

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 266**

51 Int. Cl.:

C22C 9/04 (2006.01)

B62D 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2015 PCT/FR2015/053366**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16092195**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2015 E 15816818 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 3230483**

54 Título: **Aleación a base de cobre y pieza mecánica, en concreto horquilla de caja de cambios, obtenida a partir de la aleación**

30 Prioridad:

08.12.2014 FR 1462058

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

10.12.2018

73 Titular/es:

**FAVI- LE LAITON INJECTÉ (100.0%)
14 rue Louis Deneux
80490 Hallencourt, FR**

72 Inventor/es:

VIBERT, THIERRY

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

ES 2 693 266 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 a base de cobre y pieza mecánica, en concreto horquilla de caja de cambios, obtenida a partir de la aleación

[0001] La presente invención se refiere al sector de las aleaciones de cobre.

5 **[0002]** La presente invención se aplicará principalmente en el sector de las piezas destinadas a utilizarse en la industria automovilística.

[0003] Estas piezas consisten más concretamente en elementos de cajas de cambios, que a menudo se someten a una importante tensión mecánica.

10 **[0004]** Por ejemplo, los elementos de cajas de cambios que pueden fabricarse a partir de la presente aleación consisten en particular, pero sin carácter limitativo, en horquillas de cajas de cambios.

[0005] Por consiguiente, la invención se refiere más concretamente a una aleación a base de cobre para la fabricación de piezas de cajas de cambios, en concreto horquillas, presentando dicha aleación un contenido muy bajo, incluso nulo, de plomo.

15 **[0006]** Tradicionalmente, es conocido por el estado de la técnica, desde los años 70, un latón, es decir, una aleación compuesta principalmente de cobre (Cu) y de zinc (Zn), identificado con la denominación comercial CuZn27Mn3Al2, o más simplemente por CuZn27.

[0007] La composición de esta aleación se ha desarrollado específicamente en colaboración con un fabricante de automóviles, por sus buenas características mecánicas y sobre todo su buena resistencia al desgaste. Esta aleación se utiliza para la fabricación de horquillas de cajas de cambios.

20 **[0008]** Esta composición, sin cambios desde su creación, es la siguiente:

| | Cu | Pb | Sn | Fe | Ni | Al | Mn | Si | Zn |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Mini | 65,0 | 0,80 | - | 0,50 | - | 1,50 | 2,50 | 0,40 | Resto |
| Maxi | 67,0 | 1,20 | 0,30 | 1,00 | 0,30 | 2,00 | 3,00 | 0,60 | |

25 **[0009]** Se ha definido una composición particular de la aleación CuZn27Mn3Al2 con el fin de obtener las características mecánicas y la resistencia al desgaste óptima gracias a la presencia controlada de compuestos intermetálicos Fe-Mn-Si. Esta composición es la siguiente:

| | Cu | Pb | Sn | Fe | Ni | Al | Mn | Si | Zn |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Objetivo | 65,75 | 0,90 | 0,25 | 0,80 | 0,25 | 1,80 | 2,80 | 0,55 | Resto |

[0010] Los compuestos intermetálicos Fe-Mn-Si son el resultado de la presencia de elementos de adición dentro de esta aleación, como el hierro (Fe), el manganeso (Mn) y el silicio (Si).

30 **[0011]** Más específicamente, una parte de los elementos de adición se precipitará a fin de formar estos compuestos intermetálicos a base de Fe, Mn y de Si que favorecerán concretamente la resistencia al desgaste de la aleación, especialmente importante para una aplicación en las horquillas de las cajas de cambios.

35 **[0012]** En los años 90, la aleación CuZn27Mn3Al2 se estandarizó con motivo de la creación de la norma europea EN1982 que reúne, entre otras, las normas francesa, inglesa y alemana. Los márgenes de tolerancia en cuanto a cada elemento se han ampliado por este motivo.

[0013] La denominación es CuZn32Al2Mn2Fe1-C con arreglo a la norma NF EN1982:2008-07 presenta la siguiente composición:

| | Cu | Pb | Sn | Fe | Ni | Al | Mn | Si | Zn |
|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Mini | 59,0 | - | - | 0,50 | - | 1,0 | 1,0 | - | Resto |
| Maxi | 67,0 | 1,5 | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 1,0 | |

[0014] Conviene destacar que la aleación CuZn27Mn3Al2 en cuestión consta de un contenido en plomo (Pb) inferior a un 1,5 % en peso, en relación con el peso total de dicha aleación. Sin embargo, esta proporción es generalmente superior a un 0,80 % en peso.

5 **[0015]** La presencia de plomo en la aleación CuZn27Mn3Al2 garantiza concretamente una buena maquinabilidad de esta última.

[0016] En efecto, el plomo está presente en la mayoría de latones, fundamentalmente por la capacidad a la mecanización que aporta a la aleación. Puede estar presente en una cantidad importante, hasta un 4 % en peso para los matices de decoletaje.

10 **[0017]** Este metal, prácticamente insoluble en los latones, se presenta en forma de nódulos o de puntos negros repartidos de manera uniforme en la matriz de la aleación. Concretamente puntos negros de este tipo se pueden ver y están rodeados en la figura 1, pero sólo en la fotografía que representa la estructura micrográfica de probetas obtenidas a partir de una aleación del estado de la técnica CuZn27Mn3Al2 (anotado como CuZn27 en dicha fotografía).

15 **[0018]** Estos nódulos de plomo, llamados asimismo precipitados tipo Guinier-Preston, permiten limitar la difusión de la tensión dentro del material. Este fenómeno produce el efecto de crear un endurecimiento del latón.

[0019] Asimismo, el plomo presenta un punto bajo de fusión, 327 °C.

20 **[0020]** Todas estas particularidades del plomo permiten una fragmentación de las virutas, velocidades de mecanizado elevadas (sobre todo en el decoletaje), que no necesite lubricante (mecanizado en seco) y todo limitando el desgaste de los instrumentos de corte. Según la composición particular del CuZn27, el contenido en plomo (Pb) se ha definido en un 0,90 % en peso con el fin de asegurar la buena maquinabilidad del latón.

