

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 271**

51 Int. Cl.:

**C22C 9/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2014 PCT/CN2014/071362**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14117684**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2014 E 14746185 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 2952596**

54 Título: **Aleación de latón resistente a la corrosión fácil de cortar sin plomo con buen rendimiento de termoformación**

30 Prioridad:

**01.02.2013 CN 201310044722**

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

**18.07.2018**

73 Titular/es:

**XIAMEN LOTA INTERNATIONAL CO., LTD.  
(100.0%)**

**61 Xing Nan Road Xing Lin Industrial District  
Jimei 361022 Xiamen, CN**

72 Inventor/es:

**XU, CHUANKAI;  
HU, ZHENQING;  
ZHOU, NIANRUN;  
ZHANG, SIQI;  
LONG, JIA y  
ZHANG, HUAWEI**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 676 271 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Aleación de latón resistente a la corrosión fácil de cortar sin plomo con buen rendimiento de termoformación

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención pertenece al campo técnico de aleaciones, se refiere específicamente a una aleación de latón resistente a la corrosión, y se refiere especialmente a una aleación de latón resistente a la corrosión con excelente rendimiento de termoformación.

10

**Antecedentes de la invención**

El latón de plomo tal como C36000 y ZCuZn38Pb2 se ha usado como material básico importante en campos de electricidad, mecánico, fontanería y similar debido a su excelente capacidad de corte y buena resistencia a la corrosión obtenida por adición de 1% en peso-4% en peso de plomo y su bajo coste. Sin embargo, el latón con plomo puede contaminar el entorno y amenazar la salud humana en el proceso de producción y uso. Países y distritos desarrollados tales como US y EU han promulgado sucesivamente estándares y decretos, tales como NSF-ANSI372, AB-1953, RoHS y similares, para prohibir gradualmente producir, sellar y usar productos con plomo.

15

20

Actualmente, se ha realizado un gran trabajo de investigación en el latón sin plomo que consigue la capacidad de corte principalmente sustituyendo Bi, Sb o Si por Pb, y mejora el rendimiento integral de la aleación de latón añadiendo otros elementos moderados.

25

Sin embargo, por un lado, el bajo rendimiento de termoformación del latón-Bi hace fácil causar defectos durante la termoformación y difícil de moldear productos complejos, y el rendimiento de soldadura del latón-Bi también es bajo; por otro lado, como Bi es un metal raro y precioso, sustituir Bi por Pb no puede implementarse a gran escala en la industria. Además, después de forjar el cuerpo de válvula con varillas de latón-Bi provistas por muchas fabricaciones de acero locales y extranjeras y ensamblarse la válvula, principalmente, se muestran diferentes grados de grietas en el experimento de humo de amoníaco porque es inconveniente recocer para eliminar la tensión de ensamblaje.

30

Recientemente, se ha desarrollado latón-Sb fácil de cortar sin plomo nacional, sin embargo, Sb es tóxico y muy fácil de liberar del latón-Sb en el proceso de uso, y la cantidad liberada de Sb en agua de los productos acuáticos tales como agua corriente, la válvula del latón-Sb y similar se ensaya por ensayo NSF para ser más de 0,6 µg/l especificada por estándar, por lo tanto, existen problemas ocultos de contaminación medioambiental y amenaza de salud humana y dicho latón-Sb no puede aplicarse en componentes de fontanería.

35

El latón-Si es el centro de investigaciones de latón fácil de cortar sin plomo y ha obtenido una cantidad razonable de patentes. Por ejemplo, la solicitud de patente china NO.200810163930.3 desvela una aleación de latón-Si fácil de cortar y el método de fabricación de la misma, los componentes químicos del latón-Si incluyen: 59,2-65,5% en peso de Cu, 0,35-0,9% en peso de Si, 0,04-0,25% en peso de Pb, 0,22-0,38% en peso de P, 0,005-1,1% en peso de otros elementos, siendo el resto Zn e impurezas. El latón-Si tiene buen rendimiento de termoformación y capacidad de corte pero mala resistencia a la corrosión especialmente mala resistencia a corrosión por tensión, que no puede cumplir el requisito de inspección de producción y las válvulas fabricadas muestran todas grietas en el experimento de humo de amoníaco. La solicitud de patente china NO.200580046460.7 desvela una aleación de latón fácil de cortar con poca cantidad de Pb, que comprende: 71,5-78,5% en peso de Cu, 2,0-4,5% en peso de Si, 0,005-0,02% en peso de Pb, siendo el resto Zn. La estructura fundida continua de la aleación es voluminosa e irregular, por lo tanto, tiene bajo rendimiento de trabajo en caliente y no pueda aplicarse a productos complejos de molde, en producción real de extrusión en caliente se necesita habitualmente mejorar la estructura fundida continua, que se une para generar aumento de coste y desperdicio de recursos, y es difícil de conseguir promoción de tecnología. La patente China NO.200580019413.3 desvela un fundido de aleación base de cobre con grano refinado que comprende: 69-88% en peso de Cu, 2-5% en peso de Si, 0,0005-0,4% en peso de Zr, 0,01-0,25% en peso de P, siendo el resto Zn. El rendimiento del fundido de aleación se mejora añadiendo grano refinado de Zr a la aleación, pero el recurso de circonio es raro y caro, y por otra parte, el circonio es muy fácil que se combine en medio oxidante como oxígeno y azufre para convertirse en lodo y quedar fuera de acción, que causa gran pérdida de circonio en materiales residuales fundidos y baja reciclabilidad de la aleación.

