

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 724**

51 Int. Cl.:

B23K 35/22 (2006.01)
C22C 13/00 (2006.01)
C22C 13/02 (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01)
B23K 35/02 (2006.01)
H05K 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.02.2016 PCT/JP2016/054345**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2016 WO16189900**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2016 E 16799609 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3165323**

54 Título: **Aleación de soldadura, bola de soldadura, soldadura de chip, pasta de soldadura y unión de soldadura**

30 Prioridad:

26.05.2015 JP 2015106315

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

08.10.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TACHIBANA, KEN y
HATTORI, TAKAHIRO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 726 724 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, bola de soldadura, soldadura de chip, pasta de soldadura y unión de soldadura

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una aleación de soldadura en la que se inhibe su decoloración y se evita el deterioro de su humectabilidad, así como una bola de soldadura, una soldadura de chip, una pasta de soldadura y una unión de soldadura, que utilizan esta aleación de soldadura.

10

Antecedentes

Dado que la soldadura utilizada para soldar componentes electrónicos en una placa de circuito impreso generalmente tiene un ingrediente principal de Sn, se forma una película de óxido de Sn en la superficie de la soldadura al reaccionar el O₂ del aire con Sn dependiendo de una condición de almacenamiento antes del uso de los mismos. Esta tendencia, en caso de almacenamiento en un ambiente de alta temperatura y alta humedad, puede ser una tendencia tal que provoque un aumento del espesor de la película de óxido formada en su superficie, de modo que su superficie no sea brillante y se pueda decolorar a amarillo. Cuando la película de óxido permanece en la superficie de la soldadura, es difícil extraer la película de óxido por el flujo en la soldadura, lo que deteriora su humectabilidad, por lo que su propiedad de fusión se degrada, lo que provoca fallos de soldadura.

15

20

Por otro lado, recientemente, en asociación con la miniaturización del equipo de información, los componentes electrónicos que se montan en el equipo de información se han reducido rápidamente. Se aplica a dichos componentes electrónicos una matriz de rejilla de bolas (en lo sucesivo denominado "BGA") que tiene electrodos en su superficie trasera para abordar el estrechamiento del terminal de conexión y la reducción del área de montaje debido al requisito de adelgazamiento.

25

Como los componentes electrónicos a los que se aplica la BGA, por ejemplo, se ilustra un paquete de semiconductores. Se forma una protuberancia de soldadura en cada uno de los electrodos del paquete de semiconductores. Esta protuberancia de soldadura se forma al unir una bola de soldadura, que se forma al hacer que la aleación de soldadura se convierta en una bola, a cada electrodo del paquete de semiconductores.

30

El paquete de semiconductores al que se aplica la BGA se coloca sobre un sustrato con cada protuberancia de soldadura alineado con el electrodo al que se aplica una pasta de soldadura. Al unir la pasta de soldadura fundida por calentamiento a la protuberancia de soldadura y al electrodo del sustrato, el paquete de semiconductores se monta en el sustrato.

35

En la bola de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, como se describió anteriormente, la película de óxido de Sn se forma en una superficie de la bola de soldadura haciendo reaccionar O₂ del aire con Sn. Cuando se forma la película de óxido en la superficie de la bola de soldadura, ocurre un fenómeno tal que la bola de soldadura no es brillante y se decolora a amarillo. Como inspección de la apariencia de la bola de soldadura, se puede utilizar la decoloración de la superficie de la bola de soldadura. Cuando es incapaz de inhibir la decoloración de la superficie de la bola de soldadura, existe una gran posibilidad de determinar que la bola de soldadura no es adecuada para su uso.

40

45

Además, el flujo se utiliza generalmente cuando se une para eliminar una película de óxido generada durante el almacenamiento o similar, pero cuando la película de óxido no se elimina lo suficiente como para permanecer en la superficie de la soldadura, esto deteriora su humectabilidad, de modo que la propiedad de fusión se degrada. Un resultado de la propiedad de fusión degradada hace que se produzcan fallos en la soldadura como fenómeno.

50

Aunque es posible inhibir cualquier crecimiento de la película de óxido en la superficie de la bola de soldadura llevando a cabo un manejo estricto de las condiciones de almacenamiento, existen varios tipos de condiciones de almacenamiento y en todo momento existe un problema del crecimiento de la película de óxido y la degradación de la propiedad de fusión de acuerdo con la misma. Por lo tanto, se requiere poder inhibir el crecimiento de la película de óxido en la superficie de la bola de soldadura, teniendo en cuenta varios tipos de condiciones de almacenamiento. Aunque la explicación se ha realizado utilizando un ejemplo de la bola de soldadura, tal problema es un problema común en todas las soldaduras que tienen como ingrediente principal el Sn, independientemente de la bola de soldadura.

55

Para resolver un problema de este tipo, se ha agregado generalmente Ge a la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn (véase Documento de patente 1). Este Documento de patente 1 divulga una tecnología tal que se agrega una cantidad total de 0,006 a 0,1 % en masa de una o dos o más especies seleccionadas de un grupo de Ge, Ni, P, Mn, Au, Pd, Pt, S, Bi, Sb e In a una aleación de soldadura que incluye Sn, Ag y Cu para mejorar la propiedad de unión por la soldadura. También divulga que el Ge mejora la resistencia a la oxidación y el Ni, P, Mn, Au, Pd, Pt, S, Bi, Sb e In tienen efecto a la hora de reducir el punto de fusión y mejorar la resistencia de la unión.

60

65

Además, como calidad requerida para la unión por la soldadura, también es importante la apariencia, además de que la unión se realice de forma segura. En la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, el óxido de Sn se forma por reacción del O₂ del aire con Sn y aparece como la película de óxido que cubre la superficie de la aleación de soldadura. El óxido de Sn se decolora a amarillo de modo que la superficie de la aleación de soldadura también se decolora a amarillo, de modo que en la inspección de la apariencia, la aleación de soldadura se determina como fallo.

Por consiguiente, para alterar las propiedades ópticas de la superficie de la película de óxido, se ha propuesto una tecnología tal que se agrega una cantidad total de 1 ppm en masa o más y un 0,1 % en masa o menos de una o dos o más especies seleccionadas de un grupo de Li, Na, K, Ca, Be, Mg, Sc, Y, lantanoides, Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, Zn, Al, Ga, In, Si y Mn a una aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn (véase Documento de patente 2).

Documento de la técnica anterior

Documentos de patente

Documento de patente 1: N.º de Publicación de solicitud de patente japonesa 2005-103645

Documento de patente 2: N.º de Publicación de solicitud de patente japonesa 2010-247167

Otros acuerdos propuestos anteriormente se divulgan en EP-A 1 273 384.

