

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

18 ES	19 A1	NUMERO 485022
Concedido el 12 de febrero de 1979 con los datos que se describen en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.		FECHA DE PRESENTACION 13 OCT. 1979

PATENTE DE INVENCION

46 PRIORIDADES:	28 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 11.110	12 de febrero de 1.979	EE.UU. de A.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C22F1/07 // B23K 11/30	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION
Procedimiento para el tratamiento térmico de una aleación a base de cobre.

51 SOLICITANTE (S)
AMPCO-PITTSBURGH CORPORATION.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
1745 South 38 th Street, Milwaukee, Wisconsin 53215, EE.UU. de A.

52 INVENTOR (ES)
Walter W. Edens. Quentin F. Ingerson.

53 TITULAR (ES)

54 REPRESENTANTE
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO.

En la industria y el comercio existe la necesidad de conseguir metales de buena dureza y buena conductividad. Estas dos propiedades son muy incongruentes puesto que la buena conductividad es una propiedad de los metales puros mientras que la buena dureza se consigue normalmente aleando el metal puro con uno o mas metales.

El cobre y la plata son los dos metales que exhiben la mayor conductividad eléctrica y térmica. La plata tiene una excelente conductividad, pero es blanda y muy cara. El cobre, aunque relativamente caro, se emplea ampliamente cuando se necesita una elevada conductividad y, de hecho, es el standard usado en la evaluación de la conductividad de otros metales. Sin embargo, el cobre es comparativamente blando en su estado puro y, para dar resistencia al cobre y aumentar su dureza, debe trabajarse en frio o bien añadirse elementos aleatorios. El trabajado en frio no reduce la conductividad, pero si la aplicación es tal que el cobre se calienta ulteriormente, pueden perderse las propiedades obtenidas por el trabajado en frio. La adición de elementos aleatorios al cobre reduce la conductividad a niveles significativamente bajos, en función del elemento y cantidad especificos empleados.

Los latones y los bronce, de los cuales existen muchos tipos, son aleaciones a base de cobre a las cuales se han añadido, solos o en combinación, elementos tales como estaño, aluminio, hierro, etc., para dar resistencia. Dichas adiciones reducen seriamente la conductividad eléctrica y térmica. Por ejemplo, cuando al cobre puro se añade simplemente una cantidad tan pequeña como 0,1% de níquel, aluminio o estaño, se reducirá la conductividad eléctrica de 100% del cobre puro al 94%, 91% y 99% respectivamente, y una adición del 1% de estos elementos

hará descender la conductividad a menos del 50%. Una cantidad tan pequeña como 0,1% de silicio o fósforo reducirá la conductividad eléctrica del cobre al 50% por lo menos, con poca o ninguna mejora significativa en la resistencia o dureza.

5 Ciertos elementos tienen un grado diverso de solubilidad sólida en cobre, la cual cambia con la temperatura. Esto hace posible las bien conocidas aleaciones endurecidas por envejecimiento o precipitación.

10 La patente USA No. 1.658.186 de Corson fue la pionera en el descubrimiento del fenómeno del endurecimiento por envejecimiento o precipitación en las aleaciones a base de cobre. El concepto básico es que se encontró que ciertos elementos podrían ponerse en solución sólida en aleaciones de cobre seleccionadas por calentamiento del metal a una temperatura elevada, seguido
15 por un rápido enfriamiento en un medio de enfriamiento. Entonces, y por calentamiento a una temperatura menor seleccionada durante varios periodos de tiempo, se encontró que podrían precipitarse de la solución sólida ciertos compuestos metálicos específicos. El efecto de este tratamiento sirvió para dos fines.
20 Primeramente, los elementos aleatorios precipitados de la solución sólida están en forma de partículas separadas, lo cual aumenta la resistencia y dureza al interferir con el modo normal de deformación física de metal bajo tensión. En segundo lugar, se aumenta la conductividad eléctrica de la aleación a
25 través de la separación eficaz de elementos aleatorios que se precipitaron de la matriz de cobre.

