

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 375**

51 Int. Cl.:

C22C 9/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2017 PCT/EP2017/061815**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.11.2017 WO17198698**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2017 E 17724799 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3286348**

54 Título: **Aleación de latón sin plomo y producto de la aleación**

30 Prioridad:

20.05.2016 DE 202016102696 U

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

02.10.2018

73 Titular/es:

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

**Derschlager Straße 26
58540 Meinerzhagen, DE**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 684 375 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 sin plomo y producto de la aleación

La invención se refiere a una aleación especial de latón sin plomo y a un producto de una aleación especial de latón que está sometido a una carga de fricción.

5 Por regla general, para aplicaciones de fricción típicas en un entorno con lubricante se exigen coeficientes de fricción bajos de la aleación utilizada, debiendo además poder adaptarse el coeficiente de fricción dentro de unos límites predeterminados a la aplicación correspondiente, en particular al otro componente de fricción, al lubricante utilizado y a las condiciones de fricción, como la presión de contacto y la velocidad relativa. Esto es aplicable a casquillos de émbolo, sobre los que actúan grandes cargas estáticas y dinámicas, al igual que a anillos de sincronización. Por otra parte, las aplicaciones con altas velocidades relativas de los componentes de fricción, como por ejemplo las existentes para cojinetes axiales de un turbocompresor, exigen aleaciones que, además de una generación de calor reducida, también aseguren una buena disipación del calor de la superficie de fricción.

10 Debido a la potencia de fricción y al contacto con el aceite, sobre la superficie del cojinete se forma una capa tribológica con componentes de lubricante depositados. En este contexto se exige una tasa de depósito uniforme y al mismo tiempo alta de los componentes de lubricante y sus productos de degradación para obtener en la capa de deslizamiento una capa de adsorción suficientemente estable.

15 Además, un material adecuado para un elemento constructivo utilizado en un entorno con aceite, por ejemplo un anillo de sincronización o una parte de cojinete para un cojinete en un entorno de este tipo, se caracteriza adicionalmente por una amplia compatibilidad con aceite, de modo que la formación de la capa tribológica es en gran medida insensible a la elección de determinados aditivos de aceite. Por otra parte, un elemento constructivo fabricado con una aleación de este tipo ha de presentar buenas propiedades de resistencia para la marcha en seco, de modo que se pueda asegurar una vida útil suficientemente larga también bajo condiciones de fricción seca.

20 Para los elementos constructivos sometidos a cargas de fricción es importante además que la aleación utilizada muestre suficiente resistencia. Correspondientemente debería presentar un límite de elasticidad alto, de un 0,2%, para mantener las deformaciones plásticas que se producen bajo carga en el valor más bajo posible. Independientemente de ello, un elemento constructivo de este tipo debe presentar un margen determinado para una deformación plástica por encima del límite de elasticidad hasta que se produzca un fallo.

25 Adicionalmente se exige que los elementos constructivos de este tipo sean especialmente duros y resistentes a la tracción para aumentar su resistencia frente a cargas abrasivas y adhesivas. Al mismo tiempo se pide una tenacidad suficiente como protección contra esfuerzos de choque. En este contexto se exige reducir la cantidad de los microdefectos y ralentizar el crecimiento de defectos resultante de los mismos. Esto va acompañado por la exigencia de indicar una aleación con la tenacidad a la fractura más alta posible, que esté en gran medida libre de tensiones internas.

30 En muchos casos, las aleaciones adecuadas para elementos constructivos sometidos a fricción consisten en latones especiales que, además de cobre y zinc como componentes principales de una aleación de adición, presentan al menos uno de los siguientes elementos: níquel, hierro, manganeso, aluminio, silicio, titanio o cromo. En este contexto, en particular los latones al silicio satisfacen los requisitos anteriormente mencionados, constituyendo el CuZn31Si1 una aleación estándar para aplicaciones de fricción, por ejemplo para casquillos de émbolo. Además se conoce la utilización de bronce al estaño, que junto con estaño y cobre presentan adicionalmente níquel, zinc, hierro y manganeso, para aplicaciones de fricción o también para la minería.

35 Por el documento WO 2014/152619 A1 se conoce una aleación de latón destinada al uso en aplicaciones de cojinetes de turbocompresor. Ésta presenta un alto contenido de manganeso, de un 1,5 a un 3,0% en peso, en cambio posee una baja proporción de Sn, en concreto menos de un 0,4% en peso. Esta aleación de latón previamente conocida admite un contenido de Pb de a lo sumo un 0,1% en peso, con lo que esta aleación satisface los requisitos más estrictos en relación con la ausencia de Pb. Sin embargo, en las aleaciones de latón se incorpora de buen grado plomo (Pb), ya que de este modo se favorece una rotura de virutas y, por lo tanto, se mejora una mecanización por arranque de virutas. Además, las aleaciones de latón de alta resistencia cuyos productos de aleación se utilizan en un entorno con aceite normalmente tienen incorporado plomo como inhibidor de la corrosión. Esto es aplicable sobre todo a aquellos entornos con aceite que entran en contacto con bioetanol. El bioetanol está incluido en el combustible de vehículos y llega a los segmentos de émbolo por ejemplo a través de juntas de estanqueidad o al aceite de motor por arrastres de otro tipo. Esto es aplicable en particular a aquellos vehículos que de forma muy habitual solo se utilizan en distancias cortas y por lo tanto el motor no alcanza su temperatura de servicio. Lo mismo es aplicable a cojinetes de turbocompresores que están expuestos a una mezcla agresiva debido al bioetanol contenido en los gases de escape y a sus productos de desecho. Como resultado de ello, en el aceite se establece un medio ácido. Junto con el azufre contenido en el aceite, con el plomo contenido en el producto de aleación se forma una capa de recubrimiento de sulfato de plomo. Ésta actúa de modo similar a una capa de pasivación y, por lo tanto, actúa como inhibidor de la corrosión.

La estructura de una aleación de latón de este tipo, que puede presentar diferentes fases en la matriz, también influye en la capacidad de carga mecánica y en la resistencia a la corrosión. Los productos de aleación de latón con una alta proporción de fase α se caracterizan por una resistencia a la corrosión generalmente buena, una alta tenacidad y alargamiento de rotura y una buena capacidad de conformación en frío. Una desventaja de los productos de aleación de este tipo consiste en una capacidad de conformación en caliente más bien mala y en una baja resistencia contra abrasión y adhesión. En cambio, los productos de aleación de latón con fase β presentan una alta resistencia al desgaste mecánico, una alta firmeza, una buena capacidad de conformación en caliente y una baja adhesión. Sin embargo, una desventaja de estos productos de aleación consiste en una capacidad de conformación en frío relativamente mala, una tenacidad relativamente baja y una resistencia a la corrosión claramente peor en comparación con un producto de aleación de latón con fase α . Los productos de aleación de latón con fase γ se caracterizan por una buena resistencia a la corrosión y una buena resistencia al desgaste mecánico, pero tienen la desventaja de una baja tenacidad y una capacidad de conformación relativamente baja. Por lo tanto se demuestra que cada fase implica ventajas en uno u otro sector, pero que se han de aceptar determinadas desventajas.

Tal como ya se ha indicado, la corrosión también desempeña un papel en los productos de aleación de latón del tipo en cuestión que se utilizan en un entorno con aceite. En este sentido, una aleación con la que se fabrican productos de aleación que se utilizan por ejemplo en un entorno con aceite en el marco de un cojinete axial también ha de satisfacer los requisitos a este respecto.

Sobre una pieza de trabajo de una aleación de cobre sometida a carga de fricción, después de un breve tiempo de contacto con el lubricante ya se forma una capa de adsorción, que consiste sobre todo en aditivos del lubricante. En caso de una carga termomecánica, debajo de la capa de adsorción se forma una capa de reacción a partir de componentes de la capa de adsorción y componentes de la aleación cercanos a la superficie, que reaccionan entre sí. En este contexto, la capa de adsorción y la capa de reacción forman una capa límite exterior sobre la pieza de trabajo de aleación de cobre, bajo la que subyace una capa límite interior de varios micrómetros de espesor. Debido a su cercanía a la capa límite exterior, en ella influyen tanto la carga mecánica que actúa sobre la superficie como los procesos de transformación química que se producen en la capa de reacción. En el área de la capa límite interior, los procesos de difusión y los procesos de oxidación de la aleación del sustrato influyen en la formación de la capa de reacción.

Muchos lubricantes contienen aditivos, como aditivos con contenido de azufre y de fósforo, que pueden tener un efecto corrosivo por el contacto de fricción en caso de una carga termomecánica correspondiente, lo que a su vez reduce considerablemente la vida útil de una pieza de trabajo. Ya se han propuesto aleaciones de cobre para reducir el efecto corrosivo de componentes de azufre en el lubricante. Por el documento JP S 60162742 A se conoce una aleación de cobre para los cojinetes de un turbocompresor que, en relación con las proporciones en peso, consiste en un 57 - 61% de Cu y en un 2,5 - 3,5% de Pb, pudiendo presentar Fe y Zn como impurezas. Sobre la superficie de fricción se ha de formar una capa de CuS estable.

En muchos casos, a los lubricantes se les añaden aditivos con el objetivo de disminuir la corrosión sobre una superficie de fricción y reducir el desgaste por abrasión. Por ejemplo, el dialquilditiofosfato de zinc es un ejemplo de un inhibidor de la corrosión de este tipo (principio activo antidesgaste). A partir de este suplemento, en la capa de reacción se forma un vidrio de fosfato que protege la superficie. Para ello, idealmente se produce un intercambio de los ligandos del aditivo con elementos de aleación, así como una inclusión de cationes de sustrato, de modo que se forma una capa de reacción con capacidad de carga.

Sin embargo, los procesos de reacción que protegen las superficies dependen de la composición de la capa límite interior del material de sustrato. Además, algunos aditivos adicionales influyen en el proceso, dado que, en determinadas circunstancias, actúan en la capa de adhesión compitiendo por la adhesión con los aditivos que protegen la superficie. También se han de tener presentes 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 descomposición de capas. Por lo tanto, dependiendo del sistema tribológico presente en cada caso, en determinadas circunstancias incluso con presencia de inhibidores de corrosión se puede producir un proceso de descomposición química no deseado de la capa de fricción.

Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proponer una aleación especial de latón que presente una estructura sencilla y con la que se puedan fabricar productos que no solo se caractericen por una alta resistencia, un desgaste reducido bajo carga de fricción y buenas propiedades de resistencia para la marcha en seco en caso de una lubricación insuficiente, sino que al mismo tiempo puedan estar exentos de plomo o prácticamente exentos de plomo para satisfacer los requisitos legales correspondientes a la ausencia de plomo, y que no obstante sean resistentes a la corrosión en un medio ácido.

Este objetivo se resuelve según la invención mediante una aleación especial de latón sin plomo con los siguientes componentes de aleación:

un 50 - 65% en peso de Cu;

un 0,4 - 3% en peso de Mn, en particular un 1 - 3% en peso de Mn;

un 0,55 - 3% en peso de Sn;

a lo sumo un 1% en peso de Fe;

a lo sumo un 1% en peso de Ni;

5 a lo sumo un 1% en peso de Al;

a lo sumo un 1,5% en peso de Si;

y el resto Zn junto con impurezas inevitables,

siendo la suma de los elementos Mn y Sn al menos igual a un 1,3% en peso y a lo sumo igual a un 6,0% en peso.

10 En el marco de estas realizaciones se consideran impurezas inevitables aquellos elementos que de forma individual no representan más de un 0,05% en peso y cuya suma no representa más de un 0,15% en peso de la aleación.

Con esta aleación especial de latón no solo se ha logrado poner a disposición una aleación especial de latón de concepción sencilla, sino también que los productos de aleación fabricados a partir de la misma presentan de forma especial una alta resistencia a la corrosión, una capacidad de conformación en frío y en caliente, una alta resistencia al desgaste mecánico y una alta tenacidad. La estructura de esta aleación especial de latón contiene fases α y β . Además, esta aleación especial de latón se caracteriza por una buena capacidad de imbibición de partículas de abrasión en una superficie sometida a carga, por ejemplo una superficie de cojinete o una superficie de fricción. Por lo tanto, los productos de aleación fabricados a partir de esta aleación especial de latón son particularmente adecuados en una aplicación en un entorno con aceite, también en un medio ácido.

