

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 523**

51 Int. Cl.:

B23K 35/26 (2006.01)
C22C 13/00 (2006.01)
C22C 13/02 (2006.01)
B23K 35/02 (2006.01)
B23K 101/36 (2006.01)
B23K 101/42 (2006.01)
H01R 4/02 (2006.01)
H01R 12/71 (2011.01)
H01R 13/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2014 PCT/JP2014/059902**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO14163167**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2014 E 14779645 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 2982469**

54 Título: **Aleación de soldadura sin plomo y circuito electrónico en vehículo**

30 Prioridad:

02.04.2013 JP 2013077289

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

02.07.2019

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;
HIRAI, NAOKO;
TACHIBANA, KEN y
TACHIBANA, YOSHIE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 718 523 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 y circuito electrónico en vehículo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una aleación de soldadura sin plomo que tiene excelentes características de ciclo de temperatura y es resistente al impacto de una colisión o similar, y a una unidad de circuito electrónico en el vehículo.

Antecedentes de la técnica

10 Los circuitos electrónicos (en lo sucesivo, "circuitos electrónicos en vehículos") obtenidos por las partes electrónicas de soldadura tales como partes del semiconductor y resistencia de microcircuito a las placas de circuito impreso (en lo sucesivo denominados "placas de circuito impreso") están montados en un vehículo. Tal circuito electrónico dentro de un vehículo se utiliza en una unidad para componentes que controlan eléctricamente como el motor, la dirección asistida y del freno, y dicha unidad es una pieza de seguridad que es muy importante para el desplazamiento del vehículo. En particular, una unidad de circuito electrónico en el vehículo denominada ECU (Unidad de Control del Motor) que está provista de un circuito electrónico que permite que un ordenador controle el recorrido del vehículo y en particular el funcionamiento del motor con el fin de mejorar la eficiencia del combustible que debe ser operable en un estado estable sin ningún fallo durante un período prolongado de tiempo. En general, la ECU está a menudo colocada en la proximidad del motor y se encuentra en un entorno operativo más agudo. En esta descripción, la unidad de circuito electrónico en el vehículo también se conoce simplemente como "ECU" o "unidad de circuito electrónico ECU".

20 Cuando el motor se hace girar, la proximidad del motor, donde se coloca un circuito electrónico en el vehículo tiene una temperatura muy alta de 125 °C o más. Por otro lado, cuando se detiene la rotación del motor, la temperatura del aire exterior en la temporada de invierno baja a -40 °C o menos en las regiones frías, tales como América del Norte y Siberia. Por lo tanto, el circuito electrónico en el vehículo está expuesto a ciclos de calor en un intervalo de -40°C o menos a +125°C o más operando y deteniendo repetidamente el motor.

25 Cuando el circuito electrónico en el vehículo se pone durante un largo período de tiempo en un ambiente en el que la temperatura varía considerablemente de este modo, las partes electrónicas y una placa de circuito impreso provoca la expansión y contracción térmica. Sin embargo, puesto que hay una gran diferencia entre el coeficiente de expansión lineal de las partes electrónicas hecho principalmente de cerámica y el de la placa de circuito impreso hecho de un sustrato de vidrio epoxi, cierto grado de desplazamiento térmico se produce en cada una de las porciones donde las partes electrónicas están unidas a la placa de circuito impreso por soldadura (en lo sucesivo, denominado como "partes de junta soldada") durante el uso en el entorno anterior y las porciones de junta soldada se someten a tensión repetidamente por dichas variaciones de temperatura. Por consiguiente, estas tensiones con el tiempo causan la rotura de las partes de junta soldada en las interfaces de sus juntas. En el circuito electrónico, cuando una porción de junta soldada no está completamente rota, pero está agrietada, incluso en una relación de grieta de hasta 99 %, el valor de la resistencia del circuito puede aumentar al causar un mal funcionamiento incluso en un estado de conducción eléctrico. Se debe evitar la situación que produce una grieta en la porción de junta soldada al causar un mal funcionamiento de la unidad de circuito electrónico en el vehículo y en particular la ECU. Como se describió anteriormente, las características del ciclo de temperatura son particularmente importantes para la unidad de circuito electrónico en el vehículo y, en particular, la ECU, y la porción de junta soldada, es decir, la aleación de soldadura para su uso en el mismo también se requiere que sea utilizable incluso bajo las más severas condiciones de temperatura posibles.

45 Una soldadura libre de plomo para vehículos (WO/011341A, Literatura de Patente 1) que comprende: 2,8 a 4 % en peso de Ag; 1,5 a 6 % en peso de Bi; 0,8 a 1,2 % en peso de Cu; al menos uno seleccionado del grupo que consiste de Ni, Fe y Co en una cantidad total de 0,005 a 0,05 % en peso; y un equilibrio de Sn se describe como una soldadura para su uso en una unidad de circuito electrónico en el vehículo y, en particular, una ECU que está bajo condiciones severas de uso.

50 También se describe un material de soldadura (JP 2006-524572 A, Literatura de Patente 2) que comprende una aleación que comprende, como la composición de aleación de soldadura simple, 10 % en peso o menos de Ag (plata), 10 % en peso o menos de Bi (de bismuto), 10 % en peso o menos de Sb (antimonio) y 3 % en peso o menos de Cu (cobre), además de Sn (estaño) como el componente principal, en el que la aleación comprende, además 1,0 % en peso o menos de Ni (níquel).

55 Una aleación de soldadura de acuerdo con la Literatura de Patente 3 (JP 5 349703 A1) es una aleación de soldadura de estaño-plata-cobre, y contiene estaño, plata, cobre, bismuto, níquel y cobalto. En relación con la cantidad total de la aleación de soldadura, el contenido de plata es un 2 % en masa o más y un 4 % en masa o menos, el contenido de níquel es de 0,01 % en masa o más y del 0,15 % en masa o menos, y el contenido de cobalto es del 0,001 % en masa o más y del 0,008 % en masa o menos.

La Literatura de Patente 4 (US 2007/036671 A1) se refiere a un material de soldadura que comprende una aleación

que, además del Sn (estaño) como constituyente principal, comprende un 10 % en peso o menos de Ag (plata), un 10 % en peso o menos de Bi (bismuto), un 10 % en peso o menos de Sb (antimonio) y un 3% en peso o menos de Cu (cobre).

