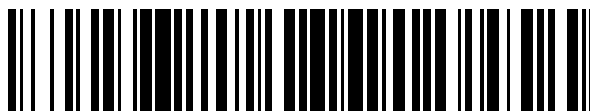


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 901**

51 Int. Cl.:

C23C 30/00	(2006.01)
C22C 5/06	(2006.01)
C22C 13/00	(2006.01)
C22C 19/03	(2006.01)
C23C 28/00	(2006.01)
C25D 5/10	(2006.01)
C25D 7/00	(2006.01)
H01B 1/02	(2006.01)
H01B 5/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.06.2013 PCT/JP2013/067417**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2014 WO14017238**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2013 E 13823522 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 2878704**

54 Título: **Material metálico para componentes electrónicos y método de producción del mismo, y terminales de conector, conectores y componentes electrónicos que usan el mismo**

30 Prioridad:

25.07.2012 JP 2012164895
27.11.2012 JP 2012259138

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2017

73 Titular/es:

JX NIPPON MINING & METALS CORPORATION
(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 2 643 901 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 componentes electrónicos y método de producción del mismo, y terminales de conector, conectores y componentes electrónicos que usan el mismo

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un material metálico para componentes electrónicos y a un método de producción del mismo, y terminales de conector, conectores y componentes electrónicos que usan el mismo.

Técnica anterior

10 En los conectores destinados a componentes de conexión para dispositivos electrónicos para uso de consumo y para uso en vehículos, se emplean materiales en los cuales se aplica un metalizado de base de Ni o Cu a la superficie de materiales de bronce, fósforo o latón y posteriormente se aplica un metalizado de Sn o aleación de Sn al metalizado de base. Generalmente, se requiere que el metalizado de Sn o aleación de Sn tenga propiedades tales como baja resistencia al contacto y elevada aptitud de humectación de la soldadura y además, recientemente, también se ha demandado la reducción de la fuerza de inserción en el momento de la unión conjunta de un terminal macho y un terminado hembra, moldeados por medio de procesado en prensa de materiales de metalizado. En el proceso de producción, sobre la superficie del metalizado, en ocasiones se producen filamentos, que son cristales de aguja, lo que provoca problemas tales como corto circuito, y además se precisa la eliminación de dichos filamentos de forma satisfactoria.

15 En este sentido, la Bibliografía de Patente 1 divulga un material de contacto eléctrico que incluye un material de base de contacto, una capa triturada formada por Ni o Co, o una aleación de Co y Ni y formada sobre la superficie del material de contacto, y una capa de aleación de Ag-Sn formada sobre la superficie de la capa triturada, en el que la concentración media de Sn en la capa de aleación de Ag-Sn es menor de un 10 % en masa, y la concentración de Sn en la capa de aleación de Ag-Sn varía con un gradiente de concentración para aumentar a partir de la interfaz con la capa triturada hacia la capa superficial de la capa de aleación de Ag-Sn. De acuerdo con la Bibliografía de Patente 1, se describe un material de contacto eléctrico excelente en cuanto a resistencia al desgaste, resistencia a la corrosión y aptitud de procesado, y se describe que el material de contacto eléctrico es apto para producción con un coste extremadamente reducido.

20 La Bibliografía de Patente 2 divulga un material para componentes eléctricos/electrónicos en el que sobre la superficie de un sustrato que tiene una superficie compuesta por Cu o una aleación de Cu, a través de una capa intermedia compuesta por una capa de Ni o una capa de aleación de Ni, se forma una capa superficial compuesta por 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 presentando un espesor de 0,5 a 20 μm . Como se describe en la Bibliografía de Patente 2, un objetivo de la invención descrita en la Bibliografía de Patente 2 es proporcionar un material para componentes eléctricos/electrónicos, en el que la capa superficial tiene un punto de fusión más bajo que Sn, es excelente en cuanto a aptitud de soldadura, y se encuentra libre de la presencia de filamentos; la resistencia de la junta formada tras la soldadura es elevada y, al mismo tiempo, apenas existe degradación temporal de la resistencia de la junta a temperaturas elevadas, y además el material resulta apropiado como material candidato; incluso cuando se usa el material en un entorno de temperatura elevada, se evita el aumento de la resistencia al contacto, el material no provoca la degradación de la fiabilidad de conexión con el miembro de la contraparte, y además el material resulta apropiado como material de contacto, incluyendo también el objetivo la aportación de un método de producción del material anteriormente descrito, y el suministro de componentes eléctricos/electrónicos usando el material anteriormente descrito.

30 La Bibliografía de Patente 3 divulga un material de recubrimiento que incluye un material de base que tiene una propiedad eléctricamente conductora y una capa de recubrimiento formada sobre el material de base, en el que la capa de recubrimiento incluye un compuesto intermetálico de Sn y un metal precioso al menos sobre una superficie de la misma. La Bibliografía de Patente 3 describe que un objetivo que consiste en proporcionar un material de recubrimiento que tiene baja resistencia de contacto, presenta bajo coeficiente de fricción para resultar eficaz en la reducción de la fuerza de inserción, es excelente en cuanto a resistencia de oxidación y presenta propiedades estables en un período de tiempo largo, y un método de producción del material de recubrimiento.

35 El documento US 2008/0135994 A1 divulga una capa de tri-metal que tiene estructura de metalizado de Cr/Ni/Ag, Cr/NiV/Ag, Ti/Ni/Ag o Ti/NiV/Ag. El documento EP 1 672 009 A1 se refiere a materiales compuestos de película de poliimida térmicamente conductora que tienen elevada conductividad térmica útiles en un dispositivo electrónico. El documento US 2003/0226688 A1 se refiere a una tarjeta de circuito que tiene capas múltiples de tri-metal. El documento US 2001/0034116 A1 divulga una estructura de dispositivo de semiconductor con una capa que tiene GaN como elemento esencial sobre un sustrato.

55

Listado de citas

Bibliografía de Patente

Bibliografía de Patente 1 Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N.º Hei 4-370613

Bibliografía de Patente 2 Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N.º Hei 11-350189

5 Bibliografía de Patente 3 Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N.º Hei 2005-126763

Sumario de la invención

Problema Técnico

10 No obstante, la técnica descrita en la Bibliografía de Patente 1 no revela la relación con la reducción recientemente requerida de la fuerza de inserción y la relación con la existencia o ausencia de filamentos. La concentración media de Sn en la capa de aleación de Ag-Sn es menor de un 10 % en masa, y la proporción de Ag en la capa de aleación de Ag-Sn es considerablemente más grande, y además la resistencia a la corrosión provocada por gases tales como gas de cloro, gas de ácido sulfuroso y ácido sulfhídrico no es suficiente, de acuerdo con la evaluación llevada a cabo por los presentes inventores.

15 En la técnica descrita en la Bibliografía de Patente 2, está implicada una capa superficial que se forma por una capa de Sn o una capa de aleación de Sn, incluyendo un compuesto de Ag_3Sn (fase- ϵ) y que tiene un espesor de 0,5 a 20 μm , y de acuerdo con la evaluación llevada a cabo por los presentes inventores, este espesor de capa superficial tiene como resultado la aparición de áreas capaces de reducir la fuerza de inserción de manera suficiente. El contenido de Ag_3Sn (fase- ϵ) de la capa superficial formada por una capa de Sn o una capa de aleación de Sn también se describe como un valor de 0,5 a un 5 % en masa en términos de Ag, la proporción de Sn en la capa superficial formada por una capa de Sn o una capa de aleación de Sn es grande, el espesor de la capa superficial formada por una capa de Sn o una capa de aleación de Sn y además, de acuerdo con la evaluación llevada a cabo por los presentes inventores, los filamentos aparecieron y la resistencia al desgaste por deslizamiento suave no resultó suficiente. La resistencia térmica y la aptitud de humectación de la soldadura tampoco fueron suficientes.

25 En la técnica descrita en la Bibliografía de Patente 3, la capa de recubrimiento incluye un compuesto intermetálico de Sn y un metal precioso, el espesor del compuesto intermetálico (Ag_3Sn) de Sn y un metal precioso es preferentemente de 1 μm o más y 3 μm o menos, y de acuerdo con una evaluación llevada a cabo por los presentes inventores, se encontró que este espesor no era capaz de disminuir la fuerza de inserción de manera suficiente.

30 Como se ha descrito anteriormente, los materiales metálicos de componente electrónico que tienen una estructura de metalizado de base de Ni/aleación de Sn-Ag todavía no pueden disminuir de forma suficiente la fuerza de inserción y queda un problema por resolver en cuanto a la formación de filamentos. Para la durabilidad (resistencia térmica, aptitud de humectación de la soldadura, resistencia al desgaste por deslizamiento suave y resistencia frente a la corrosión provocada por gases), resulta difícil de lograr especificaciones suficientemente satisfactorias y dichas especificaciones aún no están claras.

35 La presente invención se ha logrado con el fin de solucionar los problemas anteriormente mencionados, y un objetivo de la presente invención es proporcionar materiales metálicos para componentes electrónicos, que tengan un bajo grado de formación de filamentos, baja propiedad de desgaste por adhesivo y elevada durabilidad, y terminales de conector, conectores y componentes electrónicos que usen dichos materiales metálicos. En este caso, resistencia frente a adhesivos significa el fenómeno de desgaste que tiene lugar debido a la cizalladura, provocada por el movimiento de fricción, de las partes adhesivas que constituyen el área de contacto real entre los objetos sólidos. Con el aumento de la resistencia frente a adhesivos, aumenta la fuerza de inserción, cuando se une un terminal macho con un terminal hembra.

Solución del Problema

45 Los presentes inventores han llevado a cabo un estudio concienzudo, y por consiguiente han descubierto que se puede preparar un material metálico para componentes electrónicos, que tenga bajo grado de formación de filamentos, bajas propiedades de desgaste por adhesivos y elevada durabilidad, mediante la colocación de una capa inferior, una capa intermedia y una capa superior, por este orden, sobre un material de base, usando metales predeterminados para la capa inferior, la capa intermedia y la capa superior, respectivamente, y asignando los valores de espesor predeterminados y las composiciones predeterminadas a las capas inferior, intermedia y superior, respectivamente.

50 Un aspecto de la presente invención mejorado sobre la base del descubrimiento anteriormente descrito, es un material metálico para componentes electrónicos que incluye: un material de base; una capa inferior formada sobre el material de base, estando constituida la capa inferior por uno o dos o más seleccionados entre un grupo A de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu; una capa intermedia formada sobre la capa inferior, estando constituida la capa intermedia por uno o dos o más seleccionados entre el

- grupo A de elementos constituyentes y uno o dos seleccionados entre un grupo B de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Sn y In; y una capa superior formada sobre la capa intermedia, estando constituida la capa superior por uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes y uno o dos o más seleccionados entre el grupo C de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que constituye Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir; en el que el espesor de la capa inferior es de 0,05 μm o más y menos de 5,00 μm ; el espesor de la capa intermedia es de 0,01 μm o más y menos de 0,40 μm ; el espesor de la capa superior es de 0,02 μm o más y menos de 1,00 μm ; y el material metálico para componentes electrónicos tiene un grado bajo de formación de filamentos, baja propiedad de desgaste por adhesivo y elevada durabilidad.
- 5
- En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en una realización, el espesor mínimo (μm) de la capa superior es de un 50 % o más con respecto al espesor (μm) de la capa superior.
- 10
- En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, el valor máximo (μm) de las diferencias de elevación entre los picos y valles adyacentes del perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia es de un 50 % o menos con respecto al espesor (μm) de la capa superior.
- 15
- En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, sobre la superficie de la capa superior, está presente una región en la que la concentración atómica total (% atómico) de los elementos B constituyentes \geq la concentración atómica total (% atómico) de los elementos constituyentes C y la concentración atómica (% atómico) de O \geq 10 % atómico, dentro del intervalo de 0,02 μm o menos.
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, la capa superior incluye el(los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes en un contenido de 10 a un 50 % atómico.
- 20
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, en la capa superior, está presente una fase ζ (zeta) que es una aleación de Sn-Ag que incluye Sn en un contenido de un 11,8 a un 22,9 % atómico.
- En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, en la capa superior, está presente una fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn .
- 25
- En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, en la capa superior, están presentes una fase ζ (zeta) que es una aleación de Sn-Ag que incluye Sn en un contenido de un 11,8 a un 22,9 % atómico y una fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn .
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, en la capa superior, únicamente está presente una fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn .
- 30
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, en la capa superior, están presentes la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn y β -Sn que es una fase individual de Sn.
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, en la capa superior, están presentes la fase ζ (zeta) que es una aleación de Sn-Ag que incluye Sn en un contenido de un 11,8 a un 22,9 % atómico, la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn y β -Sn que es una fase individual de Sn.
- 35
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, la capa intermedia incluye un(unos) metal(es) del grupo B de elemento constituyente en un contenido de un 35 % o más.
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, en la capa intermedia, están presentes Ni_3Sn_4 y Ni_3Sn_2 .
- 40
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, en la capa intermedia, están presentes Ni_3Sn_4 y β -Sn que es una capa individual de Sn.
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, la relación de espesor entre la capa superior y la capa intermedia en dicha capa superior:capa intermedia = de 9:1 a 3:7.
- 45
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, dentro del intervalo desde la capa superior hasta la capa intermedia, excluyendo el intervalo de 0,03 μm de la superficie más externa de la capa superior, C, S y O se incluyen cada uno en una contenido de un 2 % atómico o menos.
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, la dureza de indentación de la superficie de la capa superior, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre la superficie de la capa superior con una carga de 10 mN sobre la base de un ensayo de dureza de nano-indentación es de 1000 MPa o más.
- 50
- En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, la dureza de indentación de la superficie de la capa superior, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre la superficie de la capa superior con una carga de 10 mN sobre la base de un ensayo de dureza de

nano-indentación es de 10000 MPa o menos.

En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra de las realizaciones de la misma, la altura en media aritmética (Ra) de la superficie de la capa superior es de 0,3 μm o menos.

5 En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra de las realizaciones de la misma, la altura máxima (Rz) de la superficie de la capa superior es de 3 μm o menos.

10 En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, la capa superior, la capa intermedia y la capa inferior se forman por medio de conformación de una película de uno o dos o más seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes sobre el material de base, formación posterior de una película de uno o dos seleccionados entre el grupo C de elementos constituyentes, formación posterior de una película de uno o dos o más seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes, y mediante difusión de los respectivos elementos seleccionados del grupo A de elementos constituyentes, el grupo B de elementos constituyentes y el grupo C de elementos constituyentes.

En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, la difusión se lleva a cabo por medio de tratamiento térmico.

15 En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización, el tratamiento térmico se lleva a cabo a una temperatura igual o mayor que el(los) punto(s) de fusión del(de los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes y se forman una capa de aleación de uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes y uno o dos o más seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes y una capa de aleación de uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes y uno o dos o más seleccionados entre el grupo C de elementos constituyentes.

20 En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, el contenido de metal(es) del grupo A de elementos constituyentes es de un 50 % en masa o más en términos de contenido total de Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu, y se incluyen de forma adicional uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en B, P, Sn y Zn.

25 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, el contenido de metal(es) del grupo B de elementos constituyentes es de un 50 % en masa o más en términos del contenido total de Sn y In, y el componente de aleación restante está compuesto por uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, W y Zn.

30 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, el contenido de metal(es) del grupo C de elementos constituyentes es de un 50 % en masa o más en términos del contenido total de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os y Ir, y el componente de aleación restante está compuesto por uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en Bi, Cd, Co, Cu, Fe, In, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, W, Ti y Zn.

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

35 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, la dureza de indentación del corte transversal de la capa inferior, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre el corte transversal de la capa inferior con una carga de 10 mN sobre la base de un ensayo de dureza de nanoindentación es de 1500 mPa o más.

40 En el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención, en otra realización del mismo, la dureza de Vickers del corte transversal de la capa inferior es de Hv 1000 o menos.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, la dureza de indentación del corte transversal de la capa inferior, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre el corte transversal de la capa inferior con una carga de 10 mN sobre la base de un ensayo de dureza de nanoindentación es de 10000 Mpa o menos.

45 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, la capa intermedia está constituida por Ni_3Sn y Ni_3Sn_2 .

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, la capa intermedia está constituida por Ni_3Sn_2 .

50 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, la capa intermedia está constituida por Ni_3Sn_4 .

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, se dispone, entre la capa inferior y la capa intermedia, una capa constituida por la aleación del(de los) metal(es) del grupo A de elementos constituyentes y el(los) metal(es) del grupo C de elementos constituyentes.

En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, P se deposita sobre la superficie de la capa superior, y la cantidad de depósito de P es 1×10^{-11} a 4×10^{-8} mol/cm².

