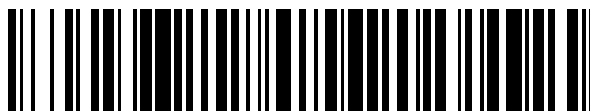


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 780 202**

51 Int. Cl.:

C22C 9/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.01.2019 PCT/EP2019/050005**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.07.2019 WO19137832**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.01.2019 E 19701767 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 3529389**

54 Título: **Aleación de cobre y zinc**

30 Prioridad:

09.01.2018 DE 202018100075 U

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

24.08.2020

73 Titular/es:

**OTTO FUCHS - KOMMANDITGESELLSCHAFT -
(100.0%)**

**Derschlager Straße 26
58540 Meinerzhagen, DE**

72 Inventor/es:

**PLETT, THOMAS;
GUMMERT, HERMANN y
REETZ, BJÖRN**

74 Agente/Representante:

CANO PEDRERO, Ana

ES 2 780 202 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 y zinc

- 5 El objetivo de la invención es una aleación de cobre y zinc y un producto de aleación de cobre y zinc fabricado a partir de dicha aleación.

10 La invención se refiere a una aleación de latón. Las aleaciones de latón se utilizan para la fabricación de diversos productos. Una aplicación típica para el uso de productos especiales de aleación de latón son las piezas de los rodamientos, las piezas del motor y de la transmisión, tales como los anillos sincronizadores y similares, así como los accesorios, especialmente para aplicaciones de agua potable. Los productos de aleación de latón también se utilizan para aplicaciones de tecnología eléctrica y de refrigeración, por ejemplo para la fabricación de terminales de contacto y similares. En las aplicaciones de refrigeración se utiliza la buena conductividad térmica de los productos de aleación de latón. Debido a la conocida buena conductividad térmica del cobre, estas aleaciones de latón tienen un alto contenido de
15 cobre y solo por esa razón son de baja aleación. Las aleaciones de latón tienen una conductividad térmica significativamente menor.

20 Cuando una aleación de latón ha de tener propiedades conductoras de la electricidad particularmente buenas, en consecuencia se debe seleccionar un alto contenido de cobre. Sin embargo, la conductividad eléctrica de dicho producto disminuye a medida que aumenta el contenido de zinc. Por esta razón, las aleaciones con un contenido de Zn que normalmente no supera el 5 a 10 % en peso se utilizan para productos especiales de aleación de latón, en los que la buena conductividad eléctrica es de suma importancia. Además de los elementos cobre y zinc, en la estructura de las aleaciones de latón intervienen uno o más de los siguientes elementos: Al, Sn, Si, Ni, Fe y/o Pb. Cada uno de estos elementos influye de manera diferente en las propiedades de la aleación de latón fabricada a partir de la aleación. Cabe
25 señalar que un mismo elemento de aleación, dependiendo de su participación, puede ser responsable de diferentes propiedades con respecto a la procesabilidad de la aleación, así como con respecto a las propiedades de un producto especial de aleación de latón fabricado a partir de ella. Lo mismo se aplica a la procesabilidad de la aleación. Debido al gran número de aplicaciones diferentes de los productos de aleaciones de latón, también se conoce un gran número de aleaciones de latón que difieren en cuanto a su composición de la aleación. Estos difieren, por ejemplo, en cuanto a sus
30 valores de resistencia, maquinabilidad, procesabilidad superficial, conductividad térmica, módulo de elasticidad, resistencia a la temperatura y similares. En la mayoría de los casos, las aleaciones de latón conocidas anteriormente se han desarrollado para aplicaciones muy específicas en lo que respecta a su composición.

35 Una aleación de latón, a partir de la cual se fabricarán productos de aleación de latón para aplicaciones eléctricas, no solo debe tener suficiente conductividad eléctrica, sino que también debe tener buena procesabilidad y maquinabilidad, así como suficientes valores de resistencia para poder fabricar los productos deseados. Con respecto a la procesabilidad de la aleación, debería ser posible producirla utilizando las etapas de procesamiento estándar, de modo que los costos de los productos especiales de aleación de latón fabricados a partir de ella no se encarezcan debido a las complejas y posiblemente inusuales etapas de control del proceso.

40 La patente alemana núm. DE 20 2017 103 901 U1 describe una aleación de latón para aplicaciones eléctricas y/o de refrigeración. Esta contiene 58,5 - 62 % en peso de Cu, 0,03 - 0,18 % en peso de Pb, 0,3 - 1,0 % en peso de Fe, 0,3 - 1,2 % en peso de Mn, 0,25 - 0,9 % en peso de Ni, 0,6 - 1,3 % en peso de Al, 0,15 - 0,5 % en peso de Cr, un máximo de 0,1 % en peso de Sn, un máximo de 0,05 % en peso de Si con un resto de Zn junto con las impurezas inevitables. Aunque
45 esta aleación de latón, conocida anteriormente, tiene suficiente conductividad térmica para las aplicaciones de refrigeración que se pretenden con ella y suficiente conductividad eléctrica para una serie de aplicaciones, sería deseable que se mejorara no solo la conductividad eléctrica sino también la extrudibilidad y la maquinabilidad para poder producir más fácilmente componentes eléctricos tales como contactos, casquillos o similares. Además, el producto de aleación fabricado con dicha aleación debe tener buenas propiedades de conformado en frío, como una buena ductilidad en frío, para poder proporcionar al producto semiacabado conformado valores de resistencia más altos para el producto final.