Lista de citas

5 Literatura de patentes

Literatura de Patente 1: WO 2009/011341
 Literatura de Patente 2: JP 2006-524572 A
 Literatura de Patente 3: JP 5 349703 A1
 Literatura de Patente 4: US 2007/036671 A1

10 Sumario de la invención

Problemas técnicos

Como se ve en la popularización de los vehículos híbridos y vehículos eléctricos, cambiando de las partes mecánicas a las partes electrónicas en los vehículos que continúan y los circuitos electrónicos de automóviles que tenían un cuarto de dimensiones por consiguiente también se les requiere reducirse. Por lo tanto, como una cuestión de rutina, el circuito electrónico en el vehículo que fue convencionalmente soldado por soldadura de flujo seguido de la soldadura por reflujo se suelda en los últimos años por la soldadura por reflujo de dos caras según el cual ambos lados se someten al montaje de superficie con pasta de soldadura. Lo anterior mencionado incrementó la densidad del circuito electrónico en el vehículo, causando de esta manera que los defectos del modo de grieta no se vieran anteriormente.

Por cierto, la invención en la Literatura de Patente 1 divulga una aleación de soldadura que tiene una larga vida de servicio en un entorno severo. Sin embargo, un vehículo se utiliza como medio de transporte y por lo tanto es menos probable que permitiera estar en un lugar y más probablemente que se utilizara en un camino o similar. Cuando el vehículo se utiliza por lo tanto en un camino, un camino áspero provoca vibraciones que se aplicarán a la unidad de circuito electrónico en el vehículo en todo momento y el vehículo puede pasar por encima de un bordillo o colisionar con un vehículo que conduzca por delante. De esta manera, las fuerzas externas se aplican a menudo a la unidad de circuito electrónico en el vehículo. En el caso de un gran accidente causado por la colisión del vehículo, el conjunto de la unidad de circuito electrónico en el vehículo a menudo se sustituye, pero en un contacto accidental simple, el vehículo recibe a menudo el reemplazo solamente exterior. La unidad de circuito electrónico en el vehículo debe soportar no sólo ambientes severos, sino también fuerzas aplicadas desde el exterior.

En particular, los vehículos recientes se están computarizando junto con la popularización de los vehículos eléctricos y los vehículos híbridos y en las unidades de circuito electrónicos en el vehículo también se hacen más pequeños en tamaño y mayor en la densidad. Por lo tanto, también se reduce el contenido de soldadura en una porción de junta soldada de un circuito electrónico en el vehículo. Por ejemplo, el contenido de soldadura en una porción de junta soldada de una parte de chip de tamaño 3216 es en general 1,32 mg en un lado, mientras que el contenido de soldadura para uso en un circuito electrónico en el vehículo es tan pequeño como menos de 0,28 mg en un lado. Por lo tanto, en un circuito electrónico convencional, una porción de soldadura de filete sobresale en el lado lateral de una parte del chip como en la figura 1, pero en una porción de junta soldada de un circuito electrónico en el vehículo, un filete de soldadura apenas se forma en el lado lateral de una parte del chip como en la figura 2. En consecuencia, un nuevo modo de grieta en el que una grieta se propaga en una línea sustancialmente recta como en la figura 2 se produce en la porción de junta soldada del circuito electrónico en el vehículo y puede causar un problema de mal funcionamiento.

La presente invención tiene como objetivo desarrollar una aleación de soldadura que sea capaz de soportar durante un largo período de tiempo no solo las características del ciclo de temperatura severas que incluyen una temperatura baja de -40 °C y una temperatura alta de 125 °C, sino también una fuerza externa causada por la conducción sobre un bordillo o que choque con un vehículo que conduzca por delante, así como una unidad de circuito electrónico en el vehículo usando la aleación de soldadura.

Solución a problemas

Los inventores de la invención han encontrado que es eficaz formar una aleación reforzada de solución sólida mediante la adición de un elemento que puede entrar en solución sólida en una fase de Sn con el fin de soportar una fuerza externa después de un ciclismo prolongado de temperatura, Sb es un elemento óptimo para formar la solución sólida y la aleación reforzada por precipitación, y la adición de Sb a una matriz Sn que forma un compuesto intermetálico fino SnSb y también tiene el efecto de precipitación y fortalecimiento de dispersión. La presente invención se ha completado de este modo.

La presente invención proporciona una aleación de soldadura libre de plomo que incluye: 1 a 4 % en peso de Ag; 0,6 a 0,8 % en peso de Cu; 3 a 5 % en peso de Sb; 0,01 a 0,2 % en peso de Ni; y un equilibrio de Sn. Bi se añade además en una cantidad de 5,0 a 5,5 % en peso. Co y Fe puede añadirse adicionalmente en una cantidad de 0,001

a 0,1 % en peso.

La aleación de acuerdo con la invención tiene las siguientes características de estructura metalúrgica: La aleación de soldadura se compone de una estructura en la que Sb entra en solución sólida en una matriz Sn; la estructura está en un estado en el que el Sb entra en la solución sólida de manera estable a una alta temperatura de, por ejemplo, 125 °C pero el Sb entra gradualmente en solución sólida en la matriz Sn en un estado sobresaturado como la temperatura disminuye y el Sb se precipita en forma de un compuesto intermetálico SnSb a una temperatura baja de, por ejemplo, -40°C.

La presente invención proporciona además un circuito electrónico en el vehículo obtenido por soldadura usando la aleación de soldadura anterior y una unidad de circuito electrónico en el vehículo proporcionado con el circuito electrónico.

El término "en el vehículo" o "para vehículos" como se usa en el presente documento significa que un circuito electrónico o una unidad de circuito electrónico está montado en un vehículo y asegura más específicamente las características predeterminadas y se pueden montar en un vehículo, incluso cuando se usa como se expone repetidamente para un entorno de uso severo, es decir, un entorno de temperatura que varía de -40 °C a 125 °C. Para ser más específicos, el circuito electrónico o una unidad de circuito electrónico pueden resistir una prueba de ciclo de calor llevado a cabo durante 3.000 ciclos incluso bajo dicho ambiente de temperatura y tiene resistencia a una prueba de cizallamiento para la evaluación de las fuerzas externas, incluso bajo la condición.