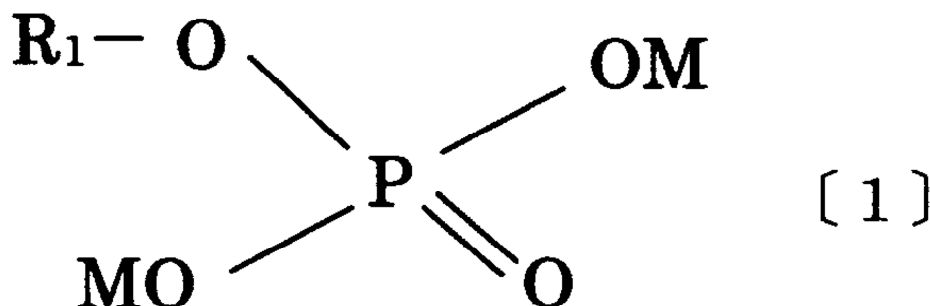
En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, N se deposita sobre la superficie de la capa superior, y la cantidad de depósito de N es 2×10^{-12} a 8×10^{-9} mol/cm².

5 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, el análisis XPS llevado a cabo para la capa superior, con I(P2s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debido al electrón orbital 2S de P objeto de detección e I(N1s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debido al electrón orbital 1S de N objeto de detección, se cumple la relación $0,1 \leq I(P2s)/I(N1s) \leq 1$.

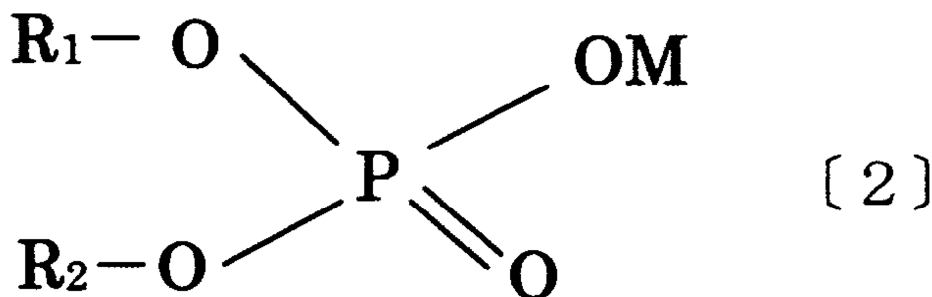
10 En el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, el análisis XPS llevado a cabo para la capa superior, con I(P2s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debido al electrón orbital 2S de P objeto de detección e I(N1s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debido al electrón orbital 1S de N objeto de detección, se cumple la relación $0,1 \leq I(P2s)/I(N1s) \leq 50$.

15 Otro aspecto de la presente invención es un método de producción del material metálico para componentes electrónicos, comprendiendo el material metálico: un material de base, una capa inferior formada sobre el material de base, estando constituida la capa inferior por uno o dos o más seleccionados entre un grupo A de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu; una capa intermedia formada sobre la capa inferior, estando constituida la capa intermedia por uno o más seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes y uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Sn e In; y una capa superior formada sobre la capa intermedia, estando la capa superior constituida por uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes y uno o dos o más seleccionados entre el grupo C de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir, en el que la superficie del material metálico se trata superficialmente con una solución basada en éster de ácido fosfórico incluyendo al menos uno de los ésteres de ácido fosfórico representados por medio de las fórmulas generales siguientes [1] y [2], y al menos uno seleccionado entre el grupo de compuesto orgánicos cíclicos representados por medio de las fórmulas generales siguientes [3] y [4]:

[Fórmula 1]

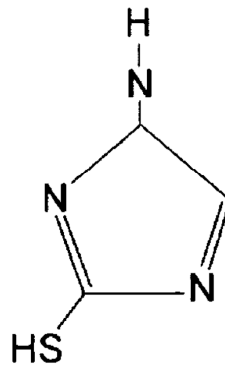
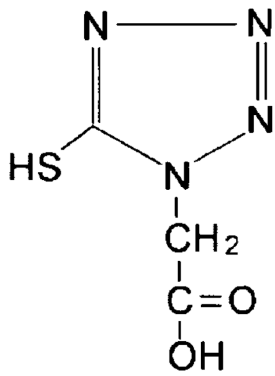
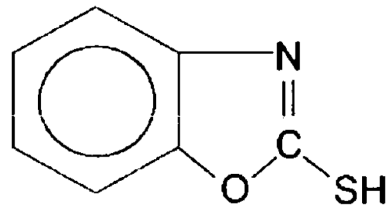
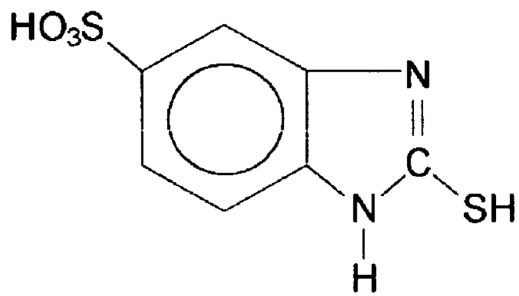
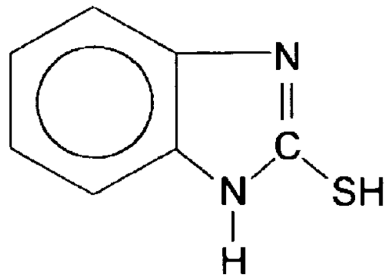
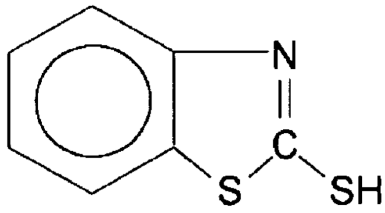


[Fórmula 2]

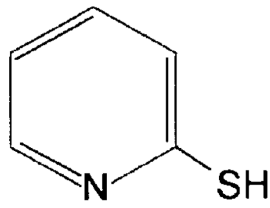
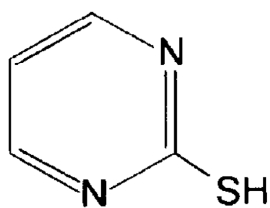
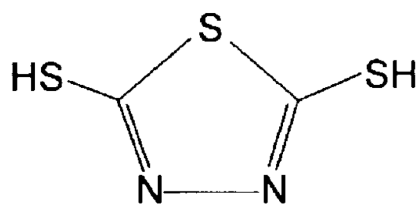
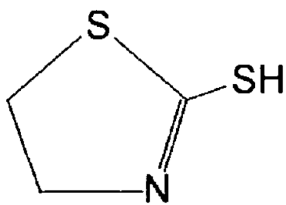


30 (en las que, en las fórmula [1] y [2], R₁ y R₂ representan cada uno de ellos un grupo alquilo sustituido y M representa un átomo de hidrógeno o un átomo de metal alcalino,)

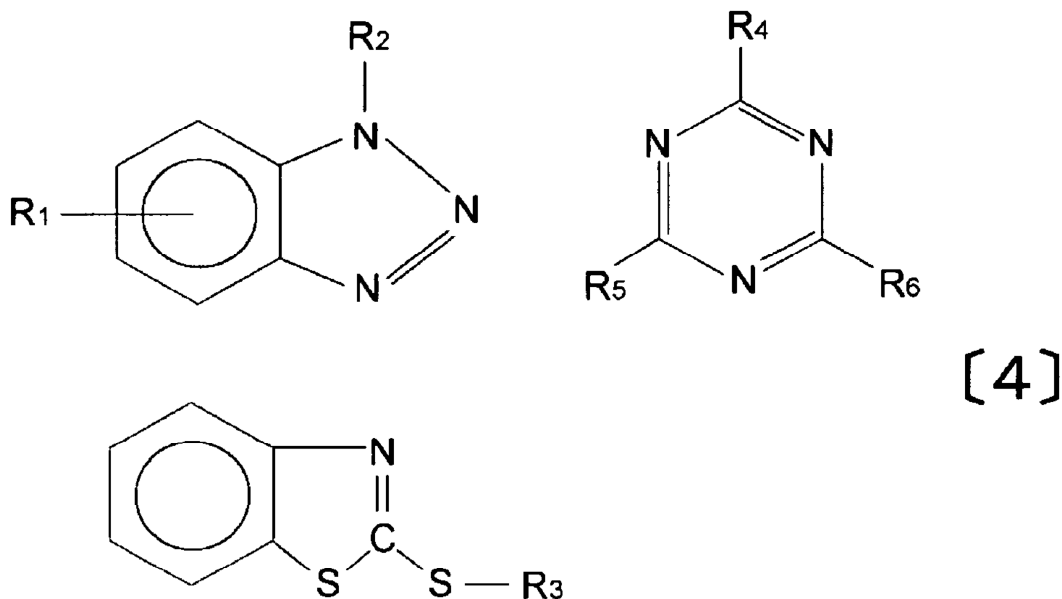
[Fórmula 3]



[3]



[Fórmula 4]



(en la que, en las fórmula [3] y [4], R₁ representa un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo o un grupo alquilo sustituido; R₂ representa un átomo metálico alcalino, un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo o un grupo alquilo sustituido; R₃ representa un átomo metálico alcalino o un átomo de hidrógeno; R₄ representa -SH, un grupo amino con sustitución de grupo arilo o con sustitución de grupo alquilo, o representa un grupo imidazolilalquilo con sustitución de alquilo; y R₅ y R₆ representan cada uno de ellos -NH₂, -SH o SM (M representa un átomo de metal alcalino).).

En el método de producción del material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en una realización, el tratamiento superficial con la solución basada en éster de ácido fosfórico se lleva a cabo aplicando la solución basada en éster de ácido fosfórico a la capa superior.

En el método de producción del material metálico para componentes electrónicos de la presente invención en otra realización, el tratamiento superficial con la solución basada en éster de ácido fosfórico se lleva a cabo realizando una electrolisis sumergiendo el material metálico tras la formación de la capa superior en la solución basada en éster de ácido fosfórico y usando como ánodo el material metálico tras la formación de la capa superior.

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

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

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

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

La presente invención es, en otro aspecto de la misma, un FFC que usa el terminal de FFC de la presente invención.

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

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

La presente invención es, en otro aspecto de la misma, un componente electrónico que usa el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, en un terminal de tipo encaje del mismo, para fijar la parte de conexión de la tarjeta a una tarjeta mediante encaje de la parte de conexión de la tarjeta en el interior de un orificio pasante formado en la tarjeta, en el que se proporcionan la parte de conexión del terminal hembra y la parte de conexión de la tarjeta respectivamente en un lado y otro lado de una parte de montaje con el objetivo de unirse a un alojamiento.

Efectos Ventajosos de la Invención

De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar materiales metálicos para componentes electrónicos, que tengan un grado bajo de formación de filamentos, baja propiedad de desgaste por adhesivos y elevada durabilidad, y terminales de conector, conectores y componentes electrónicos que usen dichos materiales metálicos.

5 **Breve Descripción de los Dibujos**

La Figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra la estructura de un material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama de análisis XPS de material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la presente invención.

10 La Figura 3 es un gráfico que muestra la relación entre las cantidades de depósito y las intensidades de detección de los componentes de la solución de pos tratamiento de un material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 es un diagrama esquemático de una imagen HAADF (High-Angle-Annular-Dark-Files)-STEM (microscopio electrónico de transmisión y barrido) de un material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la presente invención.

15 La Figura 5 es un diagrama esquemático del análisis lineal STEM (microscopio electrónico de transmisión y barrido) de un material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la presente invención.

La Figura 6 es el diagrama de fases de Sn-Ag.

La Figura 7 es el diagrama de fases de Sn-Ni.

20 **Descripción de las Realizaciones**

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 10 metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una realización incluye un material de base 11, una capa inferior 12 formada sobre el material de base 11, una capa intermedia 13 formada sobre la capa inferior 12 y una capa superior 14 formada sobre la capa intermedia 13.

25

Estructura del Material Metálico para Componentes Electrónicos

(Material de Base)

Los ejemplos útiles del material de base 11 incluyen, sin limitarse particularmente a: 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 puede estar formado mediante combinación de un material de base metálico con una capa de resina. Los ejemplos de material de base formados mediante combinación de un material de base metálico con una capa de resina incluyen las partes de electrodo en los materiales de base de FPC y FFC.

30

(Capa Superior)

Se requiere que la capa superior 14 esté constituida por un una aleación compuesta por uno o dos seleccionados entre un grupo B de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Sn e In, y uno o dos o más seleccionados entre el grupo C de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir.

35

Sn e Ir son metales oxidables, pero se caracterizan por ser relativamente blandos entre metales. Por consiguiente, incluso cuando se forma una película de óxido sobre la superficie de Sn o In, por ejemplo en el momento de unir juntos un terminal macho y un terminal hembra mediante el uso de un material metálico para componentes electrónicos como material de contacto, la película de óxido experimenta decapado de forma sencilla para dar como resultado el contacto entre metales, y además se obtiene baja resistencia de contacto.

40

Sn e In son excelentes en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases tales como gas de cloro, gas de ácido sulfuroso y gas de ácido sulfhídrico; por ejemplo, cuando se usa Ag pobre en cuanto a resistencia de corrosión frentes a gases para la capa superior 14, se usa Ni pobre en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases para la capa inferior 12, y se usa cobre o una aleación de cobre pobre en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases para el material de base 11, Sn e In tienen un efecto de mejorar la resistencia de corrosión frente a gases del material metálico para componentes electrónicos. Como para Sn e In, se prefiere Sn porque In está regulado en gran medida sobre la base de las recomendaciones técnicas para la prevención de problemas de salud prescritos por la Ordinance of Ministry of Health, Labour and Welfare.

45

50

Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir se caracterizan por ser relativamente termo-resistentes entre metales. Por consiguiente, estos metales evitan la difusión de la composición del material de base 11, la capa inferior 12 y la capa intermedia 13 hacia el lado de la capa superior 14 para mejorar la resistencia térmica. Estos metales también forman compuestos con Sn o In en la capa superior 14 para evitar la formación de la película de óxido de Sn o In, para mejorar la aptitud de humectación de la soldadura. Entre Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir, Ag resulta más deseable desde el punto de vista de conductividad eléctrica. A tiene elevada conductividad eléctrica. Por ejemplo, cuando se usa Ag para las señales de ondas de alta frecuencia, la resistencia a la impedancia se vuelve baja debido al efecto sobre la piel.

Se requiere que el espesor de la capa superior 14 sea de 0,02 μm o más y menos de 1,00 μm . Cuando el espesor de la capa superior 14 es menor de 0,02 μm , la composición del material de base 11 o la capa inferior 12 tiende a difundir hacia el lado de la capa superior 14 y la resistencia térmica o la humectabilidad de la soldadura se degradan. Adicionalmente, la capa superior se desgasta por medio de deslizamiento suave, y la capa inferior 12, de elevada resistencia de contacto, tiende a quedar expuesta, y además la resistencia al desgaste por deslizamiento suave es pobre y la resistencia al contacto tiende a aumentar por deslizamiento suave. Además, la capa inferior 12, pobre en cuanto a resistencia a la corrosión por gases, tiende a quedar expuesta, y además la resistencia a la corrosión por gases es pobre, y el aspecto exterior se ve decolorado cuando se lleva a cabo el ensayo de corrosión por gases. Por otra parte, cuando el espesor de la capa superior 14 es de 1,00 μm o más, aumenta el efecto de lubricación de la película fina debido a que el material 11 de base duro o a la capa 12 inferior dura se degradan y aumenta la resistencia frente a adhesivos. La durabilidad mecánica también se ve degradada y tiende a producirse decapado del metalizado.

La capa superior 14 preferentemente incluyen el(los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes en un contenido de un 10 a un 50 %. Cuando el contenido del(de los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes es menor de un 10 % atómico, por ejemplo, en el caso de que el metal del grupo C de elementos constituyentes sea Ag, la resistencia a la corrosión frente a gases es pobre, y en ocasiones el aspecto exterior se ve decolorado cuando se lleva a cabo el ensayo de corrosión frente a gases. Por otra parte, cuando el contenido del(de los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes supera un 50 % atómico, la proporción de metal(es) del grupo B de elementos constituyentes en la capa superior 14 es grande, y además aumenta el desgaste por adhesivos y también tienden a aparecer filamentos. Además, en ocasiones la resistencia al desgaste por deslizamiento suave es pobre.

En la capa superior 14, preferentemente está presente la fase ζ (zeta) que es una aleación de Sn-Ag que incluye Sn en un contenido de un 11,8 a un 22,9 % atómico. Mediante la presencia de la fase ζ (zeta), se mejora la resistencia de corrosión frente a gases, y el aspecto exterior apenas experimenta decoloración, incluso cuando se lleva a cabo el ensayo de corrosión frente a gases.

En la capa superior 14, preferentemente están presentes la fase ζ (zeta) y la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn . Mediante la presencia de la fase ϵ (epsilon), en comparación con el caso en el que únicamente está presente la fase ζ (zeta) en la capa superior 14, el revestimiento se vuelve más duro y la resistencia frente a adhesivos disminuye. El aumento de la proporción de Sn en la capa superior 14 mejora la resistencia de corrosión frente a gases.