50 La patente de los Estados Unidos núm. US 2004/0234411 A1 da a conocer una aleación de latón sin plomo con buena maquinabilidad. Esta aleación comprende 70 - 83 % en peso de Cu, 1 - 5 % en peso de Si y los otros elementos activos de la matriz: 0,01 - 2 % en peso de Sn, 0,01 - 0,3 % en peso de Fe y/o Co, 0,01 - 0,3 % en peso de Ni, 0,01 - 0,3 % en peso de Mn, resto de Zn junto con impurezas inevitables. Además, la aleación puede contener hasta 0,1 % en peso de P y los elementos Ag, Al, As, Sb, Mg, Ti y Cr, cada uno con un máximo de 0,5 % en peso.

55 La patente alemana núm. DE 41 20 499 C1 da a conocer una aleación de cobre y zinc como material para componentes electrónicos. Esta aleación conocida anteriormente comprende 74 - 82,9 % en peso de Cu, 1 - 2 % en peso de Si, 0,1 - 0,4 % en peso de Fe, 0,02 - 0,1 % en peso de P, 0,1 - 1,0 % en peso de Al, resto de Zn junto con las impurezas habituales.

60 Las aleaciones de latón que deben tener una buena conductividad eléctrica se producen con un alto contenido de Cu. La aleación de acuerdo con la patente alemana núm. DE 41 20 499 C1 es una aleación de este tipo. Esta aleación de latón conocida anteriormente tiene una resistencia mecánica bastante alta y un alto límite de flexión de resorte y, por lo tanto,

un módulo de elasticidad correspondiente, como para poder producir piezas conectoras resistentes a partir de esta aleación. Sin embargo, a pesar del alto contenido de Cu, la conductividad eléctrica solo está entre 6,0 – 7,0 MS/m.

En la disertación "Classical univariate calibration and partial least squares for quantitative analysis of brass samples by laser-induced breakdown spectroscopy" - Andrade J. M. y otros; Spectrochimica Acta. Parte B: Atomic Spectroscopy, Nueva York, NY, EE.UU., Vol. 65, Nro. 8, 1 (2010-08-01), S. 658-663, XP027144315, ISSN: 0584-8547 - se da a conocer el análisis cuantitativo de las aleaciones de Cu-Zn. En el ejemplo 1108, se describe una aleación de Cu-Zn con 64,95 % en peso de Cu, 34,42 % en peso de Zn, 0,063 % en peso de Pb, 0,05 % en peso de Fe, 0,39 % en peso de Sn y 0,033 % en peso de Ni. Estas y las otras aleaciones de Cu-Zn descritas en este documento no contienen Si.

Por lo tanto, a partir del estado actual de la técnica analizado, la invención tiene el objetivo de proponer una aleación de latón que sea particularmente adecuada para la fabricación de componentes conductores de la electricidad, tales como contactos como partes de conectores, que se caracteriza por la mejora de las propiedades mecánicas y de la conductividad eléctrica. Además, esta aleación debe tener una buena maquinabilidad y buenas propiedades de conformado en frío y ser resistente a la abrasión.

De acuerdo con la invención, este objetivo se logra con una aleación de cobre y zinc para la fabricación de componentes conductores de la electricidad, tales como los contactos, que consiste en:

- Cu: 62,5 - 67 % en peso,
- Sn: 0,25 - 1,0 % en peso,
- Si: 0,015 - 0,15 % en peso,
- al menos dos elementos formadores de siliciuro del grupo formado por Mn, Fe, Ni y Al, cada uno con un máximo de 0,15 % en peso,
- Pb: máximo 0,1 % en peso,
- Resto de Zn junto con impurezas inevitables.

