

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 448 790**

51 Int. Cl.:

**B23K 35/26** (2006.01)  
**B23K 1/08** (2006.01)  
**B23K 1/20** (2006.01)  
**C22C 28/00** (2006.01)  
**H01L 23/373** (2006.01)  
**B23K 35/00** (2006.01)  
**B23K 35/02** (2006.01)  
**C23C 24/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2010 E 10813768 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2013 EP 2474383**

54 Título: **Aleación de soldadura sin plomo, elemento de unión y procedimiento de fabricación del mismo, y componente electrónico**

30 Prioridad:

**04.09.2009 JP 2009204189**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.03.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YOSHIKAWA, SHUNSAKU;  
YAMANAKA, YOSHIE;  
OHNISHI, TSUKASA;  
ISHIBASHI, SEIKO;  
WATANABE, KOJI;  
ISHIKAWA, HIROKI y  
CHIBA, YUTAKA**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 448 790 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 sin plomo, elemento de unión y procedimiento de fabricación del mismo, y componente electrónico

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una aleación de soldadura sin plomo, un elemento de conexión y a un procedimiento para su fabricación, y a una pieza electrónica. Específicamente, se refiere a una aleación de soldadura sin plomo que puede disminuir la aparición de huecos en las uniones por soldadura, un elemento de conexión que usa la aleación de soldadura sin plomo y un procedimiento para su fabricación, y una pieza electrónica que usa el elemento de conexión.

10 **Antecedentes de la técnica**

Se está promoviendo la disminución en el peso, el espesor y el tamaño de las piezas electrónicas. En particular, se está impulsando la miniaturización y la densificación de paquetes de semiconductores (denominados en lo sucesivo paquetes) con el desarrollo de la multifuncionalidad de las piezas electrónicas. Como resultado, existe la tendencia al alza en la cantidad de calor generado por paquetes tales como los BGA. Por esta razón, hay un deseo de aumentar aún más la capacidad de los paquetes para disipar el calor.

15 Los elementos de disipación de calor que transmiten calor al exterior de los paquetes, tales como los disipadores de calor o las aletas de radiación fabricados de Al, se usan ampliamente con el fin de mejorar la capacidad de disipación de calor de los paquetes. Un elemento de disipación de calor y un paquete se unen entre sí aplicando grasa entre los mismos, o acoplado el elemento de disipación de calor al paquete a través de una lámina de disipación de calor o una junta o similares. La unión por estos medios es inferior a la unión metálica con respecto a la resistencia al calor, la fuerza de unión, y la adherencia. Preferentemente, un elemento de disipación de calor y un paquete se unen metálicamente entre sí con soldadura o similar.

20 En los últimos años, el uso de soldaduras que contienen Pb (tales como la soldadura eutéctica Sn-Pb) se ha regulado con el fin de evitar la contaminación medioambiental. Como resultado, hay una tendencia a las soldaduras usadas para protuberancias de paquetes que deben sustituirse por soldaduras sin plomo que no contengan plomo. Si un paquete que usa una soldadura sin plomo para la formación de protuberancias puede unirse al elemento de disipación de calor descrito anteriormente por calentamiento a reflujo con un perfil de reflujo para la soldadura sin plomo a la vez que usa un fundente, la soldadura del elemento de disipación de calor y la soldadura de las protuberancias de soldadura del paquete pueden realizarse de manera simultánea. Como resultado, en un procedimiento de montaje, la unión por soldadura puede lograrse aplicando una carga térmica una sola vez, y se minimiza la aparición de problemas de fabricación debidos a una carga térmica, tales como la deformación de un paquete o la refundición de protuberancias.

25 El indio (In) tiene un bajo punto de fusión de 156 °C y una buena conductividad térmica, y plantea una baja amenaza de contaminación medioambiental. Por lo tanto, los documentos de patente 1 - 3 desvelan la unión de dos elementos entre sí usando indio. El documento "Iudalloy Technical Data Sheet", publicado el 01-01-2002 desvela aleaciones de soldadura sin plomo a base de indio.

30 Una aleación de soldadura sin plomo fabricada de indio (que tiene un contenido de In de, sustancialmente, el 100% en masa) tiene una excelente ductilidad. Si una pieza pequeña de una aleación de soldadura sin plomo fabricada de indio se dispone entre un elemento de disipación de calor y un paquete con el fin de realizar la soldadura, se espera que la unión por soldadura resultante pueda ajustarse fácilmente a las irregularidades superficiales formadas en la superficie de unión por una carga térmica, haciendo de este modo posible evitar el despegado del elemento unido que se produce inevitablemente cuando se une con una resina o similar.

35 Sin embargo, una aleación de soldadura sin plomo fabricada de In tiene los problemas de que (a) es tan flexible que es difícil formarla en una forma deseada mediante punzonado para formar una pequeña pieza o mediante laminado, y (b) con el fin de garantizar la resistencia al impacto, es necesario que una pequeña pieza tenga un espesor de 1,5 - 2,5 mm. Este espesor hace que sea difícil disminuir el tamaño y el espesor de las piezas electrónicas, y en el momento de la soldadura, la aleación de soldadura sin plomo fundida rezuma al exterior de la unión, afectando de este modo negativamente a las propiedades aislantes del paquete y provocando un cortocircuito.

40 Es concebible realizar la soldadura con esta aleación de soldadura sin plomo mediante, por ejemplo, (i) la aplicación de un fundente a la superficie de un sustrato metálico de un material tal como Cu, Ni, o Au que tiene una buena conductividad térmica, (ii) la formación de una capa de soldadura sin plomo en la superficie del sustrato metálico mediante el procedimiento de chapado por soldadura fundida (el procedimiento de chapado por inmersión en caliente) en el que el sustrato se sumerge en la soldadura fundida para obtener un elemento de conexión, y (iii) la disposición del elemento de conexión entre un elemento de disipación de calor y un paquete y la realización del calentamiento a reflujo en presencia de un fundente.

