

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 260**

51 Int. Cl.:

C23C 28/02	(2006.01)	C22C 9/06	(2006.01)
C22C 5/02	(2006.01)	C22C 13/00	(2006.01)
C22C 5/04	(2006.01)	C22C 13/02	(2006.01)
C22C 5/06	(2006.01)	C22C 19/03	(2006.01)
C22C 5/08	(2006.01)	C22C 19/07	(2006.01)
C22C 5/10	(2006.01)	H01B 1/02	(2006.01)
C22C 9/00	(2006.01)	H01R 4/58	(2006.01)
C22C 9/02	(2006.01)	H01R 13/03	(2006.01)
C22C 9/04	(2006.01)	H05K 1/09	(2006.01)
C22C 9/05	(2006.01)	H05K 3/24	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2013 PCT/JP2013/051633**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2013 WO13140850**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2013 E 13763959 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017 EP 2829637**

54 Título: **Material metálico para componente electrónico, terminales de conector obtenido utilizando el mismo, conector y componente electrónico**

30 Prioridad:

23.03.2012 JP 2012068148
16.05.2012 JP 2012112634

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.02.2018

73 Titular/es:

JX NIPPON MINING & METALS CORP. (100.0%)
6-3, Otemachi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8164, JP

72 Inventor/es:

SHIBUYA, YOSHITAKA;
FUKAMACHI, KAZUHIKO y
KODAMA, ATSUSHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 652 260 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Material metálico para componente electrónico, terminales de conector obtenido utilizando el mismo, conector y componente electrónico

[Campo técnico]

- 5 La presente invención se refiere a un material metálico para componentes electrónicos, y terminales de conectores, conectores y componentes que lo utilizan.

[Antecedentes técnicos]

10 En conectores como componentes de conexión para dispositivos electrónicos para uso de consumidores y para uso en vehículos, se utilizan materiales en los cuales se aplica chapado de base de Ni o Cu a la superficie de materiales de latón o bronce fosforoso y aleaciones y se aplica además chapado de Sn o de aleación de Sn al chapado de base. Se requiere generalmente que el chapado de Sn o de aleación de Sn tenga propiedades tales como baja resistencia de contacto y elevada capacidad de humectación de soldador y, además, se ha requerido también recientemente la reducción de la fuerza de inserción en el momento de la unión conjunta de un terminal macho y un terminal hembra moldeados mediante procesamiento de presión de materiales de chapado. En el procedimiento de producción, sobre la superficie de chapado, ocurren algunas veces formaciones cristalinas filamentosas, que son cristales de aguja, que causan problemas tales como la formación de cortocircuitos, y por tanto se requiere que tales formaciones cristalinas sean suprimidas satisfactoriamente.

15 A este respecto, Bibliografía 1 de Patentes (Patente japonesa Abierta No. Hei 4-370613) describe un material de contacto eléctrico que incluye una material de base de contacto, una capa de fondo compuesta de Ni o Co, o una aleación de Ni y Co y formada sobre la superficie del material de base de de contacto, y una capa de aleación de Ag-Sn formada sobre la superficie de la capa de fondo, en la que la concentración media de Sn en la capa de aleación de Ag-Sn es menor que 10% en masa, y la concentración de Sn en la capa de aleación de Ag-Sn es variada con un gradiente de concentración de manera que aumenta desde la interfaz con la capa de fondo hacia la parte de capa de la superficie de la capa de aleación de Ag-Sn. De acuerdo con la Bibliografía 1 de Patentes, se describe un excelente material de contacto eléctrico en resistencia al desgaste, resistencia a la corrosión y capacidad de procesamiento, y el material de contacto eléctrico se describe como capaz de ser producido a un coste extremadamente bajo.

20 La Bibliografía 2 de Patentes (Patente japonesa abierta No. Hei 11-350189) describe un material para componentes eléctricos/electrónicos en el que se forma, sobre la superficie de un sustrato que tiene una superficie compuesta de Cu o de una aleación de Cu, por la intermediación de una capa intermedia compuesta de una capa de Ni o una capa de aleación de Ni, una capa superficial compuesta de una capa de Sn o una capa de aleación de Sn, conteniendo cada una de estas capas un compuesto de Ag_3Sn (fase ϵ) y que tiene un espesor de 0,5 a 20 μm . Como se describe en la Bibliografía 2 de Patentes, un objeto de la invención descrita en la Bibliografía 2 de Patentes es proporcionar un material para componentes eléctricos/electrónicos, en el que la capa superficial es de punto de fusión menor que el Sn, de excelente capacidad de soldadura y exenta de la aparición de formación cristalina filamentosas; la resistencia de unión de la unión formada después de la soldadura es elevada y, al mismo tiempo, es difícilmente causada la degradación temporal de la resistencia de unión a elevadas temperaturas, y por tanto el material es apropiado para un material de plomo; incluso cuando se usa el material en un entorno de alta temperatura, se suprime el aumento de la resistencia de contacto, el material no causa la degradación de la fiabilidad de la conexión con el miembro de la parte contraria, y por tanto el material es apropiado como un material de contacto, incluyendo también el objeto la aportación de un método para la producción del material anteriormente descrito, y la creación de componentes eléctricos/electrónicos que utilizan el material anteriormente descrito.

[Compendio de la invención]

45 Sin embargo, la técnica descrita en la Literatura 1 de Patentes no ha revelado la relación con la reducción requerida recientemente de la fuerza de inserción y la relación con la aparición y no aparición de las formaciones cristalinas filamentosas. La concentración media de Sn en la capa de aleación de Ag-Sn es menos que 10% en masa, y la proporción de Ag en la capa de aleación de Ag-Sn es considerablemente grande, y por tanto no es suficiente la resistencia a la corrosión por gases, contra los gases tales como gas de cloro, gas de ácido sulfuroso y sulfuro de hidrógeno.

50 La técnica descrita en la Bibliografía 2 de Patentes adopta una capa superficial compuesta de una capa de Sn o una capa de aleación de Sn, conteniendo cada una de estas capas un compuesto de Ag_3Sn (fase ϵ) que tiene un espesor de 0,5 a 20 μm , y este espesor no puede reducir lo suficiente la fuerza de inserción, como sucede también en el caso de la Bibliografía 1 de Patentes. Además, se describe que el contenido de Ag_3Sn (fase ϵ) en la capa superficial compuesta de una capa de Sn o una capa de aleación de Sn es de 0,5 a 5% en masa, en términos del contenido de Ag, es grande la proporción de Sn en la capa superficial compuesta de una capa de Sn o una capa de aleación de Sn, es grande el espesor de la capa superficial compuesta de una capa de Sn o una capa de aleación de Sn y por lo tanto permanece sin resolver la aparición de formaciones cristalinas filamentosas.

5 Como se ha descrito anteriormente, los materiales metálicos para componentes electrónicos que tienen una estructura de chapado convencional de base de aleación de Sn-Ag/Ni adolece de problemas que implican la función de inserción/extracción y de formaciones cristalinas filamentosas, encuentran dificultades en la consecución de especificaciones suficientemente satisfactorias con respecto a la durabilidad (incluyendo, por ejemplo, resistencia al calor, resistencia a la corrosión por gases, elevada capacidad de humectación de soldador y resistencia al desgaste por deslizamiento lento), y no se han aclarado todavía las razones de tales dificultades.

10 La presente invención ha sido conseguida con el fin de resolver los problemas anteriormente mencionados, y un objeto de la presente invención es proporcionar un material metálico para componentes electrónicos, que tenga un bajo grado de fuerza de inserción/extracción (el bajo grado de fuerza de inserción/extracción significa la baja fuerza de inserción generada en el momento de unir juntos un terminal macho y un terminal hembra), un bajo grado de formación de cristalización filamentososa y una elevada durabilidad, y la creación de terminales de conectadores, conectadores y componentes electrónicos que utilicen el material.

15 Los presentes inventores hicieron un estudio concienzudo y, como consecuencia, han descubierto que un material metálico para componentes electrónicos, provisto con todo de un grado bajo de fuerza de inserción/extracción, un bajo grado de formación de cristalización filamentososa y una elevada durabilidad, puede ser preparado disponiendo una capa inferior y una capa superior, en este orden, sobre un material de base, y utilizando un metal predeterminado para cada una de las capas inferior y superior para formar una capa que tenga un espesor predeterminado o una cantidad de deposición predeterminada y una composición predeterminada.

20 La presente invención, perfeccionada sobre la base de los descubrimientos anteriormente descritos, es, en un aspecto de la misma, un material metálico para componentes electrónicos excelente en el bajo grado de formación de crecimientos cristalinos filamentosos, bajo grado de fuerza de inserción/extracción, excelentes resistencia al desgaste por deslizamiento lento y resistencia a la corrosión por gases, que incluye un material de base; sobre el material de base, una capa inferior que comprende uno o dos o más elementos seleccionados del grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu; y, sobre la capa inferior, una capa superior que comprende una aleación de uno o ambos de Sn e In (elementos A constituyentes) y uno o dos o más seleccionados de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir (elementos constituyentes B), en el que el espesor de la capa inferior es de 0,05 μm o más; el espesor de la capa superior es de 0,005 μm o más y 0,6 μm o menos; y, en la capa superior, la relación entre el o los elementos constituyentes A/(el o los elementos constituyentes A + el o los elementos constituyentes B) [% en masa] (en lo que sigue, referida como la proporción de Sn + In) y el espesor de chapado [μm] está dado por:

$$30 \quad \text{espesor de chapado} \leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66},$$

en el que (proporción de Sn + In) \geq 10 % en masa.

En la presente invención, la proporción de Sn + In [% en masa] excluye 0 y 100% en masa.

35 El material metálico para componentes electrónicos de la presente invención es, en otro aspecto de la misma, un material metálico para componentes electrónicos excelente en el bajo grado de formación de cristalización filamentososa, bajo grado de fuerza de inserción/extracción, excelentes resistencia al desgaste por deslizamiento lento y resistencia a la corrosión por gases, que incluye un material de base; sobre el material de base, una capa inferior que comprende uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu; y, sobre la capa inferior, una capa superior que comprende una aleación de uno o ambos de Sn e In (elementos constituyentes A) y uno o dos o más seleccionados de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir (elementos constituyentes B), en el que la cantidad de deposición de chapado de la capa inferior es de 0,03 mg/cm^2 o más; la cantidad de deposición de chapado de la capa superior es de 7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o más y 600 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o menos; y en la capa superior la relación entre el o los elementos constituyentes A/(el o los elementos constituyentes A + el o los elementos constituyentes B) [% en masa] (en lo que sigue referida como la proporción de Sn + In) y la cantidad de deposición de chapado [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] está dada por:

$$45 \quad \text{cantidad de deposición de chapado} \leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66},$$

donde (proporción de Sn + In) \geq 10% en masa.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en una realización de la misma, el espesor del chapado de la capa superior es de 0,05 μm o más.

50 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización de la misma, la cantidad de deposición de chapado de la capa superior es de 40 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o más.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, la relación entre la proporción de Sn + In [% en masa] y el espesor del chapado [μm] de la capa superior está dado por:

$$\text{espesor de chapado} \geq 0,03 \times e^{0,015 \times (\text{proporción de Sn + In})}$$

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en una realización más de la misma, la relación entre la proporción de Sn + In [% en masa] y la cantidad de deposición de chapado [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] de la capa superior está dada por:

$$\text{cantidad de deposición de chapado} \geq 27,8 \times e^{0,017 \times (\text{proporción de Sn + In})}$$

5 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en otra realización de la misma, la capa superior se forma mediante la difusión del o de los elementos constituyentes A y del o de los elementos constituyentes B bajo las condiciones de que una película del o de los elementos constituyentes B sea formada sobre la capa inferior y a continuación una película del o de los elementos constituyentes A sea formada sobre la capa inferior.

10 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, la difusión se realiza mediante tratamiento térmico.

15 En material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, los elementos constituyentes A en la capa superior es de 50% en masa o más en términos del contenido total de Sn y de In, y la capa superior incluye además uno o dos o más metales seleccionados del grupo que consiste en As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, W y Zn, como los componentes de la aleación.

