un aumento de dispersiones distribuidas de manera finamente dispersa, no obstante se determina la formación de dispersiones por debajo del límite de solubilidad de Ni por el ajuste de equilibrios entre Ni disuelto y dispersado.

30 Una configuración adicional de la invención prevé que la aleación presente un contenido en Ni del 0,05 al 0,2 % en peso. En el caso de estos contenidos de Ni por debajo del límite de solubilidad de aproximadamente el 0,2 % en peso de Ni en la estructura de la unión de soldadura, aparecen solo de manera limitada dispersiones que contienen Ni. Al superarse el contenido en Ni del 0,2 % en peso, se multiplican las dispersiones que contienen Ni, en particular en los límites de grano, mediante lo cual puede influirse de manera dirigida en el proceso ya mencionado del endurecimiento por dispersión. Naturalmente, también en el caso de contenidos en Ni de menos del 0,2 % en peso, existe una relación entre un contenido en Ni creciente y un aumento de dispersiones distribuidas de manera finamente dispersa, no obstante se determina la formación de dispersiones por debajo del límite de solubilidad de Ni por el ajuste de equilibrios entre Ni disuelto y dispersado.

35 Un material de soldadura especialmente ventajoso, usado como soldadura acabada tiene la composición SnAg<sub>3,3</sub>-4,7Cu<sub>0,3</sub>-1,7Bi<sub>2</sub>Sb<sub>1</sub>Ni<sub>0,2</sub>. Las ventajas en el caso del uso de los elementos de aleación Bi, Sb y Ni han sido ya explicadas. En el caso de la aleación de base SnAgCu, en el caso de las composiciones indicadas, se trata de composiciones próximas al eutéctico en relación al eutéctico SnAgCu. Se prefieren composiciones subeutéticas del sistema de base, dado que para estas composiciones, en la soldadura de reflujo, pudo observarse la formación de partículas más finas (dispersiones).

40 Un material de soldadura especialmente ventajoso, usado como soldadura acabada tiene la composición SnAg<sub>3,3</sub>-4,7Cu<sub>0,3</sub>-1,7Bi<sub>2</sub>Sb<sub>1</sub>Ni<sub>0,2</sub>. Las ventajas en el caso del uso de los elementos de aleación Bi, Sb y Ni han sido ya explicadas. En el caso de la aleación de base SnAgCu, en el caso de las composiciones indicadas, se trata de composiciones próximas al eutéctico en relación al eutéctico SnAgCu. Se prefieren composiciones subeutéticas del sistema de base, dado que para estas composiciones, en la soldadura de reflujo, pudo observarse la formación de partículas más finas (dispersiones).

45 Un material de soldadura especialmente ventajoso, que puede usarse como soldadura de reacción o también soldadura por capas presenta un componente de soldadura M1 con la composición de aleación SnAg<sub>3,8</sub>Cu<sub>0,7</sub>Bi<sub>10</sub>Ni<sub>0,15</sub> y un componente de soldadura adicional M2 con la composición de aleación SnAg<sub>3,8</sub>Cu<sub>0,7</sub>Sb<sub>2,0</sub>Ni<sub>0,15</sub>. En la formación de la aleación objetivo a partir de los componentes de soldadura se consigue a este respecto para el sistema de base SnAgCu ventajosamente una composición eutéctica.

50 Es ventajoso formar los porcentajes del componente de soldadura M1 y del componente de soldadura adicional M2 en el material de soldadura en la relación M1 : M2 = 30 % en peso : 70 % en peso. El contenido en Bi asciende entonces al 3 % en peso y el porcentaje de Sb al 1,4 % en peso, mediante lo cual se consigue de manera ventajosa aproximadamente la condición Sb : Bi = 1 : 2.

55 La influencia de una variación de los contenidos de aleación de los porcentajes de aleación individuales de la aleación de seis sustancias de acuerdo con la invención está representada cualitativamente en la Figura. Sn forma a este respecto en cada caso el componente principal, es decir que en función del contenido en aleación de los porcentajes de aleación adicionales de Sn presenta un porcentaje de aleación que completa la aleación hasta el

100 % en peso – naturalmente descontando impurezas adicionales, que aparecen en trazas que, en el contexto de esta solicitud, no se entenderán como elementos de aleación. Independientemente de esto, las impurezas pueden tener también repercusiones positivas sobre el uso del material de soldadura. De este modo, por ejemplo, un contenido en fósforo en el orden del tanto por mil (con respecto al peso) puede esperar una mejora de las propiedades de oxidación del compuesto de soldadura formada.

Los intervalos indicados en la Figura junto a las flechas en % en peso para los porcentajes de aleación individuales representan valores indicativos en los que se ha mostrado que el perfil de propiedades que consiste en muchos factores de la unión de soldadura obtenida está diseñado de manera especialmente ventajosa. Sin embargo, esto no puede entenderse como limitación de los intervalos reivindicados en relación con la invención de los constituyentes de aleación individuales. Más bien, los requisitos del caso individual llevan a composiciones de aleación de soldadura, que abandonan el intervalo ventajoso, representado en la Figura y deben determinarse en detalle mediante ensayos correspondientes.

Las flechas están marcadas con letras que caracterizan la propiedad respectiva considerada, que se expone en la Tabla siguiente. Las flechas señalan en cada caso en la dirección en la que aumenta la propiedad correspondiente mediante el cambio del porcentaje de aleación.

