



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 294 604**

51 Int. Cl.:

**C22F 1/08** (2006.01)

**C22C 9/02** (2006.01)

**C22C 9/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05016381 .5**

86 Fecha de presentación : **28.07.2005**

87 Número de publicación de la solicitud: **1749897**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.02.2007**

54

Título: **Procedimiento de fabricación de piezas fundidas en cobre, con tendencia a la migración reducida.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.04.2008**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.04.2008**

73

Titular/es:  
**Gebr. Kemper GmbH + Co. KG. Metallwerke  
Harkortstrasse 5  
57462 Olpe, DE  
JRG Gunzenhauser AG.;  
R. Nussbaum AG. Metallgiesserei und  
Armaturenfabrik y  
VIEGA GmbH & Co. KG.**

72

Inventor/es: **Leistritz, Frank;  
Müller, Katrin y  
Zeiter, Patrik**

74

Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 294 604 T3

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

# ES 2 294 604 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de piezas fundidas en cobre, con tendencia a la migración reducida.

5 Método para la producción de componentes transportadores de agua de una tubería de agua.

La presente invención se refiere a un método para la producción de componentes transportadores de agua de una instalación de agua potable con tendencia a la migración reducida. La presente invención se refiere particularmente a accesorios y griferías que se ponen en contacto con el agua potable conducido en las tuberías de agua.

10 Actualmente los sistemas de tuberías con tuberías transportadoras de agua -siempre que las mismas se produzcan de un material metálico-, particularmente de tuberías de agua potable en edificios, se fabrican de acero inoxidable o cobre. Otros materiales metálicos no se consideran seriamente debido a la problemática de la corrosión. Son habituales las aleaciones de cobre para la producción de componentes en instalaciones de agua potable, particularmente latón y bronce industrial. Estas aleaciones de cobre muestran una resistencia a la corrosión lo suficientemente buena con un uso permanente en tuberías de agua, particularmente de agua potable. Sin embargo, no siempre cumplen los requerimientos esperados actualmente. Los mismos se establecen particularmente por la renovada normativa de agua potable del 21 de mayo del 2001, que establece valores de tolerancia claramente disminuidos para la emisión de iones metálicos al agua potable. La normativa de agua potable limita el número máximo admisible de iones metálicos en el agua potable, particularmente respecto a iones de cobre, plomo, níquel y arsénico. Estos iones pueden estar contenidos de forma originaria en el agua potable. Adicionalmente puede suceder una migración desde los componentes metálicos al agua potable. Cuanto mayor sea la cantidad de los iones contenidos originariamente en el agua potable, mayor son los requerimientos a los componentes de la tubería de agua potable respecto a la migración.

25 La DIN 50930-6 de agosto del 2001 regula la influencia de la naturaleza del agua potable por iones metálicos disueltos y limita los umbrales superiores admisibles de elementos de aleaciones de accesorios y griferías de aleaciones de cobre, para minimizar su migración al agua potable. A pesar de esto, los componentes actuales en instalaciones de agua potable, para cuya producción se usan aleaciones de cobre, presentan una cierta migración de cobre, cinc, estaño, plomo, níquel y arsénico, y por tanto, los especialistas se esfuerzan en proponer medidas adecuadas con las que se pueda continuar disminuyendo la migración de iones metálicos al agua sin tener que renunciar a las ventajas de componentes metálicos para la instalación de agua potable.

35 En la DIN EN de 1982 se resumen representantes habituales de aleaciones de fundición de bronce. En este documento se menciona a modo de ejemplo la aleación de bronce industrial CuSn5Zn5Pb5 con respectivamente del 4 al 6% de estaño, cinc y plomo con un contenido de hasta el 2,0% en peso de níquel y hasta el 0,1% en peso de fósforo y añadidos de hasta el 0,3% en peso de hierro y hasta el 0,25% de antimonio. Este material se caracteriza por una buena capacidad de fundición y resistencia a la corrosión incluso con respecto a agua de mar. Respecto a la emisión de iones metálicos al agua, este material, mientras tanto, con el trasfondo de los valores umbral esperables en un futuro se tiene que considerar como no satisfactorio. Se critica particularmente el elevado contenido en plomo de CuSn5Zn5Pb5.

40 El documento GB-1 443 090 describe una aleación de cobre mejorada respecto a la eliminación de cinc con entre un 80 y un 90% en peso de cobre, entre un 6,3 y un 17,5% en peso de cinc y entre un 2,8 y un 4,75% en peso de silicio como componentes esenciales de la aleación con entre un 0,03 y un 0,05% en peso de arsénico. Para mejorar las características de corrosión, de acuerdo con la propuesta de solución del documento GB-1 443 090, se propone un tratamiento térmico de las partes fundidas. Durante ese tratamiento térmico, las piezas fundidas se recuecen a temperaturas entre 600°C y 750°C a lo largo de 5 a 10 días y a continuación se enfrían bruscamente. Este tratamiento térmico se realiza con el objetivo de obtener la fase alfa y zeta preferible respecto a la corrosión. Por el enfriamiento brusco se debe evitar particularmente a la formación de fases cuya resistencia a la corrosión es reducida, es decir, la fase  $\mu$  y  $\chi$ .

50 El documento EP 0 147 592 describe la producción de piezas extrudidas de latón de piezas de fundición de latón. Las piezas de latón se forjan y, después de un tratamiento térmico, se enfrían a una velocidad de enfriamiento de 0,8 K/s por segundo. De este modo se debe proporcionar un componente para una tubería transportadora de agua con elevada resistencia.