55

**Documentos de la técnica anterior**

**Documentos de patente**

Documento de patente 1: JP 2002-020143 A

Documento de patente 2: JP 2002-542138 A

5 Documento de patente 3: JP 2001-230349 A

**Divulgación de la invención**

10 Como resultado de las investigaciones, los presentes inventores encontraron que si el elemento de conexión descrito anteriormente que tiene una capa de aleación de soldadura sin plomo fabricada de In en su superficie se dispone entre un elemento de disipación de calor y un paquete y, a continuación, se somete a un calentamiento a reflujo, se desarrolla una gran cantidad de huecos dentro de las uniones resultantes entre el elemento de conexión y el elemento de disipación de calor o el paquete. Por lo tanto, la fuerza de las uniones y de la adherencia entre el elemento de disipación de calor y el paquete son inadecuadas.

15 Normalmente, se usa un fundente en la fabricación del elemento de conexión descrito anteriormente. También se ha descubierto que los residuos del fundente que permanecen inevitablemente en la capa de soldadura provocan además la aparición de huecos dentro de las uniones.

Los presentes inventores han realizado los siguientes descubrimientos y han completado la presente invención como resultado de las diligentes investigaciones dirigidas a resolver los problemas descritos anteriormente.

20 (i) Una aleación de soldadura sin plomo que tiene In como un componente principal a la que se añade una pequeña cantidad de Sn o Bi, por separado o en combinación, muestra una buena humectabilidad en el momento de la soldadura debido al efecto del Sn o Bi sin afectar negativamente a la ductilidad característica del In. Como resultado, la aleación de soldadura sin plomo descrita anteriormente puede aumentar la capacidad de los huecos para escapar de una unión por soldadura y puede disminuir la cantidad de huecos que permanecen dentro de la unión.

25 (ii) Es preferible sumergir un sustrato metálico en la aleación de soldadura sin plomo descrita anteriormente en un estado fundido y aplicar vibraciones ultrasónicas a la aleación de soldadura sin plomo fundida y al sustrato metálico, por lo que puede formarse una capa de aleación de soldadura sin plomo que tiene una conductividad térmica mejorada en la superficie del sustrato metálico sin usar un fundente, a la vez que mantener una adherencia adecuada.

30 La presente invención es una aleación de soldadura sin plomo caracterizada por tener una composición química que consiste, esencialmente, en Sn: 0,1 - 3 % (en la presente descripción, a menos que se especifique lo contrario, % con respecto a una composición química significa % en masa), y/o Bi: 0,1 - 2 %, y un resto de In e impurezas inevitables.

35 Desde otro punto de vista, la presente invención es un elemento de conexión que comprende un sustrato metálico que tiene, preferentemente, una composición química que contiene al menos un 95 % de Cu, y una capa de aleación de soldadura sin plomo formada en, al menos, las zonas de conexión del sustrato metálico, **caracterizado porque** la capa de aleación de soldadura sin plomo tiene la composición química descrita anteriormente para una aleación de soldadura sin plomo.

40 Debido a que este elemento de conexión tiene una capa de aleación de soldadura sin plomo en la superficie de un sustrato metálico, puede disminuirse su espesor. Además, tiene una buena retención de la forma cuando se somete a punzonado, con el fin de formar piezas pequeñas, o cuando se somete a laminación, por lo que tiene una excelente producibilidad y facilidad de trabajo en masa.

45 Desde otro punto de vista, la presente invención es un procedimiento de fabricación de un elemento de conexión, caracterizado por sumergir un sustrato metálico en una aleación de soldadura sin plomo que tiene la composición química descrita anteriormente y está en un estado fundido, y, preferentemente, aplicar vibraciones ultrasónicas al sustrato metálico y a la aleación de soldadura sin plomo fundida después de sumergir el sustrato metálico en la aleación de soldadura sin plomo, formando de este modo una capa de aleación de soldadura sin plomo al menos en las zonas de conexión del sustrato metálico. Este procedimiento puede formar una capa de aleación de soldadura sin plomo que tiene una conductividad térmica mejorada en la superficie de un sustrato metálico sin usar un fundente, a la vez que mantener una adherencia adecuada. Como resultado, puede disminuirse la aparición de huecos provocados por los residuos del fundente que permanecen en la capa de soldadura, y se elimina la necesidad de tomar medidas anticontaminantes y medidas para tratar las aguas residuales producidas por los haluros contenidos en el fundente.

50 Desde otro punto de vista más, la presente invención es una pieza electrónica caracterizada por comprender el elemento de conexión descrito anteriormente de acuerdo con la presente invención, y un primer elemento (por

ejemplo, un paquete tal como un BGA montado en una tarjeta de circuito impreso) y un segundo elemento (tal como un elemento de disipación de calor), ambos dispuestos con el fin de entrar en contacto con el elemento de conexión en una zona de conexión, en la que el primer elemento y el segundo elemento se conectan entre sí a través del elemento de conexión por el calentamiento a reflujo del primer elemento y el segundo elemento en presencia de un fundente.

Como resultado, el primer elemento y el segundo elemento se conectan entre sí a través de un elemento de conexión metálico de acuerdo con la presente invención, y como se ha descrito anteriormente, el elemento de conexión puede reducir la aparición de huecos en las uniones resultantes. Por lo tanto, es posible realizar la conexión con una fuerza de adherencia y de unión mejoradas. Específicamente, la aparición reducida de huecos se ejemplifica por el hecho de que el índice de huecos que se describe a continuación en las uniones entre el elemento de conexión y el primer elemento, y entre el elemento de conexión y el segundo elemento, puede reducirse al 33,0 % como máximo.

