

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 481**

51 Int. Cl.:

C22C 9/04 (2006.01)

C22F 1/08 (2006.01)

B22D 21/00 (2006.01)

C21D 8/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2014 PCT/JP2014/075735**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15046470**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2014 E 14849919 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 3056578**

54 Título: **Aleación de cobre**

30 Prioridad:

26.09.2013 JP 2013199475
28.02.2014 JP 2014039679

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2019

73 Titular/es:

MITSUBISHI SHINDOH CO., LTD. (100.0%)
4-7-35, Kitashinagawa Shinagawa-ku
Tokyo 140-8550, JP

72 Inventor/es:

OISHI KEIICHIRO;
NAKASATO YOSUKE;
HATA KATSUHIKO y
TANAKA SHINJI

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 699 481 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 cobre

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una aleación de cobre (aleación de Cu-Zn, es decir, latón) que tiene un color amarillo latón, y tiene resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, fijación de color, propiedades antimicrobianas, excelentes características de relajación de tensión, resistencia, y maleabilidad de flexión. De manera particular, la presente invención se refiere a una aleación de cobre usada para aplicaciones tales como terminales y conectores para automóviles, aparatos electrónicos y eléctricos, accesorios médicos, uso público tales como pasamanos, asas de puerta, e instalaciones sanitarias de drenaje y suministro de agua, y uso relacionado con la construcción.

15 Se reivindica la prioridad de la solicitud de patente japonesa n.º 2013-199475, presentada el 26 de septiembre de 2013, y la solicitud de patente japonesa n.º 2014-039679, presentada el 28 de febrero de 2014.

Técnica anterior

20 En la técnica relacionada, el latón (aleación de Cu-Zn) que tiene Cu y Zn como componentes principales se ha usado para materiales constituyentes para conectores, terminales, relés, muelles, enchufes, interruptores, y similares que se usan en elementos de decoración tales como pasamanos, asas de puerta, equipo de iluminación, paneles de ascensores y similares, elementos de construcción, accesorios metálicos y artículos de metal, o componentes electrónicos y eléctricos, componentes de automóviles, aparatos de comunicación, aparatos electrónicos y eléctricos, y similares. Sin embargo, en condiciones de alta temperatura y alta humedad, el color de latón cambia debido a la oxidación superficial durante un periodo de tiempo corto incluso en una sala. Como resultado, el color amarillo latón se deteriora, lo cual provoca un problema de aspecto. Cuando se lleva a cabo un recubrimiento claro transparente o enchapado de Ni o Sn para evitar un cambio de color, el rendimiento antimicrobiano y la conductividad de la aleación de cobre no se muestra en algunos casos.

30 En los últimos años, junto con una reducción del tamaño y peso y un alto rendimiento de los aparatos, conectores, terminales y similares ha requerido que tengan mejoras características extremadamente estrictas y rentabilidad. Por ejemplo, se usa una lámina delgada para una porción de contacto de muelle de un conector. Sin embargo, se requiere que una aleación de cobre de alta resistencia que constituye la lámina delgada tenga alta resistencia, un alto grado de equilibrio entre alargamiento y resistencia, y resistencia a entornos de uso rigurosos, es decir, excelente fijación de color, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, y características de relajación de tensión para obtener un espesor pequeño. Además, se ha requerido obtener alta productividad, particularmente, para obtener excelente eficiencia económica al mantener al mínimo la cantidad del cobre usado que es un metal noble.

40 Los ejemplos del entorno de uso descrito anteriormente de la aleación de cobre incluyen un entorno de interior (incluyendo el interior de un coche) a alta temperatura o alta humedad, un entorno en el cual un número grande de personas no específicas tocan la aleación, y un entorno que incluye una pequeña cantidad de un compuesto de nitrógeno tal como amoníaco y amina, y similares. Se requiere que la aleación de cobre tenga fijación de color y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión para resistir estos entornos.

50 En los pasamanos, asas de puertas, conectores no chapados, terminales y asas de puertas, y similares, no solo surgen problemas de aspecto y agrietamiento por corrosión bajo tensión, sino también problemas de deterioro de las propiedades antimicrobianas y conductividad debido a la oxidación de la superficie de latón.

Además, se usan conectores, terminales y similares en una cabina de un automóvil y una porción cerca de un espacio de motor bajo el sol abrasador y en este caso, la temperatura en el entorno de uso alcanza aproximadamente 100°C. Se requiere una alta resistencia del material en el caso en el cual el espesor del material tiene que reducirse. Cuando se usa una aleación de cobre para terminales y conectores, se requiere una alta resistencia del material para obtener alta presión de contacto. Sin embargo, en las aplicaciones para muelles, terminales y conectores, la alta resistencia del material se puede usar dentro de un intervalo de tensiones del límite elástico a temperatura ambiente. Sin embargo, conforme la temperatura se eleva en el entorno de uso, por ejemplo, cuando la temperatura se eleva hasta de 90°C a 150°C como se describió anteriormente, se deforma permanentemente una aleación de cobre. Particularmente, en el caso del latón, el grado de formación permanente es mayor y no se puede obtener una presión de contacto predeterminada. A fin de utilizar una alta resistencia, se exige un pequeño grado de deformación permanente a alta temperatura y es preferible que las propiedades llamadas características de relajación de tensión sean excelentes como medida del grado de deformación permanente a alta temperatura.

65 Sin embargo, la capa de enchapado sobre la superficie de un producto enchapado se desprende por el uso a largo plazo. Además, cuando se produce una gran cantidad de productos tales como conectores o terminales a bajo

coste, en un proceso para producir una lámina que pasa a ser un material de los mismos, la superficie de la lámina se enchapa con Sn, Ni y similares con anticipación y el material de lámina se perfora y se usa. En este caso, la superficie perforada no se enchapa con Sn, Ni y similares y de esta manera se produce fácilmente un cambio de color o agrietamiento por corrosión bajo tensión. Además, cuando se incluyen Sn, Ni y similares en el enchapado de acuerdo con la clase de enchapado, es difícil reciclar la aleación de cobre.

Aquí, los ejemplos de una aleación de cobre de alta resistencia incluyen bronce fosforado (Cu- del 6% en masa al 8% en masa de Sn-P), y alpaca (Cu-Zn-del 10% en masa al 18% en masa de Ni). Como aleación de cobre general que tiene excelente rentabilidad y alta conductividad y alta resistencia, generalmente, es bien conocido el latón.

En el documento de patente 1, como aleación que cumple con los requisitos de alta resistencia, se da a conocer una aleación de Cu-Zn-Sn.

Por un lado, elementos constituyentes tales como carriles laterales, cabeceras, pies de cama, pasamanos, asas de puerta, pomos de puerta, manillas de puerta, y aparatos médicos usados en instituciones médicas, instalaciones públicas, instalaciones y equipo que corresponden a estas instituciones médicas e instalaciones públicas, e instalaciones de investigación para gestión de higiene estricta (por ejemplo, alimentos, productos cosméticos, productos farmacéuticos y similares), e instalaciones y aparatos sanitarios de drenaje y suministro de agua tales como tanque de drenaje usados en vehículos y similares se forman por tubos de unión, láminas, tiras, barras, piezas coladas, elementos formados para tener varias formas mediante forja.

Aquí, en caso de soldar una aleación de cobre que incluye Zn, puesto que el Zn se evapora fácilmente durante la soldadura, se requiere una técnica para soldadura. Además, la soldadura deja un aspecto de traza de cordón y a fin de resolver un problema de aspecto, se añade un proceso para pulir una traza de cordón. Dependiendo de la forma, puede ser difícil retirar la traza de cordón completamente. Entonces, surge un problema de aspecto y se tarda mucho tiempo en retirar la traza de cordón. Por tanto, este caso no es preferible. Además, existe la preocupación de que se deterioren las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas).

A fin de obtener suficientes propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas), en lugar de unir elementos de aleación de cobre, se ha intentado un método para unir una lámina de cobre delgada o un material compuesto obtenido al unir una lámina de cobre y una resina o papel a los elementos constituyentes tales como pasamanos, asas de puerta, pomos de puerta, y manillas de puerta (por ejemplo, véase el documento de patente 2).

El documento de patente 3 describe una lámina de aleación de cobre que comprende del 28,0 al 35,0% en masa de Zn, del 0,15 al 0,75% en masa de Sn, y del 0,005 al 0,05% en masa de P, siendo el resto Cu e impurezas inevitables, en la que se cumple cada una de las correlaciones de $44 \geq [Zn] + 20 \times [Sn] \geq 37$ y $32 \leq [Zn] + 9 \times ([Sn] - 0,25)^{1/2} \leq 37$. La lámina de aleación de cobre se produce mediante etapas de producción que incluyen una etapa para una etapa de laminación en frío final mediante la cual se lamina en frío un material de aleación de cobre, en la que el tamaño de grano de cristal promedio del material de aleación de cobre es de entre 2,0 y 7,0 μm , y el total del porcentaje de área de superficie de la fase β y el porcentaje de área de superficie de la fase γ en la composición de metal del material de aleación de cobre es de entre el 0% y el 0,9%.

El documento de patente 4 describe una aleación de base de cobre para un intercambiador de calor, conteniendo la aleación, en % en masa Zn: el 8-20%, Ni: el 0,3-1,5%, Sn: el 0,3-1,2%, P: el 0,005-0,20%, siendo el resto Cu e impurezas inevitables, en la que la cantidad total de Ni y Sn es del 0,8-2,5% y la razón en peso de Ni/P es de 5-50.

Documentos de la técnica relacionada

Documentos de patente

[Documento de patente 1] JP-A-2007-056365

[Documento de patente 2] JP-A-11-239603

[Documento de patente 3] CA 2 844 247 A1

[Documento de patente 4] JP 3 274175 B2

Sumario de la invención

Problema que va a resolver la invención

Sin embargo, las aleaciones de cobre de alta resistencia generales descritas anteriormente tales como bronce fosforado, alpaca y latón tienen los siguientes problemas y no pueden responder a los requisitos descritos anteriormente.

Puesto que el bronce fosforado y la alpaca tienen escasa maleabilidad en caliente y son difíciles de producir por laminación en caliente, el bronce fosforado y la alpaca se producen generalmente por colada continua horizontal. Por lo tanto, la productividad es escasa, el coste de energía es alto, y el rendimiento también es escaso. Además, puesto que una gran cantidad de cobre, que es un metal noble, está contenida en un bronce fosforado y alpaca o grandes cantidades de Sn y Ni costosos están contenidas en el bronce fosforado y alpaca, existe un problema en la eficiencia económica, y ambos tienen escasa conductividad. Puesto que las gravedades específicas de estas aleaciones son tan altas como aproximadamente 8,8, surge un problema de reducción de peso. La alpaca que contiene el 10% en masa o más de Ni y el bronce fosforado que contiene el 8% en masa o más de Sn tienen alta resistencia. Sin embargo, la alpaca tiene una conductividad del 10% de IACS o menos y el bronce fosforado tiene una conductividad del 13% de IACS o menos. Ambos tienen baja conductividad y esta baja conductividad provoca un problema en el uso.

El latón que contiene del 20% en masa al 35% en masa de Zn es económico. Sin embargo, el color cambia fácilmente, se produce fácilmente el agrietamiento por corrosión bajo tensión, y el latón se ve fácilmente afectado por el calor. Es decir, el latón tiene un defecto fatal de característica de relajación de tensión escasas y no es satisfactorio en cuanto a resistencia y equilibrio entre resistencia y flexión. El latón no es adecuado para un elemento constituyente de un producto para obtener una reducción del tamaño y alto rendimiento como se describió anteriormente. Particularmente, el bronce fosforado y el latón tienen un problema en la fijación de color y se usan al enchaparse con Sn, Ni o similares en muchos casos.

Específicamente, en una aleación de Cu-Zn, conforme aumenta un contenido de Zn, se deteriora la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. Cuando el contenido de Zn es de más del 15% en masa, surge un problema. Cuando el contenido es de más del 20% en masa y además es de más del 25% en masa, se deteriora la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. Cuando el contenido es del 30% en masa, la sensibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión se aumenta excesivamente y surge un serio problema. Las características de relajación de tensión se mejoran adicionalmente cuando la cantidad de Zn agregado es del 3% en masa al 15% en masa. Sin embargo, cuando el contenido de Zn es de más del 20% en masa, particularmente, es de más del 25% en masa, las características de relajación de tensión se deterioran rápidamente. Por ejemplo, cuando el contenido es del 30% en masa, las características de relajación de tensión son muy escasas. Conforme aumenta el contenido de Zn, la resistencia se mejora pero la ductilidad y maleabilidad de flexión se deterioran. Además, el equilibrio entre resistencia y ductilidad se deteriora. Además, la fijación de color es escasa independientemente del contenido de Zn y cuando el entorno de uso es escaso, el color de la aleación cambia a marrón o rojo.

Por consiguiente, no es posible que estas aleaciones de cobre de alta resistencia sean satisfactorias como materiales constituyentes componentes para varios aparatos que tienden a tener alta fiabilidad con respecto al entorno de uso, excelente rentabilidad, y obtienen una reducción del tamaño y peso y un alto rendimiento, y se ha exigido en gran medida el desarrollo de una nueva aleación de cobre de alta resistencia.

Además, la aleación de Cu-Zn-Sn descrita en el documento de patente 1 no tiene características suficientes incluyendo resistencia.

Además, como se describe en el documento de patente 2, en caso de unir una lámina delgada de cobre a la superficie del elemento constituyente, debido a un espesor pequeño de la lámina delgada de cobre, existe una preocupación de rotura física o rotura que se produce de acuerdo con el entorno de uso. Además, existe una preocupación de desprendimiento de la lámina de cobre del elemento constituyente debido al deterioro de un adhesivo a lo largo del tiempo. La lámina de cobre también tiene un problema en la fijación de color y no siempre puede mantener las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas) y la fijación de color. Adicionalmente, un problema de reducir la resistencia de la porción de unión del elemento constituyente no se puede resolver por estos métodos.

La presente invención se ha hecho para resolver los problemas descritos anteriormente en la técnica relacionada, y por lo tanto un objetivo es proporcionar una aleación de cobre que tenga excelente rentabilidad, una pequeña densidad, conductividad mayor que la conductividad de bronce fosforado y la alpaca, alta resistencia, y equilibrio entre la resistencia y alargamiento y maleabilidad de flexión, excelentes características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, fijación de color y propiedades antimicrobianas, y sea adaptable a varios entornos de uso.

Medios para resolver el problema

Los presentes inventores han realizado varios estudios y experimentos desde diferentes ángulos para resolver los problemas anteriores y han obtenido los siguientes descubrimientos.

Primero, se añaden cantidades apropiadas de Ni y Sn a una aleación de Cu-Zn que incluye una alta concentración de Zn del 34% en masa o menos. A fin de optimizar una interacción entre Ni que tiene una valencia atómica bivalente (o número de electrones de valencia) y Sn que tiene una valencia atómica tetravalente, se ajustan el contenido total de Ni y Sn y una razón de los contenidos de Ni y Sn, es decir, se ajustan $0,7x[\text{Ni}]+[\text{Sn}]$ y $[\text{Ni}]/[\text{Sn}]$ para

estar dentro de intervalos apropiados. Además, los contenidos de Zn, Ni y Sn se ajustan en consideración de una interacción entre Zn, Ni y Sn tal que tres expresiones relacionales de $f1=[Zn]+5x[Sn]-2x[Ni]$, $f2=[Zn]-0,3x[Sn]-2x[Ni]$, y $f3=\{f1x(32-f1)x[Ni]\}^{1/2}$ tienen valores apropiados.

5 Se proporciona una estructura metalográfica que se compone básicamente de una fase individual α , en la cual al menos la razón de una fase α en la fase constituyente de la estructura metalográfica es del 99,5% o más por razón en área (en un tubo soldado con unión, un tubo soldado, soldadura con latón o similar, aun cuando un metal base se funde o se calienta localmente hasta una alta temperatura, en tres sitios de una porción de unión o una zona de fusión, una zona afectada por calor, y un metal base, la razón promedio de la fase α en la estructura metalográfica es del 99,5% o más por razón en área), o una estructura metalográfica, en la cual la razón en área de un % de fase γ (γ) y la razón en área de un % de fase β (β) en una matriz de fase α cumple una relación de $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,7$, y la fase γ que tiene una razón en área del 0% al 0,3% y la fase β que tiene una razón en área del 0% al 0,5% están dispersadas en la matriz de fase α .

15 De esta manera, se ha descubierto una aleación de cobre que tiene excelente rentabilidad, una gravedad específica pequeña, excelente fijación de color, alta resistencia, excelente equilibrio entre resistencia, alargamiento y maleabilidad de flexión y conductividad, excelentes características de relajación de tensión, excelente resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, y excelentes propiedades antimicrobianas, y es adaptable a varios entornos de uso y se ha completado la presente invención.

20 Particularmente, en el caso de aplicaciones tales como terminales y conectores, en consideración de uso en entorno a alta temperatura, la estructura metalográfica se ajustó para tener una fase individual α . Además, se incorporó P que tiene una valencia atómica pentavalente y la razón del contenido de P y el contenido de Ni se ajustó para estar dentro de un intervalo apropiado. De esta manera, pudieron obtenerse características de relajación de tensión excelentes adicionales.

25 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una aleación de cobre que incluye: del 17% en masa al 34% en masa de Zn; del 0,02% en masa al 2,0% en masa de Sn; del 1,5% en masa al 5% en masa de Ni; opcionalmente al menos uno o más seleccionados del 0,003% en masa al 0,09% en masa de P, del 0,005% en masa al 0,5% en masa de Al, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de Sb, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de As, y del 0,0005% en masa al 0,03% en masa de Pb; opcionalmente el 0,0005% en masa o más y el 0,2% en masa o menos en total de al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de metal de tierras raras, cada uno contenido en una cantidad del 0,0005% en masa o más y el 0,05% en masa o menos; y un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, en la que un contenido de Zn [Zn] (% en masa), un contenido de Sn [Sn] (% en masa), y un contenido de Ni [Ni] (% en masa) cumplen las relaciones de

$$12 \leq f1 = [Zn] + 5x[Sn] - 2x[Ni] \leq 30,$$

$$10 \leq f2 = [Zn] - 0,3x[Sn] - 2x[Ni] \leq 28, \text{ y}$$

$$10 \leq f3 = \{f1x(32-f1)x[Ni]\}^{1/2} \leq 33,$$

el contenido de Sn [Sn] (% en masa) y el contenido de Ni [Ni] (% en masa) cumplen las relaciones de

$$1,2 \leq 0,7x[Ni] + [Sn] \leq 4, \text{ y}$$

$$1,4 \leq [Ni]/[Sn] \leq 90,$$

la conductividad es del 13% de IACS o más y el 25% de IACS o menos, y en una estructura metalográfica, una razón de una fase α es del 99,5% o más por razón en área o la razón en área de % de fase γ (γ) y la razón en área de un % de fase β (β) en una matriz de fase α cumplen la relación de $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,7$, y la fase γ que tiene una razón en área del 0% al 0,3% y la fase β que tiene una razón en área del 0% al 0,5% están dispersadas en la matriz de fase α .

55 Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una aleación de cobre que incluye: del 18% en masa al 33% en masa de Zn; del 0,2% en masa al 1,5% en masa de Sn; del 1,5% en masa al 4% en masa de Ni; y un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, en la que un contenido de Zn [Zn] (% en masa), un contenido de Sn [Sn] (% en masa), y un contenido de Ni [Ni] (% en masa) cumplen las relaciones de

$$15 \leq f1 = [Zn] + 5x[Sn] - 2x[Ni] \leq 30,$$

$$12 \leq f2 = [Zn] - 0,3x[Sn] - 2x[Ni] \leq 28, \text{ y}$$

$$10 \leq f3 = \{f1x(32-f1)x[Ni]\}^{1/2} \leq 30,$$

65

el contenido de Sn [Sn] (% en masa) y el contenido de Ni [Ni] (% en masa) cumplen las relaciones de

$$1,4 \leq 0,7x[\text{Ni}] + [\text{Sn}] \leq 3,6, \text{ y}$$

5 $1,6 \leq [\text{Ni}]/[\text{Sn}] \leq 12,$

la conductividad es del 14% de IACS o más y el 25% de IACS o menos, y una estructura metalográfica se compone de una fase individual α .

10 Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona una aleación de cobre según el primer aspecto que incluye: al menos uno o más seleccionado del 0,003% en masa al 0,09% en masa de P, del 0,005% en masa al 0,5% en masa de Al, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de Sb, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de As, y del 0,0005% en masa al 0,03% en masa de Pb.

15 Según un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona una aleación de cobre según el segundo aspecto que incluye: del 0,003% en masa al 0,08% en masa de P; en la que el contenido de Ni [Ni] (% en masa) y el contenido de P [P] (% en masa) cumplen la relación de

$$25 \leq [\text{Ni}]/[\text{P}] \leq 750.$$

20 Según un quinto aspecto de la presente invención, se proporciona una aleación de cobre según uno cualquiera de los aspectos primero, tercero y cuarto que incluye: el 0,0005% en masa o más y el 0,2% en masa o menos en total de al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de metal de tierras raras, cada uno contenido en una cantidad del 0,0005% en masa o más y el 0,05% en masa o menos.

25 Según un sexto aspecto de la presente invención, se proporciona una aleación de cobre según uno cualquiera de los aspectos primero a quinto que es aplicable a aparatos médicos, pasamanos, asas de puerta, instalaciones, aparatos y recipientes sanitarios de drenaje y suministro de agua, y tanques de drenaje.

30 Según un séptimo aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de una aleación de cobre según uno cualquiera de los aspectos primero a sexto para componentes eléctricos y eléctricos y componentes automotrices tales como conectores, terminales, relés e interruptores. Es particularmente preferible que las aleaciones de cobre según los aspectos segundo a cuarto sean aplicables a componentes electrónicos y eléctricos tales como conectores, terminales, relés, e interruptores, y componentes automotrices.

35 Según un octavo aspecto de la presente invención, se proporciona una lámina de aleación de cobre que incluye la aleación de cobre según uno cualquiera de los aspectos primero a sexto, en la que la lámina de aleación de cobre se produce mediante un proceso de producción que incluye secuencialmente un proceso de laminación en caliente, un proceso de laminación en frío, un proceso de tratamiento térmico de recristalización, y un proceso de laminación en frío de acabado, una tasa de trabajo en frío en el proceso de laminación en frío es del 40% o más, el proceso de tratamiento térmico de recristalización incluye una etapa de calentamiento para calentar el material de aleación de cobre laminado en frío hasta una temperatura predeterminada usando un horno de tratamiento térmico continuo, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento, y en el proceso de tratamiento térmico de recristalización, cuando una temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre en el proceso de tratamiento térmico de recristalización se indica por T_{max} ($^{\circ}\text{C}$), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima T_{max} a la temperatura máxima T_{max} se indica por t_{m} (min),

$$50 \quad 540 \leq T_{\text{max}} \leq 790,$$

$$0,04 \leq t_{\text{m}} \leq 1,0, \text{ y}$$

55 $500 \leq t_1 = (T_{\text{max}} - 30 \times t_{\text{m}}^{-1/2}) \leq 680$. Dependiendo del espesor de lámina de la lámina de la aleación de cobre, un par de un proceso de laminación en frío y un proceso de recocido incluyendo un recocido discontinuo se pueden llevar a cabo una vez o una pluralidad de veces entre el proceso de laminación en caliente y el proceso de laminación en frío.

60 Según un noveno aspecto de la presente invención, se proporciona la lámina de aleación de cobre según el octavo aspecto en la que el proceso de producción incluye un proceso de tratamiento térmico de recuperación que se lleva a cabo después del proceso de laminación en frío de acabado, el proceso de tratamiento térmico de recuperación incluye una etapa de calentamiento para calentar el material de aleación de cobre laminado en frío de acabado hasta una temperatura predeterminada, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura

predeterminada después de la etapa de mantenimiento, y cuando una temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre en el proceso de tratamiento térmico de recuperación se indica por Tmax2 (°C), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima Tmax2 a la temperatura máxima Tmax2 se indica por tm2 (min),

5 $150 \leq T_{max2} \leq 580,$

$0,02 \leq t_{m2} \leq 100,$ y

10 $120 \leq t_2 = (T_{max2} - 25 \times t_{m2}^{-1/2}) \leq 390.$

Según un décimo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para producir una lámina de aleación de cobre que se compone de la aleación de cobre según uno cualquiera de los aspectos primero a sexto que incluye: un proceso de colada; un par de un proceso de laminación en frío y un proceso de recocido; cualquiera o ambos de una combinación de un proceso de laminación en frío y un proceso de tratamiento térmico de recristalización y una combinación de un proceso de laminación en frío de acabado y un proceso de tratamiento térmico de recuperación, en el que no se incluye un proceso de laminación en caliente de una aleación de cobre o un material laminado, una tasa de trabajo en frío en el proceso de laminación en frío es del 40% o más, el proceso de tratamiento térmico de recristalización incluye una etapa de calentamiento para calentar el material de aleación de cobre laminado en frío hasta una temperatura predeterminada usando un horno de tratamiento térmico continuo, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento, en el proceso de tratamiento térmico de recristalización, cuando una temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre en el proceso de tratamiento térmico de recristalización se indica por Tmax (°C), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima Tmax a la temperatura máxima Tmax se indica por tm (min),

30 $540 \leq T_{max} \leq 790,$

$0,04 \leq t_m \leq 1,0,$ y

$500 \leq t_1 = (T_{max} - 30 \times t_m^{-1/2}) \leq 680,$

el proceso de tratamiento térmico de recuperación incluye una etapa de calentamiento para calentar el material de aleación de cobre laminado en frío de acabado hasta una temperatura predeterminada, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminadas durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento, y cuando una temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre en el proceso de tratamiento térmico de recuperación se indica por Tmax2 (°C), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima Tmax2 a la temperatura máxima Tmax2 se indica por tm2 (min),

45 $150 \leq T_{max2} \leq 580,$

$0,02 \leq t_{m2} \leq 100,$ y

50 $120 \leq t_2 = (T_{max2} - 25 \times t_{m2}^{-1/2}) \leq 390.$

Ventaja de la Invención

Según la presente invención, es posible proporcionar una aleación de cobre que tiene excelente rentabilidad, una pequeña densidad, mayor conductividad que la conductividad del bronce fosforado y la alpaca, alta resistencia, equilibrio entre resistencia y alargamiento y maleabilidad de flexión, excelentes características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, fijación de color, y propiedades antimicrobianas, y es adaptable a varios entornos de uso.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

A partir de ahora, se describirán aleaciones de cobre según realizaciones de la presente invención. Las aleaciones de cobre según las realizaciones se usan para terminales y conectores para automóviles, aparatos electrónicos y eléctricos. Además, la aleación de cobre es aplicable a aparatos médicos, uso público tales como pasamanos, asas de puerta, e instalaciones, aparatos y recipientes sanitarios de drenaje y suministro de agua, uso público, y uso relacionado en la construcción, y se usa como un elemento que incluye una porción de unión de un tubo soldado con unión, y un tubo soldado, o similares.