55 Además de la de silicio-bronce conocida a partir de la solicitud publicada de patente británica que se ha mencionado anteriormente, a partir del documento EP-1 045 041 ya se conoce una aleación de cobre sin plomo, que debe presentar una propiedad de virutaje satisfactoria y que comprende hasta el 79% en peso de cobre, entre el 2 y el 4% en peso de silicio y el resto como cinc. Esta aleación se considera especialmente para la producción de griferías, accesorios y piezas similares para sistemas de tuberías transportadoras de agua. La aleación no se comporta como el bronce industrial, y por lo tanto, no lo puede sustituir.

60 A partir del documento GB-1 385 411 se conoce una aleación de cobre con hasta el 10% en peso de aluminio y hasta el 5% en peso de hierro para la producción de componentes transportadores de agua de instalaciones de agua. La misma muestra un comportamiento de corrosión insuficiente y particularmente una migración demasiado elevada de iones metálicos al agua potable.

## ES 2 294 604 T3

La presente invención tiene el objetivo de indicar un método para la producción de componentes transportadores de agua de una instalación de agua potable que muestre una tendencia disminuida a la migración de iones metálicos al agua potable. Con la presente invención se indica adicionalmente un componente de una instalación de agua potable con valores de migración mejorados.

5

Para la solución del problema de acuerdo con el método, con la presente invención se indica un método con las características de la reivindicación 1. Según el método de acuerdo con la invención, la pieza de fundición, que es particularmente una grifería o un accesorio, se produce por la fundición de una aleación de cobre que contiene al menos un 80% en peso de cobre. Esta aleación de cobre puede ser una aleación de fundición de cobre-estaño (bronce al estaño), una aleación de fundición de cobre-estaño-cinc (bronce industrial) o una aleación de fundición de cobre-silicio-cinc (bronce al silicio) donde también se pueden añadir a la aleación manganeso, fósforo y/o arsénico. Se prefiere particularmente bronce industrial de acuerdo con la DIN 50930-6 con un contenido de plomo de no más del 3% en peso y un contenido de níquel de no más del 0,6% en peso, particularmente con una cantidad del 3,8 al 4,5% en peso de estaño, del 5,5 al 6,5% en peso de cinc, del 2,5 al 3% de plomo y del 0,2 al 0,6% en peso de níquel y como resto cobre y elementos secundarios inevitables o contaminaciones como arsénico, hierro, fósforo y azufre. En las aleaciones de fundición de cobre-estaño se prefieren tales aleaciones que tienen hasta un 12% en peso de estaño y hasta un 5% en peso de plomo. Este último se añade para mejorar la procesabilidad, particularmente la propiedad de virutaje. En los bronce al silicio se prefieren tales materiales que tienen un contenido de silicio de no más del 4,5% en peso, un contenido de estaño de no más del 8% en peso y un contenido de manganeso de no más del 1% en peso.

20

Estas aleaciones de cobre conocidas generalmente se funden para la formación de una pieza de fundición, a modo de ejemplo, en la fundición en arena, en coquilla o centrifugada. Después se realiza un tratamiento térmico de la pieza de fundición a entre 400°C y 800°C durante al menos media hora. Este tratamiento térmico se realiza en un intervalo de temperaturas entre 400 y 800°C, preferiblemente en un intervalo de 650 a 700°C. Por motivos económicos, el tiempo de recocido se debe limitar a 36 horas. Se prefieren particularmente tiempos de recocido de 2 a 16 horas. La fase de calentamiento no está incluida en estos tiempos de recocido.

25

Después de este tratamiento térmico se realiza, al contrario que en la propuesta de solución del documento GB-1 443 090, un enfriamiento más lento de la pieza de fundición recocida. La pieza recocida, por lo tanto no se enfría bruscamente, sino que se enfría en el horno o a temperatura ambiente. Como velocidades de enfriamiento lentas en el sentido de la presente invención se usan velocidades de enfriamiento de 10 a 100 K/hora, preferiblemente de 20 a 60 K/hora.

30

Si los componentes transportadores de agua se producen a partir de las aleaciones de cobre que se han mencionado mediante conformación, el tratamiento de recocido que se ha mencionado anteriormente se realiza después de la conformación. Si se usa un método de conformación en caliente, el calor restante del componente conformado se puede usar como calor inicial del tratamiento de recocido.

35

Desde el punto de vista de una superficie de material lo más limpia posible se propone, de acuerdo con una configuración preferida de la presente invención, realizar el tratamiento de recocido en una atmósfera de recocido que contiene nitrógeno, hidrógeno y/o argón. Preferiblemente se usa mezcla de los tres gases mencionados.

40

Las aleaciones que se usan en el método se limitan preferiblemente respecto a los siguientes componentes de aleación a los valores indicados individualmente: Pb  $\leq$  3,0% en peso; Ni  $\leq$  2,0% en peso, P  $\leq$  0,04% en peso. Como contaminaciones inevitables se admiten: Fe  $\leq$  0,5% en peso; S  $\leq$  0,05% en peso, Sb  $\leq$  0,2% en peso, As  $\leq$  0,03% en peso.

45

Al usar una aleación de cobre-estaño, como también al usar una aleación de cobre-estaño-cinc, se deben mantener preferiblemente para los elementos o las contaminaciones que se indican a continuación los límites superiores indicados individualmente: Al  $\leq$  0,01% en peso, Fe  $\leq$  0,5% en peso, particularmente preferiblemente Fe  $\leq$  0,15% en peso; Mn  $\leq$  0,20% en peso, Se  $\leq$  0,1% en peso, particularmente preferiblemente  $\leq$  0,05% en peso, Sb  $\leq$  0,2% en peso; Si  $\leq$  0,1% en peso. Al usar una aleación de cobre-estaño, el contenido de cinc debe ser  $<$  0,5% en peso; en una aleación de cobre-estaño-cinc se prevé el cinc preferiblemente con una cantidad entre el 7 y el 10% en peso.