Índice de huecos: una lámina de aleación de soldadura que debe probarse que tiene un espesor de 100 µm y que mide 5 mm x 5 mm, que se intercala entre unas superficies niqueladas y doradas por electrolisis que miden 5 mm x 5 mm cada una después de aplicarse el fundente a las superficies, se somete a un calentamiento a reflujo con un perfil de reflujo que tiene un pico de temperatura de 160 °C, y, a continuación, la proporción del área de huecos con respecto al área de las superficies se mide 3 veces usando un aparato de inspección de rayos X (TOSMICRON 6090 FP fabricado por Toshiba IT & Control Systems Corporation), realizándose el índice de huecos con el promedio de las 3 mediciones.

Una aleación de soldadura sin plomo de acuerdo con la presente invención permite que los huecos escapen fácilmente de una unión por soldadura de un elemento de conexión a un primer elemento o un segundo elemento, de modo que pueda disminuirse la cantidad de huecos que permanecen dentro de la unión, y se aumente la fuerza de adherencia y de unión del primer elemento y el segundo elemento.

Un elemento de conexión de acuerdo con la presente invención puede lograr una disminución en el espesor, y tiene una buena retención de la forma cuando se punzona para formar elementos pequeños o se somete a laminación, por lo que tiene una excelente producibilidad y viabilidad en masa.

Un procedimiento de fabricación de un elemento de conexión de acuerdo con la presente invención puede disminuir la aparición de huecos provocados por los residuos del fundente que permanecen en una capa de soldadura, y puede eliminar la necesidad de contramedidas medioambientales y medidas para tratar las aguas residuales producidas por los haluros contenidos en el fundente.

Además, en una pieza electrónica de acuerdo con la presente invención, un primer elemento (por ejemplo, un paquete tal como un BGA montado en una tarjeta de circuito impreso) y un segundo elemento (tal como un elemento de disipación de calor) pueden conectarse a un elemento de conexión con una buena adherencia y una buena fuerza de unión, a la vez que reducir notablemente la aparición de huecos en las uniones.

### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista frontal en sección transversal de una pieza electrónica de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una gráfica que muestra un ejemplo de un perfil de reflujo.

La figura 3 muestra fotografías de rayos X del estado de aparición de huecos en los ejemplos de la presente invención.

La figura 4 muestra fotografías de rayos X del estado de aparición de huecos en los ejemplos comparativos de la presente invención.

1: segundo elemento

2: capa de aleación de soldadura sin plomo

3: sustrato de cobre

4: primer elemento

5: elemento de conexión

6: pieza electrónica

### **Modos para realizar la invención**

Se explicarán de manera secuencial una aleación de soldadura sin plomo, un elemento de conexión y un procedimiento para su fabricación, y una pieza electrónica de acuerdo con la presente invención.

#### 1. Aleación de soldadura sin plomo

Se explicarán las razones por las que se limita como se ha descrito anteriormente la composición química de una aleación de soldadura sin plomo.

- 5 Tener la composición química de una aleación de soldadura sin plomo que cumple los intervalos descritos anteriormente mejora la humectabilidad de una aleación de soldadura sin plomo en el momento de la soldadura. Como resultado, se aumenta la capacidad de los huecos para escapar desde una unión de soldadura a un primer elemento o un segundo elemento, y puede disminuirse notablemente la cantidad de huecos que permanecen dentro de la unión. En consecuencia, se aumenta la fuerza de adherencia y de unión de un primer elemento y un segundo elemento que se conectan por soldadura.
- 10 Específicamente, si el contenido de Sn es inferior al 0,1 %, la aleación de soldadura tendrá una reactividad disminuida con el Cu, Ni, o Au que forma un sustrato, formando de este modo un elemento de conexión que no puede mostrar las funciones requeridas de un elemento de conexión. Si el contenido de Sn supera el 3 %, el índice de huecos en una unión ya no se reduce a un nivel deseado. Por lo tanto, el contenido de Sn se limita al 0,1 - 3 %.
- 15 Si el contenido de Bi es inferior al 0,1 %, la aleación de soldadura tendrá una humectabilidad disminuida, lo que conduce a una pobre soldabilidad. Si el contenido de Bi supera el 2 %, se produce fragilidad en la aleación hasta el punto de que una unión se vuelve frágil, y ya no es posible formar un elemento de conexión. Por lo tanto, el contenido de Bi se limita al 0,1 - 2 %.
- 20 La composición química de la aleación de soldadura sin plomo también se realiza para cumplir los intervalos descritos anteriormente, de manera que la aleación de soldadura sin plomo se fundirá a una temperatura en el intervalo de 130 - 160 °C. La razón para este intervalo de temperaturas es la siguiente.
- 25 Las soldaduras sin plomo que se usan habitualmente para protuberancias para los paquetes incluyen aleaciones binarias tales como Sn-3,5Ag (punto de fusión de 221 °C; todas las temperaturas ofrecidas a continuación entre paréntesis son puntos de fusión), Sn-5Sb (235 - 240 °C), Sn-0,75Cu (227 °C), Sn-2In (224 - 229 °C), Sn-58Bi (139 °C), y Sn-9Zn (199 °C), así como aleaciones ternarias o superiores, en las que se añaden uno o más elementos adicionales a las aleaciones binarias anteriores. Se cree que la soldadura eutéctica Sn-Pb (punto de fusión de 183 °C) continuará usándose para algunas protuberancias empleadas en los paquetes.
- 30 La presente invención está pensada para usarse en la conexión de un paquete que tiene protuberancias fabricadas de la soldadura descrita anteriormente a un elemento de disipación de calor, calentándolos con un perfil de reflujo de una aleación de soldadura sin plomo de acuerdo con la presente invención. Como se ha descrito anteriormente, algunas soldaduras usadas para las protuberancias de un paquete tienen un bajo punto de fusión. Por lo tanto, una soldadura sin plomo de acuerdo con la presente invención tiene, preferentemente, un bajo punto de fusión.
- 35 Por otro lado, con el fin de garantizar la resistencia al calor, el punto de fusión de una aleación de soldadura sin plomo de acuerdo la presente invención necesita no ser inferior a 125 °C, que es una temperatura habitual usada en el Ensayo de Cambio de Temperatura prescrito por JIS C 0025. Desde el punto de vista de la practicidad, el punto de fusión necesita ser de al menos 130 °C. El perfil de reflujo se establece habitualmente a una temperatura aproximadamente 20 °C más alta que la temperatura de liquidus de la soldadura.
- 40 Por las razones anteriores, una aleación de soldadura sin plomo de acuerdo con la presente invención es, preferentemente, una que se funde a una temperatura no inferior a 130 °C y no superior a 160 °C. Por lo tanto, la composición química de una aleación de soldadura sin plomo de acuerdo con la presente invención se limita como se ha expuesto anteriormente.
- 45 Además, al tener la composición química de una aleación de soldadura sin plomo que cumple el intervalo descrito anteriormente, no solo se conserva la excelente conductividad térmica y ductilidad del indio, sino que también hay una escasa preocupación de contaminación medioambiental. Una buena conductividad térmica hace posible transmitir de manera eficiente el calor que se genera en un paquete a un elemento de disipación de calor. Además, una buena ductilidad aumenta la capacidad de la soldadura para ajustarse a las irregularidades superficiales producidas en la superficie de unión por las cargas térmicas, por lo que puede evitarse el despegado de un paquete o un elemento de disipación de calor.
- 50 Por las razones anteriores, la composición química de una aleación de soldadura sin plomo de acuerdo con la presente invención se realiza de la siguiente manera:
- (a) Sn: 0,1 - 3 % y un resto de In e impurezas inevitables,
  - (b) Bi: 0,1 - 2 % y un resto de In e impurezas inevitables, o
  - (c) Sn: 0,1 - 3 %, Bi: 0,1 - 2 %, y un resto de In e impurezas inevitables.
- 55 En tanto en cuanto que las características descritas anteriormente no se vean afectadas, una aleación de soldadura sin plomo de acuerdo con la presente invención puede contener uno o más de Al: 0,01 % como máximo, Ni: 0,1 % como máximo, y Cu: 0,1 % como máximo. Se espera que la adición a la aleación de un 0,01 % como máximo de Al mejore la ductilidad, y se espera que la adición a la aleación de Ni: 0,1 % como máximo y/o Cu: 0,1 % como máximo mejore la soldabilidad.