20 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en otra realización de la misma, los elementos constituyentes B en la capa superior es de 50% en masa o más en términos del contenido total de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir, y la capa superior incluye además uno o dos o más metales seleccionados del grupo que consiste en Bi, Cd, Co, Cu, Fe, In, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, W, Ti y Zn, como los componentes de la aleación.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en otra realización de la misma, la composición de la aleación de la capa inferior incluye Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu en la cantidad total de estos de 50% o más y además incluye uno o dos o más elementos seleccionados del grupo que consiste en B, P, Sn y Zn.

25 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, la dureza Vickers, medida desde la superficie de la capa superior, es de HV 100 o más.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, la dureza de penetración o indentación, medida desde la superficie de la capa superior, es de 1000 MPa o más.

30 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en todavía otra realización de la misma, la dureza Vickers, medida desde la superficie de la capa superior, es Hv 1000 o menos.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, la dureza de penetración, medida desde la superficie de la capa superior, es de 10000 MPa o menos.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en otra realización de la misma, la altura media aritmética (Ra) de la superficie de la capa superior es de 0,1 μm o menos.

35 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, la altura máxima (Rz) de la superficie de la capa superior es de 1 μm o menos.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en todavía otra realización de la misma, la densidad de reflexión de la superficie de la capa superior es de 0,3 o más.

40 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en otra realización de la misma, sobre la base de un análisis de profundidad realizado mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), la posición (D₁) que indica el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Sn o In de los elementos constituyentes A de la capa superior, la posición (D₂) que indica el valor más alto de la concentración (en %) de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os o Ir de los elementos constituyentes B de la capa superior, y la posición (D₃) que indica el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Ni, Cr, Mn, Fe, Co o Cu de la capa inferior, están dispuestos en el orden D₁, D₂ y D₃ a partir de la superficie más externa.

45 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, sobre la base de un análisis de profundidad realizado mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), la profundidad es de 50 nm o más, a la cual el valor más elevado de la concentración atómica (en %) de Sn o In de los elementos constituyentes A de la capa superior y el valor más elevado de la concentración (en %) de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os o Ir de los elementos constituyentes B de la capa superior, son cada uno 10 % o más, y la concentración atómica (en %) de Ni, Cr, Mn, Fe, Co o Cu de la capa inferior es de 25% o más.

50 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en una realización más de la misma, sobre la base de un análisis de profundidad realizado mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de

rayos X), en el intervalo de 0,02 μm desde la superficie más externa, la relación de concentración atómica (en %), los elementos constituyentes A/(los elementos constituyentes A + los elementos constituyentes B) es de 0,1 o más.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en otra realización de la misma, la dureza Vickers de la sección transversal de la capa inferior es Hv 300 o más.

- 5 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización más de la misma, la dureza de penetración de la sección transversal de la capa inferior es de 2500 MPa o más.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en una realización más de la misma, la dureza Vickers de la sección transversal de la capa inferior es Hv 1000 o menos.

- 10 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, todavía en otra realización de la misma, la dureza de penetración de la superficie de la capa inferior es de 10000 MPa o menos.

La presente invención, todavía en otro aspecto de la misma, es un terminal de conector que utiliza, en la parte de contacto del mismo, el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención.

La presente invención es, todavía en otro aspecto de la misma, un conector que utiliza el terminal de conector de la presente invención.

- 15 La presente invención es, todavía en otro aspecto de la misma, un terminal de FFC que utiliza, en la parte de contacto del mismo, el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención.

La presente invención es, todavía en otro aspecto más de la misma, un terminal de FPC que utiliza, en la parte de contacto del mismo, el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención.

- 20 La presente invención es, todavía en un aspecto más de la misma, un FFC que utiliza el terminal de FFC de la presente invención.

La presente invención es, en otro aspecto más de la misma, un FPC que utiliza el terminal de FPC de la presente invención.

- 25 La presente invención es, todavía en otro aspecto de la misma, un componente electrónico que utiliza, en el electrodo del mismo para conexión externa, el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención.

- 30 La presente invención es, en otro aspecto más de la misma, un componente electrónico que utiliza el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en un terminal del mismo de introducción por empuje, para fijar una parte de conexión de cuadro a un cuadro mediante el empuje de la parte de conexión de cuadro en el orificio pasante formado en el cuadro, en el que una parte de conexión de terminal hembra y la parte de conexión de cuadro están dispuestas respectivamente en un lado y el otro lado de una parte de montaje que se ha de unir a un alojamiento.

- 35 De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar un material metálico para componentes electrónicos que tiene un grado inferior de fuerza de inserción/extracción, un bajo grado de formación de cristales filamentosos y una elevada durabilidad, y terminales de conectores, conectores y componentes electrónicos que utilizan el material metálico.

[Breve descripción de los dibujos]

La figura 1 es una vista esquemática que ilustra la estructura del material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una realización de la presente invención; y

- 40 La figura 2 muestra los resultados de la medición de profundidad mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X) de acuerdo con el Ejemplo 17.

[Descripción de realizaciones]

- 45 A continuación se describen los materiales metálicos para componentes electrónicos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la figura 1, el material metálico 10 para componentes electrónicos de acuerdo con una realización incluye un material de base 11, una capa inferior 12 formada sobre la superficie del material de base 11, y una capa superior 13 formada sobre la capa inferior 12.

<Estructura del material metálico para componentes electrónicos>

(Material de base)

Ejemplos utilizables del material de base 11 incluyen, sin limitación particular a ellos: materiales de base metálicos tales como cobre y aleaciones de cobre, materiales basados en Fe, acero inoxidable, titanio y aleaciones de titanio y

aluminio y aleaciones de aluminio. El material de base 11 se puede formar combinando un material de base metálico con una capa de resina. Ejemplos del material de base formados combinando un material de base metálico con una capa de resina incluyen las partes de electrodos en materiales de base de FPC y FFC.

(Capa superior)

- 5 Se requiere que la capa superior 13 comprenda una aleación compuesta de uno o ambos de Sn e In (elementos constituyentes A) y uno o dos o más de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir (elementos constituyentes B).

10 Sn e In son metales oxidables, pero están caracterizados por ser relativamente blandos entre los metales. Por lo tanto, incluso cuando se forma una película de óxido sobre la superficie de Sn o In, por ejemplo en el momento de unir conjuntamente un terminal macho y un terminal hembra usando un material metálico para componentes electrónicos como un material de contacto, la película de óxido es fácilmente raspada para dar lugar al contacto entre metales, y por tanto se obtiene una baja resistencia de contacto.

15 Sn e In tiene una excelente resistencia a la corrosión por gases, contra gases tales como gas cloro, gas de ácido sulfuroso y gas de sulfuro de hidrógeno; por ejemplo, cuando se usa Ag de pequeña resistencia a la corrosión por gases para la capa superior 13, se usa para la capa inferior 12 Ni de escasa resistencia a la corrosión por gases, y se utiliza cobre o una aleación de cobre de pequeña resistencia a la corrosión por gases para el material de base 11, teniendo Sn e In el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión por gases del material metálico para componentes electrónicos. Como para Sn e In, Sn es preferible porque In es fuertemente regulado sobre la base de pautas técnicas para la prevención de dañar la salud, prescritas por la Ordenanza del Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar.

20 Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir están caracterizados por ser relativamente resistentes al calor entre los metales. Por lo tanto, estos metales suprimen la difusión de la composición del material de base 11 o de la capa inferior 12 hacia el lado de la capa superior 13 para mejorar la resistencia al calor. Estos metales forman también compuestos con Sn o In en la capa superior 13 para suprimir la formación de la película de óxido de Sn o In, de manera que mejoran la capacidad de humectación del soldador. Entre Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir, Ag es más deseable desde el punto de vista de la conductividad eléctrica. Ag tiene una elevada conductividad eléctrica. Por ejemplo, cuando se usa Ag para señales de ondas de alta frecuencia, la resistencia de impedancia se hace baja debido al efecto película.

30 Se requiere que el espesor de la capa superior 13 sea de 0,005 μm o más y de 0,6 μm o menos. Cuando el espesor de la capa superior 13 es menor que 0,005 μm , la resistencia a la corrosión por gases es pequeña, y la apariencia exterior de la capa superior 13 se decolora cuando se realiza un ensayo de corrosión por gases. Además, la resistencia al desgaste por deslizamiento lento es también pequeña y se incrementa la resistencia de contacto. Por otra parte, cuando el espesor de la capa superior 13 supera 0,6 μm , el desgaste de adhesivo de Sn o In es significativo, y el efecto de lubricación de película delgada debido al duro material de base 11 o a la capa inferior se degrada para aumentar la fuerza de inserción/extracción y para hacer que aparezcan formaciones cristalinas filamentosas.

35 Se requiere que la cantidad de deposición de la capa superior 13 sea de 7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o más y de 600 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o menos. Aquí se describe la razón para definir en términos de la cantidad de deposición. Por ejemplo, cuando el espesor de la capa superior 13 se mide con un medidor de espesor de análisis fluorescente de rayos X, ocurren a veces errores en el valor del espesor medido, debido a la capa de aleación formada entre la capa superior 13 y la capa inferior 12. Por otra parte, cuando el espesor es controlado por la cantidad de deposición, se puede realizar un control de calidad más exacto, independientemente del estado de formación de la capa de aleación.

45 Cuando la cantidad de deposición de la capa superior 13 es menor que 7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, la resistencia a la corrosión por gases es escasa y, cuando se realiza un ensayo de corrosión por gases, la apariencia exterior de la capa superior 13 es descolorida. La resistencia al desgaste por deslizamiento lento es también escasa para aumentar la resistencia de contacto. Por otra parte, cuando la cantidad de deposición de la capa superior 13 excede de 600 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, el desgaste de adhesivo de Sn o In es significativo, y el efecto de lubricación de película delgada, debido al duro material de base 11 o a la capa inferior, se degrada para aumentar la fuerza de inserción/extracción y para causar la aparición de formaciones cristalinas filamentosas.

50 En la capa superior, la relación entre el o los elementos constituyentes A/(el o los elementos constituyentes A + el o los elementos constituyentes B) (% en masa) (a la que se hace referencia en lo que sigue como la proporción de Sn + In) y se requiere que el espesor de chapado (μm) esté dado por

espesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn} + \text{In})^{-0,66}$, siendo (proporción de Sn + In) $\geq 10\%$ en masa. Cuando el espesor de chapado no cae dentro de este intervalo, la fuerza de inserción es elevada, con lo que se degrada la función de inserción/extracción, se hace que ocurran formaciones cristalinas filamentosas, se degrada también la resistencia al desgaste por deslizamiento lento y la resistencia a la corrosión por gases es también escasa.

55 En la capa superior, la relación entre el o los elementos constituyentes A/(el o los elementos constituyentes A + el o los elementos constituyentes B) (% en masa) (a la que se hará referencia en lo que sigue como la proporción de Sn + In) y la cantidad de deposición de chapado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) se requiere que sea dada por

ES 2 652 260 T3

cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn} + \text{In})^{-0.66}$, siendo $(\text{proporción de Sn} + \text{In}) \geq 10\%$ en masa

5 Cuando la cantidad de deposición de chapado no cae dentro de este intervalo, la fuerza de inserción es elevada de manera que se degrada la función de inserción/extracción, se causa la aparición de formaciones cristalinas filamentosas, la resistencia a la humedad es también escasa y se degrada también la resistencia al desgaste por deslizamiento lento.

El espesor de la capa superior 13 es preferiblemente de $0,05 \mu\text{m}$ o más. Cuando el espesor de la capa superior 13 es menor que $0,05 \mu\text{m}$, es escasa algunas veces la resistencia de inserción/extracción, y las operaciones repetidas de inserción/extracción raspan la capa superior para aumentar la resistencia de contacto.

10 La cantidad de deposición de la capa superior 13 es preferiblemente de $40 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ o más. Cuando la cantidad de deposición de la capa superior 13 es menor que $40 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, es escasa algunas veces la resistencia de inserción/extracción y operaciones repetidas de inserción/extracción raspan a veces la capa superior para aumentar la resistencia de contacto.

15 En la capa superior 13, la relación entre la proporción de Sn + In (% en masa) y el espesor de chapado (μm) está dada preferiblemente por:

$$\text{espesor de chapado} \geq 0,03 \times e^{0,015 \times (\text{proporción de Sn} + \text{In})}$$

Cuando el espesor de chapado no cae dentro de este margen, algunas veces la resistencia al calor y la capacidad de humectación de soldador son pequeñas.

