

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 778**

51 Int. Cl.:

C22C 18/02 (2006.01)

C22C 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.02.2016 PCT/IB2016/050820**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2016 WO16132290**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2016 E 16719475 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3259379**

54 Título: **Un artículo fabricado a partir una aleación metálica**

30 Prioridad:

16.02.2015 IT VR20150023

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

17.03.2020

73 Titular/es:

**LEOFASI S.R.L. (100.0%)
Viale Spartaco Lavagnini 42
50129 Firenze, IT**

72 Inventor/es:

**PINZAUTI, LEONARDO;
SIMONELLI, GIULIANO;
FAGGI, GIANNI y
VALENTE, TEODORO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 748 778 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

Un artículo fabricado a partir una aleación metálica

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un artículo que comprende una guarnición metálica para la industria de la moda fabricado a partir una nueva aleación metálica, en particular que ha de tratarse a través de forja en caliente, fresado CNI y torneado, incisión láser y galvánica.

10 Estado de la técnica

Con el fin de fabricar piezas a través de forja en caliente, fresado CNI y torneado, por lo general se usan latones con plomo, también denominados latones secos, que tienen una forjabilidad, una cizallabilidad y una maquinabilidad muy altas, que las aleaciones comerciales sin plomo actualmente son incapaces de conseguir.

15 Actualmente, el uso de plomo en general y, por tanto, también en aleaciones metálicas utilizadas para accesorios metálicos de la industria de la moda está prohibido porque se reconoce que es tóxico por encima de determinado valor.

20 La toxicidad del plomo se reconoce tanto a nivel europeo, como se proporciona en la actualización de la regulación REACH del 3/6/2012, como a nivel internacional, como se expresa, por ejemplo, en la Lista de la Proposición 65 del Estado de California.

25 También se han propuesto latones sin plomo, que sin embargo tienen características mucho más malas en términos de forjabilidad, cizallabilidad y maquinabilidad que los latones con plomo y no pueden procesarse en determinadas condiciones, aparte de los tiempos de tratamiento muy largos.

30 Los documentos US5637160A, CN104109774A y CN104004941A enseñan aleaciones respectivas de acuerdo con el estado de la técnica.

Objetivos de la invención

35 El objeto de la presente invención es proporcionar una guarnición metálica para la industria de la moda fabricada a partir una nueva aleación metálica.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una nueva aleación metálica sin plomo o, en cualquier caso, una que respete los criterios de las regulaciones más restrictivas, pero que tenga una forjabilidad, una cizallabilidad y una maquinabilidad que sean comparables o mejores que las de los latones con plomo.

40 Específicamente, el objeto de la presente invención es proporcionar una nueva aleación metálica para fabricar accesorios metálicos para la industria de la moda, como, por ejemplo, hebillas de cinturón, mosquetones, cierres de bolsos, colgantes y tiradores de cremallera, etc., todos accesorios utilizados en el campo del cuero y la ropa, así como para la fabricación de artículos técnicos para la industria, incluyendo, en particular, la industria de la iluminación.

45 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un artículo para la industria de la moda fabricado a partir una aleación metálica de acuerdo con la reivindicación 1.

50 Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas y ventajosas de la invención.

Realizaciones de la invención

55 Un artículo moldeado a partir de una aleación metálica de acuerdo con la presente invención comprende los siguientes componentes:

- cobre en un porcentaje que varía entre el 62 % y el 57 % en peso sobre el peso total de la aleación;
- bismuto en un porcentaje que varía entre el 3 % y el 1 % en peso sobre el peso total de la aleación; y
- cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación.

60 En una aleación de acuerdo con la presente invención:

- el contenido de cobre no debe ser inferior al 57 %, puesto que con valores inferiores a este habría una cantidad excesiva de cinc, lo que daría como resultado la formación de una aleación que es excesivamente frágil a temperatura ambiente y difícil de cortar durante la preparación de los productos semielaborados;
- 65 - el contenido de cobre no debe ser superior al 62 %, puesto que una mayor cantidad de cobre daría como resultado la formación de una aleación monofásica que es difícil de extruir y, por tanto, forjar;

- el contenido de bismuto no debe ser inferior al 1 %, puesto que un contenido de bismuto menor dañaría irremediablemente la capacidad de procesar la aleación con máquinas herramientas;
- el contenido de bismuto no debe ser superior al 3 %, puesto que un mayor contenido de bismuto reduciría las características mecánicas sin proporcionar ningún beneficio; por otro lado, en lo que respecta a la forja en caliente, con valores de bismuto superiores al 3 %, la oxidación preferencial del bismuto produciría una calamina superficial que ensuciaría el molde y también podría afectar a la calidad de la superficie requerida para los productos, en particular en la industria de la moda.

Un porcentaje de bismuto del 1-2 % es el más adecuado para procesos de forja, mientras que para procesos de mecanizado con máquinas herramientas se recomienda un porcentaje de bismuto igual al 2-3 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Preferentemente, el cinc está presente con un porcentaje que varía entre el 42 % y el 35 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Preferentemente, un artículo para la industria de la moda fabricado a partir una aleación de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 58,8 % y el 62 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1,5 % y el 3 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 36 %-40 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Si así se desea, el artículo para la industria de la moda de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 60 % y el 61 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 2 % y el 3 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 36 %-38 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Ventajosamente, una primera aleación preferida para el artículo de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 60,4 % y el 60,6 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 2,4 % y el 2,6 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 36,9 %-37,1 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Incluso más ventajosamente, una primera aleación de este tipo comprende el 60,5 % de cobre en peso sobre el peso total de la aleación, el 2,5 % de bismuto en peso sobre el peso total de la aleación y el 37 % de cinc en peso sobre el peso total de la aleación.

Una segunda aleación preferida para el artículo de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 61 % y el 62 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1 % y el 2 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Ventajosamente, un segundo artículo de aleación preferido de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 61,2 % y el 61,4 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1,7 % y el 1,9 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 36,8 %-37 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Incluso más ventajosamente, una segunda aleación de este tipo comprende el 61,3 % de cobre en peso sobre el peso total de la aleación, el 1,8 % de bismuto en peso sobre el peso total de la aleación y el 36,9 % de cinc en peso sobre el peso total de la aleación.

Un tercer artículo de aleación preferido de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 58,5 % y el 59,5 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1,5 % y el 2 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Ventajosamente, un tercer artículo de aleación preferido de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 58,8 % y el 59 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1,6 % y el 1,8 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 39,3 %-39,5 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Incluso más ventajosamente, un tercer artículo de aleación de este tipo comprende el 58,9 % de cobre en peso sobre el peso total de la aleación, el 1,7 % de bismuto en peso sobre el peso total de la aleación y el 39,4 % de cinc en peso sobre el peso total de la aleación.

Un cuarto artículo de aleación de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía

entre el 60 % y el 60,2 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 60,1 %, bismuto en un porcentaje que varía entre el 2,8 % y el 3 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 2,9 %, y el 36,9 %-37,1 % de cinc en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 37 %.

5 Un quinto artículo de aleación de acuerdo con la presente invención comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 57 % y el 58 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 57,6 %, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1 % y el 2 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 1,5 %, y cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación, por ejemplo, el 40,9 %.

10 Incluso más preferentemente, la aleación comprende solo cobre, bismuto y cinc. Además, un artículo de aleación de acuerdo con la presente invención podría comprender otros metales en porcentajes pequeños no perjudiciales para la propia aleación, tales como: plomo a una concentración inferior o igual a 40 ppm, cadmio a una concentración inferior o igual a 40 ppm, níquel a una concentración inferior o igual al 0,3 %, estaño a una concentración inferior o igual al 0,3 % en peso sobre el peso total de la aleación, hierro a una concentración inferior o igual al 0,1 % y/o aluminio a una
15 concentración inferior o igual al 0,70 % en peso sobre el peso total de la aleación. Otros elementos posibles podrían estar presentes en una concentración máxima del 0,2 % en peso sobre el peso total de la aleación.