50

Al usar una aleación de cobre-silicio-cinc, se aplican los valores umbral preferidos que se han mencionado anteriormente para Fe, Mn, S, Sb y Pb preferiblemente del mismo modo. En la aleación de cobre-silicio-cinc, el contenido de silicio se sitúa preferiblemente entre el 0,01 y el 5,0% en peso. Esta cantidad de silicio se puede sustituir completamente o parcialmente por una parte de aluminio. Para la aleación de cobre-silicio-cinc se indican adicionalmente preferiblemente los siguientes valores umbral para los elementos que se mencionan a continuación.

55

Además de los elementos mencionados anteriormente expresamente, por lo demás solamente están contenidos los componentes de la aleación, más del 80% en peso de cobre, y además de esto, contaminaciones inevitables en las aleaciones de cobre. Como contaminaciones inevitables se pueden tolerar los siguientes elementos con los siguientes límites superiores (en % en peso): Al: 0,01%; Sb: 0,1%; As: 0,03%; Bi: 0,02%; Cd: 0,02%; Cr: 0,02%; Fe: 0,3%; Si: 0,01%.

60

65

A continuación se indican algunas aleaciones de cobre que son particularmente adecuadas para la realización del método de acuerdo con la invención. En primer lugar, a las mismas pertenecen las aleaciones de cobre-estaño, a modo

## ES 2 294 604 T3

de ejemplo, CuSn12 con no más del 2% en peso de níquel, no más del 0,6% en peso de fósforo, no más del 0,7% de plomo y entre el 11 y el 13% en peso de estaño como elementos esenciales de la aleación con cobre entre el 85 y el 88,5% en peso. Adicionalmente pueden estar contenidos como contaminaciones aluminio y silicio con respectivamente hasta un 0,01% en peso, hierro y manganeso con hasta un 0,2% en peso, azufre con hasta un 0,05% en peso, antimonio con hasta un 0,15% en peso y cinc con hasta un 0,5% en peso.

Como alternativa se puede usar una aleación de CuSn12Ni2, que contiene como componentes esenciales de la aleación entre un 1,5 y un 2,5% en peso de níquel, ente un 11 y un 13% en peso de estaño y entre un 84 y 87,5% en peso de cobre. El fósforo puede estar contenido con hasta un 0,05% en peso. Son posibles contaminaciones inevitables adicionales aluminio y silicio con respectivamente hasta un 0,01% en peso, hierro y manganeso con respectivamente hasta un 0,2% en peso, plomo con un 0,3% en peso, azufre con un 0,05% en peso, antimonio con un 0,1% en peso y cinc con no más del 0,4% en peso.

Como representantes adicionales de una aleación de cobre-estaño-plomo se mencionan CuSn3Zn8Pb5 o CuSn5Zn5Pb5. La primera aleación mencionada contiene como componentes esenciales de la aleación plomo con entre un 2,5 y un 6,0% en peso, estaño con entre un 2,0 y un 3,5% en peso y cinc entre un 7,5 y un 10% en peso, donde la cantidad de cobre se sitúa entre un 81 y un 86% en peso. Además, puede estar contenido fósforo con hasta un 0,05% en peso. Son contaminaciones inevitables adicionales aluminio con hasta un 0,01% en peso o silicio con hasta un 0,01% en peso. Pueden estar contenidos hierro con hasta un 0,5% en peso, azufre con hasta un 0,1% en peso y antimonio con hasta un 0,3% en peso.

La aleación CuSn5Zn5Pb5 contiene entre un 4,0 y un 6,0% en peso de plomo, un 4,0 y un 6,0% en peso de estaño y un 4,0 a un 6,5% en peso de cinc. Puede estar contenido fósforo con hasta un 0,1% en peso. El contenido en níquel puede comprender hasta un 2% en peso. Como contaminaciones posibles adicionales pueden estar contenidos aluminio o silicio con respectivamente una parte en peso de 0,1% en peso. En la aleación pueden estar contenidos hierro con un 0,3% en peso, azufre con un 0,1% en peso y antimonio con hasta un 0,25% en peso. El cobre está contenido con una parte en peso del 83 al 87% en peso.

Como posible aleación adicional con una cantidad de cobre del 85 al 89% en peso se menciona la aleación CuSn7Zn2Pb23. La misma contiene como componentes esenciales de la aleación adicionales entre el 2,5 y el 3,5% en peso de plomo, entre el 6,0 y el 8,0% en peso de estaño y entre el 1,5 y el 3,2% en peso de cinc. Adicionalmente pueden estar contenidos níquel con hasta un 2,0% en peso y fósforo con hasta 0,1% en peso. Como contaminaciones pueden estar contenidos aluminio y silicio respectivamente con hasta un 0,01% en peso, hierro con hasta un 0,2% en peso, antimonio con hasta un 0,25% en peso y azufre con hasta 0,10% en peso.

Como aleación de cobre-estaño-plomo adicional que se puede procesar con el método de acuerdo con la invención se tiene que mencionar CuSn7Zn4Pb7 con un contenido de cobre entre el 81 y el 85% en peso y entre el 5,2 y el 8,0% en peso de plomo, el 6,0 y el 8,0% en peso de estaño y entre el 2,0 y el 5% en peso de cinc. Como componentes posibles de la aleación adicionales están contenidos en la aleación níquel con hasta un 2,0% en peso y fósforo con hasta un 0,10% en peso. Por lo demás, como contaminaciones pueden estar contenidos respectivamente aluminio y silicio con un 0,01% en peso. La cantidad de hierro se limita al 0,2%. El azufre puede estar contenido con hasta el 0,1% en peso, antimonio con hasta el 0,3% en peso.