20 En la capa superior 13, la relación entre la proporción de Sn + In (% en masa) y la cantidad de deposición de chapado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) está preferiblemente dada por:

$$\text{cantidad de deposición de chapado} \geq 27,8 \times e^{0,017 \times (\text{proporción de Sn} + \text{In})}$$

Cuando la cantidad de deposición no cae dentro de este intervalo, a veces son escasas la resistencia al calor y la capacidad de humectación de soldador.

25 En la capa superior 13, la cantidad de los elementos constituyentes A puede ser 50% en peso o más en términos de la cantidad total de Sn e In, y el componente de aleación residual puede estar compuesto de uno o dos o más metales seleccionados del grupo que consiste en Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, W y Zn. Estos metales mejoran a veces más el bajo grado de fuerza de inserción/extracción, el bajo grado de formación de cristales filamentosos y la durabilidad (incluyendo, por ejemplo, la resistencia al calor, la resistencia a la corrosión por gases y la capacidad de humectación de soldador).

30 En la capa superior 13, la cantidad de los elementos constituyentes B puede ser de 50% en masa o más, en términos de la cantidad total de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir, y el componente de aleación residual puede estar compuesto de uno o dos o más metales seleccionados del grupo que consiste en Bi, Cd, Co, Cu, Fe, In Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, W, Ti y Zn. Estos metales a veces mejoran más el bajo grado de fuerza de inserción extracción, el bajo grado de formación de cristales filamentosos y la durabilidad (incluyendo, por ejemplo, la resistencia al calor, la resistencia a la corrosión por gases y la capacidad de humectación de soldador).

35 (Capa inferior)

40 Se requiere que entre el material de base 11 y la capa superior 13 sea formada la capa inferior 12, que comprende uno o dos o más elementos seleccionados del grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu. La formación de la capa inferior 12 utilizando uno o dos o más metales seleccionados del grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu mejora el efecto de lubricación de película delgada por medio de la formación de la capa inferior dura y por tanto mejora el bajo grado de fuerza de inserción/extracción, y la capa inferior 12 impide la difusión de los metales constituyentes del material de base 11 al interior de la capa superior 13, para mejorar la durabilidad, por ejemplo, de tal manera que se suprimen el aumento de la resistencia de contacto y la degradación de la capacidad de humectación de soldador después del ensayo resistencia al calor o del ensayo de resistencia a la corrosión por gases.

45 Se requiere que el espesor de la capa inferior 12 sea de $0,05 \mu\text{m}$ o más. Cuando el espesor de la capa inferior 12 es menor que $0,05 \mu\text{m}$, se degrada el efecto de lubricación de película delgada debido a la dura capa inferior, degradando así el bajo grado de fuerza de inserción/extracción, los metales constituyentes del material de base 11 tienden a difundirse al interior de la capa superior 13 y algunas veces se degrada la durabilidad de tal manera que se aumenta la resistencia de contacto y la capacidad de humectación de soldador tiende a degradarse después del ensayo de resistencia al calor o del ensayo de resistencia a la corrosión por gases.

50 Se requiere que la cantidad de deposición de Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu en la capa inferior 12 sea de $0,03 \text{mg}/\text{cm}^2$ o más. Aquí se describe la razón para definir en términos de la cantidad de deposición. Por ejemplo, cuando el espesor de la capa inferior 12 se mide con un medidor de espesor de análisis fluorescente de rayos X, algunas

5 veces ocurren errores en el valor del espesor medido, debido a la capa superior 13, el material de base 11 y similares, y a la capa de aleación formada. Por otra parte, cuando el espesor es controlado por la cantidad de deposición, se puede realizar un control de calidad más exacto, con independencia del estado de formación de la capa de aleación. Cuando la cantidad de deposición de Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu en la capa inferior 12 es menor que 0,03 mg/cm², el efecto de lubricación de película delgada, debido a la capa inferior dura, es degradado, degradando con ello el bajo grado de fuerza de inserción/extracción, los metales constituyentes del material de base 11 tienden a difundirse dentro de la capa superior 13, y algunas veces se degrada la durabilidad de tal manera que se incrementa la resistencia de contacto y la capacidad de humectación de soldador tiende a degradarse después del ensayo de resistencia al calor o del ensayo de resistencia a la corrosión por gases.

10 La composición de la aleación de la capa inferior 12 incluye Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu en la cantidad total de estos de 50% en masa o más, y puede incluir además uno o dos o más de los elementos seleccionados del grupo que consiste en B, P, Sn y Zn. La composición de aleación de la capa inferior 12 que tiene una constitución tal como se ha descrito anteriormente hace la capa inferior más dura y mejora más el efecto de lubricación de película delgada para mejorar el bajo grado de fuerza de inserción/extracción; la aleación de la capa inferior 12 impide además la
15 difusión de los metales constituyentes del material de base 11 dentro de la capa superior, y mejora la durabilidad de tal modo que se suprimen el aumento de la resistencia de contacto y la degradación de la capacidad de humectación de soldador después del ensayo de resistencia al calor o del ensayo de resistencia a la corrosión por gases.

(Tratamiento de difusión)

20 La capa superior 13 se puede formar también mediante difusión del o de los elementos constituyentes A y del o de los elementos constituyentes B bajo las condiciones en las que se forma una película del o de los elementos constituyentes B sobre la capa inferior 12 y a continuación se forma una película del o de los elementos constituyentes A sobre la capa inferior. Por ejemplo, cuando el elemento constituyente A es Sn y el elemento constituyente B es Ag, la difusión de Ag en Sn se forma por difusión espontánea la difusión de Ag en Sn y, por lo tanto, una capa de aleación Sn-Ag. La formación de la capa de aleación hace que la fuerza de adherencia de Sn sea
25 aún más pequeña para dar lugar al bajo grado de fuerza de inserción/extracción, y también permite que se mejore más el grado bajo de formación cristalina filamentosa y la durabilidad.

(Tratamiento térmico)

Después de la formación de la capa superior 13, se puede aplicar un tratamiento térmico con la finalidad de mejorar el bajo grado de fuerza de inserción/extracción, el bajo grado de formación cristalina filamentosa, la durabilidad
30 (incluyendo, por ejemplo, la resistencia al calor, la resistencia a la corrosión por gases y la capacidad de humectación de soldador). El tratamiento térmico permite que el o los elementos constituyentes A y el o los elementos constituyentes B de la capa superior 13 formen más fácilmente la capa de aleación, reduzcan más la fuerza de adherencia de Sn para dar lugar al bajo grado de fuerza de inserción/extracción, y pueden además mejorar el bajo grado de formación cristalina filamentosa y la durabilidad. Para el tratamiento térmico, se pueden
35 seleccionar apropiadamente las condiciones de tratamiento (temperatura x tiempo). No es particularmente necesario aplicar el tratamiento térmico.

(Tratamiento posterior)

A la capa superior 13, o a la capa superior 13 después de haber sido sometida al tratamiento térmico, se le puede aplicar un post-tratamiento con la finalidad de mejorar el bajo grado de fuerza de inserción/extracción o la durabilidad
40 (incluyendo, por ejemplo, resistencia al calor, la resistencia a la corrosión por gases y capacidad de humectación de soldador). El post-tratamiento mejora la lubricidad para dar lugar a una aún más baja fuerza de inserción/extracción, y suprime la oxidación de la capa superior 13 de manera que se puede mejorar la durabilidad, incluyendo, por ejemplo, la resistencia al calor, la resistencia a la corrosión por gases y la capacidad de humectación de soldador. Ejemplos específicos del post-tratamiento incluyen tratamiento por sal de ácido fosfórico, tratamiento de lubricación y
45 tratamiento de acoplamiento de silano usando un inhibidor. Para el post-tratamiento, se pueden seleccionar apropiadamente las condiciones de tratamiento (temperatura x tiempo). No es particularmente necesario aplicar el post-tratamiento.

<Propiedades del material metálico para componentes electrónicos>

La dureza Vickers, medida de la superficie de la capa superior 13, es preferiblemente Hv 100 o más. Al ser la dureza Vickers de la superficie de la capa superior 13 Hv 100 o más, se mejora el efecto de lubricación de película delgada a través de la capa superior dura, y en consecuencia se mejora el bajo grado de la fuerza de inserción/extracción. Por otra parte, la dureza Vickers de la superficie de la capa superior 13 (el valor medido de la superficie de la capa superior) es preferiblemente Hv 1000 o menos. Al ser la dureza Vickers de la superficie de la capa superior 13 d Hv 1000 o menos, se mejora la capacidad de tratamiento de doblado, se hace difícil la formación de grietas en la parte
55 moldeada cuando el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención es sometido a moldeo por presión y, en consecuencia, se suprime la degradación de la resistencia a la corrosión por gases (durabilidad).

La dureza de penetración de la superficie de la capa superior 13 es preferiblemente de 1000 MPa o más. Al ser la

ES 2 652 260 T3

- 5 dureza de penetración de la superficie de la capa superior 13 de 1000 MPa o más, se mejora el efecto de lubricación de película delgada través de la capa superior dura y, en consecuencia, se mejora el bajo grado de fuerza de inserción/extracción. Por otra parte, la dureza de penetración de la superficie de la capa superior 13 es preferiblemente de 10000 MPa o menos. Al ser la penetración/dureza de la superficie de la capa superior 13 de 10000 MPa o menos, se mejora la capacidad de tratamiento de doblado, se hace difícil la aparición de grietas en la parte moldeada cuando el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención es sometido a moldeo por presión, y como consecuencia se suprime la degradación de la resistencia a la corrosión por gases (durabilidad).
- 10 La altura media aritmética (Ra) de la superficie de la capa superior 13 es preferiblemente de 0,1 μm o menos. Al ser la altura media aritmética (Ra) de la superficie de la capa superior 13 de 0,1 μm o menos, se reducen las partes realzadas de la superficie que tienden a ser corroídas, y se alisa así la superficie y se mejora la resistencia a la corrosión por gases.
- 15 La altura máxima (Rz) de la superficie de la capa superior 13 es preferiblemente de 1 μm o menos. Al ser la altura máxima (Rz) de la superficie de la capa superior 13 de 1 μm o menos, se reducen las partes realzadas que tienden relativamente a ser corroídas, lo que alisa la superficie y mejora la resistencia a la corrosión por gases.
- La densidad de reflexión de la superficie de la capa superior 13 es preferiblemente de 0,3 o más. Al ser la densidad de reflexión de la superficie de la capa superior 13 de 0,3 o más, se reducen las partes realzadas que tiende relativamente a ser corroídas, se alisa por tanto la superficie y se mejora la resistencia a la corrosión por gases.
- 20 La dureza Vickers de la capa inferior 12 es preferiblemente Hv 300 o más. Al ser la dureza Vickers de la capa inferior 12 Hv 300 o más, se hace la capa inferior más dura y se mejora más el efecto de lubricación de película delgada para mejorar el bajo grado de fuerza de inserción/extracción. Por otra parte, la dureza Vickers de la capa inferior 12 es preferiblemente Hv 1000 o menor. Al ser la dureza Vickers de la capa inferior 12 Hv 1000 o menos, se mejora la capacidad de tratamiento de doblado, se hace que ocurran difícilmente grietas en la parte moldeada cuando el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención es sometido a moldeo por presión y, en consecuencia, se suprime la degradación de la resistencia a la corrosión por gases (durabilidad).
- 25 La dureza de penetración de la capa inferior 12 es preferiblemente de 2500 MPa o más. Al ser la dureza de penetración de la capa inferior 12 de 2500 MPa o más, se hace la capa inferior más dura y se mejora más el efecto de lubricación de capa delgada para mejorar el bajo grado de fuerza de inserción/extracción. Por otra parte, la dureza de penetración de la capa inferior 12 es preferiblemente de 10000 MPa o menos. Al ser la dureza de penetración de la capa inferior 12 de 10000 MPa o menos, se mejora la capacidad de tratamiento de doblado, se hace difícil la aparición de grietas en la parte moldeada cuando el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención se somete a moldeo por presión, y se suprime por tanto la degradación de la resistencia a la corrosión por gases (durabilidad).
- 30 Sobre la base de un análisis de profundidad realizado mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), la posición (D₁) que indica el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Sn o In de los elementos constituyentes A de la capa superior 13, la posición (D₂) que indica el valor máximo de la concentración (en %) de Ag, Au, Pt, Pd Ru, Rh, Os o Ir de los elementos constituyentes B de la capa superior 13, y la posición (D₃) que indica el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Ni, Cr, Mn, Fe, Co o Cu de la capa inferior 12 están preferiblemente situados en el orden de D₁, D₂ y D₃ desde la superficie más externa. Cuando D₁, D₂ y D₃ no están dispuestos en este orden, no se obtiene suficiente resistencia a la corrosión por gases y, en consecuencia, cuando el material metálico para componentes electrónicos es sometido a un ensayo de corrosión por gases con un gas tal como gas cloro, gas de ácido sulfuroso y gas de sulfuro de hidrógeno, el material metálico para componentes electrónicos es corroído, y la resistencia de contacto puede ser aumentada significativamente en comparación con la resistencia de contacto antes del ensayo de corrosión por gases.
- 35 Sobre la base de un análisis de profundidad realizado mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), la profundidad es preferiblemente de 50 nm o más, a la cual el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Sn o In de los elementos constituyentes A de la capa superior 13 y el valor más alto de la concentración (en %) de cada uno Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os o Ir de los elementos constituyentes B de la capa superior 13 es de 10% o más, y la concentración atómica (en %) de Ni, Cr, Mn, Fe, Co o Cu de la capa inferior 12 es de 25% o más. Cuando la profundidad es menor que 50 nm, a la cual el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Sn o In de los elementos constituyentes A de la capa superior 13 y el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os o Ir de los constituyentes B de la capa superior 13 son cada uno menos de 10%, y la concentración atómica (en %) de Ni, Cr, Mn, Fe, Co o Cu de la capa inferior 12 es de 25% o más, el bajo grado de fuerza de inserción/extracción o la durabilidad (incluyendo, por ejemplo, resistencia al calor, resistencia a la corrosión por gases y la capacidad de humectación de soldador) se pueden degradar por la difusión de los componentes del material de base hacia dentro de la capa superior 13.
- 45 Sobre la base de un análisis de profundidad realizado mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), en el intervalo de 0,02 μm desde la superficie más externa, la relación de concentración atómica (en %), los elementos constituyentes A/(los elementos constituyentes A + los elementos constituyentes B) es preferiblemente de
- 50
- 55