Ventajosamente, como se ha indicado, el contenido de plomo en la aleación es inferior al 0,004 % en peso sobre el peso total de la aleación. Concentraciones mayores de plomo serían perjudiciales por las razones indicadas
20 anteriormente (toxicidad).

Preferentemente, la aleación utilizada en la presente invención se usa para fabricar objetos a través de forja en caliente, fresado de control numérico informatizado (CNI) y torneado, a partir de productos semielaborados con grano
25 fino y estructura equiaxial.

Preferentemente, en un método de acuerdo con la presente invención, en primer lugar, la aleación se fabrica en estado fundido y después el producto semielaborado se fabrica a través de un proceso de extrusión en caliente. Más específicamente, la aleación se obtiene fundiendo escamas de cobre puro, posteriormente se añaden lingotes de cinc puro y finalmente lingotes de bismuto puro.
30

Por otro lado, en lo que respecta a la extrusión en caliente de una aleación de acuerdo con la presente invención, se realiza por medio de una matriz de espesor 20÷25 mm, con un radio de unión en la parte de entrada del material comprendido entre 0,2 y 0,3 mm y con un ángulo libre de salida comprendido entre 0,1° y 2°.

35 Con respecto a esto, debe indicarse que las matrices de extrusión son generalmente discos circulares y tienen diámetros exteriores entre 150 y 300 mm. Las dimensiones del orificio desde el que se extruye el producto semielaborado dependen obviamente de las dimensiones nominales del propio producto semielaborado. Con respecto a esto, los radios de unión de entrada más pequeños y los ángulos libres de salida más pequeños no permiten obtener un material con el acabado superficial adecuado y la debida compacidad.

40 El artículo de acuerdo con la presente invención es un accesorio metálico para la industria de la moda, como, por ejemplo, una hebilla de cinturón, un mosquetón, un cierre de bolso, un colgante y un tirador de cremallera, etc. (todos accesorios utilizados en el campo del cuero y la ropa) o para la industria, por ejemplo, en la industria de la iluminación.

45 Se realizó una serie de ensayos para identificar la aleación de acuerdo con la presente invención, durante los cuales, con referencia particular al ciclo de producción a través de forja en caliente, se realizaron cuatro tipos de ensayos para cada tipo de material sometido a ensayo:

- ensayo de forjabilidad;
- 50 - ensayo de cizallabilidad;
- ensayo de maquinabilidad (medición de los tiempos de corte de los lingotes); y
- análisis estereomicrográfico de la morfología de las virutas producidas en el ensayo de corte.

Puesto que los primeros tres ensayos son de tipo tecnológico, los ensayos en los materiales examinados siempre fueron acompañados de ensayos de control en los materiales comerciales convencionales, en particular en latón con plomo y en latón sin plomo utilizados actualmente, sometidos a ensayo en las mismas condiciones (mismo molde, misma sierra, mismas cargas, etc.) de manera de tener datos comparativos, ciertamente más significativos que los datos absolutos sin referencia.

60 En la presente solicitud de patente, el término lingotes significa los productos semielaborados en forma de barras con una sección circular, cuadrada o rectangular, obtenidos a partir de la aleación en examen.

Los materiales considerados inicialmente para identificar una nueva aleación fueron los latones con bismuto y los latones con silicio.

65 A continuación, los resultados menos satisfactorios de los primeros ensayos y consideraciones con respecto a la

galvanizabilidad presumiblemente baja de los latones de silicio condujeron a centrar la atención en las aleaciones que contienen bismuto.

5 Durante los ensayos también se descubrió que era necesario tener latones innovadores preparados no mediante fusión, sino con tecnologías más cercanas a las de las barras de latón en el mercado. Con respecto a esto, algunas aleaciones producidas mediante fusión tenían defectos tales como porosidad, segregación y microestructura rugosa que podían empeorar los resultados de forjabilidad y maquinabilidad.

10 En lo sucesivo en el presente documento, se muestran algunas de las características principales de los ensayos preliminares de forjabilidad y maquinabilidad.

Ensayo de forjabilidad

Los ensayos se realizaron con:

- 15
- el mismo molde;
 - las mismas dimensiones del lingote;
 - las aleaciones de acuerdo con la presente invención;
 - las aleaciones convencionales con y sin plomo;

20

 - ausencia de lubricante; y
 - la misma temperatura de calentamiento.

Durante dichos ensayos, también se evaluó lo siguiente:

- 25
- el llenado del molde;
 - la capacidad de deslizamiento; y
 - el "abultamiento", en otras palabras, el espesor de la muestra después de la forja.

30 La aleación con plomo sometida a ensayo tenía la siguiente composición, en la que los porcentajes indicados son en peso sobre el peso total de la aleación respectiva: cobre 57-59 %, cadmio menos del 0,0075 %, hierro menos del 0,3 %, plomo 1,6-2,5 %, níquel 0,3 %, estaño 0,3 %, aluminio menos del 0,05 % y el resto cinc.

35 La aleación sin plomo sometida a ensayo tenía la siguiente composición, en la que los porcentajes indicados son en peso sobre el peso total de la aleación respectiva: cobre 57-59 %, plomo menos del 0,009 %, níquel menos del 0,3 %, estaño menos del 0,3 %, hierro menos del 0,3 %, aluminio menos del 0,05 %, cadmio menos del 0,01 % y el resto cinc.

40 La denominada aleación "sin plomo" tenía un pequeño contenido de plomo que, de hecho, constituía una impureza de la aleación.

Ensayo de maquinabilidad

En lo sucesivo en el presente documento, se proporcionan algunas de las características principales de los ensayos de maquinabilidad. Se realizaron ensayos comparativos con:

- 45
- sierra de cinta;
 - carga de avance constante;
 - aleaciones de acuerdo con la presente invención;
 - aleaciones convencionales con y sin plomo; y

50

 - lingotes de diámetro comparable.

Durante los ensayos de maquinabilidad se midió lo siguiente:

- 55
- el tiempo necesario para completar el corte; y
 - la morfología de las virutas.

Ensayos realizados Primer lote de muestras

60 El primer lote de muestras sometido a ensayo consistía en unos cuantos lingotes de aleación de Cu-Zn de diámetro pequeño (8-9 mm), respectivamente, que contenían silicio (véase la tabla en lo sucesivo en el presente documento a la izquierda) y bismuto (véase la tabla en lo sucesivo en el presente documento a la derecha).

ES 2 748 778 T3

Elemento	% en peso
Cobre	77,7732
Cinc	19,6502
Silicio	2,5101
Hierro	0,0261
Calcio	0,0154
Fósforo	0,014
Aluminio	0,0112

Elemento	% en peso
Cobre	52,1949
Cinc	46,1134
Bismuto	1,662
Hierro	0,0161
Fósforo	0,0101
Aluminio	0,0035

5 Los ensayos de maquinabilidad mostraron que el latón con bismuto y con plomo tiene la misma morfología de viruta que parece óptima siendo muy corta, mientras que el latón con silicio y el latón sin plomo proporcionan una viruta larga no adecuada para cortar.

Con respecto a esto, véanse las figuras 1 a 4, que muestran la morfología de los diferentes tipos de virutas obtenidas durante el ensayo de maquinabilidad.

10 En dichas figuras, la figura 1 se refiere a una aleación convencional con plomo, la figura 2 a una aleación convencional sin plomo, la figura 3 a la aleación con bismuto y la figura 4 a la aleación con silicio.

15 Por otro lado, las figuras 5 a 8 muestran imágenes relativas a los resultados de los ensayos de forja. En dichas figuras, la figura 5 se refiere a una aleación convencional con plomo, la figura 6 a una aleación convencional sin plomo, la figura 7 a la aleación con bismuto y la figura 8 a la aleación con silicio.

En la tabla que se proporciona a continuación se muestran los valores de abultamiento detectados después de los ensayos de forja para dichas aleaciones.