Mediante ensayos se pudo determinar adicionalmente como adecuada la aleación CuSn6Zn4Pb2, que contiene entre el 86 y el 90% en peso de cobre, el 1,0 y el 2,0% en peso en plomo, el 5,5 y el 6,5% en peso de estaño y el 3,0 y el 5,0% en peso de cinc. Pueden ser componentes adicionales de la aleación níquel con no más del 1,0% en peso y fósforo con no más del 0,05% en peso. Como contaminaciones inevitables se admiten: aluminio con no más del 0,01% en peso, el hierro se limita al 0,25% en peso, la cantidad de azufre al 0,1% en peso y la cantidad de antimonio al 0,25% en peso. Finalmente puede estar contenido silicio con la parte de aluminio, es decir, con hasta el 0,01% en peso.

Se han demostrado como igualmente adecuadas las aleaciones de cobre-estaño, a modo de ejemplo, CuSn10 con entre el 88,5 y el 90,5% en peso de cobre y estaño con entre el 9 y el 11% en peso como componentes necesarios de la aleación y con hasta el 2% en peso de níquel, con hasta el 0,2% en peso de fósforo y con hasta el 1,0% en peso de plomo. Como contaminación puede estar contenido aluminio con hasta el 0,01% en peso, hierro con hasta el 0,2% en peso, manganeso con hasta el 0,1% en peso, azufre con hasta el 0,05% en peso, antimonio con hasta el 0,2% en peso, silicio con hasta 0,02% en peso y cinc con hasta el 0,5% en peso.

Como alternativa también se puede usar la aleación CuSn11P, que contiene entre el 10 y el 11,5% en peso de estaño y el 0,5 y el 1,0% en peso de fósforo y entre el 87% en peso y el 89,5% en peso de Cu como componentes necesarios de la aleación. Como contaminaciones pueden estar contenidos aluminio y silicio con respectivamente hasta el 0,01% en peso, hierro y níquel con respectivamente hasta el 0,1% en peso, manganeso, azufre y antimonio con respectivamente hasta el 0,05% en peso, y plomo con hasta el 0,25% en peso.

Finalmente, la aleación CuSn11Pb2 se ha demostrado como un material base adecuado para la realización del método, que contiene como componentes necesarios de la aleación entre el 83,5 y el 87,0% en peso de cobre y entre el 0,7 y el 2,5% en peso de plomo y entre el 10,5 y el 12,5% en peso de estaño. Puede estar presente níquel con hasta un 2,0% en peso, fósforo con hasta un 0,4% en peso y cinc con hasta un 2,0% en peso. También en esta aleación, respecto a las contaminaciones inevitables, el contenido de aluminio se debe limitar a una cantidad del 0,01% en peso.

## ES 2 294 604 T3

También la cantidad de silicio en la aleación se debe limitar con el mismo valor. Pueden estar contenidos manganeso y antimonio con respectivamente el 0,2% en peso, al igual que hierro. Se permite azufre hasta un 0,08% en peso.

A continuación se discuten algunos resultados de ensayos de migración con la aleación CuSn10Pb. La curva de medición con los símbolos negros cuadrados como puntos de apoyo se determinó mediante una sonda fundida preparada según el método de acuerdo con la invención y recocida posteriormente. Los puntos de apoyo con símbolos triangulares son los resultados de la medición de una prueba de fundición convencional con el mismo material sin tratamiento de recocido. La línea provista de rombos muestra respectivamente el valor umbral de acuerdo con la normativa de agua potable (TrinkwV).

La Figura 1 muestra la emisión de cobre en mg/l en el ensayo de migración. Después de un tiempo de arranque, en la sonda de acuerdo con la invención se muestra una emisión de cobre menos de 1000  $\mu\text{g/l}$ , que después de una duración del ensayo de más de 26 semanas desciende hasta un nivel inferior a 500  $\mu\text{g/l}$ . Los valores de la sonda convencional son aproximadamente el doble y se sitúan, incluso después de una duración de ensayo de 26 semanas, marcadamente por encima.

En la Figura 2 se representa la emisión de plomo en  $\mu\text{g/l}$ . En este documento, al comienzo del ensayo se muestra una emisión de plomo muy elevada, que, sin embargo, disminuye fuertemente después de una duración del ensayo de pocas semanas. Después de aproximadamente 26 semanas, la emisión de plomo de la sonda de acuerdo con la invención se sitúa por debajo de 5  $\mu\text{g/l}$ , por el contrario, la sonda convencional muestra una emisión de plomo ligeramente superior a 5  $\mu\text{g/l}$ .

En la Figura 3 se representa finalmente la emisión de níquel de la misma sonda, y de hecho, en  $\mu\text{g/l}$  dependiendo de la duración del ensayo. También en este caso, después de una fase inicial, se muestra un aumento considerable en la sonda convencional hasta aproximadamente 15  $\mu\text{g/l}$ . En el mismo momento (12 semanas de duración de ensayo), la emisión de níquel de la sonda de acuerdo con la invención se sitúa en aproximadamente 5  $\mu\text{g/l}$  y se sitúa después de una duración del ensayo de más de 18 semanas en una zona de menos de 5  $\mu\text{g/l}$ .

Los anteriores resultados del ensayo solamente son ejemplares para el efecto del tratamiento de recocido. Particularmente la emisión de plomo se puede disminuir añadiendo a la aleación de fundición una menor cantidad de plomo. Esta medida se tomará particularmente cuando no son importantes las propiedades de virtutaje.

En la Figura 4 se muestra una unión típica de un componente fundido de una aleación de bronce industrial después de la fundición (Figura 4.1) y después del tratamiento de recocido a 700°C durante 5 horas en dos sitios diferentes de la sonda mediante respectivamente dos representaciones diferentes con aumento diferente (Figura 4.2 y 4.3).

La Figura 5 muestra cortes correspondientes de una sonda de bronce industrial después de un tratamiento de recocido a 700°C durante 13 horas. En todas las vistas de corte se muestra respecto a la unión de fundición (representaciones izquierdas) una estructura claramente granulada, donde en el intervalo de los límites de grano todavía se puede detectar en parte la configuración dendrítica de la unión de fundición.