Sumario de la invención

Problema a ser resuelto por la invención

Como se describe en el Documento de Patente 1, cuando se agrega Ge a la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, es posible que la decoloración de la superficie de la soldadura se inhiba en un ambiente de alta temperatura. Sin embargo, es imposible inhibir la decoloración de la superficie de la soldadura en un entorno de alta temperatura y alta humedad, incluso cuando se agrega Ge. Además, dado que la humectabilidad de la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, a la que se agrega Mn, se deteriora, el Documento de Patente 1 no divulga ninguna adición de los respectivos Ge y Mn cuando se agrega una combinación de ellos. Por lo tanto, no asume la adición simultánea de Ge y Mn.

Además, el Documento de patente 2 divulga que cuando se agrega Mn a la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, las propiedades ópticas de la superficie de la película de óxido cambian, e incluso cuando la superficie se oxida para tener el mismo grosor, cambia su tono de color para que no se decolore a amarillo. La aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, a la que se agrega Mn, no inhibe la decoloración en un ambiente de alta temperatura y en un ambiente de alta temperatura y alta humedad y su humectabilidad también se deteriora.

Como se describió anteriormente, ni el Documento de patente 1 ni el Documento de patente 2 divulga una combinación de elementos específicos (Ge y Mn) entre los elementos divulgados, que tiene un efecto para inhibir la decoloración y evitar que se deteriore la humectabilidad. Específicamente, tales efectos no pueden obtenerse en ambientes de alta temperatura y alta humedad.

La presente invención resuelve este problema y tiene el objetivo de proporcionar una aleación de soldadura en la que se inhiba su decoloración y se evite el deterioro de su humectabilidad, así como una bola de soldadura, una soldadura de chip, una pasta de soldadura y una unión de soldadura, que utiliza esta aleación de soldadura.

Medios para resolver los problemas

La invención permite evitar el deterioro de la humectabilidad e inhibir la decoloración, agregando cantidades predeterminadas de Mn y Ge como los elementos especificados. Esto se hace al descubrir que es más fácil formar el óxido con Mn en comparación con el Sn, y la formación de óxido de Mn puede inhibir el crecimiento de la película de óxido generada por la variación durante el envejecimiento del óxido de Sn y el óxido de Ge tiene un efecto inhibidor de la decoloración.

La invención se describe en las reivindicaciones.

Efecto de la invención

De acuerdo con esta invención, se distribuye una pluralidad de óxidos de Ge en el lado de la superficie más externa de una película de óxido que incluye óxido de Sn, óxido de Mn y óxido de Ge al agregar 0,005 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Mn, 0,001 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Ge a una aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, de modo que sea posible obtener el efecto inhibidor de la decoloración incluso en ambientes de alta temperatura y alta humedad. Además, dado que se inhibe la generación

de óxido de Sn al agregar Mn, se evita un aumento en el espesor de la película de óxido, de modo que se puede mejorar una propiedad de fusión.

Breve explicación de los dibujos

- 5 La Figura 1 es un gráfico que muestra una distribución de óxidos en aleaciones de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que incluyen Mn y Ge.
 La Figura 2 es un diagrama que muestra un ejemplo de aplicación de la aleación de soldadura de acuerdo con esta invención.
 10 La Figura 3 es un diagrama que muestra otro ejemplo de aplicación de la aleación de soldadura de acuerdo con esta invención.

Realizaciones para llevar a cabo la invención

- 15 En la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, se genera óxido de Sn (SnO_x) en una superficie más externa de la aleación de soldadura, lo que causa su decoloración. Esto también hace que su propiedad de fusión se degrade.

20 Por otro lado, en la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, a la que se agrega Ge, es posible inhibir la decoloración en el ambiente de alta temperatura por el efecto inhibitor de la decoloración del óxido de Ge (GeO_2) pero es imposible inhibir su decoloración en ambientes de alta temperatura y alta humedad, lo que también degrada la propiedad de fusión de los mismos.

25 Por cierto, se sabe que el óxido de Mn se genera más fácilmente que el óxido de Sn de acuerdo con un valor de energía libre estándar de formación de su óxido. Por lo tanto, en la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, a la que se agrega Mn, se inhibe la generación de óxidos de Sn. Sin embargo, la adición de Mn no obtiene el efecto inhibitor de la decoloración, por lo que es imposible inhibir la decoloración en el entorno de alta temperatura o el entorno de alta temperatura y alta humedad.

30 Por otro lado, se ha encontrado que, en la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, a la que se agregan cantidades predeterminadas de Mn y Ge, la adición de Mn permite que los óxidos de Ge se distribuyan de manera desigual a un lado de la superficie más externa de la película de óxido. Esto permite que los óxidos de Ge (GeO_2), que tienen el efecto inhibitor de la decoloración incluso en ambientes de alta temperatura y alta humedad, permanezcan en el lado más externo de la película de óxido. Además, la generación de óxido de Mn (Mn_xO_y) también inhibe la generación de óxido de Sn. Por lo tanto, es posible inhibir su decoloración incluso en ambientes de alta temperatura y alta humedad e inhibir la generación de óxido de Sn, mejorando así su propiedad de fusión.

35 Como una cantidad de Mn capaz de inhibir la generación y el crecimiento de óxido de Sn por reacción del Mn con el O_2 para evitar la reacción del Sn con el O_2 , se agrega 0,005 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos. Como cantidad de Ge capaz de permitir que los óxidos de Ge permanezcan en el lado de la superficie más externa de la película de óxido, se agrega 0,001 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de los mismos.

40 En consecuencia, como se ha descrito anteriormente, en la aleación de soldadura de acuerdo con esta invención que tiene como ingrediente principal Sn, a la que se agregan las cantidades predeterminadas de Mn y Ge, el óxido de Mn (Mn_xO_y) inhibe el crecimiento de óxido de Sn para permitir que los óxidos de Ge, que tienen el efecto inhibitor de la decoloración, permanezcan en el lado de la superficie más externa. Esto permite inhibir la decoloración incluso en ambientes de alta temperatura y alta humedad, y evitar el crecimiento de óxido, mejorando así la propiedad de fusión. Este efecto se obtiene cuando se agregan cantidades predeterminadas de Mn y Ge, pero incluso cuando se agrega otro u otros elementos, este efecto no se pierde. Sin embargo, es preferible que como elementos distintos de Mn y Ge en la aleación de soldadura, se agregue Sn a la aleación de soldadura y el resto se pueda configurar para que sea solo Sn.