La aleación de soldadura de la invención forma Sb fina que se precipita incluso después de haber sido expuesto a un ciclo de temperatura y no causa deterioro de estructura incluyendo engrosamiento de un compuesto debido a las siguientes razones: La aleación de soldadura para vehículos a unir por soldadura por reflujo se somete a una prueba de ciclo de temperatura en un intervalo de -40 °C a +125 °C mediante la simulación de una región de clima frío para la baja temperatura y una sala de motor para la alta temperatura. De acuerdo con la aleación de soldadura de la invención, mediante la repetición del proceso en el cual Sb añadido entra en solución sólida de nuevo en la matriz Sn en un estado de alta temperatura, por ejemplo, 125 °C y el compuesto intermetálico SnSb se precipita en una temperatura baja estado de, por ejemplo, -40 °C, engrosamiento del compuesto intermetálico SnSb se detiene, y el compuesto intermetálico SnSb que una vez que se volvió áspero también se vuelve a disolver en la matriz Sn en el lado de alta temperatura durante la prueba del ciclo de temperatura. Por consiguiente, el compuesto intermetálico fino SnSb se forma para mantener la aleación de soldadura reforzado de precipitación y dispersión.

Sin embargo, si Sb se añade en una cantidad superior a 5 % en peso, por ejemplo, 8 % en peso, el compuesto SnSb al comienzo de la prueba de ciclo de temperatura tiene un tamaño de partícula grande y las partículas finas no se obtienen. Además, puesto que se incrementa la temperatura líquida, el Sb añadido a la aleación de soldadura no se vuelve a disolver en el lado de alta temperatura, así y se mantiene en la forma de los granos de cristal originales SnSb. Por lo tanto, incluso si la aleación de soldadura se utiliza repetidamente bajo el ciclo de temperatura anterior, no se forma el compuesto intermetálico SnSb fino.

Además, si Sb se añade en una cantidad superior a 5 % en peso, se incrementa la temperatura líquida de la aleación de soldadura. Por lo tanto, la soldadura no se puede realizar sin elevar la temperatura para la calefacción de reflujo. Bajo tales condiciones de reflujo elevadas, Cu interconectado en la superficie de una placa de circuito impreso se funde en la soldadura, por lo que una capa de compuesto intermetálico hecha de SnCu tales como Cu₆Sn₅ y que tiene un espesor grande es más probable que se formen en las porciones para la soldadura a la placa de circuito impreso, lo que facilita la rotura de la placa de circuito impreso y las porciones de juntas soldadas.

De acuerdo con la invención, Sb añadió a las formas de aleación de soldadura precipitados finos en la forma del compuesto SnSb en la matriz Sn de la aleación de soldadura y el estado de los precipitados de compuesto SnSb intermetálico fino se puede mantener en la matriz Sn incluso después que el ciclo de temperatura vaya desde -40 °C a +125 °C se repite durante aproximadamente 3.000 ciclos. Los precipitados SnSb previenen de esta manera el agrietamiento que puede ocurrir fácilmente en las interfaces entre las partes electrónicas de cerámica o similar, y las porciones de junta soldada.

De acuerdo con la invención, incluso después del paso de la prueba del ciclo de temperatura anterior, el tamaño de partícula del compuesto intermetálico SnSb en la matriz Sn es sustancialmente el mismo que el tamaño de partícula las partículas del compuesto intermetálico SnSb tenían antes de comenzar la prueba, en definitiva, hasta 0,6 μm, e indica que el engrosamiento que se suprime. En consecuencia, incluso si una grieta se forma parcialmente en la soldadura, el compuesto intermetálico fino SnSb impide que la grieta se propague, por lo que la propagación de la grieta dentro de la soldadura se puede suprimir.

Efectos ventajosos de la invención

En la aleación de soldadura de acuerdo con la invención, incluso si una prueba de ciclo de temperatura en un intervalo de -40 °C a +125 °C se repite durante aproximadamente 3.000 ciclos, las porciones de junta soldada que tienen una cantidad de soldadura muy pequeña tampoco tienen grietas. Además, incluso en un caso donde se ha producido una grieta, se impide que se propague la grieta en el material de soldadura, con lo cual se pueden presentar unas excelentes características de ciclo de temperatura.

Incluso cuando se utiliza la aleación de soldadura de acuerdo con la invención en un entorno de uso se expone a un ciclo de temperatura que varía de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, usando la aleación de soldadura de acuerdo con la invención en una cantidad muy pequeña de soldadura en la soldadura de un circuito electrónico en un vehículo que tiene una soldadura de filetes y que incluye partes de junta soldada delgadas evita la aparición de grietas en las porciones de junta soldada y suprime la propagación de grietas en la soldadura, incluso si se producen las grietas. En consecuencia, se puede obtener el circuito electrónico de alta fiabilidad en el vehículo y la unidad de circuito electrónico en el vehículo.

Además, la aleación de soldadura de acuerdo con la invención también se previene que tenga grietas que puedan ocurrir en la interfaz de la junta y tiene características particularmente adecuadas para la soldadura de una unidad de ECU.

Mejor modo de realizar la invención

Cuando se añade Sb a la aleación de soldadura de la invención en una cantidad de menos de 1 % en peso, la forma en la que el Sb se dispersa en una matriz Sn no aparece, ni el efecto de refuerzo de solución sólida aparece porque la cantidad Sb es demasiado pequeña. Además, la resistencia al cizallamiento de las porciones de junta soldada también se reduce. Cuando se añade Sb en una cantidad superior a 5 % en peso, el Sb no se refunde a una alta temperatura en exceso de $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ como se ha visto durante el funcionamiento del motor bajo el sol abrasador debido a un aumento en la temperatura líquida. En consecuencia, un compuesto intermetálico SnSb se volvió áspero y la propagación de las grietas en la soldadura no se puede suprimir. Además, puesto que el pico de temperatura durante los aumentos de montaje con el aumento de temperatura líquida, Cu interconectado en la superficie de una placa de circuito impreso se funde en la soldadura, por lo que una capa de compuesto intermetálico hecha de SnCu tales como Cu_6Sn_5 y que tiene un espesor grande es más probable que se formen en porciones para soldar a la placa de circuito impreso, lo que facilita la grieta de la placa de circuito impreso y las porciones de junta soldada.

Por consiguiente, la cantidad de Sb según la invención es de 1 a 5 % en peso y preferiblemente de 3 a 5 % en peso. En los casos donde Bi a ser descrito posteriormente se va a mezclar, la cantidad Sb es preferiblemente más del 3 %, pero hasta 5 %.