Esta aleación de cobre y zinc se caracteriza por su especial composición de aleación. Por un lado, el contenido de Zn de 31 - 37 % en peso y la participación significativa del elemento Sn en la composición de la aleación de 0,5 - 1,0 % en peso son decisivos. Los principales elementos de aleación de esta aleación son, por tanto, los elementos Cu, Zn y Sn. Debido al contenido relativamente alto de Zn y al contenido correspondientemente más bajo de Cu en la dirección opuesta, resultó sorprendente encontrar que, no obstante, la conductividad eléctrica cumple los requisitos exigidos para un producto fabricado con esta aleación e incluso supera la conductividad de las aleaciones de latón conocidas anteriormente que se han utilizado para aplicaciones de conducción eléctrica. El Si representa 0,015 - 0,15 % en peso de la aleación. El Si de la aleación sirve para formar siliciuros como precipitados finos en la microestructura. Como promedio, el tamaño de los siliciuros es típicamente menor a 1 µm. Si los siliciuros exceden un cierto tamaño, esto tiene efectos adversos sobre la pulibilidad, la capacidad de recubrimiento y/o la soldabilidad de la superficie del producto de la aleación. Un mayor contenido de Si no permite mejorar las propiedades especiales de la aleación de acuerdo con la invención. Por el contrario, podría tener un efecto negativo en la buena conductividad eléctrica deseada. Al menos dos elementos del grupo de elementos Mn, Fe, Ni y Al, como elementos formadores de siliciuro, están involucrados en la estructura de la aleación. Junto con el Si, estos elementos forman siliciuros mixtos finamente distribuidos, que tienen un efecto positivo en la resistencia a la abrasión del producto fabricado con la aleación. Estos siliciuros son partículas finamente distribuidas en la matriz de la microestructura. La proporción de estos elementos en la estructura de la aleación está limitada a un máximo de 0,15 % en peso por elemento, en donde la suma de estos elementos no supera el 0,6 % en peso. Preferentemente, los elementos Fe, Ni y Al están involucrados en la estructura de la aleación. El Mn puede ser un componente de la aleación como un formador de siliciuro. Preferentemente, se prevén los elementos Fe, Ni y Al como formadores de siliciuro, que típicamente forman siliciuros mixtos. En un ejemplo de modalidad, se establece que los contenidos de Ni y Al son cada uno aproximadamente iguales, mientras que el contenido de Fe es solo 40 – 60 % en peso del contenido de Ni o Al. En una modalidad preferida, el contenido de Fe es aproximadamente 50 % en peso del contenido de Ni o Al. Esta composición especial de los formadores de siliciuro Fe, Ni y Al, junto con el contenido de Si de entre 0,015 - 0,15 % en peso, no tiene un efecto negativo significativo en la conductividad eléctrica deseada y particularmente buena del producto fabricado con la aleación. Sin embargo, estos dan al producto de aleación los valores de resistencia deseados.

De manera inesperada y sorprendente, se ha demostrado con esta aleación o un producto de aleación fabricado con esta aleación que no solo tiene un grano particularmente fino (típicamente 10 - 100 µm), sino que también tiene muy buenas propiedades de extrusión o de conformado en caliente, puede ser bien endurecido mediante procesamiento en frío y tiene buena maquinabilidad, y sin embargo tiene una muy buena conductividad eléctrica de más de 12 MS/m (20 % IACS) para el latón especial del tipo en cuestión. Esto también se debe al contenido relativamente alto de Sn con cantidades limitadas de los elementos formadores de siliciuro.

En general, la doctrina predominante era que las aleaciones de latón, que debían tener una buena maquinabilidad, no debían tener un contenido de cobre inferior a 70 % en peso (vea la patente de los Estados Unidos núm. US 2004/0234411 A1). En este sentido, resultó sorprendente descubrir que, a pesar del bajo contenido de cobre, la aleación o el producto fabricado a partir de ella es muy fácil de mecanizar.

Lo que es de interés para las aplicaciones eléctricas de un producto especial de aleación de latón fabricado a partir de esta aleación es su capacidad particularmente buena de recubrimiento galvánico. En algunas aplicaciones, estos productos están recubiertos con una capa metálica que es un conductor especialmente bueno de la electricidad, es decir: Un recubrimiento cuya conductividad eléctrica excede significativamente la del producto fabricado a partir de la aleación de latón. Esta capa de metal se aplica típicamente por galvanoplastia. Ello requiere no solo cierta conductividad del producto de aleación de latón, sino sobre todo que el recubrimiento galvánico aplicado a este se adhiera de manera permanente y uniforme a la superficie. Esto se debe en particular a la estructura uniforme y de grano fino que se produce con esta aleación de latón. Este es el caso de los productos fabricados a partir de esta aleación. Un recubrimiento del producto de aleación de latón también puede servir como protección contra el desgaste. Los revestimientos también pueden utilizarse para mejorar ciertas propiedades en la superficie del producto de aleación de latón, como la mejora de la soldabilidad, por ejemplo para la fijación de contactos, el aislamiento térmico para la protección térmica del producto especial de aleación de latón o como capa de adhesión para un revestimiento posterior.

Además, el módulo de elasticidad de un producto fabricado con esta aleación es suficientemente alto. Por lo tanto, con esta aleación de latón también se pueden fabricar productos con propiedades de resistencia, como por ejemplo los tacos de conectores como contactos. Con un módulo de elasticidad de más de 100 a 120 GPa, esto está en el rango de tamaño de los módulos de elasticidad conocidos de las aleaciones de dos materiales de baja aleación de cobre y zinc, como las que se utilizan típicamente para aplicaciones eléctricas, en las que a veces también interviene la aplicación de fuerza elástica.

Esta aleación de latón puede ser utilizada para fabricar productos de aleación que tengan una conductividad eléctrica de más de 12 MS/m (20 % IACS). Esto permite alcanzar valores de conductividad eléctrica que son generalmente más altos que los de otras aleaciones de latón con un contenido de Zn de 30 % en peso o más y que son suficientes para muchas aplicaciones. En los productos de aleación fabricados a partir de esta aleación, esto se combina con valores de resistencia que de otra manera solo se conocen de las aleaciones de latón especialmente diseñadas para este fin, pero que entonces no tienen las otras propiedades positivas de esta aleación o de un producto fabricado a partir de ella.