[0021] Asimismo, el documento de patente CN 101705388 da a conocer un latón para anillos de sincronización de automóviles cuya composición, en porcentajes de masa, es la siguiente: Cu: de un 59 a un 65 %, Al: de un 1,7 a un 3,7 %, Mn: de un 2,2 a un 3,8 %, Si: de un 0,5 a un 1,3 %, Cr: de un 0,07% a un 0,27 %, Ni: de un 0,2 a un 0,6 %, Fe ≤ 0,6 %, Pb ≤ 0,18 %, Zn en el porcentaje restante e impurezas < 0,05 %.

25 **[0022]** Sin embargo, la proporción de plomo sigue siendo significativamente elevada y la presencia de cromo no se desea en la presente aleación.

30 **[0023]** Además, tras una evolución del reglamento europeo en vigor en el sector de los VFU (vehículos fuera de uso), y sobre todo tras la eventual supresión de la exención 3 del anexo II de la Directiva 2000/53CE, la presencia de plomo en las aleaciones de cobre pronto se prohibiría. De hecho, la presencia de plomo resulta peligroso para la salud y para el medio ambiente.

[0024] En consecuencia, para responder a esta evolución, es preciso proponer una aleación en la que se haya eliminado el plomo. Sin embargo, la principal dificultad de una operación de este tipo reside en el hecho de que las piezas, obtenidas a partir de esta aleación sin plomo, deben presentar características mecánicas similares a las obtenidas con la aleación tradicional.

35 **[0025]** Ya existen latones sin plomo, en concreto de silicio como la aleación CuZn16Si4-C. Sin embargo, una aleación de este tipo no presenta las mismas características mecánicas que la aleación tradicional CuZn27Mn3Al2. Asimismo, el comportamiento al desgaste de la aleación CuZn16Si4-C no permite responder a las especificaciones de los fabricantes de automóviles, en particular para la aplicación de las horquillas de las cajas de cambios.

40 **[0026]** También se conoce en el estado de la técnica la sustitución del plomo por bismuto (Bi) y/o por antimonio (Sb) en algunos latones.

[0027] No obstante, estos elementos presentan el inconveniente de no ser compatibles con la fundición bajo presión, dado que debilitan el metal con el calor.

45 **[0028]** La invención ofrece la posibilidad de paliar los diversos inconvenientes del estado de la técnica proponiendo una aleación que no incluya plomo, o en una proporción sustancialmente reducida, en relación con la aleación CuZn27Mn3Al2 utilizada de forma tradicional, conservando dicha aleación al mismo tiempo características adecuadas.

50 **[0029]** Más en concreto, se ha destacado, de manera sorprendente, que la proporción de plomo, encontrada en una aleación tradicional, podía sustituirse por otros elementos, en este caso por cobre y/o por zinc, y sin alterar las características mecánicas de la aleación, estando varias de estas características, de manera aún más sorprendente, mejoradas por las modificaciones realizadas.

55 **[0030]** A tal efecto, la presente invención se refiere a una aleación a base de cobre representada por la fórmula general $Cu_aZn_bPb_0$, estando dicha aleación caracterizada por que su composición química consiste en, en porcentaje en peso en relación con la masa total de dicha aleación, una proporción a de cobre (Cu) comprendida entre un 64,0 y un 68,0 %, una proporción b de zinc (Zn) comprendida entre un 23,0 y un 32,0 %, incluyendo además dicha aleación una proporción de estaño (Sn) inferior al 0,50 %, una proporción de hierro (Fe) comprendida entre un 0,4 y un 1,2 %, una proporción de níquel (Ni) inferior al 0,50 %, una proporción de aluminio (Al) comprendida entre un 1,5 y un 2,3 %, una proporción de manganeso (Mn) comprendida entre un 2,5 y un 3,3 %, y una proporción de silicio (Si) inferior al 1,0 %.

[0031] La aleación $Cu_aZn_bPb_0$ conforme a la invención está asimismo caracterizada por que incluye una proporción de plomo inferior o igual al 0,10 %.

[0032] De manera ventajosa, la proporción a de cobre (Cu) está comprendida entre un 65,0 y un 67,0 %, la proporción b de zinc (Zn) está comprendida entre un 25,5 % y un 29,5 %, la proporción de estaño (Sn) está comprendida entre un 0,20 y un 0,30 %, la proporción de hierro (Fe) está comprendida entre un 0,6 y un 1,0 %, la proporción de níquel (Ni) está comprendida entre un 0,20 y un 0,30 %, la proporción de aluminio (Al) está comprendida entre un 1,6 y un 2,0 %, la proporción de manganeso (Mn) está comprendida entre un 2,6 y un 3,0 %, la proporción de silicio (Si) está comprendida entre un 0,40 y un 0,60 %, y dicha aleación incluye una proporción de plomo (Pb) inferior o igual al 0,08 %.

[0033] Aún más ventajosamente, la proporción de plomo (Pb) de la aleación es inferior o igual al 0,05 %.

[0034] De forma específica, la aleación a base de cobre de la invención incluye un 65,75 % de cobre, 27,75 % de zinc, 0,25 % de estaño, 0,80 % de hierro, 0,25 % de níquel, 1,80 % de aluminio, 2,80 % de manganeso, 0,55 % de silicio y 0,05 % de plomo.

[0035] La presente invención se refiere asimismo a una pieza mecánica fabricada a partir de la aleación a base de cobre según la invención.

[0036] Dicha pieza mecánica consiste preferiblemente en un elemento de caja de cambios de un vehículo sometido a una tensión mecánica.

[0037] Más en concreto aún, esta pieza mecánica puede consistir preferiblemente en una horquilla que una caja de cambios de un vehículo que comprende un vástago destinado a ser atravesado por un árbol sobre el que se montará la horquilla, estando dicho vástago conectado a dos patillas por medio de una tela, formando dichas patillas en conjunto un semicírculo que comprende interiormente dos patines (31, 41) capaces de cooperar con una corona de la caja de cambios.

[0038] La invención sigue haciendo referencia a un método de fabricación de una pieza mecánica de este tipo, comprendiendo dicho método una etapa en la que se moldea la aleación $Cu_aZn_bPb_0$ bajo presión en moldes metálicos e incluso una etapa en la que se moldea la aleación $Cu_aZn_bPb_0$ por gravedad en moldes metálicos.

[0039] Ventajosamente, se moldea la aleación $Cu_aZn_bPb_0$ a una temperatura comprendida entre 1000 y 1050 °C.