 Mas particularmente, la patente USA No. 1.658.186 describe aleaciones de cobre que contienen silicio y uno o más de un grupo de elementos formadores de siliciuros, específicamente
30 cromo, cobalto y níquel. Según la invención de Corson, se consigue una dureza mejorada por un tratamiento térmico con-

sistente en calentar las aleaciones a una temperatura de 750 a 975°C y enfriar ulteriormente la aleación para mantener la masa de los elementos aleatorios en solución sólida. Después de enfriar, las aleaciones de Corson son envejecidas a una temperatura de 250 a 600°C para precipitar los siliciuros metálicos resultante en un aumento de la dureza con una mejora de la conductividad eléctrica.

Como se describe en la patente de Corson, se producen varias clases de aleaciones, incluyendo (1) una aleación que tiene una conductividad eléctrica de 35% y una dureza de 150 Brinell; (2) una aleación de 55% de conductividad con una dureza mínima de 135 Brinell; y (3) una aleación con 75% de conductividad con una dureza mínima de 110 Brinell. Las aleaciones de Corson nunca han conseguido una importancia comercial significativa en donde se necesitase una alta dureza y una alta conductividad, como en el caso de electrodos de soldadura por resistencia.

En la soldadura por resistencia de metales, los materiales de punta o contacto para la soldadura en obra deben tener buena dureza y resistencia para mantener su forma y deben ser capaces de conducir suficiente corriente eléctrica para hacer la soldadura sin calentamiento indebido del material de contacto, lo cual causaría ablandamiento y deformación.

La aleación común usada para la soldadura por resistencia de acero inoxidable, es identificada por la Resistance Welding Manufacturing Association como del tipo de clase 3. La especificación para esta aleación reclama una conductividad eléctrica mínima del 45% de la conductividad del cobre puro, con una dureza mínima de 90 Rockwell B (185 Brinell). La alea-

ción que ha sido normalmente usada contiene berilio, cuyos vapores han sido identificados como tóxicos. La aleación de cobre y berilio debe fundirse solamente bajo el mas estricto control de vapores y debe recogerse completamente en la zona de trabajo el polvo fino de molturación. Estas limitaciones han reducido el número de suministradores y aumentado grandemente el coste de producción.

La invención se relaciona con una aleación de cobre-niquel-silicio-cromo que tiene un alto grado de dureza, junto con una conductividad eléctrica mejorada, por encima del 45%.

La aleación está compuesta de un peso total de 2 a 3% de níquel y/o cobalto, 0,4 a 0,8% de silicio, 0,1 a 0,5% de cromo y el resto cobre. En la aleación de la invención, el cobalto puede sustituir total o parcialmente al níquel, si bien la eliminación total del níquel puede causar cierta depreciación en las propiedades mecánicas.

Para proporcionar la dureza y resistencia elevadas deseadas, junto con una alta conductividad eléctrica, es necesario emplear relación en peso específicas entre el níquel y/o cobalto, el silicio y el cromo. El silicio se usa en una cantidad ligeramente superior a la cantidad estequiométrica necesaria para formar siliciuros del níquel y/o cobalto, separando con ello el níquel y/o cobalto de la solución como Ni_2Si y dejando un exceso de silicio.

El cromo se emplea en una cantidad ligeramente superior a la cantidad estequiométrica requerida para formar siliciuro de cromo, Cr_3Si o Cr_5Si_2 , con el exceso de silicio. A causa de la baja solubilidad del cromo en cobre, el exceso de cromo se precipitará mediante un segundo tratamiento de envejecimiento.

La dureza deseada se consigue por un tratamiento de endurecimiento por precipitación en el cual la aleación se calienta inicialmente a una temperatura de solución de 871 a 982°C y se enfría a temperatura ambiente en agua u otro medio adecuado. La aleación se recalienta luego a una temperatura de 482 a 593°C para permitir la precipitación de siliciuros y desarrollar una dureza superior a 90 Rockwell B (185 Brinell) y una conductividad eléctrica de 35 a 40%.

La aleación se somete entonces a un segundo tratamiento de envejecimiento por calentamiento a una temperatura de 399 a 482°C y a esta temperatura el exceso de cromo, sobre y por encima del necesario para formar siliciuro de cromo, se precipita para mejorar con ello la conductividad eléctrica de la aleación a valores superiores al 45%.