40

45

50

55

US2004/0234411 A1 desvela una aleación de cobre sin plomo basada en Cu-Zn-Si y un método de fabricación. La aleación de cobre consiste en 70 a 83% Cu, 1 a 5% Si y elementos adicionales de matriz activa: 0,01 a 2% Sn, 0,01 a 0,3% Fe y/o Co, 0,01 a 0,3% Ni, 0,01 a 0,3% Mn, el resto Zn e impurezas inevitables.

60

La hoja de datos "Kupfer & Kupferlegierungen CuZn21Si3P (OF2286)" trata de las propiedades físicas del latón especial "CuZn21Si3P". Este documento menciona en particular, las propiedades físicas, los estados de resistencia, y datos pertinentes para procesamiento.

65

**Sumario de la invención**

- 5 Para superar las desventajas de la técnica anterior, la presente invención proporciona una aleación de latón resistente a la corrosión con excelente rendimiento de termoformación. La aleación de latón de la presente invención tiene buen rendimiento integral y puede usarse para producir componentes tales como grifos de agua, válvulas, juntas de conductos, electrónica, automóviles, maquinaria y similares.
- Los fines de la presente invención se consiguen con las siguientes soluciones técnicas.
- 10 La presente invención proporciona una aleación de latón resistente a la corrosión con excelente en rendimiento de termoformación que comprende 74,5-76,5% en peso de Cu, 3,0-3,5% en peso de Si, 0,11-0,2% en peso de Fe, 0,04-0,10% en peso de P, siendo el resto Zn e impurezas inevitables.
- 15 Preferiblemente, el contenido de Cu en la aleación de latón es: 75-76% en peso.
- Preferiblemente, el contenido de Si en la aleación de latón es: 3,1-3,4% en peso.
- Preferiblemente, el contenido de P en la aleación de latón es: 0,04-0,08% en peso.
- 20 Preferiblemente, la aleación de latón comprende además 0,001-0,01% en peso de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en B, Ag, Ti y RE.
- Preferiblemente, el contenido de B, Ag, Ti y RE en la aleación de latón es 0,001-0,005% en peso.
- 25 Preferiblemente, la aleación de latón comprende además al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Pb, Bi, Se y Te, el contenido de Pb es 0,01-0,25% en peso, el contenido de Bi es 0,01-0,4% en peso, el contenido de Se es 0,005-0,4% en peso, y el contenido de Te es 0,005-0,4% en peso.
- 30 Preferiblemente, la aleación de latón comprende además 0,05-0,2% en peso de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Mn, Al, Sn y Ni.
- Preferiblemente, la aleación de latón comprende además 0,03-0,15% en peso de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en As y Sb.
- 35 La presente invención soluciona bien el problema de corrosión del latón controlando el contenido de Cu a 74,5-76,5% en peso. Si el contenido de Cu es más de 76,5% en peso, causará que el coste de materias primas de productos aumente y el rendimiento de forja de productos disminuya. Si el contenido de Cu es menos de 74,5% en peso, las propiedades mecánicas especialmente la tasa de elongación de las aleaciones serán indeseables. Puede formarse una fase rica en Si quebradiza y dura añadiendo cierta cantidad de Si a la aleación de la presente
- 40 invención, que desempeña un papel de rotura de virutas y por ello puede mejorar la capacidad de corte del latón. Si el contenido de Si es más de 3,5% en peso, la plasticidad de la aleación disminuirá, por lo tanto, el contenido de Si no es aconsejable que exceda 3,5% en peso; y si el contenido de Si es menos de 3,0% en peso, la capacidad de corte y forja serán indeseables, por lo tanto, el contenido de Si no sería menos de 3,0% en peso.
- 45 Fe y P se añadirían simultáneamente a la aleación de la presente invención. Fe y Si pueden formar un compuesto Fe-Si con alto punto de fusión, el compuesto se distribuye regularmente en la matriz en forma granular, que hace que la fase rica en Si se distribuya más regularmente y estimula la capacidad de corte y rendimiento de termoformación de la aleación; por otro lado, el compuesto Fe-Si puede prevenir que el grano crezca rápidamente durante la recristalización en trabajo en caliente, y así mejorar además el rendimiento de termoformación de la
- 50 aleación. P también puede mejorar la distribución de la fase rica en Si en la aleación y estimular el rendimiento de termoformación. La mejora para el rendimiento de termoformación añadiendo Fe y P simultáneamente en la presente invención es superior a la de añadir Fe y P separadamente, la presencia de Fe y P hace la estructura de la aleación fina y uniforme y así obtiene rendimiento aumentado que puede satisfacer requisitos de aplicación sin extrusión en caliente después de fundición continua. El contenido de Fe se controlaría en el intervalo de 0,11-0,2% en peso y el contenido de P se controlaría en el intervalo de 0,04-0,10% en peso. Si el contenido es menor que el límite inferior, la mejora para el rendimiento de termoformación no será obvia; y si el contenido excede el límite superior, la formabilidad y el rendimiento mecánico de la aleación disminuirán.
- 55 La adición de B, Ag, Ti y RE selectivamente es para desoxidar y refinar granos, y mejorar adicionalmente el rendimiento de trabajo en caliente. Una cantidad de adición de no más de 0,01% en peso es aconsejable, si la cantidad es demasiado alta, la fluidez de la aleación fundida disminuirá.
- 60 Considerando que el reciclado y reutilización de materiales residuales de latón fácil de cortar es común en el mercado, Pb, Bi, Se y Te pueden añadirse a la aleación, donde, el contenido de Pb es 0,01-0,25% en peso, el contenido de Bi es 0,01-0,4% en peso, el contenido de Se es 0,005-0,4% en peso y el contenido de Te es 0,005-0,4% en peso.
- 65