En este punto, en la memoria descriptiva, se considera que un símbolo químico entre paréntesis, tal como [Zn], indica el contenido (% en masa) del elemento correspondiente.

- 5 En la realización, se definirán múltiples expresiones relacionales de composición usando el método anterior para indicar el contenido como se muestra a continuación. Además puesto que los contenidos de las impurezas inevitables respectivas de elementos aditivos eficaces tales como Co y Fe, y las impurezas inevitables tienen poca influencia en las características de una lámina de aleación de cobre, estos contenidos tampoco se consideran en expresiones de cálculo respectivas, que se describirán posteriormente. Por ejemplo, menor del 0,005% en masa de Cr se considera como una impureza inevitable.

10 Expresión relacional de la composición $f1=[Zn]+5x[Sn]-2x[Ni]$

15 Expresión relacional de la composición $f2=[Zn]-0,3x[Sn]-2x[Ni]$

Expresión relacional de la composición $f3=\{f1x(32-f1)x[Ni]\}^{1/2}$

Expresión relacional de la composición $f4=0,7x[Ni]+[Sn]$

- 20 Expresión relacional de la composición $f5=[Ni]/[Sn]$

Expresión relacional de la composición $f6=[Ni]/[P]$

- 25 Una aleación de cobre según una primera realización de la presente invención incluye del 17% en masa al 34% en masa de Zn, del 0,02% en masa al 2,0% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 5% en masa de Ni, y un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, una expresión relacional de la composición f1 está dentro de un intervalo de $12 \leq f1 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f2 está dentro de un intervalo de $10 \leq f2 \leq 28$, una expresión relacional de la composición f3 está dentro de un intervalo de $10 \leq f3 \leq 33$, una expresión relacional de la composición f4 está dentro de un intervalo de $1,2 \leq f4 \leq 4$, y una expresión relacional de la composición f5 está dentro de un intervalo de $1,4 \leq f5 \leq 90$.

- 35 Una aleación de cobre según una segunda realización de la presente invención incluye del 18% en masa al 33% en masa de Zn, del 0,2% en masa al 1,5% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 4% en masa de Ni, y un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, una expresión relacional de la composición f1 está dentro de un intervalo de $15 \leq f1 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f2 está dentro de un intervalo de $12 \leq f2 \leq 28$, una expresión relacional de la composición f3 está dentro de un intervalo de $10 \leq f3 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f4 está dentro de un intervalo de $1,4 \leq f4 \leq 3,6$, y una expresión relacional de la composición f5 está dentro de un intervalo de $1,6 \leq f5 \leq 12$.

- 40 Una aleación de cobre según una tercera realización de la presente invención incluye del 17% en masa al 34% en masa de Zn, del 0,02% en masa al 2,0% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 5% en masa de Ni, al menos uno o más seleccionado del 0,003% en masa al 0,09% en masa de P, del 0,005% en masa al 0,5% en masa de Al, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de Sb, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de As, y del 0,0005% en masa al 0,03% en masa de Pb, y un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, una expresión relacional de la composición f1 está dentro de un intervalo de $12 \leq f1 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f2 está dentro de un intervalo de $10 \leq f2 \leq 28$, una expresión relacional de la composición f3 está dentro de un intervalo de $10 \leq f3 \leq 33$, una expresión relacional de la composición f4 está dentro de un intervalo de $1,2 \leq f4 \leq 4$, y una expresión relacional de la composición f5 está dentro de un intervalo de $1,4 \leq f5 \leq 90$.

- 50 Una aleación de cobre según una cuarta realización de la presente invención incluye del 18% en masa al 33% en masa de Zn, del 0,2% en masa al 1,5% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 4% en masa de Ni, del 0,003% en masa al 0,08% en masa de P, un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, una expresión relacional de la composición f1 está dentro de un intervalo de $15 \leq f1 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f2 está dentro de un intervalo de $12 \leq f2 \leq 28$, una expresión relacional de la composición f3 está dentro de un intervalo de $10 \leq f3 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f4 está dentro de un intervalo de $1,4 \leq f4 \leq 3,6$, una expresión relacional de la composición f5 está dentro de un intervalo de $1,6 \leq f5 \leq 12$, y una expresión relacional de la composición f6 está dentro de un intervalo de $25 \leq f6 \leq 750$.

- 60 Una aleación de cobre según una quinta realización de la presente invención incluye del 17% en masa al 34% en masa de Zn, del 0,02% en masa al 2,0% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 5% en masa de Ni, el 0,0005% en masa o más y el 0,2% en masa o menos en total de al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de tierras raras, cada uno contenido en una cantidad del 0,0005% en masa o más y el 0,05% en masa o menos, y un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, una expresión relacional de la composición f1 está dentro de un intervalo de $12 \leq f1 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f2 está dentro de un intervalo de $10 \leq f2 \leq 28$, una expresión relacional de la composición f3 está dentro de un intervalo de $10 \leq f3 \leq 33$, una expresión relacional de la composición f4 está dentro de un intervalo de $1,2 \leq f4 \leq 4$, y una expresión relacional de la composición

f5 está dentro de un intervalo de $1,4 \leq f5 \leq 90$.

Una aleación de cobre según una sexta realización de la presente invención incluye del 17% en masa al 34% en masa de Zn, del 0,02% en masa al 2,0% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 5% en masa de Ni, al menos uno o más seleccionado del 0,003% en masa al 0,09% en masa de P, del 0,005% en masa al 0,5% en masa de Al, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de Sb, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de As, y del 0,0005% en masa al 0,03% en masa de Pb, el 0,0005% en masa o más y el 0,2% en masa o menos en total de al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de tierras raras, cada uno contenido en una cantidad del 0,0005% en masa o más y el 0,05% en masa o menos, y un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, una expresión relacional de la composición f1 está dentro de un intervalo de $12 \leq f1 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f2 está dentro de un intervalo de $10 \leq f2 \leq 28$, una expresión relacional de la composición f3 está dentro de un intervalo de $10 \leq f3 \leq 33$, una expresión relacional de la composición f4 está dentro de un intervalo de $1,2 \leq f4 \leq 4$, y una expresión relacional de la composición f5 está dentro de un intervalo de $1,4 \leq f5 \leq 90$.

Una aleación de cobre según una séptima realización de la presente invención incluye del 18% en masa al 33% en masa de Zn, del 0,2% en masa al 1,5% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 4% en masa de Ni, del 0,003% en masa al 0,08% en masa de P, el 0,0005% en masa o más y el 0,2% en masa o menos en total de al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de tierras raras, cada uno contenido en una cantidad del 0,0005% en masa o más y el 0,05% en masa o menos, y un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables, una expresión relacional de la composición f1 está dentro de un intervalo de $15 \leq f1 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f2 está dentro de un intervalo de $12 \leq f2 \leq 28$, una expresión relacional de la composición f3 está dentro de un intervalo de $10 \leq f3 \leq 30$, una expresión relacional de la composición f4 está dentro de un intervalo de $1,4 \leq f4 \leq 3,6$, una expresión relacional de la composición f5 está dentro de un intervalo de $1,6 \leq f5 \leq 12$, y una expresión relacional de la composición f6 está dentro de un intervalo de $25 \leq f6 \leq 750$.

Las aleaciones de cobre según las realizaciones primera, tercera, quinta y sexta descritas anteriormente de la presente invención tienen una estructura metalográfica en la cual la razón de una fase α es del 99,5% o más por razón en área o la razón en área de un % de fase γ (γ) y la razón en área de un % de fase β (β)% en una matriz de fase α cumplen la relación de $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,7$, y la fase γ que tiene una razón en área del 0% al 0,3% y la fase β que tiene una razón en área del 0% al 0,5% están dispersadas en la matriz de fase α .

Además, las aleaciones de cobre según las realizaciones segunda, cuarta y séptima de la presente invención tienen una estructura metalográfica compuesta de una fase individual α .

En las aleaciones de cobre según las realizaciones primera, tercera, quinta y sexta descritas anteriormente de la presente invención, la conductividad se ajusta para estar dentro de un intervalo del 13% de IACS o más y el 25% de IACS o menos y en las aleaciones de cobre según las realizaciones segunda, cuarta y séptima de la presente invención, la conductividad se ajusta para estar dentro de un intervalo del 14% de IACS o más y el 25% de IACS o menos.

A partir de ahora, se describirán las razones por las que la composición de componentes, las expresiones relacionales de las composiciones f1, f2, f3, f4, f5 y f6, la estructura metalográfica y la conductividad se definen como se describió anteriormente.

(Zn)

Zn es un elemento principal de la aleación junto con Cu y, para resolver los problemas de la presente invención, se requiere al menos el 17% en masa o más de Zn. Zn es económico comparado con Cu, Ni y Sn. A fin de reducir adicionalmente los costes, la densidad de la aleación de la presente invención se disminuye en aproximadamente el 3% o más comparado con el cobre puro y la densidad de la aleación de la presente invención se disminuye en aproximadamente el 2% o más comparado con el bronce fosforado representativo o alpaca. Además, a fin de mejorar la resistencia tal como resistencia a la tracción, tensión de prueba, tensión de deformación, propiedades de muelle, y resistencia a la fatiga, mejorar la fijación de color a alta temperatura y alta humedad, y obtienen granos finos, se requiere que el contenido de Zn sea del 17% en masa o más. A fin de hacer estos efectos más significativos, el contenido de Zn es de manera preferente del 18% en masa o más o el 20% en masa o más, y de manera más preferente el 23% en masa o más. Cuando la aleación de cobre contiene una alta concentración de Zn, el coste de la materia prima se reduce y la densidad se disminuye. De esta manera, se obtiene una aleación de cobre que tiene excelente rentabilidad adicional.

Por otra parte, en el caso en el cual el contenido de Zn es de más del 34% en masa, aun cuando Ni y Sn están contenidos en la aleación de cobre dentro del intervalo de composición de la memoria descriptiva, que se describirá posteriormente, primero, es difícil obtener características de relajación de tensión y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión satisfactorias debido al deterioro en la ductilidad y maleabilidad de flexión, la conductividad se deteriora y el efecto de mejorar la resistencia también se satura. El contenido de Zn es más preferible del 33% en masa o menos y de manera aún más preferente del 30% en masa o menos.

En la técnica relacionada, es difícil encontrar una aleación de cobre que contenga el 17% en masa o más, el 18% en masa o más, o el 23% en masa o más de Zn y que tenga características de relajación de tensión excelentes y fijación de color, resistencia satisfactoria, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, y conductividad.

(Ni)

La aleación de la presente invención contiene Ni para mejorar la fijación de color, propiedades antimicrobianas a alta temperatura y alta humedad, resistencia al agrietamiento por corrosión, bajo tensión, características de relajación de tensión, resistencia al calor, y ductilidad y maleabilidad de flexión, equilibrio entre resistencia, ductilidad y maleabilidad de flexión. Particularmente, cuando el contenido de Zn es de hasta el 18% en masa o más, el 20% en masa o más, o el 23% en masa o más, las características descritas anteriormente funcionan de manera más eficaz. A fin de mostrar estos efectos, se requiere que la aleación de cobre contenga el 1,5% en masa o más de Ni, que contenga de manera preferente el 1,6% en masa o más de Ni, y que cumpla las expresiones relacionales de la composición de f1 a f6. Por otra parte, cuando el contenido de Ni es de más del 5% en masa, se incurre un aumento de los costes y el color de la aleación cambia de color amarillo latón a un color pálido. Las características de relajación de tensión comienzan a saturarse y se saturan las propiedades antimicrobianas. Además, se reduce la conductividad. De esta manera, el contenido de Ni se ajusta al 5% en masa o menos y de manera preferible el 4% en masa o menos. Particularmente, en aplicaciones tales como terminales, conectores y similares, desde el punto de vista de la conductividad, el contenido de Ni es de manera más preferible del 3% en masa o menos.

(Sn)

Se añade conjuntamente Sn a la aleación con Ni para mejorar la resistencia de la aleación de la presente invención para mejorar la fijación de color, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, características de relajación de tensión, equilibrio entre resistencia y ductilidad y maleabilidad de flexión. Después, se refinan los granos en el momento de la recristalización. A fin de mostrar estos efectos, se requiere que el contenido de Sn sea de al menos el 0,02% en masa o más y de manera particular a fin de mejorar la fijación de color y características de relajación de tensión, se requiere que el contenido de Sn sea del 0,2% en masa o más y también se requiere que la aleación de cobre cumpla las expresiones relacionales de la composición de f1 a f5. A fin de hacer estos efectos más significativos, el contenido de Sn es de manera preferente del 0,25% en masa o más y de manera más preferible el 0,3% en masa o más. Por otra parte, aun cuando el contenido de Sn sea del 2% en masa o más, el efecto de la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y las características de relajación de tensión no se saturan y más bien se deterioran, lo cual provoca un aumento de los costes y una disminución en la conductividad. La maleabilidad en caliente, y la maleabilidad de flexión y la ductilidad en frío se deterioran. Cuando la concentración de Zn es del 23% en masa o más y de manera más particular, es de hasta el 26% en masa o más, es probable que la fase β y la fase γ permanezcan sustancialmente. El contenido de Sn es de manera preferente del 1,5% en masa o menos, de manera más preferente el 1,2% en masa o menos, y de manera aún más preferente el 1,0% en masa o menos.

(P)

P se combina con Ni para mejorar particularmente las características de relajación de tensión y reducir adicionalmente la sensibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión y es eficaz para mejorar la fijación de color. P puede reducir el tamaño de los granos. La aleación de cobre según las realizaciones cuarta y séptima contiene P.

En este punto, a fin de mostrar el efecto descrito anteriormente, se requiere un contenido de P del 0,003% en masa o más. Por otra parte, aun cuando el contenido de P es de más del 0,09% en masa, el efecto descrito anteriormente se satura y se forma una gran cantidad de precipitados compuestos principalmente por P y Ni y el tamaño de partícula de los precipitados también aumenta. De esta manera, se reduce la maleabilidad de flexión. El contenido de P es de manera preferente del 0,08% en masa o menos y de manera más preferente el 0,06% en masa o menos. La razón entre Ni y P que se describirá posteriormente (expresión relacional de la composición f6) es importante.

(Al menos uno o más seleccionado de P, Al, Sb, As, y Pb)

P, Al, Sb, As, y Pb mejoran la fijación de color, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, y capacidad de perforación de la aleación. Las aleaciones de cobre según la tercera y sexta realizaciones contienen estos elementos.

A fin de mostrar el efecto descrito anteriormente, P: el 0,003% en masa o más, Al: el 0,005% en masa o más, Sb: el 0,01% en masa o más, As: el 0,01% en masa o más, y Pb: el 0,0005% en masa o más son preferibles. Por otra parte, aun cuando los contenidos de P, Al, Sb, As, y Pb exceden respectivamente P: el 0,09% en masa, Al: el 0,5% en masa, Sb: el 0,09% en masa, As: el 0,09% en masa, y Pb: el 0,03% en masa, el efecto se satura y se deteriora la maleabilidad de flexión.

(Al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de tierras raras)

Los elementos de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de tierras raras tienen el efecto de mejorar varias características. Particularmente, Fe, Co, Mg, Mn, Ti, y Zr forman compuestos con P o Ni y el crecimiento de los granos recristalizados se suprime en el momento del recocido. De esta manera, el efecto del refinamiento del grano es significativo. Las aleaciones de cobre según las realizaciones quinta y sexta contienen estos elementos.

A fin de mostrar los efectos descritos anteriormente, se requiere que cualquier elemento de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de tierras raras esté contenido cada uno en una cantidad del 0,0005% en masa o más. Por otra parte, cuando el contenido del elemento también es de más del 0,05% en masa, los efectos no se saturan y la maleabilidad de flexión se deteriora. El contenido del elemento es de manera preferente del 0,03% en masa o menos. Además, cuando el contenido total de esos elementos es de más del 0,2% en masa, los efectos no se saturan y se deteriora la maleabilidad de flexión. El contenido total de estos elementos es de manera preferente del 0,15% en masa o menos y de manera más preferente el 0,1% en masa o menos.

Además, cuando una aleación contiene P, Fe y Co, el efecto del refinamiento de grano es particularmente significativo. Aun cuando la cantidad de Fe o Co es muy pequeña, Fe o Co forman fácilmente un compuesto con P. Como resultado, se forma un compuesto de Ni y P que contienen Fe o Co y se refina el tamaño de partícula del compuesto. En el compuesto refinado, el tamaño de los granos recristalizados en el momento del recocido se hace más fino para mejorar la resistencia. Sin embargo, cuando el efecto es excesivo, la maleabilidad de flexión y las características de relajación de tensión se deterioran. De la manera más adecuada, el contenido de Fe o Co es del 0,001% en masa o más y el 0,03% en masa o menos o el 0,02% en masa o menos.

(Impurezas inevitables)

En la aleación de cobre, elementos tales como oxígeno, hidrógeno, vapor de agua, carbono, y azufre se incluyen inevitablemente en una materia prima incluyendo un material devuelto y el proceso de producción que incluye principalmente la fusión en la atmósfera, aunque las cantidades de los mismos son muy pequeñas. De esta manera, la aleación incluye de manera natural estas impurezas inevitables.

En este punto, en la aleación de cobre según la realización, los elementos diferentes de los elementos constituyentes definidos se consideran impurezas inevitables. El contenido de las impurezas inevitables es de manera preferente del 0,1% en masa o menos. Además, elementos diferentes de Zn, Ni y Sn entre los elementos definidos en la aleación de cobre según la realización pueden estar contenidos en la aleación de cobre dentro de un intervalo menor que el límite inferior definido como la cantidad de impurezas anteriormente.

(Expresión relacional de la composición f1)

La expresión relacional de la composición $f1 = [Zn] + 5x[Sn] - 2x[Ni] = 30$ muestra un valor limitante para determinar si la estructura metalográfica de la aleación de la presente invención se compone sustancialmente solo de una fase α . Además, en la producción de un tubo soldado con unión, un tubo soldado, o similar, o en soldadura con latón, aun cuando el metal base se funde o se calienta localmente hasta una alta temperatura, la expresión relacional de la composición muestra un valor limitante para obtener una estructura metalográfica en la cual en tres sitios de una porción de unión o una zona de fusión, una zona afectada por calor, y el metal base, la razón promedio de una fase α en la fase constituyente es del 99,5% o más por razón en área, o la razón en área de un % de fase γ (γ) y la razón en área de un % de fase β (β) en una matriz de fase α cumplen la relación de $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,7$ y la fase γ que tiene una razón en área del 0% al 0,3% y la fase β que tiene una razón en área del 0% al 0,5% están dispersadas en la matriz de fase α .

El límite superior de la expresión relacional de la composición f1 también es un valor limitante para obtener características de relajación de tensión satisfactorias, fijación de color, propiedades antimicrobianas, ductilidad, maleabilidad de flexión y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. Cuando el contenido del elemento principal Zn es del 34% en masa o menos o el 33% en masa o menos, tiene que cumplirse la expresión relacional. Por ejemplo, cuando Sn que es un metal de bajo punto de fusión está contenido en la aleación de Cu-Zn en una cantidad del 0,2% en masa o el 0,3% en masa o más, Sn se precipita en una porción solidificada final y en un límite de grano en el momento de la colada. Como resultado, se aumenta la concentración de Sn y se forman las fases γ y β . Cuando el valor de la expresión anterior es de más de 30, es difícil hacer que la fase γ y la fase β presentes en un estado no de equilibrio desaparezcan a través de la colada, trabajo en caliente, recocido y tratamiento térmico. De la misma manera, cuando se produce un tubo soldado con unión, un tubo soldado, o similar, el material se funde o se calienta localmente hasta una alta temperatura en la unión por la soldadura con latón y similar y de esta manera vuelven a precipitarse Sn y el similares.

En la expresión relacional de la composición f1, dentro del intervalo de la composición de la presente invención, como coeficiente de Sn, se proporciona "+5". Este coeficiente "5" es más grande que el coeficiente de Zn que es un elemento principal de "1". Por otra parte, dentro del intervalo de composición de la presente invención, Ni tiene

propiedades para reducir la precipitación de Sn y suprimir la formación de las fase γ y β y tiene un coeficiente de “-2”. Cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f1=[Zn]+5x[Sn]-2x[Ni]$ es de 30 o menos, la fase γ y la fase β no están presentes o las cantidades de las misma son muy pequeñas aún en el estado de mecanizado de un producto tal como un tubo soldado con unión o similar. De esta manera, la ductilidad y maleabilidad de flexión son satisfactorias y las características de relajación de tensión y la fijación de color se mejoran. Por consiguiente, la maleabilidad de flexión de los sitios que incluyen la porción de unión se mejora. El valor de la expresión relacional de la composición $f1=[Zn]+5x[Sn]-2x[Ni]$ es de manera más preferible de 29,5 o menos, y de manera aún más preferente 29 o menos. Por otra parte, cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f1=[Zn]+5x[Sn]-2x[Ni]$ es menor de 12, la resistencia se reduce y la fijación de color también se deteriora. De estas manera, el valor es de 12 o más, de manera preferente 15 o más, y de manera más preferente 20 o más. El hecho de que el valor de la expresión relacional de la composición $f1$ es grande se refiere a una aleación de cobre en un estado inmediatamente antes de que se precipiten las fases β y γ .

(Expresión relacional de la composición $f2$)

La expresión relacional de la composición $f2=[Zn]-0,3x[Sn]-2x[Ni]=28$ muestra un valor limitante para obtener resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión satisfactoria, ductilidad y maleabilidad de flexión. Como se describió anteriormente, un defecto fatal de la aleación de Cu-Zn es la alta sensibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión. En el caso de la aleación de Cu-Zn, la sensibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión depende del contenido de Zn. Cuando el contenido de Zn es de más del 25% en masa o el 26% en masa, la sensibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión aumenta particularmente. Cuando la expresión relacional de la composición $f2=[Zn]-0,3x[Sn]-2x[Ni]=28$ corresponde a un contenido de Zn de la aleación de Cu-Zn del 25% en masa o el 26% en masa. Dentro del intervalo de la composición de la memoria descriptiva en la cual se añaden conjuntamente Ni y Sn, como se muestra en la expresión anterior, el coeficiente de Ni es “-2” y la incorporación de Ni hace posible reducir particularmente la sensibilidad a la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. El valor de la expresión relacional de la composición $f2=[Zn]-0,3x[Sn]-2x[Ni]$ es de manera preferente de 27 o menos y de manera más preferente 26 o menos. En el caso de requerir una alta fiabilidad en un entorno de agrietamiento por corrosión bajo tensión grave, el valor es de 24 o menos. Por otra parte, cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f2$ es menor de 10, se reduce la resistencia. De esta manera, el valor es de 10 o más, de manera preferente 12 o más, y de manera más preferente 15 o más.

(Expresión relacional de la composición $f3$)

En la expresión relacional de la composición $f3=\{f1x(32-f1)x[Ni]\}^{1/2}$, cuando el valor de $f1$ es de 30 o menos, y el valor de la expresión relacional de la composición $f3$ es de 10 o más mediante adición conjunta de Ni y Sn, independientemente de que contenga una alta concentración de Zn, se muestran excelentes características de relajación de tensión. El valor de la expresión relacional de la composición $f3$ es de manera preferente de 12 o más y de manera más preferible 14 o más. Particularmente, cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f1$ está en un intervalo de hasta 20, las características de relajación de tensión se mejoran significativamente. Por otra parte, aun cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f3$ es de más de 33, el efecto se satura y existe una influencia en la rentabilidad y conductividad. El valor de la expresión relacional de la composición $f3$ es de manera preferente de 30 o menos, de manera más preferible 28 o menos, o 25 o menos. Cuando se cumplen las condiciones de estos intervalos preferibles, $1,4 \leq f4 = 0,7x[Ni] + [Sn] \leq 3,6$, $1,6 \leq f5 = [Ni]/[Sn] \leq 12$, incorporación de P, y $25 \leq f6 = [Ni]/[P] \leq 750$, que se describirán posteriormente, se muestran excelentes características de relajación de tensión adicionales en los terminales y conectores que se usan en un entorno a alta temperatura riguroso.