Para el producto de aleación de latón fabricado con esta aleación de latón no es irrelevante su buena soldabilidad, especialmente en aplicaciones eléctricas.

Además en esta aleación de cobre y zinc, hay que destacar su sencilla estructura química debido al reducido número de elementos que intervienen en la estructura de la aleación. Esto también incluye el hecho de que la aleación no contiene Cr. La aleación también es típicamente libre de Pb, en donde el contenido máximo de Pb permitido es 0,1 % en peso. No siempre se puede evitar que se introduzcan pequeñas cantidades de Pb en la aleación debido al arrastre o a la utilización de material reciclado. Dentro de los límites permitidos, el Pb no tiene un efecto negativo en las propiedades positivas de esta aleación de cobre y zinc descritas anteriormente. Con un contenido máximo permitido de 0,1 % en peso de Pb, esta aleación se sigue considerando libre de Pb. Además, se evita el uso de elementos como P, S, Be, Te y otros, elementos que, además del Cr, se utilizan a menudo en otras aleaciones de latón para lograr cierta resistencia o propiedades de procesamiento. Esto también explica el sorprendente resultado de que se logren las propiedades positivas descritas de un producto fabricado a partir de la aleación, aunque la aleación solo esté compuesta por unos pocos elementos, siempre que los elementos estén presentes en la aleación en las proporciones indicadas. El uso de solo un pequeño número de elementos en la estructura de la aleación simplifica el proceso de fabricación. Se evita el riesgo de arrastre de elementos existente en la producción industrial de otras aleaciones, ya que los elementos que intervienen en la estructura de la aleación son elementos estándares de toda aleación de latón.

La maquinabilidad particularmente buena de un producto de aleación fabricado a partir de esta aleación puede ser indicada por un índice de 60 - 70 y en un modalidad especial por más de 80.

Preferentemente, la aleación de cobre y zinc de acuerdo con la invención tiene la siguiente composición:

- Cu: 64 - 66 % en peso,
 - Sn: 0,3 - 0,7 % en peso,
 - Si: 0,03 a 0,1% en peso,
- con cuya composición de aleación se mejoran aún más las propiedades positivas de la aleación.

De acuerdo con un ejemplo de modalidad, la proporción de Sn y Si es aún más limitada, al igual que la proporción de elementos formadores de siliciuro. Tal aleación está compuesta de la siguiente manera:

- Cu: 64,5 - 66 % en peso,
- Sn: 0,4 - 0,6 % en peso,
- Si: 0,03 - 0,08 % en peso,
- al menos dos elementos formadores de siliciuro del grupo formado por Mn, Fe, Ni y Al, cada uno con un máximo de 0,1 % en peso,
- Pb: máximo 0,1 % en peso,
- Resto de Zn junto con impurezas inevitables.

ES 2 780 202 T3

El contenido de Zn preferido está entre 32 y 36 % en peso.

A continuación se describe la invención mediante un ejemplo de modalidad en comparación con tres aleaciones de referencia. La aleación de acuerdo con la invención fue producida y extruida sobre la base de dos muestras - las muestras A y B - además de tres aleaciones de referencia. La composición de las aleaciones investigadas se muestra en el cuadro siguiente:

	Cu	Pb	Sn	Fe	Mn	Ni	Al	Si	Cr	Zn
A	65	-	0,5	0,035	-	0,07	0,07	0,06	-	Resto
B	65,05	-	0,45	0,04	-	0,14	-	0,03	-	Resto
1	60,3	0,11	-	0,5	0,8	0,5	0,9	-	0,24	Resto
2	60	0,1	0,08	0,05	0,025	0,01	0,03	0,005	0,01	Resto
3	58,3	0,1	0,08	0,1	0,008	0,01	0,01	0,005	<u>0,02</u>	Resto
(cifras en % en peso)										

En la tabla anterior, las aleaciones de referencia son la aleación 1, la aleación 2 y la aleación 3. En el estado extruido, la aleación de acuerdo con la invención de las muestras A y B, tiene los siguientes valores de resistencia:

- 0,2 % de límite de elasticidad: 100 N/mm²,
- Resistencia a la tracción: aprox. 300 N/mm²,
- Alargamiento de ruptura: aprox. 55 %,
- Dureza: 70 HB 2,5/62,5

La buena ductilidad en frío y el endurecimiento en frío asociado con el resultado de introducir mayores valores de resistencia en el producto de aleación puede demostrarse en el estado de estirado en frío de la barra de extrusión en una primera etapa con una reducción del 20 % de la sección transversal y en una segunda etapa con una reducción de 35 % de la sección transversal (véase también las Figuras 1 a 5):

Valores de fuerza de la barra estirada en frío con una reducción de 20 % de la sección transversal:

- 0,2 % de límite de elasticidad: aprox. 310 N/mm²,
- Resistencia a la tracción: aprox. 390 N/mm²,
- Alargamiento de ruptura: aprox. 25 %,
- Dureza: aprox. 120 HB 2,5/62,5.