El compuesto intermetálico formado de Mn, Ni y Si puede mejorar la resistencia a la abrasión de la aleación, y Al también puede mejorar la resistencia y la resistencia a la abrasión de la aleación. La adición de Sn y Al es un intento de mejorar la resistencia y la resistencia a la corrosión de la aleación. Además, la adición de estos elementos aleantes también es beneficiosa para la resistencia a la corrosión por tensión de la aleación. La cantidad de adición de estos elementos aleantes es 0,05-0,2% en peso, si la cantidad es demasiado baja, el efecto de mejorar la resistencia a la abrasión no será obvio, y si la cantidad es demasiado alta, será malo para el rendimiento mecánico.

La adición de As y Sb es un intento de mejorar adicionalmente la resistencia a la corrosión por descincificación. La cantidad de adición de As y Sb es 0,03-0,15% en peso, si la cantidad excede el límite superior, la cantidad de liberación del metal estará más allá de los criterios y la aleación no se usará en componentes de sistema de suministro de agua potable.

El método de fabricación de la aleación de la presente invención comprende: dosificación, fundición, fundición continua horizontal, desollado y forja en caliente, donde, la temperatura para fundición continua horizontal es 990-1060 °C, y la temperatura para forja en caliente es 650-760 °C. El diagrama de proceso para fabricar la aleación de latón de la presente invención se muestra en la figura 1.

El latón fácil de cortar sin plomo de la técnica anterior mejora su capacidad de corte y resistencia a la corrosión añadiendo Si, Al, Ni, Mn, Sn, P y similar al sistema binario Cu-Zn. Si, Fe y P son los elementos adicionales principales en el latón medioambiental de la presente invención, Fe y Si pueden formar un compuesto Fe-Si que tiene alto punto de fusión, que se distribuye regularmente en la matriz en forma granular, que hace la distribución de la fase rica en Si más dispersiva y uniforme y estimula la capacidad de corte y el rendimiento de termoformación de la aleación, mientras que, el compuesto Fe-Si puede prevenir que el grano crezca rápidamente durante la recristalización en trabajo en caliente, y así mejorar además el rendimiento de termoformación de la aleación. La adición de P también puede mejorar la distribución de la fase rica en Si en la aleación y estimular el rendimiento de termoformación. La mejora para el rendimiento de termoformación añadiendo Fe y P simultáneamente en la presente invención es superior a la de añadir Fe y P separadamente, el rendimiento de termoformación de la aleación se estimula significativamente y mientras tanto, se obtienen rendimiento mecánico, capacidad de corte y resistencia a la corrosión excelentes. En segundo lugar, después de añadir Si, Fe y P, B, Ag, Ti y RE se añaden selectivamente a la misma para refinar adicionalmente la estructura para estimular el mayor grado de rendimiento de trabajo en caliente de la aleación. La adición selectiva de Mn, Al, Sn y Ni obtiene una aleación resistente a la corrosión con excelente rendimiento de termoformación, alta resistencia y alta resistencia a la abrasión. La adición selectiva adicional de Pb, Bi, Se y Te basado en la aleación anterior obtiene una aleación con excelente rendimiento de termoformación y capacidad de corte que es conveniente para reciclado y reutilización. La adición selectiva de Sb y As obtiene una aleación con excelente rendimiento de termoformación y resistencia a corrosión por descincificación y alta resistencia y resistencia a abrasión.

Específicamente, comparado con la técnica anterior, la aleación de latón según la presente invención posee al menos los siguientes efectos beneficiosos:

La aleación obtenida añadiendo Fe y P simultáneamente según la presente invención tiene buen rendimiento de termoformación y es especialmente adecuada para moldear productos complejos. El coste de producción se reduce y el proceso se simplifica sin extrusión y forja en caliente directa usando lingotes de fundición continua horizontal.

En una realización, ningún elemento tóxico tal como Pb, Cd similar se añade a la aleación de latón según la presente invención, mientras que, la cantidad de liberación de elementos aleantes en agua cumple el estándar de NSF/ANSI61-2008, por lo tanto, la aleación es una aleación medioambiental y sin plomo. Además, ya que se permite una pequeña cantidad de Pb en la aleación, el problema de reciclaje para materiales residuales está bien solucionado.

La aleación de latón según la presente invención tiene buena usabilidad (tal como resistencia a la corrosión, resistencia a la abrasión, rendimiento mecánico y similar) y propiedad de procesamiento (tal como rendimiento de termoformación, capacidad de corte, rendimiento de soldadura y similares), se puede usar para producir componentes tales como grifos de agua, válvulas, juntas de conductos, electrónica, automóviles y similar, y es especialmente adecuada para producir componentes de sistema de suministro de agua potable por fundición, forja y extrusión, tales como grifos de agua y diversas válvulas.