20 Resultó sorprendente descubrir la resistencia particular a la corrosión de esta aleación especial de latón de concepción muy sencilla, ya que, de acuerdo con la opinión predominante, para la formación de una capa de recubrimiento inhibidora de la corrosión no se puede prescindir del plomo. La resistencia particular a la corrosión en caso de una aplicación en entornos con aceite con contenido de ácido de productos de aleación formados a partir de esta aleación en un entorno con aceite se debe a los contenidos de los elementos Mn y Sn. Las investigaciones han mostrado que no se trata únicamente de la presencia de estos elementos, siendo el Mn y el Sn componentes de la aleación cuya suma es de al menos un 1,3% en peso, pero cuya suma no sobrepasa un 6% en peso. Las investigaciones han mostrado que las propiedades deseadas no se ajustan en suficiente medida en los productos de aleación especial de latón si la suma de los elementos de aleación Mn y Sn es menor de un 1,3% en peso y mayor de un 6,0% en peso. Esto no era esperable, sobre todo en lo que respecta al límite superior. Preferiblemente, la suma de los elementos Mn y Sn es mayor de un 2,0% en peso y no es superior a un 4,5% en peso.

30 Resulta ventajoso que, de acuerdo con una primera configuración, el contenido de Mn y el contenido de Sn estén presentes en la estructura de la aleación en un orden de magnitud similar, por lo tanto, que los contenidos de estos dos elementos no difieran entre sí preferiblemente en más de un 20% - 30%. De acuerdo con otra configuración, el contenido de Mn es mayor que el contenido de Sn, siendo el contenido de Mn a lo sumo el doble de alto que el contenido de Sn. Preferiblemente, en esta configuración, el contenido de Mn es aproximadamente un 60 - 85% mayor que el contenido de Sn.

Esta aleación especial de latón consiste en una aleación especial de latón sin Pb, en particular en el sentido de la directiva sobre vehículos al final de su vida útil.

40 En la aleación reivindicada, el contenido de Mn se utiliza para ampliar el área de existencia de la fase α . Gracias a ello, el Sn también contenido en la aleación no se une prematuramente en una fase γ , sino que, al igual que el Mn, está disponible para la formación de la capa de recubrimiento deseada. Además, el Sn también es necesario para las propiedades de resistencia para la marcha en seco deseadas. Por este motivo, en la aleación se ha realizado un ajuste meticuloso de la presencia de los elementos Mn y Sn tal como se describe más arriba.

45 La estructura de los productos de aleación especial de latón fabricados a partir de esta aleación presenta granos de fase α en una matriz β . Los siliciuros consisten principalmente en siliciuros de Mn-Fe, que están distribuidos de forma dispersa en la estructura y que presentan una proporción de aproximadamente un 2 a un 4%. El diámetro de sección transversal de los siliciuros oscila entre 5 μm y 20 μm , refiriéndose esta indicación de magnitud a la anchura de los siliciuros. Si los productos de aleación especial de latón son productos extruidos, los siliciuros frecuentemente son alargados, en ocasiones con una relación longitud:anchura de 10:1 a 15:1.

50 Las buenas propiedades de corrosión de un producto de aleación fabricado a partir de esta aleación también resultaron sorprendentes porque el Pb no ha sido sustituido en principio por otro elemento adicional. Más bien, las buenas propiedades de resistencia a la corrosión se han logrado mediante un aumento del contenido de Sn y mediante el ajuste interno arriba indicado, sobre todo con el elemento Mn.

5 La elevada resistencia con respecto a las sollicitaciones de corrosión de un elemento constructivo fabricado a partir de esta aleación se puede explicar también por el hecho de que los elementos constructivos fabricados a partir de esta aleación solo presentan una baja conductividad eléctrica, que está en el área de las conductividades de las aleaciones de referencia. Por lo tanto, las corrientes de corrosión eléctrica son claramente menores en comparación con aleaciones de este tipo previamente conocidas. La conductividad eléctrica de los productos de aleación especial de latón fabricados a partir de esta aleación especial de latón es menor de 12 MS/m. Dependiendo de la configuración de la aleación especial de latón, la conductividad eléctrica del producto de aleación especial de latón fabricado a partir de la misma puede ser incluso inferior a 9 MS/m.

10 La proporción de Sn determina de forma decisiva las propiedades de resistencia para la marcha en seco que ha de presentar necesariamente un producto de aleación fabricado a partir de esta aleación como parte de un cojinete. Por lo tanto, el elemento de aleación Sn desempeña una función doble en el marco de esta aleación, en concreto la protección contra la corrosión y las propiedades de resistencia para la marcha en seco de la aleación.

15 Un elemento constructivo fabricado a partir de esta aleación que está sometido a un tratamiento térmico usual satisface en especial medida sobre todo los valores de resistencia impuestos a un elemento constructivo de este tipo, también en lo que respecta al límite de elasticidad del 0,2%. Esto resulta especialmente ventajoso para una adaptación geométrica de los componentes de fricción durante un primer funcionamiento. En el caso de un cojinete axial se trata de deformaciones microplásticas locales para que los componentes de fricción cooperantes se adapten entre sí en lo que respecta a su geometría superficial. Al mismo tiempo, la superficie de un elemento constructivo fabricado a partir de esta aleación es suficientemente blanda para satisfacer los requisitos referentes a una capacidad de imbibición de partículas extrañas. En particular, esto permite hacer que las partículas extrañas se vuelvan sistemáticamente inocuas al ser embebidas en la superficie del elemento constructivo o de la pieza de trabajo.

25 Debido a las propiedades previamente descritas de un producto de aleación fabricado a partir de esta aleación, estos productos de aleación consisten normalmente en partes de cojinetes axiales o de cojinetes radiales. De acuerdo con una configuración preferente, a partir de esta aleación se han fabricado partes de cojinetes axiales a través de un proceso de forja. En cambio, los productos de aleación como partes de cojinetes radiales preferiblemente están prensados o estirados. Un ejemplo de aplicación típico para un componente de cojinete de esta aleación es un cojinete de turbocompresor.

30 Las propiedades positivas de esta aleación previamente descritas se pueden mejorar si, de acuerdo con una primera configuración, la aleación especial de latón presenta la siguiente composición:

un 56 - 62% en peso de Cu;

un 1,5 - 2,3% en peso de Mn, en particular un 1,6 - 2,3% en peso de Mn;

un 1,4 - 2,2% en peso de Sn, en particular un 1,5 - 2,2% en peso de Sn;

un 0,1 - 0,7% en peso de Fe, en particular un 0,5 - 0,7% en peso de Fe;

35 a lo sumo un 0,3% en peso de Ni, en particular a lo sumo un 0,1% en peso de Ni;

a lo sumo un 0,5% en peso de Al o a lo sumo un 0,7% en peso de Al;

un 0,25 - 0,85% en peso de Si;

y el resto Zn junto con impurezas inevitables.

40 Es interesante señalar que en relación con esta variante de aleación especial de latón se pueden lograr resultados muy comparables si, de acuerdo con una primera configuración a este respecto, la aleación especial de latón incluye los siguientes elementos en las proporciones indicadas:

un 57 - 61,5% en peso de Cu;

un 1,7 - 2,2% en peso de Mn, en particular un 1,5 - 2,2% en peso de Mn;

un 1,5 - 2,1% en peso de Sn;

45 un 0,1 - 0,7% en peso de Fe, en particular un 0,25 - 0,6% en peso de Fe;

a lo sumo un 0,3% en peso de Ni, en particular a lo sumo un 0,1% en peso de Ni;

a lo sumo un 0,5% en peso o a lo sumo un 0,7% en peso de Al, en particular un 0,05 - 0,25% en peso de Al;

un 0,3 - 0,7% en peso de Si;

y el resto Zn junto con impurezas inevitables;

y si, de acuerdo con otra variante de aleación especial de latón, ésta presenta la siguiente química:

un 57 - 61,5% en peso de Cu;

un 1,7 - 2,2% en peso de Mn, en particular un 1,5 - 2,2% en peso de Mn;

un 0,6 - 1,2% en peso de Sn;

5 un 0,1 - 0,7% en peso de Fe, en particular un 0,25 - 0,6% en peso de Fe;

a lo sumo un 0,1% en peso de Ni;

a lo sumo un 0,5% en peso o a lo sumo un 0,7% en peso de Al, en particular un 0,05 - 0,25% en peso de Al;

un 0,3 - 0,7% en peso de Si;

y el resto Zn junto con impurezas inevitables.

10 Mientras que en la primera variante de aleación especial de latón el contenido de Mn y el contenido de Sn presentan un orden de magnitud muy similar, en la segunda variante de aleación especial de latón de este tipo el contenido de Mn es claramente mayor que el contenido de Sn. En la variante de aleación especial de latón mencionada en primer lugar, la relación del Mn con respecto al Sn está entre 1,15 y 0,95, en particular entre 1,1 y 0,97. En esta variante de aleación especial de latón, de forma preferible el contenido de Mn solo es ligeramente mayor que el contenido de Sn, en concreto preferiblemente alrededor de un 9 - 12% mayor. En la segunda variante de aleación especial de latón previamente mencionada, la relación entre los elementos de aleación Mn y Sn está ajustada preferiblemente de tal modo que la relación del Mn con respecto al Sn está dentro del intervalo de 1,9 a 1,65, en particular dentro del intervalo de 1,82 a 1,74. En esta variante de aleación especial de latón destaca el contenido de Mn mayor que el contenido de Sn.

15 En las variantes de aleación especial de latón previamente descritas, el contenido de Fe es preferiblemente del 0,3 - 0,5% en peso.

En estas dos variantes de aleación, la proporción de la fase α es del 50 al 70%, de modo que la proporción de la fase β equivale a una proporción del 30 al 50%. En los datos arriba mostrados se ha excluido la presencia de los siliciuros.

20 Otro tipo de la aleación especial de latón reivindicada en la reivindicación 1 incluye los siguientes elementos:

un 52 - 59% en peso de Cu;

un 1,5 - 2,7% en peso de Mn;

un 0,55 - 2,5% en peso de Sn;

un 0,1 - 1% en peso de Fe;

30 a lo sumo un 0,3% en peso de Ni, en particular a lo sumo un 0,1% en peso de Ni;

a lo sumo un 0,3% en peso o a lo sumo un 0,7% en peso de Al;

a lo sumo un 0,2% en peso de Al;

un 0,15 - 1% en peso de Si;

y el resto Zn junto con impurezas inevitables.

35 También en lo que respecta a este tipo de la aleación especial de latón, ésta se puede subdividir en dos variantes, que en principio presentan las mismas propiedades de aleación. Una primera variante de aleación es una en la que el contenido de Mn es claramente mayor que el contenido de Sn, y esta aleación presenta la siguiente composición:

un 53 - 59% en peso de Cu;

un 1,6 - 2,5% en peso de Mn;

40 un 0,5 - 1,4% en peso de Sn;

un 0,1 - 1% en peso de Fe;

a lo sumo un 0,3% en peso de Ni, en particular a lo sumo un 0,1% en peso de Ni;

a lo sumo un 0,3% en peso o a lo sumo un 0,7% en peso de Al, a lo sumo un 0,2% en peso de Al;

un 0,15 - 1% en peso de Si;

y el resto Zn junto con impurezas inevitables.

En la otra variante, el contenido de Mn es aproximadamente igual de alto que el contenido de Sn. Esta aleación presenta la siguiente composición con las proporciones de los elementos presentes en la aleación indicadas a continuación:

5

un 53 - 59% en peso de Cu;

un 1,6 - 2,5% en peso de Mn;

un 1,2 - 2,2% en peso de Sn;

un 0,1 - 1% en peso de Fe;

10

a lo sumo un 0,1% en peso de Ni;

a lo sumo un 0,3% en peso o a lo sumo un 0,7% en peso de Al, a lo sumo un 0,2% en peso de Al;

un 0,15 - 1% en peso de Si;

y el resto Zn junto con impurezas inevitables.

15

También en estas aleaciones especiales de latón, los contenidos de Mn y Sn están adaptados de forma especial entre sí. En la primera variante de aleación especial de latón, en la que el contenido de Mn es claramente mayor que el contenido de Sn, la relación del Mn con respecto al Sn está dentro del intervalo entre 1,9 y 1,65, preferiblemente dentro del intervalo entre 1,85 y 1,7. En la segunda aleación especial de latón de este tipo, la relación de Mn y Sn está más equilibrada. Preferiblemente, en esta variante, la relación del Mn con respecto al Sn está entre 1,25 y 1,0, en particular entre 1,18 y 1,1.

20

En una configuración especialmente preferente de esta aleación especial de latón, el Pb no es ningún elemento de aleación incorporado de forma activa en la aleación, sino que solo se incorpora en la masa fundida de aleación mediante el uso de material reciclado. En este contexto se ha de prestar atención para no sobrepasar los contenidos máximos de Pb deseados.

25

En estas variantes de aleación, la proporción de la fase β como matriz es mayor que en las variantes previamente descritas. El contenido de fase β (matriz) es del 60 al 85%. Los granos de fase α embebidos en la fase β representan una proporción entre el 15 y el 40%. En estos datos de proporciones también se ha excluido la proporción de los siliciuros.

30

Normalmente, las variantes previamente mencionadas de la aleación especial de latón reivindicada consisten exclusivamente en los componentes de aleación mencionados. Por lo tanto, las enumeraciones de los componentes de aleación en la aleación especial de latón y sus variantes presentadas han de ser entendidas como enumeraciones concluyentes.