Valores de fuerza de la barra estirada en frío con una reducción de 35 % de la sección transversal:

- 0,2 % de límite de elasticidad: aprox. 400 N/mm²,
- Resistencia a la tracción: aprox. 450 N/mm²,
- Alargamiento de ruptura: 12 %,
- Dureza: 143 HB 2,5/62,5.

A temperatura ambiente, la microestructura de la aleación de acuerdo con la invención muestra predominantemente fase α en la matriz. A temperaturas de conformado en caliente, hay una cantidad suficiente de fase β . La estructura de los granos es pequeña a temperatura ambiente con un tamaño medio de grano de 10 a 100 μ m. Los siliciuros están finamente distribuidos como precipitados finos formados por el calor de prensado.

Las propiedades de las muestras de aleación A y B de acuerdo con la invención a temperatura ambiente, en comparación con las tres aleaciones de referencia se muestran en la siguiente tabla para un estado parcialmente reforzado en cada caso, como es común para la fabricación de conectores:

	Unidad	Aleación 1	Aleación 2	Aleación 3	Muestras de aleación A y B
Extrudibilidad		Buena	Buena	Buena	Muy buena
Ductilidad en frío		Buena	Muy buena	Buena	Muy buena
Maquinabilidad	Índice	80	20	25	≥ 80
Pulido electrolítico		Buena	Muy buena	Medio	Buena
Pulido galvánico		Muy buena	Muy buena	Buena	Muy buena
Conductividad térmica	[W/(m*K)]	100-110	385	aprox. 310	≥ 100

Conductividad eléctrica	[MS/m]	9,1	56	≤ 43	aprox. 14 (20 % IACS)
Módulo de elasticidad	[GPa]	96	107	110 - 130	100 - 120
0,2 % de límite de elasticidad:	[MPa]	aprox. 550	aprox. 240	aprox. 350	410
Resistencia a la tracción	[MPa]	aprox. 650	aprox. 280	aprox. 420	450
Alargamiento de ruptura	[%]	aprox. 15	aprox. 8	aprox. 8	25

5

10

Esta comparación muestra que la aleación de acuerdo con la invención tiene propiedades particularmente buenas en los parámetros relevantes para las aplicaciones eléctricas. También se asocia con un módulo de elasticidad particularmente alto y muy buenos valores de resistencia. Por esta razón, esta aleación es particularmente adecuada para la fabricación de elementos de contacto eléctrico, que deben tener propiedades elásticas del material.

15

Las investigaciones sobre las muestras de fundición de las muestras de aleación A y B de acuerdo con la invención muestran que el contenido de cristal mixto β es bastante bajo, con un 12 - 15 % y un resto de contenido de cristal mixto α . La proporción de fases intermetálicas es inferior a 1 %. El alto contenido de fase α ya durante la fundición tiene un efecto positivo en las etapas posteriores de conformado en frío. Si se desea un conformado en caliente, se tratará que el contenido de la fase β sea algo mayor.

20

La extrusión ha reducido la proporción de β a menos de 2 %. La densidad es de 8,58 g/cm³. La conductividad eléctrica en el estado extruido de estas muestras es de 13,8 MS/m (23,8 % IACS). Estas muestras tienen una dureza de alrededor de 80 HB 2,5/62,5.

25

No se produjeron fisuras por tensión cuando se realizó una prueba de corrosión de fisuras por tensión de acuerdo con la norma DIN 59016 Parte 1. Esto significa que en el estado presionado no hay tensiones residuales en la microestructura, o al menos no hay tensiones residuales apreciables. Este resultado se corresponde con la alta homogeneidad de la microestructura y el pequeño tamaño del grano, lo que se ha confirmado por las fotografías de la microestructura. La microestructura especial de tal producto de aleación con su fase α predominante se considera responsable de la buena conductividad eléctrica ya descrita. Además, debido a la microestructura homogénea, no solo las propiedades mecánicas son las mismas en diferentes direcciones, sino también la conductividad eléctrica.

30

35

La conductividad eléctrica se puede mejorar llevando a cabo una etapa posterior de recocido, preferentemente entre 380 °C y 500 °C durante unas 3 horas. Preferentemente el recocido se realiza a temperaturas entre 440 °C y 470 °C durante 3 horas. Durante este recocido, se eliminan los precipitados finos, ya que estos impiden la conductividad eléctrica. Después del recocido, se midió una conductividad eléctrica de aproximadamente 14,2 MS/m en las muestras A y B.

40

Otra ventaja particular de la aleación de acuerdo con la invención es su particularmente buen conformado en frío. Los productos semiacabados fabricados con esta aleación también se pueden conformar en frío varias veces sin recocido intermedio, por ejemplo se pueden estirar o doblar, a fin de dar al componente valores de resistencia especialmente elevados debido al endurecimiento por deformación en frío resultante.

45

Las Figuras 1 a 5 adjuntas muestran diagramas a partir de los cuales se pueden determinar las propiedades de resistencia mecánica de la aleación de acuerdo con la invención, sobre la base del espécimen de muestra A con un alargamiento creciente del espécimen de muestra. El alargamiento en relación con la superficie inicial o la longitud inicial del espécimen de muestra se traza en el eje x.