El rendimiento de termoformación de la aleación según la presente invención es superior a latón-Si fundido C69300, latón-Bi y latón-Bi tradicional C36000, y la aleación según la presente invención puede moldearse en productos con formas complejas y cumplir los requisitos sin extrusión, y gana así la ventaja de competitividad de mercado.

La resistencia a la corrosión por tensión y la resistencia a la corrosión por descincificación de la aleación según la presente invención es significativamente superior al latón-Bi, latón-Pb C36000 y otras aleaciones de latón.

La resistencia a la abrasión de la aleación según la presente invención es significativamente superior a latón-Si fundido C69300, latón-Bi y latón-Pb tradicional C36000.

La aleación según la presente invención tiene un rendimiento integral excelente, su forma de viruta y capacidad de corte son comparables al latón-Si C69300, latón-Bi y latón-Pb C36000, y su rendimiento mecánico (que comprende la resistencia a la tracción y la tasa de elongación) es un poco más que el latón-Bi convencional y latón-Pb C36000. Mientras tanto, la cantidad de liberación de elementos metálicos tóxicos en agua de la aleación según la presente invención cumple el estándar de NSF/ANSI61-2008, y la aleación pertenece a un material ecológico. Por lo tanto, la aleación según la presente invención tiene una perspectiva de aplicación en el mercado más amplia.

#### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un gráfico de proceso para fabricar la aleación de latón según la presente invención.

#### Descripción detallada de las realizaciones

Las soluciones técnicas de la presente invención se ilustrarán adicionalmente con los siguientes ejemplos.

#### Ejemplos

Las Tablas 1-4 muestran la composición de las aleaciones según los ejemplos de la presente invención, donde, los ejemplos específicos de la Aleación I según la presente invención son las Aleaciones A01 a A05 de la tabla 1, los ejemplos específicos de la Aleación II según la presente invención son las Aleaciones B01 a B05 de la tabla 2, los ejemplos específicos de la Aleación III según la presente invención son las Aleaciones C01 a C04 de la tabla 3, los ejemplos específicos de la Aleación IV según la presente invención son las Aleaciones D01 a D04 de la tabla 4, y la Tabla 5 muestra la composición de las Aleaciones 1-11 usadas para comparación, donde, la composición de la Aleación 1 usada para comparación es consistente con la de Japan Sambo C69300, y la Aleación 11 usada para comparación tiene la misma composición que la Aleación C36000.

Ambas aleaciones según la presente invención y las aleaciones usadas para comparación se fundieron a través de fusión en varillas redondas con la misma especificación según el proceso mostrado en la Figura 1. El proceso de preparación específico fue: dosificación, fundición, fundición continua horizontal, desollado y forja en caliente, donde, la temperatura para fundición continua horizontal fue 990-1060 °C, y la temperatura para forja en caliente fue 680-760 °C.

El ensayo de rendimiento de los ejemplos anteriores y las aleaciones usadas para comparación se realizaron posteriormente. Los elementos de ensayo específicos y la base fueron los siguientes:

##### 1. Rendimiento mecánico

El rendimiento mecánico de la aleación se ensayó según GB/T228-2010, ambas aleaciones según la presente invención y las aleaciones usadas para comparación se procesaron en muestras de ensayo estándar con un diámetro de 10 mm y el ensayo de tracción se realizó a temperatura ambiente para ensayar el rendimiento mecánico de diversas aleaciones. Los resultados se muestran en las tablas 6-10.

##### 2. Capacidad de corte

Después de que las aleaciones según la presente invención y las aleaciones usadas para comparación se procesaran en varillas con un diámetro de 34, se cortaron tres muestras paralelas con una longitud de 200 mm de cada aleación usando el mismo cortador, velocidad de corte y cantidad de alimentación. Modelo de cortador: VCGT160404-AK H01, velocidad rotacional: 570 r/min, velocidad de alimentación: 0,2 mm/r, interacción posterior: 2 mm en cada lado. "El instrumento de ensayo de fuerza de corte universal (dinamómetro) para escariado, estampación, perforación y molienda" desarrollado por BUAA (Beijing University of Aeronautics and Astronautics) se usó para medir la resistencia de corte de las aleaciones según la presente invención y las aleaciones usadas para comparación y recoger las virutas.

Las virutas de cada tipo de aleación se evaluaron según GB/T 16461-1996, donde, "○" representó que las virutas aciculares y virutas unitarias fueron principales, "○" representó que el corte de arco fue principal sin virutas subuladas, "Δ" representó el aspecto de virutas espirales cónicas cortas, y "X" representó el aspecto de virutas espirales cónicas largas.

La capacidad de corte se evaluó según el valor de la fuerza de corte, tomando C36000 con buena capacidad de corte aceptada como estándar, en concreto de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$X = (\text{fuerza de corte de C36000} / \text{fuerza de corte de la aleación ensayada}) \times 100\%$$

Si "X" ≥ 85%, la capacidad de corte de la aleación ensayada se considerará excelente y se representa con "○"; Si 85% > "X" ≥ 75%, la capacidad de corte de la aleación ensayada se considerará moderada y se representa con "○"; Si 75% > "X" ≥ 65%, la capacidad de corte de la aleación ensayada se considerará general y se representa con "Δ"; Si

"X"<65%, la capacidad de corte de la aleación ensayada se considerará mala y se representa con "X". Los resultados específicos se mostraron en las tablas 6-10.