2. Elemento de conexión y un procedimiento para su fabricación

Un elemento de conexión comprende un sustrato metálico y una capa de aleación de soldadura sin plomo. Estos se explicarán de manera secuencial.

[Sustrato metálico]

5 El sustrato metálico tiene zonas de conexión en todas o en una parte del mismo para unirse a un primer elemento y un segundo elemento. Por ejemplo, el sustrato metálico puede tener una primera zona de conexión para la conexión a un primer elemento en todas o en una parte de un lado del mismo, y una segunda zona de conexión para la conexión a un segundo elemento en todas o en una parte del otro lado del mismo.

10 El sustrato metálico es, preferentemente, un sustrato de cobre que tiene una composición química con un contenido de Cu de al menos el 95 % debido a que tal sustrato tiene una alta conductividad térmica, una excelente manejabilidad, y una buena reactividad con la aleación de soldadura sin plomo descrita anteriormente. El espesor del sustrato de cobre es, preferentemente, de 0,05 - 0,5 mm desde el punto de vista de garantizar la resistencia del elemento de conexión y disminuir su espesor.

15 En lugar del sustrato de cobre descrito anteriormente, puede usarse un sustrato metálico tal como un sustrato de Ni o Au que reacciona con Sn o Bi e In.

[Capa de aleación de soldadura sin plomo]

Una capa de aleación de soldadura sin plomo se forma en, al menos, las zonas de conexión del sustrato metálico. Esta capa de aleación de soldadura sin plomo tiene la composición química descrita anteriormente.

20 El espesor de la capa de aleación de soldadura sin plomo es, preferentemente, de 15 - 60 µm por lado con el fin de garantizar una buena soldabilidad. La capa de aleación de soldadura sin plomo puede formarse solo en las partes de uno o ambos lados de un sustrato metálico en las que el sustrato necesita conectarse al primer elemento o al segundo elemento, o puede formarse a lo largo de toda la superficie de uno o ambos lados del sustrato metálico.

25 Debido a que el elemento de conexión tiene una capa de aleación de soldadura sin plomo en la superficie de un sustrato metálico, es posible lograr una disminución del espesor. Además, debido a que tiene una buena retención de la forma cuando se punzona para formar una pieza pequeña o cuando se somete a laminación, tiene una excelente producibilidad y viabilidad en masa.

[Procedimiento de fabricación]

Un elemento de conexión se fabrica sumergiendo el sustrato metálico descrito anteriormente en una aleación de soldadura sin plomo que tiene la composición química descrita anteriormente y está en un estado fundido.

30 Es posible usar un fundente de una manera convencional antes de la inmersión. En su lugar, en una realización preferida, después de que el sustrato metálico se sumerge en la aleación de soldadura sin plomo fundida, se aplican vibraciones ultrasónicas al sustrato metálico y la aleación de soldadura sin plomo, formando de este modo una capa de aleación de soldadura sin plomo al menos en las zonas de conexión del sustrato metálico.

35 Por ejemplo, las vibraciones ultrasónicas aplicadas al sustrato metálico y la aleación de soldadura sin plomo están en 40 kHz, siendo la distancia entre el sustrato y la bocina (resonador) de 2 mm.

40 Como resultado, puede formarse una capa de aleación de soldadura sin plomo en la superficie del sustrato metálico a la vez que mantener una adherencia adecuada sin usar un fundente. Por lo tanto, se elimina la aparición de huecos provocados por los residuos del fundente que permanecen en una capa de soldadura, y se elimina la necesidad de tomar contramedidas medioambientales y medidas para el tratamiento de aguas residuales debidas a los haluros contenidos en el fundente.