[0040] Según otra particularidad de la invención, se obtiene dicha pieza por mecanizado.

[0041] De forma interesante, la etapa de mecanizado se efectúa con micropulverización de lubricante.

[0042] La presente invención incluye una gran cantidad de ventajas.

[0043] En particular, la aleación según la invención incorpora una cantidad de plomo significativamente reducida, incluso nula, en relación con las aleaciones convencionales que existen en el estado de la técnica, que contienen en general un 0,90 % de plomo en peso, pudiendo llegar esta proporción hasta el 1,20 %.

[0044] De hecho, por comparación, la proporción de plomo en la aleación según la invención normalmente comprende entre un 0 y un 0,10 % en peso en relación con la masa total de la aleación.

[0045] En consecuencia, una aleación de este tipo es particularmente interesante, ya que permite resolver los problemas relacionados con la evolución del reglamento europeo en relación a los VFU, prohibiendo esta a largo plazo la presencia de plomo en los VFU en cuestión.

[0046] Además, a pesar de la ausencia de plomo en la aleación, esta, por su composición particular, conserva igualmente características mecánicas que al menos pueden compararse a las de las aleaciones tradicionales.

[0047] Sorprendentemente, algunas características mecánicas de la presente aleación se han medido como siendo superiores a las de las aleaciones del estado de la técnica.

[0048] En consecuencia, esta aleación es particularmente interesante para la fabricación de piezas destinadas a la industria automovilística, y en concreto de piezas que están sometidas a una tensión mecánica específica, por ejemplo, la tensión de resistencia al desgaste, de deformación plástica de la materia (o mateado), etc., como las horquillas de las cajas de cambios.

[0049] Otras características y ventajas de la invención surgirán a partir de la siguiente descripción detallada de los modos de realización no limitativos de la invención, en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

– La figura 1 es una fotografía que representa la estructura micrográfica de probetas obtenidas a partir de una aleación del estado de la técnica $CuZn_{27}Mn_{3Al}2$ (anotada como $CuZn_{27}$ en la fotografía) y de una aleación según la invención (anotada como $CuZn_{27}Pb_0$ en la fotografía), según un aumento de X500 para las dos imágenes de arriba A1 y B1, y un aumento superior para las dos imágenes de abajo A2 Y B2;

– Las figuras 2 a 11 ilustran de manera esquemática diferentes vistas en perspectiva de una horquilla de caja de cambios que puede fabricarse a partir de la aleación conforme a la presente invención.

[0050] La presente invención se refiere a una aleación a base de cobre. De manera general, dicha aleación puede estar denominada por la fórmula $Cu_aZn_bPb_0$.

[0051] La aleación según la invención incluye ventajosamente al menos cobre (Cu), zinc (Zn), estaño (Sn), hierro (Fe), níquel (Ni), aluminio (Al), manganeso (Mn), silicio (Si).

[0052] Asimismo, dicha aleación es particular en lo que se refiere a que comprende una proporción extremadamente débil, incluso casi nula, de elemento plomo (Pb).

5 **[0053]** Esto permite concretamente ajustarse a los criterios establecidos por las autoridades europeas, con respecto a la reducción de las cantidades de plomo, debido a la peligrosidad de este elemento en particular para la salud humana.

[0054] Más en particular, la aleación $Cu_aZn_bPb_0$ según la invención presenta una composición química que consiste, en porcentaje en peso en relación con el peso total de dicha aleación, en:

- 10
- una proporción a de cobre (Cu) comprendida entre un 64,0 y un 68,0 %;
 - una proporción b de zinc (Zn) comprendida entre un 23,0 % y un 32,0 %;
 - una proporción de estaño (Sn) inferior a un 0,50 %;
 - una proporción de hierro (Fe) comprendida entre un 0,4 y un 1,2 %;
 - una proporción de níquel (Ni) inferior a un 0,50 %;

15

 - una proporción de aluminio (Al) comprendida entre un 1,5 % y un 2,3 %;
 - una proporción de manganeso (Mn) comprendida entre un 2,5 % y un 3,3 % y;
 - una proporción de silicio (Si) inferior a un 1,0 %;
 - una proporción de plomo (Pb) inferior o igual a un 0,10 %;

20 **[0055]** De manera ventajosa:

- la proporción a de cobre (Cu) está comprendida entre un 65,0 y un 67,0 %;
- la proporción b de zinc (Zn) está comprendida entre un 25,5 % y un 29,5 %;
- la proporción de estaño está comprendida entre un 0,20 y un 0,30 %;
- la proporción de hierro está comprendida entre un 0,6 y un 1,0 %;

25

- la proporción a de níquel está comprendida entre un 0,20 y un 0,30 %;
- la proporción de aluminio está comprendida entre un 1,6 y un 2,0 %;
- la proporción de manganeso está comprendida entre un 2,6 y un 3,0 %;
- la proporción de silicio está comprendida entre un 0,40 y un 0,60 %;

30

- dicha aleación incluye una proporción de plomo (Pb) inferior o igual a un 0,08 %, siendo esta más ventajosamente incluso inferior o igual a un 0,05 %.

[0056] La combinación de los constituyentes listados anteriormente, en las proporciones indicadas, permite minimizar el impacto de las modificaciones introducidas en la aleación tradicional sobre la estructura microscópica de esta última, y, en consecuencia, sobre las características mecánicas de esta última.

35 **[0057]** De hecho, a pesar de los cambios en la composición en relación con la aleación tradicional, la aleación según la invención sigue mostrando la presencia de compuestos intermetálicos entre al menos una parte de algunos elementos de adición, como el hierro, el manganeso, e incluso el silicio.

[0058] Por tanto, son los elementos de adición mencionados anteriormente los que son en parte responsables de la formación de dichos compuestos intermetálicos. Sin embargo, todo cambio, aunque sea mínimo, en la composición global de la aleación, es susceptible de volver a poner en entredicho la formación de estos compuestos, y en consecuencia las características técnicas de la aleación.

40

[0059] Los compuestos intermetálicos en cuestión pueden verse y están rodeados con un círculo, en concreto en la fotografía de arriba a la izquierda A1 de la figura 1 que representa la estructura microscópica de la aleación del estado de la técnica (anotada como CuZn27).

