

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 484**

51 Int. Cl.:

C22C 9/04 (2006.01)

F16C 33/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2017 PCT/EP2017/061803**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.11.2017 WO17198691**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2017 E 17726572 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019 EP 3374533**

54 Título: **Aleación de latón de alta resistencia y producto de aleación de latón de alta resistencia**

30 Prioridad:

20.05.2016 DE 202016102693 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.09.2019

73 Titular/es:

**OTTO FUCHS - KOMMANDITGESELLSCHAFT
(100.0%)
Derschlager Straße 26
58540 Meinerzhagen, DE**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 725 484 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 latón de alta resistencia y producto de aleación de latón de alta resistencia

La invención se refiere a una aleación especial de latón y a un producto a base de una aleación especial de latón que es sometida a una carga por fricción

5 Para aplicaciones de fricción típicas en un entorno lubricante se requieren, en general, bajos coeficientes de fricción de la aleación utilizada, en donde, adicionalmente el coeficiente de fricción debería ser adaptable en límites predeterminados a la aplicación respectiva, en particular, al participante en la fricción, al lubricante utilizado y a las condiciones de fricción, tales como presión de apriete y velocidad relativa. Esto es válido para casquillos de émbolo sobre los que actúan elevadas cargas estáticas y dinámicas, al igual que para anillos sincrónicos. Además, aplicaciones con elevadas velocidades relativas de los participantes en la fricción tal como se presentan, por ejemplo, para cojinetes axiales de un turbocargador, requieren aleaciones que, junto a un desprendimiento reducido del calor, garanticen también una buena disipación del calor de la superficie de fricción.

10 Debido a la capacidad de fricción y al contacto con el aceite, sobre la superficie del cojinete se forma una capa tribológica con componentes lubricantes acumulados. En este caso, se requiere una tasa de deposición uniforme y al mismo tiempo elevada de los componentes lubricantes y de sus productos de degradación con el fin de obtener en la capa de deslizamiento una capa de adsorción lo suficientemente estable.

15 Además, un material adecuado para una pieza componente empleada en un entorno de aceite, por ejemplo un anillo sincrónico o una parte de cojinete para un cojinete en un entorno de este tipo se distingue, adicionalmente, por una compatibilidad con el aceite de banda ancha, de modo que la estructura de la capa tribológica es ampliamente insensible frente a la elección de determinados aditivos de aceite. Además, una pieza componente fabricada a partir de una aleación de este tipo debe presentar buenas propiedades de funcionamiento de emergencia, de modo que se pueda garantizar una vida útil suficiente, también bajo condiciones de fricción en seco.

20 Para piezas componentes cargadas por fricción es adicionalmente importante que la aleación empleada presente una resistencia mecánica suficiente. De manera correspondiente, debería estar presente un elevado límite elástico de 0,2 %, con el fin de mantener lo más bajas posibles las deformaciones plásticas que se manifiestan bajo carga. Independientemente de ello, una pieza componente de este tipo debe presentar una determinada medida para una deformación plástica por encima del límite elástico hasta el fallo.

25 Adicionalmente, para piezas componentes de este tipo se requiere que éstas sean particularmente duras y resistentes a la tracción, con el fin de aumentar su resistencia frente a solicitudes abrasivas y adhesivas. Al mismo tiempo, se exige una tenacidad suficiente como protección frente a solicitudes de impacto. A este respecto, se requiere reducir el número de los microdefectos y ralentizar el crecimiento del defecto que parte de estos. Esto va acompañado con el requisito de indicar una aleación con una tenacidad a la rotura lo más elevada posible que esté ampliamente exenta de tensiones propias.

30 Aleaciones adecuadas para piezas componentes cargadas por fricción son, con frecuencia, latones especiales, los cuales, junto a cobre y zinc como componentes principales, presentan una aleación de al menos uno de los elementos níquel, hierro, manganeso, aluminio, silicio, titanio o cromo. En este caso, en particular latones de silicio cumplen los requisitos precedentemente mencionados, representando CuZn31Si1 una aleación estándar para aplicaciones de fricción, por ejemplo, para casquillos de émbolo. Además, es conocido emplear bronce de estaño, los cuales, junto a estaño y cobre, presentan adicionalmente níquel, zinc, hierro y manganeso, para la aplicación de fricción o también para la minería.

35 Del documento WO 2014/152619 A1 se conoce una aleación de latón para uso en aplicaciones de cojinetes para turbocargadores. Ésta tiene, con 1,5 a 3,0 % en peso, un gran contenido de manganeso, pero, por contra, dispone solo de una pequeña porción de Sn, a saber menor que 0,4 % en peso. Esta aleación de latón previamente conocida permite un contenido en Pb de como máximo 0,1 % en peso, con lo cual esta aleación satisface los estrictos requisitos de una exención de Pb. El plomo (Pb) como componente de la aleación se incorpora, sin embargo, con gusto en aleaciones de latón, ya que con ello se favorece una ruptura de las virutas y, por lo tanto, se mejora una mecanización con arranque de virutas. Además, el plomo, como inhibidor de la corrosión, está incorporado típicamente en aleaciones de latón de alta resistencia, cuyos productos de la aleación pasan a emplearse en un entorno de aceite. Esto es válido, ante todo, para aquellos entornos de aceite que entran en contacto con bio-etanol. El bio-etanol está contenido en el combustible de vehículos y accede al aceite del motor, por ejemplo mediante fugas a los anillos de los émbolos o arrastres de otro modo. Esto es válido particularmente para aquellos vehículos que crecientemente pasan a emplearse solo para cortos recorridos y, por consiguiente, el motor no alcanza su temperatura de trabajo. Esto mismo es válido para cojinetes de turbocargadores que, como consecuencia del bio-etanol contenido en los gases de escape y de sus productos de descomposición están expuestos a una mezcla agresiva. Por consiguiente, en el aceite se establece un medio ácido. Junto con el azufre contenido en el aceite se forma, con el plomo contenido en el producto de aleación, una capa de cubrición de sulfato de plomo. Ésta actúa de manera similar a una capa de pasivación como inhibidor de la corrosión.

Influencia sobre la capacidad de carga mecánica y también la estabilidad frente a la corrosión la tiene la estructura

de una aleación de latón de este tipo que en la matriz puede presentar diferentes fases. Los productos de la aleación de latón con una elevada proporción de fase α se distinguen por una estabilidad frente a la corrosión generalmente buena, una elevada tenacidad y alargamiento de rotura y una buena conformabilidad en frío. Lo desventajoso es que productos de la aleación de este tipo presentan una capacidad de conformación en caliente más bien mala, así como una baja resistencia frente a la abrasión y adhesión. Por el contrario, productos de la aleación de latón con fase β presentan una elevada resistencia al desgaste mecánico, una elevada resistencia mecánica, una buena conformabilidad en caliente y una baja adhesión. Lo desventajoso de estos productos de aleación es, sin embargo, una conformabilidad en frío relativamente mala, una tenacidad relativamente baja, así como una estabilidad frente a la corrosión claramente peor, en comparación con un producto de la aleación de latón con fase α . Productos de la aleación de latón con fase γ se distinguen, ciertamente, por una buena estabilidad frente a la corrosión y una buena resistencia al desgaste mecánico, pero como inconveniente tienen una baja tenacidad y una capacidad de conformación relativamente baja. Por consiguiente, se demuestra que cada una de las fases conlleva ciertamente ventajas en uno u otro sector, pero deben aceptarse desventajas.

En el caso de productos de aleación de latón del tipo en cuestión que se emplean en un entorno de aceite, la corrosión, como ya se ha indicado, juega también un papel. En este sentido, una aleación a partir de la cual se fabrican productos de aleación que pasan a emplearse, por ejemplo, en un entorno de aceite en el marco de un cojinete axial, debe satisfacer también los requisitos respectivos.