En la capa 14, preferentemente solo está presente la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn . Por la sola presencia de la fase ϵ (epsilon) en la capa superior 14, el revestimiento se vuelve más duro y el desgaste por adhesivos disminuye, en comparación con el caso en el que la fase ζ (zeta) y la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn están presentes en la capa superior 14. Cuanto mayor es el aumento de la proporción de Sn en la capa superior 14, más mejora la resistencia de corrosión frente a gases.

Se prefiere la presencia de la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn y $\beta\text{-Sn}$ que es una fase sencilla de Sn en la capa superior 14. Mediante la presencia de la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn y $\beta\text{-Sn}$ que es una fase sencilla de Sn, se mejora la resistencia de corrosión frente a gases con un aumento adicional de la proporción de Sn en la capa superior, en comparación con el caso en el que únicamente está presente la fase ϵ (epsilon) en la capa superior 14.

En la capa superior 14, preferentemente están presentes la fase ζ (zeta) que es una aleación de Sn-Ag que incluye Sn en un contenido de un 11,8 a un 22,9 % atómico, la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn y $\beta\text{-Sn}$ que es una fase sencilla de Sn. Mediante la presencia de la fase ζ (zeta), la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn y $\beta\text{-Sn}$ que es una fase sencilla de Sn, se mejora la resistencia de corrosión frente a gases, el aspecto exterior apenas se ve decolorado incluso cuando se lleva a cabo un ensayo de corrosión frente a gases, y disminuye el desgaste por adhesivos. Se crea la composición de interés por medio de difusión y no implica estructura en estado de equilibrio.

La capa superior 14 no debería estar presente como capa formada únicamente por $\beta\text{-Sn}$. Cuando está presente la capa superior 14 como capa únicamente compuesta por $\beta\text{-Sn}$, el desgaste por adhesivo es significativo, aparecen filamentos y, por ejemplo, la resistencia térmica y la resistencia frente al desgaste por deslizamiento suave se degradan.

(Capa Intermedia)

Entre la capa inferior 12 y la capa superior 14, la capa intermedia 13 constituida por uno o dos o más seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu, y

5 uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes, se requiere la formación del grupo que consiste en Sn e In con un espesor de 0,01 μm o más y menos de 0,40 μm . Sn e In son excelentes en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases de cloro tales como gas de ácido sulfuroso y gas de ácido sulfhídrico; por ejemplo, cuando se usa Ni pobre en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases para la capa inferior 12 y cobre y una aleación de cobre pobre en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases para el material de base 11, Sn e In tienen una función de mejorar la resistencia de corrosión frente a gases del material metálico para componentes electrónicos. Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu proporcionan un revestimiento más duro, en comparación con Sn e In, por lo que hacen que el desgaste por adhesivos apenas tenga lugar, evitan la difusión del(de los) metal(es) de constituyente(s) del material de base 11 en la capa superior 14 y, de este modo, mejoran la durabilidad de tal forma que se evitan la degradación de la resistencia térmica o la degradación de la humectabilidad de la soldadura.

10 Cuando el espesor de la capa intermedia 13 es de 0,01 μm o más, el revestimiento se vuelve duro y disminuye el desgaste por adhesivos. Por otra parte, el espesor de la capa intermedia 13 es 0,40 μm o más, la aptitud de procesado de plegado se degrada, la durabilidad mecánica también se degrada y, en ocasiones, tiene lugar el decapado del metalizado.

15 De Sn e In, se prefiere Sn ya que In se regula de forma intensa sobre la base de las recomendaciones técnicas para la prevención de problemas de salud de Ordinance of Ministry of Health, Labour and Welfare. Se prefiere Ni entre Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu. Esto es porque Ni es duro, y por consiguiente el desgaste por adhesivos apenas tiene lugar y se obtiene una aptitud de procesado de plegado suficiente.

20 En la capa intermedia 13, el contenido del(de los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes es preferentemente de un 35 % atómico o más. Cuando el contenido de Sn es de un 35 % átomo o más, en ocasiones el revestimiento se vuelve duro y el desgaste por adhesivos disminuye.

La capa intermedia 13 puede estar constituida por Ni_3Sn y Ni_3Sn_2 , o puede estar también constituida por Ni_3Sn_2 o Ni_3Sn_4 solo. La presencia de Ni_3Sn , Ni_3Sn_2 o Ni_3Sn_4 , en ocasiones, mejora la resistencia térmica o la humectabilidad de la soldadura.

25 Preferentemente, en la capa intermedia 13 están presentes Ni_3Sn_4 y $\beta\text{-Sn}$ que es una fase sencilla de Sn. La presencia de Ni_3Sn_4 y $\beta\text{-Sn}$ mejora en ocasiones la resistencia térmica o la aptitud de humectación de la soldadura, en comparación con el caso en el que están presentes Ni_3Sn_4 y Ni_3Sn_2 .

(Relación entre Espesor de la Capa Superior y Espesor Mínimo de la Capa Superior)

30 El espesor mínimo (μm) de la capa superior 14 preferentemente representa un 50 % o más del espesor (μm) de la capa superior 14. Cuando el espesor mínimo de la capa superior 14 es menor de un 50 % del espesor de la capa superior 14, la rugosidad superficial de la capa superior 14 es grande, el Ni, que presenta elevada resistencia por contacto, apenas es humectable con la soldadura y es pobre en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases, queda expuesto a la superficie, y además en ocasiones la resistencia térmica, la aptitud de humectación de la soldadura y la resistencia de corrosión frente a gases se degradan.

35 En este caso, el punto que soporta la relación entre el espesor de la capa superior 14 y el espesor mínimo de la capa superior 14 es el corte transversal medio de la parte que exhibe el efecto del revestimiento de la presente invención. El punto se refiere a la parte que normalmente se ve sometida a procesado por formación de película en el perfil superficial normal (picadura por aceite, picadura por ataque químico, ralladuras, dientes y otros defectos superficiales no se incluyen) del material, en la parte en cuestión. No es preciso comentar que el punto excluye las partes deformadas o similares, debido al procesado en prensa antes y después de la formación de película.

40 (Relación entre el Espesor de la Capa Superior y el Valor Máximo de Diferencias de Elevación entre los Picos y Valles Adyacentes en el Perfil de la Interfaz entre la Capa Superior y la Capa Intermedia)

45 El valor máximo (μm) de las diferencias de elevación entre los picos y los valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa superior 14 y la capa intermedia 13 preferentemente representa un 50 % o menos del espesor (μm) de la capa superior 14. Cuando el valor máximo (μm) de las diferencias de elevación entre los picos y los valles adyacentes del perfil de la interfaz entre la capa superior 14 y la capa intermedia 13 supera un 50 % del espesor de la capa superior 14, la capa intermedia 13 tiene que ubicarse cerca de la capa superior 14, el Ni, que presenta elevada resistencia por contacto, apenas es humectable con la soldadura y es pobre en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases, queda expuesto a la superficie, y además en ocasiones la resistencia térmica, la aptitud de humectación de la soldadura y la resistencia de corrosión frente a gases se degradan.

55 La distribución microscópica del espesor de la capa superior 14 y el perfil de la interfaz entre la capa superior 14 y la capa intermedia 13 se pueden controlar por medio de las condiciones de formación de película de la capa inferior 12, la capa intermedia 13 y la capa superior 14. En el momento de la formación de película, mediante la regulación de las condiciones de metalizado (concentración de metal, aditivos, densidad de corriente del cátodo, agitación y similares), se lleva a cabo la formación de película por electrodeposición suave para cumplir la relación anteriormente descrita "entre el espesor de la capa superior y el espesor mínimo de la capa superior", y la relación anteriormente descrita "entre el espesor de la capa superior y el valor máximo de las diferencias de elevación entre los picos y los

valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia".

(Relación de Espesor entre la Capa Superior y la Capa Intermedia, y Composición)

5 La relación de espesor entre la capa superior 14 y la capa intermedia 13 es preferentemente tal que la capa superior/capa intermedia = de 9:1 a 3:7. Cuando la proporción de la capa superior supera 9/10, el efecto de lubricación de película fina debido a la capa intermedia 13 más dura que el material 11 de base duro, la capa inferior 12 y la capa superior 14 se degradan y el desgaste por adhesivos aumenta. Por otra parte, cuando la proporción de la capa superior es menor de 3/10, el Ni, que presenta elevada resistencia por contacto, apenas es humectable con la soldadura y es pobre en cuanto a resistencia de corrosión frente a gases, queda expuesto a la superficie, y además en ocasiones la resistencia térmica, la aptitud de humectación de la soldadura y la resistencia de corrosión frente a gases se degradan.

15 En el intervalo desde la capa superior 14 hasta la capa intermedia 13, excluidos del intervalo de 0,03 µm desde la superficie más externa de la capa inferior 14, C, S y O se incluyen cada uno preferentemente en un contenido de un 2 % atómico o menos. Cuando el contenido de cada uno de C, S y O es mayor de un 2 % atómico, se gasifican estos elementos co-depositados en la aplicación del tratamiento térmico, y puede suceder que no se forme revestimiento de aleación uniforme.

(Capa Inferior)

20 Entre el material de base 11 y la capa superior 14, es necesario formar la capa inferior 12 constituida por uno o dos o más seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu. Mediante la formación de la capa inferior 12 con uno o dos o más metales seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu, se forma la capa 12 inferior dura, además se mejora el efecto de lubricación de película fina y disminuye el desgaste por adhesivos, y la capa inferior 12 evita la difusión del(de los) metal(es) constituyente(s) del material de base 11 al interior de la capa superior 14 y mejora, por ejemplo, la resistencia térmica o la aptitud de humectación de la soldadura.

25 Se requiere que el espesor de la capa inferior 12 sea de 0,05 µm o más. Cuando el espesor de la capa inferior 12 es menor de 0,05 µm, el efecto de lubricación de la película fina debido a la capa inferior dura se degrada y el desgaste por adhesivo aumenta. Se facilita la difusión del(de los) metal(es) constituyente(s) del material de base 11 en la capa superior 14, y la resistencia térmica o la aptitud de humectación de soldadura se degradan. Por otra parte, se requiere que el espesor de la capa inferior 12 sea menor de 5,00 µm. Cuando el espesor es de 5,00 µm o más, la aptitud de procesado de plegado es pobre.

35 Sobre la superficie de la capa superior 14, una región en la que la concentración atómica total (% atómico) de los elementos B constituyentes \geq concentración atómica total (% atómico) de los elementos C constituyentes y la concentración atómica (% atómico) de O \geq 10 % atómico está preferentemente presente en el intervalo de 0,02 µm o menos. Los elementos constituyentes B tales como Sn, tienen afinidad con O y además la superficie está unida a O tras el metalizado de Sn. Incluso cuando se aplica el tratamiento térmico, el óxido de Sn formado por medio de esta unión no experimenta aleación Sn-Ag y mantiene el estado antes del tratamiento térmico, está presente la región anteriormente descrita. No obstante, cuando la región en cuestión supera el intervalo de 0,02 µm, en ocasiones se degrada la resistencia de contacto o la aptitud de humectación de soldadura.

40 Entre la capa inferior 12 y la capa intermedia 13, también se puede proporcionar una capa constituida por el(los) metal(es) del grupo A de elemento constituyente y el(los) metal(es) del grupo C de elementos constituyentes. Como capa en cuestión, por ejemplo, se prefiere una capa de aleación de Ni-Ag. Cuando se forma dicha capa entre la capa inferior 12 y la capa intermedia 13, se evita satisfactoriamente de forma adicional la difusión del metal(es) constituyente(s) del material de base 11 a la capa superior 14 y, por ejemplo, se mejora la resistencia térmica o la aptitud de humectación de soldadura.

45 (Grupo A de Elementos Constituyentes)

50 El(los) metal(es) del grupo A de elementos constituyentes incluye(n) Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu en la cantidad total de estos es de un 50 % en masa o más, y puede incluir además uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en B, P, Sn y Zn. La composición de aleación de la capa inferior 12 que tiene dicha constitución, como se ha descrito anteriormente, hace que la capa inferior 12 se más dura y mejora de forma adicional el efecto de lubricación de película fina para disminuir más el desgaste por adhesivo; la aleación de la capa inferior 12 evita la difusión de los metales constituyentes del material de base 11 en la capa superior y, en ocasiones, mejora la durabilidad tal como la resistencia térmica y la aptitud de humectación de soldadura de ese modo.

(Grupo B de Elementos Constituyentes)

55 El contenido del(de los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes es de un 50 % en mas o más, en términos del contenido total de Sn e In, y el componente de aleación restante puede estar compuesto por uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, W y Zn.

En ocasiones, estos metales disminuyen de forma adicional el desgaste por adhesivo, evitan la aparición de filamentos y mejoran de forma adicional la durabilidad, tal como la resistencia térmica o la aptitud de humectación de soldadura.

(Grupo C de Elementos Constituyentes)

- 5 El contenido del(de los) metal(es) del grupo C de elementos constituyentes es de un 50 % en mas o más, en términos del contenido total de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir y el componente de aleación restante puede estar compuesto por uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en Bi, Cd, Co, Cu, Fe, In, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, W, Tl y Zn. En ocasiones, estos metales disminuyen de forma adicional el desgaste por adhesivo, evitan la aparición de filamentos y mejoran de forma adicional la durabilidad, tal como la resistencia térmica o la aptitud de humectación de soldadura.

(Tratamiento de Difusión)

- 15 La capa superior 14, la capa intermedia 13 y la capa inferior 12 se pueden formar, mediante la formación de una película de uno o dos o más seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes en el material de base, posteriormente formación de una película de uno o dos seleccionados entre del grupo C de elementos constituyentes, posteriormente formación de una película de uno o dos o más seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes, y mediante difusión de los respectivos elementos seleccionados del grupo A de elementos constituyentes, el grupo B de elementos constituyentes y el grupo C de elementos constituyentes. Por ejemplo, cuando el metal del grupo B de elementos constituyentes es Sn y el metal del grupo C de elementos constituyentes es Ag, la difusión de Ag en Sn es rápida, y de este modo se forma una aleación de Sn-Ag mediante difusión espontánea de Sn. La formación de la capa de aleación puede reducir de forma adicional la fuerza de adhesión de Sn, y también se puede mejorar de forma adicional el bajo grado de formación de filamentos y la durabilidad.

(Tratamiento térmico)

- 25 Tras la formación de la capa superior 14, se puede aplicar un tratamiento térmico con el fin de evitar de forma adicional el desgaste por adhesivo y mejorar de forma adicional el bajo grado de formación de filamentos y la durabilidad. El tratamiento térmico permite que el(los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes y el(los) metal(es) del grupo C de elementos constituyentes de la capa superior 14 formen una capa de aleación de forma más sencilla, también permite que el(los) metal(es) del grupo A de elementos constituyentes y el(los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes de la capa intermedia 13 formen una aleación de forma más sencilla, además reduce la fuerza de adhesión de Sn y puede mejorar de forma adicional el bajo grado de formación de filamentos y la durabilidad.

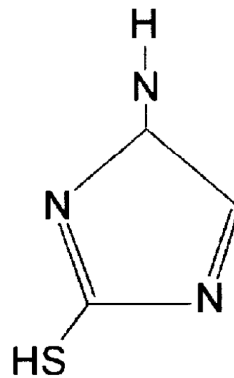
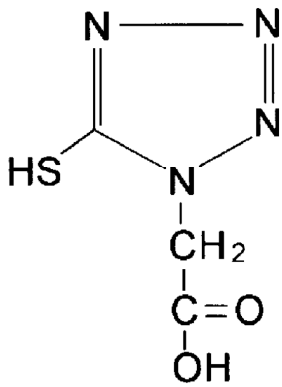
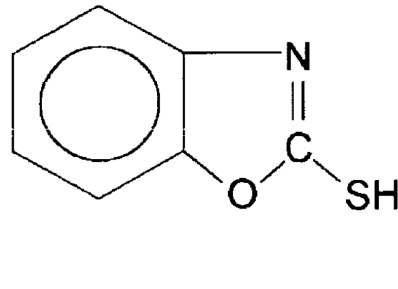
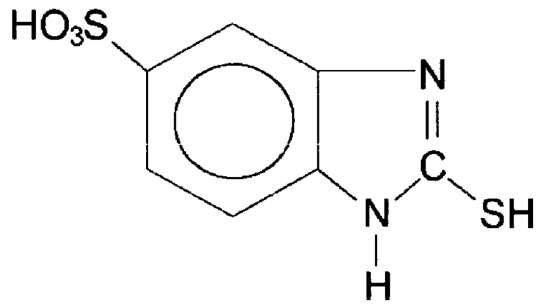
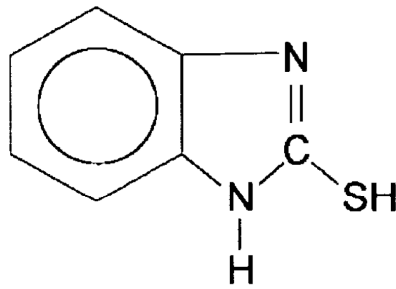
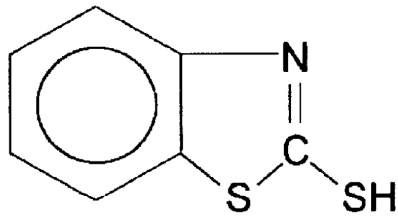
- 35 Para el tratamiento térmico, las condiciones de tratamiento se pueden escoger de forma apropiada. De forma particular, no se requiere la aplicación del tratamiento. Cuando se aplica el tratamiento térmico, el tratamiento térmico llevado a cabo a una temperatura igual o mayor que el punto de fusión más elevado del(de los) metal(es) escogido(s) entre el grupo B de elementos constituyentes, permite que el(los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes y el(los) metal(es) del grupo C de elementos constituyentes de la capa superior 14 forme(n) una capa de aleación de forma más sencilla, y también permite que el(los) metal(es) del grupo A de elementos constituyentes y el(los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes de la capa intermedia 13 forme(n) una capa de aleación de forma más sencilla.

