

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 604**

51 Int. Cl.:

C22C 9/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2009** **PCT/EP2009/007669**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2010** **WO10049118**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2009** **E 09744964 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.02.2017** **EP 2340318**

54 Título: **Aleación de cobre-estaño, material compuesto y empleo**

30 Prioridad:

31.10.2008 DE 102008054183

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

11.07.2017

73 Titular/es:

**SUNDWIGER MESSINGWERK GMBH & CO. KG
(100.0%)
Hönnetalstrasse 110
58675 Hemer, DE**

72 Inventor/es:

**KÖHLER, MICHAEL;
HEIDE, ANDREAS;
HOJDA, RALF y
RIEPE, UDO**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 623 604 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aleación de cobre-estaño, material compuesto y empleo

La invención se refiere a una aleación de cobre-estaño, a un material compuesto con tal aleación de cobre-estaño, así como a un empleo de la aleación de cobre-estaño y del material compuesto. La aleación de cobre-estaño y el material compuesto que comprende la misma son apropiados en especial para elementos de conexión en la electrotecnia y en la electrónica. La invención se ocupa en especial del problema de la reciclabilidad.

Actualmente se emplean en general aleaciones de cobre a base de Cu-Zn, Cu-Sn y Cu-Fe en gran volumen para elementos de conexión en la electrotecnia y en la electrónica. Tales aleaciones de cobre se emplean en especial para rejillas estampadas y enchufes. En este caso, son criterios importantes para la selección de materiales módulo de elasticidad, límite de extensión, comportamiento de relajación y flexibilidad. Además de una resistencia mecánica suficiente, la conductividad eléctrica y la estabilidad a la corrosión representan criterios importantes para la función segura de los componentes durante el período de vida del sistema total. En este caso se llega frecuentemente a un solapamiento de requisitos de propiedades que se excluyen entre sí en principio, como por ejemplo la combinación de una buena conductividad con estabilidad a la corrosión elevada. Si los elementos de aleación en el cobre, como níquel y cromo, mejoran por una parte la estabilidad a la corrosión, éstos reducen considerablemente la conductividad por otra parte.

También el tema soldabilidad adquiere significado en medida creciente, en especial la soldadura por láser, con otros materiales metálicos. En vista de los exorbitantes aumentos de precio de metales en los últimos años, precisamente también el tema de la reciclabilidad de las aleaciones empleadas es cada vez más importante.

Aleaciones de Cu-Zn, o bien latón, son materiales que solidifican en forma de cristales mixtos. Éstas son aleaciones binarias, que contienen generalmente entre un 5 y un 40 % en peso de cinc. Con contenido en cinc creciente aumentan resistencia a la tracción y dureza. El alargamiento alcanza un valor máximo en el caso de un 30 % en peso de cinc. Solo mediante conformación en frío se pueden obtener valores de resistencia y dureza más elevados.

Para enchufes en forma de abrazaderas de resorte, a modo de ejemplo constituidos por una aleación de CuZn 30 o de CuZn 37, se exige habitualmente una dureza Vickers de $H_v = 150$. Adicionalmente se debe dar el cumplimiento de un radio de flexión mínimo $r/s = 1$ normalizado al grosor de chapa s para un ángulo de doblado de 90° . No obstante, el inconveniente de las aleaciones de Cu-Zn consiste en la soldabilidad relativamente mala, ya que el elemento de aleación cinc presenta una presión de vapor relativamente elevada. El cinc puro entra en ebullición a 1,013 bar ya a 907°C . Las aleaciones de Cu-Zn presentan además un módulo de elasticidad reducido, de aproximadamente 110 KN/mm^2 (unidad de SI: GPa). Además, por motivos de protección anticorrosión, las abrazaderas de latón estañadas no se pueden reciclar convenientemente debido al estaño introducido. También es pronunciado el comportamiento de relajación de aleaciones de Cu-Zn, la temperatura de empleo está limitada de este modo.