Aleación	Abultamiento
Aleación convencional con plomo	3,16 ± 0,05 mm
Aleación convencional sin plomo	3,17 ± 0,07 mm
Aleación con bismuto	3,12 ± 0,07 mm
Aleación con silicio	3,24 ± 0,07 mm

20 Al final de los ensayos en el primer lote surgieron las siguientes consideraciones:

- las aleaciones con bismuto mostraron, en la región en la que hay presentes rebabas, un comportamiento de manera que indica dificultad para forjar a temperatura tanto alta como baja.

25 Por tanto, se consideró que un contenido de cinc más bajo debería haber mejorado sustancialmente la forjabilidad.

30 La maquinabilidad de la aleación con bismuto, por otro lado, fue satisfactoria, pero hay que aclarar si esto se debió al efecto del bismuto o a la presencia de un alto contenido de cinc, que aumentó su dureza y fragilidad, razón por la cual se consideró necesario realizar ensayos adicionales.

La forjabilidad de la aleación con silicio pareció satisfactoria, mientras que su maquinabilidad fue análoga a la del latón sin plomo.

35 Sin embargo, seguía siendo necesario realizar un número estadísticamente más significativo de ensayos, ensayos de galvanizabilidad adecuados y considerar su susceptibilidad de producción en grandes lotes.

Segundo lote de muestras

40 En el segundo lote de muestras se realizaron muchas fundiciones de latones de silicio y bismuto, produciendo lingotes que tenían un diámetro de aproximadamente 19,5 mm. El mayor número de fundiciones fue útil para evaluar la

capacidad de reproducir el proceso y las propiedades, mientras que el mayor tamaño de los lingotes garantizó una mayor usabilidad de los mismos para la forja.

Las composiciones de las nuevas aleaciones sometidas a ensayo eran, respectivamente:

- aleaciones de silicio: Cu = 85 %, Zn = 11 %, Si = 4 %
- aleaciones con bismuto: Cu = 60 %, Zn = 38 %, Bi = 2 %

Los porcentajes también en este caso eran en peso.

Con referencia a las figuras 9 a 11, los lingotes se ilustran con las porosidades respectivas, estando presentes dichas porosidades incluso después del torneado de aproximadamente 1 mm de espesor.

Con respecto a esto, las muestras tenían porosidades superficiales evidentes y profundas, debido a la dificultad en la etapa de fundición y enfriamiento.

Los ensayos de maquinabilidad mostraron que el latón de silicio tiene un comportamiento comparable al del latón sin plomo tanto a nivel de la morfología de la viruta (largo) como a nivel del tiempo de corte.

Los ensayos de maquinabilidad realizados en latón de bismuto para todas las diversas fundiciones mostraron un comportamiento comparable al del latón sin plomo tanto a nivel de la morfología de la viruta (largo) como a nivel del tiempo de corte. Sin embargo, se registró una determinada falta de homogeneidad en los resultados que condujo a la reflexión sobre la necesidad de normalizar mejor el proceso de producción. En particular, en un caso hubo tiempos de corte mucho mejores, incluso en el latón con plomo.

En la tabla que se proporciona en lo sucesivo en el presente documento, se indican los valores de abultamiento detectados después de ensayos de forja para las aleaciones sometidas a ensayo.

Aleación	Abultamiento
Aleación convencional con plomo	6,14 ± 0,02 mm
Aleación convencional sin plomo	6,17 ± 0,02 mm
Primera aleación con silicio	6,15 ± 0,11 mm
Segunda aleación con silicio	6,19 ± 0,02 mm

En la tabla que se proporciona en lo sucesivo en el presente documento, se indican los valores de abultamiento detectados después de ensayos de forja para las aleaciones sometidas a ensayo.

Aleación	Abultamiento
Aleación convencional con plomo	6,11 ± 0,05 mm
Aleación convencional sin plomo	6,16 ± 0,03 mm
Primera aleación con bismuto	6,14 ± 0,03 mm
Segunda aleación con bismuto	6,10 ± 0,02 mm
Tercera aleación con bismuto	6,20 ± 0,02 mm

Al final de los ensayos en este lote de muestras, se extrajeron las siguientes conclusiones.

En las aleaciones que contenían silicio, se observaron algunas dificultades para identificar la temperatura de forja correcta, que parecía más alta que la del latón convencional. Además, parecía que el intervalo de forjabilidad era más estrecho.

El operador que realizó los ensayos observó que incluso mediante el llenado del molde, la reología de estas aleaciones es diferente de la de las convencionales y puede provocar dificultades para producciones grandes. Se confirma que la maquinabilidad es comparable con la del latón comercial sin plomo, es decir, muy baja. Considerando también la baja galvanizabilidad, se decidió abandonar estas aleaciones con silicio para concentrarse en las aleaciones con bismuto.

Las aleaciones que contenían bismuto, por otro lado, demostraron buena maquinabilidad y forjabilidad.

Los productos que se obtuvieron a partir de las mismas tenían falta de homogeneidad y fue necesario evaluar el origen de dicha falta de homogeneidad para resolver los problemas de fusión de los que presumiblemente derivaba.

Por tanto, se consideró importante evaluar la producción de aleaciones deformadas en frío o en caliente para controlar el tamaño del grano cristalino a través de tratamientos de recristalización. Otro aspecto que se debía evaluar se refería a la microestructura, que debía examinarse para verificar la presencia de bismuto en el borde del grano y el tamaño inicial del grano.

Tercer lote de muestras

En esta fase de estudio, se intentó realizar ensayos adaptados para regenerar el grano cristalino de los lingotes fabricados con latón de bismuto antes de los ensayos de forja.

Se usaron aleaciones con una composición ligeramente diferente entre sí, con el fin de evaluar posibles alternativas:

- muestras de una primera aleación con bismuto o aleaciones A: 60 % de Cu, 38 % de Zn, 2 % de Bi;
- muestras de una cuarta aleación con bismuto o aleaciones D: 62 % de Cu, 35,6 % de Zn, 2,4 % de Bi. Los porcentajes también en este caso eran en peso.

Las figuras 12 y 13 ilustran las imágenes de algunos lingotes fracturados durante los primeros tratamientos termomecánicos con calor y martillo, mientras que las figuras 14 y 15 ilustran lingotes obtenidos martillando o después de la deformación en un tornillo de banco.

La figura 16, por otro lado, muestra algunos lingotes después del tratamiento termomecánico y el torneado.

Se continuó por ensayo y error, calentando los lingotes para después deformarlos y promover los procesos de recristalización. Después de algunos intentos insatisfactorios, probablemente debido a elecciones incorrectas de temperatura y a la oxidación interna de los propios lingotes (que se produce debido a las porosidades), que tendieron a fracturarse, se obtuvieron lingotes recristalizados, pero los resultados no fueron satisfactorios con respecto a los métodos y a su presumible reproducibilidad.

Antes de forjar los lingotes deformados, se llevaron mediante torneado a un diámetro de 17 mm y se compararon con otros convencionales disponibles en el mercado del mismo diámetro fabricados a partir de latón con y sin plomo.

Con el fin de hacer un análisis más profundo, se realizaron ensayos comparativos no solo con latones comerciales, sino también en las muestras de latón de bismuto tanto tal cual como tratadas termomecánicamente.

Al final de los análisis realizados en este lote, se extrajeron las siguientes conclusiones.

Las aleaciones con bismuto de composición "A" y "D" continuaron funcionando muy bien en términos de maquinabilidad y bastante bien en términos de forjabilidad.

El tratamiento de recristalización pareció ser eficaz para mejorar la forjabilidad, mientras que no tuvo un impacto negativo en la maquinabilidad.

Era necesario hacer que el tratamiento de recristalización fuera más reproducible y controlar cuantitativamente el efecto sobre la microestructura.

Cuarto lote de muestras

Las muestras producidas y caracterizadas en este lote se cortaron de barras producidas por una tercera empresa.

En primer lugar, dada la importancia de la microestructura en la forja, se realizaron ensayos metalográficos que mostraron un grano fino y una estructura equiaxial, como sería deseable tener antes de cada calentamiento para la forja en caliente.

Las figuras 17 a 22 ilustran la microestructura de las secciones transversales y longitudinales de lingotes de 17 mm de diámetro a diversos aumentos.