3. Resistencia a la corrosión por descincificación

5 El ensayo de descincificación se realizó según GB/T 10119-2008, se obtuvieron tres muestras paralelas con una dimensión seccional de 10 mm x 10 mm cortando diferentes partes de la varilla hecha de las aleaciones según la presente invención y las aleaciones usadas para comparación. Las muestras de ensayo incrustadas se pusieron en solución de cloruro de cobre para corrosión a temperatura constante durante 24 horas, después las muestras se  
10 cortaron en rodajas y se convirtieron en muestras metalográficas. Se realizó la observación en el microscopio metalográfico electrónico y se calibró la profundidad media de la capa de descincificación. Los resultados se muestran en las tablas 6-10.

4. Resistencia a la corrosión por tensión

15 Materiales de ensayo: varillas procesadas de las aleaciones según la presente invención y las aleaciones para comparación, moldeando los productos por forja: válvula de ángulo con tamaño de 1/2 pulgada (12,7 cm).

20 Modo de carga externo: la entrada/salida se cargó con la junta de unión, y el torque fue 90 Nm;  
la tensión de los productos ensamblados se eliminó sin recocido.

Condiciones de ensayo: amoníaco con una concentración de 14%.

25 Duración: 8 horas.

Método de evaluación: observación de la superficie de las muestras de ensayo ahumadas con amoníaco a 15x de aumento.

30 Después de ahumar con amoníaco durante 8 horas, las muestras de ensayo se sacaron y se limpiaron con agua, los productos de corrosión de la superficie de las cuales se lavaron con 5% de solución de ácido sulfúrico a temperatura ambiente y se aclararon con agua y después se secaron por soplado. Las superficies ahumadas con amoníaco se observaron a 15x de ampliación para ver si aparecían grietas. Si no hubo grietas en la superficie y la capa de  
35 corrosión no fue obvia y el color fue brillante, se mostró como "○". Si no hubo grietas obvias en la superficie pero la capa de corrosión fue obvia, se mostró como "○". Si hubo grietas finas en la superficie, se mostró como "Δ". Si hubo grietas obvias en la superficie, se mostró como "X". Los resultados se muestran en las tablas 6-10.

5. Rendimiento de trabajo en caliente

40 Se obtuvo una muestra de ensayo con una longitud (altura) de 40 mm cortando de las varillas de fundición continua horizontal con un diámetro de 29 mm, la deformación por compresión axial por forja en caliente se realizó a la temperatura de 680 °C y 750 °C, la generación de grietas se observó usando la siguiente tasa de recalado, se evaluó el rendimiento de forja en caliente de partes de aleaciones en las tablas 1-4 y las Aleaciones 1-8 usadas para  
45 comparación.

tasa de recalado (%)=[(40-h)/40] x 100% (h representó la altura de la muestra de ensayo después de recalado en caliente)

50 Si la superficie de la muestra de ensayo para forjar era lisa y limpia sin ninguna grieta, se considero excelente y se mostró como "○". Si la superficie de la muestra de ensayo era comparativamente rugosa pero sin grietas obvias, se consideró como buena y se mostró como "Δ". Si hubo grietas visuales en la superficie de la muestra de ensayo, se mostró como "X". Los resultados se muestran en las tablas 11-15.

6. Cantidad de liberación de metales en agua

55 La cantidad de liberación de metales en agua para las aleaciones según la presente invención y las aleaciones usadas para comparación se midió según NSF/ANSI 61-2008, las muestras experimentales fueron válvulas forjadas y formadas de varillas, el instrumento detector fue espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (Varian 820-MS lcp. Espectrómetro de masas), el tiempo transcurrió durante 19 días, y los resultados de detección  
60 se muestran en la tabla 16.

7. Ensayo para resistencia a la abrasión

65 El experimento para resistencia a la abrasión de las aleaciones se realizó según GB/T12444.1-1990 (método de ensayo para abrasión metálica), se usó acero n.º 45 como la muestra de ensayo superior, las aleaciones de las tablas 1-5 se prepararon en muestras de ensayo anulares (muestra de ensayo inferior) con un diámetro de 30 mm, el

diámetro del orificio central fue 16 mm y la longitud (altura) fue 10 mm. Las muestras de ensayo se lubricaron uniformemente con aceite lubricante mecánico general, el experimento de abrasión se realizó con la prensa experimental de 90 N con una velocidad giratoria estable de aproximadamente 180 r/min, cuando el tiempo de abrasión alcanzó 30 minutos, las muestras de ensayo se retiraron, se lavaron y se secaron seguido de pesada, se compararon los cambios del peso de las muestras de ensayo antes y después de la abrasión, véanse las tablas 17-18, a menor pérdida de peso después de abrasión, mejor fue la resistencia a la abrasión de la aleación.