0,1 o más. En el caso en que la relación anteriormente descrita es menor que 0,1, cuando el material metálico para componentes electrónicos es sometido a un ensayo de corrosión por gases con un gas tal como gas cloro, gas de ácido sulfuroso y gas de sulfuro de hidrógeno, el material metálico para componentes electrónicos es corroído y la apariencia exterior del material puede ser significativamente descolorida en comparación con la apariencia exterior antes del ensayo de corrosión por gases.

<Aplicaciones del material metálico para componentes electrónicos>

Ejemplos de la aplicación del material metálico para componentes electrónicos de la presente invención incluyen, sin estar particularmente limitado a ellos: un terminal de conector que usa, en la parte de contacto del mismo, el material metálico para componentes electrónicos, un terminal de FFC o un terminal de FPC que utiliza, en la parte de contacto del mismo, el material metálico para componentes electrónicos, y un componente electrónico que usa, en el electrodo del mismo para conexión externa, el material metálico para componentes electrónicos. El terminal no depende del modo de conexión en el lado del cableado como se ejemplifica por un terminal de tipo plegado, un terminal de soldadura y un terminal de ajuste a presión. Ejemplos del electrodo para conexión externa incluyen un componente de conexión preparado aplicando un tratamiento superficial a una lengüeta, y superficie de material tratada para usar en metal de protuberancias de un semiconductor.

También se pueden preparar conectores utilizando terminales de conector formados como se ha descrito anteriormente, y se puede preparar también un FFC o un FPC utilizando un terminal de FFC o un terminal de FPC.

El material metálico para componentes electrónicos de la presente invención puede ser utilizado también en un terminal del tipo de introducción por empuje para fijar una parte de conexión de cuadro a un cuadro empujando la parte de conexión de cuadro dentro del orificio pasante formado en el cuadro, en el que la parte de conexión del terminal hembra y la parte de conexión de cuadro son dispuestos respectivamente en un lado y el otro lado de una parte de montaje que se ha de unir a un alojamiento.

En un conector, tanto el terminal macho como el terminal hembra pueden estar hechos del material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, o puede estar hecho del material metálico para componentes electrónicos de la presente invención uno solo del terminal macho y el terminal hembra. El uso del material metálico para componentes electrónicos de la presente invención tanto para el terminal macho como para el terminal hembra mejora más el bajo grado de fuerza de inserción/extracción.

<Método para producir material metálico para componentes electrónicos>

Como el método para producir el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, se puede usar, por ejemplo, ya sea un chapado en húmedo (electro-chapado o chapado sin electrodos) o un chapado en seco (chapado por desintegración catódica o iónico).

[Ejemplos]

A continuación se presentan Ejemplos de la presente invención junto con Ejemplos Comparativos; estos Ejemplos y Ejemplos Comparativos son proporcionados para comprender mejor la presente invención, y no se pretende que limiten la presente invención.

Como Ejemplos y Ejemplos Comparativos, las muestras, formadas cada una disponiendo un material de base, una capa inferior y una capa superior en este orden y tratando temidamente el resultado dispuesto, fueron preparadas bajo las condiciones mostradas en las Tablas 1 a 6 presentadas a continuación.

La Tabla 1 muestra las condiciones de preparación del material de base, la Tabla 2 muestra las condiciones de preparación de la capa inferior, la Tabla 3 muestra las condiciones de preparación de la capa superior y la Tabla 4 muestra las condiciones de tratamiento térmico. La Tabla 5 (Tabla 5-1, Tabla 5-2 y Tabla 5-3) muestra las condiciones de preparación de las respectivas capas y las condiciones de tratamiento térmico usadas en cada uno de los Ejemplos, y la Tabla 6 muestra las condiciones de preparación de las capas respectivas y las condiciones de tratamiento térmico utilizadas en cada uno de los Ejemplos Comparativos.

[Tabla 1]

Forma	Espesor [mm]	Anchura [mm]	Componente [% en masa]	Temple
Placa	0,30	30	Cu-30Zn	H
Material macho	0,64	2,3		

[Tabla 2]

No.	Método de tratamiento superficial	Detalles
1	Electro-chapado	Solución de chapado: solución de chapado de sulfamato de Ni. Temperatura de chapado: 55°C Densidad de corriente eléctrica: 0,5 a 4 A/dm ²
2	Electro-chapado	Solución de chapado: solución de chapado de sulfato de Cu Temperatura de chapado: 30°C Densidad de corriente eléctrica: 2,3 A/dm ²
3	Electro-chapado	Solución de chapado: solución de chapado de sulfato de cromo Temperatura de chapado: 30°C Densidad de corriente eléctrica: 4 A/dm ²
4	Desintegración catódica	Objetivo: Objetivo que tiene una composición predeterminada Aparato: Aparato de desintegración catódica fabricado por ULVAC, Inc. Salida: 50 W de CC Presión de Argón: 0,2 Pa
5	Electro-chapado	Solución de chapado: solución de sulfato de Fe Temperatura de chapado: 30°C Densidad de corriente eléctrica: 4 A/dm ²
6	Electro-chapado	Solución de chapado: solución de sulfato de Co Temperatura de chapado: 30°C Densidad de corriente eléctrica: 4/dm ²
7	Electro-chapado	Solución de chapado: solución de chapado de sulfamato de Ni + sacarina Temperatura de chapado: 55°C Densidad de corriente eléctrica: 4 A/dm ²
8	Electro-chapado	Solución de chapado: solución de chapado de sulfamato de Ni + sacarina + aditivo(s) Temperatura de chapado: 55°C Densidad de corriente eléctrica: 4 A/dm ²

[Tabla 3]

No.	Método de Tratamiento superficial	Detalles
1	Desintegración catódica	Objetivo: Objetivo que tiene una composición predeterminada Aparato: Aparato de desintegración catódica fabricado por ULVAC, Inc. Salida: 50 W de CC Presión de argón: 0,2 Pa
2	Electro-chapado	Chapado de Ag → chapado de Sn "Chapado de Ag" Solución de chapado: solución de chapado de cianuro de Ag Temperatura de chapado: 40°C Densidad de corriente eléctrica: 0,2 a 4 A/dm ² "Chapado de Sn" Solución de chapado: Solución de chapado de metanosulfonato de Sn Temperatura de chapado: 40°C Densidad de corriente eléctrica: 0,2 a 4 A/dm ²

ES 2 652 260 T3

No.	Método de Tratamiento superficial	Detalles
3	Electro-chapado	Solución de chapado: Solución de chapado de metanosulfonato de Sn Temperatura de chapado: 40°C Densidad de corriente eléctrica: 0,2 a 4 A/dm ²
4	Electro-chapado	Solución de chapado: solución de chapado de aleación de Sn-Ag Temperatura de chapado: 40°C Densidad de corriente eléctrica: 0,2 a 4 A/dm ²
5	Electro-chapado	Chapado de Sn → chapado de Ag "Chapado de Ag" Solución de chapado: solución de chapado de cianuro de Ag Temperatura de chapado: 40°C Densidad de corriente eléctrica: 0,2 a 4 A/dm ² "Chapado de Sn" Solución de chapado: Solución de chapado de metanosulfonato de Sn Temperatura de chapado: 40°C Densidad de corriente eléctrica: 0,2 a 4 A/dm ²

[Tabla 4]

No.	Temperatura [°C]	Tiempo [seg]
1	300	3
2	300	5
3	500	18
4	600	30
5	600	4

[Tabla 5-1]

No. de Ejemplo	No. de condición de capa superior (véase Tabla 3)	No. de condición de capa inferior (véase Tabla 2)	No. de condición de tratamiento (véase Tabla 4)
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1

ES 2 652 260 T3

No. de Ejemplo	No. de condición de capa superior (véase Tabla 3)	No. de condición de capa inferior (véase Tabla 2)	No. de condición de tratamiento (véase Tabla 4)
16	2	1	1
17	2	1	---
18	2	1	---
19	2	1	1
20	1	1	1
21	1	1	1
22	1	1	1
23	1	1	1
24	1	1	1
25	1	1	1
26	1	1	1
27	1	1	1
28	1	1	1
29	1	1	1
30	1	1	1
31	1	1	1
32	1	1	1
33	1	1	1
34	1	1	1
35	1	1	1
36	1	1	1
37	1	1	1
38	1	1	1
39	1	1	1
40	1	1	1
41	1	1	1

[Tabla 5-2]

No. de Ejemplo	No. de condición de capa superior (véase Tabla 3)	No. de condición de capa inferior (véase Tabla 2)	No. de condición de tratamiento térmico (véase Tabla 4)
42	1	1	1
43	1	1	1
44	1	1	1
45	1	1	1
46	1	1	1
47	1	1	1
48	1	1	1
49	1	1	1
50	1	1	1

ES 2 652 260 T3

No. de Ejemplo	No. de condición de capa superior (véase Tabla 3)	No. de condición de capa inferior (véase Tabla 2)	No. de condición de tratamiento térmico (véase Tabla 4)
51	1	1	1
52	1	1	1
53	1	1	1
54	1	1	1
55	1	1	1
56	1	1	1
57	1	1	1
58	1	1	1
59	1	3	1
60	1	4	1
61	1	5	1
62	1	6	1
63	1	2	1
64	1	1	1
65	1	1	1
66	1	1	1
67	1	1	1
68	1	1	1
69	1	1	1
70	1	1	1
71	1	1	1
72	1	1	1
73	2	1	---
74	2	2	---
75	2	8	---
76	2	4	---
77	2	1	---
78	2	1	---
79	2	1	---
80	2	1	---
81	2	1	---

[Tabla 5-3]

No. de ejemplo	No. de condición de capa superior (véase Tabla 3)	No. de condición de capa inferior (capa C) (véase Tabla 2)	No. de condición de Tratamiento térmico (véase Tabla 4)
82	2	1	---
83	2	1	---
84	2	7	---
85	2	8	---

ES 2 652 260 T3

No. de ejemplo	No. de condición de capa superior (véase Tabla 3)	No. de condición de capa inferior (capa C) (véase Tabla 2)	No. de condición de Tratamiento térmico (véase Tabla 4)
86	2	4	---
87	1	1	1
88	1	1	1
89	1	1	1

[Tabla 6]

No. de Ejemplo Comparativo	No. de condición de capa superior (véase Tabla 3)	No. de condición de capa inferior (véase Tabla 2)	No. de condición de Tratamiento térmico (véase Tabla 4)
1	3	1	2
2	3	1	2
3	3	1	---
4	3	2	2
5	3	1	2
6	2	1	3
7	2	1	4
8	4	1	5
9	1	---	1
10	---	1	---
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1
16	1	1	1
17	2	1	---
18	5	1	---
19	3	1	---
20	2	1	---
21	2	1	4
22	2	1	5

(Medición de espesor)

5 El espesor de la capa superior y el espesor de la capa inferior fueron determinados usando los ejemplos preparados mediante materiales de base de tratamiento superficial que no contenían elementos de las capas superior e inferior, respectivamente, y midiendo realmente el espesor de cada una de las muestras con un medidor de espesor de análisis fluorescente de rayos X (SEA5100, fabricado por Seiko Instruments Inc., colimador: 0,1 mmΦ). Por ejemplo, debido a que en el caso de chapado de Sn, si el material de base estaba hecho de Cu-10% en masa Sn-0,15% en masa P, el material de base contenía Sn, y no se pudo encontrar espesor exacto del chapado de Sn, el espesor fue medido con una muestra preparada usando un material de base hecho de Cu-30% en masa Zn, que no contenía Sn.