(Expresión relacional de la composición $f4$)

Dentro del intervalo de la composición de la memoria descriptiva, a fin de mejorar la fijación de color de la aleación, cumplir tanto la fijación del color como las propiedades antimicrobianas, y mejorar las características de relajación de tensión, se requiere que el valor de la expresión relacional de la composición $f4=0,7x[Ni]+[Sn]$ sea de 1,2 o más. El valor de la expresión relacional de la composición $f4=0,7x[Ni]+[Sn]$ es de manera preferente de 1,4 o más, de manera más preferible 1,6 o más, y para mejorar particularmente la fijación del color, 1,8 o más es aún más preferible. Por otra parte, cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f4$ es de más de 4, los costes de la aleación aumentan y la conductividad también se deteriora. Aunque se mejora la fijación de color, existe una preocupación de reducción de las propiedades antimicrobianas. De esta manera, el valor es de manera preferente de 4 o menos, de manera más preferible 3,6 o menos, y de manera aún más preferente 3 o menos. Es decir, el intervalo de la expresión relacional de la composición $f4$ para obtener fijación de color particularmente excelente, características de relajación de tensión y conductividad es de $1,4 \leq f4 = 0,7x[Ni] + [Sn] \leq 3,6$.

(Expresión relacional de la composición $f5$)

En las características de relajación de tensión de la aleación de Cu-Zn en la cual se añaden conjuntamente Ni y Sn dentro del intervalo de la composición de la memoria descriptiva y Zn se contiene en una alta concentración, la expresión relacional de la composición $f5=[Ni]/[Sn]$ es importante. Cuando la aleación contiene el 1,5% en masa o más de Ni y al menos dos átomos de Ni divalentes o más están presentes con respecto a un átomo Sn tetravalente

que está presente en la matriz, es decir, cuando el valor de la razón en masa de $[Ni]/[Sn]$ es de 1 o más, las características de relajación de tensión comienzan a mejorarse. Particularmente, se ha descubierto que cuando ya están presentes tres átomos de Ni divalentes o más con respecto a un átomo de Sn, es decir, el valor de la razón en masa de $[Ni]/[Sn]$ es de 1,5 o más, las características de relajación de tensión se mejoran adicionalmente y también se mejora la fijación de color. El efecto de las características de relajación de tensión se vuelve significativo en la aleación de la presente invención que se somete a un tratamiento de recuperación después de la laminación de acabado. Además, en los intervalos de concentración de Ni y Sn definidos en la memoria descriptiva, cuando el valor de $[Ni]/[Sn]$ es menor de aproximadamente 1,4, se deteriora la maleabilidad de flexión y también se deteriora la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. Por consiguiente, en la presente invención, el valor de $[Ni]/[Sn]$ es de 1,4 o más, de manera preferente 1,6 o más, y de la manera más preferente 1,8 o más. Por otra parte, cuando el límite superior de la expresión relacional de la composición $f5=[Ni]/[Sn]$ es de 90 o menos, se muestran características de relajación de tensión satisfactorias y fijación de color. El límite superior es de manera preferente de 30 o menos, de manera más preferible 12 o menos, y de la manera más preferente 10 o menos. Cuando $1,6 \leq f5=[Ni]/[Sn] \leq 12$, en los terminales y conectores usados en un entorno a alta temperatura riguroso tal como un espacio de motor de un automóvil o similar, se pueden mostrar características de relajación de tensión particularmente excelentes.

(Expresión relacional de la composición f6)

Además, las características de relajación de tensión se ven afectadas por Ni en un estado de disolución sólida, P, y en un compuesto de Ni y P. Cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f6=[Ni]/[P]$ es menor de 25, la razón de un compuesto de Ni y P con respecto a Ni en estado de disolución sólida aumenta. De esta manera, las características de relajación de tensión se deterioran y la maleabilidad de flexión también se deteriora. Es decir, cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f6=[Ni]/[P]$ es de 25 o más y de manera preferente 30 o más, las características de relajación de tensión y la maleabilidad de flexión se mejoran. Por otra parte, cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f6=[Ni]/[P]$ es de más de 750, la cantidad del compuesto formado con Ni y P y la cantidad de disolución sólida de P se reducen. De esta manera, se deterioran las características de relajación de tensión. Además, el compuesto de P y Ni tiene una acción de refinar los granos. Sin embargo, la acción se reduce y la resistencia de la aleación se reduce. El valor de la expresión relacional de la composición $f6=[Ni]/[P]$ es de manera preferente de 500 o menos y de manera más preferente 300 o menos.

(Estructura metalográfica)

Cuando la fase β y la fase γ están presentes, se deterioran la ductilidad y maleabilidad de flexión. Particularmente, se deterioran las características de relajación de tensión y la fijación de color, particularmente, propiedades antimicrobianas y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión en un entorno riguroso. De esta manera, una estructura metalográfica compuesta por una fase individual α es lo más preferible y, al menos, la razón de la fase α es del 99,5% o más y de manera más preferible el 99,8% o más por razón en área. Sin embargo, puede permitirse una estructura metalográfica en la cual en tres sitios de una porción de unión, una zona afectada por calor, y un metal base en un tubo soldado con unión o un tubo soldado, la razón promedio de una fase α en la estructura metalográfica es del 99,5% o más por razón en área, o la razón en área de un % fase (γ) y la razón en área de un % de fase β (β) en una matriz de fase α cumplen la relación de $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,7$ y la fase γ que tiene una razón en área del 0% al 0,3% y la fase β que tiene una razón en área del 0% al 0,5% están dispersadas en la matriz de fase α . En la presente invención, cuando la estructura metalográfica se observa usando un microscopio metalúrgico con un aumento de 300 veces (una micrografía que tiene un tamaño de 89 mmx127 mm), se establecen como objetivo una fase β y una fase γ que afectan significativamente a las características y son suficientemente grandes como para reconocerse de manera evidente como fase β y fase γ . Es decir, en la presente invención, la estructura metalográfica compuesta sustancialmente por una fase individual α significa que cuando la estructura metalográfica se observa usando un microscopio metalúrgico con un aumento de 300 veces excluyendo inclusiones no metálicas que incluyen óxidos, y compuestos intermetálicos tales como precipitados y productos cristalizados, la razón de la fase α en la estructura metalográfica es del 100%. De manera similar, cuando la estructura metalográfica se observa usando un microscopio metalúrgico con un aumento de 300 veces, en tres sitios de la porción de unión, la zona afectada por calor, y el metal base, las razones promedio de la fase β y la fase γ que se reconocen de manera evidente como fase β y fase γ pueden cumplir una relación entre la razón en área del % de fase γ (γ) y la razón en área del % de fase β (β) en la matriz de fase α de $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,7$ y una relación en que la razón en área de la fase γ es del 0% al 0,3% y la razón en área de la fase β es del 0% al 0,5% en la matriz de fase α . Considerando el efecto de la aleación de cobre que se puede obtener, una estructura metalográfica más preferible tiene un estado en el cual la razón de una fase α es del 99,7% o más por razón en área, o la razón en área de un % de fase γ (γ) y la razón en área de un % de fase β (β) en una matriz de fase α cumplen la relación de $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,4$ y una relación que la razón en área de la fase γ es del 0% al 0,2% y la razón en área de la fase β es del 0% al 0,3% en la matriz de fase α . Sin embargo, no existen limitaciones a los mismos.

(Tamaño de grano promedio)

En la aleación de cobre según la realización, el tamaño de grano no se define particularmente. Sin embargo, es preferible que el tamaño de grano promedio se defina de la siguiente manera según los propósitos.

En la aleación de cobre según la realización, se puede obtener un grano que tiene un tamaño de al menos aproximadamente $1\ \mu\text{m}$ aunque el tamaño de grano difiera dependiendo del proceso. Sin embargo, cuando el tamaño de grano promedio es menor de $2\ \mu\text{m}$, se deterioran las características de relajación de tensión. Aunque se aumenta la resistencia, se deterioran la ductilidad y maleabilidad de flexión. Por lo tanto, el tamaño de grano promedio puede ser de $2\ \mu\text{m}$ o mayor y de manera preferible $3\ \mu\text{m}$ o mayor. Por otra parte, en aplicaciones tales como terminales, conectores y similares, el tamaño de grano promedio es de manera preferente de $10\ \mu\text{m}$ o menor u $8\ \mu\text{m}$ o menor para obtener una mayor resistencia. Adicionalmente, en un tubo soldado con unión, un tubo soldado, o similar usados para pasamanos y asas de puerta, dese el punto de vista de capacidad de formación y maleabilidad de flexión de un material de lámina para dar un tubo, el tamaño de grano promedio puede ser de $3\ \mu\text{m}$ o mayor y de manera preferible $5\ \mu\text{m}$ o mayor. Desde el punto de vista de resistencia, el tamaño de grano promedio puede ser de $25\ \mu\text{m}$ o menor y es de manera preferente de $20\ \mu\text{m}$ o menor.

(Precipitado)

En la aleación de cobre según la realización, los precipitados no se definen particularmente. Sin embargo, en la aleación de cobre que contiene Ni y P, es preferible definir el tamaño y número de precipitados por las siguientes razones.

Según la presente invención, cuando están presentes precipitados circulares elípticos que contienen principalmente Ni y P, se suprime el crecimiento de los granos recristalizados. De esta manera, se pueden obtener granos finos y se pueden mejorar las características de relajación de tensión. En la recristalización formada en el momento del recocido, los cristales a los cuales se aplica una deformación significativa por trabajo se reemplazan como nuevos cristales a los cuales casi no se aplica de deformación. Sin embargo, en la recristalización, los granos trabajados no se reemplazan instantáneamente con granos recristalizados y se requiere un periodo de tiempo prolongado o una mayor temperatura. Es decir, se requiere un periodo de tiempo prolongado y mayor temperatura desde el momento en que comienza la recristalización hasta que termina la recristalización. Hasta que termina completamente la recristalización, los granos recristalizados inicialmente formados crecen y se vuelven más grandes. Sin embargo, el crecimiento se puede suprimir por los precipitados.

En la realización, cuando el tamaño de partícula promedio de los precipitados es de $3\ \text{nm}$ a $180\ \text{nm}$, se muestra el efecto. Cuando el tamaño de partícula promedio de los precipitados es menor de $3\ \text{nm}$, el crecimiento de los gránulos recristalizados se suprime. Sin embargo, aumenta la cantidad de los precipitados y se impide la maleabilidad de flexión. Por otra parte, cuando el tamaño de grano promedio de los precipitados es mayor de $180\ \text{nm}$, el número de precipitados se disminuye. De esta manera, la acción para suprimir el crecimiento de los precipitados se deteriora y el efecto para las características de relajación de tensión se reduce.

(Conductividad)

No se requiere particularmente que el límite superior de la conductividad sea mayor del 25% de IACS, o el 24% de IACS en el elemento que es el objetivo de la memoria descriptiva. Una aleación de cobre en la cual las características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, fijación de color y resistencia, que son defectos de latón en la técnica relacionada, se mejoran es mucho más ventajosa en la memoria descriptiva. Además, en las asas de puerta, que se forman con un tubo soldado de unión o un tubo soldado, como una de las aplicaciones de la memoria descriptiva, o elementos que se someten a soldadura con latón y soldadura por puntos teniendo en cuenta la aplicación, cuando la conductividad térmica es excesivamente buena, es decir, cuando la conductividad es del 25% de IACS o más, el calentamiento local o similar es difícil y se produce un defecto de unión o se reduce la resistencia debido al calentamiento excesivo. Por otra parte, en aplicaciones tales como terminales, conectores y similares, las características de relajación de tensión se enfatizan en lugar de la conductividad. De esta manera, la conductividad de la aleación se ajusta para ser en al menos mayor que la conductividad del bronce fosforado usado para un terminal o un conector y se ajusta para ser del 13% de IACS o más y de manera preferente el 14% de IACS o más.

(Resistencia)

En la realización, particularmente, con respecto a las aplicaciones tales como conectores y terminales, en la premisa de que la ductilidad y la maleabilidad de flexión son satisfactorias, en muestras obtenidas recogiendo piezas de prueba en una dirección que forma 0 grados con respecto a una dirección de laminación y en una dirección que forma 90 grados con respecto a la dirección de laminación, como resistencia a temperatura ambiente, la resistencia a la tracción es de al menos $500\ \text{N/mm}^2$ o más, de manera preferente $550\ \text{N/mm}^2$ o más, de manera más preferible $575\ \text{N/mm}^2$ o más, y de manera aún más preferente $600\ \text{N/mm}^2$ o más. La tensión de prueba es de al menos $450\ \text{N/mm}^2$ o más, de manera preferente $500\ \text{N/mm}^2$ o más, de manera más preferible $525\ \text{N/mm}^2$ o más, y de manera aún más preferente $550\ \text{N/mm}^2$ o más. De esta manera, se puede lograr una reducción en el espesor.

Además, como resistencia preferible a la temperatura ambiente, la resistencia a la tracción es de 800 N/mm² o menor y la tensión de prueba es de 750 N/mm² o menos.

Particularmente, en aplicaciones tales como terminales y conectores, es preferible que tanto la resistencia a la tracción que muestra resistencia a fracturas y la tensión de prueba que muestra resistencia a la deformación en la etapa inicial sean altas. Es decir, es preferible que la razón entre tensión de prueba y resistencia a la tracción sea grande y una diferencia entre la tensión en una dirección ortogonal (perpendicular) a la dirección de laminación de la lámina y la resistencia en una dirección paralela a la dirección de laminación de la lámina sea pequeña. En este punto, cuando la resistencia a la tracción de una pieza de prueba se recoge en una dirección paralela a la dirección de laminación es TS_P, la tensión de prueba es YS_P, la resistencia a la tracción de una pieza de prueba recogida en una dirección ortogonal a la dirección de laminación es TS_O y la tensión de prueba es YS_O, las relaciones descritas anteriormente se expresan por las siguientes expresiones.

(1) La razón entre tensión de prueba y resistencia a la tracción (paralela a la dirección de laminación y ortogonal a la dirección de laminación) es de 0,9 o más y 1 o menos,

$$0,9 \leq YS_P / TS_P \leq 1,0, \text{ y}$$

$$0,9 \leq YS_O / TS_O \leq 1,0,$$

y de manera preferible,

$$0,92 \leq YS_P / TS_P \leq 1,0, \text{ y}$$

$$0,92 \leq YS_O / TS_O \leq 1,0.$$

(2) La razón entre la resistencia a la tracción de una pieza de prueba recogida en una dirección paralela a la dirección de laminación y la resistencia a la tracción de una pieza de prueba recogida en una dirección ortogonal a la dirección de laminación es de 0,9 o más y 1,1 o menos,

$$0,9 \leq TS_P / TS_O \leq 1,1, \text{ y de manera preferible } 0,92 \leq TS_P / TS_O \leq 1,07.$$

(3) La razón de la tensión de prueba de una pieza de trabajo recogida en una dirección paralela a la dirección de laminación y la tensión de prueba de una pieza de trabajo recogida en una dirección ortogonal a la dirección de laminación es de 0,9 o más y 1,1 o menos,

$$0,9 \leq YS_P / YS_O \leq 1,1, \text{ y de manera preferible } 0,92 \leq YS_P / YS_O \leq 1,07.$$

A fin de cumplir las relaciones anteriores, la tasa de trabajo en frío final y un tamaño de grano promedio son importantes. Cuando la tasa de trabajo en frío final es menor del 5%, no se puede obtener la alta resistencia y la razón entre la tensión de prueba y la resistencia a la tracción es pequeña. De manera preferente, la tasa de trabajo en frío es del 10% o más. Por otra parte, cuando la tasa de trabajo es de más del 50%, se deterioran la maleabilidad de flexión y ductilidad. La tasa de trabajo en frío es de manera preferente del 35% o menos. Mediante un tratamiento térmico de recuperación que se describirá posteriormente, la razón entre la tensión de prueba y la resistencia a la tracción se puede aumentar y la diferencia entre la tensión de prueba en una dirección paralela a la dirección de laminación y la tensión de prueba en una dirección perpendicular a la dirección de laminación se puede disminuir.

Cuando se lleva a cabo la unión por calor alto local o similar, por ejemplo, con respecto a la resistencia de un tubo soldado con unión, la resistencia a la tracción es de 425 N/mm² o más y de manera preferente 475 N/mm² o más, y la tensión de prueba es de 275 N/mm² o más y de manera preferente 325 N/mm² o más. Siempre y cuando se proporcione la resistencia descrita anteriormente, en aplicaciones tales como pasamanos o similares, se puede lograr una reducción en el espesor.

(Características de relajación de tensión)

La aleación de cobre se usa para terminales, conectores, y relés en un entorno de aproximadamente 100°C o de 100°C o mayor, por ejemplo, en una cabina o en un entorno cerca de un espacio de motor de un coche bajo el sol abrasador. Una función principal que se requiere para terminales y conectores es que tengan una alta presión de contacto. A temperatura ambiente, la presión de contacto máxima es la tensión del límite elástico cuando se lleva a cabo una prueba de tracción en el material, p el 80% de la tensión de prueba. Sin embargo, cuando el material se usa durante un periodo de tiempo prolongado en un entorno de 100°C o mayor, el material se deforma permanentemente. De esta manera, el material no se puede usar a la tensión de límite elástico o la tensión que corresponde al 80% de la tensión de prueba, y la presión de contacto. Una prueba de relajación de tensión es una prueba en la cual, en un estado en el cual se aplica el 80% de la tensión de prueba al material, el material se mantiene a 120°C o 150°C durante 1.000 horas y después se investiga el grado de relajación de tensión. Es decir, la presión de contacto eficaz máxima cuando el material se usa en un entorno de aproximadamente 100°C o de 100°C

o mayor se expresa mediante tensión de prueba $\times 80\% \times (100\% - \text{tasa de relajación de tensión } (\%))$, y se desea que no solo la tensión de prueba a temperatura ambiente sea simplemente alta sino también que el valor de la expresión sea alto. En la memoria descriptiva, a pesar de una conductividad ligeramente baja, particularmente, se enfatizan excelentes características de relajación de tensión que una aleación de cobre de latón de la técnica relacionada no tiene. De esta manera, cuando el valor de la tensión de prueba $\times 80\% \times (100\% - \text{tasa de relajación de tensión } (\%))$ en la prueba a 150°C durante 1.000 horas es de 275 N/mm^2 o más, la aleación de cobre se puede usar en un estado de temperatura alta. Cuando el valor es de 300 N/mm^2 o más, la aleación de cobre se usa adecuadamente en un estado a alta temperatura, y cuando el valor es 325 N/mm^2 o más, la aleación de cobre se usa de la manera más adecuada. Por ejemplo, en el caso del 70% en masa de Cu-30% en masa de Zn que es una aleación representativa de un cobre de latón que tiene una tensión de prueba de 500 N/mm^2 , el valor de tensión de prueba $\times 80\% \times (100\% - \text{tasa de relajación de tensión } (\%))$ es de aproximadamente 70 N/mm^2 a 150°C y en el caso del bronce fosforado del 92% en masa de Cu-8% en masa de Sn que tiene una tensión de prueba de 550 N/mm^2 , el valor es de aproximadamente 190 N/mm^2 . Con las aleaciones actuales usadas, no se pueden obtener valores satisfactorios.

15 Cuando la resistencia del material se ajusta a la resistencia objetivo descrita anteriormente y una tasa de relajación de tensión en la prueba en condiciones rigurosas de 150°C y 1.000 horas es del 20% o menos, la aleación de cobre tiene excelentes características de relajación de tensión a un nivel muy alto entre las aleaciones de cobre. Cuando la tasa de relajación de tensión es de más del 20% y del 25% o menos, las características de relajación de tensión son excelentes y cuando la tasa de relajación de tensión es de más del 25% y del 35% o menos, las características de relajación de tensión son satisfactorias. Cuando la tasa de relajación de tensión es de más del 35% y del 50% o menos, existe un problema en el uso y cuando la tasa de relajación de tensión es de más del 50%, es difícil usar sustancialmente la aleación de cobre en un entorno térmico riguroso. Por otra parte, en una prueba en condiciones ligeramente leves de 120°C y 1.000 horas, se requiere mayor rendimiento. Cuando la tasa de relajación de tensión es del 10% o menos, el nivel de las características de relajación de tensión es alto. Cuando la tasa de relajación de tensión es de más del 10% y del 15% o menos, las características de relajación de tensión son satisfactorias y cuando la tasa de relajación de tensión es de más del 15% y del 30% o menos, existe un problema en el uso. Cuando la tasa de relajación de tensión es de más del 30%, existe poca superioridad como un material.

30 A continuación, se describirá un método para producir aleaciones de cobre según las realizaciones primera a séptima de la presente invención.

Primero, se prepara un lingote que tiene la composición de componentes descrita anteriormente y se lleva a cabo el trabajo en caliente en este lingote. A fin de colocar cada elemento en un estado de disolución sólida y reducir adicionalmente la precipitación de Sn, o desde el punto de vista de la ductilidad en caliente, una temperatura a la cual comienza la laminación en caliente, que es representativa del trabajo en caliente, es de 760°C o mayor y 890°C o menor. Es deseable que la tasa de trabajo de laminación en caliente sea de al menos el 50% o más para destruir la estructura de colada gruesa del lingote y reducir la precipitación de un elemento tal como Sn. En el caso en el cual P está contenido en la aleación de cobre, a fin de colocar P y Ni en un estado de disolución sólida adicional, la temperatura cuando termina la laminación final o una temperatura en un intervalo de 650°C a 350°C se enfría de manera preferente a una velocidad de enfriamiento promedio de 1°C/segundo o más de modo que un precipitado de P y Ni, es decir, un compuesto de Ni y P no se hace grueso.

Después, el espesor se reduce por laminación en frío y el proceso continúa al tratamiento térmico de recristalización, es decir, un proceso de recocido. Aunque la reducción de laminación en frío difiere dependiendo del espesor de un producto final, es de al menos el 40% o más, de manera preferente el 55% o más, y de manera más preferente el 97% o menos. A fin de destruir la estructura de laminación en caliente, la reducción de laminación en frío es deseablemente del 55% o más y antes de que la deformación del material se deteriore por trabajo fuerte a temperatura ambiente, se determina la laminación. El tamaño de grano difiere dependiendo del tamaño de grano objetivo final pero, en el proceso de recocido, el tamaño de grano es de manera preferente de $3 \mu\text{m}$ a $40 \mu\text{m}$. Específicamente, con respecto a las condiciones de temperatura y tiempo, en el caso de recocido de tipo discontinuo, se lleva a cabo el recocido en condiciones de calentamiento desde 450°C hasta 650°C y de mantenimiento durante de 1 hora a 10 horas. Alternativamente, en muchos casos se usa un método de recocido llamado recocido continuo que se lleva a cabo a alta temperatura durante un periodo de tiempo corto. Sin embargo, en el caso del recocido continuo, la temperatura máxima que alcanza el material es de 540°C a 790°C y de manera preferible de 560°C a 790°C . En un estado a alta temperatura de la "temperatura máxima que alcanza -50°C ", la aleación de cobre se mantiene durante de 0,04 minutos a 1,0 minuto y de manera preferible durante de 0,06 minutos a 1,0 minuto. El método de recocido continuo también se usa en el tratamiento térmico de recuperación que se describirá posteriormente. El proceso de recocido y el proceso de laminación en frío, es decir, un par de un proceso de laminación en frío y un proceso de recocido se pueden omitir dependiendo del espesor de un producto final, el estado de deformación del material laminado, o similares.

A continuación, se lleva la laminación en frío a cabo antes del acabado. La reducción de laminación en frío difiere dependiendo del espesor de un producto final pero la reducción de laminación en frío es deseablemente del 40% al 96%. En el siguiente tratamiento térmico de recristalización final, es decir, el recocido final, a fin de obtener granos más finos y uniformes, se requiere que la tasa de trabajo sea del 40% o más. La tasa de trabajo es del 96% o menos en términos de la deformación de material y de manera preferible del 90% o menos.

El recocido final se distingue del proceso de recocido descrito anteriormente y es un tratamiento térmico para obtener un tamaño de grano objetivo. En aplicaciones tales como terminales, conectores y similares, el tamaño de grano promedio objetivo es de 2 μm a 10 μm . Sin embargo, cuando se enfatiza la resistencia, el tamaño de grano promedio es de manera preferente de 2 μm a 6 μm . Cuando se enfatizan las características de relajación de tensión, el tamaño de grano promedio es de manera preferente de 3 μm a 10 μm . Las condiciones de recocido difieren dependiendo de la reducción de laminación antes del acabado, el espesor del material, y el tamaño de grano objetivo, pero en el caso del recocido de tipo discontinuo, como condiciones de recocido preferibles, la temperatura es de 350°C a 570°C y el tipo de mantenimiento es de 1 hora a 10 horas. En el recocido durante poco tiempo a alta temperatura, la temperatura máxima alcanzada es de 540°C a 790°C y el tiempo de mantenimiento a una temperatura de la temperatura máxima alcanzada -50°C es de 0,04 minutos a 1,0 minuto. Cuando la temperatura está en un intervalo de 350°C a 600°C o la temperatura máxima alcanzada es menor de 600°C, se lleva a cabo el enfriamiento en un intervalo de temperatura hasta la temperatura máxima alcanzada a una velocidad de enfriamiento promedio de 2°C/segundo o mayor y de manera preferible a una velocidad de enfriamiento promedio de 5°C/segundo o mayor. En aplicaciones tales como pasamanos, aparatos médicos, aparatos sanitarios, construcción, o similares, además de la resistencia, son importantes la maleabilidad y deformación del material. El tamaño de grano promedio objetivo es de 3 μm a 25 μm . Las condiciones de recocido difieren dependiendo de la reducción de laminación antes del acabado, el espesor del material, y el tamaño de grano objetivo, pero en el caso del recocido de tipo discontinuo, como las condiciones de recocido, la temperatura es de 400°C a 630°C, y el tiempo de mantenimiento es de 1 hora a 10 horas. En el recocido durante poco tiempo a alta temperatura, la temperatura máxima alcanzada es de 540°C a 790°C y el tiempo de mantenimiento a una temperatura de la temperatura máxima alcanzada -50°C es de 0,04 minutos a 1,0 minuto. De manera preferente, la temperatura es de 560°C a 790°C y el tiempo de mantenimiento a una temperatura de la temperatura máxima alcanzada -50°C es de 0,06 minutos a 1,0 minuto. Cuando la temperatura está en un intervalo de desde 350°C hasta 600°C o la temperatura máxima alcanzada es menor de 600°C, el enfriamiento se lleva a cabo en un intervalo de temperatura hasta la temperatura máxima alcanzada a una velocidad de enfriamiento promedio de 2°C/segundo o mayor y de manera preferible a una velocidad de enfriamiento promedio de 5°C/segundo o mayor.