45 Dependiendo de los usos previstos, se seleccionan opcionalmente uno o más elementos aditivos. Por ejemplo, cuando la aleación de soldadura o el objeto a unir incluye Cu, se puede agregar más de 0 % en masa y 1 % en masa o menos de Cu para suprimir la llamada lixiviación de cobre en la que el Cu se lixivia en la aleación de soldadura. Además, para mejorar la propiedad del ciclo de temperatura del mismo, se pueden agregar más de 0 % en masa y 4 % en masa o menos de Ag. La Ag precipita en compuestos intermetálicos de Ag_3Sn de tipo red en una matriz de soldadura y, por lo tanto, tiene el efecto de mejorar aún más su ciclo de temperatura para formar una
 50 aleación de tipo endurecimiento por precipitación. Debe señalarse que la Ag puede omitirse en el caso de agregar más de 0 % en masa y 1 % en masa o menos de Cu. También se puede agregar más de 0 % en masa y 4 % en masa o menos de Ag en el caso de agregar más de 0 % en masa y 1 % en masa o menos de Cu.

Además, como otros elementos, los siguientes elementos pueden estar contenidos como componentes opcionales.

65

(a) De 0,002 % a 0,1 % de Ga: el efecto del Ga es mejorar la humectabilidad. El contenido de Ga es preferiblemente de 0,002 % a 0,02 %.

(b) Una cantidad total de 0,005 % a 0,3 % de al menos una especie seleccionada de un grupo de Ni, Co y Fe:

Estos elementos suprimen los componentes de difusión de una capa de revestimiento aplicada al elemento semiconductor o una placa externa en la aleación de soldadura al soldarlos. Por consiguiente, estos elementos tienen el efecto de mantener una organización de la aleación de soldadura que constituye la unión de soldadura y adelgazar el espesor de la película de una capa de compuesto intermetálico que se forma en una interfaz unida. Por lo tanto, estos elementos permiten mejorar la resistencia de la unión de la soldadura. Una cantidad total de estos elementos así contenidos es más preferiblemente de 0,01 % a 0,05 %. Aunque el contenido de cada elemento así contenido no está específicamente limitado, el contenido de Ni es preferiblemente de 0,02 % a 0,07 %, el contenido de Co es preferiblemente de 0,02 % a 0,04 % y el contenido de Fe es preferiblemente de 0,005 % a 0,02 %. Específicamente, el Ni entre estos elementos es un elemento preferible como un elemento que demuestra el efecto como se describe anteriormente.

(c) Una cantidad total de 0,1 % a 10 % de al menos una especie seleccionada de un grupo de Bi e In:

La adición de estos elementos permite mejorar la resistencia de la soldadura, lo que se espera que mantenga la fiabilidad de las partes unidas. Una cantidad total de estos elementos así contenidos es más preferiblemente de 0,5 % a 5,0 %, especialmente particularmente de 0,8 % a 4,5 %. Aunque el contenido de cada elemento así contenido no está específicamente limitado, el contenido de Bi es preferiblemente de 0,5 % a 5,0 %, y el contenido de In es preferiblemente de 0,2 % a 5,0 %.

A continuación se describirá un proceso para generar un óxido de la siguiente manera, según un estudio estimado en la actualidad. Se describirá una aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu como un ejemplo de la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn.

(1) En cuanto a la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que incluye Mn y Ge (Ejemplos realizados):

En la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que incluye Mn y Ge, en un estado inicial de la generación de óxido, el Sn, Mn y Ge de la aleación de soldadura reaccionan con el O₂ del aire para producir una película de óxido compuesta de óxido de Sn (SnO_x), óxido de Mn (Mn_aO_y) y óxido de Ge (GeO_z) sobre una superficie del Sn de la aleación de soldadura.

Cuando se establece la aleación de soldadura sobre la que se ha formado la película de óxido de este modo en el estado inicial en un entorno de alta temperatura y alta humedad, en el que existe una cantidad predeterminada o más de H₂O y O₂, es posible que una parte de la película de óxido compuesta de óxido de Sn, óxido de Mn y óxido de Ge, formada en el lado de la superficie más externa de la aleación de soldadura, sea destruida por el H₂O con un alto nivel de energía.

Cuando la parte de la película de óxido se destruye, en función de una relación entre los valores de la energía libre estándar de formación del óxido de Sn y del óxido de Mn, se inhibe la generación de óxido de Sn y se genera óxido de Mn, de modo que los óxidos de Mn están distribuidos de forma casi uniforme a lo largo de una dirección de espesor de la película de óxido.

Además, en la aleación de soldadura que tiene como ingrediente principal Sn, a la que se agregan cantidades predeterminadas de Mn y Ge, los óxidos de Sn en el lado de la superficie más externa de la película de óxido disminuyen y los óxidos de Ge se distribuyen de manera desigual en el lado de la superficie más externa de la película de óxido.

De esta manera, en la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que incluye Mn y Ge, la generación de óxido de Sn se inhibe y los óxidos de Ge se distribuyen de manera desigual en el lado más externo de la película de óxido, lo que permite que la decoloración sea inhibida por el efecto inhibitorio de la decoloración de los óxidos de Ge.

(2) Aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que no incluye Mn ni Ge (Ejemplos de comparación):

En la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que no incluye Mn ni Ge, el Sn de la aleación de soldadura reacciona con el O₂ del aire en un estado inicial de la generación de óxido para producir una película de óxido compuesta de óxido de Sn (SnO_x) sobre una superficie de la aleación de soldadura.

Cuando se expone la aleación de soldadura sobre la cual se forma la película de óxido en el estado inicial a un ambiente de alta temperatura o un ambiente de alta temperatura y alta humedad, es posible que se destruya una parte de la película de óxido que se ha formado en la superficie de la misma, por lo que el Sn de la aleación de soldadura reacciona con O₂ para producir aún más óxido de Sn.

De esta manera, en la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que no incluye Mn ni Ge, el óxido de Sn provoca su decoloración.

(3) Aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu, que incluye Mn pero no incluye Ge (Ejemplos de comparación):

En la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu, que incluye Mn pero que no incluye Ge, el Sn y el Mn de la aleación de soldadura reaccionan con el O₂ del aire en un estado inicial de la generación de óxido para producir una película de óxido compuesta de óxido de Sn (SnO_x) y óxido de Mn (Mn_aO_y) sobre una superficie de la aleación de soldadura.

Cuando se expone la aleación de soldadura sobre la cual se ha formado la película de óxido en el estado inicial en un ambiente de alta temperatura o un ambiente de alta temperatura y alta humedad, es posible que se destruya una parte de la película de óxido, que se ha formado en la superficie la misma. Basándose en las magnitudes de la energía libre estándar de formación de óxido de Sn y óxido de Mn, se inhibe la generación de óxido de Sn y se genera óxido de Mn.