Sobre una pieza de trabajo a base de una aleación de cobre se forma, bajo carga por fricción, ya después de un breve tiempo de contacto con el lubricante una capa de adsorción que, ante todo, se compone de aditivos lubricantes. En el caso de una sollicitación termomecánica, por debajo de la capa de adsorción se forma una capa de reacción a base de componentes de la capa de adsorción que reaccionan entre sí y componentes de la aleación próximos a la superficie. En este caso, la capa de adsorción y la capa de reacción forman una capa límite exterior sobre la pieza de trabajo de la aleación de cobre que subyace de una capa límite interna de varios micrómetros de grosor. En virtud de su proximidad a la capa límite externa, ésta se ve influenciada tanto por la carga mecánica que actúa sobre la superficie como por los procesos de transformación químicos en la capa de reacción. En la zona de la capa límite interna, procesos de difusión y procesos de oxidación de la aleación del sustrato pueden influir sobre la formación de la capa de reacción.

Muchas sustancias lubricantes contienen aditivos, tales como aditivos con contenido en azufre y fósforo, que en el caso de una correspondiente sollicitación termomecánica pueden actuar de forma corrosiva mediante el contacto por fricción, lo cual reduce de manera nada desconsiderable de nuevo la vida útil de una pieza de trabajo. Se propusieron ya aleaciones de cobre con el fin de reducir el efecto corrosivo de componentes de azufre en el lubricante. Del documento JP S 60162742 A se conoce una aleación de cobre para el apoyo de un turbocargador que, referido a las partes en peso, se compone de 57 – 61 % de Cu, 2,5 – 3,5 % de Pb, pudiendo estar presentes Fe y Zn como impurezas. Sobre la superficie de fricción se ha de configurar una capa de CuS estable.

Con frecuencia, se añaden aditivos a las sustancias lubricantes, con el objetivo de reducir la corrosión sobre una superficie de fricción y disminuir el desgaste abrasivo. Un ejemplo de un inhibidor de la corrosión de este tipo (material anti-desgaste) lo representa, por ejemplo, el dialquilditiofosfato de zinc. En la capa de reacción se forma a partir de este suplemento un vidrio de fosfato protector de la superficie. Para ello tiene lugar de manera ideal, un intercambio de los ligandos del aditivo con elementos de la aleación, así como una inclusión de cationes del sustrato, de modo que se forma una capa de reacción sollicitable. No obstante, los procesos de reacción que protegen las superficies dependen de la composición de la capa límite interna del material del sustrato. Además, numerosos aditivos influyen en el proceso, dado que actúan en la capa de adhesión bajo determinadas circunstancias, en relación con la adherencia de forma competente con los aditivos que protegen las superficies. Adicionalmente considerables son la estructura de la aleación, procesos térmicos de la capa de reacción en relación con la disipación de calor y picos de temperatura locales para procesos de formación y degradación de la capa. Por lo tanto, en función del sistema tribológico presente en cada caso puede producirse, bajo determinadas circunstancias, con participación de los inhibidores de la corrosión, incluso un proceso de degradación químico indeseado de la capa de fricción.

A partir del documento WO 2015/117972 A1 se conoce una aleación de cobre compatible con lubricantes que, de acuerdo con un ejemplo de realización, presenta la siguiente composición:

60 % de Cu,
 4 % de Al,
 1,6 % de Si,
 3,2 % de Ni,
 0,9 % de Fe,
 0,9 % de Mn,

0,2 % de Sn

0,02 % de Pb y

un resto Zn (los datos son en % en peso).

5 Esta aleación previamente conocida está diseñada con el fin de que en la matriz esté presente silicio libre con una proporción de al menos 0,4 %, preferiblemente incluso de al menos 0,6 % o en otras fases no siliciuro con contenido en silicio. Al silicio libre se le responsabiliza de que en el entorno tribológico configure una capa límite estable. Esto es responsable de manera determinante para la compatibilidad lubricante de esta aleación previamente conocida.

Sin embargo, sería deseable que pudieran mejorarse la estabilidad a la corrosión y la propiedad de emergencia.

10 Por consiguiente, la invención tiene por misión proponer una aleación especial de latón, a partir de la cual solamente puedan fabricarse productos que se distingan por una elevada resistencia mecánica, un desgaste reducido bajo carga por fricción, así como buenas propiedades de emergencia en el caso de una lubricación deficiente y una estabilidad frente a la corrosión mejorada.

Este problema se resuelve, de acuerdo con la invención, mediante una aleación especial de latón con los siguientes componentes de la aleación

15 55 – 65 % en peso de Cu;

1 – 2,5 % en peso de Mn;

0,7 – 2 % en peso de Sn;

0,2 – 1,5 % en peso de Fe;

2 – 4 % en peso de Ni;

20 2 – 5 % en peso de Al;

0,2 – 2 % en peso de Si;

máx. 2,0 % en peso de Co;

máx. 0,1 % en peso de Pb;

y resto Zn junto a impurezas inevitables,

25 ascendiendo la suma de los elementos Mn y Sn al menos a 1,7 % en peso y como máximo a 4,5 % en peso.

Como impurezas inevitables se consideran en el marco de estas realizaciones aquellos elementos que suponen individualmente en la aleación no más de 0,05 % en peso y en total no más de 0,15 % en peso.

30 Los productos de la aleación fabricados a partir de esta aleación especial de latón presentan predominantemente una fase β . Por lo tanto, era de esperar que los mismos se distinguieran por ser bien conformables en caliente y por una buena estabilidad frente al desgaste mecánico. De manera interesante, los productos de la aleación fabricados a partir de esta aleación especial de latón presentan, sin embargo, una estabilidad frente a la corrosión como la que, por lo demás, solo se conoce de productos de aleación de latón con una fase α predominante. Esto es tanto más sorprendente, dado que la aleación especial de latón está fundamentalmente exenta de plomo (dentro de los límites tolerables, para poder seguir siendo designada como exenta de plomo). Finalmente, correspondía a la enseñanza reinante de que el plomo, para alcanzar una estabilidad determinada frente a la corrosión en el caso de empleo en entornos de aceite con contenido en ácidos, debería ser componente obligatorio de la aleación, dado que siguiendo la opinión reinante no se puede renunciar al plomo para la configuración de una capa de cubrición inhibitoria de la corrosión. En el caso de esta aleación especial de latón se ha conseguido, sin embargo, en virtud de su composición química, reemplazar no solo las propiedades adscritas al elemento de la aleación plomo en el estado de la técnica, sino incluso mejorar significativamente la estabilidad frente a la corrosión frente a productos de la aleación habituales con fase β en la matriz. En el caso de esta aleación especial de latón se trata de una aleación especial de latón exenta de Pb, en particular en el sentido de la directriz de automóviles viejos para el desguace.

45 De particularidad en el caso de esta aleación es que el manganeso está unido predominantemente en los siliciuros, mientras que el estaño está disuelto en la fase β . La proporción de manganeso no unida en los siliciuros está disuelta en la fase α . Esto es ventajoso debido a que, en virtud del estaño disuelto en la fase β , no solo está presente un formador de la capa de cubrición β , sino también está presente un formador de la capa de cubrición α mediante el manganeso disuelto en la fase α .