Cuando el tamaño de grano promedio es mayor de 5 μm o cuando las características de relajación de tensión se mejoran mediante la incorporación de P, el recocido durante poco tiempo a alta temperatura es más preferible que el recocido de tipo discontinuo. En el caso en el cual la aleación de cobre contiene las cantidades de Ni y Sn definidas en la memoria descriptiva y se lleva a cabo el recocido de tipo discontinuo, cuando el tamaño de grano se ajusta para ser mayor de 5 μm , se presenta un estado de grano mixto en el cual se mezclan fácilmente granos recristalizados grandes y granos recristalizados pequeños. Particularmente, cuando la aleación de cobre contiene P, conforme aumenta la temperatura, el compuesto de Ni y P comienza a formarse en disolución sólida, y el compuesto desaparece parcialmente. De esta manera, algunos de los granos recristalizados crecen de manera anómala y se produce fácilmente un estado de grano mixto en el cual los granos recristalizados se mezclan con los granos recristalizados finos. Por otra parte, puesto que la temperatura aumenta en un periodo de tiempo corto en el recocido durante poco tiempo a alta temperatura, se generan de manera uniforme núcleos de recristalización y no se proporciona el tiempo para el crecimiento anómalo de los granos recristalizados. Por lo tanto, se puede evitar un estado de grano mixto. Aun cuando el compuesto de Ni y P está presente, debido a un rápido aumento de la temperatura, Ni y P se forman casi uniformemente en disolución sólida, es decir, el compuesto desaparece casi uniformemente y de esta manera se confiere uniformemente el efecto de la supresión del crecimiento de los granos. Por lo tanto, no se produce un estado de grano mixto y la aleación de cobre se compone de granos recristalizados que tienen un tamaño de grano casi uniforme. Además, cuando la aleación de cobre contiene P, con el recocido de tipo discontinuo, se lleva a cabo un enfriamiento lento. De esta manera, el compuesto de Ni y P se precipita excesivamente y se deteriora el equilibrio entre Ni y P que van a formarse en disolución sólida. Por lo tanto, las características de relajación de tensión se deterioran ligeramente. Con el recocido durante poco tiempo a alta temperatura, el enfriamiento se lleva a cabo en el intervalo de temperatura de 350°C a 600°C a una velocidad de enfriamiento promedio de 2°C/segundo o mayor y de esta manera el compuesto de Ni y P no se precipita excesivamente.

Específicamente, el recocido durante poco tiempo a alta temperatura incluye una etapa de calentamiento para calentar un material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento. Cuando la temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre se indica por T_{max} (°C), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de desde una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima T_{max} hasta la temperatura máxima T_{max} se indica por t_{m} (min), $540 \leq T_{\text{max}} \leq 790$, y $0,04 \leq t_{\text{m}} \leq 1,0$, $500 \leq t_1 = (T_{\text{max}} - 30 \times t_{\text{m}}^{-1/2}) \leq 700$.

Particularmente, en aplicaciones tales como terminales, conectores, y similares, es preferible que $540 \leq T_{\text{max}} \leq 790$, $0,04 \leq t_{\text{m}} \leq 1,0$, y $500 \leq t_1 = (T_{\text{max}} - 30 \times t_{\text{m}}^{-1/2}) \leq 680$. Cuando la temperatura máxima T_{max} es de más de 790°C, o cuando t_1 es de más de 680, particularmente 700, el tamaño de los granos aumenta, se forma una gran cantidad de

precipitados de Ni y P en disolución sólida, y la cantidad de precipitados es excesivamente pequeña. Por otra parte, puesto que algunos precipitados se vuelven gruesos, la fase β o la fase γ se precipitan durante un tratamiento térmico. Por lo tanto, se deterioran las características de relajación de tensión, se reduce la resistencia, y se deteriora la maleabilidad de flexión. Además, existe una preocupación de anisotropía de las propiedades mecánicas tales como resistencia a la tracción en una dirección paralela a la dirección de laminación y una dirección perpendicular a la dirección de laminación, tensión de prueba y alargamiento que se genera. De manera preferente, T_{max} es de 780°C o menor e lt_1 es de 670 o menos. Por otra parte, cuando la T_{max} es menor de 540° o lt_1 es menor de 500, los granos no se recristalizan y aun cuando los granos se recristalizan se obtienen granos ultrafinos. El tamaño de los mismos es menor de 2 μm y la maleabilidad de flexión y las características de relajación de tensión se deterioran. De manera preferente, T_{max} es de 550°C o mayor e lt_1 es de 520 o más. Sin embargo, en un método de tratamiento térmico continuo durante poco tiempo a alta temperatura, debido a la estructura del aparato, las etapas de calentamiento y enfriamiento son diferentes y las condiciones se desvían ligeramente. Sin embargo, dentro de intervalo anterior, no existe ningún problema.

Después del recocido final, se lleva a cabo la laminación de acabado. Aunque la reducción de la laminación de acabado difiere dependiendo del tamaño de grano, la resistencia objetivo y la maleabilidad de flexión, debido al buen equilibrio entre la maleabilidad de flexión y la resistencia, que es un objetivo de la memoria descriptiva, en aplicaciones tales como terminales, conectores y similares, la reducción de laminación de acabado es deseablemente del 5% al 50%. A una reducción de laminación de acabado menor del 5%, aun cuando el tamaño de grano sea tan fino como de 2 μm a 3 μm , es difícil obtener una alta resistencia, particularmente, alta tensión de prueba. De esta manera, la reducción de laminación es de manera preferente del 10% o más. Por otra parte, conforme aumenta la reducción de laminación, aumenta la resistencia mediante endurecimiento por trabajo. Sin embargo, se deterioran la ductilidad y maleabilidad de flexión. Cuando el tamaño de los granos es grande, en una reducción de laminación de más del 50%, se deterioran la ductilidad y la maleabilidad de flexión. La reducción de laminación es de manera preferente del 40% o menor y de manera más preferente el 35% o menor.

Después de la laminación de acabado final, a fin de mejorar el estado de deformación, se lleva a cabo la corrección usando un nivelador de tensión. Además, en aplicaciones tales como terminales, conectores y similares, se lleva a cabo un tratamiento térmico de recuperación sin ir acompañado por recristalización en el cual la temperatura máxima que alcanza el material laminado es de 150°C a 580°C y un tiempo de mantenimiento a una temperatura de la temperatura máxima alcanzada -50°C es de 0,02 minutos a 100 minutos. A través de este tratamiento térmico a baja temperatura, se mejoran las características de relajación de tensión, un límite elástico, conductividad, propiedades mecánicas, ductilidad, y límite de flexión de muelle. Después de la laminación de acabado, cuando se forma la aleación de cobre para dar un material de lámina en un producto y después se lleva a cabo un enchapado de Sn fundido al cual se aplican condiciones térmicas que corresponden a las condiciones descritas anteriormente, o un proceso de enchapado de Sn de reflujo, se puede omitir el tratamiento térmico de recuperación.

Específicamente, el proceso de tratamiento térmico de recuperación se lleva a cabo por un tratamiento térmico continuo durante poco tiempo a alta temperatura. El tratamiento térmico de recuperación incluye una etapa de calentamiento para calentar un material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento. Cuando la temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre se indica por T_{max2} (°C), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de desde una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima T_{max2} hasta la temperatura máxima T_{max2} se indica por tm_2 (min), $150 \leq T_{max2} \leq 580$, $0,02 \leq tm_2 \leq 100$, y $120 \leq lt_2 = (T_{max2} - 25 \times tm_2^{-1/2}) \leq 390$. Cuando la T_{max2} es de más de 580°C o lt_2 es de más de 390, el ablandamiento continúa y en algunos casos se genera recristalización parcial, lo cual provoca la reducción de la resistencia. De manera preferente, T_{max2} es de 550°C o menor o lt_2 es de 380 o menor. Cuando la T_{max2} es menor de 150°C o lt_2 es menor de 120, el grado de mejora de las características de relajación de tensión es pequeño. De la manera más preferente, la T_{max2} es de 250°C o mayor o lt_2 es de 240 o más. Sin embargo, en el método de tratamiento térmico continuo durante poco tiempo a alta temperatura, debido a la estructura del aparato, las etapas de calentamiento e enfriamientos son diferentes y las condiciones se desvían ligeramente. Sin embargo, dentro del intervalo anterior, no existe ningún problema.

La aleación de cobre según la realización se puede obtener al llevar a cabo repetidamente la laminación en frío y recocido en un lingote sin laminación en caliente y al llevar a cabo un tratamiento térmico de recuperación. Específicamente, a través de la colada continua, se prepara una colada similar a lámina delgada que tiene un espesor de 10 mm a 25 mm y, según sea necesario, se lleva a cabo un recocido de homogenización a de 650°C a 850°C durante de 1 hora a 24 horas. Después, se lleva a cabo un par de laminación en frío y recocido una vez o varias veces para destruir la estructura metalográfica de la colada y obtener una estructura de granos recristalizados. Después, la misma laminación antes del acabado, recocido final, laminación de acabado final, y el tratamiento térmico de recuperación descrito anteriormente se llevan a cabo para que pueda obtenerse un material de lámina que tiene casi las mismas propiedades que las de un material preparado en la laminación en caliente. En la memoria descriptiva, el trabajo que se lleva a cabo a una temperatura menor que la temperatura de recristalización del material de aleación de cobre que va a trabajarse se define como trabajo en frío, el trabajo que se

lleva a cabo a una temperatura mayor que la temperatura de recristalización se define como trabajo en caliente, y el trabajo de conformación usando rodillos en estos procesos cada uno se define como laminación en frío y laminación en caliente. Además, la recristalización se define como un cambio de una estructura cristalina a otra estructura cristalina o formación de una nueva estructura cristalina en la cual no está presente la deformación a partir de una estructura en la cual está presente deformación generada por el trabajo.

De manera particular, en aplicaciones tales como terminales, conectores, relés y similares, después de la laminación de acabado final, al mantener sustancialmente la temperatura del material laminado a de 150°C a 580°C durante de 0,02 minutos a 100 minutos, se mejoran las características de relajación de tensión. Después de la laminación de acabado, cuando el material de aleación de cobre se forma para dar un material similar a lámina o un producto y después va a llevarse a cabo un proceso de enchapado de Sn al cual se aplican condiciones térmicas que corresponden a las condiciones descritas anteriormente, se puede omitir un tratamiento térmico de recuperación. En un proceso de enchapado de Sn tal como enchapado de Sn fundido o enchapado de Sn de reflujo, el material de aleación de cobre se forma para dar un material laminado o un terminal o un conector en algunos casos a de aproximadamente 150°C a 300°C durante un periodo de tiempo corto y después se calienta. Aun cuando se lleva a cabo el proceso de enchapado de Sn después del tratamiento térmico de recuperación, hay poca influencia en las características de la aleación después del tratamiento térmico de recuperación. Por otra parte, el proceso de calentamiento del proceso de enchapado de Sn es un proceso que se lleva a cabo en lugar del proceso de tratamiento térmico de recuperación.

El tratamiento térmico de recuperación es un tratamiento térmico para mejorar el límite elástico, las características de relajación de tensión, el límite de flexión del muelle y el alargamiento del material por un tratamiento térmico de recuperación a baja temperatura o durante poco tiempo sin ir acompañado por recristalización, y para recuperar la conductividad reducida debido a la laminación en frío.

Por otra parte, en el caso de una aleación de Cu-Zn general que contiene el 17% en masa o más de Zn, cuando un material laminado sometido a trabajo en frío a una tasa de trabajo del 10% o más se recuece a una baja temperatura, el material se endurece debido al endurecimiento por recocido a baja temperatura y se vuelve quebradizo. Cuando se lleva a cabo un tratamiento térmico de recuperación en la condición de un tiempo de mantenimiento de 10 minutos, el material se endurece a de 150°C a 200°C y el material se endurece rápidamente o se recristaliza parcialmente a aproximadamente 250°C y se recristaliza a aproximadamente 300°C. La resistencia del material laminado se reduce hasta una tensión de prueba que es de aproximadamente el 50% al 65% de la tensión de prueba original del material laminado. De esta manera, en un intervalo de temperatura estrecho, se cambian las propiedades mecánicas.

Debido a los efectos del Ni, Sn y similares contenidos en la aleación de cobre según la realización, después de la laminación de acabado final, cuando se mantiene la aleación, por ejemplo, a aproximadamente 200°C durante 10 minutos, la resistencia aumenta ligeramente debido al endurecimiento por recocido a baja temperatura. Sin embargo, cuando la aleación de mantiene a aproximadamente 300°C durante 10 minutos, la resistencia ya ha vuelto a la resistencia original del material laminado y se mejora la ductilidad. En este punto cuando el grado de endurecimiento por recocido a baja temperatura es grande, de manera similar a la aleación de Cu-Zn, el material se vuelve quebradizo. A fin de evitar la circunstancia descrita anteriormente, la reducción de laminación de acabado puede ser del 50% o menos, de manera preferente el 40% o menos y de manera más preferente el 35% o menos. A fin de obtener una mayor resistencia, la reducción de laminación es de al menos el 5% o más y de manera preferente el 10% o más. El tamaño de grano puede ser de 2 μm o más y de manera más preferible 3 μm o más. A fin de obtener una alta resistencia y un buen equilibrio entre resistencia y ductilidad, el tamaño de grano es de 10 μm o menos y de manera preferible 8 μm o menos.

Además, en un estado laminado, la tensión de prueba en una dirección perpendicular a la dirección de laminación es baja. Sin embargo, por el tratamiento térmico de recuperación, la ductilidad se mejora bastante sin deterioro y la tensión de prueba en una dirección perpendicular a la dirección de laminación se puede mejorar. Debido a este efecto, una diferencia entre resistencia a la tracción y tensión de prueba en una dirección perpendicular a la dirección de laminación, que era de aproximadamente el 10%, se reduce hasta menos del 10% y una diferencia entre la resistencia a la tracción y tensión de prueba en una dirección paralela a la dirección de laminación, que era de aproximadamente el 10%, también se reduce hasta menos del 10%. De esta manera, se obtiene un material que tiene anisotropía pequeña.

Como se describió anteriormente, en las aleaciones de cobre según las realizaciones primera a sexta de la presente invención, se obtienen excelente fijación de color, alta resistencia, buena maleabilidad de flexión, excelentes características de relajación de tensión, y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión satisfactoria. Debido a estas características, la aleación de cobre es un material adecuado para componentes de aparatos electrónicos y eléctricos y componentes de automóviles tales como conectores, terminales, relés, interruptores, muelles, y enchufes, herramientas y elementos de decoración y construcción tales como pasamanos, asas de puerta, materiales de paneles de ascensores, instalaciones y aparatos sanitarios de drenaje y suministro de agua, y aparatos médicos que tienen excelente rentabilidad tales como costes de metal económicos y una densidad de aleación baja. Además, puesto que la fijación de color es satisfactoria, el enchapado se puede omitir en algunas

aplicaciones tales como terminales y conectores, elementos de decoración y construcción, e instalaciones sanitarias. Además, en aplicaciones tales como herramientas y elementos de decoración y construcción tales como pasamanos, asas de puerta, materiales de paredes interiores de ascensores, instalaciones y aparatos sanitarios de drenaje y suministro de agua, y aparatos médicos, se puede maximizar el efecto antimicrobiano del cobre.

5 Además, cuando el tamaño de grano promedio es de 2 μm a 10 μm , la conductividad es del 14% de IACS o más y el 25% de IACS o menor, están presentes precipitados circulares o elípticos, y el tamaño de partícula promedio de los precipitados es de 3 nm a 180 nm, pueden obtenerse adicionalmente excelente resistencia, excelente equilibrio entre resistencia y maleabilidad de flexión, y características de relajación de tensión altas, particularmente alta tensión eficaz a 150°C. Por lo tanto, se obtiene un material adecuado para componentes de aparatos electrónicos y eléctricos y componentes de automóviles tales como conectores, terminales, relés, interruptores, muelles, y enchufes, que se usan en un entorno riguroso.

10 Anteriormente en el presente documento, se han descrito las realizaciones de la presente invención. Sin embargo, la presente invención no se limita a estas realizaciones y se puede modificar apropiadamente dentro de un alcance que no se aparta la idea técnica de la invención.

15 Ejemplos

20 A partir de ahora, se mostrarán los resultados de pruebas de confirmación que se llevaron a cabo para confirmar los efectos de la presente invención. Los siguientes ejemplos se muestran para describir los efectos de la presente invención y configuraciones, procesos, y condiciones descritas en los ejemplos no limitan el alcance de técnico de la presente invención.

25 Las muestras se prepararon usando las aleaciones de cobre descritas anteriormente según las realizaciones primera a sexta de la presente invención y aleaciones de cobre que tenían configuraciones para comparación y cambiando los procesos de producción. Las composiciones de las aleaciones de cobre se muestran en las tablas 1 a 4. Además, los procesos de producción se muestran en la tabla 5. En las tablas 1 a 4, se muestran las expresiones relacionales de la composición f1, f2, f3, f4, f5 y f6 mostradas en la realización descrita anteriormente.

30

[Tabla 1]

Nº. de aleación	Composición de componentes (% en masa)										Expresión relacional de la composición					
	Zn	Ni	Sn	P	Otros elementos	Cu	f1	f2	f3	f4	f5	f6				
1	27,2	2,9	0,52	-	-	Resto	24,0	21,2	24	2,6	5,6	-				
2	23,7	3,8	1,00	-	-	Resto	21,1	15,8	30	3,7	3,8	-				
3	30,3	3,4	0,64	0,02	-	Resto	26,7	23,3	22	3,0	5,3	170				
4	25,9	2,3	0,55	0,04	-	Resto	24,1	21,1	21	2,2	4,2	58				
5	19,9	1,8	0,80	0,01	-	Resto	20,3	16,1	21	2,1	2,3	180				
6	27,8	2,7	0,44	0,02	As 0,03	Resto	24,6	22,3	22	2,3	6,1	135				
7	28,7	3,4	0,51	-	Sb 0,04	Resto	24,5	21,7	25	2,9	6,7	-				
8	30,8	2,4	0,68	0,02	-	Resto	29,4	25,8	14	2,4	3,5	120				
11	32,7	2,6	0,34	-	-	Resto	29,2	27,4	15	2,2	7,6	-				
12	30,3	1,8	0,56	0,02	-	Resto	29,5	26,5	12	1,8	3,2	90				
13	26,2	1,7	1,10	0,02	-	Resto	28,3	22,5	13	2,3	1,5	85				
14	31,2	2,4	0,39	0,04	-	Resto	28,4	26,3	16	2,1	6,2	60				
15	30,6	2,5	0,56	-	-	Resto	28,4	25,4	16	2,3	4,5	-				
16	27,5	1,9	0,42	0,05	-	Resto	25,8	23,6	17	1,8	4,5	38				
17	27,6	3,5	0,75	-	-	Resto	24,4	20,4	26	3,2	4,7	-				
18	25,8	2,0	0,46	0,005	-	Resto	24,1	21,7	20	1,9	4,3	400				
19	26,2	3,1	0,68	-	-	Resto	23,4	19,8	25	2,9	4,6	-				
20	26,2	1,6	0,17	0,02	-	Resto	23,9	22,9	18	1,3	9,4	80				
21	20,6	4,0	1,00	-	-	Resto	17,6	12,3	32	3,8	4,0	-				
22	21,8	3,2	0,60	0,06	-	Resto	18,4	15,2	28	2,8	5,3	53				

[Tabla 2]

Nº. de aleación	Composición de componentes (% en masa)						Cu	Expresión relacional de la composición					
	Zn	Ni	Sn	P	Otros elementos	Cu		f1	f2	f3	f4	f5	f6
23	21,5	2,7	0,56	-	-	Resto	18,9	15,9	26	2,5	4,8	-	
24	22,2	1,9	0,45	-	-	Resto	20,7	18,3	21	1,8	4,2	-	
25	24,4	3,5	1,20	-	-	Resto	23,4	17,0	27	3,7	2,9	-	
26	18,5	3,0	0,95	-	-	Resto	17,3	12,2	28	3,1	3,2	-	
27	25,8	2,5	0,71	0,03	Sb 0,04	Resto	24,4	20,6	22	2,5	3,5	83	
28	27,0	2,2	0,48	0,02	Fe 0,0009	Resto	25,0	22,5	20	2,0	4,6	110	
29	28,2	2,6	0,46	0,008	Fe 0,009	Resto	25,3	22,9	21	2,3	5,7	325	
30	26,5	2,4	0,56	0,02	Co 0,003	Resto	24,5	21,5	21	2,2	4,3	120	
31	27,5	3,0	0,55	-	Fe 0,02	Resto	24,3	21,3	24	2,7	5,5	-	
32	29,0	3,4	0,47	-	Al 0,04	Resto	24,6	22,1	25	2,9	7,2	-	
33	30,6	3,4	0,58	0,007	Mg 0,02	Resto	26,7	23,6	22	3,0	5,9	486	
34	27,5	2,5	0,42	0,02	Mn 0,02	Resto	24,6	22,4	21	2,2	6,0	125	
35	26,8	3,1	0,48	-	Ti 0,005	Resto	23,0	20,5	25	2,7	6,5	-	
36	27,5	2,2	0,41	0,05	Zr 0,008	Resto	25,2	23,0	19	2,0	5,4	44	
37	29,0	3,3	0,46	-	Si 0,03	Resto	24,7	22,3	24	2,8	7,2	-	
38	28,7	3,4	0,70	0,008	Sb 0,04	Resto	25,4	21,7	24	3,1	4,9	425	
39	27,5	3,1	0,60	-	Sb 0,02	Resto	24,3	21,1	24	2,8	5,2	-	
40	28,4	2,6	0,37	0,02	Pb 0,007	Resto	25,1	23,1	21	2,2	7,0	130	
41	24,4	3,9	1,00	-	As 0,03	Resto	21,6	16,3	30	3,7	3,9	-	
42	28,5	3,4	0,49	-	Ce 0,01	Resto	24,2	21,6	25	2,9	6,9	-	
43	24,2	2,3	0,04	0,03	-	Resto	19,8	19,6	24	1,7	57,5	77	
44	25,4	1,9	1,00	0,07	-	Resto	26,6	21,3	17	2,3	1,9	27	
45	26,1	3,0	0,65	0,005	-	Resto	23,4	19,9	25	2,8	4,6	600	

[Tabla 3]

Nº de aleación	Composición de componentes (% en masa)						Expresión relacional de la composición					
	Zn	Ni	Sn	P	Otros elementos	Cu	f1	f2	f3	f4	f5	f6
101	30,7	2,3	0,91	-	-	Resto	30,7	25,8	10	2,5	2,5	-
102	29,9	1,6	0,75	0,02	-	Resto	30,5	26,5	9	1,9	2,1	80
103	30,1	1,2	0,42	0,02	-	Resto	29,8	27,6	9	1,3	2,9	60
104	27,4	0,86	0,52	0,02	-	Resto	28,3	25,5	10	1,1	1,7	43
105	34,5	3,8	0,56	0,03	-	Resto	29,7	26,7	16	3,2	6,8	127
106	34,6	4,3	0,75	-	-	Resto	29,8	25,8	17	3,8	5,7	-
107	22,9	2,5	2,00	-	-	Resto	27,9	17,3	17	3,8	1,3	-
108	29,4	1,6	0,45	0,12	-	Resto	28,5	26,1	13	1,6	3,6	13
109	29,1	1,6	0,97	0,02	-	Resto	30,8	25,6	8	2,1	1,6	80
110	31,9	2,3	0,64	-	-	Resto	30,5	27,1	10	2,3	3,6	-
111	26,9	1,5	0,09	-	-	Resto	24,4	23,9	17	1,1	16,7	-
112	31,8	1,6	0,22	0,04	-	Resto	29,7	28,5	10	1,3	7,3	40
113	32,5	3,4	1,00	-	-	Resto	30,7	25,4	12	3,4	3,4	-
114	24,2	1,7	1,40	-	-	Resto	27,8	20,4	14	2,6	1,2	-
115	32,0	1,8	0,30	-	-	Resto	29,9	28,3	11	1,6	6,0	-
116	33,2	2,9	0,71	0,05	-	Resto	31,0	27,2	10	2,7	4,1	58
117	31,9	2,2	0,78	-	-	Resto	31,4	27,3	6	2,3	2,8	-
118	28,1	1,7	1,20	-	-	Resto	30,7	24,3	8	2,4	1,4	-
119	16,1	2,0	0,36	-	-	Resto	13,9	12,0	22	1,8	5,6	-
120	27,2	2,3	0,69	0,03	Fe 0,07	Resto	26,1	22,4	19	2,3	3,3	77
121	27,9	2,6	0,63	0,02	Co 0,08	Resto	25,9	22,5	20	2,5	4,1	130
122	28,9	1,3	0,58	-	-	Resto	29,2	26,1	10	1,5	2,2	-
123	23,3	2,1	0,02	-	-	Resto	19,2	19,1	23	1,5	105,0	-
124	23,8	2,0	0,01	0,03	-	Resto	19,9	19,8	22	1,4	200,0	67
125	17,3	3,4	0,05	-	-	Resto	10,8	10,5	28	2,4	68,0	-
126	25,1	1,7	1,00	0,08	-	Resto	26,7	21,4	16	2,2	1,7	21

[Tabla 4]

Nº de aleación	Composición de componentes (% en masa)						Expresión relacional de la composición					
	Zn	Ni	Sn	P	Otros elementos	Cu	f1	f2	f3	f4	f5	f6
201	28,7	-	-	-	-	Resto	-	-	-	-	-	-
202	25,5	-	-	-	-	Resto	-	-	-	-	-	-
203	20,8	-	-	-	-	Resto	-	-	-	-	-	-
204	17,2	-	-	-	-	Resto	-	-	-	-	-	-
205	-	-	7,80	0,08	-	Resto	-	-	-	-	-	-

[Tabla 5]

Nº. de proceso	Espesor de laminación en caliente + molienda (mm)	Espesor de laminación (mm)		Recocido		Espesor de laminación antes del acabado (mm)	Recocido final		Laminación de acabado	It1	Tratamiento térmico de recuperación		It2	
		Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)		Temperatura (°C)	Tiempo (min)						
A1-1	12	2,5	240	580	240	0,9	500	240	0,36	-	425	240	30	295
A1-2	12	2,5	240	580	240	0,9	500	240	0,36	-	425	240	0,05	338
A1-3	12	2,5	240	580	240	0,9	500	240	0,36	-	425	240	0,07	206
A1-4	12	2,5	240	580	240	0,9	500	240	0,36	610	690	0,14	0,05	338
A2-1	12	-	-	-	-	1,0	510	240	0,36	-	425	240	0,05	338
A2-2	12	-	-	-	-	1,0	510	240	0,36	570	670	0,09	0,05	338
A2-3	12	-	-	-	-	1,0	510	240	0,36	570	670	0,09	0,07	206
A2-4	12	-	-	-	-	1,0	510	240	0,36	570	670	0,09	-	-
A2-5	12	-	-	-	-	1,0	510	240	0,40	610	690	0,14	0,05	338
A2-6	12	-	-	-	-	1,0	510	240	0,40	610	690	0,14	0,15	185
A2-7	12	-	-	-	-	1,0	670	0,24	0,40	634	705	0,18	0,05	338
A2-8	12	-	-	-	-	1,0	670	0,24	0,40	710	770	0,25	0,05	338
A2-9	12	-	-	-	-	1,0	510	240	0,40	-	580	240	0,05	338
A2-10	12	-	-	-	-	1,0	670	0,24	0,36	486	620	0,05	0,05	338
A3-1	12	-	-	-	-	1,0	680	0,3	Tubo soldado con unión con ϕ de 25,4 mm preparado después de cortarse que tiene un ancho de 86 mm					
B1-1	6	-	-	-	-	0,9	510	240	0,36	-	425	240	0,05	338
B1-2	6	-	-	-	-	0,9	510	240	0,36	570	670	0,09	0,07	206
B1-3	6	-	-	-	-	0,9	510	240	0,36	570	670	0,09	30	295
B2-1	6	-	-	-	-	-	-	-	0,36	-	425	240	30	295
B3-1 (Recocido)	6	620	240	510	240	0,9	510	240	0,36	-	425	240	30	295
B3-2 (Recocido)	6	620	240	510	240	0,9	510	240	0,36	570	670	0,09	30	295
C1	6	-	-	-	-	0,9	510	240	0,36	-	425	240	30	295
C1A	6	-	-	-	-	0,9	510	240	0,36	570	670	0,09	30	295
C2	6	-	-	-	-	1,0	430	240	0,40	-	380	240	30	-

En un proceso de producción A (de A1-1 a A1-4, de A2-1 a A2-10, y A3-1), las materias primas se fundieron en un horno de fusión de inducción que tenía un volumen interno de 5 toneladas y se produjeron lingotes que tenían una sección transversal con un espesor de 190 mm y un ancho de 630 mm por colada semicontinua. Los lingotes se cortaron cada uno para tener una longitud de 1,5 m y después se llevó a cabo un proceso de laminación en caliente (espesor de lámina: 13 mm) - un proceso de enfriamiento - un proceso de molienda (espesor de lámina: 12 mm) - un proceso de laminación en frío.