50

La Figura 1 muestra el desarrollo del límite de elasticidad de 0,2 % del espécimen de muestra con un alargamiento creciente, hasta un alargamiento total del 60 %. El límite de elasticidad de 0,2 % aumenta a medida que se estira el espécimen. Se puede observar el mismo comportamiento para la resistencia a la tracción. La deformación en frío conduce a un aumento de la resistencia a la tracción de más de 100 % si el espécimen de muestra se estira más de 50 %. También se puede observar un aumento en la relación del límite elástico a medida que aumenta el estiramiento del espécimen de muestra.

55

El alargamiento de rotura es de particular interés para la aleación reivindicada. A pesar del estiramiento incluso en rangos de más de 50 % y por lo tanto a pesar de la fuerte deformación, el alargamiento de rotura no cae por debajo de un valor de 10 %.

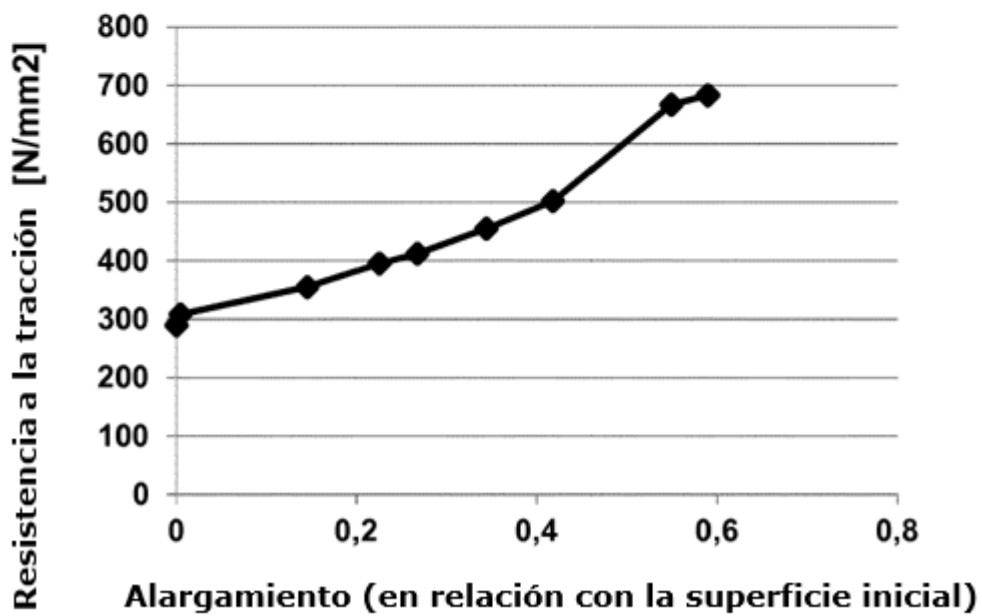
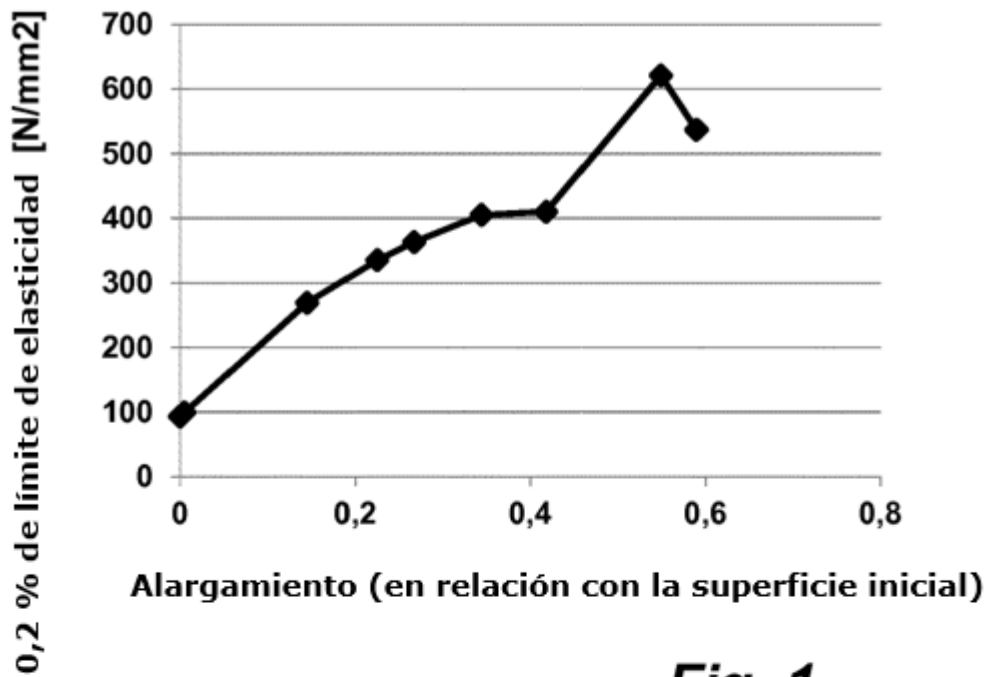
60

A medida que aumenta el estiramiento del espécimen de muestra, aumenta la dureza debido a la deformación en frío asociada a él, hasta unos 180 HB 2,5/62,5.