Más específicamente:

- las figuras 17 y 18 son secciones transversales y longitudinales respectivas, obtenidas con un aumento de 50X y con una marca o línea de referencia igual a 200 µm;
- las figuras 19 y 20 son secciones transversales y longitudinales respectivas, obtenidas con un aumento de 200X y

ES 2 748 778 T3

- con una marca o línea de referencia igual a 100 µm; y
- las figuras 21 y 22 son secciones transversales y longitudinales respectivas, obtenidas con un aumento de 1000X y con una marca o línea de referencia igual a 10 µm.

5 Teniendo mucho más material disponible que el que había presente en los lotes anteriores, se moldeó un número estadísticamente más significativo de muestras usando muchos tipos de moldes.

Para cada ensayo, también se produjeron muestras fabricadas a partir de latón con y sin plomo comercial.

10 Los ensayos de maquinabilidad proporcionaron resultados extremadamente satisfactorios puesto que la aleación de bismuto muestra tiempos de corte incluso más cortos que los del latón con plomo.

Las figuras 23 a 25 muestran algunas muestras moldeadas y cizalladas y, más específicamente, la figura 25 se refiere a aleaciones de acuerdo con la presente invención.

15 Después de realizar un mayor número de ensayos, fue posible comprender mejor el origen de algunas dificultades de "abultamiento" del latón de bismuto.

20 La figura 26 muestra un gráfico relativo a la correlación entre la temperatura de forja y el espesor de la muestra moldeada. Claramente, cuanto más se moldea el material en caliente, mayor es la posibilidad de deformarlo.

25 Como queda bastante claro a partir de un gráfico de este tipo, una aleación de acuerdo con la presente invención que contiene bismuto tendió a ser moldeada por el operador a una temperatura más baja con respecto a las otras aleaciones, y de esto derivó la inferior deformabilidad de una aleación de acuerdo con la presente invención con respecto a aleaciones convencionales con o sin plomo.

30 Se debe enfatizar que en la forja en caliente es una práctica común que la temperatura de forja sea controlada visualmente por el operador, quien en base a su experiencia, consigue identificar fácilmente el nivel de calentamiento correcto.

Sin embargo, el rendimiento en color de materiales desconocidos, como la presente aleación de acuerdo con la presente invención, podría haber conducido al operador a calentar menos.

35 La línea oblicua en la figura es para ayudar a comprender cómo la reología de los materiales debe ser análoga y una mejor capacitación del operador también con una aleación de acuerdo con la presente invención podría dar como resultado la obtención de un "abultamiento" correcto.

Los ensayos de cizalla mostraron que el latón de bismuto permite obtener una calidad del acabado de la superficie cizallada que es comparable a la de las aleaciones comerciales.

40 Las tablas sinópticas de los ensayos de maquinabilidad obtenidas de todos los lotes sometidos a ensayo se muestran a continuación.

Primer lote				
Diámetro del lingote (mm)	8			
Área de corte del lingote (mm ²)	50,27			
	Aleación convencional con plomo	Aleación convencional sin plomo	Aleación con bismuto	Aleación con silicio
Tiempo o tiempos de corte	9,0	12,5	14,5	12,8
Tiempo/área de corte (s/mm ²)	0,18	0,25	0,29	0,25
Tipo de viruta	corta	larga	corta	larga

Segundo lote				
Diámetro del lingote (mm)	18			
Área de corte del lingote (mm ²)	254,47			
	Aleación convencional con plomo	Primera aleación con bismuto	Segunda aleación con bismuto	Tercera aleación con bismuto

ES 2 748 778 T3

(continuación)

Tiempo o tiempos de corte	30	32	37	22
Tiempo/área de corte (s/mm ²)	0,118	0,126	0,145	0,086
Tipo de viruta	corta	corta	corta	corta
	Aleación con plomo convencional - 2 de septiembre	Aleación convencional sin plomo	Primera aleación con silicio	Segunda aleación con silicio
Tiempo o tiempos de corte	33	53	51	50,00
Tiempo/área de corte (s/mm ²)	0,130	0,208	0,200	0,20
Tipo de viruta	corta	larga	larga	larga

Tercer lote				
Diámetro del lingote (mm)	17			
Área de corte del lingote (mm ²)	226,98			
	Aleación convencional con plomo	Aleación convencional sin plomo	Cuarta aleación no recristalizada con bismuto	Cuarta aleación recristalizada con bismuto
Tiempo o tiempos de corte	28	44	22	22
Tiempo/área de corte (s/mm ²)	0,123	0,194	0,097	0,097
Tipo de viruta	corta	larga	corta	corta

Cuarto lote				
Diámetro del lingote (mm)	17			
Área de corte del lingote (mm ²)	226,98			
	1er Conjunto de aleación con plomo convencional	1er Conjunto de aleación sin plomo convencional	1er Conjunto de aleación con bismuto	
Tiempo o tiempos de corte	13,8	22,8	10,9	
Tiempo/área de corte (s/mm ²)	0,061	0,100	0,048	
Tipo de viruta	corta	larga	corta	
	2do Conjunto de aleación con plomo convencional	2do Conjunto de aleación sin plomo convencional	2do Conjunto de aleación con bismuto	
Tiempo o tiempos de corte	13,9	22,5	10,7	
Tiempo/área de corte (s/mm ²)	0,060	0,099	0,047	
Tipo de viruta	corta	larga	corta	

Los términos 1^{er} y 2^{do} CONJUNTO significan los grupos de lotes de ensayo.

- 5 Con referencia a los resultados del cuarto lote, debe indicarse cómo una barra obtenida con una aleación de acuerdo con la presente invención tiene mayor facilidad de corte incluso que el latón con plomo comercial.

Ensayo de producción con barra industrial innovadora

- 10 En la fase final del proyecto, se simuló la producción industrial de un componente mediante la realización de todo el ciclo de producción normal en grupos de muestras en un número suficiente para ocupar toda la cadena del horno, usando sistemas de posicionamiento automático del lingote en el molde.
- 15 Durante los ensayos, se realizó una caracterización adicional del comportamiento de forja de la aleación de acuerdo con la presente invención, variando las temperaturas de precalentamiento y después observando los resultados en

términos de llenado y "abultamiento" del molde, puesto que durante los ensayos anteriores surgieron algunas posibles dificultades.

5 Cada grupo moldeado de muestras se sometió a ensayo después de que el horno alcanzase las condiciones normales de funcionamiento.

10 Las muestras se produjeron precalentando la cámara del horno a temperaturas comprendidas en el intervalo de 725 a 830 °C, lo que dio como resultado una temperatura de los lingotes, un momento antes de que se moldeasen, comprendida entre 640 y 760 °C. Las temperaturas se midieron muestra a muestra a través de un pirómetro calibrado adecuadamente. Posteriormente, se realizaron ensayos de cizalla y las mediciones del abultamiento en los diversos lotes.

15 El llenado del molde fue satisfactorio para todas las temperaturas sometidas a ensayo, mostrando y confirmando la buena moldeabilidad de una aleación de acuerdo con la presente invención. Los datos relativos a la medición del abultamiento se proporcionan en la figura 27. Los resultados de cizallabilidad fueron satisfactorios y en línea con los habituales de otras aleaciones comerciales.

20 Como ya se ha observado anteriormente, la altura del abultamiento es una función de la temperatura de precalentamiento, puesto que esto determina una variación de la facilidad de deformación del material. Las diferencias de abultamiento entre una temperatura y otra son sustanciales y no pueden ser el resultado solamente de una contracción térmica diferente, que tiene un impacto en las dimensiones consideradas solo en un orden de magnitud inferior.

25 Las muestras producidas se sometieron finalmente a ensayos adicionales de galvanizabilidad, maquinabilidad mediante máquina herramienta y soldabilidad.

30 Con respecto a esto, la forja en caliente, el mecanizado con herramienta, el fresado, el torneado, la incisión CNI, la incisión con láser, la soldadura y la galvanización proporcionaron un resultado positivo; en particular, el fresado, el torneado, la incisión CNI y la galvanización no mostraron diferencias sustanciales con respecto a lo que puede obtenerse usando aleaciones con plomo convencionales.