(Pos-Tratamiento)

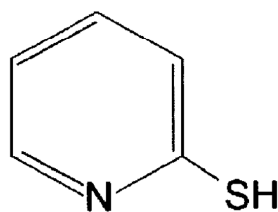
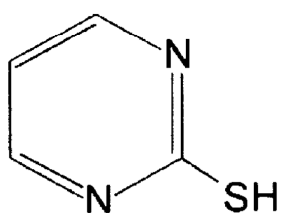
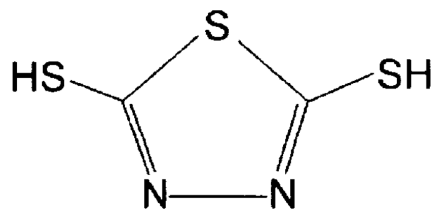
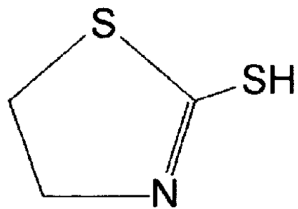
- 40 Hasta la capa superior 14, o hasta la capa superior 14 tras someterla a tratamiento térmico, se puede aplicar un postratamiento con el fin de disminuir de forma adicional el desgaste por adhesivo y mejorar el bajo grado de formación de filamentos y la durabilidad. El pos-tratamiento mejora la lubricidad, disminuye de forma adicional el desgaste por adhesivo, evita la oxidación de la capa superior 14, y puede mejorar la durabilidad tal como la resistencia térmica o la aptitud de humectación de la soldadura. Los ejemplos específicos de pos-tratamiento incluyen tratamiento con sal de ácido fosfórico, tratamiento de lubricación y tratamiento de acoplamiento con silano usando un inhibidor. Para el pos-tratamiento, las condiciones de pos-tratamiento (temperatura x tiempo) se pueden escoger de forma apropiada. De forma particular, no se requiere la aplicación del postratamiento.

- 50 El pos-tratamiento se lleva a cabo preferentemente sobre la superficie de la capa superior 14 por medio del uso de una solución acuosa (denominada como solución basada en éster de ácido fosfórico) que incluye uno o dos o más ésteres de ácido fosfórico y uno o dos o más compuestos orgánicos cíclicos. El(los) éster(es) de ácido fosfórico añadido(s) a la solución basada en éster de ácido fosfórico desempeña(n) las funciones como antioxidante para metalizado y lubricante para metalizado. Los ésteres de ácido fosfórico usados en la presente invención vienen representados por medio de la fórmula general [1] y [2]. Los ejemplos de los compuestos preferidos entre los compuestos representados por medio de la fórmula [1] incluyen monoéster ácido de laurilo de ácido fosfórico. Los ejemplos de compuestos preferidos entre los compuestos representados por medio de la fórmula general [2] incluyen diéster ácido de laurilo de ácido fosfórico.

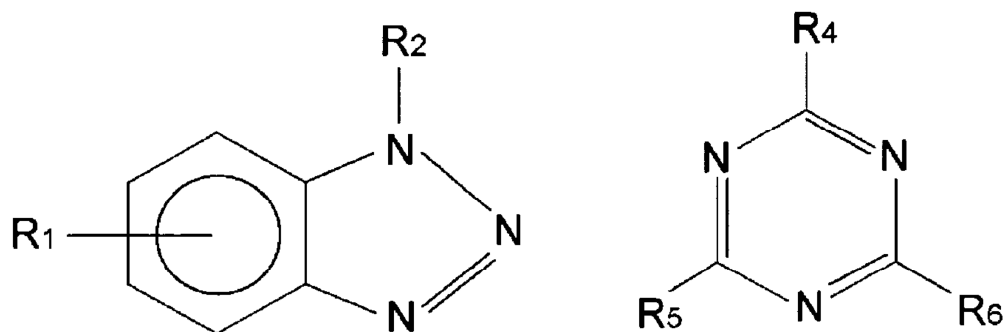
[Fórmula 7]



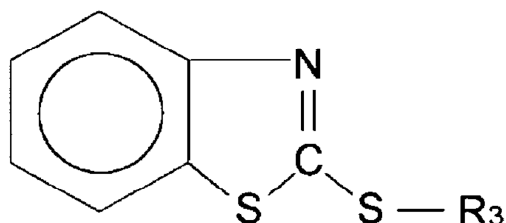
[3]



[Fórmula 8]



[4]



(en las que, en las fórmulas [3] y [4], R_1 representa un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo o un grupo alquilo sustituido; R_2 representa un átomo metálico alcalino, un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo o un grupo alquilo sustituido; R_3 representa un átomo metálico alcalino o un átomo de hidrógeno; R_4 representa -SH, un grupo amino sustituido con un grupo alquilo o sustituido con un grupo arilo, o representa un grupo imidazolilalquilo sustituido con alquilo; y R_5 y R_6 representan cada uno de ellos -NH₂, -SH o -SM (M representa un átomo metálico alcalino).)

El pos-tratamiento se lleva a cabo preferentemente de forma adicional de tal modo que tanto P como N estén presentes sobre la superficie de la capa superior 14. Cuando P se encuentra ausente sobre la superficie de metalizado, la aptitud de soldadura tiende a verse degradada, y la lubricidad del material de metalizado también se degrada. Por otra parte, cuando N se encuentra ausente sobre la superficie de metalizado de Sn o aleación de Sn, en ocasiones la resistencia de contacto del material de metalizado tiende a aumentar en un entorno de alta temperatura.

Además, en la presente invención, en el caso de que P se deposite sobre la superficie de la capa superior 14, cuando la cantidad de depósito de P es de 1×10^{-11} a 4×10^{-8} mol/cm², preferentemente la aptitud de soldadura apenas se degrada, la lubricidad es satisfactoria y también se reduce el incremento de la resistencia de contacto. En el caso de que N se deposite de forma adicional sobre la superficie de la capa superior 14, más preferentemente la cantidad de depósito de N es de 2×10^{-12} a 8×10^{-9} mol/cm². Cuando la cantidad de depósito de P es menor de 1×10^{-11} mol/cm², la aptitud de humectación de la soldadura tiende a degradarse, y cuando la cantidad de depósito de P supera 4×10^{-8} mol/cm², en ocasiones tienen lugar el fallo del aumento de la resistencia de contacto.

Cuando en el análisis XPS llevado a cabo para la capa superior 14, con I(P2s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debida a el electrón del orbital 2S de P objeto de detección y I(N1s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debido al electrón del orbital 1S de N objeto de detección, se cumple la relación $0,1 \leq I(P2s)/I(N1s) \leq 1$, en ocasiones la resistencia de contacto y la aptitud de soldadura del material de metalizado apenas se ven degradados en un entorno de alta temperatura. Cuando el valor de I(P2s)/I(N1s) es menor de 0,1, por ejemplo, la función para evitar la degradación de la resistencia de contacto no es suficiente, y cuando el valor de I(P2 N)/I(N1s) supera 1, la resistencia de contacto en la etapa preliminar se vuelve ligeramente elevada, pero, como se describe a continuación, en ocasiones el coeficiente de fricción dinámica del material de metalizado se vuelve pequeño. En este caso, I(P2s) y I(N1s) más preferentemente cumplen la relación de $0,3 \leq I(P2s)/I(N1s) \leq 0,8$.

Cuando en el análisis XPS llevado a cabo de la misma manera que se ha descrito anteriormente, para la capa superior 14, con I(P2s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debida al electrón de orbital 2S de P objeto de detección y I(N1s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debida al orbital 1S de N objeto de detección, se cumple la relación de $1 \leq I(P2s)/I(N1s) \leq 50$, en ocasiones el coeficiente de fricción dinámica del material de metalizado se vuelve pequeño y la fuerza de inserción de los terminales y conectores se vuelve reducida. Cuando el valor de I(P2s)/I(N1s) es 1 o menos, la fuerza de inserción se vuelve ligeramente elevada, y cuando el valor de I(P2s)/I(N1s) supera 50, la fuerza de inserción se vuelve pequeña, en ocasiones la resistencia de contacto en la etapa preliminar se vuelve elevada y la aptitud de soldadura en la etapa preliminar también se ve

degradada. En este caso, I(P2s) y I(N1s), más preferentemente, cumplen la relación de $5 < I(P2s)/I(N1s) \leq 40$.

La concentración de éster(es) de ácido fosfórico para obtener las cantidades de depósito de los componentes de la solución de pos-tratamiento sobre la superficie de la capa superior 14 de la presente invención es de 0,1 a 10 g/l, y preferentemente de 0,5 a 5 g/l. Por otra parte, la concentración del(de los) compuesto(s) orgánico(s) es, en relación con el volumen total de la solución de tratamiento, de 0,01 a 1,0 g/l, y preferentemente de 0,05 a 0,6 g/l.

La solución basada en éster de ácido fosfórico es una solución acuosa que tiene los componentes anteriormente descritos, y cuando se calienta la solución para aumentar la temperatura de la solución hasta 40 a 80 °C, el emulsionado de los componentes en el agua transcurre más rápido, y se facilita el secado de los materiales tras el tratamiento.

El tratamiento superficial también se puede llevar a cabo mediante aplicación de la solución basada en éster de ácido fosfórico a la superficie de la capa superior 14 tras la formación de la capa superior 14. Los ejemplos del método de aplicación de la solución en cuestión incluyen: revestimiento por pulverización, revestimiento por flujo, revestimiento por inmersión y revestimiento por rodillos; desde el punto de vista de productividad, se prefieren el revestimiento por inmersión o el revestimiento por pulverización. Por otra parte, a modo de otro tratamiento, el tratamiento superficial con la solución basada en éster de ácido fosfórico también se puede llevar a cabo realizando una electrólisis mediante inmersión del material metálico tras la formación de la capa superior 14 en la solución basada en éster de ácido fosfórico y usando como ánodo el material metálico tras la formación de la capa superior 14. El material metálico sometido al tratamiento basado en este método ofrece la ventaja de que la resistencia de contacto en un entorno de temperatura elevada apenas aumenta de forma adicional.

La descripción presentada hasta el momento del tratamiento superficial con la solución basada en éster de ácido fosfórico se puede llevar a cabo bien tras la formación de la capa superior 14 o tras el tratamiento de reflujo posterior a la formación de la capa superior 14. El tratamiento superficial no está particular y temporalmente limitado sino que, desde el punto de vista industrial, el tratamiento superficial se lleva a cabo preferentemente como una secuencia de etapas.

(Propiedades del Material Metálico para los Componentes Electrónicos)

La dureza de indentación de la superficie de la capa superior 14, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre la superficie de la capa superior 14, con una carga de 10 mN sobre la base del ensayo de dureza de microindentación es preferentemente de 1000 MPa o más. La dureza de indentación que es de 1000 MPa o más mejora el efecto de lubricación de la película fina debido a la capa superior 14 dura, y disminuye el desgaste por adhesivo. La dureza de indentación de la superficie de la capa superior 14 es preferentemente de 10000 MPa o menos. La dureza de indentación de la superficie de la capa superior 14 que es de 10000 MPa mejora la aptitud de procesado de plegado, hace que apenas aparezcan fisuras en la parte moldeada cuando el material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención se somete a moldeo en prensa, y por consiguiente evita la degradación de la resistencia a la corrosión frente a gases.

La altura en media aritmética (Ra) de la superficie de la capa superior 14 es preferentemente de 0,3 µm o menos. La altura en media aritmética (Ra) de la superficie de la capa superior 14 que es de 0,3 µm o menos reduce las partes elevadas de la superficie que relativamente tienden a experimentar corrosión, suaviza de este modo la superficie y mejora la resistencia de corrosión frente a gases.

La altura máxima (Rz) de la superficie de la capa superior 14 es preferentemente de 3 µm o menos. La altura máxima (Rz) de la superficie de la capa superior 14 que es 3 µm o menos reduce las partes elevadas que relativamente tienden a experimentar corrosión, suaviza la superficie y mejora la resistencia de corrosión frente a gases.

La dureza de Vickers de la capa inferior 12 es preferentemente de Hv 300 o más. La dureza de Vickers de la capa inferior 12 que es de Hv 300 o más hace que la capa inferior sea más dura y mejora de forma adicional el efecto lubricante de película fina para disminuir de forma adicional el desgaste por adhesivo. Por otra parte, la dureza de Vickers Hv 1000 de la capa inferior 12 es preferentemente de Hv 1000 o menos. La dureza de Vickers de la capa inferior 12 que es de Hv 1000 o menos mejora la aptitud de procesado de plegado, hace que apenas haya fisuras en la parte moldeada cuando se somete el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención a moldeo en prensa, y por consiguiente evita la degradación de la resistencia de corrosión frente a gases.

La dureza de indentación del corte transversal de la capa inferior 12 es preferentemente de 1500 MPa o más. La dureza de indentación del corte transversal de la capa inferior 12 que es de 1500 MPa o más, hace que la capa inferior sea más dura y mejora de forma adicional el efecto lubricante de película fina y disminuye el desgaste por adhesivos. Por otra parte, la dureza de indentación del corte transversal de la capa inferior 12 es preferentemente de 10000 MPa o menos. La dureza de indentación del corte transversal de la capa inferior 12 que es de 10000 MPa o menos mejora la aptitud de procesado de plegado, hace que apenas aparezcan fisuras en la parte moldeada cuando el material metálico para componentes electrónicos de la presente invención se somete a moldeo en prensa, y por consiguiente evita la degradación de la resistencia de corrosión frente a gases.

(Aplicaciones de Material Metálico para Componentes Electrónicos)

5 Los ejemplos de aplicación del material metálico para componentes electrónicos de la presente invención incluyen, sin limitarse particularmente a: un terminal de conector que usa, en la parte de contacto del mismo, el material metálico para componentes electrónicos, un terminal FFC o un terminal FPC que usa, 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 la conexión externa, el material metálico para componentes electrónicos. El terminal no depende del modo de conexión sobre el lado del cable, como se ejemplifica por medio de un terminal de tipo corrugado, un terminal de material y un terminal de ajuste de prensa. Los ejemplos de electrodo para la conexión externa incluyen un componente de conexión preparado mediante aplicación de un tratamiento superficial a una pestaña, y la superficie del material tratada para su uso en un metal con protuberancia de un semiconductor.

10 Los conectores también se pueden preparar mediante el uso de dichos terminales de conector formados como se ha descrito anteriormente, y también se puede preparar un FFC o un FPC mediante el uso de un terminal de FFC o un terminal FPC.

15 El material metálico para los componentes electrónicos de la presente invención también se puede usar en un terminal de tipo encaje para fijar una parte de conexión de la tarjeta a una tarjeta encajando la parte de conexión de la tarjeta en el interior del orificio pasante formado en la tarjeta, en el que la parte de conexión de terminal hembra y la parte de conexión de la tarjeta se proporcionan, respectivamente, sobre un lado y el otro lado de una parte de montaje que se pretende unir a un alojamiento.

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

(Método de Producción del Material Metálico para Componentes Electrónicos)

25 Como método de producción del material metálico para componentes electrónicos de la presente invención, por ejemplo, se puede usar bien metalizado en húmedo (electrometalizado o bien metalizado sin electrodo) o un metalizado en seco (metalizado por bombardeo o metalizado iónico).

Ejemplos

30 A continuación, se presentan tanto los Ejemplos de la presente invención como Ejemplos Comparativos; estos Ejemplos y Ejemplos Comparativos se proporcionan para una mejor comprensión de la presente invención, y no se pretende que limiten la presente invención.

Como Ejemplos, Ejemplos de Referencia y Ejemplos Comparativos, en las condiciones que se muestran en la Tabla 1, se llevó a cabo el tratamiento superficial en la secuencia de eliminación de grasa electrolítica, limpieza con ácido, primer metalizado, segundo metalizado, tercer metalizado y tratamiento térmico.