La particular estabilidad frente a la corrosión de productos de la aleación a base de esta aleación en un entorno de aceite está establecida, en particular, en los contenidos de los elementos Mn y Sn y, en el caso de que esté

representado en la aleación, de Co, este último preferiblemente entre 0,8 y 1,6 % en peso. Investigaciones han demostrado que no solo se trata de la participación de estos elementos, en donde Mn y Sn son componentes de la aleación, y a saber en total no rebasan por encima al menos 1,7 % en peso, pero en total no más de 4,5 % en peso. Más bien, es ventajoso que el contenido en Mn y el contenido en Sn participen en un orden de magnitud similar en la constitución de la aleación. La participación de los elementos Mn y Sn en la constitución de la aleación en un orden de magnitud similar significa que la relación de Mn a Sn se encuentra en un orden de magnitud entre aproximadamente 1,25 y 0,85. En el caso de la aleación reivindicada, el contenido en Mn se utiliza con el fin de ampliar el campo de existencia de la fase α . Esto conduce a que el Sn contenido asimismo en la aleación no se ha unido prematuramente en una fase γ , sino que, al igual que el Mn, se encuentre a disposición para la formación de la capa de cubrición deseada. Además, Sn también se emplea para las propiedades de emergencia deseadas. Por este motivo, se ha efectuado un establecimiento cuidadoso en la participación de los elementos Mn y Sn en la aleación. Preferiblemente, la relación Mn a Sn se encuentra entre 1,1 y 0,92, en particular entre 1,05 y 0,95.

Si Co participa en la aleación, la estabilidad frente a la corrosión puede ser mejorada una vez más. Por lo tanto, en una ejecución preferida, Co entre 0,9 y 1,6 % en peso, en particular entre 0,9 y 1,5 % en peso y, además, en particular, entre 0,9 y 1,1 % en peso participa como elemento de la aleación. Co puede influir en la actividad de otros elementos de la aleación y, por consiguiente, coopera en la constitución de una formación de la capa de cubrición inhibidora de la corrosión. Si Co está contenido en la aleación, este elemento participa en la formación de siliciuros mixtos, en donde en el marco de esta composición de la aleación, permanece con ello en la matriz disuelta una mayor proporción de Mn y, acto seguido, se encuentra a disposición para la formación deseada de la capa de cubrición en una medida suficiente. En este sentido, en el caso de una participación de Co en la constitución de la aleación coopera en una medida particular en la configuración de una capa de cubrición inhibidora de la corrosión.

Sorprendentes fueron las buenas propiedades inhibidoras de la corrosión de un producto de la aleación fabricado a partir de esta aleación también debido a que Pb no está reemplazado básicamente por otro elemento adicional. Más bien, las buenas propiedades estables frente a la corrosión se alcanzaron mediante un aumento del contenido en Sn, así como mediante el establecimiento interno ya precedentemente indicado, ante todo con el elemento Mn y, en el caso de estar presente una aleación, Co.

Las ventajas previamente descritas y las propiedades positivas de la aleación especial de latón o bien de un producto de aleación especial de latón fabricado a partir de la misma pueden justificarse también en el contenido de Fe, que solo es admitido en un intervalo estrecho, a saber entre 0,2 y 1,5 % en peso. Este intervalo de Fe admitido asciende en un ejemplo de realización solo a 0,5 hasta 1,0 % en peso de Fe. Fue interesante observar que fuera de la porción de Fe admitida en la aleación especial de latón no se ajustan las propiedades descritas del producto de aleación especial de latón fabricado a partir de la misma, a saber tanto cuando el contenido en Fe es demasiado bajo como cuando el contenido en Fe es alto.

La capacidad de resistencia incrementada de una pieza componente fabricada a partir de esta aleación en relación con las sollicitaciones de corrosión se puede justificar también debido a que las piezas componentes fabricadas a partir de esta aleación solo presentan una escasa conductividad eléctrica, que incluso es menor que la de aleaciones de referencia. Por consiguiente, corrientes de corrosión eléctricas están claramente reducidas con respecto a aleaciones de este tipo previamente conocidas.

Para las propiedades de emergencia requeridas, las cuales ha de presentar un producto de aleación fabricado a partir de esta aleación como parte de un cojinete, la porción de Sn es responsable de manera determinante. Por consiguiente, al elemento de aleación Sn se le otorga en el marco de esta aleación una doble función, a saber, la protección frente a la corrosión y propiedades de emergencia de la aleación.

Una pieza componente fabricada a partir de esta aleación, que ha sido sometida a un tratamiento térmico habitual, cumple de manera particular, ante todo, los valores de resistencia mecánica establecidos a una pieza componente de este tipo, también en relación con el límite elástico de 0,2 %. Este es particularmente ventajoso para una adaptación geométrica de los participantes en la fricción en el caso de un primer funcionamiento. En el caso de un cojinete axial se trata en este caso de deformaciones microplásticas locales, con el fin de que los participantes en la fricción cooperantes se adapten entre sí en relación con su geometría de la superficie. Al mismo tiempo, la superficie de una pieza componente fabricada a partir de esta aleación es lo suficientemente blanda como para satisfacer los requisitos de una capacidad de embutición de partículas extrañas. Con ello, es posible de manera particular inactivar de manera preestablecida las partículas extrañas debido a que éstas son embutidas en la superficie de la pieza componente o de la pieza de trabajo.

En virtud de las propiedades previamente descritas de un producto de aleación fabricado a partir de esta aleación, en el caso de estos productos de aleación se trata típicamente de partes de cojinetes axiales o de cojinetes radiales. De acuerdo con una ejecución preferida, partes de cojinetes axiales a base de esta aleación han sido fabricados en el transcurso de un proceso de forjado. Los productos de la aleación como partes de cojinetes radiales no están, por el contrario, preferiblemente prensados o embutidos. Un ejemplo de aplicación típico para una pieza componente de un cojinete a base de esta aleación es un cojinete para turbocargadores.

Las propiedades positivas ya previamente descritas de esta aleación se pueden mejorar una vez más cuando,

conforme a una primera ejecución, la aleación especial de latón presenta la siguiente composición:

- 59 – 65 % en peso de Cu, en particular, 59,5 -65 % en peso de Cu;
- 1,2 – 2,3 % en peso de Mn, en particular 1,4 – 2,3 % en peso de Mn;
- 1,3 – 1,65 % en peso de Sn, en particular 1,4 – 1,65 % en peso de Sn;
- 5 0,5 – 1,5 % en peso de Fe, en particular 0,5 – 1,5 % en peso de Fe;
- 2,4 – 3,4 % en peso de Ni, en particular 2,55 – 3,4 % en peso de Ni;
- 3,1 – 4,1 % en peso de Al, en particular 3,4 – 4,1 % en peso de Al;
- 1,0 – 2 % en peso de Si, en particular 1,05 – 2 % en peso de Si;
- máx. 2,0% en peso de Co;
- 10 y el resto Zn junto a impurezas inevitables.

Si no está prevista una participación de Co en el caso de una aleación especial de latón de este tipo, ésta presenta preferiblemente la siguiente composición:

- 59 – 62 % en peso de Cu, en particular 59,5 -62 % en peso de Cu;
- 1,3 – 1,65 % en peso de Mn, en particular 1,4 – 1,65 % en peso de Mn;
- 15 1,3 – 1,65 % en peso de Sn, en particular 1,4 – 1,65 % en peso de Sn;
- 0,5 – 1,0 % en peso de Fe, en particular 0,6 – 1,0 % en peso de Fe;
- 2,4 – 3,4 % en peso de Ni, en particular 2,55 – 3,4 % en peso de Ni;
- 3,1 – 4,1 % en peso de Al, en particular 3,4 – 4,1 % en peso de Al;
- 1,0 – 1,7 % en peso de Si, en particular 1,05 – 1,7 % en peso de Si;
- 20 y el resto Zn junto a impurezas inevitables.