45 **[0060]** Estos mismos compuestos intermetálicos se encuentran sobre la otra fotografía de arriba a la derecha B1, que ilustra la estructura microscópica de las probetas obtenidas a partir de la aleación según la invención (anotada como CuZn27Pb0).

[0061] Asimismo, vemos sobre esta misma fotografía, tras una ampliación realizada con un software de aumento de imagen digital, visible en la B2, la ausencia de puntos negros que representan la presencia de plomo en la aleación según la invención. Por tanto, la aleación según la invención está exenta de nódulos de plomo, a diferencia de la aleación del estado de la técnica (CuZn27) tal como se ilustra en la fotografía A2 abajo a la izquierda de la figura 1.

50

[0062] Los inventores han constatado de forma sorprendente, realizando pruebas comparativas según el procedimiento de fundición bajo presión, que podían compararse algunas características mecánicas entre la aleación tradicional que contiene plomo y la aleación conforme a la invención que presenta un contenido significativamente reducido, incluso casi nulo, de plomo.

55

[0063] Concretamente, la caracterización de los materiales metálicos se representa con cuatro magnitudes, que son:

- la resistencia a tracción R_m que define el límite de rotura, expresado en MPa;
- el límite de elasticidad R_p 0,2 % expresado en MPa, y que caracteriza el ámbito convencional de la reversibilidad;
- el alargamiento de rotura A , expresado en %, que mide la capacidad de un material de estirarse bajo una carga antes de romperse;
- el módulo de Young, E , o módulo de elasticidad longitudinal, expresado generalmente en GPa.

[0064] La caracterización de los materiales metálicos puede representarse asimismo por la dureza de dichos materiales, que está definida por la resistencia que opone una superficie de la muestra a la penetración de un punzón, por ejemplo una bola de acero inoxidable (dureza Brinell) o una pirámide o una pirámide de diamante (dureza Vickers). Si resiste bien, se dice que el material es duro, si no, se dice que es blando. La dureza se mide en distintas escalas según el tipo de material considerado.

[0065] Los resultados de las pruebas mostraron que el límite elástico del 0,2 % y el módulo de Young de la aleación según la invención y de la aleación tradicional, que contiene plomo, eran perfectamente comparables, según el procedimiento de fundición bajo presión.

[0066] Para otras características, como la resistencia a la tracción (R_m) o la elongación de rotura (A %), los inventores han podido destacar que estas se habían mejorado de manera significativa con la composición de la aleación Cu_aZn_bPb0 según la invención.

[0067] Más en concreto, los ensayos comparativos efectuados sobre las aleaciones han permitido mostrar que la resistencia a tracción (R_m) de la aleación según la invención aumenta aproximadamente un 20 % en relación con la aleación conocida y utilizada en el estado de la técnica.

[0068] La mejora es aún más significativa en lo que se refiere al alargamiento de rotura, que se mejora en más de un 200 % en la aleación según la invención.

[0069] De forma ventajosa, la composición de la aleación según la invención consiste en: entre un 65,0 y un 67,0 % de cobre, entre un 25,5 y un 29,5 % de zinc, entre un 0,20 y un 0,30 % de estaño, entre un 0,6 y un 1,0 % de hierro, entre un 0,20 y un 0,30 % de níquel, entre un 1,6 y un 2,0 % de aluminio, entre un 2,6 y un 3,0 % de manganeso, entre un 0,40 y un 0,60 % de silicio y un 0,05 % máx. de plomo.

[0070] Preferiblemente, la aleación conforme a la invención consiste en un 65,75 % de cobre, 27,75 % de zinc, 0,25 % de estaño, 0,80 % de hierro, 0,25 % de níquel, 1,80 % de aluminio, 2,80 % de manganeso, 0,55 % de silicio y 0,05 % de plomo. De hecho, los resultados que se han obtenido han permitido demostrar que una aleación que presenta tales proporciones de los diferentes constituyentes es la que mejor se adapta en términos de características mecánicas.

[0071] Los resultados de las pruebas, realizados para evaluar y comparar las características mecánicas de la presente aleación sin plomo con las de la aleación conocida que contiene plomo, se detallan en el ejemplo más abajo.

[0072] Por sus características mecánicas particularmente interesantes, la aleación Cu_aZn_bPb0 según la invención puede utilizarse en particular en la fabricación de diversas piezas.

[0073] Por consiguiente, la presente invención se refiere asimismo a una pieza mecánica de la aleación a base de cobre Cu_aZn_bPb0 según la invención.

[0074] Preferiblemente, dicha aleación que compone dicha pieza mecánica presenta una resistencia a tracción (R_m) superior o igual a 580 MPa y un alargamiento de rotura (A %) superior o igual a un 10 %.

[0075] Por otra parte, dicha aleación presenta asimismo, de manera interesante, un límite elástico (R_p 0,2 %) superior o igual a 380 MPa, un módulo de Young superior o igual a 90 GPa y una dureza HRB superior a 80 HRB.

[0076] Preferiblemente, la pieza mecánica hecha con la aleación a base de cobre según la invención es un elemento de caja de cambios que es susceptible de ser sometido a una considerable tensión mecánica.

[0077] El elemento de caja de cambios en cuestión puede consistir ventajosamente en una horquilla de caja de cambios.

[0078] Una horquilla 1 de este tipo está representada en las figuras 2 a 11 adjuntas.

[0079] En general, una horquilla de la caja de cambios 1 sirve para conectar dos piñones de distinto tamaño.

[0080] Una horquilla de caja de cambios 1, visible en la figura 2, comprende generalmente un vástago 2 destinado a ser atravesado por una varilla, o eje 11, que lleva dicha horquilla 1, siendo visible el eje 11 en la figura 4.

[0081] Dicha horquilla 1 está destinada a cooperar con una ranura de una corona coaxial en el árbol primario o en un árbol secundario de la caja de cambios.