Sin embargo, el óxido de Mn no tiene ningún efecto inhibitor de la decoloración y en la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu, que incluye Mn, pero que no incluye Ge, el óxido de Mn se decolora de manera similar al óxido de Sn, de modo que no puede inhibirse su decoloración.

5 (4) Aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que incluye Ge pero que no incluye Mn (Ejemplos de comparación):

En la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu que incluye Ge pero que no incluye Mn, el Sn y el Ge de la aleación de soldadura reaccionan con el O₂ del aire en un estado inicial de la generación de óxido para producir una película de óxido compuesta de óxido de Sn (SnO_x) y óxido de Ge (GeO_z) sobre una superficie de la aleación de soldadura.

10 Cuando la aleación de soldadura sobre la cual se ha formado la película de óxido en el estado inicial se expone a un ambiente de alta temperatura o un ambiente de alta temperatura y alta humedad, es posible que se destruya una parte de la película de óxido que se ha formado sobre la superficie de la misma.

15 De esta manera, en la aleación de soldadura a base de Sn-Ag-Cu, que incluye Ge pero que no incluye Mn, no se puede inhibir la decoloración de la película de óxido por el crecimiento de óxido de Sn.

Ejemplos realizados

20 <Evaluación del efecto inhibitor de la decoloración>

Se prepararon las aleaciones de soldadura de los ejemplos realizados y los ejemplos de comparación que tienen composiciones mostradas en las siguientes Tablas 1 y 2 y se evaluaron sus efectos inhibidores de la decoloración. Debe observarse que un porcentaje de cada composición que se muestra en las Tablas 1 y 2 es el % en masa.

25 La evaluación del efecto inhibitor de la decoloración se realizó de acuerdo con el siguiente procedimiento.

(1) Fabricación de muestras

30 Las aleaciones de soldadura preparadas se moldearon y laminaron para producir materiales de placa. Estos miembros de placa se perforaron para formar piezas pequeñas (cada pieza tiene una dimensión de 2 mm (longitud), 2 mm (ancho) y 0,1 mm (espesor)) y se fabricaron como las muestras.

(2) Método de verificación

35 Cada muestra de los ejemplos realizados y los ejemplos de comparación, así fabricados anteriormente, se almacenaron en un entorno de alta temperatura y en un entorno de alta temperatura y alta humedad y se confirmó si existía alguna decoloración. Una condición de almacenamiento fue una en la que la muestra permaneció en un entorno de alta temperatura y alta humedad de 125 °C y humedad relativa del 100 % durante 24 horas. La muestra se dejó durante 7 días en un entorno de temperatura inicial alta de 150 °C. Su decoloración se confirmó utilizando un MICROSCOPIO DIGITAL VHX-500F fabricado por KEYENCE. Como resultado de la confirmación, la muestra que no presentaba ninguna decoloración se evaluó con una marca de doble círculo; la muestra en la que se confirmó una pequeña cantidad en la variación de brillo se evaluó con una marca de un círculo; la muestra que presentaba cierta decoloración se evaluó con una marca de triángulo; y la muestra que presentaba decoloración se evaluó con una marca X.

40

45

[Tabla 1]

EJEMPLO REALIZADO	Sn	Ag	Cu	Ge	Mn	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	ESTADO INICIAL	TEMPERATURA ALTA/HUMEDAD ALTA	TEMPERATURA ALTA DE PARTIDA	HUMECTABILIDAD [mm2]		INCIDENCIA DE FUSION DEFECTUOSA [%]
																Cu-OSP	Ni/Au	
EJEMPLO REALIZADO 1	Bal.	0	0	0,001	0,005								⊙	○	○	5,9	12,1	0
EJEMPLO REALIZADO 2	Bal.	0	0	0,001	0,04								⊙	○	○	5,7	11,9	0
EJEMPLO REALIZADO 3	Bal.	0	0	0,001	0,1								⊙	○	○	5,5	11,6	0
EJEMPLO REALIZADO 4	Bal.	0	0	0,05	0,005								⊙	⊙	⊙	5,8	11,9	0
EJEMPLO REALIZADO 5	Bal.	0	0	0,05	0,05								⊙	⊙	⊙	5,4	12,0	0
EJEMPLO REALIZADO 6	Bal.	0	0	0,05	0,1								⊙	○	○	5,5	11,4	0
EJEMPLO REALIZADO 7	Bal.	0	0	0,1	0,005								⊙	⊙	⊙	5,4	11,8	0
EJEMPLO REALIZADO 8	Bal.	0	0	0,1	0,05								⊙	⊙	⊙	5,5	12,0	0
EJEMPLO REALIZADO 9	Bal.	0	0	0,1	0,1								⊙	⊙	⊙	5,2	12,1	0
EJEMPLO REALIZADO 10	Bal.	0	0,5	0,001	0,005								⊙	○	○	5,3	12,3	0
EJEMPLO REALIZADO 11	Bal.	0	0,5	0,05	0,05								⊙	⊙	⊙	5,2	12,0	0
EJEMPLO REALIZADO 12	Bal.	0	0,5	0,1	0,1								⊙	⊙	⊙	5,2	12,1	0

(continuación)

EJEMPLO REALIZADO	Sn	Ag	Cu	Ge	Mh	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	ESTADO INICIAL	TEMPERATURA ALTA/HUMEDAD ALTA	TEMPERATURA ALTA DE PARTIDA	HUMECTABILIDAD [mm2]		INCIDENCIA DE FUSIÓN DEFECTUOSA [%]
																Cu-OSP	Ni/Au	
EJEMPLO REALIZADO 13	Bal.	0	1	0,05	0,05								⊙	⊙	⊙	5,1	11,9	0
EJEMPLO REALIZADO 14	Bal.	2	0,5	0,001	0,005								⊙	○	○	5,8	12,6	0
EJEMPLO REALIZADO 15	Bal.	2	0,5	0,05	0,05								⊙	⊙	⊙	5,7	12,2	0
EJEMPLO REALIZADO 16	Bal.	2	0,5	0,1	0,1								⊙	⊙	⊙	5,4	12,3	0
EJEMPLO REALIZADO 17	Bal.	4	1	0,05	0,05								⊙	⊙	⊙	5,1	12,0	0
EJEMPLO REALIZADO 18	Bal.	0	0	0,05	0,05	0,05							⊙	⊙	⊙	5,4	11,8	0
EJEMPLO REALIZADO 19	Bal.	0	0	0,05	0,05		0,05						⊙	⊙	⊙	5,2	11,9	0
EJEMPLO REALIZADO 20	Bal.	0	0	0,05	0,05			0,13					⊙	⊙	⊙	5,1	12,2	0
EJEMPLO REALIZADO 21	Bal.	0	0	0,05	0,05				0,11				⊙	⊙	⊙	5,2	12,0	0