Estos diagramas ilustran las propiedades particularmente buenas de conformado en frío de un producto fabricado a partir de la aleación de acuerdo con la invención.

REIVINDICACIONES

1. Aleación de cobre y zinc para producir componentes conductores de la electricidad, por ejemplo, contactos, que consiste en:
- Cu: 62,5 - 67 % en peso,
- Sn: 0,25 a 1,0 % en peso,
- Si: 0,015 - 0,15 % en peso,
- al menos dos elementos formadores de siliciuro del grupo formado por Mn, Fe, Ni y Al, cada uno con un máximo de 0,15 % en peso,
- Pb: máximo 0,1 % en peso,
- Resto de Zn junto con impurezas inevitables.
2. Aleación de cobre y zinc de acuerdo con la reivindicación 1, con
- Cu: 64 - 66,5 % en peso,
- Sn: 0,3 - 0,7 % en peso,
- Si: 0,03 - 0,1 % en peso,
3. Aleación de cobre y zinc de acuerdo con la reivindicación 2, con
- Cu: 64,5 - 66 % en peso,
- Sn: 0,4 - 0,6 % en peso,
- Si: 0,03 - 0,08 % en peso,
- al menos dos elementos formadores de siliciuro del grupo formado por Mn, Fe, Ni y Al, cada uno con un máximo de 0,1 % en peso,
- Resto de Zn junto con impurezas inevitables.
4. Aleación de cobre y zinc de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque la aleación contiene Zn con 32 - 36 % en peso.
5. Aleación de cobre y zinc de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque los elementos formadores de siliciuro están contenidos en la aleación de Fe, Ni y Al, en la que las porciones de Ni y Al son en cada caso aproximadamente iguales, y la proporción de Fe es de 40 - 60 % en peso de la proporción de Ni o de la proporción de Al.
6. Aleación de cobre y zinc de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque el contenido de Ni y Al en cada caso es de 0,04 a 0,1 % en peso, y el de Fe 0,02 a 0,05 % en peso.
7. Aleación de cobre y zinc de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque el contenido de Ni y Al en cada caso es de entre 0,06 y 0,08 % en peso y el contenido de Fe de entre 0,03 y 0,04 % en peso.
8. Producto de aleación de cobre y zinc, producido a partir de una aleación de cobre y zinc de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la matriz de microestructura a temperatura ambiente contiene predominantemente fase α .
9. Producto de aleación de cobre y zinc de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque el tamaño medio de los granos de la microestructura es de entre 10 y 100 μm .
10. Producto de aleación de cobre y zinc de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizado porque su conductividad eléctrica es de al menos 12 MS/m (20 % IACS).
11. Producto de aleación de cobre y zinc de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque el producto se forma en frío a partir de un producto semiacabado por extracción, con una reducción de la sección transversal de alrededor de 20 %, y tiene los siguientes valores de resistencia:
- 0,2 % de límite de elasticidad: aprox. 310 N/mm²,
- Resistencia a la tracción: aprox. 390 N/mm²,
- Alargamiento de ruptura: aprox. 25 %
- Dureza: aprox. 120 HB 2,5/62,5.
12. Producto de aleación de cobre y zinc de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque el producto se forma en frío a partir de un producto semiacabado por extracción, con una reducción de la sección transversal de alrededor de 35 %, y tiene los siguientes valores de resistencia:
- 0,2 % de límite de elasticidad: aprox. 400 N/mm²,
- Resistencia a la tracción: aprox. 450 N/mm²,
- Alargamiento de ruptura: 12 %,
- Dureza: 143 HB 2,5/62,5.