45 En la presente invención, las propiedades de un elemento de conexión pueden variarse libremente variando de manera adecuada los materiales, el espesor, y la forma del sustrato metálico y la composición de la capa de aleación de soldadura sin plomo que se forma. La velocidad de reacción entre el sustrato metálico y la aleación de soldadura sin plomo varía en función de las composiciones químicas del sustrato metálico y la capa de aleación de soldadura sin plomo. Sin embargo, variando de manera adecuada la velocidad de alimentación (la longitud de inmersión en un baño de soldadura fundida), la temperatura del baño de soldadura fundida, y la velocidad de enfriamiento cuando se forma la capa de aleación de soldadura sin plomo, es posible controlar el espesor de la capa de aleación de soldadura sin plomo.

50 Usando los procedimientos anteriores, pueden variarse adecuadamente las propiedades de un elemento de conexión (tales como su resistencia al calor, adherencia, y fuerza de unión) de acuerdo con diversas propiedades exigidas a un elemento de conexión.

### 3. Pieza electrónica

La figura 1 es una vista frontal en sección transversal de una pieza electrónica de acuerdo con la presente invención.

5 Un elemento 5 de conexión de acuerdo con la presente invención que tiene una capa 2 de aleación de soldadura sin plomo formada en ambos lados de un sustrato 3 de cobre se colocó sobre un primer elemento 4 (por ejemplo, un paquete tal como un BGA montado en una tarjeta de circuito impreso), y a continuación se colocó un segundo elemento 1 (por ejemplo, un elemento de disipación de calor en forma de un disipador de calor de Al) sobre el elemento 5 de conexión.

10 A continuación, a la vez que se mantenía este estado, el primer elemento 4, el segundo elemento 1, y el elemento 5 de conexión se sometieron juntos a un calentamiento a reflujo en presencia de un fundente, y el primer elemento 4 y el segundo elemento 1 se conectaron entre sí a través del elemento 5 de conexión.

El perfil de reflujo varía en función de la composición de la aleación de la pasta de soldadura sin plomo que se suministra por impresión en otras partes montadas en superficie en una tarjeta. La figura 2 es una gráfica que muestra un ejemplo de un perfil de reflujo.

15 Como se muestra en la gráfica de la figura 2, cuando la composición de la aleación de la pasta de soldadura sin plomo que se suministra es una aleación basada en Sn-Ag-Cu típica, se prefiere un perfil de reflujo que tenga un pico de temperatura de aproximadamente 240 °C y un período de fusión a 220 °C o superior de aproximadamente 40 segundos. Cuando se suministra una aleación de soldadura de bajo punto de fusión tal como una aleación basada en Sn-Bi, se prefiere un perfil de reflujo con un pico de temperatura de aproximadamente 160 °C y un período de fusión a 140 °C o superior de aproximadamente 40 segundos.

20 Como resultado de ambos perfiles, el primer elemento 4 y el segundo elemento 1 se conectan entre sí a través del elemento 5 de conexión metálico de acuerdo con la presente invención. Como se ha descrito anteriormente, el elemento 5 de conexión puede reducir la aparición de huecos en las uniones resultantes, de modo que se fabrica una pieza 6 electrónica en la que el primer elemento 4 y el segundo elemento 1 se conectan al elemento 5 de conexión con una adherencia adecuada y con una alta fuerza de unión.

25 Específicamente, el índice de huecos que se describe a continuación en la unión entre el elemento 5 de conexión y el primer elemento 4, y la unión entre el elemento 5 de conexión y el segundo elemento 1, se restringe al 33,0 % como máximo.

30 Índice de huecos: una lámina de aleación de soldadura que debe probarse que tiene un espesor de 100 µm y que mide 5 mm x 5 mm, que se intercala entre unas superficies niqueladas y doradas por electrolisis que miden 5 mm x 5 mm cada una después de aplicarse el fundente a las superficies, se somete a un calentamiento a reflujo con un perfil de reflujo que tiene un pico de temperatura de 160 °C, y, a continuación, se mide 3 veces la proporción del área de huecos con respecto al área de las superficies usando un aparato de inspección de rayos X (TOSMICRON 6090 FP fabricado por Toshiba IT & Control Systems Corporation). El índice de huecos se realiza con el promedio de las 3 mediciones.

35 En la presente invención, el elemento de conexión tiene un sustrato metálico recubierto con soldadura. En realidad, cuando este elemento se conecta a un disipador de calor, la soldadura recubierta reacciona con un recubrimiento electrolítico formado en el disipador de calor. Por lo tanto, los efectos de la presente invención pueden reproducirse completamente mediante el procedimiento de evaluación descrito anteriormente usando una lámina de aleación de soldadura que tenga un espesor de 100 µm y que mida 5 mm x 5 mm.

40 Puede prepararse un elemento de conexión de acuerdo con la presente invención sumergiendo un sustrato metálico que se ha formado previamente, con el fin de tener una forma adecuada en un baño de soldadura fundida que contiene una aleación de soldadura sin plomo fundida de acuerdo con la presente invención, y aplicando vibraciones ultrasónicas a la soldadura fundida y al sustrato metálico para formar una capa de aleación de soldadura sin plomo.

45 Como alternativa, después de que se forme una capa de aleación de soldadura sin plomo en el sustrato metálico, el sustrato metálico puede someterse a una formación, tal como el punzonado. Como resultado, es posible formar un elemento de conexión en una forma tal como un gránulo o una arandela, y es posible formarlo en una forma que coincida con la periferia de un BGA o similar. También puede usarse en forma de una cinta de conexión conductora de la electricidad que se obtiene trabajándolo.

50 La presente invención puede usarse no solo para la conexión de los elementos de disipación de calor, sino que, como puede formar una capa de aleación de soldadura sin plomo en la superficie de un sustrato metálico sin usar un fundente, puede usarse para conectar los elementos dentro de una pieza semiconductor en la que es deseable evitar el uso de un fundente.

**Ejemplo 1**

En la tabla 1 y la figura 3 se muestran ejemplos de la presente invención, y en la tabla 1 y la figura 4 se muestran ejemplos comparativos.