Las aleaciones de Cu-Sn, es decir, bronce al estaño, pertenecen a las más antiguas aleaciones de cobre utilizables técnicamente. A las aleaciones de Cu-Sn se añade habitualmente algo de fósforo, por lo que estas aleaciones se denominan también bronce al fósforo. Las propiedades de estas aleaciones se determinan fundamentalmente por el contenido en estaño, que se sitúa generalmente entre un 4 y un 8 % en peso. El módulo de elasticidad de bronce al fósforo, según contenido en Sn, se sitúa entre 115 y 120 kN/mm^2 (unidad de SI: GPa). La flexibilidad de bronce al estaño es extraordinaria. Contenidos en Sn crecientes mejoran el comportamiento de flexibilidad para un estado de temperado dado. Las abrazaderas de resorte de bronce al fósforo se pueden solidificar sin problema hasta un nivel de dureza de una dureza Vickers de $H_v = 200$, y presentan aún una flexibilidad de $r/s = 1$ en el caso de un ángulo de doblado de 90° . Se da la soldabilidad por láser de bronce al estaño, o bien fósforo, ya que estas aleaciones no presentan elementos fácilmente volátiles (en especial cinc) ni segundas fases interferentes. El comportamiento de relajación de bronce al estaño, o bien fósforo, es mejor que el de aleaciones de latón, aunque no se llega al nivel de materiales de cobre endurecibles.

Las aleaciones de Cu-Sn se emplean en forma de abrazaderas para piezas estampadas y enchufes si se requieren una característica de resorte buena a muy buena, una buena aptitud para carga eléctrica y térmica, una relajación de tensión reducida, una buena flexibilidad, buena soldabilidad y aptitud para soldadura. También en forma estañada, los bronce al fósforo se pueden reciclar convenientemente. Ya en la aleación está contenido estaño como tal.

A los materiales de cobre de baja aleación pertenecen aleaciones de Cu-Fe. Mediante adiciones reducidas de hierro y fósforo se puede mejorar la característica material del cobre puro, por ejemplo la resistencia, el comportamiento de ablandamiento o de relajación. Para rejillas estampadas en la técnica automovilística está ampliamente extendida en especial una aleación de CuFe2P en el grado de temperado FH. En esta etapa de temperado, el material presenta una resistencia a la tracción de $R_m = 420$ a un 500 N/mm^2 (unidad de SI: MPa). La dureza Vickers se sitúa en $H_v =$

130 a 150. Se da aún la flexibilidad de aristas vivas. A las preferencias de la aleación de CuFe2P corresponde que el módulo de elasticidad asciende aproximadamente a 125 KN/mm² (GPa) y, por consiguiente, el material posee buenas propiedades de resorte. La conductividad eléctrica se sitúa entre un 60 % y un 70 % de IACS (International Annealed Copper Standard: 100% IACS corresponden aproximadamente a 58 MS/m). Es perfectamente posible un estañado del material por motivos de protección anticorrosión.

Entre los inconvenientes de la aleación de CuFe2P cuenta que ésta no forma un material homogéneo, sino que presenta depósitos de Fe2P. En especial por este motivo se dificulta una soldadura por láser. Si el rayo láser incide en depósitos de Fe2P más groseros en el caso de soldadura por puntos, éste se puede desviar, debido a lo cual el resultado de soldadura es insatisfactorio. Otro inconveniente consiste en la mala reciclabilidad de residuos estañados de la aleación de CuFe2P. La conductividad eléctrica de una aleación de CuFe2P en la fusión se reduce en un 25 % mediante un estaño que se disuelve de aproximadamente un 1 %. Los residuos estampados estañados, que constituyen habitualmente un 50 % a un 70 % del material empleado en el caso de obtención de rejillas estampadas, no se pueden devolver directamente al proceso de fusión, sino que se deben tratar en planta metalúrgica de modo costoso y separar por vía electroquímica. Por consiguiente, la recirculación en el circuito de materiales se efectúa como cátodo. Este proceso requiere mucha energía, y por lo tanto es muy costoso frente a la fusión directa de los residuos.