35 Al final de la etapa de investigación y caracterización, se descubrió que la aleación de acuerdo con la presente invención para forja en caliente, que tiene una composición nominal promedio del 60 % de Cu, 38 % de Zn, 2 % de Bi, tiene una mayor maquinabilidad que la de los latones sin plomo comerciales, e incluso mayor que la del latón con plomo comercial.

La forjabilidad y maquinabilidad (corte por torneado y fresado CNI) de una aleación de acuerdo con la presente invención parecen satisfactorias en comparación con las de otras aleaciones con plomo comerciales.

40 Con el fin de evaluar la aptitud de una aleación de acuerdo con la presente invención para mecanizarse con máquinas herramientas o a través otro mecanizado, se realizaron ensayos comparativos, cuyos resultados se comentan a continuación.

45 Ensayos de torneado

Dichos ensayos se realizaron usando los parámetros de corte utilizados para el mecanizado con latón con plomo comercial, tanto en barras de 7 mm de diámetro como en barras de 16 mm de diámetro fabricadas con una aleación de acuerdo con la presente invención, con una composición nominal del 60 % de Cu, 38 % de Zn, 2 % de Bi. También se realizaron ensayos comparativos con latón comercial con plomo y sin plomo con barras de tamaño nominal igual al indicado anteriormente.

Los ensayos en las barras de 16 mm se realizaron con los siguientes parámetros de corte:

- 55 - velocidad de corte: 40 m/min
- avance: 0,09 mm/rev
- profundidad de paso: 1 mm

60 A partir del análisis de los resultados de dichos ensayos no surgieron diferencias significativas en el comportamiento entre el latón con plomo y una aleación de acuerdo con la presente invención, encontrando el mismo comportamiento cuando se corta con una herramienta de corte único.

65 Por el contrario, surgieron diferencias sustanciales entre una aleación de acuerdo con la presente invención y el latón comercial sin plomo, mostrando el último una viruta continua, que, en algunas operaciones de mecanizado, puede crear problemas de acabado superficial y rotura de herramientas.

Más específicamente, se realizaron análisis morfológicos de las virutas documentados a través fotografía y

estereomicroscopía óptica, cuyos resultados pueden observarse en las figuras 28 a 36, en las que:

- las figuras 28 a 30 son relativas a una barra de 16 mm de diámetro de latón sin plomo;
- las figuras 31 a 33 son relativas a una barra de 16 mm de diámetro de latón con plomo; y
- las figuras 34 a 36 son relativas a una barra de 16 mm de diámetro de una aleación de acuerdo con la presente invención.

Ensayos de fresado

Con el fin de confirmar los resultados obtenidos con los ensayos en una sierra de cinta y en un torno, el comportamiento de corte se evaluó en el caso de una herramienta de corte múltiple y se realizaron ensayos de fresado en una barra plana con un ancho en el plano de 80x5 mm y se realizaron con una aleación de acuerdo con la presente invención (60 % de Cu, 38 % de Zn, 2 % de Bi). Las operaciones de mecanizado se realizaron con una fresadora que tenía 4 cuchillas con un diámetro de 2 mm, filos cortantes con una herramienta en forma de T, incisiones, agujeros y roscas. Se usaron los parámetros de velocidad de avance y corte normalmente utilizados para latón con plomo.

El ensayo de fresado también proporcionó un resultado positivo, mostrando que el consumo de las herramientas para tratar un objeto fabricado a partir una aleación de acuerdo con la presente invención es comparable con el del latón con plomo. Por último, debe enfatizarse que después de 900 piezas no hubo rotura de la herramienta ni degradación del acabado de la superficie.

Ensayos de incisión con láser

Los ensayos de incisión con láser se realizaron en componentes anteriormente mecanizados mediante máquinas herramientas a partir de barras de una aleación de acuerdo con la presente invención (60 % de Cu, 38 % de Zn, 2 % de Bi). Se usaron los mismos parámetros de proceso utilizados en el caso del latón con plomo comercial y no se descubrieron diferencias apreciables en el comportamiento.

Ensayos de limpieza y pulido y galvánicos

Los ensayos de limpieza y pulido y galvánicos se realizaron en componentes que habían sido fresados, torneados, forjados y algunos de ellos transformados con soldaduras y/o incisiones con láser y/o chorro de arena para después terminarlos con limpieza y pulido, con el fin de obtener resultados de todos los procesos de mecanizado que normalmente se realizan en productos convencionales fabricados con latón.

También en este caso, no se descubrieron diferencias con respecto al latón con plomo.

Se realizaron ensayos comparativos de rendimiento galvánico (calor húmedo, pulverización salina, sudor sintético y adherencia) en piezas iguales, fabricadas con las tres aleaciones (aleación de acuerdo con la presente invención, latón con plomo y latón sin plomo) tratadas del mismo modo. Tampoco se detectaron en este caso diferencias de comportamiento.

La siguiente tabla muestra un extracto de los ensayos de corrosión realizados en muestras galvanizadas en sustratos fabricados a partir de una aleación de acuerdo con la presente invención.

Protocolo n.º	Tipo de ensayo	Patrón	Duración (horas)	Resultado
72960	Calor húmedo	10 - Calor húmedo (norma EN ISO 4611)	96	Positivo
72961	Pulverización salina	11 - Pulverización salina (norma UNI EN ISO 9227)	96	Positivo
72962	Sudor sintético	18 - Sudor sintético (norma NF S 80-772)	24	Positivo
72963	Choque térmico	7 - Choque térmico (norma UNI EN ISO 27874:2008 - C.4)	0	Positivo
72964	Tioacetamida	9 - Tioacetamida (norma UNI EN ISO 4538)	48	Positivo

Notas:
 72960: Sin alteración
 72961: Sin alteración significativa. Solo una salida muy leve de salinidad de color blanco del orificio en la parte posterior
 72962: Sin alteración significativa
 72963: Sin alteración
 72964: Sin alteración

Comparación con las enseñanzas de documentos de la técnica anterior

El Solicitante de la presente solicitud de patente realizó ensayos comparativos de maquinabilidad entre aleaciones de acuerdo con la presente invención y aleaciones como se enseñan en los documentos anteriores US5637160A,

CN104109774A, CN104004941A.

Los resultados de dichos ensayos comparativos se presentan en la siguiente tabla.

Resultados de corte con sierra de cinta	Tiempo de corte		% de rendimiento	Composición medida					
	Promedio	Error		% de Cu	% de Zn	% de Bi	% de P	% de Sn	% de Ce
Aleación 5	10,6	0,6	48	60,5	37,0	2,5			
Aleación 2	12,9	1,2	58	61,3	36,9	1,8			
Aleación 1	13,5	0,6	61	58,9	39,4	1,7			
Aleación 9	13,7	0,6	62	60,1	37,0	2,9			
Aleación 3	14,2	0,5	64	57,6	40,9	1,5			
Aleación 8	14,3	0,4	65	60,7	38,1	1,2			
Aleación 7	14,4	0,4	65	60,1	39,7	1,1			0,13
Aleación 6	15,1	0,6	68	61,3	35,9	1,7	0,06	1	

5

Como comentarios sobre las aleaciones sometidas a ensayo, debe indicarse que:

- la aleación 5 es la primera aleación preferida de acuerdo con la presente invención;
- la aleación 2 es una segunda aleación preferida de acuerdo con la presente invención;
- 10 - la aleación 1 es una tercera aleación preferida de acuerdo con la presente invención;
- la aleación 9 es una cuarta aleación preferida de acuerdo con la presente invención;
- la aleación 3 es una quinta aleación preferida de acuerdo con la presente invención; y
- las aleaciones 6, 7 y 8 representan aleaciones de acuerdo con las enseñanzas, respectivamente, de los documentos US5637160A, CN104109774A y CN104004941A.

15

Las aleaciones se colocaron en orden de disminución del rendimiento de maquinabilidad.