Tabla 1

5

	Composición (% en masa)			Temperatura de fusión (°C)			Índice de huecos (%)
	In	Sn	Bi	Temp. solidus	Temp. liquidus	Idoneidad	
Ejemplo 1	99,8	0,1	0,1	157	157	O	23,9
Ejemplo 2	96,9	3	0,1	145,7	152,4	O	25,5
Ejemplo 3	96,5	3	0,5	151,4	153,5	O	31,3
Ejemplo 4	97,9	0,1	2	149,3	154,8	O	21,2
Ejemplo 5	95	3	2	144,7	150,9	O	32,8
Ejemplo 6	99,9	0,1	0	156	156,6	O	21
Ejemplo 7	97	3	0	152,9	153,7	O	27,9
Ejemplo 8	99,9	0	0,1	156,1	156,6	O	25,6
Ejemplo 9	98	0	2	149,5	152,8	O	21,1
Comp. 1	100	0	0	157	157	O	44,6
Comp. 2	93	6	1	145,6	149	O	42,1
Comp. 3	87,9	12	0,1	142,1	144,6	O	39,1
Comp. 4	86	12	2	133,4	139,8	O	59,9
Comp. 5	74,9	25	0,1	131,3	133	O	53,7
Comp. 6	95,9	0,1	4	140,1	150	O	40,4
Comp. 7	94,9	0,1	5	129,7	147,2	X	ND
Comp. 8	69,9	30	0,1	127	129	X	ND
Comp. 9	99,96	0,04	0	156	156,8	O	33,4
Comp. 10	96,5	3,5	0	152,1	153	O	44,3
Comp. 11	99,96	0	0,04	156,1	156,8	O	33,8
Comp. 12	97,5	0	3	145,1	151,3	O	38,5

ND: no determinado

10

La temperatura de fusión de la soldadura se midió usando un analizador térmico diferencial. El analizador era un DSC 6200 fabricado por Seiko Instruments Inc. El índice de aumento de temperatura fue de 5 °C por minuto, y el peso de una muestra de medición fue de 10 ± 1 mg. La temperatura de solidus fue el punto de inicio del pico endotérmico de la curva de calentamiento obtenida en el análisis térmico diferencial, y la temperatura de liquidus fue el punto final del pico endotérmico de la curva de calentamiento en el análisis térmico diferencial. En base a los resultados de este análisis, la idoneidad de la temperatura de fusión se evaluó como un CÍRCULO (O, aceptable) para los ejemplos en los que la temperatura de solidus de la soldadura no fue inferior a 130 °C y la temperatura de liquidus no fue superior a 160 °C, y la idoneidad se evaluó como una X (inaceptable) para los otros ejemplos.

15

El índice de huecos se midió mediante el procedimiento descrito anteriormente. El fundente se aplicó por impresión usando una máscara metálica con un espesor de 100 µm. Por lo tanto, la cantidad aplicada de fundente fue la misma para todas las muestras.

$$R_v = S_v/S_l \times 100$$

Rv: índice de huecos (%)  
Sv: suma del área de huecos



## ES 2 448 790 T3

S1: área de cada superficie en resalto(25 mm<sup>2</sup>)

Como se deduce de la tabla 1 y las figuras 3 y 4, una aleación de soldadura sin plomo de acuerdo con la presente invención tiene un punto de fusión en el intervalo de 130 - 160 °C, y tiene unas propiedades de fusión adecuadas con un perfil de reflujo que tiene un pico de 160 °C.

- 5 Teniendo en cuenta la conductividad térmica y la adherencia entre una capa de aleación de soldadura sin plomo y un elemento al que está conectada, es preferible que una unión tenga una disminución de huecos, y también es necesario que una aleación de soldadura sin plomo tenga una buena humectabilidad con respecto a Cu. Aunque Bi y Sn aumentan la humectabilidad de una aleación de soldadura sin plomo con respecto a Cu, el índice de huecos se disminuyó por la adición de Bi o Sn.
- 10 Debido a que los puntos de fusión de los ejemplos comparativos 7 y 8 no estaban comprendidos en el intervalo de 130 - 160 °C, el índice de huecos no se calculó para estos ejemplos comparativos.

**REIVINDICACIONES**

1. Una aleación de soldadura sin plomo **caracterizada por** tener una composición química que consiste en, en % en masa, Sn: 0,1 - 3 % y/o Bi: 0,1 - 2 %, opcionalmente uno o más de Al: 0,01 % como máximo, Ni: 0,1 % como máximo, y Cu: 0,1 % como máximo, y un resto de In e impurezas inevitables.
- 5 2. Un elemento de conexión que comprende un sustrato (3) metálico y una capa (2) de aleación de soldadura sin plomo formada en al menos las zonas de conexión del sustrato (3) metálico, **caracterizado porque** la capa (2) de aleación de soldadura sin plomo tiene una composición química como se define en la reivindicación 1.
3. Un elemento de conexión como se define en la reivindicación 2 en el que el sustrato (3) metálico tiene una composición química con un contenido de Cu de al menos un 95 % en masa.
- 10 4. Un procedimiento de fabricación para un elemento (5) de conexión **caracterizado por** sumergir un sustrato (3) metálico en un aleación de soldadura sin plomo fundida que tiene una composición química como se define en la reivindicación 1 para formar una capa (2) de aleación de soldadura sin plomo en al menos las zonas de conexión del sustrato (3) metálico.
- 15 5. Una pieza electrónica **caracterizada por** incluir un elemento de conexión como se define en la reivindicación 2 o la reivindicación 3 y un primer elemento (4) y un segundo elemento (1) cada uno dispuesto con el fin de entrar en contacto con una zona de conexión del elemento (5) de conexión, en la que el primer elemento (4) y el segundo elemento (1) se conectan a través del elemento (5) de conexión por calentamiento a reflujo del elemento (5) de conexión, el primer elemento (4), y el segundo elemento (1) en presencia de un fundente.
- 20 6. Una pieza electrónica como se define en la reivindicación 5, en la que las uniones que conectan el elemento (5) de conexión al primer elemento (4) y al segundo elemento (1) tienen un índice de huecos como se define a continuación del 33,0 % como máximo.