De la fig. 1 se desprende la influencia de una fracción de estaño sobre la conductividad eléctrica, descrita para una aleación de CuFe2P. La conductividad eléctrica desciende drásticamente ya a partir de contenidos por encima de un 0,3 % en peso de estaño. A modo de ejemplo, si una banda de 0,4 mm de grosor, constituida por una aleación de CuFe2P, se reviste por ambos lados con aproximadamente 3 µm de estaño por motivos de protección anticorrosión, en el reciclaje directo a base de estos residuos se produciría una aleación de CuFe2P impurificada con un 1,5 % en peso de estaño aproximadamente. Además de pérdidas drásticas en la conductividad eléctrica, esta fracción de estaño tiene también una fuerte repercusión negativa sobre el comportamiento de solidificación.

Por el documento JP 2007 039 735 A son conocidas aleaciones de CuNiP, que pueden comprender opcionalmente Sn, Zn y Fe.

Es tarea de la invención indicar una aleación y un material compuesto que corresponda en lo posible a una aleación de CuFe2P en sus propiedades físicas y tecnológicas, se pueda soldar por láser del modo más conveniente posible, y se pueda reciclar convenientemente. Otra tarea consiste en indicar un empleo para tal aleación y tal material compuesto.

Respecto a la aleación, la tarea citada anteriormente se soluciona mediante una aleación de cobre-estaño con la composición según la reivindicación 1. Correspondientemente, la aleación de cobre-estaño comprende un 0,2 a un 0,8 % en peso de estaño (Sn), un 0,3 a un 0,5 % en peso de níquel (Ni) y/o cobalto (Co), un 0 a un 0,05 % en peso de cinc (Zn), un 0 a un 0,02 % en peso de hierro (Fe), un 0,008 a un 0,05 % en peso de fósforo (P), así como cobre (Cu) a modo de resto.

En este caso, la invención parte del razonamiento de indicar una nueva aleación, alternativa a la aleación de CuFe2P, que presente propiedades comparables, pero se pueda reciclar sin problema también en estado estañado. Las aleaciones de Cu-Sn puras, como por ejemplo una aleación de CuSn0,15, tienen sin duda el potencial para ser empleadas como tal alternativa. Revestida con estaño, los residuos de tal aleación se pueden alimentar directamente a tal circuito de material. Las propiedades mecánicas y tecnológicas corresponden en este caso a las de una aleación de CuFe2P de modo relativamente conveniente. Sin embargo, en el comportamiento de reblandecimiento y la estabilidad de relajación se presentan puntos débiles evidentes.

Investigaciones extensas han dado ahora por resultado que una aleación de cobre-estaño con ajuste selectivo de los elementos de aleación estaño, níquel y/o cobalto, así como fósforo, adquiere tanto propiedades mecánicas y tecnológicas comparables a las de una aleación de CuFe2P, como también el perfil de propiedades necesario para la respectiva elaboración subsiguiente y aplicación final, en el ámbito del comportamiento de reblandecimiento y la relajación, es decir, la fluencia del componente bajo tensión a temperatura elevada. En este caso está contenido níquel o cobalto con la fracción indicada. En este caso, una fracción de níquel está substituida por cobalto, dando por resultado conjuntamente la suma de ambos elementos de aleación la fracción indicada.

Una comparación de las propiedades tecnológicas y físicas de una aleación de Cu-Sn con una aleación de CuFe2P proporciona el siguiente cuadro:

	CuFe2P	CuSnNiCoP
Resistencia a la tracción Rm [MPa]	450	438 - 440
Límite de fluidez 0,2 % R _{p0,2} [MPa]	420	405 - 430
Alargamiento de rotura A50 [%]	9	4-5
Módulo de elasticidad [GPa]	123	126
Conductividad eléctrica [%IACS]	63	55 - 70
Conductividad térmica [W/mK]	260	250
Radio de flexión mínimo [r/s, 90°]	1	1
Coeficiente de dilatación térmica [Rt-100 °C]	17,7 x 10 ⁻⁶	17,7 x 10 ⁻⁶
Dureza Vickers [Hv]	145	130-134
Temperatura de reblandecimiento [°C(1h)]	350	350

De la tabla se desprende que las aleaciones de Cu-Sn pueden cumplir los requisitos indicados respecto a las propiedades tecnológicas y físicas.