Los ensayos realizados confirman, por tanto, que las aleaciones de acuerdo con la presente invención tienen concentraciones diferentes con respecto a las de los documentos US5637160A, CN104109774A y CN104004941A y un mejor rendimiento (tal como la maquinabilidad) con respecto a ellas.

20

También debe indicarse que se prevé que las aleaciones de dichos documentos de la técnica anterior se sometan a fundición por presión, a fundición y no a forja como una aleación de acuerdo con la presente invención.

25

Además, las aleaciones de los documentos de la técnica anterior anteriormente mencionados son para fabricar grifos y no para componentes para la industria de la moda.

También debe indicarse que los documentos US5637160A, CN104109774A y CN104004941A se centran en obtener aleaciones con alta resistencia a la corrosión y obtener un grano fino después de la solidificación, aspectos que son totalmente irrelevantes para una aleación de acuerdo con la presente invención, puesto que se prevé que los objetos obtenidos con una aleación de este tipo se extruyan en estado sólido y después se recubran y protejan del ambiente exterior a través de capas galvánicas.

30

Como se comprenderá, la aleación utilizada en la presente invención consigue los fines preestablecidos, puesto que ha demostrado, entre otras cosas, que tiene una forjabilidad, una cizallabilidad y una maquinabilidad comparables o incluso mejores que las de los latones con o sin plomo.

35

Las modificaciones y variantes de la invención son posibles dentro del alcance de protección definido por las reivindicaciones.

40

REIVINDICACIONES

1. Un artículo moldeado a partir de una aleación metálica que comprende los siguientes componentes:

- 5 - cobre en un porcentaje que varía entre el 62 % y el 57 % en peso sobre el peso total de la aleación;
 - bismuto en un porcentaje que varía entre el 3 % y el 1 % en peso sobre el peso total de la aleación; y
 - cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación,

10 comprendiendo adicionalmente dicha aleación plomo a una concentración inferior o igual al 40 ppm en peso sobre el peso total de la aleación, cadmio a una concentración inferior o igual al 40 ppm en peso sobre el peso total de la aleación, níquel a una concentración inferior o igual al 0,3 % en peso sobre el peso total de la aleación, estaño a una concentración inferior o igual al 0,3 % en peso sobre el peso total de la aleación, hierro a una concentración inferior o igual al 0,1 % en peso sobre el peso total de la aleación y/o aluminio a una concentración inferior o igual al 0,70 % en peso sobre el peso total de la aleación, comprendiendo dicho artículo moldeado una guarnición metálica para la industria de la moda, tal como una hebilla de cinturón, un mosquetón, un cierre de bolso, un colgante, un tirador de cremallera o una guarnición metálica para la industria de accesorios de iluminación.

20 2. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 1 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 60 % y el 61 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 2 % y el 3 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc en un porcentaje que varía entre el 36 % y el 38 % en peso sobre el peso total de la aleación.

25 3. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 2 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 60,4 % y el 60,6 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 2,4 % y el 2,6 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc en un porcentaje que varía entre el 36,9 % y el 37,1 % en peso sobre el peso total de la aleación.

30 4. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 3 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende el 60,5 % de cobre en peso sobre el peso total de la aleación, el 2,5 % de bismuto en peso sobre el peso total de la aleación y el 37 % de cinc en peso sobre el peso total de la aleación.

35 5. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 2 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 60 % y el 60,2 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 2,8 % y el 3 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc en un porcentaje que varía entre el 36,9 % y el 37,1 % en peso sobre el peso total de la aleación.

40 6. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 1 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 58,8 % y el 62 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1,5 % y el 3 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc en un porcentaje que varía entre el 36 % y el 40 % en peso sobre el peso total de la aleación.

45 7. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 1 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 61,2 % y el 61,4 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1,7 % y el 1,9 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc en un porcentaje que varía entre el 36,8 % y el 37 % en peso sobre el peso total de la aleación.

50 8. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 7 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende el 61,3 % de cobre en peso sobre el peso total de la aleación, el 1,8 % de bismuto en peso sobre el peso total de la aleación y el 36,9 % de cinc en peso sobre el peso total de la aleación.

9. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 1 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 58,5 % y el 59,5 % en peso sobre el peso total de la aleación y bismuto en un porcentaje que varía entre el 1,5 % y el 2 % en peso sobre el peso total de la aleación.

55 10. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 9 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende cobre en un porcentaje que varía entre el 58,8 % y el 59 % en peso sobre el peso total de la aleación, bismuto en un porcentaje que varía entre el 1,6 % y el 1,8 % en peso sobre el peso total de la aleación y cinc en un porcentaje que varía entre el 39,3 %-39,5 % en peso sobre el peso total de la aleación.

60 11. Un artículo de acuerdo con la reivindicación 10 moldeado a partir de una aleación metálica que comprende el 58,9 % de cobre en peso sobre el peso total de la aleación, el 1,7 % de bismuto en peso sobre el peso total de la aleación y el 39,4 % de cinc en peso sobre el peso total de la aleación.

65 12. Un método para la producción de un artículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende una etapa de forja de la aleación metálica respectiva.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha forja comprende una etapa de forja en caliente, torneado, fresado de control numérico informatizado, procesamiento con máquinas herramientas, procesamiento con máquina láser y/o galvanización.
- 5 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en el que, en primer lugar, la aleación se fabrica en estado fundido y después el producto semielaborado se fabrica a través de un proceso de extrusión en caliente, y en el que dicha aleación se obtiene fundiendo escamas de cobre puro, posteriormente se añaden lingotes de cinc puro y finalmente lingotes de bismuto puro.
- 10 15. Uso de una aleación metálica que comprende los siguientes componentes:
- cobre en un porcentaje que varía entre el 62 % y el 57 % en peso sobre el peso total de la aleación;
 - bismuto en un porcentaje que varía entre el 3 % y el 1 % en peso sobre el peso total de la aleación; y
 - cinc añadido para obtener el 100 % en peso sobre el peso total de la aleación,
- 15 comprendiendo adicionalmente dicha aleación plomo a una concentración inferior o igual al 40 ppm en peso sobre el peso total de la aleación, cadmio a una concentración inferior o igual al 40 ppm en peso sobre el peso total de la aleación, níquel a una concentración inferior o igual al 0,3 % en peso sobre el peso total de la aleación, estaño a una concentración inferior o igual al 0,3 % en peso sobre el peso total de la aleación, hierro a una concentración inferior o
- 20 igual al 0,1 % en peso sobre el peso total de la aleación y/o aluminio a una concentración inferior o igual al 0,70 % en peso sobre el peso total de la aleación, para la implementación de una guarnición metálica para la industria de la moda, tal como una hebilla de cinturón, un mosquetón, un cierre de bolso, un colgante, un tirador de cremallera o una guarnición metálica para la industria de accesorios de iluminación.
- 25 16. Uso de acuerdo con la reivindicación 15 de una aleación metálica como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11.