La temperatura de inicio de laminación en caliente en el proceso de laminación en caliente se ajustó a 820°C, el material se laminó en caliente a un espesor de lámina de 13 mm, y después se enfrió por un enfriamiento con agua de ducha en el proceso de enfriamiento. La velocidad de enfriamiento promedio en el proceso de enfriamiento se ajustó a una velocidad de enfriamiento en un intervalo de temperatura de desde el momento en el que la temperatura del material laminado después de la laminación en caliente final, o la temperatura del material laminado alcanzó 650°C hasta que la temperatura alcanzó 350°C y se midió en el extremo posterior de la lámina laminada. La velocidad de enfriamiento promedio medida fue de 3°C/segundo.

En los procesos A1-1 a A1-4, se llevó a cabo una laminación en frío (espesor de lámina: 2,5 mm) — un proceso de recocido (580°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas) — laminación en frío (espesor de lámina: 0,9 mm) — un proceso de recocido (500°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas) — un proceso de laminación antes del acabado (espesor de lámina: 0,36 mm y una tasa de trabajo en frío del 60%) — un proceso de recocido final (proceso de tratamiento térmico de recristalización final) – un proceso de laminación en frío de acabado (espesor de lámina de 0,3 mm y una tasa de trabajo en frío el 17%) – un tratamiento térmico de recuperación.

Como el recocido final de los procesos A1-1 a 3, se llevó a cabo el recocido discontinuo (425°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas). En el proceso A1-1, se llevó a cabo un tratamiento térmico de recuperación en condiciones de tipo discontinuo (300°C, tiempo de mantenimiento: 30 minutos) en un laboratorio. En el proceso A1-2, se llevó a cabo un tratamiento térmico de recuperación por un método de recocido continuo durante poco tiempo a alta temperatura en una línea de trabajo en condiciones de (450°C-0,05 minutos) cuando la temperatura máxima que alcanza el material laminado T_{max} (°C) y un tiempo de mantenimiento t_m (min) en un intervalo de desde una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima T_{max} hasta la temperatura máxima T_{max} se expresan como (T_{max} (°C)- t_m (min o minutos)). En el tratamiento térmico de recuperación del proceso A1-3, se llevó a cabo un tratamiento térmico, que se describirá posteriormente, en un laboratorio en condiciones de (300°C-0,07 min). En el proceso A1-4, se llevó a cabo un recocido final en condiciones de (690°C-0,14 minutos) de un método de recocido durante poco tiempo a alta temperatura y (450°C-0,05 minutos) de un tratamiento térmico de recuperación.

En los procesos A2-1 a A2-10, se llevó a cabo un proceso de recocido una vez, y se llevaron a cabo la laminación en frío (espesor de lámina: 1 mm) - un proceso de recocido – un proceso de laminación antes del acabado (en los procesos A2-1 a A2-4, y A2-10, espesor de lámina: 0,36 mm, tasa de trabajo en frío: el 64%, y en los procesos A2-5 a A2-9, espesor de lámina: 0,4 mm, tasa de trabajo en frío: el 60%) — un proceso de recocido final – un proceso de laminación en frío de acabado (en los procesos A2-1 a A2-4 y A2-10, espesor de lámina: 0,3 mm, tasa de trabajo en frío: el 17%, y en los procesos A2-5 a A2-9, espesor de lámina: 0,3 mm, tasa de trabajo en frío: el 25%) – un tratamiento térmico de recuperación.

El proceso de recocido de los procesos A2-1 a A2-6 y A2-9 se llevó a cabo en condiciones de (510°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas) y los procesos A2-7, A2-8 y A2-10 se llevaron a cabo por un método de recocido durante poco tiempo a alta temperatura en condiciones de (670°C-0,24 minutos).

Como el recocido final del proceso A2-1, se llevó a cabo un recocido discontinuo (425°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas), los procesos A2-2, 3 y 4 se llevaron a cabo por un método de recocido continuo durante poco tiempo a alta temperatura (670°C-0,09 minutos), los procesos A2-5 y A2-6 se llevaron a cabo en condiciones de (690°C-0,14 minutos), el proceso A2-7 se llevó a cabo en condiciones de (705°C-0,18 minutos), el proceso A2-8 se llevó a cabo en condiciones de (770°C-0,25 minutos), el proceso A2-10 se llevó a cabo en condiciones de (620°C-0,05 minutos), y el proceso A2-9 se llevó a cabo en condiciones del recocido discontinuo (580°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas).

En el método de recocido continuo durante poco tiempo a alta temperatura que se ha llevado a cabo, cuando la temperatura es de 600°C o la temperatura máxima alcanzada es de 600°C o menor, la velocidad de enfriamiento promedio en un intervalo de temperatura de desde la temperatura máxima alcanzada hasta 350°C fue de 3°C/segundo a 18°C/segundo aunque la velocidad de enfriamiento promedio difirió dependiendo de las condiciones.

El tratamiento térmico de recuperación de los procesos A2-1, 2, 5, y 7 a 10 se llevó a cabo en condiciones de recocido continuo durante poco tiempo a alta temperatura de (450°C-0,05 minutos), el proceso A2-3 se llevó a cabo en un laboratorio en condiciones de (300°C-0,07 min), y el proceso A2-6 se llevó a cabo en un laboratorio en condiciones de (250°C-0,15 min). Con respecto al proceso A2-4, no se llevó a cabo el tratamiento térmico de recuperación.

El recocido durante poco tiempo a alta temperatura se llevó a cabo por un método de sumergir completamente el

material laminado en baños de aceite de 2 litros que almacenaban aceites de tratamiento térmico, que se clasifican en 3 clases en JIS en la norma JIS K 2242:2012, cada uno calentado hasta 300°C y 250°C, durante 0,07 minutos y 0,15 minutos, respectivamente, en condiciones de (300°C-0,07 min) o (250°C-0,15 min) como condiciones que corresponden a un proceso de enchapado de Sn fundido, en lugar del tratamiento térmico de recuperación.

5 El proceso A3-1 se llevó a cabo laminando en frío un material de molienda a 1 mm y llevando a cabo un método de recocido continuo durante poco tiempo a alta temperatura en condiciones de (680°C-0,3 minutos) de tal manera que el tamaño de grano promedio fue de 10 µm a 18 µm. La bobina se cortó para tener un ancho de 86 mm, y para la producción de un tubo soldado, se suministró un material intermedio (material recocido de 86 mm de ancho x 1 mm de espesor) a una velocidad de alimentación de 60 m/min y se sometió a un procesamiento de deformación para dar una forma circular mediante varios rodillos. El material cilíndrico se calentó por una bobina de calentamiento de inducción de alta frecuencia y ambos extremos del material intermedio se unieron por laminación. Se obtuvo un tubo soldado que tenía un diámetro de 25,4 mm y un espesor de 1,08 mm cortando y retirando la porción de cordón de la porción de unión mediante una herramienta de corte (herramienta de cuchilla de corte). Debido a cambios en el espesor, cuando se forma el tubo soldado, se lleva a cabo un trabajo en frío de sustancialmente varios porcentajes.

Además, el proceso de producción B se llevó a cabo de la siguiente manera usando instalaciones experimentales.

20 Los lingotes del proceso de producción A se cortaron para dar lingotes para una prueba de laboratorio que tenían un espesor de 30 mm, un ancho de 120 mm y una longitud de 190 mm. Después, los lingotes cortados se sometieron a un proceso de laminación en caliente (espesor de lámina: 6 mm) — un proceso de enfriamiento (enfriamiento con aire) — un proceso de decapado — un proceso de laminación — un proceso de recocido — un proceso de laminación antes del acabado (espesor: 0,36 mm) — un proceso de tratamiento térmico de recristalización — un proceso de laminación en frío de acabado (espesor de lámina: 0,3 mm, tasa de trabajo: el 17%) — un tratamiento térmico de recuperación.

30 En el proceso de laminación en caliente, cada uno de los lingotes se calentó hasta 830°C y el lingote se laminó en caliente a un espesor de 6 mm. La velocidad de enfriamiento (velocidad de enfriamiento a la temperatura de un material laminado después de la laminación en caliente o en un intervalo de temperatura de desde 650°C hasta 350°C) en el proceso de enfriamiento se ajustó principalmente a 5°C/segundo, y la superficie del material laminado se decapó después del proceso de enfriamiento.

35 En los procesos B1-1 a B1-3, se llevó a cabo un proceso de recocido una vez, se laminó en frío un material a 0,9 mm en un proceso de laminación, el proceso de recocido se llevó a cabo en condiciones de (510°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas), y el material se laminó en frío a 0,36 mm en un proceso de laminación antes del acabado. El recocido final se llevó a cabo en condiciones de (425°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas) en el proceso B1-1 y (670°C-0,09 minutos) en los procesos B1-2 y B1-3, y el material se sometió a laminación de acabado a 0,3 mm. Después, se llevó a cabo un tratamiento térmico de recuperación en condiciones de (450°C-0,05 minutos) en el proceso B1-1, (300°C-0,07 min) en el proceso B1-2, y (300°C, tiempo de mantenimiento: 30 minutos) en el proceso B1-3.

45 En el proceso B2-1, se omitió un proceso de recocido. Un material de lámina que tenía un espesor de 6 mm después del decapado se laminó en frío a 0,36 mm en el proceso de laminación antes del acabado (tasa de trabajo: el 94%), el recocido final se llevó a cabo en condiciones de (425°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas), el material se sometió a laminación de acabado a 0,3 mm, y además se llevó a cabo un tratamiento térmico de recuperación en condiciones de (300°C, tiempo de mantenimiento: 30 minutos).

50 En los procesos B3-1 y B3-2, laminación en caliente no se llevó a cabo y la laminación en frío y el recocido se llevaron a cabo repetidamente. El lingote que tenía un espesor de 30 mm se sometió a un recocido por homogeneización a 720°C durante 4 horas, se laminó en frío a 6 mm, se sometió a un proceso de recocido en condiciones de (620°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas), se laminó en frío a 0,9 mm, se sometió a un proceso de recocido en condiciones de (510°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas), y se laminó en frío a 0,36 mm. El recocido final se llevó a cabo en condiciones de (425°, tiempo de mantenimiento: 4 horas) en el proceso de B3-1 y (670°C-0,09 minutos) en el proceso de B3-2, el material se sometió a laminación en frío de acabado a 0,3 mm, y después se llevó a cabo un tratamiento térmico de recuperación en condiciones de (300°C, tiempo de mantenimiento: 30 minutos).

60 En el proceso de producción B, un proceso que corresponde a un tratamiento térmico de poco tiempo llevado a cabo por una línea de recocido continuo o similar en el proceso de producción A se sustituyó por la inmersión del material laminado en un baño de sal. La temperatura máxima alcanzada se ajustó a una temperatura de un líquido del baño de sal, el tiempo de inmersión se ajustó al tiempo de mantenimiento, y se llevó a cabo enfriamiento con aire después de la inmersión. Además, se usó un material mixto de BaCl, KCl y NaCl como sal (disolución).

65 Además, el proceso C (C1, C1A) como prueba de laboratorio se llevó a cabo de la siguiente manera. La fusión y la colada se llevaron a cabo con un horno eléctrico en un laboratorio para tener componentes predeterminados, mediante lo cual se obtuvieron lingotes para una prueba que tenían un espesor de 30 mm, un ancho de 120 mm, y

una longitud de 190 mm. Después, se llevó a cabo la producción por los mismos procesos que el proceso B1-1 descrito anteriormente. Cada uno de los lingotes se calentó hasta 830°C y se laminó en caliente a un espesor de 6 mm. Después de la laminación en caliente, el lingote se enfrió a una velocidad de enfriamiento de 5°C/segundo a una temperatura del material laminado después de la laminación en caliente o en un intervalo de temperatura de desde 650°C hasta 350°C. La superficie del material laminado se decapó después del enfriamiento, y el material laminado se laminó en frío en el proceso de laminación en frío a 0,9 mm. Después de la laminación en frío, se llevó a cabo el proceso de recocido en condiciones de 510°C y 4 horas. En el siguiente proceso de laminación, el material se laminó en frío a 0,36 mm. Se llevó a cabo el recocido final en condiciones de (425°C, tiempo de mantenimiento: 4 horas) en el proceso C1 y (670°C-0,09 minutos) en el proceso C1A, el material se laminó en frío a 0,3 mm (tasa de trabajo en frío: el 17%) en la laminación en frío de acabado, y se llevó a cabo un tratamiento térmico de recuperación en condiciones de (300°C, tiempo de mantenimiento: 30 minutos).

El proceso C2 es un proceso de un material para comparación y debido a las características del material, el espesor y las condiciones de tratamiento térmico se cambiaron de tal manera que el tamaño de grano promedio final fue de 10 μm o menos y la resistencia a la tracción fue de aproximadamente 500 N/mm². Después del decapado, el material se laminó en frío a 1 mm, se llevó a cabo un proceso de recocido en condiciones de 430°C y 4 horas, y el material se laminó en frío a 0,4 mm en un proceso de laminación. Las condiciones de recocido final fueron una temperatura de 380°C y un tiempo de mantenimiento de 4 horas, el material se laminó en frío a 0,3 mm por laminación en frío de acabado (tasa de trabajo en frío: el 25%), y se llevó a cabo un tratamiento térmico de recuperación en condiciones de (230°C, tiempo de mantenimiento: 30 minutos).

Con respecto al bronce fosforado, se preparó un producto comercialmente disponible de C5210 que contiene el 8% en masa de Sn y que tiene una resistencia a la tracción de aproximadamente 640 N/mm² y un espesor de 0,3 mm.

Se observaron las estructuras metalográficas de las aleaciones de cobre preparadas en los métodos descritos anteriormente, y se midieron el tamaño de grano promedio y las relaciones de las fases β y γ . Además, el tamaño de partícula promedio de los precipitados se midió por TEM. Además, para evaluar las características de las aleaciones de cobre, se llevaron a cabo pruebas para determinar la conductividad, características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, resistencia a la tracción, tensión de prueba, alargamiento, maleabilidad de flexión, fijación de color, y propiedades antimicrobianas, para medir las características.

<Observación de la estructura>

El tamaño de grano promedio de los granos se midió según la planimetría de métodos para estimar el tamaño de grano promedio de cobre forjado y aleaciones de cobre definidas en la norma JIS H 0501 seleccionando un aumento apropiado según el tamaño de los granos basándose en imágenes microscópicas metalográficas, por ejemplo, de aumento de 300 veces, 600 veces y 150 veces. El duplicado no se consideró como un grano. El tamaño de grano promedio se calculó según la planimetría (norma JIS H 0501).

Un grano se alarga por laminación, pero el volumen del grano no se cambia sustancialmente por la laminación. En secciones transversales obtenidas cortando un material de lámina en direcciones paralela y perpendicular a una dirección de laminación, un tamaño de grano promedio en la etapa de recristalización se puede estimar a partir del tamaño de grano promedio medido de acuerdo a la planimetría.

La razón de una fase α de cada material se determinó a partir de imágenes obtenidas por un microscopio metalúrgico con un aumento de 300 veces (micrografías de un campo de vista de 89 mm x 127 mm). Cuando se grabó cada material usando una disolución mixta de agua amoniacal y peróxido de hidrógeno y se observó la estructura mediante un microscopio metalúrgico, se observó que la fase α era amarilla clara, se observó que la fase β era de un color amarillo más profundo que el color de la fase α , se observó que la fase γ era azul claro, se observó que óxidos e inclusiones no metálicas eran grises, y se observó que compuestos metálicos gruesos eran de un color azul claro más azulado que el color de la fase γ o azul. Por lo tanto, cada fase de α , β y γ , las inclusiones no metálicas y similares se distinguen fácilmente entre sí. Las fases β y γ en la estructura metalográfica observadas se binarizaron usando un software de procesamiento de imágenes "Win ROOF" y las razones de las áreas de las fase β y γ con respecto a la razón total de la estructura metalográfica se obtuvieron como razones de área. La estructura metalográfica se midió a partir de tres campos visuales, y se calculó el valor promedio de las razones de área respectivas. Con respecto a un tubo soldado con unión, la medición se llevó a cabo en tres campos visuales cada uno en una porción de unión, una zona afectada por calor incluida en una zona afectada por calor separada 1 mm del límite entre la porción de unión y la zona afectada por calor, y una porción arbitraria de un material base y se dividió entre 3 un total de los valores promedio de los mismos.

<Precipitado>

El tamaño de partícula promedio de los precipitados se obtuvo de la siguiente manera. Se obtuvieron imágenes microscópicas electrónicas de transmisión usando un TEM con un aumento de 500.000 veces y un aumento de 150.000 veces (los límites de detección fueron de 2,0 nm), y el contraste de un precipitado se aproximó

elípticamente usando un software de análisis de imágenes "Win ROOF". El valor promedio geométrico de los ejes largos y cortos se obtuvo a partir de cada una de todas las partículas precipitadas en el campo de visión. El valor promedio del mismo se obtuvo como un tamaño de partícula promedio. Los precipitados que tienen un tamaño promedio de aproximadamente menos de 5 nm se midieron a 750.000 veces (el límite de detección fue de 0,5 nm), y los precipitados que tienen un tamaño promedio de aproximadamente más de 50 nm se midieron a 50.000 veces (el límite de detección fue de 6 nm). En el caso de un microscopio electrónico de transmisión, puesto que el material lamiano en frío tiene una densidad de dislocación alta, es difícil obtener con precisión la información del precipitado. Además, el tamaño de un precipitado no se cambia por la laminación en frío. Por lo tanto, en esta observación, se observaron porciones recristalizadas antes del proceso de laminación en frío de acabado y después del proceso de tratamiento térmico de recristalización. Se situaron dos posiciones de medición a una profundidad de 1/4 del espesor de la lámina a partir de las superficies tanto delantera como trasera de un material laminado y se calculó el promedio de los valores medidos de las dos posiciones.

<Conductividad>

La conductividad se midió usando un dispositivo de medición de conductividad (SIGMATEST D2.068, fabricado por Foerster Japan Ltd.). En esta memoria descriptiva, "conducción eléctrica" tiene la misma definición que la de "conducción". Además, la conducción térmica tiene una fuerte relación con la conducción eléctrica. Por lo tanto, cuanto mayor es la conductividad eléctrica, mayor es la conductividad térmica.

<Características de relajación de tensión>

Se midió una tasa de relajación de tensión de la siguiente manera. En una prueba de relajación de tensión de un material de prueba, se usó un dispositivo de sujeción de tornillo en voladizo. Se recogieron dos piezas de prueba de una dirección paralela a la dirección de laminación y una dirección perpendicular a la dirección de laminación y tenían una forma de 0,3 mm de espesor x 10 mm de ancho x 60 mm de longitud. Una tensión de carga en el material de prueba se ajustó para ser del 80% con respecto a un material de prueba con una tensión de prueba del 0,2% que se expuso a una atmósfera de 150°C y 120°C durante 1.000 horas. La tasa de relajación de tensión se obtuvo a partir de la siguiente expresión.

Tasa de relajación de tensión=(desplazamiento después del alivio/Desplazamiento bajo tensión de carga)x100(%)

Se usó el valor promedio de las piezas de prueba que se recogieron de direcciones tanto paralela como perpendicular a la dirección de laminación. En la presente invención, se desea obtener características de relajación de tensión particularmente excelentes incluso en una aleación de Cu-Zn que contiene una alta concentración de Zn. Por lo tanto, cuando la tasa de relajación de tensión a 150°C es del 25% o menos, las características de relajación de tensión son excelentes. Cuando la tasa de relajación de tensión es de más del 25% y el 35% o menos, las características de relajación de tensión son satisfactorias y cuando la velocidad es de más del 35% y el 50% o menos, existe un problema en el uso. Cuando la velocidad es de más del 50%, existen dificultades en el uso. Particularmente, cuando la tasa es de más del 70%, existe un problema significativo en el uso en un entorno a alta temperatura y la muestra "no está disponible".

Por otra parte, en una prueba en condiciones ligeramente leves de 120°C y 1.000 horas, se requiere un mayor rendimiento. En un caso en el cual la tasa de relajación de tensión fue del 10% o menos, el nivel de las características de relajación de tensión fue alto y este caso se evaluó como "A". En un caso en el cual la tasa de relajación de tensión fue de más del 10% y el 15% o menos, las características de relajación de tensión fueron satisfactorias y este caso se evaluó como "B". En un caso en el cual la tasa de relajación de tensión fue de más del 15% y el 30% o menos, hubo un problema en el uso. En un caso en el cual la tasa de relajación de tensión fue de más del 30%, la pieza de prueba fue sustancialmente leve y hubo poca superioridad como un material. En la memoria descriptiva, se desea obtener una relajación de tensión particularmente excelente y de esta manera la pieza de prueba que tiene una tasa de relajación de tensión de más de más del 15% se evaluó como "C".

Por otra parte, la presión de contacto eficaz máxima se expresa mediante tensión de prueba x 80% x (100%-tasa de relajación de tensión (%)). En la aleación de la presente invención, es importante que no solo la tensión de prueba a temperatura ambiente sea alta o la tasa de relajación de tensión sea abaja, sino también que el valor de la expresión anterior sea alto. Una aleación en la cual el valor de tensión de prueba x 80% x (100%-tasa de relajación de tensión (%)) es de 275 N/mm² o más en la prueba a 150°C se puede usar en un estado a alta temperatura y una aleación en la cual el valor es de 300 N/mm² o más se usa adecuadamente en un estado a alta temperatura. Una aleación en la cual el valor es de 325 N/mm² o más es la más adecuada. En aplicaciones de latón amarillo que contiene una gran cantidad de Zn tales como terminales y conectores, en la memoria descriptiva, se desea obtener una fijación de color que soporta una alta temperatura rigurosa y excelentes características de relajación de tensión y de esta manera una tasa de relajación de tensión alta a 120°C y 150°C durante 1.000 horas, o se desea una tensión eficaz alta. En la memoria descriptiva, como tensión de prueba y tasa de relajación de tensión, se usan los valores promedio de la tensión de prueba y las tasas de relajación de tensión de piezas de prueba recogidas a partir de las dos direcciones paralela y perpendicular a la dirección de laminación. La tensión de prueba y las características de relajación de tensión no se pueden obtener a partir de una dirección que forma 90 grados (perpendicular) con

respecto a la dirección de laminación debido a la relación con el ancho de un corte después de cortarse, es decir, cuando el ancho es más pequeño que 60 mm. En este caso, las características de relajación de tensión y la presión de contacto eficaz máxima (tensión eficaz) de una pieza de prueba se evalúan solo a partir de una dirección que forma 0 grados (paralela) con respecto a la dirección de laminación.