35 (Materiales)

(1) Placa: espesor 0,30 mm, anchura: 30 mm, componente: Cu-30Zn

(2) Terminal macho: espesor: 0,64 mm, anchura: 2,3 mm, componente Cu-30Zn

(3) Terminal de encaje: conector PCB de terminal de ajuste con prensa, R800, fabricado por Tokiwa & Co., Inc.

(Condiciones de Primer Metalizado)

40 (1) Metalizado de Ni semi-brillante

Método de tratamiento superficial: Electrometalizado

Solución de metalizado: solución de metalizado de sulfamato de Ni + sacarina

Temperatura de metalizado: 55 °C

Densidad de corriente eléctrica: de 0,5 a 4 A/dm²

45 (2) Metalizado de Ni brillante

Método de tratamiento superficial: Electrometalizado

Solución de metalizado: solución de metalizado de sulfamato de Ni + sacarina + aditivos

ES 2 643 901 T3

Temperatura de metalizado: 55 °C

Densidad de corriente eléctrica: de 0,5 a 4 A/dm²

(3) Metalizado de Cu

Método de tratamiento superficial: Electrometalizado

5 Solución de metalizado: solución de metalizado de sulfato de Cu

Temperatura de metalizado: 30 °C

Densidad de corriente eléctrica: de 0,5 a 4 A/dm²

(4) Metalizado de Ni mate

Método de tratamiento superficial: Electrometalizado

10 Solución de metalizado: solución de metalizado de sulfato de Ni

Temperatura de metalizado: 30 °C

Densidad de corriente eléctrica: de 0,5 a 4 A/dm²

(5) Metalizado de Ni

Método de tratamiento superficial: Electrometalizado

15 Solución de metalizado: solución de metalizado de sulfato de Ni + fosfito

Temperatura de metalizado: 55 °C

Densidad de corriente eléctrica: de 0,5 a 4 A/dm²

(Condiciones de Segundo Metalizado)

(1) Metalizado de Ag

20 Método de tratamiento superficial: Electrometalizado

Solución de metalizado: solución de metalizado de cianuro de Ag

Temperatura de metalizado: 40 °C

Densidad de corriente eléctrica: de 0,2 a 4 A/dm²

(2) Metalizado de Sn

25 Método de tratamiento superficial: Electrometalizado

Solución de metalizado: solución de metalizado de metanosulfonato de Sn

Temperatura de metalizado: 40 °C

Densidad de corriente eléctrica: de 0,5 a 4 A/dm²

(Condiciones de Tercer Metalizado)

30 (1) Condiciones de metalizado de Sn

Método de tratamiento superficial: Electrometalizado

Solución de metalizado: solución de metalizado de metanosulfonato de Sn

Temperatura de metalizado: 40 °C

Densidad de corriente eléctrica: de 0,5 a 4 A/dm²

35 (Tratamiento Térmico)

Se llevó a cabo el tratamiento térmico mediante colocación de la muestra en una placa caliente, y verificando que la superficie de la placa caliente alcanzaba la temperatura predeterminada.

(Pos-Tratamiento)

5 Para los Ejemplos 25 a 40, con respecto al Ejemplo 1, adicionalmente se usó una solución basada en éster de ácido fosfórico como solución de tratamiento superficial, se llevó a cabo la aplicación basada en inmersión o electrólisis de ánodo (2 V, electrólisis potencioestática), y de este modo se llevó a cabo el tratamiento superficial de la superficie de metalizado. Las condiciones de tratamiento superficial en este caso se muestran en la Tabla 2 presentada a continuación. Tras estos tratamientos, se secaron las muestras con aire caliente. Para la determinación de las cantidades de P y N depositados sobre la superficie de metalizado, en primer lugar mediante el uso de las muestras que tienen cantidades de depósito conocidas, se llevó a cabo un análisis cuantitativo basado en XPS (método de análisis de fotoelectrones por rayos-X), y se midieron las intensidades de detección (número de cuentas detectadas en 1 segundo) de P(orbital 2s) y N(orbital 1s). A continuación, sobre la base de los resultados obtenidos de este modo, se derivaron las relaciones entre las cantidades de depósito y las intensidades de depósito, y a partir de estas relaciones, se determinaron las cantidades de depósito de P y N de las muestras desconocidas. La Figura 2 muestra un ejemplo de los resultados del análisis de XPS, y la Figura 3 muestra las relaciones entre las cantidades de depósito de los componentes de la solución de pos-tratamiento y las intensidades de detección de XPS (la unidad de cantidad de depósito de P = $1,1 \times 10^{-9}$ mol/cm²; la unidad de la cantidad de depósito de N = $7,8 \times 10^{-11}$ mol/cm²).

(Determinación de las Estructuras (Composiciones) y Medición del Espesor de la Capa Superior y la Capa Intermedia)

20 Se llevaron a cabo la determinación de las estructuras y la medición de los espesores de la capa superior y la capa intermedia de cada una de las muestras obtenidas por medio del análisis lineal basado en análisis de STEM (microscopio electrónico de transmisión y barrido). Los elementos analizados son los elementos de las composiciones de la capa superior y la capa intermedia, y C, S y O. Estos elementos se definen como los elementos especificados. Sobre la base de la concentración total de los elementos especificados definidos como un 100%, se analizaron las concentraciones (% atómico) de los respectivos elementos. El espesor corresponde a la distancia determinada a partir del análisis lineal (o análisis de áreas). Como aparato STEM, se usó el JEM-2100F fabricado por JEOL Ltd. La tensión de aceleración de este aparato es de 200 kV.

25 En la determinación de las estructuras y medición de los espesores de la capa superior y la capa intermedia de cada una de las muestras obtenidas, se llevaron a cabo evaluaciones para 10 puntos arbitrarios y se promediaron los valores resultantes.

(Medición del Espesor de la Capa Inferior)

30 Se midió el espesor de la capa inferior con un medidor de espesor de análisis fluorescente de rayos-X (SEA5100, colimador: 0,1 mm de diámetro, fabricado por Seiko Instruments Inc.). En la medición del espesor de la capa inferior, se llevaron a cabo las evaluaciones para 10 puntos arbitrarios y se promediaron los valores resultantes.

(Evaluaciones)

Para cada una de las muestras, se llevaron a cabo las siguientes evaluaciones.

35 A. Desgaste por Adhesivo

Se evaluó el desgaste por adhesivo llevando a cabo el ensayo de inserción/extracción para cada uno de los terminales macho metalizados de acuerdo con los Ejemplos y Ejemplos Comparativos, mediante el uso de un terminal hembra de metalizado por reflujo de Sn comercialmente disponible (Sumitomo TS/Yazaki de tipo 090 Serie 090II terminal hembra, no-impermeable/F090-SMTS).

40 El aparato de medición usado en el ensayo fue un 1311NR fabricado por Aikoh Engineering Co., Ltd. y la evaluación se llevó a cabo con una distancia de deslizamiento de perno macho de 5 mm. Se ajustó el número de muestras en cinco, y se evaluó el desgaste por adhesivo mediante el uso de la fuerza de inserción. Como fuerza de adhesión, se adoptó el valor promedio de los valores máximos de las respectivas muestras. Como material de blanco del desgaste por adhesivo, se adoptó la muestra del Ejemplo Comparativo 11.

45 El valor objetivo deseado del desgaste por adhesivo es menor de 85 % de la fuerza de inserción/extracción máxima del Ejemplo Comparativo 11. Esto es porque la fuerza de inserción/extracción del Ejemplo Comparativo 3 fue de un 90 % de la fuerza de inserción máxima del Ejemplo Comparativo 11, y se adoptó una reducción más grande de la fuerza de inserción/extracción que la reducción de la fuerza de inserción/extracción del Ejemplo Comparativo 3 como el valor objetivo deseado.

50 B. Filamentos

Se evaluaron los filamentos por medio del ensayo de carga (método de dispositivo de indentación de bolas) de JEITA RC-5241. Específicamente, se sometió cada una de las muestras al ensayo de carga, y se observó cada una de las muestras sometidas a ensayo de carga con un SEM (modelo JSM-5410, fabricado por JEOL Ltd.) a un aumento de 100k hasta 10000k, y de este modo se observó estado de aparición de los filamentos. A continuación,

se muestran las condiciones del ensayo de carga.

Diámetro del dispositivo de indentación de bolas: 1 mm de diámetro \pm 0,1 mm

Carga de Ensayo: 2 N \pm 0,2 N

Tiempo de ensayo: 120 horas

5 Número de muestras: 10

La propiedad deseada es tal que no tiene lugar la formación de filamentos de 20 μ m o más de longitud, y el valor deseado más grande es tal que no tiene lugar la formación de filamentos de ninguna longitud.

C. Resistencia de contacto

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

D. Resistencia Térmica

15 Se evaluó la resistencia térmica por medio de medición de la resistencia de contacto de una muestra tras un calentamiento atmosférico (200 °C x 1000 h). La propiedad deseada fue la resistencia de contacto de 10 m Ω o menos, y el valor objetivo más grande fue tal que la resistencia de contacto estuvo libre de variación (igual) entre antes y después del ensayo de resistencia térmica.

E. Resistencia de Desgaste por Deslizamiento Suave

20 Se evaluó la resistencia al desgaste por deslizamiento suave en términos de la relación entre el número de operaciones de deslizamiento y la resistencia de contacto mediante el uso del dispositivo de ensayo de deslizamiento modelo CRS-G2050 fabricado por Yamaha-seiki Co., Ltd., en 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 hacia atrás y hacia adelante de 500. El número de muestras se fijó en cinco, y se adoptó el intervalo desde el valor mínimo hasta el valor máximo de cada una de las muestras. La propiedad deseada fue tal que la resistencia de contacto fue de 100 m Ω o menos en el momento del número de operaciones de deslizamiento de 100.

F. Aptitud de Humectación de Soldadura

30 Se evaluó la aptitud de humectación de soldadura para las muestras tras el metalizado. Se usó un dispositivo de comprobación de soldadura (SAT-500, fabricado por Rhesca Corp.), se usó un flujo de metanol-colofonia de 25 % comercialmente disponible como flujo, y se midió el tiempo de humectación de soldadura por medio de un método meniscográfico. Se usó 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 hasta el valor máximo de cada una de las muestras. La propiedad deseada fue tal que el tiempo de cruce en cero fue de 5 segundos (s) o menos.

G. Resistencia de Corrosión frente a Gases

35 Se evaluó la resistencia de corrosión frente a gases en el siguiente entorno de ensayo. La evaluación de la resistencia de corrosión frente a gases se basó en el aspecto exterior de cada una de las muestras tras completar el ensayo de entorno. La propiedad deseada fue tal que el aspecto exterior apenas experimentó decoloración o se decoloró algo de manera que prácticamente no causó problema alguno.

Ensayo de corrosión frente a gas de ácido sulfhídrico

40 Concentración de ácido sulfhídrico: 10 ppm

Temperatura: 40 °C

Humedad: 80 % de HR

Tiempo de Exposición: 96 h

Número de muestras: 5

45 H. Durabilidad mecánica

Se llevó a cabo la durabilidad mecánica como se muestra a continuación. Se encajó un terminal de tipo encaje en el interior de un orificio pasante (espesor de tarjeta: 2 mm, diámetro del orificio: 1 mm) y posteriormente se extrajo del

orificio pasante, se observó el corte transversal del terminal de tipo encaje con un SEM (modelo JSM-5410, fabricado por JEOL Ltd.) a un aumento de 100k a 10000k y se examinó la aparición de polvo. El caso en el que el diámetro del polvo fue menor de 5 μm se marcó con un "círculo", el caso en el que el diámetro del polvo fue de 5 μm o más y menos de 10 μm se marcó con un "triángulo" y el caso en el que el diámetro del polvo fue de 10 μm o más se marcó con una "marca X".

5

I. Aptitud de Procesado de Plegado

Se evaluó la aptitud de procesado de plegado mediante el uso de un molde con forma de W sobre la base del plegado de 90° en la condición de que la relación entre el espesor de la placa de cada una de las muestras y el radio de plegado fuese de 1. Se llevó a cabo la evaluación como se muestra a continuación: la superficie de la parte procesada por plegado de cada una de las muestras se observó con un microscopio óptico, y en caso de no apreciar fisuras y práctica ausencia de problemas implicados se marcó con un "círculo" y en caso de apreciar fisura(s) se marcó con una "marca X". El caso en el que el "círculo" y la "marca-X" apenas se distinguieron uno de otro se marcó con un "triángulo".

10

J. Dureza de Vickers

Se midió la dureza de Vickers de la capa inferior presionando un dispositivo de indentación procedente del corte 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.

15

K. Dureza de Indentación

Se midió la dureza de indentación de la capa superior con un dispositivo de medición de dureza de nanoindentación (ENT-2100, fabricado por Elionix Inc.) presionando el dispositivo de indentación sobre la superficie de cada una de las muestras con una carga de 10 mN.

20

Se midió la dureza de indentación de la capa inferior presionando un dispositivo de indentación a partir del corte transversal de la capa inferior de cada una de las muestras con una carga de 10 mN (Hv 0,1) y un tiempo de retención de carga de 15 segundos.

25

L. Rugosidad Superficial

Se llevó a cabo la medición de la rugosidad superficial (la altura de media aritmética (Ra) y la altura máxima (Rz)) de acuerdo con JIS B 0601, usando un aparato de medición tri-dimensional que no es de contacto (modelo NH-3, fabricado por Mitaka Kohki Co., Ltd.). El valor límite fue de 0,25 μm , la longitud de medición fue de 1,50 mm, y la medición se repitió cinco veces para cada muestra.

30

M. Relación entre Espesor de la Capa Superior y Espesor Mínimo de la Capa Superior

Se evaluó la relación entre el espesor de la capa superior y el espesor mínimo de la capa superior mediante el uso de una imagen HAADF (campo oscuro anular de alto ángulo) basado en análisis de STEM (microscopio electrónico de transmisión y barrido). La Figura 4 muestra un diagrama esquemático de HAADF (campo oscuro anular de alto ángulo). La evaluación se llevó a cabo como se muestra a continuación.

35

(1) En la evaluación, se usaron imágenes HADDF (campo oscuro anular de alto ángulo) a un aumento de 50k, y se adoptó la longitud de referencia de 3 μm /campo de visión.

(2) En la longitud de referencia de 3 μm /campo de visión, se identificó el sitio de espesor mínimo de la capa superior. Cuando apenas se identifica el sitio de espesor mínimo, se identificó el sitio en cuestión con un aumento, si fue necesario, elevado a un nivel superior.

40

(3) Con el fin de determinar de forma precisa el espesor mínimo de la capa superior, se observó el sitio identificado con un aumento mayor. Mediante el uso de imágenes HAADF (campo oscuro anular de ángulo elevado) a un aumento de 100 a 200K, se determinó de forma precisa el "espesor mínimo de la capa superior".

(4) Se comprendió la relación entre el "espesor (μm) de la capa superior" anteriormente descrito, determinado por medio de análisis lineal basado en análisis de STEM (microscopio electrónico de transmisión y barrido) y el "espesor mínimo (μm) de la capa superior", por medio de medición de cinco campos de visión por cada muestra.

45

La Figura 4 muestra esquemáticamente la rugosidad superficial de cada una de las capas tan exagerada como la observación real, para que los puntos (1) a (4) anteriormente descritos se puedan comprender de forma sencilla.

N. Relación entre el Espesor de la Capa Superior y el Valor Máximo de Diferencias de Elevación entre los Picos y los Valles Adyacentes en el Perfil de la Interfaz entre la Capa Superior y la Capa Intermedia

Se evaluó la relación entre el espesor de la capa superior y el valor máximo de las diferencias de elevación entre los picos y los valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia mediante el uso de

50

imagen HADDF (campo oscuro anular de ángulo elevado) basado en análisis de STEM (microscopio electrónico de transmisión y barrido). La Figura 4 muestra un diagrama esquemático de la imagen HAADF (campo oscuro anular de ángulo elevado). La evaluación se llevó a cabo como se muestra a continuación.

5 (1) En la evaluación, se usaron imágenes HAADF (campo oscuro anular de ángulo elevado) a un aumento de 50k, y se adoptó la longitud de referencia de 3 μm /campo de visión.

10 (2) En la longitud de referencia de 3 μm /campo de visión, se identificó el sitio del valor máximo de las diferencias de elevación entre los picos y valles adyacentes del perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia. Cuando el sitio del valor máximo de las diferencias de elevación entre los picos y los valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia apenas se identificó, se identificó el sitio en cuestión con un aumento, si fue necesario, elevado a un nivel superior.

15 (3) Con el fin de determinar de forma precisa el sitio de valor máximo de diferencias de elevación entre los picos y valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia, se observó el sitio identificado con un aumento mayor. Mediante el uso de imágenes de HAADF (campo oscuro anular de ángulo elevado) a un aumento de 100 a 200K, se determinó de forma precisa el "valor máximo de las diferencias de elevación entre los picos y los valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia".