Las aleaciones especiales de latón antes mencionadas pueden contener Pb, pero solo con un contenido máximo de 0,1 % en peso. En este último caso, una aleación especial de latón de este tipo es considerada como exenta de Pb en el sentido de la directriz de automóviles viejos para el desguace. En una ejecución particularmente preferida de esta aleación especial de latón, Pb no es un elemento de la aleación incorporado en la aleación de forma activa, sino que es incorporado en la masa fundida de la aleación solo mediante el empleo de material de reciclaje. Se ha de tener en cuenta en este caso de que no se deben rebasar por encima los contenidos máximos en Pb deseados.

De manera típica, las aleaciones especiales de latón antes mencionadas se componen exclusivamente de los componentes de la aleación mencionados.

A partir de esta aleación especial de latón se pueden fabricar piezas coladas mecanizadas, piezas forjadas, productos semiacabados prensados por extrusión o productos semiacabados estirados. Ante todo se adecuan productos de la aleación a base de esta aleación especial de latón con el fin de, en virtud de las propiedades particulares de aleación especial de latón, poder ser empleados en un entorno de aceite con un medio de carácter ácido, por ejemplo mediante incorporación de etanol. Si se desea, puede estar previsto un recocido final en el caso de estos productos de la aleación. En lo que sigue se describe la invención con ayuda de ejemplos de realización concretos. Se remite en este caso a las figuras adjuntas. Éstas muestran:

- La **Fig. 1:** una fotografía al microscopio óptico de la superficie de una primera probeta a base de una primera aleación,
- la **Fig. 2:** fotografías al microscopio óptico de muestras a base de la misma aleación que la probeta de la Figura 1, pero prensadas por extrusión,
- 40 la **Fig. 3:** cuatro fotografías electrónicas de barrido de la muestra prensada por extrusión de la Figura 2,
- la **Fig. 4:** las fotografías electrónicas de barrido de las imágenes 1, 2 y 4 de la Figura 3 con las zonas caracterizadas en las que se llevaron a cabo análisis EDX,
- la **Fig. 5:** un diagrama de endurecimiento de la muestra de la primera aleación,
- la **Tabla 1:** los análisis EDX de los puntos de muestra de la Fig. 4,

- la **Fig. 6:** una microfotografía de una muestra a base de la aleación de las figuras anteriores después de llevar a cabo un ensayo de corrosión,
- la **Fig. 7:** microfotografías de muestras que han sido sometidas al mismo ensayo de corrosión a base de una primera aleación comparativa,
- 5 la **Fig. 8:** microfotografías de muestras que han sido sometidas al mismo ensayo de corrosión a base de una segunda aleación comparativa,
- la **Fig. 9:** una fotografía al microscopio óptico de la superficie de una muestra a base de una segunda aleación,
- la **Fig. 10:** fotografías al microscopio óptico de muestras de la misma aleación, pero prensadas por extrusión,
- 10 la **Fig. 11:** cuatro fotografías electrónicas de barrido de la muestra prensada por extrusión de la Fig. 10,
- la **Fig. 12:** fotografías electrónicas de barrido en las muestras de la Figura 11 con las zonas caracterizadas en las que se llevaron a cabo análisis EDX,
- la **Fig. 13:** un diagrama de endurecimiento de la muestra de la segunda aleación,
- 15 la **Fig. 14:** microfotografías de una muestra a base de la segunda aleación después de llevar a cabo un ensayo de corrosión y
- la **Tabla 2:** los análisis EDX de los puntos de muestras de la Figura 12.

Ensayo 1:

En una primera serie de ensayos, a partir de una aleación de la siguiente composición:

	Cu	Mn	Sn	Fe	Ni	Al	Si	Zn
Muestra 1	60,7	1,5	1,5	0,8	3,0	3,8	1,4	Resto

- 20 se colaron y prensaron por extrusión probetas.
- La fotografía al microscopio óptico mostrada en la Figura 1 de la muestra colada muestra claramente el predominio de la fase β con respecto a la fase α . Se pueden reconocer siliciuros. El tamaño de granos de la fase β es un múltiplo mayor que el de la fase α , el cual puede ser indicado con un tamaño de grano medio de aproximadamente 7 – 10 μm .
- 25 El mismo cuadro se muestra también el caso de muestras prensadas por extrusión a base de la misma aleación, en las que los siliciuros están estirados en virtud del proceso de prensado por extrusión en el extremo de la prensa (véase la Figura 2 a la derecha) condicionado por el proceso de prensado.
- En ambas muestras, la proporción de fases intermetálicas asciende aproximadamente a 6 %. La proporción de cristales mixtos α asciende como máximo a 6 %. El resto está determinado por la proporción de cristales mixtos β .
- 30 Las fotografías microscópicas electrónicas de barrido reproducidas en la Figura 3 de la muestra prensada por extrusión permiten reconocer solo un pequeño tamaño de las secreciones claramente menor que 1 μm .
- En las imágenes 1, 2 y 4 de las fotografías al microscopio electrónico de barrido de la Figura 3 se llevaron a cabo análisis EDX. Las zonas en las que se recogieron los análisis EDX se visualizan en la Figura 4 y se reproducen en la Tabla 1.
- 35 Como resultado, se puede establecer que el manganeso está predominantemente ligado en los siliciuros, mientras que el estaño está disuelto en la fase β . En determinadas cantidades, el manganeso está disuelto también en la fase α . Esto es particularmente ventajoso, dado que entonces, en virtud del estaño disuelto en la fase β , no solo está presente un formador de la capa de cubrición β , sino también un formador de la capa de cubrición α (con manganeso).
- 40 En la muestra prensada por extrusión se llevaron a cabo ensayos de dureza, a saber, en relación con la macrodureza y la microdureza. La macrodureza se midió según Brinell y conduce a un resultado de 266 HB 2,5/62,5. La microdureza se determinó según Vickers. En la matriz se determinó una dureza Vickers de 254 – 270 HV 0,01. Las fases intermetálicas son por naturaleza mucho más duras. Aquí se determinaron durezas entre 768 y 1047 HV 0,01.
- 45 La Figura 5 muestra el comportamiento del endurecimiento en el recocido de la muestra producida a partir de esta

ES 2 725 484 T3

aleación. Ésta permite poner en claro que se da un máximo del endurecimiento entre 250 y 300 °C. Además, estas muestras no exhiben o solo exhiben un reblandecimiento despreciable mediante recocidos a temperaturas elevadas.

Esta muestra se examina a continuación en cuanto a diferentes parámetros de resistencia. Se determinan los siguientes resultados:

Rp 0,2 [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	A [%]	Dureza
670	840	3,7 %	266 HB 2,5/62,5

5

Estos resultados pudieron verificarse en otras probetas. En el caso de una muestra prensada por extrusión y recocida, que presenta la misma composición que la anteriormente descrita, resultaron los siguientes valores de resistencia:

Rp 0,2 [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	A [%]	Dureza
592	727	3,5 %	261 HB 2,5/62,5

10 Estas muestras exhiben, en conjunto, una estructura muy fina, una elevada resistencia y dureza.

La muestra mencionada en primer lugar se sometió a ensayos de corrosión junto con muestras de referencia.

Con el fin de los ensayos de corrosión, las muestras se sumergieron hasta la mitad en una mezcla a base de aceite de motor, 20% de etanol E85 (etanol al 85%) y ácido sulfúrico. El valor del pH estaba ajustado a 2,6. Los ensayos se llevaron a cabo a 60 °C. La muestra se mantuvo durante dos días en esta mezcla. A continuación, se extrajo y se evaluó por microscopía óptica.