## ES 2 294 604 T3

### REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para la producción de piezas de fundición transportadoras de agua de una tubería de agua con menor tendencia a la migración, en el que se funde una aleación de cobre-estaño; cobre-estaño-cinc o cobre-silicio-cinc que contiene al menos un 80% en peso de Cu y, para la disminución de la tendencia a la migración, la pieza de fundición obtenida de este modo se somete a recocido a entre 400°C y 800°C durante al menos 0,5 h y el componente tratado térmicamente se enfría lentamente a entre 10 y 100 K/h.
- 10 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el enfriamiento se realiza con una velocidad de enfriamiento de 20 a 60 K/h.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el recocido se realiza en una atmósfera de recocido que contiene nitrógeno, hidrógeno y/o argón.
- 15 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el recocido se realiza al vacío y el enfriamiento posterior se realiza con nitrógeno.
- 20 5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la aleación de fundición tiene la siguiente composición en porcentaje en peso:  $2,6 \leq \text{Sn} \leq 6$ ;  $4 \leq \text{Zn} \leq 7$ ;  $2,0 \leq \text{Pb} \leq 3$ ;  $0,1 \leq \text{Ni} \leq 0,6$  y como resto  $\text{Cu} \geq 80$  y contaminaciones inevitables.
- 25 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque la aleación de fundición tiene la siguiente composición en porcentaje en peso:  $3,8 \leq \text{Sn} \leq 6$ ;  $5,5 \leq \text{Zn} \leq 6,5$ ;  $2,5 \leq \text{Pb} \leq 3$ ;  $0,2 \leq \text{Ni} \leq 0,6$  y como resto  $\text{Cu} \geq 80$  y contaminaciones inevitables.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque la aleación de fundición tiene la siguiente composición en porcentaje en peso:  $3,9 \leq \text{Sn} \leq 4,1$ ;  $5,9 \leq \text{Zn} \leq 6,1$ ;  $2,8 \leq \text{Pb} \leq 3,0$ ;  $0,5 \leq \text{Ni} \leq 0,6$  y como resto  $\text{Cu} \geq 80$  y contaminaciones inevitables.
- 30 8. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque las contaminaciones inevitables se limitan para los elementos indicados a continuación a los siguientes valores máximos en porcentaje en peso: Al: 0,01, Sb: 0,1, As: 0,03, Bi: 0,02, Cd: 0,02, Cr: 0,02, Fe: 0,3, Si: 0,02.
- 35 9. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque la aleación de fundición tiene la siguiente composición en porcentaje en peso:  $0,1 \leq \text{Ni} \leq 2,0$ ;  $0,01 \leq \text{P} \leq 0,6$ ;  $0,1 \leq \text{Pb} \leq 0,7$ ;  $11 \leq \text{Sn} \leq 13$ ;  $85 \leq \text{Cu} \leq 88,5$  y las contaminaciones inevitables se limitan del siguiente modo en porcentaje en peso: Al  $\leq 0,01$ ; Fe  $\leq 0,20$ ; Mn  $\leq 0,2$ ; S  $\leq 0,05$ ; Sb  $\leq 0,15$ ; Si  $\leq 0,01$ ; Zn  $\leq 0,05$ .
- 40 10. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la aleación de fundición tiene la siguiente composición en porcentaje en peso:  $0,1 \leq \text{Si} \leq 5,0$ ;  $0,1 \leq \text{Zn} \leq 5,0$ ;  $0,1 \leq \text{Mn} \leq 1,0$ ;  $0,1 \leq \text{Sn} \leq 3$ ;  $0,5 \leq \text{Pb} \leq 3,0$ ;  $83 \leq \text{Cu} \leq 85$  y contaminaciones inevitables.
- 45 11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque la aleación de fundición tiene un porcentaje en peso de silicio de  $2,0 \leq \text{Si} \leq 3,5$ .
- 50
- 55
- 60
- 65