35

Un producto de aleación especial de latón fabricado a partir del otro tipo previamente descrito - lo mismo es aplicable también al tipo de aleación descrito en primer lugar - se caracteriza por una particularidad durante el recocido para el endurecimiento del producto de aleación especial de latón. La particularidad consiste en que un producto de aleación especial de latón de este tipo presenta dos etapas de endurecimiento a temperaturas diferentes. Entre estos dos intervalos de temperaturas de endurecimiento hay un intervalo de temperaturas en el que, después de alcanzar la primera etapa de endurecimiento, el material del producto de aleación especial de latón se reblandece de nuevo antes de alcanzar la segunda etapa de endurecimiento al seguir aumentando la temperatura. La primera etapa de endurecimiento comienza a aproximadamente 440 °C - 470 °C y alcanza su valor máximo entre 450 °C y 480 °C. La segunda etapa de endurecimiento comienza a aproximadamente 580 °C - 620 °C y alcanza un valor máximo a 650 °C y 670 °C o más. La aleación especial de latón puede estar ajustada de tal modo que el valor máximo de endurecimiento a una temperatura más alta presente una dureza considerablemente mayor que la del primer valor máximo de endurecimiento alcanzado a una temperatura más baja. Así, la aleación se puede ajustar por ejemplo de tal modo que se pueda lograr un primer valor máximo de endurecimiento a una temperatura de aproximadamente 470 °C con una dureza de aproximadamente 150 - 160 según Brinell (HB 2,5/62,5), mientras que a partir de una temperatura de aproximadamente 650 °C se alcance el segundo valor máximo de endurecimiento con una dureza de aproximadamente 170 a 180 HB 2,5/62,5 o más. La mayor resistencia en la segunda etapa de endurecimiento se debe a que, a temperaturas de recocido más altas, las precipitaciones de fase dura, en particular los siliciuros, presentan un menor tamaño de grano. Esto también se puede plantear como endurecimiento por precipitación. La ventana de temperaturas de reblandecimiento intermedio entre dichos valores máximos, en la que la dureza normalmente cae de nuevo por debajo de 150 HB 2,5/62,5, puede ser aprovechada para determinadas etapas de mecanizado, por ejemplo cuando un procesamiento del producto de aleación especial de latón es más

50

favorable en caliente que en frío. En este caso, la ventana de temperaturas situada entre los valores máximos de endurecimiento puede ser aprovechada por ejemplo para no deteriorar las herramientas de mecanizado.

5 A partir de la aleación especial de latón según esta invención se pueden fabricar productos de aleación como piezas de fundición acabadas, piezas de forja, semiproductos de extrusión acabados, o como productos prensados y estirados. Si así se desea, en el caso de estos productos de aleación puede estar previsto un recocido final.

10 En sus variantes, las aleaciones especiales de latón de este tipo se diferencian en cuanto a sus propiedades de conformación en frío y en caliente, de modo que dependiendo del procedimiento de fabricación previsto se utilizará una u otra variante de aleación. Las propiedades de conformación en frío y en caliente de un semiproducto fabricado a partir de la aleación dependen de forma decisiva de la proporción de cobre o del equivalente de zinc y de la mezcla de fases α/β . Esto muestra claramente que, sin tener que modificar la aleación de forma decisiva, simplemente mediante una variación de estos elementos se pueden ajustar diferentes propiedades de conformación. Junto con las diferentes propiedades de conformación que se pueden ajustar con esta aleación básica, éstas también se pueden ajustar en cuanto a sus valores de resistencia mecánica (resistencia a la tracción, límite de elasticidad) correspondientemente a los requisitos deseados. Una ventaja en este contexto consiste en que esto es posible con una misma aleación básica.

15 La invención se describe a continuación por medio de ejemplos de realización concretos. En este contexto se hace referencia a las figuras adjuntas. Se muestran:

- Figura 1:** fotografías con microscopio óptico de la superficie de una primera pieza de muestra de una primera aleación;
- 20 **Figura 2:** cuatro fotografías con microscopio electrónico de barrido de la muestra de la Figura 1;
- Figura 3:** las fotografías con microscopio electrónico de barrido de las imágenes 2 y 3 de la Figura 2 con las áreas características en las que se realizaron análisis EDX;
- Tabla 1:** los análisis EDX de los puntos de muestra de la Figura 3;
- 25 **Figura 4:** microfotografías de una muestra de la primera aleación de las figuras precedentes después de realizar una prueba de corrosión;
- Figura 5:** microfotografías de muestras de una primera aleación comparativa que han sido sometidas a la misma prueba de corrosión;
- Figura 6:** microfotografías de muestras de una segunda aleación comparativa que han sido sometidas a la misma prueba de corrosión;
- 30 **Figura 7:** fotografías con microscopio óptico de la superficie de una muestra de una segunda aleación;
- Figura 8:** dos fotografías con microscopio electrónico de barrido de la muestra de la Figura 7;
- Figura 9:** una fotografía con microscopio electrónico de barrido de la muestra de la Figura 8 (imagen 1) con las áreas características en las que se realizaron análisis EDX;
- Tabla 2:** los análisis EDX de los puntos de muestra de la Figura 9;
- 35 **Figura 10:** un diagrama de endurecimiento de la muestra de fundición de la segunda aleación;
- Figura 11:** microfotografías de una muestra de la segunda aleación después de realizar una prueba de corrosión;
- Figura 12:** una fotografía con microscopio óptico de la superficie de una primera pieza de muestra de una tercera aleación;
- 40 **Figura 13:** tres fotografías con microscopio electrónico de barrido de la muestra de la Figura 12;
- Figura 14:** una fotografía con microscopio electrónico de barrido de la imagen 2 de la Figura 13 con las áreas características en las que se realizaron análisis EDX;
- Tabla 3:** los análisis EDX de los puntos de muestra de la Figura 14;
- Figura 15:** un diagrama de endurecimiento de la muestra de fundición de la tercera aleación;
- 45 **Figura 16:** microfotografías de una muestra de la tercera aleación después de realizar una prueba de corrosión;
- Figura 17:** una fotografía con microscopio óptico de la superficie de una muestra de una cuarta aleación;

- Figura 18:** dos fotografías con microscopio electrónico de barrido de la muestra extruida de la Figura 17;
- Figura 19:** una fotografía con microscopio electrónico de barrido de las muestras de la Figura 18 (imagen 2) con las áreas características en las que se realizaron análisis EDX;
- Tabla 4:** los análisis EDX de los puntos de muestra de la Figura 19;
- 5 **Figura 20:** un diagrama de endurecimiento de la muestra de fundición de la cuarta aleación;
- Figura 21:** dos imágenes de estructura para representar la estructura de una muestra de la cuarta aleación en diferentes valores máximos de endurecimiento; y
- Figura 22:** microfotografías de una muestra de la cuarta aleación después de realizar una prueba de corrosión.

10 **Ensayo 1:**

En una primera serie de ensayos se fundieron piezas de muestra de una aleación con la siguiente composición:

	Cu	Mn	Sn	Fe	Ni	Al	Si	Zn
Muestra 1	59,5	2,0	1,8	0,4	0,05	0,05	0,5	Resto

Las fotografías con microscopio óptico de la muestra de fundición reproducidas en la Figura 1 presentan una estructura de matriz α - β con fase γ y siliciuros.

- 15 Las fotografías con microscopio electrónico de barrido de la muestra reproducidas en la Figura 2 permiten distinguir el tamaño, solo pequeño, de las precipitaciones. Estas precipitaciones muestran tamaños de aproximadamente 10 μm .

- 20 En las imágenes 2 y 3 de las fotografías con microscopio electrónico de barrido de la Figura 2 se habían llevado a cabo análisis EDX. Las áreas en las que se han realizado los análisis EDX están identificadas en la Figura 3 y reproducidas en la Tabla 1.

- 25 En la muestra se realizaron exámenes de dureza, en concreto en relación con la macrodureza y con la microdureza. La macrodureza se midió según Brinell y condujo a un resultado de 109 HB 2,5/62,5. La microdureza se determinó según Vickers. En la matriz se determinó una dureza Vickers de 124 - 136 HV 0,005. Naturalmente, las fases intermetálicas son mucho más duras. En una primera fase intermetálica se constató una dureza Vickers de 499 HV 0,005 y en una segunda fase intermetálica una dureza mayor, 725 HV 0,005.

Esta muestra presenta en conjunto una estructura muy fina, una alta resistencia y dureza. Esta muestra presenta una buena capacidad de conformación en frío.

La muestra se sometió a pruebas de corrosión junto con muestras de referencia.

- 30 Para las pruebas de corrosión, las muestras se sumergieron hasta la mitad en una mezcla de aceite de motor, 20% bioetanol E85 (85% etanol) y ácido sulfúrico. El valor pH estaba ajustado a 2,6. Los ensayos se realizaron a 60 °C. La muestra se mantuvo en esta mezcla durante 2 días, a continuación se desmontó y se evaluó mediante microscopía óptica.

- 35 La Figura 4 muestra en cada caso la parte de la muestra sometida a la prueba de corrosión. Las fotografías con microscopio óptico de la Figura 4 únicamente muestran casos aislados de un ataque corrosivo local muy pequeño. Por lo tanto, el material situado a mayor profundidad está eficazmente libre de corrosión. En la superficie se podían detectar residuos de capa de recubrimiento. Se ha de destacar que no solo la fase α , sino también los límites de grano y la fase β son resistentes a la corrosión.

- 40 La Figura 5 muestra el resultado de una muestra comparativa de la aleación CuZn37Mn3Al2PbSi, que ha sido fabricada y sometida a prueba de corrosión con los mismos parámetros. Se puede distinguir claramente una formación de capas local (sobre todo en la imagen izquierda).

Como muestra de referencia también se fabricó y se sometió a prueba de corrosión con los mismos parámetros una muestra de la aleación CuZn36 (véase la Figura 6). En el caso de esta muestra se puede observar la aparición de fisuras de corrosión y una tracción de injerto.

- 45 En el caso de la imagen derecha de la fila inferior de la Figura 6 se realizó adicionalmente un tratamiento con ácido sulfúrico puro muy concentrado.

La conductividad eléctrica de esta muestra es de 8 MS/m y, por lo tanto, corresponde a la conductividad eléctrica de la aleación de referencia CuZn37Mn3Al2PbSi. La conductividad eléctrica de esta muestra es considerablemente más baja que la conductividad eléctrica de la otra muestra de referencia, que presenta una conductividad eléctrica de aproximadamente 15,5 MS/m.

5 **Ensayo 2:**

En una segunda serie de ensayos se fundieron y se extruyeron piezas de muestra de una aleación con la siguiente composición:

	Cu	Mn	Sn	Fe	Ni	Al	Si	Zn
Muestra 2	59,5	2,0	0,9	0,4	0,05	0,05	0,5	Resto

10 Las fotografías con microscopio óptico de la muestra reproducidas en la Figura 7 presentan una matriz β - α con siliciuros embebidos. La proporción de fases intermetálicas - en este caso: siliciuros - es de aproximadamente un 3,7%.

15 Las fotografías con microscopio electrónico de barrido de la muestra reproducidas en la Figura 8 permiten distinguir el tamaño, solo pequeño, de las precipitaciones. Los siliciuros presentan tamaños entre 8 y 12 μm . La fase α se alargada en la dirección de corte mostrada y presenta tamaños de grano en la extensión longitudinal de aproximadamente 100 - 120 μm .

La Figura 9 muestra una fotografía con microscopio electrónico de barrido en áreas de las muestras de la Figura 8 (imagen 1). Las áreas en las que se han realizado los análisis EDX están identificadas en la Figura 9 y reproducidas en la Tabla 2.

20 Como resultado se puede constatar que el manganeso está ligado predominantemente en las fases α y β , mientras que el estaño está disuelto en la fase β .

25 En esta muestra se realizaron exámenes de dureza, en concreto en relación con la macrodureza y con la microdureza. La macrodureza se midió según Brinell y condujo a un resultado de 96 HB 2,5/62,5. La microdureza se determinó según Vickers. En la matriz se determinó una dureza Vickers de 88 HV 0,005 en la fase α y de 125 HV 0,005 en la fase β . Naturalmente, las fases intermetálicas son mucho más duras. Aquí se determinaron durezas de aproximadamente 518 HV 0,005.

30 En una muestra extruida se realizaron igualmente exámenes de dureza, en concreto en relación con la macrodureza y con la microdureza. La macrodureza se midió según Brinell y condujo a un resultado de 86 - 100 HB 2,5/62,5. La microdureza se determinó según Vickers. En la matriz se determinó una dureza Vickers de 86 HV 0,005 en la fase α y de 122 HV 0,005 en la fase β . Naturalmente, las fases intermetálicas son mucho más duras. Aquí se determinaron durezas de aproximadamente 707 HV 0,005.