10 (Medición de la cantidad de deposición)

Cada una de las muestras fue descompuesta con un ácido, tal como ácido sulfúrico o ácido nítrico, las cantidades de

deposición de los respectivos metales fueron medidas mediante análisis espectroscópico de emisión de ICP (plasma acoplado inductivamente). Los ácidos específicamente utilizados eran diferentes, dependiendo de la composición de las respectivas muestras.

(Determinación de la composición)

- 5 Sobre la base de las cantidades de deposición medidas, se calcularon las respectivas composiciones metálicas.

(Determinación de la estructura de capa)

10 La estructura de capa de cada una de las muestras obtenidas se determinó sobre la base del perfil de profundidad obtenido mediante análisis de XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X). Los elementos analizados son los elementos de las composiciones de la capa superior y la capa inferior, y C y O. Estos elementos son definidos como los elementos especificados. La cantidad total de los elementos especificados fue tomada como 100%, y se analizaron las concentraciones (en %) de los respectivos elementos. El espesor basado en la XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X) corresponde a la distancia (distancia en términos de SiO₂) en la abscisa del gráfico basado en el análisis.

15 La superficie de cada una de las muestras obtenidas fue analizada también cualitativamente mediante la medición de inspección basada en XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X). La resolución de la concentración en el análisis cualitativo se fijó en 0,1%.

20 Como aparato de XPS fue usado el 5600MC fabricado por Ulvac-Phi, Inc., bajo las siguientes condiciones: último vacío: $5,7 \times 10^{-9}$ Torr, fuente de excitación: AlK α monocromatizado, salida de potencia: 210 W, área de detección: 800 $\mu\text{m}\Phi$, ángulo de incidencia: 45 grados, ángulo de salida: 45 grados, cañón de neutralización: no se ha usado; la medición fue realizada bajo las siguientes condiciones de desintegración catódica:

Especies de iones: Ar⁺

Voltaje de aceleración: 3 kV

Área de exploración: 3 mm x 3 mm

Velocidad: 2,8 nm/min. (en términos de SiO₂)

25 (Evaluaciones)

Se realizaron las siguientes evaluaciones para cada una de las muestras.

A. Fuerza de inserción/extracción

30 La fuerza de inserción/extracción fue evaluada realizando un ensayo de inserción/extracción para cada uno de los terminales macho chapados de acuerdo con los Ejemplos y Ejemplos Comparativos usando un terminal hembra de chapado por reflujo de Sn, disponible comercialmente (terminal hembra 090 tipo Sumitomo Series TS/Yazaki 090II, no a prueba de agua/F090-SMTS).

35 El aparato de medición usado en el ensayo era el 1311NR fabricado por Aikoh Engineering Co., Ltd., y la evaluación fue realizada con una distancia de deslizamiento de una clavija macho de 5 mm. El número de muestras se fijó en cinco, y debido a que la fuerza de inserción y a la fuerza de extracción eran equivalentes, se adoptó un valor obtenido promediando las fuerzas de inserción máximas de las respectivas muestras como la fuerza de inserción/extracción. Como el material en bruto de la fuerza de inserción/extracción se adoptó la muestra del Ejemplo Comparativo 1.

40 El objetivo previsto de la fuerza de inserción/extracción es menos de 85% de la fuerza de inserción/extracción del Ejemplo Comparativo 1. Esto es debido a que la fuerza de inserción/extracción del Ejemplo Comparativo 2 era 90% de la fuerza de inserción máxima del Ejemplo Comparativo 1, y se adoptó como el objetivo previsto una reducción mayor de la fuerza de inserción/extracción que la reducción de la fuerza de inserción/extracción del Ejemplo Comparativo 2.

B. Formaciones cristalinas filamentosas

45 Las formaciones cristalinas filamentosas fueron evaluadas mediante el ensayo de carga (método de bola penetradora) de JEITA RC-5241. Concretamente, cada una de las muestras se sometió al ensayo de carga, y cada una de las muestras sometidas al ensayo de carga fue observada con un SEM (modelo JSM-5410, fabricado por JEOL Ltd.) a una ampliación de 100x a 1000x, y se observó así el estado de aparición de las formaciones cristalinas filamentosas. A continuación se muestran las condiciones de ensayo de carga.

Diámetro de bola penetradora: Φ 1 mm \pm 0,1 mm

50 Carga de ensayo: 2N \pm 0,2 N

Tiempo de ensayo: 120 horas

Número de muestras: 10

La propiedad prevista era tal que no ocurrieran formaciones cristalinas filamentosas de una longitud de 20 μm o más, y el objetivo previsto máximo era que tal que no ocurrieran formaciones cristalinas filamentosas.

5 C. Resistencia de contacto

La resistencia de contacto se midió con el modelo de simulador de contacto CRS-113-Au, fabricado por Yamasaki-seiki Co., Ltd., bajo la condición de la carga de contacto de 50 kg, sobre la base del método de cuatro terminales. El número de muestras se fijó en cinco, y se adoptó el intervalo desde el valor mínimo al valor máximo de cada una de las muestras. El objetivo previsto era la resistencia de contacto de 10 m Ω o menos.

10 D. Resistencia al calor

La resistencia al calor fue evaluada midiendo la resistencia de contacto de una muestra después de un calentamiento atmosférico (155°C x 1000 h). La propiedad prevista era la resistencia de contacto de 10 m Ω o menos y el objetivo más grande era tal que la resistencia de contacto estuviera exenta de variación (igual) entre antes y después del ensayo de resistencia al calor.

15 E. Función de inserción/extracción

El ensayo de inserción/extracción se realizó diez veces sobre la base del método para la fuerza de inserción, y la función de inserción/extracción fue evaluada mediante la resistencia de contacto después del ensayo de inserción/extracción. La propiedad prevista era tal que la resistencia de contacto fuera de 10 m Ω o menos.

F. Resistencia al desgaste por deslizamiento lento

20 La resistencia al desgaste por deslizamiento lento se evaluó en términos de la relación entre el número de operaciones de deslizamiento y la resistencia al contacto usando el modelo de aparato de ensayo de deslizamiento lento CRS-G2050, fabricado por Yamasaki-seiki Co., Ltd., bajo las condiciones de una distancia de deslizamiento de 0,5 mm, una velocidad de deslizamiento de 1 mm/s, una carga de contacto de 1 N y un número de operaciones de deslizamiento de vaivén de 500. El número de muestras se fijó en cinco, y se adoptó el intervalo del valor mínimo al
25 valor máximo de cada una de las muestras. La propiedad prevista era tal que la resistencia de contacto fuera de 50 m Ω o menos en el tiempo del número de operaciones de deslizamiento de 100.

G. Resistencia a la corrosión por gases

30 La resistencia a la corrosión por gases se evaluó en el entorno del ensayo siguiente. La evaluación de la resistencia a la corrosión por gases se basó en la apariencia exterior y la resistencia de contacto de cada una de las muestras después de completarse un ensayo medioambiental. La propiedad prevista era tal que la apariencia exterior fuera escasamente descolorada y la resistencia de contacto después del ensayo fuera 10 m Ω o menos.

Ensayo de corrosión por gas de sulfuro de hidrógeno

Concentración de sulfuro de hidrógeno: 10 ppm

Temperatura: 40°C

35 Humedad: 80% RH

Tiempo de exposición: 96 h

Número de muestras: 5

H. Capacidad de de humectación de soldador

40 La capacidad de humectación de soldador se evaluó para las muestras después del chapado. Se usó un comprobador de soldador (SAT-5000, fabricado por Rhesca Corp.), se usó como flujo un flujo de resina-metanol de 25%, disponible comercialmente, y el tiempo de humectación del soldador fue medido mediante un método de meniscógrafo. Se utilizó un soldador Sn-3Ag-0,5Cu (250°C). El número de muestras se fijó en cinco, y se adoptó el intervalo desde el valor mínimo al valor máximo de cada una de las muestras. La propiedad prevista era tal que el tiempo de cruce por cero fuera de 5 segundos (s) o menos.

45 I. Capacidad de tratamiento de doblado

La capacidad de tratamiento de doblado se evaluó usando un molde en forma de W sobre la base de dobladura de 90° bajo la condición de que la relación entre el espesor de placa de cada una de las muestras y el radio de curvatura fuera 1. La evaluación fue realizada como sigue: la superficie de la parte tratada para dobladura de cada

ES 2 652 260 T3

una de las muestras se observó con un microscopio óptico, y el caso en que no fueran observadas grietas y no se determinara que hubiera prácticamente problemas implicados se señaló con O, y el caso en que fuera encontrada una o más grietas se señaló con x.

J. Dureza Vickers

- 5 La dureza Vickers de la capa superior se midió presionando un penetrador desde la superficie de cada una de las muestras con una carga de 980,7 mN (Hv 0,1) y un tiempo de retención de carga de 15 segundos.

La dureza Vickers de la capa inferior se midió presionando un penetrador desde la sección de la capa inferior de cada una de las muestras con una carga de 980,7 mN (Hv 0,1) y un tiempo de retención de carga de 15 segundos.

K. Dureza de penetración

- 10 La dureza de penetración de la capa superior fue medida con un aparato de ensayo de dureza de nano-penetración (ENT-2100, fabricado por Elionix Inc.) presionando un penetrador sobre la superficie de cada una de las muestras con una carga de 0,1 mN.

- 15 La dureza de penetración de la capa inferior fue medida presionando un penetrador desde la sección transversal de la capa inferior de cada una de las muestras con una carga de 980,7 mN (Hv 0,1) y un tiempo de retención de carga de 15 segundos.

L. Rugosidad superficial

- 20 La medición de la rugosidad superficial (la altura media aritmética (Ra) y la altura máxima (Rz)) fue realizada de acuerdo con JIS B 0601, utilizando un aparato de medición tridimensional sin contacto (modelo NH-3, fabricado por Mitaka Kohki Co., Ltd). El corte era de 0,25 mm, la longitud de medición era de 1,50 mm y la medición se repitió cinco veces para una muestra.

M. Densidad de reflexión

La densidad de reflexión de cada una de las muestras fue medida usando un densitómetro (ND-1, fabricado por Nippon Denshoku Industries Co., Ltd).