- 5 En el caso de empleo de la aleación de Cu-Sn según la invención en forma estañada se forma una capa de aleación entre el material básico y el estrato de estaño. En el caso de cambio al nuevo material no es necesario un ajuste de las instalaciones de fabricación.

La aleación de Cu-Sn según la invención muestra además un perfil de propiedades comparable con la aleación de CuFe2P en el ámbito del comportamiento de reblandecimiento y de la relajación.

- 10 La aleación de Cu-Sn según la invención se distingue además especialmente por la reciclabilidad directa de residuos estañados de las diferentes etapas de la cadena de producción. Los residuos estañados se pueden reciclar directamente al proceso de fusión, de modo que los costes de reciclaje se reducen claramente frente a un tratamiento en planta metalúrgica. A modo de ejemplo, en el caso de una fracción de residuos de un 70 %, los costes de tratamiento en planta metalúrgica pueden alcanzar rápidamente la cuantía de los costes de fabricación, y poner en cuestión la rentabilidad. Por este motivo, tampoco una consideración de los valores de metales entre una
- 15 aleación de cobre-hierro, como la aleación CuFe2P, y la aleación de Cu-Sn indicada en este caso, cuestiona que la aleación indicada represente una alternativa razonable a aleaciones de cobre-hierro estañadas bajo puntos de vista tanto económicos, como también ecológicos (se pueden suprimir el empleo adicional de corriente y ácido para la elaboración electrolítica de los residuos).

- 20 Respecto a las propiedades requeridas es ventajoso que la aleación de cobre-estaño indicada contenga una fracción de Sn entre un 0,3 y un 0,7 % en peso, en especial entre un 0,4 y un 0,6 % en peso: correspondientemente a la invención, la fracción de Ni y/o Co en la aleación de cobre-estaño se sitúa entre un 0,3 y un 0,5 % en peso.

Mediante una fracción de fósforo preferente entre un 0,008 y un 0,03 % en peso, en especial entre un 0,008 y un 0,015 % en peso, se puede mejorar la resistencia.

- 25 En una composición de aleación preferente, la aleación de cobre-estaño presenta un 0,3 a un 0,7 % en peso de Sn, un 0,3 a un 0,5 % en peso de Ni y/o Co, un 0 a un 0,04 % en peso de Zn, un 0 a un 0,015 % en peso de Fe, un 0,08

a un 0,03 % en peso de P, así como Cu a modo de resto.

La aleación de cobre-estaño se mejora además si ésta comprende un 0,4 a un 0,6 % en peso de Sn, un 0,3 a un 0,5 % en peso de Ni y/o Co, un 0 a un 0,03 % en peso de Zn, un 0 a un 0,01 % en peso de Fe, un 0,008 a un 0,015 % en peso de P, así como Cu a modo de resto.

- 5 Se puede efectuar otro ajuste ventajoso y preciso de las propiedades de la aleación de cobre-estaño si se presenta una suma de impurezas y otros aditivos de un máximo de un 0,3 % en peso.

Como ejemplo de realización concreto con excelentes propiedades se cita una aleación de cobre-estaño, que comprende un 0,38 % en peso de Sn, un 0,30 % en peso de Ni y/o Co, un 0,003 % en peso de Zn, un 0,008 % en peso de Fe, un 0,014 % en peso de P, así como Cu a modo de resto.

- 10 La aleación de cobre-estaño según la invención es perfectamente soldable por láser, ya que no están contenidos elementos volátiles, y la aleación está exenta de una segunda fase. En especial, la aleación no presenta depósitos de NiP.