15

La Figura 6 muestra la porción de muestra sometida al ensayo de corrosión. Esta fotografía al microscopio óptico de la Figura 6 demuestra que está presente solo un muy escaso ataque de corrosión y, por consiguiente, el material situado más profundo se ha librado de manera eficaz de una corrosión. En el caso de esta muestra se observa la formación de una capa de cubrición que protege frente a la corrosión a las zonas situadas más profundas. En la figura, está marcada en relación con su grosor. Se midió en una escasa depresión de la superficie. La capa de cubrición está dibujada a rayas en la Figura 6 para una mejor indicación. Tal como demuestran los ensayos, esta capa de cubrición se adhiere bien. Se ha de destacar que no solo la fase α , sino también los límites de granos y la fase β son resistentes a la corrosión.

20

La Figura 7 muestra el resultado de una muestra comparativa a base de la aleación CuZn37Mn3Al2PbSi, que ha sido fabricada con los mismos parámetros y ha sido sometida al ensayo de corrosión. Se puede reconocer claramente una formación local de capas (ante todo en la imagen de la izquierda).

25

Como muestra de referencia se produjo una a base de la aleación CuZn36 con los mismos parámetros. En el caso de esta muestra se puede observar la formación de grietas de corrosión y un decaimiento del tono.

La imagen de la derecha en la fila inferior se trató adicionalmente en ácido sulfúrico altamente concentrado.

30

La conductividad eléctrica de esta muestra asciende a 7,8 MS/m y, con ello, se encuentra al mismo nivel que la conductividad eléctrica de la aleación comparativa CuZn37Mn3Al2PbSi. Por consiguiente, se demuestra que mediante las medidas que incrementan la corrosión, la conductividad eléctrica no se ha incrementado con respecto a la muestra de referencia, en cualquier caso no de forma digna de mención. La conductividad eléctrica de la otra aleación de referencia se encuentra en 15,5 MS/m.

35 **Ensayo 2:**

En una segunda serie de ensayos, a partir de una aleación de la siguiente composición:

	Cu	Mn	Sn	Fe	Ni	Al	Si	Co	Zn
Muestra 2	61,2	1,5	1,5	0,8	3,0	3,8	1,4	1,2	Resto

se colaron piezas de muestra y se prensaron por extrusión.

40

La fotografía al microscopio óptico mostrada en la Figura 9 de la muestra colada muestra claramente el predominio de la fase β con respecto a la fase α . Se pueden reconocer siliciuros con tamaños de granos de aproximadamente 5 – 7 μm . Con respecto a la aleación del Ensayo 1, los granos de la fase α en el caso de esta aleación son claramente

mayores que los de la fase β .

La misma imagen se muestra también en el caso de las muestras prensadas por extrusión a base de la misma aleación, en las que los siliciuros, en virtud del proceso de extrusión están estirados al final del prensado (véase la Figura 10 a la derecha) condicionado por el proceso de prensado.

- 5 En las muestras, la proporción de fases intermetálicas asciende aproximadamente a 7 %. La porción de cristales mixtos α asciende como máximo a 30 %. El resto se determina por la porción de cristales mixtos β . En virtud de la elevada proporción α en la aleación, ésta se adecua particularmente bien para un tratamiento posterior en frío.

Las fotografías al microscopio electrónico de barrido reproducidas en la Figura 11 de la muestra prensada por extrusión permiten reconocer el tamaño solo pequeño de las secreciones.

- 10 La Figura 12 muestra fotografías al microscopio electrónico de barrido en zonas de las muestras de la Figura 11. Las zonas en las que se han recogido análisis EDX, se ponen de manifiesto en la Figura 12 y se reproducen en la Tabla 2.

- 15 Como resultado, puede establecerse que el manganeso está ligado predominantemente en los siliciuros, mientras que el estaño está disuelto en la fase β . En determinadas cantidades, el manganeso está disuelto también en la fase α . Esto es particularmente ventajoso, dado que entonces, en virtud del estaño disuelto en la fase β , no está presente solo un formador de la capa de cubrición β , sino también un formador de la cubrición α (con manganeso).

- 20 En la muestra prensada por extrusión se llevaron a cabo exámenes de dureza, a saber en relación con la macrodureza y la microdureza. La macrodureza se midió según Brinell, y conduce a un resultado de 204 – 225 HB 2,5/62,5. La microdureza se determinó según Vickers. En la matriz se determinó una dureza Vickers de 129 – 172 HV 0,01 en la fase α y de 240 – 305 HV 0,01. Las fases intermetálicas son por naturaleza mucho más duras. Aquí se determinaron durezas entre 826 y 961 HV 0,01.

- 25 La Figura 13 muestra el comportamiento del endurecimiento durante el recocido de la muestra producida a partir de esta aleación. Esto permite reconocer claramente que se da un máximo de endurecimiento a aproximadamente 300 °C. Por encima de 450 °C se puede establecer un claro reblandecimiento. Mediante la transformación de las porciones de fase α en porciones de fase β se puede observar durante el recocido por encima de 600 °C un aumento de la dureza.

Esta muestra se examinó a continuación en cuanto a diferentes parámetros de resistencia. Se determinaron los siguientes resultados:

Rp 0,2 [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	A [%]	Dureza
455	680	4,7	244 HB 2,5/62,5

- 30 Esta muestra exhibe en conjunto una estructura muy fina, una elevada resistencia y dureza.

La muestra se sometió junto con muestras de referencia a ensayos de corrosión. Los ensayos de corrosión se llevaron a cabo tal como ya se ha explicado con respecto al Ensayo 1. Como muestras de referencia servían las mismas muestras de referencia que en el Ensayo 1. A este respecto se remite a las Figuras 7 y 8 y a las realizaciones acompañantes.

- 35 La Figura 14 muestra dos fotografías al microscopio óptico de la muestra a base de la segunda aleación después del tratamiento anticorrosivo. Se puede observar la formación de una capa de cubrición. Con ello, el material situado más profundamente se libra de manera eficaz de la corrosión. Junto a la fase α , también en el caso de esta muestra, los límites de granos y la fase β son resistentes a la corrosión.

- 40 La conductividad eléctrica de esta muestra asciende a 6,8 MS/m y, por consiguiente, es incluso todavía menor que la conductividad eléctrica de la aleación de referencia CuZn37Mn3Al2PbSi.

- 45 Una comparación de los resultados conseguidos con la aleación del Ensayo 1 con los de la aleación del Ensayo 2 permite reconocer que la aleación de acuerdo con el Ensayo 1, que no contiene cobalto, tiende a un endurecimiento por precipitación o bien a una consolidación por precipitación. En el caso de la aleación conforme al Ensayo 2, que contiene cobalto, este elemento favorece la formación de granos primarios más toscos que las precipitaciones secundarias los siliciuros. Los resultados demuestran que el cobalto influye sobre la cinética de la formación de siliciuro. Si se desea una participación mayor de siliciuro, la aleación se diseñará sin cobalto o solo con una muy pequeña proporción de cobalto. Las diferencias en la configuración de la fase β se han de asignar asimismo a la participación de cobalto o bien a la no participación de cobalto. El cobalto actúa de forma estabilizante sobre la fase α .