35 En la muestra extruida se realizaron pruebas de desgarrar para determinar valores de resistencia. Se realizaron exámenes en muestras del principio de extrusión y del final de extrusión. De este modo se obtiene información sobre los valores de resistencia que se establecen en función de la temperatura de extrusión. Normalmente, la temperatura de extrusión al comienzo del proceso de extrusión es algo mayor que durante la extrusión del área final de una barra de muestra de este tipo. Las muestras examinadas de la barra extruida condujeron a los siguientes valores de resistencia:

Rp0,2 [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	A [%]
150 - 220	430 - 470	30 - 40

40 Los márgenes de fluctuación en los datos arriba mostrados se basan en las diferencias en la posición de la muestra - principio de extrusión o final de extrusión -. En este ejemplo de realización, los valores de resistencia a la tracción más altos resultan de las muestras del final de extrusión, mientras que los valores más bajos proceden de muestras del principio de extrusión. El alargamiento de rotura en esta muestra se comporta al revés. Los valores más bajos proceden de muestras del final de extrusión.

La Figura 10 muestra el comportamiento de endurecimiento durante el recocido de la muestra fabricada a partir de esta aleación. Las muestras se calentaron a temperatura, se mantuvieron para un calentamiento completo y

después se enfriaron de nuevo al aire. El diagrama de temperaturas de recocido muestra claramente que se produce un valor máximo de endurecimiento a aproximadamente 730 °C.

Esta muestra presenta en conjunto una estructura muy fina, una alta resistencia y dureza. Esta muestra presenta una buena capacidad de conformación en frío.

5 La muestra se sometió a pruebas de corrosión junto con muestras de referencia. Las pruebas de corrosión se llevaron a cabo tal como ya se ha explicado para el Ensayo 1. Como muestras de referencia se utilizaron las mismas muestras de referencia que en el Ensayo 1. A este respecto se remite a las Figuras 5 y 6 y las observaciones asociadas.

10 La Figura 11 muestra dos fotografías con microscopio óptico de la muestra de la segunda aleación después del tratamiento de corrosión. Se puede observar una formación de capa de recubrimiento (véase la imagen izquierda). La capa de recubrimiento presenta buena adherencia. Únicamente en casos aislados se constató un ligero ataque corrosivo local. Por lo tanto, el material situado a mayor profundidad permanece eficazmente libre de corrosión. También en esta muestra, además de la fase α , los límites de grano y la fase β son resistentes a la corrosión.

15 La conductividad eléctrica de esta muestra es de 8,7 MS/m y, por lo tanto, corresponde a la conductividad eléctrica de la aleación de referencia CuZn37Mn3Al2PbSi. La conductividad eléctrica de esta muestra es considerablemente más baja que la conductividad eléctrica de la otra muestra de referencia, que presenta una conductividad eléctrica de aproximadamente 15,5 MS/m.

Ensayo 3:

20 En una primera serie de ensayos se fundieron y se extruyeron piezas de muestra de una aleación con la siguiente composición:

	Cu	Mn	Sn	Fe	Ni	Al	Si	Zn
Muestra 3	55,5	2,0	0,9	0,4	0,05	0,05	0,5	Resto

25 La fotografía con microscopio óptico de la muestra de fundición reproducida en la Figura 12 presenta una estructura de fase β con fase α y siliciuros embebidos. Los siliciuros presentan en el plano de pulido mostrado una forma alargada con una anchura de aproximadamente 10 μm . La fase α también presenta granos alargados con una extensión longitudinal de aproximadamente 60 - 70 μm .

Esta aleación es particularmente adecuada para fabricar productos de aleación que han de ser conformados en caliente.

Las fotografías con microscopio electrónico de barrido de la muestra reproducidas en la Figura 13 permiten distinguir la estructura y el tamaño, solo pequeño, de las precipitaciones.

30 En la imagen 2 de las fotografías con microscopio electrónico de barrido de la Figura 13 se habían llevado a cabo análisis EDX. Las áreas en las que se han realizado los análisis EDX están identificadas en la Figura 14 y reproducidas en la Tabla 1.

Como resultado se puede constatar que el manganeso está ligado predominantemente en las fases α y β , mientras que el estaño está disuelto en la fase β .

35 En una muestra extruida se realizaron exámenes de dureza, en concreto en relación con la macrodureza y con la microdureza. La macrodureza se midió según Brinell y condujo a un resultado de 113 - 122 HB 2,5/62,5. La microdureza se determinó según Vickers. En la matriz se determinó una dureza Vickers de 82 HV 0,005 en la fase α y de 155 HV 0,005 en la fase β . Naturalmente, las fases intermetálicas son mucho más duras. Aquí se determinaron durezas de aproximadamente 980 HV 0,005.

40 En la muestra extruida se realizaron pruebas de desgarro para determinar valores de resistencia. Se realizaron exámenes en muestras del principio de extrusión y del final de extrusión. De este modo se obtiene información sobre los valores de resistencia que se establecen en función de la temperatura de extrusión. Normalmente, la temperatura de extrusión al comienzo del proceso de extrusión es algo mayor que durante la extrusión del área final de una barra de muestra de este tipo. Las muestras examinadas de la barra extruida condujeron a los siguientes valores de resistencia:

45

Rp0,2 [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	A [%]
240 - 250	530 - 550	20 - 30

Los márgenes de fluctuación en los datos arriba mostrados se basan en las diferencias en la posición de la muestra - principio de extrusión o final de extrusión -. En este ejemplo de realización, los valores de resistencia a la tracción más altos resultan de las muestras del final de extrusión, mientras que los valores más bajos proceden de muestras del principio de extrusión. Un aspecto interesante de este ejemplo de realización consiste en que los valores más altos del alargamiento de rotura también proceden de las muestras del final de extrusión. Esto es inesperado, ya que las muestras, a pesar de una mayor resistencia, presentan al mismo tiempo un mayor alargamiento de rotura. Sería de esperar que estas muestras se comportaran en cuanto al alargamiento de rotura igual que las muestras del Ensayo 2.

5 La Figura 15 muestra el comportamiento de endurecimiento durante el recocido de la muestra fabricada a partir de esta aleación. El examen se realizó del mismo modo que el descrito para la muestra según el Ensayo 2. Esto muestra claramente que se produce un valor máximo de endurecimiento a aproximadamente 470 °C. Al continuar aumentando la temperatura se puede observar un reblandecimiento y a partir de aproximadamente 620 °C un nuevo aumento de la dureza.

15 La muestra se sometió a pruebas de corrosión junto con muestras de referencia.

Para las pruebas de corrosión, las muestras se sumergieron hasta la mitad en una mezcla de aceite de motor, 20% bioetanol E85 (85% etanol) y ácido sulfúrico. El valor pH estaba ajustado a 2,6. Los ensayos se realizaron a 60 °C. La muestra se mantuvo en esta mezcla durante 2 días, a continuación se desmontó y se evaluó mediante microscopía óptica.

20 La Figura 16 muestra la parte de la muestra sometida a la prueba de corrosión en varias microfotografías. Las fotografías con microscopio óptico de la Figura 16 muestran que solo está presente un ataque corrosivo muy pequeño y que, por lo tanto, el material situado a mayor profundidad se ha mantenido eficazmente libre de corrosión. En esta muestra se puede observar la formación de una capa de recubrimiento que protege las áreas situadas a mayor profundidad contra la corrosión. Ésta está marcada en la figura en relación con su grosor. En la Figura 16, la capa de recubrimiento está repasada con línea discontinua para identificarla mejor. Tal como muestran los exámenes, esta capa de recubrimiento presenta una buena adherencia. Se ha de destacar que no solo la fase α , sino también los límites de grano y la fase β son resistentes a la corrosión.

30 La muestra se sometió a pruebas de corrosión junto con muestras de referencia. Las pruebas de corrosión se llevaron a cabo tal como ya se ha explicado para el Ensayo 1. Como muestras de referencia se utilizaron las mismas muestras de referencia que en el Ensayo 1. A este respecto se remite a las Figuras 5 y 6 y las observaciones asociadas.

La conductividad eléctrica de la muestra de esta aleación es de 10 MS/m y, por lo tanto, está en el orden de magnitud de la aleación comparativa CuZn37Mn3Al2PbSi.

Ensayo 4:

35 En una segunda serie de ensayos se fundieron y a continuación se extruyeron piezas de muestra de una aleación con la siguiente composición:

	Cu	Mn	Sn	Fe	Ni	Al	Si	Zn
Muestra 4	55,5	2,0	1,7	0,4	0,05	0,05	0,5	Resto

40 La fotografía con microscopio óptico de la muestra de fundición reproducida en la Figura 17 presenta una estructura de fase β con fase α y siliciuros embebidos. Los siliciuros presentan en el plano de pulido mostrado una forma alargada. La anchura es de aproximadamente 10 - 20 μ m.

Esta aleación es particularmente adecuada para fabricar productos de aleación que han de ser conformados en caliente.

Las fotografías con microscopio electrónico de barrido de la muestra reproducidas en la Figura 18 permiten distinguir el tamaño, solo relativamente pequeño, de las precipitaciones.

La Figura 19 muestra una fotografía con microscopio electrónico de barrido en áreas de las muestras de la Figura 19 (imagen 2). Las áreas en las que se han realizado los análisis EDX están identificadas en la Figura 19 y reproducidas en la Tabla 4.

5 Como resultado se puede constatar que el manganeso está ligado a los siliciuros predominantemente en las fases α y β , mientras que el estaño está disuelto en la fase β .

10 En una muestra extruida de esta aleación se realizaron exámenes de dureza, en concreto en relación con la macrodureza y con la microdureza. La macrodureza se midió según Brinell y condujo a un resultado de 121 - 126 HB 2,5/62,5. La microdureza se determinó según Vickers. En la matriz se determinó una dureza Vickers de 97 HV 0,005 en la fase α y de 168 HV 0,005 en la fase β . Naturalmente, las fases intermetálicas son mucho más duras. Aquí se determinaron durezas de aproximadamente 1070 HV 0,005.

15 En la muestra extruida se realizaron pruebas de desgarro para determinar valores de resistencia. Se realizaron exámenes en muestras del principio de extrusión y del final de extrusión. De este modo se obtiene información sobre los valores de resistencia que se establecen en función de la temperatura de extrusión. Normalmente, la temperatura de extrusión al comienzo del proceso de extrusión es algo mayor que durante la extrusión del área final de una barra de muestra de este tipo. Las muestras examinadas de la barra extruida condujeron a los siguientes valores de resistencia:

Rp0,2 [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	A [%]
260 - 270	520 - 550	15 - 25

20 Los márgenes de fluctuación en los datos arriba mostrados se basan en las diferencias en la posición de la muestra - principio de extrusión o final de extrusión -. En este ejemplo de realización, los valores de resistencia a la tracción más altos resultan de las muestras del final de extrusión, mientras que los valores más bajos proceden de muestras del principio de extrusión. Un aspecto interesante también en este ejemplo de realización consiste en que los valores más altos del alargamiento de rotura proceden igualmente de las muestras del final de extrusión. Esto es inesperado, ya que las muestras, a pesar de una mayor resistencia, presentan al mismo tiempo un mayor alargamiento de rotura. Sería de esperar que estas muestras se comportaran en cuanto al alargamiento de rotura igual que las muestras del Ensayo 2.

30 La Figura 20 muestra el comportamiento de endurecimiento durante el recocido de la muestra fabricada a partir de esta aleación. El examen se realizó del mismo modo que el descrito para la muestra según el Ensayo 2. Esto muestra claramente que se produce un primer valor máximo de endurecimiento a aproximadamente 450 - 510 °C. Después de un reblandecimiento que tiene lugar a continuación de este valor máximo de endurecimiento, aproximadamente a 670 °C se alcanza otro valor máximo de endurecimiento.

35 La Figura 21 muestra en una comparación una imagen de la estructura de una muestra de la aleación del Ensayo 4 en el estado de la estructura al alcanzar un valor máximo de endurecimiento, en concreto a 520 °C (imagen izquierda) y después de alcanzar el segundo valor máximo de endurecimiento, en concreto a 770 °C (imagen derecha). Una vez alcanzada dicha temperatura, estas muestras se han templado en agua para enfriar la estructura de la temperatura de recocido. La comparación de las dos fotografías de estructura muestra claramente que la estructura con el valor máximo de endurecimiento más alto (imagen derecha) presenta granos mucho más finos. Esto se debe a las precipitaciones muy finas de las fases duras, en particular de los siliciuros. La mayor dureza debida a las precipitaciones de fase dura de granos muy finos también se puede plantear como endurecimiento por precipitación.