[Tabla 7-1]

Composición		Espesor		Cantidad de depos. [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$]	Relación entre espesor y proporción de Sn + In [% en masa]	Relación entre cantidad de deposición y proporción de Sn + In [% en masa]	Método de formación
		[μm]					
Ejemplos	1	Sn40-Ag	0,01	9	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	2	Sn20-Ag	0,55	542	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	3	Sn40-Ag	0,55	507	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	4	Sn60-Ag	0,50	428	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	5	Sn80-Ag	0,40	317	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	6	Sn40-Ag	0,55	471	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	7	Sn40-Ag	0,27	231	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	8	In40-Ag	0,27	231	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	9	Sn40-Au	0,27	326	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	10	Sn40-Pt	0,27	349	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	11	Sn40-Pd	0,27	249	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada
	12	Sn40-Ru	0,27	248	Esesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$	Desintegración de aleación de composición predeterminada

13	Sn40-Rh	0,27	252		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición $\leq 8200 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Desintegración de aleación de composición predeterminada
14	Sn40-Os	0,27	356		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición de chapado \leq 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Desintegración de aleación de composición predeterminada
15	Sn40-Ir	0,27	356		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición de chapado \leq 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Desintegración de aleación de composición predeterminada
16	Sn26-Ag	0,15	145		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición de chapado \leq 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag
17	Sn26-Ag	0,15	145		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición de chapado \leq 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag
18	Sn41-Ag	0,06	55		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición de chapado \leq 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Chapado de Ag de 0,03 µm seguido de chapado de Sn de 0,03 µm sobre Ag
19	Sn26-Ag	0,30	275		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición de chapado \leq 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Chapado de Ag de 0,2 µm seguido de chapado de Sn de 0,1 µm sobre Ag
20	Sn15-Ag	0,30	275		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición de chapado \leq 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Desintegración de aleación de composición predeterminada
Objetivos		0,005 \leq	7 \leq		Esesor de chapado $\leq 8,2 \times$ (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	Cantidad de deposición de chapado \leq 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}	
		$\leq 0,6$	≤ 600				

*Sn60-Ag significa 60% en masa de Sn y 40% en masa de Ag.

[Tabla 7-2]

		Capa superior					Método de formación
		Composición	Espesor [µm]	Cantidad de deposición [µg/cm ²]	Relación entre espesor y proporción de Sn + In [% enmasa]	Relación entre cantidad de deposición y proporción de Sn + In [% en masa]	
Ejemplos Comparativos	1	Sn	1,0	728			Chapado de Sn
	2	Sn	0,6	437			Capado de Sn
	3	Sn	0,6	437			Chapado de Sn
	4	Sn	1,0	728			Chapado de Sn
	5	Sn	1,0	728			Chapado de Sn
	6	Sn8-Ag	0,56	408			Chapado de Ag de 0,5 µm seguido de chapado de Sn de 0,06 µm sobre Ag
	7	Sn3-Ag	1,05	1092			Chapado de Ag de 1,0 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre

								Ag	
8	Sn96-Ag	0,6	445	Esesor de chapado > 8,2 x (proporción de Sn+ In) ^{-0,66}		Cantidad de deposición de chapado > 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Chapado de aleación de Sn-Ag	
9	Sn40-Ag	0,55	471					Desintegración de aleación de composición predeterminada	
10									
11	Sn40-Ag	0,55	471					Desintegración de aleación de composición predeterminada	
12	Sn40-Ag	0,003	3					Desintegración de aleación de composición predeterminada	
13	Sn20-Ag	0,80	788	Esesor de chapado > 8,2 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Cantidad de deposición de chapado > 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Desintegración de aleación de composición predeterminada	
14	Sn40-Ag	0,80	737	Esesor de chapado > 8,2 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Cantidad de deposición de chapado > 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Desintegración de aleación de composición predeterminada	
15	Sn60-Ag	0,60	514	Esesor de chapado > 8,2 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Cantidad de deposición de chapado > 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Desintegración de aleación de composición predeterminada	
16	Sn80-Ag	0,50	396	Esesor de chapado > 8,2 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Cantidad de deposición de chapado > 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Desintegración de aleación de composición predeterminada	
Objetivos		0,005 ≤	7 ≤	Esesor de chapado ≤ 8,2 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}		Cantidad de deposición de chapado ≤ 8200 x (proporción de Sn + In) ^{-0,66}			
		≤0,6	≤600	(proporción de Sn + In)					

*Sn60-Ag significa 60% en masa de Sn y 40% en masa de Ag.

[Tabla 7-3]

	Capa inferior			Tratamiento térmico	Formación cristalina filamentososa		Fuerza de inserción/extracción	Resist. al desgaste por deslizamiento lento	Resistencia a la corrosión por gases			
	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de deposición [mg/cm ²]		Número de filamentos cristalinos de 20 µm de largo	Número de Filamentos cristalinos menos de 20 µm de largo			Fuerza de inserción máxima/fuerza de inserción máxima de Ejemplo Comparativo 1	Resistencia de contacto	Apariencia exterior después del ensayo	Resistencia a la corrosión por gases
1	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	69	1 a 50	No decolor.	Resisten - cia de contacto		
2	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	79	1 a 50	No decolor.	2 a 5		
3	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	78	1 a 50	No decolor.	2 a 5		
4	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	76	1 a 50	No decolor.	2 a 5		
5	Ni	0,1	0,9	300°C x 3 s	0	0	77	1 a 50	No decolor.	2 a 5		
6	Ni	0,1	0,9	300°C x 3 s	0	0	80	1 a 50	No decolor.	2 a 5		
7	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	75	1 a 50	No decolor.	2 a 5		

	8	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	76	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	9	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	74	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	10	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	72	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	11	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	73	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	12	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	76	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	13	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	72	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	14	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	74	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	15	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	76	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	16	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	75	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	17	Ni	1,0	0,9	Ninguna	0	0	79	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	18	Ni	1,0	0,9	Ninguna	0	0	72	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	19	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	70	1 a 50	No decolor.	2 a 5
	20	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	0	0	73	1 a 50	No decolor.	4 a 8
Ejemplos Comparativos	1	Ni	0,5	0,4	300°C x 5 s	---	≤3	100	200 <	No decolor.	2 a 5
	2	Ni	0,5	0,4	300°C x 5 s	---	≤2	90	200 <	No decolor.	2 a 5
	3	Ni	0,5	0,4	300°C x 5 s	---	≤2	90	200 <	No decolor.	2 a 5
	4	Cu	0,5	0,4	300°C x 5 s	---	≤3	100	200 <	No decolor.	2 a 5
	5	Ni	1,0	0,9	300°C x 5 s	---	≤3	100	200 <	No decolor.	2 a 5
	6	Ni	0,5	0,4	500°C x 18 s	---	---	---	---	Decolorado	10 <
	7	Ni	0,5	0,4	600°C x 30s	---	---	---	---	Decolorado	10 <
	8	Ni	0,5	0,4	600°C x 4 s	---	≤2	91	---	---	---
	9	Ni	0,5	0,4	300°C x 3 s	0	0	88	---	---	---
	10	Ni	1,0	0,9	Ninguna	---	---	---	200 <	Decolorado	10 <
	11	Ni	0,01	0,01	300°C x 3 s	0	0	87	---	---	---
	12	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	---	---	---	200 <	Decolorado	10 <
	13	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	≤3	≤1	87	---	---	---

14	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	≤ 3	≤ 1	88	---	---	---
15	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	≤ 3	≤ 1	88	50 a 100	---	---
16	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	≤ 3	≤ 1	86	50 a 100	---	---
Objetivos		0,005 ≤	0,03 ≤			0	<85	1 a 50	No decolor.	< 10

[Tabla 8]

	Capa superior						Capa inferior				Tratamiento térmico	Función de inserción/extracción
	Composición	Espesor [μm]	Cantidad de deposición [μg/cm ²]	Método de formación	Composición	Espesor [μm]	Cantidad de deposición [mg/cm ²]					
								Resistencia de contacto [mΩ]				
21	Sn20-Ag	0,03	30	Desintegración de aleación de compos. predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	3 a 9			
22	Sn40-Ag	0,03	28	Desintegración de aleación de compos. predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	3 a 9			
23	Sn60-Ag	0,03	26	Desintegración de aleación de compos. predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	3 a 9			
24	Sn80-Ag	0,03	24	Desintegración de aleación de compos. predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	3 a 9			
25	Sn20-Ag	0,07	69	Desintegración de aleación de compos. predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	1 a 5			
26	Sn40 -Ag	0,07	64	Desintegración de aleación de compos. predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	1 a 5			
27	Sn60-Ag	0,07	60	Desintegración de aleación de compos. predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	1 a 5			
28	Sn80-Ag	0,07	55	Desintegración de aleación compos. predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	1 a 5			

*Sn20-Ag significa 20% en masa de Sn y 80% en masa de Ag.

[Tabla 9]

		Capa superior						Capa inferior			Tratamiento térm.	Resistencia de contacto [mΩ]	Resistencia al calor	Humectac. de soldador
Ejemplos	Composición	Espesor [μm]	Cantidad de depos. [μg/cm ²]	Relación entre espesor y proporción de Sn+In [% en masa]	Relación entre cantidad de deposición y proporción de Sn + In [% en masa]	Método de formación	Composición	Espesor [μm]	Cantidad de depos. [mg/cm ²]	Condiciones	Resistencia de contacto [mΩ]	Resistencia de contacto [mΩ]	Tiempo de cruce por cero [seg]	
Ejemplos	29	Sn20-Ag	0,03	Esesor de chapado < 0,03 x e ^{0,015x} (propor. de Sn + In)	Cantidad de deposición de chapado < 27,8 x e ^{0,017 x} (prop. de Sn + In)	Desintegr. de aleación de composición predefinada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	1 a 5	3 a 9	2 a 5	
	30	Sn40-Ag	0,03	Esesor de chapado < 0,03 x e ^{0,015x} (propor. de Sn + In)	Cantidad de deposición de chapado < 27,8 x e ^{0,017 x} (prop. de Sn + In)	Desintegr. de aleación de composición predefinada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	1 a 5	3 a 9	2 a 5	
	31	Sn60-Ag	0,05	Esesor de chapado < 0,03 x e ^{0,015x} (propor. de Sn + In)	Cantidad de deposición de chapado < 27,8 x e ^{0,017 x} (prop. de Sn + In)	Desintegr. de aleación de composición predefinada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	1 a 5	3 a 9	2 a 5	
	32	Sn80-Ag	0,10	Esesor de chapado < 0,03 x e ^{0,015x} (propor. de Sn + In)	Cantidad de deposición de chapado < 7,8 x e ^{0,017 x} (prop. de Sn + In)	Desintegr. de aleación de composición predefinada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	1 a 5	3 a 9	2 a 5	

33	Sn20-Ag	0,05	49	de Sn + In) Espesor de chapado \geq 0,03 x $e^{0,015x}$ (propor. de Sn + In)	Sn + In) Cantidad de deposición de chapado \geq 27,8 x $e^{0,017x}$ (prop. de Sn + In)	terminada Desintegr. de aleación de composición determinada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	1 a 5	1 a 5	1 a 3
34	Sn40-Ag	0,07	64	de Sn + In) Espesor de chapado \geq 0,03 x $e^{0,015x}$ (propor. de Sn + In)	Sn + In) Cantidad de deposición de chapado \geq 27,8 x $e^{0,017x}$ (prop. de Sn + In)	Desintegr. de aleación de composición determinada	Ni	0,1	0,9	300°C x 3 seg	1 a 5	1 a 5	1 a 3
35	Sn60-Ag	0,12	103	de Sn + In) Espesor de chapado \geq 0,03 x $e^{0,015x}$ (propor. de Sn + In)	Sn + In) Cantidad de deposición de chapado \geq 27,8 x $e^{0,017x}$ (prop. de Sn + In)	Desintegr. de aleación de composición determinada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	1 a 5	1 a 5	1 a 3
36	Sn80-Ag	0,18	143	de Sn + In) Espesor de chapado \geq 0,03 x $e^{0,015x}$ (propor. de Sn + In)	Sn + In) Cantidad de deposición de chapado \geq 27,8 x $e^{0,017x}$ (prop. de Sn + In)	Desintegr. de aleación de composición determinada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	1 a 5	1 a 5	1 a 3

*Sn20-Ag significa 20% en masa se Sn y 80% en masa de Ag.