- 50

REIVINDICACIONES

1. Aleación especial de latón con
- 55 – 65 % en peso de Cu;
- 1 – 2,5 % en peso de Mn;
- 5 0,7 – 2 % en peso de Sn;
- 0,2 – 1,5 % en peso de Fe;
- 2 – 4 % en peso de Ni;
- 2 – 5 % en peso de Al;
- 0,2 – 2 % en peso de Si;
- 10 máx. 2,0 % en peso de Co;
- máx. 0,1 % en peso de Pb;
- y resto Zn junto a impurezas inevitables,
- ascendiendo la suma de los elementos Mn y Sn al menos a 1,7 % en peso y como máximo a 4,5 % en peso.
- 15 2. Aleación especial de latón según la reivindicación 1, caracterizada por que en la aleación los elementos Mn y Sn participan en una relación entre 1,25 y 0,85 de Mn a Sn.
3. Aleación especial de latón según la reivindicación 2, caracterizada por que la relación de los elementos Mn a Sn oscila entre 1,1 y 0,92.
4. Aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 1 a 3, con
- 20 59 – 65 % en peso de Cu;
- 1,3 – 1,65 % en peso de Mn;
- 1,3 – 1,65 % en peso de Sn;
- 0,5 – 1,0 % en peso de Fe;
- 2,4 – 3,4 % en peso de Ni;
- 25 3,1 – 4,1 % en peso de Al;
- 1,0 – 1,7 % en peso de Si;
- máx. 2,0% en peso de Co;
- y el resto Zn junto a impurezas inevitables.
5. Aleación especial de latón según la reivindicación 4, con
- 30 59 – 62 % en peso de Cu;
- 1,3 – 1,65 % en peso de Mn;
- 1,3 – 1,65 % en peso de Sn;
- 0,5 – 1,0 % en peso de Fe;
- 2,4 – 3,4 % en peso de Ni;
- 35 3,1 – 4,1 % en peso de Al;
- 1,0 – 1,7 % en peso de Si;
- y el resto Zn junto a impurezas inevitables.
6. Aleación especial de latón según la reivindicación 4, caracterizada por que el contenido en Co asciende a 0,9 - 1,6

% en peso, en particular a 0,9 - 1,5 % en peso y además, en particular, a 0,9 - 1,1 % en peso.

7. Producto de aleación especial de latón, fabricado a partir de una aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que se compone predominantemente de fase β .

5 8. Producto de aleación especial de latón según la reivindicación 7 con referencia a la reivindicación 5, caracterizado por que la proporción de fase α es menor que 10 %.

9. Producto de aleación especial de latón según la reivindicación 7 con referencia a la reivindicación 4 o 6, caracterizado por que la proporción de fase α es menor que 35 %.

10. Producto de aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por que la proporción de fases intermetálicas oscila entre 5 y 9 %.

10 11. Producto de aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por que la conductividad eléctrica asciende a < 10 MS/m.

12. Producto de aleación especial de latón según la reivindicación 11, caracterizado por que la conductividad eléctrica del producto de aleación especial de latón asciende a $< 8,2$ MS/m.

15 13. Producto de aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado por que en el caso de este producto de la aleación se trata de una parte de cojinete, preferiblemente para su empleo en un cojinete en un entorno de aceite con medio posiblemente ácido.

14. Producto de aleación especial de latón según la reivindicación 13, caracterizado por que en el caso de la parte de cojinete se trata de una parte para un cojinete para turbocargadores.