Según otro procedimiento, la aleación puede someterse a un enfriamiento controlado en horno desde la primera temperatura de envejecimiento a la segunda temperatura de envejecimiento, manteniendo la aleación a la segunda temperatura de envejecimiento durante un periodo de tiempo suficiente para desarrollar la conductividad eléctrica requerida.

La aleación de la invención tiene un alto grado de dureza y resistencia y también una elevada conductividad eléctrica superior al 45%. Esto se consigue por las adiciones controladas de los elementos aleatorios y por el doble tratamiento térmico de envejecimiento.

La aleación de la invención tiene la siguiente composición en % en peso:

Niquel o cobalto ó mezclas de ellos	2,0 - 3,0 %
Silicio	0,4 - 0,8 %
Cromo	0,1 - 0,5 %
Cobre	resto

Es preferible que el contenido en silicio sea igual o preferiblemente ligeramente superior a la cantidad estequiometrica requerida para formar los siliciuros de niquel y/o cobalto durante el primer tratamiento de envejecimiento y asegurar que prácticamente la totalidad del niquel y/o cobalto se separe de la solución sólida como Ni_2Si o Co_2Si , dejando silicio en exceso. Por ejemplo, el contenido en silicio debe ser ligeramente superior al contenido en niquel dividido por 4,18. Si se usa cobalto en lugar de niquel, el contenido en silicio deberá ser ligeramente superior al contenido en cobalto dividido por 4,19. Si el contenido en silicio cae por debajo de la relación estequiometrica con niquel y/o cobalto, el exceso de niquel y/o cobalto permanecerá en solución y reducirá la conductividad eléctrica de la aleación. Puesto que en la práctica es difícil usar cantidades estequiometricas precisas, es preferible usar un ligero exceso de silicio con respecto a la relación estequiometrica para asegurar la separación completa de niquel y/o cobalto como los siliciuros.

El cromo se emplea en una cantidad ligeramente superior a la cantidad estequiometrica requerida para formar siliciuro de cromo, Cr_3Si o Cr_5Si_2 , con el exceso de silicio. Como el cromo tiene una baja solubilidad en cobre, el exceso de cromo precipitará por el segundo tratamiento de envejecimiento.

En la práctica de la invención, el niquel y el silicio se añaden a una fusión de cobre puro en la proporción de Ni_2Si o 4,18 partes de niquel a una parte de silicio. También se añade una pequeña cantidad adicional de silicio, con respecto a la proporción o relación de 4,18. Según la ley de acción de masas, este silicio en exceso sirve para forzar la separación de mas niquel de la solución como Ni_2Si durante el tratamiento térmico

que el posible si se añade menos de o solamente la cantidad estequiometrica exacta de 4,18.

Si bien el silicio en exceso es importante para asegurar la precipitación del níquel, sería muy perjudicial para la conductividad el retener el silicio en solución. Así, y utilizando suficiente cromo en la fusión, se proporciona un medio para ligar el silicio en exceso como un siliciuro de cromo, bien Cr_3Si o bien Cr_5Si_2 . Existe cierta latitud en la adición de cromo, debido a la baja solubilidad de cromo en cobre, siendo precipitado el exceso de cromo de la matriz de cobre por un segundo tratamiento de envejecimiento.

La aleación se trata termicamente calentando inicialmente a una temperatura de solución de 871 a 982°C. La aleación se mantiene a esa temperatura durante 1 a 3 horas para asegurar una solución sustancialmente sólida de los elementos aleatorios en la matriz de cobre.

A continuación, la aleación se enfría para retener los elementos aleatorios en solución sólida.

Después de este enfriamiento, la aleación se envejece a una temperatura de 482 a 593°C y se mantiene a esta temperatura durante un periodo de 1 a 5 horas aproximadamente y con preferencia durante unas 3 horas. Durante este tratamiento de envejecimiento, los siliciuros metálicos precipitan como partículas sub-microscópicas que aumentan la dureza de la aleación a un valor superior a 90 Rockwell B (185 Brinell) y la conductividad eléctrica a un valor de 35 a 40%.