5

Tabla 1 composición de la Aleación I según la presente invención (% en peso)

Aleación	Cu	Si	Fe	P	B	Ag	Ti	RE	Zn
A01	75,15	3,23	0,15	0,07					resto
A02	74,69	3,21	0,19	0,07	0,002				resto
A03	75,18	3,09	0,12	0,10	0,001	0,001			resto
A04	76,43	3,42	0,17	0,09				0,01	resto
A05	75,62	3,48	0,11	0,04			0,01		resto

10

Tabla 2 composición de la Aleación II según la presente invención (% en peso)

Aleación	Cu	Si	Fe	P	Pb	Bi	Se	Te	B	Zn
B01	74,58	3,29	0,18	0,08	0,14					resto
B02	76,03	3,44	0,13	0,03				0,29		resto
B03	76,47	3,05	0,11	0,06			0,07			resto
B04	75,55	3,29	0,14	0,07	0,08				0,003	resto
B05	74,87	3,38	0,15	0,09	0,11	0,10			0,002	resto

Tabla 3 composición de la Aleación III según la presente invención (% en peso)

Aleación	Cu	Si	Fe	P	Mn	Al	Sn	Ni	B	Ag	RE	Zn
C01	74,98	3,19	0,15	0,09	0,15			0,12				resto
C02	75,06	3,07	0,18	0,10			0,16		0,002			resto
C03	75,55	3,42	0,12	0,08	0,06		0,11				0,01	resto
C04	74,69	3,19	0,17	0,10		0,07			0,001	0,001		resto

Tabla 4 composición de la Aleación IV según la presente invención (% en peso)

Aleación	Cu	Si	Fe	P	Mn	Al	B	Ag	As	Sb	Zn
D01	75,82	3,28	0,13	0,03	0,19				0,12		resto
D02	74,96	3,37	0,16	0,06	0,18	0,09				0,03	resto
D03	74,79	3,36	0,12	0,05						0,05	resto
D04	74,52	3,12	0,17	0,08			0,001	0,001	0,04		resto

15

Tabla 5 composición de las aleaciones usadas para comparación (% en peso)

Aleaciones usadas para comparación	Cu	Si	Fe	P	Mn	Al	Sn	B	Pb	Bi	Zn
1	75,51	3,17	0,03	0,05							resto
2	77,84	3,39	0,02	0,09							resto
3	74,02	3,32	0,02	0,07							resto
4	74,97	3,63	0,14	0,06							resto
5	75,49	2,90	0,16	0,07							resto
6	75,82	3,47	0,30	0,04						0,31	resto
7	74,82	3,51	0,17	0,06			0,30				resto
8	76,34	3,23	0,12	0,10		0,25		0,001			resto
9	75,85	3,34	0,15	0,09	0,28						resto
10	63,58		0,83		0,84	0,55	0,98	0,001		0,75	resto
11	61,25								2,75		resto

Tabla 6 resistencia a la corrosión por descincificación, rendimiento mecánico, capacidad de corte y resistencia a la corrosión por tensión de la Aleación I según la presente invención

Números de aleación	Profundidad media de la capa de descincificación/ $\mu\text{m}$	Propiedades mecánicas		Forma de viruta	Capacidad de corte	Propiedad de resistencia a la corrosión por tensión
		Resistencia a la tracción/Mpa	Tasa de elongación/%			
A01	<50	450	26	○	○	○
A02	<50	473	24	○	○	○
A03	<30	431	28	○	Δ	○
A04	<10	472	31	○	○	○

Números de aleación	Profundidad media de la capa de descincificación/ $\mu\text{m}$	Propiedades mecánicas		Forma de viruta	Capacidad de corte	Propiedad de resistencia a la corrosión por tensión
		Resistencia a la tracción/Mpa	Tasa de elongación/%			
A05	<20	484	29	⊙	○	○

Tabla 7 resistencia a la corrosión por descincificación, rendimiento mecánico, capacidad de corte y resistencia a la corrosión por tensión de la Aleación II según la presente invención

Números de aleación	Profundidad media de la capa de descincificación/ $\mu\text{m}$	Propiedades mecánicas		Forma de viruta	Capacidad de corte	Propiedad de resistencia a la corrosión por tensión
		Resistencia a la tracción/Mpa	Tasa de elongación/%			
B01	<50	483	22	⊙	○	○
B02	<20	471	27	⊙	○	○
B03	<10	440	32	⊙	○	○
B04	<20	452	28	⊙	○	○
B05	<50	475	24	⊙	⊙	○

5 Tabla 8 resistencia a la corrosión por descincificación, rendimiento mecánico, capacidad de corte y resistencia a la corrosión por tensión de la Aleación III según la presente invención

Números de aleación	Profundidad media de la capa de descincificación/ $\mu\text{m}$	Propiedades mecánicas		Forma de viruta	Capacidad de corte	Propiedad de resistencia a la corrosión por tensión
		Resistencia a la tracción/Mpa	Tasa de elongación/%			
C01	<150	511	19	⊙	○	○
C02	<20	436	18	⊙	⊙	⊙
C03	<30	458	23	⊙	⊙	○
C04	<30	441	26	○	○	○

Tabla 9 resistencia a la corrosión por descincificación, rendimiento mecánico, capacidad de corte y resistencia a la corrosión por tensión de la Aleación IV según la presente invención

Números de aleación	Profundidad media de la capa de descincificación/ $\mu\text{m}$	Propiedades mecánicas		Forma de viruta	Capacidad de corte	Propiedad de resistencia a la corrosión por tensión
		Resistencia a la tracción/Mpa	Tasa de elongación/%			
D01	<10	458	29	○	○	○
D02	<10	521	22	○	○	○
D03	<10	495	23	⊙	⊙	⊙
D04	<10	507	29	○	Δ	⊙