(continuación)

	Sn	Ag	Cu	Ge	Mn	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	ESTADO INICIAL	TEMPERATURA ALTA/HUMEDAD ALTA	TEMPERATURA ALTA DE PARTIDA	HUMECTABILIDAD [mm2]		INCIDENCIA DE FUSIÓN DEFECTUOSA [%]
																Cu-OSP	Ni/Au	
EJEMPLO REALIZADO 22	Bal.	0	0	0,05	0,05					0,13			⊗	⊗	⊗	5,1	11,7	0
EJEMPLO REALIZADO 23	Bal.	0	0	0,05	0,05						3,1		⊗	⊗	⊗	5,9	12,8	0
EJEMPLO REALIZADO 24	Bal.	0	0	0,05	0,05							3,2	⊗	⊗	⊗	5,2	12,3	0
EJEMPLO REALIZADO 25	Bal.	0	0,5	0,05	0,05	0,04							⊗	⊗	⊗	5,3	11,9	0
EJEMPLO REALIZADO 26	Bal.	0	0,5	0,05	0,05			0,11					⊗	⊗	⊗	5,1	12,1	0
EJEMPLO REALIZADO 27	Bal.	0	1	0,05	0,05				0,10				⊗	⊗	⊗	5,2	11,7	0
EJEMPLO REALIZADO 28	Bal.	0	0,7	0,05	0,05						3,0		⊗	⊗	⊗	5,8	12,5	0
EJEMPLO REALIZADO 29	Bal.	0	0,7	0,05	0,05							3,1	⊗	⊗	⊗	5,3	12,2	0
EJEMPLO REALIZADO 30	Bal.	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,12	0,09	0,11	3,3	3,1	⊗	⊗	⊗	5,3	12,8	0

(continuación)

	Sn	Ag	Cu	Ge	Mn	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	ESTADO INICIAL	TEMPERATURA ALTA/HUMEDAD ALTA	TEMPERATURA ALTA DE PARTIDA	HUMECTABILIDAD [mm2]		INCIDENCIA DE FUSIÓN DEFECTUOSA [%]
																Cu-OSP	Ni/Au	
EJEMPLO REALIZADO 31	Bal.	0	0,5	0,05	0,05	0,04	0,05	0,11	0,1	0,11	3,1	3,2	⊙	⊙	⊙	5,2	12,5	0

[Tabla 2]

	Sn	Ag	Cu	Ge	Mn	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	ESTADO INICIAL	TEMPERATURA ALTA/HUMEDAD ALTA	TEMPERATURA ALTA DE PARTIDA	HUMECTABILIDAD [mm2]		INCIDENCIA DE FUSION DEFECTUOSA [%]
																Cu-OSP	Ni/Au	
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 1	100	0	0	0	0								⊙	×	×	3,9	10,1	24,4
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 2	Bal.	1,0	0,7	0	0								⊙	×	×	4,2	10,8	15,6
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 3	Bal.	0	0	0	0,005								⊙	×	×	4,6	10,5	20,0
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 4	Bal.	0	0	0	0,06								⊙	×	×	4,5	10,5	11,1
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 5	Bal.	0	0	0	0,1								⊙	×	×	4,4	10,3	13,3
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 6	Bal.	0	0	0	0,14								⊙	×	×	4,1	10	26,7
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 7	Bal.	0	0	0	0,19								⊙	×	×	4,1	10,3	31,1
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 8	Bal.	0	0	0,001	0								⊙	×	Δ	4,3	10,4	17,8
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 9	Bal.	0	0	0,001	0,14								⊙	○	○	4,7	10,2	6,67
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 10	Bal.	0	0	0,05	0								⊙	×	⊙	4,4	10,8	26,7
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 11	Bal.	0	0	0,05	0,15								⊙	⊙	⊙	4,6	11,1	11,1
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 12	Bal.	0	0	0,1	0								⊙	×	⊙	4,5	10,9	15,6
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 13	Bal.	0	0	0,1	0,15								⊙	⊙	⊙	4,2	10,7	6,67
EJEMPLO DE COMPARACIÓN 14	Bal.	0	0	0,15	0,005								⊙	⊙	⊙	4,2	10,8	6,67

(continuación)

	Sn	Ag	Cu	Ge	Mh	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	ESTADO INICIAL	TEMPERATURA ALTA/HUMEDAD ALTA	TEMPERATURA ALTA DE PARTIDA	HUMECTABILIDAD [mm2]		INCIDENCIA DE FUSION DEFECTUOSA [%]
																Cu-OSP	Ni/Au	
EJEMPLO DE COMPARACION15	Bal.	0	0	0,15	0,05								⊕	⊕	⊕	4,3	10,8	11,1
EJEMPLO DE COMPARACION16	Bal.	0	0	0,15	0,1								⊕	⊕	⊕	4,3	10,3	13,3
EJEMPLO DE COMPARACION17	Bal.	0	0	0,15	0,15								⊕	⊕	⊕	4,0	10,1	17,8
EJEMPLO DE COMPARACION18	Bal.	2	0,5	0,15	0,15								⊕	⊕	⊕	4,4	10,6	20,0

Los Ejemplos realizados 18, 25, 30 y 31 son Ejemplos de referencia.

Como se muestra en las Tablas 1 y 2, en el estado inicial, ni los ejemplos realizados ni los ejemplos de comparación mostraron decoloración. En los ejemplos realizados 4, 7 y 8, en los que se agregaron Mn y Ge y la proporción de la cantidad agregada de Mn fue menor que la de Ge, no se observó ninguna decoloración ni en el ambiente de alta temperatura inicial ni el ambiente de alta temperatura y alta humedad. En los ejemplos realizados 5, 9, 11-13 y 15-17, en los que la proporción de cantidad agregada de Mn fue similar a la de Ge, no se observó ninguna decoloración similar en el ambiente de alta temperatura inicial ni el ambiente de alta temperatura y alta humedad. En los ejemplos realizados 1, 2, 3, 6, 10 y 14, en los cuales la proporción de la cantidad agregada de Ge fue menor que la de Mn, se confirmó tanto en el ambiente de alta temperatura inicial como en el ambiente de alta temperatura y alta humedad una pequeña cantidad de brillo alterado.