- [0082] La cooperación entre la horquilla 1 y la corona se realiza mediante dos patillas 3, 4, que en conjunto forman casi un semicírculo, tal como se representa en la figura 2, estando dichas dos patillas o brazos 3, 4 conectadas al vástago 2 mediante una tela o un plato 5 y estando terminadas cada una por una zapata 31,41
- 5 [0083] Asimismo, es posible que dicha horquilla 1 comprenda, de forma opcional, una tercera zapata 51. Esta zapata 51, cuando está presente, sustituye los esfuerzos de paso aliviando las dos zapatas 3, 4.
- [0084] Los patines 31, 41 van en cooperación con la corona, y más particularmente la ranura de dicha corona, estando asociados estos a piñones móviles del árbol.
- 10 [0085] En otro ejemplo de un modo de realización, representado en la figura 3, los patines tienen forma de ranura, y por tanto se denominan patines con ranura 32, 42, y entonces es la corona la que va en el interior de dichos patines.
- [0085] De forma ventajosa, dichas patillas 3, 4 pueden estar provistas de nervios a fin de reforzar la horquilla 1.
- [0087] En un modo de realización en particular, representado en la figura 4 adjunta, la horquilla de la caja de cambios 1 incluye un hueco 10, situado en el plato 5, y en el sentido de mejorar el paso del aceite y de ganar en masa.
- 15 [0088] La horquilla de la caja de cambios 1 puede hacer un movimiento de traslación sobre a la varilla 11 y en paralelo al árbol.
- [0089] Dicho de otro modo, dicha varilla 11, ensamblada en el vástago de la horquilla 1, permite garantizar que dicha horquilla 1 está guiada durante el movimiento de traslación.
- 20 [0090] Asimismo, la horquilla 1 puede, en un ejemplo de un modo de realización en particular, estar montada libre sobre la varilla 11. En este caso de esta figura específica, los elementos de guiado 12, representados en la figura 5, se ensamblan en cada extremo del vástago 2 de la horquilla 1.
- [0091] Esto permite disminuir la fricción entre la horquilla 1 y la varilla 11, a fin de aumentar el rendimiento.
- [0092] Más particularmente, dicha horquilla 1 está accionada en traslación mediante una culata 6 que termina en una garra 8 susceptible de encajar con un dedo de control que no se representa en las figuras. La culata 6 transmite el esfuerzo del paso del dedo de control en la corona, a través de los patines 31, 41 y eventualmente 51, o a través de los patines con ranura 32, 42.
- 25 [0093] Dicha horquilla 1 puede, en un ejemplo de un modo de realización en particular, estar conectada a la culata 6 representada en la figura 2, mediante, preferiblemente, remaches 7 y pasadores que cooperan con un soporte de culata 9.
- 30 [0094] La culata 6 por ejemplo, puede extenderse según una dirección prácticamente paralela al vástago 2.
- [0095] En un ejemplo de un modo de realización diferente, representado en la figura 6, la culata 6 es una parte esencial de la horquilla 1.
- [0096] Existen muchos otros ejemplos de horquillas de caja de cambios 1 representados sobre las figuras 7 y siguientes:
- 35 – una horquilla 1 comprendiendo un vástago 20 en la parte plana de los patines 31, 41, en la figura 7;
- una horquilla 1 con un doble vástago 21 y un sistema de comprobación de dureza integrado 13 en la figura 8;
- una horquilla con un vástago en U 22 que permite una rotación de dicha horquilla 1 en torno al eje en la figura 9;
- una horquilla 1 con un vástago 23 en dos partes en la figura 10;
- 40 – una horquilla 1 basculante mediante dos cojinetes 14 en la figura 11.
- [0097] Una horquilla de la caja de cambios 1, a causa de la importante función que desempeña en una caja de cambios, debe presentar un número determinado de criterios, concretamente una buena resistencia mecánica, en particular al desgaste. Asimismo, una horquilla 1 de este tipo está también sometida a tensiones de contacto por rozamiento con la corona.
- 45 [0098] En consecuencia, es particularmente interesante que la aleación de la horquilla de caja de cambios confiera a esta última características mecánicas óptimas.
- [0099] La presente invención comprende asimismo un método de fabricación de una pieza mecánica, en concreto un elemento de caja de cambios, consistiendo este último en particular en una horquilla de caja de cambios 1 del tipo que se ha descrito anteriormente.
- 50 [0100] El método en cuestión comprende ventajosamente una etapa en la que la aleación según la invención se funde bajo presión en los moldes metálicos, de modo que se obtiene dicha pieza mecánica.
- [0101] El método en cuestión comprende asimismo una etapa en la que la aleación según la invención se funde por gravedad en los moldes metálicos, de modo que se obtiene dicha pieza mecánica.
- 55 [0102] A lo largo del método de fabricación de las piezas mecánicas, y en concreto de las horquillas 1, la salud de dichas piezas se ha verificado mediante cortes en las piezas. Estas han permitido destacar que la eliminación

del plomo no altera la cohesión de la estructura de la aleación, de manera que no altera la salud de la pieza fundida bajo presión.

[0103] En un modo de realización ventajoso, la fundición bajo presión, así como por gravedad, se lleva a cabo a una temperatura comprendida entre 1000 y 1050 °C, en función de la temperatura de fusión de la aleación $Cu_aZn_bPb_0$ según la invención.

[0104] En comparación, la fundición de la aleación tradicional $CuZn27Mn3Al2$ de serie debe llevarse a cabo a una temperatura comprendida entre 950 y 1000 °C.

[0105] De hecho, las modificaciones de la composición másica que se han efectuado para dotar al ensamblaje de un contenido de plomo reducido según la invención han supuesto un cambio en la temperatura de fusión de dicha aleación, en comparación con la de la aleación de serie.

[0106] Preferiblemente, la pieza mecánica, en concreto la horquilla de la caja de cambios 1 se obtiene mediante mecanizado, concretamente el escariado del vástago 2, la perforación del soporte de culata 9 para obtener los pasos de los remaches y pasadores, el fresado del diámetro interno de los patines 31, 41, el fresado de la superficie del soporte de culata 9, etc.

[0107] De manera ventajosa, el mecanizado de la horquilla de la caja de cambios 1, por ejemplo, visible en las figuras 2 a 11, puede necesitar la utilización de un sistema de lubricación del corte como por ejemplo la micropulverización que permite evitar un sobrecalentamiento de las herramientas de corte, pudiendo dar lugar a una destrucción prematura de estas últimas.

[0108] Algunos mecanizados, en concreto el escariado del vástago 2 y la perforación del soporte de la culata 9, han necesitado una modificación de las zonas cortantes de la herramienta que permite el mecanizado, a fin de mejorar el corte, de disminuir el sobrecalentamiento de la herramienta y de tener una buena evacuación de los cortes.