La aleación de soldadura de acuerdo con la invención suprime la aparición y propagación de grietas en la soldadura y también suprime la aparición de grietas en la interfaz de junta soldada entre una pieza de cerámica y una porción de junta soldada. Por ejemplo, la soldadura a un Cu en suelo provoca que un compuesto intermetálico Cu_6Sn_5 se forme en la interfaz de la junta al Cu en suelo, pero Ni contenido en la aleación de soldadura de la invención en una cantidad de 0,01 a 0,2 % en peso se mueve a la parte de interfaz de soldadura en el momento de la soldadura para formar $(\text{CuNi})_6\text{Sn}_5$ en lugar de Cu_6Sn_5 , lo que aumenta la concentración de Ni en la capa de compuesto intermetálico $(\text{CuNi})_6\text{Sn}_5$ en la interfaz. La capa de compuesto intermetálico así formada en la interfaz de soldadura se compone de $(\text{CuNi})_6\text{Sn}_5$ que es más fina y más uniforme en tamaño de partícula que Cu_6Sn_5 . La capa de compuesto intermetálico compuesta de $(\text{CuNi})_6\text{Sn}_5$ más fino tiene el efecto de suprimir grietas que pueden propagarse desde la interfaz. En la capa de un compuesto intermetálico que tiene un tamaño de partícula grande como Cu_6Sn_5 , una grieta que haya ocurrido se propaga a lo largo de las partículas cuyo tamaño es grande y por lo tanto, se propaga rápidamente. En contraste, cuando el tamaño de partícula es muy pequeño, el estrés de una grieta que se haya producido se dispersa en muchas direcciones de tamaño de partícula y, por lo tanto, es posible ralentizar la propagación de la grieta.

Como se describió anteriormente, en la aleación de soldadura de la invención, la adición de Ni sirve para hacer más fino el compuesto intermetálico de la capa de compuesto intermetálico que ocurre en la proximidad de la interfaz de soldadura, suprimiendo así la aparición de grietas y la propagación de grietas una vez que se produzcan. Por lo tanto, también es posible suprimir la aparición y propagación de grietas desde la interfaz de la junta.

Cuando el contenido de Ni es inferior a 0,01 % en peso, el efecto de modificar la interfaz de una porción de junta soldada es insuficiente a causa de un pequeño contenido de Ni en la interfaz de soldadura y por lo tanto no hay ningún efecto supresor de grieta. Cuando el contenido de Ni es superior a 0,2 % en peso, la refundición de Sb añadido de acuerdo con la invención no se produce debido a un aumento en la temperatura líquida y el efecto de mantener el tamaño de partícula del compuesto intermetálico SnSb fina se ve obstaculizado.

En consecuencia, el contenido de Ni de acuerdo con la invención es preferiblemente de 0,01 a 0,2 % en peso, más preferiblemente 0,02 a 0,1 % en peso, e incluso más preferiblemente 0,02 a 0,08 %.

Ag el cual se añade de acuerdo con la invención exhibe el efecto de mejorar la humectabilidad de la soldadura y el efecto de mejorar las características del ciclo de temperatura por la formación de una precipitación y aleación fortalecida de dispersión mediante precipitación de un compuesto similar a una red tal como un compuesto intermetálico Ag_3Sn en la matriz de soldadura.

Cuando el contenido de Ag es menor que 1 % en peso, la aleación de soldadura de la invención no presenta el efecto de mejorar la humectabilidad de la soldadura o tener una red de compuesto intermetálico firme debido a una disminución en la cantidad de precipitación Ag_3Sn . Cuando el contenido de Ag es de más de 4 % en peso, la refundición de Sb añadida de acuerdo con la invención no se produce debido a un aumento en la temperatura

Líquida de soldadura, dificultando así el efecto de refinación del compuesto intermetálico SnSb.

Por lo tanto, se añade Ag según la invención en una cantidad de preferiblemente de 1 a 4 % en peso, y más preferiblemente 3.2 a 3.8 % en peso.

5 Cu que se añade a la aleación de soldadura de la invención tiene el efecto de impedir que Cu contenido en el Cu en suelo se disperse en la aleación de soldadura y el efecto de mejorar las características del ciclo de temperatura por precipitación de un compuesto Cu_6Sn_5 fino en la matriz de soldadura.

10 Cuando el contenido de Cu en la aleación de soldadura de la invención es menos de 0,6 % en peso, Cu contenido en el Cu en suelo no se previene que se disperse en la aleación de soldadura, mientras que cuando Cu se añade en una cantidad superior a 0,8 % en peso, el compuesto intermetálico Cu_6Sn_5 también se precipita en una gran cantidad en la interfaz de la junta. En consecuencia, el crecimiento de las grietas debido a las vibraciones u otro factor se acelera.

15 En la aleación de soldadura de la invención, las características del ciclo de temperatura se pueden mejorar aún más mediante la adición de Bi. Sb añadido en la invención no sólo tiene el efecto de formar una precipitación y la aleación reforzada de dispersión a través de la precipitación del compuesto intermetálico SnSb, pero también tiene el efecto de distorsionar una red de disposición atómica y el fortalecimiento de la matriz Sn penetrando en la red de disposición atómica y siendo sustituido por Sn, mejorando así las características del ciclo de temperatura. Si la soldadura contiene Bi, Bi es sustituido por Sb en este proceso y, por lo tanto, las características del ciclo de temperatura se pueden mejorar aún más porque Bi tiene un peso atómico mayor que Sb y es más eficaz en la distorsión de la red de disposición atómica. Además, Bi no impide la formación del compuesto intermetálico SnSb
20 fino para mantener la precipitación y la aleación de soldadura fortalecida de dispersión.

25 Cuando se añade Bi a la aleación de soldadura de la invención en una cantidad de menos de 1,5 % en peso, no hay ningún efecto de mejorar el ciclo de temperatura porque Bi es menos probable que sea sustituido por Sb para reducir la cantidad del compuesto intermetálico SnSb fino. Cuando se añade Bi en una cantidad superior a 5,5 % en peso, la ductilidad de la aleación de soldadura en sí se reduce para hacer la aleación de soldadura más dura y menos quebradiza. En consecuencia, el crecimiento de las grietas debido a las vibraciones u otro factor se acelera.

Bi se añade a la aleación de soldadura de la invención en una cantidad de preferiblemente de 1,5 a 5,5 %.

Además, la aleación de soldadura de la invención puede mejorar el efecto de Ni de acuerdo con la invención mediante la adición de Co o Fe o ambos de ellos. En particular, Co presenta un excelente efecto.

30 Cuando se añaden Co y Fe a la aleación de soldadura de la invención en una cantidad total de menos de 0,001 % en peso, el efecto de impedir el crecimiento de grietas interfaciales través de la precipitación en la interfaz de la junta no se ve, mientras que cuando se añaden en una cantidad de más del 0,1 % en peso, la capa de compuesto intermetálico formada por precipitación interfacial tiene un mayor espesor para acelerar el crecimiento de las grietas debido a las vibraciones u otro factor.