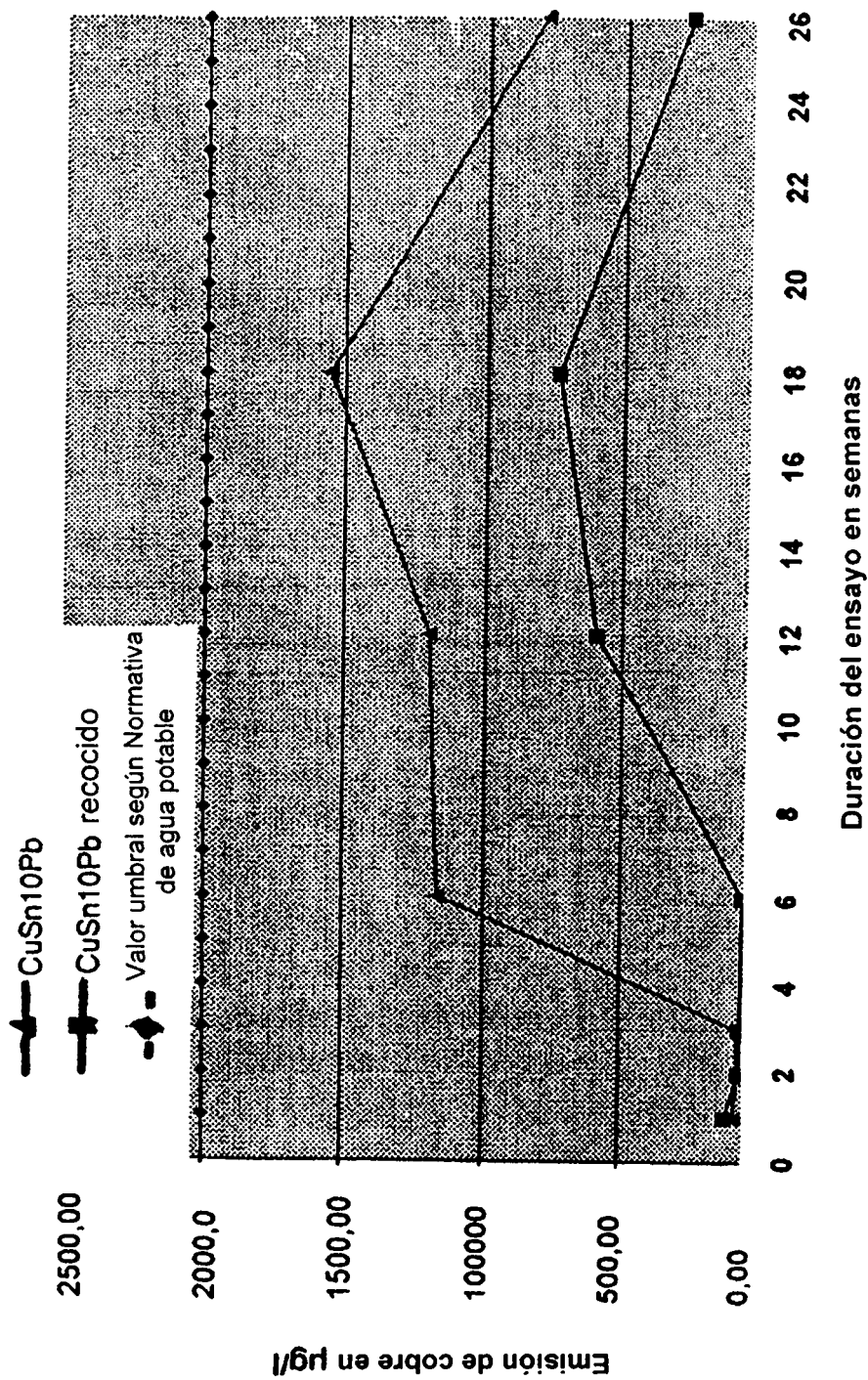


Figura 1 (Emisión de cobre)

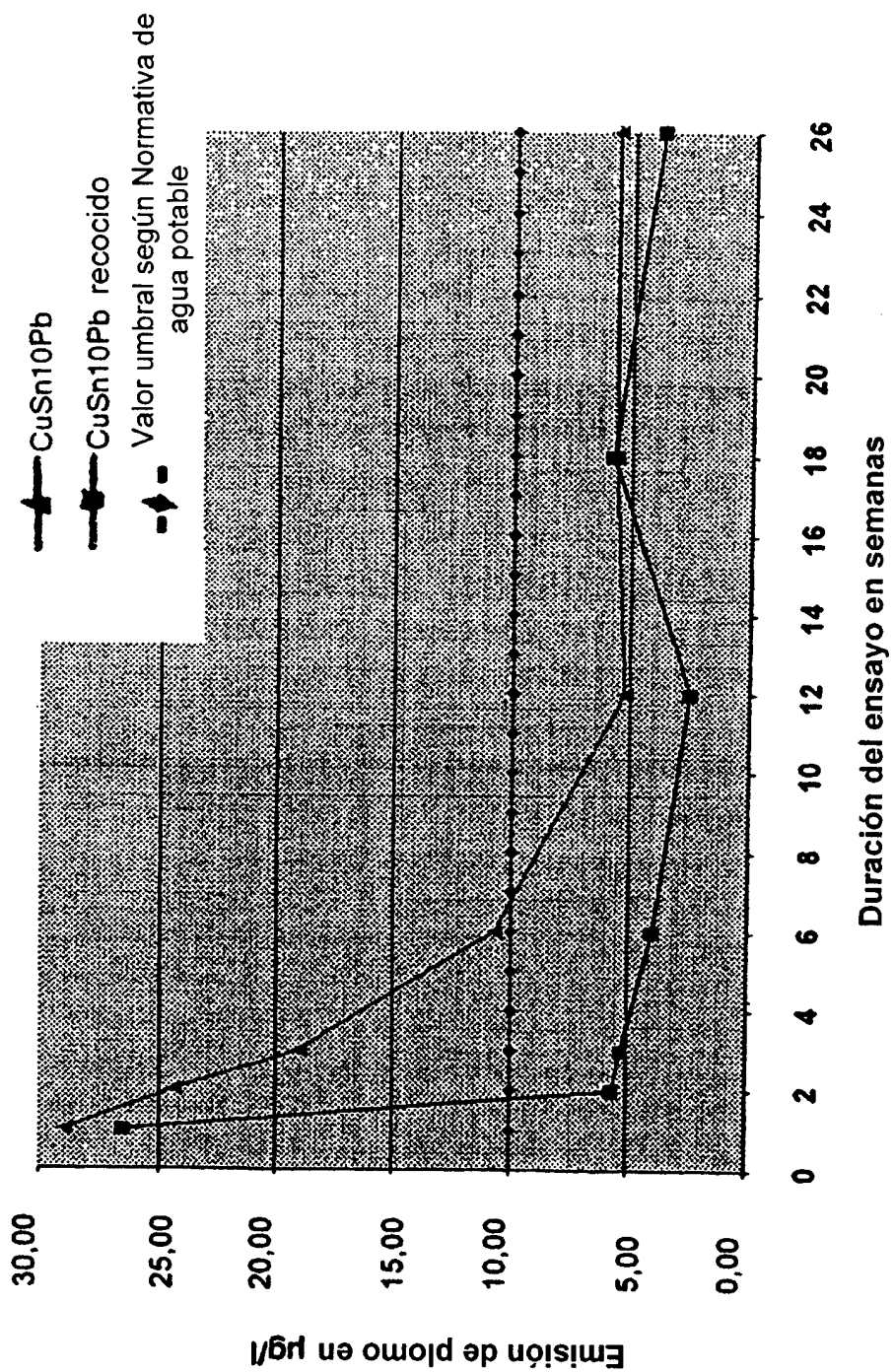


Figura 2 (Emisión de plomo)