[0109] De hecho, los cortes resultantes del escariado del vástago 2 de la aleación según la invención con un contenido de plomo reducido son distintos de la aleación tradicional de serie; en particular el elemento plomo contenido en esta última no es miscible con latón, y se presenta en forma de nódulos y fragmenta los cortes en el momento del paso de la herramienta cortante.

[0110] Los ensayos en laboratorio han permitido mostrar el interés de un modo de realización en particular de la aleación según la invención, detallando algunas de sus características mecánicas y comparándolas a las de la aleación tradicional $CuZn27Mn3Al2$ o $CuZn27$.

Ejemplo 1: Determinación de las características mecánicas de la aleación $Cu_aZn_bPb_0$ y resultados comparativos

[0111] Las características mecánicas de una aleación fundida bajo presión según la invención se midieron y se compararon a las de una aleación tradicional fundida bajo presión del estado de la técnica.

[0112] El contenido en plomo presente en las aleaciones según la invención se reduce considerablemente en relación con el de la aleación tradicional.

[0113] Las características mecánicas que se probaron son la resistencia a tracción (R_m), el límite elástico al 0,2 % ($R_p 0,2$ %), el alargamiento (A %), el módulo de Young (E) y la dureza HRB.

[0114] Estas características mecánicas se midieron a temperatura ambiente, y se obtuvieron a partir de varios lotes de 30 probetas planas moldeadas bajo presión.

[0115] La geometría de la probeta es representativa de los espesores fundidos normalmente bajo presión y respeta la relación entre la longitud inicial l_0 y la sección inicial S_0 : $l_0 = 5.65\sqrt{S_0}$.

[0116] Más concretamente, los ensayos se han llevado a cabo sobre las composiciones A a C de la aleación $CuZn27Pb_0$ según la invención comprendidas en las proporciones resumidas en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1: Proporciones mínimas y máximas en % másico en relación con la masa total de la aleación de los distintos compuestos de la aleación según la invención

| elemento | Cu | Pb | Sn | Fe | Ni | Al | Mn | Si | Zn |
|----------|------|------|------|-----|------|-----|-----|------|-------|
| mínimo | 65,0 | 0 | 0,20 | 0,6 | 0,20 | 1,6 | 2,6 | 0,40 | resto |
| máximo | 67,0 | 0,05 | 0,30 | 1,0 | 0,30 | 2,0 | 3,0 | 0,60 | |

La composición A comprende:

- 65 % de Cu
- 0,20 % de Sn
- 0,6 % de Fe
- 0,20 % de Ni

- 1,6 % de Al
- 2,6 % de Mn
- 0,40 % de Si

La composición B comprende:

- 5 - 67 % de Cu
- 0,05 % de Pb
- 0,30 % de Sn
- 1,0 % de Fe
- 0,30 % de Ni
- 10 - 2,0 % de Al
- 3,0 % de Mn
- 0,6 % de Si

La composición C comprende:

- 65,75 % de Cu
- 15 - 27,75 % de Zn
- 0,25 % de Sn
- 0,80 % de Fe
- 0,25 % de Ni
- 1,80 % de Al
- 20 - 2,80 % de Mn
- 0,55 % de Si
- 0,05 % de Pb

[0117] Los resultados obtenidos se resumen en la tabla a continuación.

25 **Tabla 2:** Características mecánicas medias obtenidas a partir de varias composiciones A a C para la aleación conforme a la invención.

| | Rm (MPa) | Rp 0,2 % (MPa) | A % | E (GPa) | Dureza HRB |
|-----------|----------|----------------|------|---------|------------|
| CuZn27Pb0 | 603 | 390 | 14,4 | 108 | 88 |

[0118] En comparación, la aleación CuZn27Mn3Al2 que contiene plomo presenta una resistencia a tracción de 488 MPa, un límite elástico a un 0,2 % de 372 MPa, un alargamiento de un 4,7 %, un módulo de Young de 110 GPa, y una dureza HRB del orden de 81 (± 7).

30 **[0119]** Por consiguiente, es significativo que la aleación según la invención CuZn27Pb0 dé resultados, en lo que se refiere a las características mecánicas, superiores o al menos iguales en comparación con la aleación conocida CuZn27Mn3Al2.

[0120] Más en concreto, el módulo de Young E y la dureza HRB son similares entre la presente aleación y la aleación tradicional.

35 **[0121]** Además, la aleación según la invención con un contenido en plomo reducido muestra una resistencia a tracción Rm mejorada de más del 20 % en comparación con la resistencia a tracción Rm de la aleación de serie. Del mismo modo, la aleación según la invención, con un contenido en plomo reducido, muestra un límite elástico Rp 0,2 % mejorado de un 5 % en comparación con el límite elástico Rp 0,2 % de la aleación de serie.

40 **[0122]** En lo que se refiere al alargamiento A %, este se ha mejorado en más del 200 % con la aleación según la invención, lo que resulta particularmente interesante.

[0123] Además, en los ensayos cuyos resultados se han presentado anteriormente, se han llevado a cabo pruebas comparativas en condiciones de uso en una horquilla 1^a/2^a de cajas de cambio siguiendo las especificaciones de un fabricante.

45 **[0124]** Estas pruebas, llevadas a cabo en un banco de pruebas, consisten en simular el paso de la horquilla 1^a/2^a en su entorno (aceite, temperatura), y siguiendo una velocidad de rotación, una fuerza de enganche de marcha, y un número de ciclos establecido por las especificaciones del fabricante.

[0125] Los resultados de estas pruebas han permitido destacar que la resistencia al desgaste de la aleación Cu_aZn_bPb0 según la invención, comprendiendo un contenido de plomo reducido, incluso nulo, era perfectamente

similar a la resistencia al desgaste de la aleación del estado de la técnica anotada como CuZn27Mn3Al2 o CuZn27.

5 **[0126]** El conjunto de resultados corroboran el hecho de que la aleación $\text{Cu}_a\text{Zn}_b\text{Pb}_0$ según la invención es particularmente interesante, y concretamente para una aplicación particular en la fabricación de horquillas de cajas de cambios.