40 La muestra se sometió a pruebas de corrosión junto con muestras de referencia. Las pruebas de corrosión se llevaron a cabo tal como ya se ha explicado para el Ensayo 1. Como muestras de referencia se utilizaron las mismas muestras de referencia que en el Ensayo 1. A este respecto se remite a las Figuras 5 y 6 y las observaciones asociadas.

45 La Figura 22 muestra dos fotografías con microscopio óptico de la muestra de la segunda aleación después del tratamiento de corrosión. Se puede observar una formación de capa de recubrimiento. Por lo tanto, el material situado a mayor profundidad se mantiene eficazmente libre de corrosión. En la imagen izquierda de la Figura 21, la capa de recubrimiento está repasada con línea discontinua. También en esta muestra, además de la fase α , los límites de grano y la fase β son resistentes a la corrosión.

50 La conductividad eléctrica de la muestra de esta aleación es de 10 MS/m y, por lo tanto, está en el orden de magnitud de la aleación comparativa CuZn37Mn3Al2PbSi.

REIVINDICACIONES

1. Aleación especial de latón sin plomo con
un 50 - 65% en peso de Cu;
un 0,4 - 3% en peso de Mn;
5 un 0,55 - 3% en peso de Sn;
a lo sumo un 1% en peso de Fe;
a lo sumo un 1% en peso de Ni;
a lo sumo un 1% en peso de Al;
a lo sumo un 1,5% en peso de Si;
- 10 y el resto Zn junto con impurezas inevitables,
siendo la suma de los elementos Mn y Sn al menos igual a un 1,3% en peso y a lo sumo igual a un 6,0% en peso.
2. Aleación especial de latón según la reivindicación 1 con
un 56 - 62% en peso de Cu;
un 1,5 - 2,3% en peso de Mn;
15 un 1,4 - 2,2% en peso de Sn;
un 0,1 - 0,7% en peso de Fe;
a lo sumo un 0,3% en peso de Ni;
a lo sumo un 0,5% en peso de Al o a lo sumo un 0,7% en peso de Al;
un 0,25 - 0,85% en peso de Si;
- 20 y el resto Zn junto con impurezas inevitables.
3. Aleación especial de latón según la reivindicación 2 con
un 57 - 61,5% en peso de Cu;
un 1,7 - 2,2% en peso de Mn;
un 1,5 - 2,1% en peso de Sn;
25 un 0,1 - 0,7% en peso de Fe;
a lo sumo un 0,3% en peso de Ni;
a lo sumo un 0,5% en peso o a lo sumo un 0,7% en peso de Al;
un 0,3 - 0,7% en peso de Si;
y el resto Zn junto con impurezas inevitables.
- 30 4. Aleación especial de latón según la reivindicación 2 o 3, caracterizada por que los elementos Mn y Sn están presentes en la aleación en una relación del Mn con respecto al Sn de 0,95 a 1,15.
5. Aleación especial de latón según la reivindicación 4, caracterizada por que el contenido de Mn es entre un 8% y un 15% mayor que el contenido de Sn.
6. Aleación especial de latón según la reivindicación 1 con
35 un 57 - 61,5% en peso de Cu;
un 1,7 - 2,2% en peso de Mn;
un 0,6 - 1,2% en peso de Sn;

- un 0,1 - 0,7% en peso de Fe;
a lo sumo un 0,3% en peso de Ni;
a lo sumo un 0,5% en peso de Al o a lo sumo un 0,7% en peso de Al;
un 0,3 - 0,7% en peso de Si;
- 5 y el resto Zn junto con impurezas inevitables.
7. Aleación especial de latón según la reivindicación 6, caracterizada por que los elementos Mn y Sn están presentes en la aleación en una relación del Mn con respecto al Sn de 1,65 a 1,9.
8. Aleación especial de latón según la reivindicación 7, caracterizada por que el contenido de Mn es entre un 60% y un 85% mayor que el contenido de Sn.
- 10 9. Aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizada por que el contenido de Fe es de un 0,3 a un 0,5% en peso.
10. Aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizada por que el contenido de Sn es de un 1,9 - 2,1% en peso.
- 15 11. Aleación especial de latón según la reivindicación 6, caracterizada por que el contenido de Sn es de un 0,9 - 1,1% en peso.
12. Aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 2 a 11, caracterizada por que el contenido de Mn está entre el 1,9 - 2,1% en peso.
13. Aleación especial de latón según la reivindicación 1 con
- un 52 - 59% en peso de Cu;
- 20 un 1,5 - 2,7% en peso de Mn;
un 0,55 - 2,5% en peso de Sn;
un 0,1 - 1% en peso de Fe;
a lo sumo un 0,2% en peso de Ni;
a lo sumo un 0,3% en peso de Al;
- 25 un 0,15 - 1% en peso de Si;
y el resto Zn junto con impurezas inevitables.
14. Aleación especial de latón según la reivindicación 13 con
- un 53 - 59% en peso de Cu;
- un 1,6 - 2,5% en peso de Mn;
- 30 un 0,55 - 1,4% en peso de Sn;
un 0,1 - 1% en peso de Fe;
a lo sumo un 0,2% en peso de Ni;
a lo sumo un 0,3% en peso de Al;
- un 0,15 - 1% en peso de Si;
- 35 y el resto Zn junto con impurezas inevitables.
15. Aleación especial de latón según la reivindicación 14, caracterizada por que los elementos Mn y Sn están presentes en la aleación en una relación del Mn con respecto al Sn de 1,65 a 1,9.
16. Aleación especial de latón según la reivindicación 13 con
- un 53 - 59% en peso de Cu;
- 40 un 1,6 - 2,5% en peso de Mn;

un 1,2 - 2,2% en peso de Sn;

un 0,1 - 1% en peso de Fe;

a lo sumo un 0,2% en peso de Ni;

a lo sumo un 0,3% en peso de Al;

5 un 0,15 - 1% en peso de Si;

y el resto Zn junto con impurezas inevitables.

17. Aleación especial de latón según la reivindicación 13, caracterizada por que los elementos Mn y Sn están presentes en la aleación en una relación del Mn con respecto al Sn de 1,0 a 1,25.

10 18. Aleación especial de latón según la reivindicación 14, caracterizada por que el contenido de Sn es del 0,6 - 1,3% en peso.

19. Aleación especial de latón según la reivindicación 16, caracterizada por que el contenido de Sn es del 1,3 - 2,1% en peso.

15 20. Producto de aleación especial de latón fabricado a partir de una aleación especial de latón según la reivindicación 14, caracterizado por que el producto de aleación especial de latón extruido presenta valores de resistencia a la tracción $R_{p0,2}$ entre 240 y 250 N/mm² y R_m entre 530 y 550 N/mm², así como un alargamiento de rotura entre un 20% y un 30%, presentando los productos de aleación especial de latón con valores de resistencia a la tracción más altos al mismo tiempo un mayor alargamiento de rotura.

20 21. Producto de aleación especial de latón fabricado a partir de una aleación especial de latón según la reivindicación 16, caracterizado por que el producto de aleación especial de latón extruido presenta valores de resistencia a la tracción $R_{p0,2}$ entre 260 y 270 N/mm² y R_m entre 520 y 550 N/mm², así como un alargamiento de rotura entre un 15% y un 25%, presentando los productos de aleación especial de latón con valores de resistencia a la tracción más altos al mismo tiempo un mayor alargamiento de rotura.

22. Producto de aleación especial de latón fabricado a partir de una aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado por que la conductividad eléctrica es menor de 12 MS/m.

25 23. Producto de aleación especial de latón fabricado a partir de una aleación especial de latón según una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado por que dicho producto de aleación consiste en una parte de cojinete, preferiblemente para ser utilizada en un cojinete en un entorno con aceite.

24. Producto de aleación especial de latón según la reivindicación 23, caracterizado por que la parte de cojinete consiste en una parte para un cojinete de turbocompresor.