- 15 La aleación es extraordinariamente apropiada para un buen material compuesto soldable por láser, que se puede emplear en especial para rejillas estampadas. Tales rejillas estampadas se emplean actualmente, a modo de ejemplo, en la técnica automovilística para sistemas ABS y ESP. A tal efecto, un material básico constituido por la aleación de cobre-estaño citada anteriormente se dota de una capa de estaño, o bien se cubre con la misma, lo que se puede efectuar en especial mediante el procedimiento de estañado en caliente. En este contexto, en el material básico constituido por la aleación de cobre-estaño indicada se encuentra una capa de estaño puro o libre. El material compuesto se distingue por una alta resistencia de relajación hasta temperaturas de 100°C. En el interior resulta como núcleo la aleación de cobre-estaño indicada, con una composición correspondiente a las reivindicaciones dirigidas a este punto mediante el revestimiento externo, o bien la cubierta de estaño, se garantiza una alta resistencia a la corrosión. El grosor de la capa de estaño se sitúa preferentemente entre 1 y 3 µm.

- 25 En el caso de estañado de la aleación de cobre-estaño según la invención se llega a la formación de una capa de transición entre el material básico y la capa de estaño. La capa de estaño se aplica preferentemente de tal manera que la capa de transición comprenda una fase intermetálica de Cu, Ni y/o Co, así como Sn. La formación de la capa de transición se configura en especial de modo que ésta presente un grosor entre 0,1 y 1 µm. En este contexto, el material compuesto comprende en el interior, o como núcleo, la aleación de cobre-estaño indicada con las correspondientes fracciones de níquel y/o cobalto, así como fósforo. La aleación del núcleo se convierte en una capa de estaño puro a través de la capa de transición. A través de la capa de transición, o bien aleación formada, se obtiene una buena unión de la capa de estaño.

- 35 Si se observa una estructura tridimensional, como una rejilla estampada constituida por el material compuesto, resulta en suma una estructura de cinco capas. Sobre un núcleo constituido por la aleación de cobre-estaño indicada como material básico descansa a ambos lados una capa de una fase intermetálica, constituida por CuNiCoSn con un grosor entre 0,1 y 1,0 µm. Por motivos de protección anticorrosión, el material compuesto está cubierto herméticamente con una capa de estaño libre, o bien puro, que presenta un grosor de 1,0 a 3,0 µm. El material compuesto de la capa presenta en suma un grosor total de 0,2 a 1 mm, preferentemente hasta 2 mm, de modo especialmente preferente hasta 3 mm.

- 40 La conductividad eléctrica del material compuesto indicado corresponde a la del material comparativo CuFe2P empleado hasta ahora. Del mismo modo son completamente comparables conductividad térmica y otros valores tecnológicos del material compuesto.

Tanto la aleación de cobre-estaño según la invención, como también el material compuesto estañado, son extraordinariamente apropiados para bandas, láminas, bandas perfiladas, piezas estampadas o enchufes, en especial para aplicaciones en la electrotecnia o la electrónica.

REIVINDICACIONES

- 1.- Aleación de cobre-estaño que comprende:
- un 0,2 a un 0,8 % en peso de Sn,
- un 0,3 a un 0,5 % en peso de Ni y/o Co,
- 5 un 0 a un 0,05 % en peso de Zn,
- un 0 a un 0,02 % en peso de Fe,
- un 0,008 a un 0,05 % en peso de P,
- así como Cu a modo de resto.
- 10 2.- Aleación de cobre-estaño según la reivindicación 1, con una fracción de Sn entre un 0,3 y un 0,7 % en peso, en especial entre un 0,4 y un 0,6 % en peso.
- 3.- Aleación de cobre-estaño según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, con una fracción de P entre un 0,008 y un 0,03 % en peso, en especial entre un 0,008 y un 0,015 % en peso.
- 4.- Aleación de cobre-estaño según la reivindicación 1, que comprende:
- un 0,3 a un 0,7 % en peso de Sn,
- 15 un 0,3 a un 0,5 % en peso de Ni y/o Co,
- un 0 a un 0,04 % en peso de Zn,
- un 0 a un 0,015 % en peso de Fe,
- un 0,008 a un 0,03 % en peso de P,
- así como Cu a modo de resto.
- 20 5.- Aleación de cobre-estaño según la reivindicación 4, que comprende:
- un 0,4 a un 0,6 % en peso de Sn,
- un 0,3 a un 0,5 % en peso de Ni y/o Co,
- un 0 a un 0,03 % en peso de Zn,
- un 0 a un 0,01 % en peso de Fe,
- 25 un 0,008 a un 0,015 % en peso de P,
- así como Cu a modo de resto.
- 6.- Aleación de cobre-estaño según una de las reivindicaciones precedentes, con una suma de impurezas y otros aditivos de un máximo de un 0,3 % en peso.
- 30 7.- Material compuesto con un material básico según una de las reivindicaciones precedentes y una capa de estaño aplicada sobre el mismo.
- 8.- Material compuesto según la reivindicación 7, presentando la capa de estaño un grosor entre 1 y 3 μm .