En los n.^{os} de prueba 31, 34 y 36 (aleación n.º 3) y los n.^{os} de prueba 50, 54 y 54A (aleación n.º 4), se confirmó que no hubo diferencia significativa entre la tensión eficaz calculada a partir de los resultados de la prueba de relajación de tensión en una dirección que forma 90 grados (perpendicular) con respecto a la dirección de laminación y una dirección que forma 0 grados (paralela) con respecto a la dirección de laminación, la tensión eficaz calculada a partir de los resultados de la prueba de relajación de tensión solo en una dirección que forma 0 grados (paralela) con respecto a la dirección de laminación, y la tensión eficaz calculada a partir de los resultados de la prueba de relajación de tensión solo en una dirección que forma 90 grados (perpendicular) con respecto a la dirección de laminación.

<Agrietamiento por corrosión bajo tensión 1>

Las propiedades de agrietamiento por corrosión bajo tensión se midieron añadiendo hidróxido de sodio y agua pura a una disolución de prueba, es decir, cloruro de amonio al usar un recipiente de prueba definido en la norma ASTM B858-01 (107 g/500 ml) para ajustar el pH a 10,1±0,1, y el aire acondicionado en la sala se controló a 23°C±1°C.

Primero, se aplicaron trabajo de plástico de flexión y tensión residual a un material laminado y se evaluaron las propiedades de agrietamiento por corrosión bajo tensión. Usando un método de evaluación de maleabilidad de flexión, que se describirá posteriormente, se expuso una pieza de prueba que se sometió a la flexión W a un R (radio: 0,6 mm) de dos veces el espesor de una lámina al entorno de agrietamiento por corrosión bajo tensión. Después de un periodo predeterminado de tiempo de exposición, la pieza de prueba se sacó y se lavó con ácido sulfúrico. Después, se investigó si se produjo agrietamiento o no usando un microscopio estereoscópico con un aumento de 10 veces (campo visual de 200 mmx200 mm, sustancialmente, 20 mmx20 mm (tamaño real)) para evaluar la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. Se usaron muestras recogidas a partir de una dirección paralela a una dirección de laminación. Una pieza de prueba en la cual no se había producido agrietamiento mediante exposición durante 48 horas tuvo excelente resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y se evaluó como "A". Una pieza de prueba en la cual se había producido poco agrietamiento mediante exposición durante 48 horas pero no se había producido agrietamiento mediante exposición durante 24 horas tuvo resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión satisfactoria (sin ningún problema en el uso práctico) y se evaluó como "B". Una pieza de prueba en la cual se produjo agrietamiento mediante exposición durante 24 horas tuvo resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión deteriorada (con un problema en el uso práctico) y se evaluó como "C".

Con respecto a un tubo soldado con unión, se usó una muestra que se trituró hasta que una distancia entre láminas planas en una prueba de aplanamiento, que se describirá a continuación, pasó a ser 5 veces el espesor del tubo.

<Agrietamiento por corrosión bajo tensión 2>

Además, las propiedades de agrietamiento por corrosión bajo tensión se evaluaron mediante otro método de manera independiente de la evaluación descrita anteriormente.

En la prueba de agrietamiento por corrosión bajo tensión, a fin de investigar la sensibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión en un estado en el cual se aplicó tensión, se usó un dispositivo de sujeción de tipo tornillo en voladizo de resina. Se expuso un material laminado a la atmósfera de agrietamiento por corrosión bajo tensión en un estado en el cual, como en la prueba de relajación de tensión, se aplicó una tensión de flexión que fue del 80% de la tensión de prueba, es decir, tensión del límite elástico del material, y se evaluó la resistencia de agrietamiento por corrosión bajo tensión a partir de la tasa de relajación de tensión. Es decir, cuando se produce un agrietamiento minúsculo, y aumenta un grado del agrietamiento sin volver al estado original, aumenta la tasa de relajación de tensión, y de esta manera puede evaluarse la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. Una pieza de prueba en la cual la tasa de relajación de tensión mediante exposición durante 24 horas fue del 15% o menos tuvo excelente resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y se evaluó como "A". Una pieza de prueba en la cual la tasa de relajación de tensión fue de más del 15% y el 30% o menos tuvo resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión satisfactoria y se evaluó como "B". El uso de una pieza de prueba en la cual la tasa de relajación de tensión fue de más del 30% en un entorno de agrietamiento por corrosión bajo tensión riguroso fue difícil y la muestra se evaluó como "C". Las muestras usadas se recogieron de una dirección paralela a una dirección de laminación.

<Propiedades mecánicas y maleabilidad de flexión del material de lámina>

La resistencia a la tracción, tensión de prueba, y alargamiento del material de lámina se midieron según los métodos definidos en las normas JIS Z 2201 y JIS Z 2241 y se usó una pieza de prueba n. 5 con respecto a la forma de una pieza de prueba. Las piezas de prueba se recogieron a partir de dos direcciones paralela y perpendicular a la

dirección de laminación. En este punto, el ancho de los materiales sometidos a prueba en los procesos B y C fue de 120 mm y se usó una pieza de prueba según la pieza de prueba n.º 5.

5 La maleabilidad de flexión de un material de lámina se evaluó en una prueba de flexión W definida en la norma JIS H 3110. La prueba de flexión (flexión W) se llevó a cabo de la siguiente manera. Se ajustó el radio de flexión para ser una vez (radio de flexión = 0,3 mm, 1 t) y 0,5 veces (radio de flexión = 0,15 mm, 0,5 t) el espesor de un material. Las muestras se flexionaron en una dirección, de una denominada forma incorrecta, que forma 90 grados con una dirección de laminación y en una dirección, de una denominada forma correcta, que forma 0 grados con la dirección de laminación. En la evaluación de la maleabilidad de flexión, se determinó si se produjo agrietamiento o no mediante observación usando un microscopio estereoscópico con un aumento de 20 veces (campo visual de 200 mmx200 mm, sustancialmente, 10 mmx10 mm (tamaño real)). Una pieza de prueba en la cual no se había producido agrietamiento cuando el radio de flexión fue 0,5 veces del espesor de un material se evaluó como "A". Una pieza de prueba en la cual no se había producido agrietamiento cuando el radio de flexión fue 1 vez el espesor de un material se evaluó como "B". Una pieza de prueba en la cual se había producido agrietamiento cuando el radio de flexión fue 1 vez el espesor de un material se evaluó como "C".

<Propiedades mecánicas y maleabilidad del tubo soldado con unión>

20 Para las propiedades mecánicas de un tubo soldado con unión, se llevó a cabo una prueba de tracción usando una pieza de prueba n.º 11 de una pieza de prueba de tracción de material de metal de la norma JIS Z 2241 (longitud de calibre: 50 mm, la pieza de prueba se usó en un estado en el cual la pieza de prueba se cortó del material de tubo) e insertando una barra de núcleo en una porción de agarre.

25 Primero, se evaluó la porción de unión del tubo soldado de unión llevando a cabo una prueba de aplanamiento descrita en la norma JIS H 3320 sobre un tubo soldado de cobre o aleación de cobre. Se recogió una muestra a partir de una porción separada aproximadamente 100 mm del extremo del tubo soldado con unión, se interpuso la muestra entre dos láminas planas y se trituró hasta que una distancia entre las láminas planas llegó a ser tres veces el espesor del tubo. En este momento, se dispuso la porción de unión del tubo soldado con unión en una dirección perpendicular a la dirección de compresión y se sometió a flexión de aplanamiento de modo que la porción de unión pasó a ser un extremo de punta de la flexión. Se observó visualmente el estado de la porción de unión que se sometió a flexión. Después, se llevó a cabo una prueba de ensanchamiento mediante un método descrito en la norma JIS H 3320. En la prueba de ensanchamiento, una herramienta cónica con un ángulo vertical de 60º se empujó en un extremo de una muestra de 50 mm cortada a partir del tubo soldado hasta que se obtuvo un diámetro de 1,25 veces el diámetro exterior (es decir, un diámetro de 31,8 mm que era 1,25 veces el diámetro de la porción de extremo de 25,4 mm mediante la ensanchamiento) y se confirmó visualmente el agrietamiento de la porción soldada. Con respecto a la evaluación de ambas pruebas, una pieza de prueba en la cual no se observaron defectos tales como agrietamiento y orificios minúsculos se evaluó como "A" y una pieza de prueba que no estuvo disponible debido a que se produjeron defectos tales como agrietamiento y orificios en la porción de unión se evaluó como "C".

40 <Prueba de fijación de color 1: prueba en entorno a alta humedad y alta temperatura>

45 En la fijación de color para evaluar la fijación de color de un material, usando un termo-higrostató (HIFLEX FX2050, producido por Kusumoto Chemicals, Ltd.), cada muestra se expuso a una atmósfera a una temperatura de 60°C y una humedad relativa del 95%. Como pieza de prueba, se usó una pieza de prueba antes de llevarse a cabo un tratamiento térmico de recuperación final, es decir, un material de lámina después de la laminación de acabado. El tiempo de prueba se ajustó a 72 horas. La muestra se tomó después de la prueba, los valores $L^*a^*b^*$ del color de superficie del material antes y después de la exposición se midieron por un espectrofotómetro, y la diferencia de color se calculó y se evaluó. En el cobre y una aleación de cobre, particularmente, una aleación de Cu-Zn que contiene una alta concentración de Zn, el color cambia de marrón rojizo a rojo. Debido a esto, para la evaluación de la fijación de color, una muestra en la cual una diferencia entre los valores a^* antes y después de la prueba, es decir un valor de un cambio en un valor a^* , fue de 1 o menos, se evaluó como "A". Una muestra en la cual la diferencia fue mayor de 1 y de 2 o menos se evaluó como "B". Una muestra en la cual la diferencia fue mayor de 2 se evaluó con "C". Se pudo determinar que a medida que el valor numérico aumenta, la fijación de color se deteriora, y la evaluación visual también coincidió con los resultados.

55 <Prueba de fijación de color 2: prueba a alta temperatura>

60 En la suposición de un espacio, particularmente, una cabina de un automóvil y un espacio de motor bajo sol abrasador intenso, se evaluó la fijación de color a alta temperatura. Como pieza de prueba, se usó un material de lámina antes de que se llevara a cabo un tratamiento térmico de recuperación final. En la atmósfera, la pieza de prueba se mantuvo en un horno eléctrico a 120°C durante 100 horas y los valores $L^*a^*b^*$ del color de superficie antes y después de la prueba se midieron por un espectrofotómetro. Como en la prueba anterior, para la evaluación de la fijación de color, una muestra en la cual una diferencia entre los valores a^* antes y después de la prueba, es decir, un valor de un cambio en un valor a^* fue de 3 o menos se evaluó como "A". Una muestra en la cual la diferencia fue mayor de 3 y de 5 o menor se evaluó como "B". Una muestra en la cual la diferencia fue mayor de 5 se evaluó como "C".

<Tono de color y diferencia de color>

El color de superficie (tono de color) de la aleación de cobre que iba a evaluarse en la prueba de fijación de color se expresó usando un método para medir un color de un objeto según la norma JIS Z 8722-2009 (métodos de medición de color - objetos reflectantes y de transmisión) y el sistema de color $L^*a^*b^*$ definido en la norma JIS Z 8729-2004 (Especificación de color - sistema de color $L^*a^*b^*$ y sistema de color $L^*u^*v^*$). Específicamente, se usó un espectrofotómetro "CM-700d", producido por Konica Minolta, Inc., y los valores $L^*a^*b^*$ antes y después de la prueba se midieron en 3 puntos mediante un método SCI (incluyendo luz de reflexión especular).

<Propiedades antimicrobianas>

Las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas) se evaluaron mediante un método de prueba haciendo referencia a la norma JIS Z 2801 (productos antimicrobianos - prueba para determinar la actividad y eficacia antimicrobiana) y un método de contacto de película, y el área de prueba (área de película) y el tiempo de contacto se cambiaron para llevar a cabo la evaluación. Se usó *Escherichia coli* (n.º de inventario de la cepa: NBRC3972) como bacteria para la prueba. Como suspensión bacteriana de prueba se usó una disolución que se obtuvo cultivando previamente (como método de cultivo previo, se usó un método descrito en el punto 5.6.a de la norma JIS Z 2801) *Escherichia coli* a $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ y diluyendo *Escherichia coli* con 1/500 NB para ajustar el número de bacterias a $1,0 \times 10^6$ células/mL. En el método de prueba, se obtuvieron muestras mediante el corte del material de lámina después de la laminación de acabado, la muestra después de la prueba a alta temperatura y alta humedad a 60°C y una humedad del 95%, y la muestra después de la prueba a alta temperatura a 120°C durante 100 horas en $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$. Cada muestra se colocó en una placa de Petri esterilizada, se añadieron 0,045 mL de la suspensión bacteriana de prueba descrita anteriormente (*Escherichia coli*: $1,0 \times 10^6$ células/mL) gota a gota a la misma, y la placa de Petri se cubrió con una película de ϕ de 15 mm y después se cubrió con una tapa. La suspensión bacteriana de prueba se cultivó durante 10 minutos (tiempo de inoculación: 10 minutos) en la placa de Petri en una atmósfera de $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del 95%. Esta suspensión bacteriana de prueba cultivada se retiró mediante lavado con 10 mL de medio de cultivo SCDLP para obtener una suspensión bacteriana retirada mediante lavado. La suspensión bacteriana retirada mediante lavado se diluyó 10 veces con una solución salina tamponada con fosfato. Se añadió agar de recuento de placas convencional a esta suspensión bacteriana, seguido por cultivo a $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas. Cuando el número de colonias fue de más de o igual a 30, el número de colonias se midió para obtener el recuento bacteriano viable (ufc/mL). El número de colonias en el momento de la inoculación (recuento bacteriano cuando comenzó la prueba para determinar las propiedades antimicrobianas; ufc/mL) se ajustó como un criterio.

Primero, se comparó el recuento bacteriano viable de cada muestra después de llevar a cabo la laminación de acabado con el recuento bacteriano viable. Un caso en el cual la tasa fue menor del 10% se evaluó como "A". Un caso en el cual la tasa fue del 10% a menos del 33% se evaluó como "B". Un caso en el cual la tasa fue del 33% o más se evaluó como "C". Para las muestras que se evaluaron como A (es decir, el recuento bacteriano viable de la muestra de evaluación fue menor de 1/10 del recuento bacteriano viable en el momento de la inoculación), se evaluó que las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas) eran excelentes, y para las muestras que se evaluaron como B (es decir, el recuento bacteriano viable de la muestra de evaluación fue menor de 1/3 del recuento bacteriano viable en el momento de la inoculación), se evaluó que las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas) eran satisfactorias. La razón por la que el tiempo de cultivo (tiempo de inoculación) a 10 minutos fue corto es que se evaluó la actividad inmediata para las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas).

A continuación, en la evaluación de las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas), un caso en el cual la relación entre una tasa bacteriana viable C_H obtenida a partir de las muestras después de las dos pruebas de fijación de color y un caso en el cual una tasa bacteriana viable C_0 antes de las pruebas de fijación de color fue $C_H \leq 1,10 \times C_0$ se evaluó como "A", un caso en el cual la razón fue $1,10 \times C_0 < C_H \leq 1,25 \times C_0$ se evaluó como "B", y un caso en el cual la razón fue $C_H > 1,25 \times C_0$ se evaluó como "C". Es decir, cuando el color de la aleación de cobre se cambia, existe una preocupación de reducción del rendimiento antimicrobiano. En la aleación de la presente invención, se observa un ligero cambio de color mediante la prueba rigurosa a alta temperatura y alta humedad o a alta temperatura y se predice la formación de óxidos y similares en la capa superficial más exterior de la superficie. En estas muestras, cuyo color se cambia ligeramente, en comparación con una muestra que tiene una superficie limpia antes de las pruebas, no se deteriora el rendimiento antimicrobiano de una muestra evaluada como A o al menos B.

Además, de manera independiente de la evaluación anterior, se evaluaron las propiedades antimicrobianas en el siguiente método. Como pieza de prueba (recipiente), se usó un material para un tubo soldado con unión que tenía un espesor de 1 mm y se perforó el material de lámina por un punzón para tener un orificio de ϕ de 125 mm. El material de lámina perforado se formó para dar una forma de taza que tenía una superficie inferior de ϕ de 80 mm y una altura de 50 mm mediante bobinado de metal, y se lavó y se desengrasó con acetona durante aproximadamente 5 minutos mediante lavado por ultrasonidos. Se prepararon un total de tres muestras de una pieza de prueba que se usó después de formar la pieza de prueba y otras dos piezas de prueba de una muestra obtenida sometiendo la pieza de prueba en forma de taza a una prueba a alta temperatura y alta humedad que tenía condiciones de una temperatura de 60°C y humedad del 95% y una muestra obtenida sometiendo la pieza de prueba en forma de taza a

una prueba a alta temperatura que tenía condiciones de una temperatura de 120°C durante 100 horas. Con respecto a la aleación n.º 201 como material comparativo, se usó el material que se había muestreado en una etapa de 1 mm y se había sometido a un tratamiento térmico a 430°C durante 4 horas.

- 5 En la prueba de propiedad antimicrobiana, *Escherichia coli* (NBRC3972) se cultivó con agitación en 5 mL de un medio de cultivo de caldo normal durante una noche a 27°C y después se separó por centrifugación 1 mL del medio de cultivo para obtener células bacterianas. Las células bacterianas se suspendieron en 1 mL de solución salina esterilizada (0,85%) y la suspensión se diluyó 1.200 veces con agua esterilizada incluyendo el medio de cultivo de caldo normal hasta una concentración final de 1/500. Se vertieron 200 mL de una suspensión de un recuento bacteriano viable de *Escherichia coli* de aproximadamente 8×10^6 ufc/mL en cada una de las tres clases anteriores de recipientes de prueba y se dejaron a temperatura ambiente con aire acondicionado (aproximadamente 25°C). Después de 4 horas, se recogieron 0,05 mL de la suspensión en 4,95 mL del medio de cultivo SCDLP "DAIGO" y se diluyeron 10 veces con 4 etapas. Después, se midió el recuento bacteriano viable en 1 mL de cada suspensión. Cuando el recuento bacteriano viable antes de la prueba se comparó con el recuento bacteriano viable después de 4 horas, un caso en el cual la tasa fue menor del 3% se evaluó como "A". Un caso en el cual la tasa fue del 3% a menos del 10% se evaluó como "B". Un caso en el cual la tasa fue del 10% o más se evaluó como "C". Para muestras que se evaluaron como A (es decir, el recuento bacteriano viable de la muestra de evaluación fue menor de 1/33 del recuento bacteriano viable en el momento de la inoculación), se evaluó que las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas) eran excelentes, y para las muestras que se evaluaron como B (es decir, el recuento bacteriano viable de la muestra de evaluación fue menor de 1/10 del recuento bacteriano viable en el momento de la inoculación), se evaluó que las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas) eran satisfactorias. La evaluación del mantenimiento de las propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas) basándose en el cambio de color se llevó a cabo usando la tasa bacteriana viable C_H .
- 10
- 15
- 20
- 25 Es decir, cuando la muestra inicial del material laminado de acabado se evaluó como "A" y la muestra después de la prueba rigurosa también se evaluó como "A" o al menos "B", se proporcionaron un rendimiento antimicrobiano y un rendimiento bactericida suficientes en los aparatos usados y los accesorios metálicos reales. Se puede obtener un material adecuado para aplicaciones tales como uso público, tales como instalaciones públicas, hospitales, instalaciones de prestaciones sociales, y vehículos, pasamanos, asas de puerta, pomos de puerta, y manillas de
- 30 puerta, que mucha gente usa en un edificio o similares, aparatos médicos, recipientes médicos, cabeceras, pies de cama, e instalaciones y aparatos sanitarios de drenaje y suministro de agua tales como un tanque de drenaje usado en los vehículos y similares.
- 35 Los resultados de evaluación de los materiales de lámina se muestran en las tablas 6 a 25. Los resultados de evaluación de los tubos soldados con unión se muestran en la tabla 26. Los resultados de evaluación de las propiedades antimicrobianas se muestran en las tablas 27 y 28.

[Tabla 6]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión		
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)	
1	A1-1	1	100	4	-	17	25	A	340	A	B	
2	A1-2		100	4	-	17	26	B	333	A	B	
3	A1-3		100	4	-	17	28	B	327	A	B	
4	A1-4		100	7	-	17	23	A	334	A	B	
5	A2-1		100	5	-	17	25	B	335	A	B	
6	A2-2		100	5	-	17	23	A	341	A	B	
7	A2-3		100	5	-	17	25	B	336	A	B	
8	A2-4		100	5	-	16	-	-	-	-	-	B
9	A2-5		100	6	-	17	23	A	365	A	B	
9A	A2-6		100	6	-	17	28	B	344	A	B	
9B	A2-7		100	9	-	16	24	A	341	A	B	
9C	A2-8		100	30	-	16	27	B	295	B	B	
9D	A2-10		100	1,5	-	17	27	B	367	A	B	
11	B1-1		100	5	-	17	25	B	335	A	B	
12	B1-2		100	5	-	17	27	B	329	A	B	
13	B1-3	100	5	-	17	23	A	344	A	B		
14	B2-1	100	5	-	17	25	B	343	A	B		
15	B3-1	100	6	-	17	26	B	321	A	B		
15A	B3-2	100	6	-	17	26	B	322	A	B		

[Tabla 7]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T _{Sp} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
1	A1-1	1	609	562	15	623	572	12	A	A	A	
2	A1-2		612	566	14	618	560	11	A	A	-	
3	A1-3		618	573	13	622	562	10	A	A	-	
4	A1-4		579	539	22	590	546	16	A	A	-	
5	A2-1		594	555	18	616	562	11	A	A	A	
6	A2-2		584	548	18	615	560	12	A	A	-	
7	A2-3		596	555	16	622	564	11	A	A	-	
8	A2-4		590	549	18	609	526	12	A	A	A	
9	A2-5		633	586	11	659	598	9	A	B	-	
9A	A2-6		645	598	10	672	595	7	A	B	-	
9B	A2-7		600	552	12	622	570	11	A	B	A	
9C	A2-8		538	476	13	576	533	12	A	B	-	
9D	A2-10		652	601	9	706	656	6	B	C	-	
10	A3-1		488	392	42	-	-	-	A	A	-	
11	B1-1		595	551	17	615	565	12	A	A	A	
12	B1-2	604	565	16	618	560	11	A	A	-		
13	B1-3	589	550	18	615	567	12	A	A	-		
14	B2-1	603	562	16	628	580	11	A	A	A		
15	B3-1	584	538	20	604	547	13	A	A	A		
15A	B3-2	580	539	19	602	550	13	A	A	A		

[Tabla 8]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión		
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)	
16	A1-1	2	100	3	-	15	21	A	366	A	A	
17	A1-2		100	3	-	15	22	A	362	A	A	
18	A1-3		100	3	-	15	25	B	349	A	A	
19	A1-4		100	6	-	15	20	A	352	A	A	
20	A2-1		100	4	-	15	21	A	361	A	A	
21	A2-2		100	4	-	15	20	A	364	A	A	
22	A2-3		100	4	-	15	23	A	354	A	A	
23	A2-4		100	4	-	15	-	-	-	-	A	A
24	A2-5		100	6	-	15	20	A	388	A	A	
26	B1-1		100	4	-	15	21	A	361	A	A	
27	B1-2		100	4	-	15	23	A	356	A	A	
28	B1-3		100	4	-	15	20	A	360	A	A	
29	B2-1		100	3	-	15	21	A	366	A	A	
30	B3-1		100	5	-	15	22	A	347	A	A	
30A	B3-2	100	5	-	15	21	A	351	A	A		

[Tabla 9]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T _{Sp} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T _{Sp} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
16	A1-1	2	622	577	15	636	582	11	A	A	A	
17	A1-2		625	581	13	632	579	10	A	A	-	
18	A1-3		632	585	12	638	578	10	A	A	-	
19	A1-4		591	550	20	603	550	15	A	A	-	
20	A2-1		607	564	17	630	578	11	A	A	A	
21	A2-2		609	561	17	626	575	11	A	A	-	
22	A2-3		615	574	16	632	574	10	A	A	-	
23	A2-4		605	563	16	622	541	11	A	A	A	
24	A2-5		642	602	11	668	612	8	A	B	-	
25	A3-1		531	445	36	-	-	-	-	A	-	-
26	B1-1		604	565	17	626	576	11	A	A	A	
27	B1-2		617	574	15	626	581	10	A	A	-	
28	B1-3		592	554	17	624	572	12	A	A	-	
29	B2-1		616	573	15	641	585	10	A	A	A	
30	B3-1		598	552	18	617	559	12	A	A	A	
30A	B3-2		592	551	18	612	560	12	A	A	A	

[Tabla 10]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión	
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm ²)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)
31	A1-1	3	100	3	40	16	A	395	A	B	
32	A1-2		100	3	40	16	A	397	A	B	
33	A1-3		100	3	40	15	A	395	A	B	
34	A1-4		100	6	50	16	A	394	A	B	
35	A2-1		100	4	40	16	A	392	A	B	
36	A2-2		100	4	35	16	A	404	A	B	
37	A2-3		100	4	35	15	A	396	A	B	
38	A2-4		100	4	40	15	-	-	-	A	B
39	A2-5		100	6	60	16	13	A	429	A	B
41	B1-1		100	4	40	16	16	A	392	A	B
42	B1-2		100	4	30	15	15	A	399	A	B
43	B1-3		100	4	30	16	16	A	408	A	B
44	B2-1		100	3	35	16	16	A	388	A	B
45	B3-1		100	5	60	16	18	A	373	A	B
45A	B3-2		100	5	55	16	13	A	396	A	B