10 **[0127]** Naturalmente, la invención no se limita a los ejemplos ilustrados y descritos anteriormente que pueden presentar variantes y modificaciones sin alejarse por ello del alcance de la invención. En particular, la aleación $\text{Cu}_a\text{Zn}_b\text{Pb}_0$ según la invención puede utilizarse para cualquier aplicación que necesite una aleación sin plomo presentando características mecánicas satisfactorias.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aleación a base de cobre, representada por la fórmula general $Cu_aZn_bPb_0$, estando dicha aleación **caracterizada por que** su composición química consiste en, en porcentaje en peso en relación con la masa total de dicha aleación, una proporción a de cobre (Cu) comprendida entre un 64,0 y un 68,0 %, una proporción b de zinc (Zn) comprendida entre un 23,0 y un 32,0 %, constando además dicha aleación de una proporción de estaño (Sn) inferior al 0,50 %, una proporción de hierro (Fe) comprendida entre un 0,4 y un 1,2 %, una proporción de níquel (Ni) inferior al 0,50 %, una proporción de aluminio (Al) comprendida entre un 1,5 y un 2,3 %, una proporción de manganeso (Mn) comprendida entre un 2,5 y un 3,3 %, y una proporción de silicio (Si) inferior al 1,0 %
- 10 y **por que** dicha aleación $Cu_aZn_bPb_0$ consta de una proporción de plomo inferior o igual al 0,10 %.
- 15 2. Aleación a base de cobre de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizada por que** la proporción de cobre (Cu) está comprendida entre un 65,0 y un 67,0 %, la proporción b de zinc (Zn) está comprendida entre un 25,5 % y un 29,5 %, la proporción de estaño (Sn) está comprendida entre un 0,20 y un 0,30 %, la proporción de hierro (Fe) está comprendida entre un 0,6 y un 1,0 %, la proporción de níquel (Ni) está comprendida entre un 0,20 y un 0,30 %, la proporción de aluminio (Al) está comprendida entre un 1,6 y un 2,0 %, la proporción de manganeso (Mn) está comprendida entre un 2,6 y un 3,0 %, la proporción de silicio (Si) está comprendida entre un 0,40 y un 0,60 %, **y por que** dicha aleación consta de una proporción de plomo (Pb) inferior o igual al 0,08 %.
- 20 3. Aleación a base de cobre de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que la proporción de plomo (Pb) de la aleación es inferior o igual al 0,05 %.
- 25 4. Aleación a base de cobre de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que consiste en un 65,75 % de cobre, 27,75 % de zinc, 0,25 % de estaño, 0,80 % de hierro, 0,25 % de níquel, 1,80 % de aluminio, 2,80 % de manganeso, 0,55 % de silicio y 0,05 % de plomo.
- 30 5. Pieza mecánica **caracterizada por que** está fabricada a partir de la aleación a base de cobre de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 35 6. Pieza mecánica de acuerdo con la reivindicación anterior **caracterizada por que** constituye un elemento de caja de cambios de un vehículo sometido a tensiones mecánicas.
7. Pieza mecánica de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 o 6 **caracterizada por que** constituye una horquilla de una caja de cambios (1) de un vehículo destinada a ser sostenida por una varilla, constando dicha horquilla (1) para ello de un vástago (2) atravesado por dicha varilla, estando dicho vástago (2) conectado a dos patillas (3, 4) por medio de una tela (5), formando dichas patillas (3, 4) en conjunto un semicírculo comprendiendo interiormente dos patines (31, 41) capaces de cooperar con una corona de la caja de cambios.
8. Método de fabricación de una pieza mecánica de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7 constando de una etapa en la que se moldea la aleación $Cu_aZn_bPb_0$ bajo presión o por gravedad en moldes metálicos.
9. Método de fabricación de acuerdo con la reivindicación anterior en el que se moldea la aleación $Cu_aZn_bPb_0$ a presión o por gravedad a una temperatura comprendida entre 1000 y 1050 °C.
- 40 10. Método de fabricación de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8 en el que se obtiene dicha pieza por mecanizado.