(4) Se comprendió la relación entre el "espesor (μm) de la capa superior" anteriormente descrito determinado por medio de análisis lineal del análisis STEM (microscopio electrónico de transmisión y barrido) y el "valor máximo de las diferencias de elevación entre los picos y los valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia", por medio de medición de cinco campos de visión por cada muestra.

20 La Figura 4 muestra esquemáticamente la rugosidad superficial de cada una de las capas tan exagerada como la observación real, para que los puntos (1) a (4) anteriormente descritos se puedan comprender de forma sencilla.

Las condiciones de ensayo y los resultados de ensayo se muestran en las tablas presentadas a continuación. En las tablas presentadas a continuación, la "composición" representa la relación entre las respectivas concentraciones atómicas (% atómico).

Tabla 1

	Primer metalizado		Segundo metalizado		Tercer metalizado		Tratamiento térmico		
	Condiciones de metalizado Nº.	Espesor [µm]	Condiciones de metalizado Nº.	Espesor [µm]	Condiciones de metalizado Nº.	Espesor [µm]	Temperatura [°C]	Tiempo [s]	Atmosfera
Ejemplos	1	1	1	0,22	1	0,14	300	3	El aire
	2	1	1	0,04	1	0,1	300	3	El aire
	3	1	1	0,5	1	0,2	300	10	El aire
	4	1	1	0,22	1	0,09	300	3	El aire
	5	1	1	0,22	0,22	0,3	300	3	El aire
	6	1	1	0,22	0,22	0,45	300	3	El aire
	7	1	0,07	0,22	0,22	0,14	300	3	El aire
	8	1	0,5	0,22	0,22	0,14	300	3	El aire
	9	1	3	0,22	0,22	0,14	300	3	El aire
	10	1	1	0,35	0,35	0,14	300	3	El aire
	11	1	1	0,1	0,1	0,2	300	3	El aire
	12	1	1	0,2	0,2	0,17	300	3	El aire
	13	1	1	0,22	0,22	0,14	260	3	El aire
	14	1	1	0,22	0,22	0,14	280	3	El aire
	15	1	1	0,07	0,07	0,2	400	3	El aire
	16	2	1	0,22	0,22	0,14	300	3	El aire
	17	4	1	0,22	0,22	0,14	300	3	El aire
	18	1	1	0,22	0,22	0,14	300	3	El aire
	19	1	1	0,22	0,22	0,14	300	3	El aire
	20	3	1	0,22	0,22	0,14	300	3	El aire
	21	1	1	0,04	0,04	0,185	300	3	El aire
	22	1	1	0,22	0,22	0,14	255	3	El aire
	23	1	1	0,22	0,22	0,14	285	3	El aire

Tabla 2

	Nº.	Condiciones de tratamiento con solución basada en éster de ácido fosfórico				Relación de intensidad I(P2s)/I(N1s) entre P y N detectada por XPS
		Especies de éster de ácido fosfórico	Especies de compuesto orgánico cíclico	Cantidad de depósito de P mol/cm ²	Cantidad de depósito de N mol/cm ²	
Ejemplos	25	A1	B1	1x10 ⁻⁹	8x10 ⁻¹¹	1,13
	26	A1	B1	3x10 ⁻⁹	8x10 ⁻¹¹	1,82
	27	A2	B1	2x10 ⁻⁹	8x10 ⁻¹¹	1,40
	28	A1	B2	2x10 ⁻⁹	9x10 ⁻¹¹	1,83
	29	A1	B3	2x10 ⁻⁹	8x10 ⁻¹¹	1,29
	30	A1	B3	1x10 ⁻¹²	8x10 ⁻¹¹	0,06
	31	A1	B1	1x10 ⁻¹¹	8x10 ⁻¹¹	0,13
	32	A1	B1	4x10 ⁻⁸	8x10 ⁻¹¹	10,67
	33	A1	B1	7x10 ⁻¹⁰	2x10 ⁻¹²	1,62
	34	A1	B1	2x10 ⁻⁹	8x10 ⁻¹¹	1,47
	35	A1	B1	2x10 ⁻⁹	8x10 ⁻¹¹	1,47
	36	A1	B1	5x10 ⁻¹²	8x10 ⁻¹³	1,00
	37	A1	B1	8x10 ⁻⁸	4x10 ⁻⁸	3,49
	38	A1	B1	9x10 ⁻⁷	8x10 ⁻¹¹	53,40
	39	A1	-	2x10 ⁻⁹	-	∞
	40	-	B1	-	8x10 ⁻¹¹	0

*) En relación con "Condiciones de tratamiento con solución basada en éster de ácido fosfórico" del Ejemplo 34, se llevó a cabo la electrolisis del ánodo a 2 V durante 5 segundos, y en los Ejemplos diferentes del Ejemplo 34, se llevó a cabo el tratamiento de inmersión.

A1: monoéster ácido de laurilo de ácido fosfórico (éster monolaurílico de ácido fosfórico)

A2: diéster ácido de laurilo de ácido fosfórico (éster dilaurílico de ácido fosfórico)

A3: benzotriazol

B2: sal de Na de mercaptobenzotriazol

10 B3: toliitriazol

Tabla 3

	Capa superior			Capa intermedia			Relación de espesor entre la capa superior y la capa intermedia	Composición y espesor de la capa intermedia y la capa inferior
	Composición	Estructura	Espesor [µm]	Composición	Estructura	Espesor [µm]		
1	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
2	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,07	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	5:5	---
3	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,60	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	9:1	---
4	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,04	88:12	---
5	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,20	6:4	---
6	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,35	46:54	---
7	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
8	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
9	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
10	Ag:Sn = 85:15	Fase-ζ	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
11	Ag:Sn = 4:6	Fase-ε + Fase β-Sn	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
12	Ag:Sn = 3:1	Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
13	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 4:6	Ni ₃ Sn ₂	0,07	8:2	---
14	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 5:5	Ni ₃ Sn ₂ + Ni ₃ Sn ₄	0,07	8:2	---
15	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,10	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,20	1:2	---
16	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
17	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
18	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
19	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
20	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	---	0,07	8:2	---
21	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,05	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,25	17:83	---
22	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 37:63	Ni ₃ Sn + Ni ₃ Sn ₄	0,07	8:2	---
23	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 55:45	Ni ₃ Sn ₄	0,07	8:2	---

Ejemplos

24	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	Ag:Ni=1,4, 0,03 μm
41	Ag:Sn = 3:1	Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 55:45	Ni ₃ Sn ₄	0,07	8:2	---
1	Ag:Sn = 3:7	Fase-ε + Fase β-Sn	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
2	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 3:7	Ni ₃ Sn + Ni ₃ Sn ₄	0,07	8:2	---
3	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,90	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	93:7	---
4	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,07	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,20	1:3	---
5	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
6	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,05	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,25	17:83	---
7	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,05	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,25	17:83	---
8	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
9	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,03	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	3:7	---
1	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,01	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	13:87	---
2	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	1,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	5:95	---
3	Sn	β-Sn	0,6	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	9:1	---
4	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,90	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,005	99:1	---
5	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,50	38:62	---
6	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
7	Ag:Sn = 8:2	Fase-ζ + Fase-ε	0,30	Sn:Ni= 7:3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	8:2	---
8	Ag:Sn = 97:3	Fase-ε + Fase β-Sn	0,9	Sn:Ni= 7:3			---	
9	Ag:Sn = 92:8	Fase-ε + Fase β-Sn	0,45	Sn:Ni= 7:3			---	
11	Sn	0,8		Sn:Ni= 7:3	---	---	---	---
			0,02 o más y menos de 1,00					0,01 o más y menos de 0,40
Ejemplos de Referencia								
Ejemplos Comparativos								
Objetivo deseado								

Tabla 4

	Capa Inferior		Capa Superior				Capa Inferior		Filamentos	
	Composición	Espesor [µm]	Dureza de nanoindentación [MPa]	Rugosidad Superficial		Dureza de Vickers Hv	Dureza de nanoindentación [MPa]	Nº. filamentos menores de 20 µm o más de longitud [piezas]	Nº. filamentos menores de 20 µm o más de longitud [piezas]	
				Ra	Rz					
				[µm]	[µm]					
1	Ni (semi-brillante)	1	4000	0,22	2,35	300	3400	0	0	
2	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
3	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
4	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
5	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
6	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
7	Ni (semi-brillante)	0,07	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
8	Ni (semi-brillante)	0,5	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
9	Ni (semi-brillante)	3	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
10	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
11	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
12	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
13	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
14	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
15	Ni (semi-brillante)	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0
16	Ni (brillante)	1	7000	.....	.....	600	6700	0	0
17	Ni (mate)	1	1200	.....	.....	130	1300	0	0
18	Ni (semi-brillante)	1	.....	0,18	1,8	.....	.....	0	0
19	Ni (semi-brillante)	1	.....	0,13	1,2	.....	.....	0	0
20	Cu	1	.....	.....	.....	.....	.....	0	0

Ejemplos

Tabla 5

	Desgaste por adhesivo		Resistencia de contacto [mΩ]	Resistencia térmica [mΩ]	Resistencia al desgaste por deslizamiento suave [mΩ]	Aptitud de humectación de la soldadura		Resistencia a la corrosión		Durabilidad mecánica	Aptitud de procesado de plegado
	Fuerza de inserción	Fuerza de inserción máxima/fuerza de inserción máxima del Ejemplo Comparativo 10				Resistencia de contacto	Tiempo de cruce en cero	Ácido sulfhídrico	Aspecto exterior tras el ensayo		
	[%]	[mΩ]	[mΩ]	[mΩ]	[mΩ]	[s]					
1	70	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
2	66	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
3	77	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
4	74	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
5	66	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
6	63	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
7	83	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
8	77	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
9	65	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
10	72	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
11	65	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
12	67	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
13	77	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
14	73	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
15	70	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
16	65	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 1 a 3	No decolorado	No decolorado	O	O	O
17	76	de 1 a 3	de 1 a 3	de 2 a 4	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
18	71	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	No decolorado	O	O	O
19	69	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 1 a 3	No decolorado	No decolorado	O	O	O

Ejemplos

	20	72	de 1 a 3	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	O	O	
	21	69	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	O	O	O	
	22	75	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	O	O	O	
	23	73	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	O	O	O	
	24	70	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 1 a 4	No decolorado	O	O	O	
	41	65	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	O	O	O	
Ejemplos de Referencia	1	65	de 1 a 3	de 1 a 3	de 30 a 50	de 2 a 4	No decolorado	O	O	O	
	2	80	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	O	O	Δ	
	3	83	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	Δ	O	O	
	4	71	de 1 a 3	de 3 a 5	de 30 a 100	de 3 a 5	Algo decolorado	O	O	O	
	5	63	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	O	O	X	
	6	71	de 1 a 3	de 3 a 5	de 10 a 50	de 3 a 5	No decolorado	O	O	O	
	7	72	de 1 a 3	de 3 a 5	de 10 a 50	de 3 a 5	No decolorado	O	O	O	
	8	72	de 2 a 4	de 3 a 7	de 10 a 50	de 3 a 5	No decolorado	O	O	O	
	9	70	de 1 a 3	de 3 a 5	de 30 a 100	de 3 a 5	Algo decolorado	O	O	O	
	1	----	de 1 a 3	10<	100<	5<	Decolorado	----	----	----	
	Ejemplos Comparativos	2	88	de 1 a 3	----	----	----	----	X	----	----
3		90	de 1 a 3	10<	100<	----	----	----	----	----	
4		87	de 1 a 3	----	----	----	----	----	----	----	
5		----	de 1 a 3	----	----	----	----	X	----	X	
6		86	de 1 a 3	10<	100<	5<	----	----	----	----	
7		----	de 1 a 3	----	----	----	----	----	----	X	
8		----	de 1 a 3	----	----	----	Decolorado	----	----	----	
9		----	de 1 a 3	----	----	Decolorado	Decolorado	----	----	----	
11		100	de 1 a 3	10<	100<	----	----	----	----	----	
Objetivo deseado			menos de 85	10 o menos	10 o menos	100 o menos	5 o menos	No decolorado	O		

Tabla 6

Ejemplos	Capa Superior			Capa Intermedia			Capa Inferior		Espesor mínimo de la capa superior	Relación entre el espesor de la capa superior y el espesor mínimo de la capa superior	Valor máximo de las diferencias de elevación entre picos y valles adyacentes en el perfil de interfaz entre la capa superior y la capa intermedia	Relación entre el espesor de la capa superior y el espesor mínimo de la capa superior	Aspecto exterior tras ensayo de resistencia a la corrosión frente a gases con ácido sulfhídrico	Resistencia de contacto	Resistencia térmica	Aptitud de humectación de soldadura	
	Composición	Estructura	Espesor	Composición	Estructura	Espesor	Composición	Espesor									
Ejemplos Comparativos	Ag:Sn = 8:2	Fase ζ + Fase ϵ	[μm]	Composición	Estructura	Espesor	Composición	Estructura	Espesor	17:83	Ni (semi-brillante)	0,04	Espesor mínimo de la capa superior \geq espesor de la capa superior x 0,5	0,018	de 1 a 3	de 1 a 3	de 2 a 4
			Ag:Sn = 8:2															Fase $\zeta$ + Fase $\epsilon$	0,05	Sn:Ni = 7:3	$\text{Ni}_3\text{Sn}_4 + \beta\text{-Sn}$	0,25	Ni (semi-brillante)	0,02	17:83	Ni (semi-brillante)	0,021	de 1 a 3	de 3 a 5
6	Metalizado de Ag a 1 A/dm ² seguido de metalizado de Sn a 4 A/dm ²			Metalizado de Ag a 1 A/dm ² seguido de metalizado de Sn a 4 A/dm ²			Metalizado de Ag a 1 A/dm ² seguido de metalizado de Sn a 4 A/dm ²		Metalizado de Ag a 1 A/dm ² seguido de metalizado de Sn a 4 A/dm ²		Metalizado de Ag a 1 A/dm ² seguido de metalizado de Sn a 4 A/dm ²		Metalizado de Ag a 1 A/dm ² seguido de metalizado de Sn a 4 A/dm ²		Metalizado de Ag a 1 A/dm ² seguido de metalizado de Sn a 4 A/dm ²		

Tabla 7

	Capa Superior			Capa Intermedia			Relación de espesor entre las capas superior e intermedia	Superficie de la capa superior	Resistencia de contacto	Resistencia térmica	Aptitud de humectación de soldadura
	Composición	Estructura	Espesor [µm]	Composición	Estructura	Espesor [µm]					
Ejemplos	1	Ag:Sn = 8,2	Fase-ζ + Fase ε	0,30	Sn:Ni = 7,3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	de 0,0005 a 0,005	de 1 a 3	de 1 a 3	de 2 a 4
	2	Ag:Sn = 8,2	Fase-ζ + Fase ε	0,07	Sn:Ni = 7,3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	de 0,0005 a 0,005	de 1 a 3	de 1 a 3	de 2 a 4
	3	Ag:Sn = 8,2	Fase-ζ + Fase ε	0,60	Sn:Ni = 7,3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	de 0,0005 a 0,005	de 1 a 3	de 1 a 3	de 2 a 4
Ejemplos de Referencia	8	Ag:Sn = 8,2	Fase-ζ + Fase ε	0,30	Sn:Ni = 7,3	N ₃ Sn ₄ + β-Sn	0,07	0,030	de 2 a 4	de 3 a 7	de 3 a 5

Tabla 8

	Filamentos		Desgaste por adhesivos Fuerza de inserción	Resistencia de contacto	Resistencia térmica Resistencia de contacto	Resistencia al desgaste por deslizamiento suave Resistencia de contacto	Aptitud de humectación de soldadura		Resistencia a la corrosión frente a gases	Durabilidad mecánica	Aptitud de procesado de plegado
	Número de filamentos menores de 20 µm de longitud	Número de filamentos de 20 µm o más de longitud					Fuerza de inserción máxima/fuerza de inserción máxima del Ejemplo Comparativo 10	[mΩ]				[mΩ]	Ácido sulfídrico	Aspecto exterior tras ensayo	[s]
Ejemplos	26	0	63	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	26	0	67	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	27	0	66	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	28	0	65	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	29	0	67	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	30	0	64	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	31	0	63	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	32	0	65	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	33	0	67	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	34	0	65	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	35	0	65	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	36	0	67	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	37	0	65	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	38	0	64	de 1 a 2	de 1 a 2	de 10 a 30	de 0,5 a 2	No decolorado	○	○	
	39	0	68	de 1 a 2	de 1 a 3	de 10 a 40	de 1 a 3	No decolorado	○	○	
	40	0	70	de 1 a 3	de 1 a 3	de 10 a 50	de 2 a 4	No decolorado	○	○	
Objetivo deseado		0	menos de 85	10 o menos	10 o menos	100 o menos	5 o menos	No decolorado	○	○	

Los Ejemplos 1 a 41 fueron cada uno de ellos un material metálico para componentes electrónicos excelente en cuanto al bajo grado de formación de filamentos, propiedad de bajo desgaste por adhesivo y elevada durabilidad.