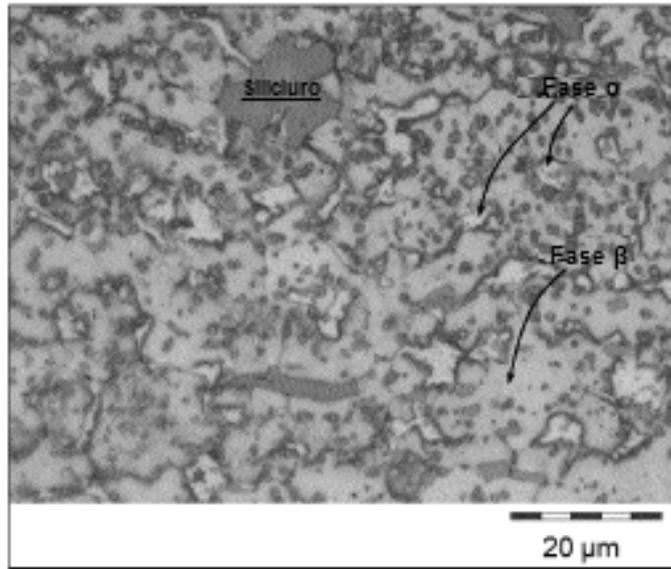


Fig. 1

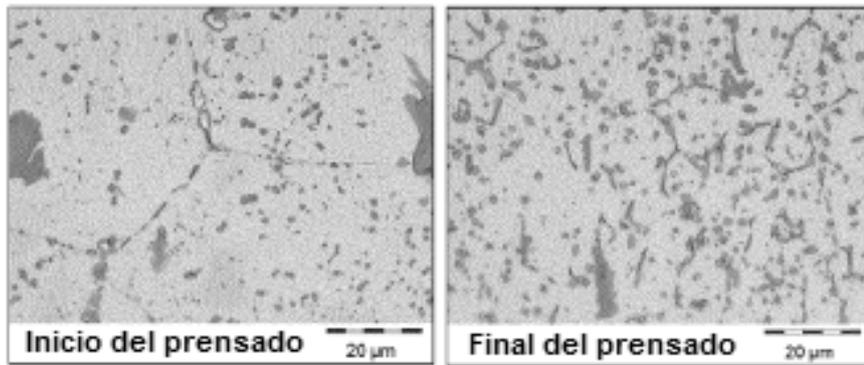


Fig. 2

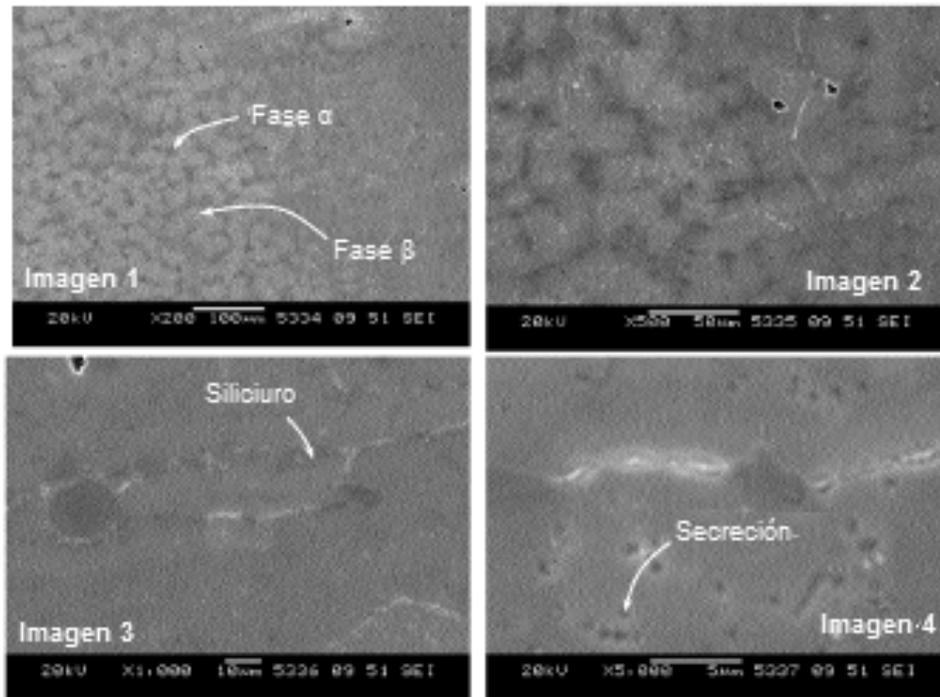


Fig. 3

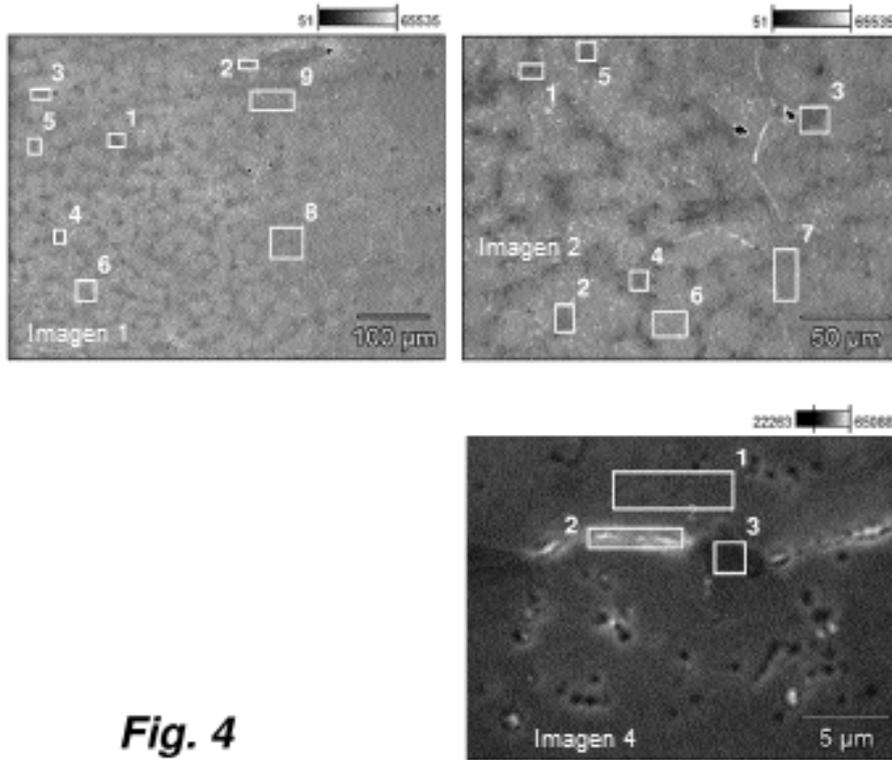


Fig. 4

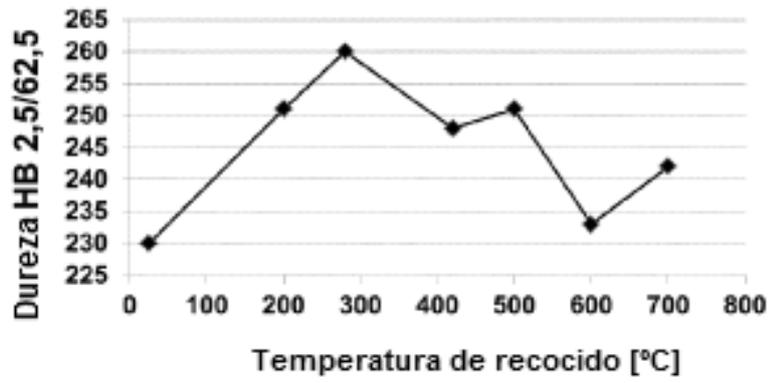


Fig. 5

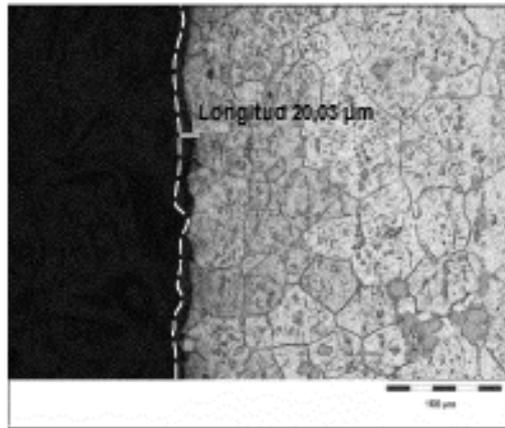


Fig. 6

CuZn37Mn3Al2PbSi

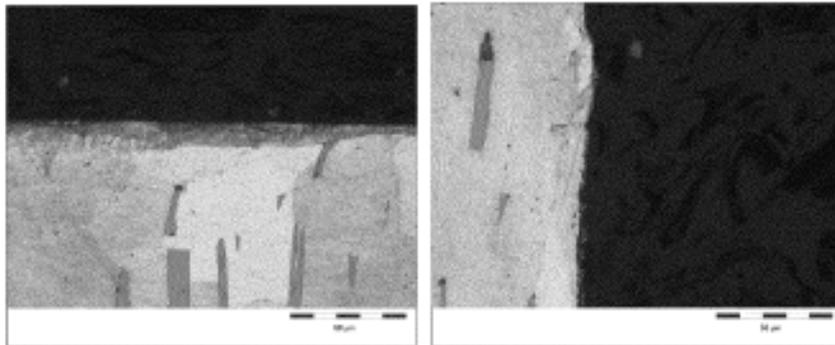


Fig. 7