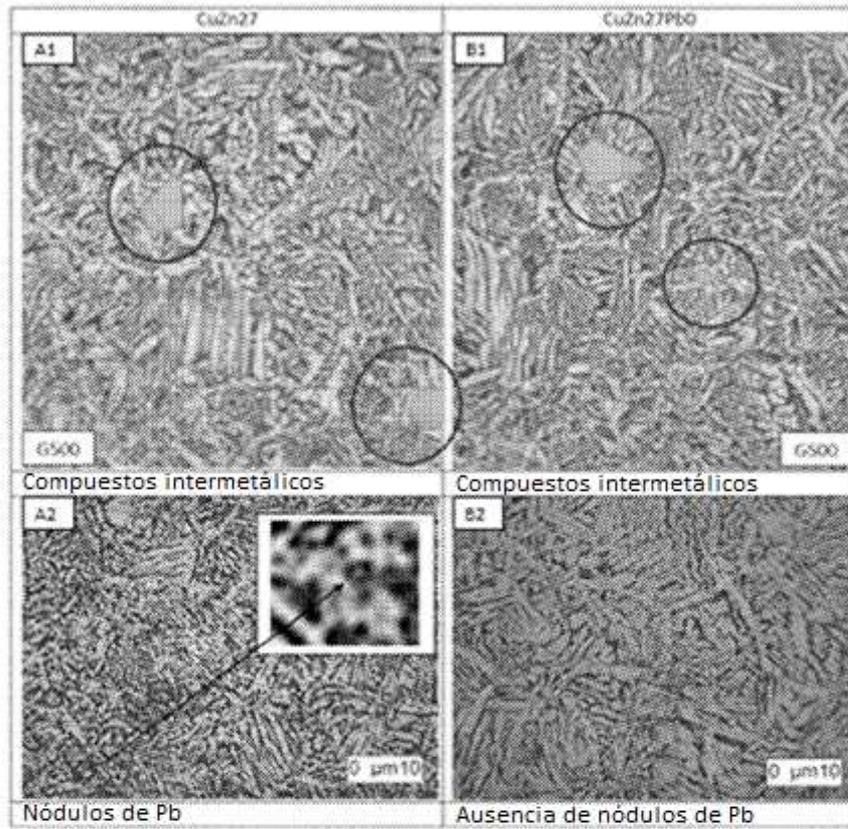


FIG. 1

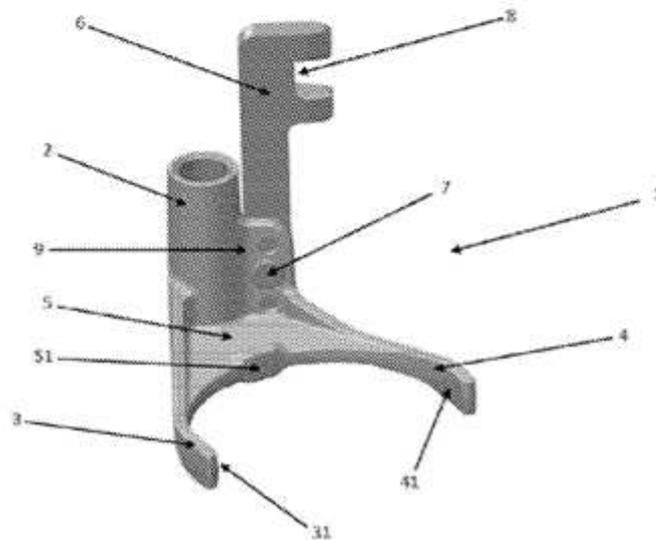


FIG. 2

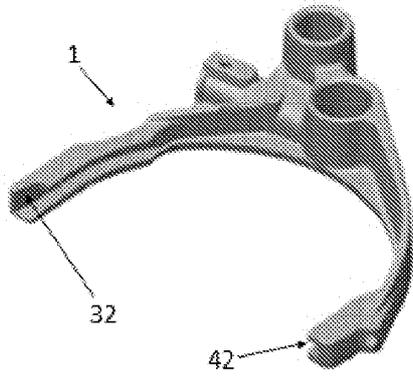


FIG. 3

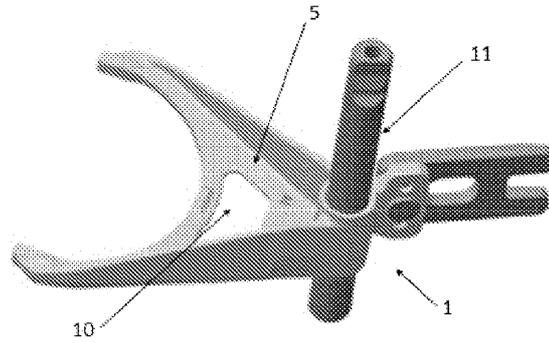


FIG. 4

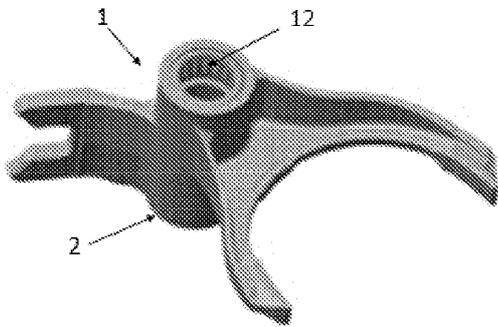


FIG. 5

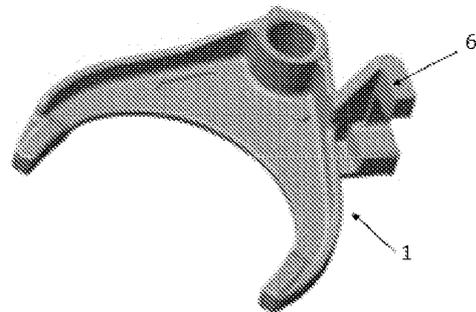


FIG. 6

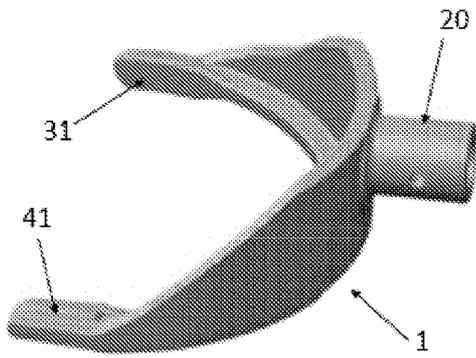


FIG. 7

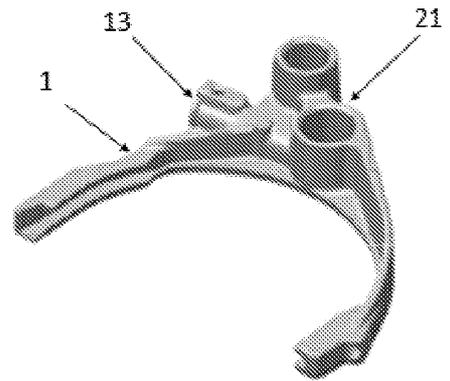


FIG. 8

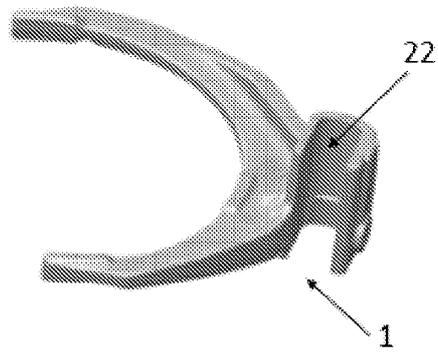


FIG. 9

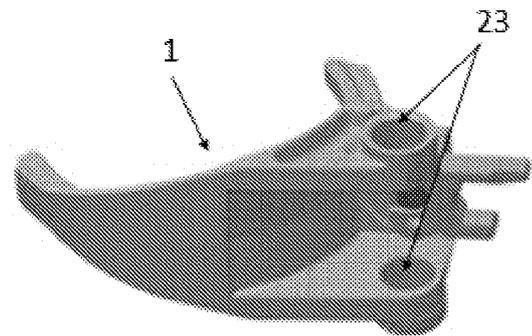


FIG. 10

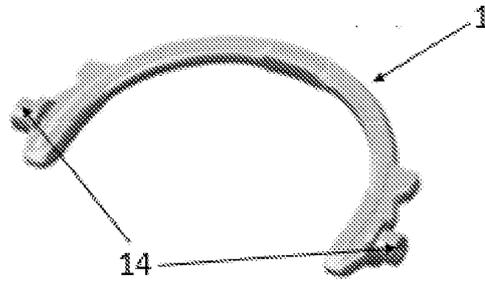


FIG. 11