Co se añade según la invención en una cantidad de 0.001 a 0,1 % en peso.

35 Como se desprende de la descripción dada anteriormente, la aleación de soldadura de acuerdo con la invención tiene excelentes características del ciclo de calor y suprime la aparición y propagación de grietas en la soldadura. En consecuencia, el crecimiento y la propagación de las grietas no se aceleran, incluso cuando se utiliza la aleación de soldadura en un automóvil usado en un estado en el que está continuamente sometido a vibraciones, en definitiva, como una aleación en el vehículo. En consecuencia, se observa que la aleación de soldadura de acuerdo con la
40 invención que tiene características particularmente notables como se describió anteriormente es particularmente adecuada para la soldadura de un circuito electrónico para ser montado en un automóvil.

45 La expresión "excelentes características del ciclo de calor" como se usa en la descripción se refiere a un estado en el que la relación de aparición de grietas después de 3.000 ciclos es de hasta 90 % y el rango de resistencia de cizalladura residual después de 3.000 ciclos como anteriormente se menciona es al menos 30 %, incluso en una prueba de ciclo de calor llevada a cabo a -40 °C o menos y 125 °C o más.

50 Tales características significan que el circuito electrónico en el vehículo no está roto, en otras palabras, no es puesto en un estado inutilizable o mal funcionamiento incluso cuando la aleación de soldadura se utiliza en condiciones muy severas como en la prueba de ciclo de calor anterior, y la aleación de soldadura es altamente fiable como la aleación de soldadura particularmente para uso en soldadura de ECU. La aleación de soldadura de la invención también tiene un alto rango de resistencia de cizalladura residual después del paso de los ciclos de temperaturas. Más específicamente, la resistencia a las fuerzas externas, por ejemplo, la resistencia a la cizalladura contra fuerzas externas que son aplicadas desde el exterior por una colisión, vibraciones y similares no disminuye incluso después de un largo período de uso.

55 Como se describió anteriormente, la aleación de soldadura de acuerdo con la invención es una aleación de soldadura que exhibe excelentes características del ciclo de calor cuando se utiliza más específicamente en la

soldadura de un circuito electrónico en el vehículo o en la soldadura de un circuito electrónico de ECU.

El "circuito electrónico" es un sistema que permite que se logre una función deseada como un todo por una combinación electrónica de una pluralidad de partes electrónicas que tienen sus propias funciones.

5 Las partes electrónicas ejemplares que configuran el circuito electrónico como se describe anteriormente incluyen una parte del resistor del chip, una parte de resistencia múltiple, un QFP, un QFN, un transistor de potencia, un diodo, y un condensador. Un circuito electrónico que incorpora alguna de estas piezas electrónicas se proporciona en una placa para configurar una unidad de circuito electrónico.

10 Según la invención, la placa que configura la unidad de circuito electrónico como se describe anteriormente, como se ejemplifica por una placa de circuito impreso no está particularmente limitada. El material de la junta también no está particularmente limitado y una tabla de ejemplo incluye una placa de plástico resistente al calor (por ejemplo, FR-4 que tiene una Tg alta y un bajo CTE). La placa de circuito impreso es preferiblemente obtenida por tratamiento de la superficie de Cu en suelo con sustancias orgánicas (Materiales OSP (Protección de superficie orgánica)), tales como aminas e imidazoles.

15 La soldadura libre de plomo de acuerdo con la invención tiene la forma para su uso en partes de junta soldada finas y por lo tanto se utiliza generalmente en forma de pasta de soldadura en la soldadura por reflujo, pero puede ser utilizada como una preforma de soldadura que tiene la forma de bola, gránulo, arandela o similar.

Ejemplo 1

20 En la Tabla 1, la temperatura líquida, el tamaño de partícula SnSb como el valor inicial y después de 1.500 ciclos en la prueba de ciclo de temperatura, y la relación de la grieta de las respectivas aleaciones de soldadura de la Tabla 1 se midieron por los métodos siguientes.

(Prueba de Fusión de Soldadura)

25 Cada aleación de soldadura en la Tabla 1 se preparó para medir la temperatura de fusión de la soldadura. La temperatura de solidificación se midió mediante un método de acuerdo con JIS Z3198-1. La temperatura líquida no se mide mediante la aplicación de JIS Z3198-1 pero por el mismo método DSC como el método de medición de la temperatura de solidificación de acuerdo con JIS Z3198-1.

Los resultados se muestran en la columna de "temperatura líquida" en la Tabla 1.

(Prueba del Ciclo de Temperatura)

30 Cada aleación de soldadura en la Tabla 1 se atomizó para formar polvo de soldadura. El polvo de soldadura se mezcló con fundente de soldadura incluyendo la resina de pino, un disolvente, un activador, un agente tixotrópico, un ácido orgánico y similares para preparar pasta de soldadura de cada aleación de soldadura. La pasta de soldadura se imprime en una placa de circuito impreso de seis capas (material: FR-4) con una máscara de metal de 150 µm. Entonces, resistencias de chips 3216 se montaron por un montador y se sometieron a soldadura por reflujo en condiciones de una temperatura máxima de 235 °C y un tiempo de retención de 40 segundos, preparando de este modo una placa de prueba.

35 La placa de prueba obtenida por soldadura con aleación de soldadura se puso en un probador de ciclo de temperatura fijado en condiciones de una baja temperatura de -40 °C, una temperatura alta de +125 °C y un tiempo de retención de 30 minutos, sacado del probador de ciclo de temperatura después de 1.500 ciclos después de la medición del valor inicial, y se observaron con un microscopio electrónico con una ampliación de 3.500x para medir el tamaño medio de partícula de las partículas de compuesto intermetálico SnSb en la matriz Sn de la aleación de soldadura.

Los resultados se muestran en las columnas de "relación de grietas" y el "tamaño de partícula SnSb" en la Tabla 1.

En la Tabla 1, *1 muestra que el compuesto intermetálico SnSb no fue visto y la medición no se pudo hacer y *2 muestra que la soldadura tenía una alta temperatura líquida y la soldadura no pudo realizarse bajo una condición de reflujo de 235 °C.

45 (Relación de grietas)

La relación de aparición de grietas sirve para saber hasta qué grado la región donde se producen grietas se extiende con respecto a la longitud de la grieta asumida. Después de la medición del tamaño de partícula SnSb, se observó el estado de grietas usando un microscopio electrónico con un aumento de 150x y la longitud de grieta total fue asumida para medir la relación de grieta.