[Tabla 11]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
31	A1-1	3	635	586	13	643	590	10	A	B	A	A
32	A1-2		633	589	13	646	592	10	A	B	-	-
33	A1-3		640	597	12	662	606	9	A	B	-	-
34	A1-4		603	556	20	615	562	16	A	A	-	-
35	A2-1		624	580	16	638	586	11	A	B	A	A
36	A2-2		617	577	17	635	583	12	A	A	-	-
37	A2-3		621	579	15	640	586	9	A	B	-	-
38	A2-4		616	580	16	634	552	11	A	B	A	A
39	A2-5		651	611	11	686	622	9	A	B	-	-
41	B1-1		617	578	16	637	588	11	A	B	A	A
42	B1-2		627	581	15	648	593	10	A	B	-	-
43	B1-3		613	575	16	638	585	12	A	A	-	-
44	B2-1		628	587	14	655	597	10	A	B	A	A
45	B3-1		613	566	18	630	570	12	A	A	A	A
45A	B3-2		609	563	18	625	574	12	A	A	A	A

[Tabla 12]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión		
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)	
46	A1-1	4	100	3	40	19	19	A	367	A	A	
47	A1-2		100	3	40	19	19	A	367	A	A	
48	A1-3		100	3	40	19	22	A	358	A	A	
49	A1-4		100	6	50	19	15	A	364	A	A	
50	A2-1		100	4	40	19	19	A	362	A	A	
51	A2-2		100	4	30	19	16	A	375	A	A	
52	A2-3		100	4	30	19	18	A	371	A	A	
53	A2-4		100	4	30	18	-	-	-	-	A	A
54	A2-5		100	6	50	19	14	A	408	A	A	
54A	A2-6		100	6	50	18	19	A	392	A	A	
54B	A2-7		100	8	70	18	16	A	378	A	A	
55C	A2-8		100	30	200	18	26	B	297	A	A	
55D	A2-9		100	12	220	20	28	B	306	A	B	
56E	A2-10		100	1,5	6	19	20	A	404	A	A	
56	B1-1		100	4	40	19	19	A	364	A	A	
57	B1-2		100	4	30	18	19	A	366	A	A	
58	B1-3		100	4	30	18	15	A	378	A	A	
59	B2-1		100	3	30	19	20	A	366	A	A	
60	B3-1		100	5	60	19	20	A	348	A	A	
60A	B3-2		100	5	-	19	16	A	370	A	A	

[Tabla 13]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T _{Sp} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T _{Sp} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
46	A1-1		608	564	15	620	570	11	A	A	A	
47	A1-2		611	566	14	621	568	10	A	A	-	
48	A1-3		620	573	13	634	576	9	A	A	-	
49	A1-4		577	536	20	588	536	16	A	A	-	
50	A2-1		594	552	17	613	565	11	A	A	A	
51	A2-2		592	555	18	610	561	12	A	A	-	
52	A2-3		603	568	17	622	563	10	A	A	-	
53	A2-4		590	548	17	609	528	11	A	A	A	
54	A2-5		630	586	11	662	601	9	A	A	-	
54A	A2-6		643	598	9	675	611	7	A	B	-	
54B	A2-7	4	595	552	12	618	572	10	A	A	A	
55	A3-1		470	372	41	-	-	-	A	A	-	
55C	A2-8		533	472	13	574	530	11	A	B	-	
55D	A2-9		563	500	12	622	562	8	A	B	-	
56E	A2-10		658	601	9	717	660	6	B	C	-	
56	B1-1		594	558	18	616	564	11	A	A	A	
57	B1-2		601	562	17	620	569	10	A	A	-	
58	B1-3		587	548	18	612	563	12	A	A	-	
59	B2-1		604	566	15	633	577	10	A	A	A	
60	B3-1		585	538	19	607	550	13	A	A	A	
60A	B3-2		590	543	18	608	558	12	A	A	-	

[Tabla 14]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agietamiento por corrosión bajo tensión	
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)
61	A2-1		100	4	50	21	20	A	351	A	A
62	A2-2		100	4	-	21	15	A	370	A	A
63	A2-3		100	4	-	21	19	A	362	A	A
64	A2-4		100	4	-	20	-	-	-	A	A
65	A2-5		100	6	-	21	14	A	402	A	A
67	B1-1	5	100	4	50	21	20	A	351	A	A
68	B1-2		100	4	-	21	19	A	360	A	A
69	B1-3		100	4	-	21	14	A	375	A	A
70	B2-1		100	4	40	21	22	A	348	A	A
71	B3-1		100	5	60	21	20	A	342	A	A
71A	B3-2		100	5	-	21	16	A	360	A	A
72	A2-1		100	3	35	18	17	A	379	A	A
72A	A2-2	6	100	3	-	-	14	A	392	A	A
74	B1-1		100	4	35	18	15	A	377	A	B
75	A2-1	7	100	4	-	16	21	A	358	A	A
77	B1-1		100	4	-	17	23	A	345	A	A
78	A2-1		100	3	35	18	28	B	333	A	B
78A	A2-2	8	99,9	4	-	-	30	B	321	B	B
80	B1-1		100	4	40	18	27	B	327	A	B

[Tabla 15]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
61	A2-1	5	580	546	17	601	550	11	A	A	A	B
62	A2-2		579	540	18	596	548	12	A	A	-	-
63	A2-3		592	561	16	606	566	10	A	A	-	-
64	A2-4		580	540	17	595	518	11	A	A	A	B
65	A2-5		618	576	12	654	593	9	A	A	-	-
67	B1-1		580	542	18	603	555	11	A	A	A	B
68	B1-2		590	547	17	613	565	9	A	A	-	-
69	B1-3		576	538	18	599	553	12	A	A	-	-
70	B2-1		590	552	16	614	563	10	A	A	A	B
71	B3-1		572	531	19	593	538	12	A	A	A	B
71A	B3-2	570	530	19	588	540	12	A	A	-	-	
72	A2-1	6	610	568	16	626	574	11	A	A	A	A
72A	A2-2		606	563	16	622	576	11	A	A	A	A
74	B1-1		595	552	19	611	558	13	A	A	A	A
75	A2-1		604	564	15	622	569	12	A	A	A	A
77	B1-1	7	592	553	18	615	566	13	A	A	A	A
78	A2-1		618	576	15	640	580	10	A	B	A	A
78A	A2-2	8	614	572	15	635	576	9	A	B	-	-
80	B1-1		599	556	16	623	563	10	A	B	A	A

[Tabla 16]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión	
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)
101	C1	11	100	5	-	17	30	B	319	B	B
102	C1	12	100	4	-	19	26	B	340	B	B
103	C1	13	100	4	-	18	27	B	339	A	B
104	C1	14	100	4	30	18	20	A	364	B	B
105	C1	15	100	5	-	17	28	B	321	B	B
106	C1	16	100	3	25	20	21	A	355	A	B
106A	C1A	16	100	3	30	19	17	A	372	A	B
107	C1	17	100	4	-	15	22	A	353	A	B
108	C1	18	100	4	-	20	22	A	342	A	A
109	C1	19	100	4	-	17	23	A	345	A	A
110	C1	20	100	4	-	22	29	B	309	A	B
111	C1	21	100	4	-	14	19	A	362	A	A
112	C1	22	100	3	-	18	15	A	379	A	A
113	C1	23	100	5	-	19	24	A	328	A	A
114	C1	24	100	5	-	22	28	B	308	A	A
115	C1	25	100	4	-	14	23	A	349	A	A
116	C1	26	100	5	-	18	22	A	341	A	A
117	C1	27	100	4	-	18	17	A	366	A	A
117A	C1A	27	100	4	-	17	13	A	385	A	A

[Tabla 17]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
101	C1	11	602	563	16	636	578	10	A	B	A	A
102	C1	12	612	569	16	643	580	10	A	B	B	B
103	C1	13	623	577	15	643	583	10	A	B	A	B
104	C1	14	607	565	16	631	574	11	A	A	A	A
105	C1	15	598	550	17	621	563	12	A	A	A	A
106	C1	16	604	558	16	624	565	10	A	A	B	B
106A	C1A	16	600	555	17	622	565	11	A	A	A	B
107	C1	17	605	560	17	629	571	11	A	A	A	A
108	C1	18	588	543	17	610	554	12	A	A	A	B
109	C1	19	600	557	17	623	564	11	A	A	A	A
110	C1	20	582	550	18	592	537	12	A	A	B	B
111	C1	21	600	554	17	618	563	11	A	A	A	A
112	C1	22	600	552	16	620	564	11	A	B	A	A
113	C1	23	583	534	18	600	545	12	A	A	A	A
114	C1	24	568	526	18	586	544	12	A	A	B	B
115	C1	25	605	563	16	626	571	10	A	A	A	A
116	C1	26	580	541	17	604	551	12	A	A	A	B
117	C1	27	589	540	18	621	563	12	A	A	A	A
117A	C1A	27	590	542	19	624	565	12	A	A	A	A

[Tabla 18]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión	
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)
118	C1	28	100	3	20	19	19	369	A	B	
119	C1	29	100	2,5	10	18	21	366	A	B	
120	C1	30	100	3	15	18	19	369	A	A	
121	C1	31	100	3	-	17	25	340	A	B	
122	C1	32	100	4	-	16	24	341	A	B	
123	C1	33	100	3	-	16	17	388	B	B	
124	C1	34	100	4	-	18	19	363	A	B	
125	C1	35	100	3	-	17	25	341	A	B	
126	C1	36	100	3	-	19	19	369	A	B	
127	C1	37	100	4	-	16	24	340	A	B	
128	C1	38	100	4	-	16	17	384	A	A	
129	C1	39	100	4	-	17	25	338	A	A	
130	C1	40	100	4	-	18	19	360	B	B	
131	C1	41	100	4	-	15	21	362	A	A	
132	C1	42	100	4	-	16	24	342	A	A	
133	C1	43	100	5	-	21	26	307	A	B	
134	C1	44	100	3	-	18	27	334	A	B	
135	C1	45	100	4	-	17	20	364	A	A	

[Tabla 19]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
118	C1	28	604	567	17	626	573	10	A	A	A	B
119	C1	29	619	568	16	640	591	10	A	B	A	A
120	C1	30	609	568	16	631	572	10	A	A	A	A
121	C1	31	603	558	16	632	575	10	A	A	A	A
122	C1	32	595	556	17	620	565	11	A	A	A	A
123	C1	33	623	583	15	645	587	10	A	B	A	A
124	C1	34	598	553	18	617	566	12	A	A	A	A
125	C1	35	608	563	16	632	574	11	A	A	A	A
126	C1	36	606	568	16	630	570	11	A	A	A	B
127	C1	37	593	553	18	621	565	12	A	A	A	A
128	C1	38	614	574	16	634	582	11	A	B	A	A
129	C1	39	602	558	17	624	570	11	A	A	A	A
130	C1	40	597	551	19	618	561	11	A	A	A	A
131	C1	41	608	569	17	632	575	11	A	A	A	A
132	C1	42	600	558	17	626	567	12	A	A	A	A
133	C1	43	553	513	17	571	524	13	A	A	B	B
134	C1	44	613	561	15	642	582	11	A	B	A	B
135	C1	45	610	565	16	630	572	11	A	A	A	A

[Tabla 20]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión	
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)
201	A2-1	101	99,6	4	-	17	42	C	267	C	C
202	A2-2		99,5	4	-	17	43	C	261	C	C
203	A2-3		99,5	4	-	17	48	C	242	C	C
204	A2-4		99,5	4	-	16	-	-	-	C	C
205	A2-5		99,1	4	-	17	42	C	286	C	C
207	B1-1		99,6	4	-	17	42	C	268	C	C
208	B1-2		99,5	4	-	17	45	C	259	C	C
209	B1-3		99,5	4	-	17	44	C	257	C	C
210	B2-1		99,5	3	-	17	43	C	269	C	C
211	B3-1		99,8	5	-	17	39	C	274	B	C
212	A2-1	102	99,7	3	50	19	41	C	273	C	B
212A	A2-2		99,3	4	-	-	44	C	259	C	C
214	B1-1		99,8	4	50	19	37	C	287	B	C

[Tabla 21]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación		Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T _{SP} (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{Sp} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)
201	A2-1	101	610	568	15	650	582	8	A	A	B
202	A2-2		616	569	15	645	577	8	A	-	-
203	A2-3		623	577	12	655	585	6	B	-	-
204	A2-4		610	566	14	638	550	7	B	B	B
205	A2-5		650	581	8	705	653	3	B	-	-
207	B1-1		621	567	14	659	589	8	A	B	B
208	B1-2		618	578	14	665	597	7	B	-	-
209	B1-3		608	566	15	643	582	8	A	-	-
210	B2-1		624	579	13	665	600	6	A	B	B
211	B3-1		601	554	16	632	569	10	A	B	B
212	A2-1	102	620	568	14	663	590	7	A	B	B
212A	A2-2		624	570	12	675	588	7	B	-	-
214	B1-1		603	557	17	648	580	8	A	B	B

[Tabla 22]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión	
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)
301	C1	103	100	5	-	21	43	C	246	C	C
301A	C1A	103	99,9	5	-	20	45	C	238	C	C
302	C1	104	100	5	-	23	49	C	214	C	C
303	C1	105	100	3	-	14	36	C	302	C	C
303A	C1A	105	99,7	3	-	14	42	C	276	C	C
304	C1	106	100	4	-	13	39	C	291	B	C
305	C1	107	99,7	4	-	14	43	C	269	B	B
306	C1	108	100	2	-	20	35	C	296	B	C
307	C1	109	99,7	4	-	18	40	C	275	B	C
307A	C1A	109	99	4	-	18	48	C	240	C	C
308	C1	110	99,7	4	-	17	45	C	247	C	C
309	C1	111	100	6	-	23	48	C	215	B	C
310	C1	112	100	4	-	20	35	C	286	C	C
311	C1	113	99,5	4	-	14	42	C	273	B	C
312	C1	114	100	4	-	18	41	C	268	B	B
313	C1	115	100	5	-	19	47	C	235	C	C
314	C1	116	99,5	3	-	16	41	C	275	C	C
315	C1	117	99,2	4	-	17	54	C	209	C	C
316	C1	118	99,4	3	-	18	50	C	231	C	C
317	C1	119	100	6	-	24	33	B	256	A	A
318	C1	120	100	1,5	2	18	28	B	357	B	B
319	C1	121	100	1,5	2	17	27	B	359	B	B
320	C1	122	100	6	-	21	49	C	214	B	C
321	C1	123	100	8	-	23	39	C	239	A	A
322	C1	124	100	6	-	23	32	B	269	A	A
323	C1	125	100	6	-	20	34	C	264	A	A
324	C1	126	100	2,5	-	19	29	B	339	A	B

[Tabla 23]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción TS _p (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{S_p} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción TS _p (N/mm ²)	Tensión de prueba Y _{S_p} (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
301	C1	103	577	536	17	596	545	11	A	A	C	B
301A	C1A	103	582	538	16	608	544	8	A	B	C	B
302	C1	104	560	515	18	588	532	11	A	A	C	C
303	C1	105	628	578	13	672	603	7	A	C	B	B
303A	C1A	105	635	582	13	680	607	6	B	C	B	B
304	C1	106	635	583	12	680	610	6	B	C	B	A
305	C1	107	631	580	12	677	601	6	B	C	B	B
306	C1	108	604	556	14	644	581	8	A	C	B	B
307	C1	109	608	560	13	656	584	7	A	C	C	C
307A	C1A	109	616	561	10	667	592	6	B	C	C	C
308	C1	110	600	551	14	642	572	8	A	C	C	B
309	C1	111	554	510	18	577	525	13	A	A	C	C
310	C1	112	589	540	17	628	559	9	A	C	B	B
311	C1	113	632	580	12	670	598	7	B	C	C	B
312	C1	114	603	560	13	647	577	7	A	C	A	B
313	C1	115	591	544	15	630	566	7	A	C	B	B
314	C1	116	620	573	13	662	592	6	A	C	C	B
315	C1	117	608	559	14	651	578	7	A	C	C	B
316	C1	118	614	568	13	660	585	6	A	C	C	C
317	C1	119	515	473	19	540	483	14	A	A	C	C
318	C1	120	651	601	13	718	640	5	B	C	A	A
319	C1	121	643	597	14	706	632	6	A	C	A	A
320	C1	122	550	516	18	584	532	12	A	A	C	B
321	C2	123	525	483	18	547	496	13	A	A	B	C
322	C3	124	534	488	16	555	501	12	A	A	B	C
323	C4	125	537	495	17	560	504	13	A	A	B	B
324	C5	126	638	582	12	679	610	8	A	C	A	B

[Tabla 24]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura			Conductividad (% de IACS)	Características de relajación de tensión			Agrietamiento por corrosión bajo tensión	
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Tamaño de partícula promedio del precipitado (nm)		150°C x 1.000 horas (%)	120°C x 1.000 horas (%)	Tensión eficaz (N/mm^2)	Flexión W (evaluación)	Relajación de tensión (evaluación)
401	C2	201	100	7	-	28	85	C	58	C	C
402	C2	202	100	6	-	29	80	C	77	B	C
403	C2	203	100	7	-	31	76	C	91	A	B
404	C2	204	100	9	-	34	72	C	100	A	A
405	-	205	100	12	-	12	59	C	189	A	A

[Tabla 25]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Dirección paralela a la dirección de laminación			Dirección ortogonal a la dirección de laminación			Maleabilidad de flexión		Fijación de color	
			Resistencia a la tracción T_{Sp} (N/mm^2)	Tensión de prueba YS_p (N/mm^2)	Alargamiento (%)	Resistencia a la tracción T_{Sp} (N/mm^2)	Tensión de prueba YS_p (N/mm^2)	Alargamiento (%)	Manera correcta (evaluación)	Manera incorrecta (evaluación)	Prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Prueba a alta temperatura (evaluación)
401	C2	201	520	478	15	555	490	10	A	B	C	C
402	C2	202	518	480	15	547	487	11	A	B	C	C
403	C2	203	500	472	15	517	473	11	A	A	C	C
404	C2	204	472	445	13	490	450	10	A	A	C	C
405	-	205	635	564	24	665	591	16	A	B	C	C

[Tabla 26]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Observación de la estructura (tablero)		Observación de la estructura (tubo soldado con unión)			Conductividad (% de IACS)	Resistencia mecánica del tubo soldado con unión, maleabilidad					Agrietamiento por corrosión bajo tensión (evaluación)
			Razón de fase α (%)	Tamaño de grano promedio (μm)	Fase α (%)	Fase β (%)	Fase γ (%)		Resistencia a la tracción TS (N/mm^2)	Tensión de prueba YS (N/mm^2)	Alargamiento (%)	Prueba de aplanamiento (evaluación)	Expansión del tubo (evaluación)	
10	A3-1	1	100	15	100	0	0	17	488	392	42	A	A	A
25	A3-1	2	100	12	100	0	0	15	531	445	36	A	A	A
40	A3-1	3	100	10	100	0	0	16	540	458	37	A	A	A
55	A3-1	4	100	18	100	0	0	19	470	372	41	A	A	A
66	A3-1	5	100	15	100	0	0	21	475	366	41	A	A	A
73	A3-1	6	100	12	100	0	0	18	512	423	40	A	A	-
76	A3-1	7	100	10	100	0	0	16	526	440	38	A	A	A
79	A3-1	8	100	12	99,8	0,1	0,1	18	520	433	29	A	A	B
206	A3-1	101	99,6	10	98,9	0,7	0,4	17	540	455	30	C	C	C
213	A3-1	102	99,6	-	99,3	0,6	0,1	19	525	441	32	C	C	C

[Tabla 27]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Prueba antimicrobiana		
			Después de la laminación de acabado (evaluación)	Después de la prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Después de la prueba a alta temperatura (evaluación)
5	A2-1	1	A	A	A
20	A2-1	2	A	A	A
35	A2-1	3	A	A	A
50	A2-1	4	A	A	A
61	A2-1	5	A	A	A
72	A2-1	6	A	A	A
75	A2-1	7	A	A	A
78	A2-1	8	A	A	A
201	A2-1	101	B	B	-
212	A2-1	102	B	-	A
401	C2	201	A	B	B

[Tabla 28]

N.º de prueba	Proceso de producción	N.º de aleación	Prueba antimicrobiana		
			Después de la laminación de acabado (evaluación)	Después de la prueba a alta temperatura y alta humedad (evaluación)	Después de la prueba a alta temperatura (evaluación)
10	A3-1	1	A	A	A
25	A3-1	2	A	A	A
40	A3-1	3	A	A	A
55	A3-1	4	A	A	A
73	A3-1	6	A	A	A
76	A3-1	7	A	A	A
206	A3-1	101	B	-	B
402	C2	202	A	B	B

A partir de los resultados de evaluación anteriores, con respecto a las composiciones, la expresión relacional de la composición y las características, se confirmó lo siguiente.

5 Debido al hecho de que se cumplieron todas las condiciones de contener del 17% en masa al 34% en masa de Zn, del 0,02% en masa al 2,0% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 5% en masa de Ni, y un resto que consistía en Cu e impurezas inevitables, cumplir las relaciones de $12 \leq f1 \leq 30$, $10 \leq f2 \leq 28$, $10 \leq f3 \leq 33$, $1,2 \leq f4 \leq 4$ y $1,4 \leq f5 \leq 90$, y tener una estructura metalográfica en la cual una razón de una fase α en la fase constituyente de la estructura metalográfica es del 99,5% o más por razón en área, y similares, se obtuvo una aleación de Cu-Zn que contenía una alta concentración de Zn y que tenía excelente fijación de color, alta resistencia, buena maleabilidad de flexión, fijación de color satisfactoria, características de relajación de tensión y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión a alta temperatura y alta humedad o a alta temperatura (véanse los n.^{os} de prueba 5, 20, 109, 113 y similares).

15 Adicionalmente, cuando la aleación contiene Sb, As, P y Al, se mejoró adicionalmente la fijación de color y la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión (véanse los n.^{os} de prueba 50, 72, 75, 122, 128 a 131 y similares).

20 Debido al hecho de que se cumplieron las condiciones de contener del 18% en masa al 33% en masa de Zn, del 0,2% en masa al 1,5% en masa de Sn, del 1,5% en masa al 4% en masa de Ni, y un resto que consistía en Cu e impurezas inevitables, cumplir las relaciones de $15 \leq f1 \leq 30$, $12 \leq f2 \leq 28$, $10 \leq f3 \leq 30$, $1,4 \leq f4 \leq 3,6$ y $1,6 \leq f5 \leq 12$, y tener una estructura metalográfica compuesta por una fase individual α , se obtuvieron excelente fijación de color, alta resistencia, buena maleabilidad de flexión, y excelentes características de relajación de tensión. Por lo tanto, se obtuvo una aleación de Cu-Zn que contenía una alta concentración de Zn y que tenía una alta tensión eficaz en un entorno de uso a alta temperatura, y una resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión satisfactoria en un estado en el cual se cargó una tensión cercana al límite elástico del material y en un estado en el cual estaba presente una alta tensión residual (véanse los n.^{os} de prueba 5, 20, 107 y similares).

25 Adicionalmente, debido al hecho de que se cumplieron las condiciones de contener del 0,003% en masa al 0,08% en masa de P y cumplir una relación de $25 \leq [Ni]/[P] \leq 750$, las características de relajación de tensión se mejoraron adicionalmente, también se mejoraron la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y la fijación de color (véanse los n.^{os} de prueba 35, 50, 72 y similares).

30 Cuando la cantidad de Zn fue de más del 34% en masa, se deterioró la maleabilidad de flexión y se deterioraron las características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y fijación de color. Cuando la cantidad de Zn fue menor del 17% en masa, se redujo la resistencia y se deterioró la fijación de color también se deterioró (véanse los n.^{os} de prueba 303, 303A, 304, 317 y similares).

35 Cuando la cantidad de Ni fue menor del 1,5% en masa, se deterioraron las características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y la fijación de color. Cuando la cantidad de Ni fue de más del 1,5% en masa, se mejoraron las características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y la fijación de color (véanse los n.^{os} de prueba 301, 301A, 302, 320, 102, 110 y similares).

40 Cuando la cantidad de Sn fue menor del 0,02% en masa, se redujo la resistencia y se deterioraron las características de relajación de tensión. Cuando la cantidad de Sn fue del 0,2% en masa o más, se aumentó la resistencia y se mejoraron la fijación de color y las características de relajación de tensión. Cuando la cantidad de Sn fue de más del 0,2% en masa, se deterioraron la maleabilidad en caliente y la maleabilidad de flexión, y se deterioraron las características de relajación de tensión y la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. Cuando la cantidad de Sn fue del 1,5% en masa o menos, se deterioraron la maleabilidad en caliente y la maleabilidad de flexión, y se mejoraron las características de relajación de tensión y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. En el n.^o de prueba 305, puesto que se produjo agrietamiento de borde en el momento de la laminación en caliente, la porción agrietada se retiró y después se llevó a cabo el proceso posterior (véanse los n.^{os} de prueba 110, 101, 104, 130, 305, 309, 321, 322 y similares).

45 En la expresión relacional de la composición $f1=[Zn]+5x[Sn]-2x[Ni]$, cuando el valor fue mayor de 30, aparecieron fases β y γ diferentes de una fase α y la maleabilidad de flexión, las características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, fijación de color y propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas) se deterioraron. Además, se descubrió que el valor de la expresión relacional de la composición $f1=[Zn]+5x[Sn]-2x[Ni]$ era un valor limitante para determinar si la maleabilidad de flexión, las características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión y la fijación de color son buenas o no (véanse los n.^{os} de prueba 50, 56, 80, 101 a 105, 307, 307A, 308, 314 a 316 y similares).