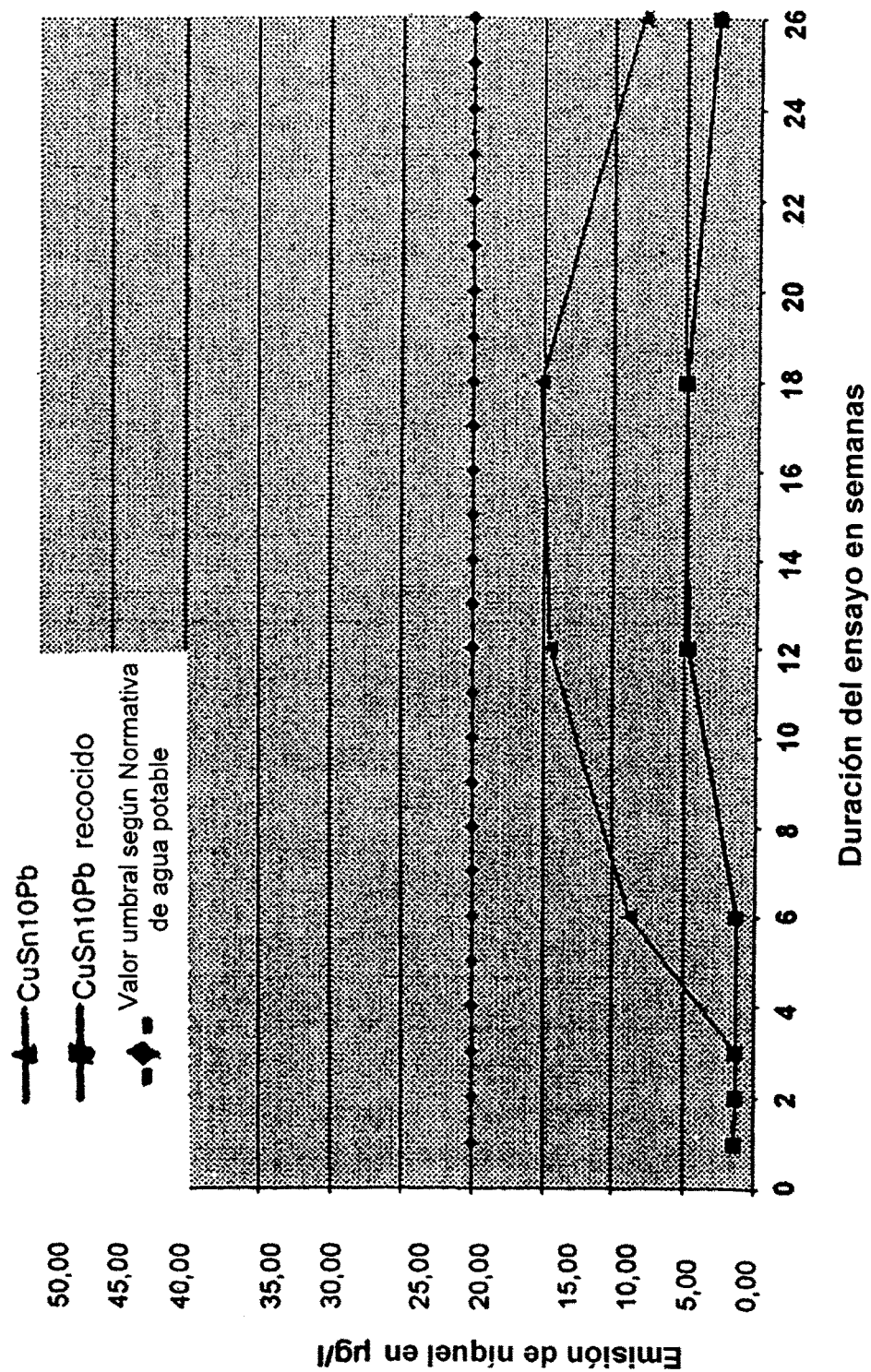


Figura 3 (Emisión de níquel)