Flecha	Porcentaje de aleación en cuestión	Propiedad influida
A	Ag	Resistencia a la separación de la aleación
B	Sb, Ni	Velocidad de la separación de la aleación
C	Ag, Cu, Bi	Estabilidad térmica/resistencia a la fluencia
D	Bi	Resistencia a la compresión
E	Ag, Cu, Bi	Capacidad de carga por cizalladura
F	Ni	Apoyo a la formación de dispersiones
G	Ag	Tamaño de las deposiciones
H	Sb	Homogeneización de la estructura
I	Bi	Disminución del inicio de fusión del intervalo de fusión
K	Sb	Disminución del límite superior del intervalo de fusión

El material de soldadura puede emplearse en todas las formas comunes como barras, varillas, hilos, láminas, polvos o recubrimientos. Pueden recubrirse, por ejemplo, los contactos de soldadura que van a unirse, siendo posible también recubrir en cada caso un contacto con el componente de soldadura M1 y el otro contacto con el componente de soldadura M2. Por medio de recubrimiento pueden producirse también soldaduras por capas en las que los componentes de soldadura M1 y M2 alternan. En principio son concebibles también materiales de soldadura con más de dos componentes, estratificándose las soldaduras por capas entonces una sobre otra en el orden adecuado.

El componente de soldadura M1 y M2 y eventualmente componentes de soldadura adicionales pueden mezclarse entre sí también en forma de polvo, de modo que se genera una soldadura de reacción. El material de soldadura en forma de polvo puede procesarse naturalmente también por medio de un aglutinante para dar una pasta de soldadura.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Material de soldadura, que contiene una aleación que forma un sistema de seis sustancias que, además de Sn (estaño) como constituyente principal, consiste en el 10 % en peso o menos de Ag (plata), el 10 % en peso o menos de Bi (bismuto), el 10 % en peso o menos de Sb (antimonio), el 3 % en peso o menos de Cu (cobre) y el 1,0 % en peso o menos de Ni (níquel).
- 10 2. Material de soldadura, que contiene varios componentes de soldadura con composiciones de aleación y porcentajes en el material de soldadura tales que mediante fusión de los componentes de soldadura se forma una aleación como sistema de seis sustancias que, además de Sn (estaño) como constituyente principal, consisten en el 10 % en peso o menos de Ag (plata), el 10 % en peso o menos de Bi (bismuto), el 10 % en peso o menos de Sb (antimonio) y el 3 % en peso o menos de Cu (cobre) y níquel, caracterizado por que en al menos uno de los componentes de soldadura está contenido además Ni (níquel) en una cantidad tal que la aleación contiene el 1,0 % en peso o menos de Ni.
- 15 3. Material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la aleación contiene del 2 al 5 % en peso de Ag, del 1 al 3 % en peso de Bi, del 1 al 3 % en peso de Sb, del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu y del 0,05 al 0,3 % en peso de Ni.
- 20 4. Material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que están previstos un componente de soldadura M1 y un componente de soldadura adicional M2, en el que el componente de soldadura M1 contiene, además de Sn como constituyente principal, del 2 al 5 % en peso de Ag, del 3 al 12 % en peso de Bi, del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu y del 0,1 al 0,3 % en peso de Ni y el componente de soldadura adicional M2 contiene, además de Sn como constituyente principal, del 2 al 5 % en peso de Ag, del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu, del 1 al 5 % en peso de Sb y el 1,0 % en peso de Ni.
- 25 5. Material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que están previstos un componente de soldadura M1 y un componente de soldadura adicional M2, en el que el componente de soldadura M1, además de Sn como constituyente principal, contiene del 2 al 5 % en peso de Ag, del 3 al 6 % en peso de Bi, del 1 al 3 % en peso de Sb y del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu y el componente de soldadura adicional M2, además de Sn como constituyente principal, contiene del 2 al 5 % en peso de Ag, del 0,5 al 1,5 % en peso de Cu y el 1,0 % en peso de Ni.
- 30 6. Material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, caracterizado por que el componente de soldadura M1 y el componente de soldadura adicional M2 están compuestos en la relación  $M1 : M2 = 1 : 1,5$  a 9, con respecto al peso de M1 y M2.
- 35 7. Material de soldadura de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la aleación existe una relación  $Sb : Bi$  de 1 : 1,5 a 3, en particular una relación de 1 : 2, con respecto al peso de Sb y Bi.
- 40 8. Material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que la aleación presenta un contenido en Ni del 0,05 al 0,2 % en peso.
- 45 9. Material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por la composición  $SnAg_{3,3-4,7}Cu_{0,3-1,7}Bi_{2}Sb_1Ni_{0,2}$ .
- 50 10. Material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que están previstos un componente de soldadura M1 con la composición de aleación  $SnAg_{3,8}Cu_{0,7}Bi_{10}Ni_{0,15}$  y un componente de soldadura adicional M2 con la composición de aleación  $SnAg_{3,8}Cu_{0,7}Sb_{2,0}Ni_{0,15}$ .
11. Material de soldadura de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que los porcentajes del componente de soldadura M1 y del componente de soldadura adicional M2 en el material de soldadura forman la relación  $M1 : M2 = 30 \% \text{ en peso} : 70 \% \text{ en peso}$ .