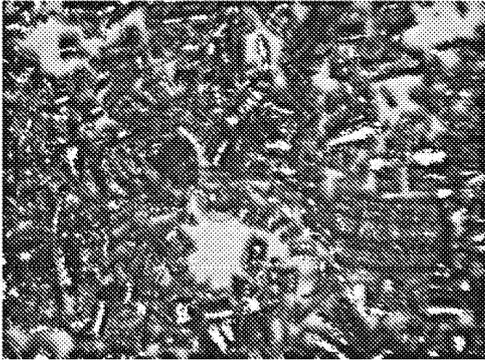


Fig. 1

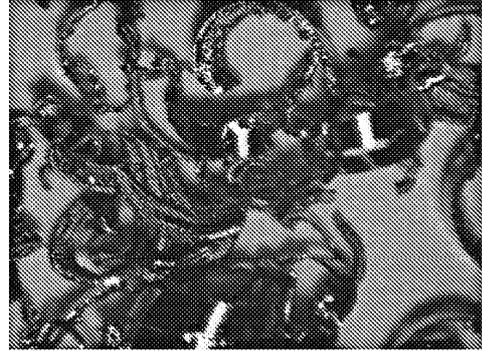


Fig. 2

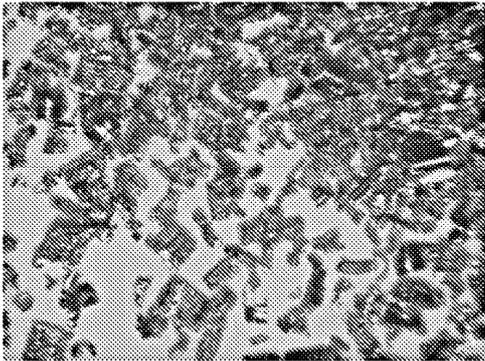


Fig. 3



Fig. 4

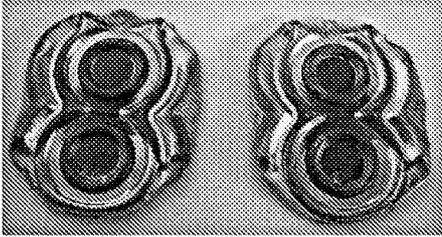


Fig. 5

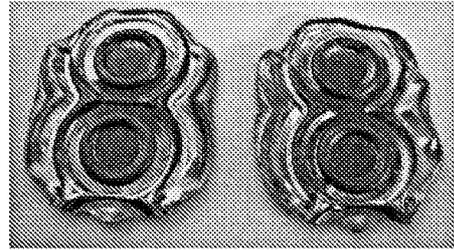


Fig. 6

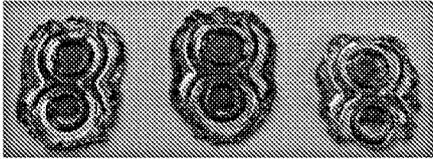


Fig. 7

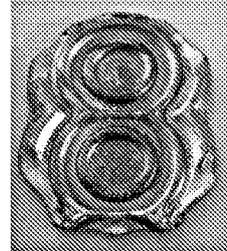


Fig. 8

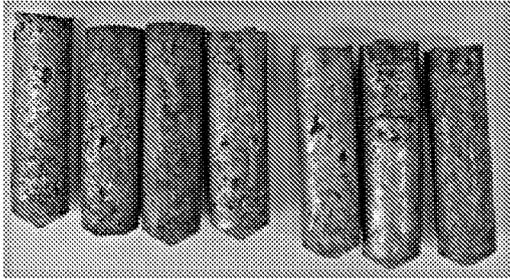


Fig. 9

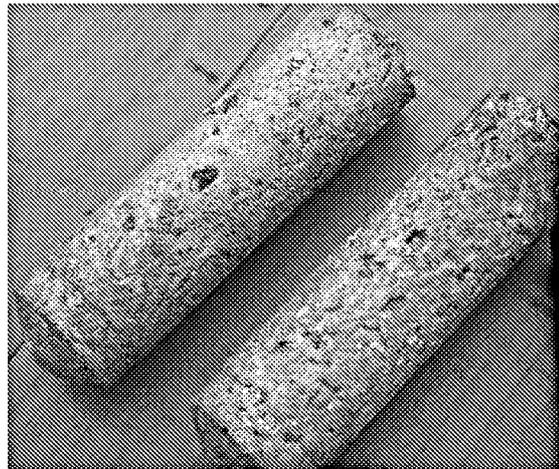


Fig. 10

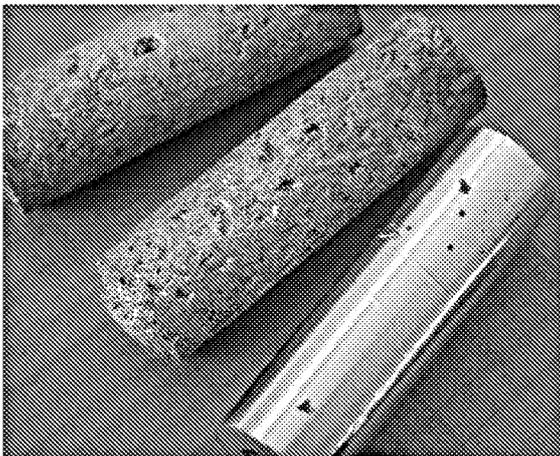


Fig. 11

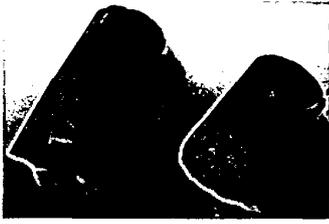


Fig. 12



Fig. 13

Lingotes deformados en un torno.
Buena deformación y riesgo
limitado de fractura



Fig. 14



Lingotes deformados por martillo.
Deformación mala y alto riesgo de
fractura.