La aleación se enfría a menos de 399°C y luego se somete a un segundo tratamiento de envejecimiento a 399-482°C y preferiblemente a 454°C. La aleación se mantiene a la segunda temperatura de envejecimiento durante un periodo de 1 a 5 horas

y con preferencia durante unas 3 horas. Durante el segundo tratamiento de envejecimiento, el exceso de cromo, sobre y por encima del requerido para formar siliciuros de cromo, se precipita de la solución y la conductividad eléctrica de la aleación se aumenta significativamente a un valor superior a 45% y en general en la gama de 45 a 50% sin efectos perjudiciales sobre las propiedades mecánicas.

Como alternativa al proceso de envejecimiento en dos etapas, puede usarse un tratamiento de enfriamiento controlado en horno. Según éste otro método, la aleación, después del enfriamiento desde la temperatura de solución, se calienta a una temperatura de envejecimiento de 510 a 566°C y se mantiene a esta temperatura durante un periodo de 1 a 3 horas. La aleación se enfría luego en el horno a una temperatura de 427 a 454°C y se mantiene a esta última temperatura durante 1/2 a 2 horas aproximadamente. La aleación se enfría luego a temperatura ambiente. Este otro proceso, en el cual el horno de la aleación se enfría desde la primera a la segunda temperatura de envejecimiento, en general no es aceptado en la práctica comercial como el proceso de envejecimiento en dos etapas antes descrito y debe ser controlado estrictamente debido a que la velocidad de enfriamiento depende de la masa relativa del horno y del producto y de la naturaleza del aislamiento del horno.

Los siguientes ejemplos ilustran el método de la invención.

EJEMPLO I

Una aleación a base de cobre que tiene el siguiente análisis en % en peso:

Niquel	2,62 %
Silicio	0,64 %
Cromo	0,32 %
Cobre	resto

5 se calienta a una temperatura de solución de 927°C y se mantiene a esta temperatura durante 1 hora. La aleación se enfría luego a temperatura ambiente y se envejece después a 510°C durante 3 horas para precipitar los siliciuros metálicos. Después del envejecimiento, la aleación tiene una dureza Rockwell B de 10 97 (222 Brinell) y una conductividad eléctrica del 38%.

Después del envejecimiento, la aleación se enfría al aire a temperatura ambiente y se somete a un segundo envejecimiento a 454°C durante 3 horas y luego se enfría al aire.

15 La aleación resultante tiene una dureza Rockwell B de 97 (222 Brinell) y una conductividad eléctrica del 47%.

EJEMPLO II

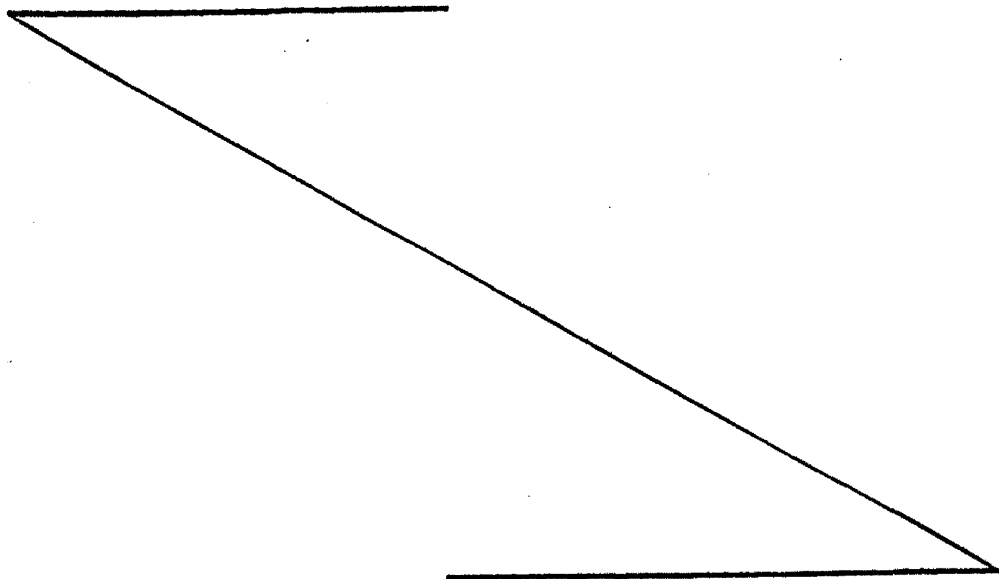
Una aleación que tiene el siguiente análisis:

Niquel	2,85 %
Silicio	0,75 %
Cromo	0,35 %
Cobre	resto

20 se calienta a una temperatura de solución de 927°C y se mantiene a esta temperatura durante 1 hora. La aleación se enfría luego en agua a temperatura ambiente y se calienta entonces a una temperatura de envejecimiento de 566°C, se mantiene a esta temperatura durante 1 hora y se enfría luego en el horno a 427°C durante 25 1-1/2 horas y se mantiene a esta temperatura durante 3/4 hora. La aleación se enfría al aire a temperatura ambiente. Después del tratamiento térmico, la aleación tiene una dureza Rockwell B de 95 (210 Brinell) y una conductividad eléctrica del 47%. 30

La aleación a base de cobre de la invención, a través del tratamiento térmico, tiene un alto grado de dureza, superior a 90 Rockwell B (185 Brinell), junto con un alta conductividad eléctrica de mas del 45%. La invención puede ponerse en práctica sobre cualquier material colado o forjado. La aleación tiene aplicación particular en forma de electrodos de soldadura por resistencia, pero encontrará un uso general en donde la combinación de altas propiedades mecánicas y buena conductividad realce el rendimiento o satisfaga los criterios de diseño en ingeniería.

Descrita suficientemente la naturaleza de la invención así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para el tratamiento térmico de una aleación a base de cobre, consistente esencialmente, en peso, en 2 a 3% de un metal elegido entre níquel y cobalto y mezclas de los mismos; silicio en una cantidad ligeramente superior a la cantidad estequiométrica necesaria para formar siliciuros de dicho metal; cromo en una cantidad superior a la cantidad estequiométrica requerida para formar siliciuro de cromo con el exceso de silicio no combinado como dichos siliciuros metálicos; y el resto cobre; caracterizado porque comprende las etapas de:

- (a) calentar la aleación a una temperatura de solución;
- (b) enfriar la aleación;
- (c) envejecer la aleación a una primera temperatura de envejecimiento del orden de 482 a 593°C, durante un periodo de tiempo suficiente para precipitar siliciuros; y
- (d) envejecer la aleación a una segunda temperatura de envejecimiento del orden de 399 a 482°C, durante un periodo de tiempo suficiente para precipitar el exceso de cromo de la solución y aumentar la conductividad eléctrica de la aleación a un valor superior al 45%.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la aleación se mantiene a la primera temperatura de envejecimiento durante un periodo de tiempo suficiente para desarrollar una dureza superior a 90 Rockwell B.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la temperatura de solución es de 871 a 982°C y la aleación se mantiene a dicha temperatura de solución durante un periodo de 1 a 3 horas; se mantiene a la primera temperatura de envejecimiento durante un periodo de 1 a 5 horas; y se

mantiene a la segunda temperatura de envejecimiento durante un periodo de 1 a 5 horas.

5 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la etapa de enfriar la aleación desde la primera temperatura de envejecimiento a una temperatura por debajo de 399°C y recalentar entonces la aleación a dicha segunda temperatura de envejecimiento.

10 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la etapa de enfriar en horno la aleación desde la primera a la segunda temperatura de envejecimiento.

6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la aleación contiene de 0,4 a 0,8% de silicio y de 0,1 a 0,5% de cromo.

15 7.- Procedimiento para el tratamiento térmico de una aleación a base de cobre, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria.

Esta memoria consta de 12 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15 OCT. 1979

20

AMPCO-PITTSBURGH CORPORATION.

J. M. GOMEZ ASEBU Y POMBO
a. p. Firmador J. Suarez Diaz