9.- Material compuesto según la reivindicación 7 u 8, con una capa de transición entre el material básico y la capa de estaño, comprendiendo la capa de transición una fase intermetálica de Cu, Ni y/o Co, así como Sn.

10.- Material compuesto según la reivindicación 9, presentando la capa de transición un grosor entre 0,1 y 1 μm .

5 11.- Empleo de una aleación de cobre-estaño según una de las reivindicaciones 1 a 6 para bandas, alambres, láminas, bandas perfiladas, piezas estampadas o enchufes.

12.- Empleo de un material compuesto según una de las reivindicaciones 7 a 10 para bandas, alambres, láminas, bandas perfiladas, piezas estampadas o enchufes.

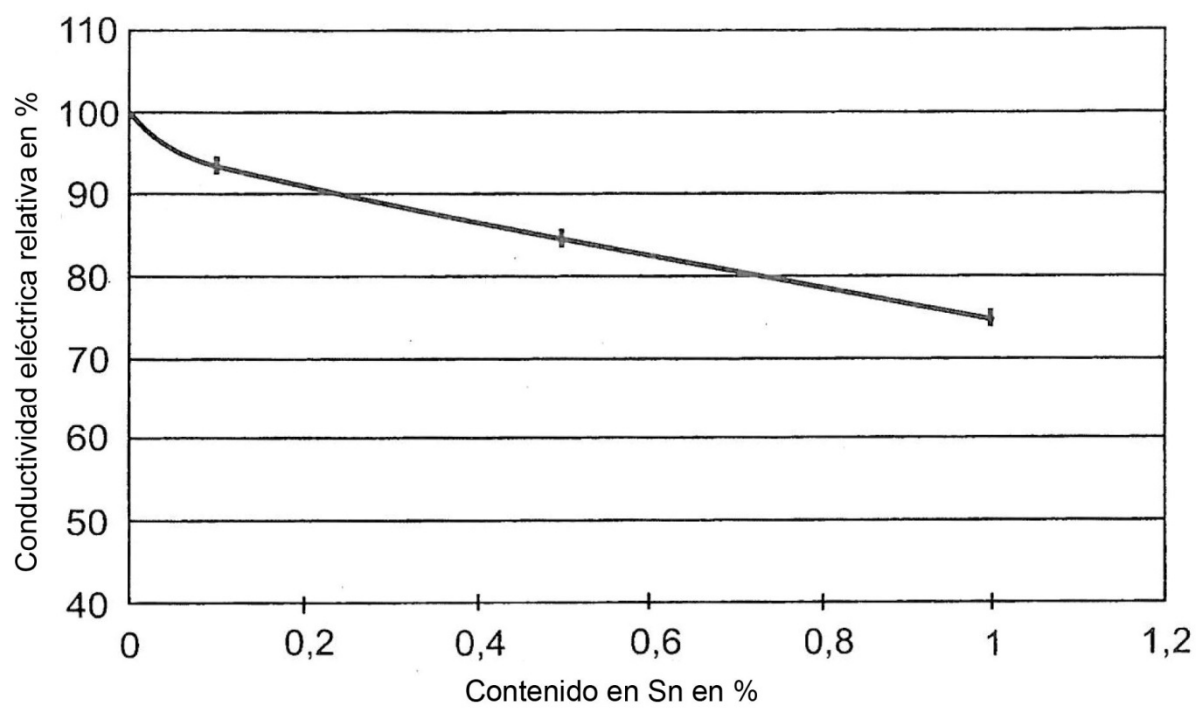


Fig. 1