10 Tabla 10 resistencia a la corrosión por descincificación, rendimiento mecánico, capacidad de corte y resistencia a la corrosión por tensión de las aleaciones usadas para comparación

Aleaciones usadas para comparación	Profundidad media de la capa de descincificación/ $\mu\text{m}$	Propiedades mecánicas		Forma de viruta	Capacidad de corte	Propiedad de resistencia a la corrosión por tensión
		Resistencia a la tracción/Mpa	Tasa de elongación/%			
1	<50	465	30	○	○	○
2	<10	358	35	○	Δ	⊙
3	<100	454	12	⊙	○	Δ
4	<100	471	15	⊙	○	○

5	<100	322	38	Δ	Δ	Δ
6	<100	552	16	○	○	○
7	<20	460	11	○	○	○
8	100-200	430	12	○	Δ	
9	200-300	448	27	○	○	○
10	>300	335	20	○	○	X
11	>400	416	28	○	○	X

De los resultados anteriores se puede observar que, la profundidad media de la capa de descincificación de las Aleaciones I, II y III según la presente invención son todas menos de 100 μm, que son significativamente superiores para las Aleaciones 8-11 usadas para comparación y comparables con la Aleación 1 usada para comparación. La resistencia a la corrosión por descincificación de la Aleación IV según la presente invención es excelente con una profundidad media de la capa de descincificación en 10 μm que se puede considerar que no ocurrió corrosión por descincificación, y la aleación es especialmente adecuada para situaciones con agua débilmente ácida o alta concentración de sales de cloruro.

- 5
- 10
- 15

Tabla 11 resultado de ensayo para el rendimiento de forja en caliente de la Aleación I según la presente invención

Aleación I	Rendimiento de forja en caliente							
	Tasa de recalcado (%), 680 °C				Tasa de recalcado (%), 750 °C			
	60	70	80	90	60	70	80	90
A01	○	○	○	Δ	○	○	○	○
A02	○	○	○	Δ	○	○	○	Δ
A03	○	○	○	Δ	○	○	○	○
A04	○	○	Δ	Δ	○	○	○	Δ
A05	○	○	Δ	Δ	○	○	○	○

20

Tabla 12 resultado de ensayo para el rendimiento de forja en caliente de la Aleación II según la presente invención

Aleación II	Rendimiento de forja en caliente							
	Tasa de recalcado (%), 680 °C				Tasa de recalcado (%), 750 °C			
	60	70	80	90	60	70	80	90
B01	○	○	○	Δ	○	○	○	Δ
B02	○	○	Δ	×	○	○	Δ	×
B03	○	○	Δ	Δ	○	○	Δ	Δ
B04	○	○	○	Δ	○	○	○	Δ
B05	○	○	○	Δ	○	○	○	Δ

Tabla 13 resultado de ensayo para el rendimiento de forja en caliente de la Aleación III según la presente invención

Aleación III	Rendimiento de forja en caliente							
	Tasa de recalado (%), 680 °C				Tasa de recalado (%), 750 °C			
	60	70	80	90	60	70	80	90
C01	○	○	△	△	○	○	○	△
C02	○	○	△	×	○	○	△	△
C03	○	○	△	△	○	○	○	△
C04	○	○	△	×	○	○	△	△

Tabla 14 resultado de ensayo para el rendimiento de forja en caliente de la Aleación IV según la presente invención

Aleación IV	Rendimiento de forja en caliente							
	Tasa de recalado (%), 680 °C				Tasa de recalado (%), 750 °C			
	60	70	80	90	60	70	80	90
D01	○	○	○	△	○	○	○	△
D02	○	○	○	△	○	○	○	△
D03	○	○	○	△	○	○	○	○
D04	○	○	○	△	○	○	○	○

5 Tabla 15 resultado de ensayo para el rendimiento de forja en caliente de las aleaciones usadas para comparación

Aleaciones usadas para comparación	Rendimiento de forja en caliente							
	Tasa de recalado (%), 680 °C				Tasa de recalado (%), 750 °C			
	60	70	80	90	60	70	80	90
1	○	○	△	×	○	△	×	×
2	○	△	△	×	○	△	×	×
3	○	○	○	×	○	○	△	×
4	○	○	○	△	○	△	△	×
5	○	×	×	×	○	×	×	×
6	△	×	×	×	○	△	×	×
7	○	○	○	△	○	△	×	×
8	○	○	△	×	○	○	×	×
9	○	○	○	△	○	○	△	×
10	△	×	×	×	×	×	×	×
11	○	○	○	△	○	○	△	△

Los datos muestran que, la tasa de recalado de las aleaciones según la presente invención es significativamente mayor que la de las Aleaciones 1-8 y 10 y no inferior que la de la Aleación 11 usada para comparación a la misma temperatura de forja. Se puede observar que las aleaciones según la presente invención poseen rendimiento de forja en caliente más excelente y son más adecuadas para moldear productos con formas complejas, y así tienen gran

ventaja en competitividad de mercado.