Fig. 15

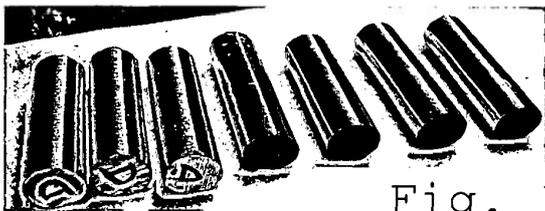


Fig. 16

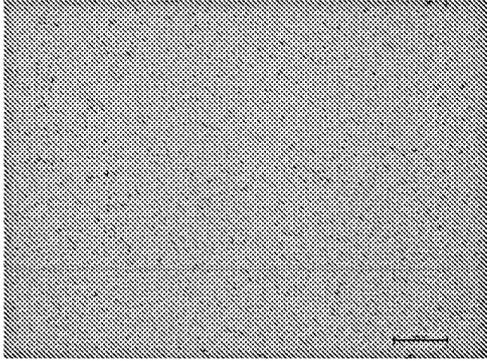


Fig. 17

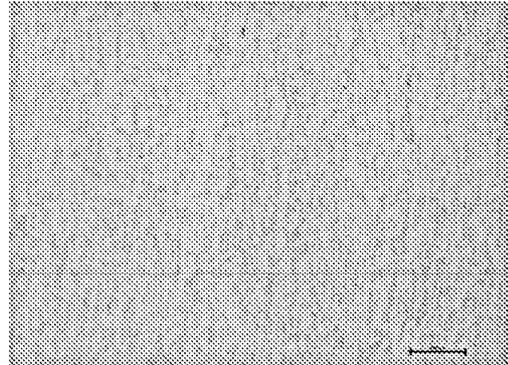


Fig. 18

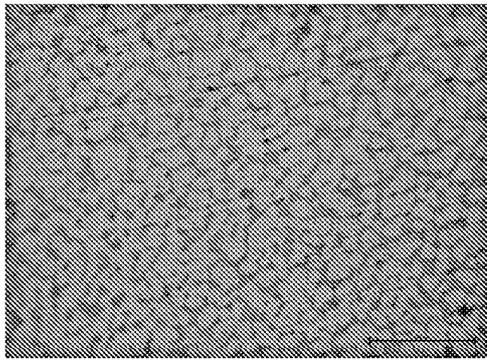


Fig. 19

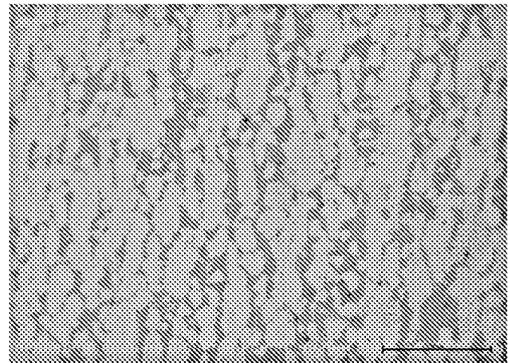


Fig. 20

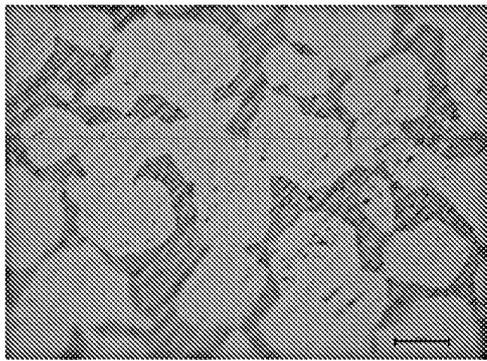


Fig. 21

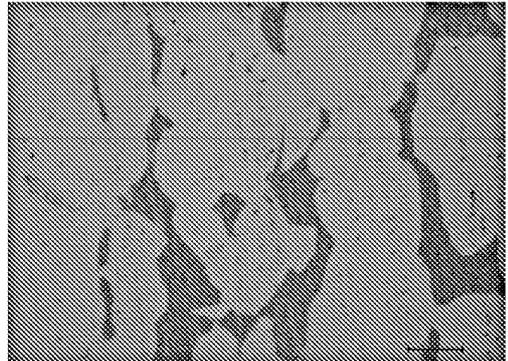


Fig. 22

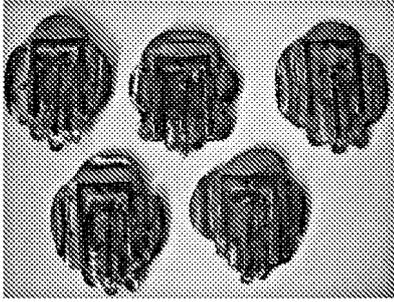


Fig. 23

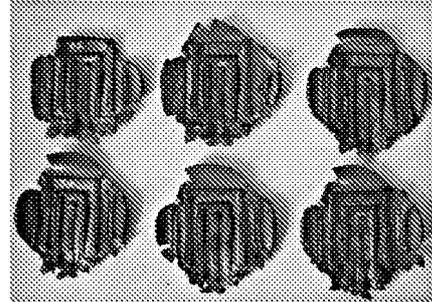


Fig. 24

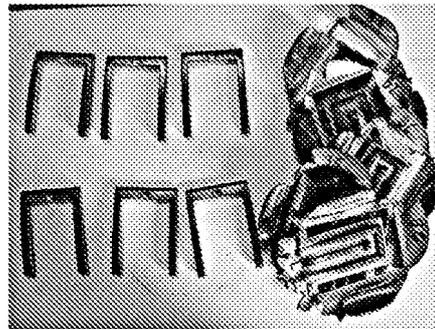


Fig. 25

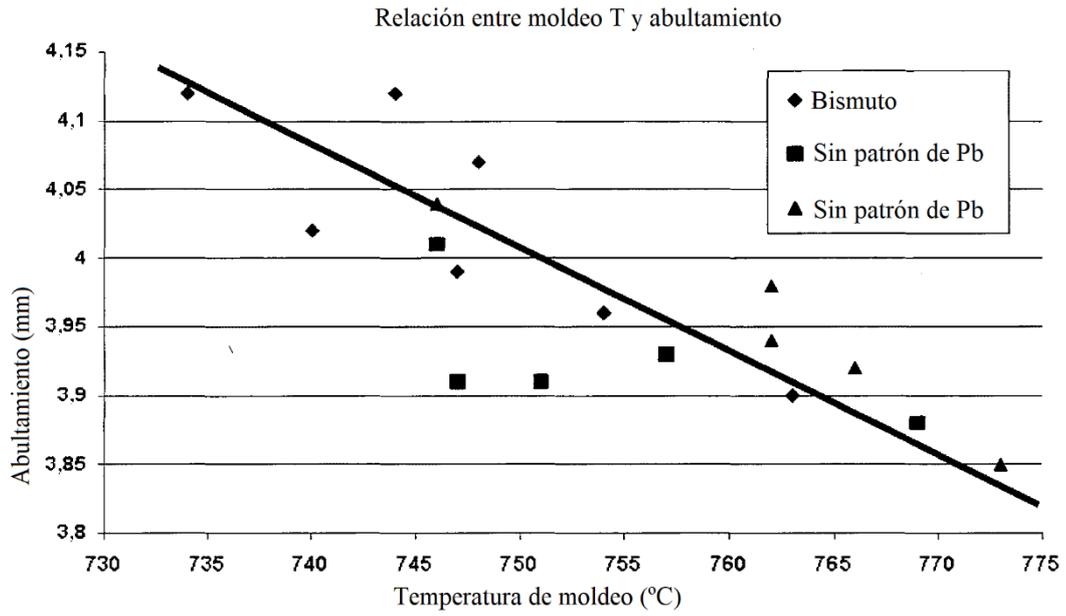


Fig. 26

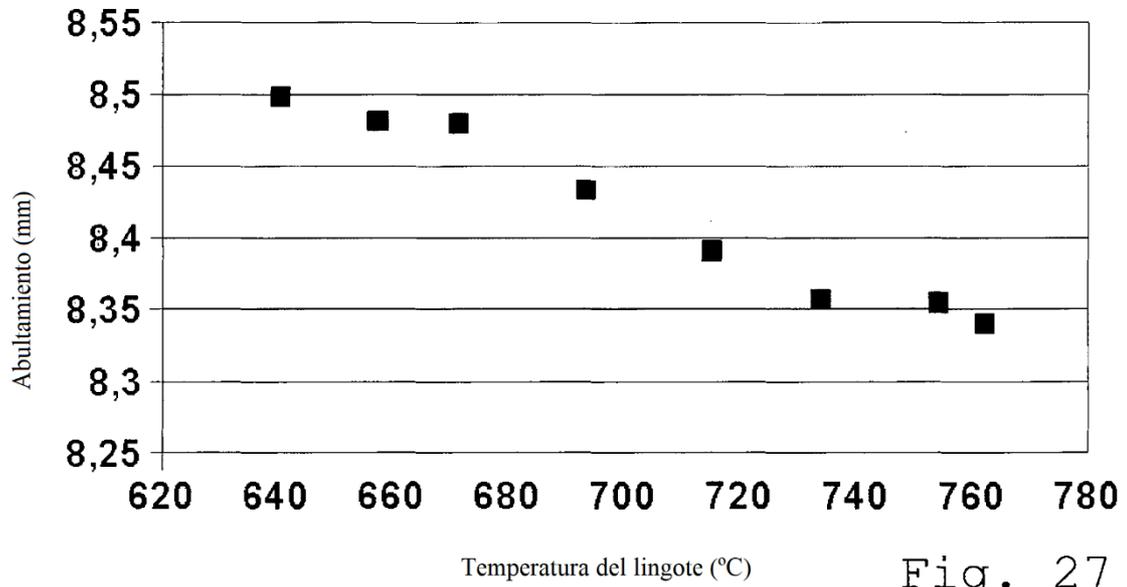


Fig. 27

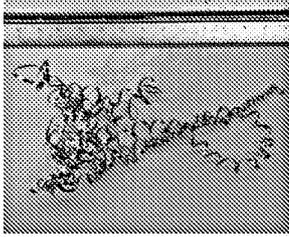


Fig. 28



Fig. 29

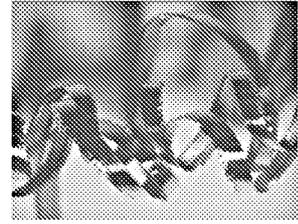


Fig. 30

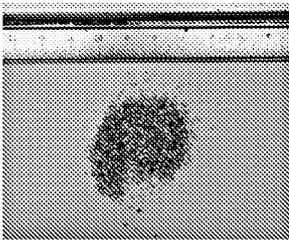


Fig. 31

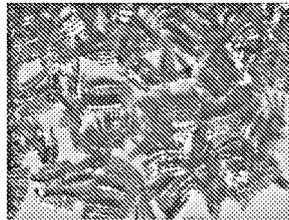


Fig. 32

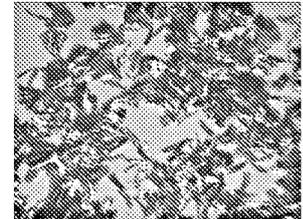


Fig. 33

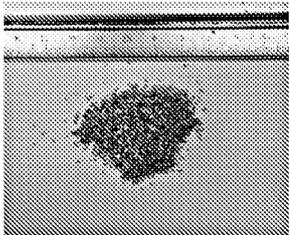


Fig. 34



Fig. 35



Fig. 36