Fig. 1

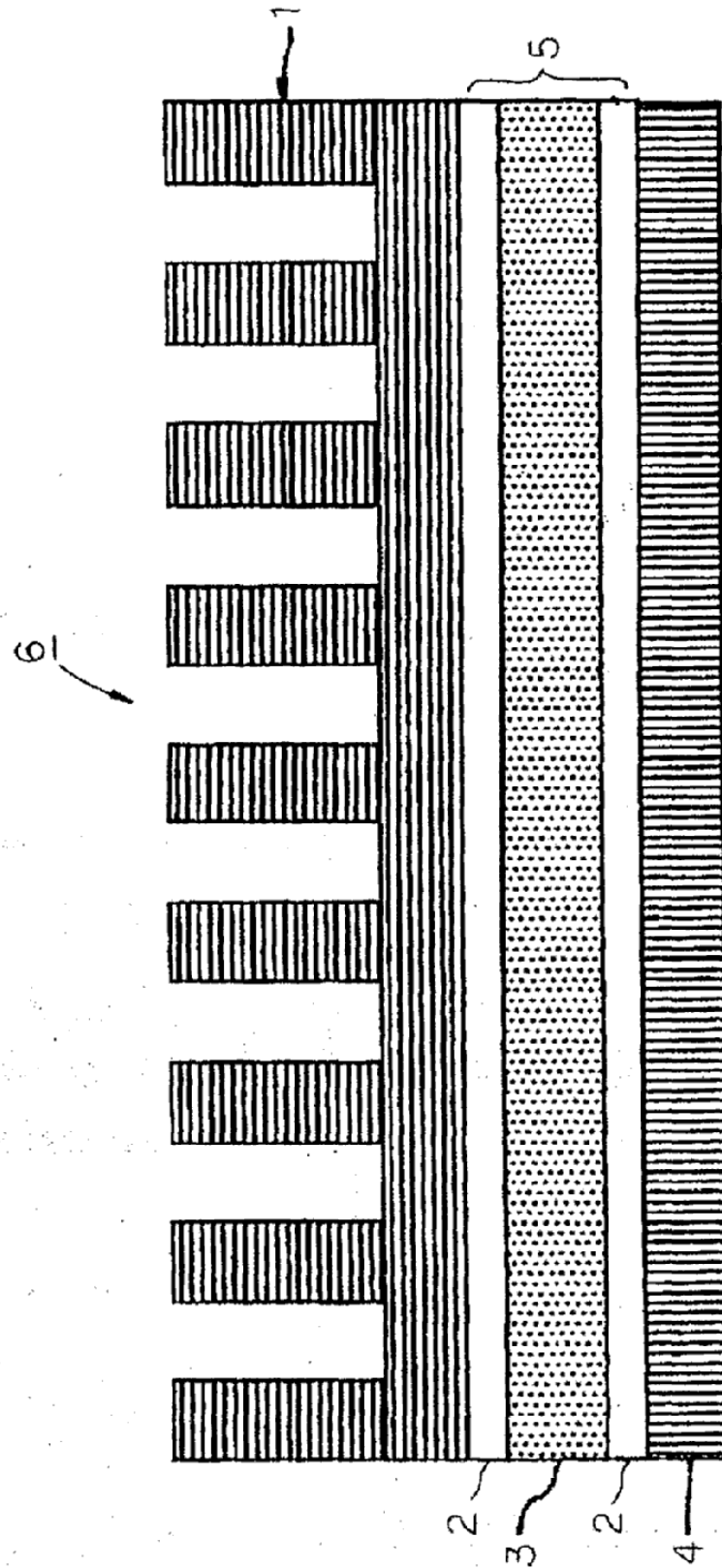


Fig. 2

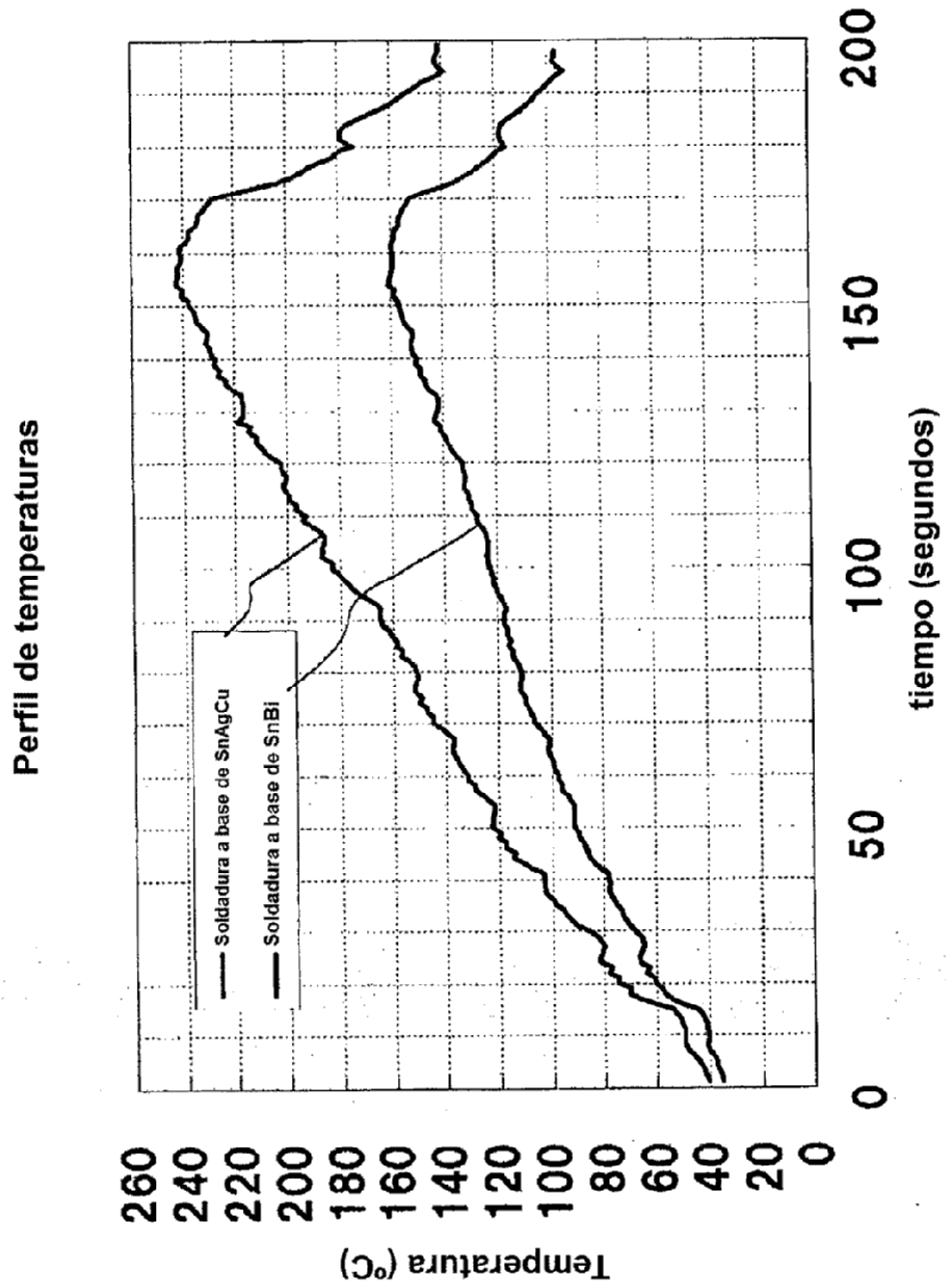