Tabla 16 resultado de ensayo para la cantidad de liberación de metales de las aleaciones ensayadas en agua

Elementos ensayados	Pb (µg/l)	Sb (µg/l)	Mn (µg/l)	Cu (µg/l)	Zn (µg/l)	Otros (µg/l)
						Sn, Se, Te, Tl, As, Cd, Hg
Aleaciones						todo cualificado
A03	0,056	0,030	0,063	45,38	47,14	
B02	0,098	0,056	0,121	38,25	35,16	
C01	0,452	0,056	8,36	45,18	58,11	
D01	0,054	0,057	4,01	31,62	54,65	
D03	0,061	0,52	0,093	56,21	60,02	
Aleación 1 usada para comparación (C69300)	0,033	0,041	0,056	45,84	36,32	
Aleación 11 usada para comparación (C36000)	17,8	0,001	0,025	60,24	37,55	
Estándar NSF 61 (µg/l)	≤ 5,0	≤ 0,6	≤ 30,0	≤ 130,0	≤ 300,0	Sn≤790,Se≤5,0 Tl≤0,2,As≤1,0 Cd≤0,5,Hg≤0,2

- 5 Los datos anteriores muestran que, la cantidad de liberación de Pb de las aleaciones según la presente invención en agua es mucho menor que la de la Aleación C36000, y la cantidad de liberación de otros elementos en agua también cumple el requisito del estándar NSF/ANSI 61-2008 para agua potable, que es adecuado para producir componentes de sistema de suministro de agua potable, sin embargo, la cantidad de liberación de Pb de la Aleación C36000 en agua es mucho mayor que el estándar NSF/ANSI 61-2008 para agua potable, que no es adecuada para producir
- 10 componentes de sistema de suministro de agua potable.

Tabla 17 resultado estadístico para el ensayo de abrasión de las aleaciones según la presente invención

Aleaciones	Pérdida de peso después de 30 minutos de abrasión (mg)	Aleación	Pérdida de peso después de 30 minutos de abrasión (mg)
A01	15,5	B05	16,3
A02	14,5	C01	12,9
A03	18,9	C02	14,7
A04	14,1	C03	14,1
A05	16,6	C04	15,5
B01	17,9	D01	12,8
B02	18,3	D02	11,7
B03	23,9	D03	15,9
B04	18,0	D04	16,6

Tabla 18 resultado estadístico para el ensayo de abrasión de las aleaciones usadas para comparación

Aleaciones usadas para comparación	Pérdida de peso después de 30 minutos de abrasión (mg)	Aleaciones usadas para comparación	Pérdida de peso después de 30 minutos de abrasión (mg)
1	36,7	5	40
2	40,9	10	104
3	37,4	11	162

- 15 Los resultados estadísticos de las tablas 17-18 se usan para evaluar la asistencia de abrasión de las aleaciones según la presente invención, C69300, el latón-Bi tradicional y latón-Pb C36000. El resultado indica que la asistencia de abrasión de las aleaciones según la presente invención es significativamente superior a la de la Aleación 10 usada para comparación (latón-Bi convencional) y la Aleación 11 (concretamente C36000), y las aleaciones según la

presente invención también tienen ventajas en asistencia de abrasión comparadas con la Aleación 1 usada para comparación (concretamente C69300).

5 De todos los resultados anteriores se puede observar que, las aleaciones según la presente invención poseen excelente rendimiento integral, la forma de viruta y capacidad de corte de las cuales son comparables a la de latón-Pb C36000 y latón-Si C69300, y la resistencia a la corrosión de las cuales es significativamente superior a la de latón-Bi convencional y latón-Pb C36000, no inferior que latón-Si C69300. Comparados con latón-Bi convencional, latón-Pb C36000 y latón-Si C69300, el rendimiento de termoformación y la resistencia a la corrosión de las  
10 aleaciones según la presente invención muestran gran mejora. Mientras tanto, la cantidad de liberación de elementos metálicos tóxicos de las aleaciones según la presente invención en agua cumple el requisito del estándar de detección NSF, las aleaciones según la presente invención pertenecen a materiales ecológicos. Por lo tanto, las aleaciones según la presente invención tienen una perspectiva más amplia de aplicación de mercado.

15 Los ejemplos anteriores se describen con fines de ilustración y no se pretende que limiten la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Aleación de latón resistente a la corrosión con excelente rendimiento de termoformación que comprende: 74,5-76,5% en peso de Cu, 3,0-3,5% en peso de Si, 0,11-0,2% en peso de Fe, 0,04-0,10% en peso % de P, siendo el  
5 resto Zn e impurezas inevitables;  
que comprende además opcionalmente 0,001-0,01% en peso de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en B, Ag, Ti y RE;  
que comprende además opcionalmente al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Pb, Bi,  
10 Se y Te, el contenido de Pb es 0,01-0,25% en peso, el contenido de Bi es 0,01-0,4% en peso, el contenido de Se es 0,005-0,4% en peso, y el contenido de Te es 0,005-0,4% en peso;  
que comprende además opcionalmente 0,05-0,2% en peso de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en Mn, Al, Sn y Ni;  
que comprende además opcionalmente 0,03-0,15% en peso de al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste en As y Sb.  
15
2. La aleación de latón de acuerdo con la reivindicación 1, donde el contenido de Cu en la aleación de latón es 75-76% en peso.
3. La aleación de latón de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde el contenido de Si en la aleación de latón es  
20 3,1-3,4% en peso.
4. La aleación de latón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el contenido de P en la aleación de latón es 0,04-0,08% en peso.
- 25 5. La aleación de latón de acuerdo con la reivindicación 1, donde el contenido de B, Ag, Ti y RE en la aleación de latón es 0,001-0,005% en peso.

Fig. 1