50 Relación de Grieta (%) = (longitud total de grieta/ longitud total de grieta asumida) x 100

La "longitud total de grieta asumida" tal como se utiliza aquí, se refiere a la longitud de una grieta en el momento de la rotura completa.

La relación de la grieta es una relación obtenida por medio de la profundización de la longitud total de una pluralidad de grietas 7 mostradas en la figura 5 por la longitud de una ruta 8 que se supone que las grietas siguen.

5 Los resultados se muestran en la Tabla 1.

[Tabla 1]

	Composición de soldadura (% en peso)						Temperatura liquidus	Tamaño de partícula SnSb (μm)	
	Sn	Ag	Cu	Ni	Sb	Bi		Inicial	1500 ciclos
Ejemplo 5 no reivindicado	Equilibrio	3,4	0,7	0,04	5	4	223	0,4	0,5
Ejemplo comparativo 1	Equilibrio	3,4	0,7	0,04	0,1	-	219	*1	*1
Ejemplo comparativo 2	Equilibrio	3,4	0,7	0,04	8	-	245	*2	*2
Ejemplo comparativo 3	Equilibrio	0,3	0,3	0,4	0,2	1	231	*1	*1
Ejemplo comparativo 4	Equilibrio	3	1	0,04	10	-	257	*2	*2

La Tabla 1 revela que incluso después de 1.500 ciclos en la prueba de ciclo de temperatura, los granos de cristal SnSb no se vuelven ásperos, pero permanecen sin cambios desde el valor inicial.

10 La figura 3 muestra el estado de un compuesto intermetálico 7 SnSb en la aleación de soldadura en el Ejemplo 5 no reivindicado después de 3.000 ciclos en la prueba de ciclo de temperatura según se tomó con un microscopio electrónico con una ampliación de 3.500x. El compuesto intermetálico SnSb en el Ejemplo 5 no reivindicado es fino y se dispersa uniformemente en la soldadura. Por lo tanto, no importa donde se quebró la aleación de soldadura, se impide que la grieta entre en el compuesto intermetálico SnSb.

15 La figura 4 muestra el estado del compuesto intermetálico 7 SnSb en la aleación de soldadura en el Ejemplo Comparativo 4 después de 3.000 ciclos en la prueba de ciclo de temperatura según se tomó con un microscopio electrónico con una ampliación de 3.500x. El compuesto intermetálico SnSb en este Ejemplo Comparativo la característica de áspero y las grietas no pueden prevenirse para que se produzcan en el compuesto intermetálico SnSb.

Ejemplo 2

20 A continuación, en la Tabla 2, la relación de aparición de grietas y la resistencia de cizallamiento residual después de 3.000 ciclos en la prueba del ciclo de temperatura se midieron en las respectivas aleaciones de soldadura en la Tabla 2. El método de medición de la relación de aparición de grietas fue la misma que en la Tabla 1, pero el número de ciclos fue cambiado a 3.000 ciclos. El método de medición de la tasa de resistencia de la cizalladura residual es como se describe a continuación.

25 (Tasa de Resistencia de Cizallamiento Residual)

La tasa de resistencia de la cizalladura residual sirve para saber en qué medida la resistencia se mantiene después de la prueba de ciclo de temperatura con respecto a la resistencia del cizallamiento de la porción de junta soldada en el estado inicial.

30 La prueba de resistencia del cizallamiento se llevó a cabo a temperatura ambiente bajo condiciones de una tasa de prueba de 6 mm/min y una altura de prueba de 50 μm utilizando un probador de resistencia conjunta STR-1000.

Los resultados se compilan en la Tabla 2.

5 La figura 6 muestra un gráfico en el que la relación de aparición de grietas y la tasa de resistencia de cizalladura residual se representan con respecto al contenido de Sb en las aleaciones de soldadura basadas en Sn-Ag-Cu-Ni-Sb en la Tabla 2. Cuando el contenido de Sb está en un rango de 1.0 a 5.0 % de acuerdo con la invención, la relación de aparición de grietas es de hasta 90 % y la tasa de resistencia de cizalladura residual es 30 % o más, y la aleación de soldadura obtenida de acuerdo con la invención tiene excelentes características del ciclo de temperatura y es resistente al impacto de una colisión o similares.

10 La figura 7 muestra un gráfico en el que la relación de aparición de grietas se traza sobre una base de contenido de Sb con respecto al contenido de Bi en las aleaciones de soldadura basadas en Sn-Ag-Cu-Ni-Sb-Bi en la Tabla 2. Cuando el contenido de Bi está en un rango de 1,5 a 5,5 % de acuerdo con la invención y el contenido de Sb es de 1 a 5 %, la relación de aparición de grietas es de hasta 90 %, y las características del ciclo de temperatura son excelentes y la aparición de grietas se puede suprimir.

15 La figura 8 muestra un gráfico en el que la tasa de resistencia de cizalladura residual se traza sobre una base de contenido de Sb con respecto al contenido de Bi en las aleaciones de soldadura basadas en Sn-Ag-Cu-Ni-Sb-Bi en la Tabla 2. Cuando el contenido de Bi está un rango de 1,5 a 5,5 % de acuerdo con la invención y el contenido de Sb es de 1 a 5 %, la tasa de resistencia de cizalladura residual es 30 % o más. Las aleaciones de soldadura son resistentes al impacto de una colisión o similares y la aparición de grietas se puede eliminar.

20 En consecuencia, en la aleación de soldadura de acuerdo con la invención, los granos de cristal SnSb no se hacen ásperos, pero permanecen sin cambios desde el valor inicial incluso bajo condiciones severas de temperatura que van desde -40 °C a +125 °C que son necesarias para el sustrato de ECU del automóvil, y como resultado, la aparición de grietas que puedan producirse desde el interior de la soldadura también se puede reducir en comparación con otras aleaciones de soldadura.

Aplicabilidad industrial

25 La aleación de soldadura libre de plomo de acuerdo con la invención puede ser un material de soldadura que tiene una forma no sólo para la soldadura por reflujo, sino también para la soldadura de flujo, tal como una forma de lingote, una forma de barra o una forma lineal, o una soldadura de núcleo de colofonia que tiene una forma para soldadura manual.

Breve descripción de las figuras

30 La figura 1 es un diagrama esquemático de la periferia de una porción de junta soldada en un circuito electrónico convencional.

La figura 2 es un diagrama esquemático de la periferia de una porción de junta soldada en un circuito electrónico en el vehículo de acuerdo con la presente solicitud.

35 La figura 3 es una micrografía electrónica que muestra el estado de un compuesto intermetálico SnSb en una aleación de soldadura de acuerdo con la invención (Ejemplo 5 no reivindicado) después de 3.000 ciclos en la prueba de ciclo de temperatura.