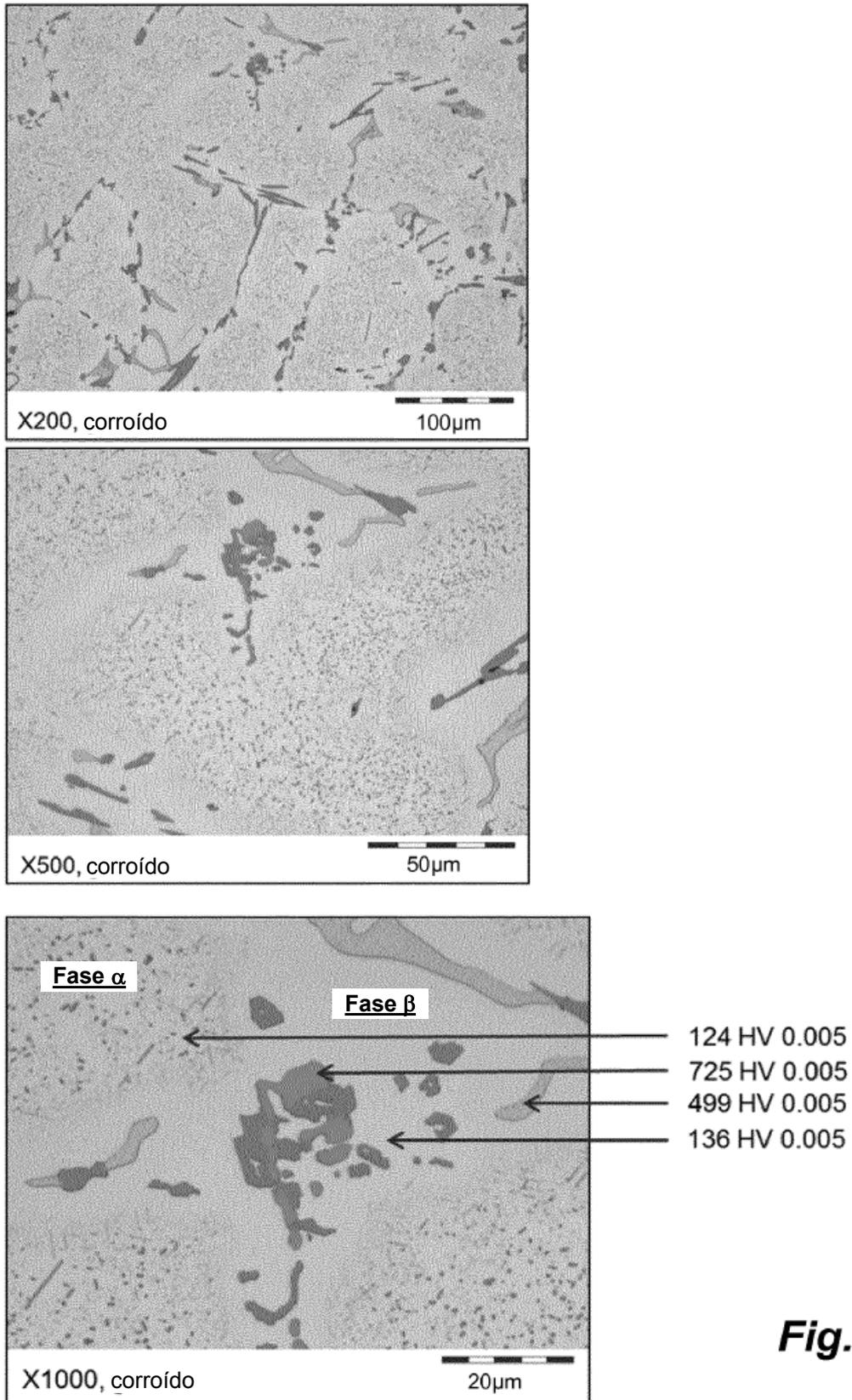


Fig. 1

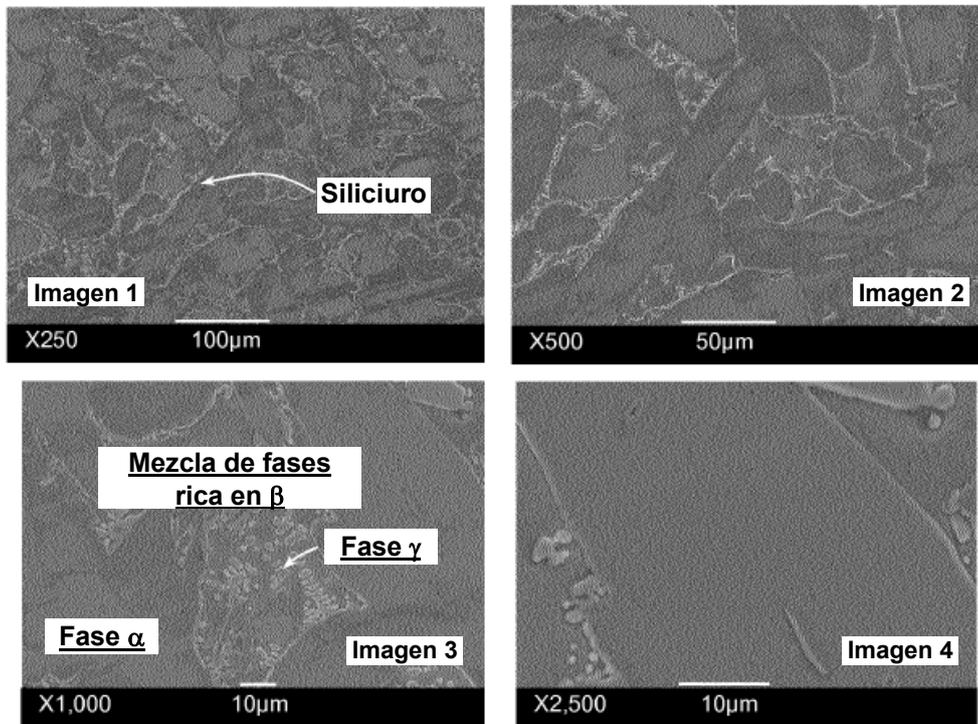


Fig. 2

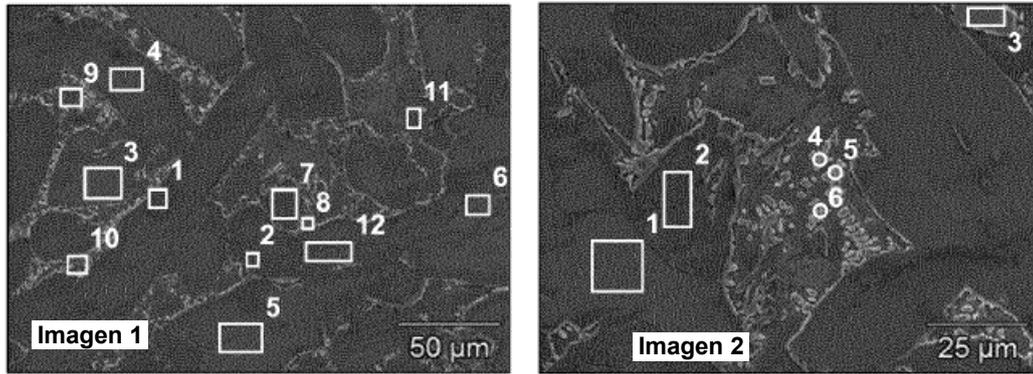


Fig. 3

Imagen 1	Si-K	Mn-K	Fe-K	Cu-K	Zn-K	Sn-L	Fase
Punto 1	16,07	18,18	63,50				Siliciuro
Punto 2	15,82	20,75	48,14				Siliciuro
Punto 3		1,38		63,34	35,29		Alfa
Punto 4		1,40		62,51	36,09		Alfa
Punto 5		1,68		64,16	34,16		Alfa
Punto 6		1,45		62,27	36,28		Alfa
Punto 7		1,02		62,79	36,19		Alfa
Punto 8		1,75		50,23	33,95	14,08	Gamma
Punto 9		1,71		52,85	42,03	3,41	Beta
Punto 9	8,00	15,38	3,98	41,10	27,89	3,65	Mezcla de fases
Punto 10		1,45		53,60	42,10	2,85	Beta
Punto 11		1,39		63,86	34,76		Beta

Imagen 2	Al-K	Mn-K	Cu-K	Zn-K	Sn-L	Fase
Punto 1		1,28	64,27	34,45		Alfa
Punto 2		1,10	62,46	36,43		Alfa
Punto 3		1,52	49,81	34,63	14,04	Beta
Punto 4	0,29	1,58	49,60	33,26	15,26	Gamma
Punto 5	0,39	1,35	51,97	31,46	14,84	Gamma
Punto 6		1,42	51,32	32,60	14,66	Gamma

Tab.1

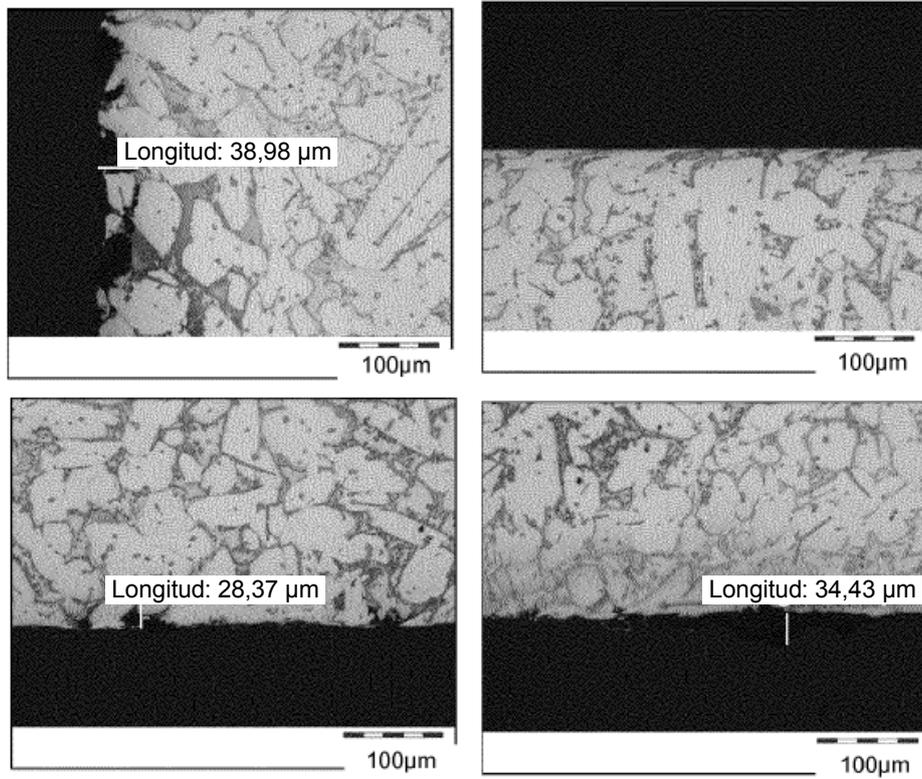


Fig. 4

CuZn37Mn3Al2PbSi

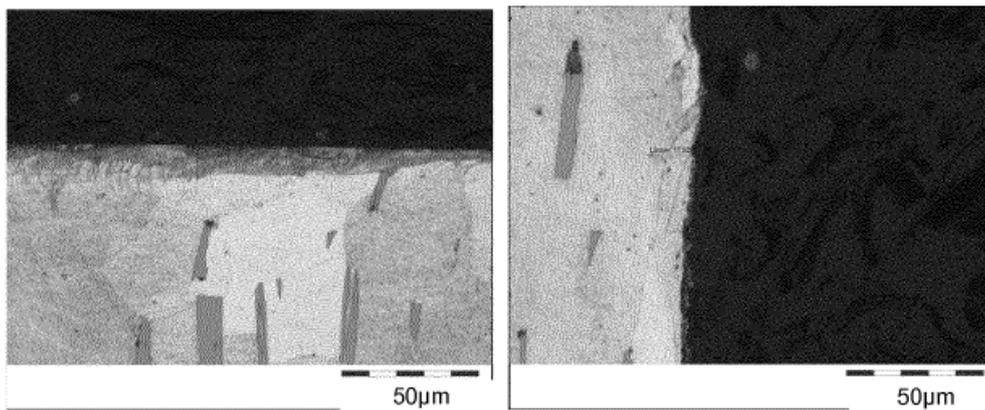


Fig. 5

CuZn36

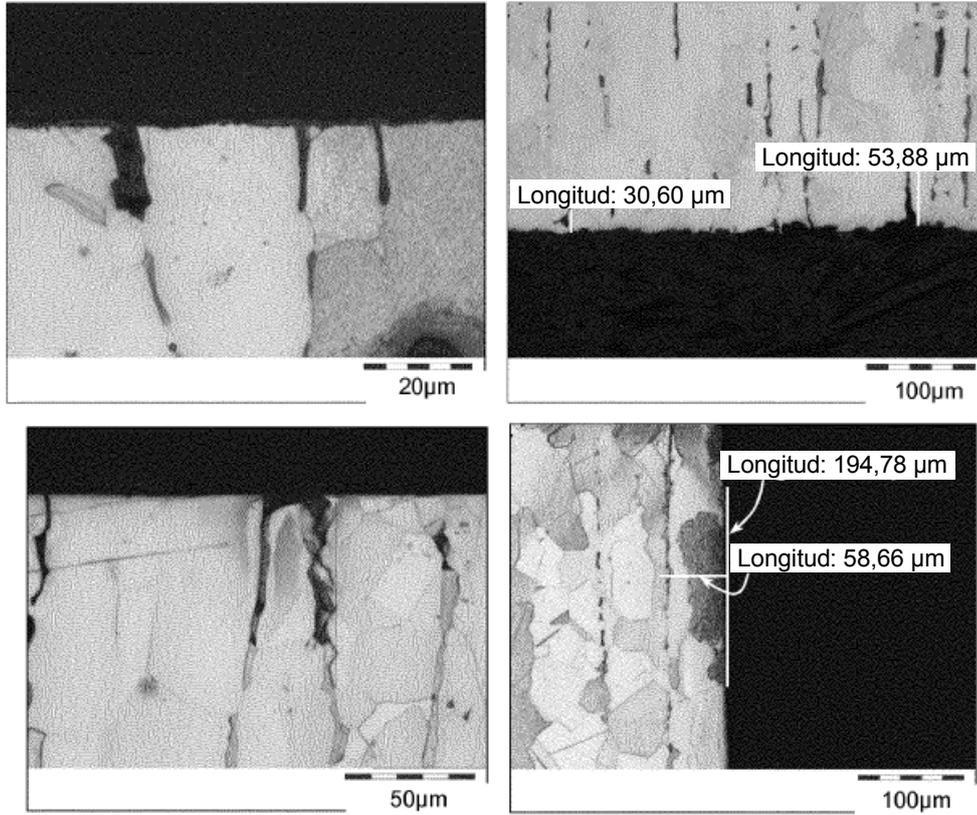


Fig. 6

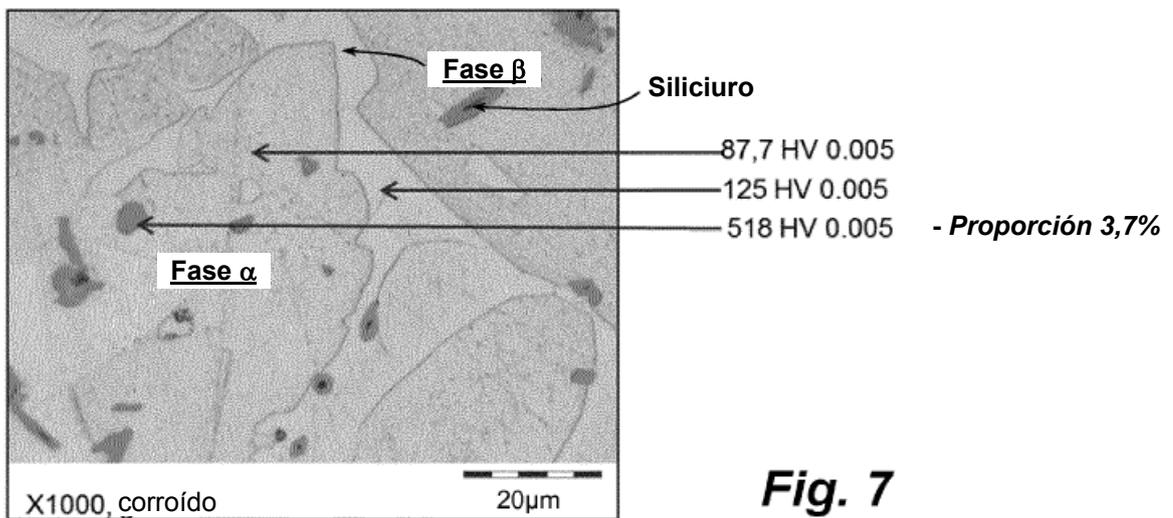
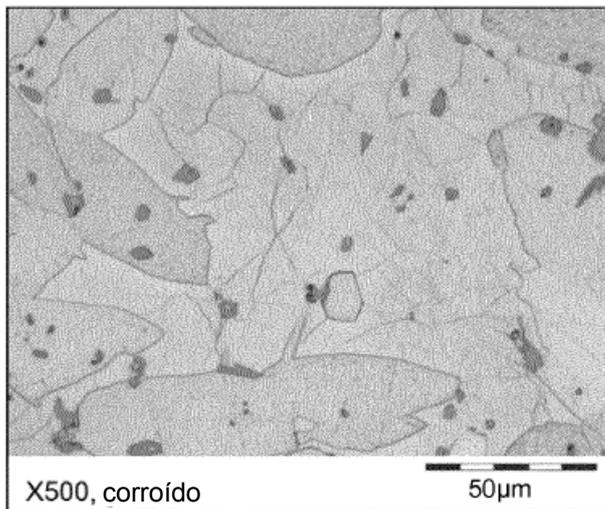
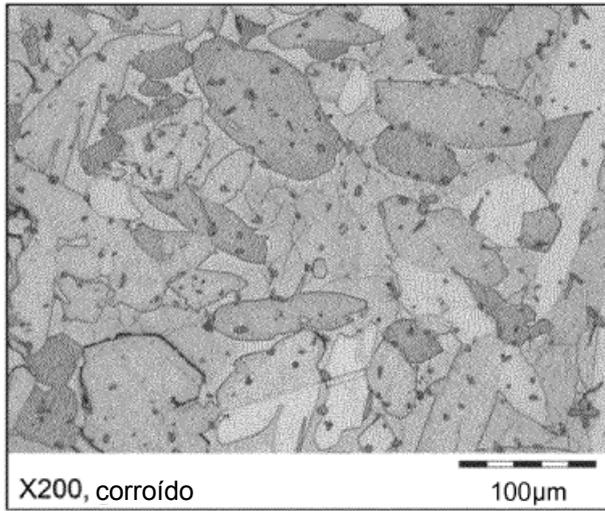