5 En el Ejemplo de Referencia 1, la relación de Ag:Sn en la capa superior fue de 3:7 para que la proporción de Sn en la capa superior sea más grande en comparación con el Ejemplo 1, y además aparecieron filamentos de longitud menor de 20 μm , aunque se obtuvieron las propiedades deseadas y no aparecieron filamentos de longitud de 20 μm o más.

En el Ejemplo de Referencia 2, la relación de Sn:Ni en la capa intermedia fue de 3:7, la proporción de Ni en la capa intermedia fue más grande en comparación con el Ejemplo 1, y además la aptitud de procesado de plegado fue bastante más pobre en comparación con el Ejemplo 1, aunque se obtuvieron las propiedades deseadas.

10 En el Ejemplo de Referencia 3, el espesor de la capa superior fue de 0,90 μm , el espesor de la capa superior fue mayor en comparación con el Ejemplo 1, y la durabilidad mecánica fue bastante más pobre, en comparación con el Ejemplo 1, aunque se obtuvieron las propiedades deseadas.

15 En el Ejemplo de Referencia 4, la relación de espesor entre la capa superior y la capa inferior fue tal que la capa superior:capa inferior = 1:3, de este modo la proporción de la capa inferior fue mayor, y además la resistencia térmica, la resistencia al desgaste por deslizamiento suave, la aptitud de humectación de soldadura y la resistencia de corrosión frente a gases fueron bastante más pobres, en comparación con los Ejemplos, aunque se obtuvieron las propiedades deseadas.

20 En el Ejemplo de Referencia 5, la dureza de nanoindentación de la capa superior, y la dureza de nanoindentación y la dureza de Vickers de la capa inferior fueron más grandes, en comparación con el Ejemplo 1, y además la aptitud de procesado de plegado fue pobre, aunque se obtuvieron las propiedades deseadas.

En el Ejemplo de Referencia 6, el espesor mínimo de la capa más externa fue menor de un 50 % del espesor de la capa más externa, la resistencia térmica, la aptitud de humectación de soldadura y la resistencia de corrosión frente a gases fueron más pobres que las de los Ejemplos, aunque se obtuvieron las propiedades deseadas.

25 En el Ejemplo de Referencia 7, el valor máximo de las diferencias de elevación entre los picos y valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa más externa y la capa superior supera 50 % del espesor de la capa más externa, y además la resistencia térmica, la aptitud de humectación de soldadura y la resistencia de corrosión frente a gases fueron más pobres que las de los Ejemplos, aunque se obtuvieron las propiedades deseadas.

30 En el Ejemplo de Referencia 8, sobre la superficie de la capa superior, estaba presente una región en la que la concentración atómica total (% atómico) de los elementos constituyentes B \geq la concentración atómica total (% atómico) de los elementos constituyentes C y la concentración atómica (% atómico) de O \geq 10 % atómico en el intervalo que supera 0,02 μm , y además la resistencia térmica y la aptitud de humectación de soldadura fueron más pobres que las de los Ejemplos, aunque se obtuvieron las propiedades deseadas.

35 En el Ejemplo de Referencia 9, el espesor de la capa superior fue 0,03 μm más fino que el de los Ejemplos, la resistencia térmica, la aptitud de humectación de la soldadura y la resistencia de corrosión frente a gases fueron más pobres que las de los Ejemplos, aunque se obtuvieron las propiedades deseadas.

En el Ejemplo Comparativo 1, el espesor de la capa superior fue más fino que el objetivo deseado, y además la resistencia térmica, la resistencia de desgaste por deslizamiento suave, la aptitud de humectación de soldadura y la resistencia de corrosión frente a gases fueron pobres.

40 En el Ejemplo Comparativo 2, el espesor de la capa superior fue más fino que el objetivo deseado, y además el desgaste por adhesivo fue mayor y, por consiguiente la fuerza de inserción fue elevada, y el desgaste mecánico fue pobre.

En el Ejemplo Comparativo 3, β -Sn estuvo únicamente presente en la capa superior, y además se formaron filamentos de 20 μm o más de longitud, el desgaste por adhesivo fue grande, por consiguiente la fuerza de inserción fue elevada, y la resistencia térmica y la resistencia de desgaste por deslizamiento suave fueron pobres.

45 En el Ejemplo Comparativo 4, el espesor de la capa intermedia fue más fino que el objetivo deseado, y además el desgaste por adhesivo fue más grande y, por consiguiente, la fuerza de inserción fue elevada.

En el Ejemplo Comparativo 5, el espesor de la capa intermedia fue más grueso que el objetivo deseado, y además, el desgaste mecánico y la aptitud de procesado de plegado fueron pobres.

50 En el Ejemplo Comparativo 6, el espesor de la capa inferior fue más fino que el objetivo deseado, y además el desgaste por adhesivo fue grande y, por consiguiente, la fuerza de inserción fue elevada, y la resistencia térmica y la aptitud de soldadura fueron pobres.

En el Ejemplo Comparativo 7, el espesor de la capa inferior fue más grueso que el objetivo deseado, y además la aptitud de procesado de plegado fue pobre.

En cada uno de los Ejemplos Comparativos 8 a 9, la proporción de Ag en la capa superior fue elevada, y además la resistencia de corrosión frente a gases fue pobre.

- 5 El Ejemplo Comparativo 11 es el material de blanco de la presente invención. En el Ejemplo Comparativo 11, aparecieron filamentos de 20 μm o más, y la resistencia térmica y la resistencia al desgaste por deslizamiento suave fueron pobres.

10 La Figura 5 muestra el resultado del análisis lineal con STEM (microscopio electrónico de transmisión y barrido) de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se puede apreciar en la Figura 5, secuencialmente a partir de la superficie más externa, estuvo presente una aleación de Ag-Sn con un espesor de 0,3 μm , y estuvo presente una aleación de Sn-Ni con un espesor de 0,07 μm . Además, la composición (% atómico) de la aleación Ag-Sn es tal que Ag:Sn = 8,2, y como se puede apreciar a partir del diagrama de fases Ag-Sn de la Figura 6, β -Sn no está presente en la aleación de Ag-Sn, y la fase- ζ (Sn: de 11,8 a 22,9 %) y la fase- ϵ (Ag_3Sn) de la aleación Sn-Ag se encuentran presentes. La composición (% atómica) de la aleación de Sn-Ni es tal que Sn:Ni = 7:3, como se puede apreciar a partir del diagrama de fases de Sn-Ni de la Figura 7, Ni_3Sn_4 de la aleación Sn-Ni y β -Sn se encuentran presentes.

Listado de Signos de Referencia

- | | |
|----|---|
| 10 | Material metálico para componentes electrónicos |
| 11 | Material de base |
| 20 | 12 Capa inferior |
| | 13 Capa intermedia |
| | 14 Capa superior |

REIVINDICACIONES

- 1.- Un material metálico para componentes electrónicos, que comprende:
un material de base;
- 5 una capa inferior formada sobre el material de base, estando constituida la capa inferior por uno o dos o más seleccionados entre un grupo A de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu;
- una capa intermedia formada sobre la capa inferior, estando constituida la capa intermedia por uno o dos o más seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes y uno o dos seleccionados entre un grupo B de elementos constituyentes, consistiendo el grupo en Sn e In; y
- 10 una capa superior formada sobre la capa intermedia, estando constituida la capa superior por una aleación compuesta por uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes y uno o dos o más seleccionados entre el grupo C de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir,
- 15 en el que el espesor de la capa inferior es de 0,05 μm o más y menos de 5,00 μm ; el espesor de la capa intermedia es de 0,01 μm o más y menos de 0,40 μm ; y el espesor de la capa superior es de 0,02 μm o más y menos de 1,00 μm .
- 2.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el espesor mínimo (μm) de la capa superior es de un 50 % o más del espesor (μm) de la capa superior.
- 20 3.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que el valor máximo (μm) de las diferencias de elevación entre los picos y valles adyacentes en el perfil de la interfaz entre la capa superior y la capa intermedia es de un 50 % o menos del espesor (μm) de la capa superior.
- 4.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que sobre la superficie de la capa superior, está presente una región en la que la concentración atómica total (% atómico) de los elementos constituyentes B \geq la concentración atómica total (% atómico) de los elementos constituyentes C y la concentración atómica (% atómico) de O \geq 10 % atómico de O, dentro del intervalo de 0,02 μm o menos.
- 25 5.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la capa superior comprende el(los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes en una contenido de un 10 a un 50 % atómico.
- 30 6.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que una fase ζ (zeta) que es una aleación de Sn-Ag y/o una fase ϵ (epsilon) que es una aleación de Sn-Ag están presentes, en el que β -Sn que es una fase individual de Sn están preferentemente presentes de forma adicional.
- 35 7.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que en la capa superior, están presentes la fase ζ (zeta) que es una aleación de Sn-Ag que incluye Sn en un contenido de un 11,8 a un 22,9 % atómico, la fase ϵ (epsilon) que es Ag_3Sn y β -Sn que es una fase individual de Sn.
- 8.-El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la capa intermedia incluye un(unos) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes en un contenido de un 35 % atómico o más.
- 40 9.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que en la capa intermedia, están presentes Ni_3Sn_4 y Ni_3Sn_2 .
- 10.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el en la capa intermedia, están presentes Ni_3Sn_4 y β Sn que es una fase individual de Sn.
- 45 11.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la relación de espesor entre la capa superior y la capa intermedia es tal que la capa superior:capa intermedia = de 9:1 a 3:7.
- 50 12.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que en el intervalo desde la capa superior hasta la capa intermedia, excluidos del intervalo de 0,03 μm desde la superficie más externa hasta la capa superior, C, S y O se encuentran incluidos cada uno de ellos con un contenido de 2 % atómico o menos.

- 13.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la dureza de indentación de la superficie de la capa superior, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre la superficie de la capa superior con una carga de 10 mN sobre la base de un ensayo de dureza de nanoindentación es de 1000 MPa o más.
- 5 14.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la dureza de indentación medida a partir de la superficie de la capa superior, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre la superficie de la capa superior con una carga de 10 mN sobre la base de un ensayo de dureza de nanoindentación es de 10000 MPa o más.
- 10 15.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la altura de media aritmética (Ra) de la superficie de la capa superior es de 0,3 μm o menos.
- 16.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que la altura máxima (Rz) de la superficie de la capa superior es de 3 μm o menos.
- 15 17.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que el contenido del(de los) metal(es) del grupo A de elementos constituyentes es de un 50 % en masa o más en términos del contenido total de Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu, y se incluyen de forma adicional uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en B, P, Sn y Zn.
- 20 18.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en el que el contenido del(de los) metal(es) del grupo B de elementos constituyentes es de un 50 % en masa o más, en términos del contenido total de Sn e In, y el componente de aleación restante está compuesto por uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, W y Zn.
- 25 19.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que el contenido del(de los) metal(es) del grupo C de elementos constituyentes es de un 50 % en masa o más, en términos del contenido total de Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir, y el componente de aleación restante está compuesto por uno o dos o más seleccionados entre el grupo que consiste en Bi, Cd, Co, Cu, Fe, In, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, W, Ti y Zn.
- 30 20.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en el que la dureza de indentación del corte transversal de la capa inferior, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre el corte transversal de la capa inferior con una carga de 10 mN sobre la base del ensayo de dureza de nanoindentación es de 1500 MPa o más.
- 35 21.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que la dureza de indentación del corte transversal de la capa inferior, concretamente, la dureza obtenida por medio de golpeo de un diente sobre el corte transversal de la capa inferior con una carga de 10 mN sobre la base del ensayo de dureza de nanoindentación es de 10000 MPa o menos.
- 22.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en el que la capa intermedia está constituida por:
- Ni_3Sn y Ni_3Sn_2 ;
 - Ni_3Sn_2 ; o
 - Ni_3Sn_4 .
- 40 23.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, que además comprende, entre la capa inferior y la capa intermedia, una capa constituida por la aleación del(de los) metal(es) del grupo A de elementos constituyentes y el(los) metal(es) del grupo C de elementos constituyentes.
- 45 24.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, en el que P se deposita sobre la superficie de la capa superior, y la cantidad de depósito de P es de 1×10^{-11} a 4×10^{-8} mol/cm², en el que N se deposita preferentemente de forma adicional sobre la superficie de la capa superior, y la cantidad de depósito de N es de 2×10^{-12} a 8×10^{-9} mol/cm².
- 50 25.- El material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la reivindicación 24, en el que el análisis XPS llevado a cabo para la capa superior, con I(P2s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debida al electrón de orbital 2S de P objeto de detección e I(N1s) indicando la intensidad de detección de fotoelectrones debida al orbital electrónico 1S de N objeto de detección, se cumple la relación de $0,1 \leq I(\text{P}2\text{s})/I(\text{N}1\text{s}) \leq 1$ o la relación $1 \leq I(\text{P}2\text{s}) / I(\text{N}1\text{s}) \leq 50$.
- 26.- Un método para producir un material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 24 a 25, comprendiendo el material metálico:

un material de base;

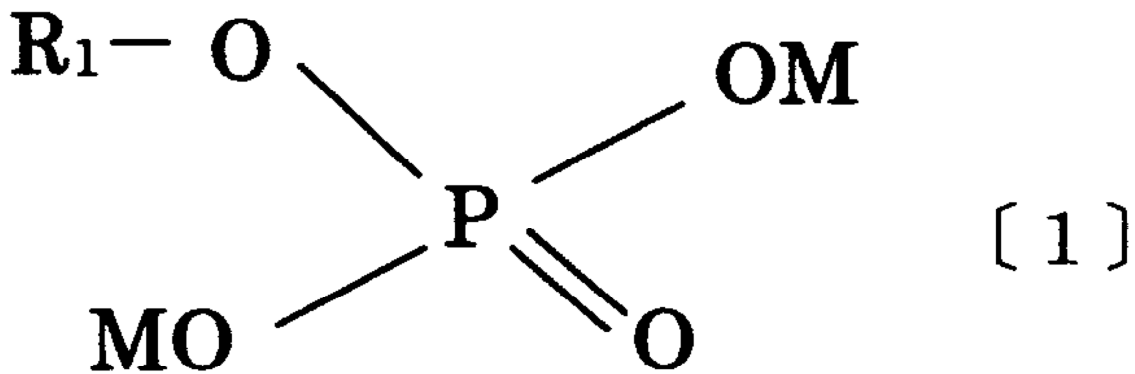
una capa inferior formada sobre el material de base, estando constituida la capa inferior por uno o dos o más escogidos entre un grupo A de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ni, Cr, Mn, Fe, Co y Cu;

- 5 una capa intermedia formada sobre la capa inferior, estando constituida la capa intermedia por uno o dos o más seleccionados entre el grupo A de elementos constituyentes y uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes, consistiendo el grupo en Sn e In; y

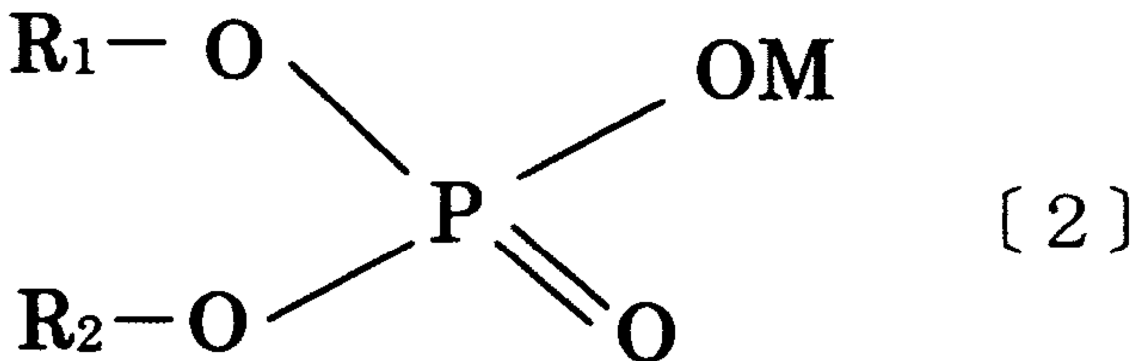
- 10 una capa superior formada sobre la capa intermedia, estando constituida la capa superior por una aleación compuesta por uno o dos seleccionados entre el grupo B de elementos constituyentes y uno o dos o más seleccionados entre el grupo C de elementos constituyentes, concretamente, el grupo que consiste en Ag, Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Os e Ir,

- 15 en el que la superficie del material metálico se trata superficialmente con una solución basada en éster de ácido fosfórico que incluye al menos uno de los ésteres de ácido fosfórico representado por medio de las fórmulas generales [1] y [2], y al menos uno seleccionado entre el grupo de compuestos orgánicos cíclicos representados por medio de las fórmulas siguientes [3] y [4]:

[Fórmula 1]