La figura 4 es una micrografía electrónica que muestra el estado de un compuesto intermetálico SnSb en una aleación de soldadura de acuerdo con un ejemplo comparativo (Ejemplo Comparativo 4) después de 3.000 ciclos en la prueba de ciclo de temperatura.

La figura 5 es un diagrama esquemático que muestra un método de cálculo de la relación de la grieta.

40 La figura 6 es un gráfico en el que la proporción de aparición de grietas y la tasa de resistencia de cizalladura residual se representan con respecto al contenido de Sb (sin Bi) basado en la Tabla 2.

La figura 7 es un gráfico en el que la relación de aparición de grietas se representa con respecto al contenido de Bi basado en la Tabla 2.

La figura 8 es un gráfico en el que la tasa de resistencia de cizalladura residual se representa gráficamente con respecto al contenido de Bi basado en la Tabla 2.

Descripción de los símbolos

- 45
- 1 parte del chip
 - 2 aleación de soldadura
 - 3 placa
 - 4 Cu en suelo
 - 50 5 Capa de compuesto intermetálico
 - 6 Camino en el que siguen las grietas
 - 7 Compuesto intermetálico SnSb
 - 8 Camino en el que se asume que siguen las grietas

REIVINDICACIONES

1. Una aleación de soldadura libre de plomo que consiste en: 1 a 4 % en peso de Ag; 0,6 a 0,8 % en peso de Cu; 3 a 5 % en peso de Sb; 0,01 a 0,2 % en peso de Ni; 5,0 a 5,5 % en peso de Bi, Co opcionalmente en una cantidad del 0,001 al 0,1 % en peso y Sn el resto.
- 5 2. La aleación de soldadura libre de plomo según la reivindicación 1, que comprende Co en una cantidad del 0,001 al 0,1 % en peso.
3. La aleación de soldadura libre de plomo según la reivindicación 1 o 2, que comprende Ag en una cantidad del 3,2 al 3,8 % en peso.
- 10 4. La aleación de soldadura libre de plomo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que una tasa de resistencia de cizallamiento residual después de 3.000 ciclos de un ensayo de ciclo de temperatura con respecto a un valor inicial es del 30 % o más.
5. La aleación de soldadura libre de plomo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la aleación de soldadura se une a una placa que se ha sometido a un proceso de Cu-OSP.
- 15 6. Un circuito electrónico en un vehículo que comprende una porción de junta soldada que comprende la aleación de soldadura libre de plomo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Un circuito electrónico ECU que comprende una porción de junta soldada que comprende la aleación de soldadura libre de plomo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
8. Una unidad de circuito electrónico en un vehículo, que comprende el circuito electrónico según la reivindicación 6.
9. Una unidad de circuito electrónico ECU que comprende el circuito electrónico ECU según la reivindicación 7.
- 20 10. Uso de la aleación de soldadura libre de plomo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 para una porción de junta soldada de un circuito electrónico en un vehículo.
11. Uso según la reivindicación 10, en el que la aleación de soldadura libre de plomo se usa para soldadura de reflujo, en particular, para soldadura de reflujo de dos lados.