Fig. 7

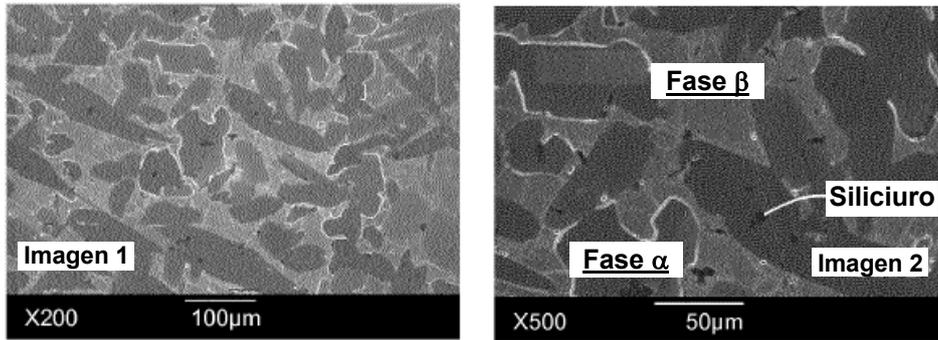


Fig. 8

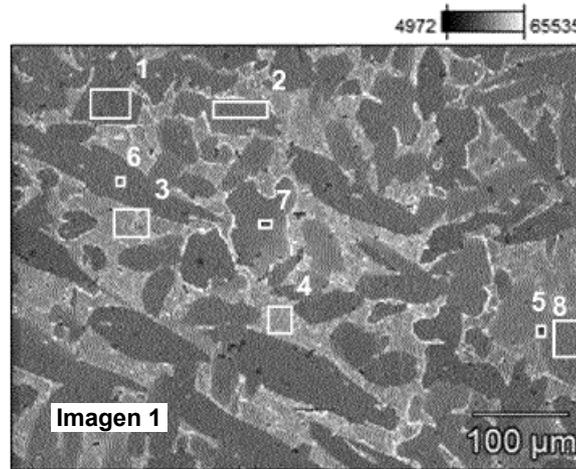


Fig. 9

	Si-K	Mn-K	Fe-K	Cu-K	Zn-K	Sn-L	Fase
<i>Punto 1</i>	0,99	2,60		60,48	35,92		Fase alfa
<i>Punto 2</i>		1,18		62,29	36,54		Fase alfa
<i>Punto 3</i>	1,96	4,59		50,41	40,73	2,32	Fase beta
<i>Punto 4</i>	0,37	1,79		54,36	41,19	2,29	Fase beta
<i>Punto 5</i>	0,32	1,12		63,37	35,20		Fase alfa
<i>Punto 6</i>	18,26	27,64	34,65	13,91			Siliciuro
<i>Punto 7</i>	15,38	19,43	36,88	18,01			Siliciuro
<i>Punto 8</i>	18,33	27,94	34,70	11,83			Siliciuro

Tab. 2

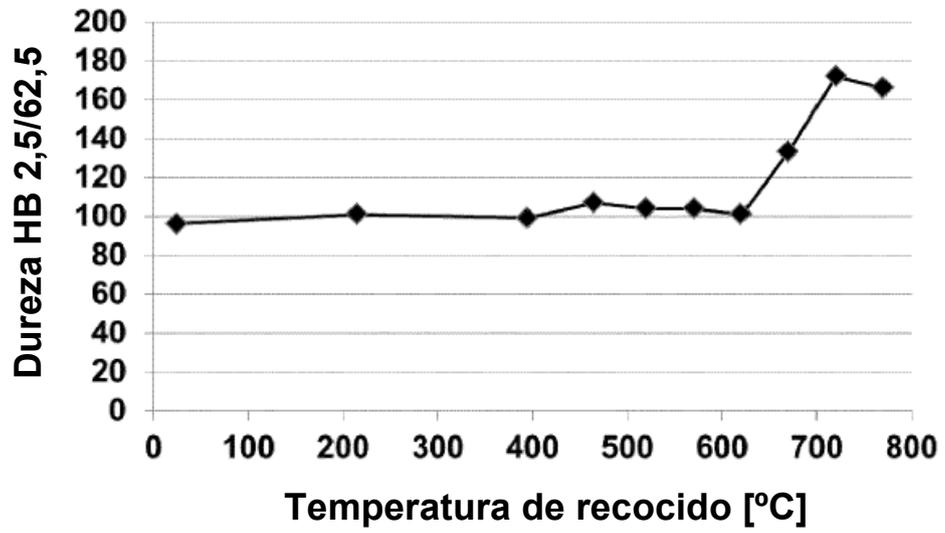


Fig. 10

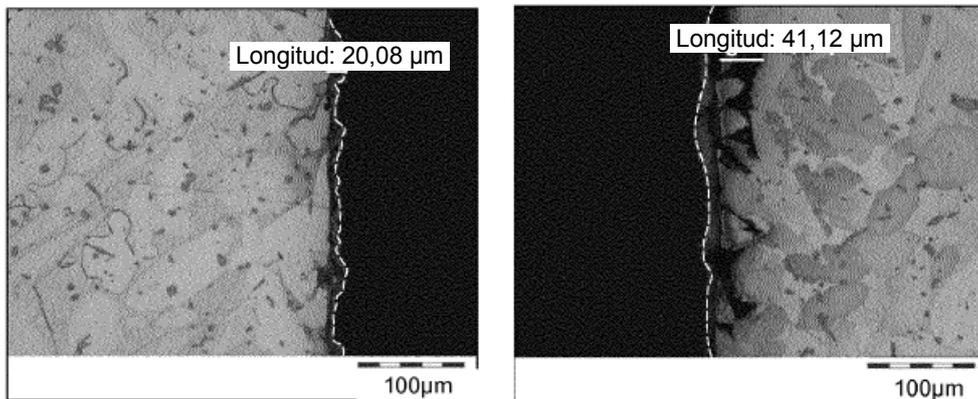


Fig. 11

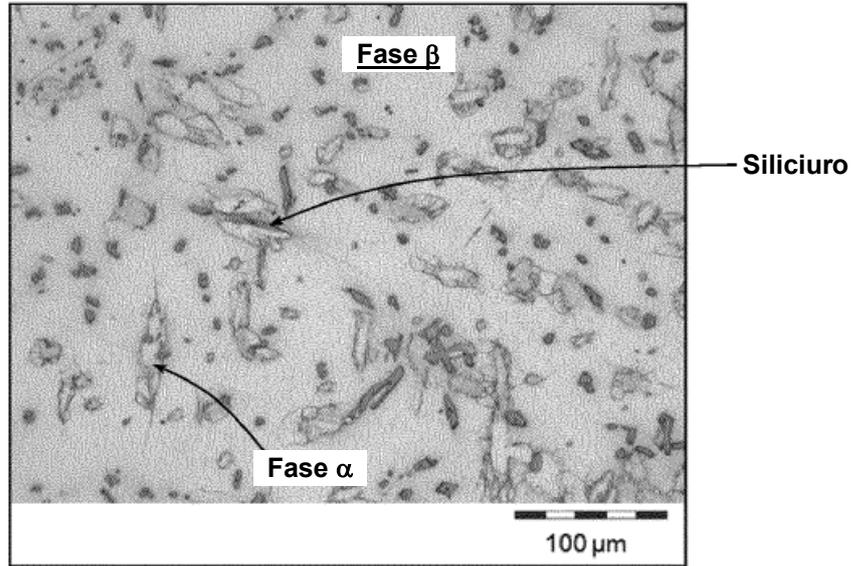


Fig. 12

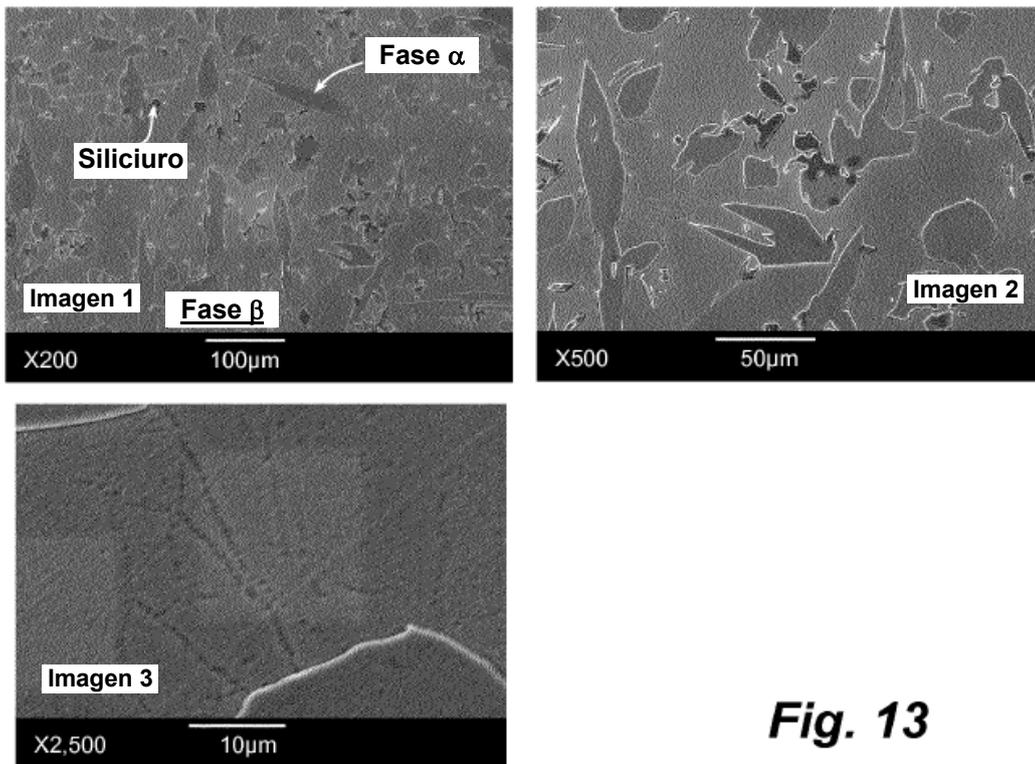


Fig. 13

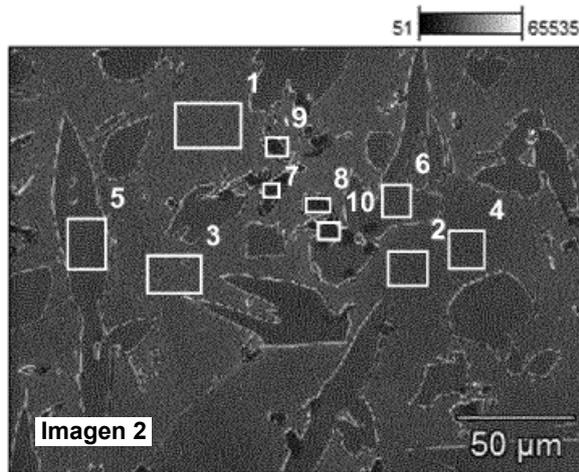


Fig. 14

	Si-K	Mn-K	Fe-K	Cu-K	Zn-K	Sn-L	Fase
<i>Punto 1</i>		1,30	0,00	54,17	43,07	1,46	Fase beta
<i>Punto 2</i>		1,36		52,94	44,62	1,08	Fase beta
<i>Punto 3</i>	0,18	1,19		52,65	44,61	1,37	Fase beta
<i>Punto 4</i>		1,13	0,02	54,22	43,43	1,20	Fase beta
<i>Punto 5</i>		1,05	0,00	62,33	36,62		Fase alfa
<i>Punto 6</i>		1,01	0,18	60,09	38,71		Fase alfa
<i>Punto 7</i>	21,49	16,20	59,70				Siliciuro
<i>Punto 8</i>	19,47	15,72	55,18				Siliciuro
<i>Punto 9</i>	17,92	15,93	42,68				Siliciuro
<i>Punto 10</i>	17,85	13,40	63,63				Siliciuro