En los ejemplos realizados 10 a 17 en los que se agregaron Mn y Ge y solo se agregaron Cu o Ag y Cu, no se mostró ninguna decoloración ni en el ambiente de alta temperatura inicial ni el ambiente de alta temperatura y alta humedad.

En los ejemplos realizados 18 a 31 en los que se agregaron Mn y Ge, la proporción de la cantidad agregada de Mn fue similar a la de Ge y cualquiera o todos de P, Ga, Ni, Co, Fe, Bi e In, no observó ninguna decoloración ni en el ambiente de alta temperatura inicial ni el ambiente de alta temperatura y alta humedad.

Por otro lado, en los ejemplos de comparación 1 y 2 en los que no se agregaron Mn y Ge, se observó una decoloración en el ambiente de alta temperatura inicial y en el ambiente de alta temperatura y alta humedad. En los ejemplos de comparación 3 a 7 en los que se agregó Mn pero no se agregó Ge, se observó una decoloración similar en el ambiente de alta temperatura inicial y en el ambiente de alta temperatura y alta humedad. En los ejemplos de comparación 8, 10 y 12 en los que se agregó Ge pero no se agregó Mn, se obtuvo un efecto inhibitor de la decoloración en el ambiente de alta temperatura inicial aumentando la cantidad agregada de Ge, pero se observó una decoloración en el ambiente de alta temperatura y alta humedad. En los ejemplos de comparación 9, 11 y 13 a 18, en los que se agregaron Mn y Ge, se confirmó una pequeña cantidad de variación de brillo en el ejemplo de comparación 9, pero ninguna decoloración en el ambiente de alta temperatura inicial ni en el ambiente de alta temperatura y alta humedad en los ejemplos de comparación 11 y 13 a 18, incluso cuando ninguno o ambos de Mn y Ge se agregaron excesivamente más allá del alcance de esta invención.

A partir de los resultados anteriores, se entiende que se obtiene el efecto inhibitor de la decoloración en el ambiente de alta temperatura inicial y en el ambiente de alta temperatura y alta humedad al agregar Mn y Ge a una aleación de soldadura que contiene como ingrediente principal Sn. Cuando la proporción de una cantidad añadida de Mn era menor o similar a la de Ge, también se entiende que se obtiene el mejor efecto inhibitor de la decoloración.

<Distribución de óxidos>

A continuación, se verificó una distribución de óxidos de Sn, óxidos de Mn y óxidos de Ge en una película de óxido sobre las aleaciones de soldadura de los ejemplos realizados, cuyo efecto inhibitor de la decoloración se verificó en el entorno de alta temperatura inicial y en el entorno de alta temperatura y alta humedad como se muestra en la Tabla 1 descrita anteriormente.

La Figura 1 muestra la distribución de los elementos principales en el caso de contener como ingrediente principal Sn e incluir Mn y Ge. En una gráfica de la Fig. 1, un eje vertical indica su contenido y un eje horizontal indica una profundidad desde una superficie más externa en la que se distribuyen los elementos. Cualquier otro elemento contenido, como el oxígeno y el carbono, no se muestra en la misma.

Se entiende que en el ejemplo realizado 1 que contiene como ingrediente principal Sn e incluye Mn y Ge, muchos de los óxidos de Ge se distribuyen en un intervalo de aproximadamente 10 nm desde la superficie más externa de la película de óxido y muchos de los óxidos de Ge también se distribuyen en un lado de la superficie más externa de la película de óxido. Además, se entiende que el Mn se distribuye casi uniformemente desde su superficie más externa. Por otra parte, se entiende que el Sn está disminuido en la superficie más externa de la misma. Incluso en los casos de los ejemplos realizados del 2 a 31 en los que se han modificado las cantidades agregadas de Mn y Ge, se muestra una distribución idéntica.

A partir de la distribución de elementos mostrada en la Figura 1, se entiende que en las aleaciones de soldadura, que contiene cada una como ingrediente principal Sn y a las que se agregan cantidades predeterminadas de Mn y Ge, los óxidos de Ge se distribuyen de forma desigual al lado de la superficie más externa de la película de óxido y se inhibe la formación de óxidos de Sn en la superficie más externa de la misma.

Por lo tanto, la distribución de muchos de los óxidos de Ge que tienen el efecto inhibitor de la decoloración en el lado de la superficie más externa permite inhibir la decoloración. Además, la distribución casi uniforme de los óxidos de Mn a lo largo de la dirección del espesor de la película de óxido permite inhibir la generación de óxidos de Sn.

<Evaluación de la propiedad de fusión>

Se verificaron las propiedades de fusión sobre las aleaciones de soldadura de los ejemplos realizados y los ejemplos de comparación, cuyo efecto inhibitor de la decoloración se había verificado en el ambiente de alta temperatura inicial y en el ambiente de alta temperatura y alta humedad como se muestra en las Tablas 1 y 2 descritas anteriormente. Un método de verificación fue un método en el que las aleaciones de soldadura preparadas que tienen composiciones de los ejemplos realizados y los ejemplos de comparación se moldearon y laminaron y se perforaron para hacer piezas pequeñas (cada pieza tiene una dimensión de 2 mm (longitud), 2 mm (ancho) y 0,1 mm (grosor)). Estas piezas pequeñas se formaron como materiales de placa que tienen una dimensión predeterminada. Se colocaron en una placa de Cu en la que se realizó el procesamiento de la capacidad de soldadura orgánica (OSP) (procesamiento de preflujo soluble en agua) y se aplicó flujo y después reflujo y a continuación se lavó la superficie de la misma y se mantuvo en un ambiente de temperatura de 125 °C y humedad relativa del 100 % durante 24 horas. Además, las bolas de soldadura (en un caso de esta realización, con un diámetro de las mismas de 300 µm) que se fabricaron utilizando la aleación de soldadura la cual contenía 3,0 % en masa de Ag, 0,5 % en masa de Cu y el resto de Sn (Sn-3,0) Ag-0,5Cu) se mantuvieron en un ambiente de temperatura de 125 °C y humedad del 100 % durante 24 horas, lo cual fue similar a las piezas pequeñas. A continuación, se aplicó flujo a las muestras hechas de las aleaciones de soldadura de los ejemplos realizados o los ejemplos de comparación y se colocó un número predeterminado de bolas de soldadura sobre las mismas. En los ejemplos, el número de bolas de soldadura se ajustó a nueve piezas y se prepararon los respectivos 5 materiales de placa. A continuación, después de realizar el reflujo, se calculó el número de bolas de soldadura fusionadas defectuosamente y se calculó la incidencia de la fusión defectuosa. El término "fusión defectuosa" se conoce como una condición en la cual la placa de Cu y las bolas de soldadura no están unidas entre sí.