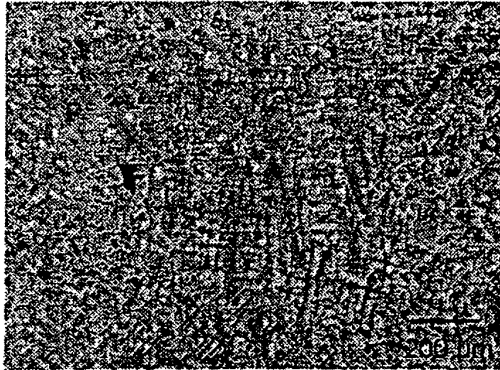


Fig.4.1

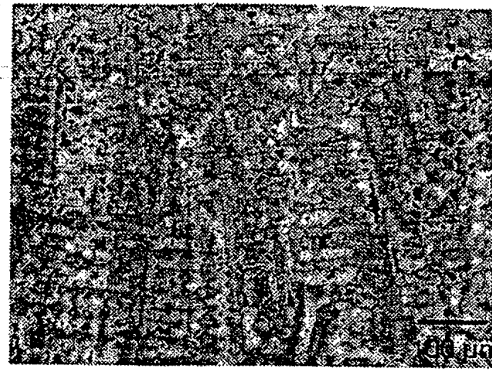


Fig.4.1a

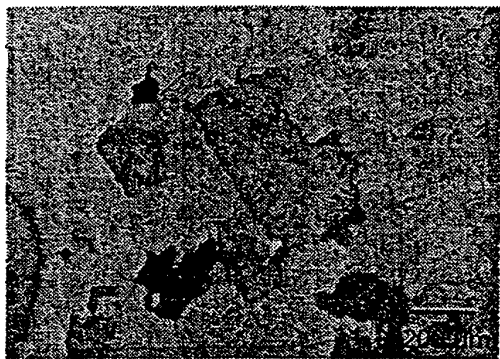


Fig.4.2

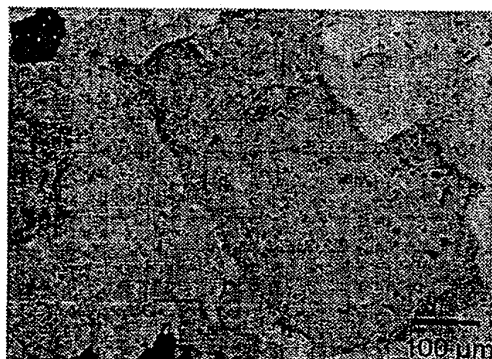


Fig.4.2a

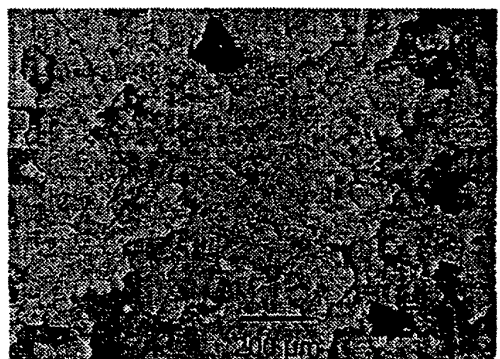


Fig.4.3

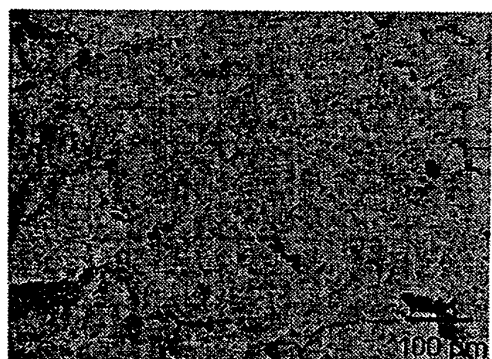


Fig.4.3a

Fig. 4.1 a 4.3: no recocido

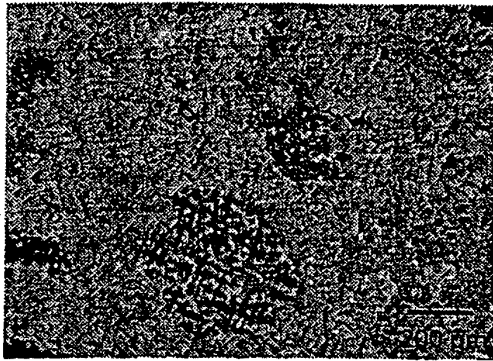


Fig.5.1

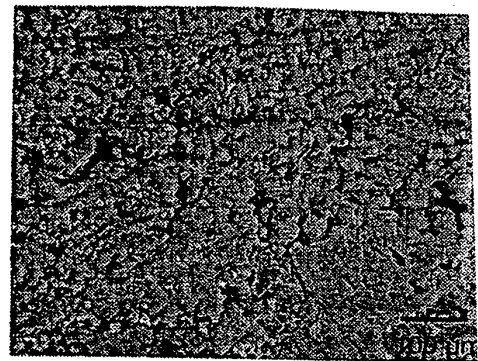


Fig.5.1a

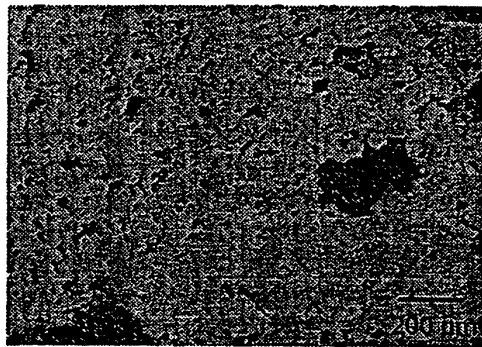


Fig.5.2

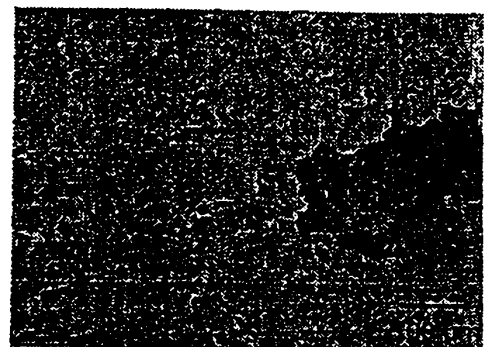


Fig.5.2a

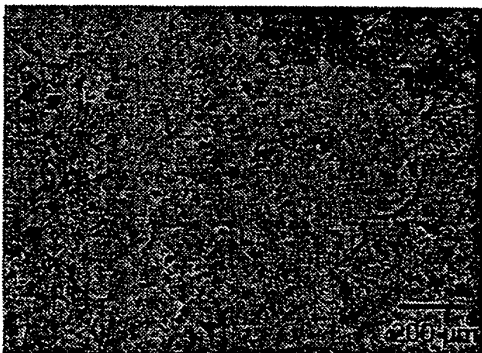


Fig.5.3

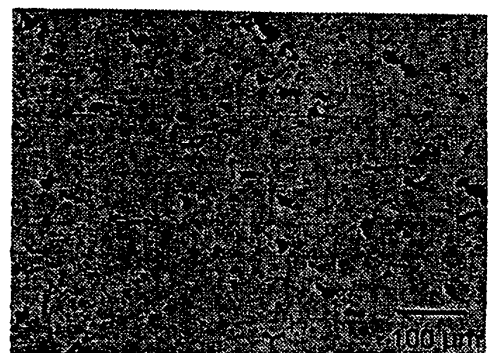


Fig.5.3a

Fig. 5.1 a 5.3: recocido