[Tabla 10]

	Capa superior				Capa inferior			Tratamiento térmico	Fuerza de inserción/extrac.	Resistencia al calor	Humect. de soldador
	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de depos. [µg/cm ²]	Método de formación	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de deposición [mg/cm ²]				
37	Sn60-Ag-As2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	73	1 a 4	1 a 3
38	Sn60-Ag-Au2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	74	1 a 4	1 a 3
39	Sn60-Ag-Bi2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	71	1 a 4	1 a 3
40	Sn60-Ag-Cd2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	71	1 a 4	1 a 3
41	Sn60-Ag-Co2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 s	74	1 a 4	1 a 3

Ejemplos

Ejemplos												
42	Sn60-Ag-Cr2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	72	1 a 4	1 a 3
43	Sn60-Ag-Cu2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	75	1 a 4	1 a 3
44	Sn60-Ag-Fe2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	73	1 a 4	1 a 3
45	Sn60-Ag-In2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	70	1 a 4	1 a 3
46	Sn60-Ag-Mn2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	76	1 a 4	1 a 3
47	Sn60-Ag-Mo2	0,27	321	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	77	1 a 4	1 a 3
48	Sn60-Ag-Ni2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	74	1 a 4	1 a 3
49	Sn60-Ag-Pb2	0,27	231	Desintegración de aleación de	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	71	1 a 4	1 a 3

Ejemplos												
57	Sn60-Ag- Se_2	0,27	231	predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	77	1 a 4	1 a 3
58	Sn60-Ag-Ir2	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9		300°C x 3 s	73	1 a 4	1 a 3
59	Sn60-Ag	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Cr	1,0	0,9		300°C x 3 s	69	1 a 4	1 a 3
60	Sn60-Ag	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Mn	1,0	0,9		300°C x 3 s	76	1 4	1 a 3
61	Sn60-Ag	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Fe	1,0	0,9		300°C x 3 s	73	1 a 4	1 a 3
62	Sn60-Ag	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Co	1,0	0,9		300°C x 3 s	71	1 a 4	1 a 3
63	Sn60-Ag	0,27	231	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Cu	1,0	0,9		300°C x 3 s	75	1 a 4	1 a 3

Ejemplos		Ejemplos											
64	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-20Cr	1,0	0,9		300°C x 3 s	67	1 a 4	1 a 3
65	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-20Mn	1,0	0,9		300°C x 3 s	75	1 a 4	1 a 3
66	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-20Fe	1,0	0,9		300°C x 3 s	73	1 a 4	1 a 3
67	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-20Co	1,0	0,9		300°C x 3 s	69	1 a 4	1 a 3
68	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-20Cu	1,0	0,9		300°C x 3 s	73	1 a 4	1 a 3
69	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-2B	1,0	0,9		300°C x 3 s	62	1 a 4	1 a 3
70	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-2P	1,0	0,9		300°C x 3 s	62	1 a 4	1 a 3
71	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-2P	1,0	0,9		300°C x 3 s	71	1 a 4	1 a 3
72	Sn60-Ag	0,27	231		Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni-10Zn	1,0	0,9		300°C x 3 s	73	1 a 4	1 a 3

*Sn60-Ag-As2 significa 60% en masa de Sn, 38% en masa de Ag y 2% en masa de As.

[Tabla 11]

	Capa superior				Capa inferior			Tratamiento térmico	Cristalización filamentososa	Dureza de penetración	Fuerza de inserc. /extrac.		Capacidad de tratam. de doblado		
	Composición	Espesor	Cantidad de deposición	Método de formación	Composición	Espesor	Cantidad de deposición				Condiciones	[MPa]		Fuerza de inserc. máx. /fuerza de inserc. máx. de Ejemplo de Comparat. 1	[%]
Ejemplos	73	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni	1,0	0,9	Ninguna	130	1500	79	O		
	74	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni (semi-brillante)	1,0	0,9	Ninguna	300	3400	75	O		
	75	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni (brillante)	1,0	0,9	Ninguna	600	6700	69	O		
	76	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni-2P	1,0	0,9	Ninguna	1200	13000	63	x		

*Sn26-Ag significa 26% en masa de Sn y 74% en masa de Ag.

[Tabla 12]

	Capa superior				Capa inferior			Tratam. térmico			Evaluaciones para capa más exterior			Resistencia a la corrosión por gases
	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de deposición [µg/cm ²]	Método de formación	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de depos. [mg/cm ²]	Condi- ciones	Altura media aritmét. [µm]	Ra [µm]	Rz [µm]	Altura máxima	Densidad de reflexión	
77	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm (Dk = 0,5) seguido de chapado de Sn de 0,05 µm (Dk=0,5) sobre Ag	Ni	1,0	0,9	Ninguna	0,12	0,12	1,25	0,2	Algo decolorado en áreas pequeñas	
78	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm (Dk = 4) seguido de chapado de Sn de 0,05 µm (Dk=0,5) sobre Ag	Ni	1,0	0,9	Ninguna	0,087	0,087	0,75	0,3	No decolorado	
79	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm (Dk = 0,5) seguido de chapado de Sn de 0,05 µm (Dk = 4) sobre Ag	Ni	1,0	0,9	Ninguna	0,075	0,075	0,55	0,7	No decolorado	
80	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm (Dk = 4) seguido de chapado de Sn de 0,05 µm (Dk = 4) sobre Ag	Ni	1,0	0,9	Ninguna	0,045	0,045	0,35	0,9	No decolorado	

Ejemplos

*Sn26-Ag significa 26% en masa de Sn y 74% en masa de Ag.

[Tabla 13]

	Capa superior				Capa inferior			Tratam. térmico	XPS (Profundidad)				Fuerza de inser./extr. Fuerza de ins. máxim./fuerza de ins. máxima de Ejemplo de Compart. 1 [%]	Resist. al calor Resist. de contacto [mΩ]	Resistencia a la corrosión por gases	
	Composición	Espesor [μm]	Cantidad de depos. [μg/cm ²]	Método de formación	Composición	Espe-sor [μm]	Cantidad de depos. [mg/cm ²]		Condi-ciones	Orden de D ₁ , D ₂ y D ₃	D ₁ [%]	D ₂ [%]				D ₃ Espe-sor de 25 % o más [mm]
Ejemplos Comparativos	81	Sn41-Ag	0,06	55	Chapado de Ag de 0,03 μm seguido de chapado de Sn de 0,03 μm sobre Ag	Ni	1,0	0,9	Ninguna	D ₁ →D ₂ →D ₃	35	35	100<	72	1 a 4	No decolorado
	82	Sn41-Ag	0,06	35	Chapado de Ag de 0,03 μm seguido de chapado de Sn de 0,03 μm sobre Ag	Ni	0,1	0,1	Ninguna	D ₁ →D ₂ →D ₃	87	87	80	80	1 a 4	No decolorado
Ejemplos Comparativos	17	Sn41-Ag	0,06	55	Chapado de Ag de 0,03 μm seguido de chapado de Sn de 0,03 μm sobre Ag	Ni	0,01	0,01	Ninguna	D ₁ →D ₂ →D ₃	87	87	25	87		
Ejemplos Comparativos	18	Sn41-Ag	0,06	55	Chapado de Sn de 0,03 μm seguido de chapado de Ag de 0,03 μm sobre Sn	Ni	1,0	0,89	Ninguna	D ₂ →D ₁ →D ₃						Decolorado
	19	Sn	0,002	1,5	Chapado de Sn	Ni	1,0	0,89	Ninguna	D ₁ →D ₃	12	< 10	100<	10<		
Ejemplos	20	Sn41-Ag	0,002	1,5	Chapado de Ag de 0,001 μm seguido de chapado de Sn de 0,001 μm sobre Ag	Ni	1,0	0,89	Ninguna	D ₁ →D ₂ →D ₃	<10	14	100<			Decolorado

*Sn41-Ag significa 41% en masa de Sn y 59% en masa de Ag.

[Tabla 14]

	Capa superior				Capa inferior						Tratam. térmico	Fuerza de inserc./extrac. Fuerza de inser. máxima /fuerza de inserc. máx. de Ejem. Comparativo 1 [%]	Capacidad de tratamiento de doblado
	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de depos. [µg/cm ²]	Método de formación	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de depos. [mg/cm ²]	Cristaliz. Filamentosa Hv	Dureza de penetración [MPa]				
Ejemplos	83	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni	1,0	0,9	130	1500	Ninguna	75	O
	84	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni (semi-brillante)	1,0	0,9	300	3400	Ninguna	75	O
	85	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni (brillante)	1,0	0,9	600	6700	Ninguna	69	O
	86	Sn26-Ag	0,15	145	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni-P	1,0	0,9	1200	13000	Ninguna	63	x

*Sn26-Ag significa 26% en masa de Sn y 74% en masa de Ag.

Tabla 15

	Capa superior				Capa inferior			Tratamiento térmico	XPS	Resistencia a la corrosión por gases		
	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de depos. [µg/cm²]	Método de formación	Composición	Espesor [µm]	Cantidad de depos. [mg/cm²]			Apariencia exterior después del ensayo	Resistencia a de contacto después del ensayo	
Ejemplos	87	Sn15-Ag	0,30	275	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	0,13<	No decolorado	4 a 8
	88	Sn40-Ag	0,27	248	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	0,18<	No decolorado	2 a 5
	89	Sn60-Ag	0,27	248	Desintegración de aleación de composición predeterminada	Ni	1,0	0,9	300°C x 3 seg	0,20<	No decolorado	2 a 5
Ejemplos Com. para-paratívos	21	Sn8-Ag	0,56	514	Chapado de Ag de 0,5 µm seguido de chapado de Sn de 0,06 µm sobre Ag	Ni	1,0	0,9	500°C x 18 seg	<0,1	Decolorado	10<
	22	Sn3-Ag	1,05	964	Chapado de Ag de 0,1 µm seguido de chapado de Sn de 0,05 µm sobre Ag	Ni	1,0	0,9	600°C x 3 seg	<0,1	Decolorado	10<

*Sn15-Ag significa 15% en masa de Sn y 85% en masa de Ag.

Cada uno de los ejemplos 1 a 89 era un material metálico para componentes electrónicos excelente en cualquiera de la baja fuerza de inserción/extracción, el bajo grado de formación cristalina filamentosa y la alta durabilidad.

El Ejemplo Comparativo 1 es un material en bruto.

5 En el Ejemplo comparativo 2, la preparación del mismo fue realizada haciendo más delgado el chapado de Sn del material bruto del Ejemplo Comparativo 1, pero ocurrió la formación cristalina filamentosa de 20 μm o más de longitud. En el Ejemplo Comparativo 2, la resistencia al desgaste por deslizamiento lento fue escasa y se aumentó la resistencia de contacto.

10 En el Ejemplo Comparativo 3, la preparación del mismo se realizó sin aplicar tratamiento térmico, en comparación con el Ejemplo Comparativo 2, pero ocurrieron las formaciones cristalinas filamentosas de 20 μm o más de longitud. En el ejemplo Comparativo 3, la resistencia al desgaste por deslizamiento lento fue escasa y se aumento la resistencia de contacto.

15 En el Ejemplo Comparativo 4, la preparación del mismo se realizó aplicando chapado de Cu a la capa inferior, en comparación con el Ejemplo Comparativo 1, pero ocurrieron las formaciones cristalinas filamentosas de 20 μm o más de longitud. En el Ejemplo Comparativo 4, era escasa la resistencia al desgaste por deslizamiento lento y se aumentó la resistencia de contacto.

En el Ejemplo Comparativo 5, se realizó la preparación del mismo aplicando un chapado de Ni más grueso de la capa inferior en comparación con el material bruto del Ejemplo Comparativo 1, pero las propiedades no fueron diferentes a las del Ejemplo Comparativo 1.

20 En el Ejemplo Comparativo 6, la proporción de Sn + In en la capa superior era de 10% en masa o menor y, por lo tanto, era escasa la resistencia a la corrosión por gases.

En el Ejemplo Comparativo 7, la resistencia a la corrosión por gases era escasa, como lo fue el caso del Ejemplo Comparativo 6.

25 En el Ejemplo Comparativo 8, el espesor de chapado era mayor que $8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$, y por tanto la fuerza de inserción/extracción era mayor que el objetivo previsto, y ocurrieron formaciones cristalinas filamentosas de 20 μm o más de longitud.

En el Ejemplo Comparativo 9, el chapado no fue aplicado a la capa inferior y, por lo tanto, la fuerza de inserción era mayor que el objetivo previsto.

30 En el Ejemplo Comparativo 10, no se aplicó chapado a la capa superior y, por tanto, era escasa la resistencia al desgaste por deslizamiento lento, se aumentó la resistencia de contacto y era también escasa la resistencia a la corrosión por gases.