FIG.1

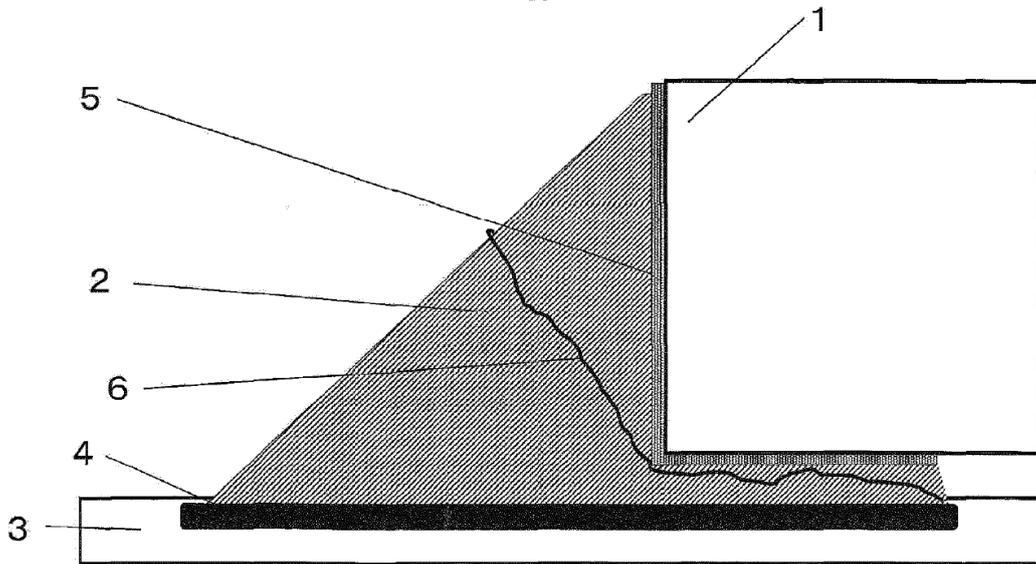


FIG.2

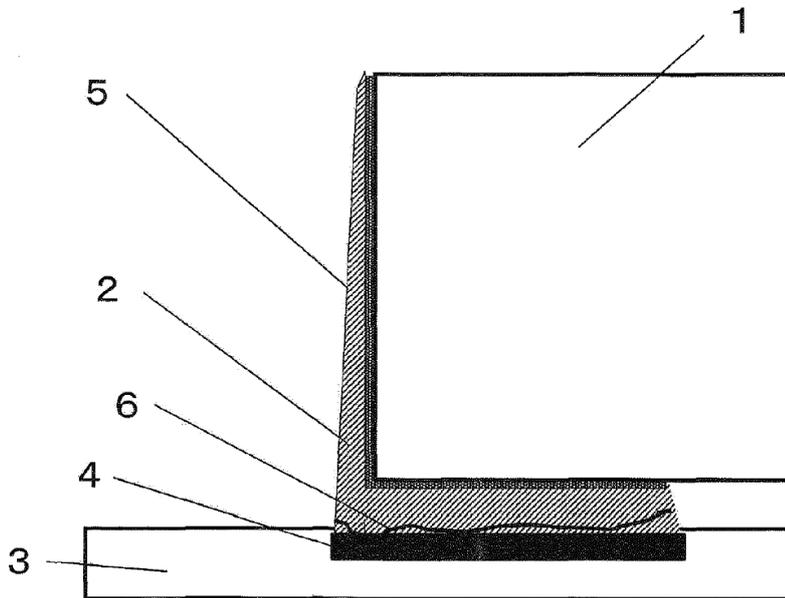


FIG.3

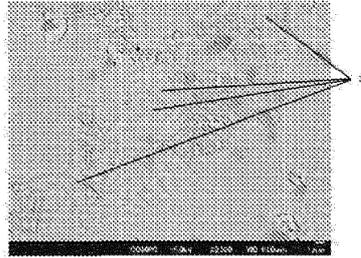


FIG.4

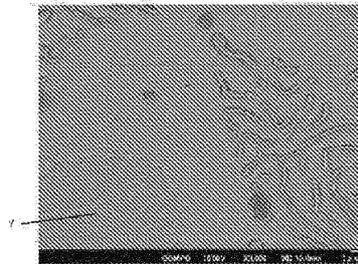


FIG.5

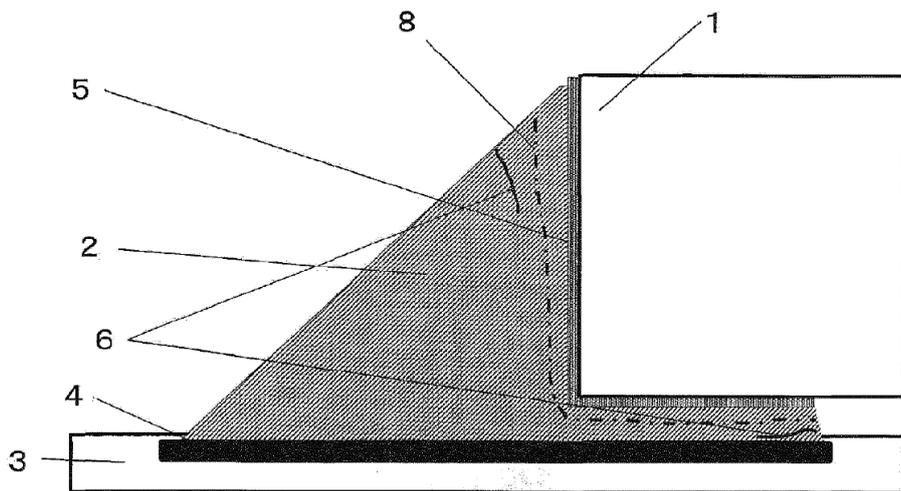


FIG.6

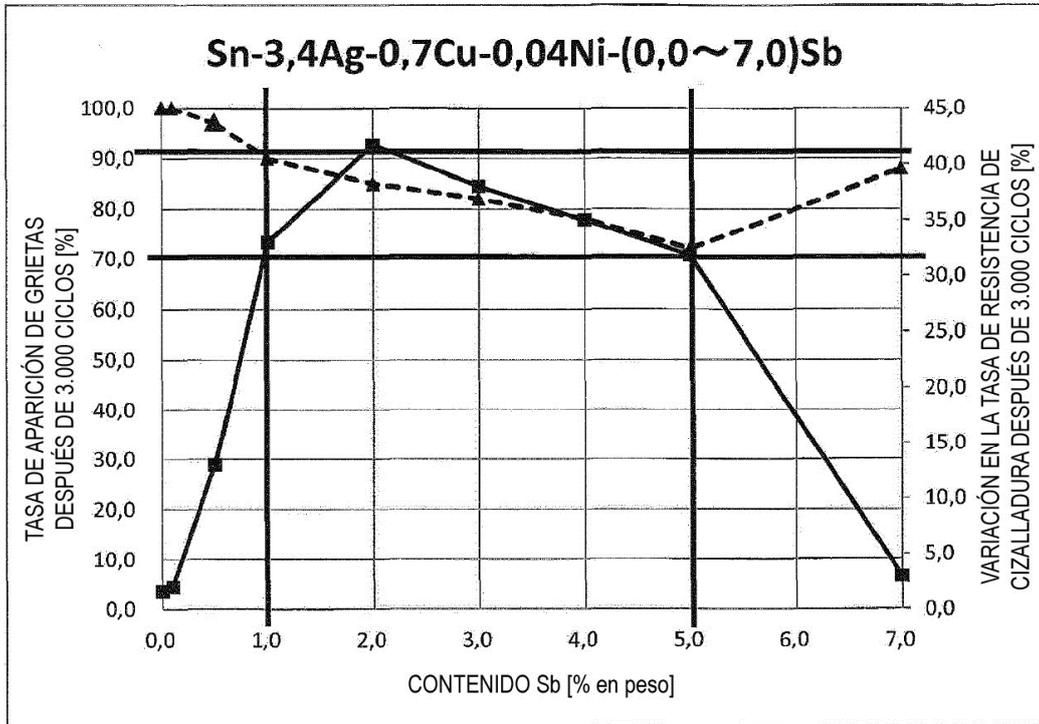


FIG.7

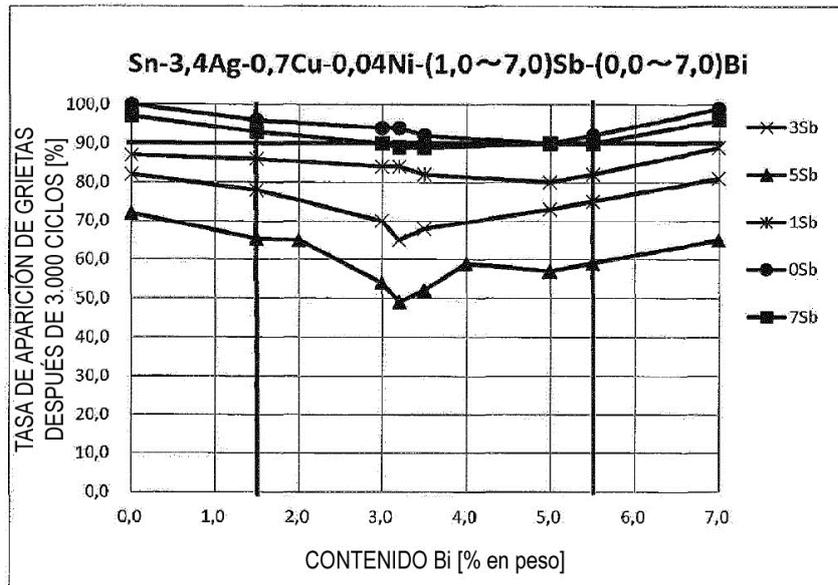


FIG.8