CuZn36

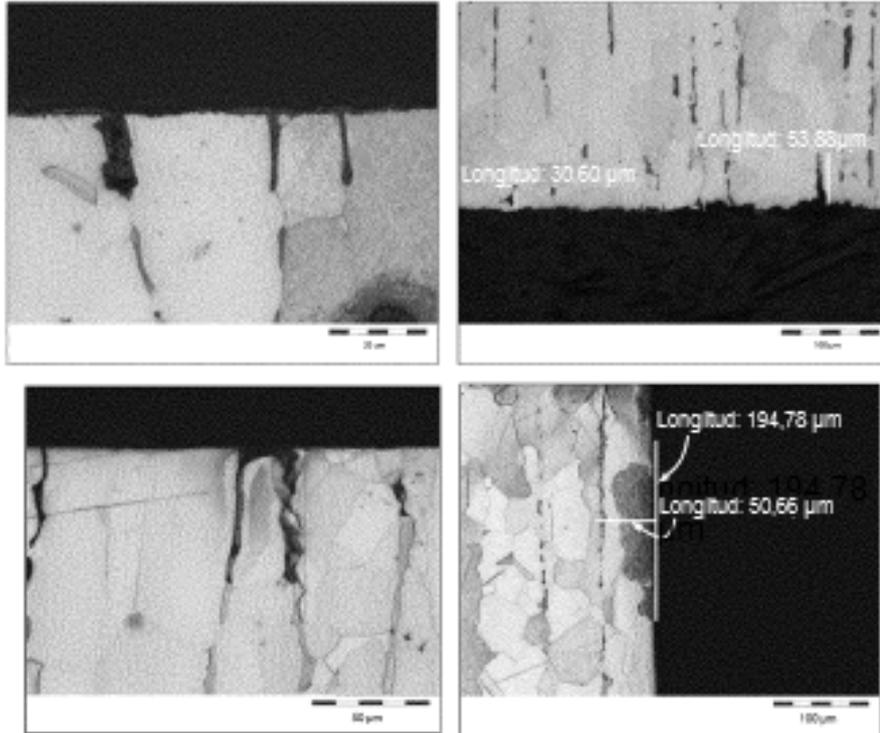


Fig. 8

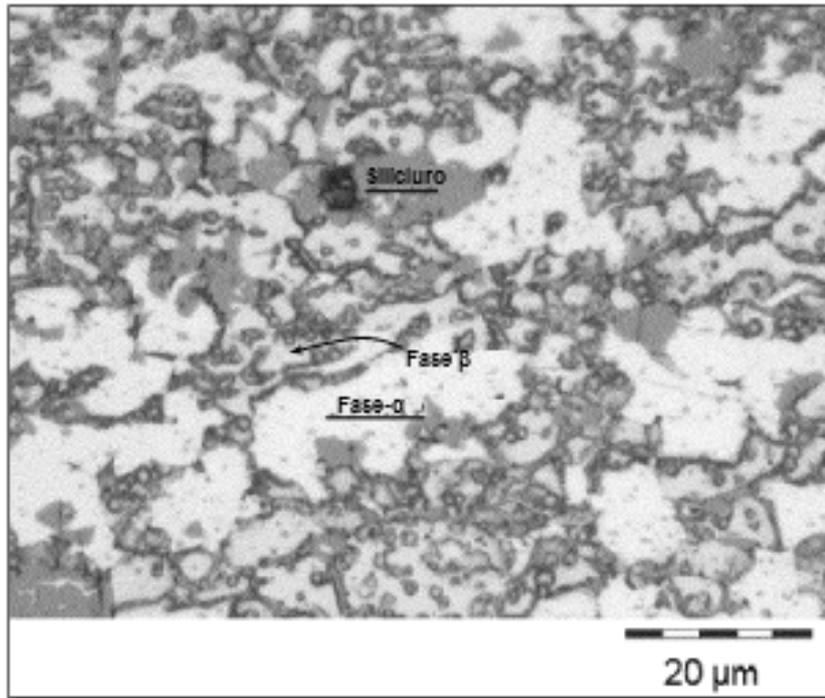


Fig. 9

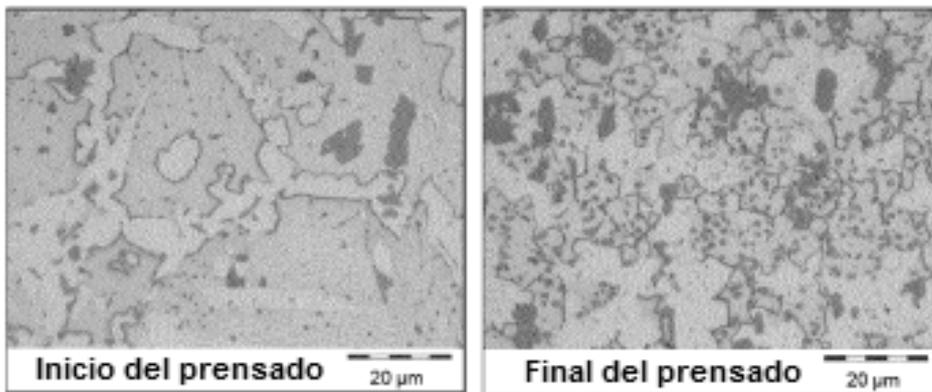


Fig. 10

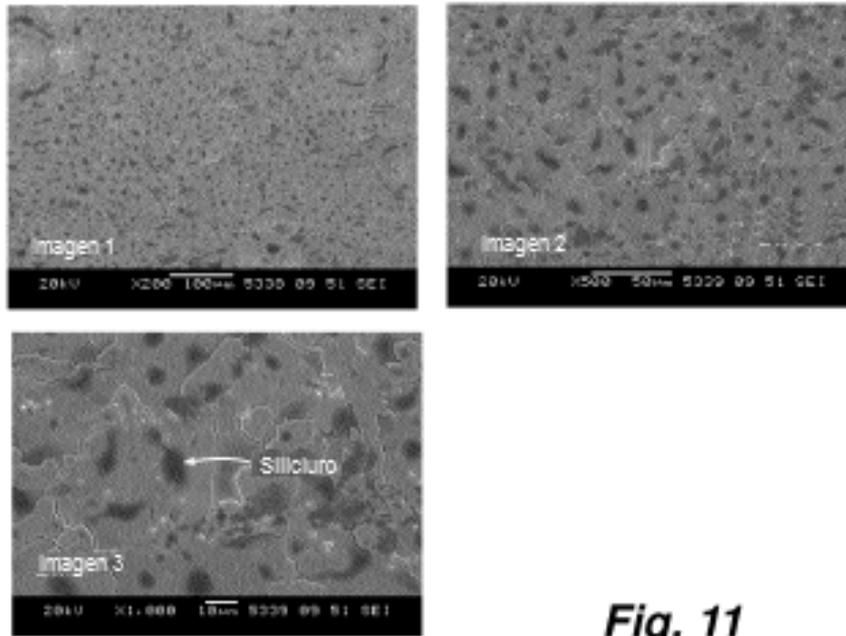


Fig. 11

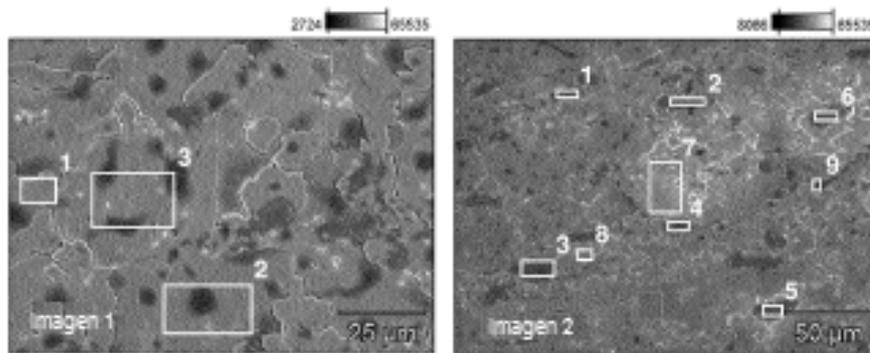


Fig. 12

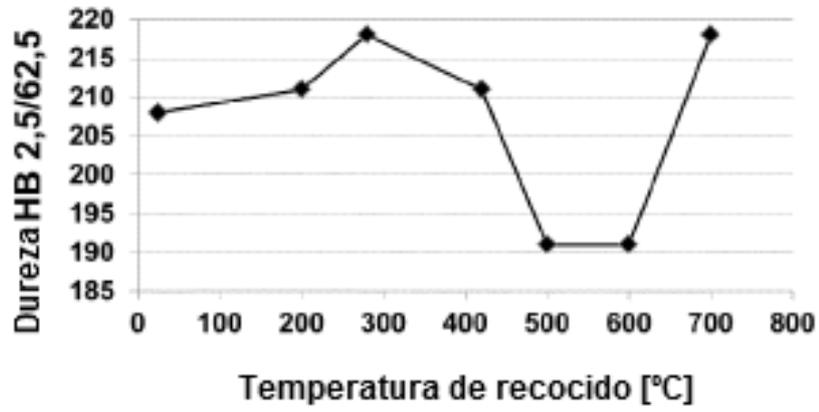


Fig. 13

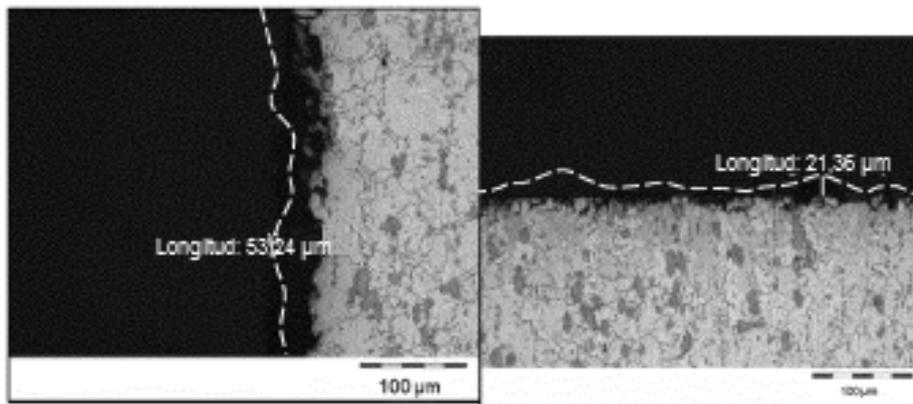


Fig. 14