En el Ejemplo Comparativo 11, el chapado de la capa inferior era extremadamente delgado, y por tanto la fuerza de inserción/extracción era mayor que el objetivo previsto.

35 En el Ejemplo Comparativo 12, el chapado de la capa superior era extremadamente delgado, y por tanto era escasa la resistencia al desgaste por deslizamiento lento, se aumentó la resistencia de contacto y la resistencia a la corrosión por gases era también escasa.

En el Ejemplo Comparativo 13, el espesor de chapado de la capa superior excedía de 0,6 μm , el espesor de chapado era mayor que $8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$, y por tanto ocurrían las formaciones cristalinas filamentosas de 20 μm o más y la fuerza de inserción/extracción era mayor que el objetivo previsto.

40 En el Ejemplo Comparativo 14, el espesor de chapado de la capa superior excedía 0,6 μm , el espesor de chapado era mayor que $8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$, y por tanto ocurrían las formaciones cristalinas filamentosas de 20 μm o más y la fuerza de inserción/extracción era mayor que el objetivo previsto.

45 En el Ejemplo Comparativo 15, el espesor de chapado de la capa superior era mayor que $8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$, y ocurrían las formaciones cristalinas filamentosas de 20 μm o más, la fuerza de inserción/extracción era mayor que el objetivo previsto y era mayor la resistencia de contacto después del ensayo de resistencia al desgaste por deslizamiento lento.

En el Ejemplo Comparativo 16, el espesor de chapado de la capa superior era más grueso que $8,2 \times (\text{proporción de Sn + In})^{-0,66}$, y ocurrieron las formaciones cristalinas filamentosas de 20 μm o más, la fuerza de inserción/extracción era mayor que el objetivo previsto y era mayor la resistencia de contacto después del ensayo de resistencia al desgaste por deslizamiento lento.

50 En el Ejemplo Comparativo 17, el chapado de la capa inferior era extremadamente delgado, por lo que la profundidad a la cual la concentración atómica (en %) de Ni, Cr, Mn, Fe, Co o Cu en la capa inferior, según se midió mediante la medición de profundidad con XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), era de 25% o más, era

más delgada que el objetivo previsto, y por tanto la fuerza de inserción/extracción era mayor que el objetivo previsto.

5 En el Ejemplo Comparativo 18, el orden del chapado de Sn y del chapado de Ag fue invertido en la producción del Ejemplo Comparativo 18, en comparación con el Ejemplo 17; la posición (D₁) que indica el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Sn o In de los elementos constituyentes A de la capa superior, y la posición (D₂), que indica el valor más alto de la concentración (en %) de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Os o Ir de los elementos constituyentes B de la capa superior, según es medido mediante la medición de profundidad con XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), se situaron en el orden de D₂ y D₁, y por tanto era escasa la resistencia de la corrosión por gases.

10 En el Ejemplo Comparativo 19 no estaban presentes elemento constituyentes B en la capa superior, el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh; Os o Ir de los elementos constituyentes B de la capa superior era igual o inferior al objetivo previsto y, por lo tanto, era escasa la resistencia térmica.

15 En el Ejemplo Comparativo 20, la preparación del mismo se realizó haciendo el chapado de Sn de la capa superior extremadamente delgado; sobre la base de la medición de profundidad realizada mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), la concentración atómica en la posición (D₁), que indica el valor más alto de la concentración de la concentración atómica (en %) de Sn o In de la capa superior, era 10% o menos, y la resistencia a la corrosión por gases era escasa.

20 En el Ejemplo Comparativo 21, la proporción de Sn + In en la capa superior era 10% en masa o menos, y sobre la base de una medición de profundidad realizada por XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), en el intervalo de 0,02 µm desde la superficie más exterior, la relación concentración atómica (en %), los elementos constituyentes A [en %]/(los elementos constituyentes A + los elementos constituyentes B) [en %] era menos de 0,1; de ese modo, la proporción del o de los elementos constituyentes A era extremadamente pequeña, Ag₃Sn no estaba presente y no existía fase de Ag, y por lo tanto era escasa la resistencia a la corrosión por gases.

En el Ejemplo Comparativo 22, la resistencia a la corrosión por gases era escasa por la misma razón que en el Ejemplo Comparativo 21.

25 La figura 2 muestra los resultados de una medición de profundidad con XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X) de acuerdo con el Ejemplo 17. Como se puede ver en la figura 2, la posición (D₁), que indica el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Sn o In en la capa superior, y la posición (D₂), que indica el valor más alto de la concentración atómica (en%) de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os o Ir en la capa superior, estaban situados en el orden de D₁ y D₂, y la concentración atómica en D₁ era 35% y la concentración atómica en D₂ era de 87%. Como se puede apreciar también de la figura 2, la relación de concentración atómica (en %), los elementos constituyentes A/(los elementos constituyentes A + los elementos constituyentes B), en el intervalo de 0,02 µm desde la superficie más exterior, es 0,1 o más. Concretamente, en este intervalo, la concentración más baja del elemento constituyente A (Sn) era de 10%, y la concentración correspondiente del elemento constituyente B (Ag) era de 90%, la relación del elemento constituyente A/(elemento constituyente A + elemento constituyente B) era 0,1.

35 **[Lista de signos de referencia]**

- 10 Material metálico para componentes electrónicos
- 11 Material de base
- 12 Capa inferior
- 13 Capa superior

40

REIVINDICACIONES

1. Un material metálico para componentes electrónicos, excelente en bajo grado de formación de filamentos cristalinos, bajo grado de fuerza de inserción/extracción, resistencia al desgaste por deslizamiento lento y resistencia a la corrosión por gases, que comprende:
- 5 un material de base;
- sobre el material de base, una capa inferior que comprende uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu; y
- sobre la capa inferior, una capa superior que comprende una aleación de uno o ambos de Sn e In (elementos constituyentes A) y uno o dos o más seleccionados de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir (elementos constituyentes B),
- 10 en el que el espesor de la capa inferior es de 0,05 μm o más;
- el espesor de la capa superior es de 0,005 μm o más y 0,6 μm o menos; y
- en la capa superior, la relación entre el o los elementos constituyentes A/(el o los elementos constituyentes A + el o los elementos constituyentes B) [% en masa] (a la que se hace referencia en lo que sigue como la proporción de Sn + In) y el espesor de chapado [μm] está dado por
- 15 espesor de chapado $\leq 8,2 \times (\text{proporción de Sn} + \text{In})^{-0,66}$, donde (proporción de Sn + In) $\geq 10\%$ en masa.
2. Un material metálico para componentes electrónicos, excelente en bajo grado de formación de filamentos cristalinos, bajo grado de fuerza de inserción/extracción, resistencia al desgaste por deslizamiento lento y resistencia a la corrosión por gases, que comprende:
- un material de base,
- 20 sobre el material de base, una capa inferior que comprende uno o dos o más elementos seleccionados del grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu; y
- sobre la capa inferior, una capa superior que comprende una aleación de uno o ambos de Sn e In (elementos constituyentes A) y uno o dos o más seleccionados de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir (elementos constituyentes B),
- en el que la cantidad de deposición de chapado de la capa inferior es de 0,03 mg/cm^2 o más;
- 25 la cantidad de deposición de chapado de la capa superior es de 7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o más y 600 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o menos; y
- en la capa superior, la relación entre el o los elementos constituyentes A/(el o los elementos constituyentes A + el o los elementos constituyentes B) [% en masa] (a la que se hace referencia en lo que sigue como la proporción de Sn + In) y la cantidad de deposición de chapado [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] está dada por
- 30 cantidad de deposición de chapado $\leq 8200 \times (\text{proporción de Sn} + \text{In})^{-0,66}$, donde (proporción de Sn + In) $\geq 10\%$ en masa.
3. El material metálico para componentes electrónicos, excelente en resistencia de inserción-extracción, de acuerdo con la reivindicación 1 o la 2, en el que:
- el espesor de chapado de la capa superior es de 0,05 μm o más; y/o
- en el que la cantidad de deposición de chapado de la capa superior es de 40 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ o más.
- 35 4. El material metálico para componentes electrónicos, excelente en resistencia al calor y capacidad de humectación de soldador, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que:
- la relación entre la proporción de Sn + In [% en masa] y el espesor de chapado [μm] de la capa superior está dada por:
- $$\text{espesor de chapado} \geq 0,03 \times e^{0,015 \times (\text{proporción de Sn} + \text{In})},$$
- 40 y/o
- la relación entre la proporción de Sn + In [% en masa] y la cantidad de deposición de chapado [$\mu\text{g}/\text{cm}^2$] de la capa superior está dada por:
- $$\text{cantidad de deposición de chapado} \geq 27,8 \times e^{0,017 \times (\text{proporción de Sn} + \text{In})}.$$
5. El material metálico para componentes electrónicos de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
- 45 la capa superior está formada por la difusión del o de los elementos constituyentes A y el o los elementos

constituyentes B bajo las condiciones de que se forme una película del o los elementos constituyentes B y después se forme una película del o los elementos constituyentes A sobre la capa inferior.

6. El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la difusión es realizada mediante tratamiento térmico.
- 5 7. El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los elementos constituyentes A en la capa superior es 50% en masa o más en términos del contenido total de Sn e In, y la capa superior incluye además uno o dos o más metales seleccionados del grupo que consiste en As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, W y Zn, como los componentes de la aleación.
- 10 8. El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los elementos constituyentes B en la capa superior es 50% en masa o más en términos del contenido total de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir, y la capa superior incluye además uno o dos o más metales seleccionados del grupo que consiste en Bi, Cd, Co, Cu, Fe, In, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, W, Tl y Zn, como los componentes de aleación.
- 15 9. El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la composición de la capa inferior comprende Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu en la cantidad total de estos de 50% en masa, y comprende además uno o dos o más seleccionados del grupo que consiste en B, P, Sn y Zn.
10. El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la dureza de penetración medida desde la superficie de la capa superior es de 1000 MPa o más.
- 20 11. El material metálico para componentes electrónicos, que tiene elevada capacidad de tratamiento de doblado, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la dureza de penetración, medida desde la superficie de la capa superior, es de 10000 MPa o menor.
- 25 12. El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que, sobre la base de un análisis de profundidad realizado mediante XPS (espectroscopia foto-electrónica de rayos X), la posición (D₁), que indica el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Sn o In de los elementos constituyentes A de la capa superior, la posición (D₂), que indica el mayor valor de la concentración (en %) de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os o Ir de los elementos constituyentes B de la capa superior, y la posición (D₃), que indica el valor más alto de la concentración atómica (en %) de Ni, Cr, Mn, Fe, Co o Cu de la capa inferior, están situados en el orden de D₁, D₂ y D₃ desde la superficie más exterior.
- 30 13. Un terminal de conector o un terminal de FFC que comprende, en la parte de contacto del mismo, el material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
14. Un componente electrónico que utiliza, en el electrodo del mismo para conexión externa, el material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
- 35 15. Un componente electrónico que utiliza el material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en un terminal del tipo de introducción por empuje del mismo para fijar una parte de conexión de cuadro a un cuadro empujando la parte de conexión de cuadro en el orificio pasante formado en el cuadro, en el que la parte de conexión del terminal hembra y la parte de conexión de cuadro están dispuestas respectivamente en un lado y el otro lado de una parte de montaje que se ha de unir a un alojamiento.

Figura 1

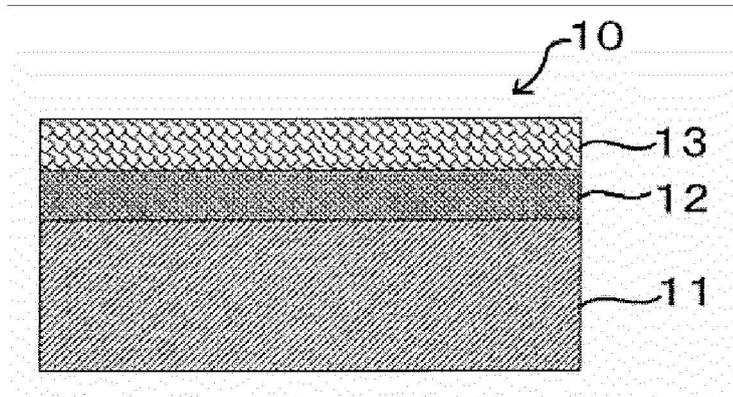


Figura 2