En los ejemplos realizados 1 a 31 que contienen como ingrediente principal Sn e incluyen Mn y Ge, se mostró una incidencia de fusión defectuosa cero.

En todos los ejemplos de comparación 1 y 2 que contienen como ingrediente principal Sn y excluyendo Mn y Ge, los ejemplos de comparación 3 a 7 que contienen como ingrediente principal Sn, incluyendo Mn y excluyendo Ge, y los ejemplos de comparación 8, 10 y 12 que contienen como ingrediente principal Sn, incluyendo Ge y excluyendo Mn, se produjo una fusión defectuosa. Además, en los ejemplos de comparación 9, 11 y 13 a los que se agregó una cantidad excesiva de Mn que excede el rango de esta invención, y en los ejemplos de comparación 9, 11 y 13 a 18 a los que se agregaron Mn y Ge, se produjo una fusión defectuosa. En los ejemplos de comparación 14 a 18 a los que se añadió una cantidad excesiva de Ge o de Ge y Mn dentro del rango de esta invención, se produjo una fusión defectuosa.

<Evaluación de la humectabilidad>

Se verificó la humectabilidad de cada una de las aleaciones de soldadura de los ejemplos realizados y los ejemplos de comparación, cuyo efecto inhibitor de la decoloración se verificó en el ambiente de alta temperatura inicial y en el ambiente de alta temperatura y alta humedad como se muestra en las Tablas 1 y 2 descritas anteriormente. Un método para verificarlo fue un método en el que las aleaciones de soldadura preparadas que tienen composiciones de los ejemplos realizados y los ejemplos de comparación se moldearon y laminaron y se perforaron para obtener piezas pequeñas (cada pieza tiene una dimensión de 2 mm (longitud), 2 mm (ancho) y 0,1 mm (grosor)). Estas piezas pequeñas se mantuvieron en un ambiente de temperatura de 125 °C y humedad del 100 % durante 24 horas. A continuación, se aplicó flujo a cada una de las placas de Cu procesadas con OSP y las placas de metalizado de Ni/Au en las que se metalizó Ni sobre la placa de Cu y el Au se metalizó sobre la placa metalizada de Ni. Las piezas pequeñas, que se habían sometido al proceso de alta temperatura y alta humedad, se pusieron sobre ellas y se sometieron al reflujo. Se midió un área en la que se extendió la aleación de soldadura y la placa de Cu procesada por OSP, en la que 5,0 mm² de la misma se había extendido, se fijó para ser traspasada o la placa de metalizado de Ni/Au, en la que 11,0 mm² de la misma se había extendido, se fijó para ser traspasada.

En los ejemplos realizados 1 a 31 que contienen como ingrediente principal Sn e incluyen Mn y Ge, no se observó ningún deterioro en la humectabilidad de las placas de Cu procesadas con OSP, ni en la humectabilidad de la placa de metalizado de Ni/Au.

En los ejemplos de comparación 3 a 7 en los que contenían Mn pero no Ge, tanto la humectabilidad de las placas de Cu procesadas con OSP como la humectabilidad de la placa metalizada de Ni/Au se deterioraron cuando se incrementó la cantidad añadida de Mn. En cualquiera de los ejemplos de comparación 9, 11 y 13 en los que se agregó una cantidad en exceso de Mn que excede el rango de esta invención, o en los ejemplos de comparación 14 a 18 en los que se agrega una cantidad en exceso de Ge o tanto de Mn como de Ge que excede el rango de esta invención, en los ejemplos de comparación 9, 11 y 13 a 18 en los que se agregaron Mn y Ge, se deterioró tanto la humectabilidad a las placas de Cu procesadas con OSP como la humectabilidad de la placa de metalizado de Ni/Au. Cuando se agrega una cantidad excesiva de Ge o Mn que excede el rango de esta invención, se entiende que la humectabilidad se deteriora.

De los resultados anteriores, se entiende que en la aleación de soldadura que contiene como ingrediente principal Sn, a la cual se agregan 0,005 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Mn y 0,001 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Ge, el Mn y el O₂ reaccionan para evitar que el Sn reaccione con el O₂, lo que inhibe la distribución de los óxidos de Sn a la superficie más externa de la película de óxido debido a la variación por envejecimiento, de modo que dado que la película de óxido que contiene los óxidos de Ge que tienen el efecto de inhibición de la decoloración permanece en el lado de la superficie más externa de la misma, se puede obtener el efecto de inhibición de la decoloración incluso en el ambiente de alta temperatura y alta humedad. Se entiende que cuando la proporción de la cantidad agregada de Mn y Ge se establece preferiblemente de modo que la cantidad agregada de Mn sea más pequeña e idéntica que la de Ge, se puede obtener un efecto inhibitorio de la decoloración más excelente incluso en un ambiente de alta temperatura y alta humedad y en un ambiente de alta temperatura inicial.

Se entiende que, en la aleación de soldadura que contiene como ingrediente principal Sn, a la que se agregan las cantidades predeterminadas anteriores de Mn y Ge, se hacen reaccionar el Mn y el O₂ para evitar que el Sn reaccione con el O₂, lo que inhibe el crecimiento de los óxidos de Sn, de modo que se puede evitar un aumento en el espesor de la película de óxido. La prevención de un aumento en el espesor de la película de óxido permite que el óxido sea eliminado satisfactoriamente por el flujo en la soldadura, mejorando así la propiedad de fusión del mismo.

<Ejemplos de aplicación de aleación de soldadura>

La Figura 2 es un diagrama que muestra un ejemplo de aplicación de la aleación de soldadura de acuerdo con esta invención. La aleación de soldadura que contiene como ingrediente principal Sn, a la cual se agregan 0,005 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Mn y 0,001 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Ge, puede formarse como una bola de soldadura 10. Es preferible que el diámetro de la bola de soldadura 10 sea de 1 a 1000 μm. Dentro de este rango, la bola de soldadura se puede fabricar de manera estable, de modo que se pueda inhibir un cortocircuito en la conexión en el caso de que los terminales tengan un paso estrecho entre ellos. Aquí, cuando cada una de las bolas de soldadura tiene un diámetro de aproximadamente 1 a 50 μm, estas bolas de soldadura pueden denominarse "polvo de soldadura".

La Figura 3 es un diagrama que muestra otro ejemplo de aplicación de la aleación de soldadura de acuerdo con esta invención. La aleación de soldadura que contiene como ingrediente principal Sn, a la que se agrega 0,005 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Mn y 0,001 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Ge, se puede aplicar como una soldadura de chip 11. La soldadura de chip 11 está conformada para tener, por ejemplo, una forma de paralelepípedo rectangular.