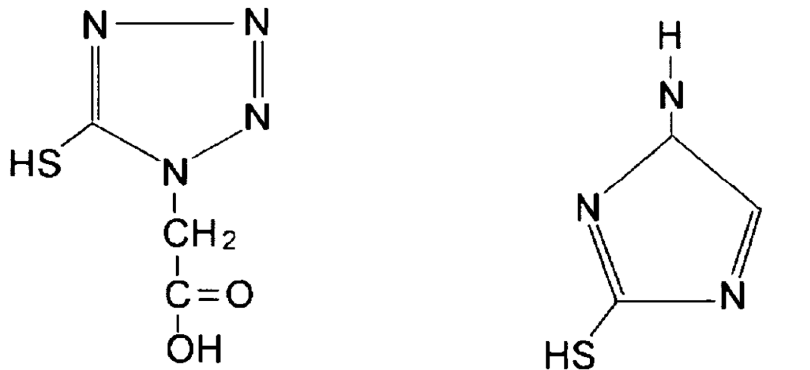
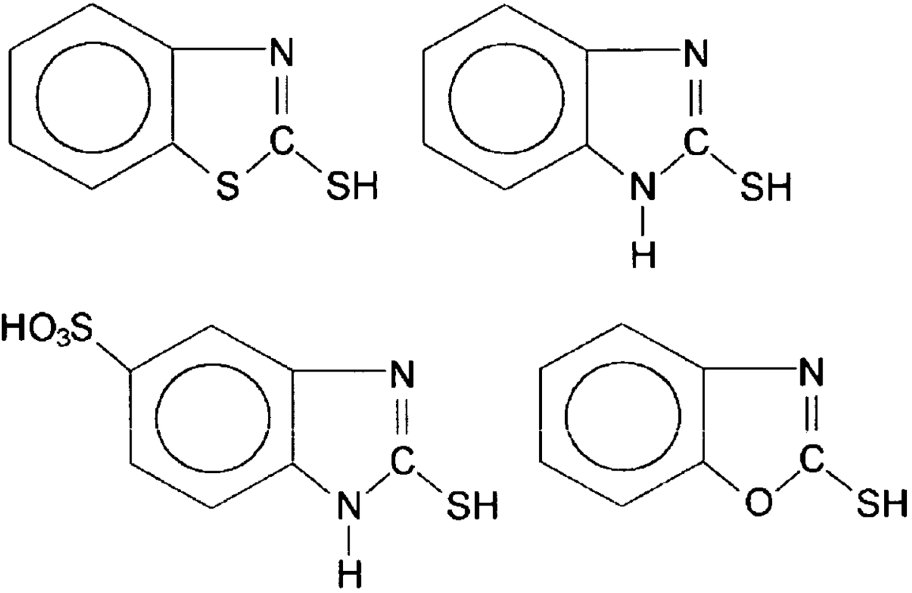
[Fórmula 2]



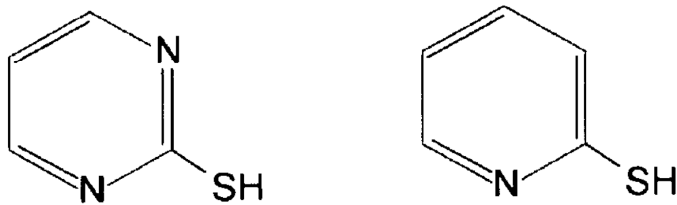
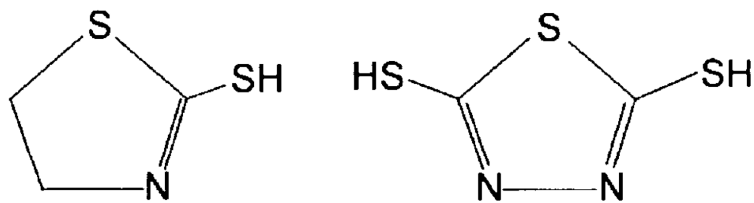
20

(en las que, en las fórmula [1] y [2], R₁ y R₂ representan cada uno de ellos un grupo alquilo sustituido y M representa un átomo de hidrógeno o un átomo de metal alcalino,)

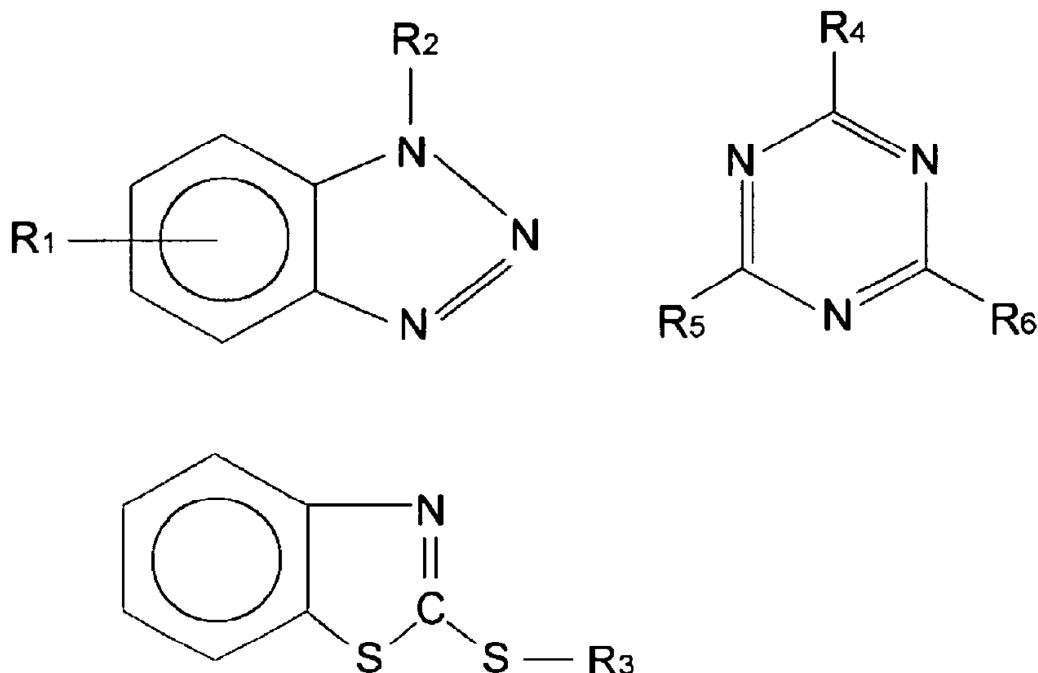
[Fórmula 3]



[3]



[Fórmula 4]



(en la que, en las fórmula [3] y [4], R₁ representa un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo o un grupo alquilo sustituido; R₂ representa un átomo metálico alcalino, un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo o un grupo alquilo sustituido; R₃ representa un átomo metálico alcalino o un átomo de hidrógeno; R₄ representa -SH, un grupo amino con sustitución de grupo arilo o con sustitución de grupo alquilo, o representa un grupo imidazolilalquilo con sustitución de alquilo; y R₅ y R₆ representan cada uno de ellos -NH₂, -SH o SM (M representa un átomo de metal alcalino).

27.- El método de producción de un material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con la reivindicación 26, en el que el tratamiento superficial con la solución basada en éster de ácido fosfórico se lleva a cabo por medio de:

- aplicación de la solución basada en éster de ácido fosfórico a la capa superior; o

- ejecución de una electrólisis sumergiendo el material metálico tras la formación de la capa superior en la solución basada en éster de ácido fosfórico y usando como ánodo el material metálico tras la formación de la capa superior.

28.- Un conector, un terminal de FFC, un terminal de FPC o un componente electrónico que usa, en el electrodo del mismo para conexión eléctrica, el material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25.

29.- Un componente electrónico que usa el material metálico para componentes electrónicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25, en un terminal de tipo encaje del mismo para fijar una parte de conexión de tarjeta a una tarjeta encajando la parte de conexión de tarjeta en el orificio pasante formado en la tarjeta, en el que la parte de conexión terminal hembra y la parte de conexión de tarjeta se proporcionan respectivamente sobre un lado y el otro lado de una parte de montaje que se pretende unir a un alojamiento.

Figura 1

1 4
1 3
1 2
1 1

1 0

Figura 2

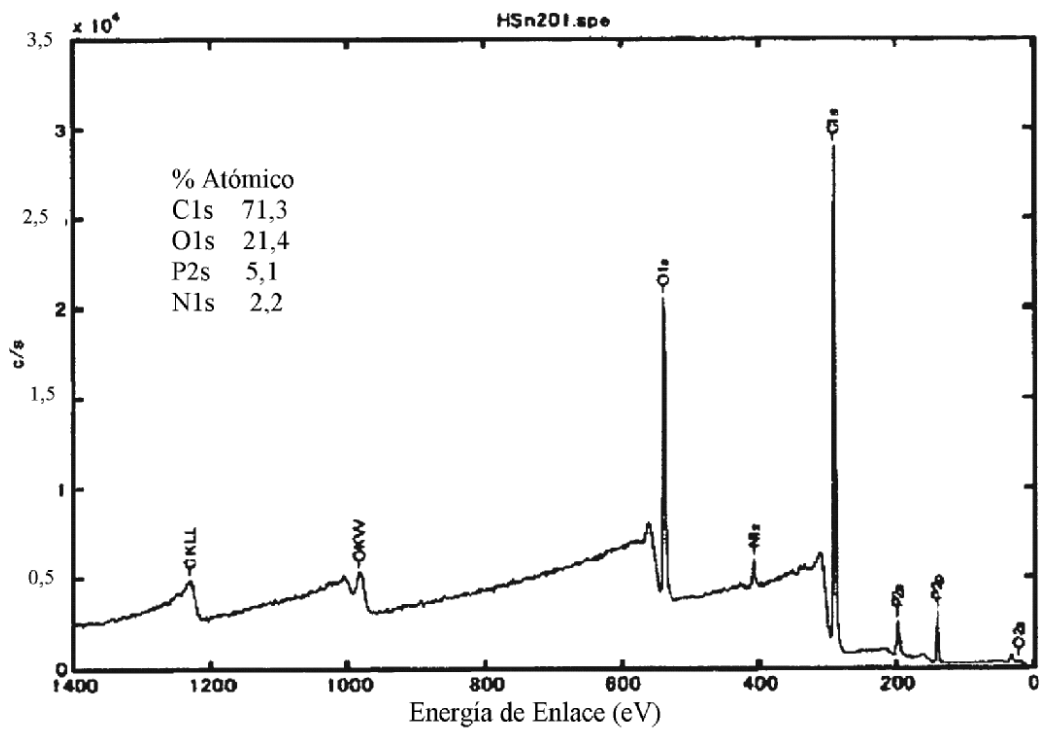


Figura 3

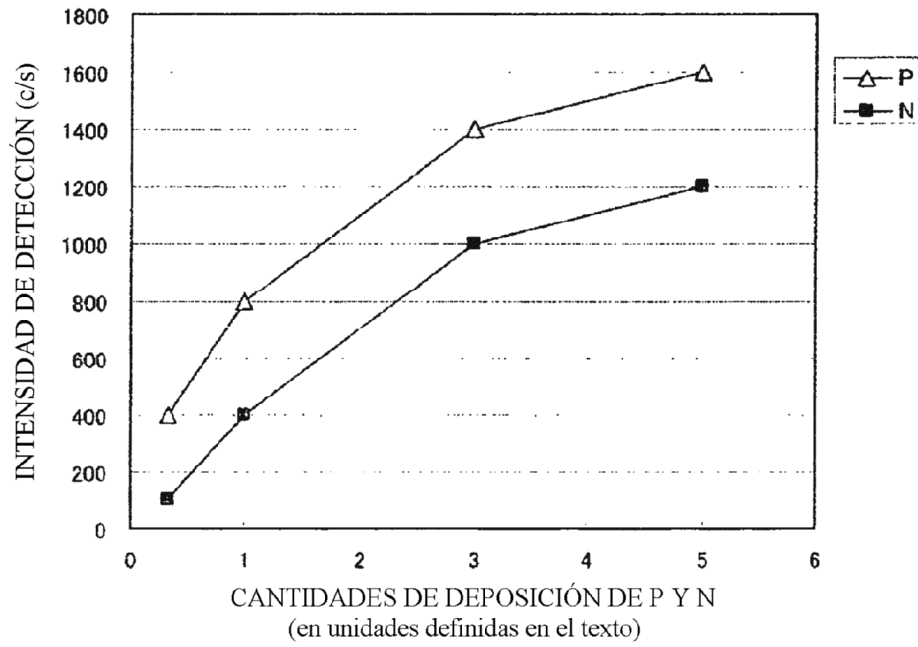


Figura 4

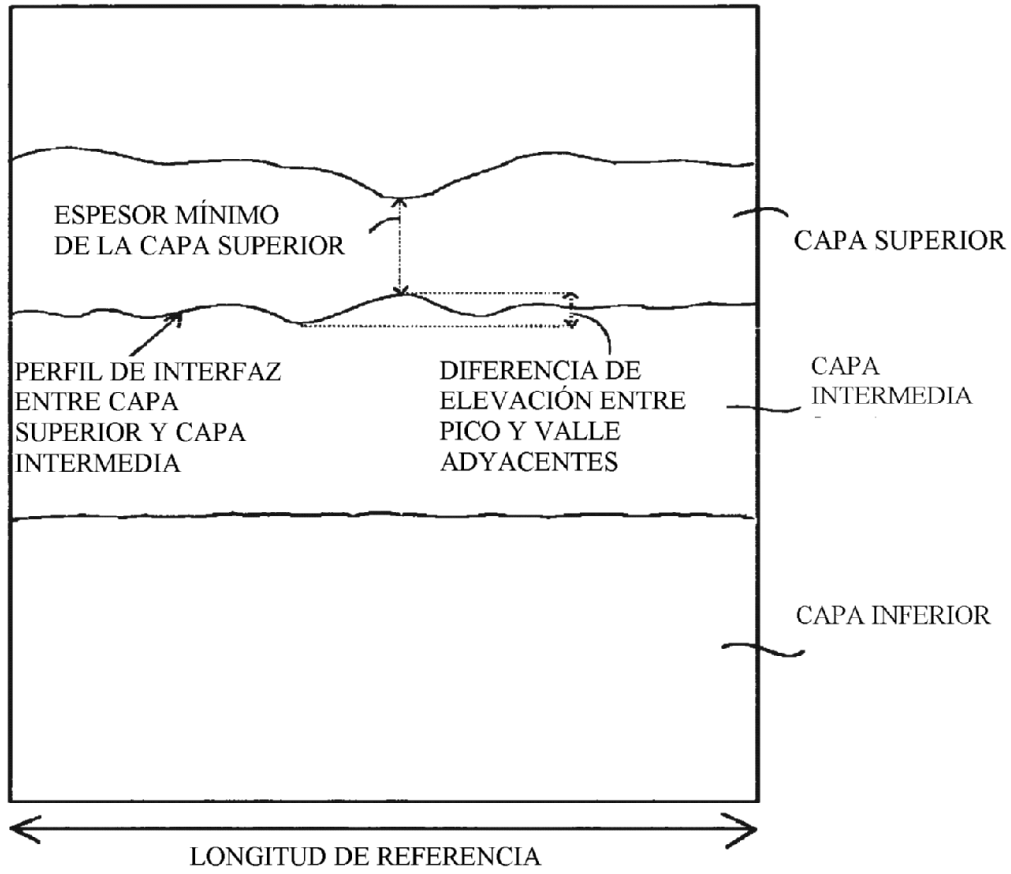


Figura 5

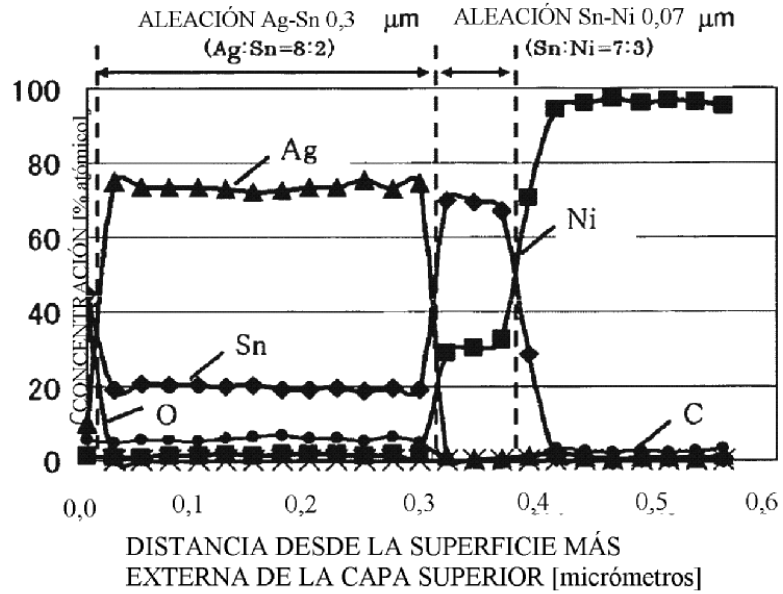


Figura 6