50 En el material de lámina, cuando la razón de la fase α fue menor del 99,5% o menor del 99,8%, la maleabilidad de flexión, las características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, fijación de color y propiedades antimicrobianas se deterioraron. Sin embargo, cuando la razón de la fase α fue del 100%, estas características se mejoraron y el equilibrio entre la resistencia a la tracción, tensión de prueba y alargamiento fue

65

- 5 bueno. Además, cuando la razón de la fase α fue del 100%, en muestras recogidas a partir de direcciones paralela y perpendicular a la dirección de laminación, la razón de la resistencia a la tracción en las direcciones de recogida, la razón de la tensión de prueba, y la razón ente la resistencia a la tracción y la tensión de prueba en la misma dirección de recogida estuvo cercana a uno 1 (véanse los n.^{os} de prueba 50, 56, 80, 101 a 105, 307, 307A, 308, 311, 314 a 316, y similares).
- 10 En el tubo soldado con unión, cuando la razón de la fase α en la fase constituyente de la estructura metalográfica del material de lámina original fue menor del 99,8%, la razón de la fase α en la estructura metalográfica del tubo soldado con unión fue menor del 99,5%, y en una prueba de aplanamiento y una prueba de expansión de tubo para el tubo soldado con unión, se produjo agrietamiento. Además, la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión también se deterioró. Cuando la razón de una fase α fue del 100%, la maleabilidad y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión se mejoraron y la resistencia a la tracción, tensión de prueba y alargamiento tuvieron cada uno valores altos (véanse los n.^{os} de prueba 10, 25, 40, 55, 66, 73, 76, 206, 213 y similares).
- 15 En el tubo soldado con unión, aun cuando la razón de la fase α en la fase constituyente de la estructura metalográfica del material de lámina original fue del 100%, la razón de la fase α en la estructura metalográfica del tubo soldado con unión no fue del 100% en algunos casos. Cuando la razón de la fase α en la estructura metalográfica del tubo soldado con unión fue del 99,5% o más, y $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,7$, y se proporciona una estructura metalográfica en la cual una fase γ que tiene una razón en área del 0% al 0,3% y una fase β que tiene una razón en área del 0% al 0,5% están dispersadas en la fase de matriz α , en una prueba de aplanamiento y una prueba de expansión de tubo para el tubo soldado con unión, no se produjo agrietamiento. Además, en el tubo soldado con unión, la expresión relacional de la composición $f1 = [Zn] + 5x[Sn] - 2x[Ni]$ fue importante y la expresión relacional de la composición $f1 = 30$ tuvo un umbral (véanse los n.^{os} de prueba 73, 79, 206, 213 o similares).
- 20 Cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f2 = [Zn] - 0,5x[Sn] - 3x[Ni]$ fue mayor de 28, se deterioró la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión. La expresión relacional de la composición $f2 = 28$ fue un valor limitante para determinar si el material podía soportar el agrietamiento por corrosión bajo tensión en un entorno riguroso, y conforme el valor numérico disminuyó, la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión se mejoró (véanse los n.^{os} de prueba 56, 80, 101, 102, 104, 105, 310, 313 y similares). En las aleaciones de Cu-Zn mostradas en los ejemplos comparativos (no. de prueba 401 a 404), el agrietamiento por corrosión bajo tensión fue dependiente de la cantidad de Zn. La cantidad de Zn de aproximadamente el 25% en masa fue un contenido limitante para determinar si el material podía soportar el agrietamiento por corrosión bajo tensión en un entorno riguroso. Como resultado, la cantidad de Zn fue casi igual al valor de la expresión relacional de la composición $f2$ de 28.
- 25 Cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f3$ fue menor de 10, se deterioraron las características de relajación de tensión. La expresión relacional de la composición $f3 = 10$ fue un valor limitante para determinar si la características de relajación de tensión fueron buenas o no. El valor de la expresión relacional de la composición $f3$ estuvo en un intervalo de desde 10 hasta 20, conforme aumentó el valor. Las características de relajación de tensión se mejoraron adicionalmente y la tensión eficaz a alta temperatura fue de más de 300 N/mm² (véanse los n.^{os} de prueba 56, 80, 101 a 104, 106, 106A, 108, 307, 307A, 315 y similares).
- 30 Aunque se mejoró la fijación de color debido a la incorporación del efecto de Ni y Sn, el valor de la expresión relacional de la composición $f4 = 0,7x[Ni] + [Sn]$ fue menor de 1,2, y la fijación de color y las características de relajación de tensión se deterioraron. Cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f4$ fue de 1,2 o mayor o 1,4 o mayor, se mejoraron adicionalmente la fijación de color y las características de relajación de tensión (véanse los n.^{os} de prueba 56, 110, 302, 309, 310 y similares).
- 35 Cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f5 = [Ni]/[Sn]$ fue menor de 1,4, se deterioraron las características de relajación de tensión y la maleabilidad de flexión también se deterioró. Cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f5$ fue de 1,6 o mayor, se mejoraron las características de relajación de tensión y cuando el valor fue de 1,8 o mayor, se mejoraron adicionalmente las características de relajación de tensión. Se pensó que la expresión relacional de la composición $f5 = 1,6$ tenía un umbral para determinar si las características de relajación de tensión eran buenas o no (véanse los n.^{os} de prueba 312, 103, 67 y similares).
- 40 Además, cuando el valor de la $f5 = [Ni]/[Sn]$ fue mayor de 90, las características de relajación de tensión y la fijación de color se deterioraron y también se redujo la resistencia. Cuando el valor de la $f5 = [Ni]/[Sn]$ fue menor de 12, se mejoraron las características de relajación de tensión y la fijación de color y aumentó la resistencia (véanse los n.^{os} de prueba 110, 133, 321, 322 y similares).
- 45 En el caso de la incorporación de P, cuando el valor de la expresión relacional de la composición $f6 = [Ni]/[P]$ cumplió $25 \leq f6 \leq 750$, o $30 \leq f6 \leq 500$, las características de relajación de tensión se mejoraron adicionalmente, la maleabilidad de flexión no se deterioró, y la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión se mejoró (véanse los n.^{os} de prueba 56, 112, 108, 109, 128, 123, 134, 135, 306 y similares).
- 50 Además, se formaron los precipitados compuestos principalmente por Ni y P, es decir, compuestos, y el tamaño de

partícula promedio de los precipitados fue de 10 nm a 70 nm. Se formaron granos ligeramente finos (véanse los n.^{os} de prueba 46 a 60, 118 y similares).

5 Cuando se incorporó el 0,0005% en masa o más y el 0,2% en masa o menos en total de al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si, Pb y elementos de tierras raras, cada uno contenido en una cantidad del 0,0005% en masa o más y el 0,05% en masa o menos, se obtuvieron granos finos y aumentó ligeramente la resistencia (véanse los n.^{os} de prueba 118 a 127, 132 y similares). Particularmente, aun cuando los contenidos de Fe y Co fueron del 0,001% en masa, se obtuvieron precipitados finos, se redujo el tamaño de grano promedio, y se mejoró la resistencia a la tracción y tensión de prueba.

10 Cuando se incorporó una cantidad de Fe o Co de más del 0,05% en masa, el tamaño de partícula de los precipitados fue más pequeño que 3 nm y el tamaño de grano promedio fue más pequeño que 2 μm . De esta manera, aumentó la resistencia, se deterioró la maleabilidad de flexión, y se deterioraron ligeramente las características de relajación de tensión (véanse los n.^{os} de prueba 318, 319 y similares).

15 Como se muestra en las tablas 27 y 28, con respecto a las propiedades antimicrobianas de las aleaciones de la invención, cuando cada elemento aditivo estuvo dentro del intervalo de composición de la memoria descriptiva y se cumplieron cada una de las expresiones relacionales, se mostró un rendimiento antimicrobiano excelente. Además, las piezas de prueba después de la prueba a alta temperatura y alta humedad a 60°C y una humedad del 95% y las piezas de prueba después de la prueba a alta temperatura a 120° mantuvieron un rendimiento antimicrobiano excelente. Cuando se usaron las aleaciones para porciones de un pomo de puerta o similar, que se toca con las manos, y recipientes o similares, se lograron excelentes propiedades antimicrobianas (propiedades bactericidas).

20 Además, a partir de los resultados de evaluación anteriores, con respecto a los procesos y características de producción, se confirmó lo siguiente.

25 En instalaciones de producción reales, aun cuando el número de veces de recocido incluyendo el recocido final fueron de 2 ó 3 (procesos A1-2, A2-2 y similares) o el método de recocido fue un método de recocido continuo o un método de tipo discontinuo (procesos A2-1, A2-2 y similares), y el tratamiento térmico de recuperación fue un método de tipo discontinuo llevado a cabo en el laboratorio o un método de recocido continuo (procesos A1-1, A1-2 y similares), se obtuvieron resistencia, maleabilidad de flexión, fijación de color, características de relajación de tensión y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, que se desean en la memoria descriptiva.

30 Las características obtenidas a partir de las instalaciones de producción reales fueron casi las mismas que las características del proceso B para formar piezas pequeñas preparadas en un laboratorio (procesos A2-1, B1-1 y similares).

35 En la prueba de laboratorio de piezas pequeñas, cuando el recocido final o un tratamiento térmico de recuperación fue un método de recocido continuo o un método de tipo discontinuo (procesos B1-1 y B1-3), se obtuvieron resistencia, maleabilidad de flexión, fijación de color, características de relajación de tensión y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, que se desean en la memoria descriptiva.

40 En las piezas de muestra pequeñas del proceso B, las características de las aleaciones de la invención preparadas llevando a cabo el recocido una vez, llevando a cabo solo el recocido final sin recocido, o llevando a cabo repetidamente el recocido y laminación en frío sin un proceso de laminación en caliente fueron casi las mismas (procesos B1-1, B2-1 y B3-1).

45 Además, cuando se llevó a cabo el tratamiento térmico de recuperación, se mejoraron las características de relajación de tensión y aumentó la razón de tensión de prueba/resistencia a la tracción y el valor fue próximo a 1,0 (procesos A2-2, A2-4 y similares).

50 Los procesos C1 y C1A se llevaron a cabo llevando a cabo la fusión y colada en un laboratorio usando instalaciones del laboratorio, y el tratamiento térmico final fue un método de tipo discontinuo y un método de tratamiento térmico continuo. En las aleaciones de la invención preparadas en ambos procesos, para características de relajación de tensión, fue más eficaz un método de recocido continuo pero para las otras características fueron casi iguales.

55 En las condiciones de un tratamiento térmico, (300°C-0,07 minutos) y (250°C-0,15 minutos) en la suposición del enchapado de Sn fundido o similares, en comparación con las condiciones para otros tratamientos térmicos de recuperación incluyendo un tratamiento térmico de recuperación en un aparato real, la resistencia fue ligeramente alta, y el valor de alargamiento fue bajo, y los valores de las características de relajación de tensión y la tensión eficaz a 150°C se deterioraron. Pudieron lograrse las características objetivo. Este tratamiento térmico se puede reemplazar por el tratamiento térmico de recuperación llevando a cabo un enchapado de Sn fundido o similar, o el tratamiento térmico de recuperación se puede omitir.

60 El valor de la expresión condicional de tratamiento térmico It1 fue alto, la tasa de trabajo final fue del 25% en los procesos A2-5 y 2-6, y la resistencia fue ligeramente alta. Sin embargo, la maleabilidad de flexión y la resistencia al

agrietamiento por corrosión bajo tensión se mantuvieron y fueron satisfactorias.

Con respecto a las características de relajación de tensión, el caso en el cual se llevó a cabo un recocido final por un método de recocido continuo durante poco tiempo a alta temperatura fue mejor comparado con el caso en el cual se llevó a cabo un método de recocido de tipo discontinuo. Particularmente, en el caso de incorporación de P, cuando el recocido se llevó a cabo por un método de recocido durante poco tiempo a alta temperatura, se obtuvieron buenas características de relajación de tensión. Además, cuando el índice It_1 fue ligeramente alto, se obtuvieron características de relajación de tensión satisfactorias (procesos A1-4, A2-2, A2-5 y A2-7). Se pensó que las características de relajación de tensión se veían afectadas por el equilibrio entre Ni y P en el estado de disolución sólida y los precipitados de Ni y P.

En el proceso A2-7 en el cual el valor de It_1 estuvo cercano al límite superior, independientemente de una reducción de laminación alta, en comparación con el proceso A2-2, la resistencia fue la misma o se redujo, y se saturaron las características de relajación de tensión. La maleabilidad de flexión se deterioró ligeramente. En el proceso A2-8 en el cual el valor de It_1 fue mayor que el límite superior, el tamaño de grano promedio fue grande e independiente de una alta reducción de la laminación, la resistencia fue baja y se generó la orientación de la resistencia del material. De esta manera, la maleabilidad de flexión, características de relajación de tensión y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión se deterioraron. En el proceso A2-9, cuando la temperatura se aumentó excesivamente por el recocido de tipo discontinuo, los granos se agrandaron y se formaron granos mixtos notables. Por lo tanto, se deterioró la maleabilidad de flexión, la orientación de la resistencia del material, es decir, los valores de YS_P/TS_P e YS_P/YS_O fueron más pequeños que 0,9, y las características de relajación de tensión y la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión se deterioraron. En el proceso A2-10, puesto que el valor de It_1 fue más pequeño que un valor predeterminado, se formó una estructura metalográfica que incluía porciones no cristalizadas. De esta manera, aunque la resistencia fue alta, se deterioraron la maleabilidad de flexión, características de relajación de tensión y resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión.

Casi no hubo diferencia en el tratamiento térmico de recuperación en condiciones de tipo discontinuo (300°C, tiempo de mantenimiento: 30 minutos) y las condiciones durante poco tiempo a alta temperatura continuas (450°C-0,05 minutos) (procesos A2-1, A2-2, A1-1, A1-2 y similares).

Como se describió anteriormente, cuando un elemento tal como Ni o Sn están contenidos de manera adecuada o de la manera más adecuada en la aleación de cobre que contiene una alta concentración de Zn, la aleación se puede formar para dar un material de lámina y un tubo soldado con unión que tiene excelente fijación de color, alta resistencia, buena maleabilidad de flexión, fijación de color satisfactoria, características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión a alta temperatura y alta humedad o a alta temperatura, y alto rendimiento antimicrobiano. Por consiguiente, pueden obtenerse una excelente rentabilidad, una reducción en el espesor y un cuerpo compacto, que se requieren en la actualidad, y puede obtenerse un entorno riguroso que incluye un producto final que soporta una alta temperatura y una alta humedad, además, un producto final multifuncional con alto rendimiento y alta funcionalidad. Particularmente, cuando se lleva a cabo enchapado para resolver el cambio de color o los problemas de corrosión de tensión, el enchapado se puede omitir y se pueden mostrar continuamente alta conductividad o rendimiento antimicrobiano y bactericida de una aleación de cobre. Específicamente, puesto que la resistencia es alta, las características de relajación de tensión son excelentes, y la aleación puede soportar un entorno de uso riguroso, la aleación es adecuada para conectores, terminales, relés, interruptores, muelles, enchufes y similares usados en componentes de aparatos electrónicos y eléctricos y componentes automotrices. Además, puesto que la resistencia es alta, la aleación puede soportar un entorno de uso riguroso, el rendimiento antimicrobiano es alto, y las propiedades antimicrobianas altas se pueden mantener, la aleación es un material adecuado para accesorios metálicos de construcción y elementos tales como pasamanos, asas de puerta, materiales de pared interior o similares, aparatos médicos y recipientes, instalaciones, aparatos y recipientes de drenaje y suministro de agua, elementos de decoración, y similares.

Además, cuando la conductividad es del 14% de IACS o más y el 25% de IACS o menos y la estructura metalográfica se compone de una fase α , se obtiene una excelente resistencia adicional y equilibrio entre la resistencia y maleabilidad de flexión y se aumentan las características de relajación de tensión, particularmente, la tensión eficaz a 150°C. De esta manera, la aleación es un material más adecuado para conectores, terminales, relés, interruptores, muelles, enchufes y similares usados en componentes de aparatos electrónicos y eléctricos y componentes automotrices usados en un entorno riguroso.

Aplicabilidad industrial

Según las aleaciones de cobre de la presente invención, se puede proporcionar una excelente rentabilidad, una pequeña densidad, y una conductividad mayor que la conductividad del bronce fosforado o alpaca, y se pueden mejorar la alta resistencia, equilibrio entre resistencia y alargamiento y maleabilidad de flexión, características de relajación de tensión, resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, fijación de color, y propiedades antimicrobianas.

REIVINDICACIONES

1. Aleación de cobre, que comprende:
- 5 del 17% en masa al 34% en masa de Zn;
del 0,02% en masa al 2,0% en masa de Sn;
del 1,5% en masa al 5% en masa de Ni;
- 10 opcionalmente al menos uno o más seleccionados del 0,003% en masa al 0,09% en masa de P, del 0,005% en masa al 0,5% en masa de Al, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de Sb, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de As, y del 0,0005% en masa al 0,03% en masa de Pb;
- 15 opcionalmente el 0,0005% en masa o más y el 0,2% en masa o menos en total de al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de metal de tierras raras, cada uno contenido en una cantidad del 0,0005% en masa o más y el 0,05% en masa o menos; y
- 20 un equilibrio que consiste en Cu e impurezas inevitables,
en la que un contenido de Zn [Zn] (% en masa), un contenido de Sn [Sn] (% en masa), y un contenido de Ni [Ni] (% en masa) cumplen las relaciones de
- 25 $12 \leq f_1 = [Zn] + 5x[Sn] - 2x[Ni] \leq 30$,
 $10 \leq f_2 = [Zn] - 0,3x[Sn] - 2x[Ni] \leq 28$, y
 $10 \leq f_3 = \{f_1 x (32 - f_1) x [Ni]\}^{1/2} \leq 33$,
- 30 el contenido de Sn [Sn] (% en masa) y el contenido de Ni [Ni] (% en masa) cumplen las relaciones de
- $1,2 \leq 0,7x[Ni] + [Sn] \leq 4$, y
 $1,4 \leq [Ni]/[Sn] \leq 90$,
- 35 la conductividad es del 13% de IACS o más y el 25% de IACS o menos, y
- 40 en la estructura metalográfica, una razón de una fase α es del 99,5% o más por razón en área o la razón en área de un % de fase γ (γ) y la razón en área de un % de fase β (β) de una matriz de fase α cumple una relación de $0 \leq 2x(\gamma) + (\beta) \leq 0,7$, y la fase γ que tiene una razón en área del 0% al 0,3% y la fase β que tiene una razón en área del 0% al 0,5% están dispersadas en la matriz de la fase α .
2. Aleación de cobre según la reivindicación 1, que comprende:
- 45 del 18% en masa al 33% en masa de Zn;
del 0,2% en masa al 1,5% en masa de Sn;
del 1,5% en masa al 4% en masa de Ni; y
- 50 un resto que consiste en Cu e impurezas inevitables,
en la que un contenido de Zn [Zn] (% en masa), un contenido de Sn [Sn] (% en masa), y un contenido de Ni [Ni] (% en masa) cumplen las relaciones de
- 55 $15 \leq f_1 = [Zn] + 5x[Sn] - 2x[Ni] \leq 30$,
 $12 \leq f_2 = [Zn] - 0,3x[Sn] - 2x[Ni] \leq 28$, y
 $10 \leq f_3 = \{f_1 x (32 - f_1) x [Ni]\}^{1/2} \leq 30$,
- 60 el contenido de Sn [Sn] (% en masa) y el contenido de Ni [Ni] (% en masa) cumplen las relaciones de
- $1,4 \leq 0,7x[Ni] + [Sn] \leq 3,6$, y
65 $1,6 \leq [Ni]/[Sn] \leq 12$,

la conductividad es del 14% de IACS o más y el 25% de IACS o menos, y

la estructura metalográfica se compone de una fase individual α .

- 5
3. Aleación de cobre según la reivindicación 1, que contiene
- 10 al menos uno o más seleccionado del 0,003% en masa al 0,09% en masa de P, del 0,005% en masa al 0,5% en masa de Al, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de Sb, del 0,01% en masa al 0,09% en masa de As, y del 0,0005% en masa al 0,03% en masa de Pb.
4. Aleación de cobre según la reivindicación 2, que contiene
- 15 del 0,003% en masa al 0,08% en masa de P,
- en la que el contenido de Ni [Ni] (% en masa) y el contenido de P [P] (% en masa) cumplen la relación de
- 20 $25 \leq [Ni]/[P] \leq 750$.
5. Aleación de cobre según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 3 y 4, que contiene el 0,0005% en masa o más y el 0,2% en masa o menos en total de al menos uno o más seleccionado de Fe, Co, Mg, Mn, Ti, Zr, Cr, Si y elementos de metal de tierras raras, cada uno contenido en una cantidad del 0,0005% en masa o más y el 0,05% en masa o menos.
- 25 6. Aleación de cobre según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,
- en la que la aleación de cobre es aplicable a aparatos médicos, pasamanos, asas de puerta e instalaciones, aparatos y recipientes sanitarios de drenaje y suministro de agua.
- 30 7. Uso de una aleación de cobre según una cualquiera de las reivindicaciones la 1 a 6, para componentes electrónicos o eléctricos y componentes automotrices de conectores, terminales, relés o interruptores.
8. Método para la producción de una lámina de aleación de cobre, que comprende:
- 35 la aleación de cobre según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,
- en el que la lámina de aleación de cobre se produce mediante un proceso de producción que incluye secuencialmente un proceso de laminación en caliente, un proceso de laminación en frío, un proceso de tratamiento térmico de recristalización y un proceso de laminación en frío de acabado,
- 40 una tasa de trabajo en frío en el proceso de laminación en frío es del 40% o más,
- el proceso de tratamiento térmico de recristalización incluye una etapa de calentamiento para calentar el material de aleación de cobre laminado en frío hasta una temperatura predeterminada usando un horno de
- 45 tratamiento térmico continuo, y una etapa de manteamiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento, y
- 50 en el proceso de tratamiento térmico de recristalización, cuando una temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre en el proceso de tratamiento térmico de recristalización se indica por T_{max} ($^{\circ}C$), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de una temperatura $50^{\circ}C$ menor que la temperatura máxima T_{max} a la temperatura máxima T_{max} se indica por t_m (min),
- 55 $540 \leq T_{max} \leq 790$,
- $0,04 \leq t_m \leq 1,0$, y
- $500 \leq t_1 = (T_{max} - 30 t_m^{-1/2}) \leq 680$.
- 60 9. Método para la producción de la lámina de aleación de cobre según la reivindicación 8,
- en el que el proceso de producción incluye un proceso de tratamiento térmico de recuperación que se lleva a cabo después del proceso de laminación en frío de acabado,
- 65 el proceso de tratamiento térmico de recuperación incluye una etapa de calentamiento para calentar el

- material de aleación de cobre laminada en frío de acabado hasta una temperatura predeterminada, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento, y cuando una temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre en el proceso de tratamiento térmico de recuperación se indica por T_{max2} (°C), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima T_{max2} a la temperatura máxima T_{max2} se indica por t_{m2} (min),
- 5
- 10 $150 \leq T_{max2} \leq 580$,
- $0,02 \leq t_{m2} \leq 100$, y
- 15 $120 \leq t_2 = (T_{max2} - 25 \times t_{m2}^{-1/2}) \leq 390$.
10. Método para producir una lámina de aleación de cobre que está compuesta por la aleación de cobre según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo el método:
- 20 un proceso de colada;
- un par de un proceso de laminación en frío y un proceso de recocido;
- 25 cualquiera o ambos de una combinación de un proceso de laminación en frío y un proceso de tratamiento térmico de recristalización y una combinación de un proceso de laminación en frío de acabado y un proceso de tratamiento térmico de recuperación,
- en el que no se incluye un proceso de laminación en caliente de una aleación de cobre o un material laminado,
- 30 una tasa de trabajo en frío en el proceso de laminación en frío es del 40% o más,
- el proceso de tratamiento térmico de recristalización incluye secuencialmente una etapa de calentamiento para calentar el material de aleación de cobre laminado en frío hasta una temperatura predeterminada usando un horno de tratamiento térmico continuo, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento,
- 35
- en el proceso de tratamiento térmico de recristalización, cuando una temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre en el proceso de tratamiento térmico de recristalización se indica por T_{max} (°C), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima T_{max} a la temperatura máxima T_{max} se indica por t_m (min),
- 40
- 45 $540 \leq T_{max} \leq 790$,
- $0,04 \leq t_m \leq 1,0$, y
- $500 \leq t_1 = (T_{max} - 30 \times t_m^{-1/2}) \leq 680$,
- 50 el proceso de tratamiento térmico de recuperación incluye una etapa de calentamiento para calentar el material de aleación de cobre laminado en frío de acabado hasta una temperatura predeterminada, una etapa de mantenimiento para mantener el material de aleación de cobre a una temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado después de la etapa de calentamiento, y una etapa de enfriamiento para enfriar el material de aleación de cobre hasta una temperatura predeterminada después de la etapa de mantenimiento, y cuando una temperatura máxima que alcanza el material de aleación de cobre en el proceso de tratamiento térmico de recuperación se indica por T_{max2} (°C), y un tiempo de calentamiento y mantenimiento en un intervalo de temperatura de una temperatura 50°C menor que la temperatura máxima T_{max2} a la temperatura máxima T_{max2} se indica por t_{m2} (min),
- 55
- 60 $150 \leq T_{max2} \leq 580$,
- $0,02 \leq t_{m2} \leq 100$, y
- $120 \leq t_2 = (T_{max2} - 25 \times t_{m2}^{-1/2}) \leq 390$.