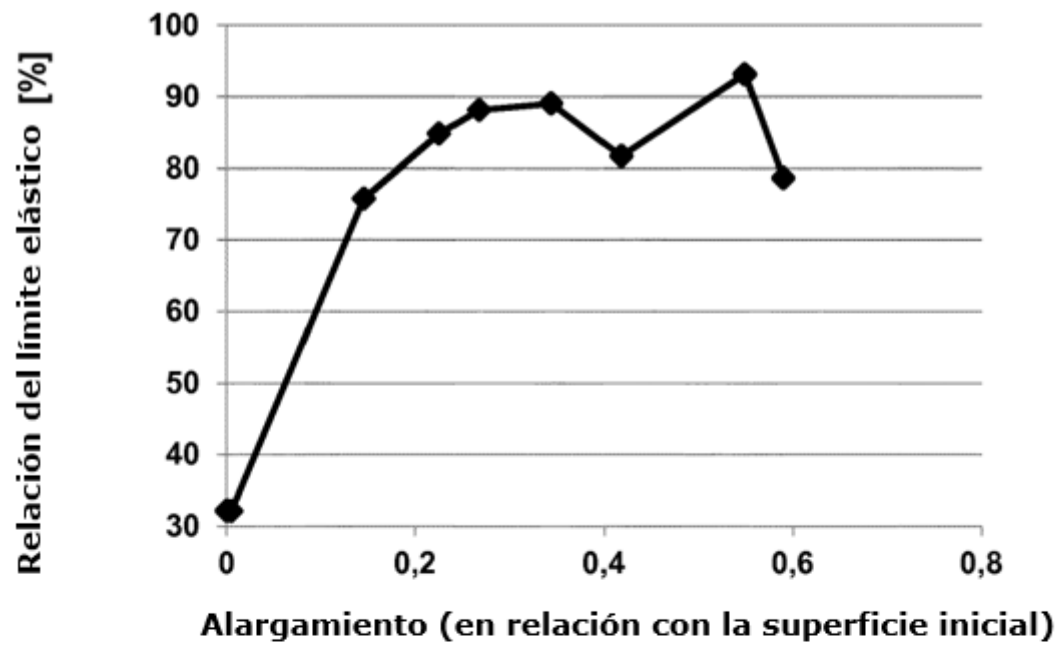


Fig. 3

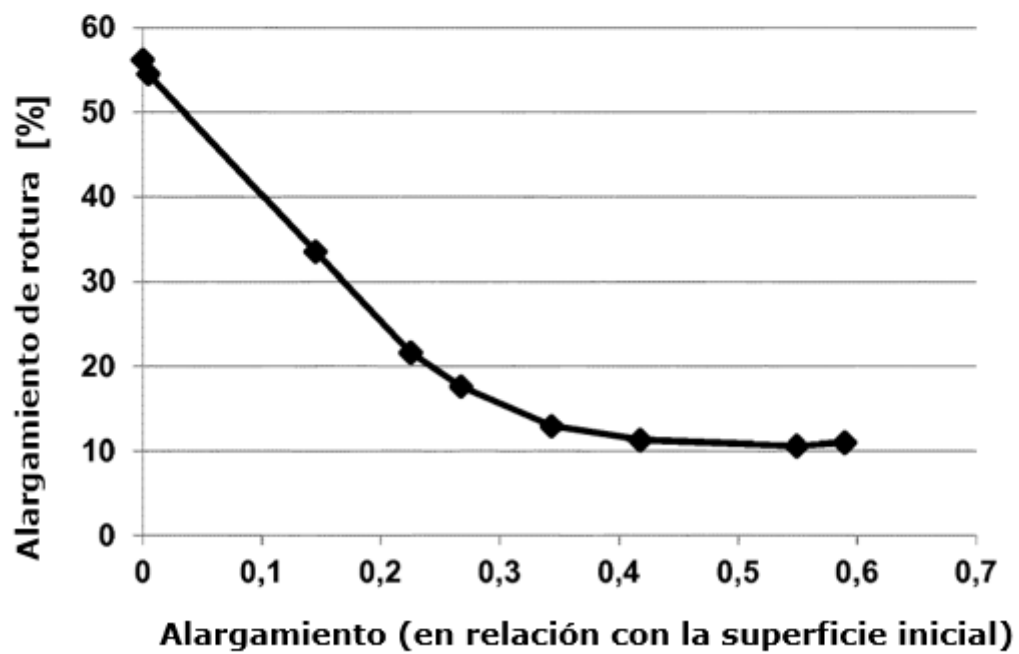


Fig. 4

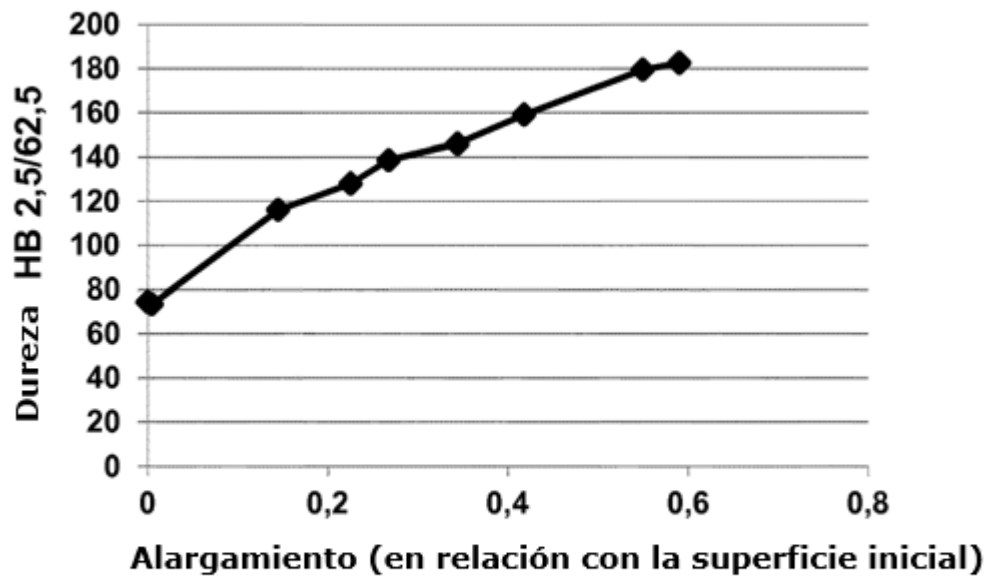


Fig. 5