Como otro ejemplo de aplicación del mismo, se puede ilustrar una pasta de soldadura en la cual la aleación de soldadura en polvo tiene una dimensión predeterminada y contiene como ingrediente principal Sn, a la se añade 0,005 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Mn y 0,001 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Ge, se mezcla con el flujo.

La aleación de soldadura, la bola de soldadura, la soldadura de chip y la pasta de soldadura de acuerdo con la invención se forman como una unión de soldadura que se utiliza para unir un chip semiconductor con las mismas o para unir la placa de circuito impreso con componentes electrónicos.

La dosis α de la presente invención puede ser de 0,0200 cph/cm² o menos. Cuando la dosis α es de 0,0200 cph/cm² o menos, se puede inhibir cualquier error de software en un dispositivo electrónico.

REIVINDICACIONES

1. Una aleación de soldadura caracterizada por que la aleación de soldadura consiste en:
 - 5 0,005 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Mn;
0,001 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Ge;
opcionalmente uno o más de
0 % en masa o más y 4 % en masa o menos de Ag;
más de 0 % en masa y 1 % en masa o menos de Cu;
 - 10 0,002 % en masa o más y 0,1 % en masa o menos de Ga;
una cantidad total de 0,005 % en masa o más y 0,3 % en masa o menos de al menos una especie seleccionada
de un grupo de Ni, Co y Fe;
una cantidad total de 0,1 % en masa o más y 10 % en masa o menos de al menos una especie seleccionada de
un grupo de Bi e In; y
 - 15 el resto de Sn.
2. La aleación de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que una cantidad de Mn es menor
o idéntica a una cantidad de Ge.
- 20 3. Una bola de soldadura caracterizada por que se usa la aleación de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1 o
2.
4. Una soldadura de chip caracterizada por que se usa la aleación de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1 o
2.
- 25 5. Una pasta de soldadura caracterizada por que se usa la aleación de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1
o 2.
- 30 6. Una unión de soldadura caracterizada por que se usa la aleación de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1
o 2.
7. Una unión de soldadura caracterizada por que se usa la bola de soldadura de acuerdo con la reivindicación 3.
8. Una unión de soldadura caracterizada por que se usa la soldadura de chip de acuerdo con la reivindicación 4.
- 35 9. Una unión de soldadura caracterizada por que se usa la pasta de soldadura de acuerdo con la reivindicación 5.

FIG. 1

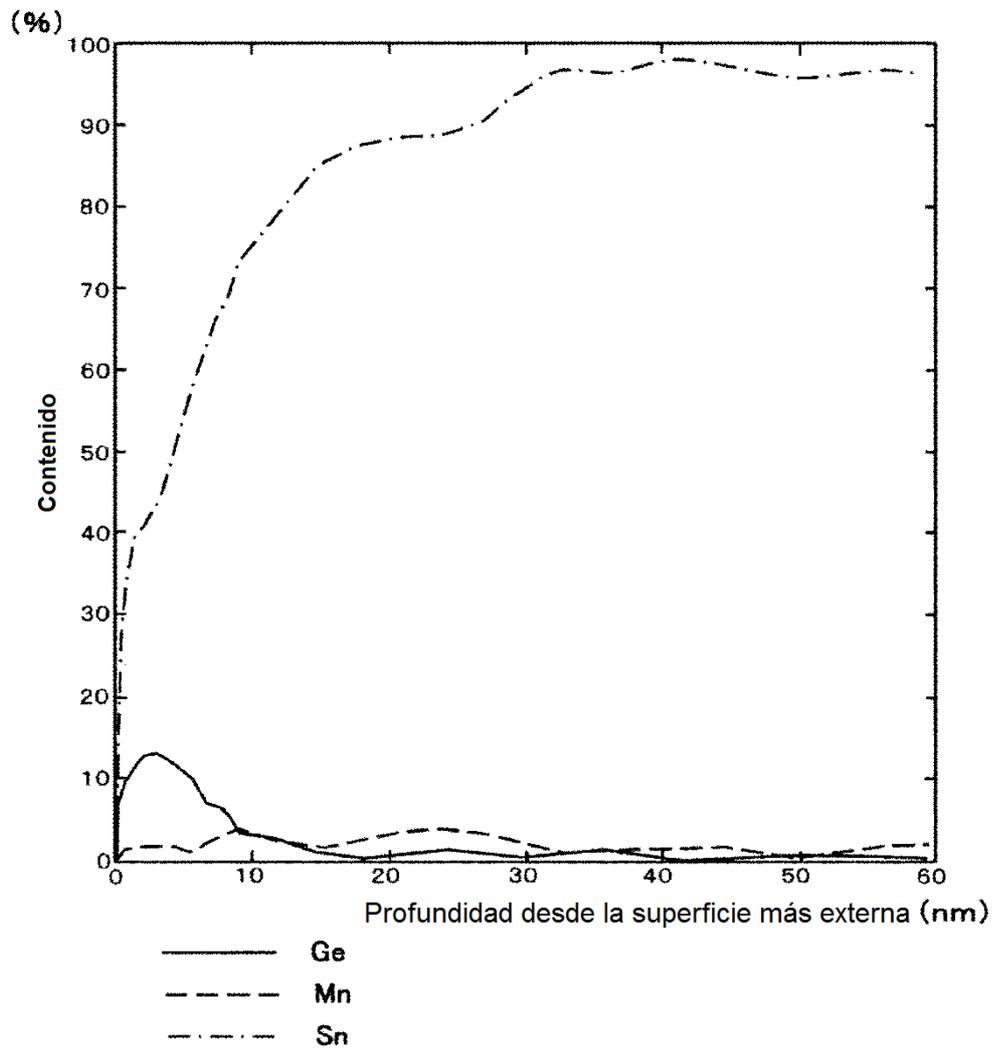


FIG.2

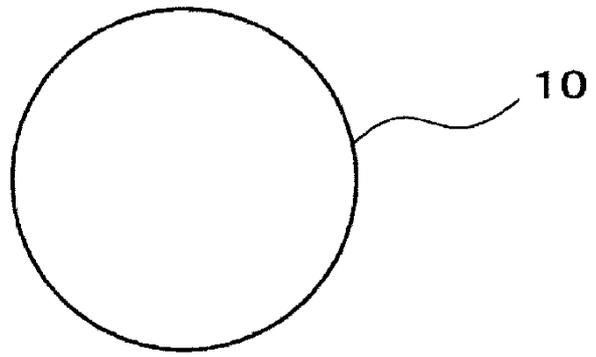


FIG.3