Fig. 3

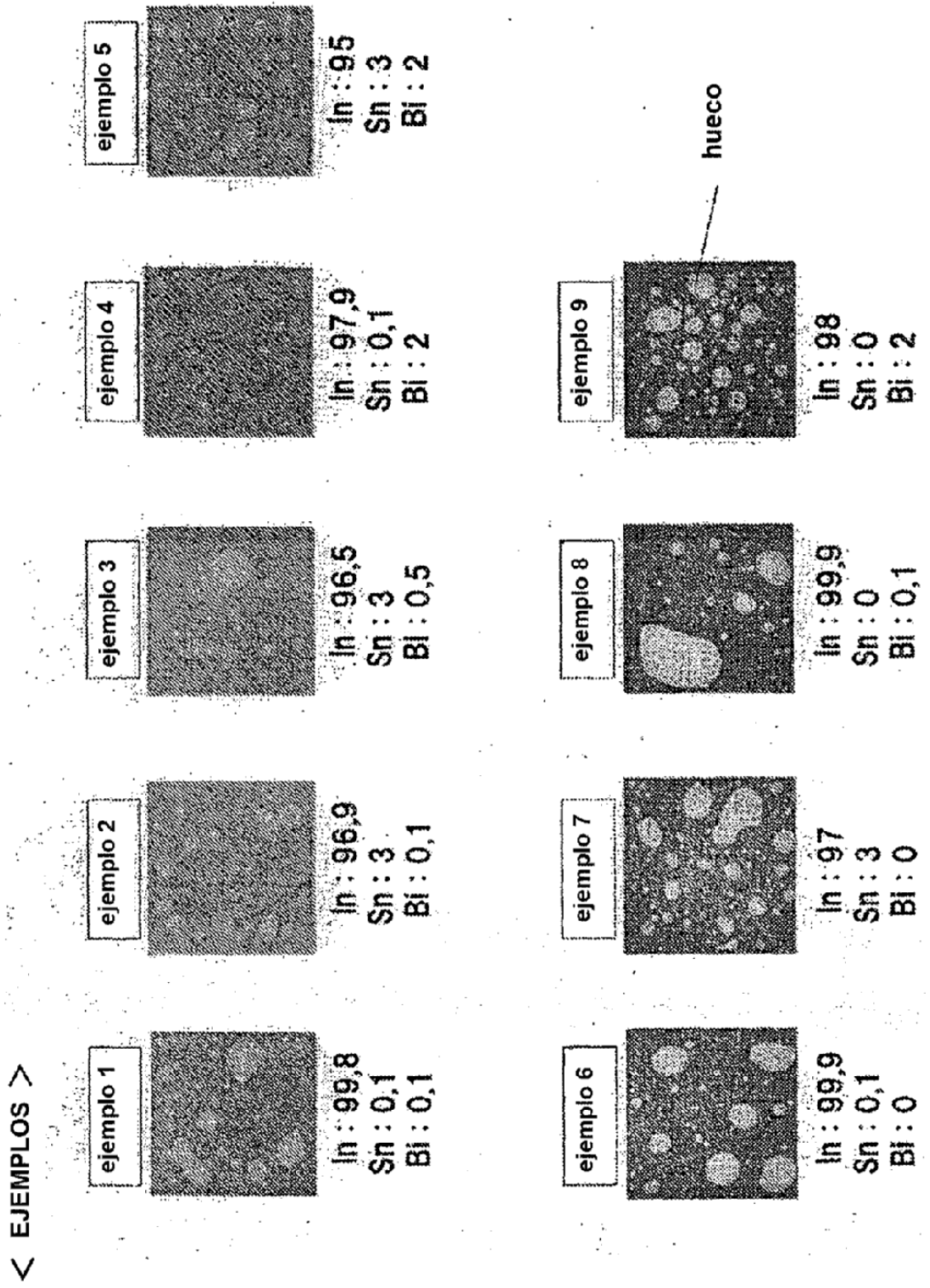


Fig. 4

< EJEMPLOS COMPARATIVOS >