Tab. 3

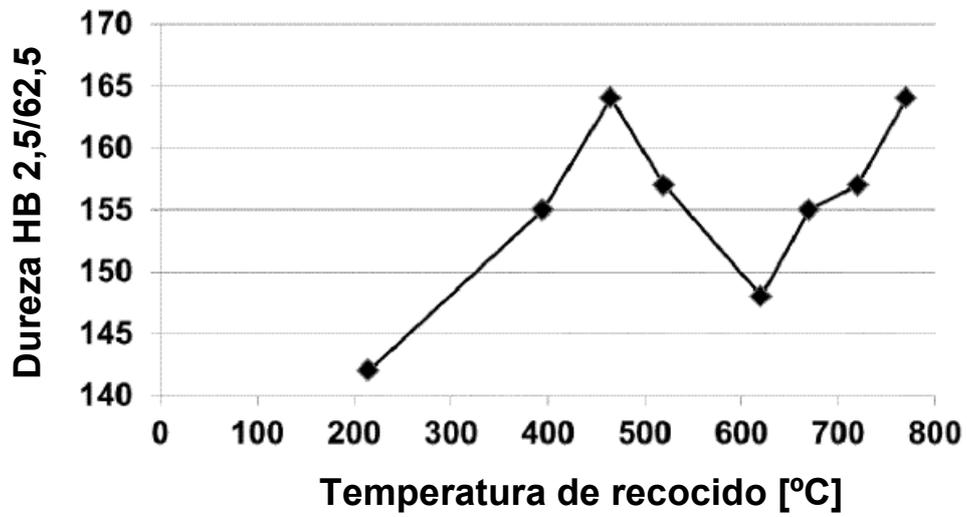


Fig. 15

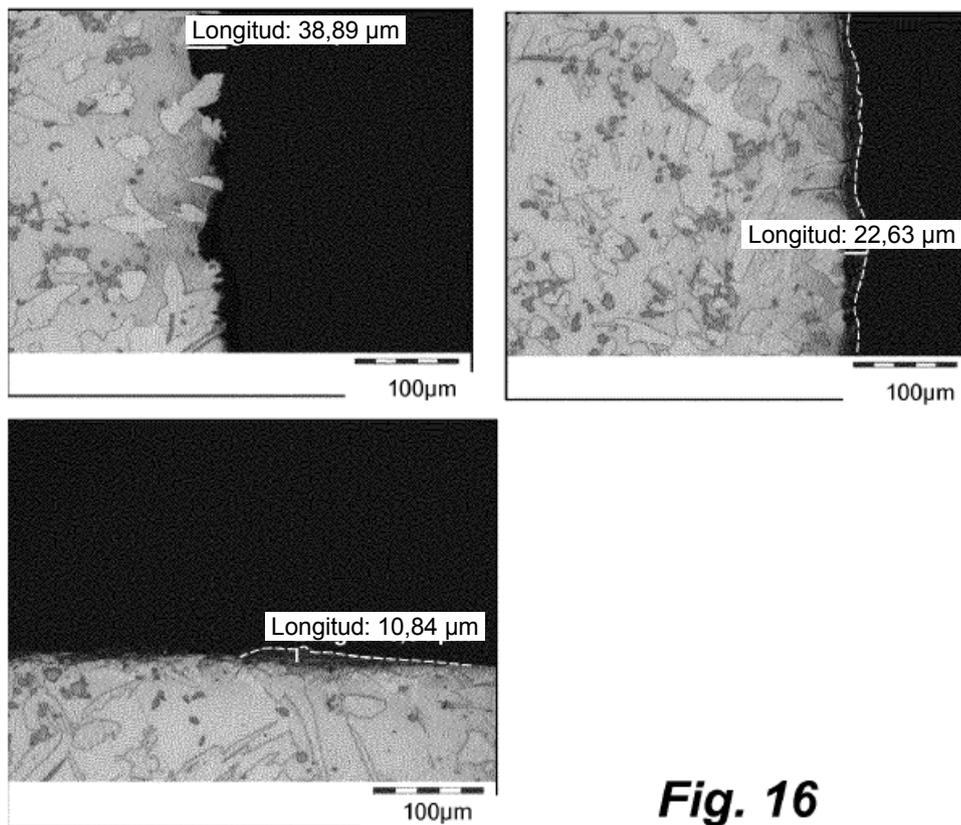


Fig. 16

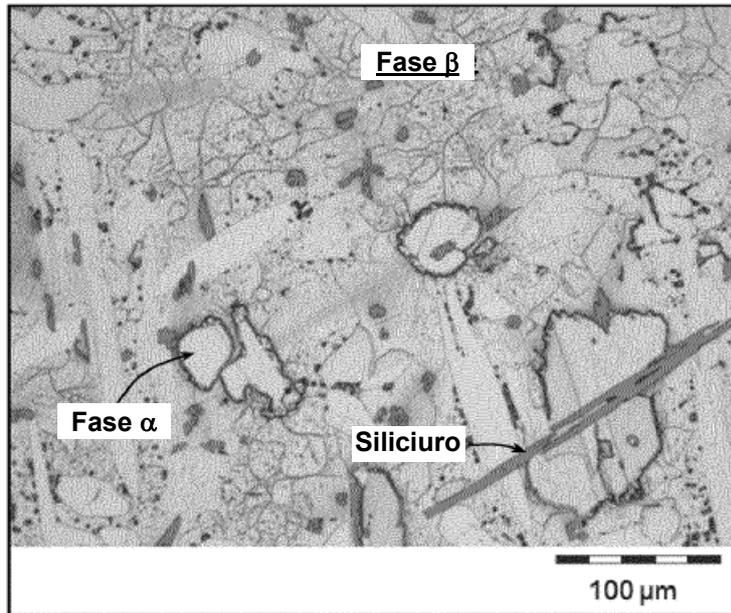


Fig. 17

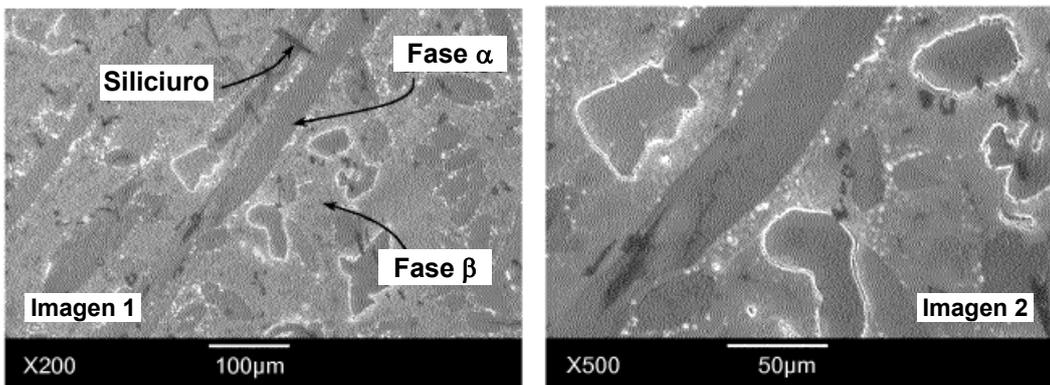


Fig. 18

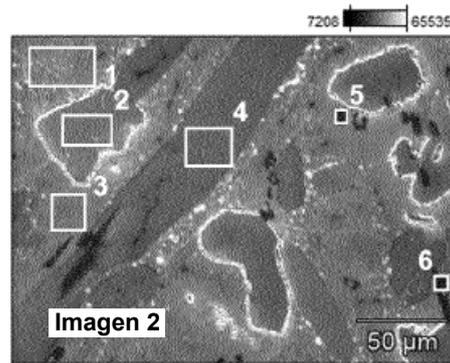


Fig. 19

	Si-K	P-K	Mn-K	Fe-K	Cu-K	Zn-K	Sn-L	Fase
Punto 1			1,00		53,96	42,38	2,66	Fase beta
Punto 2			0,72		62,55	37,73		Fase alfa
Punto 3			1,11		53,30	42,97	2,62	Fase beta
Punto 4			0,78		62,10	37,12		Fase alfa
Punto 5	21,46	0,28	52,44	14,56				Siliciuro
Punto 6	20,80		52,68	9,61				Siliciuro

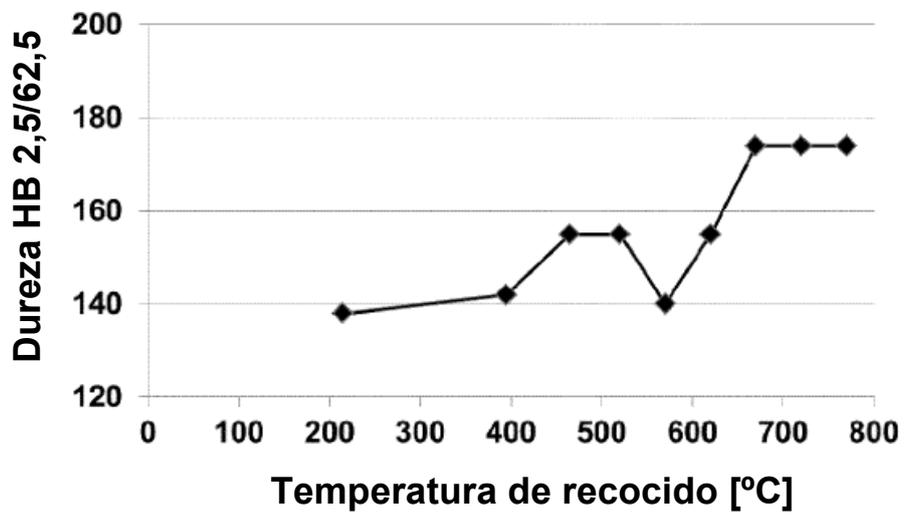


Fig. 20

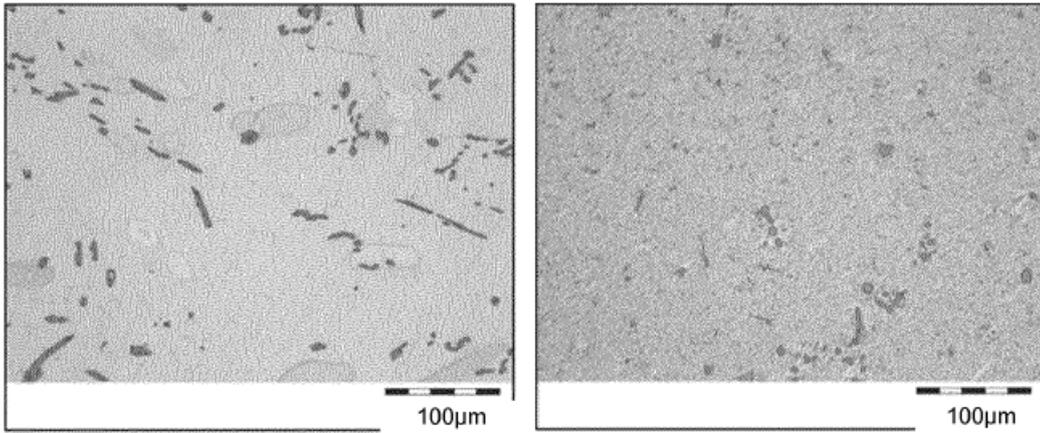


Fig. 21

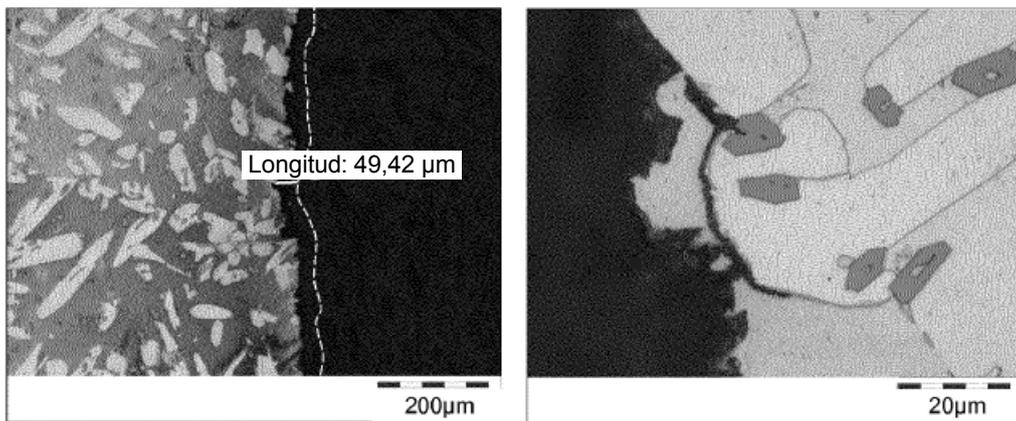


Fig. 22